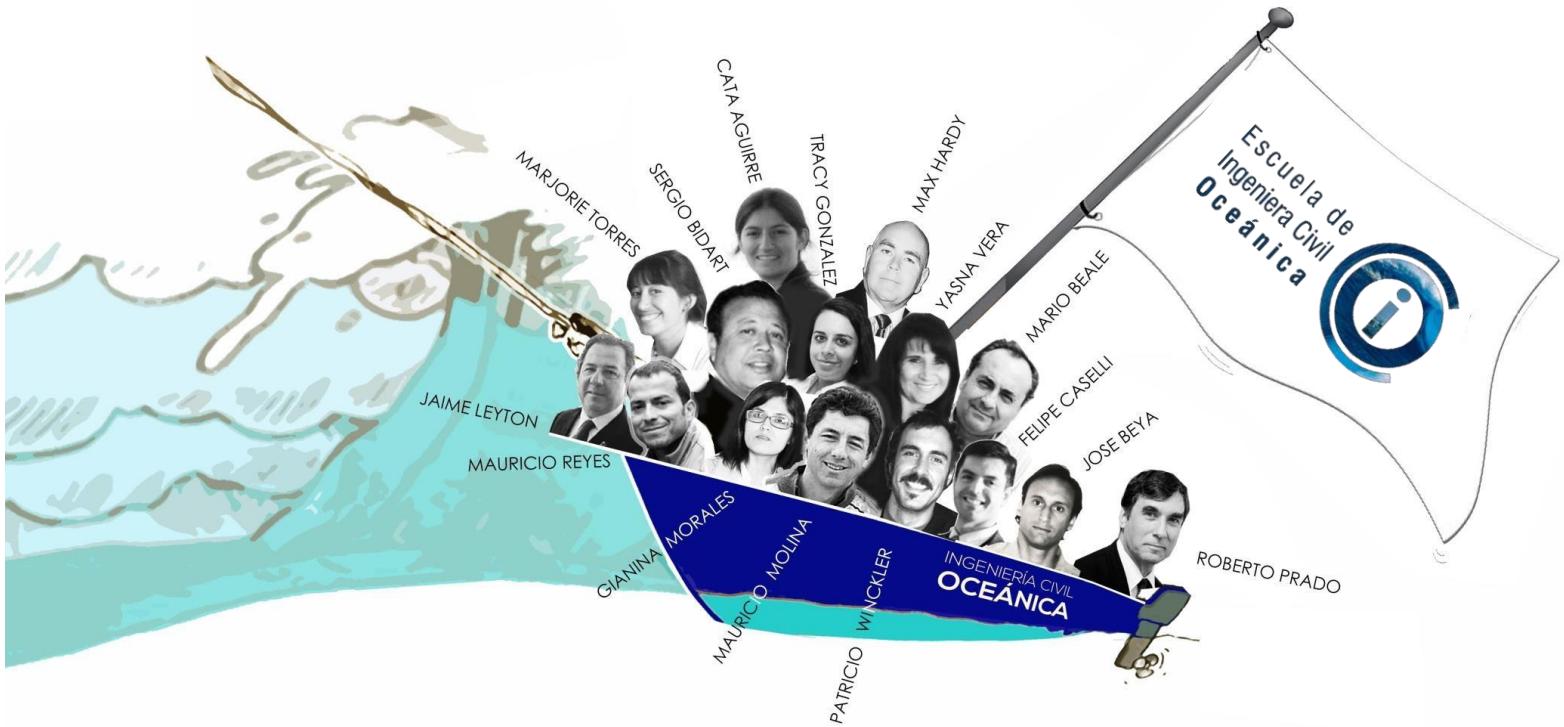


TEMAS EMERGENTES

VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE





www.ingenieriaocanica.uv.cl



AMENAZAS

IMPACTOS

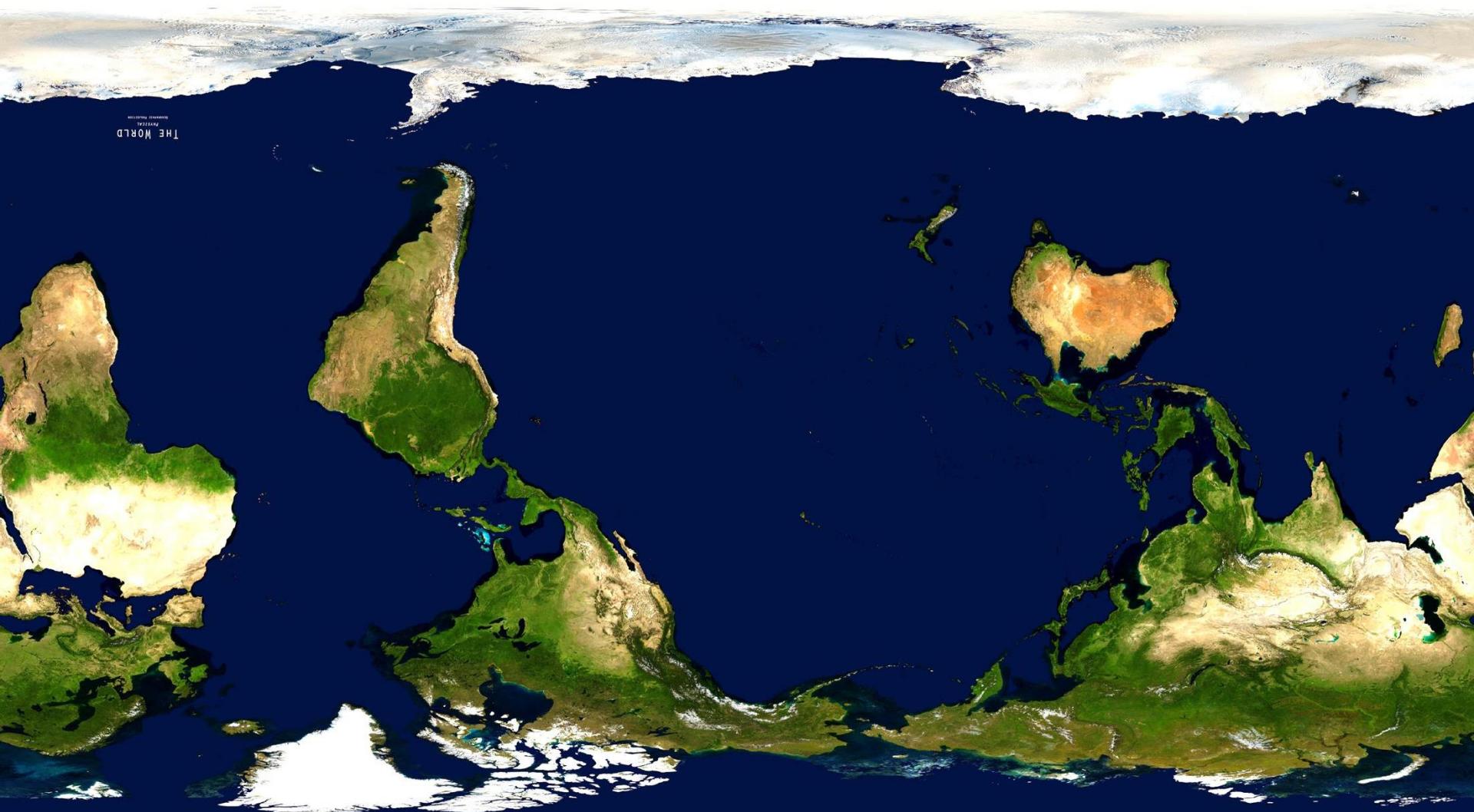


Tercera
Comunicación
Nacional
sobre
Cambio
Climático

SECTOR
ZONAS COSTERAS

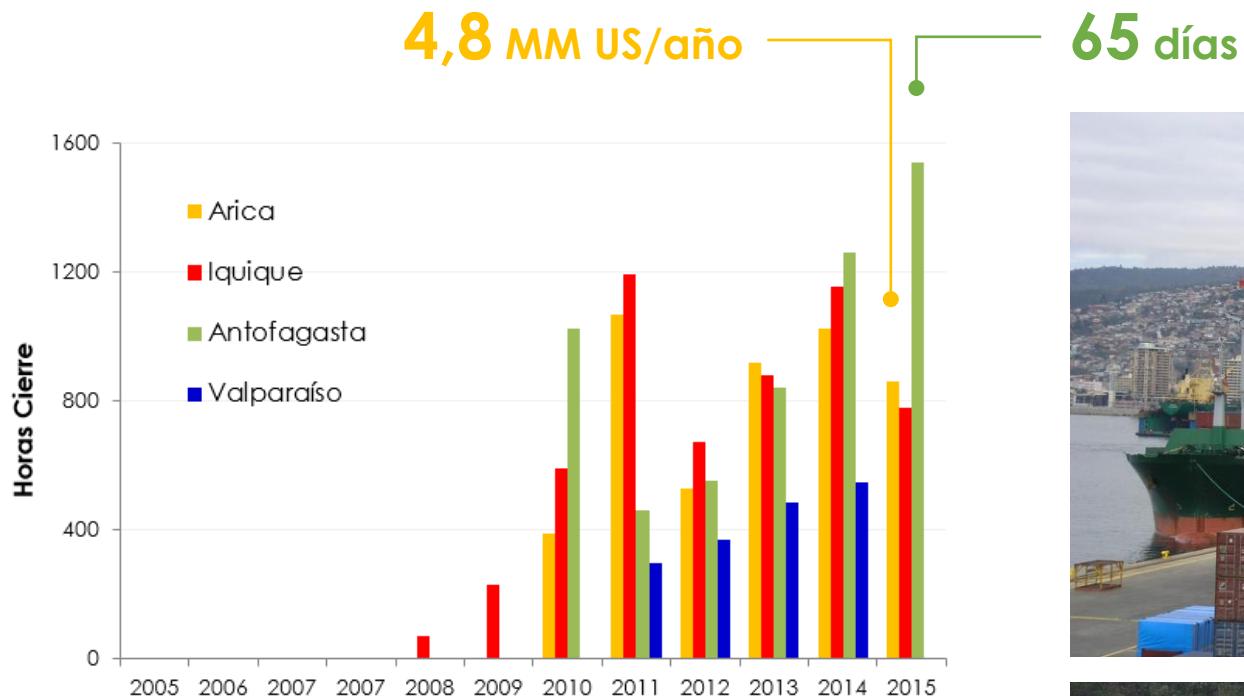
ADAPTACIÓN

Integración disciplinaria
Ordenamiento territorial
Reforzar
Relocalizar
Norma de diseño





Puerto de San Antonio, V Región





VULNERABILIDAD

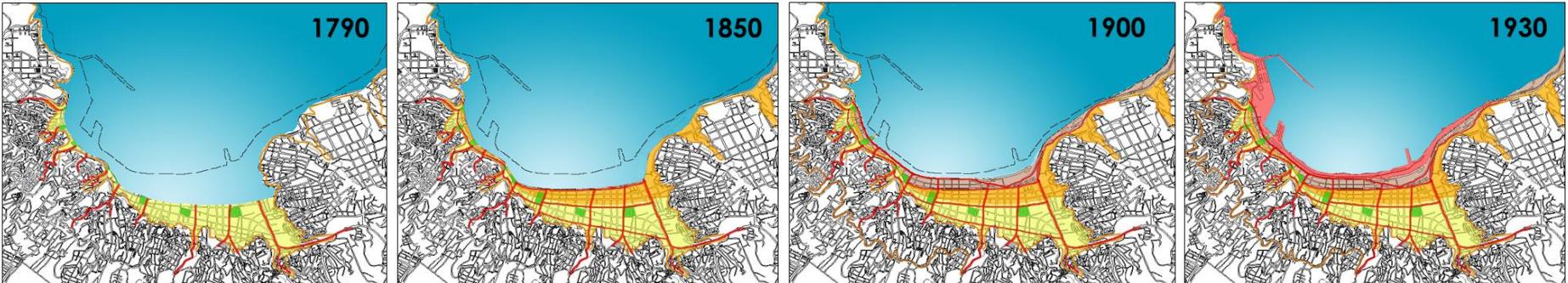
TERRITORIO URBANO CAMBIANTE



AMENAZAS

TERREMOTOS
TSUNAMIS
MAREJADAS
INUNDACIONES
INCENDIOS
CAMBIO CLIMATICO

TERRITORIO COSTERO CAMBIANTE



AMENAZAS

ZONA COSTERA



EXPLORACIÓN

MERCANCÍA

EMBARCACIÓN

MAQUINARIA

TRANSPORTE

ACCESOS

AMBIENTALES

JURÍDICAS

SOCIALES

ATMOSFÉRICAS

TEMPERATURA

PRESIÓN
ATMOSFÉRICA

NUBOSIDAD

VIENTO

HIDROLÓGICAS

PRECIPITACIÓN

EVAPORACIÓN

ESCORRENTÍA

MARÍTIMAS

NIVEL MEDIO MAR

OLEAJE

ONDAS LARGAS

TSUNAMIS

MAREA
ASTRONÓMICA

MAREA
METEOROLÓGICA

CORRIENTES

MORFOLÓGICAS

TOPOGRAFÍA

BATIMETRÍA

SUELOS

SEDIMENTOS

MORFODINÁMICA

SISMOS

TECTÓNICA

EXPLORACIÓN

ATMOSFÉRICAS

MARÍTIMAS

MORFOLÓGICAS

MERCANCÍA

TEMPERATURA

NIVEL MEDIO MAR

TOPOGRAFÍA

EMBARCACIÓN

PRESIÓN
ATMOSFÉRICA

OLEAJE

BATIMETRÍA

MAQUINARIA

NUBOSIDAD

ONDAS LARGAS

SUELOS

TRANSPORTE

VIENTO

TSUNAMIS

SEDIMENTOS

ACCESOS

HIDROLÓGICAS

MAREA
ASTRONÓMICA

AMBIENTALES

MAREA
METEOROLÓGICA

MORFODINÁMICA

JURÍDICAS

CORRIENTES

SISMOS

SOCIALES

PRECIPITACIÓN

EVAPORACIÓN

ESCORRENTÍA

Directamente
afectados por
cambio climático !



EXPLOTACIÓN

MERCANCÍA

EMBARCACIÓN

MAQUINARIA

TRANSPORTE

ACCESOS

AMBIENTALES

JURÍDICAS

SOCIALES

ATMOSFÉRICAS

TEMPERATURA

PRESIÓN
ATMOSFÉRICA

NUBOSIDAD

VIENTO

HIDROLÓGICAS

PRECIPITACIÓN

EVAPORACIÓN

ESCORRENTÍA

MARÍTIMAS

NIVEL MEDIO MAR

OLEAJE

ONDAS LARGAS

TSUNAMIS

MAREA
ASTRONÓMICA

MAREA
METEOROLÓGICA

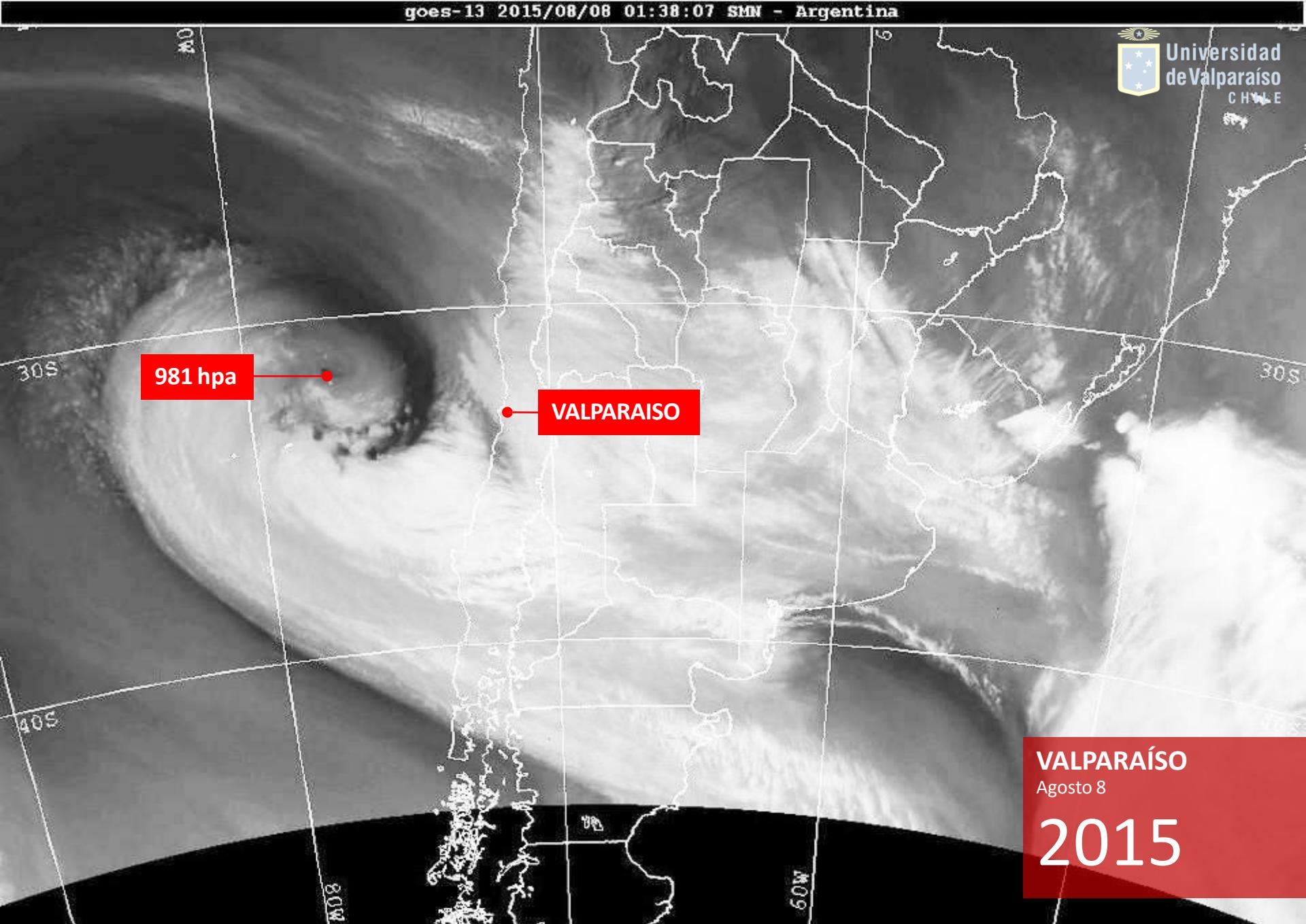
CORRIENTES

3 > 0

~3/70 páginas







a)



b)



c)



d)

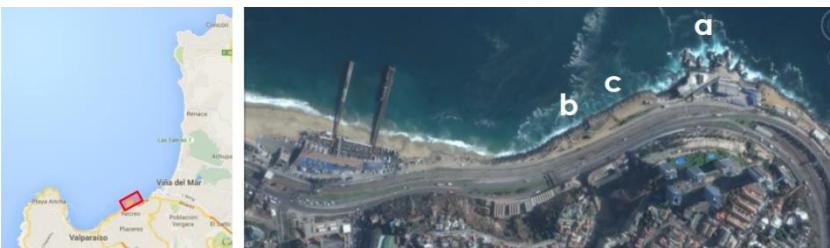


PLAYAS

OPERATIVIDAD (clima medio)
ESTABILIDAD (extremos)

VALPARAÍSO
Agosto 8
2015

a)



b)



c)



d)



INFRAESTRUCTURA DURABILIDAD (extremos)

VALPARAÍSO
Agosto 8

2015

a)



b)



c)



d)



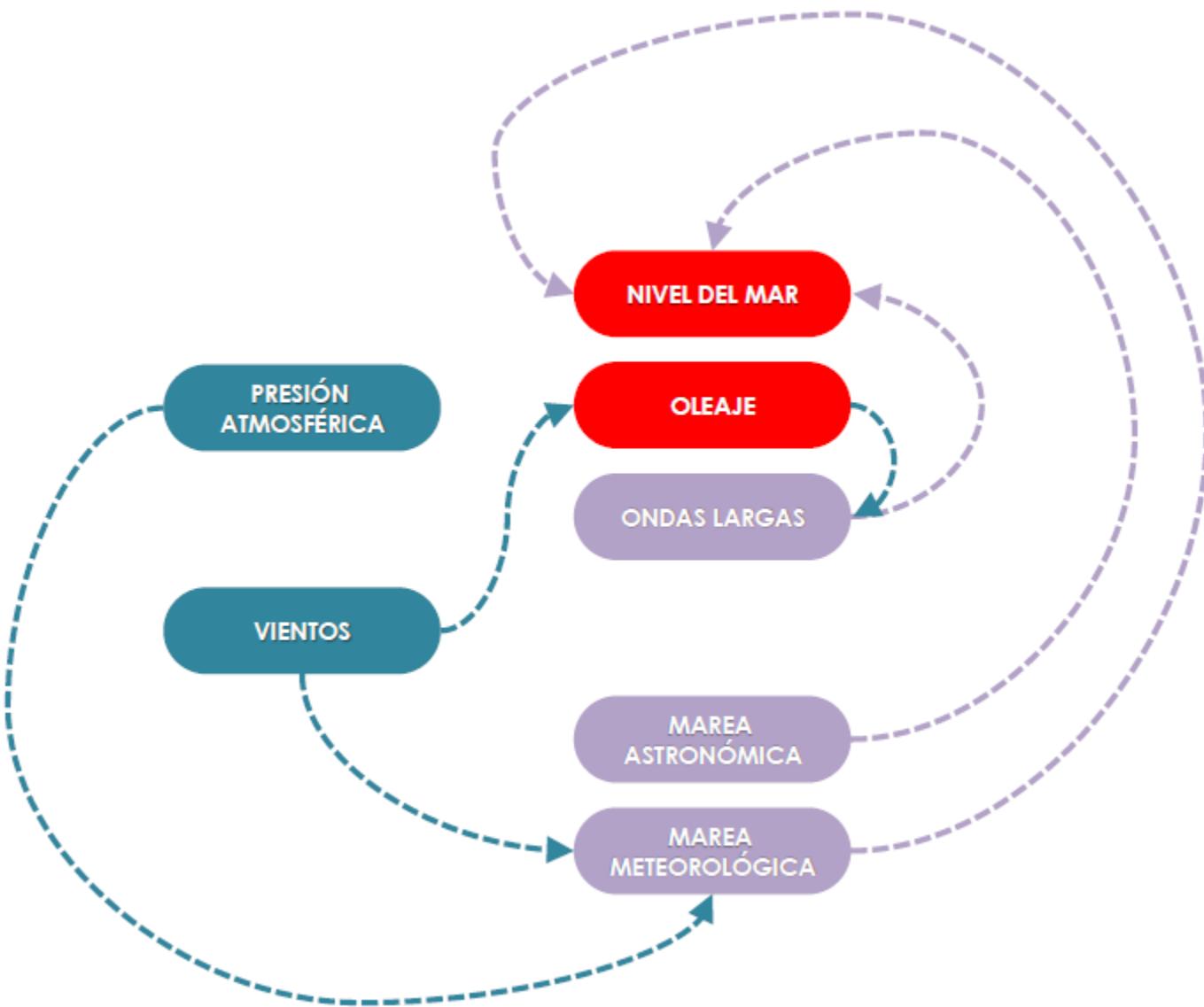
PUERTOS

OPERATIVIDAD (clima medio)

ESTRUCTURAS (extremos)

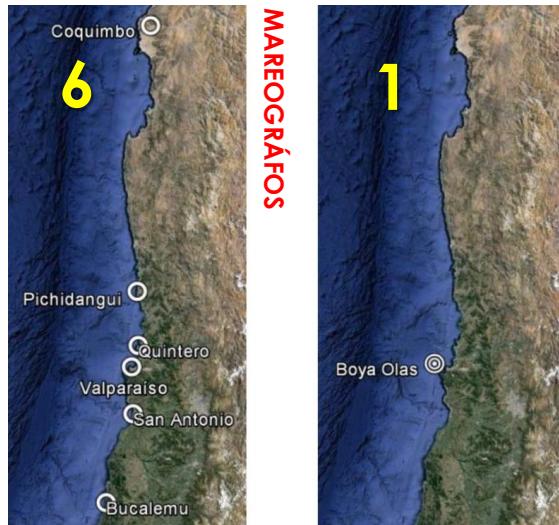
VALPARAÍSO
Agosto 8

2015

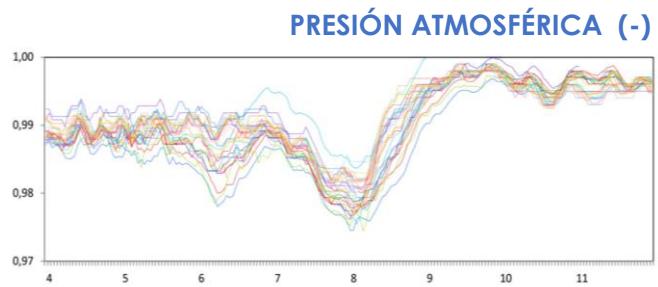


INSTRUMENTACIÓN

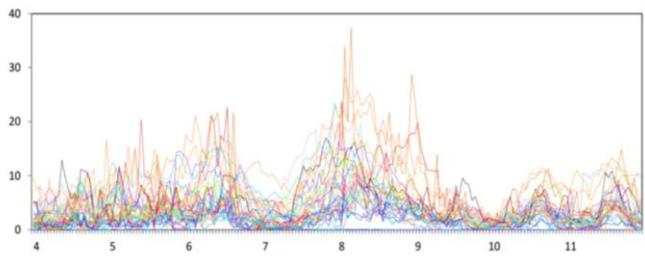
OCÉANO vs CONTINENTE



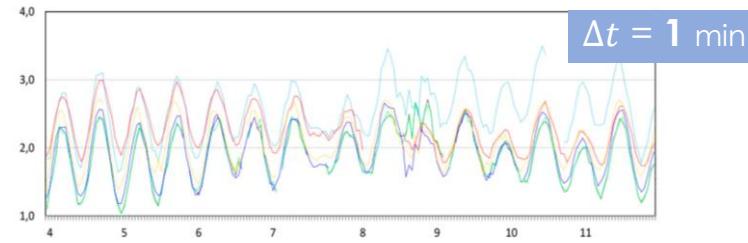
ESTACIONES METEOROLÓGICAS



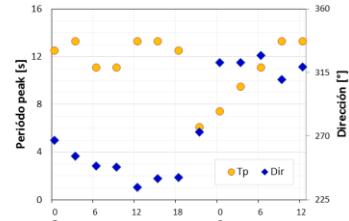
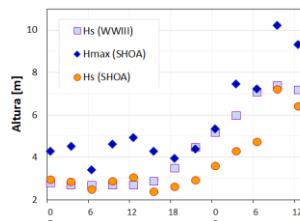
VIENTO (m/s)



NIVEL DEL MAR (m)



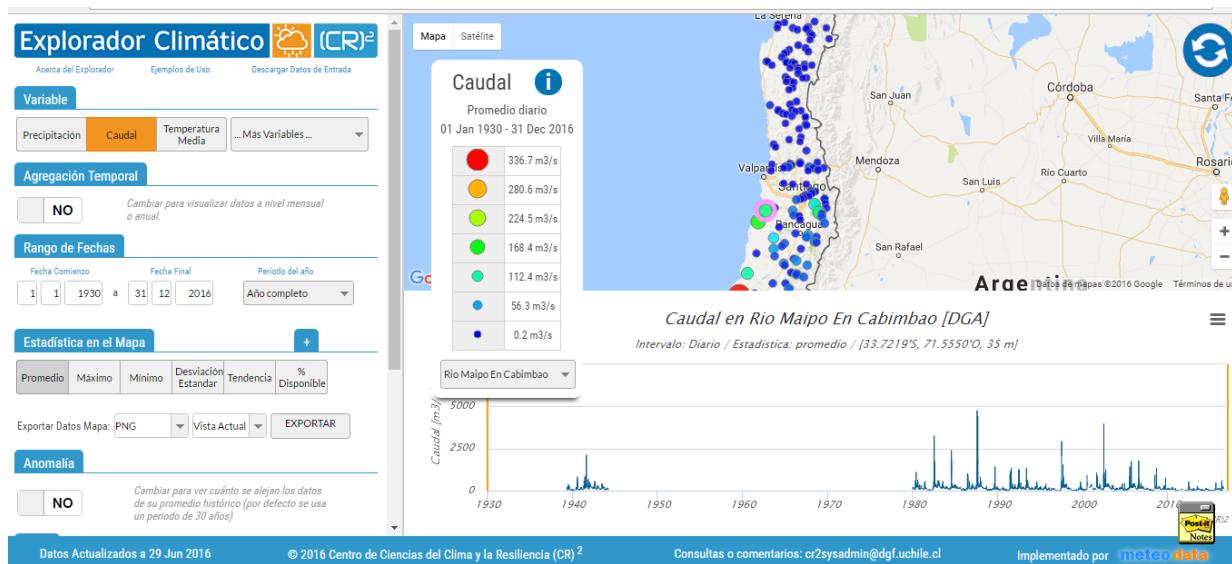
$\Delta t = 3 \text{ hr}$



INSTRUMENTACIÓN

OCÉANO vs CONTINENTE

(CR)²



INSTRUMENTACIÓN

OCÉANO vs CONTINENTE

40



ESTACIONES MAREOGRÁFICAS

NIVEL MEDIO MAR

OLEAJE

ONDAS LARGAS

TSUNAMIS

MAREA
ASTRONÓMICA

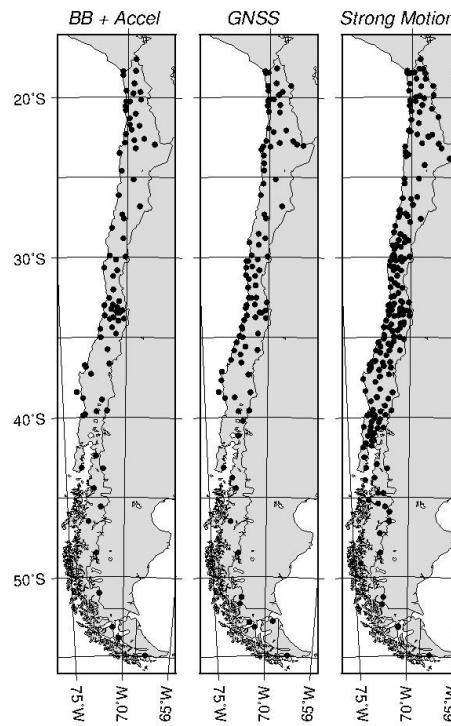
MAREA
METEOROLÓGICA

CORRIENTES

98

130

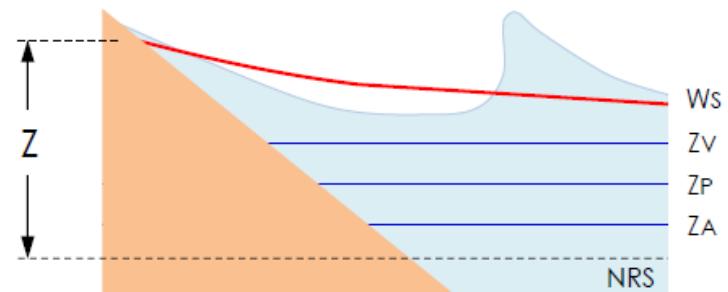
297



ESTACIONES SISMOLÓGICAS

NIVEL DEL MAR

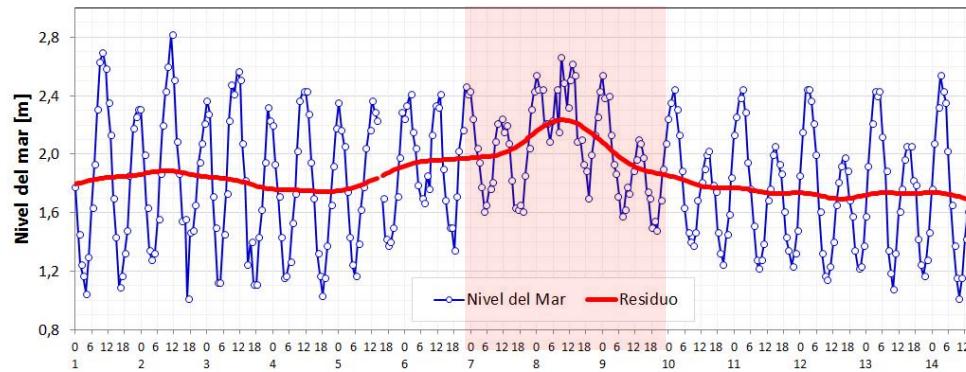
TEMPORAL 8 AGOSTO 2015



MAREA METEOROLÓGICA

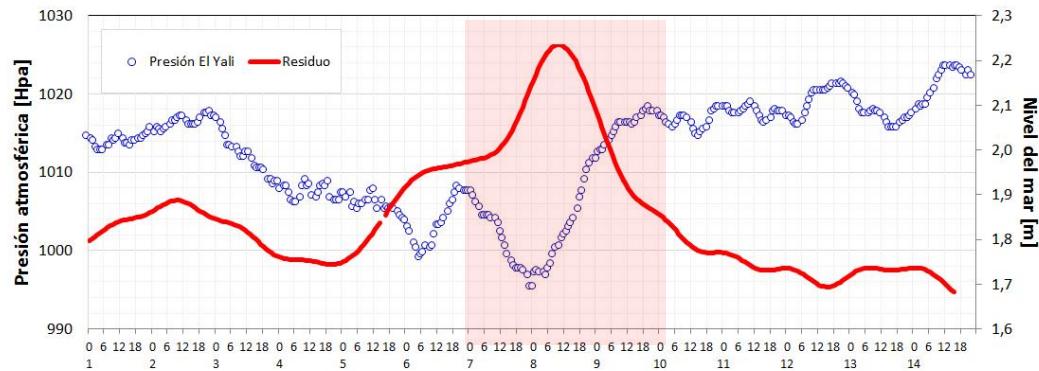
$$Z = NRS + Z_A + Z_P + Z_v + W_s + O + \dots$$

- | | |
|------------------|---|
| Z | = Nivel del mar |
| Z _{NRS} | = Nivel de reducción de sondas |
| Z _A | = Marea astronómica |
| Z _P | = Marea meteorológica por variación de la presión atmosférica |
| Z _v | = Marea meteorológica por viento |
| W _s | = Set-up de oleaje |
| O | = Ondas largas |



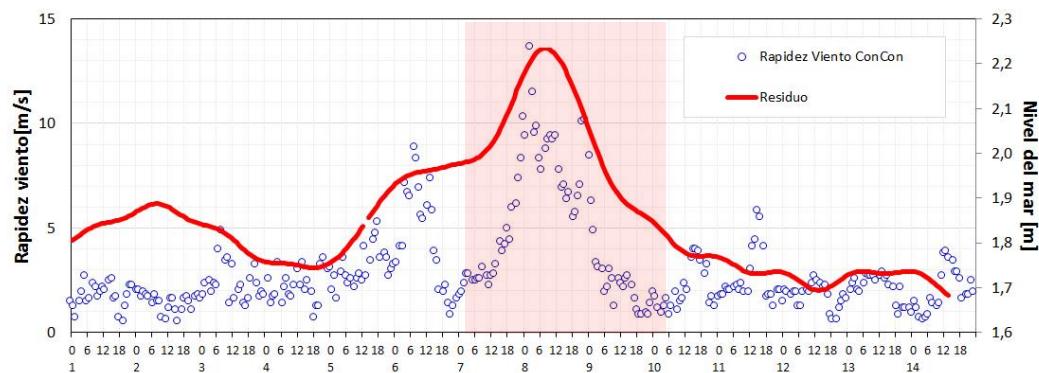
NIVEL DEL MAR

MAREA METEOROLÓGICA



PRESIÓN ATMOSFÉRICA

MAREA METEOROLÓGICA

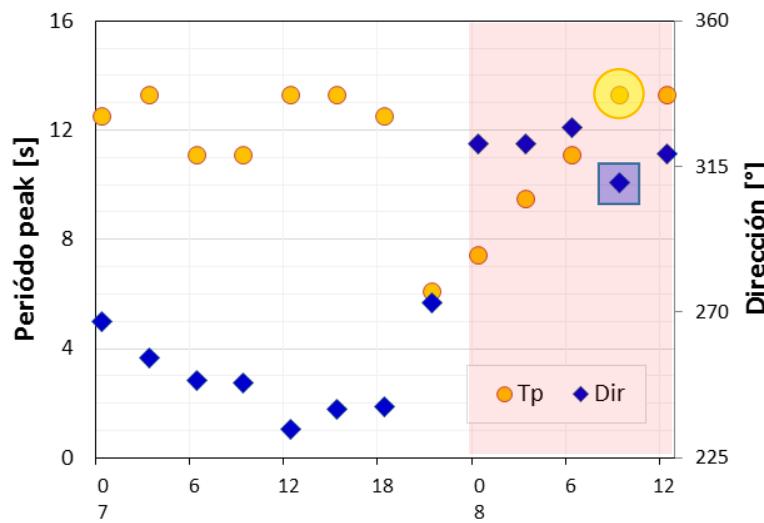
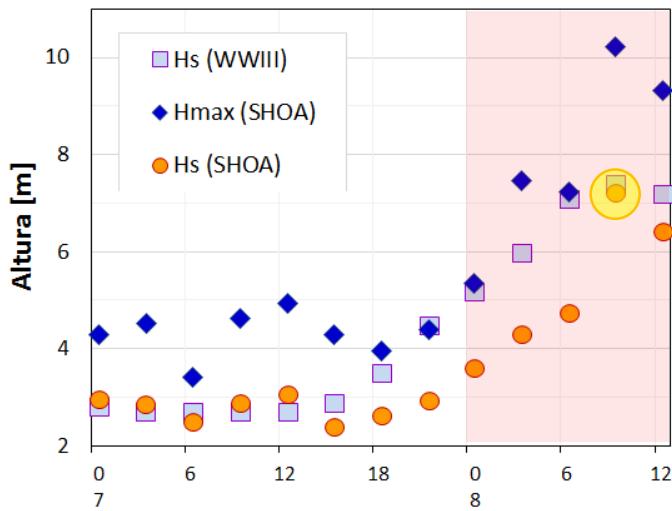
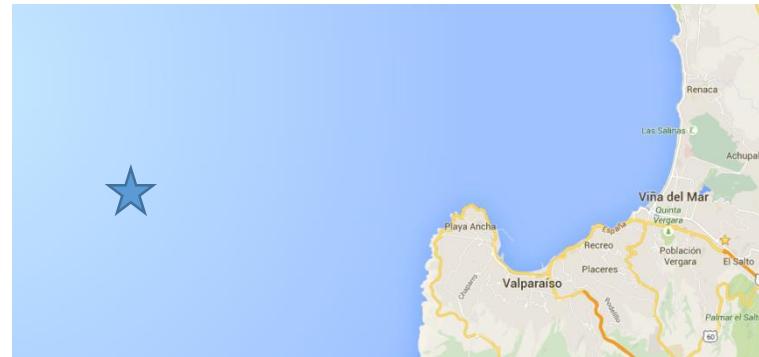


VIENTO

MAREA METEOROLÓGICA

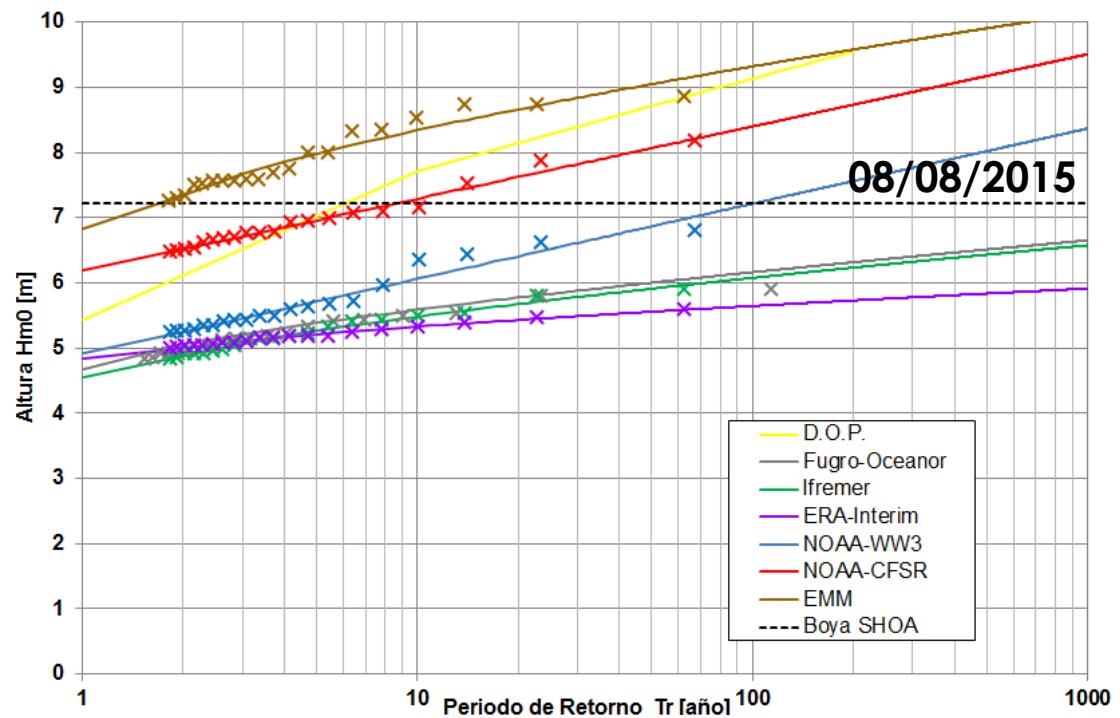
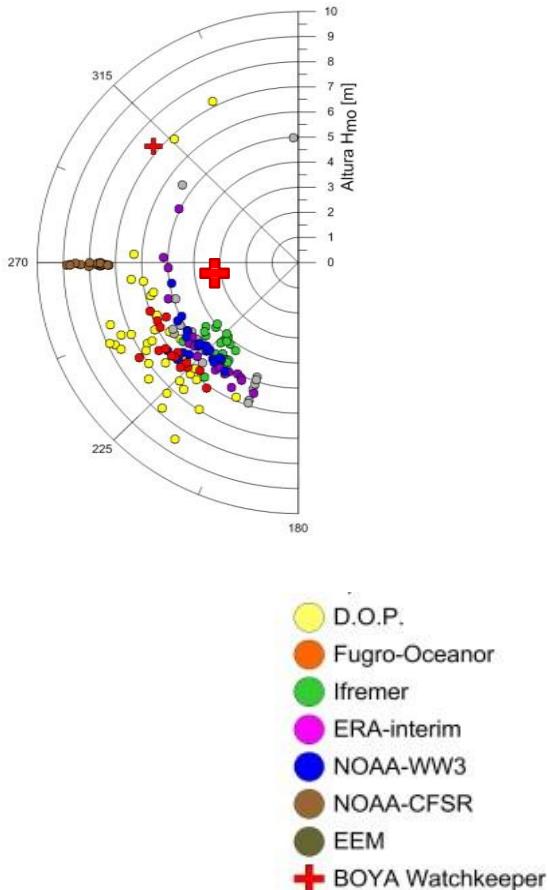
OLEAJE

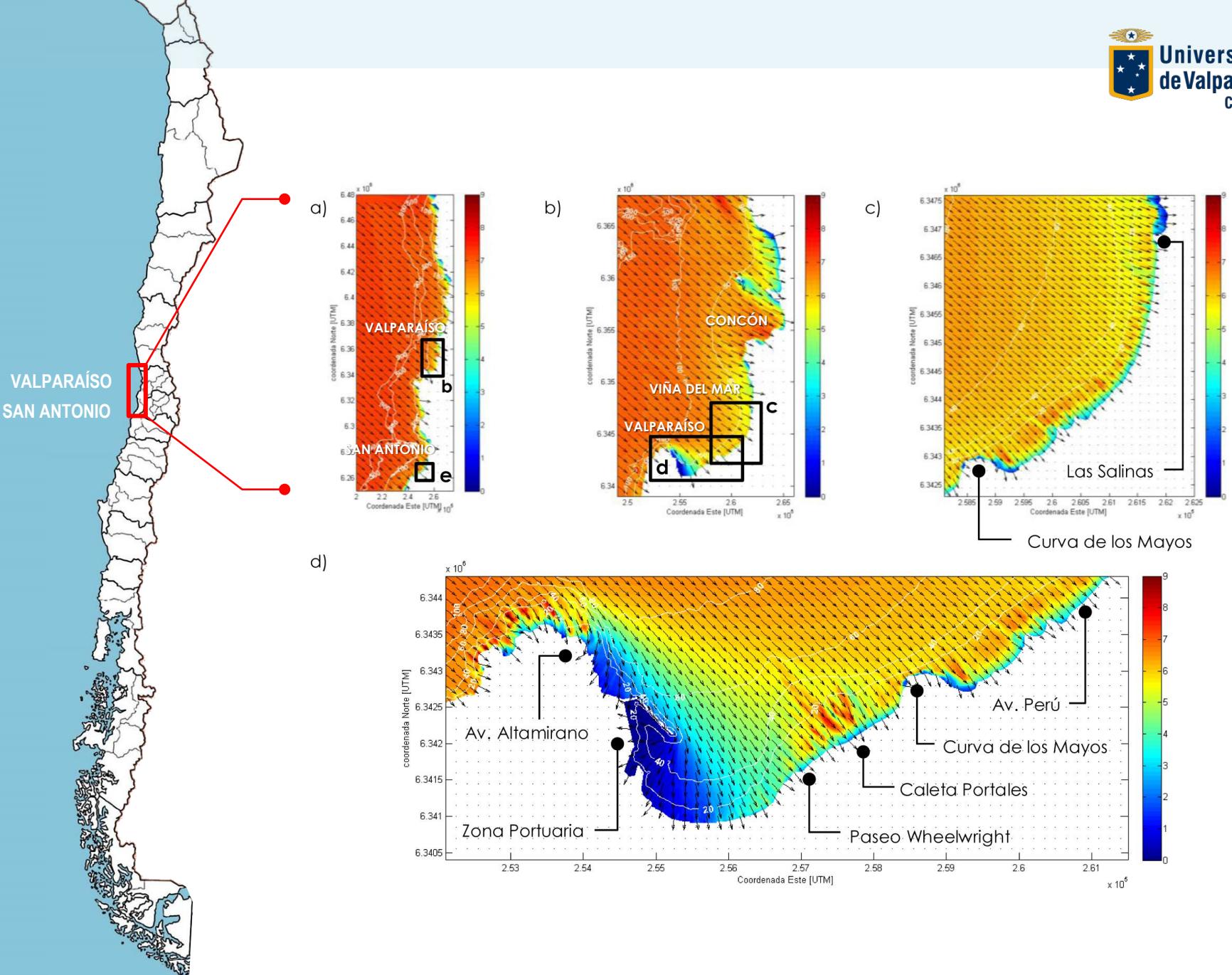
TEMPORAL 8 AGOSTO 2015

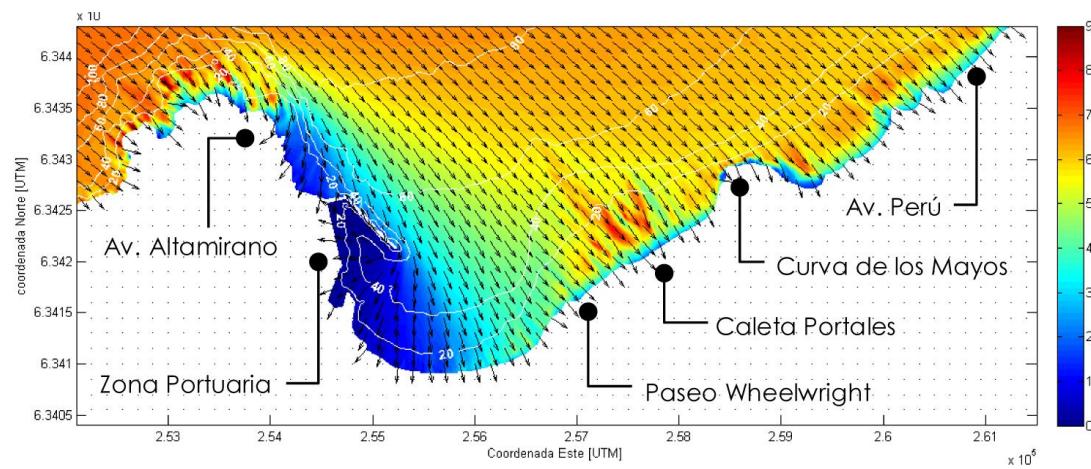


OLEAJE

TEMPORAL 8 AGOSTO 2015

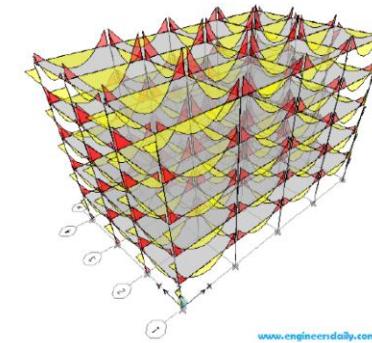
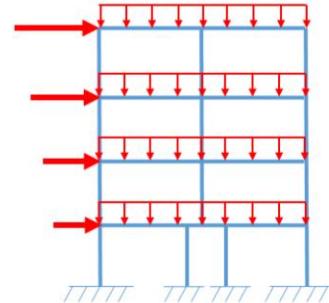
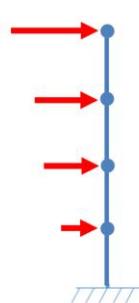






MODELACIÓN

UNA SIMPLIFICACIÓN DE LA REALIDAD



QUÉ APRENDIMOS?

TEMPORAL 8 AGOSTO 2015

La combinación extrema de variables oceanográficas,

viento, presión atmosférica y oleaje,

además de la **exposición** de la bahía de Valparaíso al noroeste, redundó en la destrucción de instalaciones portuarias, obras de protección costera y edificaciones.

Debemos comprender la interacción entre estas variables para efectuar diseños seguros y perdurables.



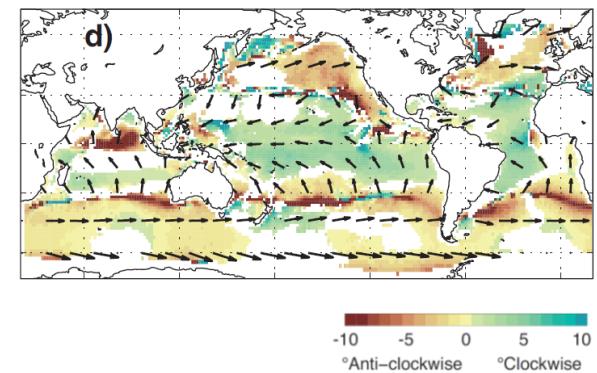
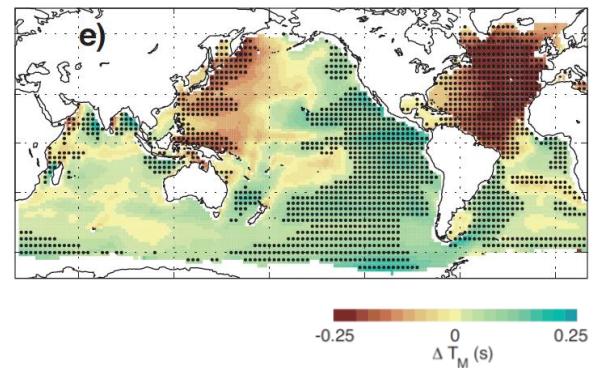
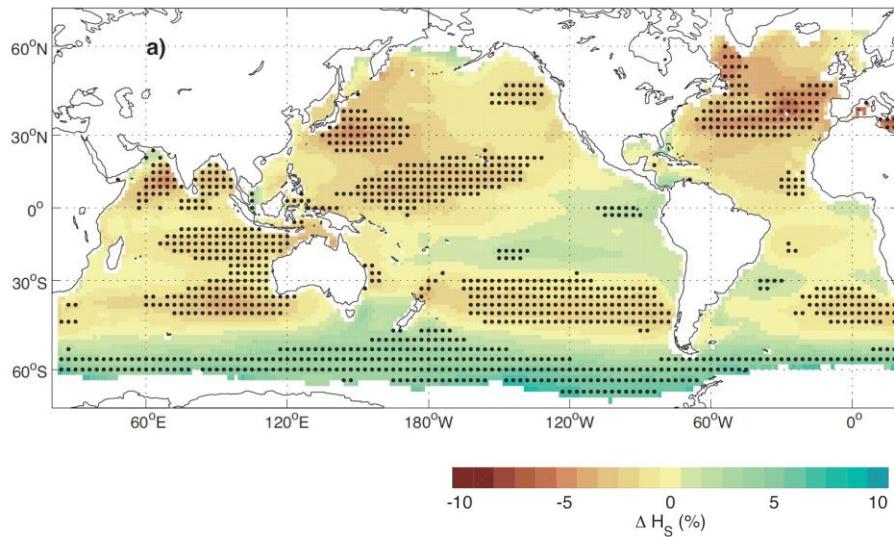
LO QUE NOS DESVELA

VARIABLES METEO-OCEANOGRÁFICAS



OLEAJE

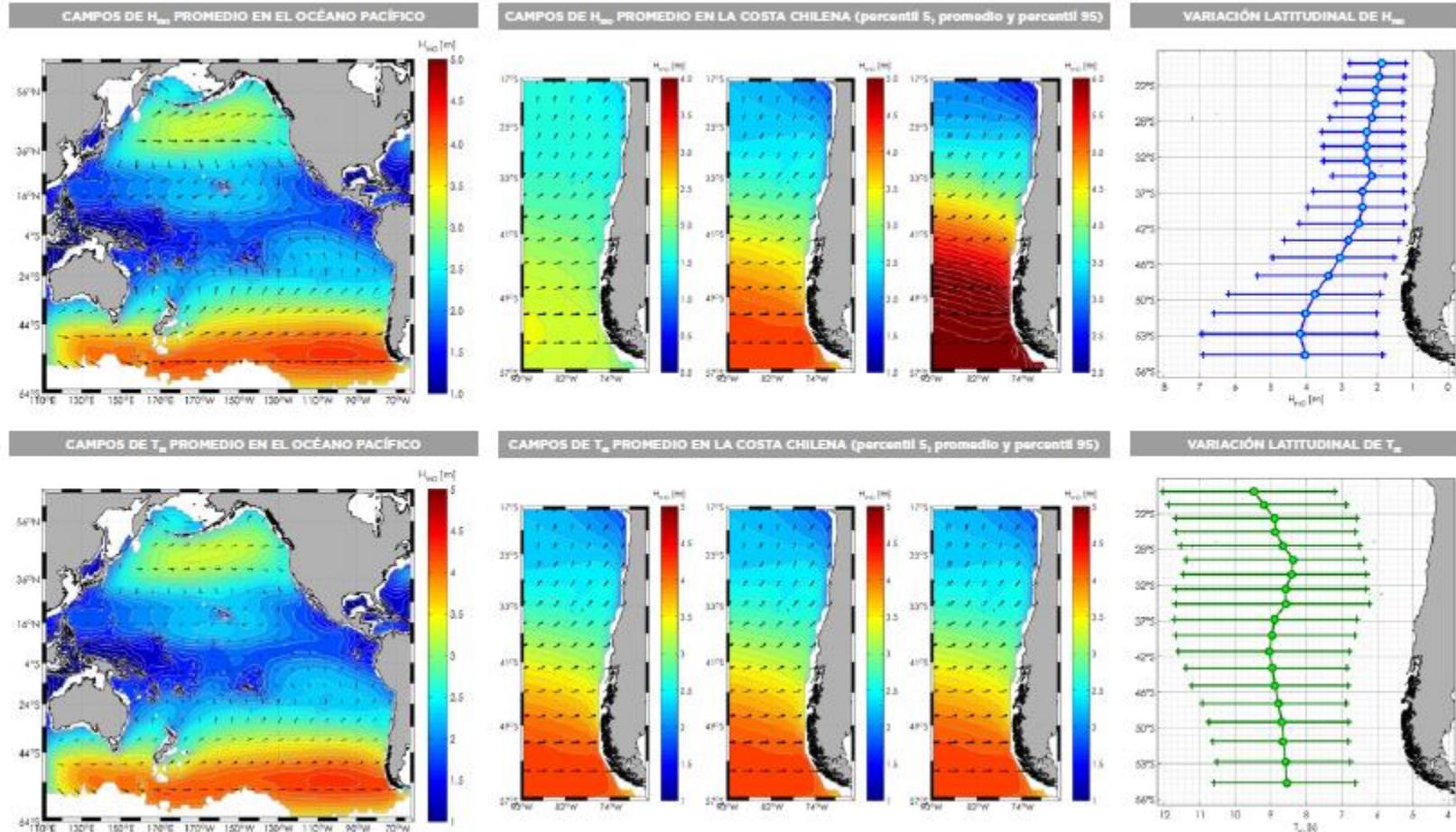
PROYECCIONES GLOBALES (MEDIOS) AL 2070-2100



- Las **alturas** medias aumentan
- Los **períodos** medios aumentan
- La **dirección** viene más del sur

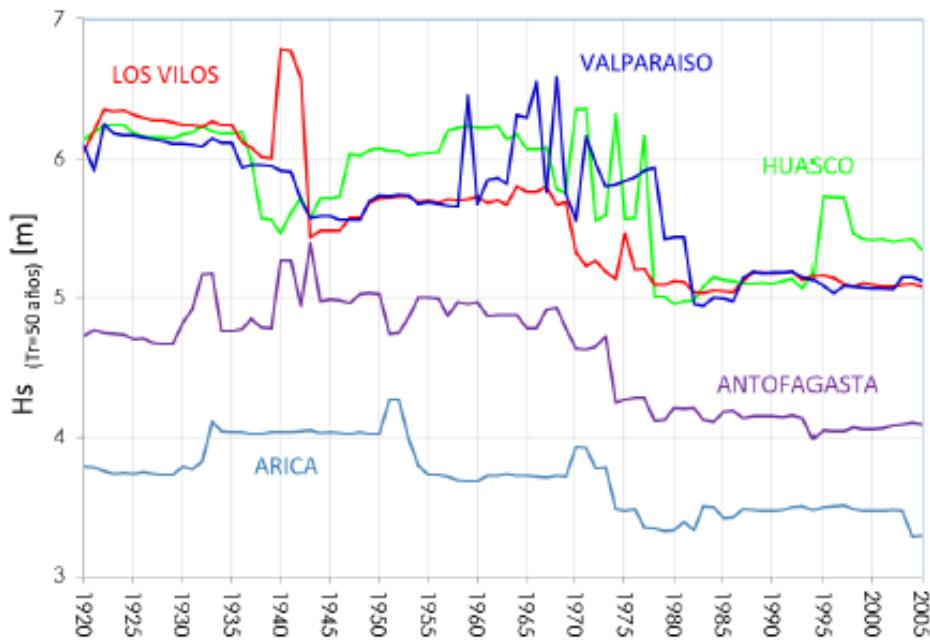
OLEAJE

REANÁLISIS DE CLIMA MEDIO



OLEAJE

REANÁLISIS DE CLIMA EXTREMO



Miremos!
hacia atrás!



ANÁLISIS NO ESTACIONARIO

ERA20C: modelo de reanálisis global (1900-2005)

Desarrollado por ECMWF.

Resolución 1° y 3 hrs.

Ventana móvil de 20 años, se desplaza cada 1 año hasta llegar al año 2005, obteniendo altura significativa para 50 años de período de retorno

<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/era20c-daily/levtype=sfc/type=an/>

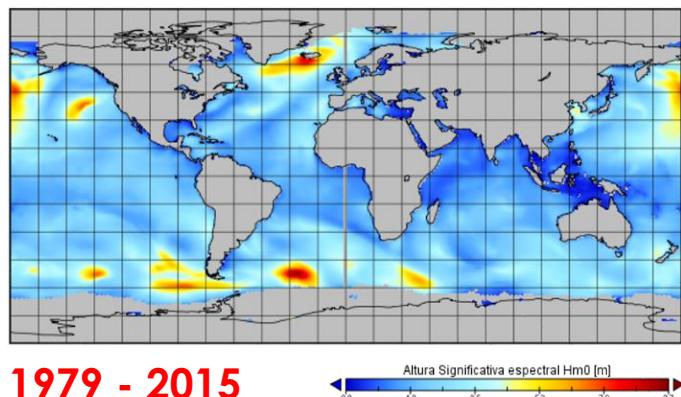
MODELOS	Naturaleza Modelo	Histórico	Medio Siglo	Final de Siglo	Resolución
CSIRO C ¹⁰	Derivados de MCG	1979-2005	2026-2045	2081-2100 ¹¹	3 hr
ERA20C	Reanálisis	1900-2005	—	—	6 hr
ATLAS	Hindcast ATLAS	1980-2015	—	—	3 hr

COSTO ECONÓMICO

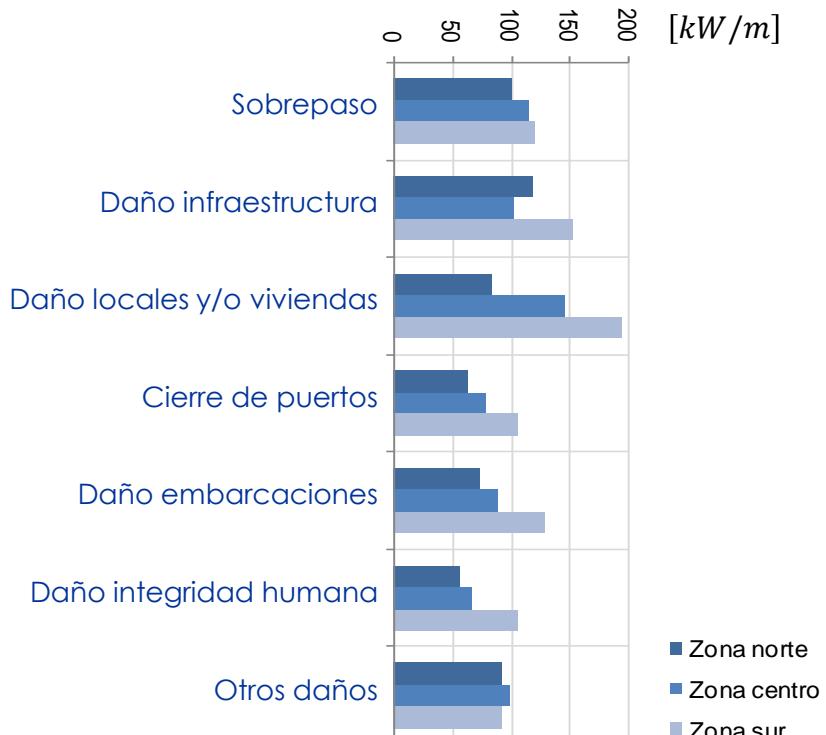
DAÑOS OBSERVADOS v/s VARIABLES OCEANOGRÁFICAS



1823 - 1979

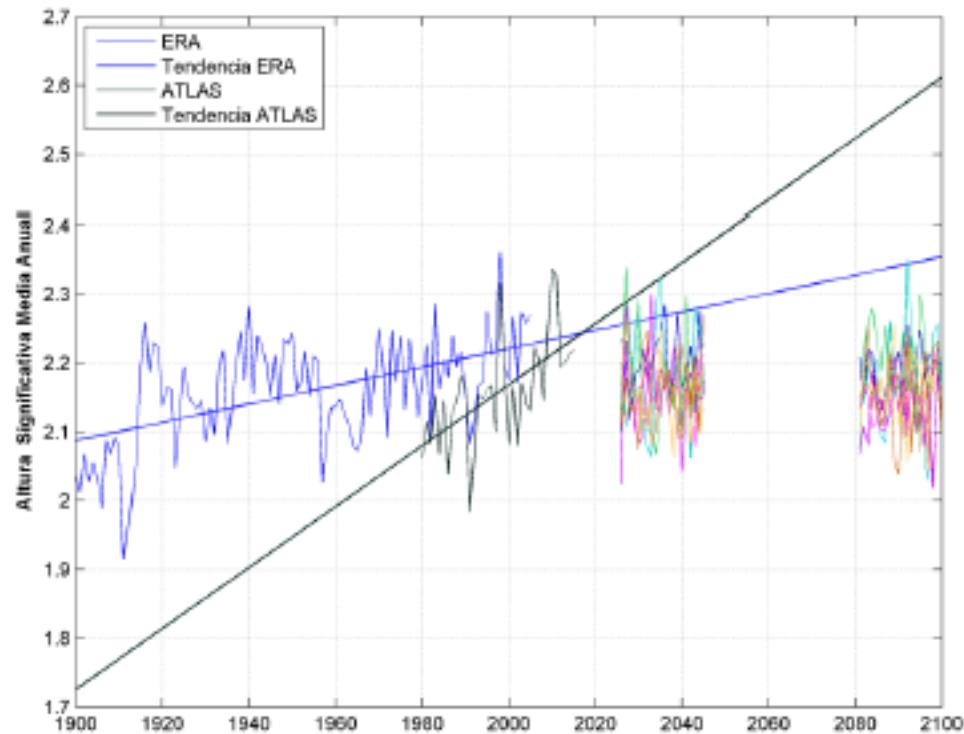


$$P \propto H^2 T$$



OLEAJE

PROYECCIONES CLIMA EXTREMO



Serie temporal 1900-2100 para el sitio [-26.5,-71.5], con corrección por sesgo del modelo ERA20C y CSIRO_C respecto al modelo referencial ATLAS.

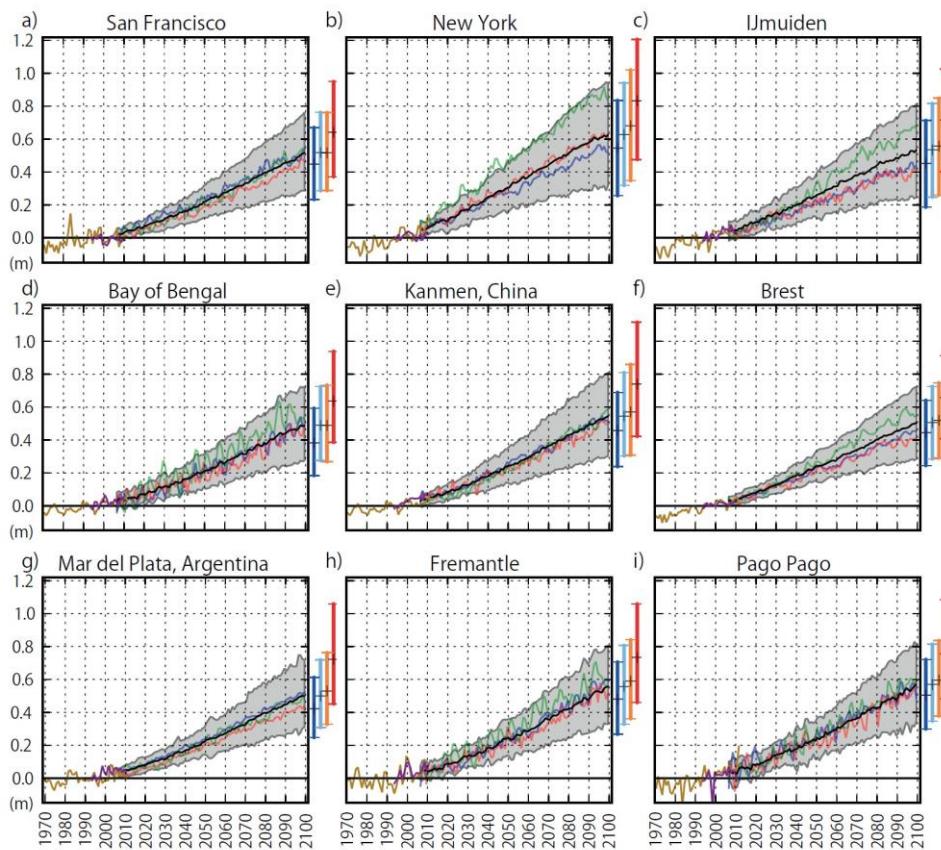
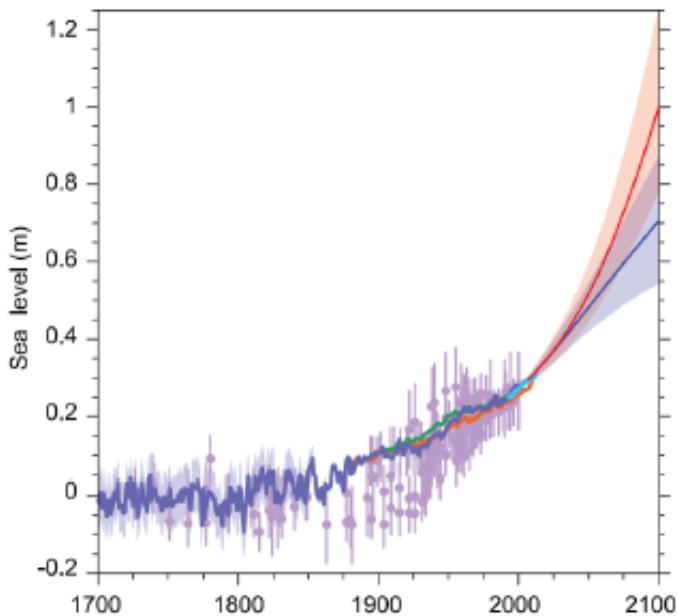
Miremos !
adelante

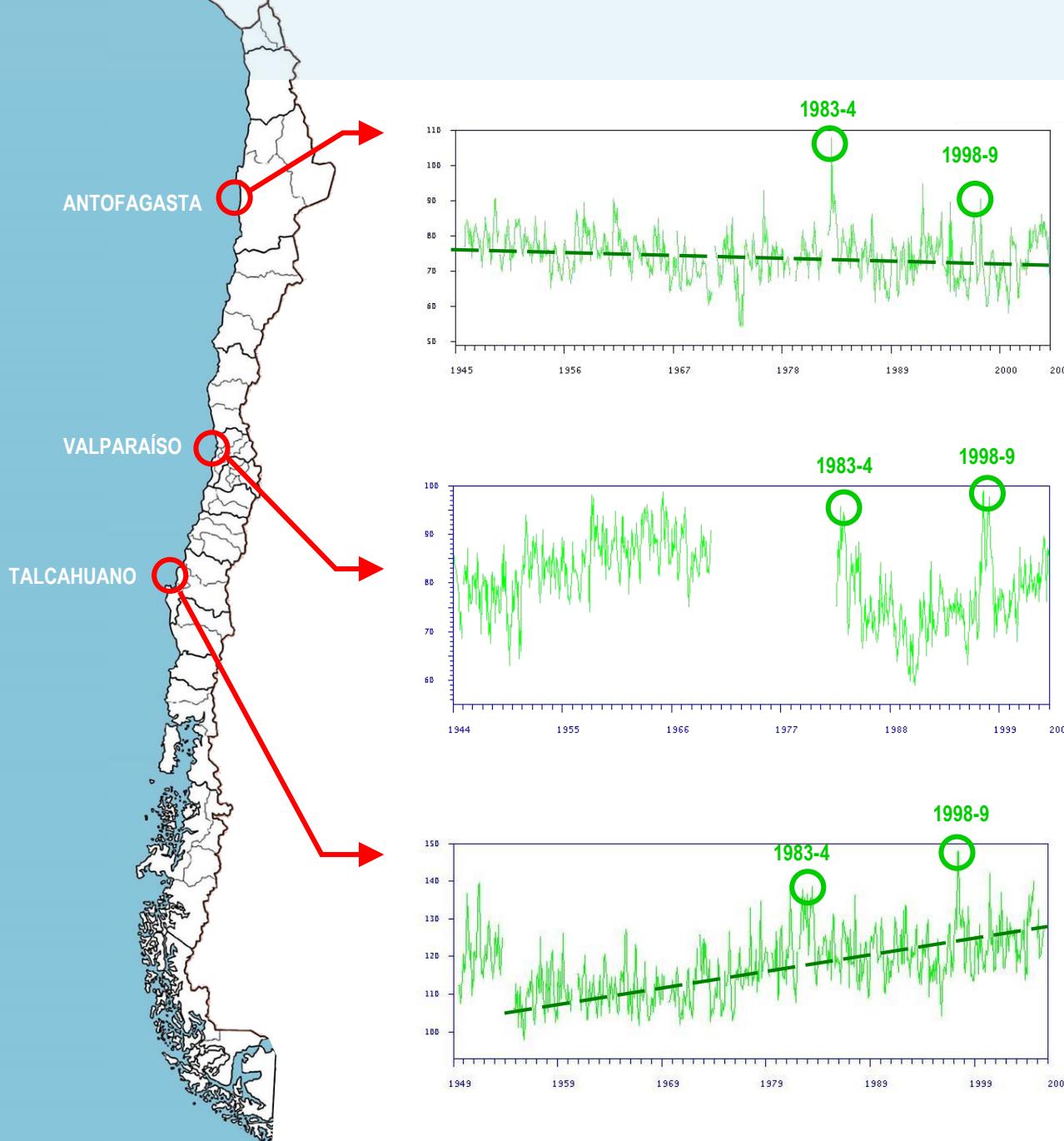
MODELOS	Naturaleza Modelo	Histórico	Medio Siglo	Final de Siglo	Resolución
CSIRO C ¹⁰	Derivados de MCG	1979-2005	2026-2045	2081-2100 ¹¹	3 hr
ERA20C	Reanálisis	1900-2005	—	—	6 hr
ATLAS	Hindcast ATLAS	1980-2015	—	—	3 hr



NIVEL DEL MAR

PREDICCIONES GLOBALES





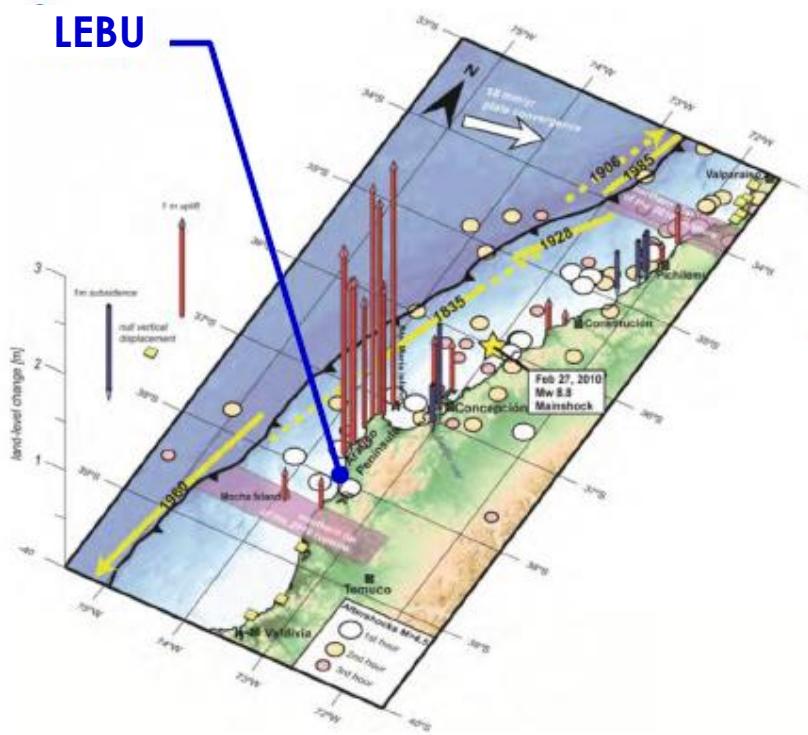
Localidad	Años	Variación (mm/año)
Arica	59	- 1,4
Antofagasta	64	- 0,9
Caldera	57	+ 1,2
Isla Pascua	51	+ 3,2
Valparaíso	65	+ 0,1
Talcahuano	60	+ 1,5
Pto. Williams	40	+ 2,2

ENOS



NIVEL DEL MAR

EFEKTOS TECTÓNICOS



CHILE
Febrero 27

2010

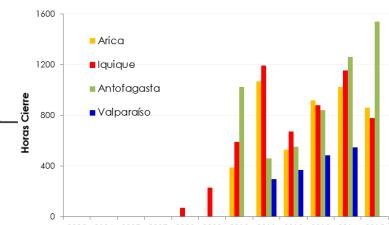
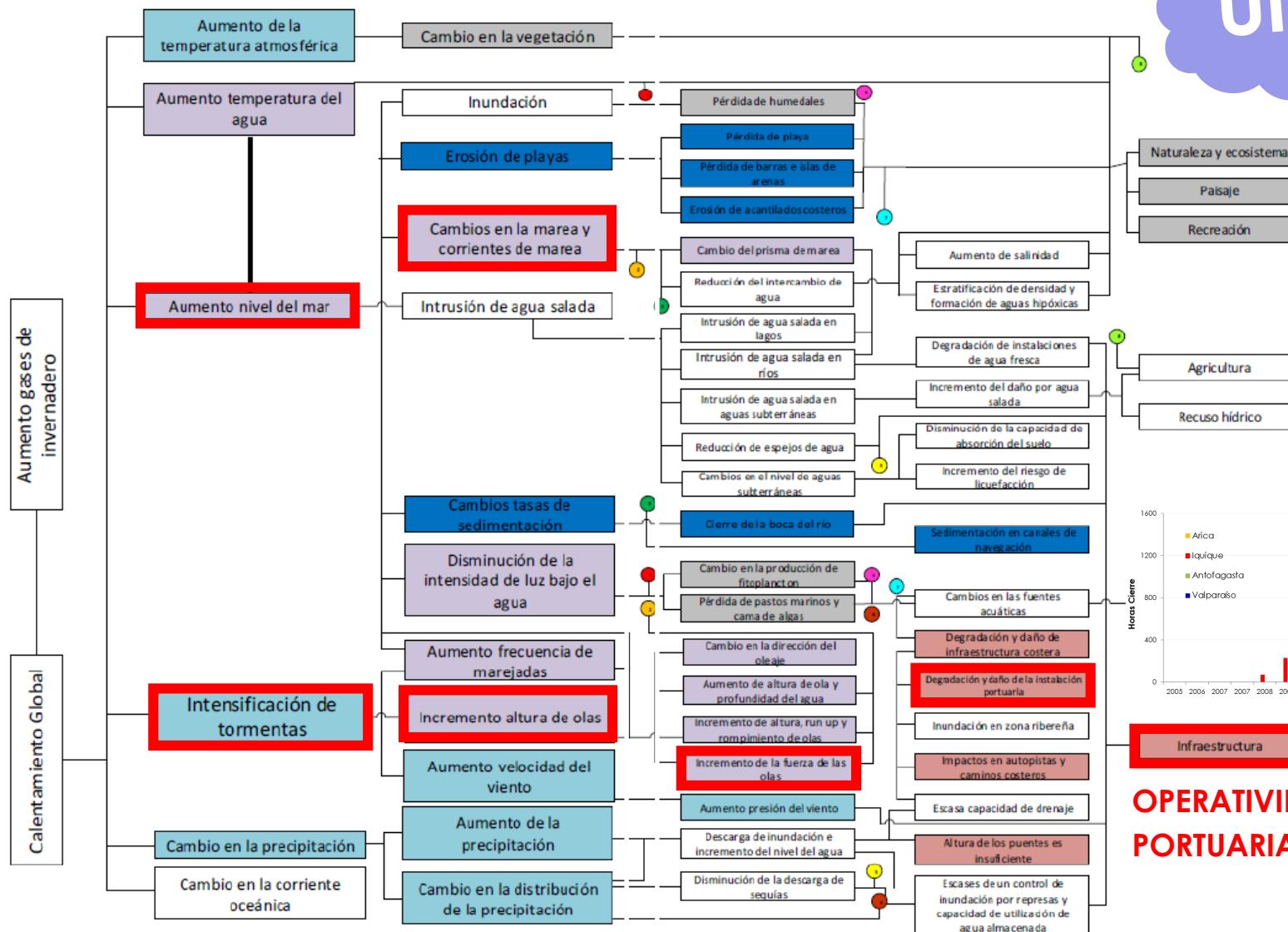
SISMOS



ADAPTACIÓN

ANTE AMENAZAS METEO-OCEANOGRÁFICAS





MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

(ALGUNOS PRINCIPIOS)

Conocer el **Riesgo**
amenaza, vulnerabilidad y **exposición**

- **Evitar construir** en zonas vulnerables
- Reubicar **servicios críticos** y **líneas de vida** lejos de zonas de riesgo
- Diseñar **estructuras** para minimizar pérdidas
- Diseñar planes de **evacuación**
- **Educar** a la comunidad

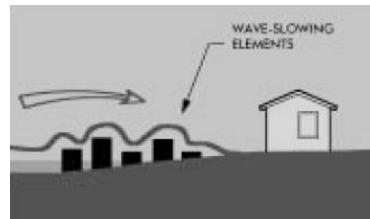
INFRAESTRUCTURA TERRESTRE

(ALGUNAS) MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

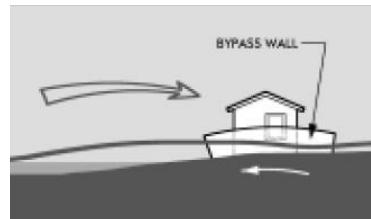
Evitar



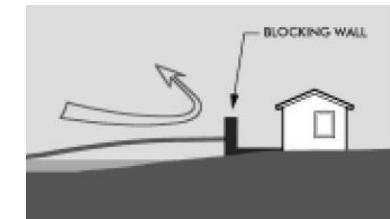
Disipar



Canalizar



Bloquear



Integración disciplinaria

Ordenamiento territorial

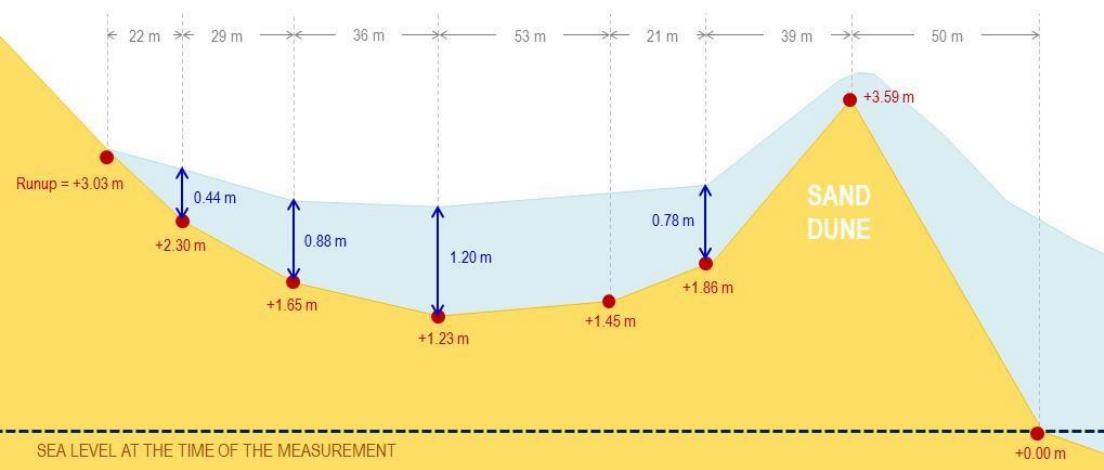


Relocalizar

Reforzar
Norma de diseño



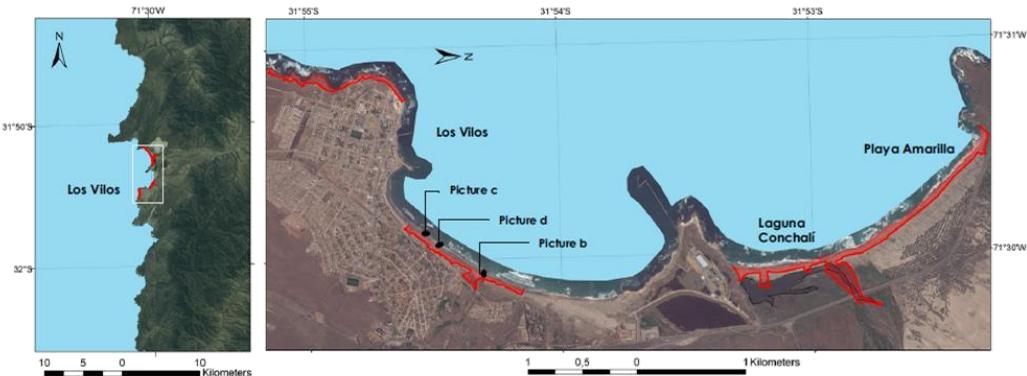
Oportunidad de
aprendizaje !



CHILE
Febrero 27

2010

(a)



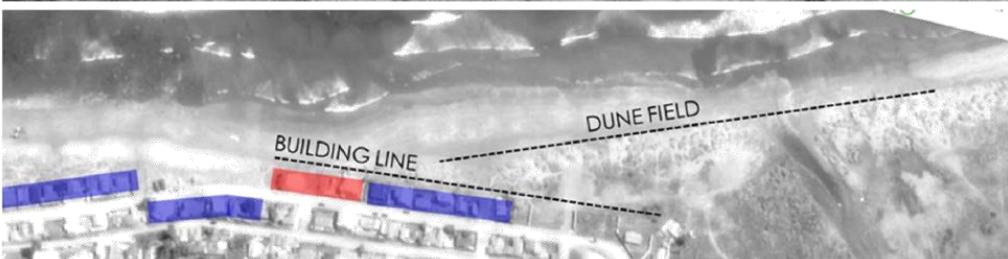
(b)



(c)



(d)



CHILE
Septiembre 16

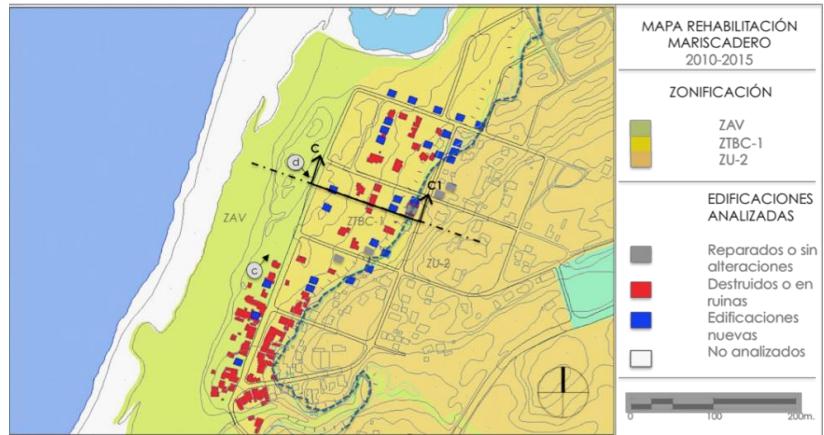
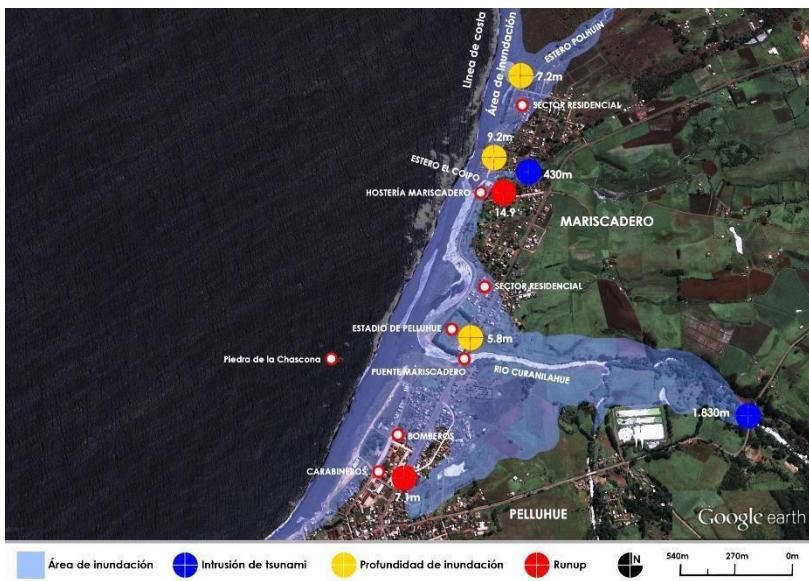
2015

INFRAESTRUCTURA TERRESTRE

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

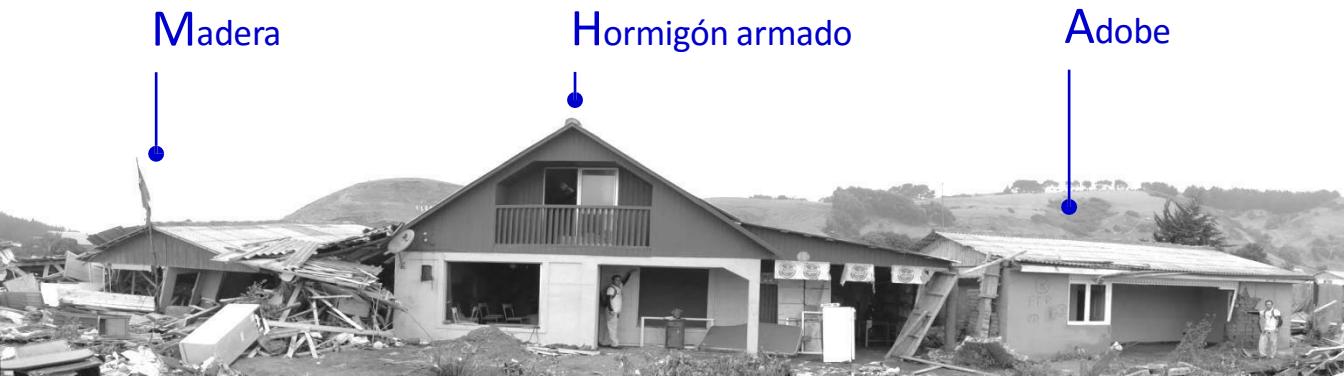
CHILE
Febrero 27

2010-5



b. Sección Sector Residencial Mariscadero





?

Dunas + Bosques

CHILE
Febrero 27

2010



Guía para la Estimación de Peligro de Tsunami

Ver.I



SATREPS Tsunami
Serie de Publicaciones Vol.I

Proyecto de Investigación para el Mejoramiento de
Tecnología para desarrollar una Comunidad Resiliente
ante los Tsunamis (Proyecto SATREPS Tsunami)

Integración disciplinaria

Ordenamiento
territorial

Relocalizar
Reforzar
Norma de diseño



SEBASTIÁN
VICUÑA
PUC



CATA
AGUIRRE
UV



NICOLÁS
BAMBACH
PUC



FERNANDA
CORTÉS
UPLA



MANUEL
CONTRERAS
UPLA



JOSE
BEYÁ
UV



MAURICIO
MOLINA
UV



HÉCTOR
HIDALGO
UV



ARIEL
GALLARDO
UV



PREGUNTAS 

