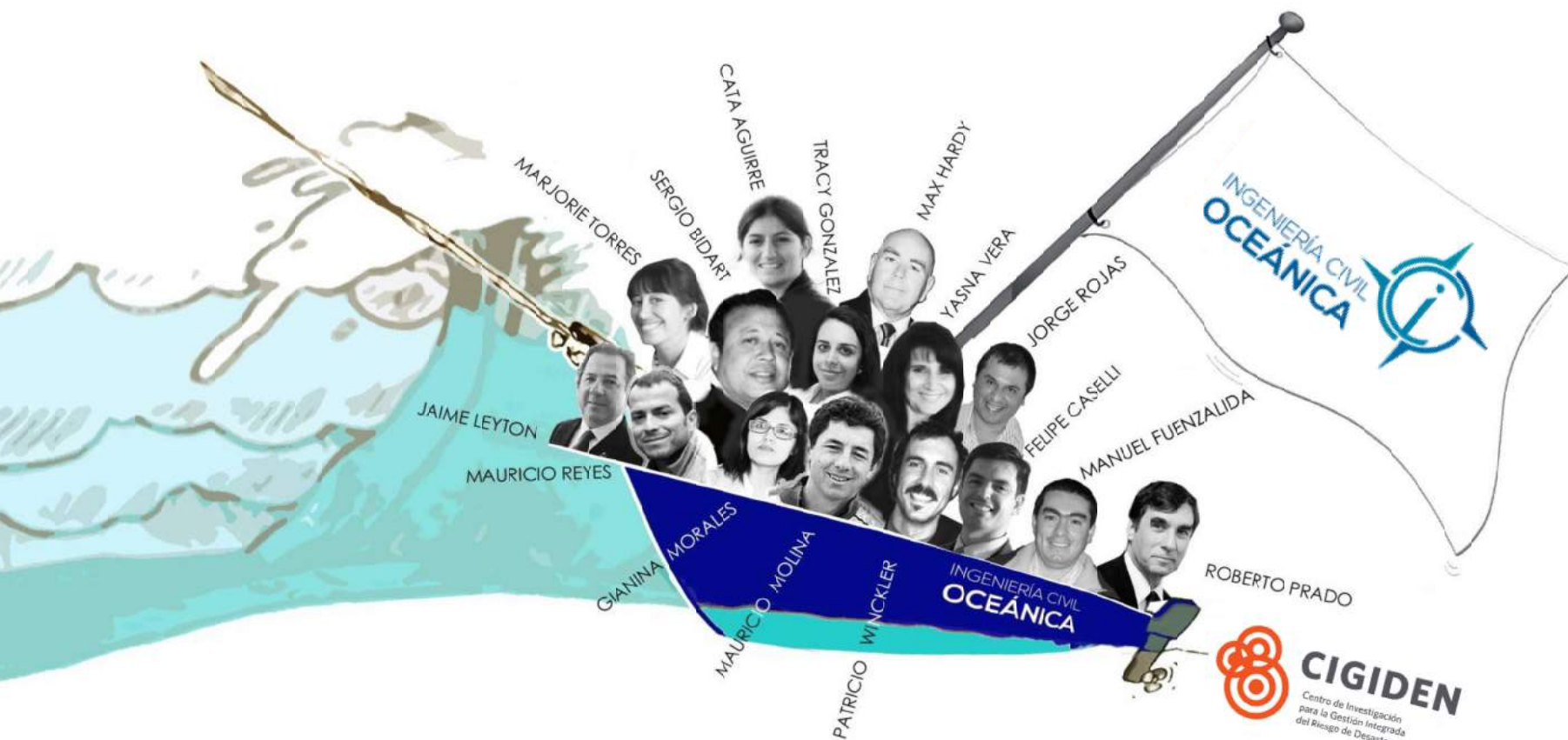


CLIMATE CHANGE AND AND THE CHILEAN COASTALINE !



Conferencia
A Sustainable Coastline for Chile in a Climate Change Scenario
Madrid, December 04, 2019



matías alcalde



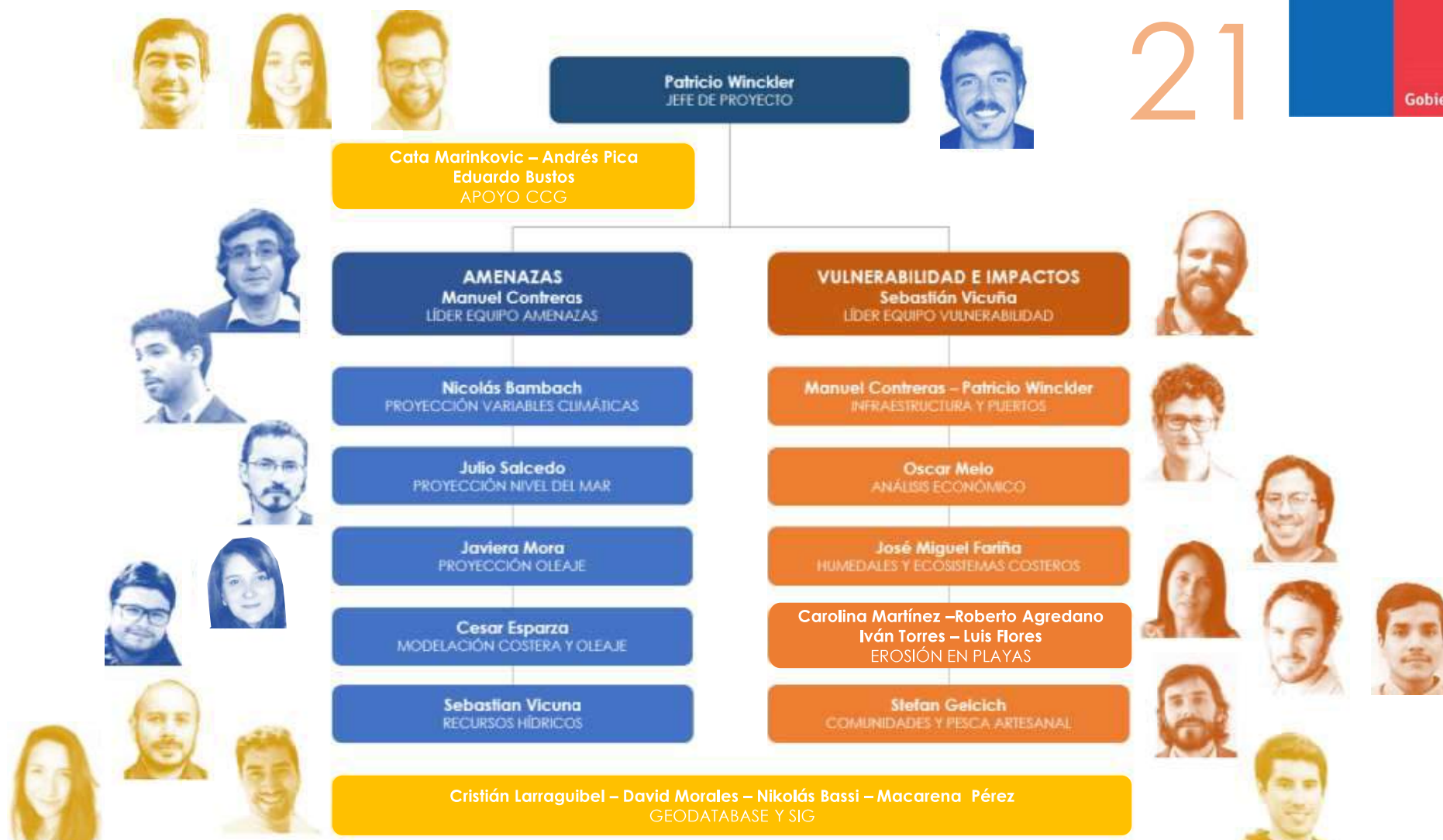
(9 minutes)



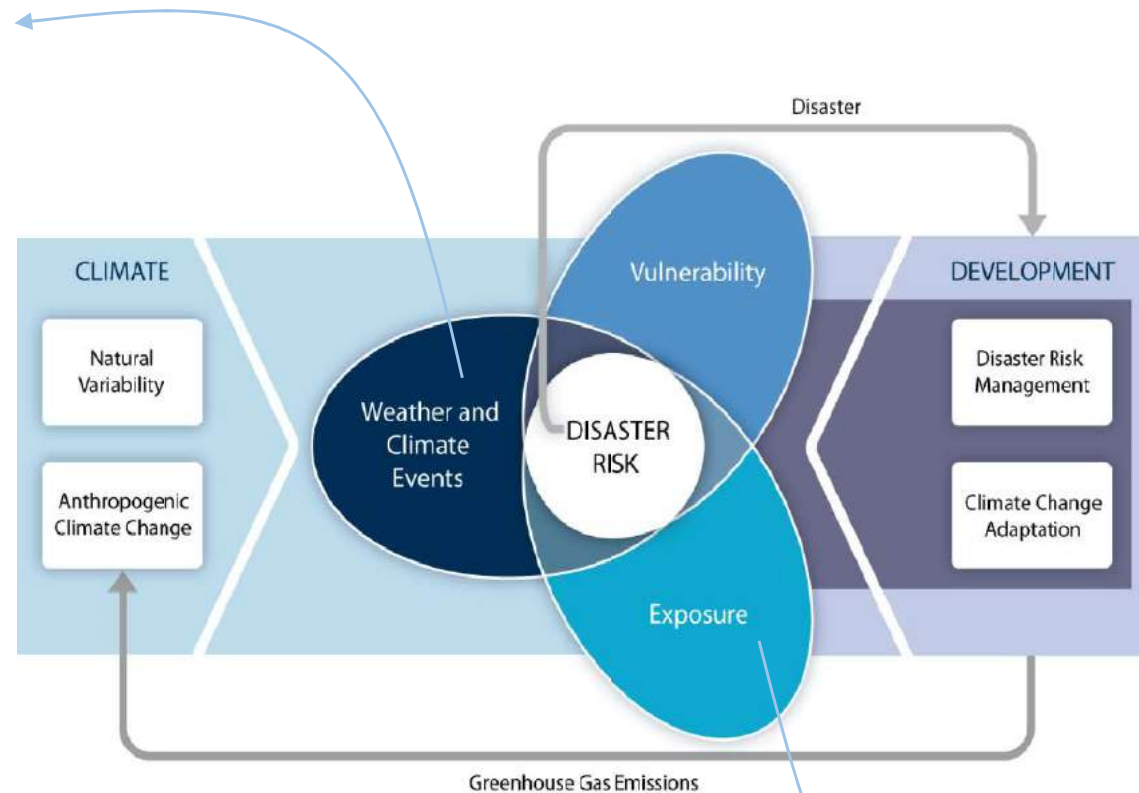
- **Flooding** of coastal areas
- Changes in the dynamics of **wetlands**
- Erosion of **beaches** and **cliffs**
- Erosion of **dunes**
- Changes in the dynamics of **estuaries**
- Operational downtime in commercial and minor **ports**
- Damage on **coastal infrastructure**
- Loss of **deltas**
- others



21

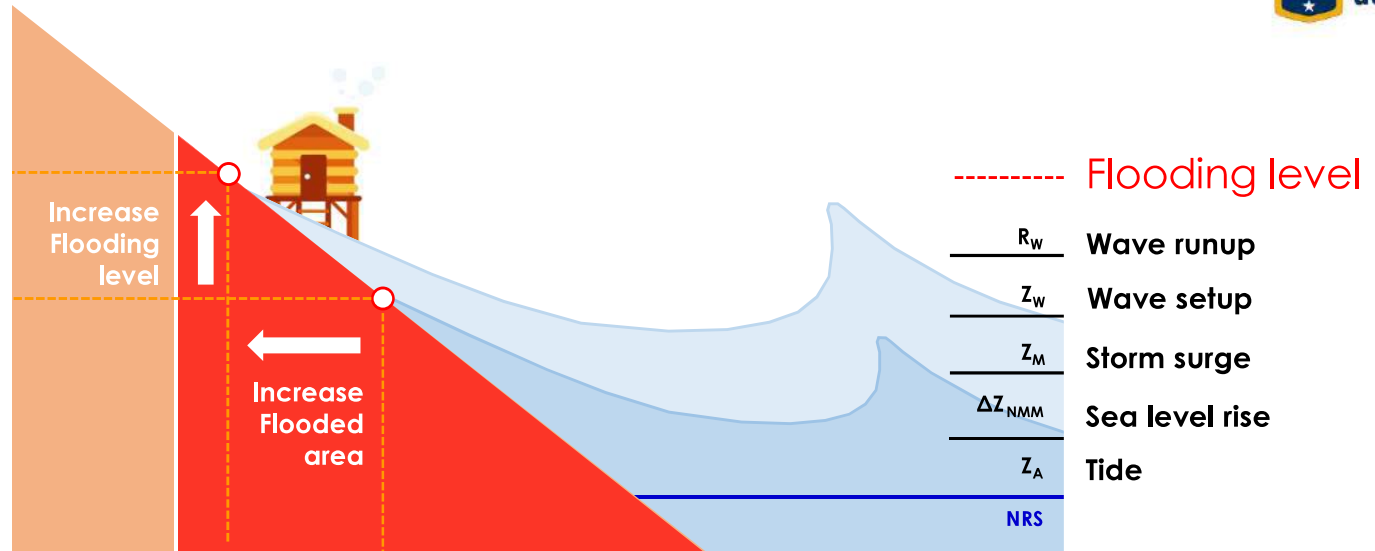


Winds
 Forcing waves
Waves
 Coastal storms
Mean sea level
River flow
 Feeding wetlands
Flooding
 Elevation

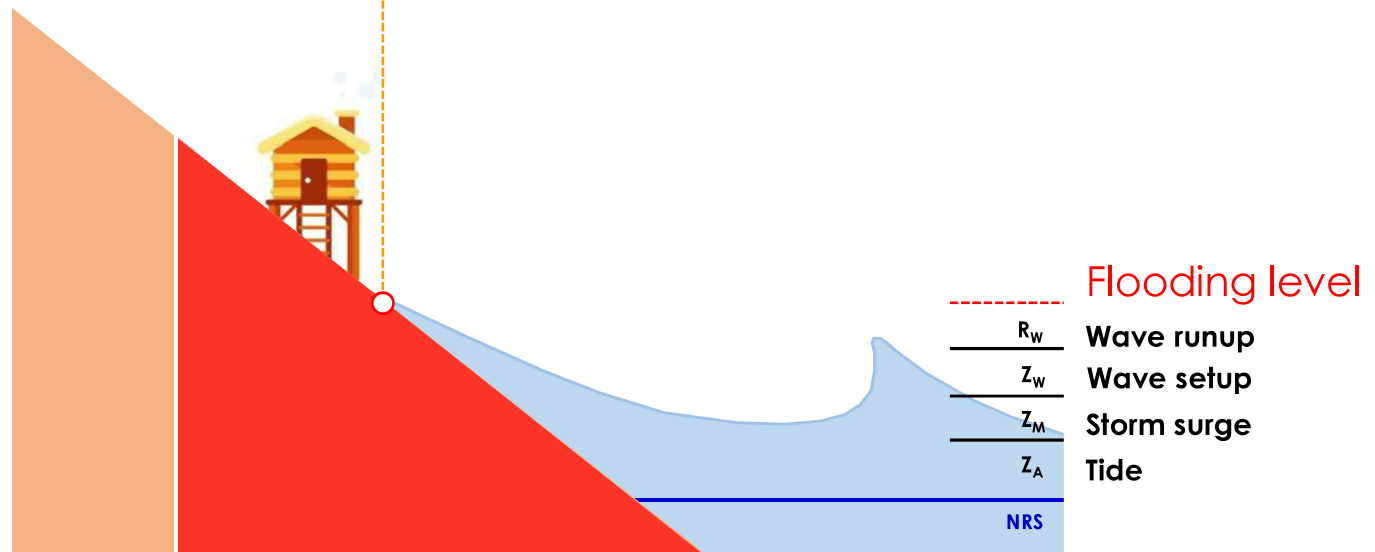


Ports
Fishing ports
Wetlands
Dunes
Beaches
Biodiversity
Infraestructure
Cities

PROJECTION
2026 - 2045



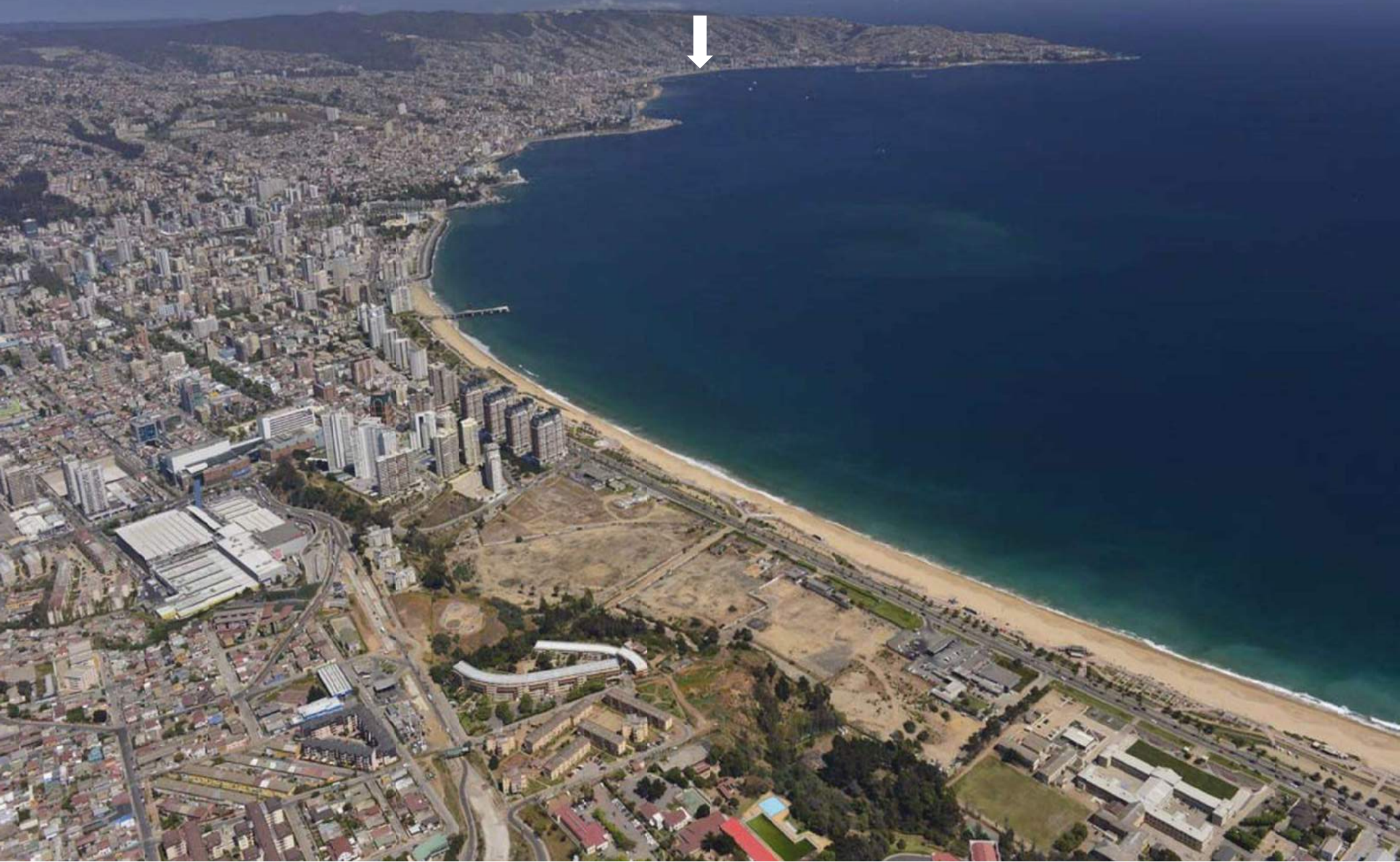
HISTORICAL
1985 - 2004



INVENTARIO DE EXPOSICIÓN

10 [msnm]

(exposure
below 10 masl)



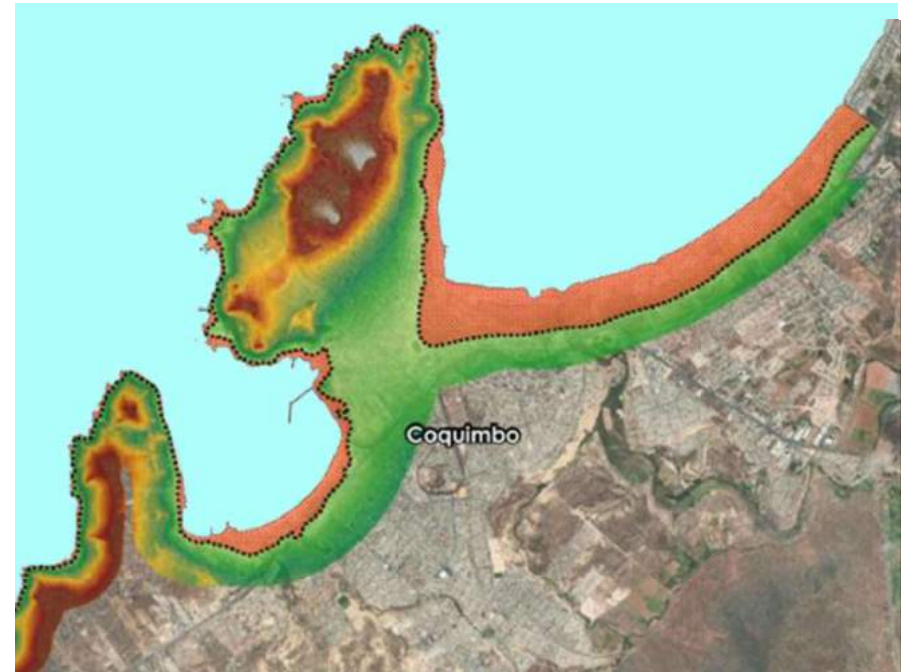
Chile's

coastal digital elevation model



Satellite data

ASTER GDEM-2 ALOS WORLD
3D ALOS PALSAR



Topographic survey

SHOA

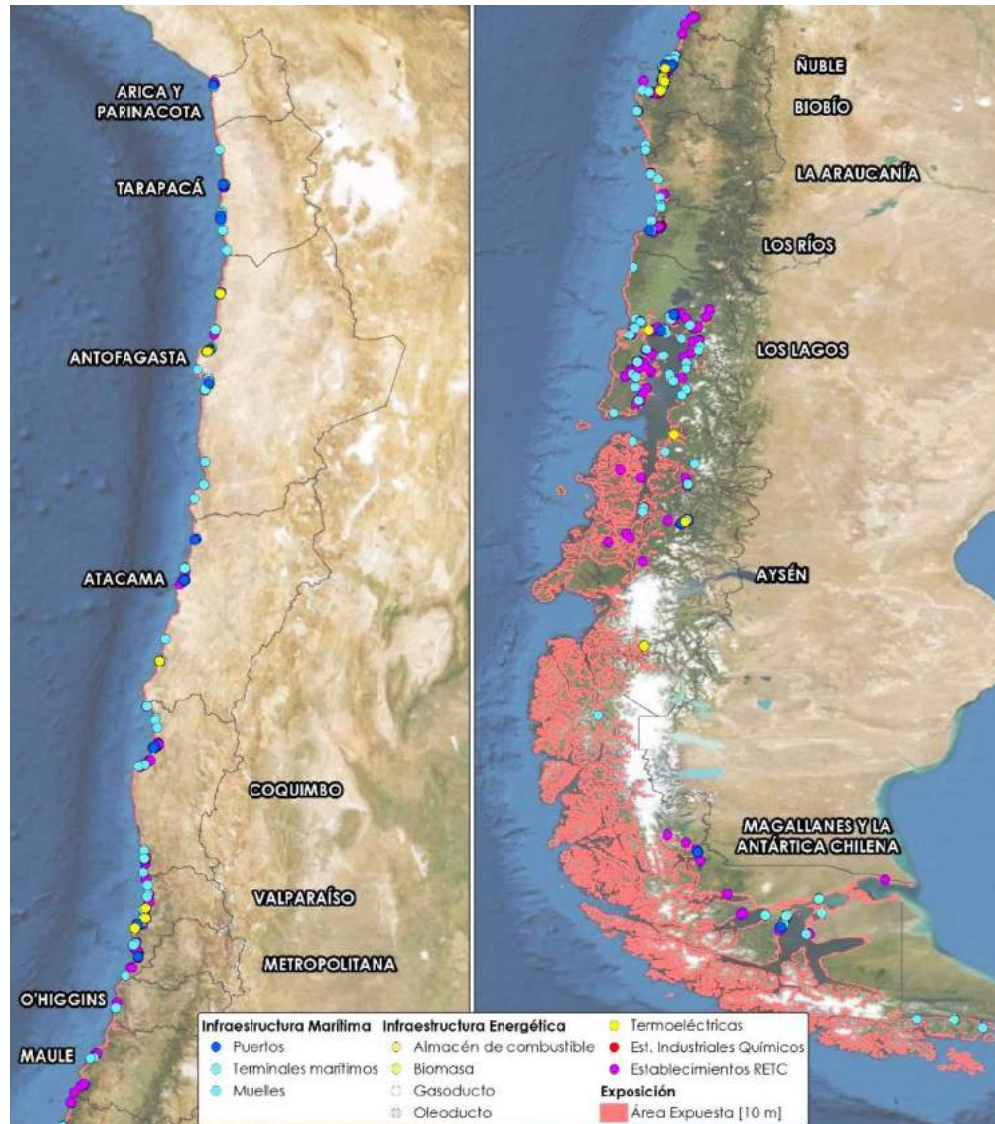
Inventory nation region municipality

Categoría	Subcategoría	Entidades	Cantidad	Atributo Geométrico	Índice Exposición	Número de Entidades
Población	Poblados	Poblados costeros	477	Punto	Si	1
	Límites Urbanos	Límites urbanos	118	Área	Si	1
	Áreas Urbanas	Áreas urbanas consolidadas	26	Área	Si	1
	Censo 2017	Manzanas Censales Urbanas y Rurales	11234	Punto	No	2
Infraestructura	Transporte	Puentes	470	Punto	Si	1
		Red vial	81616	Línea	No	1
	Industria	Establecimientos Industriales Químicos	35	Punto	Si	1
		Establecimientos Registro Emisiones y Transferencia de Contaminantes	1033	Punto	Si	1
		Instalación Tratamientos de Residuos	10	Punto	Si	1
	Energía	Hidrocarburos: Almacén de combustible, Biomasa, Gaseoducto, oleoducto	45	Punto	Si	4
		Termoeléctricas	24	Punto	Si	1
		Subestaciones eléctricas	47	Punto	Si	1
	Agua	Infraestructura Sanitaria (SISS): Planta Tratamiento AP, Planta Tratamiento AS, Planta Elevadora AP, Planta Elevadora AS, Punto de Captación, Emisario	499	Punto	Si	6
		Plantas Desaladoras	20	Punto	Si	1
	Marítimo	Cables Submarinos	20	Punto	Si	1
		Astilleros y varaderos	13	Punto	Si	2
		Catastro Borde Costero: Muelle, rampla, paseo costero, embarcadero, defensa costera, borde costero	475	Punto	Si	6
		Terminales Marítimos estatales, privados, boyas	171	Punto	Si	3

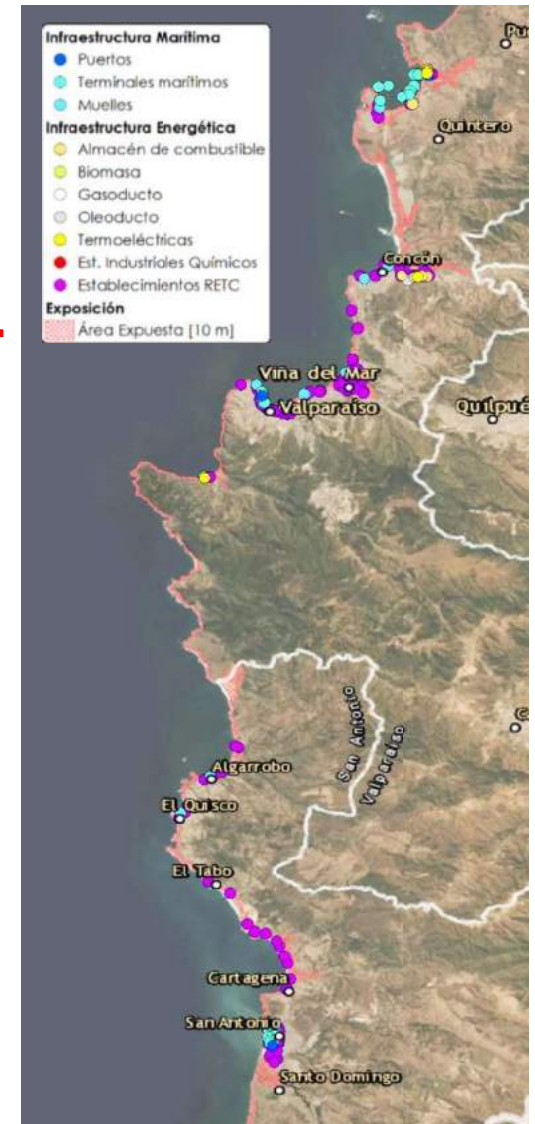
Population
Infraestructura
Equipment
Local economy
Natural systems
Others

175.000 units
18.500 units
considered in the GIS

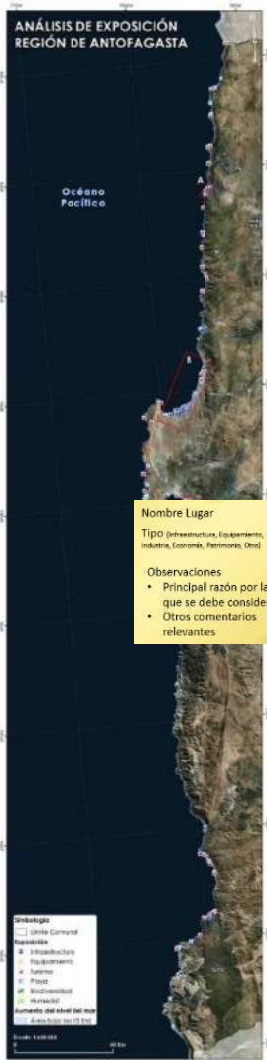
eXample: maritime infrastructure

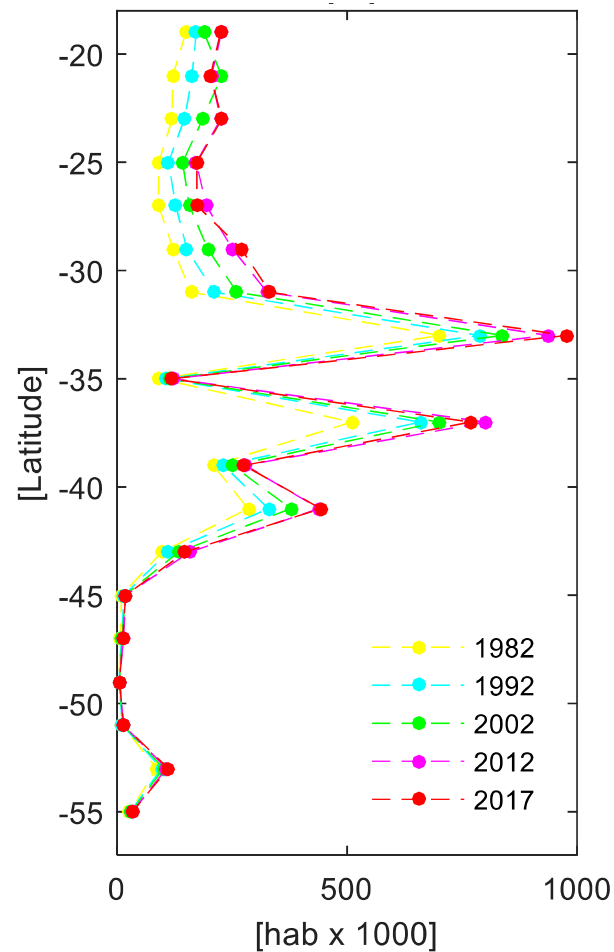


Valparaíso Región



Cartography (participatory)



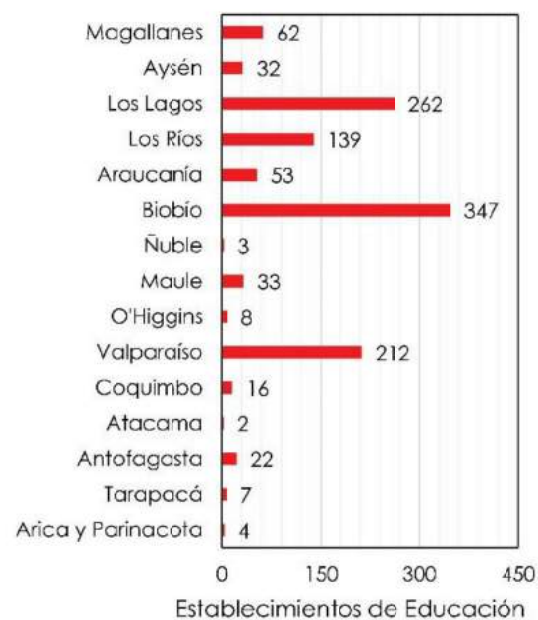
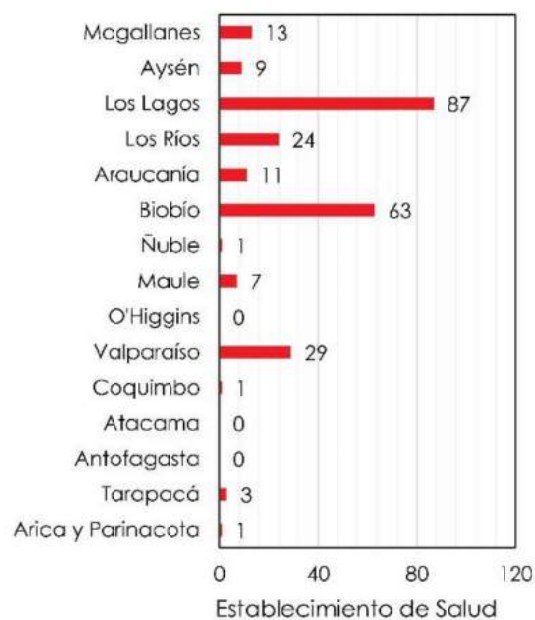


Coastal population

100 coastal municipalities: **4,5 millones** (26%, INE, 2017)

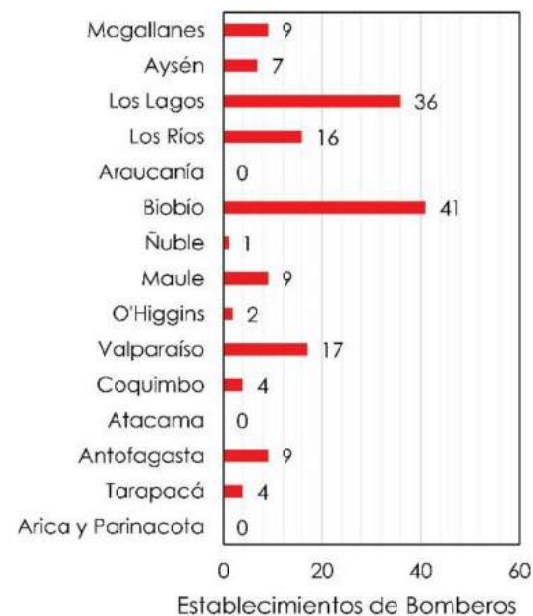
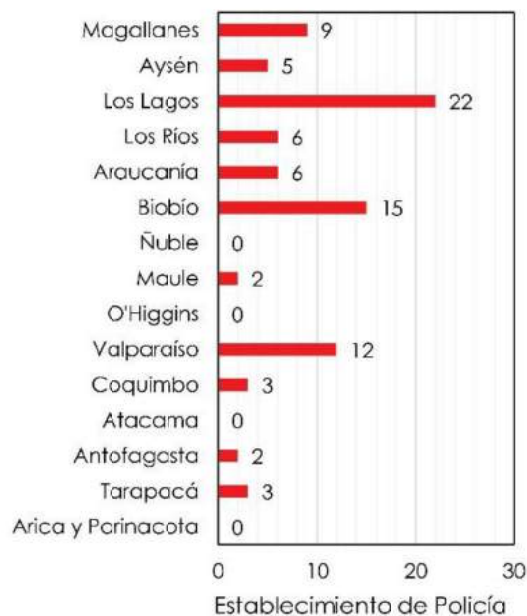
Below 10 [masl]: **972.623** (5,53%)

Below 10 [masl] es **71,3% urbana y 28,3% rural**



tsunamis

**1960
2010
etc**



exposure hazard

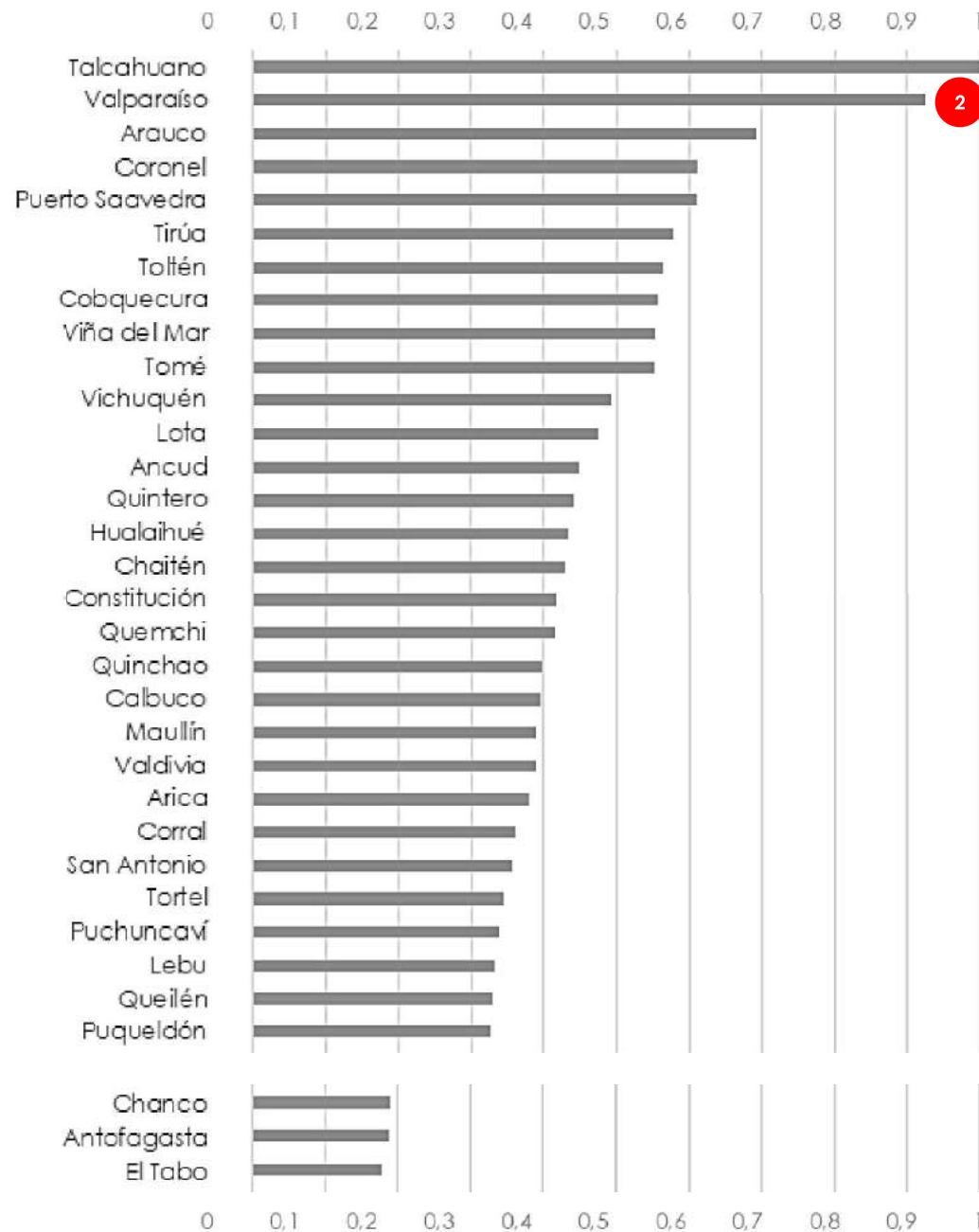


10 m above sea level



tsunamis

1960
2010
etc



EXPOSURE INDEX

% AREA < 10 masl

% POPULATION < 10 masl

INFRAESTRUCTURE

EQUIPMENT

ECONOMIC ACTIVITIES

NATURAL SYSTEMS

$$ICE = \frac{f}{6} \left(PA + PP + \frac{NI}{LC} + \frac{NE}{LC} + \frac{NA}{LC} + \frac{NN}{LC} \right)$$

102 municipalities

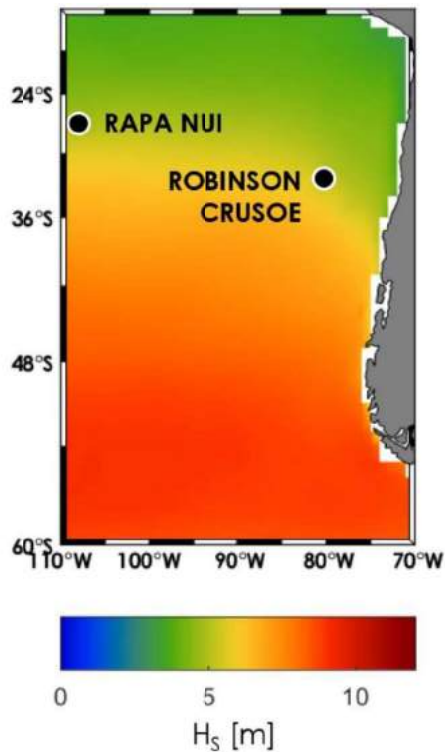
(long term
hazard)

oceanic
wind fields

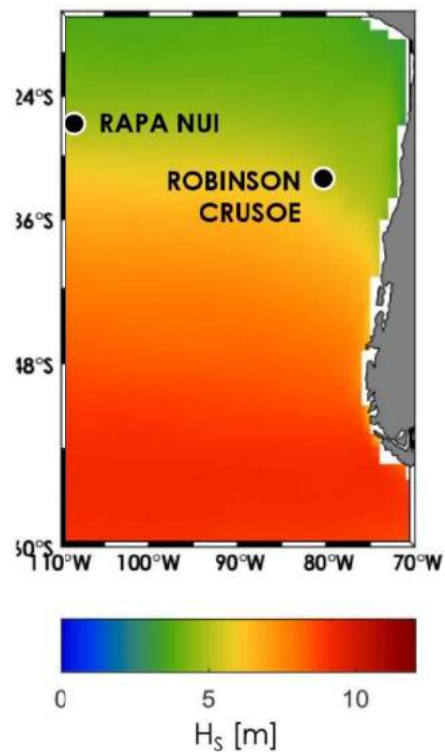
waves

river flow
Feeding wetlands

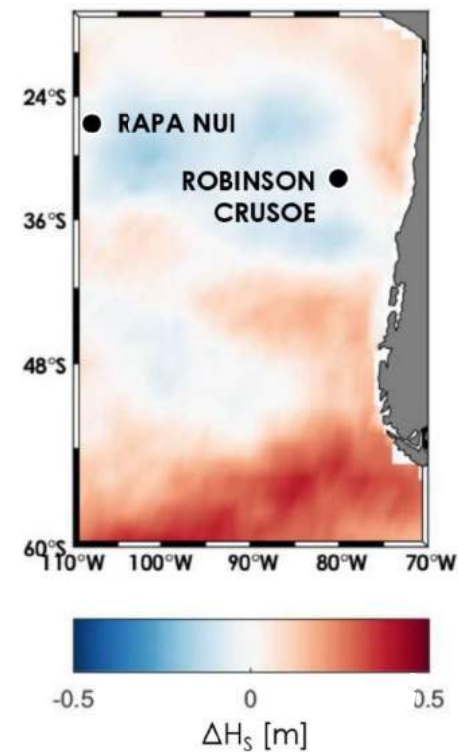
mean sea level



HISTORICAL 99%
1985-2004

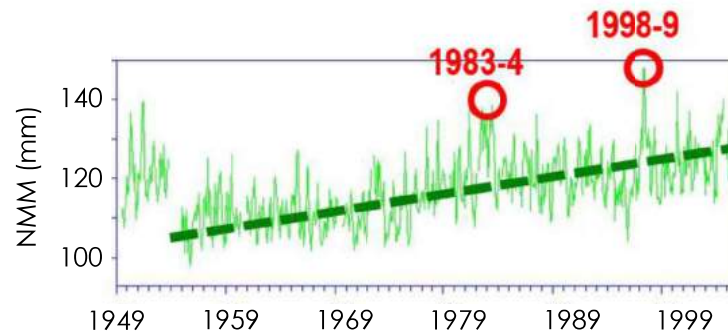
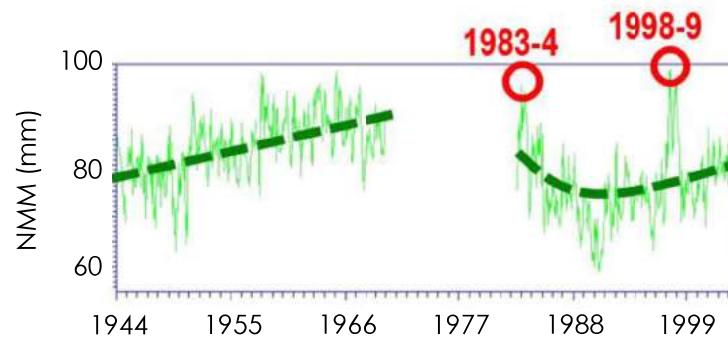
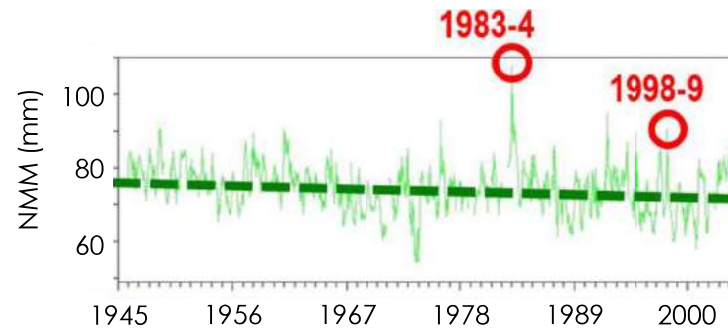


PROJECTION 99%
2026-2045



DIFFERENCE 99%
PROY - HIST

ENOS



$\pm 3 \text{ m}$
 coseismic
 uplift/subsidence

$\pm 0.4 \text{ m}$
 ENOS

$+0.65 \text{ m}$
 Sea level rise 2100
 RCP 8.5

seismic
cycle

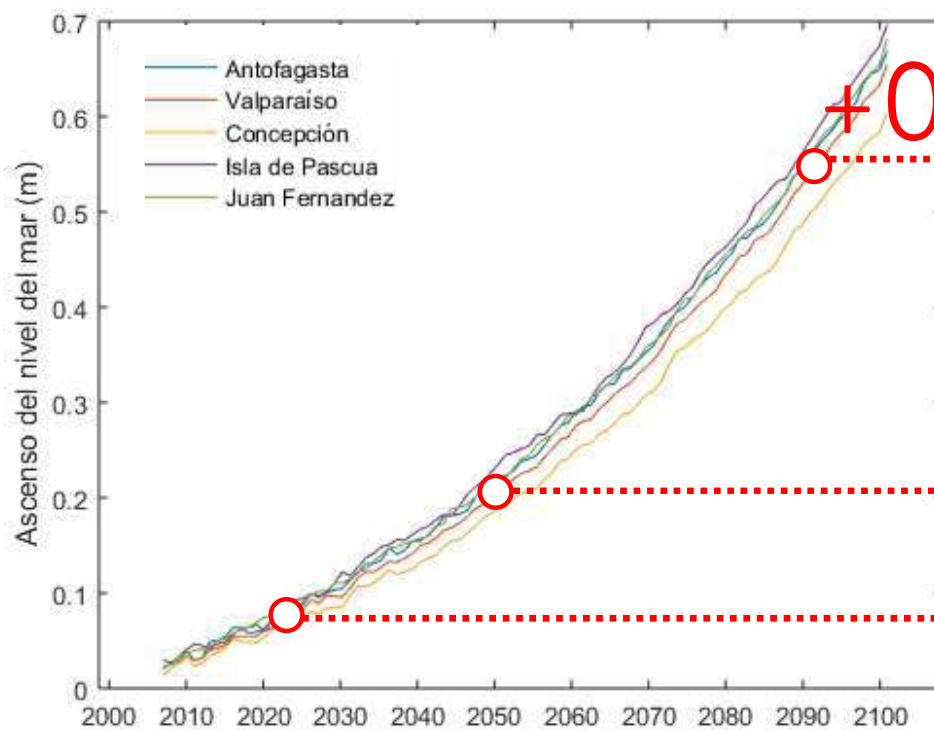
climate
change

climate
variability





+1.68 m Pier 14
 Sea level rise 2100 San Francisco

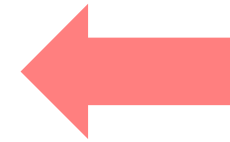


+0.65 m
 2100

2050

TODAY

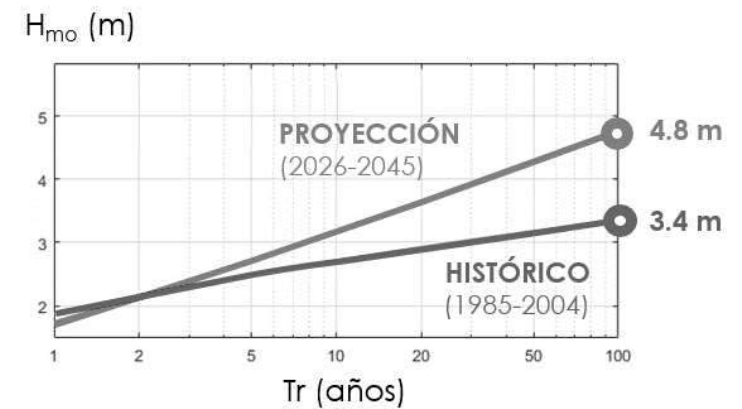
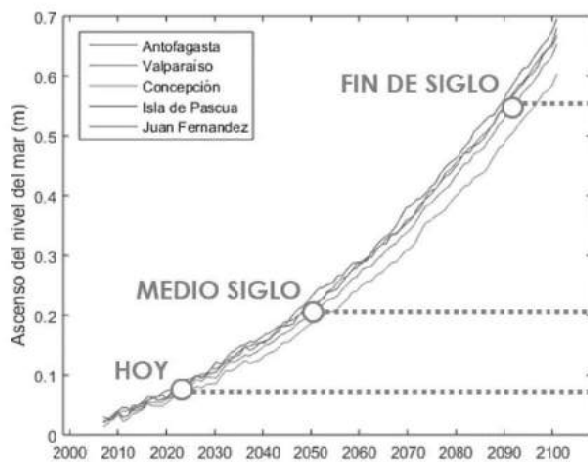




Increase in
Frequency & intensity
coastal storms



sea level rise



(vulnerability
& risk)

BEACHES

Pase Wheelwright

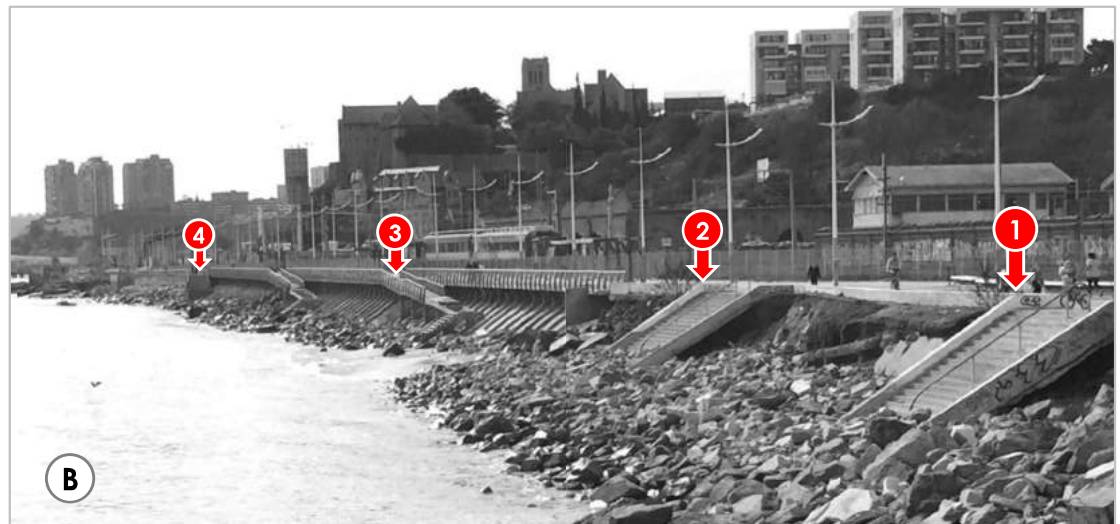
Valparaíso

- A** Normal condition of the beach during low tide before the great storm of 08/08/2015.
- B** Eroded condition of the beach during mid tide after the great storm of 08/08/2015
- C** Construction of new coastal defenses by the Ministry of Public Works

Before 08/08/2015

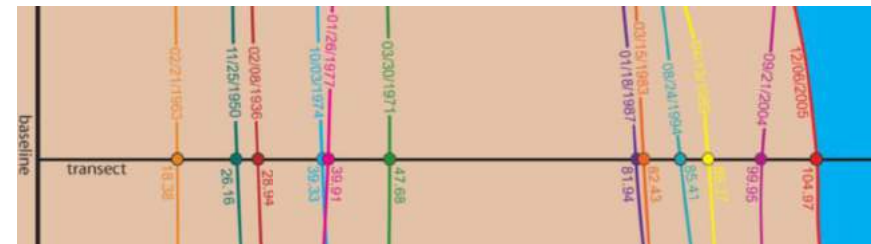
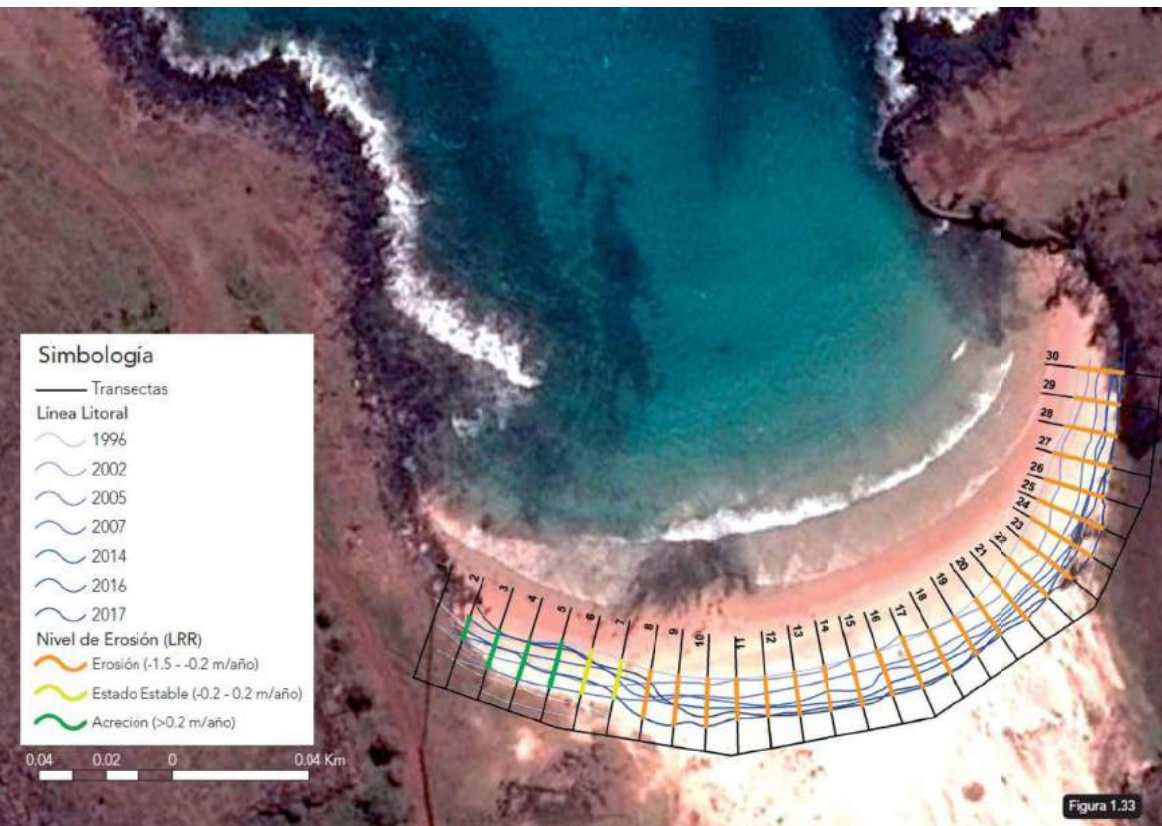


~ 2017

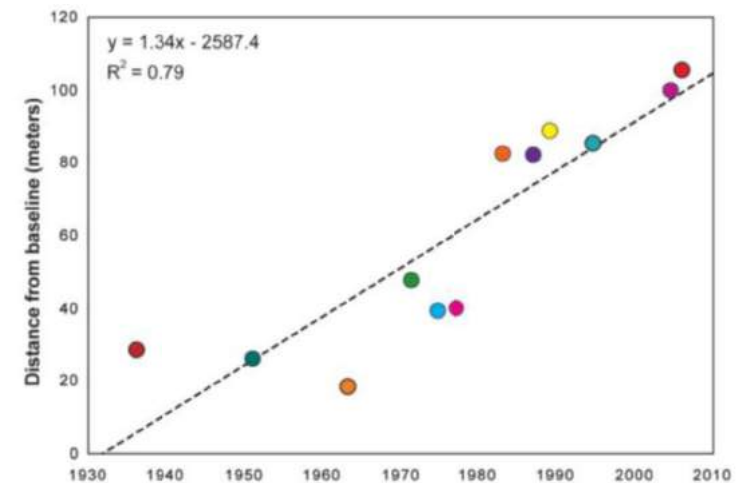


After 08/08/2015

Calculate erosion

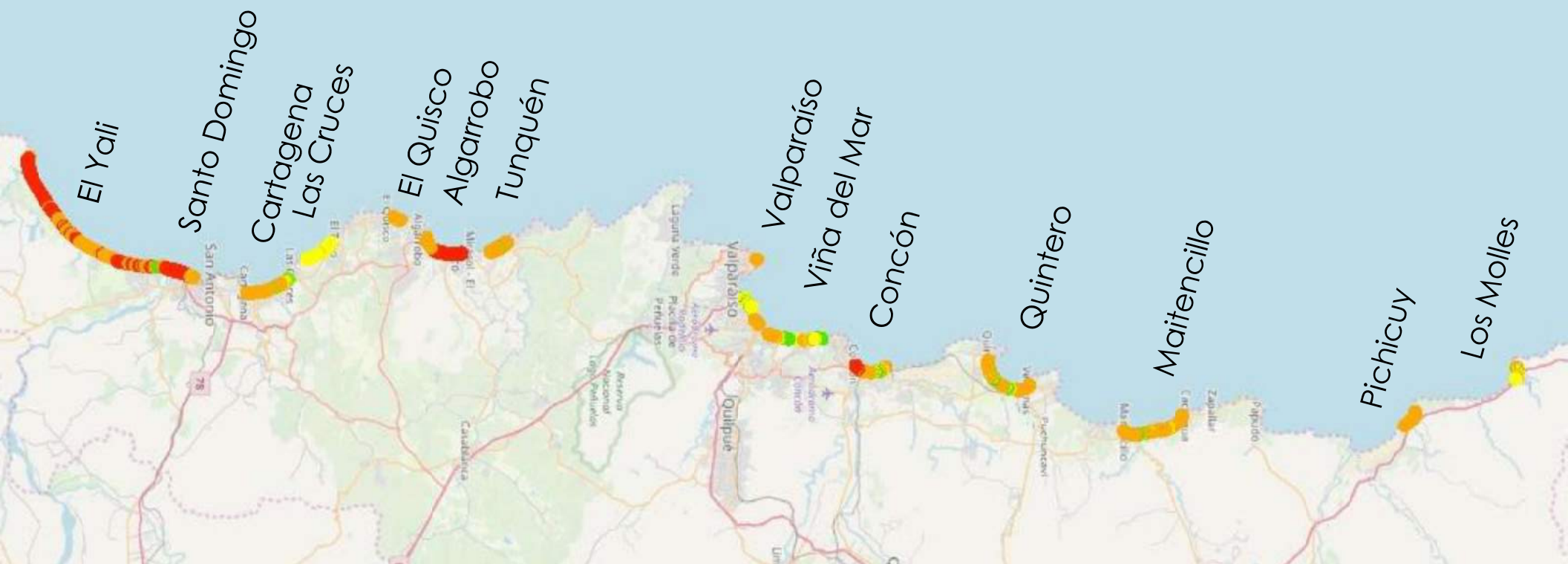


Digital Shoreline Analysis System
DSAS (USGS)



Linear regression rate was determined by plotting the shoreline positions with respect to time and calculating the linear regression equation. The slope is the rate (1.34 m/yr).

! economic impact



Strong erosion
> -1.5 m/año



Erosion
-1.5 a 0.2 m/año



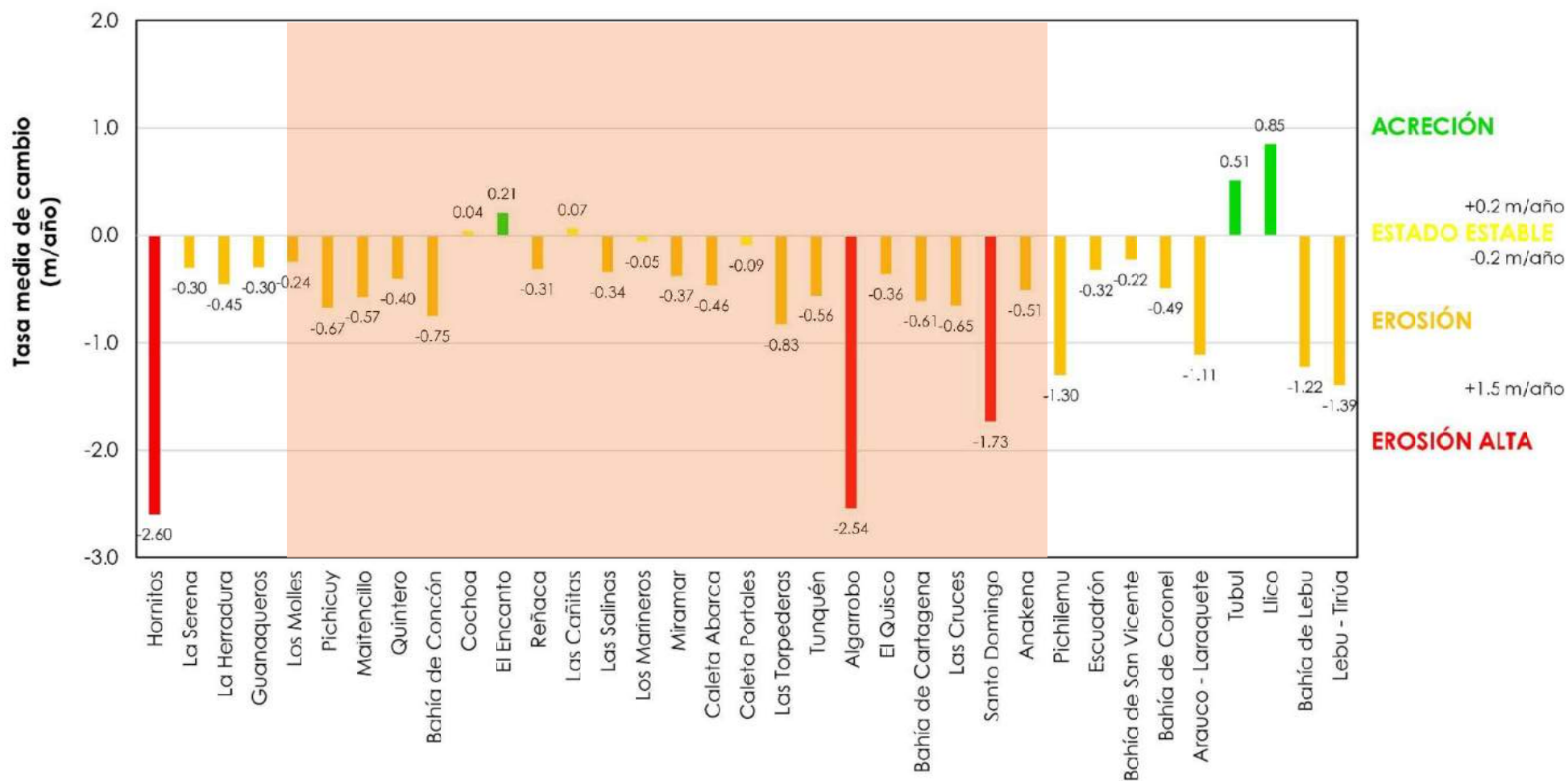
Stable
-0.2 a 0.2 m/año



Accretion
> 0.2 m/año

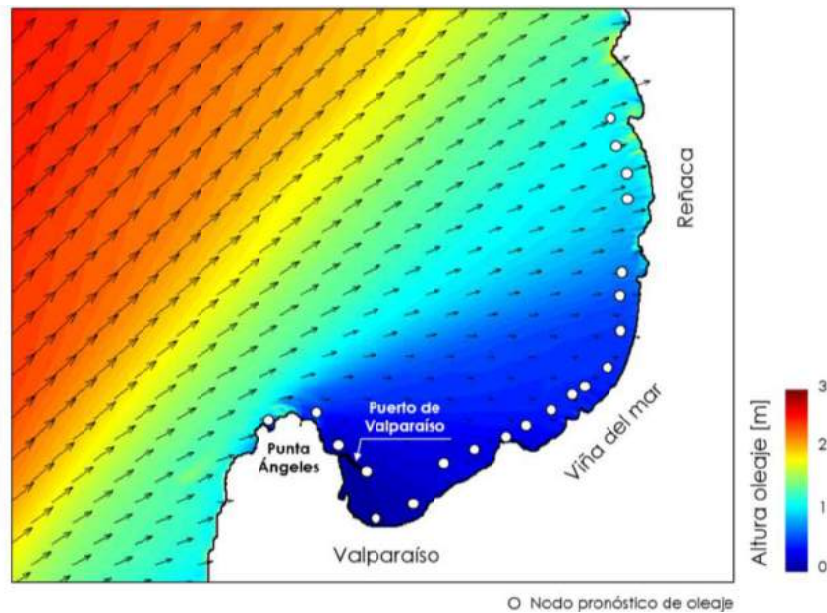
22 PLAYAS REGIÓN DE VALPARAÍSO






35 PLAYAS 4 REGIONES



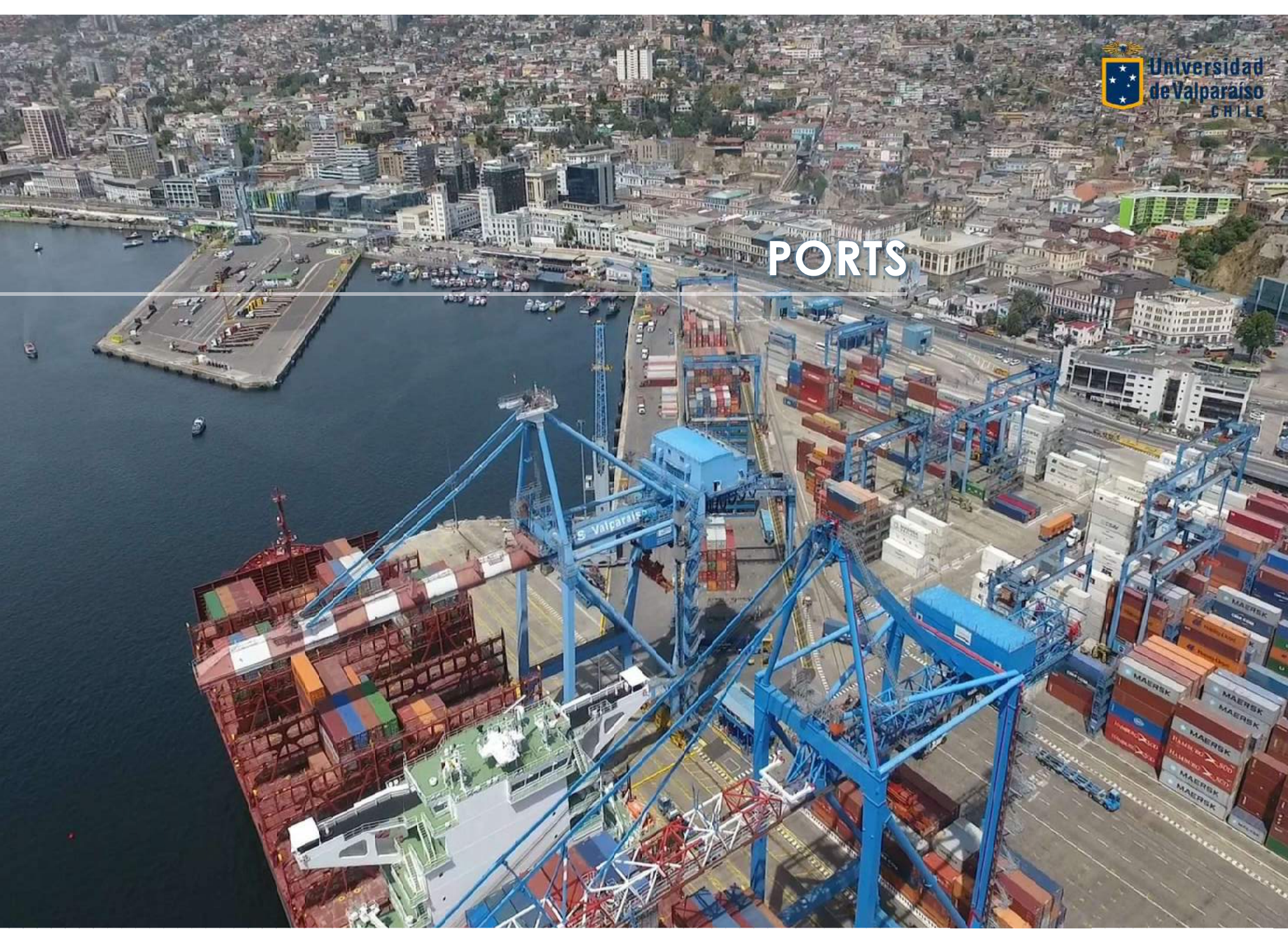
Future erosion

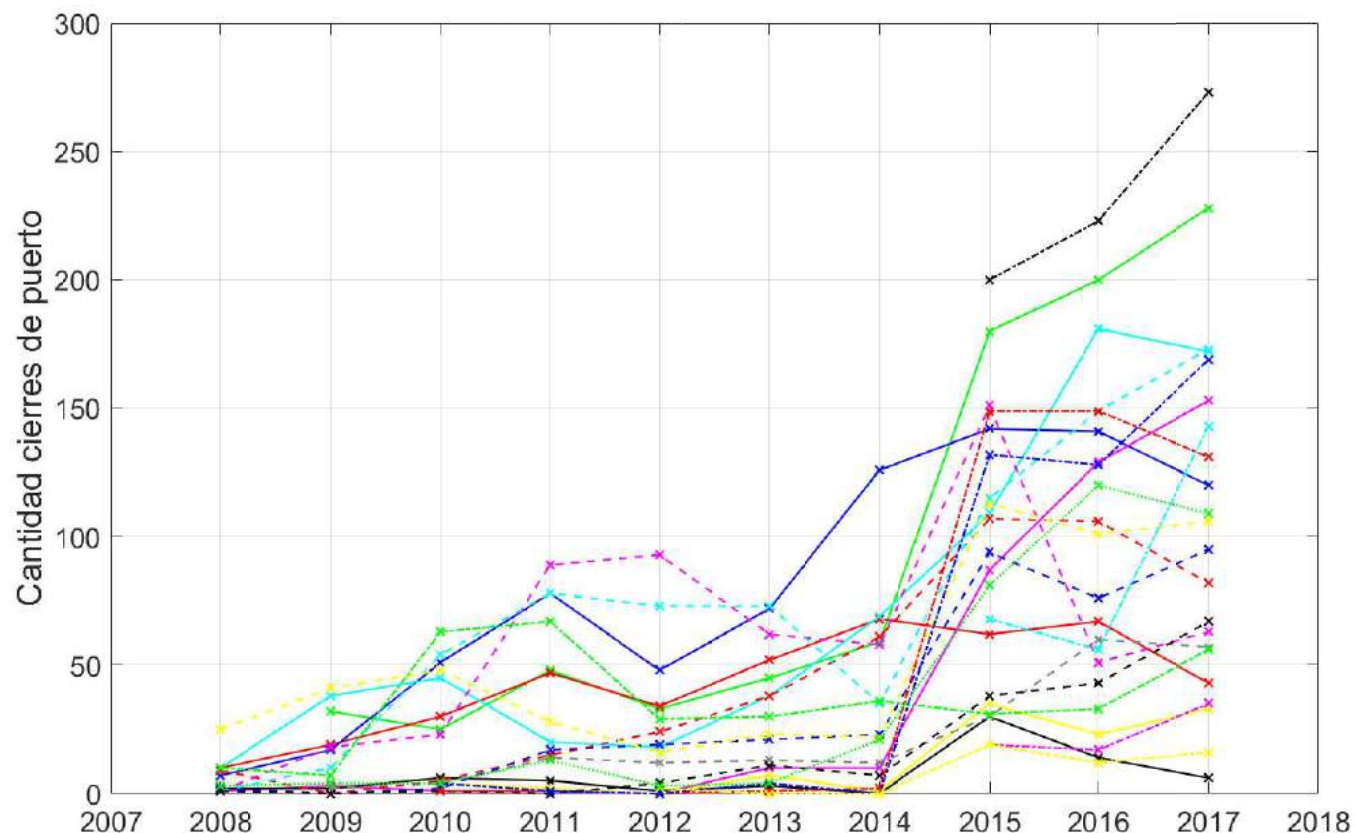
(2026-2045) – (1985-2004)

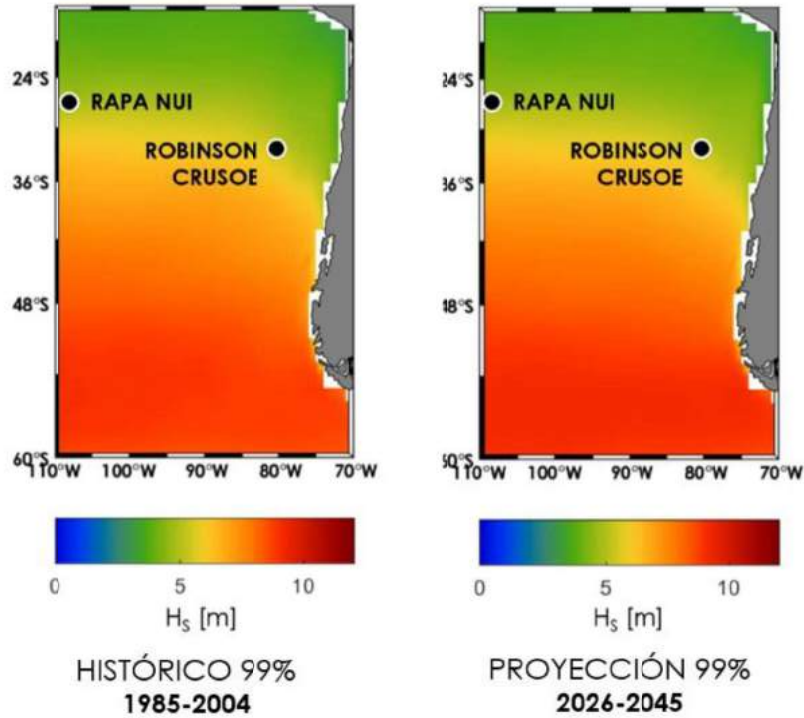


-  Línea Litoral Actual
-  Línea Litoral Menor Tamaño Sedimento (0.15 mm)
-  Línea Litoral Mayor Tamaño Sedimento (0.8 mm)
-  Área de retroceso (retroceso lineal asociado = 11.59 m)
-  Área de retroceso (retroceso lineal asociado = 2.44 m)

PORTS

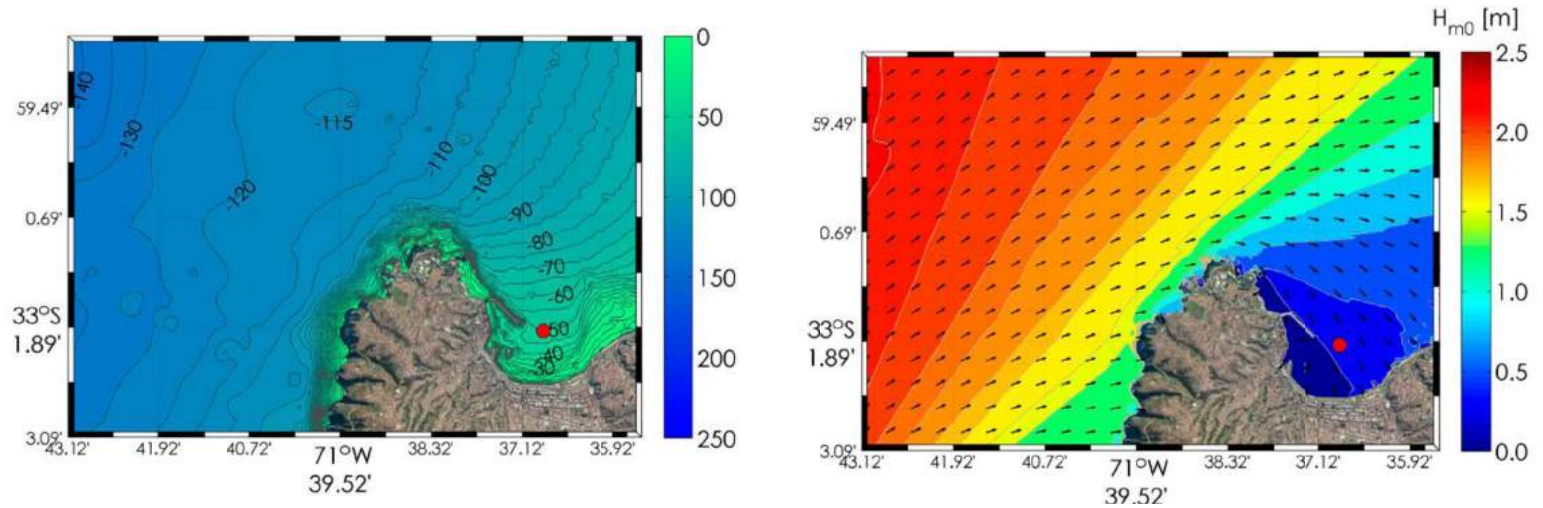




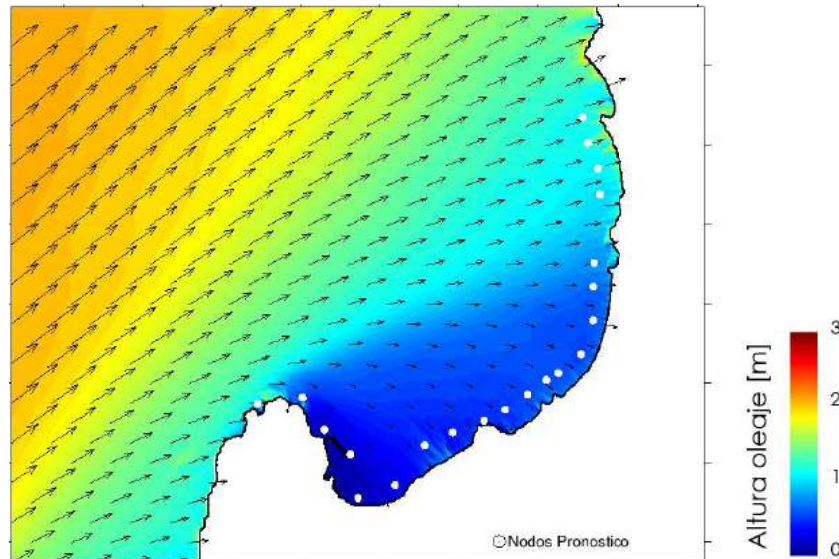


*Spectral
transformation*

6 models
6 modelos proyección
20 years c/u



Coastal storms local warning system



impact scale

CATEGORÍAS DE MAREJADAS Aplicación a Paseos Costeros

N	OLEAJE NORMAL Actividades habituales son realizadas con normalidad.
N+	OLEAJE FUERTE Actividades habituales son realizadas con normalidad.
M1	MAREJADA CATEGORÍA 1 Actividades normales son realizadas con precaución. Ambiente húmedo.
M2	MAREJADA CATEGORÍA 2 Actividades en zonas próximas al mar son peligrosas. Sobrepaso menor produce pozas, personas en acera próxima a la costa y vehículos son mojados.
M3	MAREJADA CATEGORÍA 3 Permanencia en paseo costero es peligrosa. Sobrepaso frecuente inunda calle y puede botar una persona. Elementos móviles pueden desplazarse. Agua moja entrada a propiedades. Daños en estructuras frágiles.
M4	MAREJADA CATEGORÍA 4 Evacuación de la zona es sugerida. Sobrepaso abundante arrastra a personas y elementos grandes, agua ingresa a las propiedades. Daños en estructuras definitivos.
M5	MAREJADA CATEGORÍA 5 Evacuación de la zona es necesaria. Sobrepaso persistente genera flujos en paseos, daño importante o destrucción en propiedades y paseo costero.



marejadas.uv.cl

OVERTOPPING

OVERTOPPING

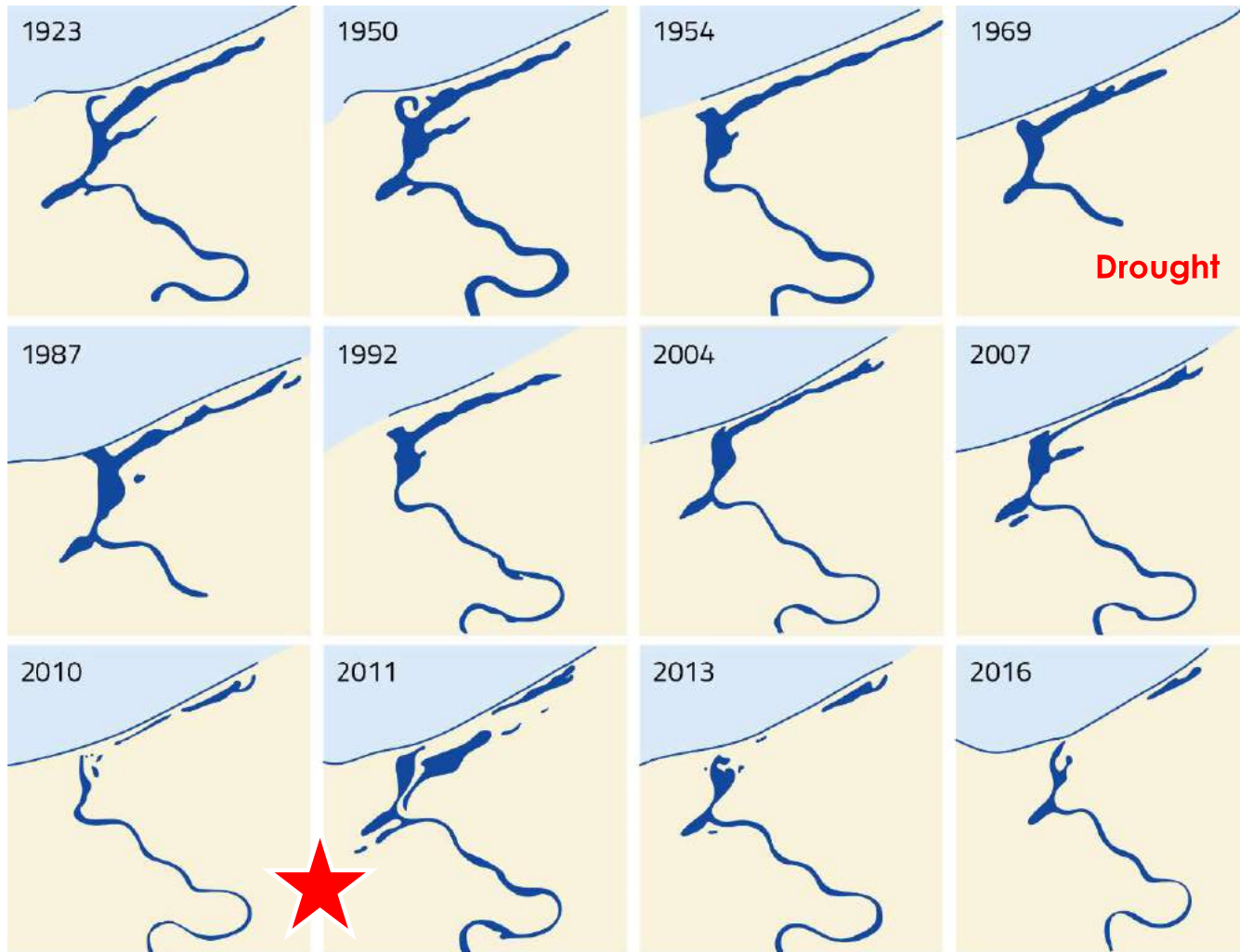
WETLANDS



El Yali Coastal Lagoon

Santo Domingo
Ramsar N°878

0 2 5 km



1692
coastal
wetlands

18/21
wetlands
shrinking..

30/30
river flow
decreasing

increase
coastal storms
mean sea level

patricio.winckler@uv.cl

