

Exposição e vulnerabilidade: dados, ferramentas e indicadores

**Metodologia, ferramentas e bases de dados para gestão de riscos às
mudanças do
clima em zonas costeiras: Uma proposta de aplicação para costa brasileira**
Brasília, 24 a 26 de novembro de 2015

Iñigo J. Losada (losadai@unican.es)

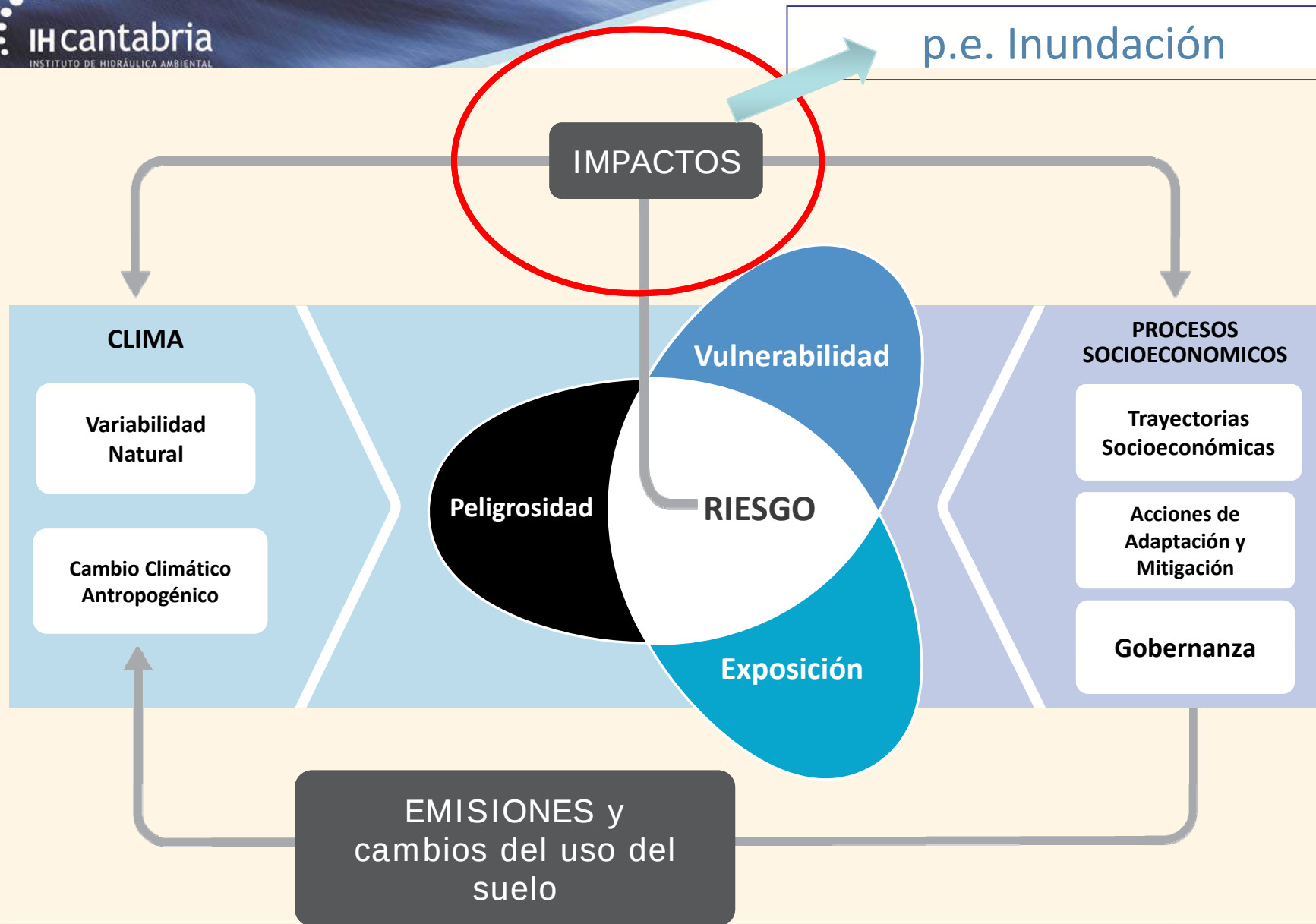
ÍNDICE

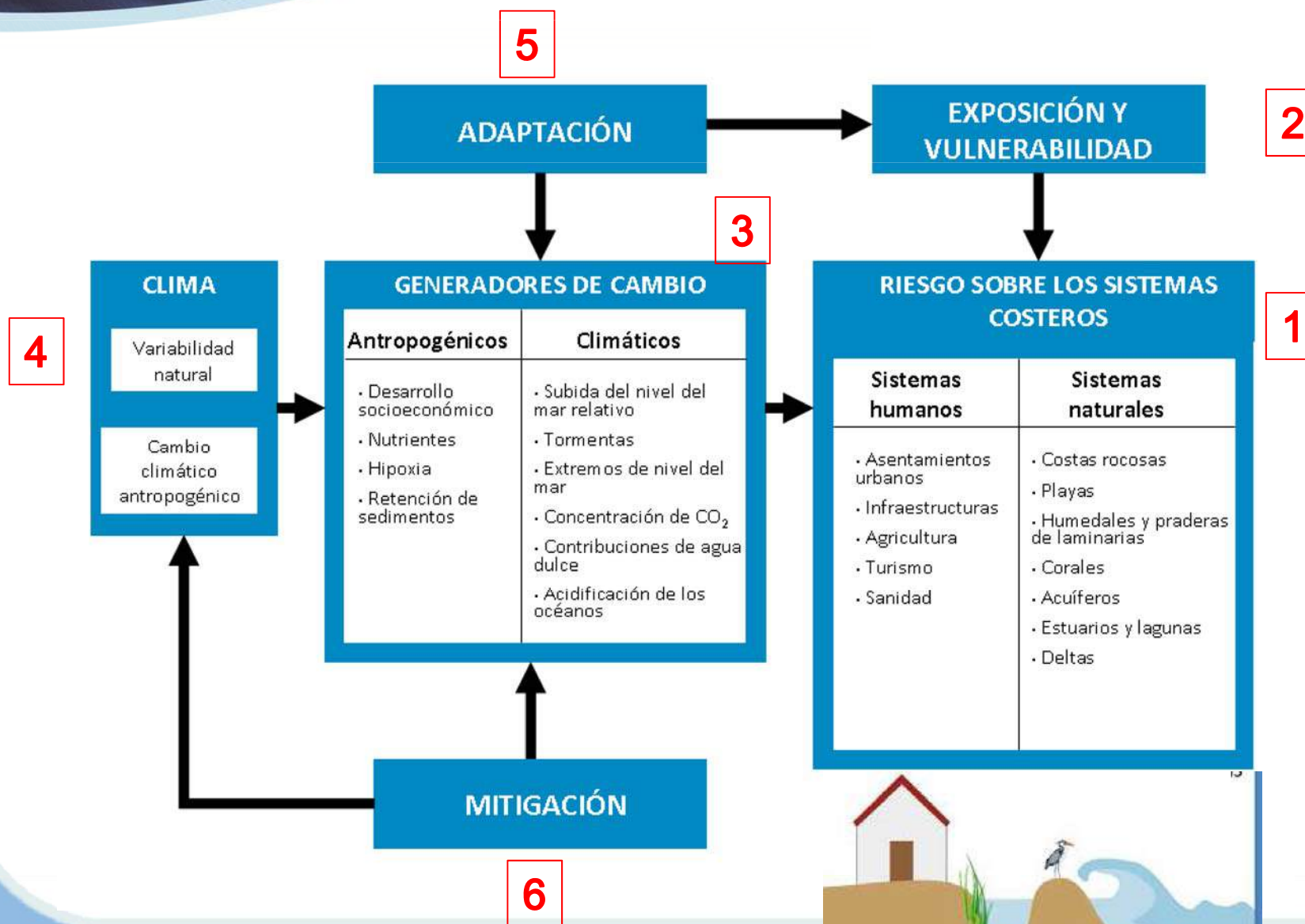
El marco de análisis

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

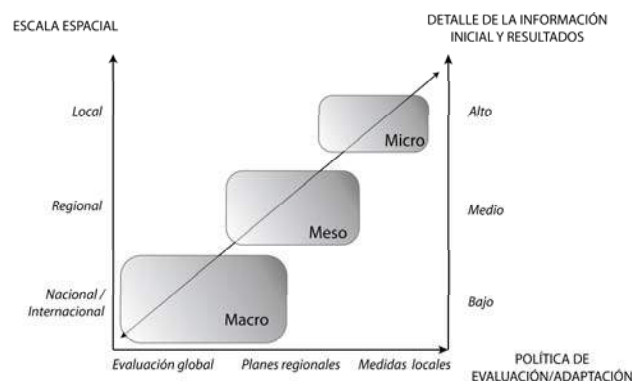
Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño.

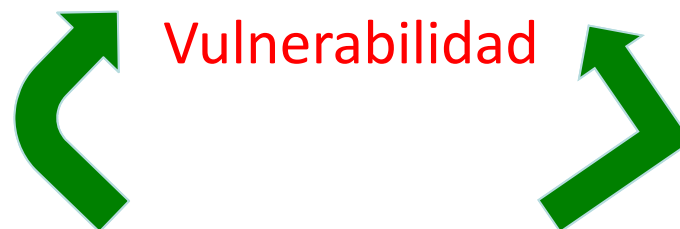




Escalas espaciales de los estudios de Riesgo

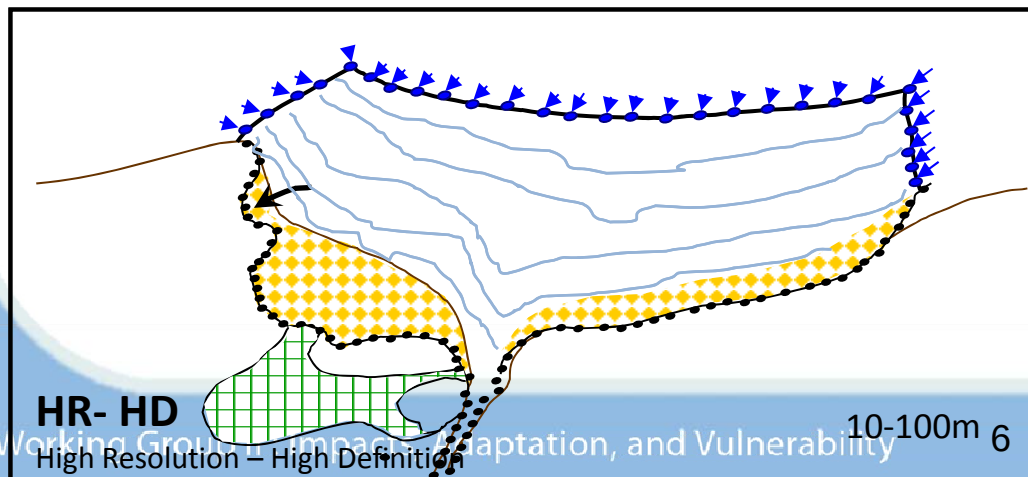
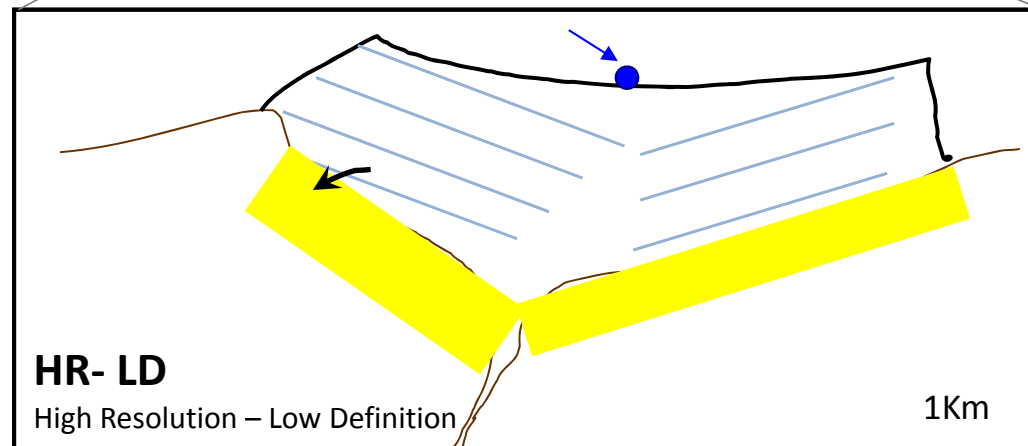
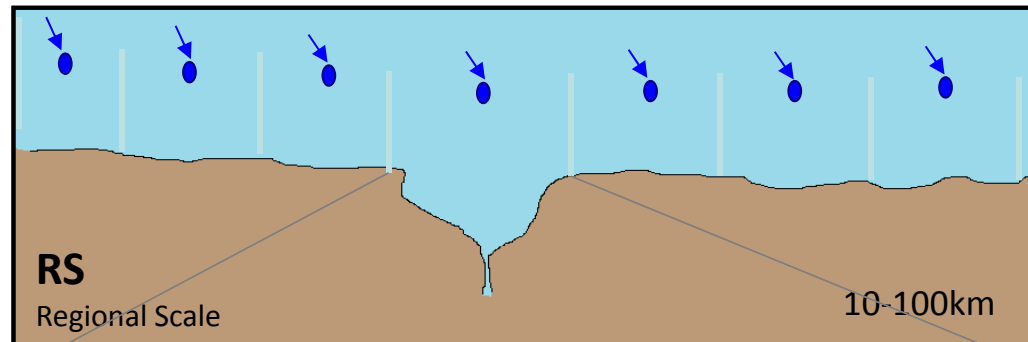


Peligrosidad
Exposición
Vulnerabilidad



ESCALA	ALCANCE DEL ESTUDIO	NIVEL DE GESTIÓN	EXACTITUD DE LOS RESULTADOS	ABUNDANCIA DATOS DE PARTIDA	RESOLUCIÓN DATOS DE PARTIDA
MACRO	(Inter)nacional	Políticas globales de reducción del daño	Bajo	Bajo	Bajo
MESO	Regional	Estrategias de adaptación de gran escala	Medio	Medio	Medio
MICRO	Local	Medidas concretas de adaptación	Alto	Alto	Alto

¿Cómo evaluar el impacto a diferentes escalas?



H	E	V	
•Índices univariados para cada amenaza a escala regional	•Macro índices para cada amenaza y sector	•Macro índices para cada amenaza y sector	Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística
Formulación analítica para downscaling de dinámicas • índices univariados para la amenaza	•Macro índices para cada amenaza y sector	•Macro índices para cada amenaza y sector	Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística
•Índices Multivariados para la amenaza •Modelos hidrodinámicos para olas y nivel - Modelos morfodinamic. •Modelos de inundación	• MDT HR	•Distribución espacial de la vulnerabilidad	•Evaluación numérica de daños •Simulaciones multimodelo/casos

ÍNDICE

El marco de análisis

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

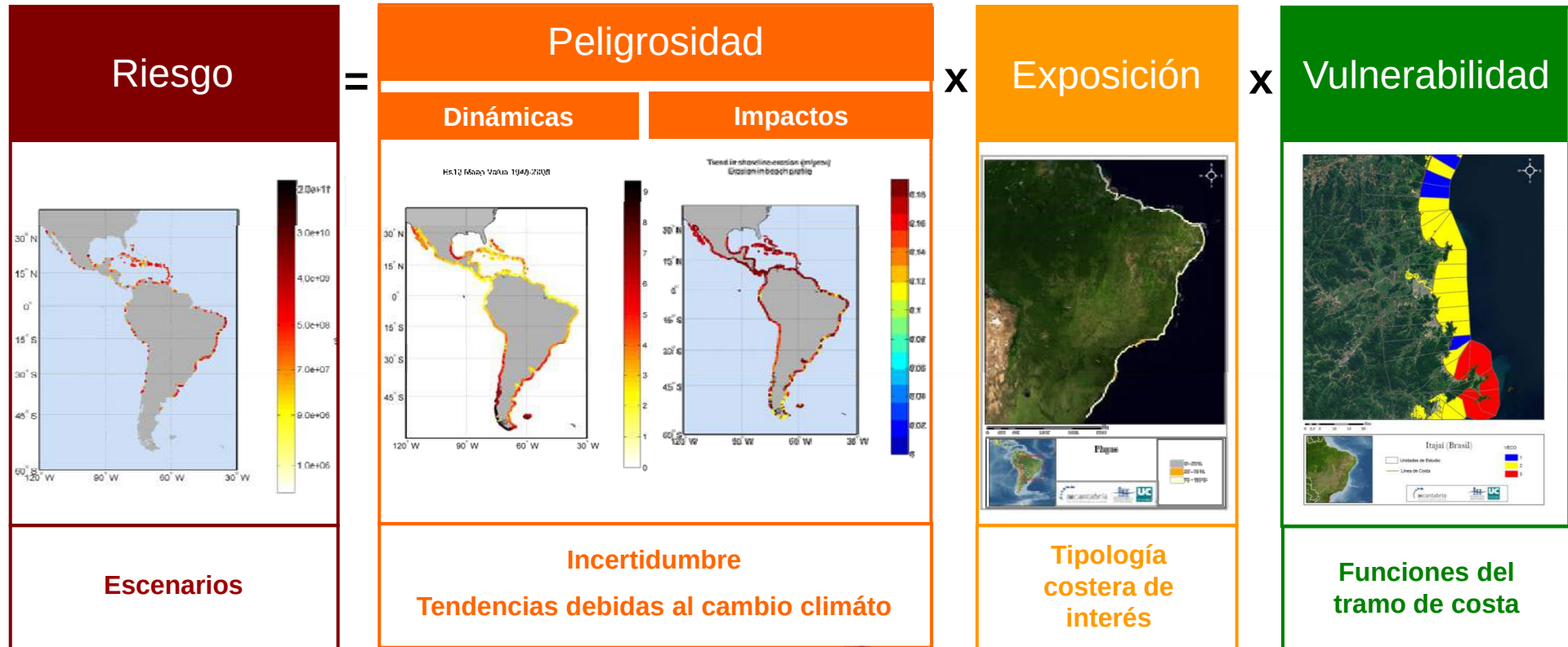
Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño.

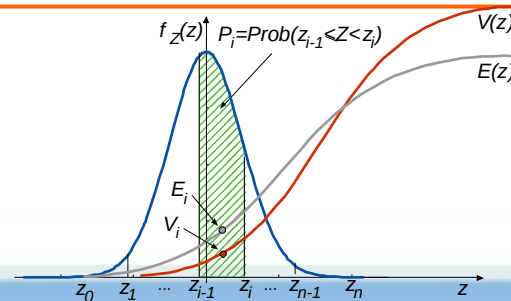


METODOLOGÍA

Riesgo



Extrapolación de
tendencias
Escenarios



Playas, puertos,
corales, frente
urbano, etc.

V física
V ecológica
V socioeconómica

2. Metodología de evaluación de la vulnerabilidad.....	25
2.1. Introducción	25
2.2. Determinación de las unidades de estudio	27
2.3. Proceso de cálculo mediante SIG.....	29
2.3.1. Metodología	30
2.4. Información compilada a través de imágenes de satélite	41
2.5. Índices de vulnerabilidad planteados.....	42
2.5.1. Índice de vulnerabilidad ecológica, V_{nm}^{ECO}	42
2.5.2. Vulnerabilidad socioeconómica, V_{nm}^{SE}	55
 4. Análisis de la vulnerabilidad y la exposición en América Latina y el Caribe	87
4.1. Análisis por países.....	87
4.1.1. Superficie total afectada	90
4.1.2. Población afectada	95
4.1.3. Infraestructuras (carreteras y ferrocarriles) afectadas	103
4.1.4. Ecosistemas afectados.....	111
4.1.5. Superficie de cultivos afectados.....	117
4.1.6. Superficie de ciudades afectadas	124
4.2. Análisis espacial.....	126
4.3. Características de las playas en América Latina y el Caribe	137
4.4. Análisis de la vulnerabilidad de las costas de América Latina y el Caribe frente al Cambio Climático	147
4.4.1 Cálculo de la vulnerabilidad de la costa ante inundación	147
4.4.2 Cálculo de la vulnerabilidad de las playas frente a la erosión	149
4.4.3 Cálculo de la vulnerabilidad de las infraestructuras portuarias	150
4.4.4. Vulnerabilidad de los arrecifes de coral	153
4.5. Área y población afectada en los deltas más importantes de América Latina y el Caribe	165
4.6. Conclusiones.....	169



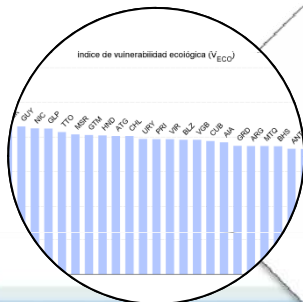
Vulnerabilidad - C3A



1. Recopilación de información geoespacial



2. Análisis geo-espacial de la información



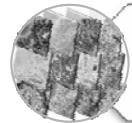
3. Determinación de índices y resultados



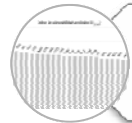
1. Recopilación de información



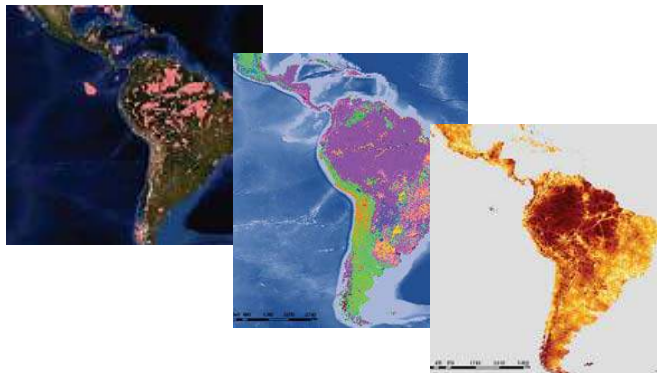
1. Recopilación de información geoespacial



2. Análisis geo-espacial de la información



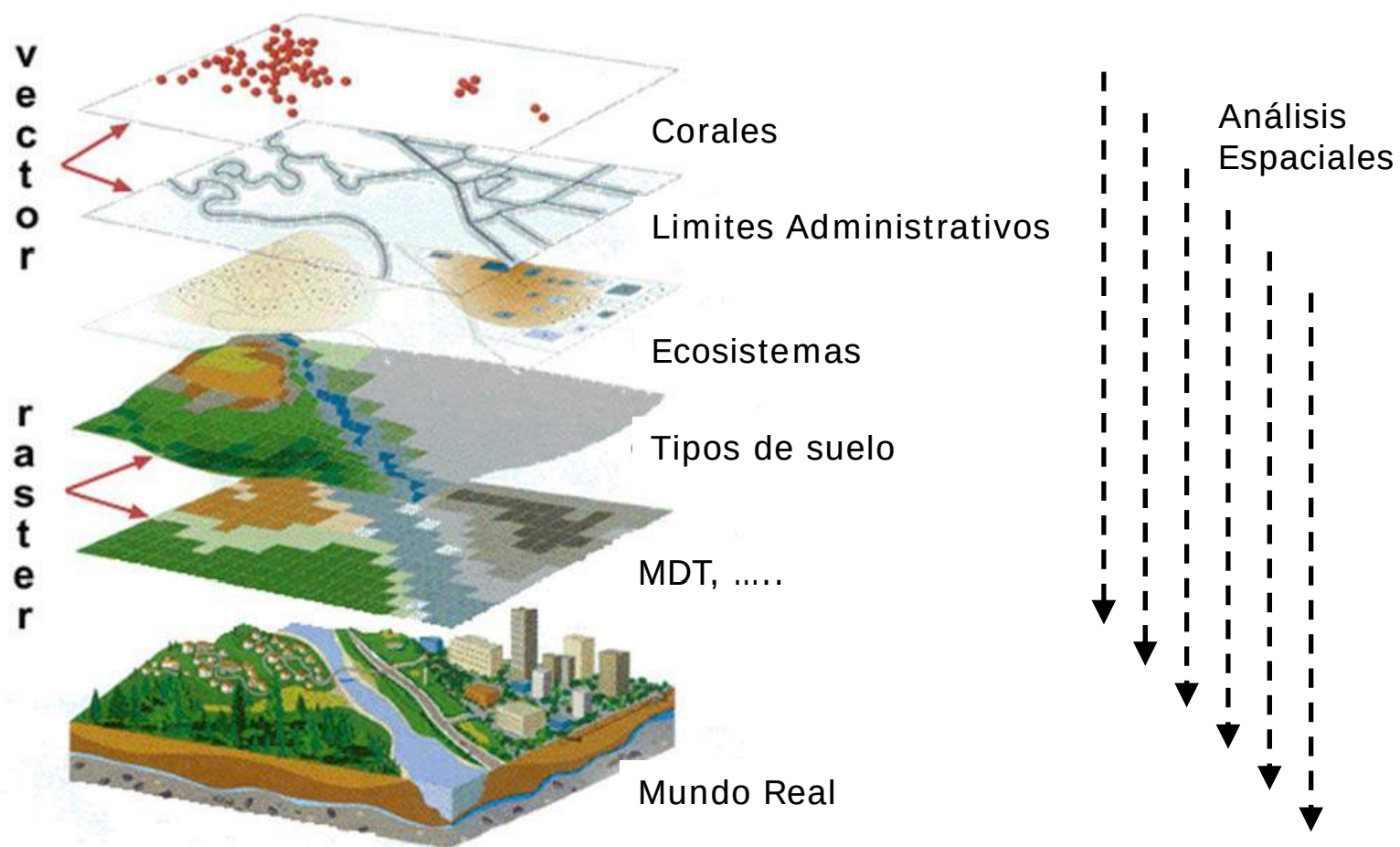
3. Determinación de índices y resultados



CUADRO 2.23
RESUMEN DE BASES DE DATOS UTILIZADAS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD

Tipos de Datos	Vulnerabilidad/Exposición	Fuente
Usos del suelo	Socioeconómica	Land Cover
Tipos de suelo	Socioeconómica	Glob Cover
Áreas protegidas	Ecológica	WDPA y UNEP
Amenaza de los ecosistemas	Ecológica	WWF
Densidad de población	Socioeconómica	CIESIN
PIB	Socioeconómica	CIESIN
Estadísticas nacionales	Socioeconómica	CEPAL-STAT
Datos de turismo	Socioeconómica	WTO
Ranking de puertos en ALyC	Socioeconómica	CEPAL-Unidad de infraestructura
Producción agrícola y maderera	Socioeconómica	FAO
Carreteras	Socioeconómica	DCW
Ferrocarriles	Socioeconómica	DCW
Explotación agrícola y maderera	Socioeconómica	ONU
Accesibilidad a núcleos de población	Socioeconómica	ONU
Arrecifes de coral	Ecológica y Socioeconómica	WRI
Información sobre distintos aspectos de la configuración de la costa	Exposición	Elaboración propia IH Cantabria a partir de imágenes de satélite
Tipología de playas	Exposición	
Ciudades costeras	Exposición	
Obras marítimas	Exposición /Socioeconómica	
Desembocaduras	Exposición	

Análisis de vulnerabilidad



La **Exposición** viene dada por la configuración de la costa:

- Tipo de playa (encajadas, rectilíneas y puntal)
- Longitud y anchura de playas
- Longitud de ciudad junto al mar
- Anchura de la desembocadura adyacente
- Longitud de diques de abrigo del puerto
- Área aprox. del puerto



Recogida de información a partir de
imágenes de GE

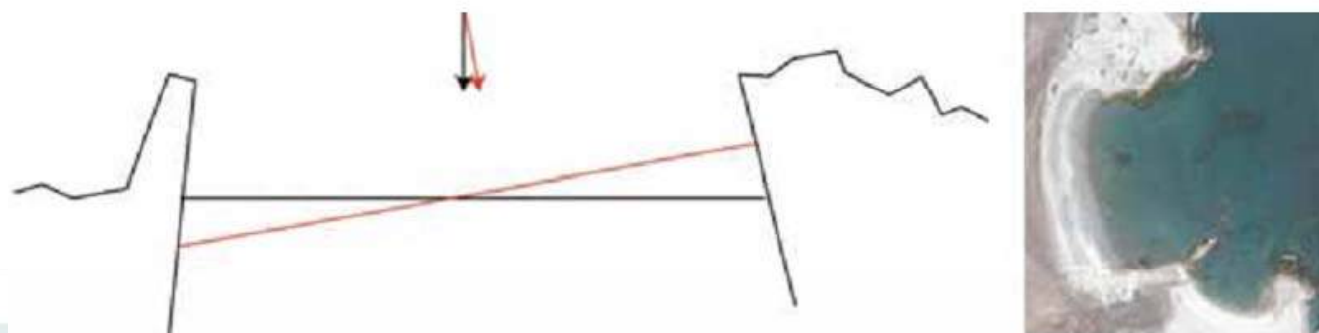


Información específica de las costas
(generada para el proyecto)

CUADRO 2.4
RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA DE LAS IMÁGENES
DE SATÉLITE DE GOOGLE-EARTH

TRAMO j	Playa							Ciudad	Puerto		Desembocadura	
	Long playa (km)	Orien- tación Media (°)	Anchura Media (km)	Tipo playa (señalar la correcta)				Longitud de frente marítimo	Lx puerto (km)	Ly puerto (km)	Long diques puerto (km)	Anchura (km)
				Encajada x1	Encajada x2	Rectilínea	Puntual					

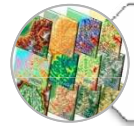
FIGURA 2.82
ESQUEMA DE LA MODIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE UNA PLAYA CONFINADA
O ENCAJADA ANTE UN CAMBIO EN LA DIRECCIÓN DOMINANTE DEL OLEAJE
(IZQUIERDA) Y EJEMPLO DE PLAYA ENCAJADA EN LA REGIÓN (DERECHA)



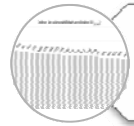
2. Análisis Geo-espacial de información



1. Recopilación de información geoespacial

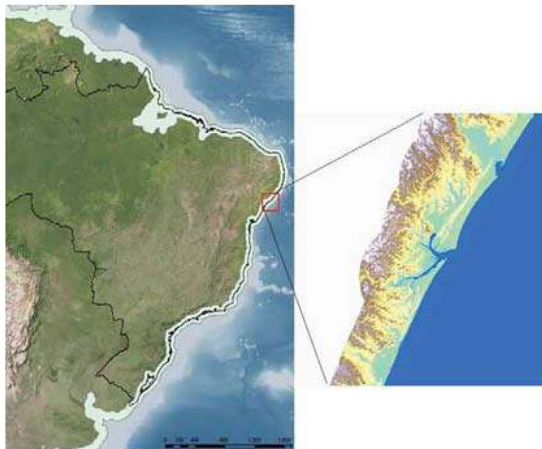


2. Análisis geo-espacial de la información

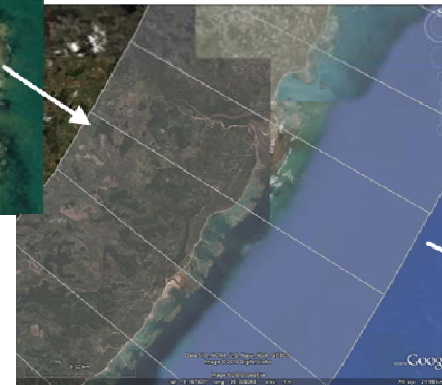


3. Determinación de índices resultados

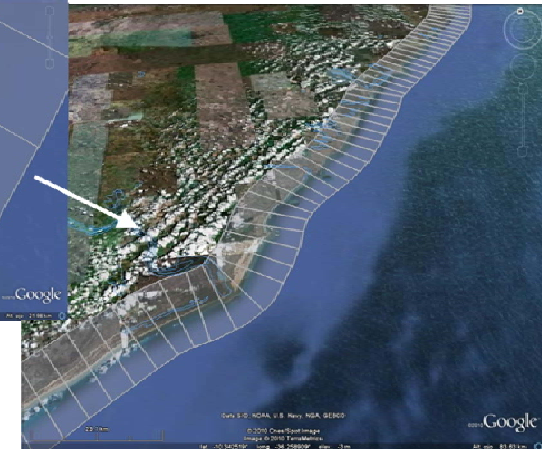
FIGURA 2.7
MODELO DIGITAL DEL TERRENO EN UNA ZONA DE LA COSTA DE BRASIL



1. Cálculos a resolución de 90x90 m² (resolución del MDT)



2. Resultados de Vulnerabilidad, agentes e impactos a 5 kms



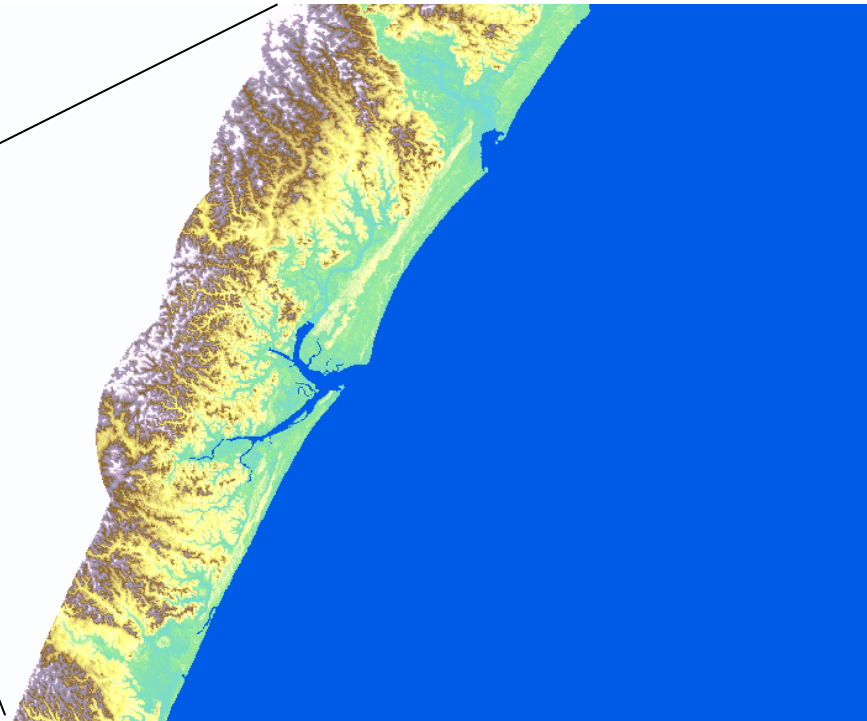
3. Agregación de resultados a 50 kms y países

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad



Modelo Digital del Terreno



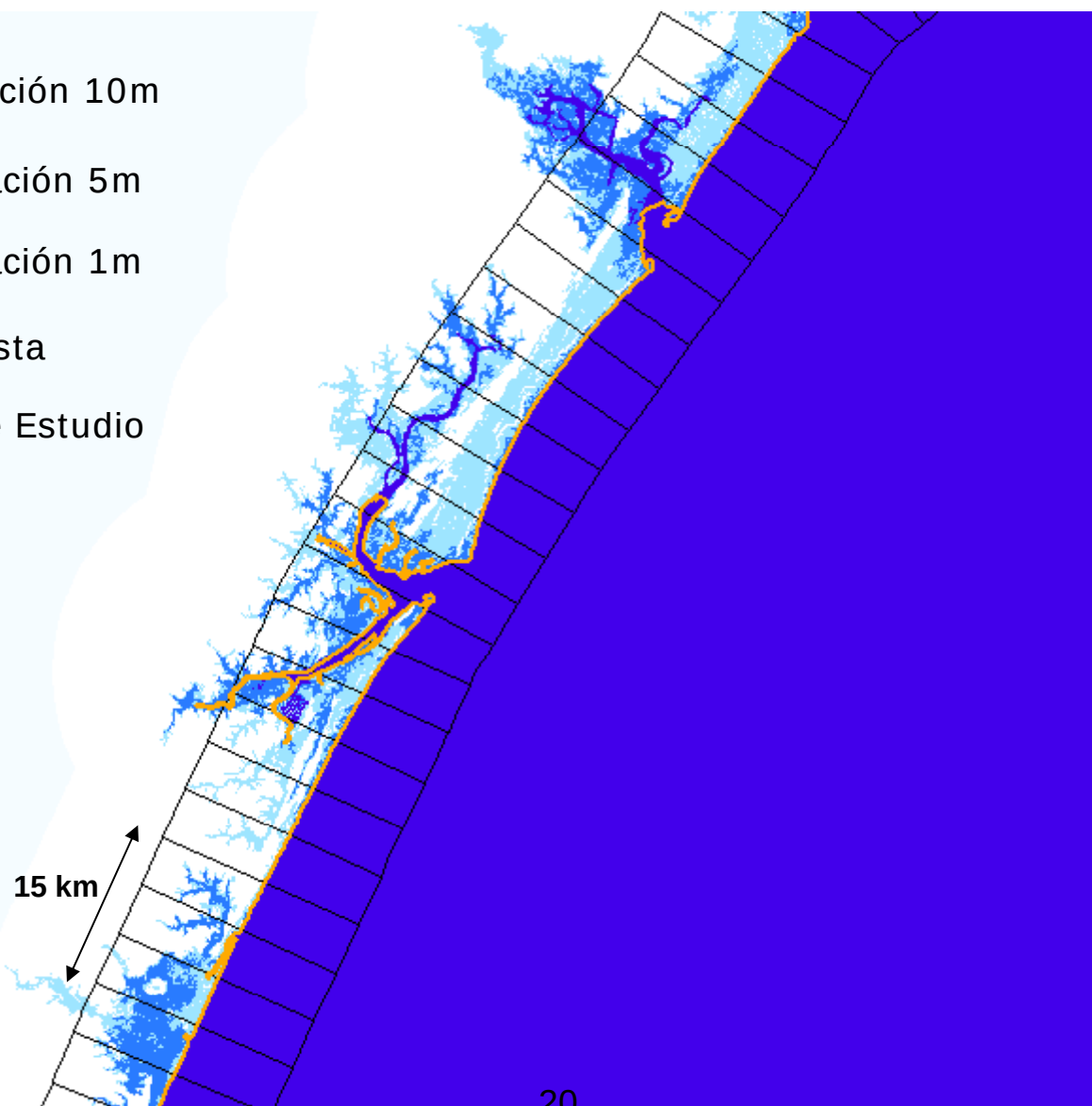


METODOLOGÍA

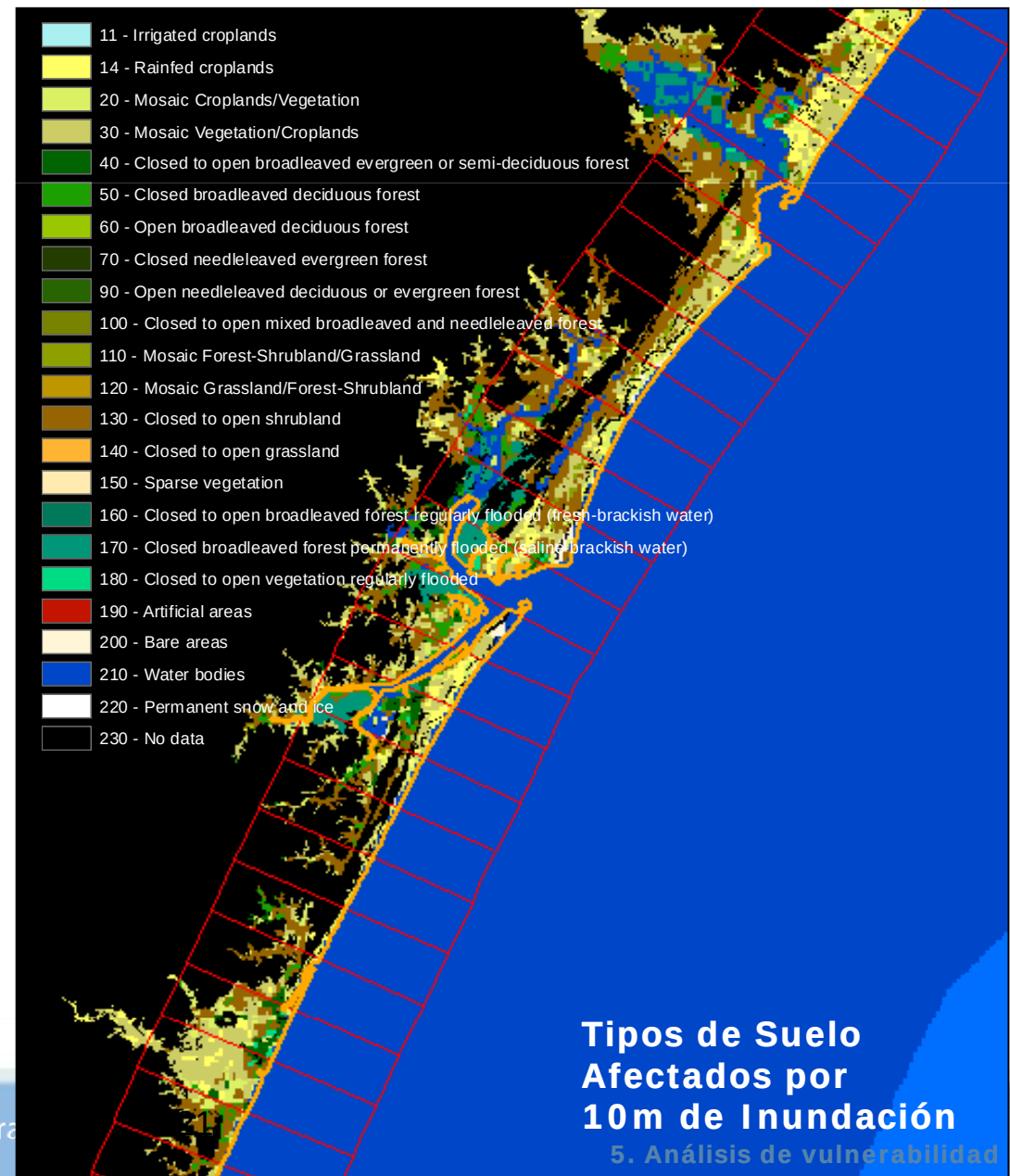
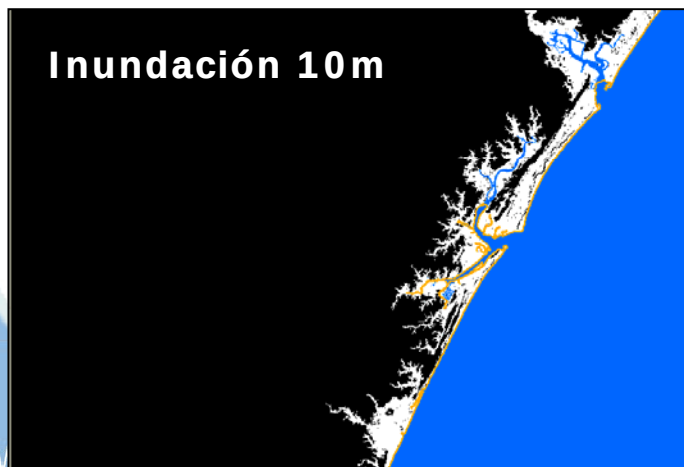
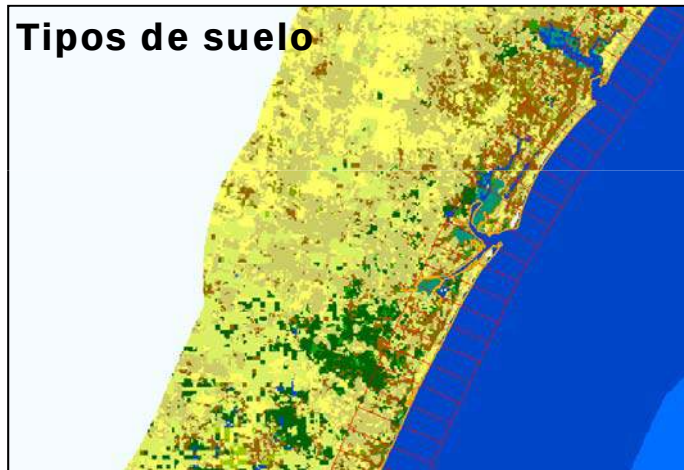


5. Análisis de vulnerabilidad

-  Cota Inundación 10m
-  Cota Inundación 5m
-  Cota Inundación 1m
-  Línea de Costa
-  Unidades de Estudio



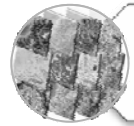
5. Análisis de vulnerabilidad



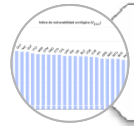
3. Resultados e índices



1. Recopilación de información geoespacial



2. Análisis geo-espacial de la información



3. Determinación de índices y resultados

Vulnerabilidad



Ecológica

Socio-Económica

$$V_{nm} = f(V_{nm}^F, V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) = f(V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) = V_{nm}^{ECO} (D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE})$$

D_{nm}^{ECO} es el valor de los ecosistemas (\$ m⁻²año⁻¹)⁽¹⁾ que tiene la celda n,m;

D_{nm}^{SE} es el valor de las actividades y usos ((\$ m⁻²año⁻¹) que tiene la celda n,m

Ecosistemas

- Sistema costero
- Sistema terrestre

Sectores

- Infraestructuras costeras
- Industria
- Turismo / Recreativo
- Pesca/ Marisqueo/ Acuicultura
- Agricultura
- Urbano
- Servicios

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm} = V_{nm}^{ECO} (D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE})$$

Se propone un índice formado por indicadores de la magnitud del daño ambiental (grado de protección), de la sensibilidad y de la singularidad de los ecosistemas

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S) = (I_{nm}^P + I_{nm}^{SG}) I_{nm}^S$$

$(I_{nm}^P + I_{nm}^{SG}) I_{nm}^S$	Vulnerabilidad ecológica	V_{nm}^{ECO}
< 4	No vulnerable	1
$4 \leq (I_{nm}^P + I_{nm}^{SG}) I_{nm}^S < 8$	Vulnerable	2
≥ 8	Muy vulnerable	3

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

El indicador **grado de protección** es una medida del valor ambiental de la unidad de estudio que cuantifica el daño ambiental. Su valoración se lleva a cabo considerando la existencia de alguna figura de protección de ámbito local, regional, nacional, y/o internacional (<http://www.wdpa.org/>; http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/protected_areas.htm) y asume que la protección de un determinado espacio es por sí misma un reconocimiento explícito del valor ambiental de los recursos que alberga.

Grado de protección	I_{nm}^P
No protegido	1
Protegido	2

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

El indicador de **singularidad** es una medida de la importancia relativa de los ecosistemas en relación con la superficie que ocupan en ALyC y en la unidad de estudio.

(%) del ecosistema en ALyC	Singularidad	Ecosistemas
≥ 10 %	Poco singular	Matorral/pastizal, Bosque mixto
2-10 %	Moderadamente singular	Desierto, Bosque caducifolio, Arrecife de coral
≤ 2 %	Muy singular	Zonas cubiertas de hielo, Playas/sistemas dunares, Bosque perenne, estuario, marisma, manglar

Singularidad de los ecosistemas inundados (% del área total inundada)	Singularidad	I_{nm}^{SG}
>10% Muy singular en ALyC	Muy singular	3
>20% Moderadamente singular en ALyC	Moderadamente singular	2
Resto de situaciones	Poco singular	1
No hay inundación	No singular	0

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

El indicador de **sensibilidad**, o tolerancia de un ecosistema, es una medida de los cambios en la biodiversidad estructural y principales características funcionales del ecosistema como respuesta al cambio de los agentes que pueden alterarlo (De Lange *et al.*, 2009).

En una escala de trabajo local (microescala), este indicador tendría en cuenta los rangos de tolerancia del ecosistema (umbrales de tolerancia).

En la macroescala (C3A) una aproximación de detalle de estas características resulta inabordable.

Por ejemplo, en C3A la sensibilidad de cada ecosistema se determina con base en su sensibilidad a los impactos considerados. La cuantificación de este indicador considera dos únicos criterios: *no sensible* y *sensible*.

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

		Impacto		
		Inundación (Aumento relativo del nivel del mar)	Erosión	ΔT_{agua}
ECOSISTEMAS	Estuarios	2	2	2
	Marismas de agua salada	2	2	2
	Manglares	2	2	2
	Deltas	2	2	2
	Costa rocosa	1	2	1
	Costa sedimentaria	1	2	1
	Arrecifes de coral	1 (*)	2	2
	Bosque	2	1	1
	Pastizal	2	1	1
	Matorral	2	1	1
	Desierto	2	1	1
	Zonas permanentemente cubiertas de hielo	2	1	2

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

Para elaborar la tabla anterior, es necesario establecer la sensibilidad de los ecosistemas a la(s) variable(s) climática(s) relacionadas con el cambio climático.

En el caso de C3A, esto se ha realizado a partir de la revisión de la literatura científica y de los trabajos desarrollados por la UNEP (Programa ambiental de las Naciones Unidas) en el marco del World Conservation Monitoring Centre (Climate Change and Biodiversity: Ecosystems). El resultado de este trabajo de revisión es el listado de ecosistemas y variable(s) climática(s) sintetizado en el Documento “Vulnerabilidad”

Ecosistemas	Variable(s) climática(s)	Implicaciones para la biodiversidad
Estuarios	▪ Aumento relativo del nivel del mar (Magrin <i>et al.</i>, 2007) ▪ Incremento altura ola (Jones <i>et al.</i>, 2001; Little, 2000) ▪ Temperatura del agua (Jones <i>et al.</i>, 2001)	La dinámica de los estuarios está muy determinada por la amplitud de la marea, especialmente en estuarios de poca profundidad. Esta influencia se reduce en estuarios con una limitada conexión con el exterior. Aunque frente a la subida del nivel del mar los estuarios tienen la capacidad de migrar tierra adentro, cuando están respaldados por tierras agrícolas o urbanas, que impiden su migración natural, pueden perderse hábitats de estuario. Muchas especies son tolerantes a los cambios de temperatura del agua (adaptaciones fisiológicas). Sin embargo, cambios severos de la temperatura en áreas intermareales producirían una reducción estacional de la riqueza y abundancia de las especies bentónicas.

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm} = V_{nm}^{ECO} \left(D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE} \right)$$

El objetivo de este indicador es proporcionar una valoración, en clave económica, tanto de los activos naturales como de las actividades humanas, que se van a ver afectados por las alteraciones en la costa derivadas del cambio climático.

D^{ECO} representa el valor de los ecosistemas (\$ m⁻²año⁻¹) que existen en la celda (n,m) (Costanza et al, 1997; Proyecto VANE-MMAMRM; ...)

D^{SE} es el valor de las actividades y usos (\$ m⁻²año⁻¹) de esa celda (PIB, densidad de población, ...)

METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

D_{nm}^{ECO}

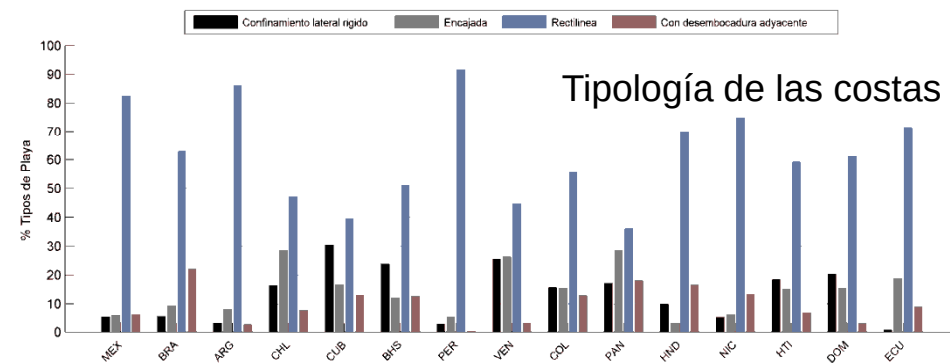
		$D^{ECO} (\$ \text{ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}) \text{ (1)}$
	Playas / Dunas	
	Acantilados	
	Deltas	
	Estuarios	
	Humedales / Manglares	
	Coral	
	Desierto	
	Bosque tropical	
	Reserva marina	

D_{nm}^{SE}

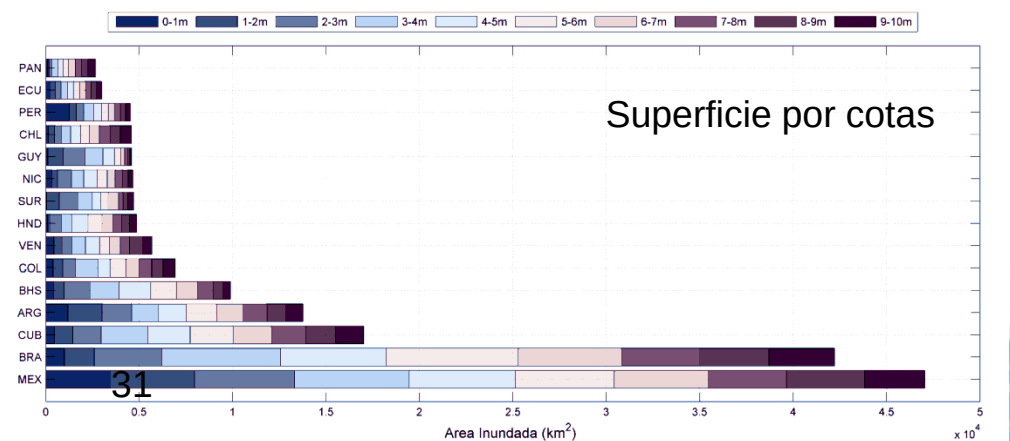
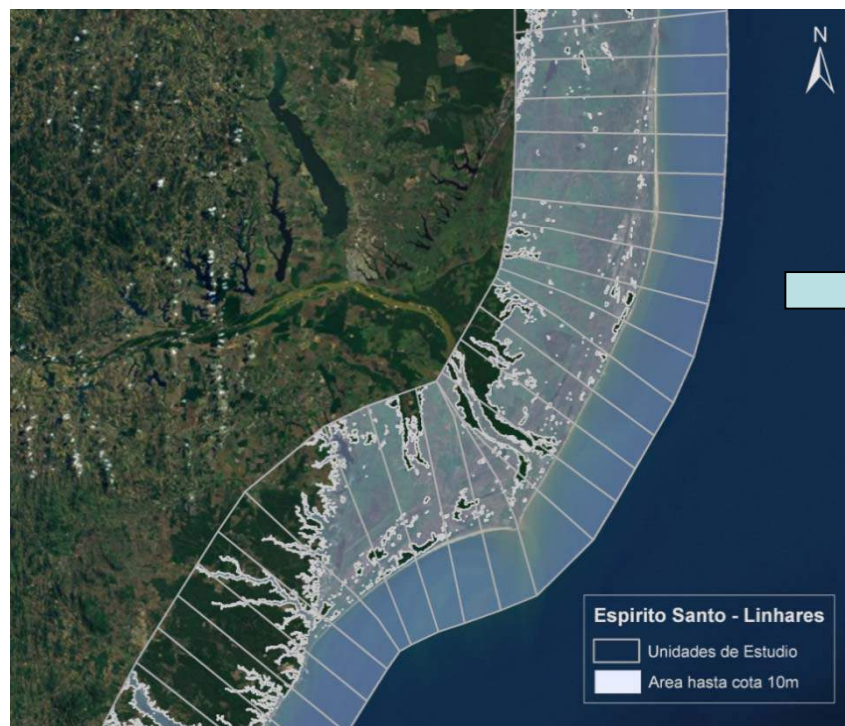
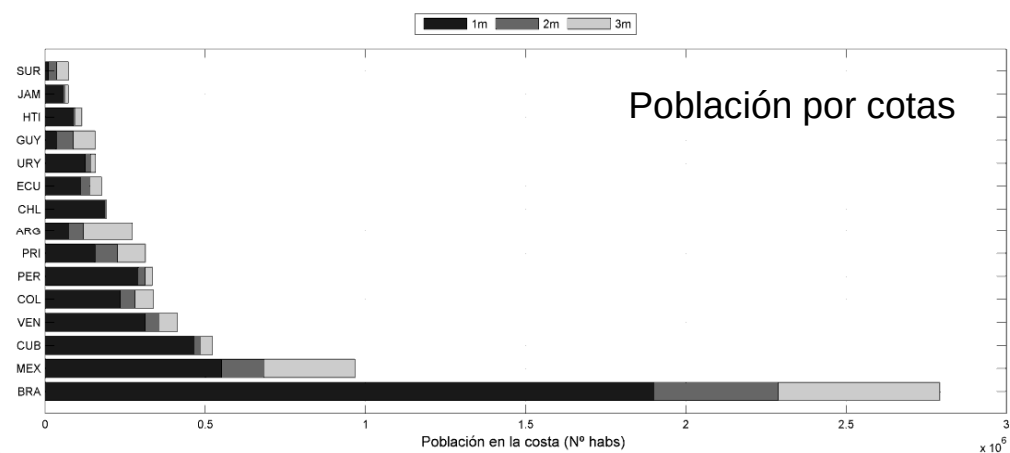
		$D^{SE} (\$ \text{ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1})$
U S O / A C T I V I D A D (j=1, ...N _{SE})	Infraestructura costeras	
	Industria	
	Turismo	
	Recreativo	
	Pesca/ Marisqueo/ Acuicultura	
	Agricultura	
	Urbano	
	Servicios (tte., saneamiento, ...)	

D_{SEj} = calculado en función de la aportación de esa actividad j al PIB de cada país (pasandolo a unidades totales)

p.e. para j=urbano $D_{SEj} = f(\text{densidad de población})$



Análisis por países y en unidades de 50 km



CUADRO 2.24

RESUMEN DE VARIABLES CONTEMPLADAS EN EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LA COSTA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE FRENTE A CAMBIO CLIMÁTICO, RESOLUCIÓN Y ESCALAS DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS

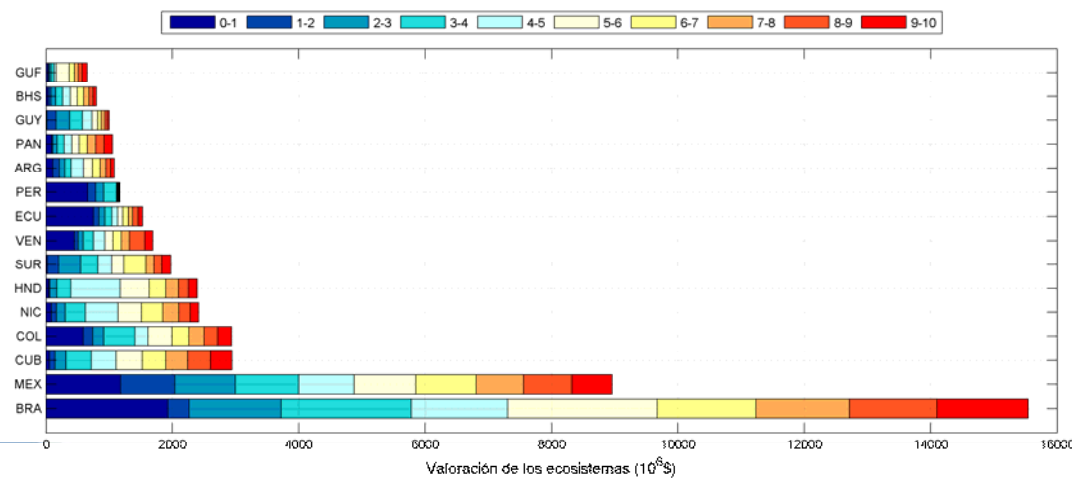
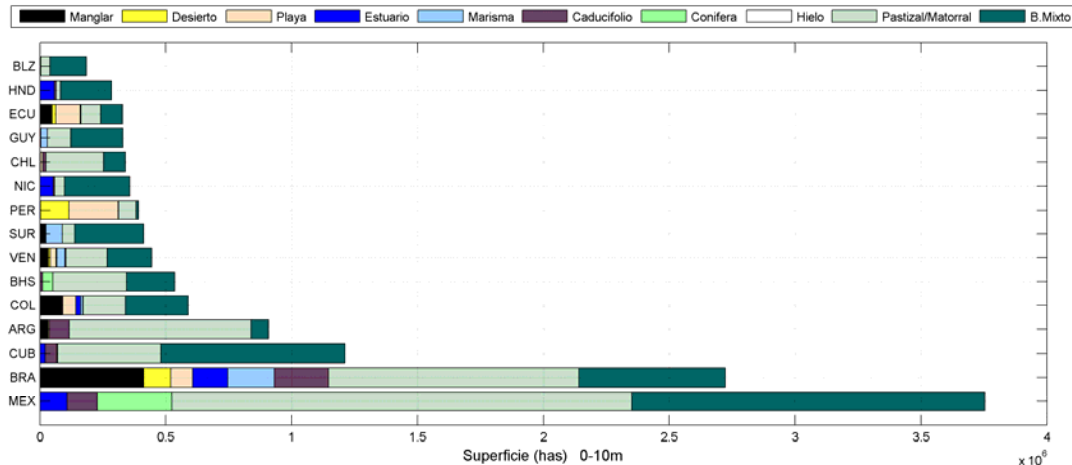
Variable analizada	Resolución	Escala de los resultados
Área de cada ecosistema	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Índice de vulnerabilidad ecológica (V_{ECO})	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Valoración económica de los ecosistemas	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Población afectada	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Área afectada	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Longitud de playa	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de ciudad en la costa	5 km	País y unidad de estudio
Longitud coincidente de playa y ciudad	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de desembocadura	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de diques de abrigo	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de tipos de playa	5 km	País y unidad de estudio
Número de tramos según tipos de playa	País	País
Número de puertos registrados	País	País
Área de cultivos	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Área de trama urbana	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio

CUADRO 2.42
RELACIÓN DE ÁREAS DE CULTIVOS DISPERSOS (*MOSAIC CROPLANDS*)
EN LA COSTA (RECOGIDAS EN LOS POLÍGONOS DE ESTUDIO) RESPECTO
AL TOTAL DE CADA PAÍS

País	Código ISO País	Área de cultivos en la costa (m^2)	Área de cultivos en el país (m^2)	Cultivo en costa respecto al total del país (%)
ATG	28	11 024 100	67 545 900	16,3
ARG	32	1 264 190 000	116 072 000 000	1,1
BHS	44	539 071 000	643 918 000	83,7
BRB	52	777 600	71 482 500	1,1
BRA	76	4 085 200 000	900 588 000 000	0,5
BLZ	84	25 563 600	582 973 000	4,4
VGB	92	2 705 400	15 122 700	17,9
CYM	136	2 438 100	5 475 600	44,5
CHL	152	78 351 300	13 787 600 000	0,6
COL	170	506 112 000	73 669 500 000	0,7
CRI	188	247 342 000	7 022 260 000	3,5
CUB	192	988 087 000	10 630 900 000	9,3
DMA	212	0	2 122 200	0,0
DOM	214	347 992 000	7 672 300 000	4,5

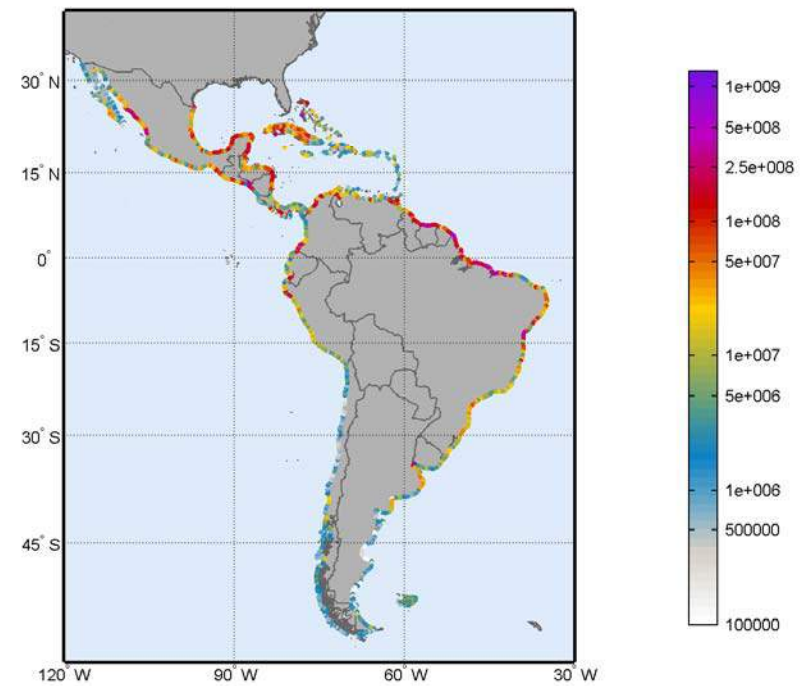
(continúa)

Ej. Ecosistemas costeros



$$V_{nm}^{SE} = D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE} \quad (2.11)$$

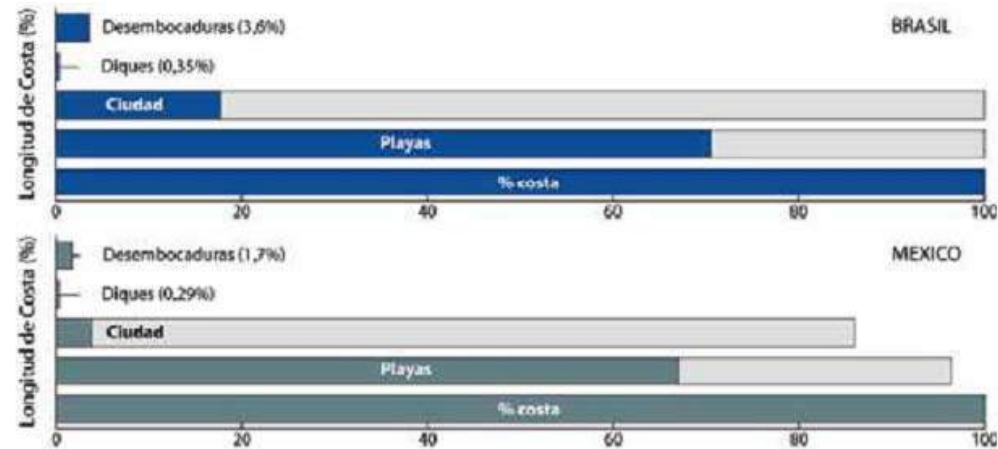
Valoración económica de los ecosistemas hasta la cota 10 m



Criterio: Costanza et al. 1997

FIGURA 2.24

LONGITUD DE COSTA DE BRASIL Y MÉXICO, DISTINGUIENDO LONGITUD DE PLAYAS, FRENTE MARÍTIMO (CIUDAD), DIQUES Y DESEMBOLCADURAS
(Porcentaje)



CUADRO 2.45

CARACTERÍSTICAS DEL FRENTE COSTERO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CLASIFICACIÓN POR PAÍS

País	Longitud de playa (kms)	Longitud de Ciudad con frente marítimo (kms)	Longitud de Playa y Ciudad (kms)	Longitud de Diques (kms)	Nº de Polígonos	Longitud de Desembocaduras (kms)
MEX	7 378,30	422,64	322,16	31,79	2 201	191,78
BRA	5 758,81	1 449,66	1 387,57	28,85	1 631	293,24
ARG	3 439,81	197,66	149,92	3,4	1 247	15,84
CHL	2 078,11	250,09	158,39	7,45	2 341	15,31

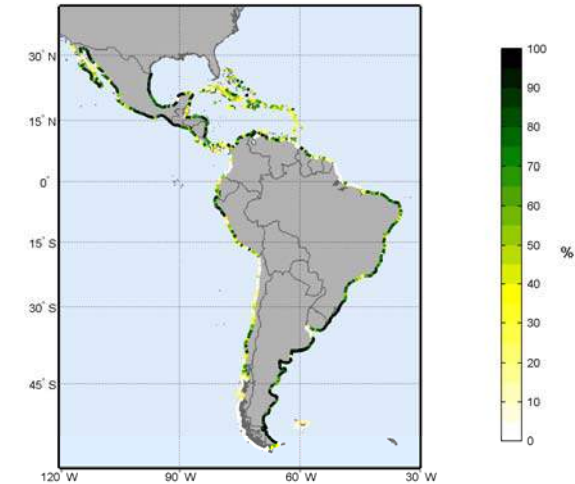
CUADRO 2.46

TIPOS DE PLAYAS. CLASIFICACIÓN POR PAÍS

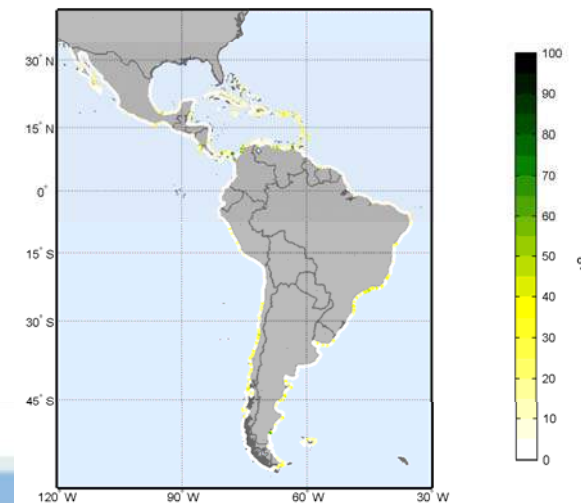
País	Longitud de playa (kms)	Longitud de playa por tipo (kms)				Nº de tramos con playa por tipos			
		x1	x2	Rectilínea	Puntal	x1	x2	Rectilínea	Puntal
MEX	7 378,3	381,3	416,2	6 101,5	479,3	104	142	1 370	125
BRA	5 758,8	308,1	552,6	3 617,3	1 280,9	76	172	784	304
ARG	3 439,8	102,9	279,6	2 967,3	90,0	39	126	857	32
CHL	2 078,1	340,8	595,4	979,4	162,6	131	356	288	354
CUB	2 048,9	623,1	340,0	814,5	271,3	224	156	265	103

Playas y Frente Costero

Porcentaje de playa sin efecto de desembocaduras (en unidades de 50 kms)



Porcentaje de playa encajadas (en unidades de 50 kms)



Ejemplo de impacto: Funcionalidad en Playas.

Agentes: oleaje / dirección oleaje / subida nivel del mar

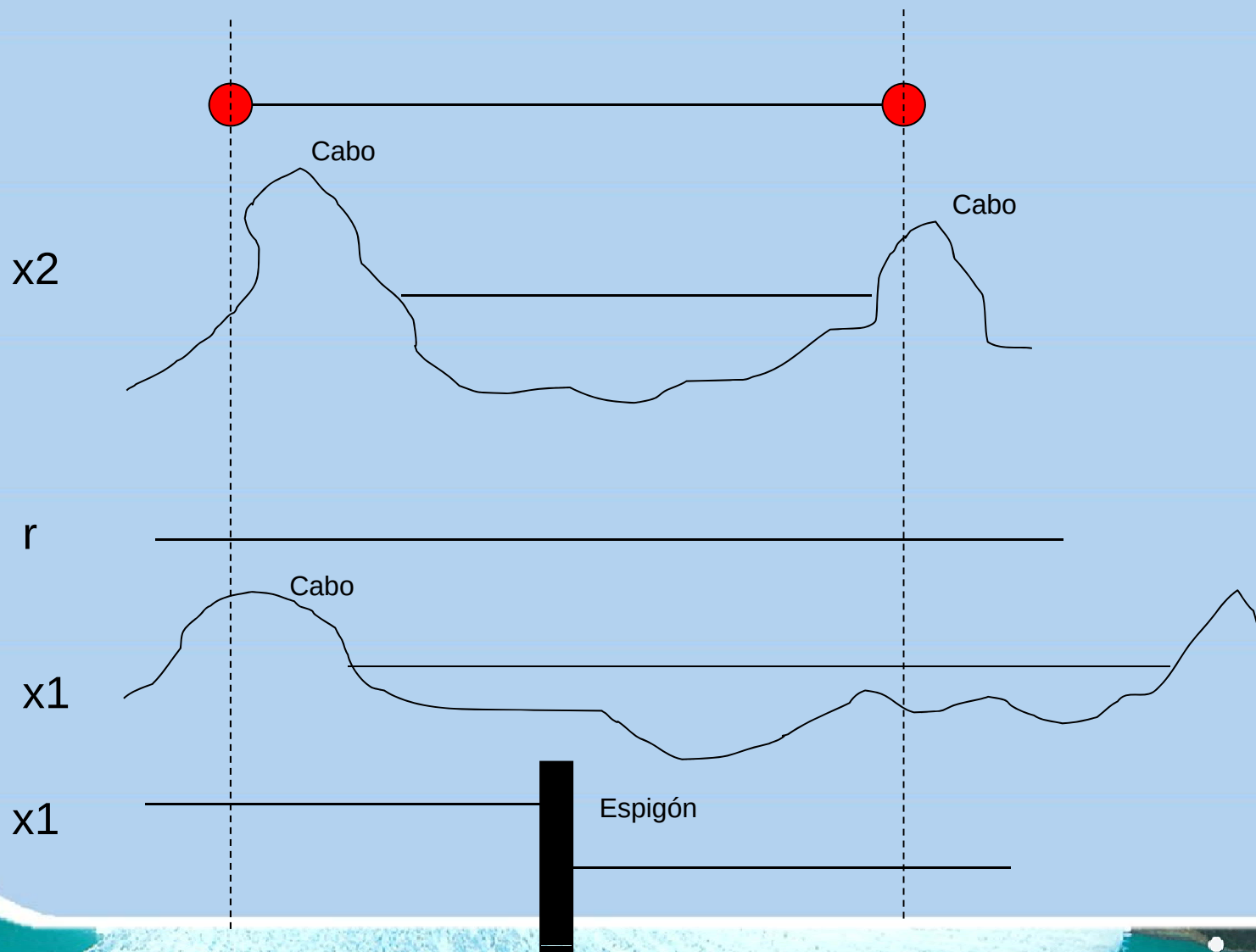
Hs

θ

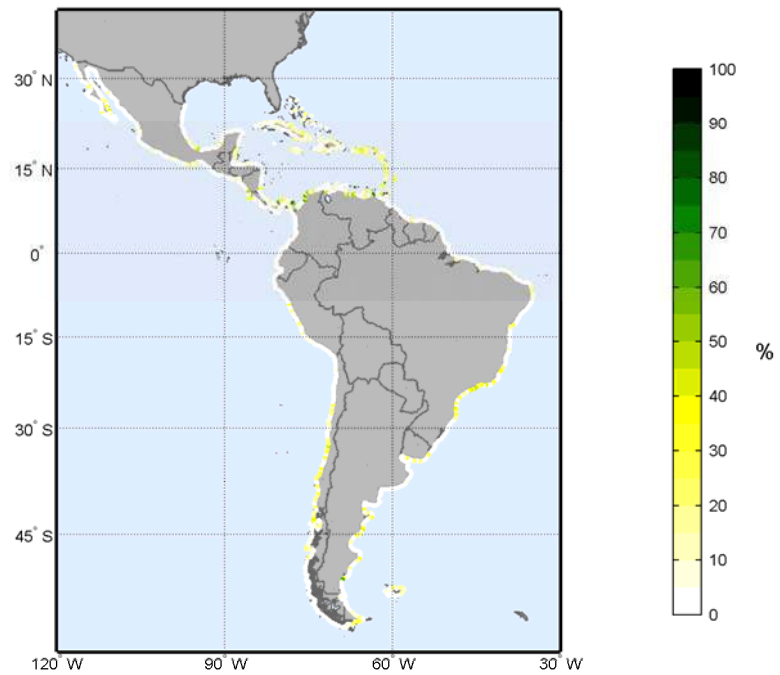
NMM

El retroceso en planta depende del tipo de playa: encajada, semiencajada, rectilínea

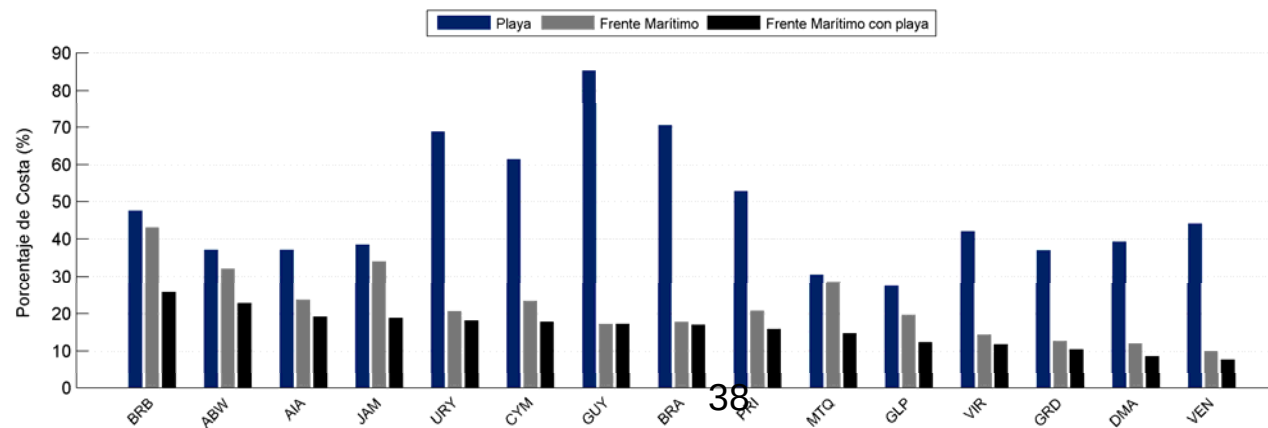
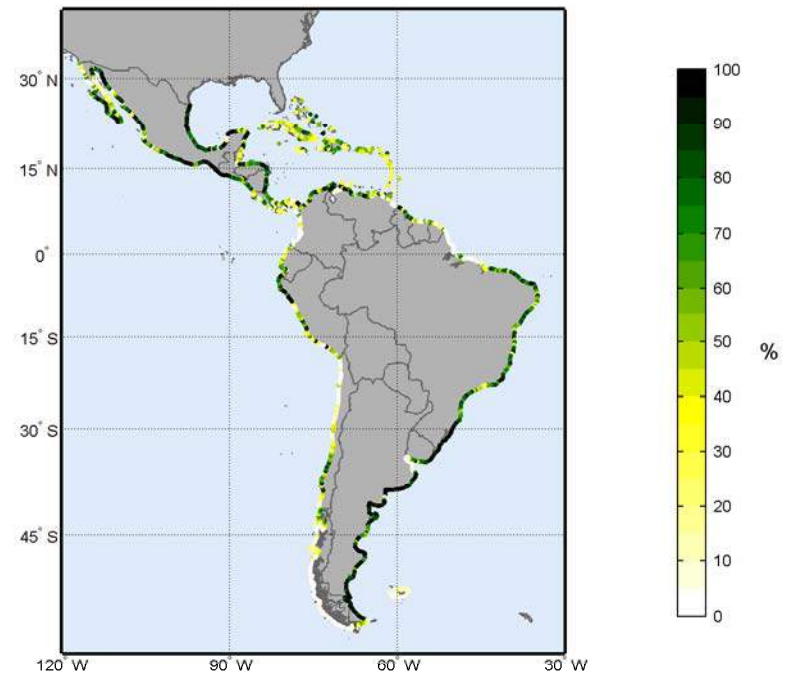




Porcentaje de playa encajadas (en unidades de 50 kms)



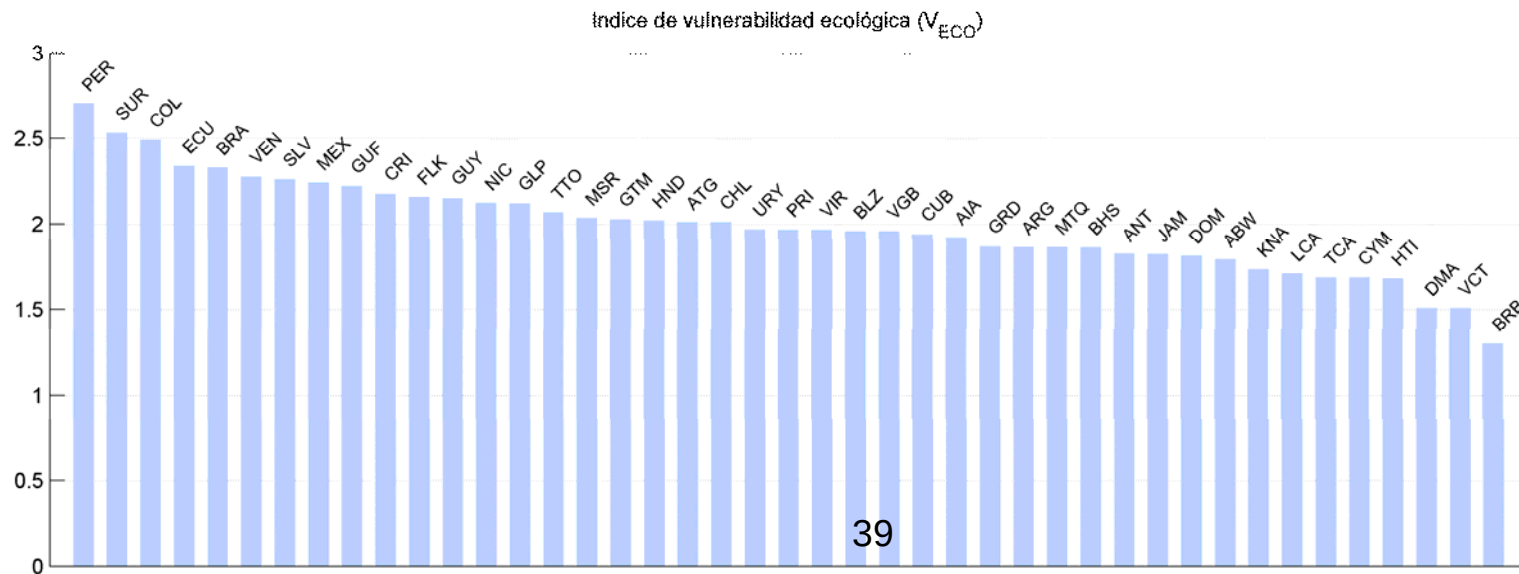
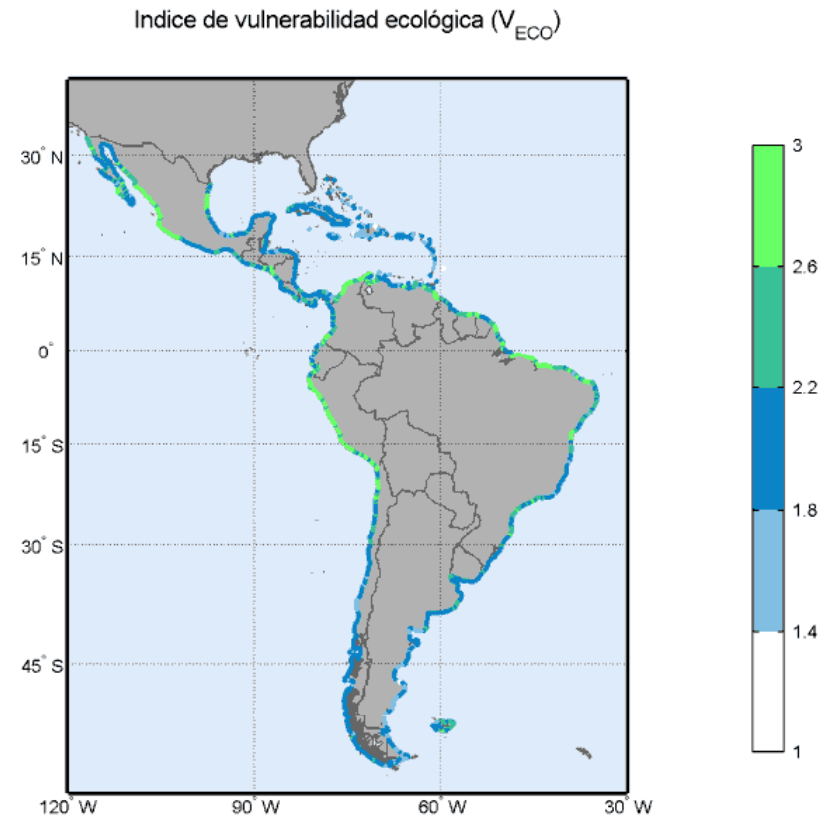
Porcentaje de playa sin efecto de desembocaduras (en unidades de 50 kms)

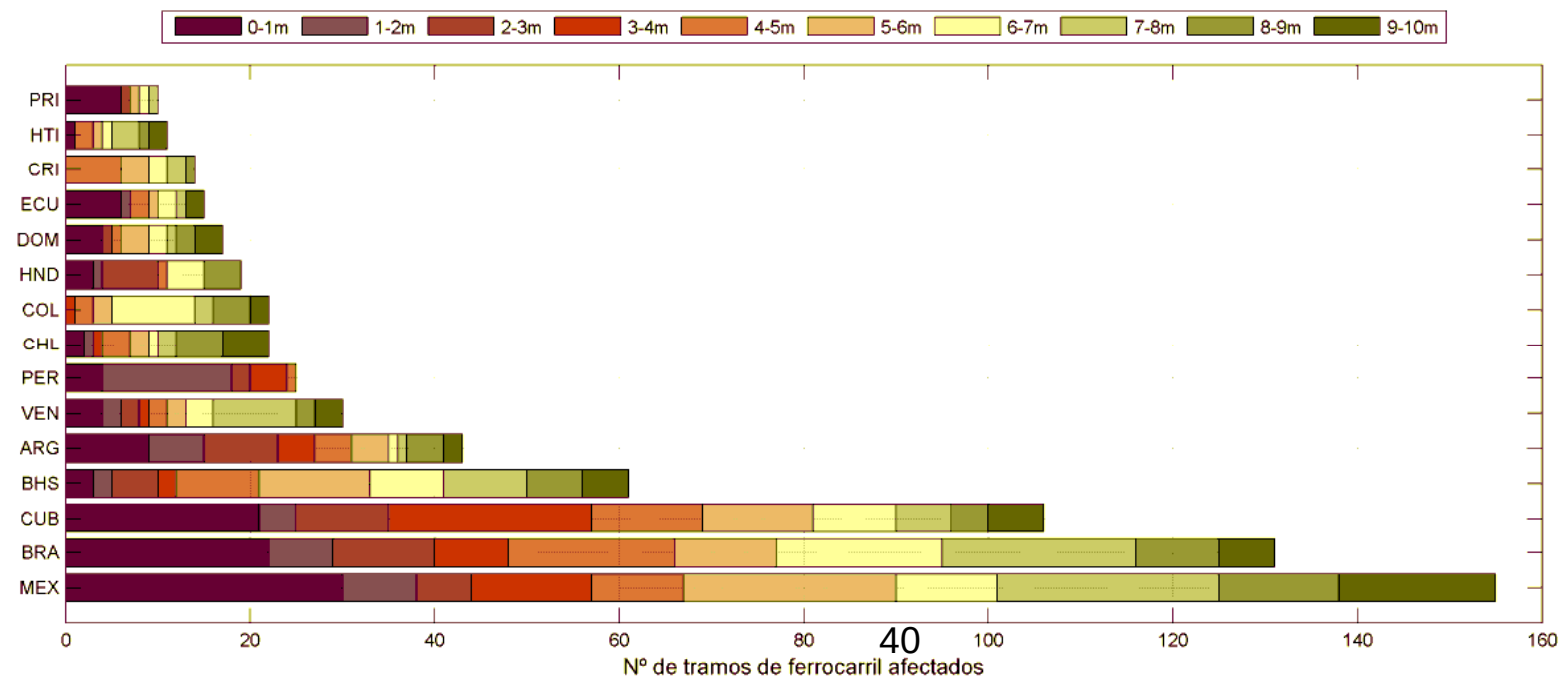
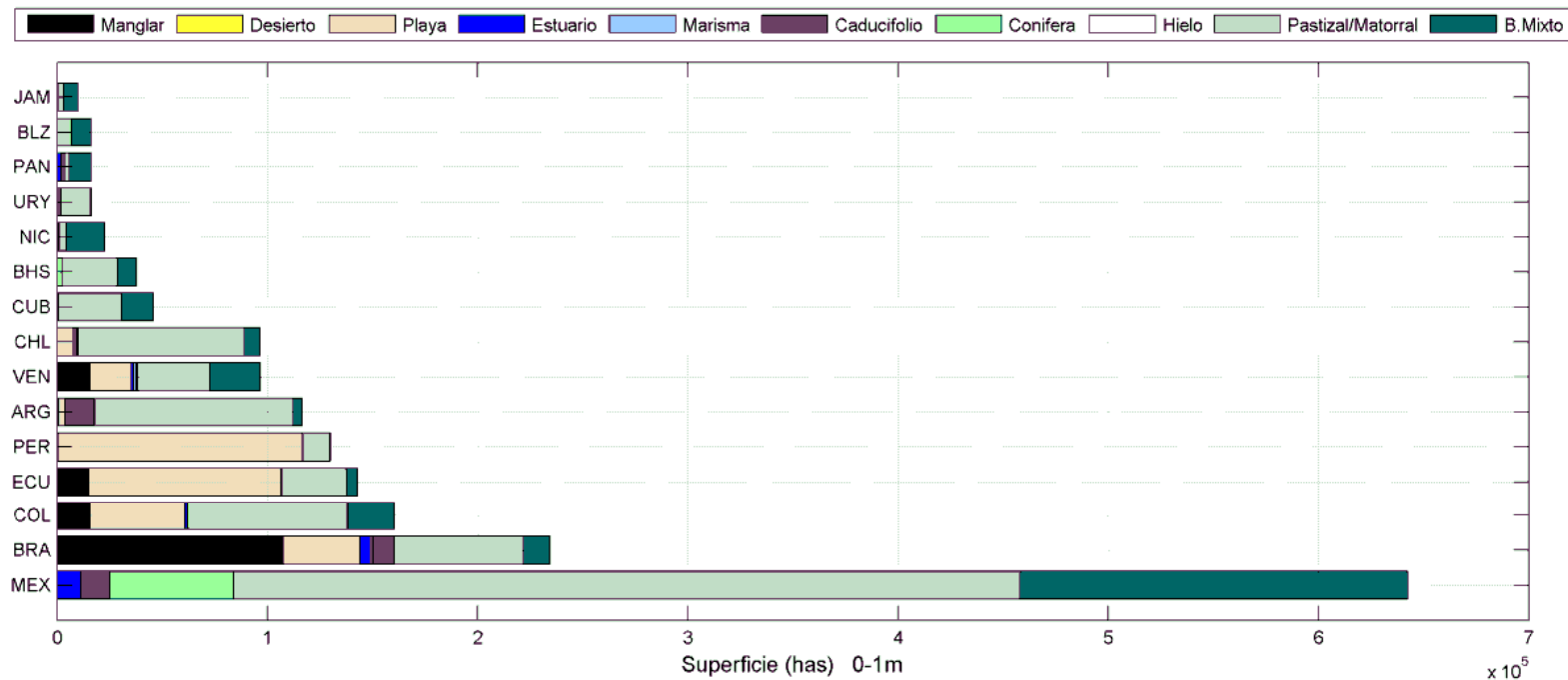


Ecosistemas – Vulnerabilidad Ecológica

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S) \quad (2.8)$$

$$V_{nm}^{ECO} = (I_{nm}^P + I_{nm}^{SG})I_{nm}^S \quad (2.10)$$





Variables analizadas



Dinámicas

- Nivel del mar
- Viento
- Temperatura del agua
- Temperatura del aire
- Oleaje
- Eventos extremos (nivel y oleaje)
- Sobrelevación del nivel
- ...

- Variabilidad climática

Vulnerabilidad

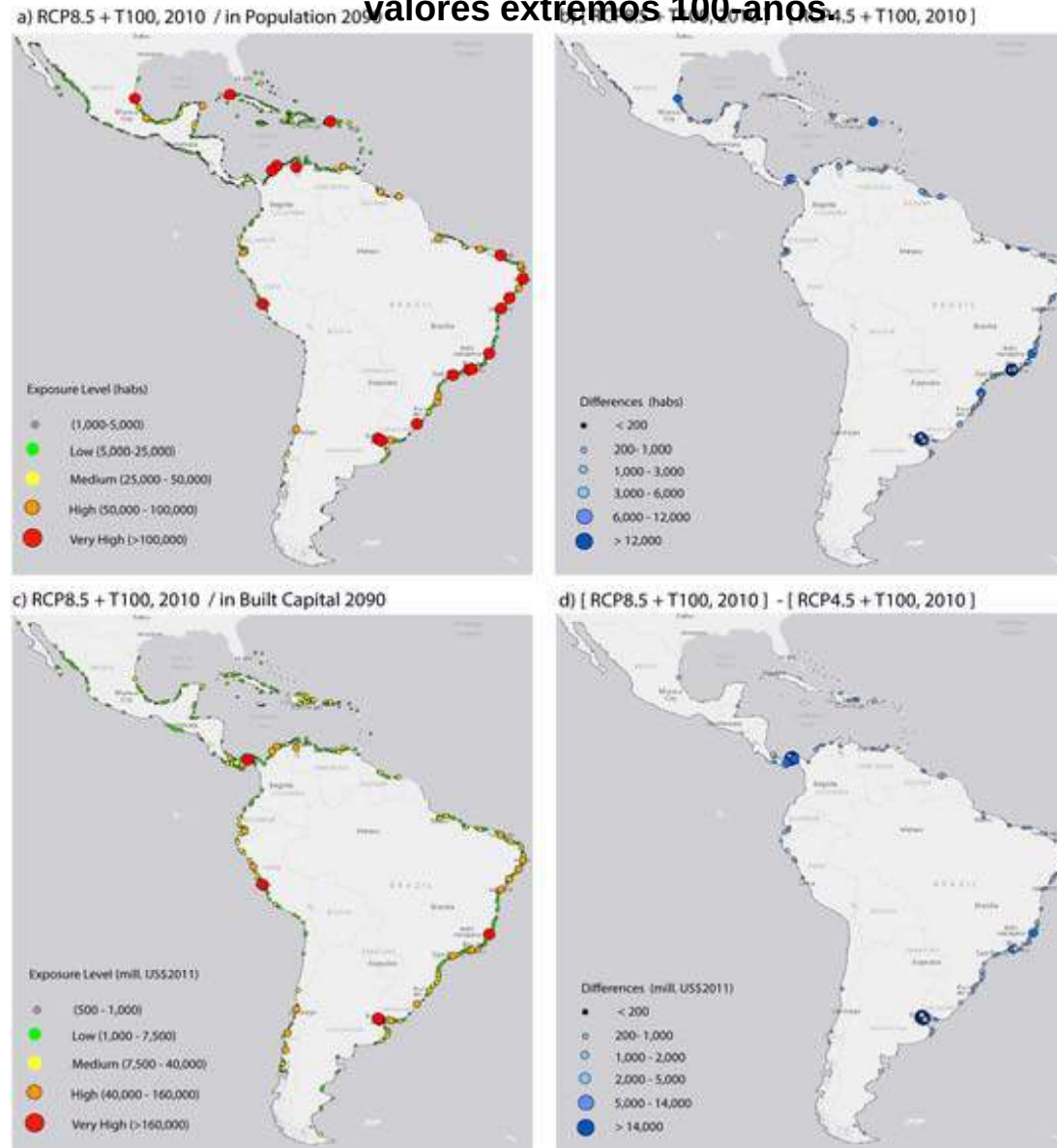
- Superficie afectada
- Población
- Usos del suelo
- Ecosistemas
- Infraestructuras (carreteras, ffcc)
- Puertos
- Cultivos
- ...
- Tipos de playas
- Ciudades con frente marítimos
- Obras marítimas
- ...



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2010 Europa Technologies
US Dept of State Geographer
© 2010 Google

©2009 G

Fig 5. Exposición de la población y de bienes (built capital) para futuros escenarios de rSLR y valores extremos 100-años.



Consecuencias económicas

La mayor parte de las evaluaciones económicas se hacen, de forma indirecta, a través de la proyección de la población.

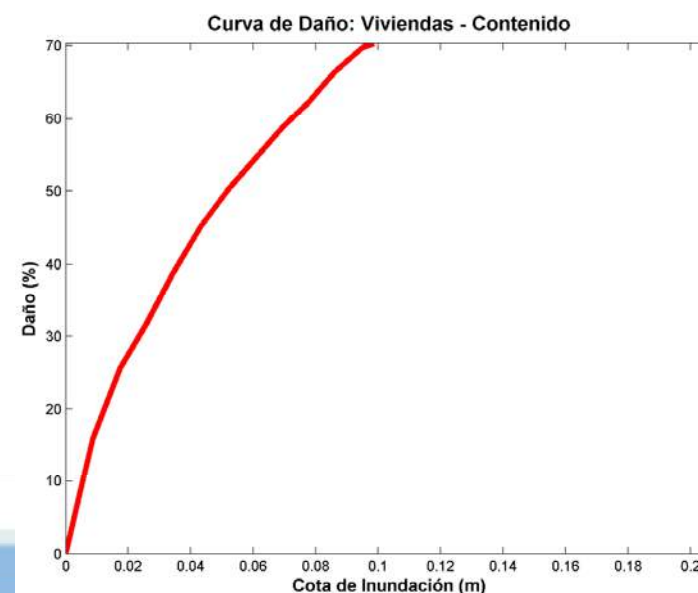
Se relaciona: población- PIB/per capita - VAB.

Es necesario contar con datos económicos desagregados espacialmente y de alta resolución.

La población es más fácil de proyectar (¿debate demográfico?)

Funciones de daño para pasar de exposición a daño

- Funciones de daño agregadas para evaluaciones globales
- Funciones de daño validadas y transparentes para análisis de alta resolución



ÍNDICE

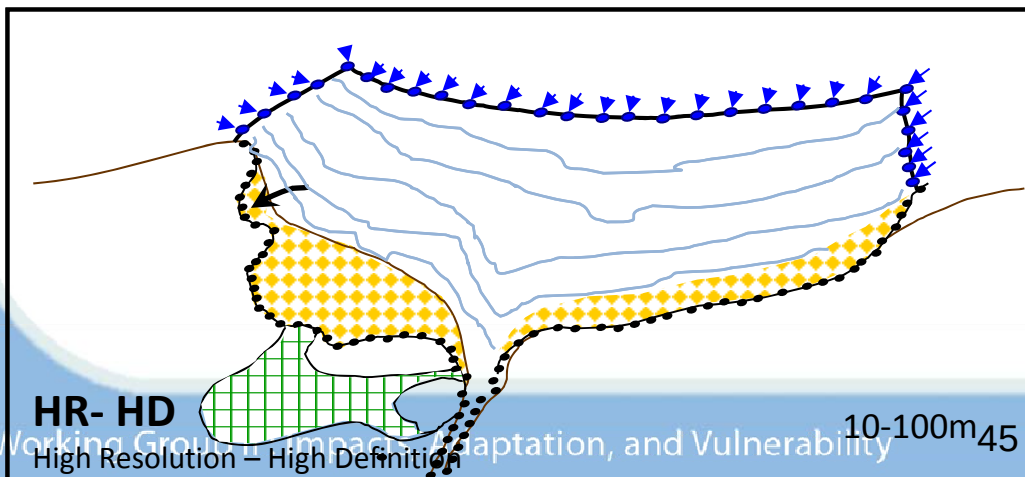
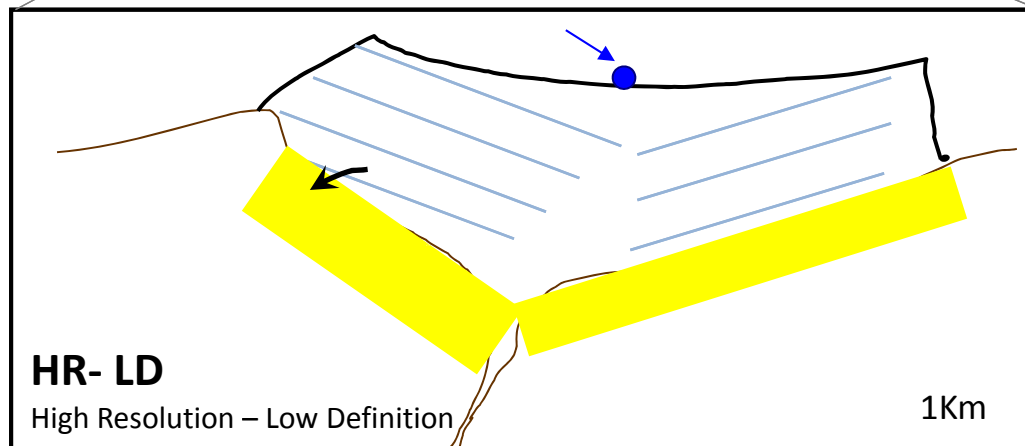
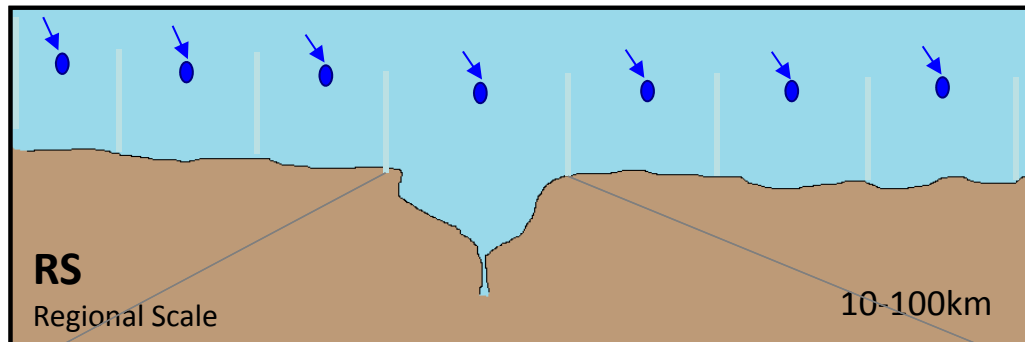
El marco de análisis

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño.

¿Cómo evaluar el impacto a diferentes escalas?



H

E

V

•Índices univariados para cada amenaza a escala regional

•Macro índices para cada amenaza y sector

•Macro índices para cada amenaza y sector

Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística

Formulación analítica para downscaling de dinámicas
• índices univariados para la amenaza

•Macro índices para cada amenaza y sector

•Macro índices para cada amenaza y sector

Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística

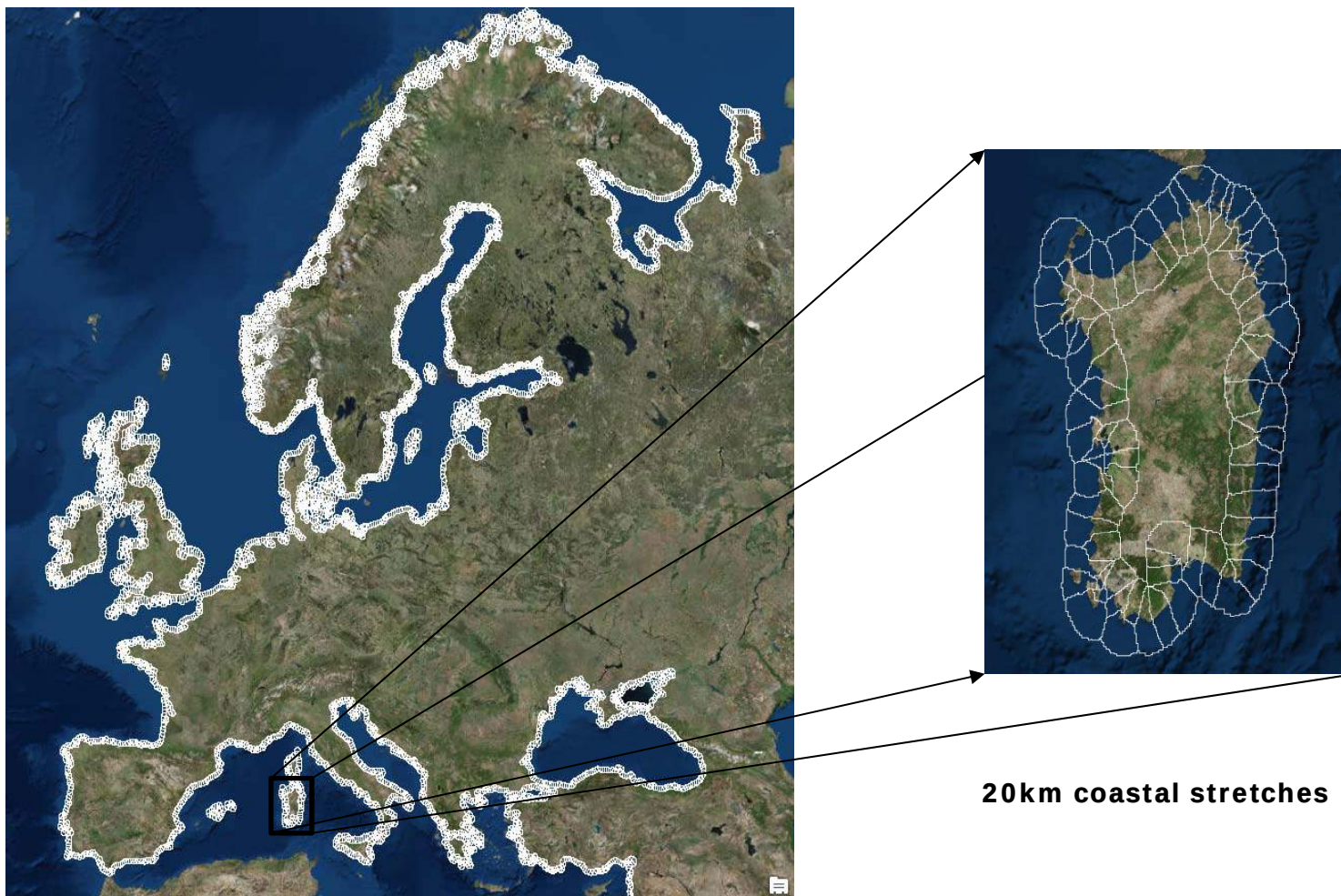
•Índices Multivariados para la amenaza
•Modelos hidrodinámicos para olas y nivel
Modelos morfodinamic.
•Modelos de inundación

• MDT HR

•Distribución espacial de la vulnerabilidad

•Evaluación numérica de daños
•Simulaciones multimodelo/casos

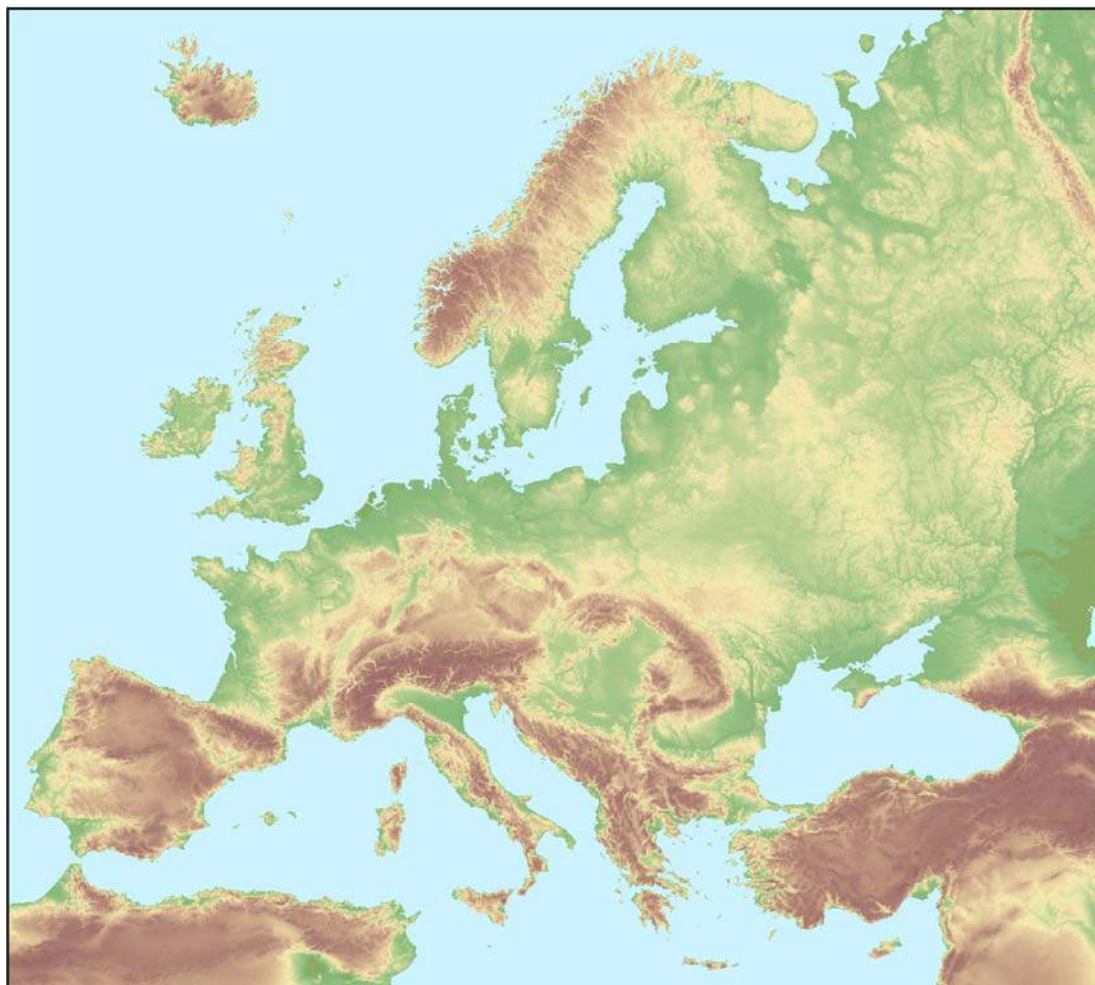
SEGMENTATION OF COASTAL STRETCHES



GSHHS - Global Self-consistent Hierarchical High-resolution Shoreline; (Wessel and Smith 1996)



EU-DEM - hybrid product based on SRTM and ASTER GDEM



ETOPO 1 – Ice Surface Global Relief Model

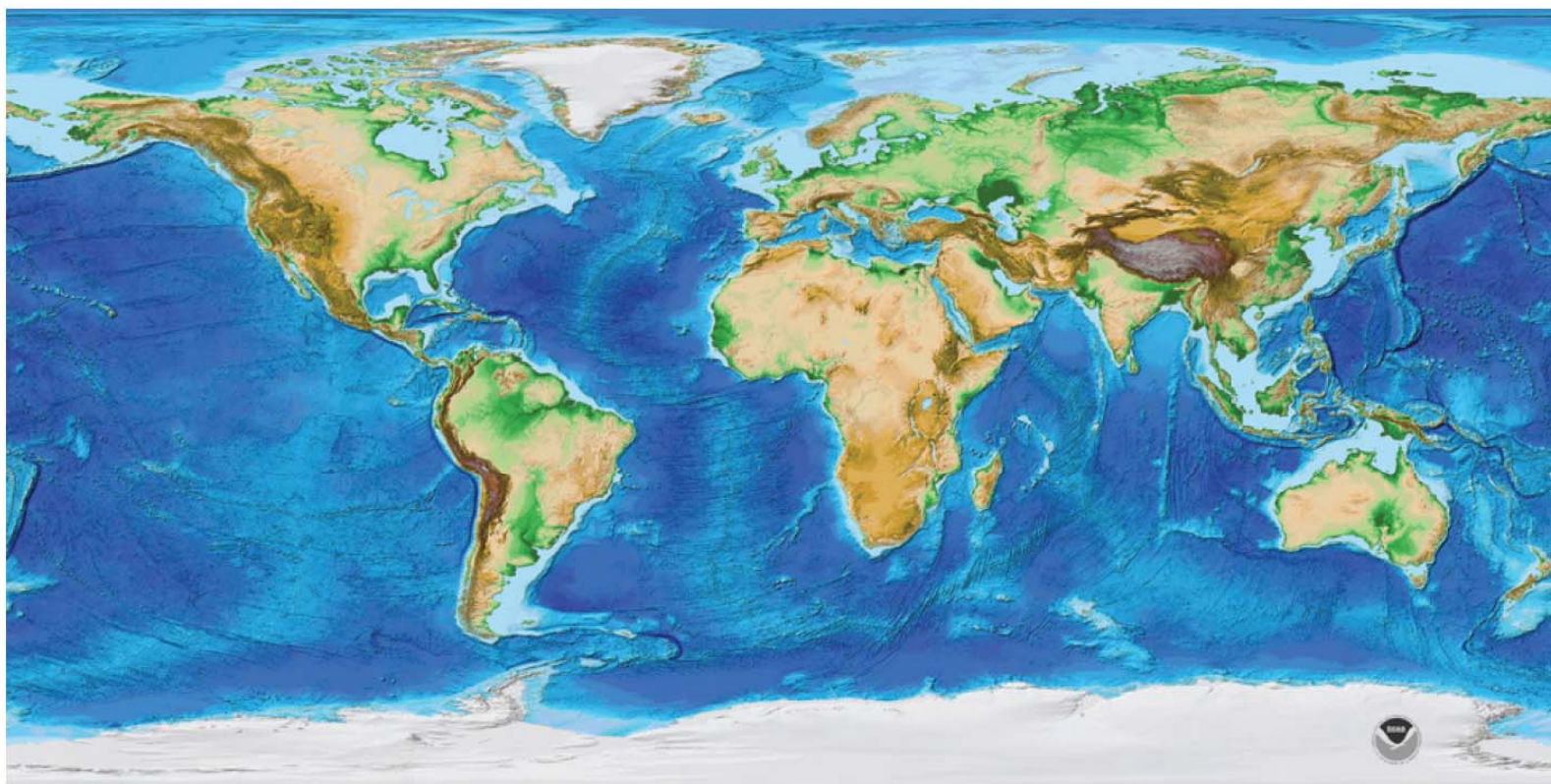
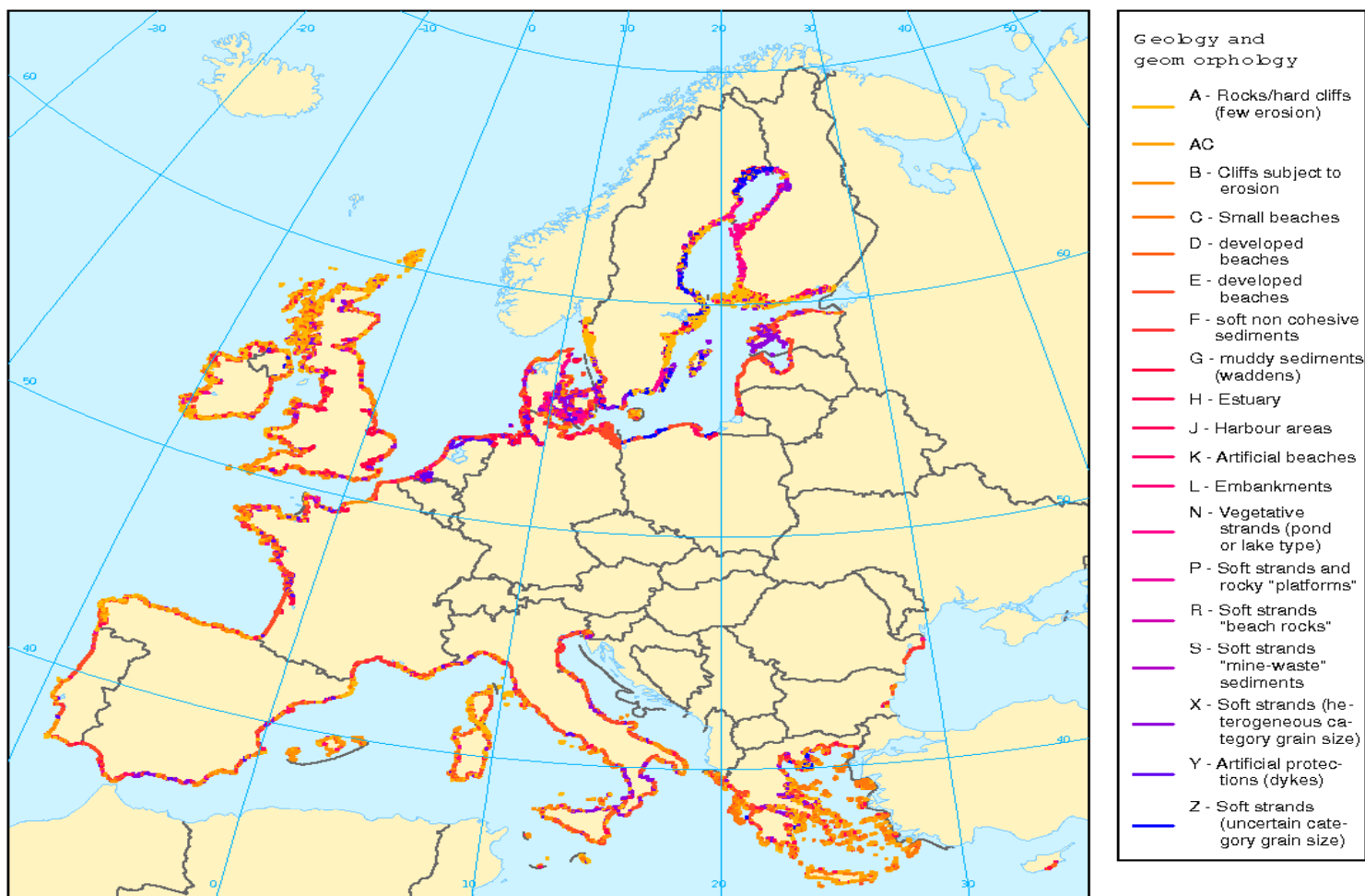
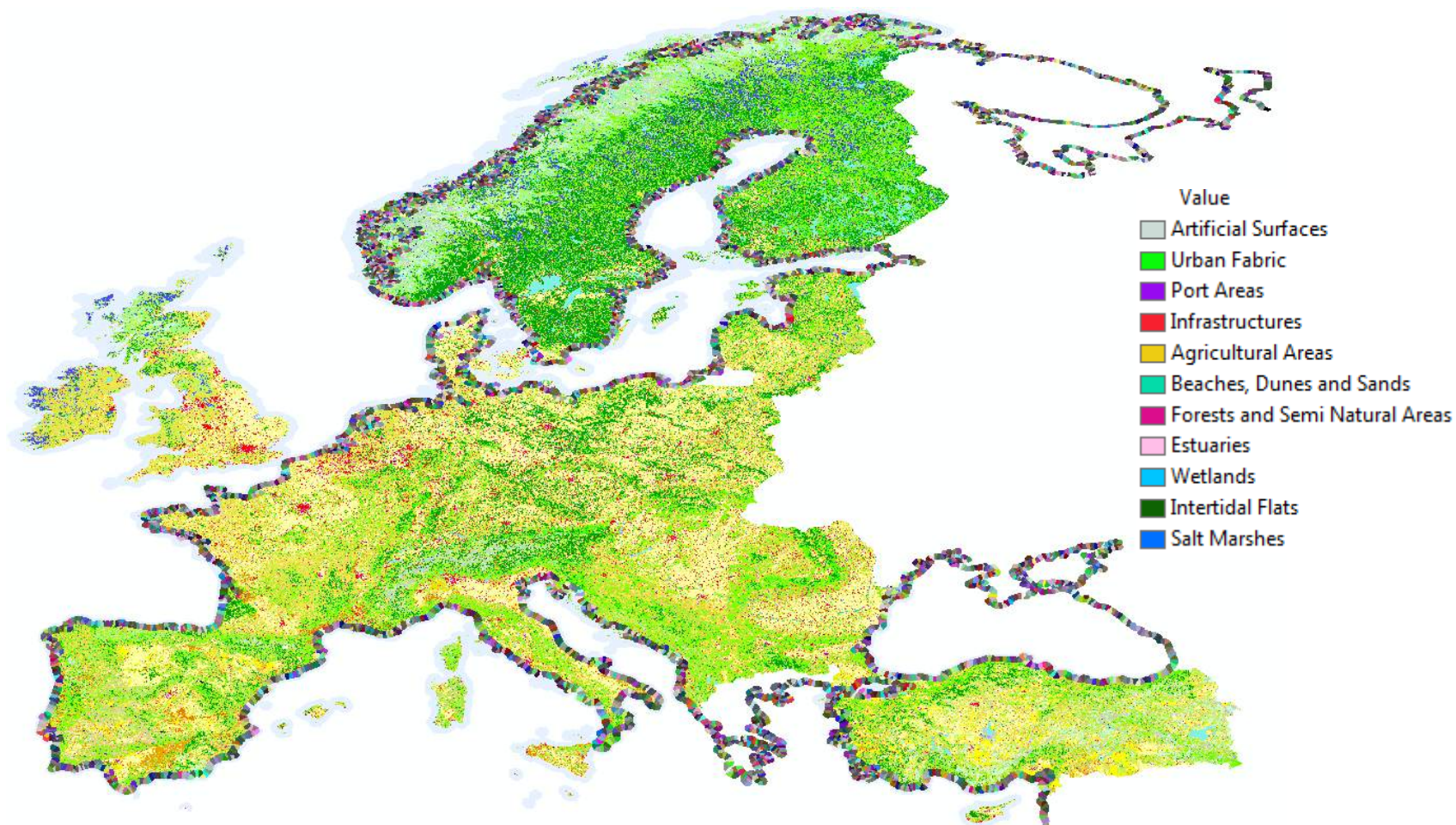


Figure 1. Color, shaded-relief image of the ETOPO1 Ice Surface Global Relief Model.

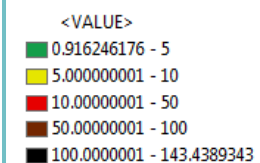
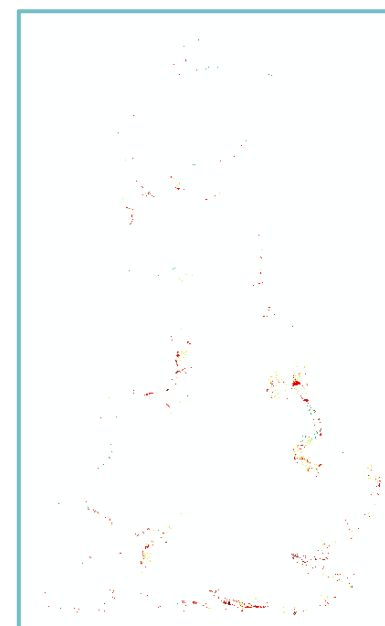
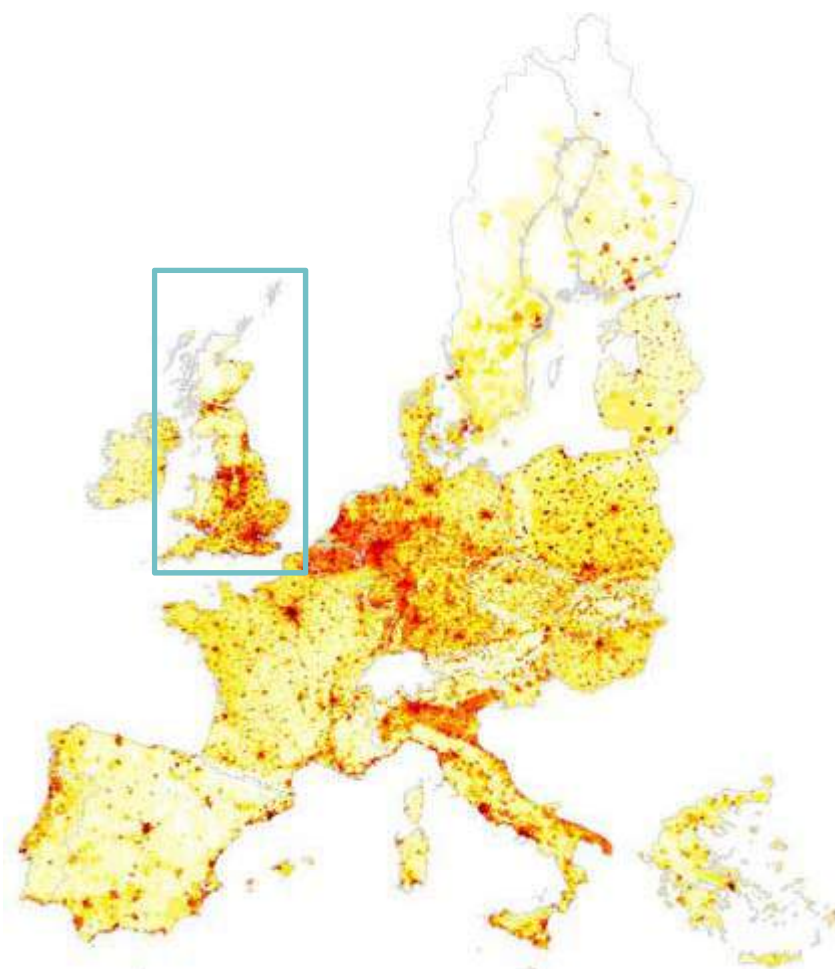
EuroSION . Morpho - Sedimentological Code



Corine 2006. Land Cover Data



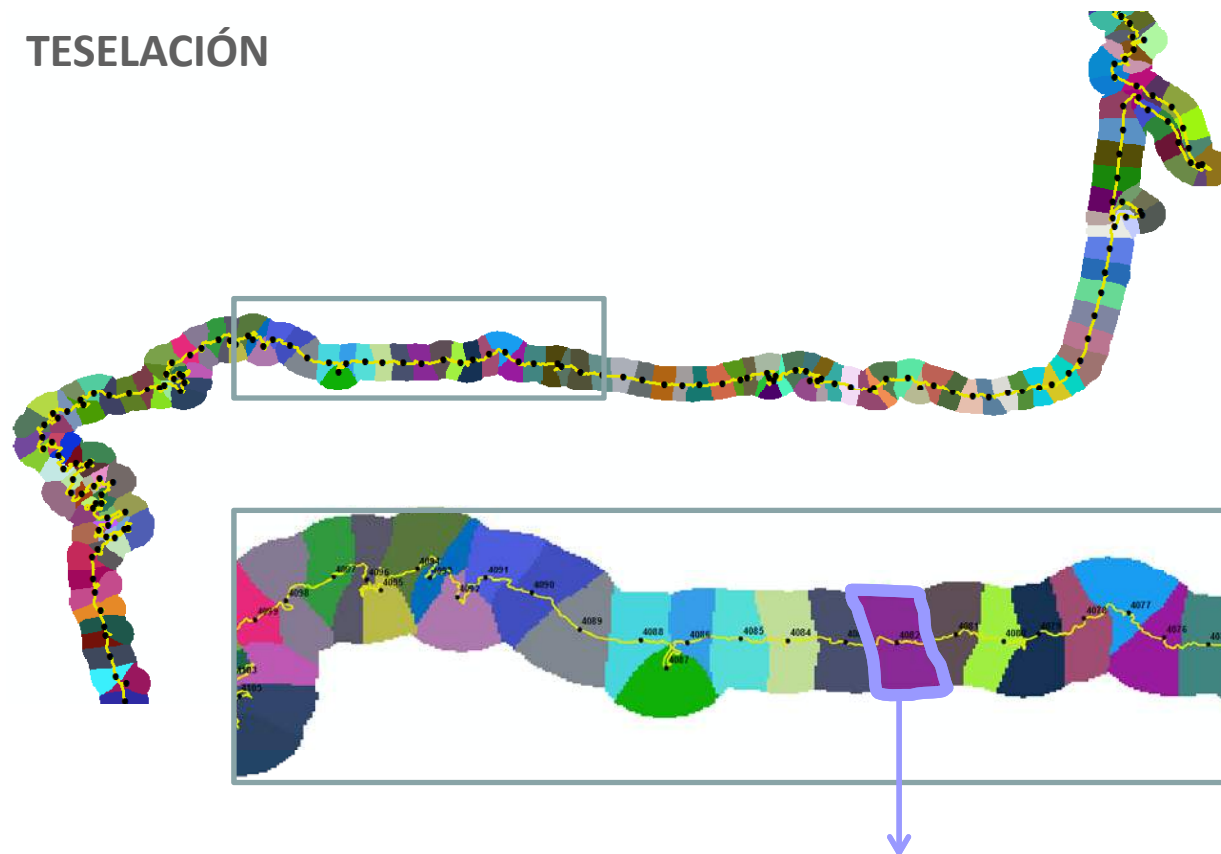
European Population Map 2006 (v3)



England - Population under 10 m height

EVALUACIÓN A ESCALA REGIONAL-LA UNIÓN EUROPEA

TESELACIÓN



- Características de las dinámicas: GOW, GOS, GOT, TWL distribución de extremos ..
- Características del MDT: pendiente media, desviación estándar de la pendiente, área.
- Características de la batimetría: dirección media, pendiente media,....
- Población: densidad
- Usos del suelo (%)
- Tramos con erosión costera (%)

INUNDACIÓN → PELIGROSIDAD

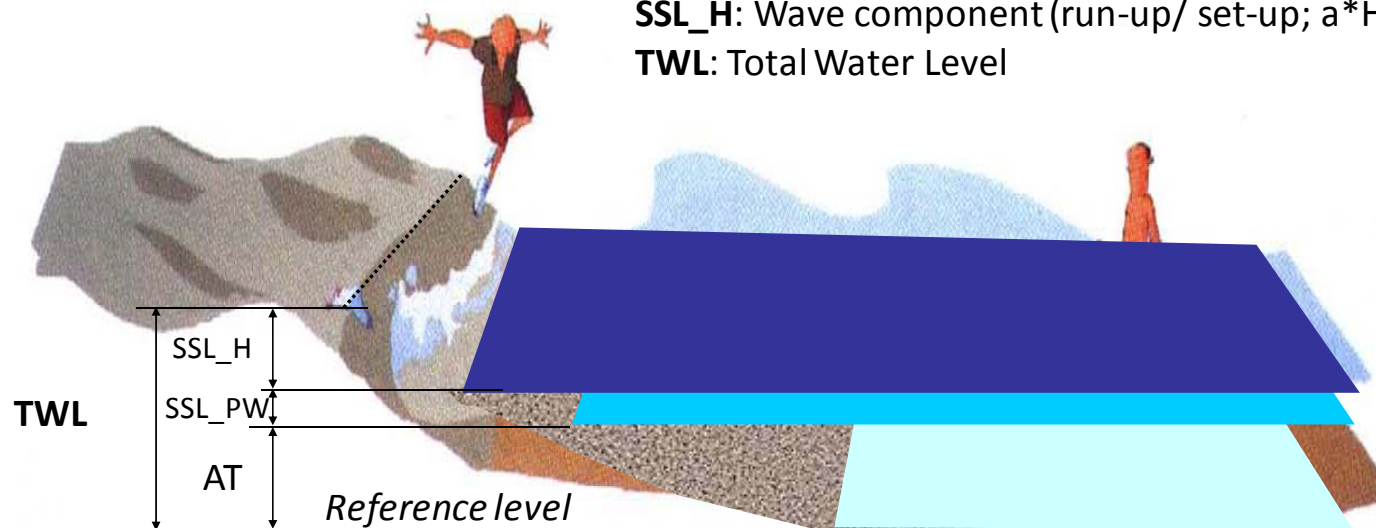
$0.1 < a < 0.4$

AT: Astronomical Tide (above local mean sea level)

SSL_PW: Storm surge (Pressure + Wind set-up)

SSL_H: Wave component (run-up/ set-up; $a \cdot H_s$)

TWL: Total Water Level



Coastal Flooding

Proxy of Nivel del Mar Total

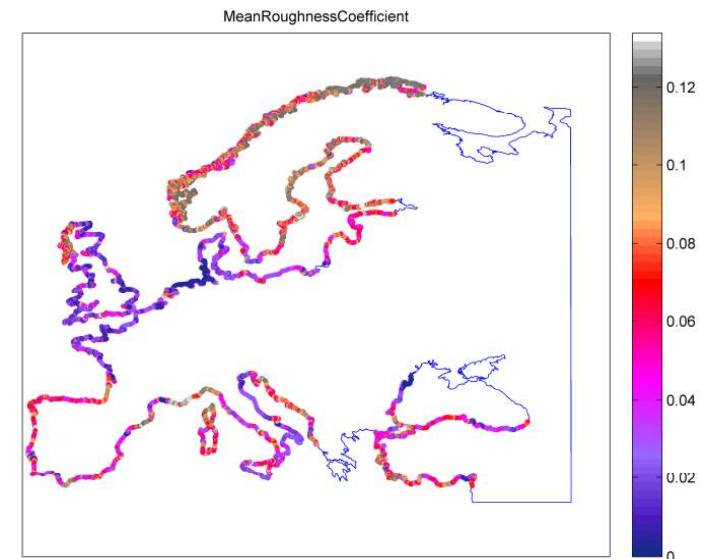
Construcción de
series temporales

$$TWL = AT + SSL_PW + SSL_H = AT + SS + 0.2 \cdot H_s$$

INUNDACIÓN (Histórica + proyectada)

- ✓ Distribución de extremos TWL
 - μ , σ , ξ
- ✓ Qué componentes afectan más a la inundación?
 - α_{Gos} , α_{Got} , α_{SetUp}
- ✓ Elementos topográficos relevantes
 - ✓ Pendiente media
- ✓ Rugosidad media (Manning n)

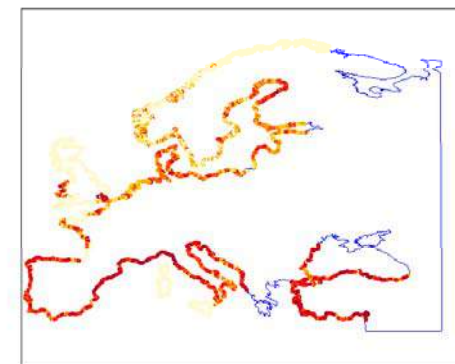
Coeficiente medio de Manning



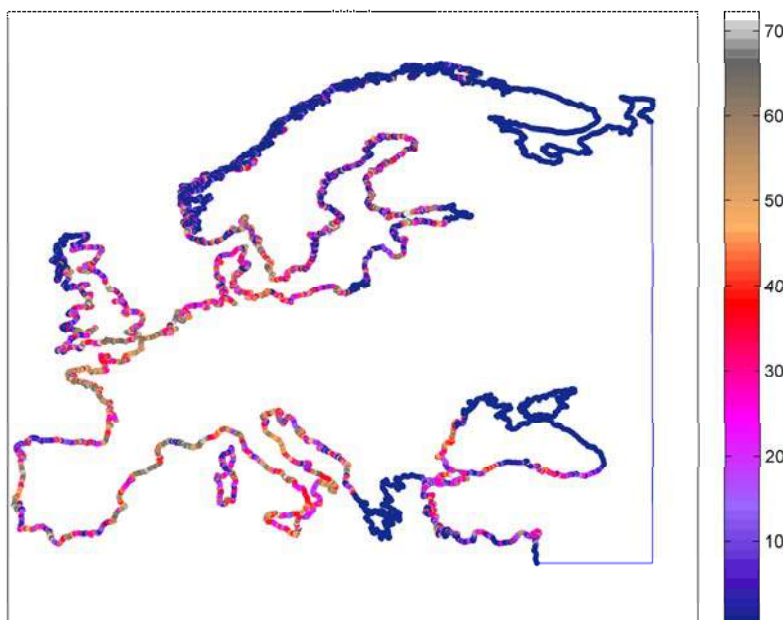
INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

- ✓ Población
- ✓ Usos del suelo

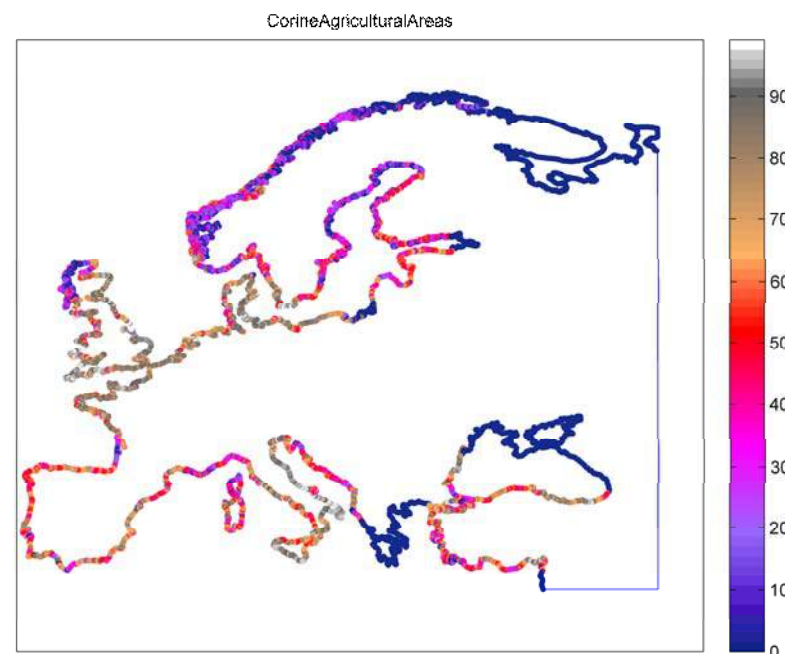
Population below 10 m above MSL



Urban areas (% in each tessella)
CorineUrbanAreas

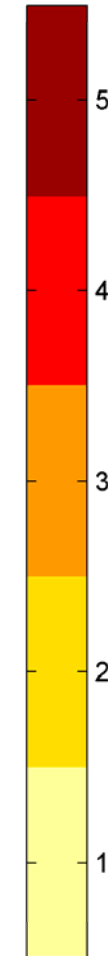
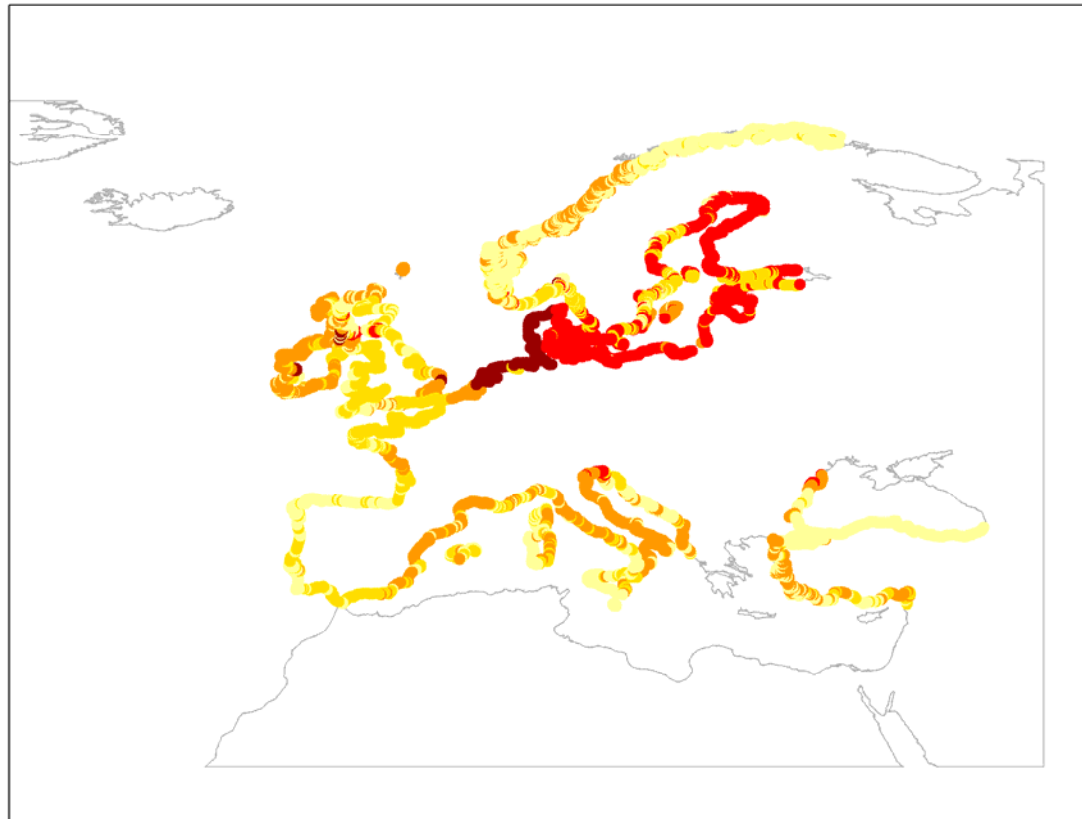


Agricultural areas (% in each tessella)



$$I_H = f_H(h_1, h_2, \dots, h_{N_H})$$

Flooding Index Centroids

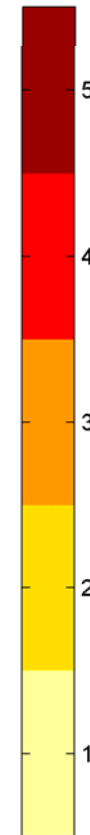
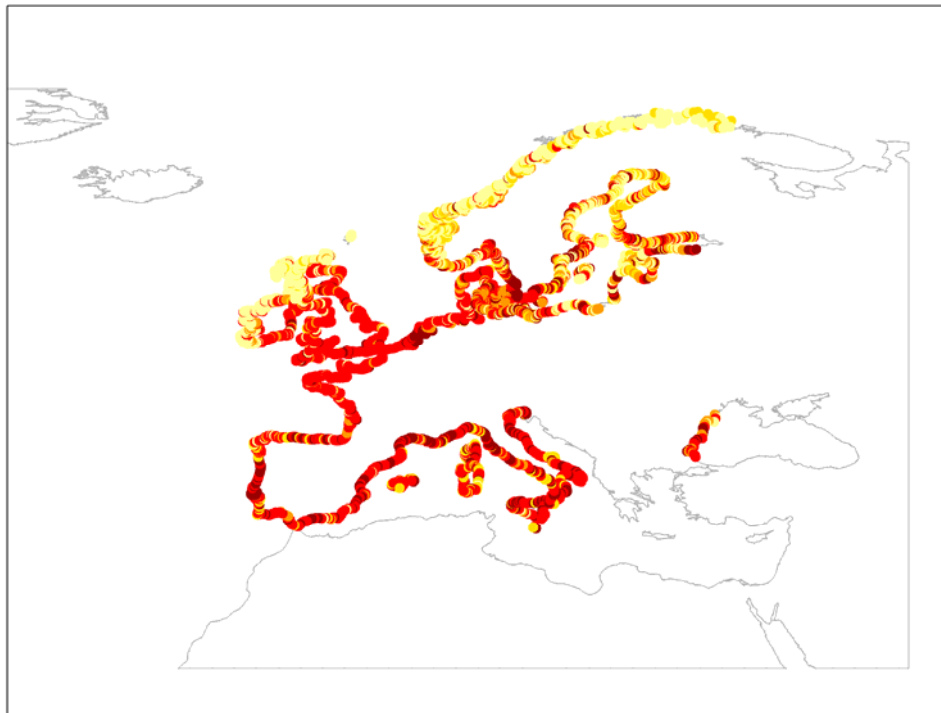


ÍNDICE DE AMENAZA PARA INUNDACIÓN

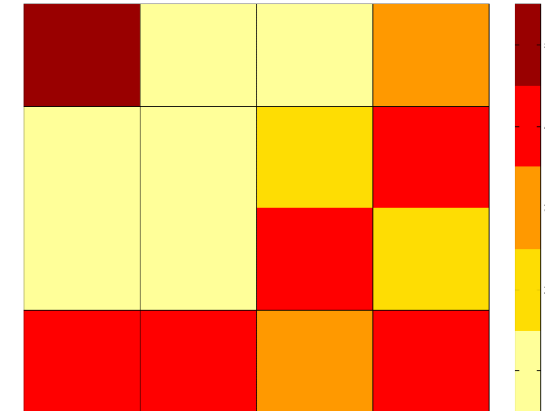
$$FloodingIndex = Coeff_{manning} \times \frac{TWL_{100YRP} \times (\alpha_{GOS} + \alpha_{SETUP})}{Slope_{mdt}}$$

$$I_E = f_E(e_1, e_2, \dots, e_{N_E})$$

Cities Index Centroids



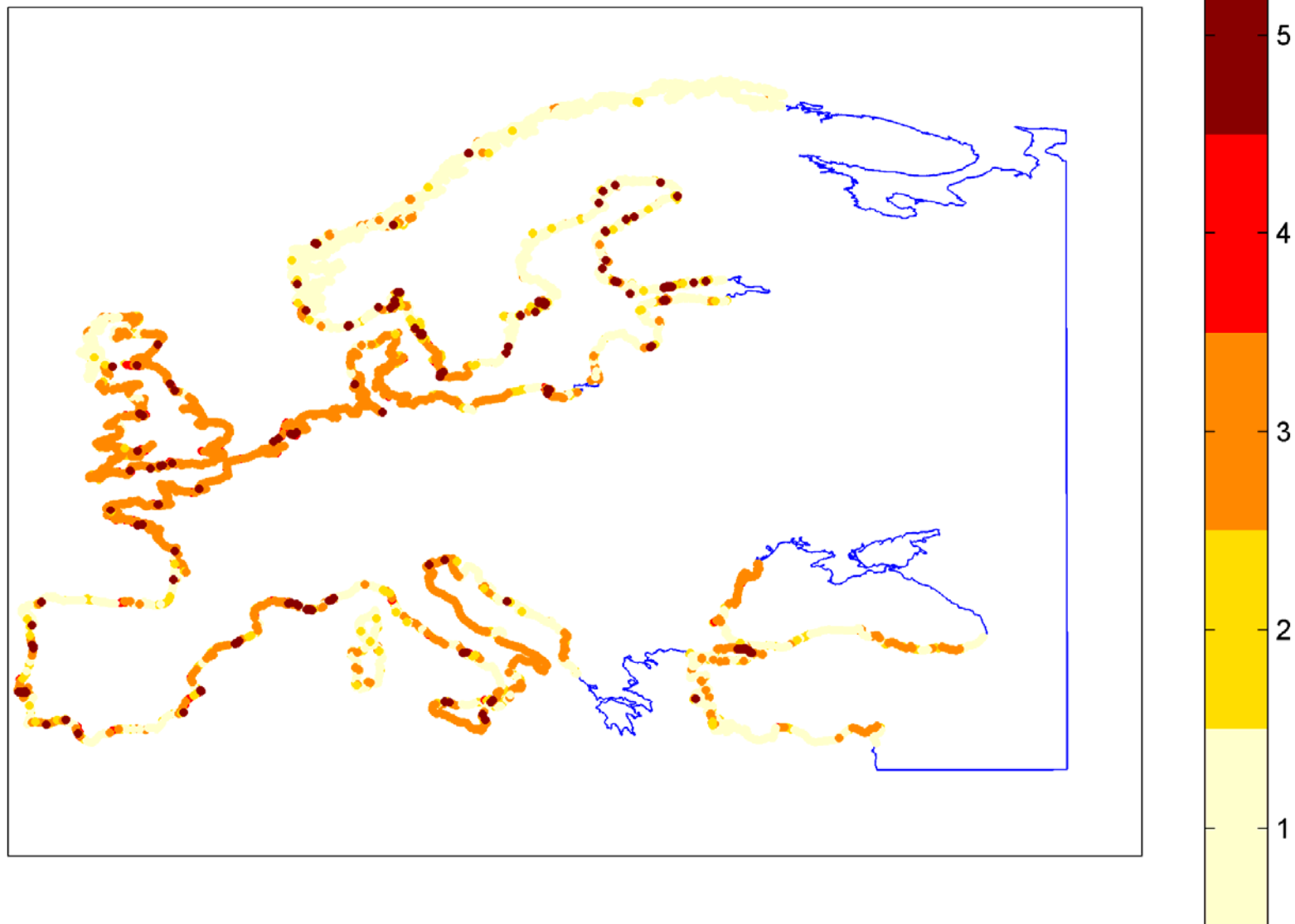
Exposure Index Cities



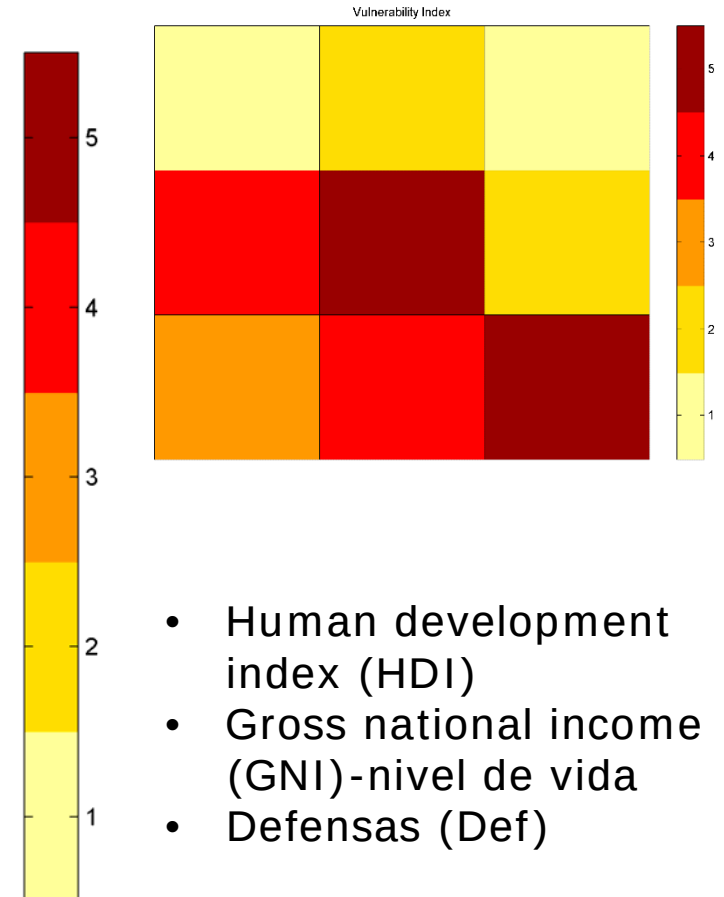
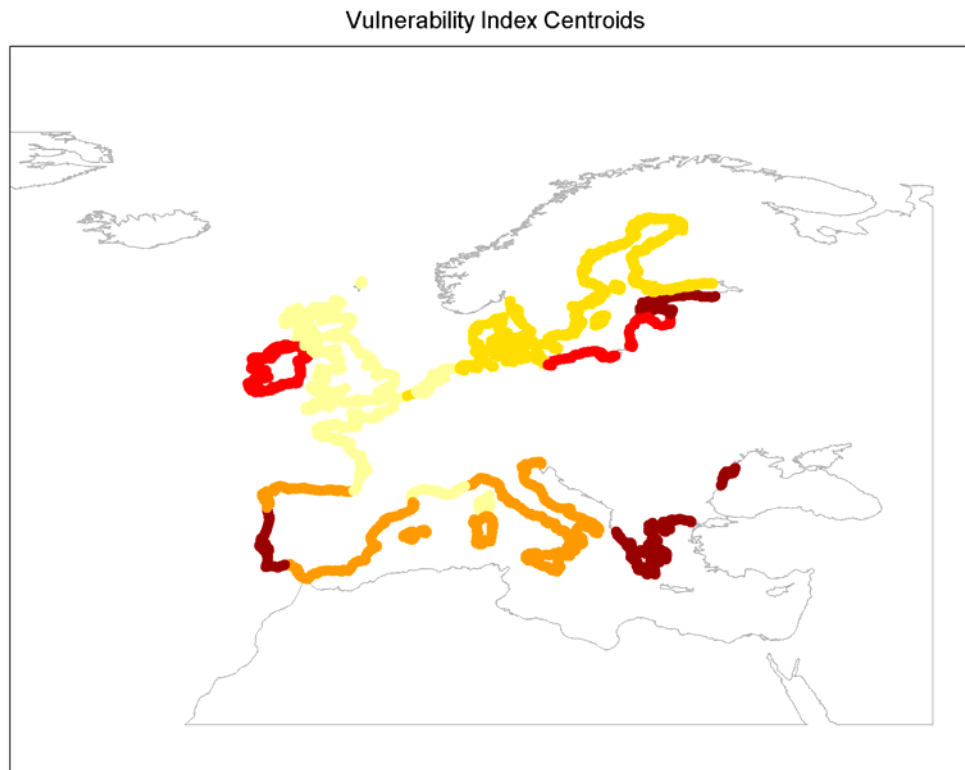
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN PARA CIUDADES

CitiesIndex = Population \times GDP \times (ArtificialSurfaces + UrbanAreas + Infr)

CLASIFICACIÓN SEGÚN INDICADORES SOCIOECONÓMICOS (CITY INDEX)



$$I_V = f_V(V_1, V_2, \dots, V_{N_V})$$

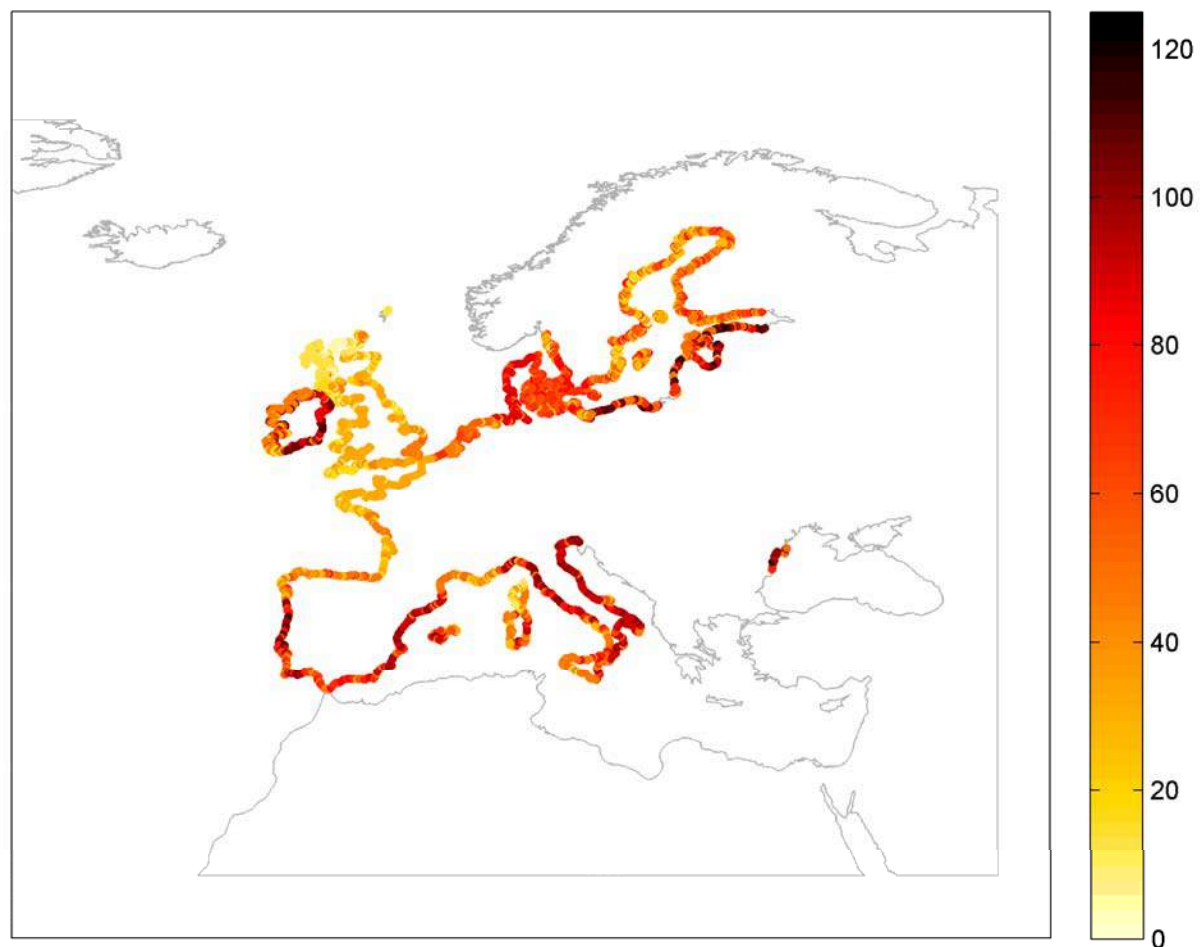


ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

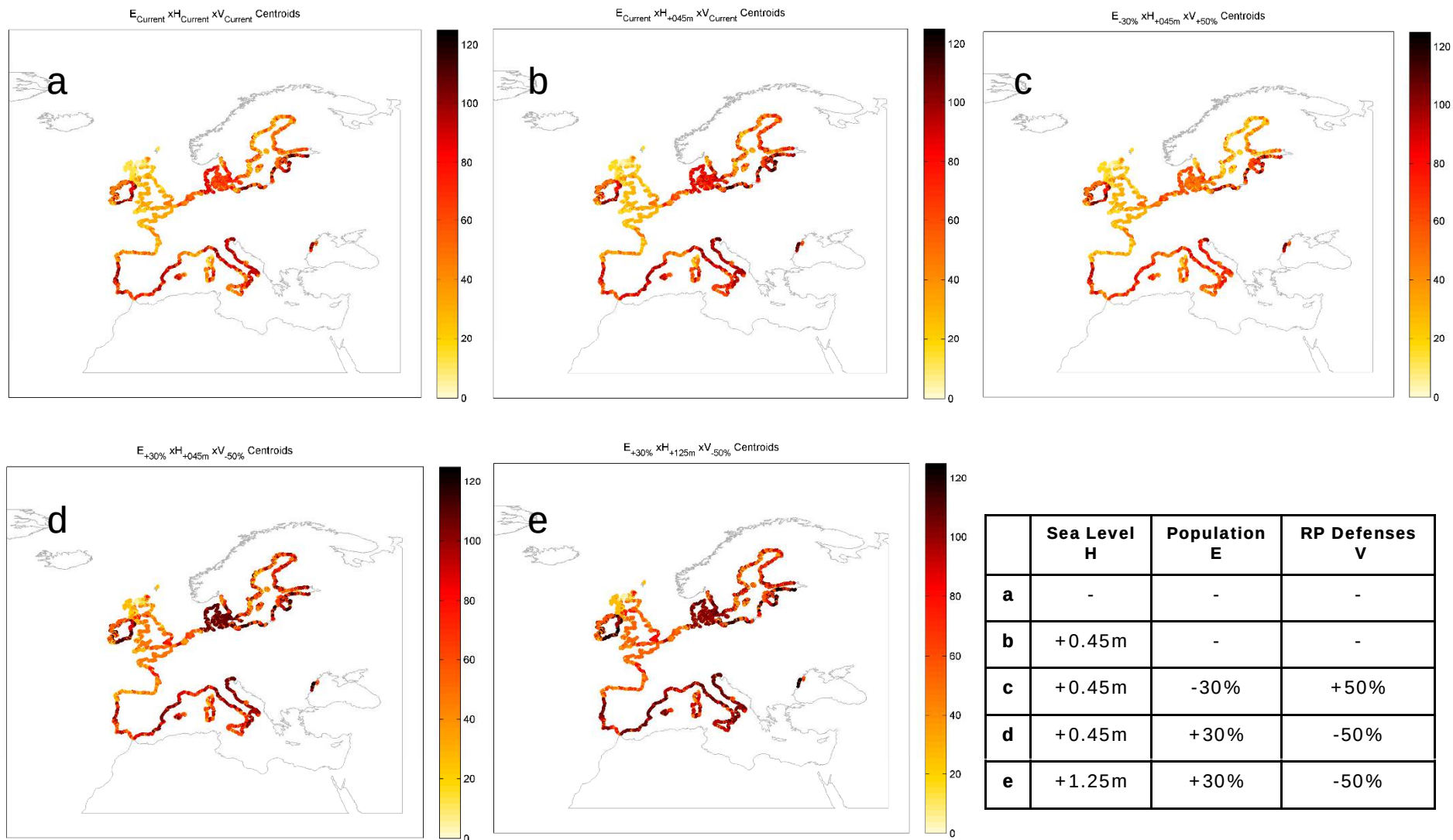
$$VulnerabilityIndex = (1 - GINI) \cdot HDI \cdot \log(Def)$$

$$I_C = I_H \times I_E \times I_V$$

E_{Current} $\times H_{\text{Current}}$ $\times V_{\text{Current}}$ Centroids



$$I_C + \delta I_C$$



ÍNDICE

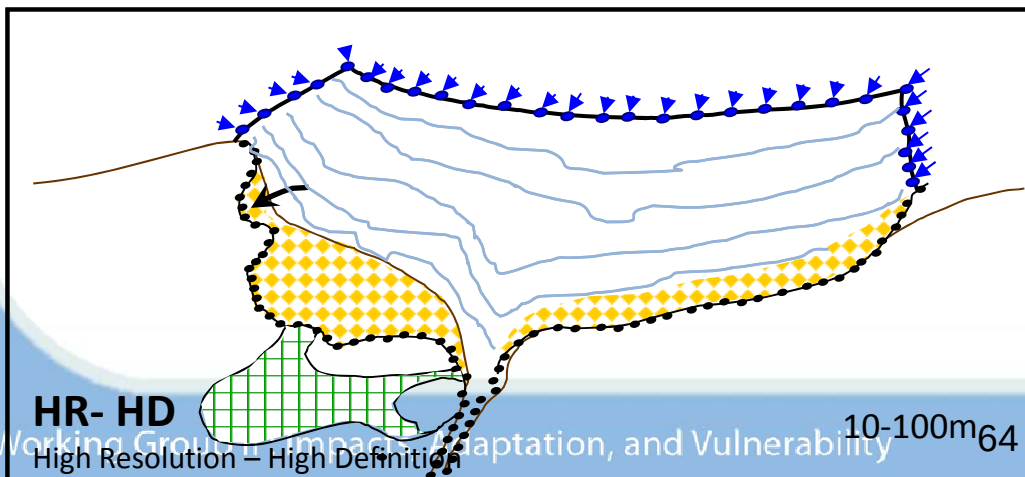
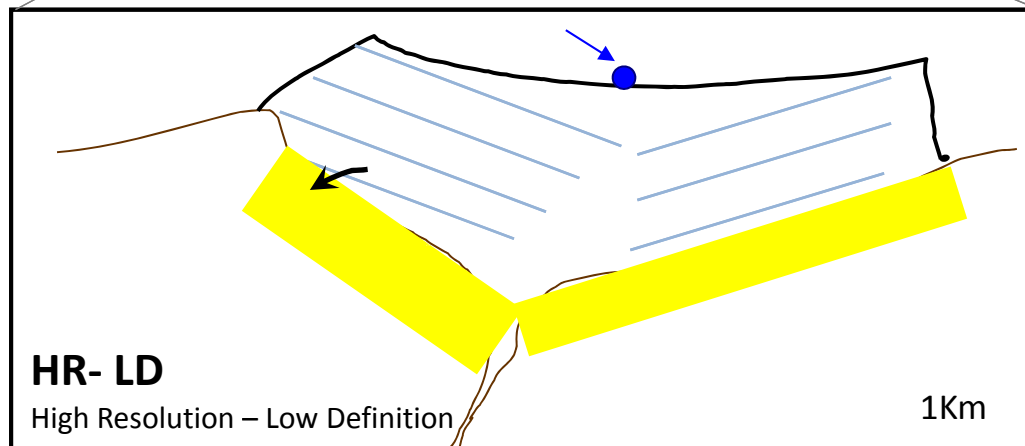
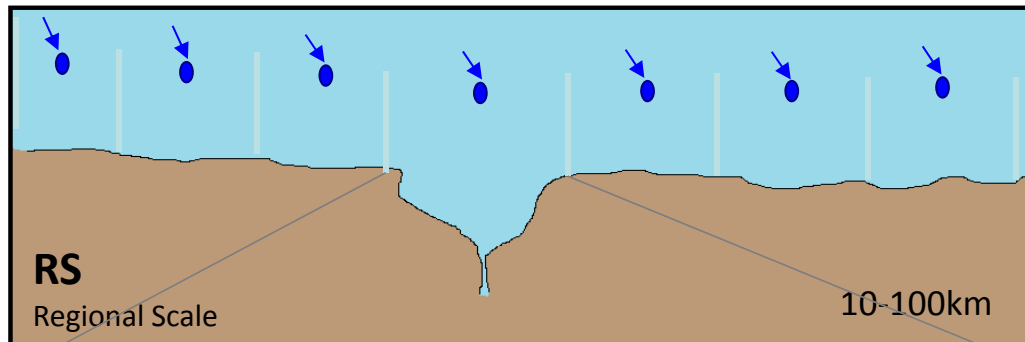
El marco de análisis

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño.

¿Cómo evaluar el impacto a diferentes escalas?



H	E	V	
•Índices univariados para cada amenaza a escala regional	•Macro índices para cada amenaza y sector	•Macro índices para cada amenaza y sector	Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística
Formulación analítica para downscaling de dinámicas • índices univariados para la amenaza	•Macro índices para cada amenaza y sector	•Macro índices para cada amenaza y sector	Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística
•Índices Multivariados para la amenaza •Modelos hidrodinámicos para olas y nivel - Modelos morfodinamic. •Modelos de inundación	• MDT HR	•Distribución espacial de la vulnerabilidad	•Evaluación numérica de daños •Simulaciones multimodelo/casos





2. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

2.2. BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS

2.4. BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

2. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

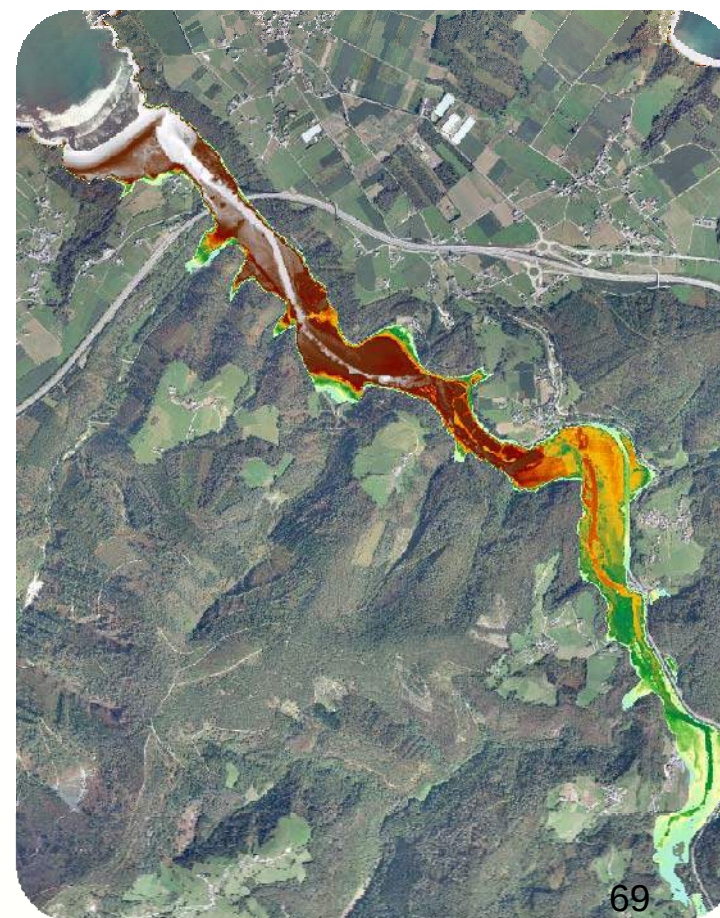
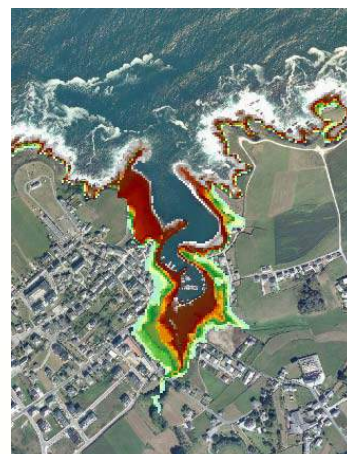
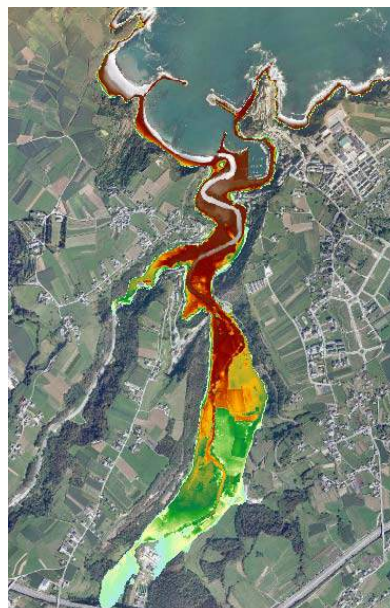
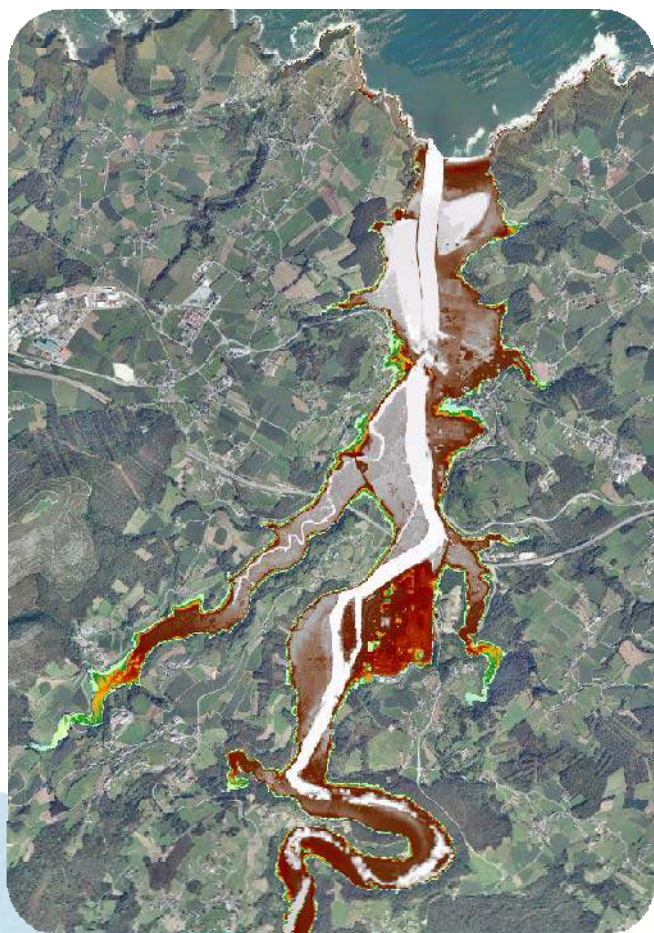
2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

2.2. BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS

2.4. BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

Modelo Digital del Terreno – LiDAR 5 m



2. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

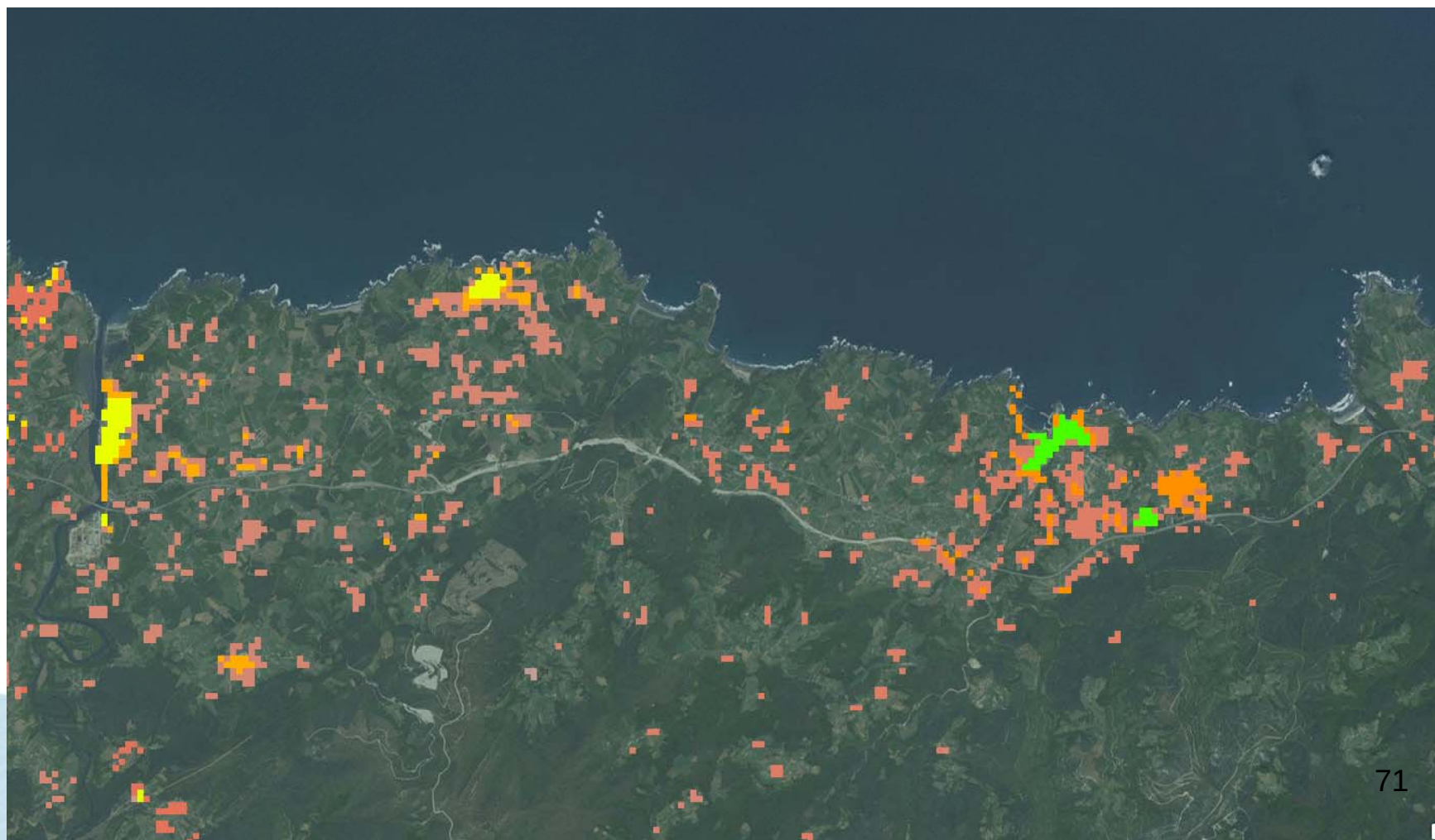
2.2. BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS

2.4. BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

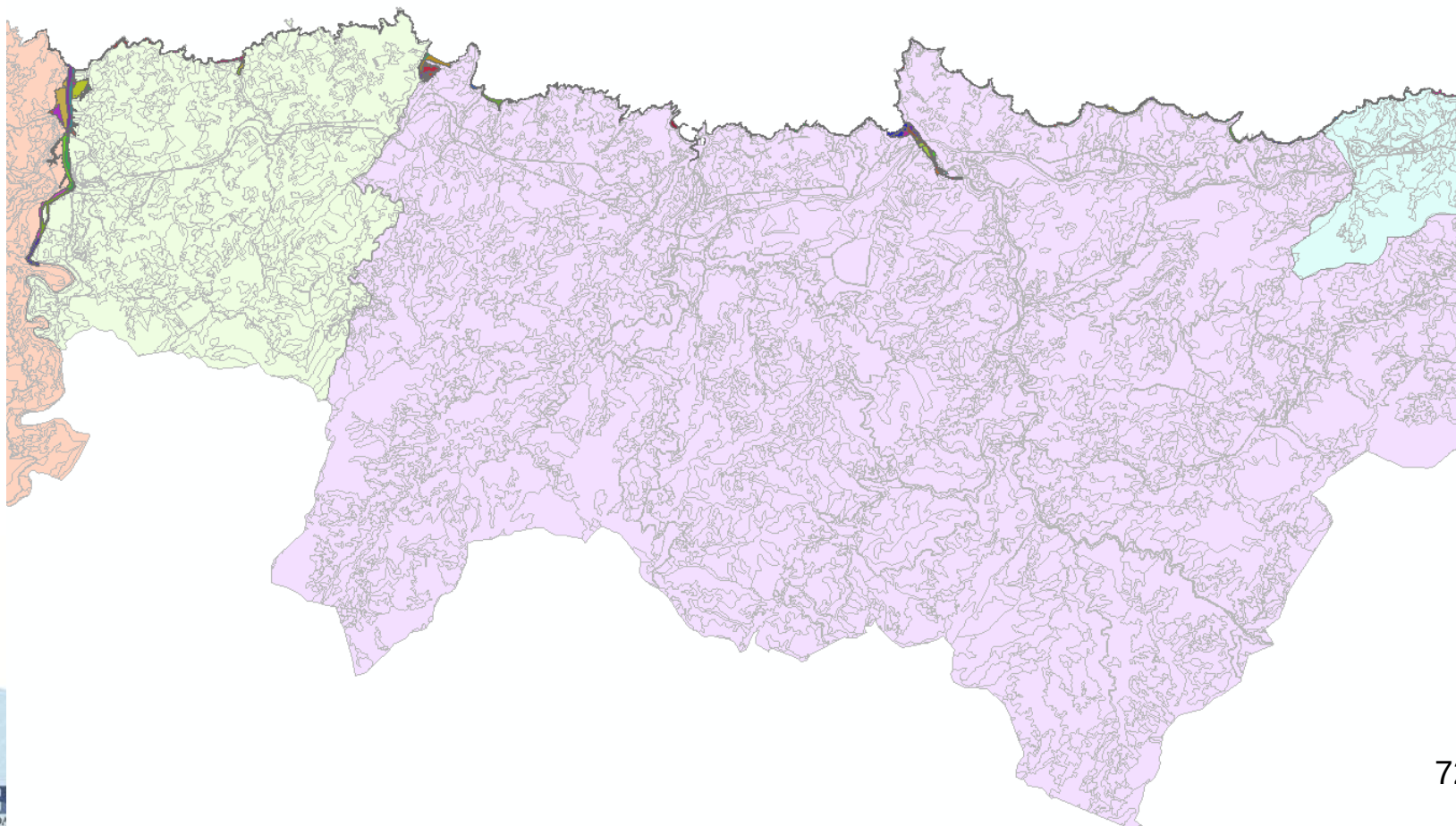
Base de datos de población – JRC (2006)

Resolución espacial = 1 Ha



Base de datos de usos del suelo SIOSE

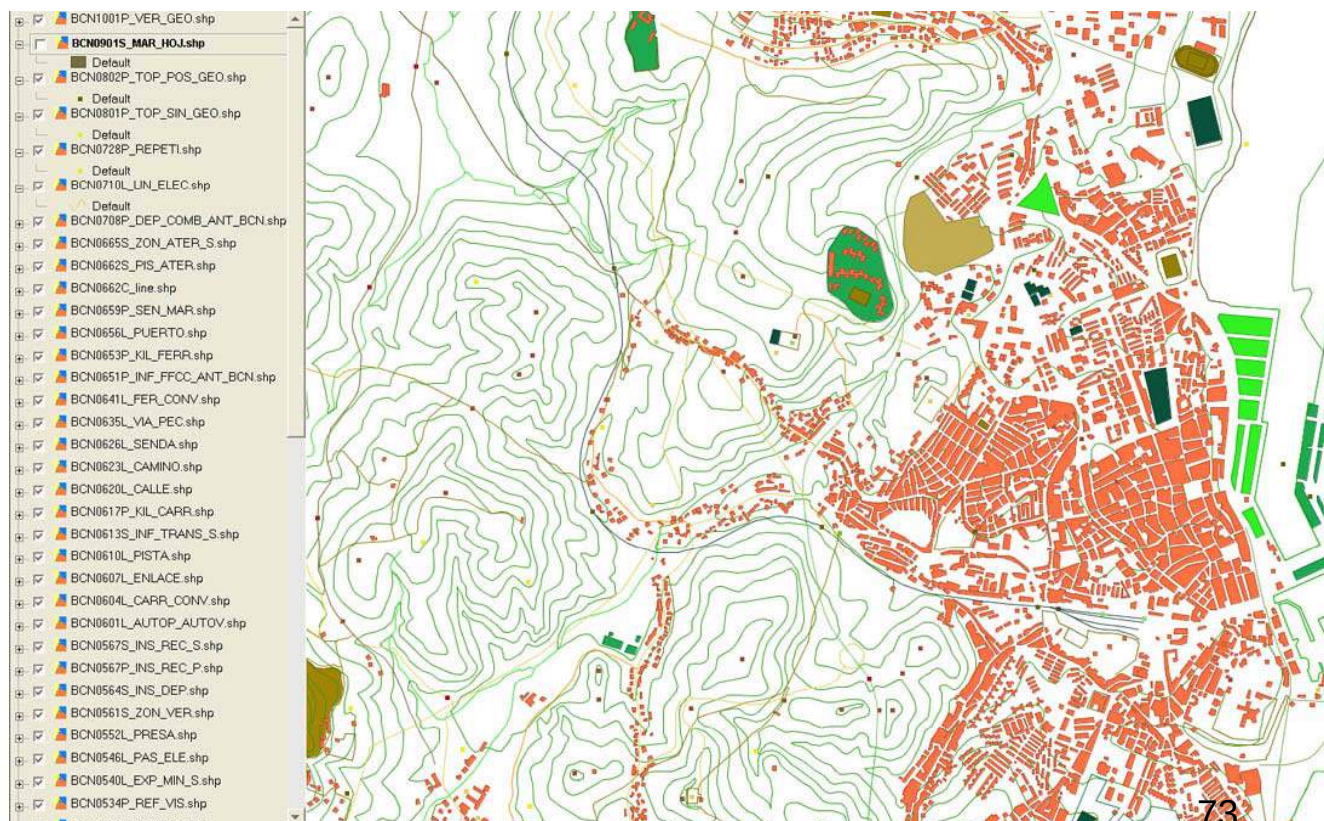
Agrícola, industrial, servicios, urbano...



Base Cartográfica Numérica BCN25/BTN25

Base Cartográfica Numérica 1:25.000. Base de datos geográfica 2D de referencia a escala 1:25.000 que cubre toda España.

- Edificios
- Instalaciones industriales
- Infraestructuras críticas
- Redes de comunicación





Indicadores Socioeconómicos

Renta disponible ajustada neta por habitante desagregada por concejos.

Año de referencia: 2010. En euros.

Fuente: SADEI

Valor añadido bruto a precios básicos según sectores económicos desagregado por concejos. En miles de euros.

Año de referencia: 2010.

Fuente: SADEI

sadei

	Saldo de rentas primarias neto	Renta disponible neta	Renta disponible ajustada neta
ASTURIAS	13,926	14,189	16,814
1 Allande	11,428	12,525	14,744
2 Aller	10,380	14,553	16,854
3 Amieva	9,932	12,174	14,377
4 Avilés	14,481	14,120	16,910
5 Belmonte de Miranda	12,342	14,582	16,329
6 Bimenes	10,485	14,334	16,622
7 Boal	11,734	13,253	15,295
8 Cabrales	11,745	12,930	15,273
9 Cabranes	9,147	11,383	13,773
10 Candamo	11,110	12,871	15,174

	Valor añadido bruto a p.b.	Agricultura y pesca	Industria	Construcción	Servicios
ASTURIAS	19,918,251	320,270	4,573,668	1,609,748	13,414,565
1 Allande	21,475	6,990	725	2,271	11,489
2 Aller	120,062	3,199	32,390	12,471	72,002
3 Amieva	11,114	950	4,027	713	5,424
4 Avilés	1,507,048	9,522	465,307	110,331	921,888
5 Belmonte de Miranda	29,445	2,385	12,486	1,203	13,371
6 Bimenes	12,115	471	1,647	2,182	7,815
7 Boal	23,390	1,807	5,540	1,469	14,574
8 Cabrales	33,097	4,433	5,670	3,341	19,653
9 Cabranes	8,537	910	1,066	936	5,625
10 Candamo	16,124	2,045	289	3,876	9,914
11 Cangas del Narcea	212,877	11,366	47,547	28,195	125,769
12 Cangas de Onís	102,214	4,113	6,032	9,398	82,671
13 Caravia	7,643	258	399	757	6,229
14 Carreño	454,350	4,138	282,495	42,226	125,491
15 Caso	11,171	1,780	562	1,648	7,181

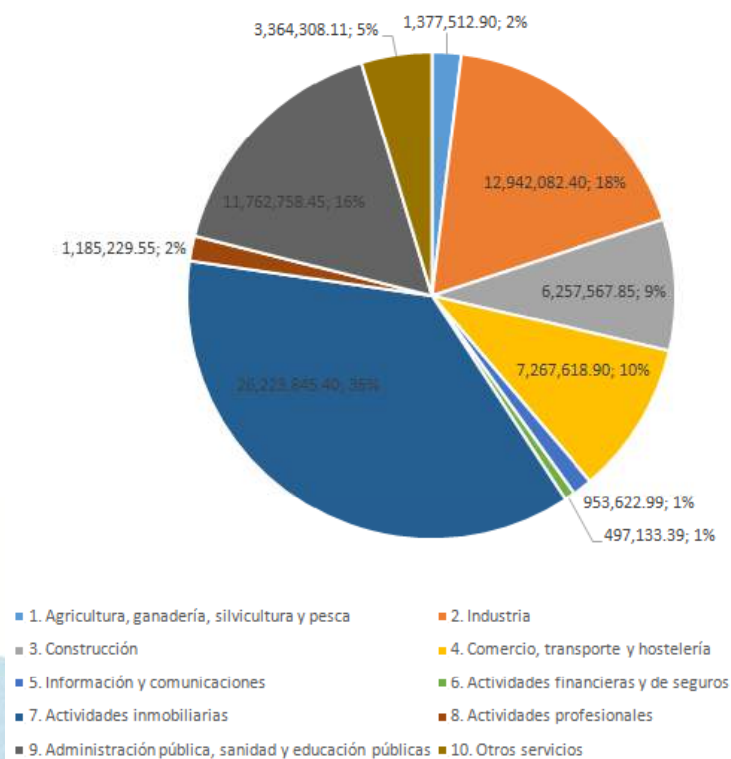
Stock de capital neto agregado a toda la provincia.

Miles de euros constantes de 2006.

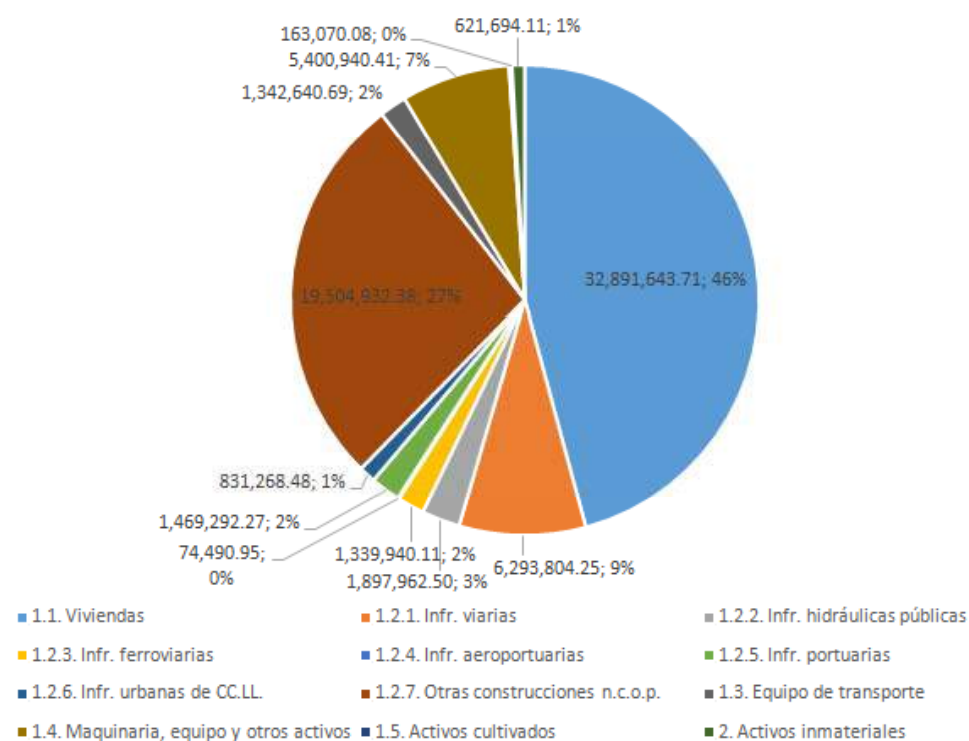
Fuente: Fundación BBVA

Fundación **BBVA**

Stock de Capital Por Ramas de Actividad (Asturias, 2011)
Miles de euros de 2006



Stock de Capital por Tipo de Activos (Asturias, 2011)
Miles de Euros de 2006



2. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

2.2. BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS

2.4. BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

- Las *proyecciones oficiales* pronostican un descenso continuado del 1% anual con un total acumulado para 2029 del 9% de la población actual

FLUJO DE CAPITAL

Valor Añadido Bruto (VAB)

- La tasa de crecimiento interanual del VAB p.c. está en el entorno del 2% presentando crecimientos del 2.5% real en los años 80 y del 1.7% entre 2001 y 2011



IH cantabria

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

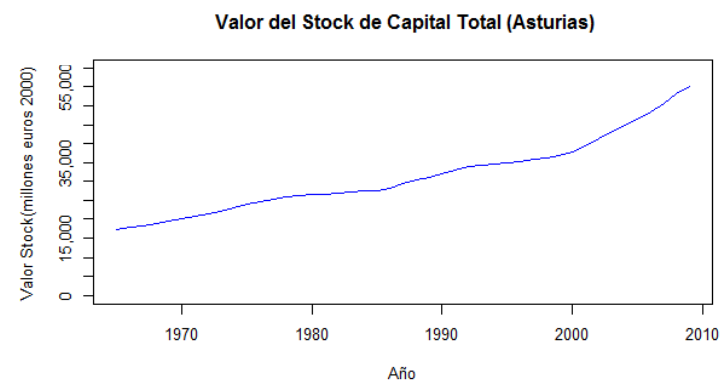
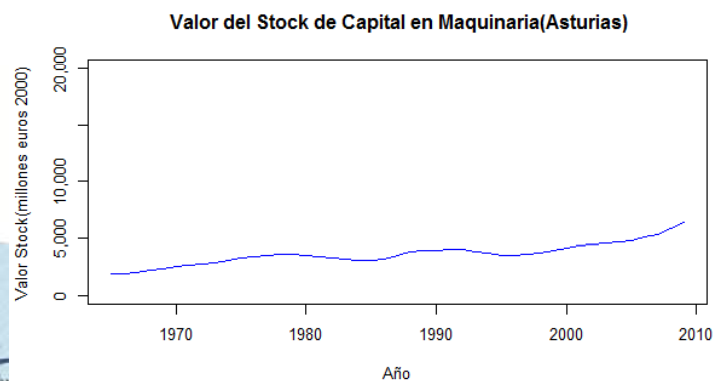
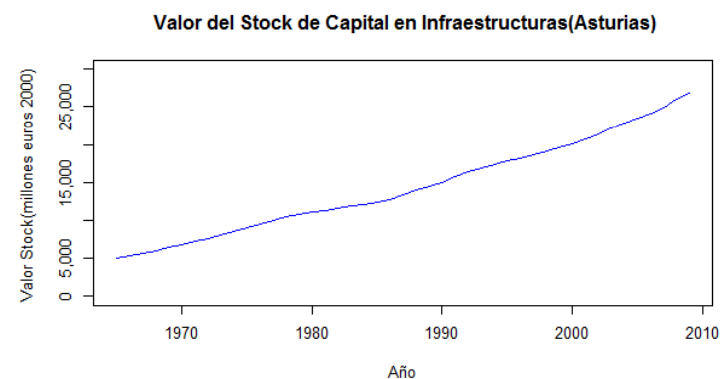
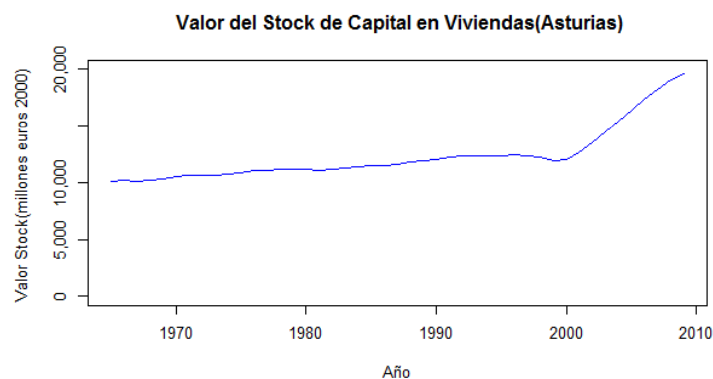
Renta disponible por habitante

- Se observa un crecimiento interanual que oscila entre el 2% y el 3% en términos reales

STOCK DE CAPITAL

- El valor del stock de capital de vivienda ha sufrido una inflexión en el año 2000, entre un periodo de 35 años con un crecimiento del 0.4% anual acumulativo y un periodo de 15 años con un crecimiento promedio del 3.3% en términos reales
- El valor del stock de capital productivo en maquinaria ha venido creciendo a razón del 2.5% anual acumulativo real, con una tendencia sostenida continua.

- El valor del stock de infraestructuras ha venido creciendo a razón del 3.5% acumulativo
- En conjunto, se observa un crecimiento acumulado del stock de capital del orden del 2.4% anual acumulativo



2. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

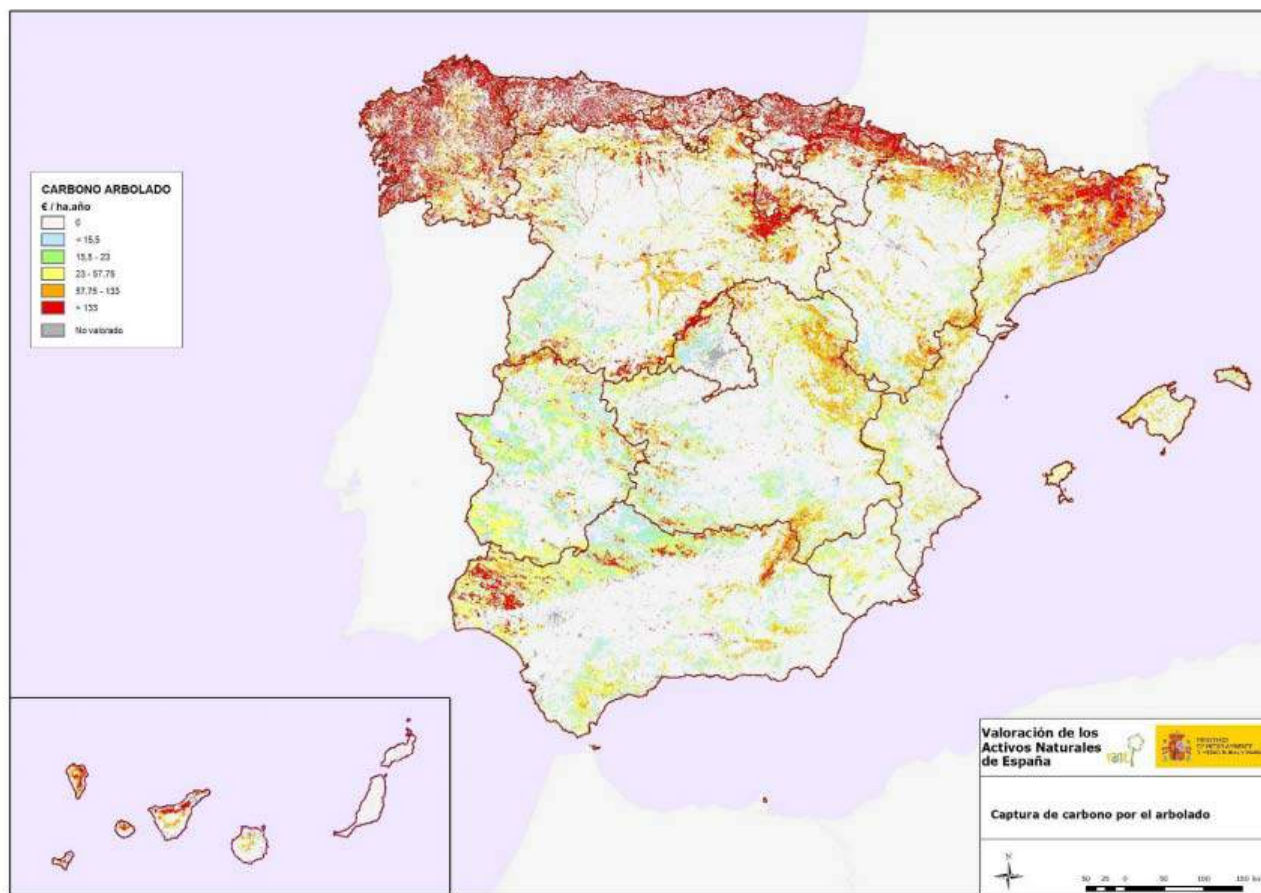
2.2. BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS

2.4. BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

Valoración Servicios Ecosistémicos – VANE

VANE – Valoración de los Activos Naturales de España



Identificación y delimitación de los hábitat amenazados

- Clasificación de los hábitat europeos EUNIS (European Nature Information System)
- Cartografía de hábitat (Directiva 92/43/CE)

Identificación y delimitación de las zonas protegidas

- Lugares de Importancia Comunitaria
- Espacios Naturales Protegidos
- Zonas de Producción de Moluscos y otros invertebrados



Identificación, tipificación y caracterización de las masas de agua de transición y costeras

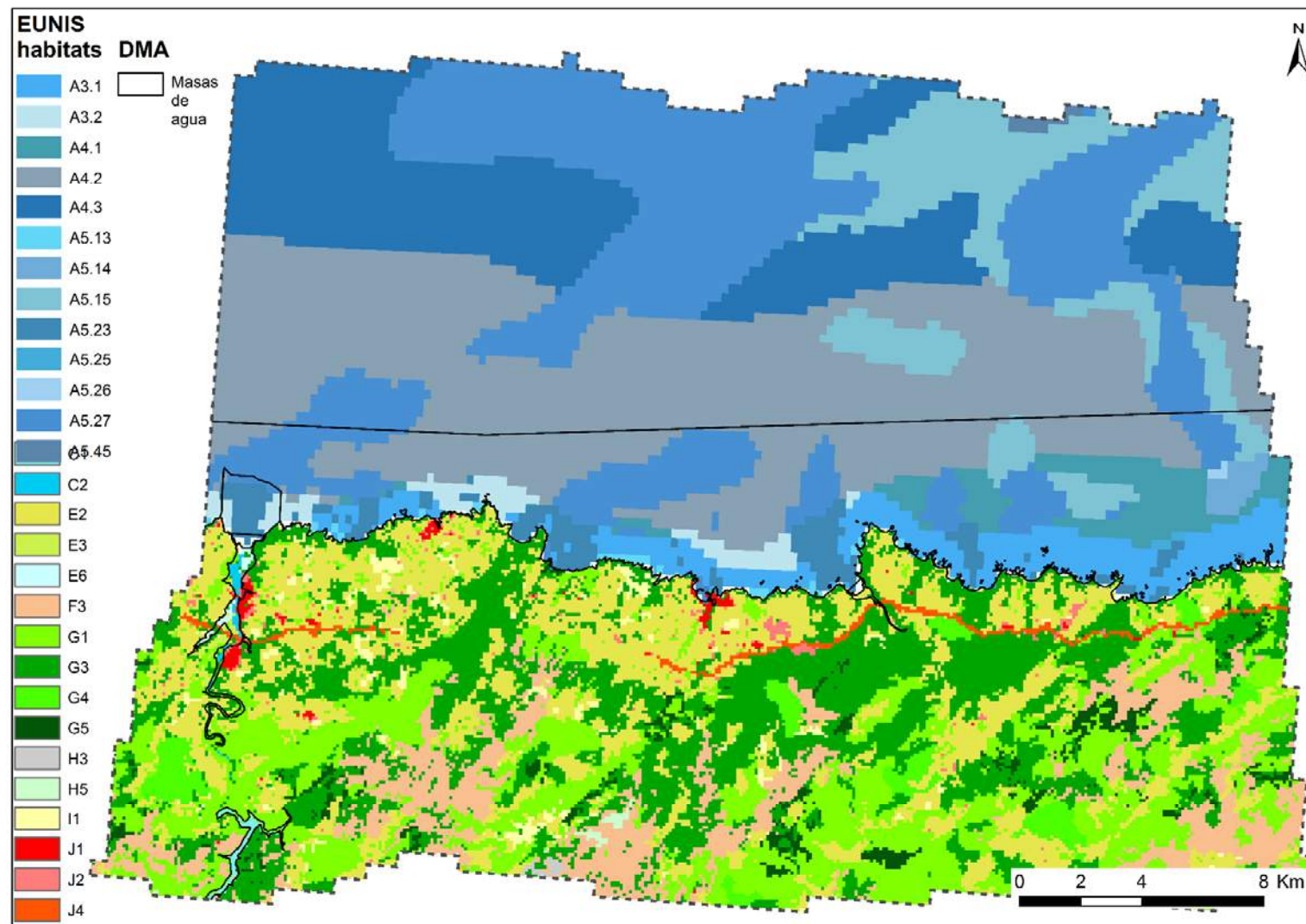
- Plan Hidrológico de la Demarcación del Cantábrico Occidental



- ✓ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 7 de diciembre de 2004 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica atlántica
- ✓ Decreto 38/1994, de 19 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los recursos naturales del Principado de Asturias
- ✓ Orden AAA/1416/2013, de 15 de julio, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español

Cartografía EUNIS

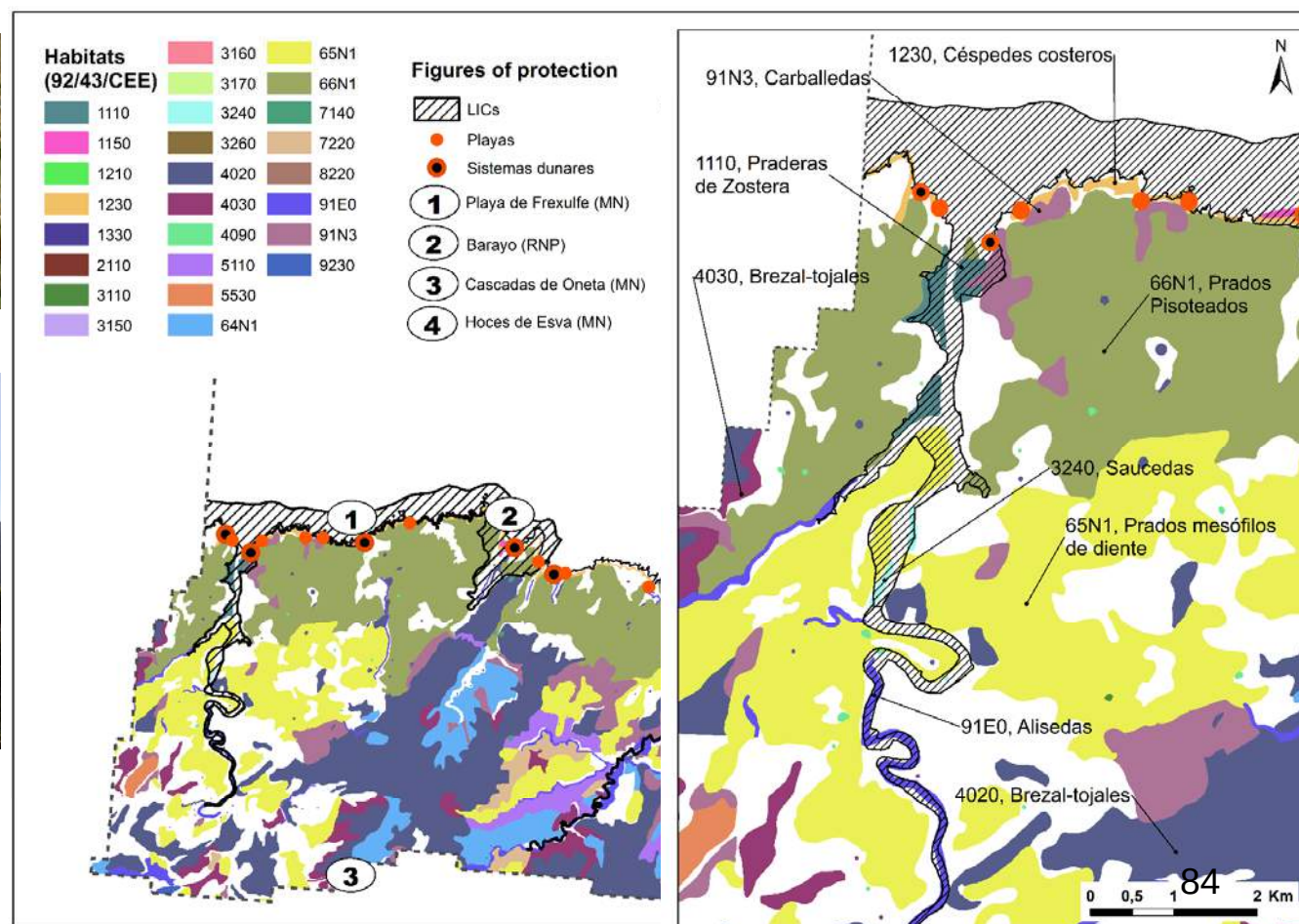
✓ Dominan las praderías



CARTOGRAFÍA HÁBITATS

LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA

ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS



ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS Y OTROS INVERTEBRADOS MARINOS



Las ZZPP se limitan a la zona costera (erizo de mar (*Paracentrotus lividus*, *Echinus esculentus*), erizo viólaceo (*Spaerechinus granularis*))

OTROS RECURSOS MARINOS



BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

NÚM. 131 DE 7-VI-2013

1/2

I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

- OTRAS DISPOSICIONES

CONSEJERÍA DE AGROGANADERÍA Y RECURSOS AUTÓCTONOS

RESOLUCIÓN de 30 de mayo de 2013, de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, por la que se autoriza la extracción de algas de fondo del género *Gelidium* ("ocle").



BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

NÚM. 153 DE 3-VII-2014

1/1

I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

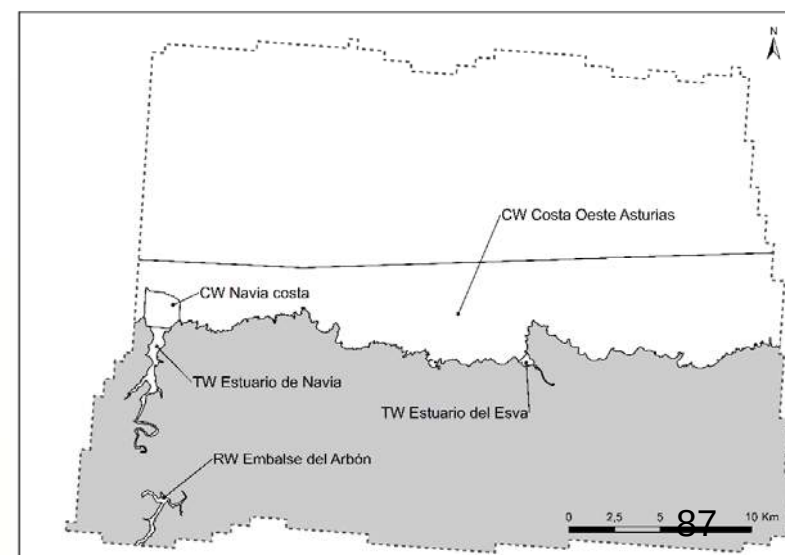
- OTRAS DISPOSICIONES

CONSEJERÍA DE AGROGANADERÍA Y RECURSOS AUTÓCTONOS

RESOLUCIÓN de 26 de junio de 2014, de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, por la que se modifican vedas, con carácter experimental, en determinados planes de explotación del percebe.

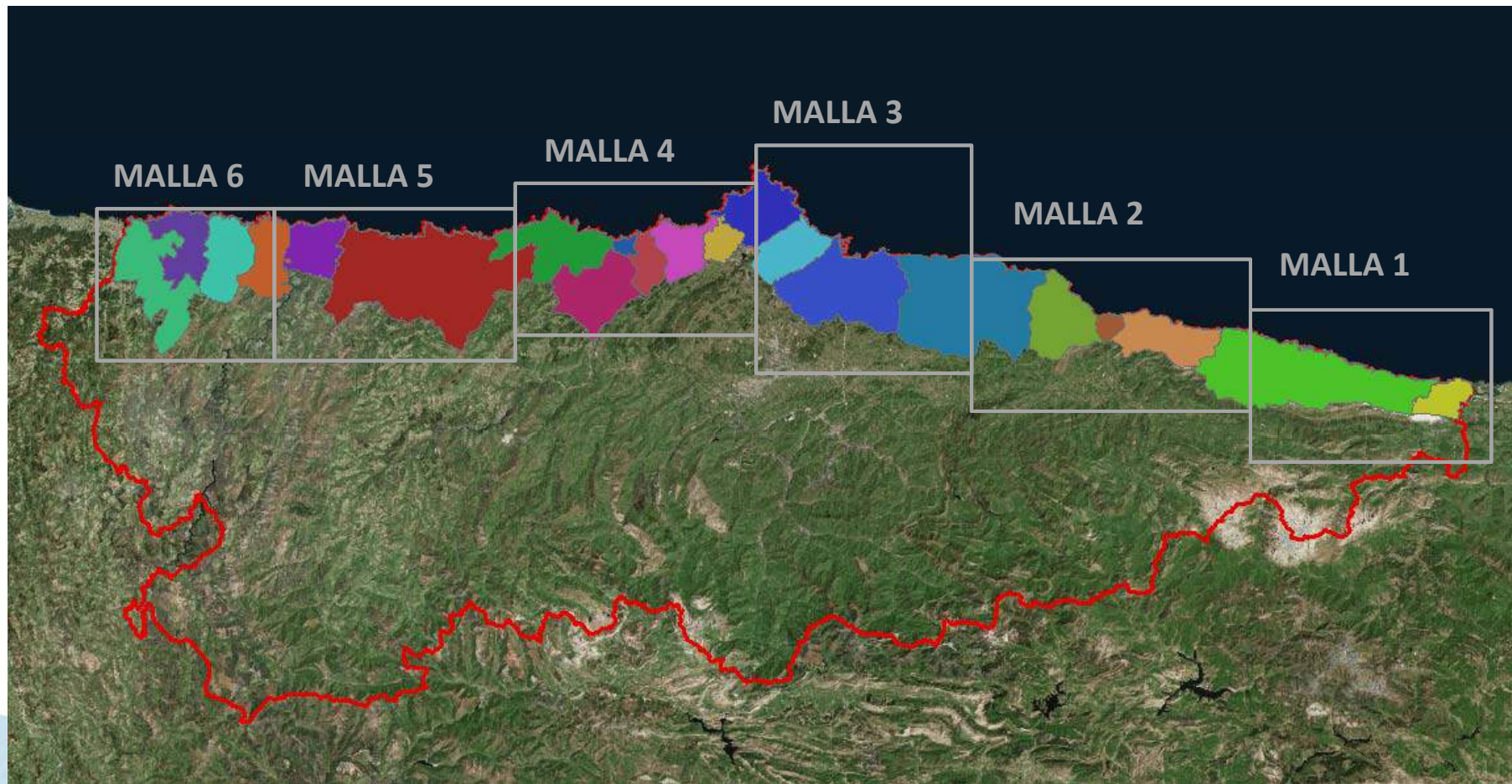


MASAS DE AGUA



High resolution flooding model

Spatial flooding mesh distribution



Ejercicios de sensibilidad

Marea Astronómica + Lluvia (Runoff + Precipitación Local)

Value (m)
High : 6,24795
Low : 3,40462e-006



STOCK DE CAPITAL VIVIENDA AFECTADO

METODOLOGÍA

BASE DE DATOS:
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL
DE VIVIENDAS (IGN)

ESCENARIOS DE
INUNDACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LAS
VIVIENDAS AFECTADAS

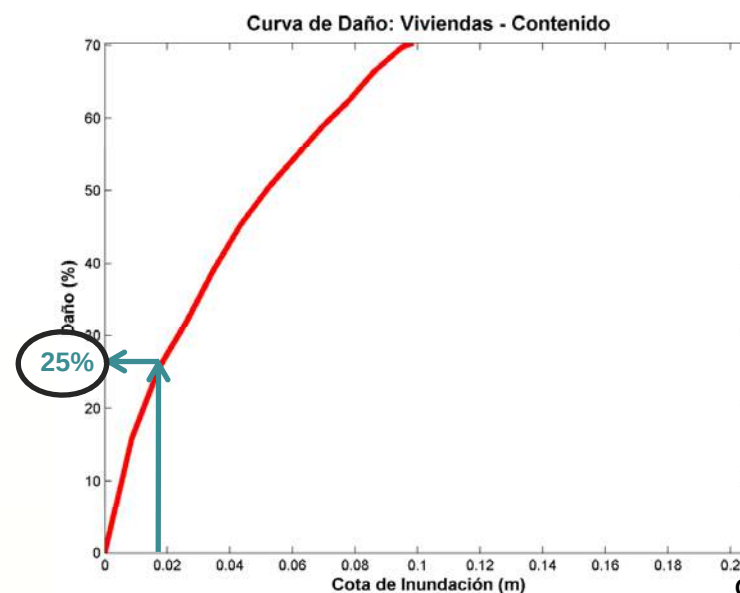
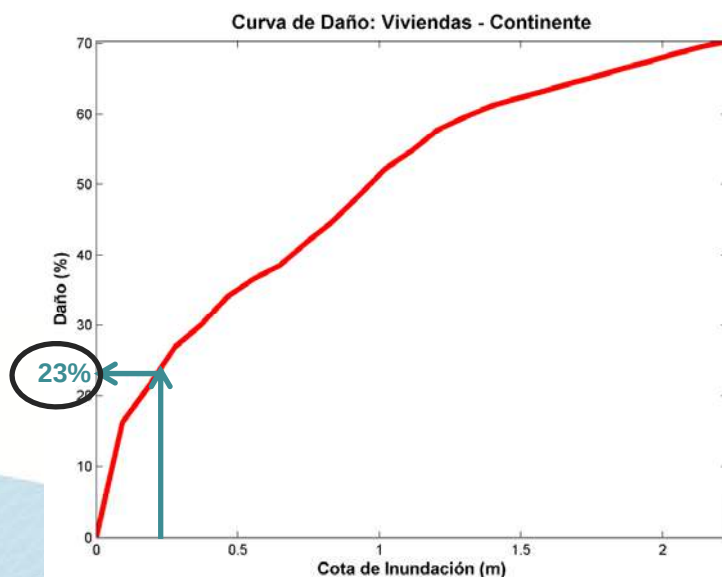
DETERMINACIÓN DE LA
COTA DE INUNDACIÓN
DE CADA VIVIENDA
AFECTADA

DETERMINACIÓN DEL
STOCK DE CAPITAL
AFECTADO (€)

CORRECCIÓN POR
RENTA SEGÚN CONCEJO

MINORACIÓN DEL DAÑO (€)

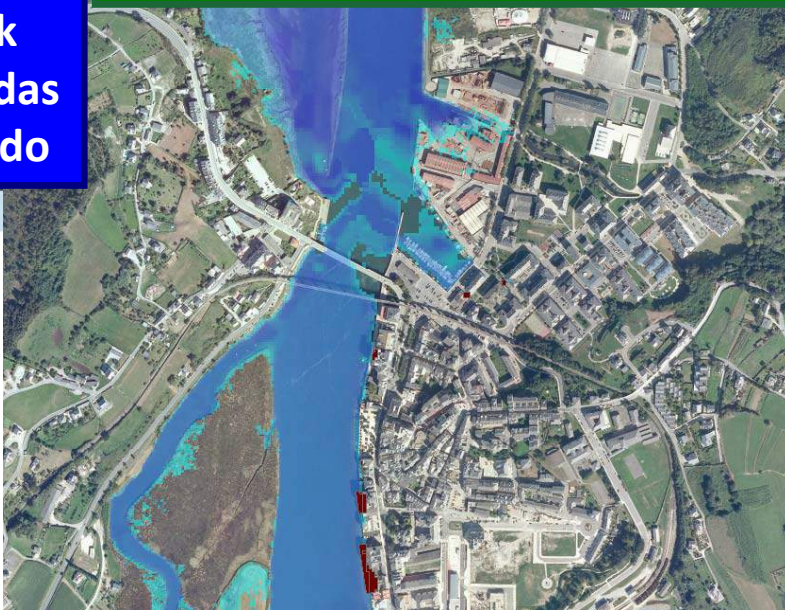
APLICACIÓN DE LAS
CURVAS DE DAÑO (CASO:
EVENTOS EXTREMOS)



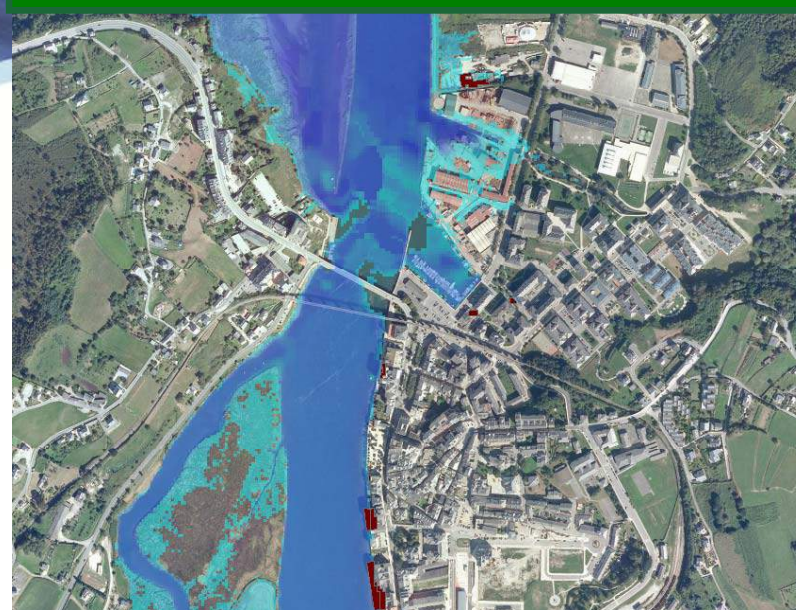
NAVIA

Stock
Viviendas
afectado

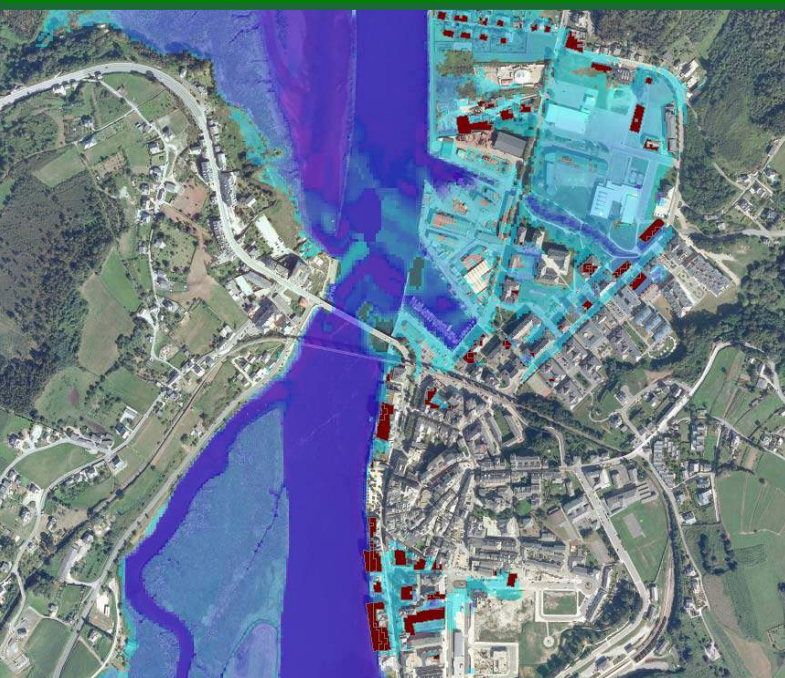
Escenario 1.- CLIMA PRESENTE Tr=100



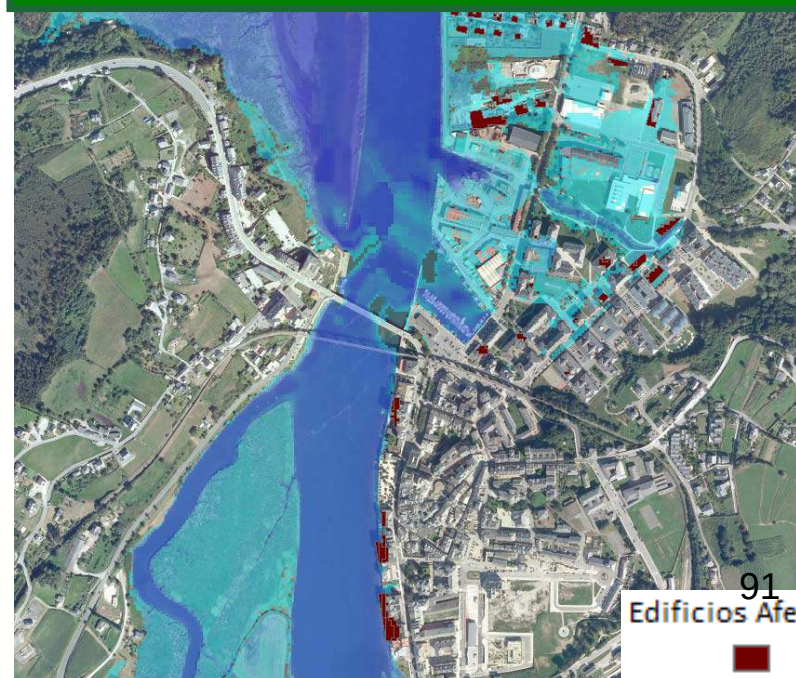
Escenario 4.- MEDIO PLAZO SLR=0.24 m + Tr=100



Escenario 9.- LARGO PLAZO SLR=1.5 m



Escenario 11.- LARGO PLAZO SLR=0.65 m + Tr=100



91

Edificios Afectados



Exposição e vulnerabilidade: dados, ferramentas e indicadores

**Metodologia, ferramentas e bases de dados para gestão de riscos às
mudanças do
clima em zonas costeiras: Uma proposta de aplicação para costa brasileira**
Brasília, 24 a 26 de novembro de 2015

Iñigo J. Losada (losadai@unican.es)