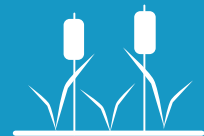


NAP Costas

Plan Nacional de
Adaptación Costera
de Uruguay

Documento preparatorio

**Informe técnico sobre los resultados
del proyecto. Escala nacional**





IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



IH cantabria



**DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS
IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
LA ZONA COSTERA DE URUGUAY**

**ENTREGABLE 4.1. INFORME TÉCNICO SOBRE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO. ESCALA
NACIONAL**

Han elaborado este informe:

Ing. Patricia González-Lamuño

Dr. Saúl Torres-Ortega

Dr. Alexandra Toimil

Prof. Raúl Medina

Ing. Moisés Álvarez Cuesta

Ing. Sara Sanz Sáenz

Tec. Sheila Abad

Además, han participado en el proyecto:

Dr. Paula Camus

Dr. Melisa Menéndez

Dr. Marta Ramírez

Dr. Pedro Díaz-Simal

Ing. Juan Ortiz

El proyecto se ha desarrollado bajo la dirección del Prof. Iñigo Losada Rodríguez.

En este documento se utiliza la coma (p.ej. 85,32) como indicador decimal, y el punto (p.ej. 250.000) como separador de miles y millones.

Fotografía de portada: Faro de José Ignacio. Departamento de Maldonado. Autor Lorisstragliotto, bajo licencia CC BY-SA 3.0.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	- 2 -
Resumen Ejecutivo	4
Riesgo debido a inundación costera	4
Riesgo debido a erosión costera	9
1 Antecedentes	14
2 Metodología	14
3 Riesgo debido a inundación costera.....	15
3.1 Exposición.....	16
3.2 Vulnerabilidad	19
3.3 Peligrosidad	21
3.4 Riesgo de inundación: resultados cuantitativos integrados a escala nacional	24
3.4.1 Población	24
3.4.2 Activos construidos	30
3.4.3 Infraestructuras críticas.....	34
3.4.4 Ecosistemas	36
4 Riesgo debido a erosión costera	41
4.1 Exposición.....	41
4.2 Vulnerabilidad	44
4.3 Peligrosidad	45
4.4 Riesgo de erosión sobre playas: resultados cuantitativos integrados a escala nacional	50
4.4.1 Eventos extremos de erosión	50
4.4.2 Erosión estructural	56
5 Resultados espaciales.....	60
5.1 Inundación costera	61
5.1.1 Peligrosidad	61
5.1.2 Exposición.....	64
5.1.3 Riesgo	70
5.2 Erosión costera	84
5.2.1 Peligrosidad	84
5.2.2 Exposición.....	88
5.2.3 Riesgo	90

6	Referencias	95
7	Anexo I: Ejemplos de mapas de resultados en formato A3	96
7.1	Inundación costera	96
7.2	Erosión costera	116

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento es uno de los productos resultado del proyecto “Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay” financiado por CTCN y recoge los resultados de la evaluación del riesgo de inundación y erosión en la costa de Uruguay a escala nacional, con una cobertura superior a los 700 km.

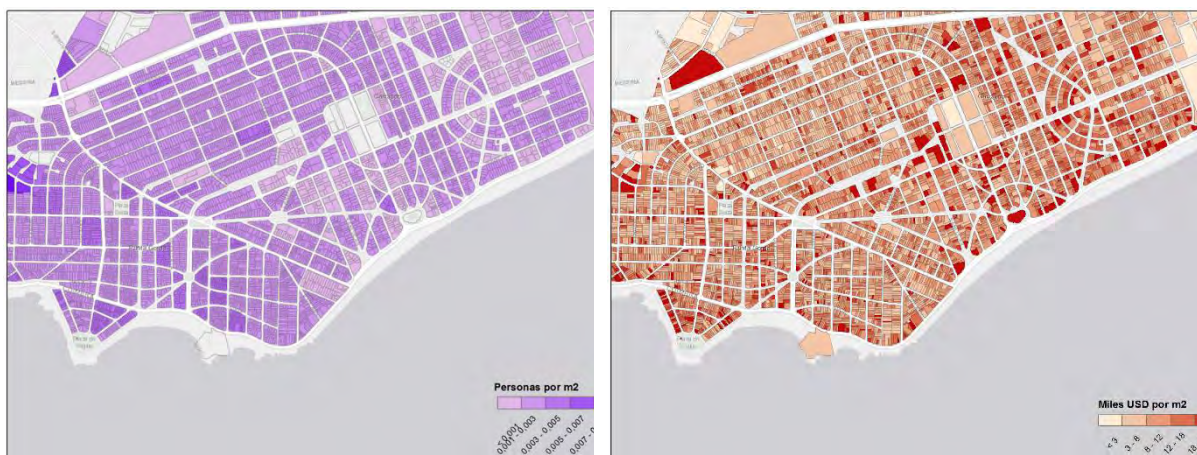
En términos generales, esta metodología se sustenta sobre el marco general establecido en IPCC (2014) que, para un impacto o conjunto de impactos determinados, evalúa el riesgo sobre el sistema socioeconómico y natural de la costa, como la integración de tres componentes: peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. El riesgo puede así evaluarse para el presente o para horizontes futuros para diferentes escenarios de cambio climático.

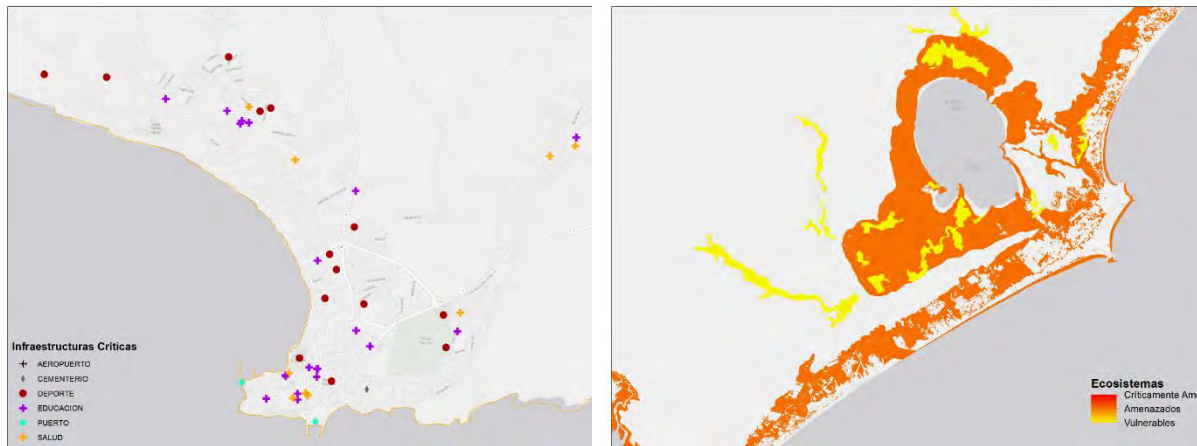
La metodología empleada puede encontrarse con detalle en el Entregable D4.2 (IHCantabria, 2019).

A continuación, se resumen los comentarios más destacables de los resultados obtenidos.

Riesgo debido a inundación costera

El análisis de riesgo realizado ha tenido en cuenta como elementos de exposición la población, los activos construidos (distinguidos en las categorías de residencial, industrial y de servicios), las infraestructuras críticas (que engloba aeropuertos, cementerios, centros educativos, puertos y centros de salud y hospitales) y ecosistemas (diferenciados en vulnerables, amenazados y críticamente amenazados). Para cada uno de estos elementos se ha definido una función de vulnerabilidad propia que determina cómo se ven afectados por la intensidad de la inundación.





Con relación a la peligrosidad:

- Se observa que la superficie inundada en el presente oscila entre las 7.000 y las 12.000 hectáreas, en función del periodo de retorno del evento considerado. Esta superficie aumenta a medida que aumenta el horizonte temporal y es mayor en el escenario RCP8.5 que en el RCP4.5.
- Los incrementos de superficie inundable que se esperan a final de siglo con respecto al presente representan una media del 43% (entre el 37% y el 47%), pasando de las 7.000 hectáreas en el presente para un periodo de retorno de 5 años a 10.500 hectáreas, y de las 12.000 a las 16.369 hectáreas para un periodo de retorno de 500 años considerando el valor medio de ANMM del escenario RCP8.5.
- En los escenarios futuros, los eventos que en el presente suceden con periodos de retorno elevados (baja probabilidad), sucederán más a menudo (mayor probabilidad, menor periodo de retorno). Así, situaciones que en el presente tienen lugar con 500 años de periodo de retorno (probabilidad de 0,002), generando inundaciones de más de 11.000 hectáreas, en el año 2050 sucederán con un periodo de retorno de menos de 100 años (probabilidad de 0,01), y en el año 2100 podrán suceder inundaciones con un periodo de retorno de menos de 25 años en el escenario RCP4.5, y de menos de 10 años de periodo de retorno en el escenario RCP8.5.

Con relación al riesgo observado para la población:

- El número de personas afectadas en el presente aumenta con el periodo de retorno de los eventos extremos considerados, con valores que oscilan entre varios cientos para un periodo de retorno de 5 años, hasta varios miles para un periodo de retorno de 500 años.
- Para cualquier horizonte y periodo de retorno el número de personas afectadas se incrementa a medida que el umbral de afección utilizado para definir la vulnerabilidad a la inundación disminuye.
- Para las proyecciones futuras, el número de personas afectadas se incrementa con el horizonte temporal, es decir, hay más personas potencialmente afectadas en 2100 que en 2050, y para

un mismo horizonte (2100) el número de personas potencialmente afectadas es mayor para el RCP8.5 que para el RCP4.5.

- Asimismo, para un periodo de retorno, escenario y horizonte determinados, el número de personas potencialmente afectadas se incrementa con el percentil de aumento del nivel del mar considerado.
- En términos porcentuales y considerando todas las simulaciones realizadas, en el mejor de los casos, las personas potencialmente afectadas se incrementarán en un 115% (horizonte 2100, escenario RCP4.5), mientras que en el peor de los escenarios (horizonte 2100, escenario RCP8.5) el incremento será del 200% con respecto al presente, tanto para el umbral de 0,30 como de 0,01 m. Téngase en cuenta que las simulaciones realizadas asumen que la población en los horizontes futuros se mantiene tal y como es en el presente. En el caso de que se produzca un incremento en la ocupación de la zona costera susceptible de verse inundada ante diferentes escenarios de cambio climático, los valores aquí calculados serán superados.
- En el peor de los casos considerados (periodo de retorno de 500 años, escenario RCP8.5, horizonte 2100), en términos absolutos, unas 10.000 personas se verán afectadas si se considera un umbral de afección de 0,01 m.
- Impactos sobre la población que en el presente tienen lugar con una probabilidad de 0,002 (periodo de retorno de 500 años), en el año 2050 tendrán lugar con una probabilidad de 0,01, y en el año 2100 con probabilidades de 0,02 (50 años de periodo de retorno) o de 0,1 (10 años de periodo de retorno) para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 respectivamente.

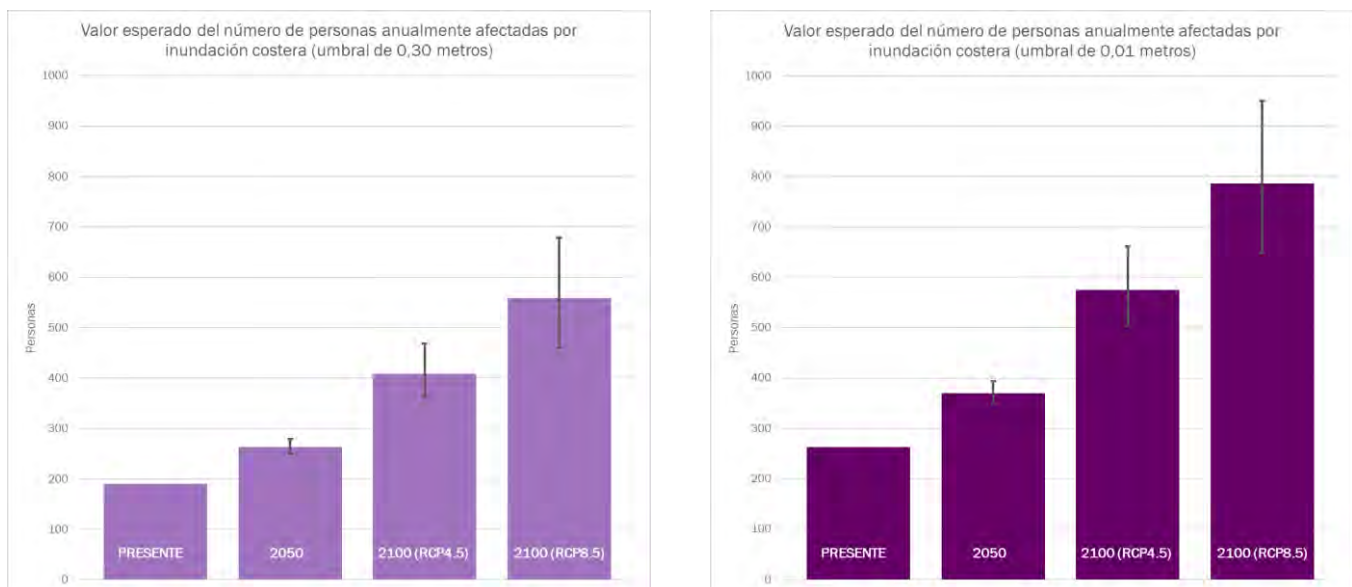


Figura 1. Valor esperado del número de personas anualmente afectadas por inundación costera, haciendo uso de diferentes umbrales para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas

- Para cualquiera de las situaciones analizadas, las intendencias más afectadas son Colonia, Canelones y Montevideo.
- Para el horizonte 2100 y el escenario RCP8.4 son Canelones, Montevideo y San José las intendencias que sufren un mayor aumento en las personas potencialmente afectadas por la inundación, en comparación con el presente.

Con relación al riesgo observado para los activos construidos:

- Los daños sobre los activos construidos en el presente aumentan con el periodo de retorno de los eventos extremos considerados, con valores que oscilan entre los 26 y los 65 millones de USD para un periodo de retorno de 5 años y de 500 años respectivamente.
- Para las proyecciones futuras, los daños sobre los activos construidos se incrementan con el horizonte temporal: se produce un mayor daño en 2100 que en 2050, y para un mismo horizonte (2100) los daños esperados son mayores para el RCP8.5 que para el RCP4.5.
- Para un periodo de retorno, escenario y horizonte determinados, los daños sobre activos construidos se incrementan con el percentil de aumento del nivel del mar considerado.
- En cualquiera de los escenarios se comprueba que los mayores daños los sufren los activos residenciales, representando aproximadamente el 50% de los daños sobre todos los activos construidos. La siguiente categoría con mayor cantidad de daños es la de servicios, experimentando menores daños los activos industriales y el resto de los activos no catalogados.
- En términos porcentuales y considerando todas las simulaciones realizadas, en el mejor de los casos, los daños sobre activos construidos para el horizonte 2100 se incrementarán en un 70% (escenario RCP4.5) y en el peor de los casos (escenario RCP8.5) en un 130% con respecto al presente. Al igual que sucedía con la población, estas simulaciones asumen que los activos construidos en los horizontes futuros se mantienen tal y como son en el presente. En el caso de que se produzca un incremento en la ocupación de la zona costera susceptible de verse inundada ante diferentes escenarios de cambio climático, los valores aquí calculados serán superados.
- Eventos que en el escenario presente producen daños por valor de 65 millones de USD sobre los activos construidos, suceden con una frecuencia de 500 años de periodo de retorno. Sin embargo, en el año 2050, eventos de igual cuantía serán más frecuentes (alrededor de 100 años de periodo de retorno), y en el año 2100 podrán experimentarse con periodos de retorno de entre 25 (escenario RCP4.5) y 10 años de periodo de retorno (escenario RCP8.5).

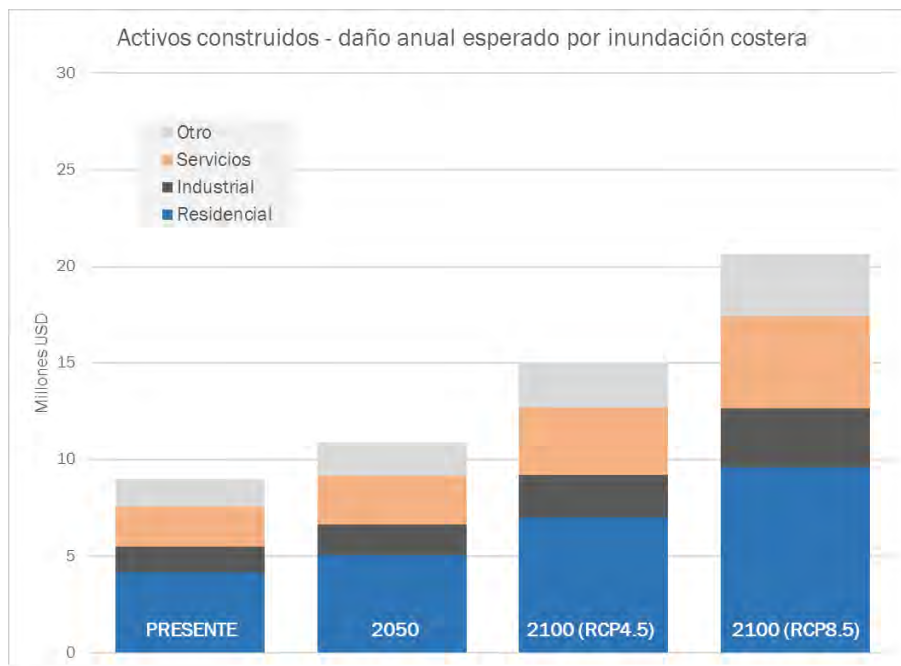


Figura 2. Daño anual esperado sobre los activos construidos por inundación costera separado por tipología de la construcción. Expresado en millones de USD (estimación en base a datos catastrales).

- Para cualquiera de las situaciones analizadas, la intendencia con mayores daños esperados es Maldonado, que va perdiendo peso relativo en los daños totales en el país, pasando de un 69% en el presente a un 39,7% en el 2100 (RCP8.5) (Tabla 10).
- Para el horizonte 2100 y el escenario RCP8.5, además de Maldonado, destaca el incremento de los daños en la intendencia de Montevideo que aumentan más de un 700% con respecto a la situación presente. Igualmente aparecen daños importantes en la intendencia de Colonia.

Con relación al riesgo observado para las infraestructuras críticas:

- Se aprecia cómo no existen aeropuertos ni cementerios que se vean afectados por inundación costera ni en el presente ni en ningún escenario bajo ningún periodo de retorno. Por el contrario, sí que se ven afectadas el resto de las infraestructuras estudiadas, siendo las infraestructuras incluidas en las categorías de deporte y educación las que se ven afectadas en mayor proporción en todos los escenarios.
- Igualmente se observa que, para mayores periodos de retorno, mayor es la afección sobre las infraestructuras, e igual que en los casos anteriores, para los horizontes futuros también la afección esperada es mayor. La afección sobre las infraestructuras críticas en el RCP8.5 también es mayor que en el caso del RCP4.5.

Con relación al riesgo observado para los ecosistemas:

- A escala nacional, se observa que en el presente la afección anualizada media es de unas 400 hectáreas de ecosistemas vulnerables.
- En los escenarios futuros esta afección se verá incrementada alrededor de un 17% a mitad de siglo, y entre un 40% y un 58% en el horizonte 2100.



Figura 3. Valor esperado del número de hectáreas de ecosistemas anualmente afectadas separadas por categoría. Expresado en hectáreas afectadas.

- La mayor afección la experimentan los ecosistemas catalogados como amenazados (categoría 2), muy por encima de los vulnerables (categoría 1). La superficie afectada de ecosistemas críticamente amenazados es sumamente pequeña.
- A escala de intendencia, la mayor afección sobre los ecosistemas se experimenta en las intendencias de San José, Montevideo y Colonia.
- Porcentualmente, el mayor incremento de afección lo experimenta la intendencia de Colonia (127%), seguida de las de San José y Maldonado, con un incremento que en el peor escenario supera el 75% con respecto a la situación presente. Montevideo apenas incrementa un 20% su superficie afectada.

Riesgo debido a erosión costera

El análisis de riesgo debido a erosión ha tenido en cuenta las playas como elementos de exposición. Estas se han caracterizado físicamente en base a su superficie, pero también económicamente estimando el valor de los servicios de protección y recreativo proporcionado por cada una de ellas. De nuevo, para estudiar la vulnerabilidad de las playas, se ha definido una función de vulnerabilidad propia que relaciona la superficie erosionada con el porcentaje de daño causado sobre las playas.

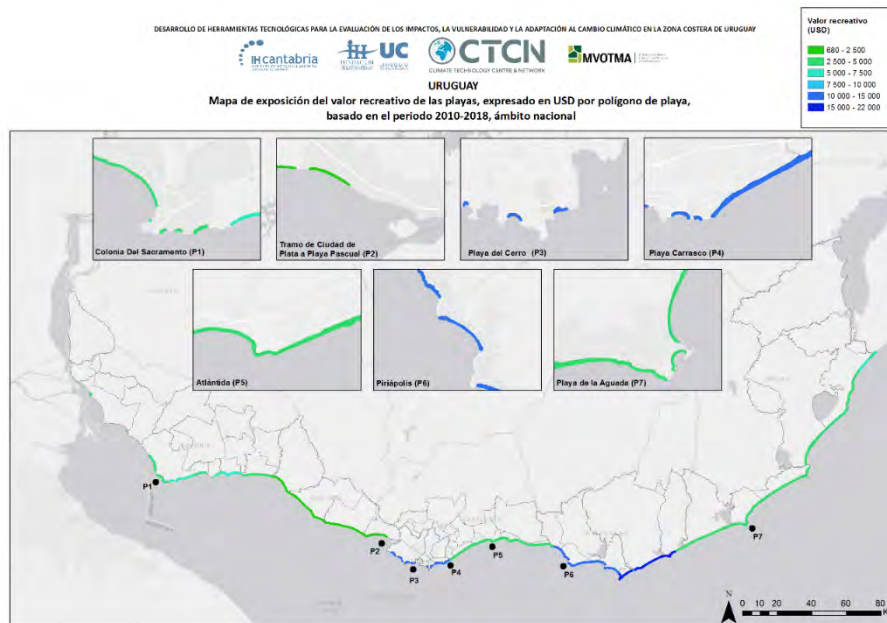


Figura 4. Representación del valor recreativo de las playas de Uruguay.

Con relación a la peligrosidad:

- En el presente se pierden debido a eventos extremos asociados a retrocesos con periodo de retorno de 25 y 50 años entre 347 y 395 hectáreas de playa, respectivamente.
- En el horizonte 2050, la superficie erosionada asociada a los retrocesos con periodo de retorno 25 y 50 años es de 722 y 792 hectáreas, que supone un incremento en un 107% y un 100%, respectivamente, con respecto a la superficie erosionada en el presente.
- En el horizonte 2100 la superficie media erosionada en el escenario RCP4.5 asociada a los retrocesos con periodo de retorno 25 y 50 años es de 1.156 y 1.232 hectáreas. Esta superficie erosionada es mayor en el escenario RCP8.5, con valores de 1.475 y 1.619 hectáreas.
- En el presente, retrocesos que produzcan la pérdida de más de 550 hectáreas tienen lugar con periodos de retorno mayores de 500 años (probabilidad de 0,002). A partir del año 2050, retrocesos de estas magnitudes tendrán lugar con periodos de retorno menores de 5 años.
- La mayor erosión se produce en la intendencia de Rocha, con superficies de playa erosionada de entre 134 y 152 hectáreas para los retrocesos con periodo de retorno de 25 y 50 años, respectivamente.
- El resto de las intendencias presentan erosiones de entre 40 y 65 hectáreas, con la excepción de la intendencia de Montevideo, cuya erosión apenas ronda las 11-13 hectáreas.
- Estas superficies se ven incrementadas para los distintos horizontes y son mayores en el escenario RCP8.5 que en el escenario RCP4.5.
- En el futuro (final de siglo), la superficie erosionada en la intendencia de Rocha oscilará entre las 417 y las 717 hectáreas para el retroceso con periodo de retorno 25 años, y entre las 444 y 789 hectáreas para el retroceso con periodo de retorno 50 años, lo que representa un incremento de 210% – 432%, y de 192% – 418%, respectivamente, con respecto a la superficie erosionada en el presente.

- En el futuro (final de siglo), para el peor escenario, todas las intendencias experimentarán incrementos en la superficie erosionada debido a un retroceso con periodo de retorno 50 años de 200% – 400% con respecto a la superficie erosionada en el presente. En la intendencia de Colonia, donde se da el menor incremento, la superficie erosionada, igual a 52 hectáreas en el presente, podrá llegar a ser de 200 hectáreas en 2100.

Con relación al valor de las playas de Uruguay:

- El valor utilizado es un indicador expresado en unidades monetarias cuya estimación nos permite determinar diferencias entre arenas a través de la cuantificación del valor recreativo y de protección proporcionado por las playas. Es importante destacar que en ningún momento representa un precio de mercado de las playas de Uruguay.
- El valor total de los servicios recreativo y de protección proporcionado por las playas del país es de 4.761 millones de USD al año. Este valor proviene de un servicio de protección de 837 millones de USD al año y de un servicio recreativo de 3.923 millones de USD al año. En cuanto a valor por hectárea, las playas más valiosas son las de la intendencia de Montevideo, con más de 6 millones de USD por hectárea y año, seguidas de las de Maldonado, con más de 3,35 millones por hectárea y año.
- El mayor valor de protección lo proporcionan las playas de Montevideo y Maldonado, con totales de más de 350 millones de USD al año en cada intendencia. Las playas de Montevideo arrojan un mayor valor por hectárea, de más de 3,6 millones de USD por hectárea y año, mientras que las de la intendencia de Maldonado superan los 500.000 USD por hectárea y año.
- El mayor valor recreativo lo proporcionan las playas de Maldonado y Rocha, con totales de más de 1.800 y 1.350 millones de USD al año. En cuanto al valor por hectárea, de nuevo las playas más valiosas son las de Maldonado y Montevideo, con valores por encima de los 2,4 millones de USD por hectárea y año. Las playas de las intendencias de Colonia, Canelones y Rocha tienen valores de más 500.000 USD por hectárea y año, mientras que las de San José apenas superan los 63.000 USD por hectárea y año.

Con relación al riesgo sobre los servicios proporcionados por las playas debido a eventos extremos de erosión:

- En el presente, el daño anual esperado sobre las playas debido a erosión por eventos extremos es de unos 10 millones de USD, valor que experimentará un incremento multiplicándose entre 9 y 23 veces de aquí a final de siglo.
- Las intendencias que sufren mayores daños en el presente son Maldonado y Montevideo: alrededor de 4,94 y 1,55 millones de USD de daño anual esperado respectivamente.
- En el futuro (horizonte 2100), las intendencias que sufrirán un mayor incremento de daños serán San José, Montevideo y Rocha, que verán multiplicado su riesgo actual por aproximadamente 20, mientras que Maldonado, Canelones y Colonia lo verán incrementado por 15 de aquí a final de siglo.
- Desde el punto de vista del servicio recreativo, el mayor daño lo experimentan en el presente las intendencias de Maldonado y Rocha (alrededor de 3,8 millones y 1,3 millones de USD anualizados respectivamente). Esta situación seguirá en el futuro (horizonte 2100), aunque los

mayores incrementos de daños sobre el servicio recreativo se experimentarán en las intendencias de Rocha, San José y Montevideo (los daños se multiplicarán por 22).

- Desde el punto de vista del servicio de protección, el mayor daño lo experimentan en el presente las intendencias de Maldonado y Montevideo (alrededor de 1 millón de USD anualizados respectivamente). Esta situación seguirá en el futuro (horizonte 2100), aunque los mayores incrementos de daños sobre el servicio recreativo se experimentarán en las intendencias de Colonia, San José, Montevideo y Rocha (los daños se multiplicarán por 22 - 24).

Con relación al riesgo sobre los servicios proporcionados por las playas debido a erosión estructural:

- En el año 2050 se espera que las playas de la costa de Uruguay sufran daños por valor de 42 millones de USD (en un intervalo de confianza que varía desde 30 a 55 millones de USD). En el año 2100, esta cantidad aumentará hasta los 277 millones de USD (entre 202 y 362) para el escenario RCP4.5 o hasta los 522 millones de USD (entre 375 y 690) para el escenario RCP8.5.
- Porcentualmente, estos daños que se experimenten en el año 2050 representarán alrededor del 1% del valor anual (servicio de protección y recreativo) de las playas. Sin embargo, a fin de siglo, los daños pueden llegar a representar entre el 5% (escenario RCP4.5) y el 11% (escenario RCP8.5) de los valores anuales generados por los arenales uruguayos.
- El valor acumulado de estos daños desde el presente hasta ese año (2050), se estima en unos 306,15 millones de USD (valor presente de los daños, con una tasa de descuento del 4%). Este valor está condicionado por la tasa de descuento empleada, y variaría entre los 367,8 millones de USD si la tasa de descuento es del 3% y los 256,75 millones de USD si la tasa a aplicar es del 5%.
- El valor acumulado de estos daños se estima en 1.106 millones de USD para el RCP4.5 y en 1.662 millones de USD para el RCP8.5 (valor presente de los daños, con una tasa de descuento del 4%).
- Principalmente, todos estos daños se producen por la reducción del servicio recreativo proporcionado por los arenales uruguayos (un 80% del valor total).
- Los mayores daños los experimenta la intendencia de Maldonado, con daños que en el año 2100 pueden alcanzar los 102 millones de USD para el escenario RCP4.5 y los 200 millones de USD para el escenario RCP8.5, representando durante todo el periodo un acumulado en el presente de entre 115,9 y 634,89 millones de USD.
- Las siguientes intendencias con mayores daños, en todos los escenarios, son Rocha y Montevideo, con daños que pueden oscilar entre los 56,50 y 101,43 millones de USD, y los 57,55 y 110,21 millones de USD respectivamente en el año 2100 en función del escenario considerado. Calculando el valor presente de todos los daños experimentados durante el periodo presente - 2100, se obtendrían daños de 222,22 millones de USD para la intendencia de Rocha, y de 237,53 millones de USD para el caso de Montevideo (ambos valores para el escenario RCP4.5).
- Las intendencias de Colonia y Canelones sufrirán daños en el año 2100 que pueden oscilar entre los 20 y los 60 millones de USD. El daño total experimentado desde el presente hasta fin

de siglo (calculado en el presente) es de 134,12 millones de USD para la intendencia de Colonia, y de 89,67 millones de USD para la intendencia de Canelones, para el escenario RCP4.5.

- Por último, la intendencia con menores daños esperados en el año 2100 será San José, con resultados que variarán entre los 3 y los 5 millones de USD, acumulándose un daño de 11,54 millones de USD durante todo el intervalo hasta fin de siglo, para el escenario RCP4.5.

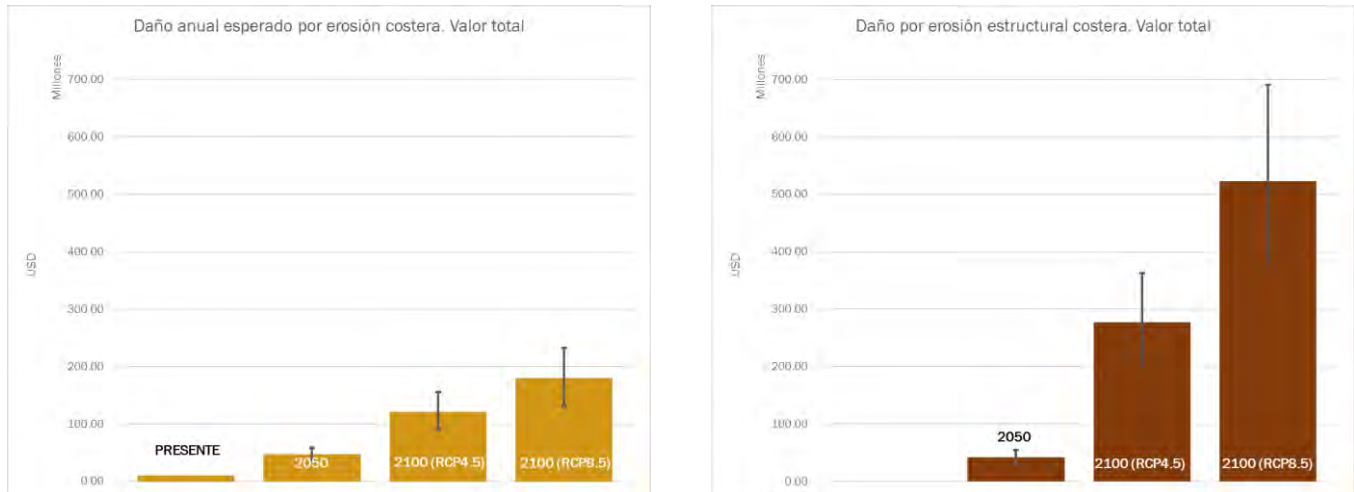


Figura 5. Comparativa entre daño anual esperado por erosión costera debido a eventos extremos y daño anual por erosión estructural. Expresado en millones de USD.

En la Figura 5 se pueden observar los daños anuales ocasionados en los distintos horizontes. Por un lado (izquierda) debido a eventos extremos, y por otro lado (derecha) debido a la erosión estructural expresada en términos de daño anual en el horizonte considerado. Se comprueba como a final de siglo los daños anuales debidos a la erosión estructural (ocasionada principalmente por la subida del nivel medio del mar) puede ser tan importante o más que la erosión que se puede experimentar de forma anual por eventos extremos.

1 Antecedentes

Este documento corresponde al Entregable 4.1 del proyecto “Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay”, financiado por la Climate Technology Centre & Network (CTCN) y desarrollado en colaboración entre el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y el Instituto de Hidráulica Ambiental “IHCantabria” de la Universidad de Cantabria. En él se recogen los resultados del análisis de riesgos de inundación y erosión a escala nacional. Es decir, se muestran los resultados derivados del análisis de los impactos de la inundación y la erosión a lo largo de toda la costa de Uruguay y su afcción a personas, activos socioeconómicos relevantes y ecosistemas, todo ello para diferentes horizontes temporales y escenarios climáticos. Dada la gran cantidad de información generada, los resultados del análisis se presentan de dos maneras. Por un lado, mediante un conjunto de tablas e histogramas que recogen los valores agregados a escala de país o Intendencia de los daños potenciales mediante diferentes indicadores y, por otro, mediante un conjunto de mapas que representan la información de las componentes de riesgo distribuidas geoespacialmente a lo largo del país. Dada la gran cantidad de mapas que pueden obtenerse, se hace una selección de aquellos que mejor ilustran los resultados y su potencial, identificando en un conjunto de tablas específicas la diversidad de mapas que se pueden obtener y la información que cada uno de ellos sintetiza.

Los resultados aquí recogidos deberían sentar las bases para identificar qué zonas y sectores pueden ser los más afectados por el cambio climático en la costa de Uruguay y servir de referencia para elaborar un plan de adaptación.

2 METODOLOGÍA

El análisis del riesgo que se plantea en este proyecto reproduce el marco general de riesgo propuesto por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), que se introdujo por primera vez para el análisis de riesgos de desastres (IPCC, 2012), y luego se adaptó para los estudios de riesgo de cambio climático (IPCC, 2014). El IPCC describe el riesgo de impactos relacionados con el clima como el resultado de la interacción de la peligrosidad asociada a los cambios en el clima (incluyendo la variabilidad climática a diferentes escalas temporales) con la vulnerabilidad y exposición de los sistemas humanos y naturales. Los cambios en el sistema climático y los procesos socioeconómicos, incluidas la adaptación y mitigación, son impulsores de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad (Figura 6). Este enfoque de análisis y gestión de riesgos se está convirtiendo en el método gradualmente más adecuado para evaluar los impactos del cambio climático y determinar las opciones de adaptación.

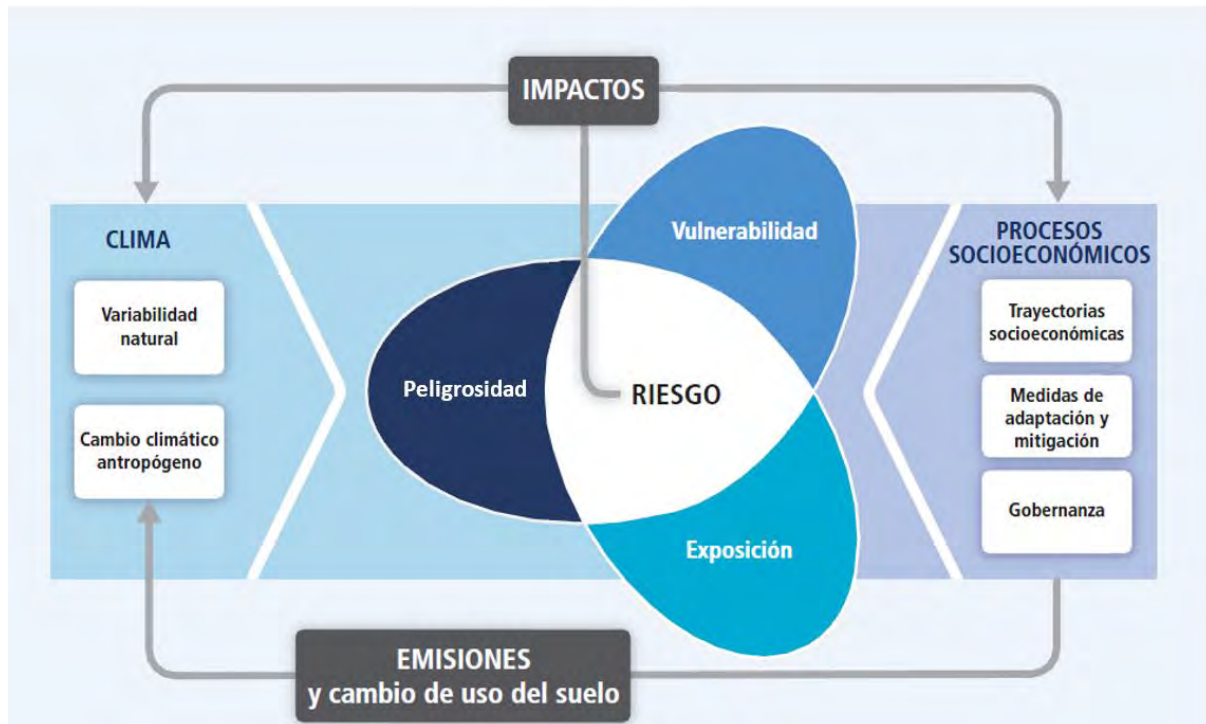


Figura 6. Metodología de riesgo adoptada por el IPCC.

El marco de análisis del riesgo del IPCC se ha aplicado a escala nacional para evaluar los impactos de inundación y erosión costera. Para ello, se han utilizado bases de datos climáticos de alta resolución, modelos numéricos y formulaciones semi-empíricas para evaluar la peligrosidad y obtener los impactos de inundación y erosión, que luego se han combinado con información de exposición y vulnerabilidad para obtener el riesgo de inundación y erosión a lo largo de toda la costa uruguaya. Se han considerado tres horizontes temporales (presente, 2050 y 2100) y dos escenarios de cambio climático (intermedio, RCP4.5 y con nivel alto de emisiones, RCP8.5).

La metodología se describe con todo detalle en el “Entregable 4.2. Informe técnico sobre la metodología aplicada en el proyecto. Escala Nacional” y, por ello, solo se hará referencia a ella, de forma breve, a lo largo de este documento.

3 RIESGO DEBIDO A INUNDACIÓN COSTERA

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos en el análisis del riesgo debido a inundación costera a lo largo de la costa de Uruguay. Además de la caracterización de la exposición y la vulnerabilidad, se describen los mapas de peligrosidad para toda la costa, obtenidos de acuerdo con la metodología descrita en el Entregable 4.2 (IHCantabria, 2019). Asimismo, se recogen los resultados de riesgo expresados en términos de personas afectadas y diferentes indicadores de carácter económico.

3.1 Exposición

Partiendo de la información espacial disponible de la Dirección General del Catastro de Uruguay, que proporciona las parcelas catastrales de las edificaciones, se ha procedido a la imputación de la población y del valor de los activos construidos en dichas parcelas a partir de datos estadísticos de censos (población) y del propio catastro (valoración catastral de las edificaciones).

Así, se han obtenido capas de información geográfica en formato ráster de alta resolución espacial (4 metros) para toda la zona de estudio, delimitada por la zona potencialmente inundable (cota menor de 10 metros).

Este procedimiento de downscaling de la población está limitado por la existencia de parcelas catastrales. Es decir, en aquellas zonas donde no exista información catastral pero sin embargo se encuentre población asentada, no se podrá realizar imputación alguna de la población.

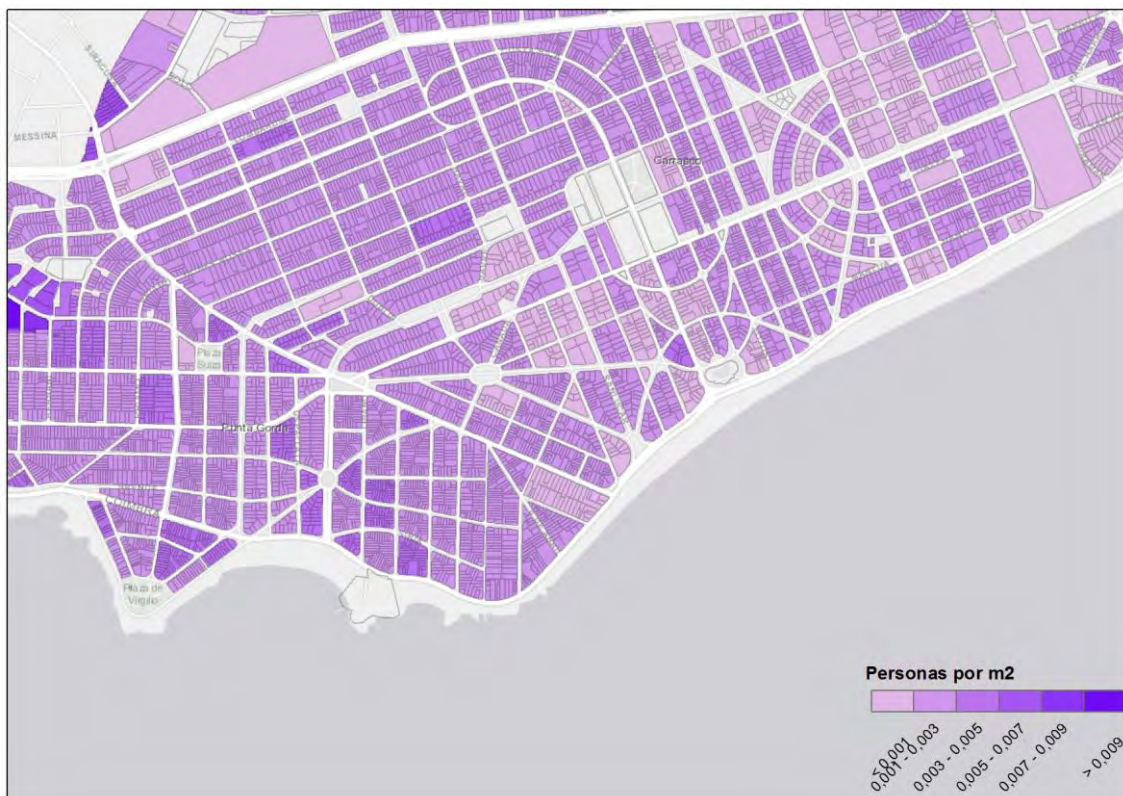


Figura 7. Ejemplo de los resultados de exposición obtenidos. Representación de la población.

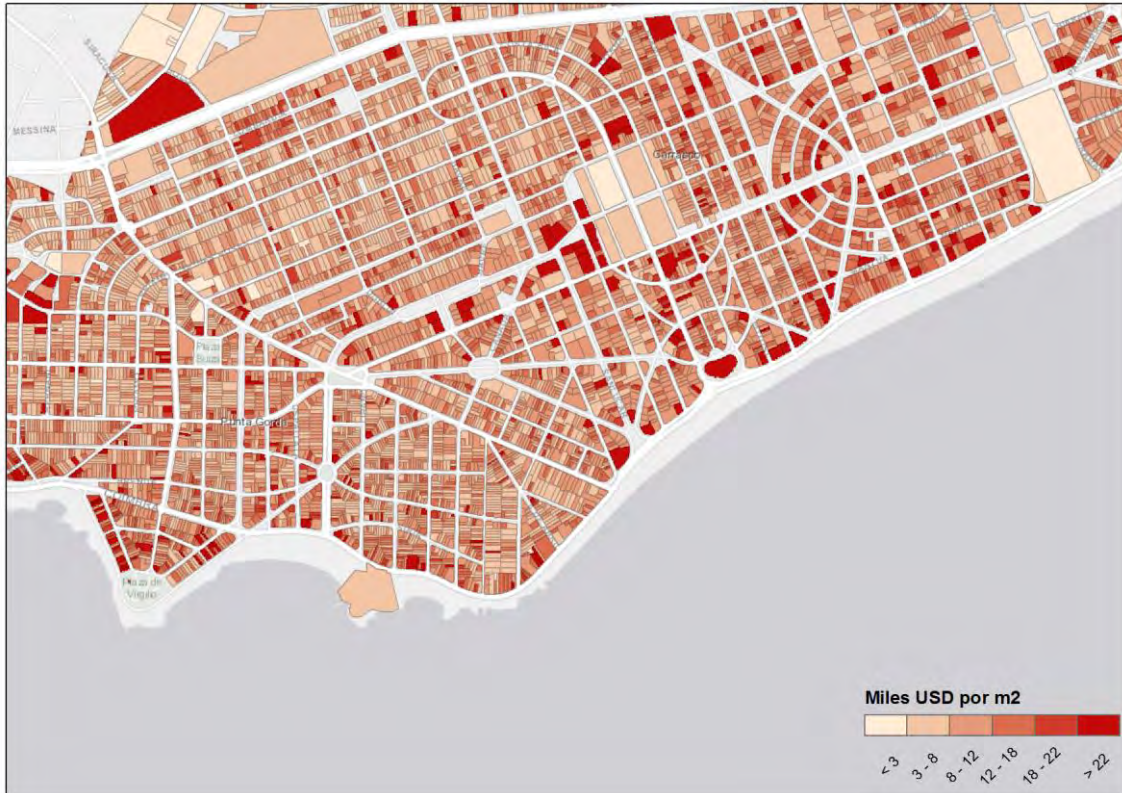


Figura 8. Ejemplo de los resultados de exposición obtenidos. Representación de los activos construidos totales.

La caracterización de las infraestructuras críticas se ha realizado de forma puntual, situando espacialmente los aeropuertos, cementerios, centros educativos (públicos y privados), centros de deporte y centros sanitarios (públicos y privados), así como los puertos. Esta información ha sido proporcionada directamente por el MOVTMA para su uso en el proyecto.

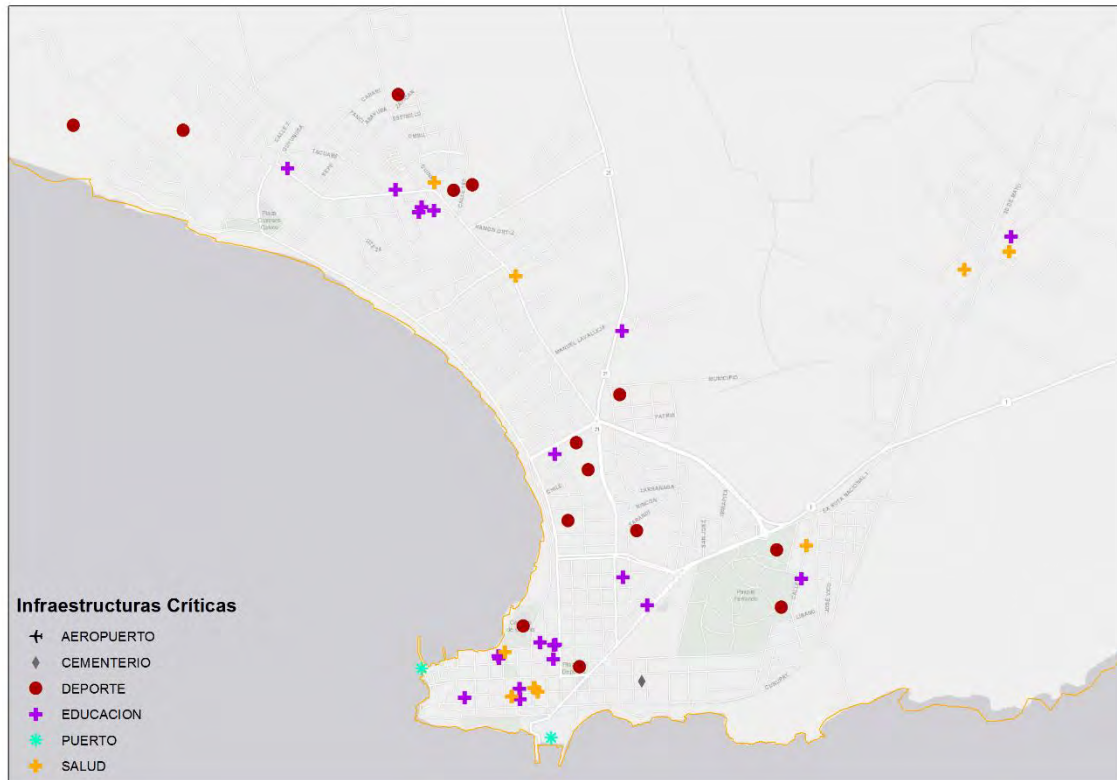


Figura 9. Ejemplo de los resultados de exposición obtenidos. Representación de las infraestructuras críticas.

Por último, para la caracterización de los ecosistemas se ha empleado una capa de información espacial que cataloga los ecosistemas en tres categorías: vulnerables, amenazados y críticamente amenazados. Esta capa proviene de Brazeiro et al., (2009) y también ha sido proporcionada directamente por el MOVTMA para su uso en el proyecto.

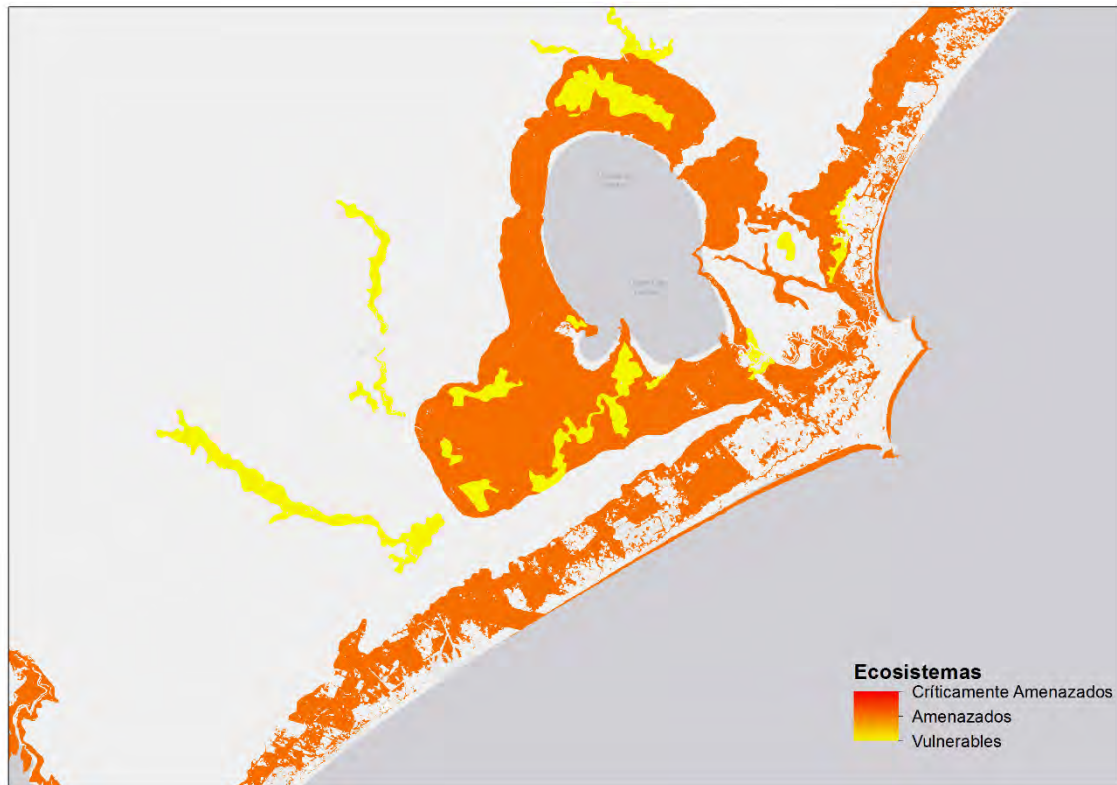


Figura 10. Ejemplo de los resultados de exposición obtenidos. Representación de los ecosistemas vulnerables.

La descripción detallada de las fuentes de datos y sus características pueden encontrarse en el Entregable 4.2.

3.2 Vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad se ha centrado en determinar el nivel de daño esperado alcanzado por un activo o actividad expuesta cuando se ve sometido a un impacto de cierta intensidad.

Para ello se ha generado un conjunto de funciones de daños y pérdidas que permiten predecir el daño esperado para diferentes intensidades del impacto. Estas funciones, denominadas curvas de vulnerabilidad son específicas para cada caso, tanto para los elementos expuestos como para el tipo de impacto.

En este estudio para los casos de la población, las infraestructuras críticas y los ecosistemas, se han aplicado umbrales de daño que determinan el punto a partir del cual, el activo o actividad bajo estudio, pasa a ser considerado como “afectado/dañado” por el nivel de peligrosidad considerado. En la siguiente tabla se recogen los umbrales acordados con el MVOTMA.

Tabla 1. Umbrales de afectación para población, infraestructuras y ecosistemas.

Activo	Umbral de daño
Población	0,30 metros
Infraestructuras críticas	0,25 metros
Ecosistemas	0,80 metros

Para el caso de los activos construidos se ha desarrollado un conjunto de curvas específicas para cada tipología de edificación que relacionan la cota de inundación y el factor/porcentaje de daño asociado. Las curvas de vulnerabilidad obtenidas se representan en la Figura 11.

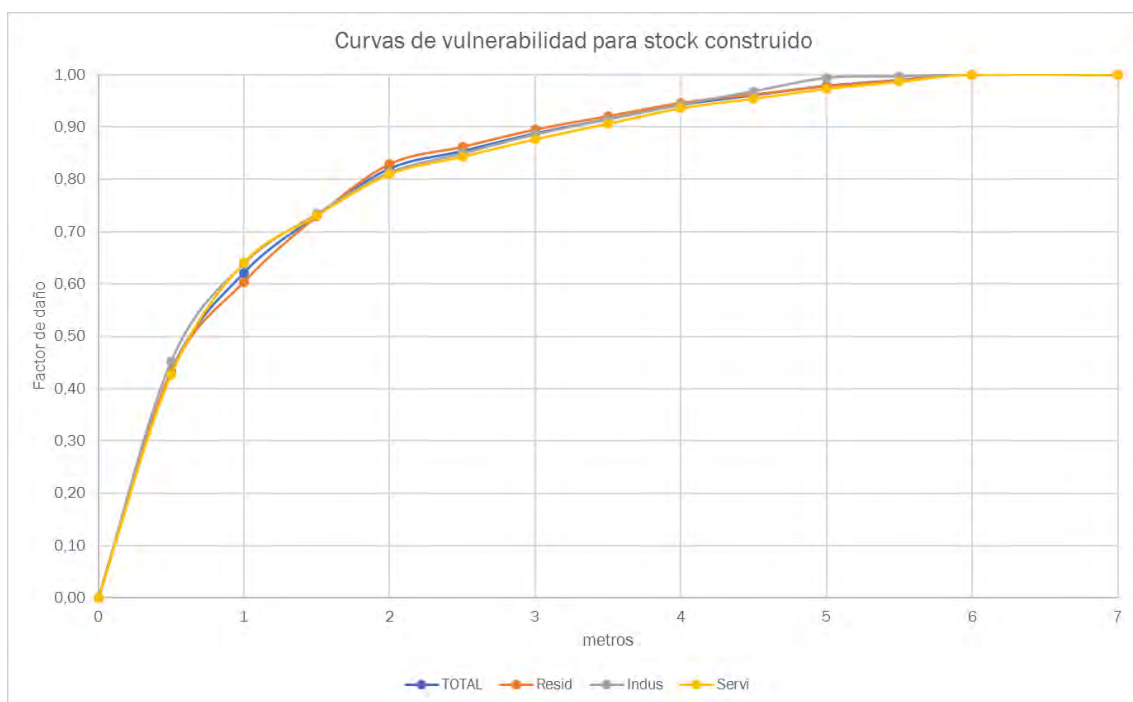


Figura 11. Curvas de vulnerabilidad para las distintas categorías de stock construido. Fuente: Huizinga et al. (2017).

Se aprecia que las diferencias entre categorías de stock son mínimas. Es por ello por lo que, finalmente, se recurre a utilizar una única curva de vulnerabilidad para todo el stock construido, como una combinación de las específicas de cada tipo de stock. Sus valores se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Curva de vulnerabilidad para el stock construido.

Cota de inundación (metros)	Factor de daño	Cota de inundación (metros)	Factor de daño
0	0,0000	3	0,8876
0,5	0,4332	3,5	0,9149
1	0,6215	4	0,9422
1,5	0,7304	4,5	0,9604
2	0,8203	5	0,9786
2,5	0,8540	5,5	0,9893
		6	1,0000

3.3 Peligrosidad

Una vez descritas las componentes del riesgo relativas a exposición y vulnerabilidad a la inundación, en este apartado se describe los resultados correspondientes a la peligrosidad. Es decir, los mapas de inundación obtenidos para la costa de Uruguay de acuerdo con la metodología descrita en el Entregable 4.2. De acuerdo con el MVOTMA, los escenarios de inundación considerados en este análisis han sido los siguientes:

Tabla 3. Escenarios climáticos de inundación costera

Horizonte	Escenario climático	Características del forzamiento		
		Condiciones oleaje y nivel del mar	ANMM	RCP
Presente	E1	Condiciones medias	-	-
	E2-E7	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2050	E8	Condiciones medias	Percentil 5%	Media RCP4.5 y RCP8.5
	E9-E14	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2050	E15	Condiciones medias	Valor medio	Media RCP4.5 y RCP8.5
	E16-E21	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2050	E22	Condiciones medias	Percentil 95%	Media RCP4.5 y RCP8.5
	E23-E28	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2100	E29	Condiciones medias	Percentil 5%	RCP4.5
	E30-E35	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2100	E36	Condiciones medias (0)	Valor medio	RCP4.5
	E37-E42	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2100	E43	Condiciones medias	Percentil 95%	RCP4.5
	E44-E49	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2100	E50	Condiciones medias	Percentil 5%	RCP8.5
	E51-E56	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2100	E57	Condiciones medias	Valor medio	RCP8.5
	E58-E63	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		
2100	E64	Condiciones medias	Percentil 95%	RCP8.5
	E65-E70	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)		

Los escenarios de inundación incluyen la simulación de unas condiciones medias (percentil del 80% del nivel del mar), y la simulación de un conjunto de eventos extremos costeros (CI costera asociada a los siguientes periodos de retorno: $TR_i=5, 10, 25, 50, 100$ y 500 años). En todos los escenarios se considera además la CI continental asociada al caudal fluvial medio. Además, los eventos extremos se simulan mediante un hidrograma triangular, cuyo pico es igual a la CI (+ANMM, cuando se trata de CI futura), con una duración igual a 12 horas (un ciclo completo de marea).

El modelo elegido para simular numéricamente la inundación costera ha sido el RFSM-EDA (Rapid Flood Spreading Method - Explicit Diffusion wave with Acceleration term) (Jamieson et al., 2012), un modelo hidrodinámico bidimensional de procesos desarrollado inicialmente en HRWallingford y diseñado para funcionar de manera eficiente en todas las escalas, proporcionando profundidades de agua sobre el terreno y velocidades con tiempos de ejecución cortos. El modelo es sensible a la rugosidad y resuelve la inundación en tierra debida a condiciones hidrodinámicas costeras y continentales (oleaje, caudal, precipitación, etc.). Está basado en el método de almacenamiento de celdas y responde a una aproximación difusiva de las ecuaciones de aguas someras (SWE, por sus siglas en inglés).

La evaluación de la peligrosidad se ha limitado a las zonas costeras de baja altitud, definidas como el área contigua a la costa que se encuentra a menos de 10 metros sobre el nivel del mar. De esta manera, el área de estudio de la costa de Uruguay (o el área costera potencialmente inundable) se define cortando la topografía a una cota de 10 metros.

La topografía viene caracterizada por el Modelo Digital de Terreno (MDT). El MDT disponible, con una resolución horizontal de 2,5x2,5 metros, fue encargado por el MVOTMA y desarrollado por IDEUy dentro del marco del proyecto. El MDT se ha revisado y modificado para incluir las defensas costeras y los encauzamientos de las principales rías uruguayas.

La costa de Uruguay tiene una longitud de aproximadamente 700 km, lo que imposibilita el uso de una única malla computacional. Se ha dividido la zona de estudio en subzonas de aproximadamente 60 km de costa cada una, asegurando un solape de 1 km entre ellas y teniendo cuidado en realizar el solape en zonas altas (y, por ende, zonas con poca área potencialmente inundable). Inicialmente el número de celdas computacionales (igual al número de píxeles del MDT) de las subzonas sobrepasaba la capacidad de computación del modelo, por lo que para reducir el número de celdas se decidió bajar la resolución del MDT de 2,5 a 4 metros, que en un estudio a escala nacional sigue siendo una resolución muy alta.

Para más información sobre la metodología del cálculo de la peligrosidad se puede acudir al Entregable 4.2.

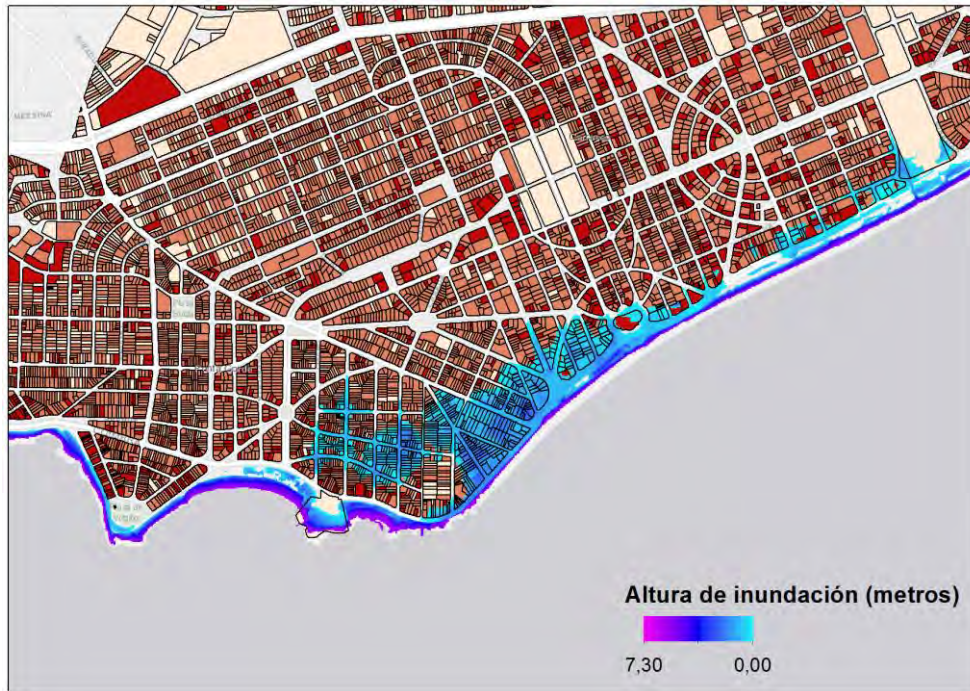


Figura 12. Ejemplo de los resultados de peligrosidad obtenidos. Representación de la superficie y la altura de inundación.

Las superficies inundadas, expresadas en hectáreas, para toda la costa de Uruguay se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 4. Superficie inundada (debido a eventos extremos) expresada en hectáreas.

Condiciones de oleaje y nivel del mar	PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
Condiciones medias	1.125,63	1.538,74	1.644,72	1.752,00	2.175,83	2.438,24	2.682,83	2.658,67	2.997,07	3.354,00
Incremento con respecto al presente		36,70%	46,12%	55,65%	93,30%	116,61%	138,34%	136,19%	166,26%	197,97%
Tr = 5	7.188,16	7.906,63	8.099,24	8.306,84	9.096,67	9.491,73	9.939,74	9.886,00	10.574,44	11.254,82
Incremento con respecto al presente		10,00%	12,67%	15,56%	26,55%	32,05%	38,28%	37,53%	47,11%	56,57%
Tr = 10	7.962,98	8.730,74	8.923,73	9.139,47	9.933,15	10.407,93	10.935,84	10.877,96	11.562,24	12.311,56
Incremento con respecto al presente		9,64%	12,07%	14,77%	24,74%	30,70%	37,33%	36,61%	45,20%	54,61%
Tr = 25	8.932,91	9.758,80	9.975,44	10.212,92	11.113,59	11.608,96	12.104,02	12.046,56	12.794,31	13.556,69
Incremento con respecto al presente		9,25%	11,67%	14,33%	24,41%	29,96%	35,50%	34,86%	43,23%	51,76%
Tr = 50	9.610,04	10.517,96	10.766,34	11.031,58	11.952,39	12.453,98	12.985,14	12.924,47	13.671,31	14.456,08
Incremento con respecto al presente		9,45%	12,03%	14,79%	24,37%	29,59%	35,12%	34,49%	42,26%	50,43%
Tr = 100	10.333,13	11.286,59	11.546,46	11.823,74	12.741,82	13.267,38	13.800,70	13.739,69	14.523,68	15.337,31
Incremento con respecto al presente		9,23%	11,74%	14,43%	23,31%	28,40%	33,56%	32,97%	40,55%	48,43%
Tr = 500	11.908,21	12.972,60	13.243,95	13.526,86	14.525,98	15.077,09	15.635,97	15.572,80	16.368,63	17.176,35
Incremento con respecto al presente		8,94%	11,22%	13,59%	21,98%	26,61%	31,30%	30,77%	37,46%	44,24%

Se observa de los resultados anteriores que la superficie inundada en el presente oscila entre las 7.000 hectáreas y las 12.000, en función del periodo de retorno del evento considerado. Esta superficie aumenta a medida que aumenta el horizonte temporal y es peor en el escenario RCP8.5 que en el RCP4.5.

Los incrementos que se esperan a final de siglo representan una media del 43% (entre el 37% y el 47%), pasando de las 7.000 hectáreas en el presente para un periodo de retorno de 5 años a 10.500, y de las 12.000 a las 16.369 hectáreas para un periodo de retorno de 500 años.

Es reseñable que, en los escenarios futuros, los eventos que en el presente suceden con periodos de retorno elevados (baja probabilidad), sucederán más a menudo (mayor probabilidad, menor periodo de retorno). Así, situaciones que en el presente tienen lugar con 500 años de periodo de retorno (probabilidad de 0,002), generando inundaciones de más de 11.000 hectáreas, en el año 2050 sucederán con un periodo de retorno de menos de 100 años (probabilidad de 0,01), y en el año 2100 pueden suceder con un periodo de retorno de menos de 25 años en el escenario RCP4.5, y de menos de 10 años de periodo de retorno en el escenario RCP8.5.

3.4 Riesgo de inundación: resultados cuantitativos integrados a escala nacional

El riesgo de inundación se obtiene como la integración de la información de peligrosidad con la exposición y la vulnerabilidad. En este apartado se muestran los resultados cuantitativos del daño sobre los diferentes sectores y activos considerados, de manera numérica en tablas e histogramas, e integrado a nivel de país o intendencia. La información relativa a la distribución espacial de los daños de inundación se puede encontrar en el Apartado 5, Resultados espaciales.

3.4.1 Población

En la Tabla 5 y Tabla 6 se presentan las consecuencias sobre la población para los distintos escenarios y cada uno de los periodos de retorno estudiados, considerando un umbral de afección de 0,30 metros de altura de inundación, y un umbral de afección mínimo de 0,01 metros. Igualmente se recogen las variaciones que se experimentan con respecto a la situación presente.

Tabla 5. Consecuencias sobre la población de Uruguay (umbral de 0,30m), expresado en número de personas afectadas y en porcentaje con respecto a las afectadas en el presente. Los valores corresponden a diferentes escenarios de inundación recogidos en la Tabla 3 y a la población localizada entre la línea de costa y la cota + 10 m.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR (años)	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	471	587	613	642	820	923	1,057	1,043	1.268	1.570
Incremento con respecto al presente			24,64%	30,10%	36,28%	73,98%	95,96%	124,39%	121,25%	169,16%	233,08%
10	0,1	570	746	791	840	1.043	1.175	1.389	1.365	1.668	2.024
Incremento con respecto al presente			31,00%	38,85%	47,46%	83,08%	106,31%	143,78%	139,54%	192,89%	255,24%
25	0,04	769	988	1.047	1.116	1.445	1.651	1.893	1.863	2.305	2.787
Incremento con respecto al presente			28,50%	36,06%	45,08%	87,88%	114,65%	146,10%	142,15%	199,64%	262,36%
50	0,02	940	1.213	1.296	1.411	1.792	2.088	2.391	2.352	2.878	3.492
Incremento con respecto al presente			29,15%	37,96%	50,21%	90,68%	122,20%	154,45%	150,32%	206,35%	271,62%
100	0,01	1.143	1.515	1.636	1.764	2.243	2.609	3.046	2.999	3.580	4.359
Incremento con respecto al presente			32,55%	43,11%	54,30%	96,25%	128,24%	166,52%	162,34%	213,20%	281,36%
500	0,002	1.885	2.570	2.748	2.957	3.708	4.218	4.804	4.733	5.859	7.087
Incremento con respecto al presente			36,32%	45,80%	56,86%	96,71%	123,74%	154,85%	151,07%	210,81%	275,96%

Tabla 6. Consecuencias sobre la población de Uruguay (umbral de 0,01m), expresado en número de personas afectadas y en porcentaje con respecto a las afectadas en el presente. Los valores corresponden a diferentes escenarios de inundación recogidos en la Tabla 3 y a la población localizada entre la línea de costa y la cota + 10 m.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	642	840	893	958	1.163	1.312	1.541	1.513	1.850	2.272
Incremento con respecto al presente			30,83%	38,97%	49,18%	81,07%	104,16%	139,90%	135,52%	188,01%	253,69%
10	0,1	824	1.062	1.120	1.184	1.473	1.741	2.011	1.974	2.450	2.937
Incremento con respecto al presente			28,95%	35,98%	43,71%	78,87%	111,38%	144,10%	139,60%	197,40%	256,51%
25	0,04	1.091	1.376	1.479	1.581	2.109	2.434	2.757	2.720	3.188	3.807
Incremento con respecto al presente			26,10%	35,55%	44,91%	93,29%	123,05%	152,64%	149,26%	192,11%	248,84%
50	0,02	1.307	1.726	1.881	2.033	2.598	2.935	3.350	3.306	3.989	4.994
Incremento con respecto al presente			32,01%	43,92%	55,49%	98,75%	124,53%	156,22%	152,86%	205,13%	282,01%
100	0,01	1.601	2.164	2.331	2.480	3.207	3.677	4.197	4.126	5.130	6.414
Incremento con respecto al presente			35,16%	45,54%	54,88%	100,28%	129,60%	162,09%	157,63%	220,35%	300,55%
500	0,002	2.687	3.688	3.912	4.153	5.263	6.051	7.024	6.914	8.156	9.335
Incremento con respecto al presente			37,25%	45,58%	54,56%	95,86%	125,18%	161,39%	157,31%	203,50%	247,38%

Es habitual expresar el daño en términos de un indicador denominado “daño anual esperado”. En este caso, el daño anual esperado representa el valor medio de los daños debidos a la inundación anualmente esperados, considerando todos los eventos de inundación posibles de aquí al año horizonte y su probabilidad asociada. Dicho de otra manera, se ha obtenido la distribución del número

de personas afectadas por un evento anual, combinando las distintas posibilidades del número posible de afectados con la probabilidad de que ocurra, para cada escenario. A continuación, se ha calculado el valor del número medio de afectados derivado de la media de la distribución obtenida. Este indicador sintético nos informa del valor promedio de este resultado, y no debe ser, por tanto, interpretado en términos predictivos, sino de un mero índice cuantitativo de la gravedad del riesgo. Un valor esperado de 1.000 personas al año durante un siglo puede derivarse tanto de 100 valores de dicha cuantía de 1.000 afectados, como de un solo evento con 100.000 afectados.

Utilizando el umbral de 0,30 metros para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas para cada escenario y horizonte, el valor esperado de personas afectadas anualmente en toda la costa de Uruguay es de 180 en el presente, incrementándose hasta 242 (intervalo 229-257) para el horizonte 2050, y hasta 370 (intervalo 326-428) para el horizonte 2100 para el RCP4.5, o 515 personas (intervalo 421-629) para el RCP8.5.

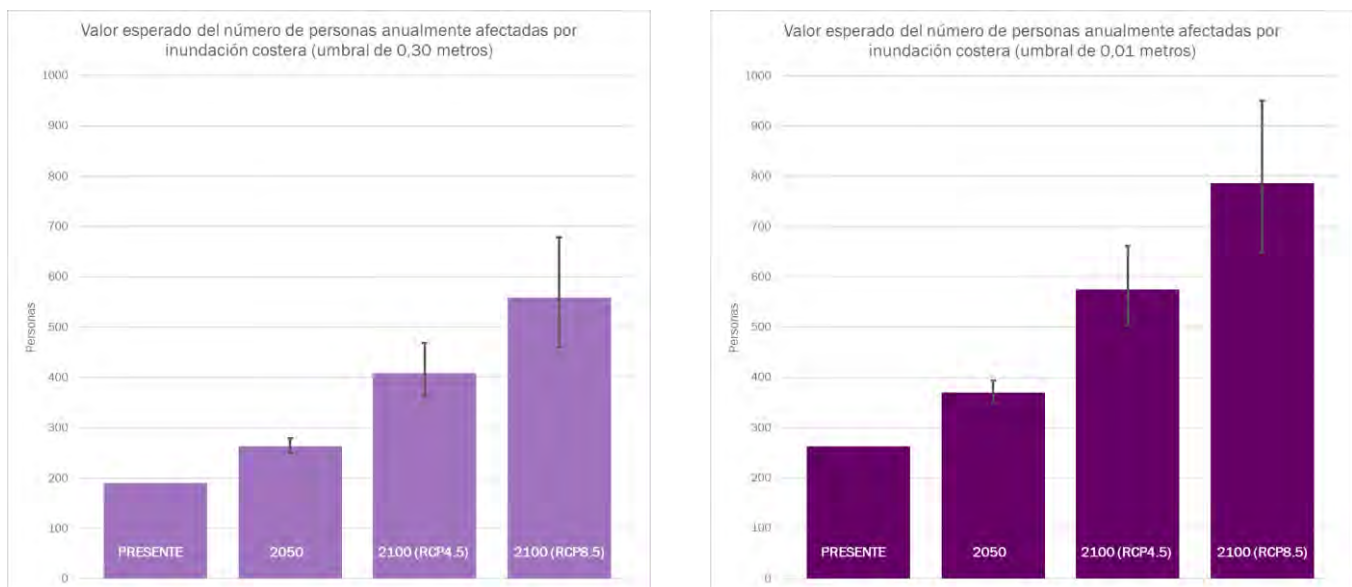


Figura 13. Valor esperado del número de personas anualmente afectadas por inundación costera, haciendo uso de diferentes umbrales para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas

Estos resultados se pueden desagregar por intendencia, obteniéndose para el umbral de afección de 0,30 metros los valores siguientes.

Tabla 7. Valor esperado del número de personas anualmente afectadas por inundación costera, utilizando un umbral de 0,30 m para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas y distribuida por intendencias.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	47	74 [69-80]	128 [111-148]	174 [146-205]
San José	15	29 [28-31]	56 [51-63]	74 [60-93]
Montevideo	35	44 [42-46]	70 [59-88]	119 [85-164]
Canelones	47	61 [58-63]	84 [75-92]	103 [91-114]
Maldonado	25	31 [30-32]	40 [37-43]	47 [43-53]
Rocha	20	24 [23-25]	32 [29-36]	42 [35-49]
URUGUAY	190	263 [250-279]	409 [362-469]	559 [461-678]

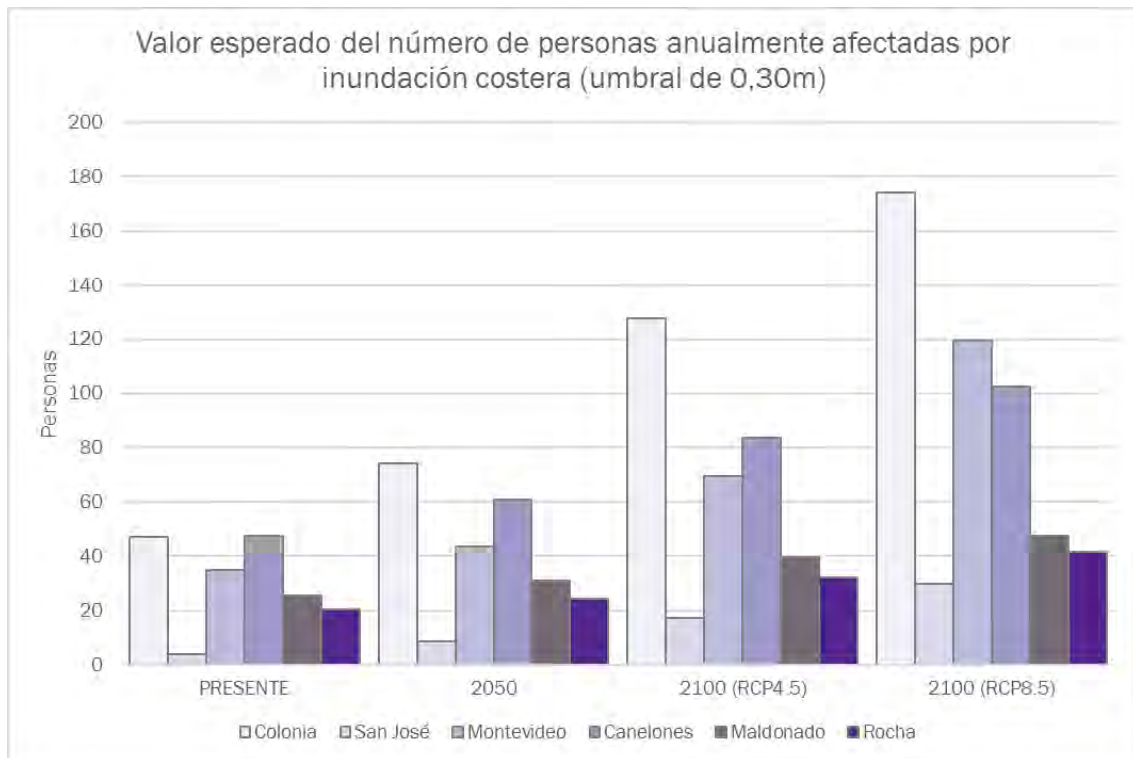


Figura 14. Valor esperado del número de personas anualmente afectadas por inundación costera, utilizando un umbral de 0,30 m para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas y distribuida por intendencias.

De igual modo, la Tabla 8 y la Figura 15 muestran estos mismos resultados para el caso de utilizar el umbral de 0,01 m para determinar la afección sobre la población.

Tabla 8. Valor esperado del número de personas anualmente afectadas por inundación costera, utilizando un umbral de 0,01 m para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas y distribuida por intendencias.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	78	122 [112-132]	187 [166-209]	243 [207-284]
San José	20	38 [36-40]	73 [63-87]	102 [84-121]
Montevideo	45	59 [55-64]	111 [88-143]	192 [139-264]
Canelones	61	78 [74-82]	105 [97-115]	125 [113-136]
Maldonado	34	42 [40-43]	53 [49-57]	64 [57-73]
Rocha	25	31 [30-33]	45 [40-50]	59 [50-72]
URUGUAY	262	370 [348-394]	575 [504-662]	786 [650-950]

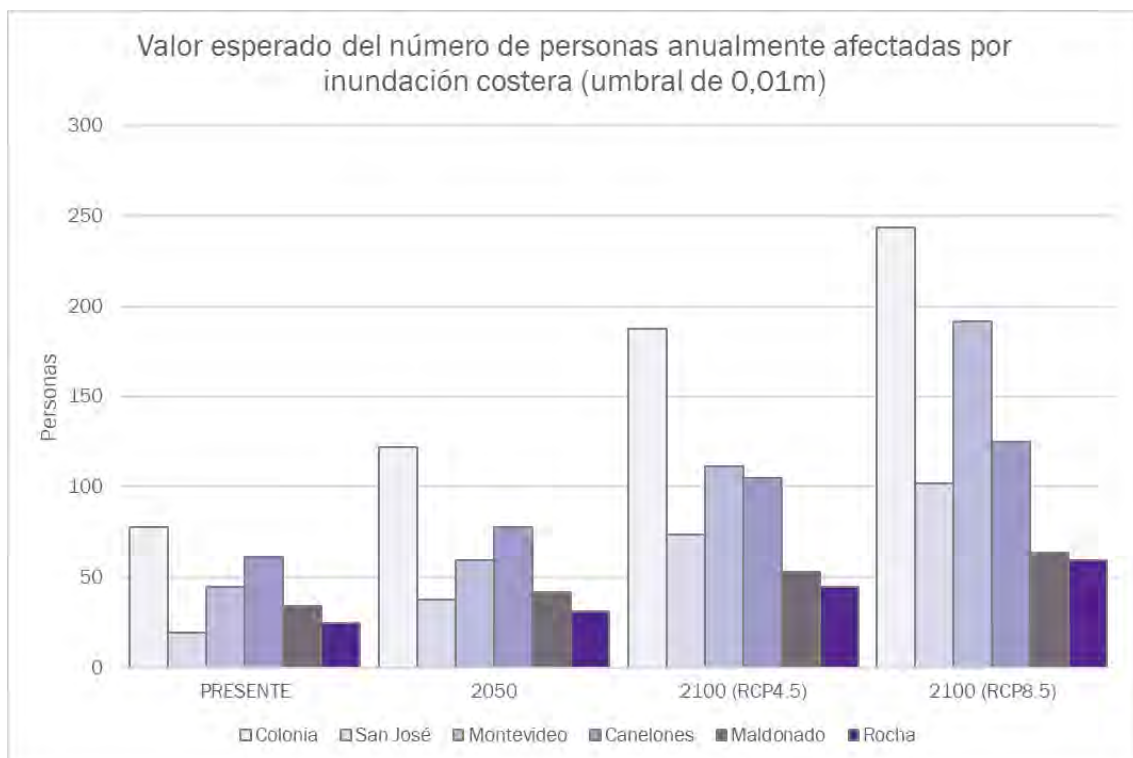


Figura 15. Valor esperado del número de personas anualmente afectadas por inundación costera, utilizando un umbral de 0,01 m para caracterizar la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas y distribuida por intendencias.

Del análisis se desprende que, como era esperable, rebajar el umbral de vulnerabilidad incrementa el número de personas afectadas. De las tablas y gráficos anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones.

En cuanto a los datos globales para toda la costa uruguaya:

- El número de personas afectadas en el presente aumenta con el periodo de retorno de los eventos extremos considerados, con valores que oscilan entre varios cientos para un periodo de retorno de 5 años hasta varios miles para un periodo de retorno de 500 años.
- Para cualquier horizonte y periodo de retorno el número de personas afectadas se incrementa a medida que el umbral de afección utilizado para definir la vulnerabilidad a la inundación disminuye.
- Para las proyecciones futuras, el número de personas afectadas se incrementa con el horizonte temporal, es decir, hay más personas potencialmente afectadas en 2100 que en 2050 y para un mismo horizonte (2100) el número de personas potencialmente afectadas es mayor para el RCP8.5 que para el RCP4.5.
- Asimismo, para un periodo de retorno, escenario y horizonte determinados, el número de personas potencialmente afectadas se incrementa con el percentil de aumento del nivel del mar considerado.
- En términos porcentuales y considerando todas las simulaciones realizadas, en el mejor de los casos, las personas potencialmente afectadas se incrementarán en un 115% (horizonte 2100, escenario RCP4.5), mientras que en el peor de los escenarios (horizonte 2100, escenario RCP8.5) el incremento será del 200% con respecto al presente, tanto para el umbral de 0,30 como de 0,01 m. Téngase en cuenta que las simulaciones realizadas asumen que la población en los horizontes futuros se mantiene tal y como es en el presente. En el caso de que se produzca un incremento en la ocupación de la zona costera susceptible de verse inundada ante diferentes escenarios de cambio climático, los valores aquí calculados serán superados.
- En el peor de los casos considerados (periodo de retorno de 500 años, escenario RCP8.5, horizonte 2100), en términos absolutos, unas 10.000 personas se verán afectadas si se considera un umbral de 0,01 m.
- Impactos sobre la población que en el presente tienen lugar con una probabilidad de 0,002 (periodo de retorno de 500 años), en el año 2050 tendrán lugar con una probabilidad de 0,01, y en el año 2100 con probabilidades de 0,02 (50 años de periodo de retorno) o de 0,1 (10 años de periodo de retorno) para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 respectivamente.

En cuanto a los datos desagregados por intendencias:

- Para cualquiera de las situaciones analizadas, las Intendencias más afectadas son Colonia, Canelones y Montevideo.
- Para el horizonte 2100 y el escenario RCP8.4 son Canelones, Montevideo y San José los que sufren un mayor aumento en las personas potencialmente afectadas por la inundación, en comparación con el presente.

3.4.2 Activos construidos

En la siguiente tabla se presentan las consecuencias sobre los activos construidos situados por debajo de la cota +10 metros, para los distintos escenarios y cada uno de los periodos de retorno estudiados, aplicando la curva de vulnerabilidad definida anteriormente en el apartado 3.2. Igualmente se recogen las variaciones que se experimentan con respecto a la situación presente.

Tabla 9. Consecuencias sobre los activos construidos. Expresado en millones de USD (estimación en base a datos catastrales).

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	26,74	30,26	31,21	32,20	36,20	39,10	43,43	42,84	51,02	62,98
Incremento con respecto al presente			13,15%	16,70%	20,41%	35,34%	46,21%	62,38%	60,17%	90,78%	135,50%
10	0,1	29,82	34,09	35,22	36,43	42,38	47,68	54,91	53,97	66,47	83,49
Incremento con respecto al presente			14,31%	18,09%	22,16%	42,10%	59,86%	84,13%	80,96%	122,88%	179,95%
25	0,04	34,25	40,01	41,90	44,24	55,61	64,52	75,68	74,27	93,44	115,30
Incremento con respecto al presente			16,82%	22,33%	29,15%	62,35%	88,37%	120,96%	116,83%	172,79%	236,62%
50	0,02	38,36	46,78	49,61	53,10	69,48	81,84	96,27	94,60	116,55	143,32
Incremento con respecto al presente			21,95%	29,33%	38,43%	81,12%	113,34%	150,97%	146,62%	203,83%	273,61%
100	0,01	43,28	56,25	60,63	65,43	87,51	102,29	118,53	116,59	143,06	176,45
Incremento con respecto al presente			29,98%	40,11%	51,19%	102,20%	136,37%	173,89%	169,41%	230,57%	307,72%
500	0,002	64,43	90,65	97,93	105,64	137,02	158,81	184,55	181,32	223,65	271,31
Incremento con respecto al presente			40,69%	51,99%	63,95%	112,67%	146,47%	186,43%	181,41%	247,12%	321,09%

La integración de los distintos periodos de retorno permite obtener el daño anual esperado como indicador de riesgo para los diferentes escenarios. Este indicador arroja un valor de aproximadamente 9 millones de USD dañados anualmente por impactos costeros en Uruguay, incrementándose hasta 10,86 millones de USD (intervalo 10,4-11,3) para el horizonte 2050, y hasta 15 millones de USD (intervalo 13,4-17,2) para el horizonte 2100 con el RCP4.5, o más de 20 millones de USD (intervalo 16,9-25,5) con el RCP8.5, Figura 5. Todos estos resultados utilizan como datos del valor de los activos construidos el valor proporcionado por las bases de datos catastrales.

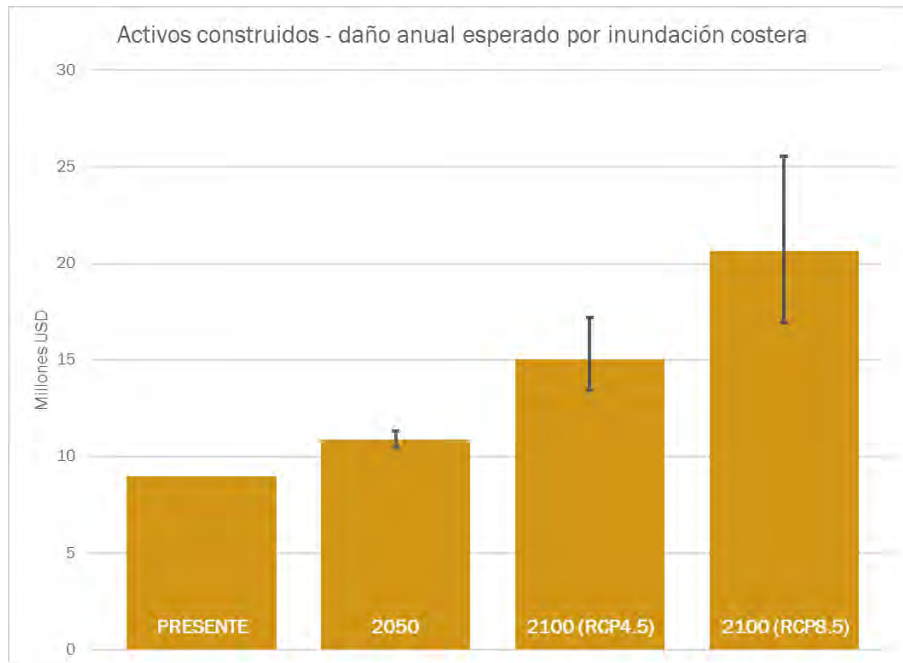


Figura 16. Daño anual esperado sobre los activos construidos por inundación costera. Expresado en millones de USD (estimación en base a datos catastrales).

Este resultado se puede desagregar en función de la tipología de activos, distinguiendo entre construcciones residenciales, industriales, de servicios y otras categorías. Se aprecia que el mayor daño se experimenta en los activos residenciales, representando aproximadamente un 50% de los activos construidos dañados. Esto se debe por un lado a la representación porcentual de los activos residenciales sobre el total, y por otro lado a que los activos residenciales suelen situarse en las zonas más cercanas a la costa frente al resto de activos.

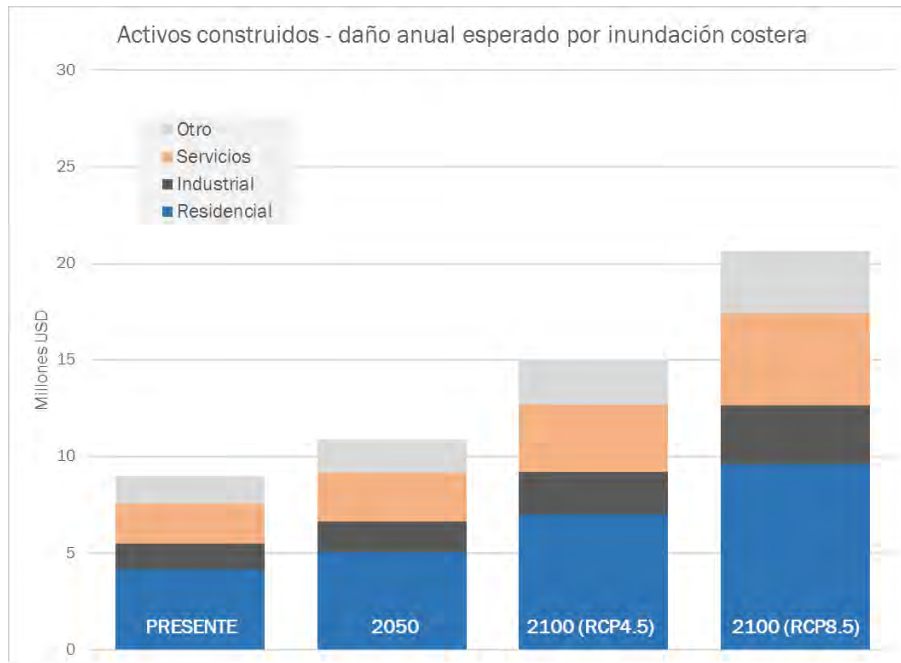


Figura 17. Daño anual esperado sobre los activos construidos por inundación costera separado por tipología de la construcción. Expresado en millones de USD (estimación en base a datos catastrales).

Al igual que para la población, estos datos pueden ser desagregados por intendencia.

Tabla 10. Daño anual esperado sobre los activos construidos por inundación costera por intendencia. Expresado en millones de USD (estimación en base a datos catastrales).

	PRESENTE	2050	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	0,92	1,33 [1,24-1,42]	2,05 [1,80-2,32]	2,70 [2,29-3,14]
San José	0,10	0,11 [0,10-0,11]	0,14 [0,12-0,14]	0,16 [0,14-0,18]
Montevideo	1,05	1,63 [1,47-1,83]	3,95 [2,93-5,44]	8,03 [5,25-11,91]
Canelones	0,33	0,44 [0,41-0,46]	0,61 [0,55-0,67]	0,76 [0,66-0,86]
Maldonado	6,22	6,88 [6,75-7,00]	7,67 [7,43-7,90]	8,20 [7,88-8,55]
Rocha	0,38	0,47 [0,45-0,48]	0,62 [0,57-0,69]	0,79 [0,68-0,92]
URUGUAY	8,99	10,86 [10,43-11,32]	15,04 [13,42-17,18]	20,64 [16,91-25,56]

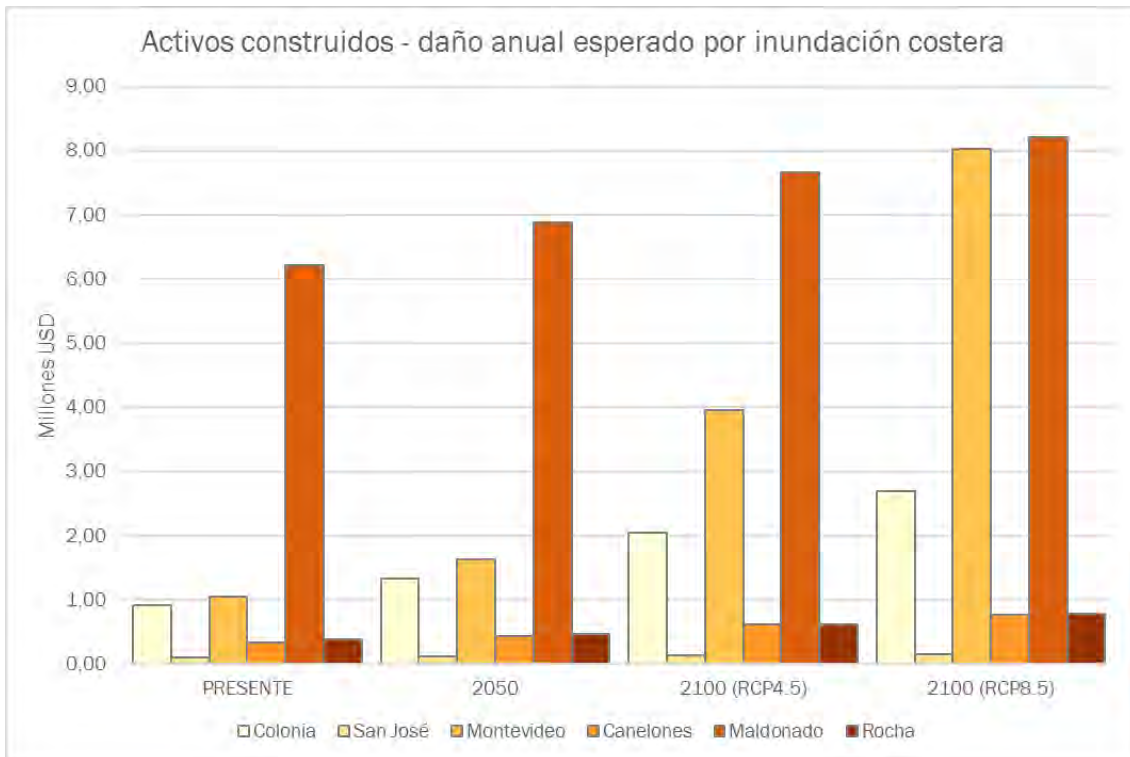


Figura 18. Daño anual esperado sobre los activos construidos por inundación costera por intendencia. Expresado en millones de USD (estimación en base a datos catastrales).

De las tablas y gráficos anteriores obtenidos para los activos construidos se pueden extraer las siguientes conclusiones.

En cuanto a los resultados globales para toda la costa de Uruguay:

- Los daños sobre los activos construidos en el presente aumentan con el periodo de retorno de los eventos extremos considerados, con valores que oscilan entre los 26 y los 65 millones de USD para un periodo de retorno de 5 años y de 500 años respectivamente.
- Para las proyecciones futuras, los daños sobre los activos construidos se incrementan con el horizonte temporal: se produce un mayor daño en 2100 que en 2050, y para un mismo horizonte (2100) los daños esperados son mayores para el RCP8.5 que para el RCP4.5.
- Asimismo, para un periodo de retorno, escenario y horizonte determinados, los daños sobre activos construidos se incrementan con el percentil de aumento del nivel del mar considerado.
- En cualquiera de los escenarios se comprueba que los mayores daños los sufren los activos residenciales, representando aproximadamente el 50% de los daños sobre todos los activos construidos. La siguiente categoría con mayor cantidad de daños es la de servicios, experimentando menores daños los activos industriales y el resto de los activos no catalogados.
- En términos porcentuales y considerando todas las simulaciones realizadas, en el mejor de los casos, los daños sobre activos construidos para el horizonte 2100 se incrementarán en un 70% (escenario RCP4.5) y en el peor de los casos (escenario RCP8.5) en un 130% con respecto al presente. Al igual que sucedía con la población, estas simulaciones asumen que los activos

construidos en los horizontes futuros se mantienen tal y como son en el presente. En el caso de que se produzca un incremento en la ocupación de la zona costera susceptible de verse inundada ante diferentes escenarios de cambio climático, los valores aquí calculados serán superados.

- Eventos que en el escenario presente producen daños por valor de 65 millones de USD sobre los activos construidos, suceden con una frecuencia de 500 años de periodo de retorno. Sin embargo, en el año 2050, eventos de igual cuantía serán más frecuentes (alrededor de 100 años de periodo de retorno), y en el año 2100 podrán experimentarse con periodos de retorno de entre 25 (escenario RCP4.5) y 10 años de periodo de retorno (escenario RCP8.5).

En cuanto a los datos desagregados por intendencias:

- Para cualquiera de las situaciones analizadas, la intendencia con mayores daños esperados es Maldonado, que va perdiendo peso relativo en los daños totales en el país, pasando de un 69% en el presente a un 39,7% en el 2100 (RCP8.5) (Tabla 10).
- Para el horizonte 2100 y el escenario RCP8.5, además de Maldonado, destaca el incremento de los daños en la intendencia de Montevideo que aumentan más de un 700% con respecto a la situación presente. Igualmente aparecen daños importantes en la intendencia de Colonia.

3.4.3 Infraestructuras críticas

En la siguiente tabla se presentan las infraestructuras críticas afectadas para los periodos de retorno estudiados y para los distintos escenarios.

Tabla 11. Infraestructuras críticas afectadas para cada periodo de retorno en el escenario presente. Expresado en número de infraestructuras.

PRESENTE	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	TR500
AEROPUERTO	0	0	0	0	0	0
CEMENTERIO	0	0	0	0	0	0
DEPORTE	2	3	4	5	5	9
EDUCACION	0	0	0	0	0	3
EDUCACION PRIVADA	0	0	0	1	1	1
PUERTO	2	2	2	3	4	6
SALUD PRIVADA	0	0	0	0	0	1
SALUD PUBLICA	1	1	1	1	1	1

Tabla 12. Infraestructuras críticas afectadas para cada periodo de retorno en el escenario 2050. Expresado en número de infraestructuras.

2050 RCP promedio	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	TR500
AEROPUERTO	0	0	0	0	0	0
CEMENTERIO	0	0	0	0	0	0
DEPORTE	4	4	5	5	9	11
EDUCACION	0	0	0	0	1	5
EDUCACION PRIVADA	0	0	1	1	1	1
PUERTO	2	2	3	4	6	8
SALUD PRIVADA	0	0	0	0	1	1
SALUD PUBLICA	1	1	1	1	1	2

Tabla 13. Infraestructuras críticas afectadas para cada periodo de retorno en el escenario 2100 (RCP4.5). Expresado en número de infraestructuras.

2100 (RCP4.5)	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	TR500
AEROPUERTO	0	0	0	0	0	0
CEMENTERIO	0	0	0	0	0	0
DEPORTE	4	6	9	11	11	16
EDUCACION	0	0	1	3	5	8
EDUCACION PRIVADA	0	1	1	1	1	1
PUERTO	3	3	5	7	7	8
SALUD PRIVADA	0	0	0	2	2	4
SALUD PUBLICA	1	1	1	1	1	4

Tabla 14. Infraestructuras críticas afectadas para cada periodo de retorno en el escenario 2100 (RCP8.5). Expresado en número de infraestructuras.

2100 (RCP8.5)	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	TR500
AEROPUERTO	0	0	0	0	0	0
CEMENTERIO	0	0	0	0	0	0
DEPORTE	5	8	11	13	13	18
EDUCACION	1	1	3	5	6	12
EDUCACION PRIVADA	1	1	1	1	1	2
PUERTO	3	5	7	7	8	8
SALUD PRIVADA	0	1	2	3	4	4
SALUD PUBLICA	1	1	1	1	4	5

Se aprecia cómo no existen aeropuertos ni cementerios que se vean afectados por inundación costera ni en el presente ni en ningún escenario bajo ningún periodo de retorno. Por el contrario, sí que se ven afectadas el resto de las infraestructuras estudiadas, siendo las infraestructuras incluidas en las categorías de deporte y educación las que se ven afectadas en mayor proporción en todos los escenarios.

Igualmente se observa que, para mayores periodos de retorno, mayor es la afección sobre las infraestructuras, e igual que en los casos anteriores, para los horizontes futuros también la afección esperada es mayor. La afección sobre las infraestructuras críticas en el RCP8.5 también es mayor que en el caso del RCP4.5.

Es relevante destacar que el análisis que se ha realizado de las infraestructuras críticas es en todo caso puntual, representando cada uno de estos elementos como un único punto en el territorio. Dependiendo de la localización que se haya realizado de este punto dentro del área ocupada por la infraestructura, puede suceder que la afección real sea mayor o menor, siendo ésta una de las limitaciones del análisis de esta categoría de activos debido a la limitada disponibilidad de datos.

3.4.4 Ecosistemas

En las siguientes tablas se presentan las consecuencias sobre los ecosistemas (vulnerables, amenazados y críticamente amenazados) para los distintos escenarios y para cada uno de los periodos de retorno estudiados, aplicando el umbral de afección definido anteriormente de 0,80 metros de inundación. Igualmente se recogen las variaciones que se experimentan con respecto a la situación presente.

Tabla 15. Consecuencias sobre los ecosistemas vulnerables. Expresado en hectáreas.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4 5)			2100 (RCP8 5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	193,41	245,33	257,31	269,69	325,78	368,26	407,80	403,26	459,35	541,12
Incremento con respecto al presente			26,84%	33,03%	39,44%	68,44%	90,40%	110,84%	108,50%	137,49%	179,77%
10	0,1	249,80	313,47	328,86	354,99	417,87	458,84	501,10	496,75	577,30	671,30
Incremento con respecto al presente			25,49%	31,65%	42,11%	67,28%	83,68%	100,60%	98,86%	131,11%	168,74%
25	0,04	343,30	416,46	434,79	454,32	532,42	590,14	663,79	655,79	750,02	826,23
Incremento con respecto al presente			21,31%	26,65%	32,34%	55,09%	71,91%	93,36%	91,03%	118,48%	140,67%
50	0,02	408,59	491,23	511,74	539,78	646,68	719,87	779,21	773,17	847,62	910,60
Incremento con respecto al presente			20,23%	25,25%	32,11%	58,27%	76,18%	90,71%	89,23%	107,45%	122,86%
100	0,01	476,83	591,97	621,58	650,00	756,95	814,40	867,72	862,79	920,78	983,93
Incremento con respecto al presente			24,15%	30,36%	36,32%	58,75%	70,79%	81,98%	80,94%	93,10%	106,35%
500	0,002	691,63	792,16	817,53	842,82	930,77	978,21	1.025,30	1.019,39	1.086,52	1.152,80
Incremento con respecto al presente			14,54%	18,20%	21,86%	34,58%	41,44%	48,25%	47,39%	57,10%	66,68%

Tabla 16. Consecuencias sobre los ecosistemas amenazados. Expresado en hectáreas.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4 5)			2100 (RCP8 5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	1.218,83	1.392,11	1.431,63	1.471,85	1.615,44	1.693,32	1.760,33	1.752,80	1.850,35	1.957,20
Incremento con respecto al presente			14,22%	17,46%	20,76%	32,54%	38,93%	44,43%	43,81%	51,81%	60,58%
10	0,1	1.397,45	1.591,88	1.627,47	1.671,80	1.794,38	1.868,63	1.940,20	1.932,28	2.041,20	2.138,97
Incremento con respecto al presente			13,91%	16,46%	19,63%	28,40%	33,72%	38,84%	38,27%	46,07%	53,06%
25	0,04	1.650,58	1.816,58	1.853,08	1.889,61	2.020,57	2.085,59	2.146,39	2.139,45	2.229,35	2.347,90
Incremento con respecto al presente			10,06%	12,27%	14,48%	22,42%	26,36%	30,04%	29,62%	35,07%	42,25%
50	0,02	1.808,49	1.961,82	1.997,58	2.032,34	2.145,69	2.207,44	2.276,95	2.268,49	2.387,84	2.548,80
Incremento con respecto al presente			8,48%	10,46%	12,38%	18,65%	22,06%	25,90%	25,44%	32,03%	40,93%
100	0,01	1.935,81	2.084,84	2.115,89	2.148,39	2.271,12	2.351,07	2.455,04	2.441,66	2.596,83	2.753,59
Incremento con respecto al presente			7,70%	9,30%	10,98%	17,32%	21,45%	26,82%	26,13%	34,15%	42,24%
500	0,002	2.219,94	2.401,45	2.443,75	2.487,25	2.657,62	2.762,48	2.857,83	2.846,97	2.972,25	3.099,00
Incremento con respecto al presente			8,18%	10,08%	12,04%	19,72%	24,44%	28,73%	28,25%	33,89%	39,60%

Tabla 17. Consecuencias sobre los ecosistemas críticamente amenazados. Expresado en hectáreas.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4 5)			2100 (RCP8 5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	0,96	1,24	1,31	1,38	1,65	1,86	2,08	2,05	2,33	2,59
Incremento con respecto al presente			29,65%	36,85%	44,56%	72,53%	94,97%	117,59%	114,24%	143,89%	171,02%
10	0,1	1,29	1,60	1,70	1,80	2,19	2,38	2,58	2,56	2,80	3,08
Incremento con respecto al presente			23,89%	31,68%	39,23%	69,55%	84,28%	99,26%	97,65%	116,58%	138,12%
25	0,04	1,77	2,24	2,35	2,46	2,78	2,98	3,19	3,16	3,40	3,65
Incremento con respecto al presente			25,97%	32,28%	38,68%	56,63%	68,17%	79,53%	78,36%	91,61%	105,59%
50	0,02	2,25	2,70	2,78	2,88	3,26	3,43	3,60	3,56	3,84	4,13
Incremento con respecto al presente			19,66%	23,35%	27,68%	44,78%	52,09%	59,55%	58,13%	70,55%	83,39%
100	0,01	2,71	3,16	3,26	3,36	3,67	3,86	4,08	4,05	4,35	4,67
Incremento con respecto al presente			16,77%	20,43%	23,85%	35,24%	42,44%	50,35%	49,53%	60,33%	72,14%
500	0,002	3,72	4,19	4,28	4,42	4,94	5,41	5,94	5,88	6,75	7,43
Incremento con respecto al presente			12,41%	14,99%	18,69%	32,73%	45,19%	59,41%	57,82%	81,31%	99,48%

La integración de los distintos periodos de retorno permite obtener el daño anual esperado como indicador de riesgo para los diferentes escenarios. Este indicador arroja un valor de aproximadamente 430 hectáreas (sumando ecosistemas vulnerables, amenazados y críticamente amenazados) anualmente afectadas por impactos costeros en Uruguay, incrementándose hasta 577 hectáreas (intervalo 560-595) para el horizonte 2050, y hasta 690 hectáreas (intervalo 655-725) para el horizonte 2100 con el RCP4.5, o 770 hectáreas (intervalo 720-830) con el RCP8.5.

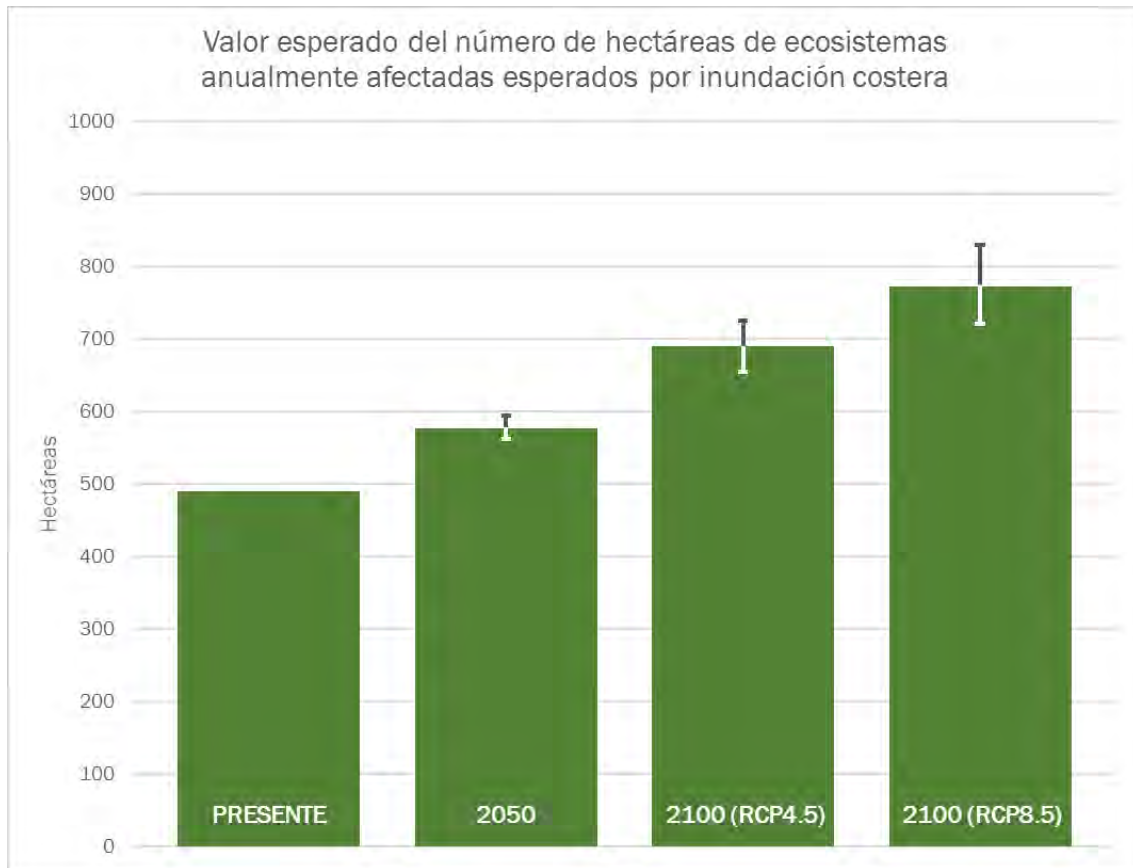


Figura 19. Valor esperado del número de hectáreas de ecosistemas anualmente afectadas por inundación costera.
Expresado en hectáreas afectadas.

El mayor riesgo lo experimentan los ecosistemas amenazados, quedando en situación de riesgo muy poca superficie de ecosistemas críticamente amenazados debido a los efectos de la inundación costera.



Figura 20. Valor esperado del número de hectáreas de ecosistemas anualmente afectadas separadas por categoría. Expresado en hectáreas afectadas.

Los resultados del análisis se pueden desagregar igualmente por intendencia.

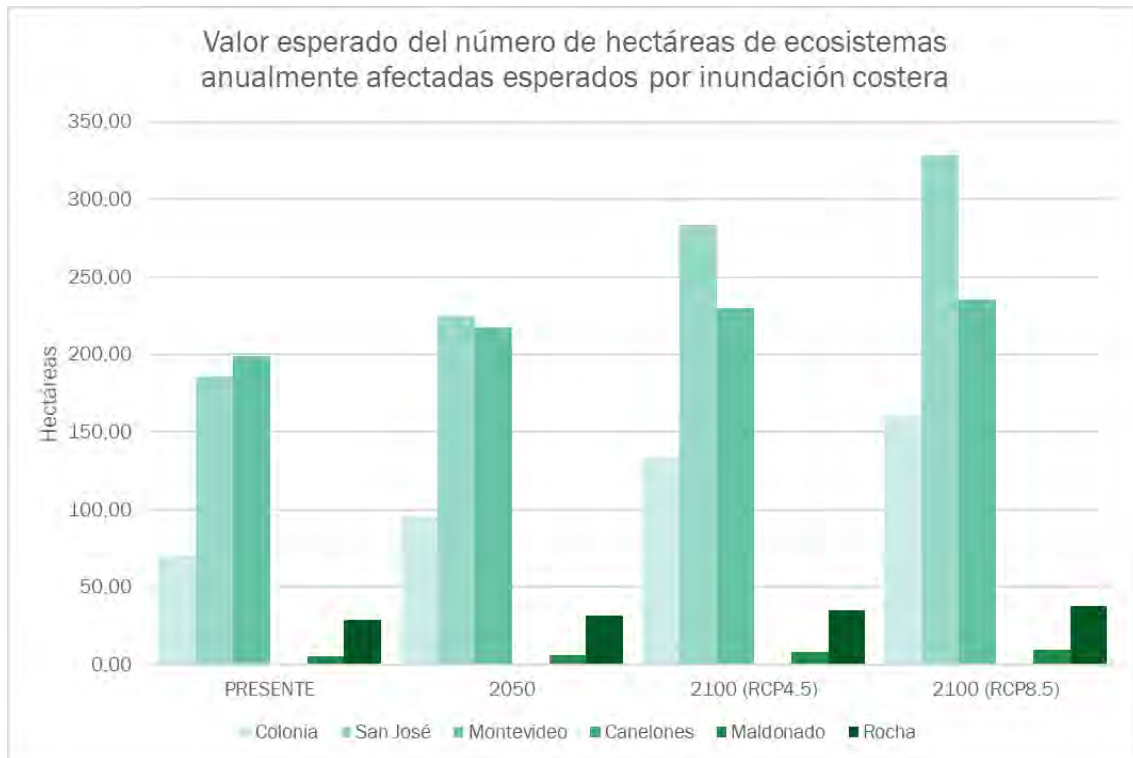


Figura 21. Valor esperado del número de hectáreas de ecosistemas anualmente afectadas esperadas por inundación costera por intendencia. Expresado en hectáreas afectadas.

Todos estos resultados obtenidos permiten realizar un breve análisis.

- A escala nacional, se observa que en el presente la afección anualizada media es de unas 400 hectáreas de ecosistemas vulnerables.
- En los escenarios futuros esta afección se verá incrementada alrededor de un 17% a mitad de siglo, y entre un 40% y un 58% en el horizonte 2100.
- La mayor afección la experimentan los ecosistemas catalogados como amenazados (categoría 2), muy por encima de los vulnerables (categoría 1). La superficie afectada de ecosistemas críticamente amenazados es sumamente pequeña.
- A escala de intendencia, la mayor afección sobre los ecosistemas se experimenta en las intendencias de San José, Montevideo y Colonia
- Porcentualmente, el mayor incremento de afección lo experimenta la intendencia de Colonia (127%), seguida de las de San José y Maldonado, con un incremento que en el peor escenario supera el 75% con respecto a la situación presente. Montevideo apenas incrementa un 20% su superficie afectada.

4 RIESGO DEBIDO A EROSIÓN COSTERA

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos en el análisis del riesgo debido a erosión costera a lo largo de la costa de Uruguay. Además de la caracterización de la exposición y la vulnerabilidad, se describen los resultados de peligrosidad para toda la costa, obtenidos de acuerdo con la metodología descrita en el Entregable 4.2. Por último, se incluyen y describen los resultados de riesgo expresados en términos de superficie erosionada, así como de valor de protección y recreativo perdido.

4.1 Exposición

Para caracterizar la exposición asociada a las playas de Uruguay se ha centrado el análisis en el estudio de dos de los servicios ecosistémicos proporcionados por las mismas. En concreto, los dos servicios incluidos son el servicio de protección frente a eventos extremos de las edificaciones costeras, y el servicio recreativo relacionado con el turismo y uso recreativo de las playas.

El primero de ellos (valor de protección) ha sido estimado en función del valor de los activos protegidos por cada una de las playas, en base a la valoración económica de los situados en una franja de 300 metros alrededor de cada una de las playas. El segundo de ellos (valor recreativo) ha sido estimado en función del gasto de los turistas en cada zona de playa, de las características físicas (longitud y situación) y de la importancia relativa de cada una de las playas dentro del conjunto de las playas de todo Uruguay.

Así, se han podido obtener estimaciones del valor económico proporcionado por cada servicio al año y el valor total anual de cada una de las playas del litoral. Este valor obtenido es un indicador expresado en unidades monetarias cuya estimación nos permite determinar diferencias entre arenales a través de la cuantificación del valor recreativo y de protección proporcionado por las playas. Es importante destacar que en ningún momento representa un precio de mercado de las playas de Uruguay.

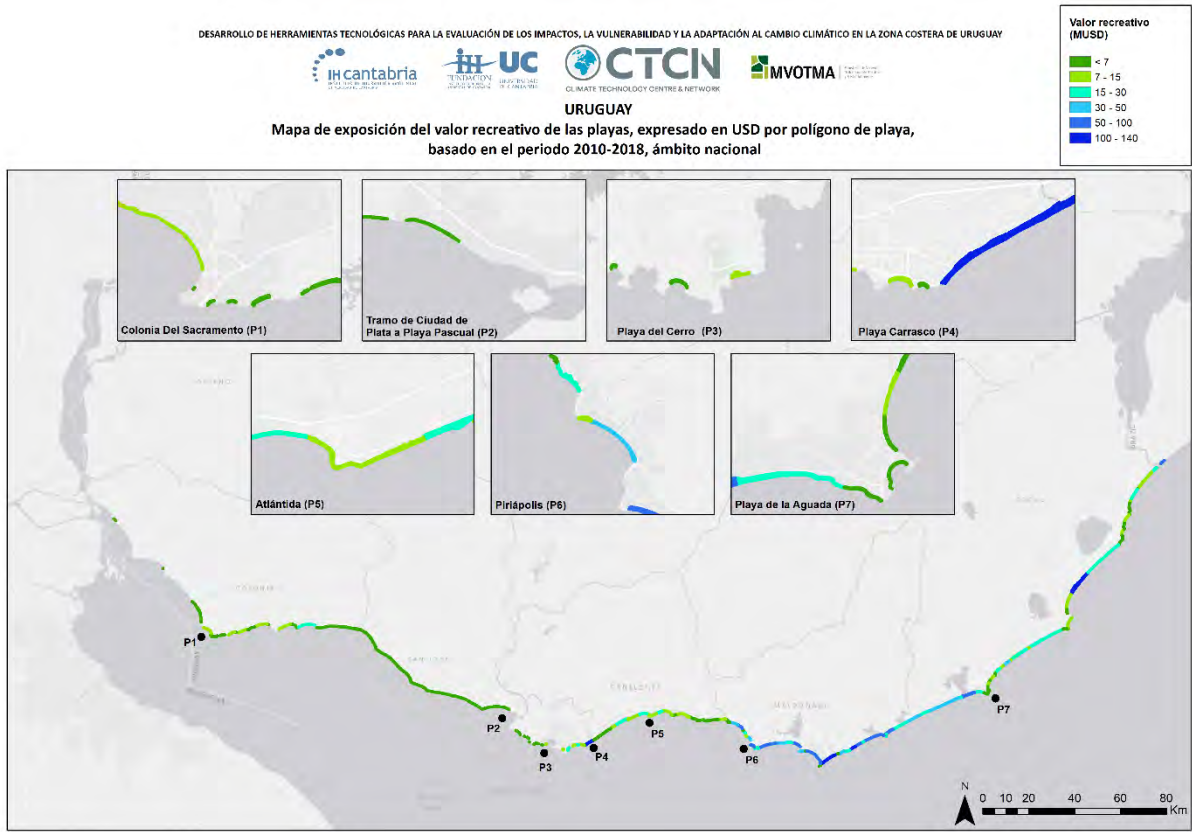


Figura 22. Resultados de exposición obtenidos. Representación del valor recreativo de las playas de Uruguay.

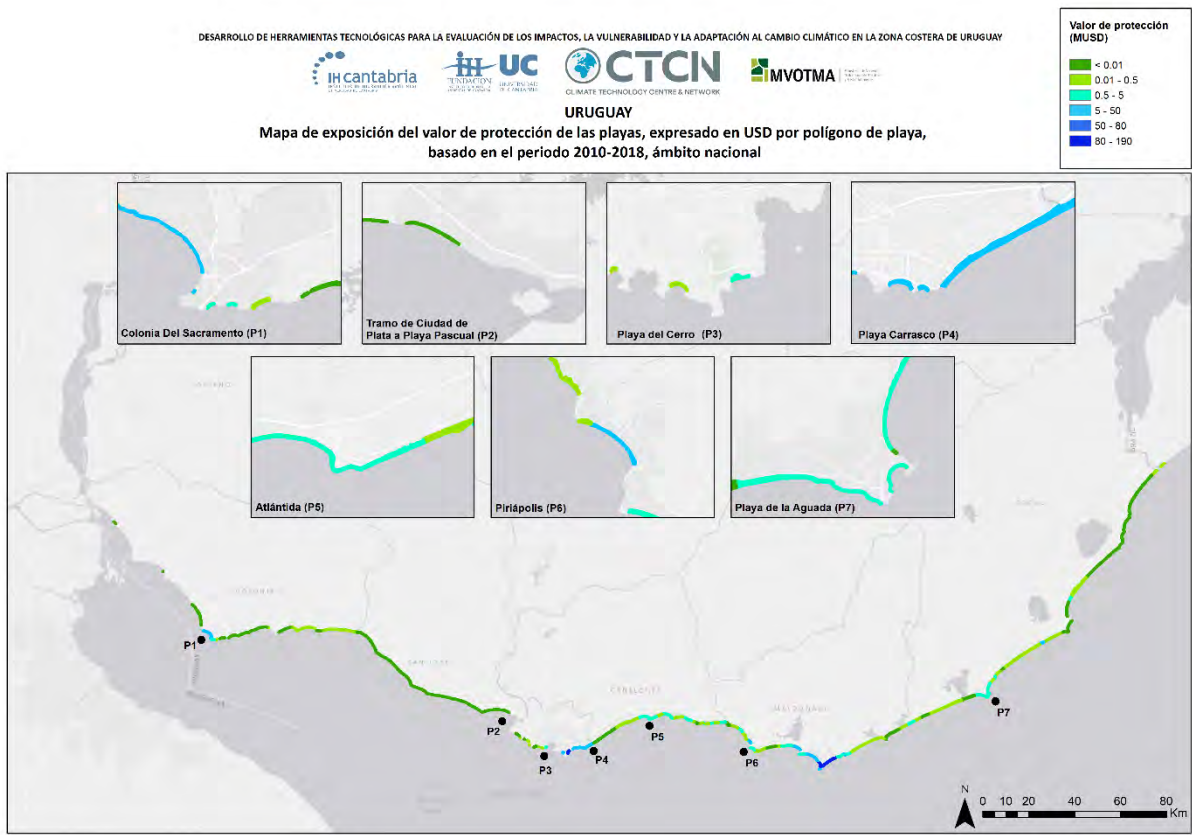


Figura 23. Resultados de exposición obtenidos. Representación del valor de protección de las playas de Uruguay.

Igualmente se han podido obtener los valores de dichos servicios para cada una de las intendencias y para el conjunto de todo el país. Estos valores se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Valores anuales de protección, recreativo y total de las playas uruguayas. Expresado en USD/año.

	Valor de protección	Valor recreativo	Valor total
COLONIA	34.643.767,13	127.785.702,00	162.429.469,12
SAN JOSÉ	9.026,05	19.530.571,37	19.539.597,42
MONTEVIDEO	392.859.799,53	258.807.681,70	651.667.481,22
CANELONES	25.114.498,67	284.475.668,14	309.590.166,81
MALDONADO	354.451.231,61	1.870.300.594,56	2.224.751.826,17
ROCHA	30.717.628,05	1.362.661.587,92	1.393.379.215,97
URUGUAY	837.795.951,03	3.923.561.805,69	4.761.357.756,72

Se desprende de los resultados anteriores que la mayor fuente de valor de las playas de Uruguay es el valor anual recreativo que proporcionan. El valor anual del servicio de protección es mayor en las intendencias de Montevideo y Maldonado, previsiblemente debido a la mayor densidad de edificaciones y a su mayor concentración en la zona más próxima a las playas. Por otro lado, las playas más valiosas desde el punto de vista recreativo son las de las intendencias de Maldonado y Rocha.

En la siguiente tabla, de forma complementaria, se recogen los datos expresados en USD anuales por hectárea.

Tabla 19. Valores de protección, recreativo y total de las playas uruguayas. Expresado en USD/ha/año.

	Valor de protección	Valor recreativo	Valor total
COLONIA	140.180,17	517.063,34	657.243,51
SAN JOSÉ	29,28	63.351,15	63.380,43
MONTEVIDEO	3.628.378,75	2.390.298,76	6.018.677,51
CANELONES	49.441,55	560.031,83	609.473,38
MALDONADO	534.623,07	2.820.996,94	3.355.620,00
ROCHA	12.357,63	548.195,64	560.553,27
URUGUAY	193.917,20	908.152,05	1.102.069,25

4.2 Vulnerabilidad

El enfoque que se ha planteado para determinar la vulnerabilidad de las playas ha sido vincular la misma a la utilidad marginal de la misma. De esta forma, la valoración del daño que experimenta un usuario cuando una playa pierde una primera unidad de superficie debido al efecto de la erosión es distinto (tiene una menor importancia) que el experimentado cuando la erosión ha destruido gran parte de la playa y desaparece una unidad extra más. Este enfoque pretende representar la utilidad marginal decreciente que la playa tiene como activo económico para los usuarios.

La forma prevista de la función de vulnerabilidad que se plantea tiene una forma como la que se recoge en la Figura 24, en la que se puede apreciar gráficamente lo que se acaba de comentar: el factor de daño de los primeros metros de playa erosionados es menor que el de los últimos cuando la playa ya está cerca de desaparecer.

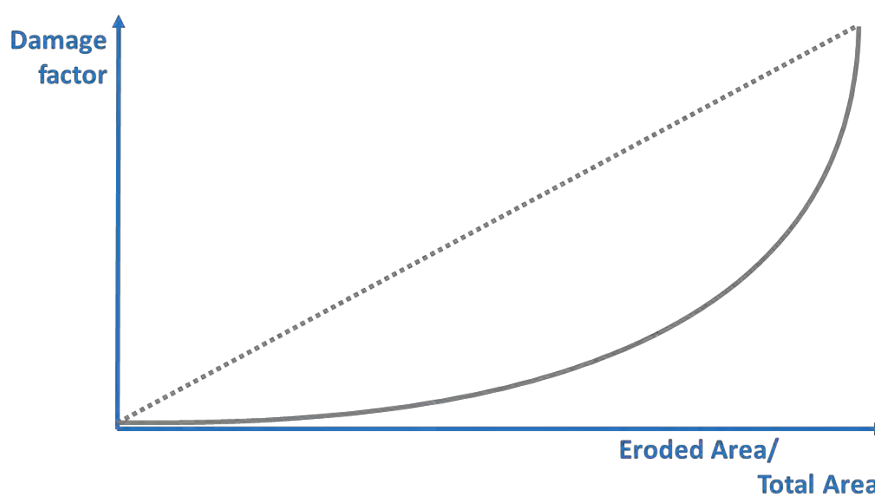


Figura 24. Curva de vulnerabilidad para la erosión de una playa.

Después de análisis previos y puesta en común con miembros de las distintas autoridades uruguayas involucradas en el proyecto, la forma final que se plantea para esta función de vulnerabilidad es la que se recoge en la ecuación (1).

$$\text{Factor de Daño} = \left(\frac{\text{Área Erosionada}}{\text{Área Total}} \right)^2 \quad (1)$$

4.3 Peligrosidad

Existe una diferencia esencial entre los resultados de peligrosidad de inundación y erosión. Mientras que los mapas de peligrosidad de la inundación corresponden a periodos de retorno del evento extremo que genera la inundación, para la erosión se obtiene el retroceso de un periodo de retorno dado, independientemente de cuál haya sido la combinación de forzamientos que haya dado lugar al mismo. Esto se debe esencialmente al hecho de que la inundación se ha gestionado habitualmente a partir de este tipo de mapas y existe normativa específica que obliga a obtener los mapas de peligrosidad para periodos de retorno determinados. Sin embargo, esta práctica no es habitual para la erosión, donde lo que promueve la acción en términos de la reducción de riesgo o adaptación es no superar un retroceso determinado. Mediante la metodología propuesta se ha obtenido una serie temporal de evolución de la línea de costa del presente a fin de siglo, para los escenarios climáticos de erosión costera que se recogen en la Tabla 20. Para cada escenario considerado se han obtenido estadísticos representativos del régimen extremal y la erosión estructural para mitad y final de siglo.

Tabla 20. Escenarios climáticos de erosión costera.

Horizonte	Escenario climático	Características del forzamiento			
		Periodo simulado	Condiciones oleaje y nivel del mar	ANMM	RCP
Presente	E1	1985-2016	Serie histórica de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	-	-
2050	E2	2010-2050	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al percentil 5%	Media RCP4.5 RCP8.5
2050	E3	2010-2050	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al valor medio	Media RCP4.5 RCP8.5
2050	E4	2010-2050	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al percentil 95%	Media RCP4.5 RCP8.5
2100	E5	2010-2100	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al percentil 5%	RCP4.5
2100	E6	2010-2100	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al valor medio	RCP4.5
2100	E7	2010-2100	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al percentil 95%	RCP4.5
2100	E8	2010-2100	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al percentil 5%	RCP8.5
2100	E9	2010-2100	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al valor medio	RCP8.5
2100	E10	2010-2100	Series futuras de oleaje en rotura, marea meteorológica y marea astronómica	Serie de ANMM correspondiente al percentil 95%	RCP8.5

Por tanto, de la evolución de la línea de costa obtenida con el modelo de erosión para cada escenario, se han obtenido dos tipos de resultados. Por un lado, del ajuste de extremos de la serie temporal de evolución de la línea de costa se ha obtenido el retroceso de las playas asociado a periodos de retorno extremos y, por otro lado, se ha estimado el retroceso estructural de la línea de costa, que se ha definido como el retroceso permanente de la playa debido al aumento del nivel medio del mar. A partir

de los retrocesos se ha estimado la superficie erosionada por eventos extremos y la superficie erosionada por el retroceso estructural de la línea de costa.

Las siguientes tablas recogen la superficie perdida por eventos extremos de erosión costera, en los diferentes escenarios y horizontes estudiados.

Tabla 21. Superficie perdida por eventos extremos de erosión costera, expresada en hectáreas.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	222	465	533	602	770	901	1.034	897	1.049	1.201
Incremento con respecto al presente			108,86%	139,71%	170,71%	245,98%	305,15%	365,00%	303,27%	371,57%	439,78%
10	0,1	279	545	620	695	885	1.028	1.173	1.066	1.251	1.432
Incremento con respecto al presente			95,40%	122,13%	149,14%	217,14%	268,49%	320,49%	282,04%	348,39%	413,35%
25	0,04	347	640	722	804	1.003	1.156	1.309	1.256	1.475	1.686
Incremento con respecto al presente			84,44%	107,88%	131,72%	188,87%	233,02%	277,19%	261,76%	324,90%	385,84%
50	0,02	395	707	792	880	1.075	1.232	1.387	1.380	1.619	1.850
Incremento con respecto al presente			78,65%	100,37%	122,57%	171,74%	211,54%	250,65%	248,88%	309,42%	367,90%
100	0,01	442	769	859	951	1.135	1.294	1.447	1.487	1.748	1.993
Incremento con respecto al presente			74,10%	94,47%	115,30%	156,98%	193,07%	227,70%	236,61%	295,69%	351,14%
500	0,002	552	902	999	1.101	1.242	1.399	1.547	1.692	1.987	2.271
Incremento con respecto al presente			66,28%	84,30%	102,98%	128,95%	157,95%	185,32%	212,07%	266,40%	318,68%

Esta tabla permite realizar unos breves comentarios sobre los resultados obtenidos:

- Se observa cómo en el presente se pierden debido a eventos extremos asociados a retrocesos con periodo de retorno de 25 y 50 años entre 347 y 395 hectáreas de playa seca, respectivamente.
- En el horizonte 2050, la superficie erosionada asociada a los retrocesos con periodo de retorno 25 y 50 años es de 722 y 792 hectáreas, que supone un incremento en un 107% y un 100%, respectivamente, con respecto a la superficie erosionada en el presente.
- En el horizonte 2100 la superficie media erosionada en el escenario RCP4.5 asociada a los retrocesos con periodo de retorno 25 y 50 años es de 1.156 y 1.232 hectáreas. Esta superficie erosionada es mayor en el escenario RCP8.5, con valores de 1.475 y 1.619 hectáreas.
- En el presente, retrocesos que produzcan la pérdida de más de 550 hectáreas tienen lugar con periodos de retorno mayores de 500 años (probabilidad de 0,002). A partir del año 2050, retrocesos de estas magnitudes tendrán lugar con periodos de retorno menores de 5 años.

Estos resultados se pueden agrupar y expresar por intendencia. En las tablas siguientes (Tabla 22 y Tabla 23) se muestra la superficie erosionada por eventos extremos de erosión costera asociada a los retrocesos con periodo de retorno 25 y 50 años (probabilidad de ocurrencia igual a 0,04 y 0,02, respectivamente).

Tabla 22. Superficie perdida por eventos extremos de erosión costera asociada al retroceso de periodo de retorno 25 años.
Resultados desagregados por intendencia y expresados en hectáreas.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	44,73	77,39 [69,23 – 85,69]	132,94 [116,03 – 149,29]	163,60 [141,46 – 185,03]
San José	39,21	87,01 [76,52 – 97,70]	143,56 [123,52 – 163,55]	182,51 [156,79 – 204,41]
Montevideo	11,52	26,04 [23,00 – 29,14]	40,82 [35,22 – 46,38]	52,98 [44,76 – 61,01]
Canelones	57,27	117,78 [105,29 – 130,46]	179,31 [155,63 – 202,79]	227,55 [193,50 – 261,91]
Maldonado	59,58	116,95 [104,97 – 129,16]	177,43 [154,40 – 200,45]	224,14 [190,41 – 256,74]
Rocha	134,80	296,41 [261,23 – 332,17]	481,91 [417,90 – 546,84]	624,11 [528,82 – 717,33]
URUGUAY	347,12	721,58 [640,24 – 804,33]	1.155,96 [1.002,71 – 1.309,29]	1.474,89 [1.255,74 – 1.686,42]

Tabla 23. Superficie perdida por eventos extremos de erosión costera asociada al retroceso de periodo de retorno 50 años.
Resultados desagregados por intendencia y expresados en hectáreas.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	52,39	84,03 [75,75 – 92,49]	143,95 [126,59 – 160,38]	180,29 [156,16 – 200,08]
San José	44,91	95,66 [84,48 – 107,10]	153,66 [132,97 – 173,47]	197,98 [173,38 – 221,40]
Montevideo	13,13	29,04 [25,77 – 32,38]	43,52 [37,78 – 49,13]	58,58 [49,39 – 67,59]
Canelones	65,04	131,26 [117,98 – 144,82]	191,50 [167,20 – 215,02]	250,71 [212,46 – 289,69]
Maldonado	67,50	129,43 [116,77 – 142,41]	189,11 [165,76 – 212,44]	245,15 [208,33 – 282,31]
Rocha	152,49	322,97 [285,77 – 360,95]	510,28 [444,60 – 576,03]	686,40 [579,95 – 789,28]
URUGUAY	395,46	792,39 [706,51 – 880,16]	1.232,02 [1.074,62 – 1.386,69]	1.619,11 [1.379,68 – 1.850,35]

Los comentarios más reseñables sobre estos resultados a nivel de intendencia son:

- La mayor erosión se produce en la intendencia de Rocha, con superficies de playa erosionada de entre 134 y 152 hectáreas para los retrocesos con periodo de retorno de 25 y 50 años, respectivamente.
- El resto de las intendencias presentan erosiones de entre 40 y 65 hectáreas, con la excepción de la intendencia de Montevideo, cuya erosión apenas ronda las 11-13 hectáreas.
- Estas superficies se ven incrementadas para los distintos horizontes y son mayores en el escenario RCP8.5 que en el escenario RCP4.5.

- En el futuro (final de siglo), la superficie erosionada en la intendencia de Rocha oscilará entre las 417 y las 717 hectáreas para el retroceso con periodo de retorno 25 años, y entre las 444 y 789 hectáreas para el retroceso con periodo de retorno 50 años, lo que representa un incremento de 210% – 432%, y de 192% – 418%, respectivamente, con respecto a la superficie erosionada en el presente.
- En el futuro (final de siglo), para el peor escenario, todas las intendencias experimentarán incrementos en la superficie erosionada debido a un retroceso con periodo de retorno 50 años de 200% – 400% con respecto a la superficie erosionada en el presente. En la intendencia de Colonia, donde se da el menor incremento, la superficie erosionada igual a 52 hectáreas en el presente podrá llegar a ser de 200 hectáreas en 2100.

En la tabla siguiente (Tabla 24) se recoge la superficie perdida por eventos extremos de erosión costera, en los diferentes escenarios y horizontes estudiados.

Tabla 24. Superficie perdida por retroceso estructural de la línea de costa. Resultados desagregados por intendencia y expresados en hectáreas.

	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
Colonia	35,98	41,91	47,85	104,86	120,06	135,25	137,40	159,75	182,10
San José	33,68	39,21	44,73	86,25	100,41	114,56	116,54	137,37	158,19
Montevideo	12,47	14,57	16,68	31,04	36,44	41,84	42,61	50,55	58,50
Canelones	40,81	47,93	55,03	103,30	121,58	139,83	142,52	169,44	196,34
Maldonado	40,25	47,49	54,72	102,73	121,34	139,93	142,69	170,09	197,48
Rocha	113,15	133,29	153,39	299,29	351,15	402,98	411,09	487,59	564,05
URUGUAY	276,34	324,41	372,39	727,47	850,97	974,39	992,84	1.174,79	1.356,65

Los comentarios más destacables sobre los resultados obtenidos a nivel de intendencia son:

- En el horizonte 2050, la superficie erosionada debido al aumento del nivel medio del mar en todo el país tendrá un valor de entre 276 y 372 hectáreas.
- En el horizonte 2100, para el RCP4.5 la superficie erosionada en todo el país tendrá un valor entre 747 y 974 hectáreas. Para el RCP8.5 los valores aumentan hasta 992 y 1.356 hectáreas.
- La intendencia de Rocha es la intendencia con mayor superficie erosionada debido al retroceso estructural de la línea de costa. La intendencia de Colonia es la intendencia con menor superficie erosionada.

4.4 Riesgo de erosión sobre playas: resultados cuantitativos integrados a escala nacional

El riesgo de erosión sobre las playas se obtiene como la integración de la información de peligrosidad con la exposición y la vulnerabilidad. En este apartado se muestran los resultados cuantitativos del daño sobre las playas de la costa de Uruguay, presentados de forma numérica en tablas y gráficas, e integrado el resultado a escala nacional. La información relativa a la distribución espacial de estos daños se puede encontrar en el apartado 5.

Los resultados que se presentan se dividen en dos categorías distintas: por un lado, daños debidos a eventos extremos; por otro lado, daños debido a erosión estructural.

Del análisis de la erosión debida a eventos extremos se obtienen los daños asociados a cada retroceso (asociado a su vez a un periodo de retorno y por tanto a una probabilidad de ocurrencia) en cada horizonte determinado. Este análisis realizado estudiando diferentes periodos de retorno permite obtener, al igual que se obtenía para la inundación, un indicador integrado, que de nuevo se sintetiza expresando los daños anuales esperados.

El análisis de la erosión estructural, sin embargo, analiza los daños debidos a las series de evolución de la línea de costa debido al aumento del nivel medio del mar. Este retroceso estructural tiene en cuenta las variaciones de la línea de costa a lo largo del tiempo, y por tanto expresa el daño sufrido en un horizonte para un escenario dado.

4.4.1 Eventos extremos de erosión

En las tablas siguientes (Tabla 25, Tabla 26 y Tabla 27) se presentan las consecuencias sobre las playas para los distintos escenarios y cada uno de los periodos de retorno estudiados, aplicando la curva de vulnerabilidad definida anteriormente. Igualmente se recogen las variaciones que se experimentan con respecto a la situación presente. Estos datos se presentan tanto para el valor total anual, como para los valores de los dos servicios ecosistémicos estudiados: el valor de protección y el valor recreativo.

Tabla 25. Consecuencias sobre las playas. Valor total anual perdido expresado en millones de USD/año.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	20,99	87,72	115,05	146,03	232,69	322,48	422,14	319,55	434,69	565,92
Incremento con respecto al presente			317,89%	448,12%	595,71%	1.008,54%	1.436,30%	1.911,05%	1.422,33%	1.970,88%	2.596,06%
10	0,1	33,11	122,05	156,98	196,44	307,86	418,19	541,11	447,61	612,64	798,37
Incremento con respecto al presente			268,58%	374,05%	493,19%	829,67%	1.162,82%	1.533,98%	1.251,63%	1.749,98%	2.310,86%
25	0,04	51,19	171,15	216,23	267,08	394,82	527,87	671,58	615,82	845,83	1.088,41
Incremento con respecto al presente			234,30%	322,37%	421,69%	671,20%	931,08%	1.211,78%	1.102,85%	1.552,13%	2.025,95%
50	0,02	66,25	211,19	264,15	323,77	453,52	598,56	752,48	738,82	1.008,51	1.293,81
Incremento con respecto al presente			218,79%	298,72%	388,72%	584,57%	803,48%	1.035,83%	1.015,20%	1.422,28%	1.852,92%
100	0,01	82,33	253,68	314,59	382,13	506,24	660,20	820,92	856,71	1.162,07	1.489,81
Incremento con respecto al presente			208,13%	282,11%	364,14%	514,89%	701,89%	897,10%	940,57%	1.311,46%	1.709,54%
500	0,002	122,87	360,58	438,90	527,44	605,83	771,55	934,81	1.091,91	1.480,23	1.882,59
Incremento con respecto al presente			193,46%	257,19%	329,25%	393,04%	527,91%	660,78%	788,63%	1.104,66%	1.432,11%

Tabla 26. Consecuencias sobre las playas. Valor anual de protección perdido expresado en millones de USD/año.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	5,02	22,45	29,65	37,89	61,43	84,83	111,64	84,03	114,73	149,49
Incremento con respecto al presente			347,11%	490,32%	654,50%	1.123,18%	1.588,94%	2.122,62%	1.573,03%	2.184,31%	2.876,35%
10	0,1	7,97	31,48	40,75	51,35	81,43	110,11	142,86	118,33	161,63	210,53
Incremento con respecto al presente			294,56%	410,74%	543,62%	920,58%	1.280,06%	1.690,37%	1.383,03%	1.925,63%	2.538,54%
25	0,04	12,35	44,59	56,71	70,56	104,52	138,89	176,27	162,75	223,32	286,90
Incremento con respecto al presente			260,83%	358,85%	470,92%	745,71%	1.023,76%	1.326,19%	1.216,82%	1.706,83%	2.221,24%
50	0,02	15,97	55,46	69,82	86,26	120,10	156,87	197,06	195,34	267,20	340,04
Incremento con respecto al presente			247,15%	337,07%	439,94%	651,76%	881,89%	1.133,50%	1.122,73%	1.572,51%	2.028,41%
100	0,01	19,80	67,12	83,83	102,61	134,07	172,57	214,60	226,96	306,94	393,86
Incremento con respecto al presente			238,91%	323,23%	418,06%	576,92%	771,25%	983,47%	1.045,89%	1.449,67%	1.888,50%
500	0,002	29,31	97,07	118,98	144,24	159,60	200,96	243,99	290,78	394,16	504,69
Incremento con respecto al presente			231,17%	305,93%	392,09%	444,48%	585,59%	732,38%	892,00%	1.244,66%	1.621,72%

Tabla 27. Consecuencias sobre las playas. Valor anual recreativo perdido expresado en millones de USD/año.

Evento extremo		PRESENTE	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
TR	Prob.	(E1)	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
5	0,2	15,96	65,26	85,40	108,13	171,25	237,64	310,49	235,51	319,95	416,42
Incremento con respecto al presente			308,70%	434,84%	577,21%	972,48%	1.388,28%	1.844,50%	1.374,93%	1.903,75%	2.507,89%
10	0,1	25,13	90,57	116,23	145,08	226,43	308,07	398,24	329,26	451,00	587,84
Incremento con respecto al presente			260,33%	362,41%	477,18%	800,81%	1.125,60%	1.484,34%	1.209,92%	1.694,22%	2.238,58%
25	0,04	38,83	126,55	159,52	196,52	290,29	388,98	495,31	453,06	622,51	801,51
Incremento con respecto al presente			225,85%	310,76%	406,02%	647,48%	901,58%	1.175,37%	1.066,58%	1.502,89%	1.963,79%
50	0,02	50,27	155,73	194,32	237,51	333,42	441,68	555,41	543,47	741,30	953,77
Incremento con respecto al presente			209,78%	286,54%	372,44%	563,21%	778,57%	1004,79%	981,03%	1.374,54%	1.797,16%
100	0,01	62,52	186,56	230,76	279,51	372,16	487,63	606,31	629,74	855,12	1.095,94
Incremento con respecto al presente			198,38%	269,08%	347,06%	495,24%	679,92%	869,74%	907,20%	1.267,68%	1.652,84%
500	0,002	93,56	263,51	319,91	383,19	446,22	570,58	690,81	801,12	1.086,07	1.377,89
Incremento con respecto al presente			181,64%	241,92%	309,56%	376,93%	509,84%	638,35%	756,24%	1.060,79%	1.372,70%

La integración de los distintos periodos de retorno permite obtener el daño anual esperado como indicador de riesgo para los diferentes escenarios (Figura 25). Este indicador se puede desagregar en función del servicio proporcionado por cada una de las playas, distinguiendo entre el valor de protección (Figura 26) y el valor recreativo (Figura 27).

En las tablas siguientes se muestran los resultados numéricos del daño anual esperado desagregados por intendencia, sobre el valor total de las playas (Tabla 28), sobre el servicio de protección (Tabla 32), y sobre el servicio recreativo (Tabla 33).

El indicador arroja, sobre el valor total de las playas, un valor en el presente de aproximadamente 10 millones de USD dañados anualmente en Uruguay por eventos de erosión costera, incrementándose hasta 47,02 millones de USD anuales (intervalo 36,66 – 58,71) para el horizonte 2050, hasta los 120,95 millones USD anuales (89,11 – 155,89) para el horizonte 2100 con el RCP4.5, y 179,56 millones de USD anuales (intervalo 131,53 – 232,64) con el RCP8.5.

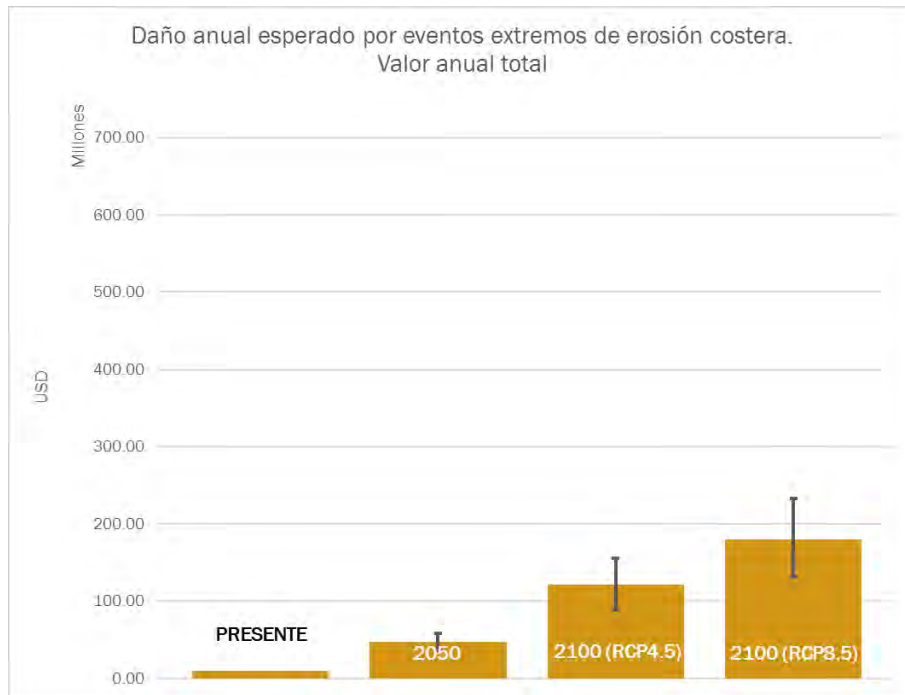


Figura 25. Daño anual esperado sobre el valor total de las playas por erosión costera. Expresado en millones de USD/año.

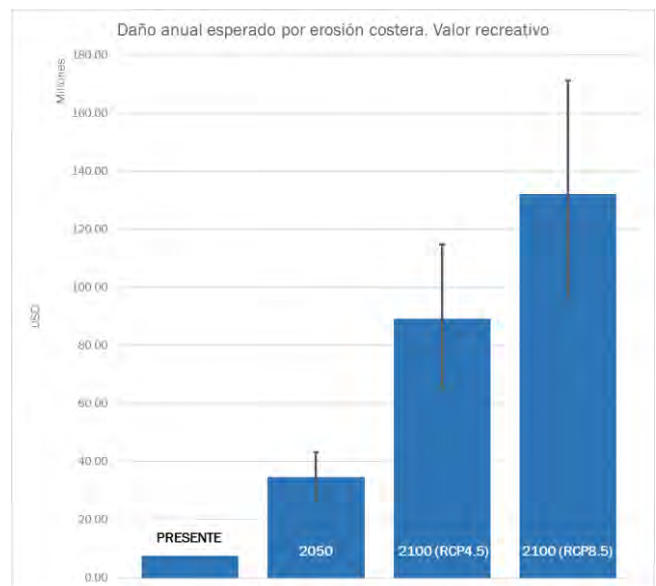
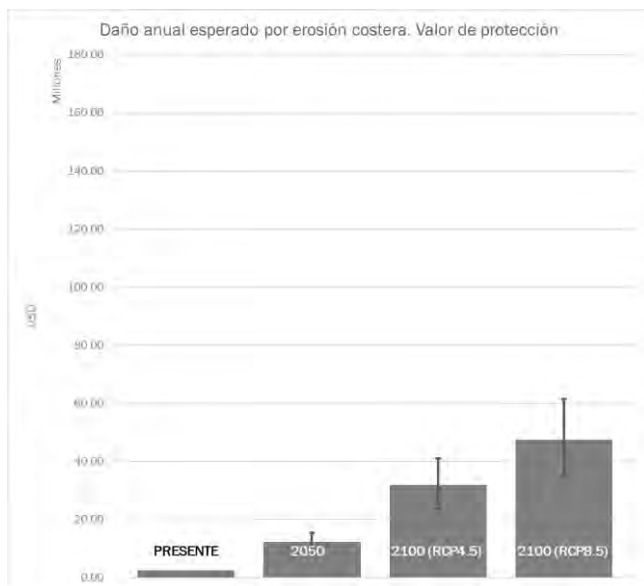


Figura 26. Daño anual esperado sobre las playas por erosión costera, separado por servicio proporcionado. Expresado en millones de USD/año.

Tabla 28. Daño anual esperado sobre el valor total de las playas por eventos extremos de erosión costera, separado por intendencia. Expresado en millones de USD.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	1,08	4,04 [3,13 – 5,07]	11,99 [8,90 – 15,26]	16,97 [12,80 – 21,23]
San José	0,07	0,40 [0,30 – 0,50]	1,09 [0,80 – 1,42]	1,62 [1,19 – 2,08]
Montevideo	1,55	8,96 [6,87 – 11,37]	23,62 [17,30 – 30,94]	36,66 [26,22 – 48,77]
Canelones	0,99	4,45 [3,48 – 5,44]	10,76 [7,84 – 13,74]	15,99 [11,54 – 20,70]
Maldonado	4,94	20,94 [16,60 – 25,86]	50,94 [38,04 – 65,77]	75,29 [55,10 – 97,79]
Rocha	1,45	8,23 [6,28 – 10,47]	22,55 [16,23 – 28,76]	33,04 [24,69 – 42,08]
URUGUAY	10,07	47,02 [36,66 – 58,71]	120,95 [89,11 – 155,89]	179,56 [131,53 – 232,64]

Tabla 29. Daño anual esperado sobre el valor total de las playas por eventos extremos de erosión costera, separado por intendencia. Expresado en porcentaje del valor total de las playas de cada intendencia.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	0,66%	2,49%	7,38%	10,45%
San José	0,37%	2,03%	5,57%	8,29%
Montevideo	0,24%	1,38%	3,62%	5,63%
Canelones	0,32%	1,44%	3,48%	5,16%
Maldonado	0,22%	0,94%	2,29%	3,38%
Rocha	0,10%	0,59%	1,62%	2,37%
URUGUAY	0,21%	0,99%	2,54%	3,77%

Tabla 30. Daño anual esperado sobre el valor de protección de las playas por eventos extremos de erosión costera, separado por intendencia. Expresado en millones de USD.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	0,17	0,92 [0,69 – 1,19]	2,90 [2,15 – 3,64]	3,95 [3,06 – 4,75]
San José	0,00	0,00 [0,00 – 0,00]	0,00 [0,00 – 0,00]	0,00 [0,00 – 0,00]
Montevideo	0,94	5,52 [4,22 – 7,01]	14,63 [10,69 – 19,19]	22,83 [16,26 – 30,52]
Canelones	0,12	0,50 [0,40 – 0,62]	1,20 [0,90 – 1,54]	1,77 [1,29 – 2,31]
Maldonado	1,04	4,38 [3,48 – 5,40]	10,60 [7,92 – 13,69]	15,55 [11,45 – 19,87]
Rocha	0,14	0,93 [0,71 – 1,19]	2,47 [1,90 – 3,03]	3,33 [2,65 – 3,96]
URUGUAY	2,42	12,25 [9,50 – 15,41]	31,80 [23,56 – 41,09]	47,42 [34,72 – 61,41]

Tabla 31. Daño anual esperado sobre el valor recreativo de las playas por eventos extremos de erosión costera, separado por intendencia. Expresado en millones de USD.

	PRESENTE	2050 RCP promedio	2100 (RCP4.5)	2100 (RCP8.5)
Colonia	0,90	3,12 [2,45 – 3,89]	9,09 [6,75 – 11,63]	13,02 [9,74 – 16,48]
San José	0,07	0,40 [0,30 – 0,50]	1,09 [0,80 – 1,42]	1,62 [1,19 – 2,08]
Montevideo	0,60	3,44 [2,64 – 4,36]	9,00 [6,61 – 11,75]	13,83 [9,96 – 18,25]
Canelones	0,87	3,94 [3,08 – 4,82]	9,56 [6,94 – 12,19]	14,22 [10,25 – 18,39]
Maldonado	3,89	16,56 [13,12 – 20,46]	40,34 [30,12 – 52,09]	59,74 [43,65 – 77,92]
Rocha	1,30	7,30 [5,57 – 9,28]	20,07 [14,33 – 25,73]	29,71 [22,03 – 38,12]
URUGUAY	7,65	34,76 [27,17 – 43,30]	89,15 [65,55 – 114,80]	132,13 [96,82 – 171,23]

Del análisis de los resultados anteriores surgen distintos comentarios que merecen ser destacados.

- Así, se observa que en el presente el daño anual esperado sobre el valor total de las playas debido a erosión por eventos extremos es de unos 10 millones de USD, valor que experimentará un incremento multiplicándose entre 9 y 23 veces de aquí a final de siglo.
- Las intendencias que sufren mayores daños en el presente son Maldonado y Montevideo: alrededor de 4,94 y 1,55 millones de USD de daño anual esperado respectivamente.
- En el futuro (horizonte 2100), las intendencias que sufrirán un mayor incremento de daños serán San José, Montevideo y Rocha, que verán multiplicado su riesgo actual por aproximadamente 20, mientras que Maldonado, Canelones y Colonia lo verán incrementado por 15 de aquí a final de siglo.
- Desde el punto de vista del servicio recreativo, el mayor daño lo experimentan en el presente las intendencias de Maldonado y Rocha (alrededor de 3,8 millones y 1,3 millones de USD anualizados respectivamente). Esta situación seguirá en el futuro (horizonte 2100), aunque los mayores incrementos de daños sobre el servicio recreativo se experimentarán en las intendencias de Rocha, San José y Montevideo (los daños se multiplicarán por 22).
- Desde el punto de vista del servicio de protección, el mayor daño lo experimentan en el presente las intendencias de Maldonado y Montevideo (alrededor de 1 millón de USD anualizados respectivamente). Esta situación seguirá en el futuro (horizonte 2100), aunque los mayores incrementos de daños sobre el servicio recreativo se experimentarán en las intendencias de Colonia, San José, Montevideo y Rocha (los daños se multiplicarán por 22 - 24).

4.4.2 Erosión estructural

En las siguientes tablas se presentan las consecuencias sobre las playas para los distintos escenarios de erosión estructural debido a la subida del nivel medio del mar, aplicando la curva de vulnerabilidad definida anteriormente. Estos datos se presentan tanto para el valor anual total, como para los valores de los dos servicios ecosistémicos estudiados: el valor de protección y el valor recreativo.

Tabla 32. Daño sobre las playas debido a la erosión estructural. Valor anual total perdido expresado en millones de USD/año.

2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
30,27	41,71	54,96	202,07	277,35	362,48	375,92	522,65	690,41

Tabla 33. Daño sobre las playas debido a la erosión estructural. Valor anual de protección perdido expresado en millones de USD/año.

2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
8,48	11,64	15,30	54,29	74,71	97,78	101,31	139,83	183,84

Tabla 34. Daño sobre las playas debido a la erosión estructural. Valor anual recreativo perdido expresado en millones de USD/año.

2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
21,79	30,06	39,65	147,78	202,64	264,69	274,60	382,81	506,57

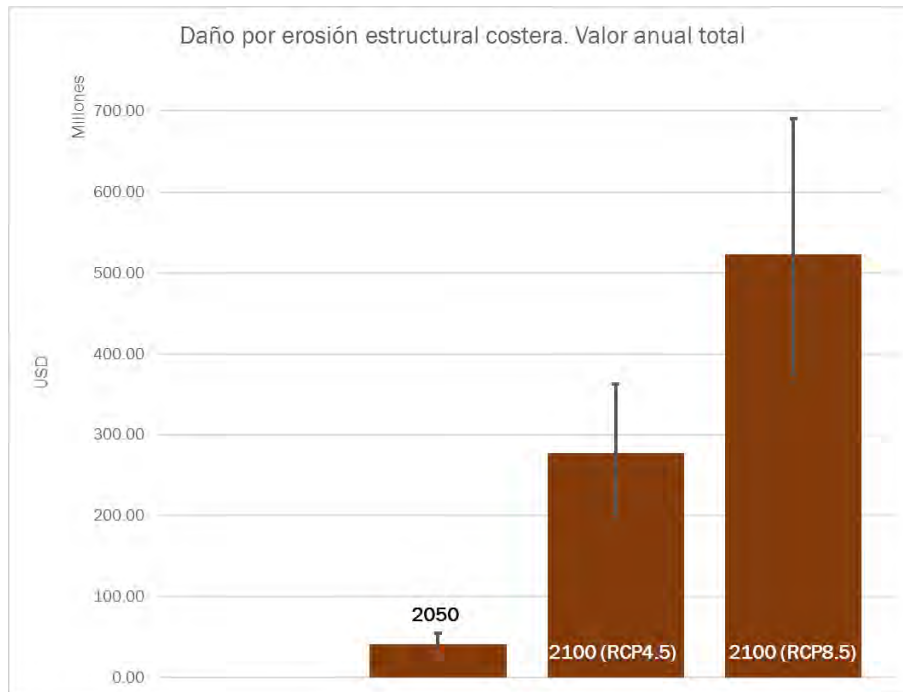


Figura 27. Daño sobre el valor total de las playas por erosión estructural costera. Expresado en millones de USD.

La observación de los resultados anteriores permite enumerar algunos comentarios sobre los mismos:

- En el año 2050 se espera que las playas de la costa de Uruguay sufran daños por valor de 42 millones de USD (en un intervalo de confianza que varía desde 30 a 55 millones de USD). En el año 2100, esta cantidad aumentará hasta los 277 millones de USD (entre 202 y 362) para el escenario RCP4.5 o hasta los 522 millones de USD (entre 375 y 690) para el escenario RCP8.5.
- Porcentualmente, estos daños que se experimenten en el año 2050 representarán alrededor del 1% del valor anual (servicio de protección y recreativo) de las playas. Sin embargo, a fin de siglo, los daños pueden llegar a representar entre el 5% (escenario RCP4.5) y el 11% (escenario RCP8.5) de los valores anuales generados por los arenales uruguayos.
- El valor acumulado de estos daños desde el presente hasta ese año (2050), se estima en unos 306,15 millones de USD (valor presente de los daños, con una tasa de descuento del 4%). Este valor está condicionado por la tasa de descuento empleada, y variaría entre los 367,8 millones de USD si la tasa de descuento es del 3% y los 256,75 millones de USD si la tasa a aplicar es del 5%.
- El valor acumulado de estos daños se estima en 1.106 millones de USD para el RCP4.5 y en 1.662 millones de USD para el RCP8.5 (valor presente de los daños, con una tasa de descuento del 4%).
- Principalmente, todos estos daños se producen por la reducción del servicio recreativo proporcionado por los arenales uruguayos (un 80% del valor total).

En la siguiente tabla se recogen los resultados desagregados por intendencia.

Tabla 35. Daño sobre las playas debido a la erosión estructural. Valor anual total perdido expresado en millones de USD/año.

	2050 RCP promedio			2100 (RCP4.5)			2100 (RCP8.5)		
	5% (E2)	50% (E3)	95% (E4)	5% (E5)	50% (E6)	95% (E7)	5% (E8)	50% (E9)	95% (E10)
Colonia	3,27	4,44	5,80	28,11	36,73	46,46	47,90	62,26	77,23
San José	0,33	0,44	0,58	2,12	2,87	3,74	3,88	5,39	7,15
Montevideo	6,86	9,35	12,22	41,79	57,55	75,70	78,43	110,21	147,20
Canelones	2,51	3,46	4,57	15,89	22,08	29,28	30,44	43,13	58,03
Maldonado	11,35	15,79	20,96	72,71	101,62	135,34	140,70	200,22	270,19
Rocha	5,96	8,22	10,84	41,46	56,50	71,96	74,57	101,43	130,61
URUGUAY	30,27	41,71	54,96	202,08	277,35	362,48	375,92	522,65	690,41

- Los mayores daños los experimenta la intendencia de Maldonado, con daños que en el año 2100 pueden alcanzar los 102 millones de USD para el escenario RCP4.5 y los 200 millones de USD para el escenario RCP8.5, representando durante todo el periodo un acumulado en el presente de entre 115,9 y 634,89 millones de USD.
- Las siguientes intendencias con mayores daños, en todos los escenarios, son Rocha y Montevideo, con daños que pueden oscilar entre los 56,50 y 101,43 millones de USD, y los 57,55 y 110,21 millones de USD respectivamente en el año 2100 en función del escenario considerado. Calculando el valor presente de todos los daños experimentados durante el periodo presente - 2100, se obtendrían daños de 222,22 millones de USD para la intendencia de Rocha, y de 237,53 millones de USD para el caso de Montevideo (ambos valores para el escenario RCP4.5).
- Las intendencias de Colonia y Canelones sufrirán daños en el año 2100 que pueden oscilar entre los 20 y los 60 millones de USD. El daño total experimentado desde el presente hasta fin de siglo (calculado en el presente) es de 134,12 millones de USD para la intendencia de Colonia, y de 89,67 millones de USD para la intendencia de Canelones, para el escenario RCP4.5.
- Por último, la intendencia con menores daños esperados en el año 2100 será San José, con resultados que variarán entre los 3 y los 5 millones de USD, acumulándose un daño de 11,54 millones de USD durante todo el intervalo hasta fin de siglo, para el escenario RCP4.5.

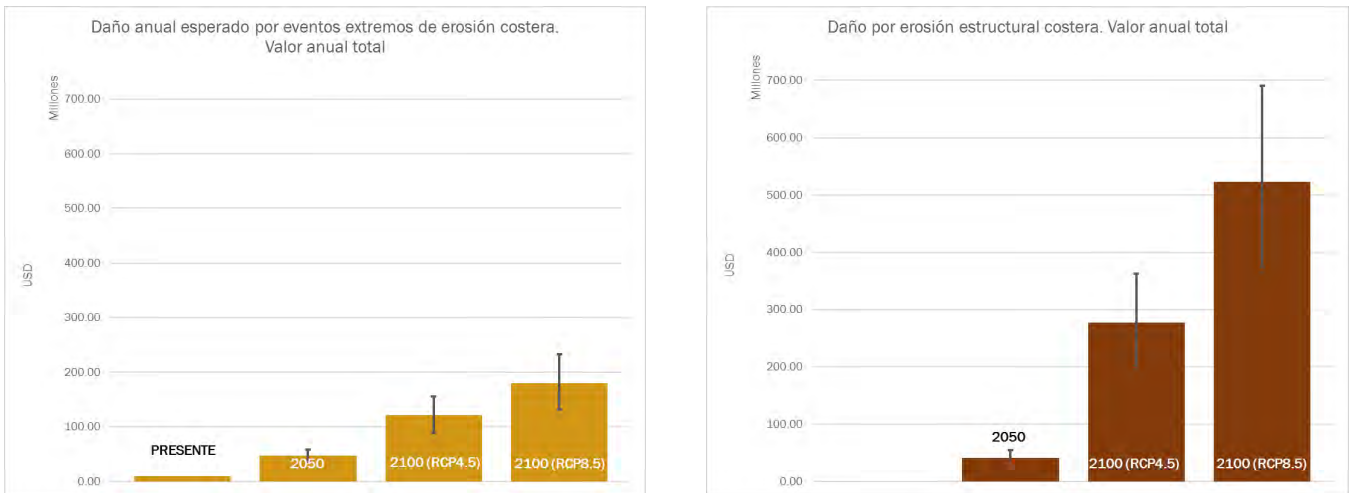


Figura 28. Comparativa entre daño anual esperado por eventos extremos de erosión costera y daño anual por erosión estructural. Expresado en millones de USD/año.

En la Figura 28 se pueden observar los daños ocasionados en los distintos horizontes. Por un lado (izquierda) debido a eventos extremos, y por otro lado (derecha) debido a la erosión estructural. Se comprueba como a final de siglo los daños debidos a la erosión estructural (ocasionada principalmente por la subida del nivel medio del mar) puede ser tan importante o más que la erosión que se puede experimentar de forma anual por eventos extremos.

5 Resultados espaciales

Este apartado detalla los resultados espaciales, en forma de mapa, que se pueden obtener con la información generada y derivada como consecuencia del análisis realizado a escala nacional.

Debido a la alta resolución del análisis realizado (4 metros de resolución espacial para el caso de la inundación, nivel de playa para el análisis de la erosión), los mapas que se proponen pueden obtenerse a distintas escalas sin perder información ni capacidad de análisis. Las escalas que se proponen son: nacional (para toda la costa de Uruguay), por intendencia y por municipio/distrito censal, aunque en todo caso se puede realizar un mapa personalizado de detalle de cualquier zona.

Esta alta capacidad de generar salidas gráficas de los resultados, unido a la alta resolución utilizada en el análisis de impactos, exposición y riesgo implica que la cantidad de mapas que es posible generar es ingente (más de 50.000 posibles salidas gráficas en función de la escala utilizada). Por ello, en las siguientes tablas se detallan las posibles combinaciones junto con el título del mapa generado.

En el siguiente apartado se explica brevemente qué se representa en cada uno de estos posibles mapas, así como la información utilizada para su obtención y otros datos de interés. Para cada tipología de mapa posible se incluye información de los horizontes, escenarios, banda de confianza (a través de percentiles) y periodos de retorno disponibles. Igualmente se detalla la resolución de la información disponible y el ámbito para el cual se puede generar el mapa. Además, se incluye un título de referencia y una descripción del mapa obtenido.

Para algunos de ellos, se han incluido ejemplos de cómo serían los mapas obtenidos. En el Anexo I se incluyen estos mismos ejemplos y algunos más en formato A3.

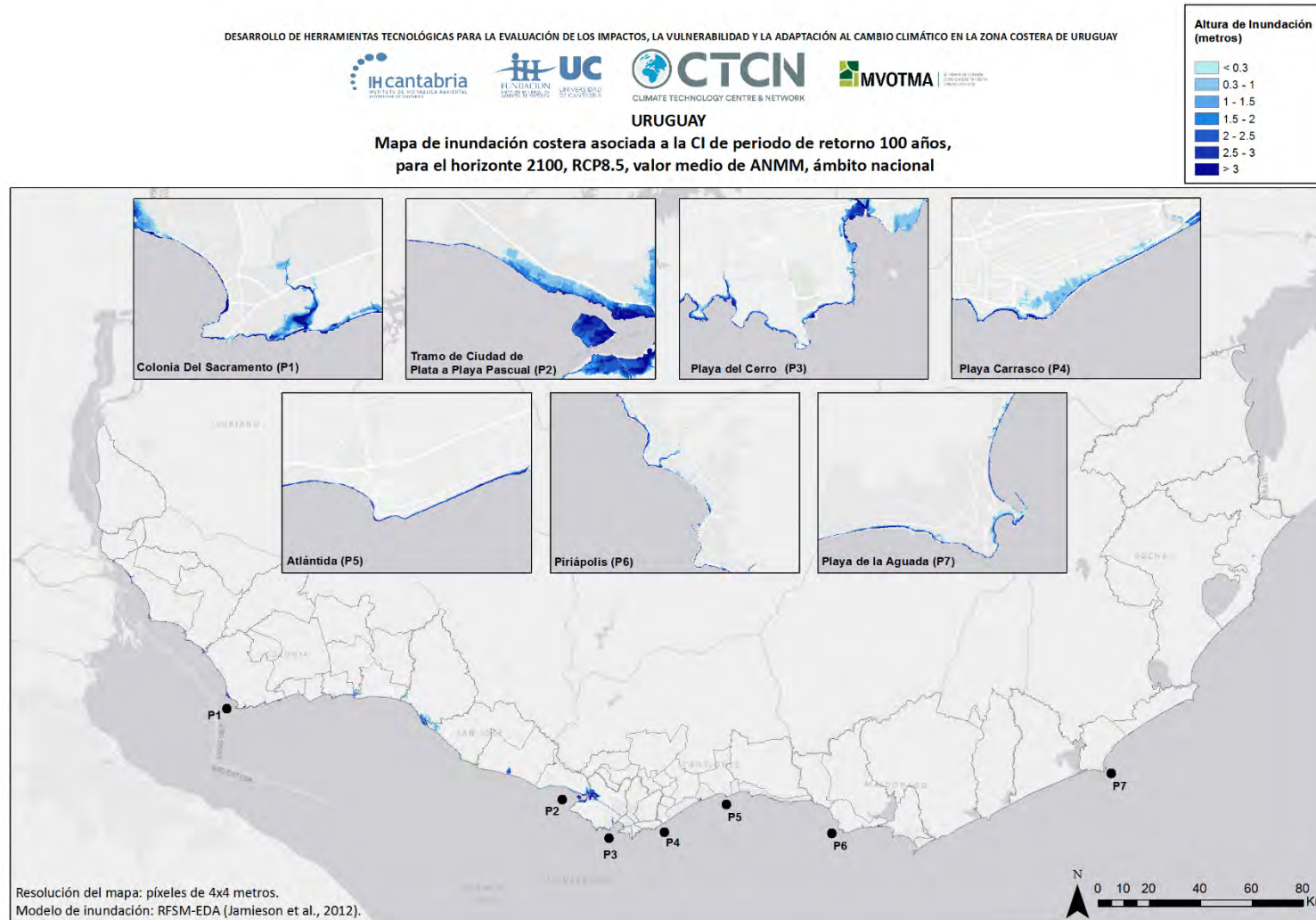
5.1 Inundación costera

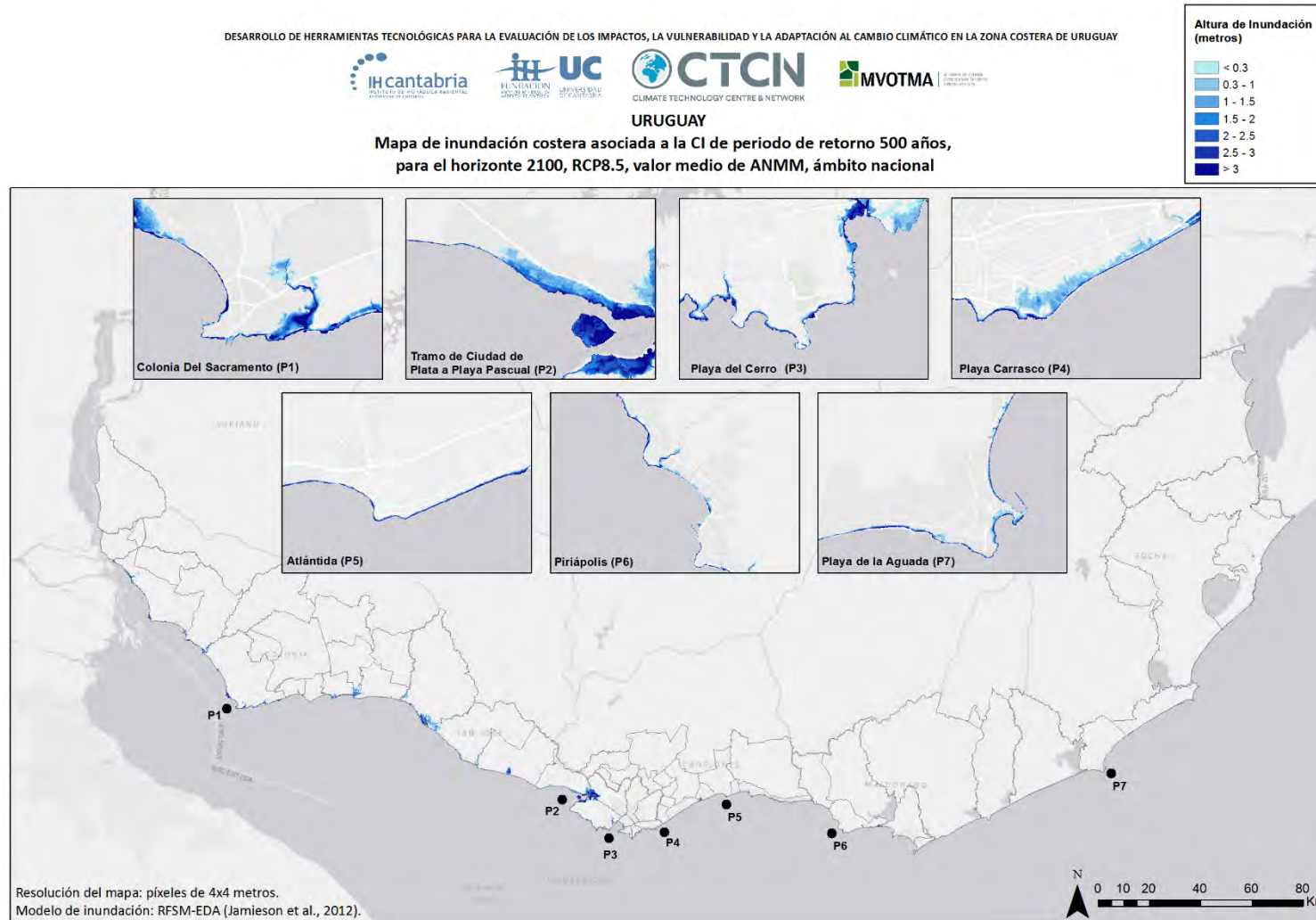
5.1.1 Peligrosidad

5.1.1.1 Extensión y altura de inundación costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar

Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa la extensión y altura de inundación, expresada en metros, asociadas a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. La inundación ha sido modelada con el modelo RFSM-EDA, se ha utilizado un MDT de 4x4 metros, y se ha inferido una rugosidad según el tipo de terreno.





5.1.1.2 Extensión y altura de inundación costera asociada a la subida del nivel medio del mar

Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			

Este mapa representa la extensión y altura de inundación, expresada en metros, asociadas a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. La inundación ha sido modelada con el modelo RFSM-EDA, se ha utilizado un MDT de 4x4 metros, y se ha inferido una rugosidad según el tipo de terreno.

5.1.2 Exposición

5.1.2.1 Población

	Horizonte (HH)	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de la población basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en número de personas expuestas

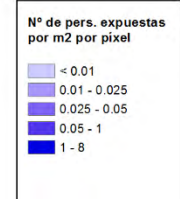
Este mapa representa el número de personas por m² por píxel (4x4 metros). Para su generación se ha utilizado información del censo oficial de Uruguay del año 2011 e información de la Dirección General del Catastro del año 2018.

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



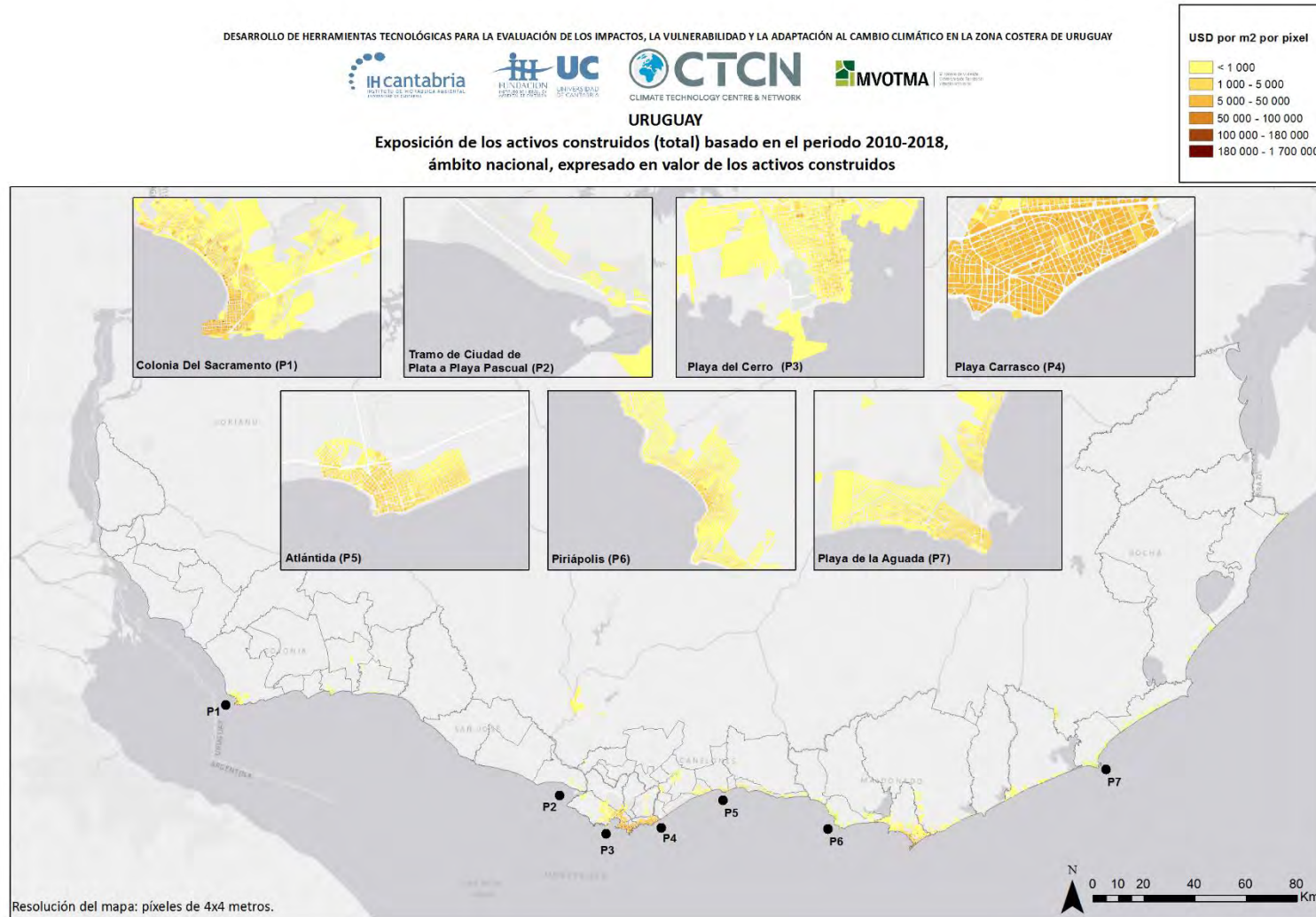
URUGUAY

Exposición de la población basado en el periodo 2010-2018,
ámbito nacional, expresado en número de personas expuestas



5.1.2.2 Activos construidos

	Horizonte (HH)	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Valor total	Presente	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de los activos construidos basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en valor de los activos expuestos
Este mapa representa el valor de los activos construidos, expresado en USD por m ² por píxel (4x4 metros). Para su generación se ha utilizado información de la Dirección General del Catastro del año 2018.				
Valor residencial	Presente	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de los activos residenciales construidos basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en valor de los activos expuestos
Este mapa representa el valor de los activos residenciales construidos, expresado en USD por m ² por píxel (4x4 metros). Para su generación se ha utilizado información de la Dirección General del Catastro del año 2018 y del Global Assessment Report (UNISDR, 2017).				
Valor industrial	Presente	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de los activos industriales construidos basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en valor de los activos expuestos
Este mapa representa el valor de los activos industriales construidos, expresado en USD por m ² por píxel (4x4 metros). Para su generación se ha utilizado información de la Dirección General del Catastro del año 2018 y del Global Assessment Report (UNISDR, 2017).				
Valor servicios	Presente	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de los activos de servicios construidos basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en valor de los activos expuestos
Este mapa representa el valor de los activos de servicios construidos, expresado en USD por m ² por píxel (4x4 metros). Para su generación se ha utilizado información de la Dirección General del Catastro del año 2018 y del Global Assessment Report (UNISDR, 2017).				



5.1.2.3 Ecosistemas

	Horizonte (HH)	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Ecosistemas vulnerables (vulnerables, amenazados, críticamente amenazados)	Presente	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de los ecosistemas basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en función de su vulnerabilidad
Este mapa representa los ecosistemas vulnerables (vulnerables, amenazados y críticamente amenazados), en base al índice de relevancia costera (IREC) de Brazeiro et al., 2009, con una resolución de 4x4 metros.				

5.1.2.4 Infraestructuras críticas

	Horizonte (HH)	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Aeropuertos Cementerios Deporte Educación Puertos Salud	Presente	Puntual	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición de la localización de las infraestructuras críticas basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA
Este mapa representa la localización, representadas por un punto en el terreno, de las infraestructuras críticas, clasificadas en distintas tipologías. Para su generación se ha utilizado información proporcionada por el DINAMA y el MVOTMA.				

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY

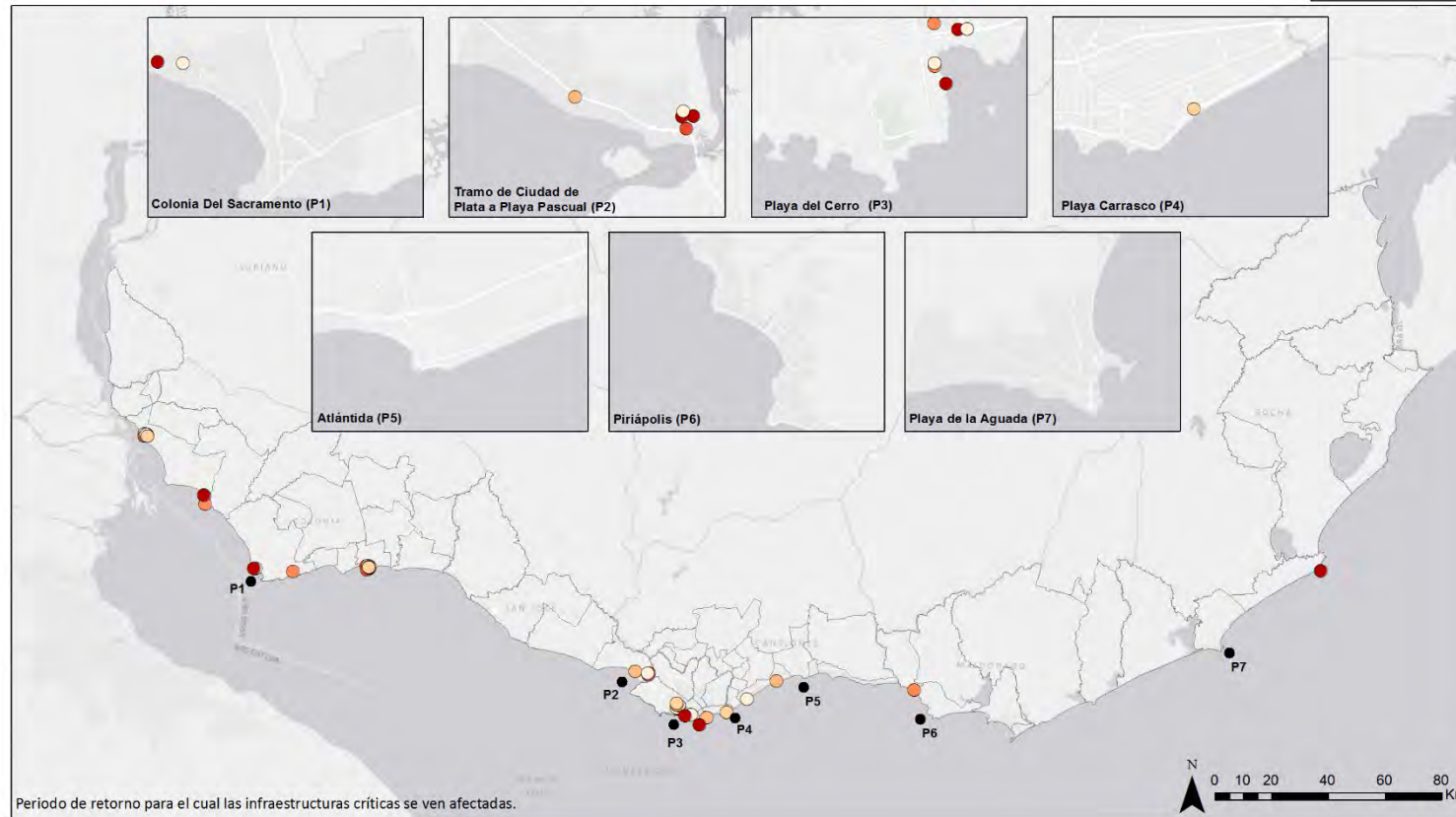


URUGUAY

Mapa de afectación sobre las infraestructuras debido a la inundación asociada a la CI de un evento extremo,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

**Periodo de Retorno
Infraestructuras críticas
afectadas**

- Periodo retorno 5
- Periodo retorno 10
- Periodo retorno 25
- Periodo retorno 50
- Periodo retorno 100
- Periodo retorno 500



5.1.3 Riesgo

5.1.3.1 Riesgo sobre la población debido a inundación costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar (umbral de afección de 0,30 metros)

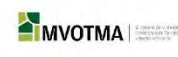
	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30m) debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa la población, expresada en número de personas, que se ve afectada por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Indicador de riesgo	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente			Daño Anual Esperado	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30m) debido a inundación costera, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Valor esperado del número de personas afectadas
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			

Este mapa representa el valor esperado del número de personas afectadas, expresado en número de personas, que se ve afectada por la inundación costera, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



URUGUAY

Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30 metros) debido a la inundación costera asociada a la la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE, ámbito nacional

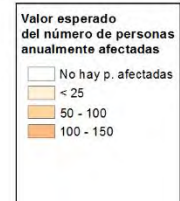


DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



URUGUAY

Mapa de afección sobre la población (umbral de 0.30 metros) debido a inundación costera, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional, expresado en valor esperado del número de personas anualmente afectadas



5.1.3.2 Riesgo sobre la población debido a inundación costera asociada a la subida del nivel medio del mar (umbral de afección de 0,30 metros)

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30m) debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, nivel medio del mar para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			

Este mapa representa la población, expresada en número de personas, que se ve afectada por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.3 Riesgo sobre la población debido a inundación costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar (umbral de afección de 0,01 metros)

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,01m) debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa la población, expresada en número de personas, que se ve afectada por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Indicador de riesgo	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente			Daño Anual Esperado	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,01m) debido a inundación costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Valor esperado del número de personas afectadas
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			

Este mapa representa el valor esperado del número de personas afectadas, expresado en número de personas, que se ve afectada por la inundación costera, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.4 Riesgo sobre la población debido a inundación costera asociada a la subida del nivel medio del mar (umbral de afección de 0,01 metros)

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Personas	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,01m) debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			

Este mapa representa la población, expresada en número de personas, que se ve afectada por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.5 Riesgo sobre los activos construidos debido a inundación costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Valor total	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos construidos debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, percentil PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
Este mapa representa los daños, expresados en USD por m ² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (total) causados por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Valor residencial	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos residenciales construidos debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, percentil PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
Este mapa representa los daños, expresados en USD por m ² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (residencial) causados por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Valor industrial	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos industriales construidos debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, percentil PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
Este mapa representa los daños, expresados en USD por m ² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (industrial) causados por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							

Valor de servicios	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos de servicios construidos debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, percentil PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa los daños, expresados en USD por m² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (servicios) causados por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Indicador de riesgo	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Valor total	Presente			Daño Anual Esperado	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos construidos debido a inundación costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			

Este mapa representa los daños anuales esperados, expresados en USD por m² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (total) causados por la inundación, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

Valor residencial	Presente			Daño Anual Esperado	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos residenciales construidos debido a inundación costera para el horizonte HH, ANMM PP, escenario EE, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			

Este mapa representa los daños anuales esperados, expresados en USD por m² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (residencial) causados por la inundación, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Indicador de riesgo	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Valor industrial	Presente			Daño Anual Esperado	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos industriales construidos debido a inundación costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			

Este mapa representa los daños anuales esperados, expresados en USD por m² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (industrial) causados por la inundación, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

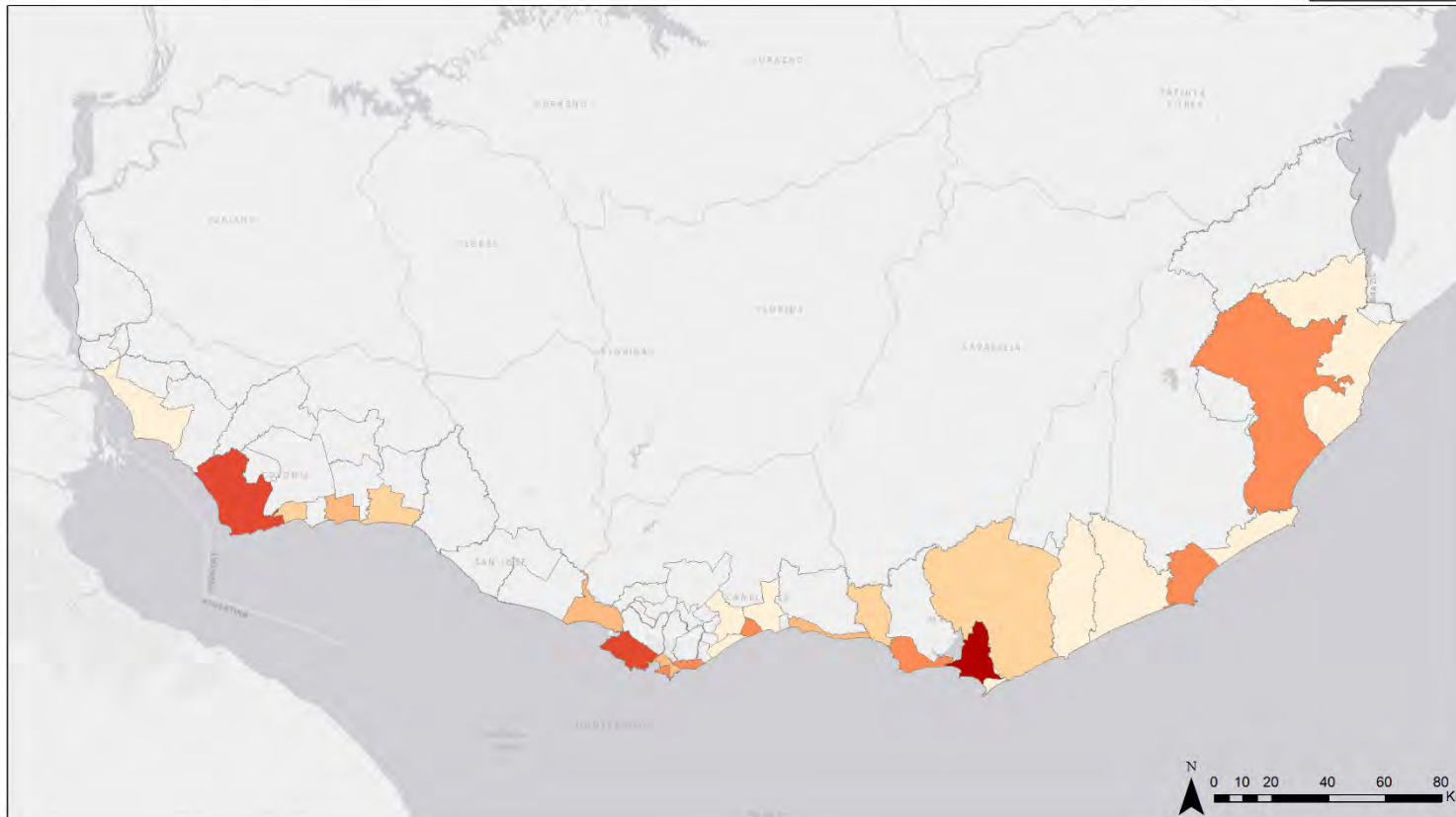
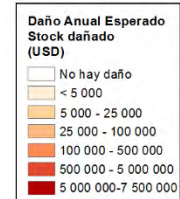
Valor de servicios	Presente			Daño Anual Esperado	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos de servicios construidos debido a inundación costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			

Este mapa representa los daños anuales esperados, expresados en USD por m² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (servicios) causados por la inundación, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



Mapa de daños sobre los activos construidos (total) debido a inundación costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado



5.1.3.6 Riesgo sobre los activos construidos debido a inundación costera asociada a la subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Valor total	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos construidos debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa los daños, expresados en USD por m ² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (total) causados por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Valor residencial	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos residenciales construidos debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa los daños, expresados en USD por m ² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (residencial) causados por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Valor industrial	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos industriales construidos debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa los daños, expresados en USD por m ² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (industrial) causados por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Valor de servicios	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre los activos de servicios construidos debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			

Este mapa representa los daños, expresados en USD por m² por píxel (4x4 metros), sobre los activos construidos (servicios) causados por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.7 Riesgo sobre los ecosistemas debido a inundación costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Ecosistemas vulnerables (vulnerables, amenazados, críticamente amenazados)	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre los ecosistemas debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa los ecosistemas que se ven afectados por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.8 Riesgo sobre los ecosistemas debido a inundación costera asociada a la subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Ecosistemas vulnerables (vulnerables, amenazados, críticamente amenazados)	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre los ecosistemas debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			

Este mapa representa los ecosistemas que se ven afectados por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.9 Riesgo sobre las infraestructuras críticas debido a inundación costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Aeropuertos Cementerios Deporte Educación Puertos Salud	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre las infraestructuras críticas debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno TR, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa las infraestructuras críticas que se ven afectados por la inundación asociada a la CI de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.

5.1.3.10 Riesgo sobre las infraestructuras críticas debido a inundación costera asociada a la subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Aeropuertos Cementerios Deporte Educación Puertos Salud	Presente			Condiciones medias	4 m	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de afección sobre las infraestructuras críticas debido a la inundación costera asociada a las condiciones medias, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa las infraestructuras críticas que se ven afectados por la inundación asociada a las condiciones medias, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY

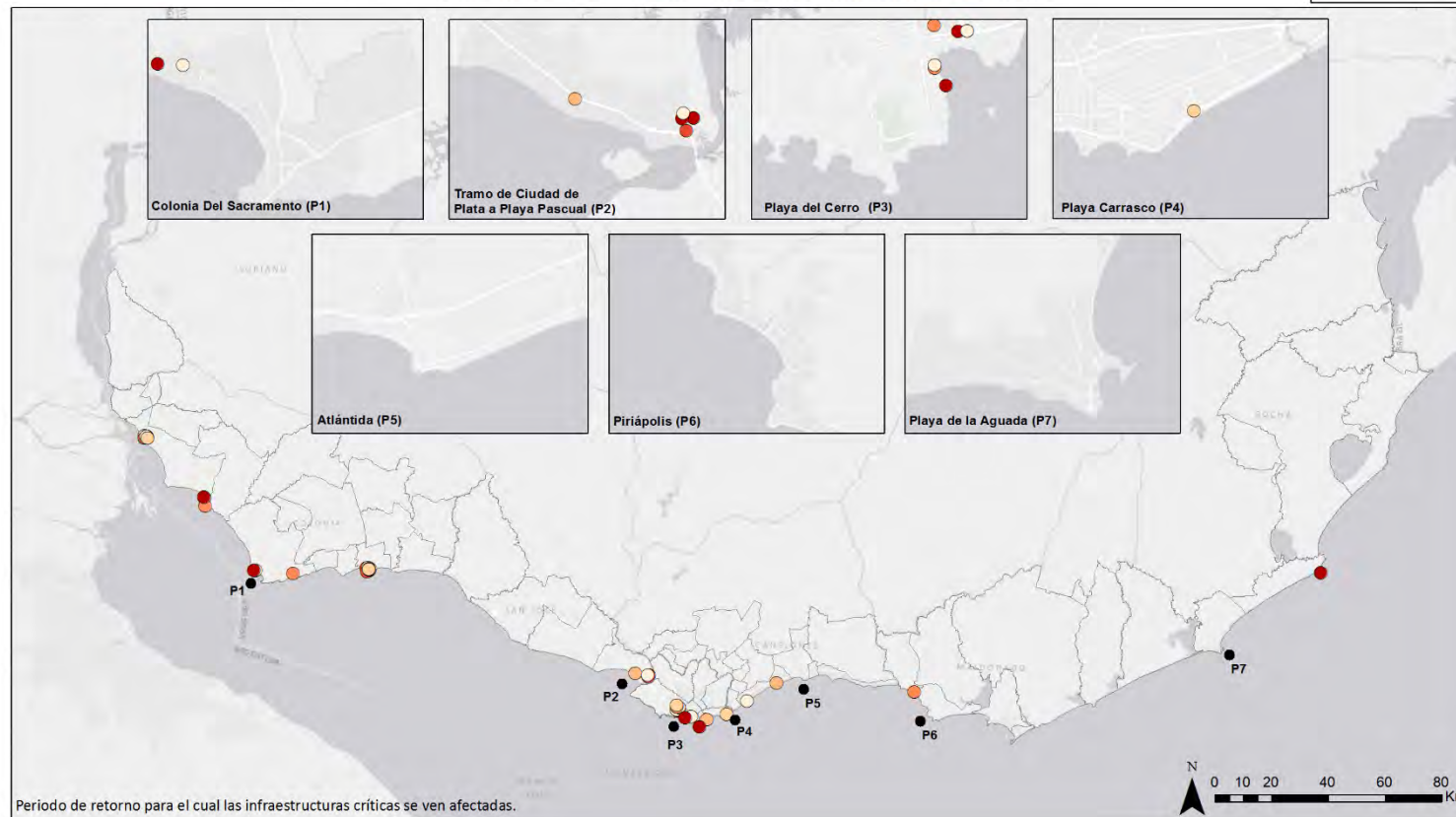


URUGUAY

Mapa de afección sobre las infraestructuras debido a la inundación asociada a la CI de un evento extremo,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

**Periodo de Retorno
Infraestructuras críticas
afectadas**

- Periodo retorno 5
- Periodo retorno 10
- Periodo retorno 25
- Periodo retorno 50
- Periodo retorno 100
- Periodo retorno 500



5.2 Erosión costera

5.2.1 Peligrosidad

5.2.1.1 Erosión costera asociada a eventos extremos y subida del nivel medio del mar

Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de retroceso de la línea de costa, expresado en metros, de periodo de retorno TR para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa el retroceso de la línea de costa, expresado en metros, asociado a un periodo de retorno, para cada playa (representada como un polígono), para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Este retroceso ha sido generado teniendo en cuenta la variabilidad de las series de dinámicas y el aumento del nivel medio del mar.

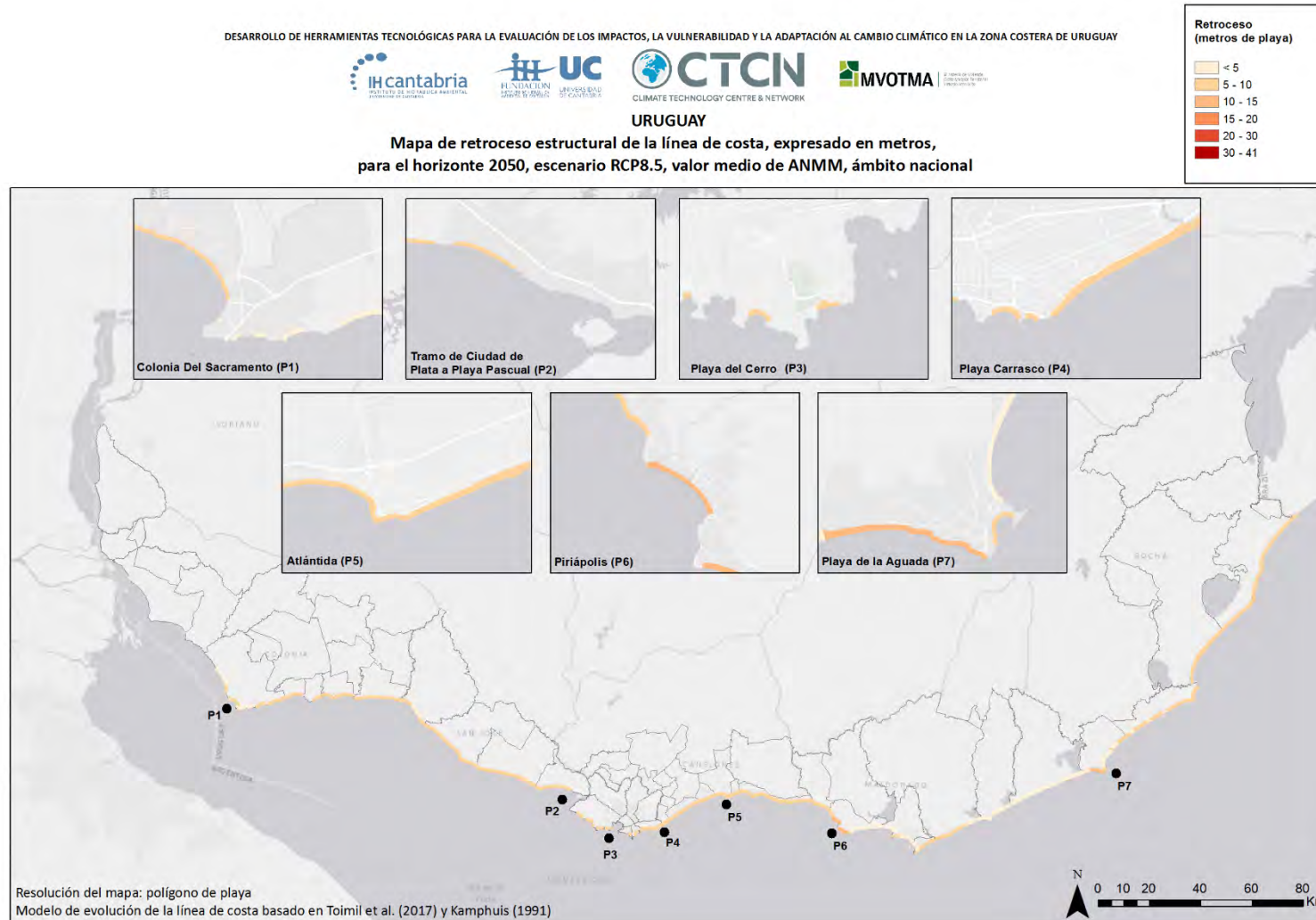
Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de retroceso de la línea de costa, expresado en porcentaje de anchura de playa, de periodo de retorno TR para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

Este mapa representa el retroceso (m) de la línea de costa, expresado en porcentaje de anchura de playa, asociado a un periodo de retorno, para cada playa (representada como un polígono), para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Este retroceso ha sido generado teniendo en cuenta la variabilidad de las series de dinámicas y el aumento del nivel medio del mar.

5.2.1.2 Erosión costera estructural (asociada a la subida del nivel medio del mar)

Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Presente			Condiciones medias	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa el retroceso de la línea de costa, expresado en metros, asociado a un periodo de retorno, para cada playa (representada como un polígono), para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Este retroceso ha sido generado teniendo en cuenta la variabilidad de las series de dinámicas y el aumento del nivel medio del mar.						

Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Presente			Condiciones medias	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en porcentaje, para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa el retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para cada playa (representada como un polígono), para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Este retroceso ha sido generado teniendo en cuenta la variabilidad de las series de dinámicas y el aumento del nivel medio del mar.						

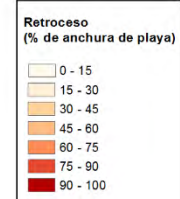


DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



URUGUAY

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en % de anchura de playa,
para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional



5.2.2 Exposición

5.2.2.1 Valor de las playas

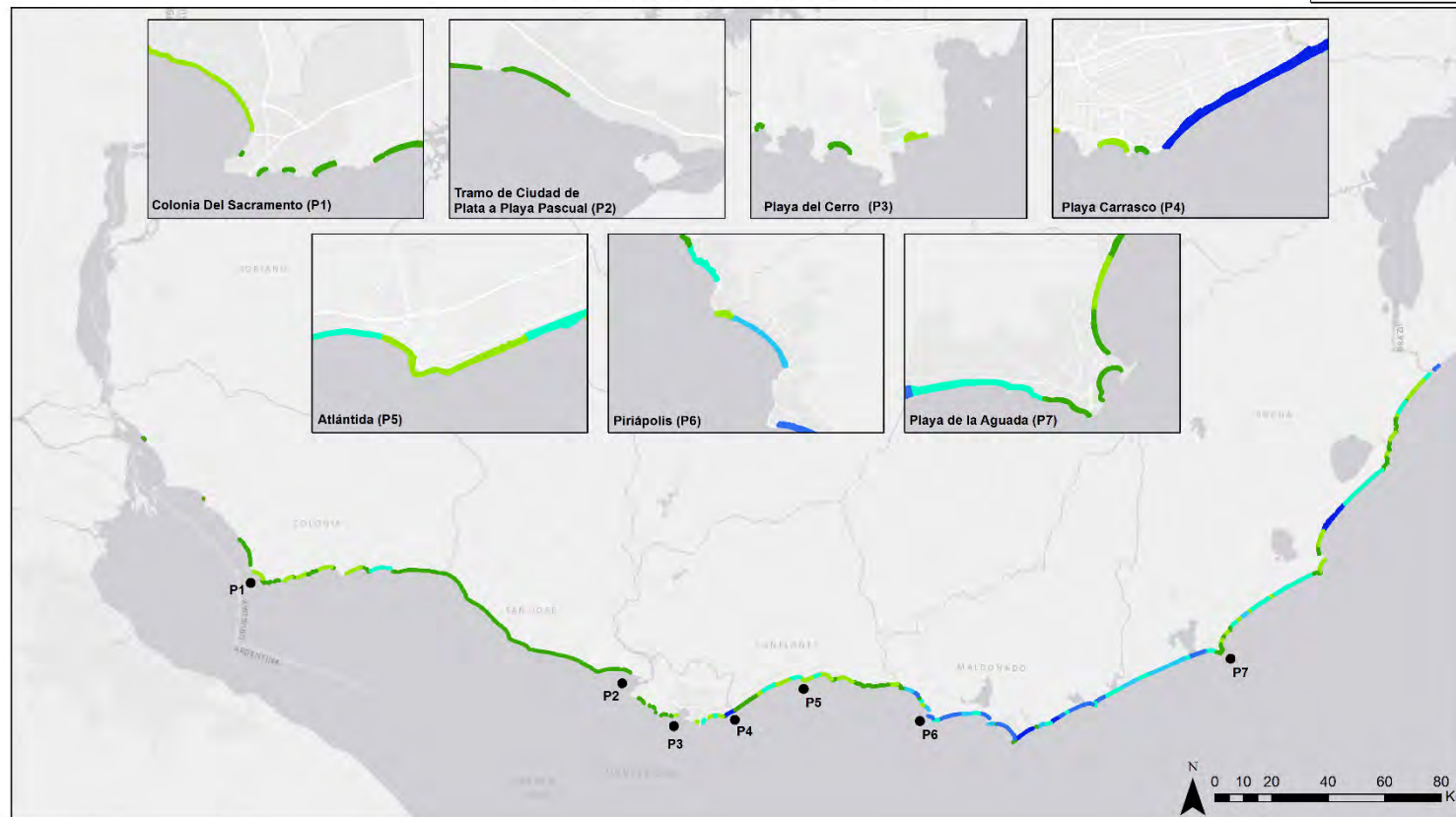
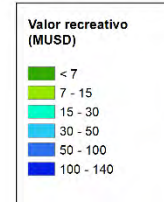
	Horizonte (HH)	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Total	Presente	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición del valor total de las playas basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en unidades monetarias
Este mapa representa el valor total de las playas, expresado en USD por polígono de playa. Para su generación se ha utilizado información proporcionada por el MVOTMA y la Dirección General del Catastro, y obtenida de OpenStreetMap (OSM).				
Protección	Presente	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición del valor de protección de las playas basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en unidades monetarias
Este mapa representa el valor de protección de las playas, expresado en USD por polígono de playa. su generación se ha utilizado información proporcionada por el MVOTMA y la Dirección General del Catastro, y obtenida de OpenStreetMap (OSM).				
Recreativo	Presente	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de exposición del valor recreativo de las playas basado en el periodo 2010-2018, ámbito AA, expresado en unidades monetarias
Este mapa representa el valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono de playa. Para su generación se ha utilizado información proporcionada por el MVOTMA y la Dirección General del Catastro, y obtenida de OpenStreetMap (OSM).				

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



URUGUAY

Mapa de exposición del valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono de playa, basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional



5.2.3 Riesgo

5.2.3.1 Riesgo sobre las playas debido a eventos extremos de erosión costera y subida del nivel medio del mar

	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Total	Presente			Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor total de las playas causados por el retroceso de la línea de costa de periodo de retorno TR para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (Tr=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
Este mapa representa los daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso de la línea de costa de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Protección	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas causados por el retroceso de la línea de costa de periodo de retorno TR para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
Este mapa representa los daños sobre el valor de protección de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso de la línea de costa de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Recreativo	Presente			Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor recreativo de las playas causados por el retroceso de la línea de costa de periodo de retorno TR para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Eventos extremos (TR=5, 10, 25, 50, 100, 500 años)			

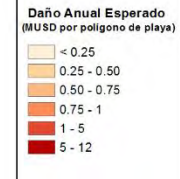
Este mapa representa los daños sobre el valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso de la línea de costa de un periodo de retorno, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Indicador de riesgo	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Total	Presente			Daño Anual Esperado	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor total de las playas causados por erosión costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
Este mapa representa los daños anuales esperados (DAE) sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso de la línea de costa, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Protección	Presente			Daño Anual Esperado	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas causados por erosión costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
Este mapa representa los daños anuales esperados (DAE) sobre el valor de protección de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso de la línea de costa, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Recreativo	Presente			Daño Anual Esperado	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor recreativo de las playas causados por erosión costera para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA, expresado en Daños Anuales Esperados (DAE)
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Daño Anual Esperado			
Este mapa representa los daños anuales esperados (DAE) sobre el valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso de la línea de costa, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



URUGUAY

Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas debido a erosión costera, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado



5.2.3.2 Riesgo sobre las playas debido a erosión costera estructural (asociada a la subida del nivel medio del mar)

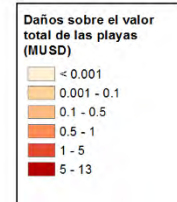
	Horizonte (HH)	Escenario (EE)	ANMM (PP)	Condiciones oleaje y nivel del mar	Resolución	Ámbitos (AA)	Título del mapa disponible
Total	Presente			Condiciones medias	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor total de las playas causados el retroceso estructural de la línea de costa para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa los daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Protección	Presente			Condiciones medias	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas causados el retroceso estructural de la línea de costa para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa los daños sobre el valor de protección de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							
Recreativo	Presente			Condiciones medias	Playa	Nacional Intendencia Municipio / Distrito Censal Personalizado	Mapa de daños sobre el valor recreativo de las playas causados el retroceso estructural de la línea de costa para el horizonte HH, escenario EE, ANMM PP, ámbito AA
	2050	Media RCP4.5 y RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP4.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
	2100	RCP8.5	Percentil5%, valor medio, percentil95%	Condiciones medias			
Este mapa representa los daños sobre el valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para un horizonte, un escenario y un ANMM determinados. Para su generación se han cruzado los mapas de peligrosidad y exposición, y se ha aplicado una función de vulnerabilidad.							

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY



URUGUAY

Mapa de daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono de playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional



6 REFERENCIAS

Brazeiro A., Toranza C. y Bartesaghi L. (2009). Proyecto de Biodiversidad costera. Informe final del Convenio Facultad de Ciencias – ECOPLATA 46 pp.

Huizinga, J., de Moel, H., Szewczyk, W. (2017). Global flood depth-damage functions. Methodology and the database with guidelines. EUR 28552 EN.

IHCantabria (2019). Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay. D4.2: Informe técnico sobre la metodología aplicada en el proyecto. Escala nacional.

IPCC (2014). Summary for policymakers. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [eds CB Field al.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014, pp. 1-32.

Jamieson, S.R., Lhomme, J., Wright, G., Gouldby, B. (2012). Highly efficient 2D inundation modelling with enhanced diffusion-wave and sub-element topography. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water Management*, 165 (10), pp. 581-595.

Toimil, A., Losada, I.J., Camus, P., Diaz-Simal, P. (2017). Managing coastal erosion under climate change at the regional scale. *Coastal Engineering*, 128, pp. 106-122.

Van Rijn, L.C. (2014). A simple general expression for longshore transport of sand, gravel and shingle. *Coastal Engineering*, 90, pp. 23 – 39.

7 ANEXO I: EJEMPLOS DE MAPAS DE RESULTADOS EN FORMATO A3

7.1 Inundación costera

1. URUGUAY. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE, ámbito nacional.
2. URUGUAY. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
3. URUGUAY. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 500 años, para el PRESENTE, ámbito nacional.
4. URUGUAY. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 500 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
5. COLONIA. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE.
6. COLONIA. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM.
7. SAN JOSÉ. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE.
8. SAN JOSÉ. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM.
9. MONTEVIDEO. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE.
10. MONTEVIDEO. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM.
11. CANELONES. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE.
12. CANELONES. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM.
13. MALDONADO. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE.
14. MALDONADO. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM.
15. ROCHA. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE.
16. ROCHA. Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM.
17. URUGUAY. Exposición de la población basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional, expresado en número de personas expuestas.
18. URUGUAY. Exposición de los activos construidos (total) basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional, expresado en valor de los activos construidos.

19. URUGUAY. Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30 metros) debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE, ámbito nacional.
20. URUGUAY. Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30 metros) debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
21. URUGUAY. Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30 metros) debido a la inundación costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en valor esperado del número de personas anualmente afectadas.
22. URUGUAY. Mapa de afección sobre la población (umbral de 0,30 metros) debido a la inundación costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio del ANMM, ámbito nacional, expresado en valor esperado del número de personas anualmente afectadas.
23. URUGUAY. Mapa de daños sobre los activos construidos (total) debido a la inundación costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado.
24. URUGUAY. Mapa de daños sobre los activos construidos (total) debido a la inundación costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio del ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado.
25. URUGUAY. Mapa de afección sobre las infraestructuras debido a la inundación costera asociada a la CI de un evento extremo, para el PRESENTE, ámbito nacional.
26. URUGUAY. Mapa de afección sobre las infraestructuras debido a la inundación costera asociada a la CI de un evento extremo, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.

7.2 Erosión costera

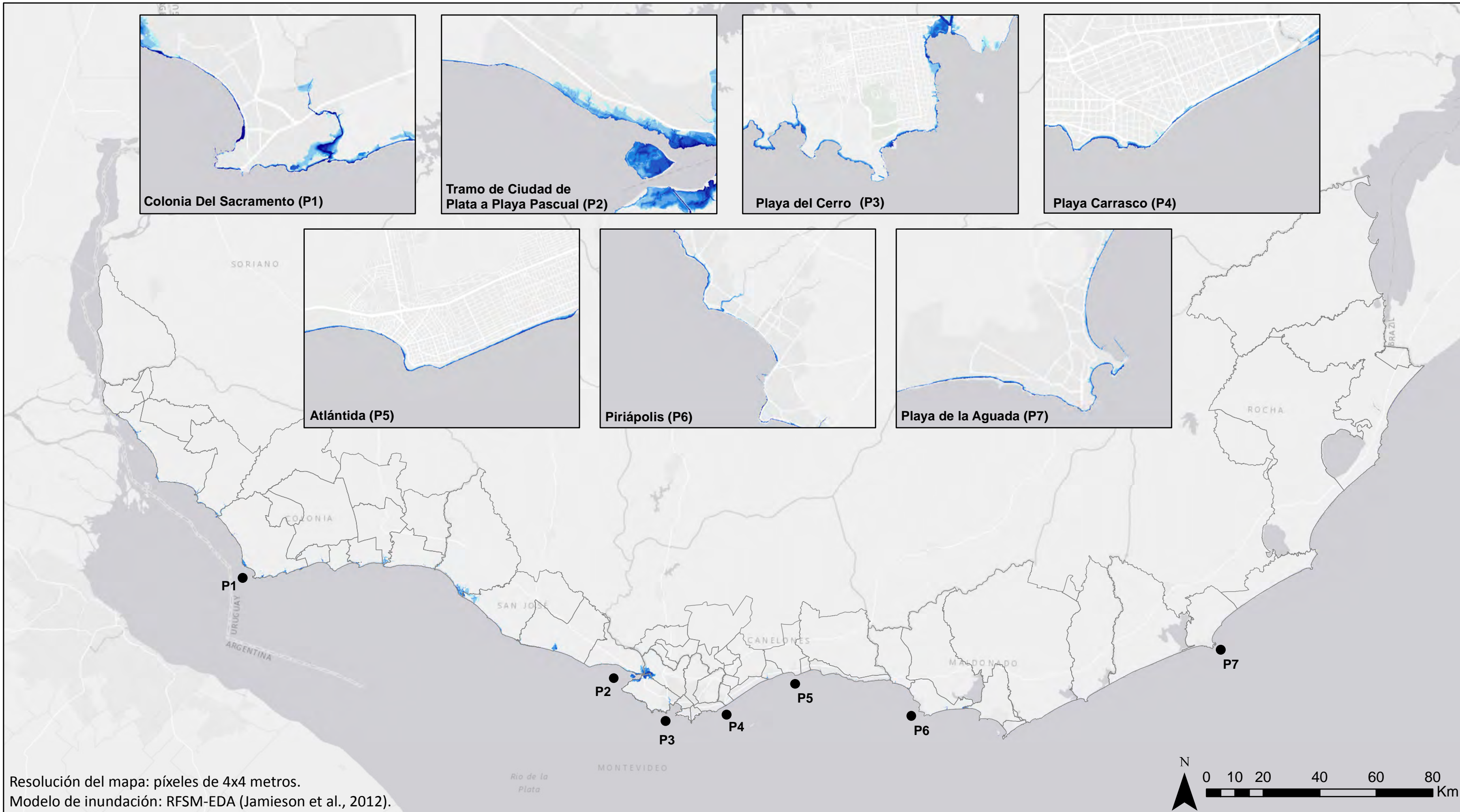
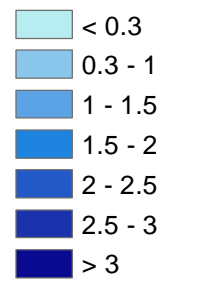
27. URUGUAY. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
28. URUGUAY. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
29. URUGUAY. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en % de anchura de playa, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
30. URUGUAY. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en % de anchura de playa, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional.
31. COLONIA. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
32. COLONIA. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
33. SAN JOSÉ. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
34. SAN JOSÉ. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
35. MONTEVIDEO. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
36. MONTEVIDEO. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
37. CANELONES. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
38. CANELONES. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
39. MALDONADO. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
40. MALDONADO. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
41. ROCHA. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
42. ROCHA. Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM.
43. URUGUAY. Mapa de exposición del valor de protección de las playas, expresado en USD por polígono de playa, basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional.
44. URUGUAY. Mapa de exposición del valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono de playa, basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional.
45. URUGUAY. Mapa de daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono de playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio del ANMM, ámbito nacional.

46. URUGUAY. Mapa de daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono de playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio del ANMM, ámbito nacional.
47. URUGUAY. Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas debido a erosión costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado.
48. URUGUAY. Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas debido a erosión costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio del ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado.
49. URUGUAY. Mapa de daños sobre el valor recreativo de las playas debido a erosión costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio del ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado.

URUGUAY

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años,
para el PRESENTE, ámbito nacional

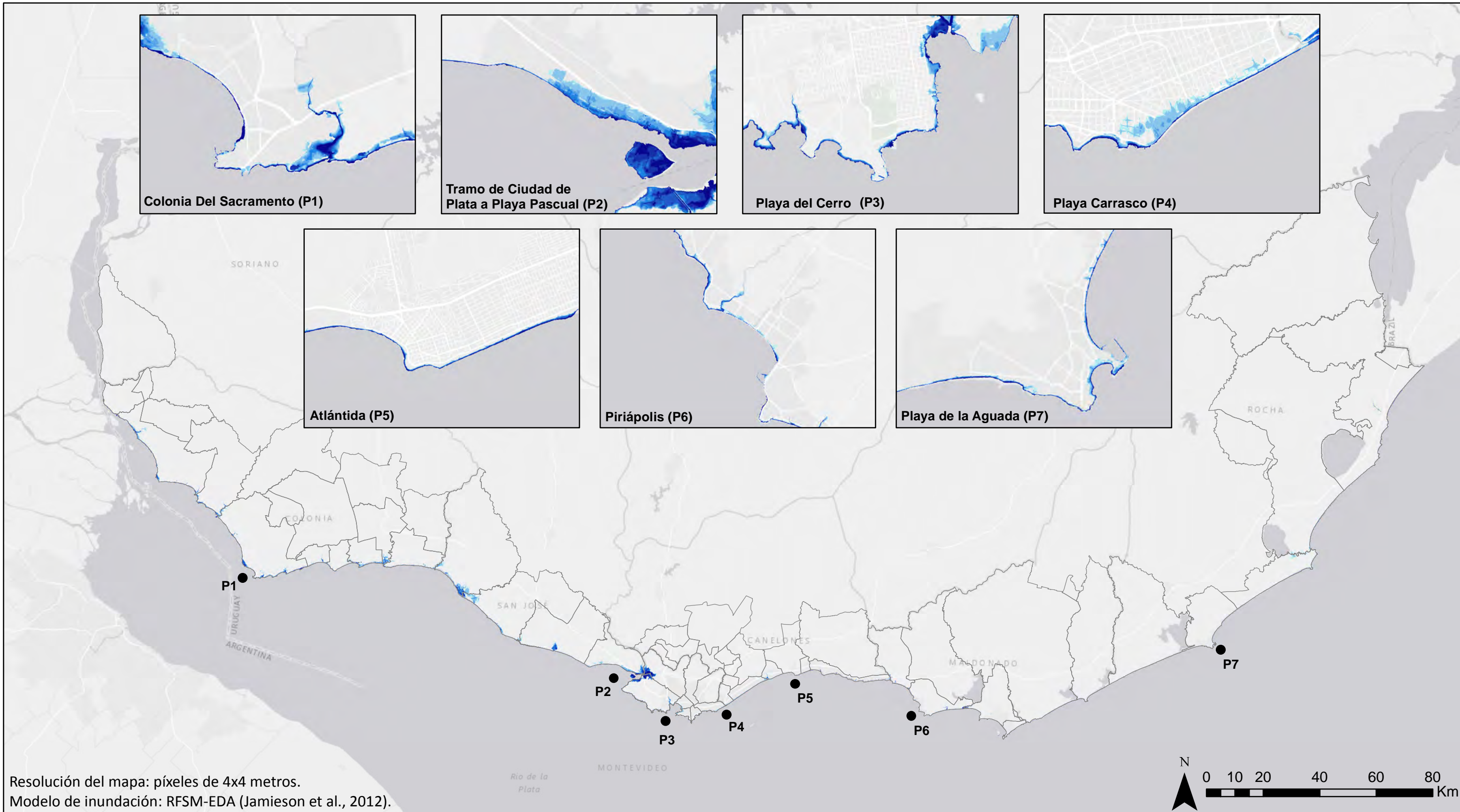
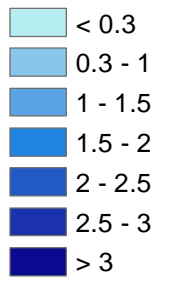
Altura de Inundación
(metros)



URUGUAY

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

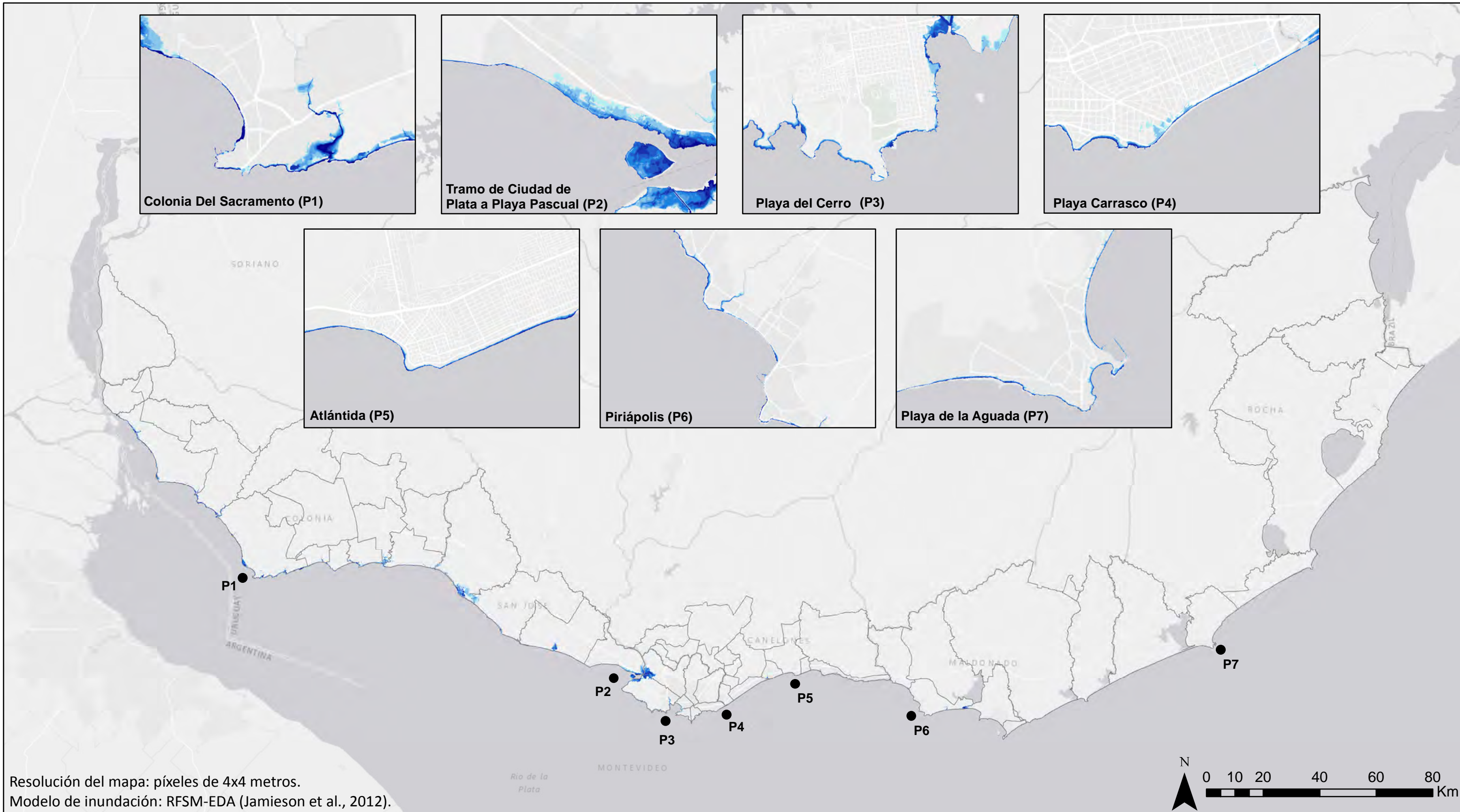
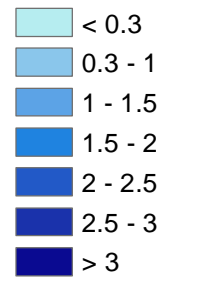
Altura de Inundación
(metros)



URUGUAY

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 500 años,
para el PRESENTE, ámbito nacional

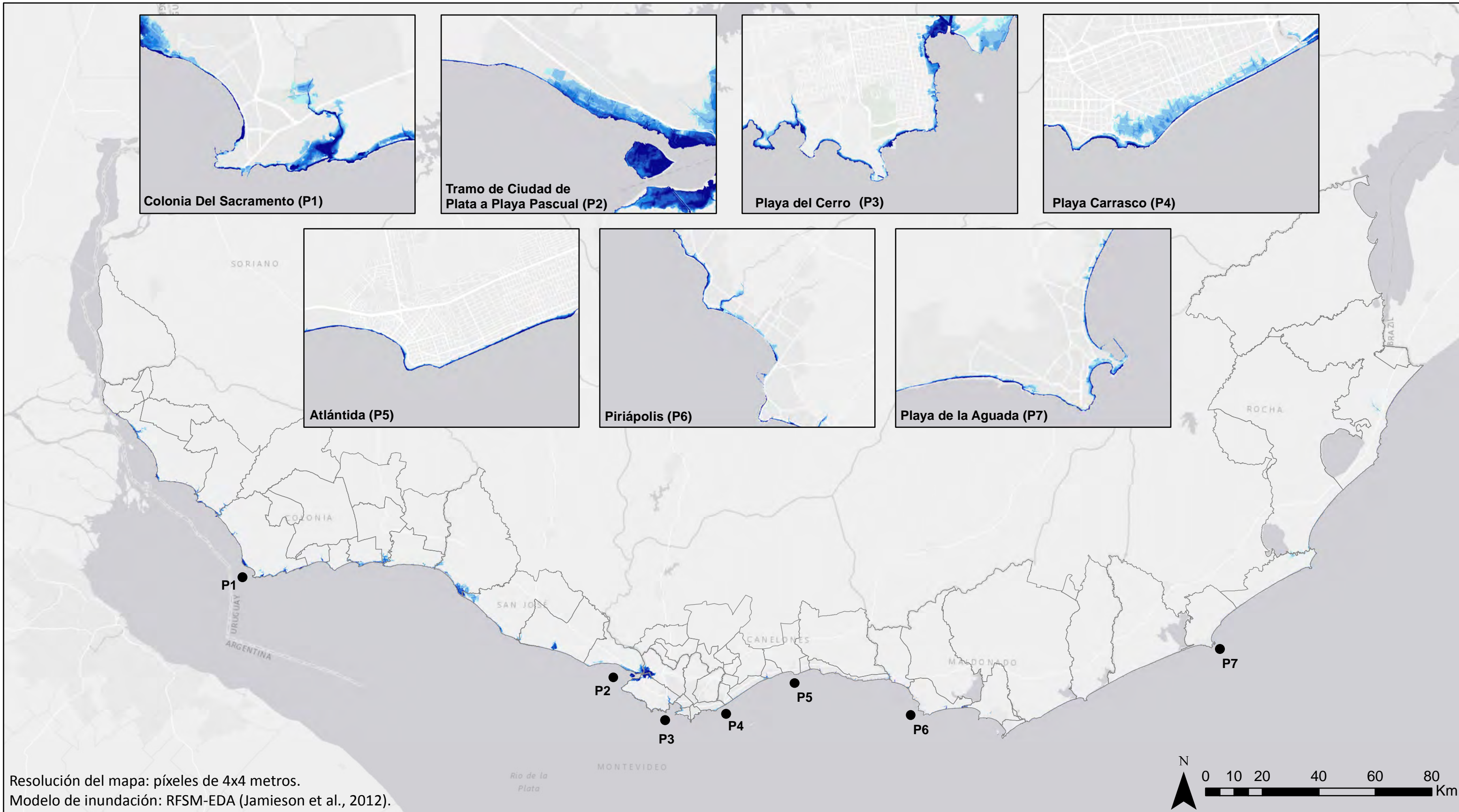
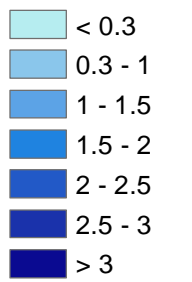
Altura de Inundación
(metros)



URUGUAY

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 500 años,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

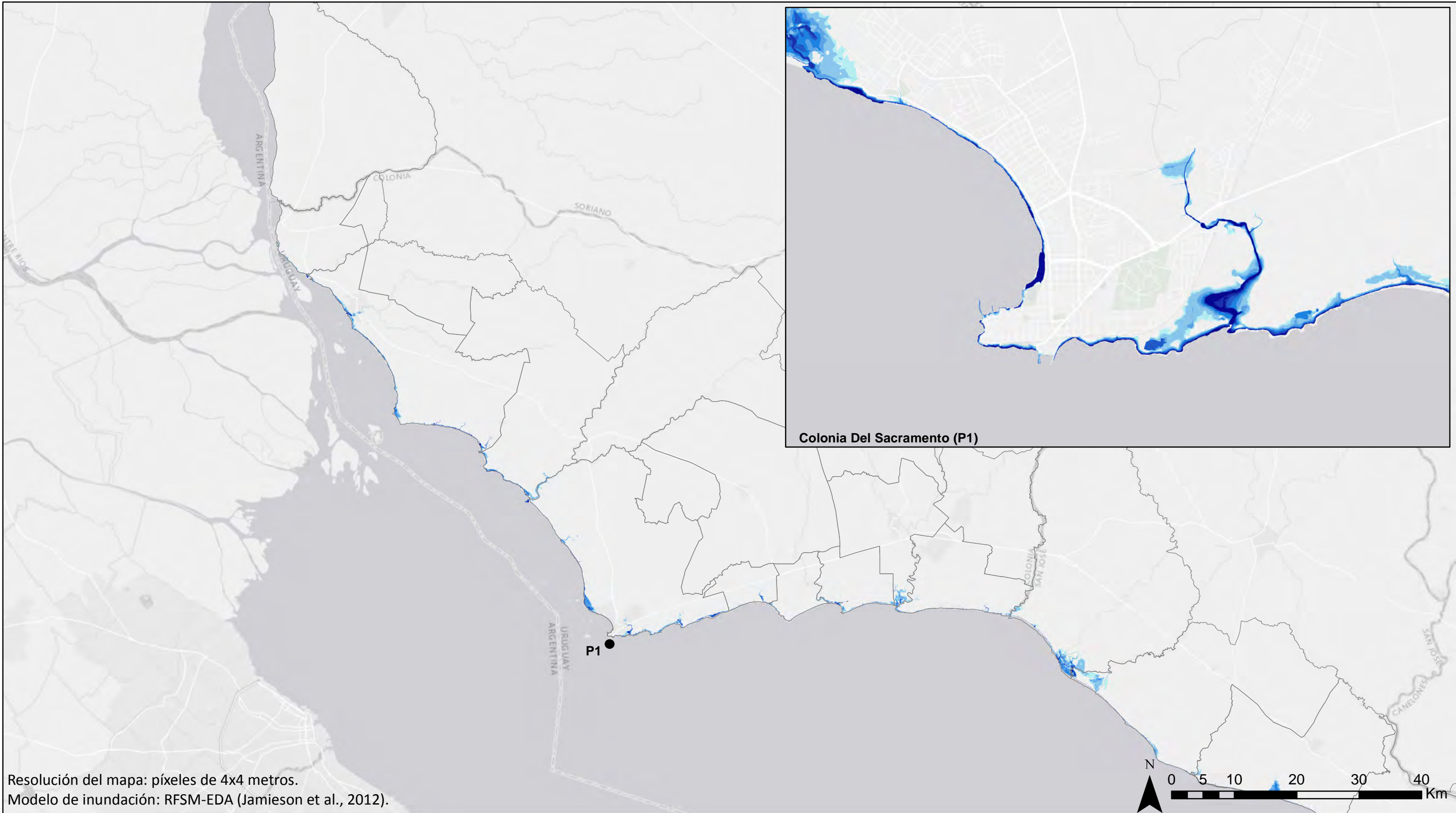
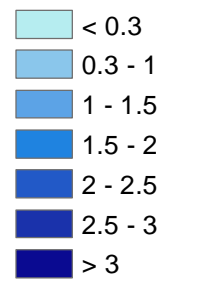
Altura de Inundación
(metros)



COLONIA

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE

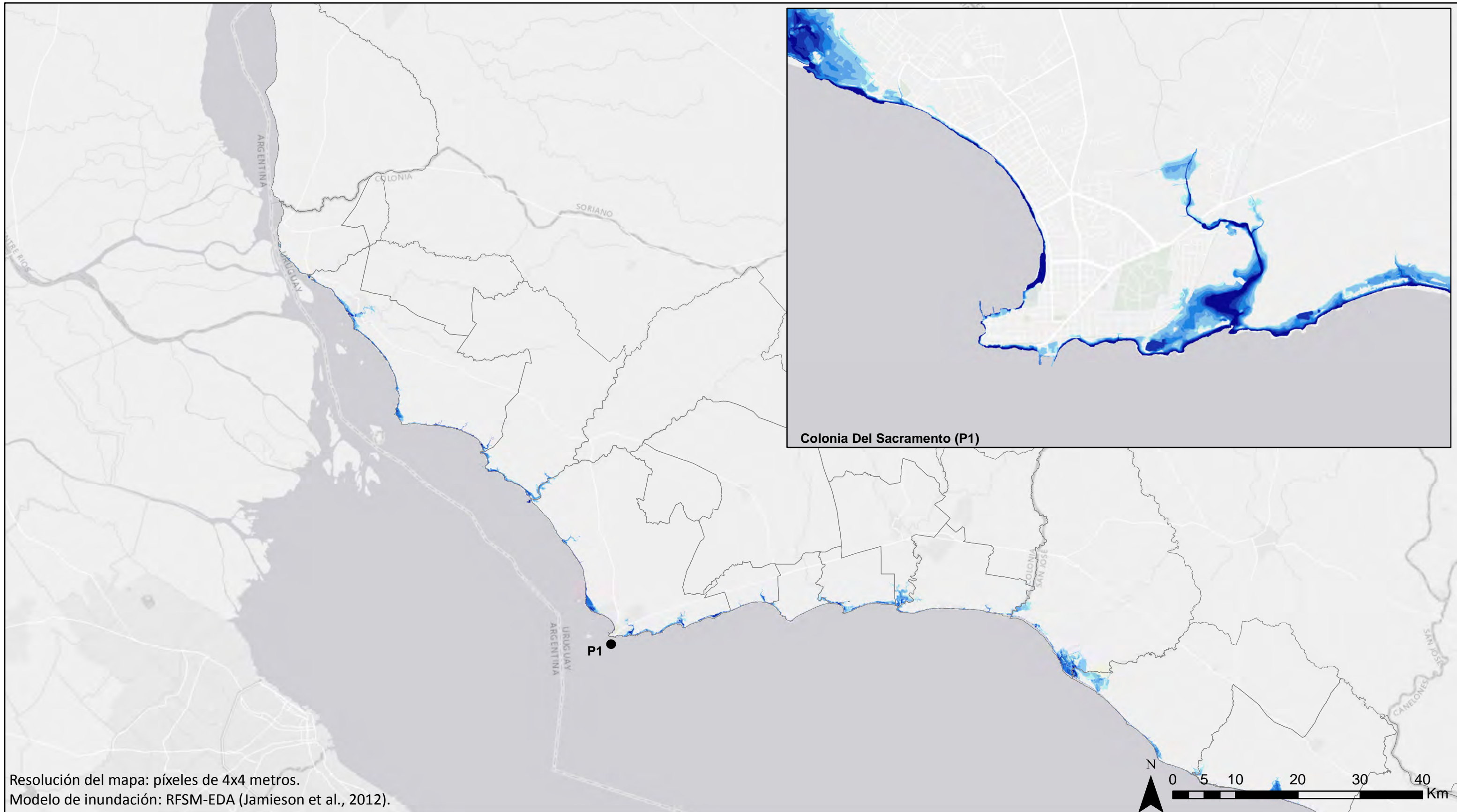
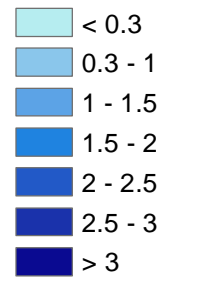
Altura de Inundación (metros)



COLONIA

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM

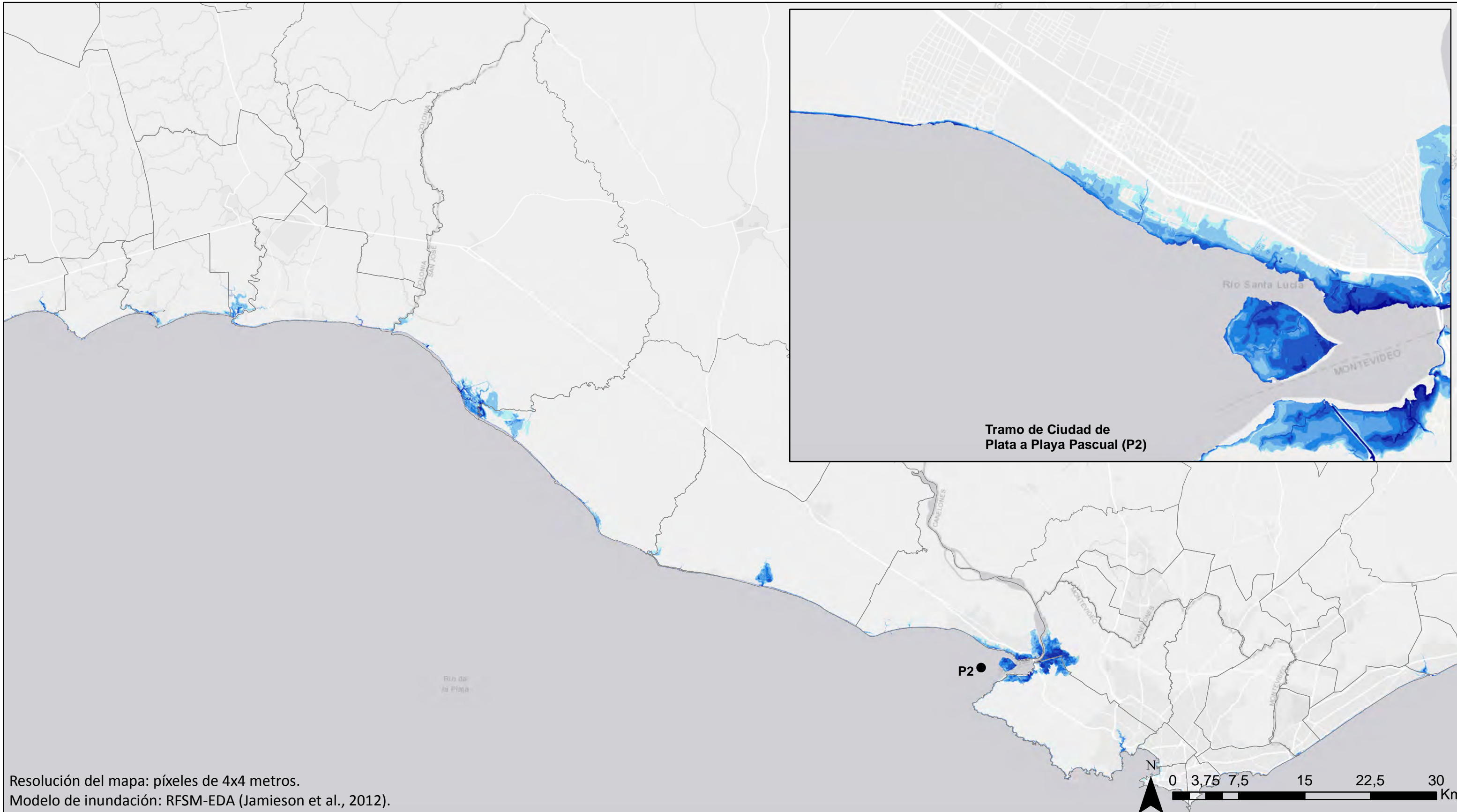
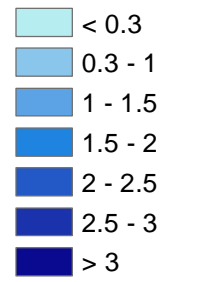
Altura de Inundación (metros)



SAN JOSÉ

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE

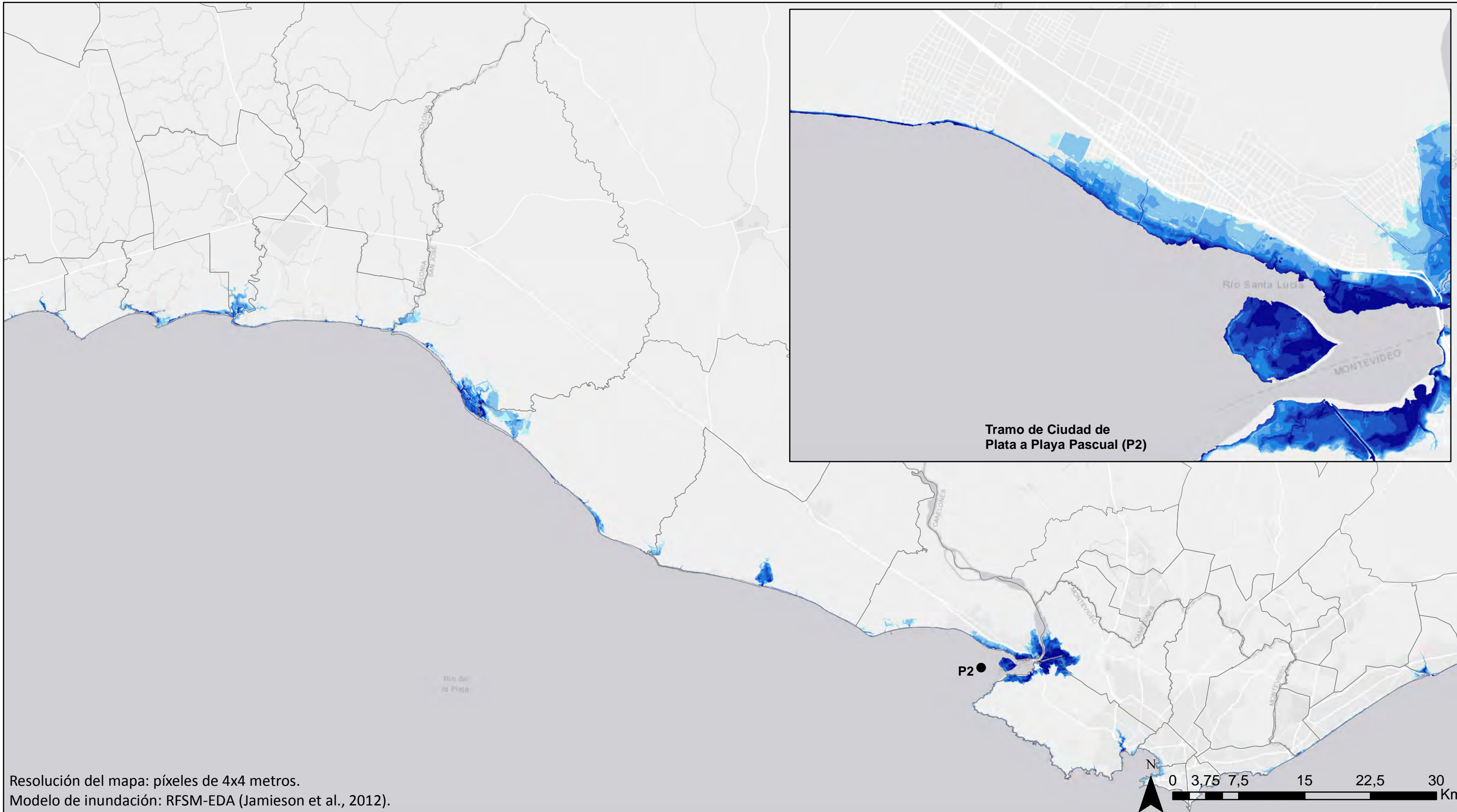
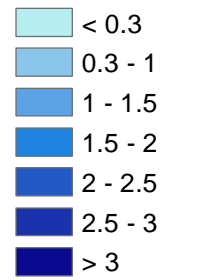
Altura de Inundación
(metros)



SAN JOSÉ

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM

Altura de Inundación (metros)

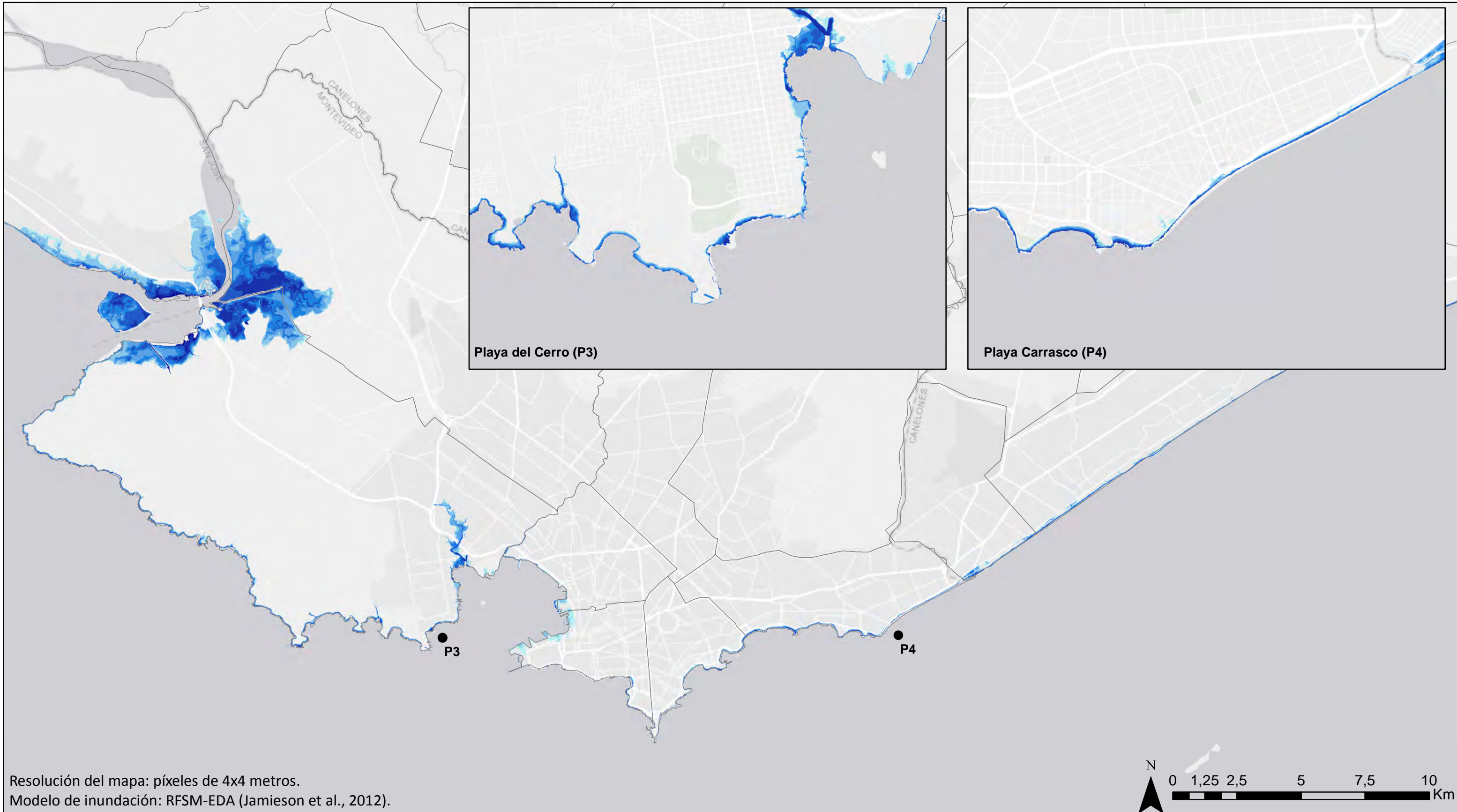


MONTEVIDEO

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE

Altura de Inundación
(metros)

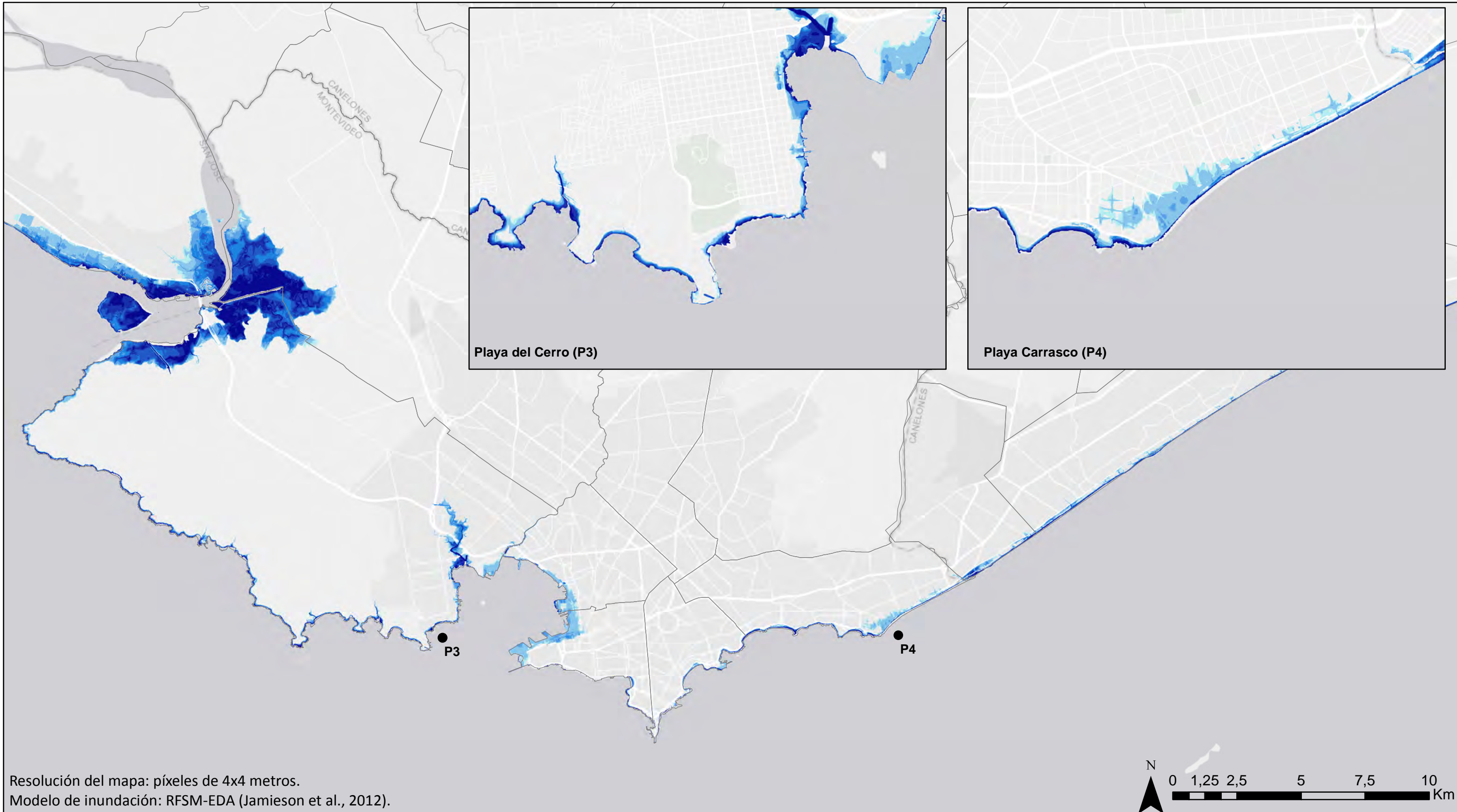
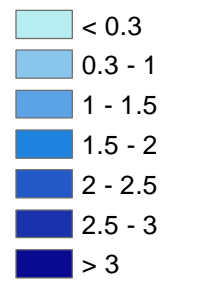
- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3



MONTEVIDEO

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM

Altura de Inundación
(metros)

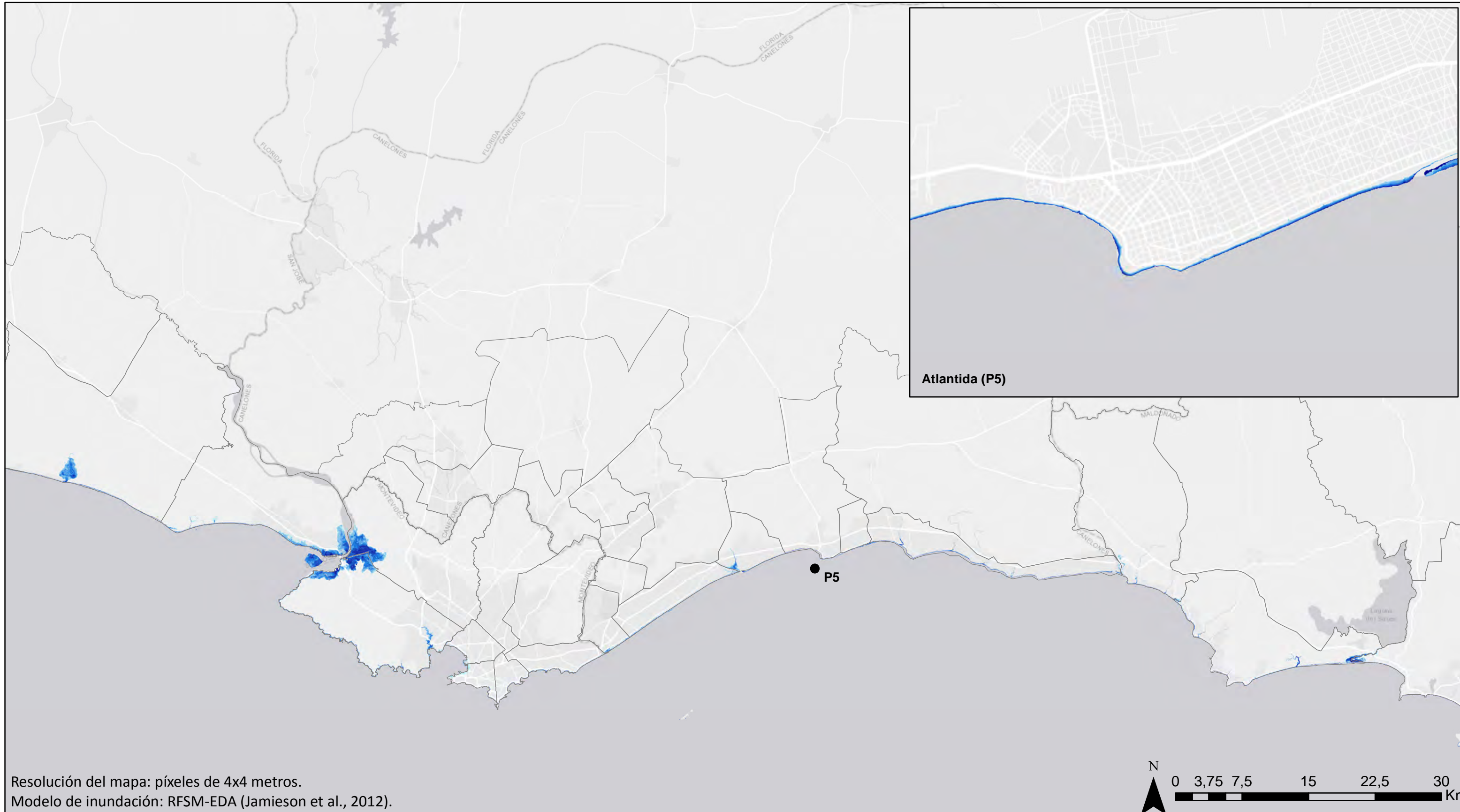


CANELONES

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE

Altura de Inundación (metros)

- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3

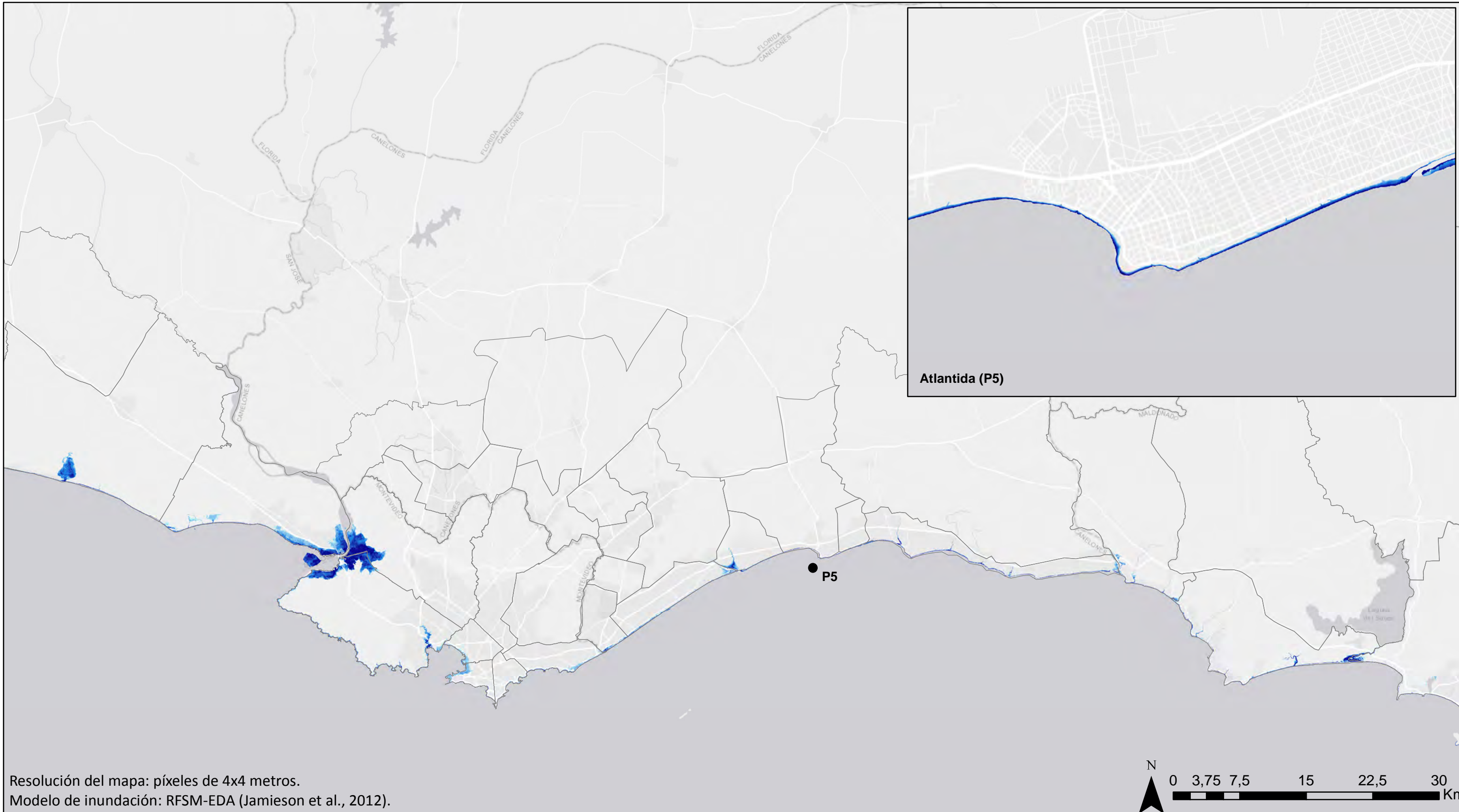


CANELONES

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM

Altura de Inundación (metros)

- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3

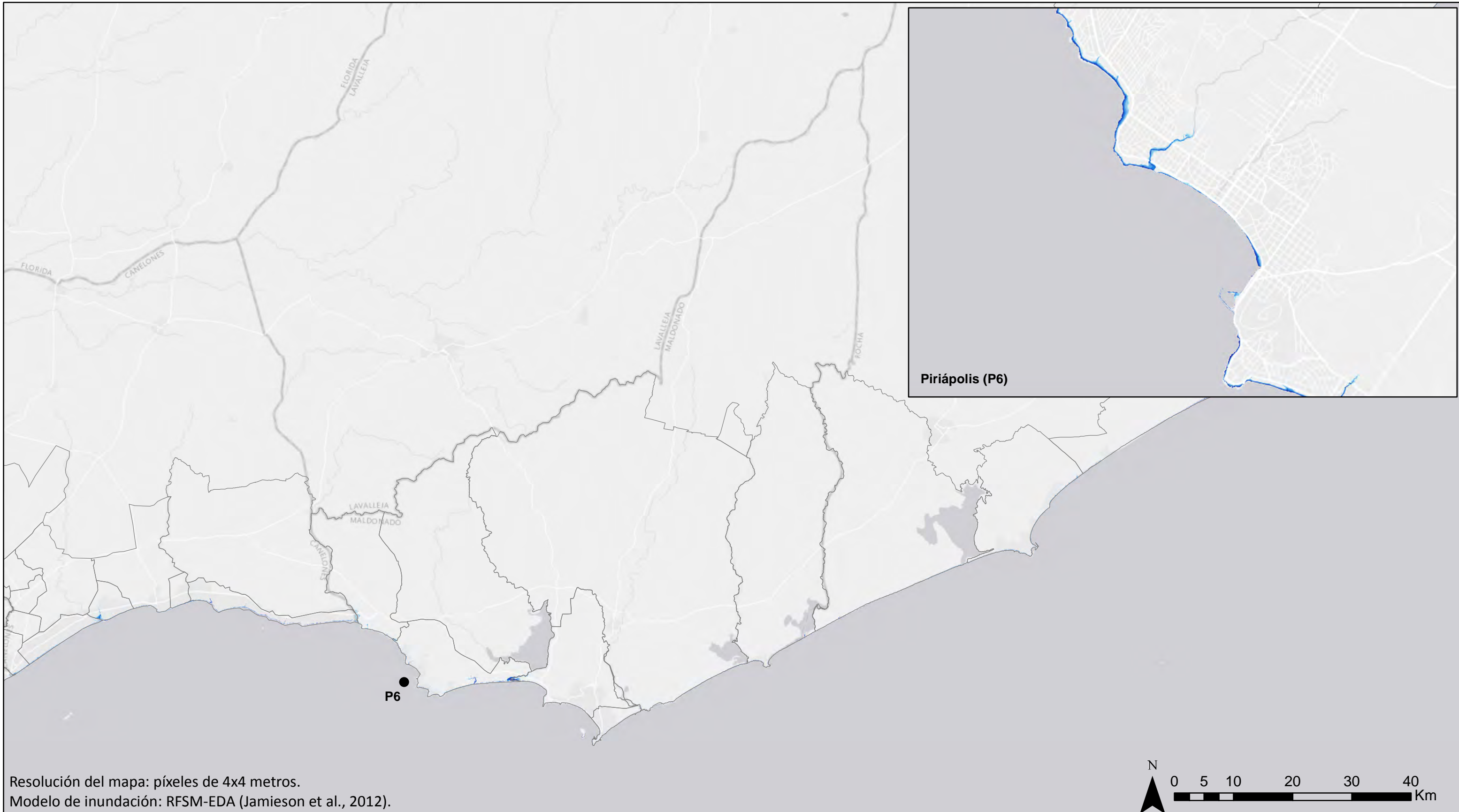


MALDONADO

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE

Altura de Inundación
(metros)

- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3



**Altura de Inundación
(metros)**

- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3

MALDONADO

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años,
para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM



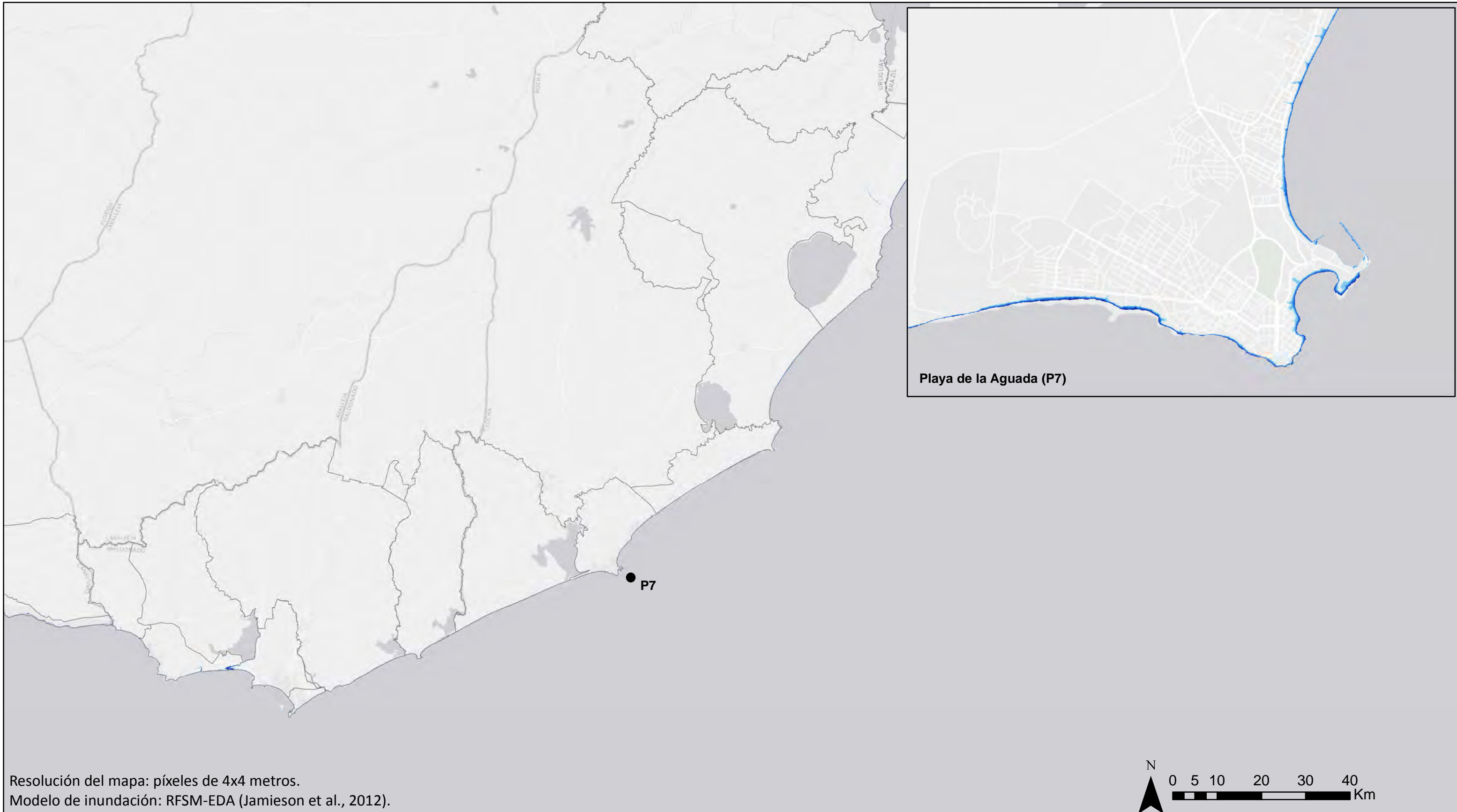


ROCHA

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE

Altura de Inundación (metros)

- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3



ROCHA

Mapa de inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM

Altura de Inundación (metros)

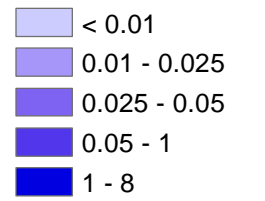
- < 0.3
- 0.3 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 2.5
- 2.5 - 3
- > 3



URUGUAY

Exposición de la población basado en el periodo 2010-2018,
ámbito nacional, expresado en número de personas expuestas

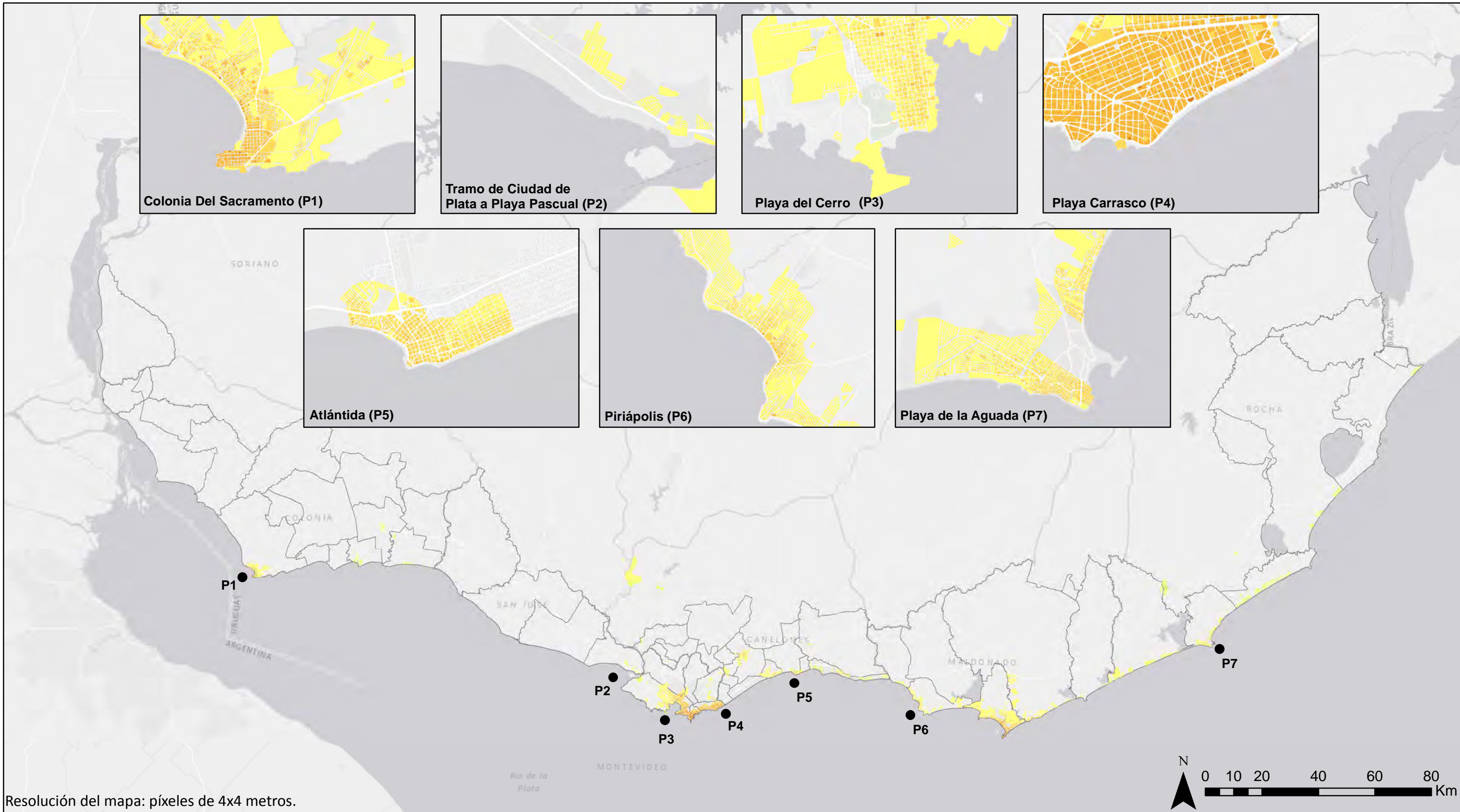
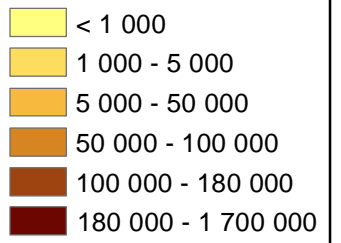
Nº de pers. expuestas
por m2 por píxel



URUGUAY

**Exposición de los activos construidos (total) basado en el periodo 2010-2018,
ámbito nacional, expresado en valor de los activos construidos**

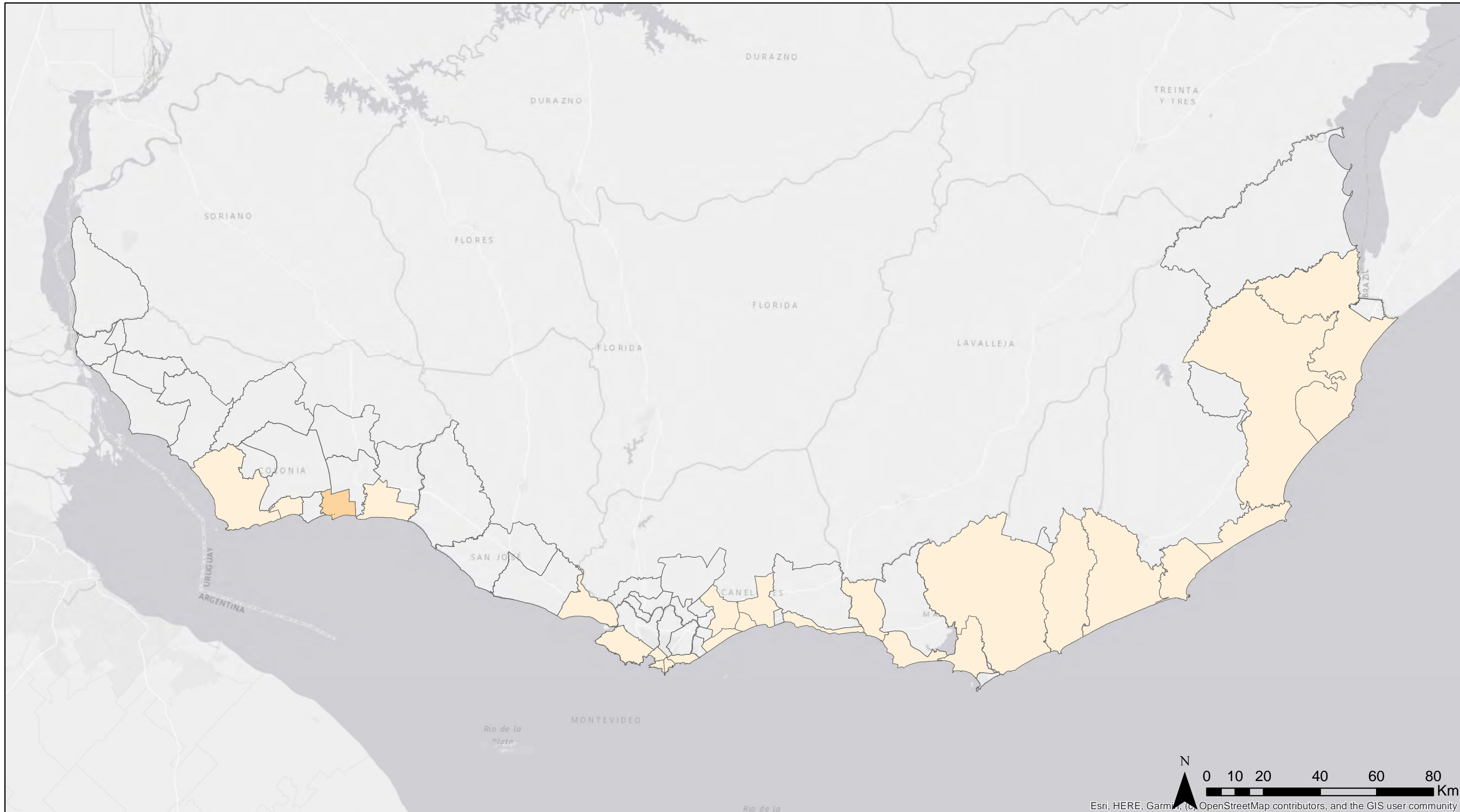
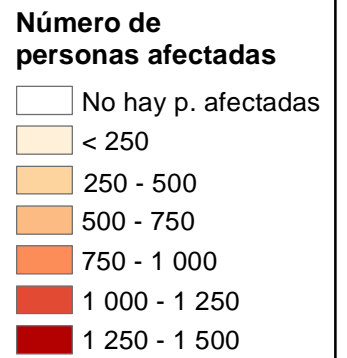
USD por m2 por píxel





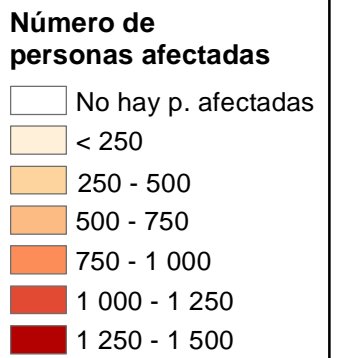
URUGUAY

Mapa de afección sobre la población (umbral de 0.30 metros) debido a la inundación costera asociada a la la CI de periodo de retorno 100 años, para el PRESENTE, ámbito nacional



URUGUAY

Mapa de afección sobre la población (umbral de 0.30 metros) debido a la inundación costera asociada a la CI de periodo de retorno 100 años, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional



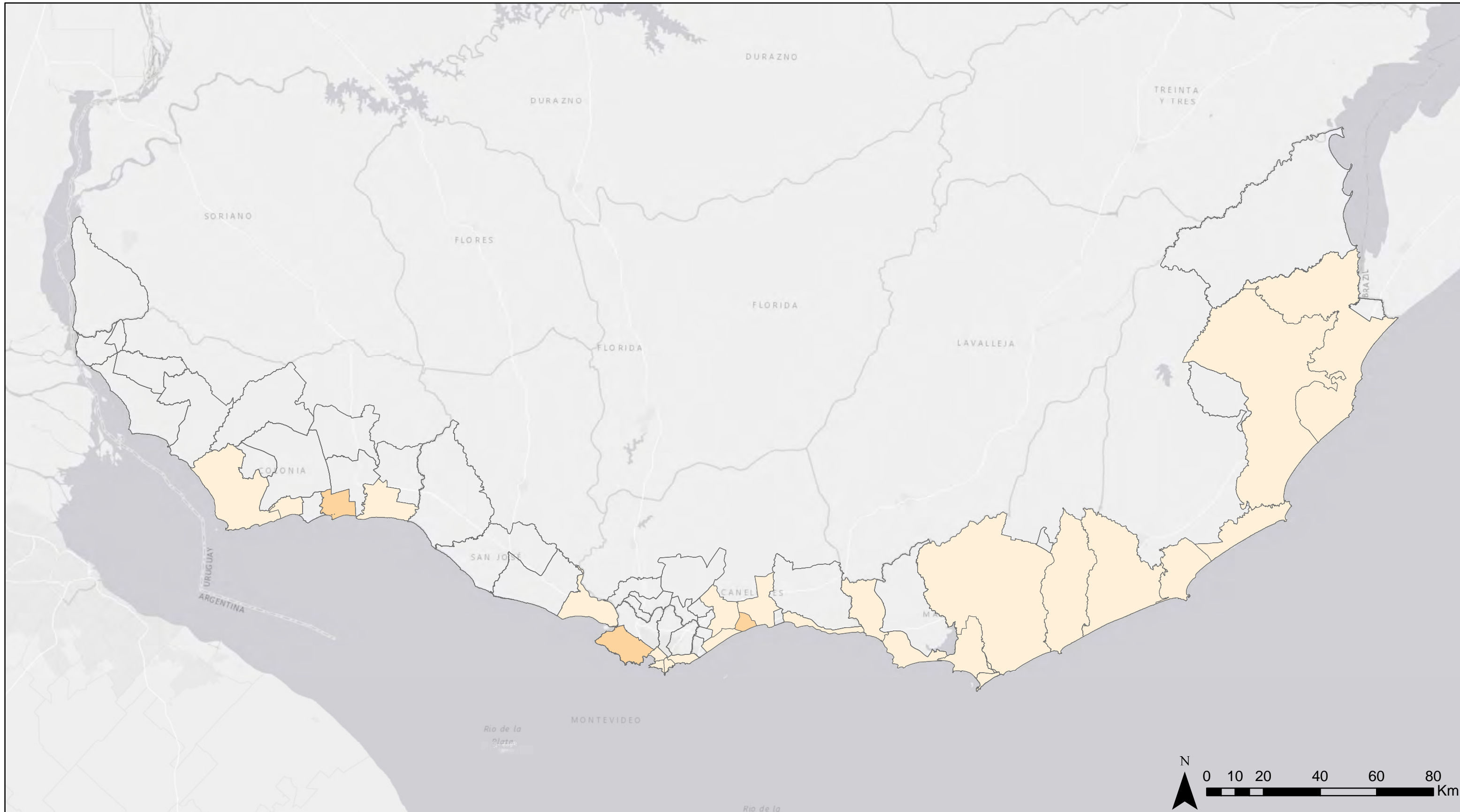


URUGUAY

Mapa de afección sobre la población (umbral de 0.30 metros) debido a inundación costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en valor esperado del número de personas anualmente afectadas

Valor esperado del número de personas anualmente afectadas

- No hay p. afectadas
- < 25
- 50 - 100
- 100 - 150



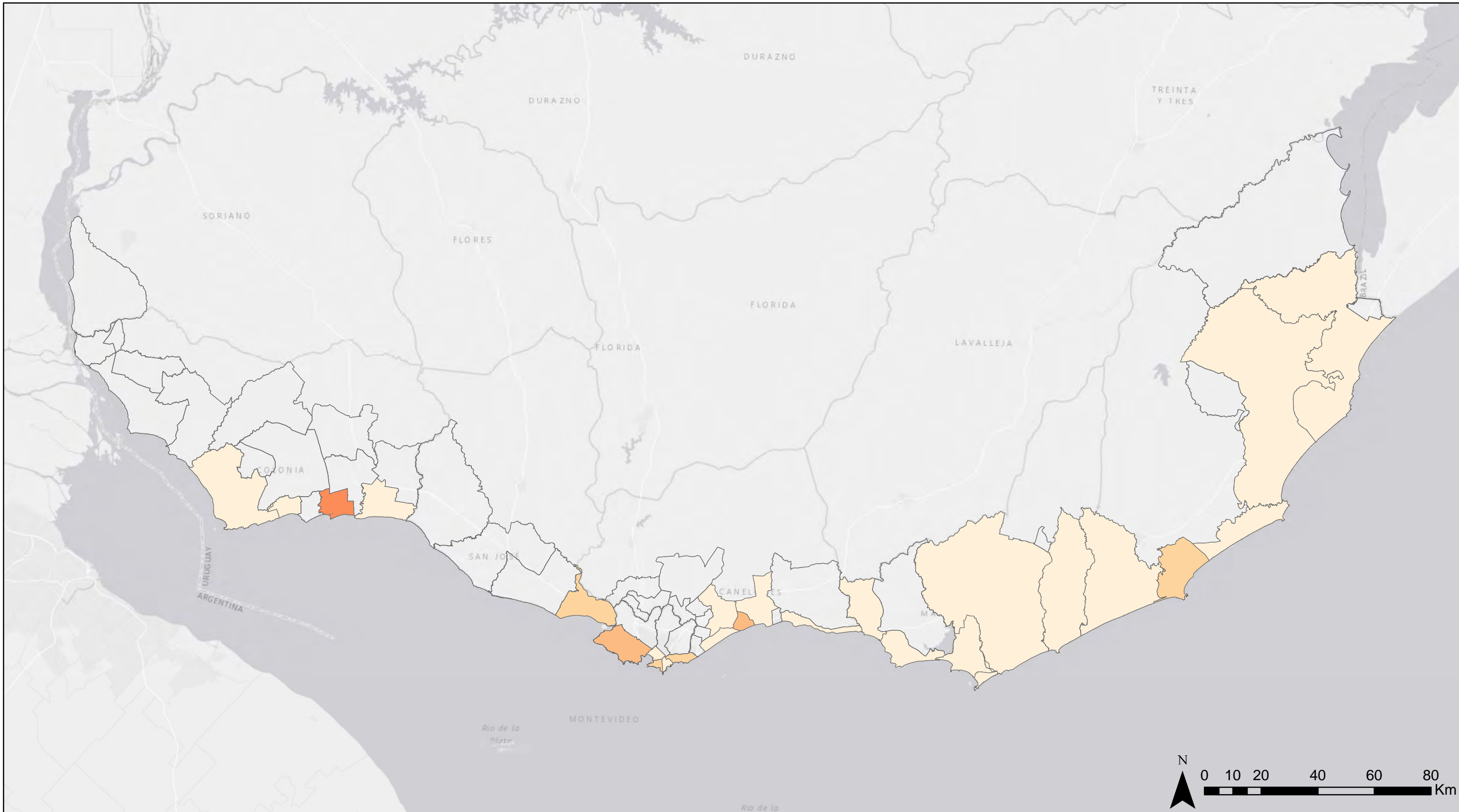


URUGUAY

Mapa de afección sobre la población (umbral de 0.30 metros) debido a inundación costera, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional, expresado en valor esperado del número de personas anualmente afectadas

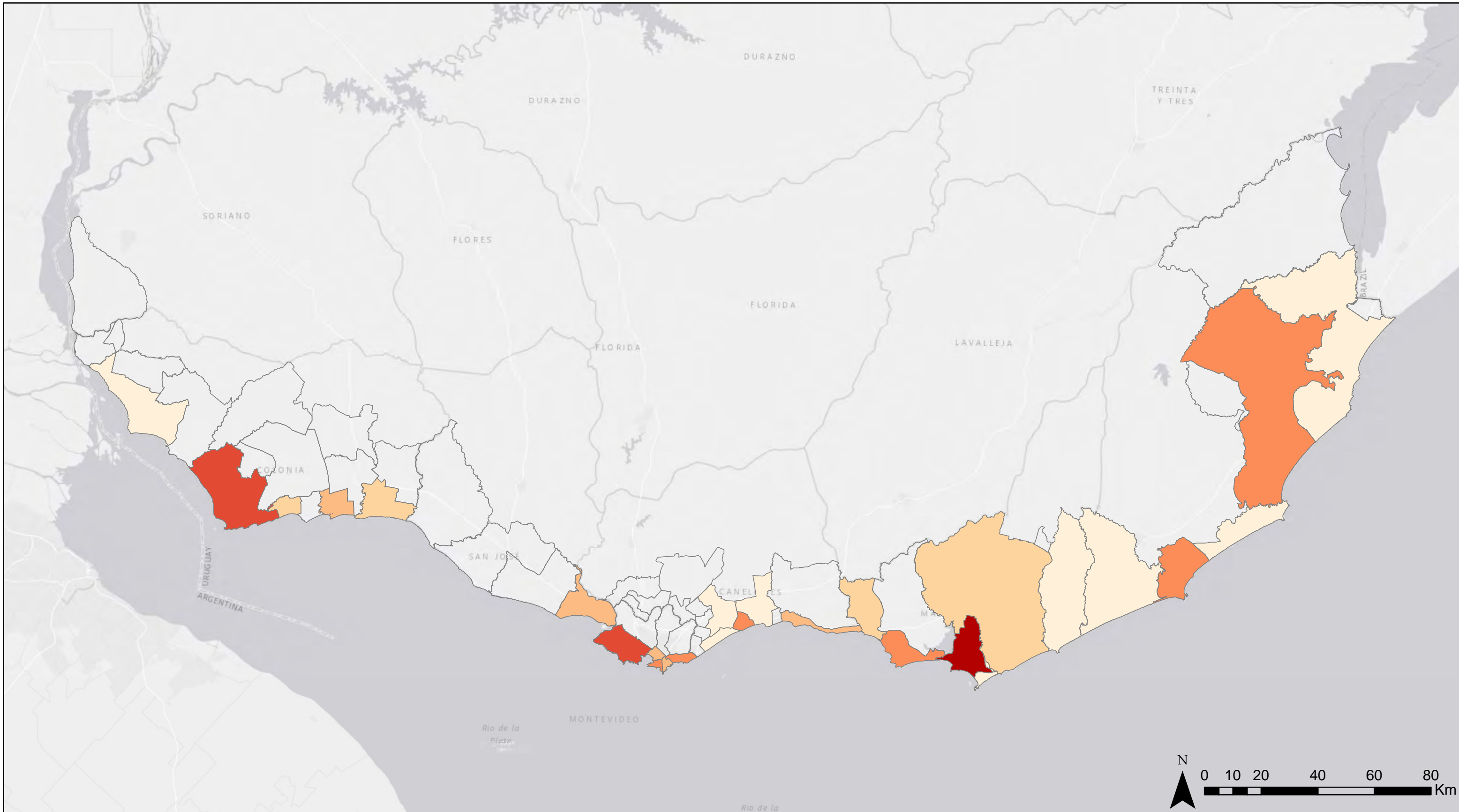
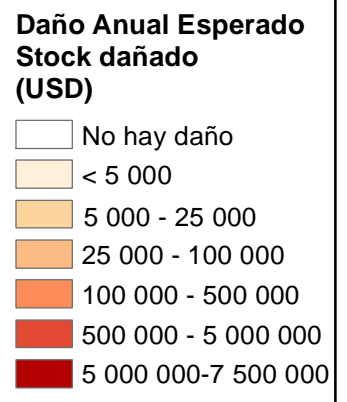
Valor esperado del número de personas anualmente afectadas

- No hay p. afectadas
- < 25
- 50 - 100
- 100 - 150





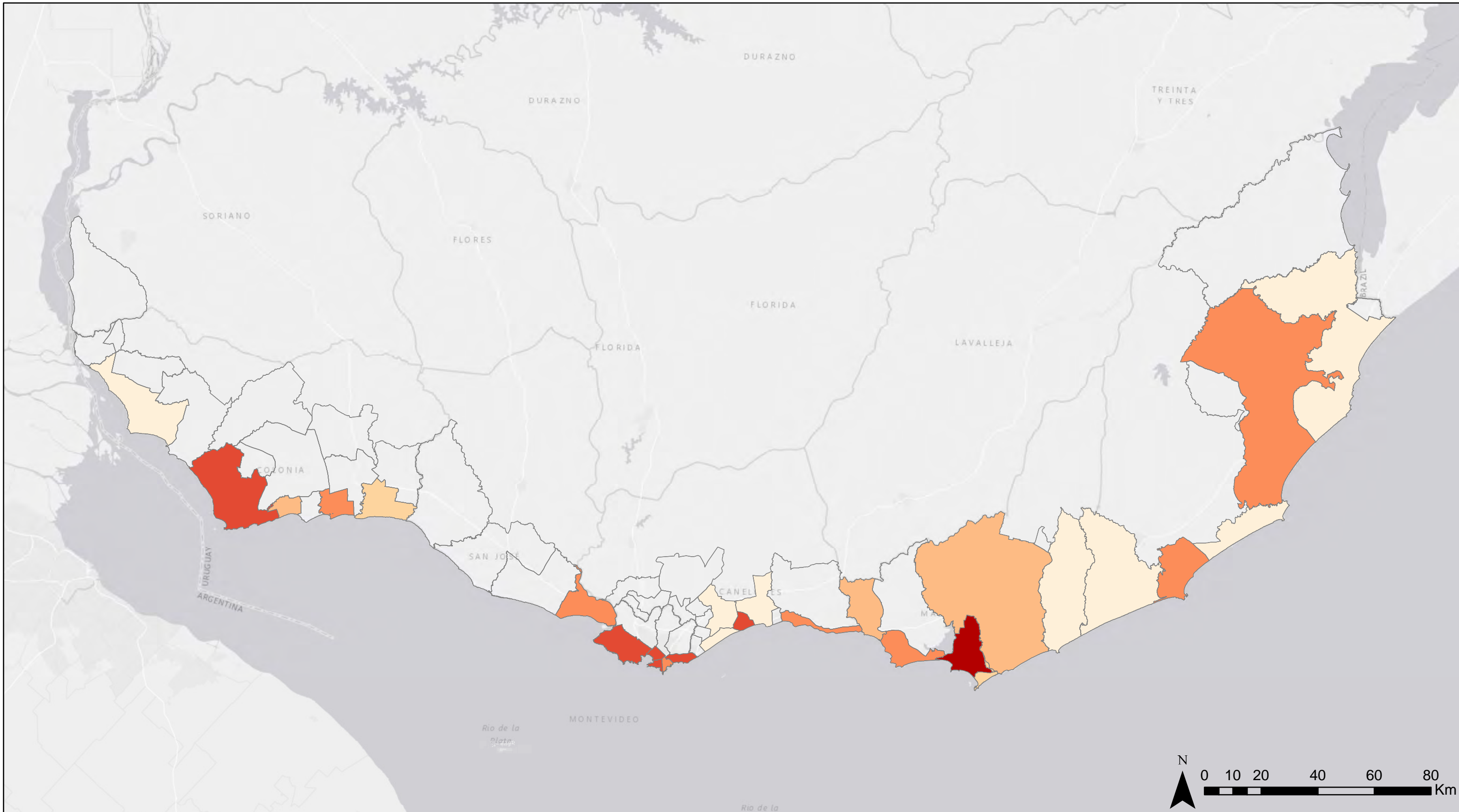
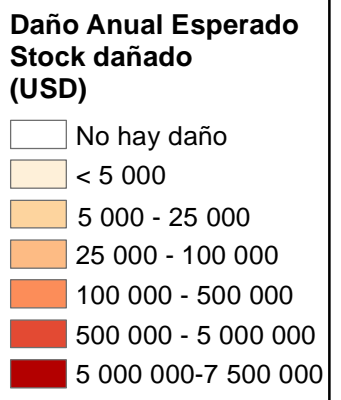
Mapa de daños sobre los activos construidos (total) debido a inundación costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado





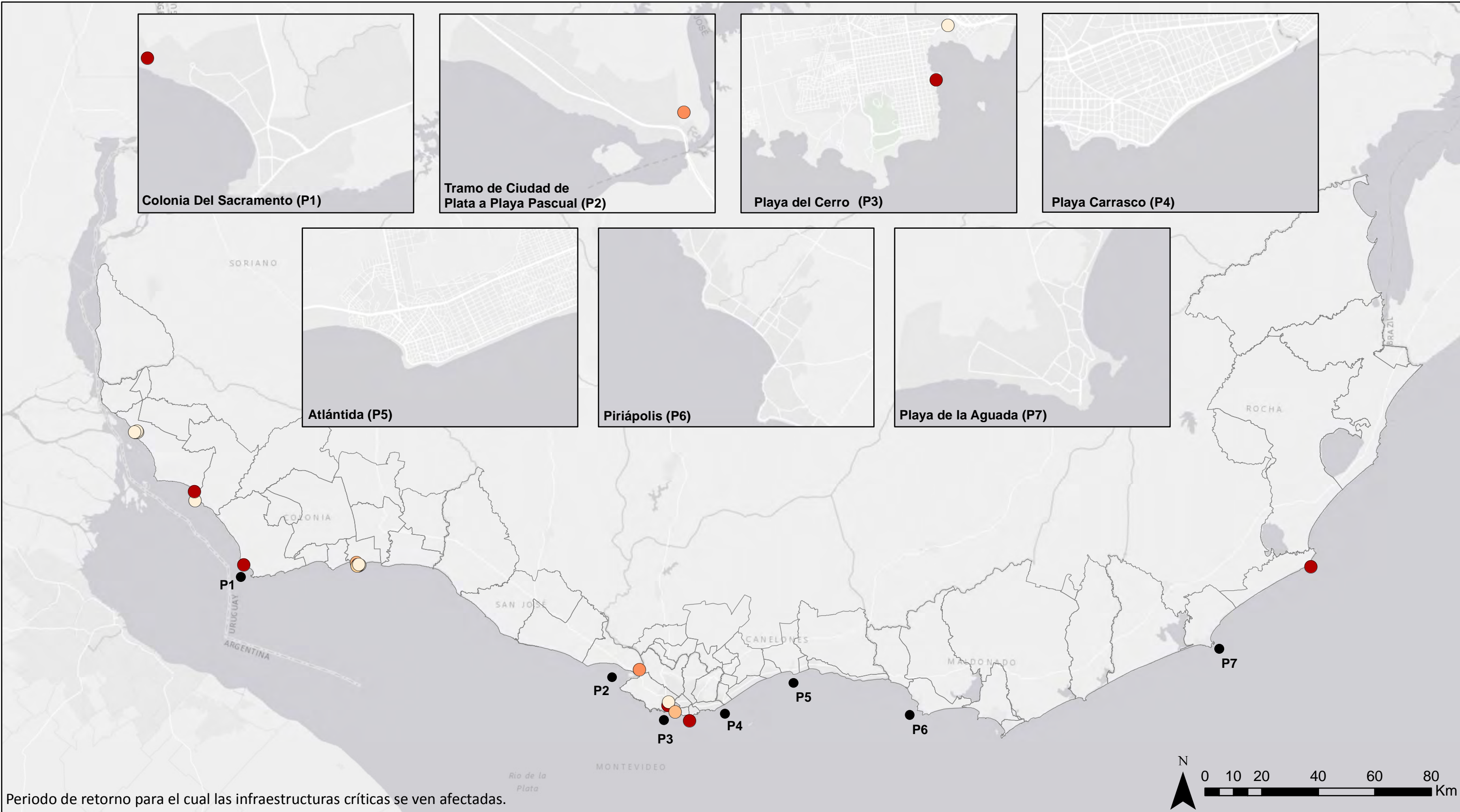
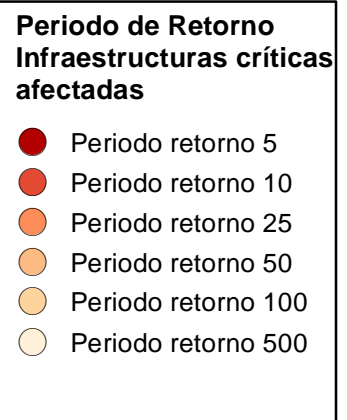
URUGUAY

Mapa de daños sobre los activos construidos (total) debido a inundación costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado



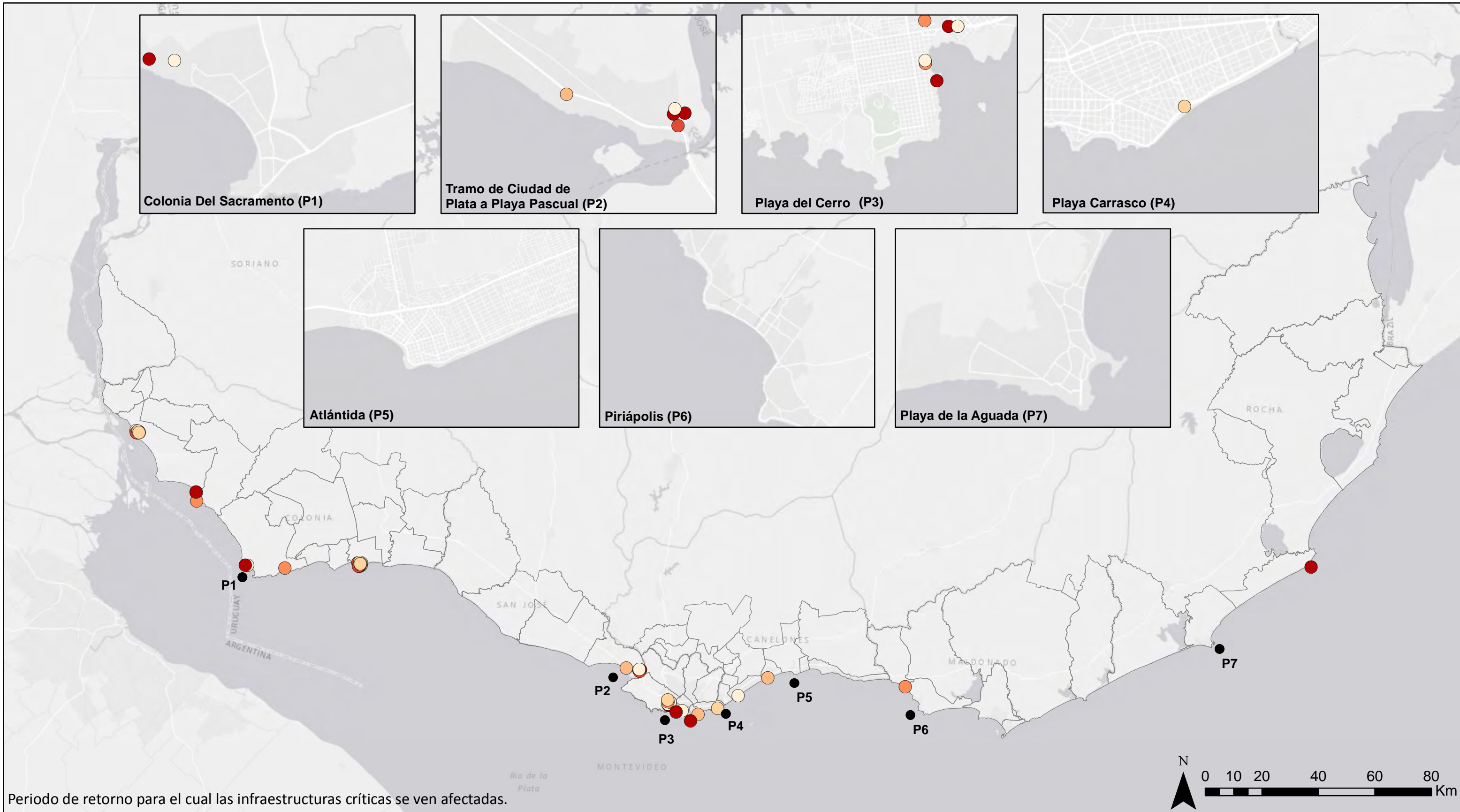
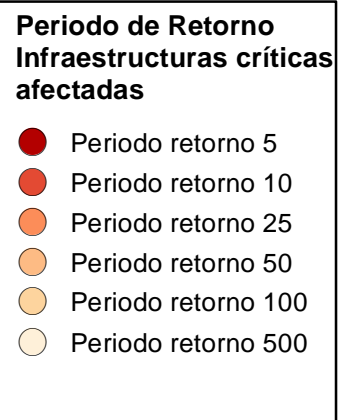
URUGUAY

Mapa de afección sobre las infraestructuras debido a la inundación asociada a la CI de un evento extremo, para el PRESENTE, ámbito nacional



URUGUAY

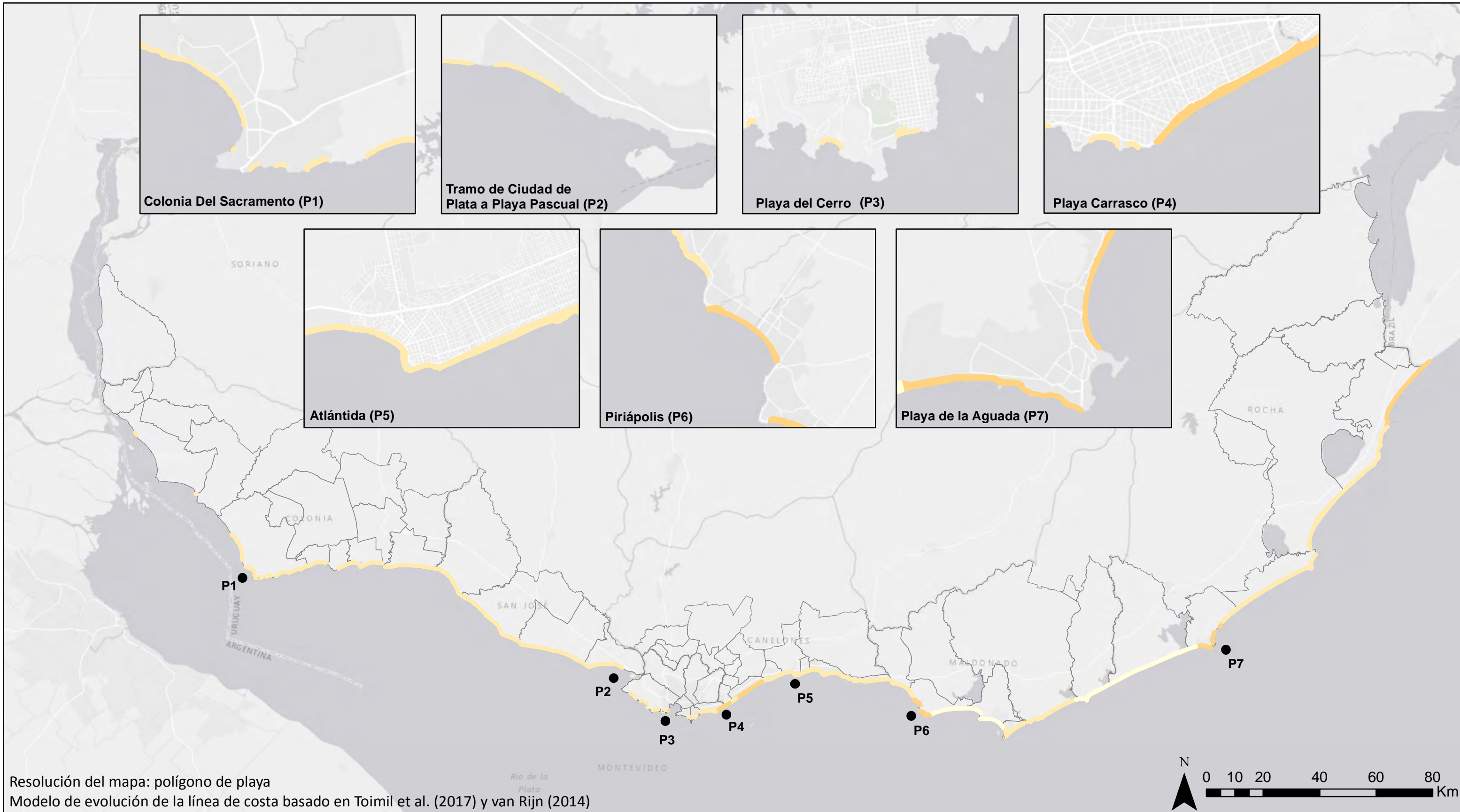
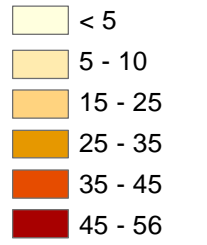
Mapa de afección sobre las infraestructuras debido a la inundación asociada a la CI de un evento extremo, para el horizonte 2100, RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional



URUGUAY

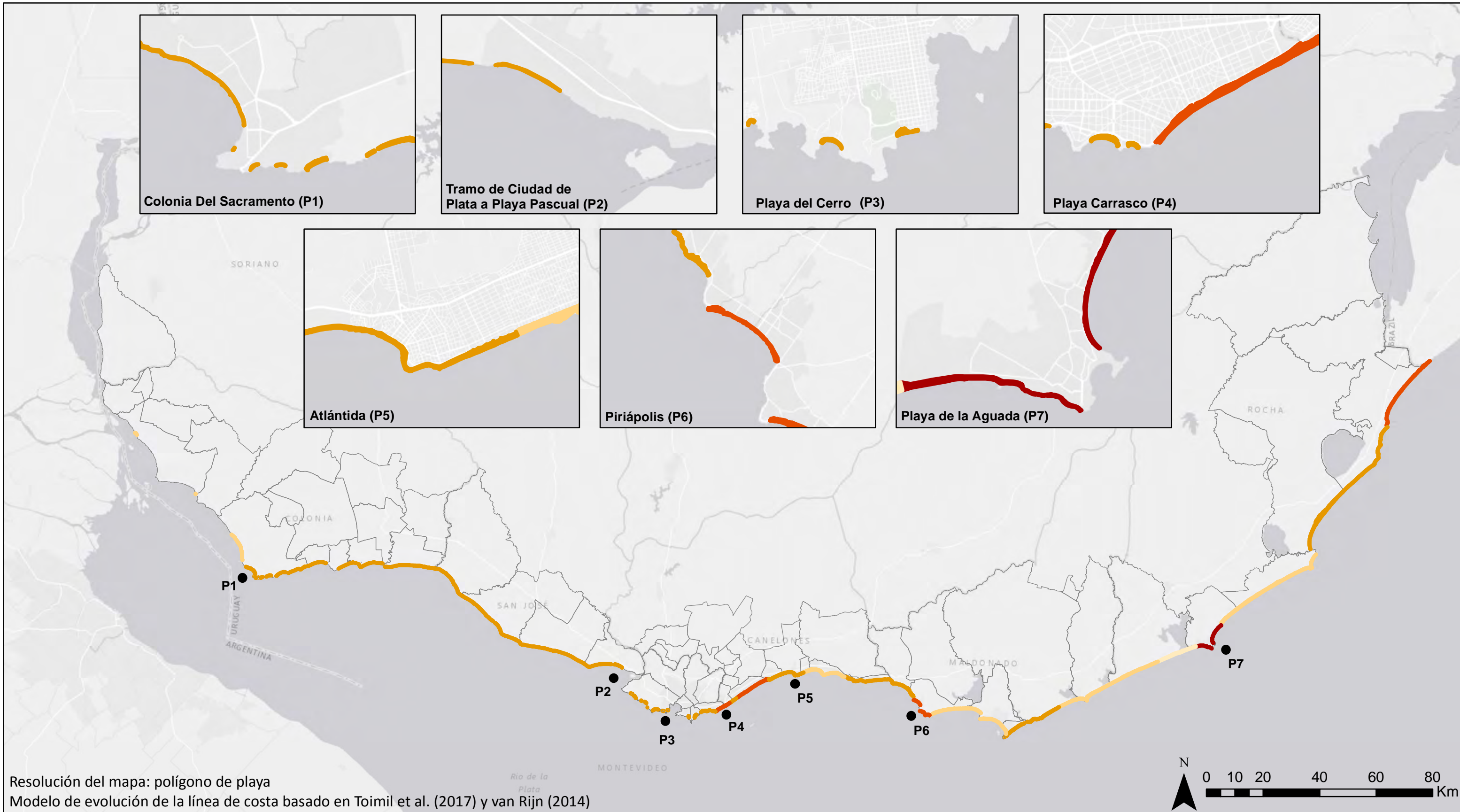
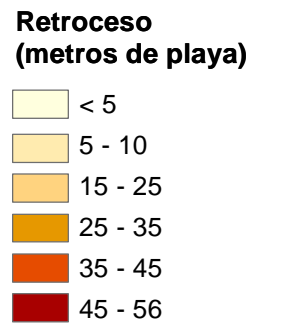
Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

Retroceso (metros de playa)



URUGUAY

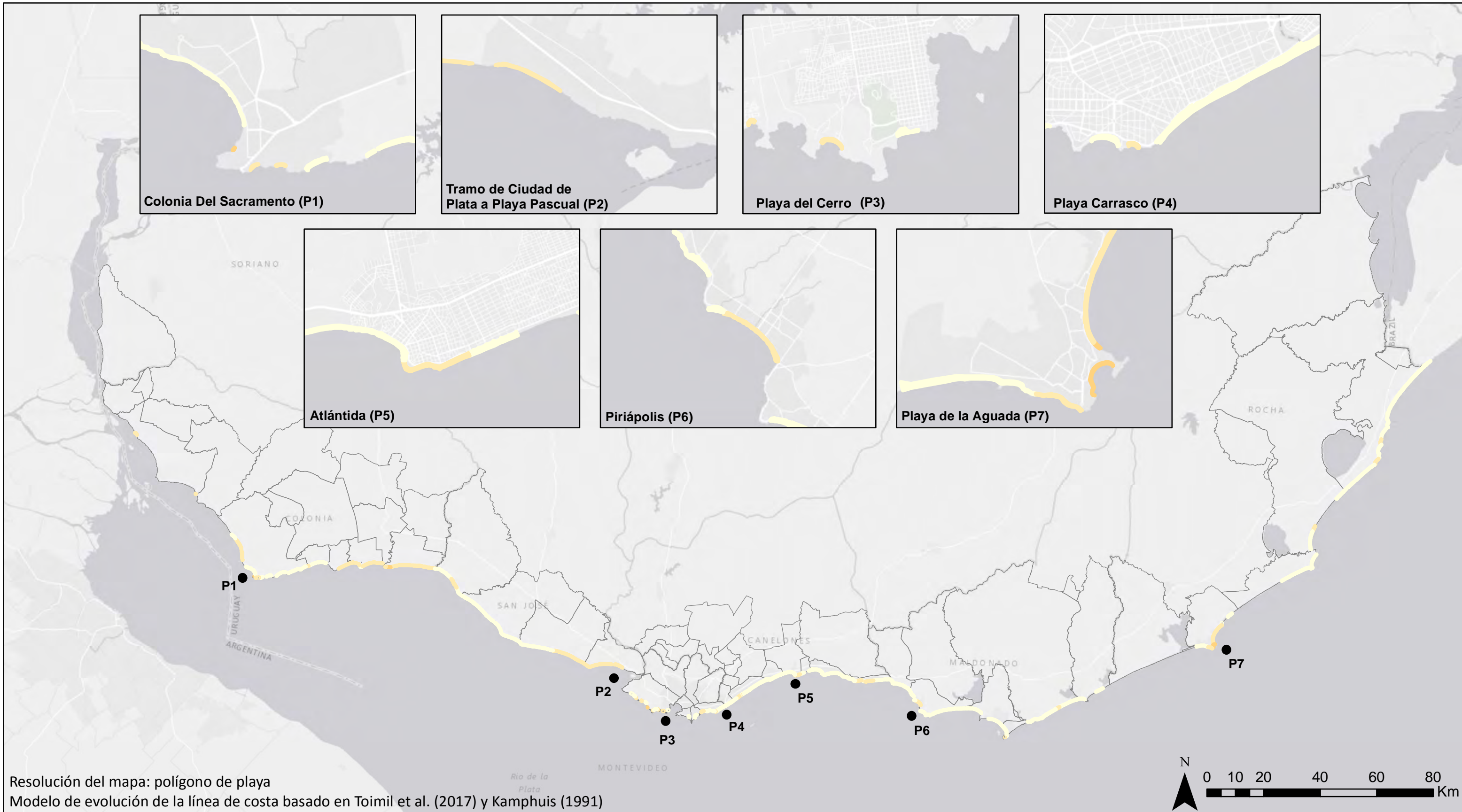
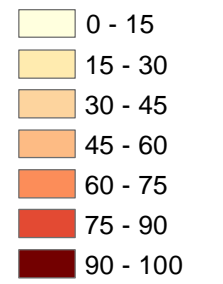
Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional



URUGUAY

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en % de anchura de playa, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

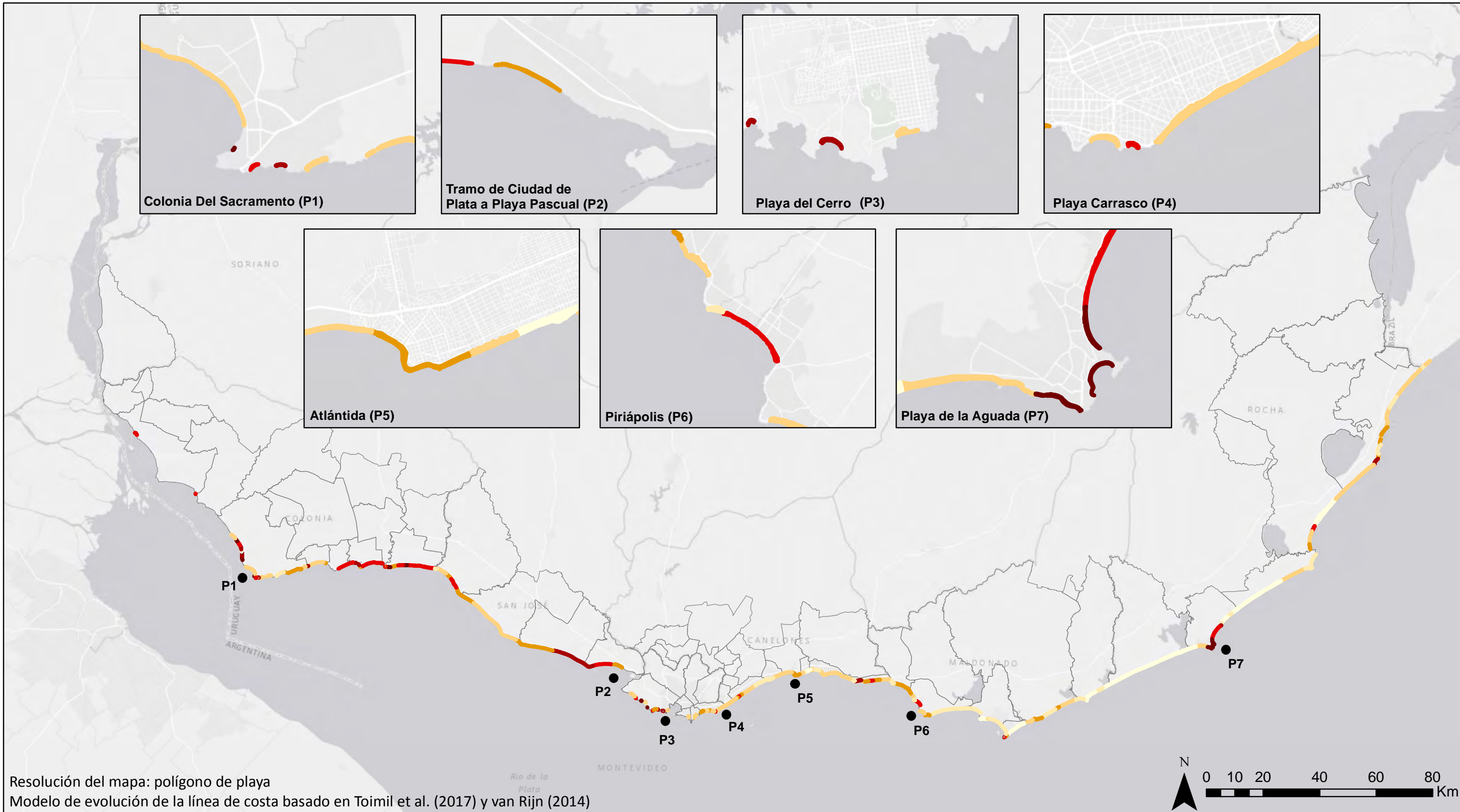
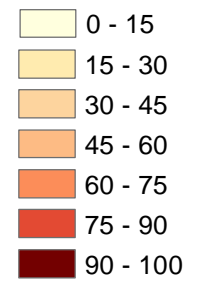
Retroceso
(% de anchura de playa)



URUGUAY

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en % de anchura de playa, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

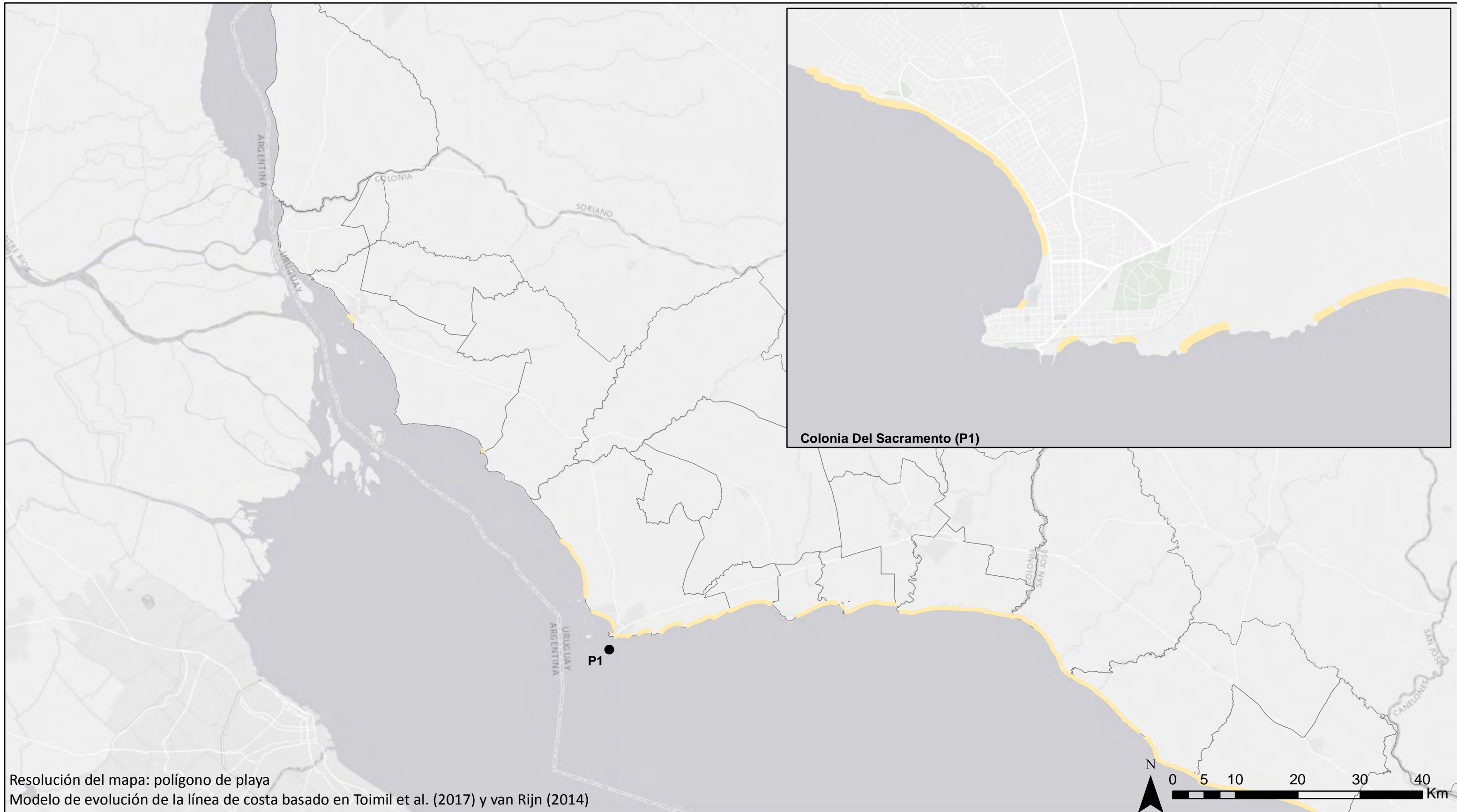
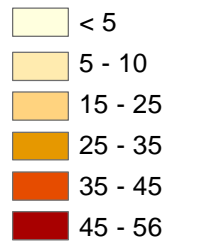
Retroceso
(% de anchura de playa)



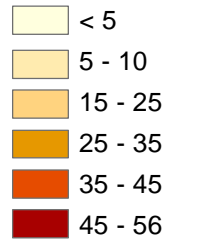
COLONIA

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

Retroceso (metros de playa)

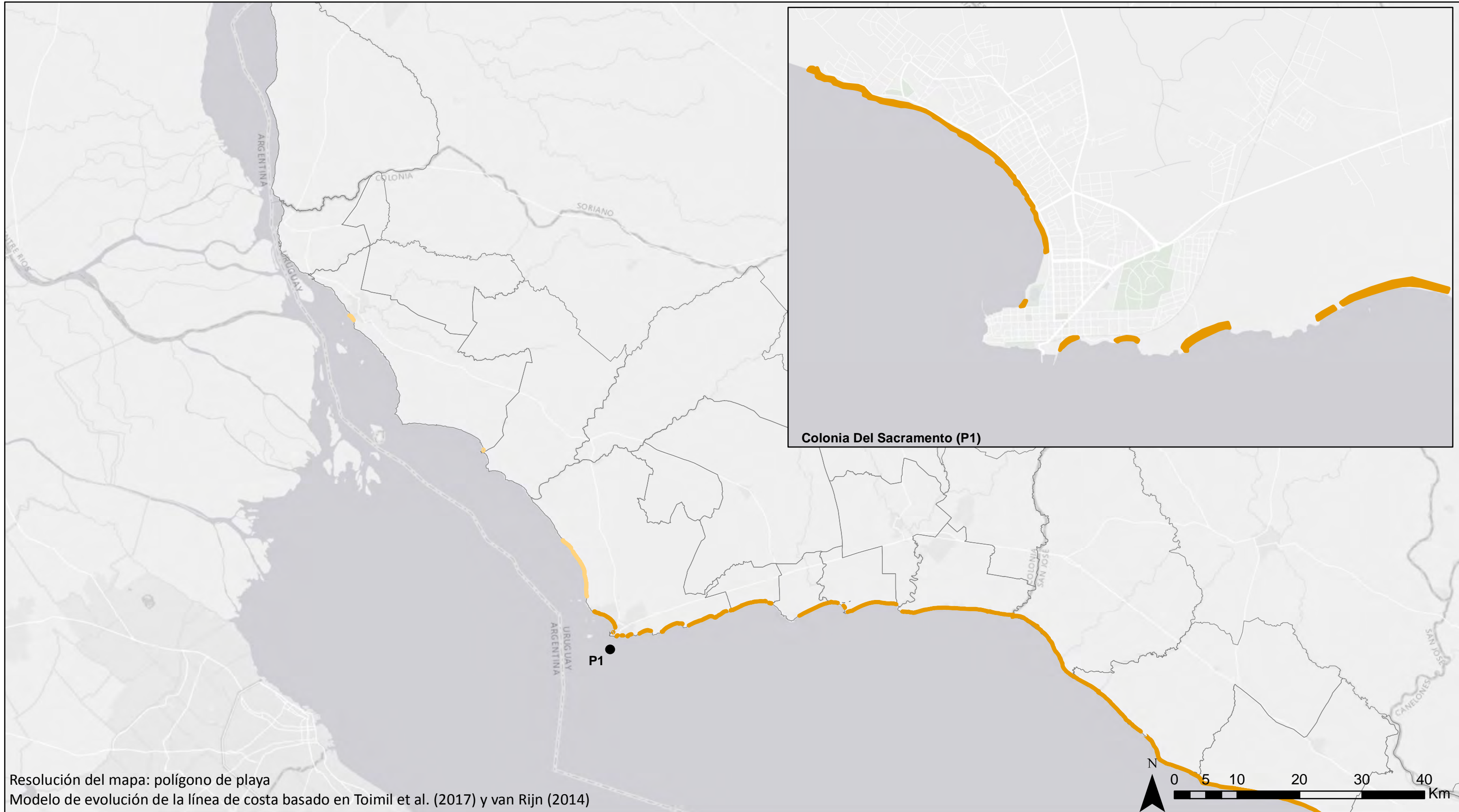


Retroceso
(metros de playa)



COLONIA

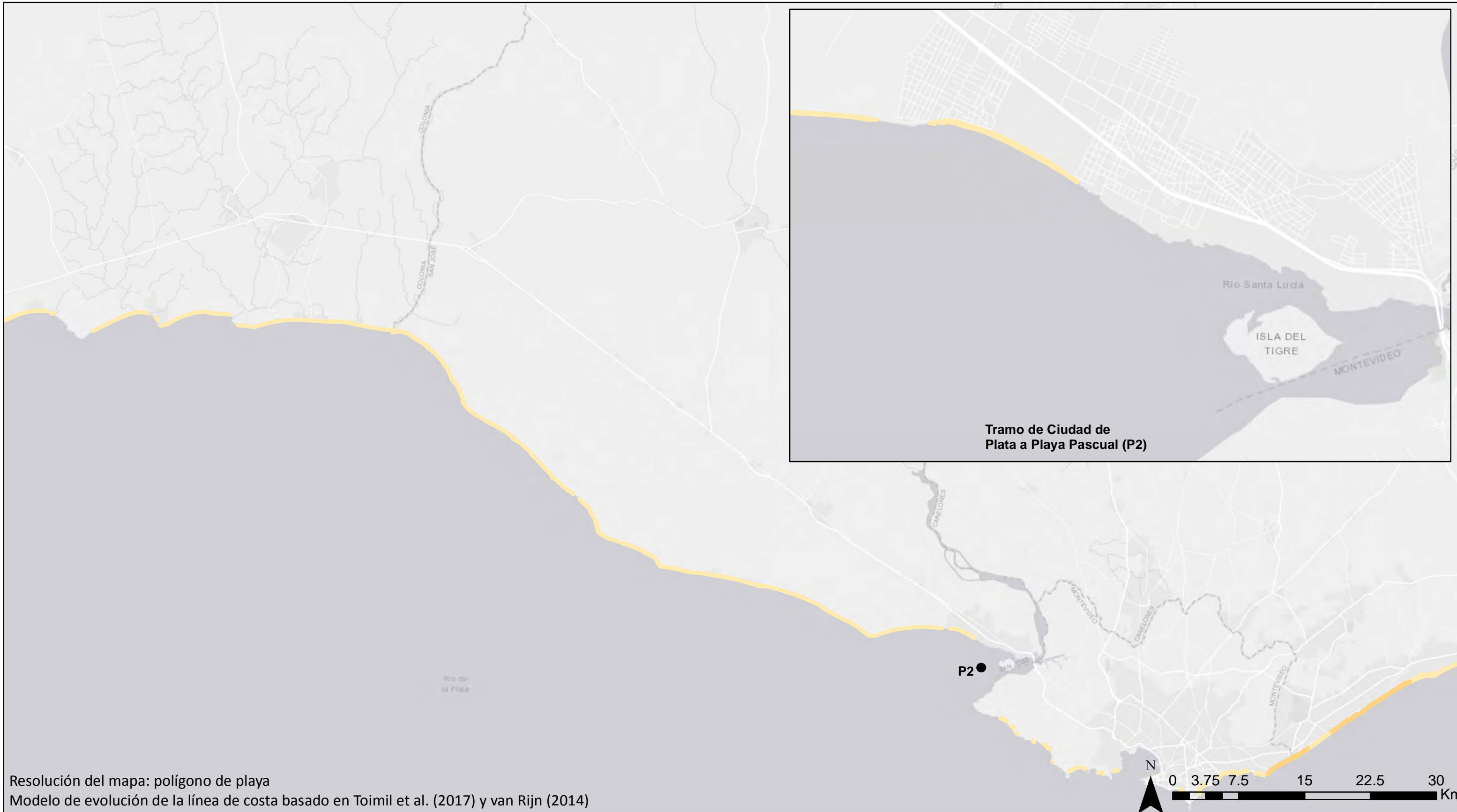
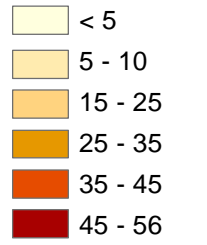
Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM



SAN JOSÉ

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

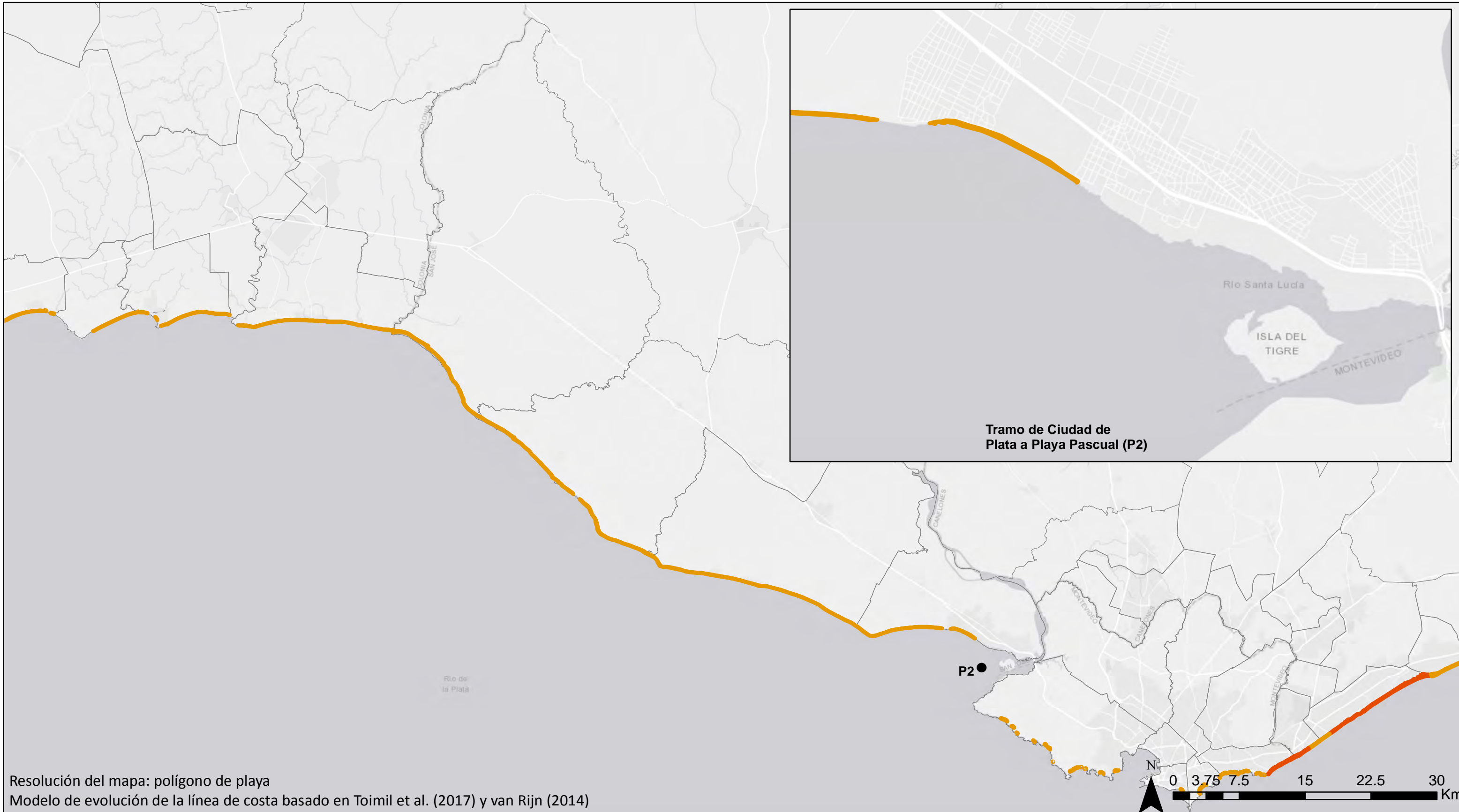
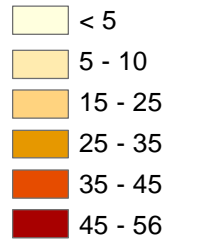
Retroceso (metros de playa)



SAN JOSÉ

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

Retroceso (metros de playa)



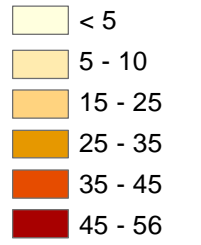
Resolución del mapa: polígono de playa

Modelo de evolución de la línea de costa basado en Toimil et al. (2017) y van Rijn (2014)

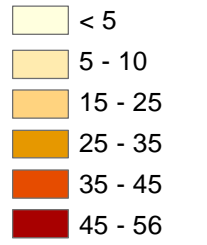
MONTEVIDEO

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

Retroceso (metros de playa)



Retroceso
(metros de playa)



MONTEVIDEO

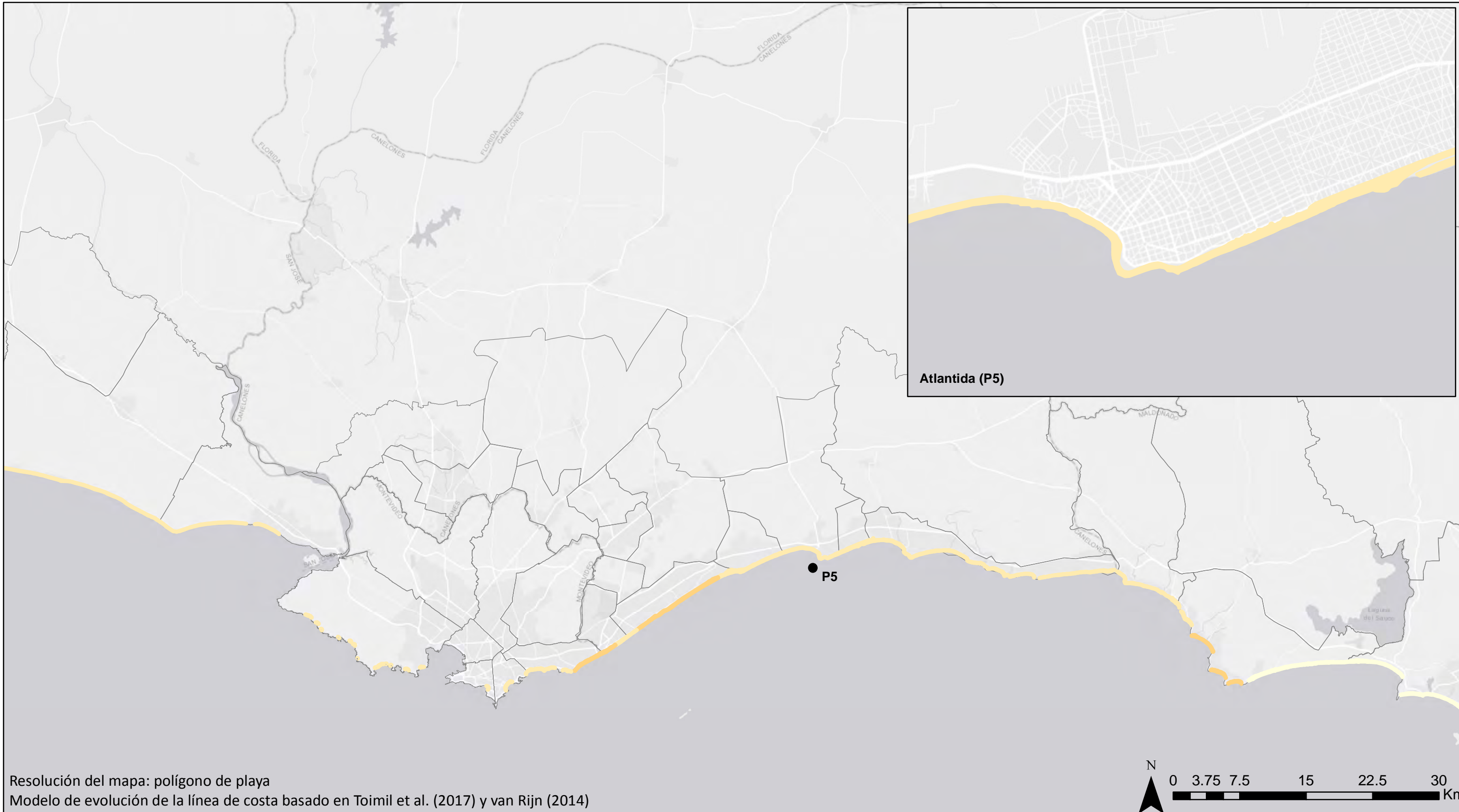
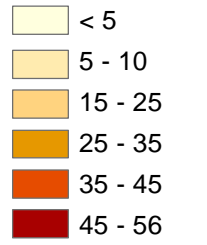
Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM



CANELONES

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

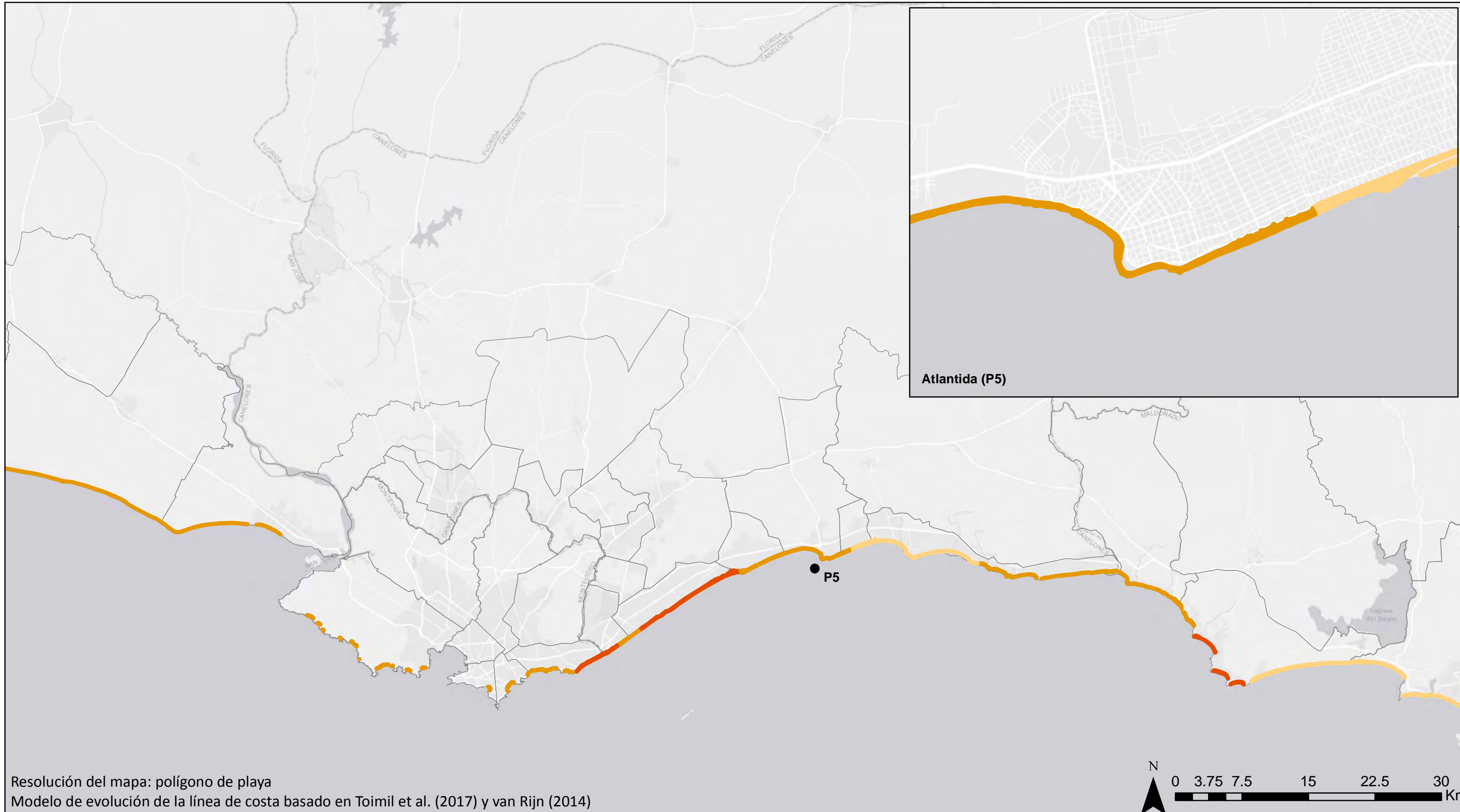
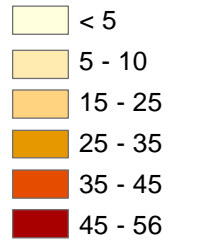
Retroceso (metros de playa)



CANELONES

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

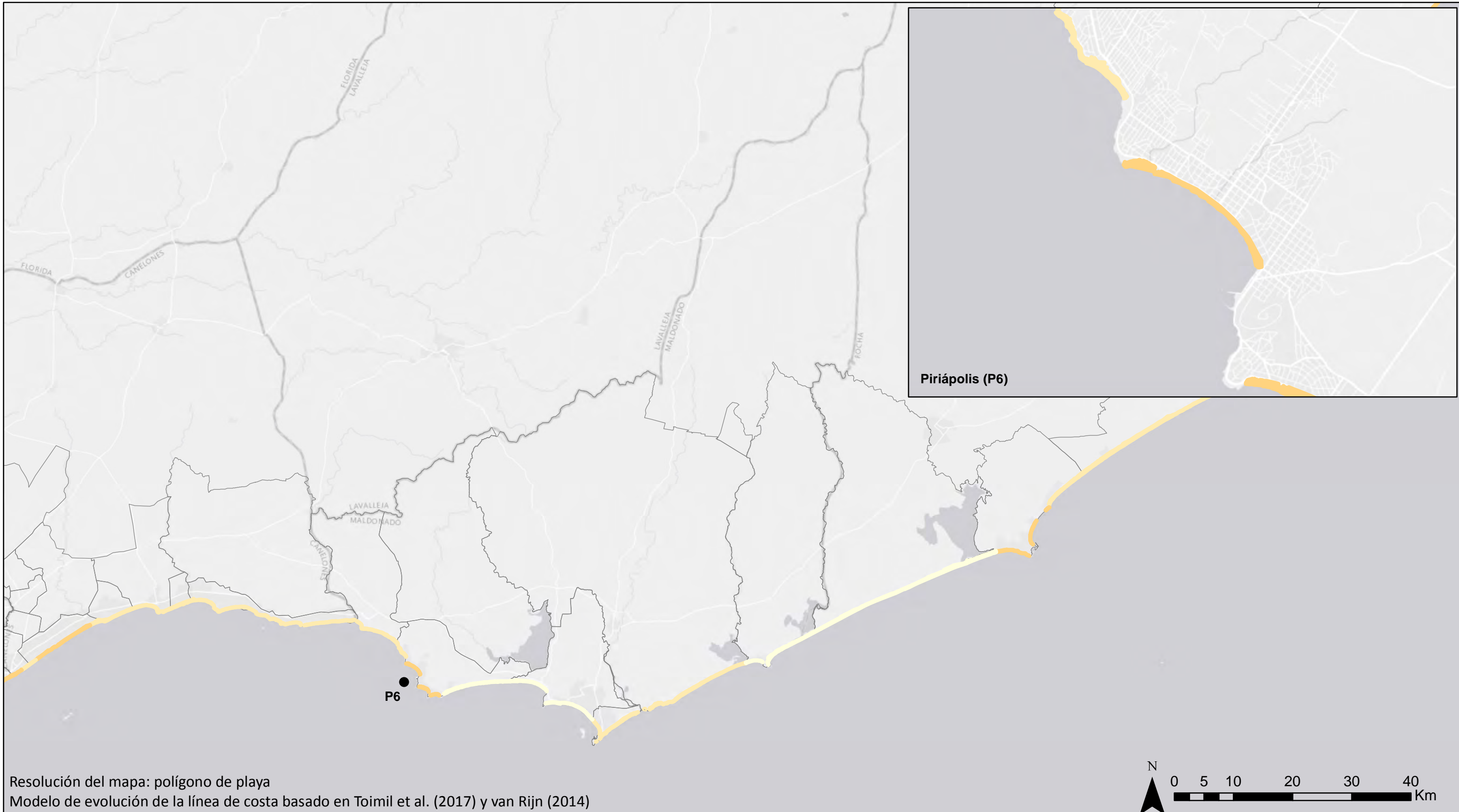
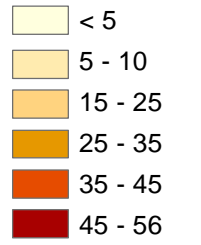
**Retroceso
(metros de playa)**



MALDONADO

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

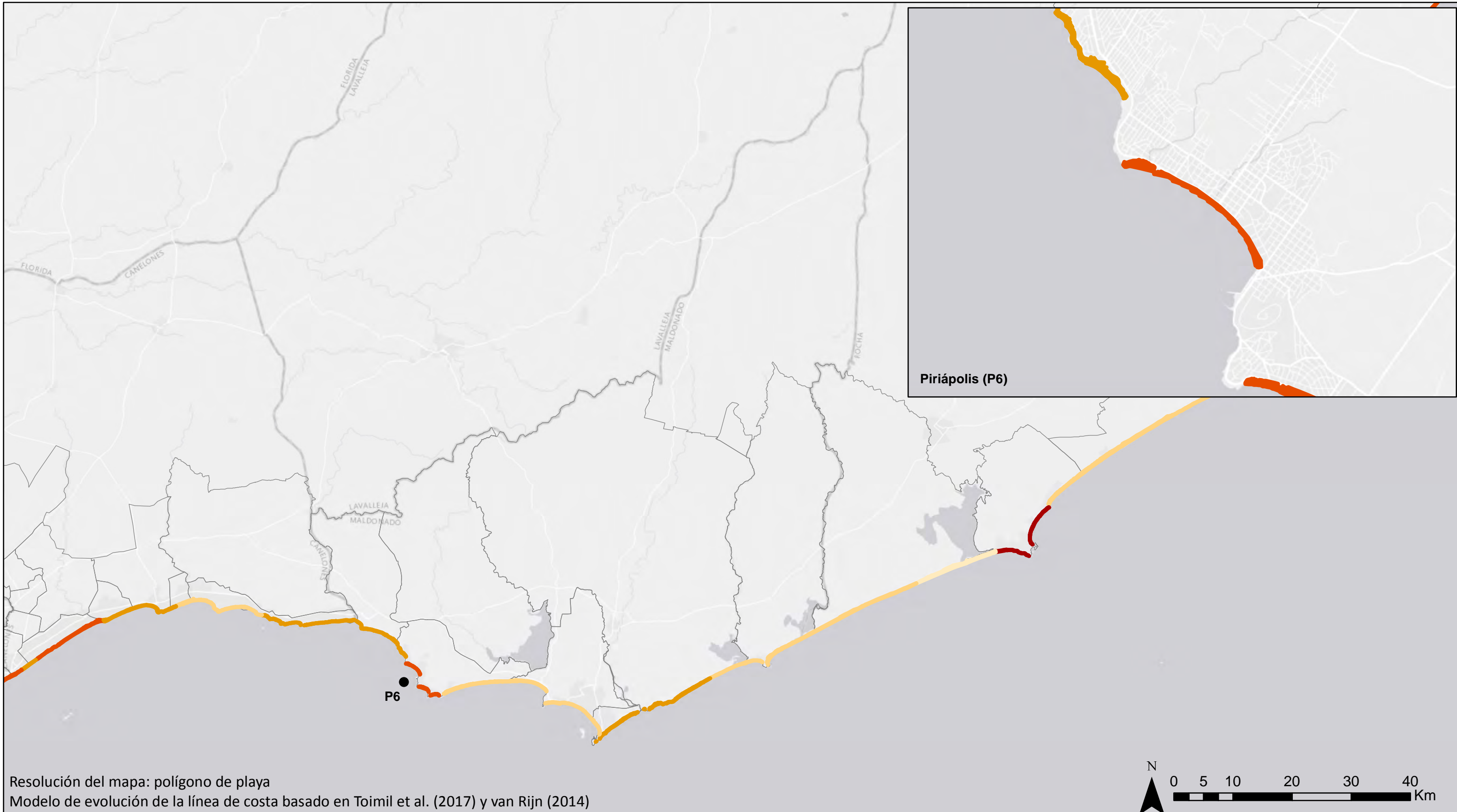
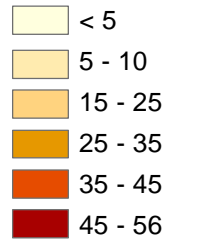
**Retroceso
(metros de playa)**



MALDONADO

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

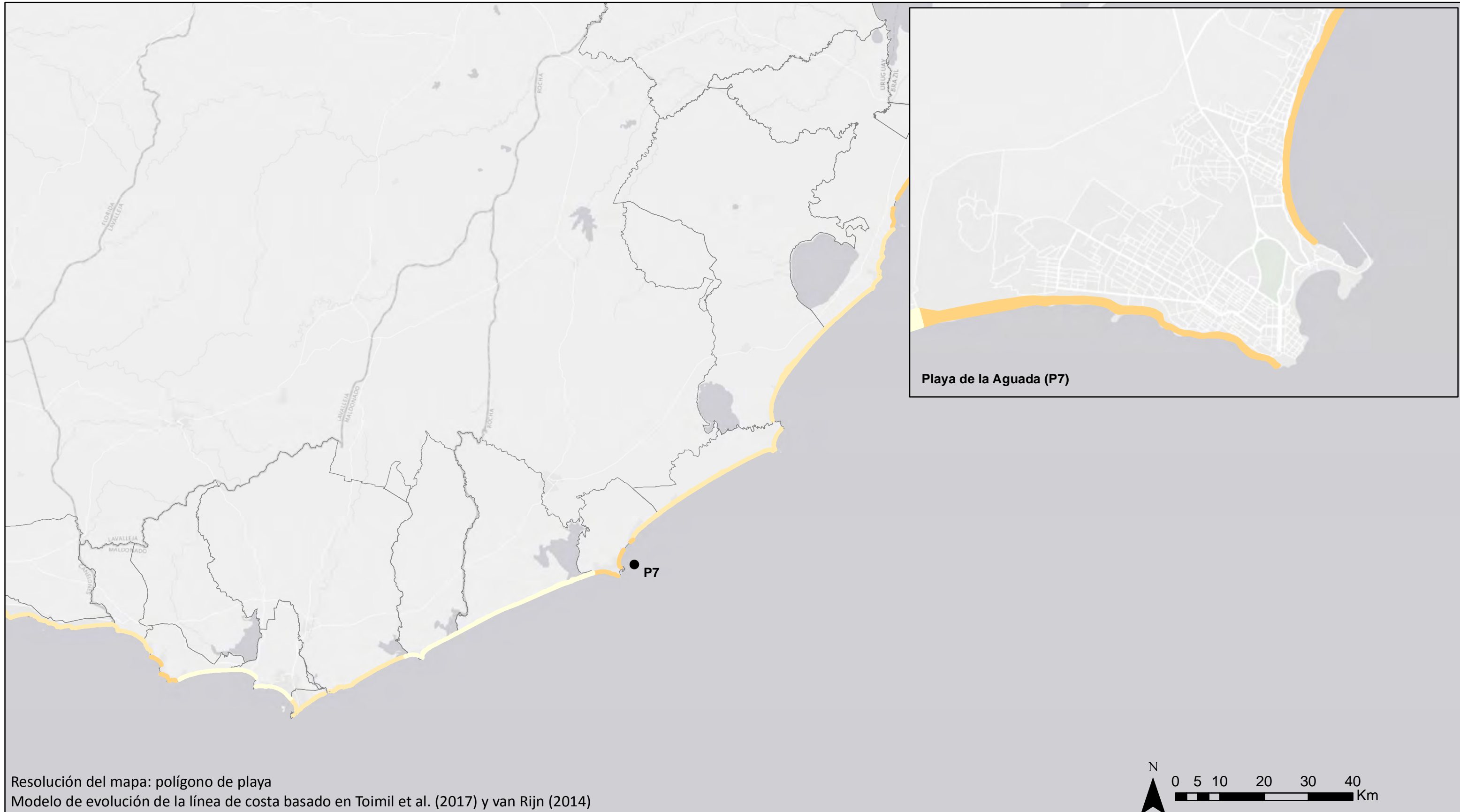
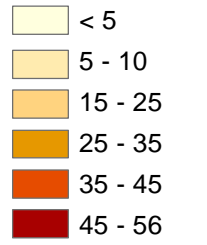
Retroceso (metros de playa)



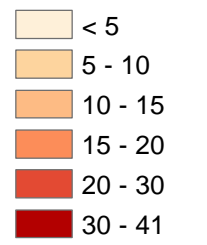
ROCHA

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM

Retroceso (metros de playa)

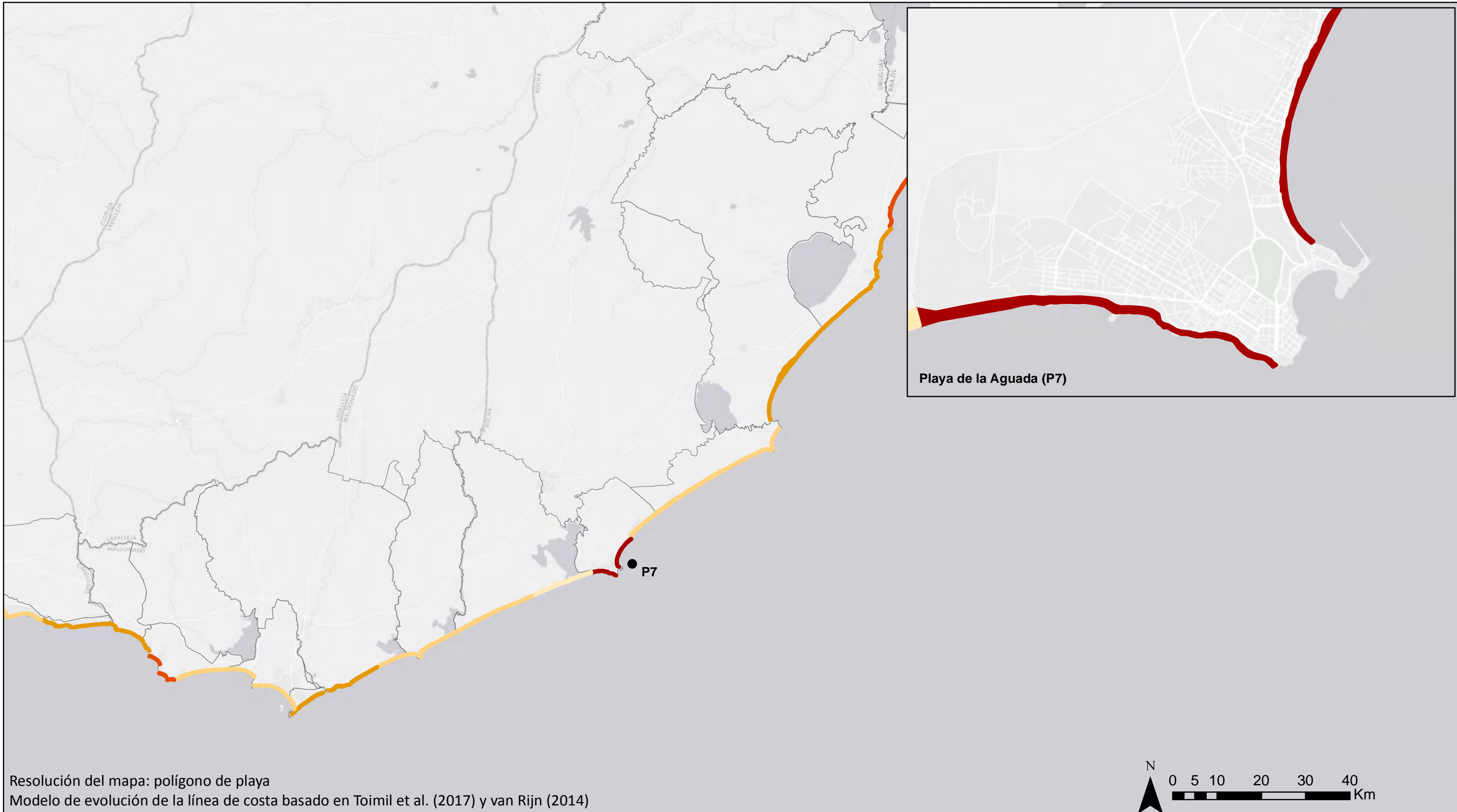


Retroceso
(metros de playa)



ROCHA

Mapa de retroceso estructural de la línea de costa, expresado en metros,
para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM



URUGUAY

Mapa de exposición del valor de protección de las playas, expresado en USD por polígono de playa, basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional

Valor de protección (MUSD)

- < 0.01
- 0.01 - 0.5
- 0.5 - 5
- 5 - 50
- 50 - 80
- 80 - 190



URUGUAY

Mapa de exposición del valor recreativo de las playas, expresado en USD por polígono de playa, basado en el periodo 2010-2018, ámbito nacional

Valor recreativo (MUSD)

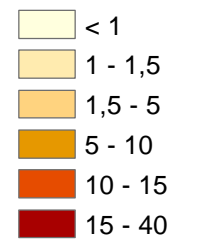
- < 7
- 7 - 15
- 15 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100
- 100 - 140



URUGUAY

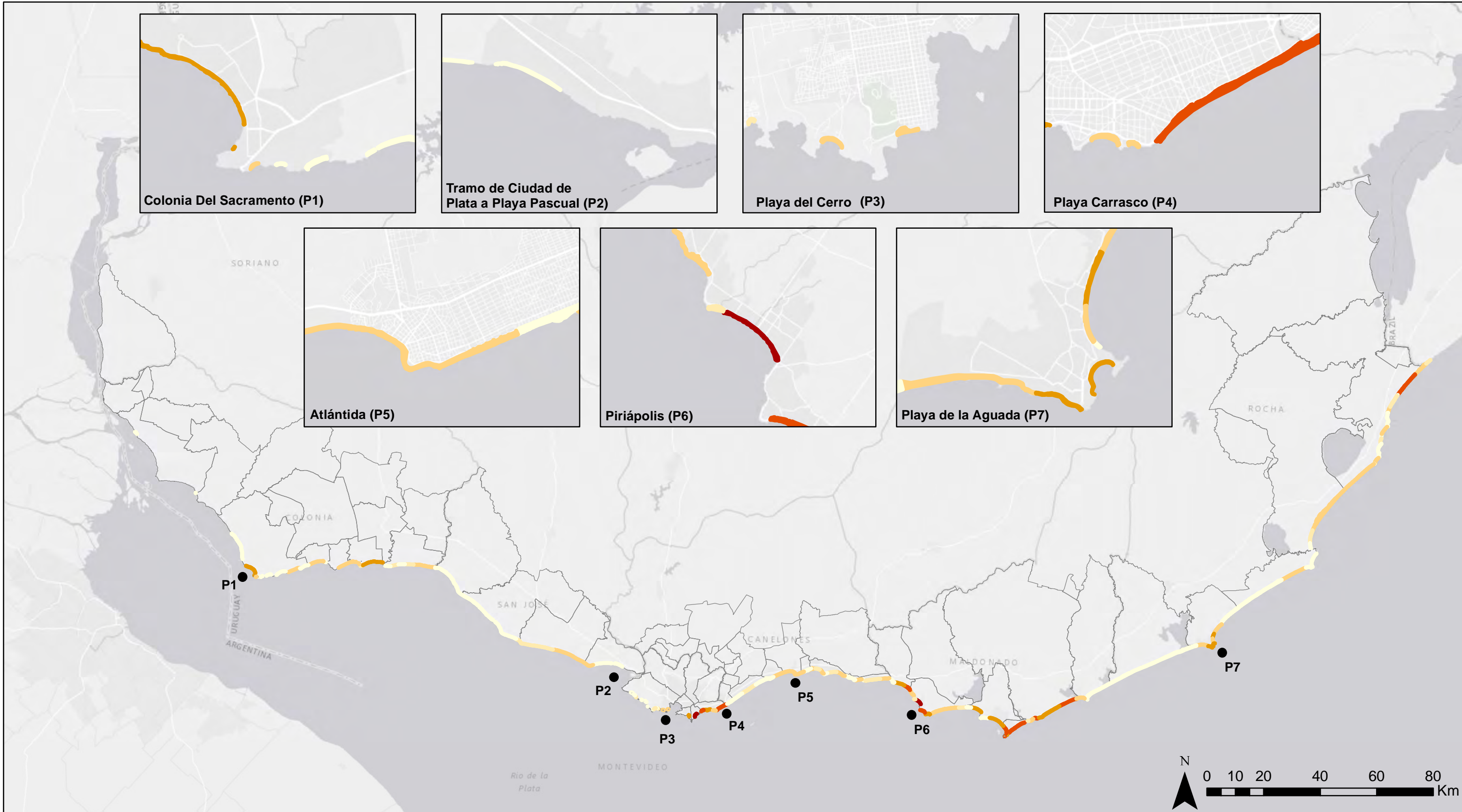
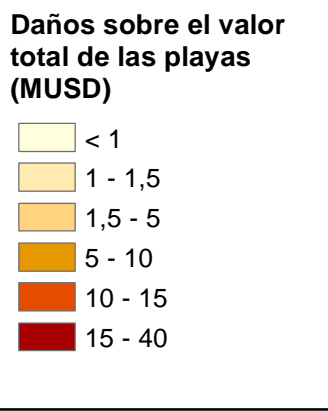
Mapa de daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono de playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para el horizonte 2050, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional

Daños sobre el valor total de las playas (MUSD)



URUGUAY

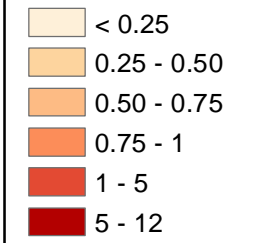
Mapa de daños sobre el valor total de las playas, expresado en USD por polígono de playa, causados por el retroceso estructural de la línea de costa, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional



URUGUAY

Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas debido a erosión costera, para el PRESENTE, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado

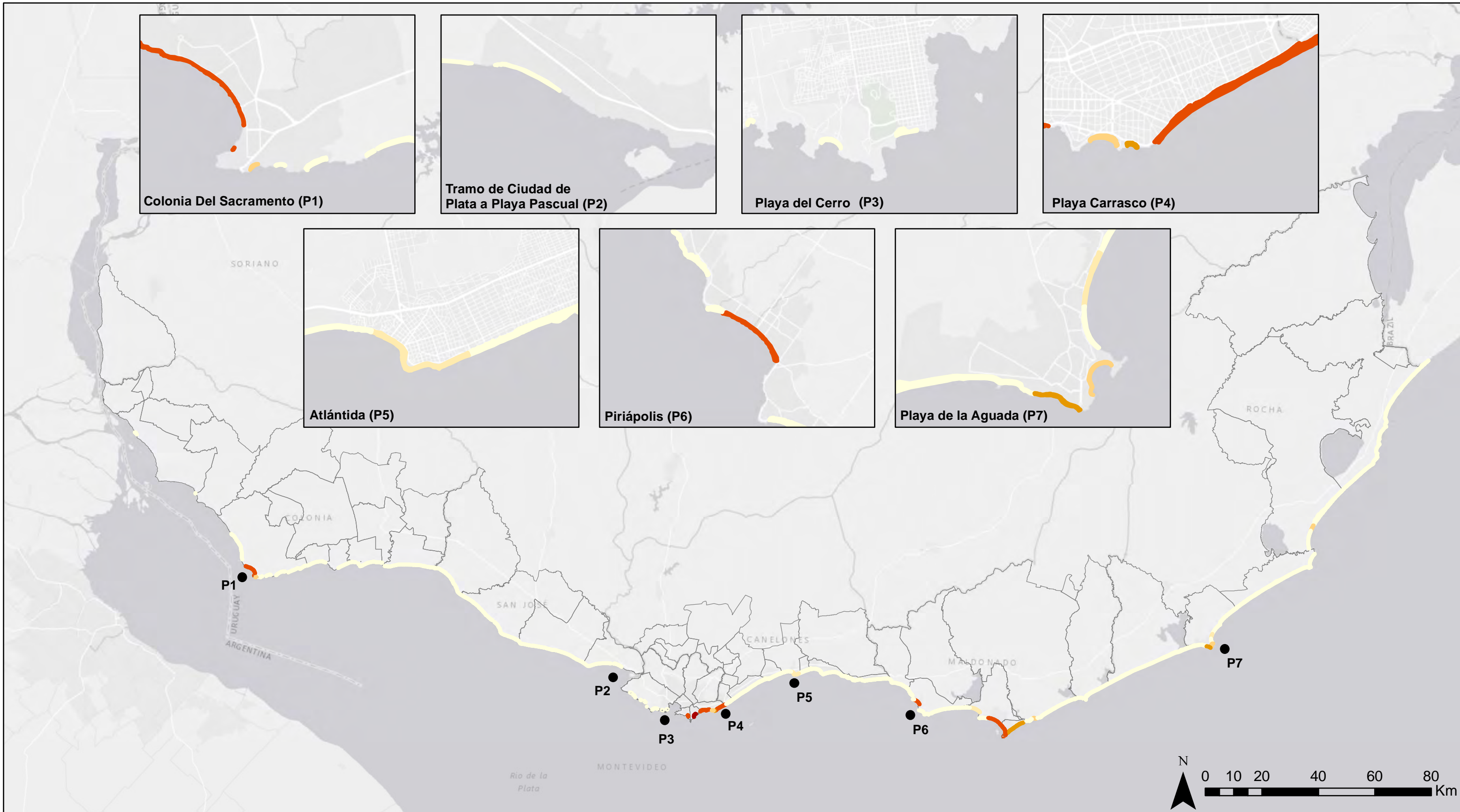
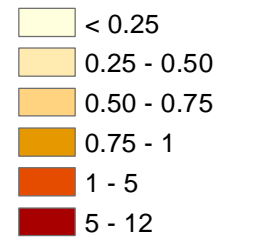
Daño Anual Esperado (MUSD por polígono de playa)



URUGUAY

Mapa de daños sobre el valor de protección de las playas debido a la erosión costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado

Daño Anual Esperado
(MUSD por polígono de playa)



URUGUAY

Mapa de daños sobre el valor recreativo de las playas debido a erosión costera, para el horizonte 2100, escenario RCP8.5, valor medio de ANMM, ámbito nacional, expresado en Daño Anual Esperado

Daño Anual Esperado
(MUSD por polígono de playa)

