

**DEVELOPMENT OF A MARINE DYNAMICS DATABASE FOR THE
PANAMANIAN COASTS TO ASSESS VULNERABILITY AND CLIMATE**

CHANGE IMPACTS TO SEA LEVEL RISE

UN RFP NUMBER: 3100004805

Entregable 3.5

“REUNIÓN CON EL GRUPO DE TRABAJO LIMITADO”

Tarea 3: Desarrollo de datos numéricos de las dinámicas marinas a alta resolución

ÍNDICE

ANTECEDENTES	1
1. OBJETIVOS Y PROGRAMA.....	3
2. CONVOCATORIA GRUPO DE TRABAJO LIMITADO	6
3. LISTADO DE ASISTENTES.....	8
4. RESUMEN DE INTERVENCIONES.....	10
5. MATERIAL UTILIZADO. PPT.....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido Base de Datos transferida.....	1
Tabla 2. Agenda taller Virtual.....	5
Tabla 3. Grupo de Trabajo Limitado.....	7
Tabla 4. Listado de asistentes registrados.	8

ANTECEDENTES

En agosto de 2021, Naciones Unidas publica, a través del Climate Technology Centre and Network (CTCN), la solicitud de propuesta (Request for Proposal, RFP) para la asistencia técnica en el “Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas para evaluar impactos y vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar”. El principal objetivo del proyecto es fomentar el aumento de la resiliencia presente y futura de las zonas costeras de Panamá frente a eventos extremos y al cambio climático (concretamente, al aumento del nivel medio del mar), mediante la generación de bases de datos de las dinámicas marinas de oleaje y nivel del mar, con cobertura nacional sobre todas las regiones costeras de Panamá. Se pretende, por un lado, elaborar unas herramientas y guías prácticas para la evaluación del riesgo costero utilizando los datos generados, así como establecer unas recomendaciones de medidas de adaptación costeras basadas en la naturaleza. Por otro lado, busca formar y capacitar a los expertos de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente para que sean capaces de utilizar los datos generados y llevar a cabo el análisis de riesgos.

El pasado día 11 de Noviembre de 2022, a través de un servicio ftp, se hace entrega de la base de datos generada, ordenada en las siguientes carpetas, subcarpetas y archivos:

CARPETA	SUBCARPETA (1)	SUBCARPETA (2)	ARCHIVOS
GDBs			2544 archivos
	PuntosCosteros		424 archivos
		Climatologias.gdb	132
		NAT.gdb	292
	RegiónMarina		550 archivos
		ANMM.gdb	308
		Climatologias.gdb	242
	ResultadosdelInundación		1570 archivos
		Inundacion_Extremos.gdb	1.162
		Inundacion_Permanente.gdb	408
NetCDF			1396 archivos
	ANMM		4 archivos
	NIVEL_CARIBE		348 archivos
	NIVEL_PACIFICO		348 archivos
	OLAS_CARIBE		348 archivos
	OLAS_PACIFICO_30-11-2022 ¹		348 archivos
Txt_PuntosCosteros			1454 archivos

Tabla 1. Contenido Base de Datos transferida.

¹ El 30 de Noviembre, se detectó un error en los datos correspondientes a NetCDF/OLAS_PACIFICO, procediendo a la sustitución de dichos datos por los contenidos en OLAS_PACÍFICO_30-11-2022.

Seguidamente, el día 14 de Noviembre se realiza una reunión entre el equipo de proyecto y el equipo director de MiAmbiente para exponer y explicar los datos entregados. Igualmente, en esta reunión se propone la convocatoria del Grupo de Trabajo Limitado para los días 28, 29 ó 30 de Noviembre, para dando cumplimiento a la actividad 3.5, exponer a dicho grupo las características de la base de datos generada.

Finalmente, la reunión queda fijada el día 30 de Noviembre, a las 9.00 am, horario de Panamá.

Este informe resume los aspectos más importantes de la planificación y ejecución de dicha reunión, sirviendo el mismo como acta de reunión.

1. OBJETIVOS Y PROGRAMA

El objetivo principal que promueve la convocatoria de un taller con los miembros del Grupo de Trabajo Limitado (GTL) es dar a conocer las bases de datos generadas, a fin de que puedan resultar de utilidad e interés al mayor número de personas posibles. Para lograr este objetivo, se distinguen los siguientes objetivos específicos:

- Dar a conocer y presentar las características de la base de datos generada.
- Resolver cualquier duda técnica respecto a la metodología utilizada.
- Explicar el acceso a las mismas y sus posibilidades de uso.

Siguiendo con estos objetivos, el equipo de proyecto, en coordinación con los técnicos de MiAmbiente, acuerdan desarrollar el taller en formato online, a través de la plataforma Teams. La estructura de dicho taller se puede dividir en 6 bloques fundamentales: el primero de ellos corresponde con la introducción al proyecto; en los 4 bloques siguientes, se describen los trabajos realizados en las distintas tareas del proyecto; mientras que el último bloque está destinado al turno de preguntas por parte de los asistentes.

El primer bloque lo llevan a cabo el equipo de MiAmbiente, que se encarga de la apertura del taller, y el coordinador del proyecto y especialista en Cambio Climático de IHCantabria, el Prof. Iñigo Losada. El Dr. Losada presenta el proyecto, exponiendo sus objetivos, la organización del mismo (indicando la fase en la que se encuentra actualmente) y el personal de IHCantabria implicado. Además, introduce el concepto de inundación costera y explica los datos de las dinámicas marinas necesarios para su análisis, especificando las características de dichas dinámicas en el caso concreto de Panamá.

En el segundo bloque se describen las bases de datos de oleaje y nivel generadas a alta resolución para Panamá. Se explican brevemente todas las subtarefas desarrolladas para lograr este objetivo, como son las entrevistas realizadas con los expertos locales en la fase de recopilación de datos e información útil, la revisión bibliográfica y la recopilación de las bases de datos realizada (de dinámicas marinas, de proyecciones de aumento en el nivel medio del mar, información topo-batimétrica, datos instrumentales, etc.). Se describe en detalle la metodología aplicada para generar estas bases de datos mediante simulación numérica, especificando la información de partida, las mallas y modelos numéricos, su configuración y calibración. Por último, se presentan los resultados obtenidos y su validación.

El tercer bloque describe los resultados más relevantes de las dinámicas marinas en Panamá. Este bloque incluye: (i) los patrones espaciales y rangos de variación de las principales variables de oleaje y nivel del mar; (ii) las proyecciones de cambio climático de aumento en el nivel medio del mar bajo varios escenarios climáticos, niveles de confianza y percentiles y (iii) el cálculo del índice de nivel de agua total, necesario para estudiar la inundación costera asociada al aumento en el nivel medio del mar y a condiciones extremas en las dinámicas de oleaje y nivel. Se explican las formulaciones utilizadas para calcular este índice y todos los casos considerados susceptibles de causar inundación en la costa.

En el cuarto bloque se muestra la metodología y los principales resultados obtenidos del análisis de la inundación costera. En particular, se describen los datos de partida y el modelo utilizado, indicando las limitaciones del mismo. Además, se presentan los resultados más relevantes de inundación obtenidos tanto para el clima presente como para el año horizonte 2050, bajo varios escenarios climáticos, niveles de confianza y percentiles. Estos resultados son mapas a nivel nacional con la extensión de la inundación y su correspondiente calado, así como la línea de costa asociada a cada evento de inundación.

El quinto bloque del taller detalla todos los productos generados en este proyecto que van a estar disponibles para el usuario final. Se explica cada tipo de producto, indicando su formato, organización y características. Además, se indica el lugar en el que se va a almacenar esta información y la forma de acceso a la misma. Por último, se enumeran una serie de aplicaciones potenciales con la información generada.

El sexto, y último bloque del taller, corresponde con el turno de preguntas y sugerencias por parte de los expertos locales que conforman el GTL, a fin de crear un espacio que permita la interacción de estos con los expertos de IHCantabria. Se pretende, por tanto, aclarar las dudas relacionadas con las bases de datos generadas y, por el otro, tomar nota de sus sugerencias a fin de incluirlas en los entregables del proyecto.

La duración de este taller es de, aproximadamente, 2 horas. Su programa se especifica en la Tabla 2.

**MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO
DEPARTAMENTO DE ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA**

“Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas para evaluar impactos y vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar”

**AGENDA VIRTUAL
Miércoles, 30 de noviembre de 2022**

8:50 - 9:00	Registro de participantes	
9:00 - 9:05	Inicio del evento	
9:05 - 9:10	Palabras por el representante del Ministerio de Ambiente	Dra. Ligia Castro de Doens Dirección de Cambio Climático
9:10 - 9:25	Introducción al proyecto, objetivos, información, progreso	IH Cantabria
9:25 - 09:45	Bases de datos de las dinámicas marinas generadas	IH Cantabria
09:45 - 10:00	Información climática generada (climatologías, extremos, NAT..)	IH Cantabria
10:00- 10:15	Estudio de inundación costera	IH Cantabria
10:15- 10:35	Formato y acceso a las bases de datos	IH Cantabria
10:35 - 10:45	Sesión preguntas, comentarios	Todos
10:45 - 11:00	Palabras por el representante del Ministerio de Ambiente	Ing. Maribel Pinto Dirección de Cambio Climático

Tabla 2. Agenda taller Virtual.

Por parte del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, participan en la exposición los siguientes técnicos especialistas:

- **D. Iñigo J. Losada.**
Coordinador del proyecto. Especialista en Cambio Climático.
- **Dña. Melisa Menéndez.**
Especialista en Dinámicas Marinas.
- **Dña. Marta Ramírez.**
Especialista en Dinámicas Marinas.
- **Dña. Alexandra Toimil.**
Especialista en Adaptación de Zonas Costeras al CC.
- **Dña. Sheila Abad.**
Especialista en GIS.

2. CONVOCATORIA GRUPO DE TRABAJO LIMITADO

Tal y como se definió en el Producto 2, el grupo de trabajo limitado está formado por las siguientes instituciones y representantes de las mismas:

GRUPO DE TRABAJO LIMITADO				
INSTITUCIÓN Y CONTACTO PRINCIPAL				
Nº		NOMBRE	CARGO	CORREO
6	CATHALAC	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe		
		Joel Pérez Fernández	Gerente de la Decisión de Investigación y Desarrollo.	joel.perez@cathalac.int
9	AMP	Autoridad Marítima de Panamá		
		Arnulfo Sánchez	Oceanografía	asanchez@amp.gob.pa
13	IGNTG.	Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia		
		Isis Tejada	Jefa Centro de Datos Geoespaciales.	itejada@anati.gob.pa
18	MIAMBIENTE	Dirección de Cambio Climático		
		René López	Coordinador de proyectos.	rlopez@miambiente.gob.pa
18	MIAMBIENTE	Dirección de Costa y Mares		
		Jorge Elías Jaén Bonilla	Depar. de Ordenamiento de Espacios de Costas y Mares	jejaen@miambiente.gob.pa
20	MIAMBIENTE	Dirección de Información Ambiental		
		Diana Laguna		dlaguna@miambiente.gob.pa
22	ETESA.	Empresa de Transmisión Eléctrica (Hidrometeorología)		
		Manuel Aguilar.	Gerente de Operaciones Integradas de la Red Hidromet (ETESA)	-
25	ARAP.	ARAP. Autoridad de los recursos Acuáticos de Panamá		
		Leyka Martinez	Jefa Departamento de Manejo de los Recursos Acuáticos.	lmartinez@arap.gob.pa
1	UTP	Universidad Tecnológica de Panamá		
		Ariel A. Grey	Docente e Investigador	ariel.grey@utp.ac.pa
		Giselle Guerra	Investigadora	giselle.guerra@utp.ac.pa
		María Millán	Jefa Departamento Ciencias Marítimas y Portuarias. Miembro del equipo de proyecto.	maria.millan@utp.ac.pa
5	UMIP	UMIP. Universidad Marítima Internacional de Panamá		
		Beatriz Medina	Profesora	bmedina@unip.ac.pa

GRUPO DE TRABAJO LIMITADO				
INSTITUCIÓN Y CONTACTO PRINCIPAL				
Nº		NOMBRE	CARGO	CORREO
		Marilyn López	Docente. Miembro del equipo de proyecto.	marilynmillan25@gmail.com
10	ACP	Autoridad del Canal de Panamá		
		Alberto Smith	Meteorólogo	ALSmith@pancanal.com
12	SINAPROC	SINAPROC. Sistema Nacional de Protección Civil.		
		Luis Villamonte	Geógrafo	lvillamonte@sinaproc.gob.pa
39	MINSA - DISAPAS	Ministerio de Salud. Dirección de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.		
		Ricardo Cerrud	Planificador	rcerrud@minsa.gob.pa
40	IDAAN.	IDAAN. Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.		
		Joel Meneses	Ingeniero Ambiental	jmeneses@idaan.gob.pa
41	MIDA.	Ministerio de Desarrollo Agropecuario.		
		Belkis Quiel	Secretaria Técnica	belkisquei@hotmail.com
23	STRI	Instituto Smithsonian de investigaciones Tropicales		
		Dr. Steve Paton	Investigador	patons@si.edu
15	ATP	Autoridad de Turismo de Panamá		
		Gilberto Alemancia	Enlace con los pueblos indígenas	galemancia@at.gob.pa
17	SENACYT	Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología		
		Luz Graciela Cruz	Jefa de Departamento	lcruz@senacyt.gob.pa
Especialista en Cuestiones de Género.				
		Eugenia Rodríguez Blanco	Miembro del equipo de proyecto.	rodriguez.eugenia@gmail.com

Tabla 3. Grupo de Trabajo Limitado

No obstante, la definición de este grupo de trabajo seleccionado no excluye que se pueda ampliar la convocatoria a otras instituciones y personas que se puedan considerar interesadas en el tema concreto a tratar.

La distribución de las invitaciones la realiza el equipo técnico asociado al proyecto de MiAmbiente.

3. LISTADO DE ASISTENTES.

Durante la ejecución del taller se pone a disposición de los asistentes un formulario como registro de asistencia, quedando completado de la siguiente forma.

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	CARGO	GÉNERO	EDAD	CORREO ELECTRÓNICO
1	Rene Lopez	Ministerio de Ambiente	Coordinador de proyectos	Masculino	45 a 59 años	rlopez@miambiente.gob.pa
2	Marilyn López	UMIP	Profesora	Femenino	30 a 44 años	marilynmillan25@gmail.com
3	Francisco Popov	Ministerio de Ambiente	Analista de Cambio Climático	Masculino	16 a 29 años	fpopov98@hotmail.com
4	Steven Paton	Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales	Director del Programa de Monitoreo Físico	Masculino	60 años o más	patons@si.edu
5	Nathalye Camaño	Ministerio de Ambiente	Analista de Cambio Climático	Femenino	16 a 29 años	ndcamano@miambiente.gob.pa
6	Jenny Guevara	Ministerio de Ambiente	Analista de Cambio Climático	Femenino	16 a 29 años	jmguevara@miambiente.gob.pa
7	Samira Kiwan	Ministerio de Ambiente	Técnico en Recursos Marinos Costeros	Femenino	45 a 59 años	skiwan@miambiente.gob.pa
8	Leyka Martinez	ARAP	Jefa del Depto. de Manejo de los recursos acuáticos	Femenino	45 a 59 años	lmartinez@arap.gob.pa
9	María Isabel Samaniego	IGNTG	Técnica	Femenino	30 a 44 años	msamaniego@anati.gob.pa
10	Eugenia Rodriguez	IHCantabria	Experta en Género	Femenino	45 a 59 años	rodriguez.eugenia@gmail.com
11	Lineth Serrano	Mi Ambiente	Analista de Cambio Climático	Femenino	30 a 44 años	lserrano@miambiente.gob.pa
12	Jorlenis Vargas	Ministerio de Ambiente	Analista de Cambio Climático	Femenino	16 a 29 años	jvargasb@miambiente.gob.pa
13	Esther Rodriguez	Ministerio de Ambiente	Pasante	Femenino	16 a 29 años	erodriguezm@miambiente.gob.pa
14	Brillitt Manzané	Ministerio de Ambiente	Especialista Junior	Femenino	16 a 29 años	bmanzane@miambiente.gob.pa
15	Gabriela Ávila	Ministerio de Ambiente	Analista de Cambio Climático	Femenino	16 a 29 años	gavila@miambiente.gob.pa
16	Yahaira Cárdenas	Ministerio de Ambiente	Analista de Cambio Climático	Femenino	30 a 44 años	ycardenas@miambiente.gob.pa

Tabla 4. Listado de asistentes registrados.

No obstante, revisada la grabación constatamos que algunos asistentes no rellenaron dicho registro, teniendo una asistencia total de 20 participantes, sin contar los miembros de IHCantabria que llevaron a cabo la presentación.

4. RESUMEN DE INTERVENCIONES.

Concluida la exposición técnica de los productos generados, se inicia un espacio de preguntas y dudas en el que intervienen varios de los asistentes. Se resumen a continuación dichas intervenciones:

- **D. Steve Paton formula las siguientes cuestiones:**

- El ratio de subsidencia por mecanismos tectónicos en la costa de Bocas del Toro es de 5mm/año. ¿han tenido en cuenta este efecto en su estudio?

IHCantabria: No ha sido tenido en cuenta dado que no se dispuso de series históricas ni datos con suficiente resolución espacio-temporal y calidad para poder considerarlos en las simulaciones de las dinámicas marinas desarrolladas para generar la base de datos. No obstante, es importante resaltar que el estudio ha sido realizado a escala nacional, no a escala local, así como que la subsidencia existente indica que los impactos por inundación estimados podrían ser mayores en la zona. Los movimientos verticales terrestres en la región de Bocas del Toro requieren de un estudio a escala local que tenga en cuenta dichas particularidades. El usuario puede partir de los datos generados a escala nacional para realizar la regionalización necesaria para el problema de estudio concreto al que se enfrente e incluir el efecto de los cambios en la posición vertical del terreno en el análisis de la inundación.

- Sería conveniente indicar la incertidumbre asociada a los resultados. Concretamente, la asociada a la resolución vertical del DEM utilizado para los mapas de inundación.

IHCantabria: efectivamente en los manuales de uso de la base de datos se incluirán los factores de incertidumbre asociados a los datos generados. Igualmente se señalarán aquellas brechas de conocimiento existentes que deberían ser subsanadas para mejorar las estimaciones futuras. Concretamente, la calidad del DEM tiene una repercusión evidente sobre los resultados de inundación.

- **Dña. Ligia Castro apunta que:**

- *Sabiendo que hay una incertidumbre en los cálculos, lo que si evidencian los resultados es una probabilidad de que en el 2050 haya zonas de Panamá con un alto riesgo de Inundación. Debemos tener en cuenta que globalmente no se están cumpliendo los pasos para reducir las emisiones, por lo que los escenarios previstos se están empeorando. Debemos prepararnos para esta posibilidad con tiempo.*

- **D. Arnulfo Sánchez indica que:**

- *Panamá no cuenta con datos de campo confiables, en concreto tiene que mejorar en la calidad de las batimetrías y en el número de mareógrafos.*
- **IHCantabria:** hemos desarrollado el proyecto con los mejores datos ofrecidos por el país, habiéndonos reunido, con la ayuda y colaboración de MiAmbiente con los agentes nacionales con mayor capacidad para colaborar en el proyecto. No obstante, las deficiencias en los datos de partida no restan validez al estudio, dado que consideramos que los datos generados son una ayuda para la mejora de las

capacidades técnicas del país sobre el que se pueden apoyar futuros desarrollos. Además el estudio resalta los puntos más sensibles a tener en cuenta. Es decir, la información generada es perfectamente confiable para identificar riesgos y planificar la adaptación, entendiéndose que podrá ser mejorada en el futuro.


- **Dña. Yahaira Cárdenas:** este estudio ayuda también a impulsar nuevas inversiones, tanto en la implantación de mareógrafos como en el campo de la obtención de medidas de temperatura y corrientes.
- **D. Israel Torres:**
 - *El presente estudio es un estudio de Panamá para Panamá. Evidentemente como cualquier estudio tiene su nivel de incertidumbre asociado a factores como el DEM. Este estudio también nos sirve para entender cuáles son las mejoras concretas que necesitamos. Debemos pensar cuáles serán los siguientes pasos para mejorar y continuar con el desarrollo del conocimiento, para que el país avance.*
- **Dña. Ligia Castro:**
 - *El método utilizado es el modelo reconocido por el IPCC, que son los modelos que usan el resto de países. Siempre que se hace ciencia hay incertidumbre, pero también hay una probabilidad. Esta información hay que darla a conocer para que se tome conciencia de los riesgos asociados al CC. La existencia de estos estudios justifica la inversión necesaria para reducir la incertidumbre.*
- **D. Iñigo Losada (IHCantabria):**
 - *Entendemos que el país debe trabajar en paralelo, tanto en la parte de adaptación como en la mejora del conocimiento. Debemos tener en cuenta que la planificación de las medidas de adaptación puede llevar muchos años, por lo que en los casos más graves no podemos esperar a tener mejores datos para actuar, lo cual no quiere decir que no sea necesario seguir progresando en la calibración de los modelos con mejores datos.*
- **D. Joel Pérez:**
 - Expresa su felicitación al equipo de proyecto. Indica que esta información va a ser muy útil para que sirva de hilo conductor para trazar el camino que debe recorrer el país en los próximos años.
- **D. René López:**
 - Expresa su felicitación al equipo de proyecto y a los técnicos del Ministerio MiAmbiente implicados en su desarrollo. Entiende que este estudio va a ser una línea base para los estudios de distintos sectores, así como para la planificación del territorio y su adaptación al Cambio Climático. Muy importante también resaltar como proyectos como este mejoran la capacidad de las instituciones.

- **D. Iñigo Losada (IHCantabria):**

- *Finalmente agradecer la participación en el taller, así como los comentarios recibidos. Del mismo modo aprovechamos esta ocasión para agradecer a Yahaira Cárdenas y al resto de técnicos de MiAmbiente, su ayuda y apoyo facilitando la relación con los distintos agentes. Manifestar nuevamente nuestro interés de que el trabajo realizado sea útil para apoyar las políticas públicas en Panamá y para contribuir en el avance del conocimiento de los efectos del CC.*

Por último, toma la palabra Dña. Yahaira Cárdenas quien indica que desde MiAmbiente se informará a los asistentes de la disponibilidad de los datos a través del portal SINIA, y después de agradecer la asistencia a los presentes da por cerrado el taller.

5. MATERIAL UTILIZADO. PPT.



DESARROLLO DE BASES DE DATOS DE LAS
DINÁMICAS MARINAS E LA COSTA PANAMEÑA
PARA ANALIZAR LA VULNERABILIDAD Y LOS
IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO ASOCIADOS AL
AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

Contenidos/estructura de la reunión-taller:

1. Bienvenida
2. Introducción al proyecto, objetivos marco de trabajo, y progreso.
3. Bases de datos de las dinámicas marinas generadas
4. Información climática procesada a partir de los datos
5. Estudio de inundación costera (línea de costa)
6. Formato y Acceso a las bases de datos
7. Sesión de preguntas y comentarios
8. Cierre

Objeto de la reunión-taller:

Se organizará una **reunión de un día** con el **grupo de trabajo limitado** para explicar:

- **la base de datos creada** en la Actividad 3.2 (configuración y simulación de los datos mediante modelado) y
- los resultados obtenidos en la Actividad 3.3 (**inundación costera y análisis de los cambios en la línea de costa**) y **metodología de trabajo**.
- **la estructura propuesta para integrar esta base de datos en el sistema SINIA** de la Dirección de Información Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente.





Introducción al proyecto

Fuente: <https://www.latercera.com/>

Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es aumentar la resiliencia de las zonas costeras de Panamá ante el cambio climático.



REDUCCIÓN DE
RIESGO FRENTE A
EVENTOS EXTREMOS



ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO



CO-BENEFICIOS
SOCIOECONÓMICOS Y
AMBIENTALES

La mayor barrera para conseguir este objetivo



FALTA DE DATOS e INFORMACION CLIMÁTICA para analizar, predecir y buscar soluciones a la falta de resiliencia presente y futura

¿POR QUÉ SE PRODUCE LA INUNDACIÓN?

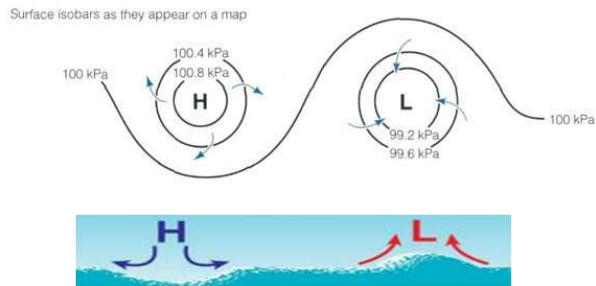
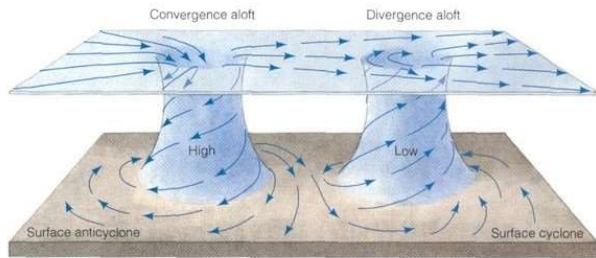
¡¡EFECTO COMBINADO!!



CADA UNO DE ELLOS HA CAMBIADO, CAMBIA Y CAMBIARÁ EN FUNCIÓN DE:

- LA LOCALIZACIÓN EN LA COSTA PANAMEÑA
- EL INSTANTE EN EL TIEMPO EN ESCALAS DE HORAS, DÍAS, ESTACIONES, AÑOS, DÉCADAS
- ESCENARIOS DE EMISIONES

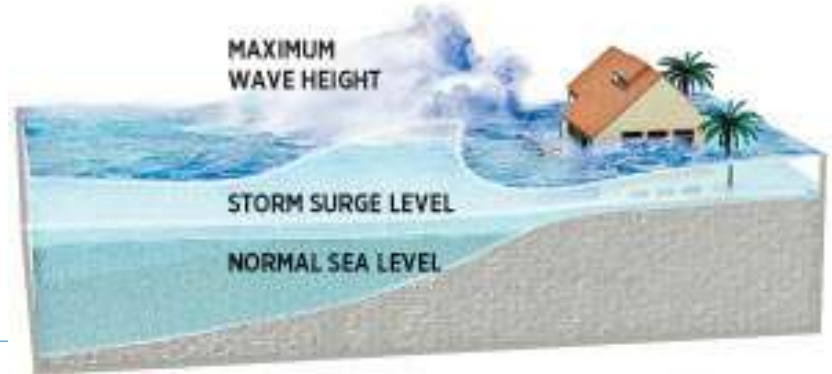
Forzamientos de las variables climáticas de las dinámicas marinas



- Oleaje
- Marea meteorológica/ de tormenta
(variación nivel del mar por causas atmosféricas)

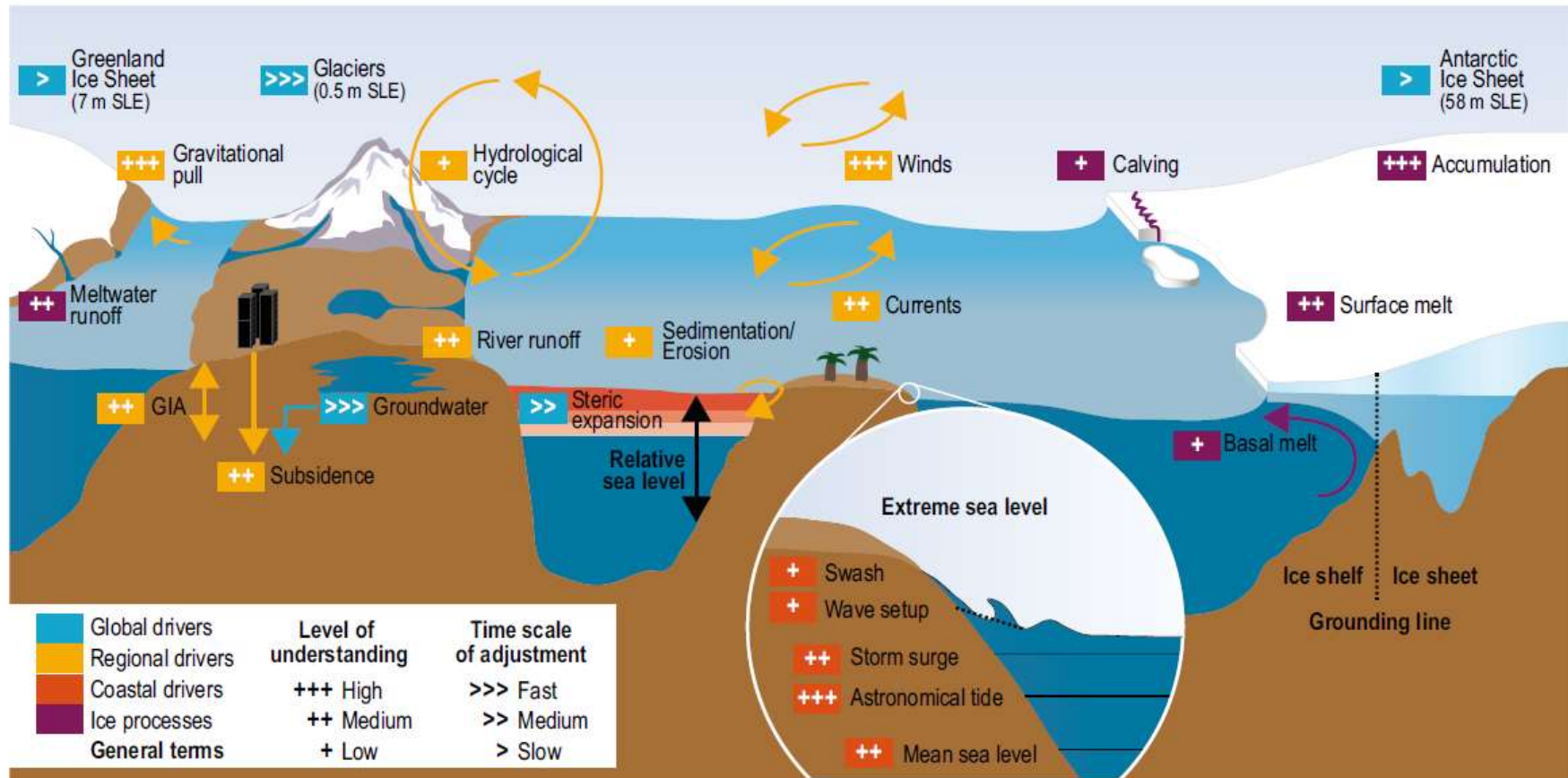
Campos espaciales de:

- Presión atmosférica a nivel del mar
- Viento en superficie



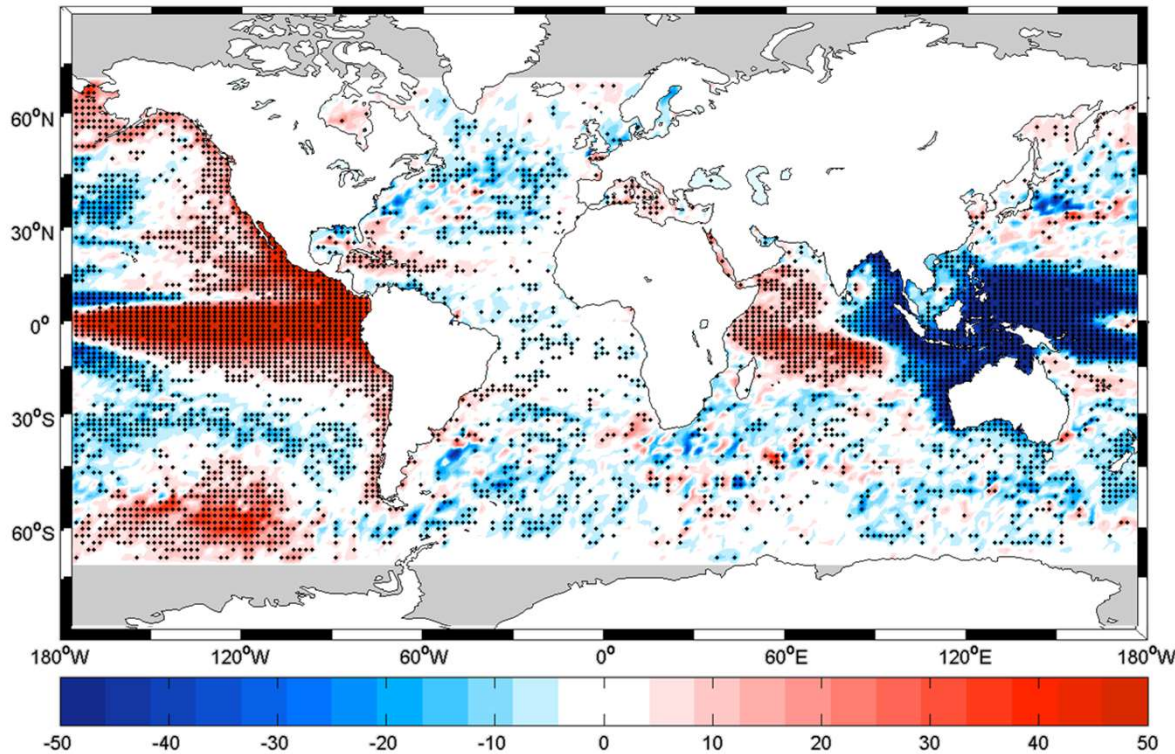
Forzamientos de las variables climáticas de las dinámicas marinas

- Procesos que intervienen en el aumento del nivel medio del mar

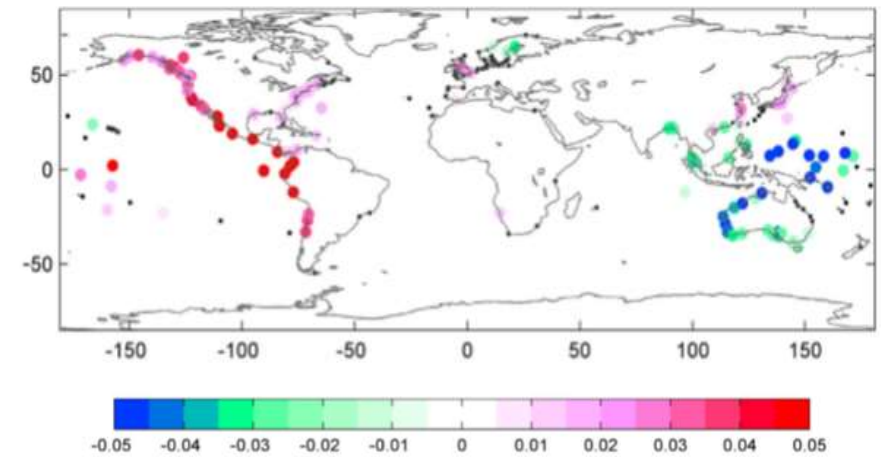


Variabilidad natural de las variables climáticas de las dinámicas marinas

ENSO – nivel del mar



Es necesario reconstruir el comportamiento variante de las dinámicas en el clima presente, especialmente ante eventos extremos:
Bases de datos hindcast!



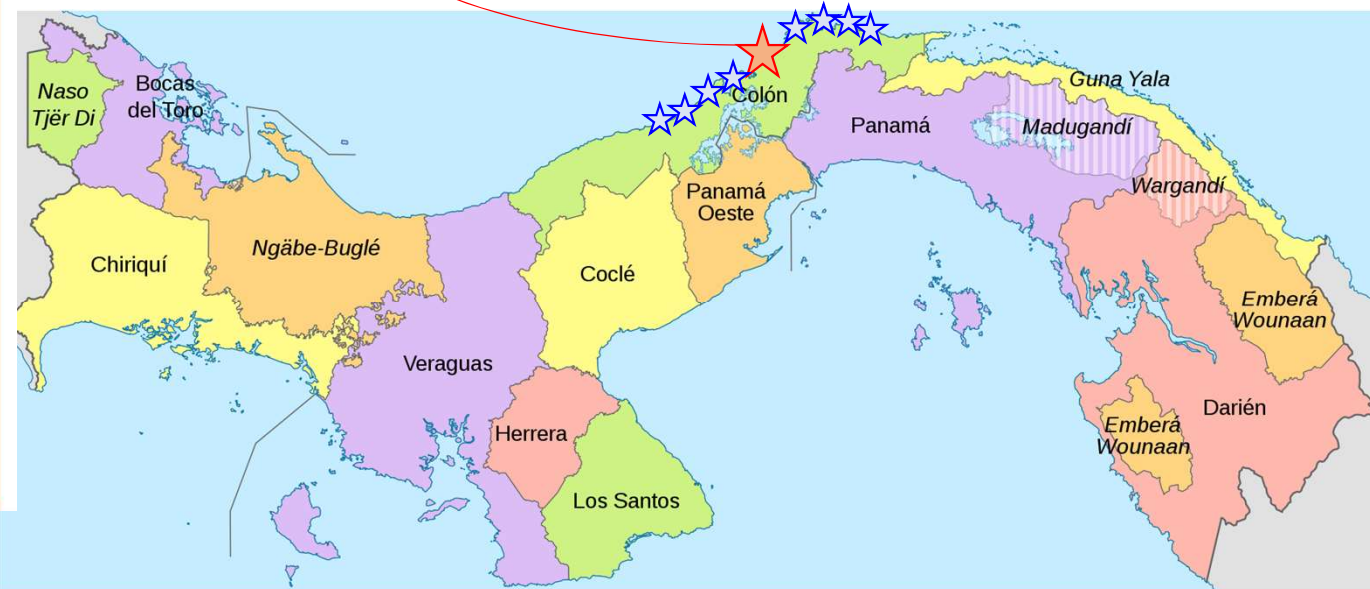
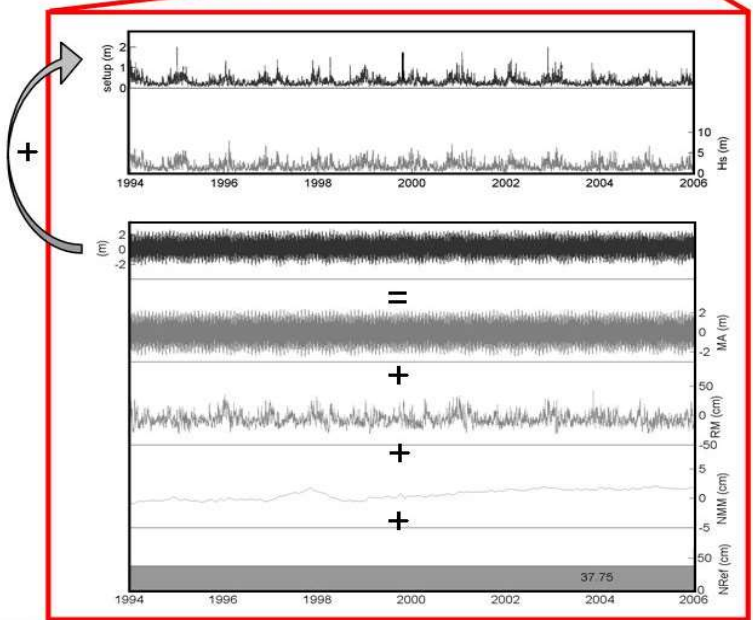
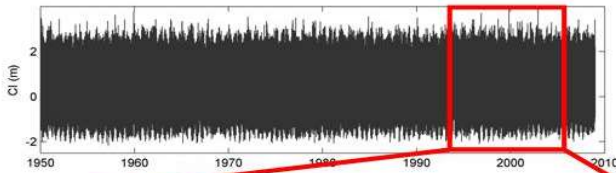
Menéndez, M., & Woodworth, P. L. (2010). Changes in extreme high water levels based on a quasi-global tide-gauge data set. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C10).

Woodworth, P. L., & Menéndez, M. (2015). Changes in the mesoscale variability and in extreme sea levels over two decades as observed by satellite altimetry. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 120(1), 64-77.

$$\text{Nivel del mar total (CI)} = \text{Nivel del Mar} + \text{OLAS}$$

- Nivel medio del mar
- Marea astronómica
- Marea meteorológica

- Run-up
- Set-up
- Swash



ESCALAS TEMPORALES:

- NIVEL MEDIO DEL MAR (décadas, siglos)
- MAREA ASTRONÓMICA (ciclo semidiurno, mensual, anual)
- MAREA METEOROLÓGICA (horas) -> + COMPONENTE OCEANOGRÁFICA (días, semanas)
- SOBRE-ELEVACIONES SUPERFICIE POR OLEAJE (<hora)

Nivel del Agua
Total (NAT)

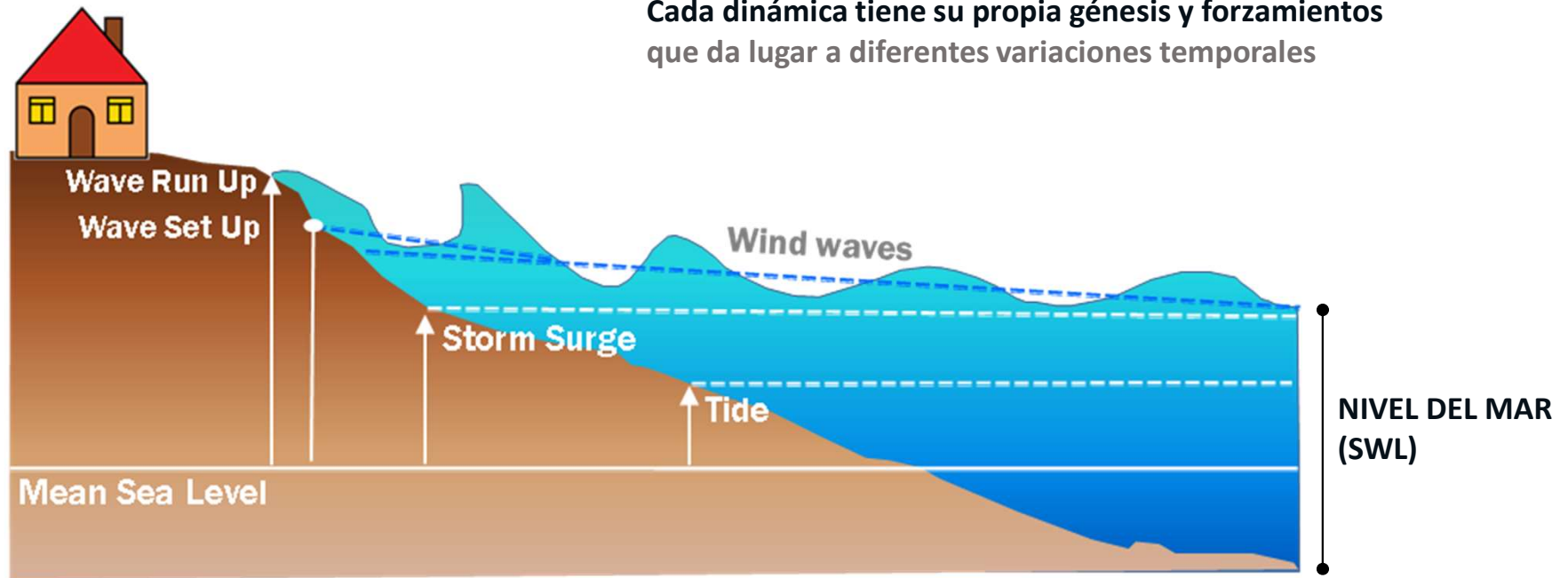
=

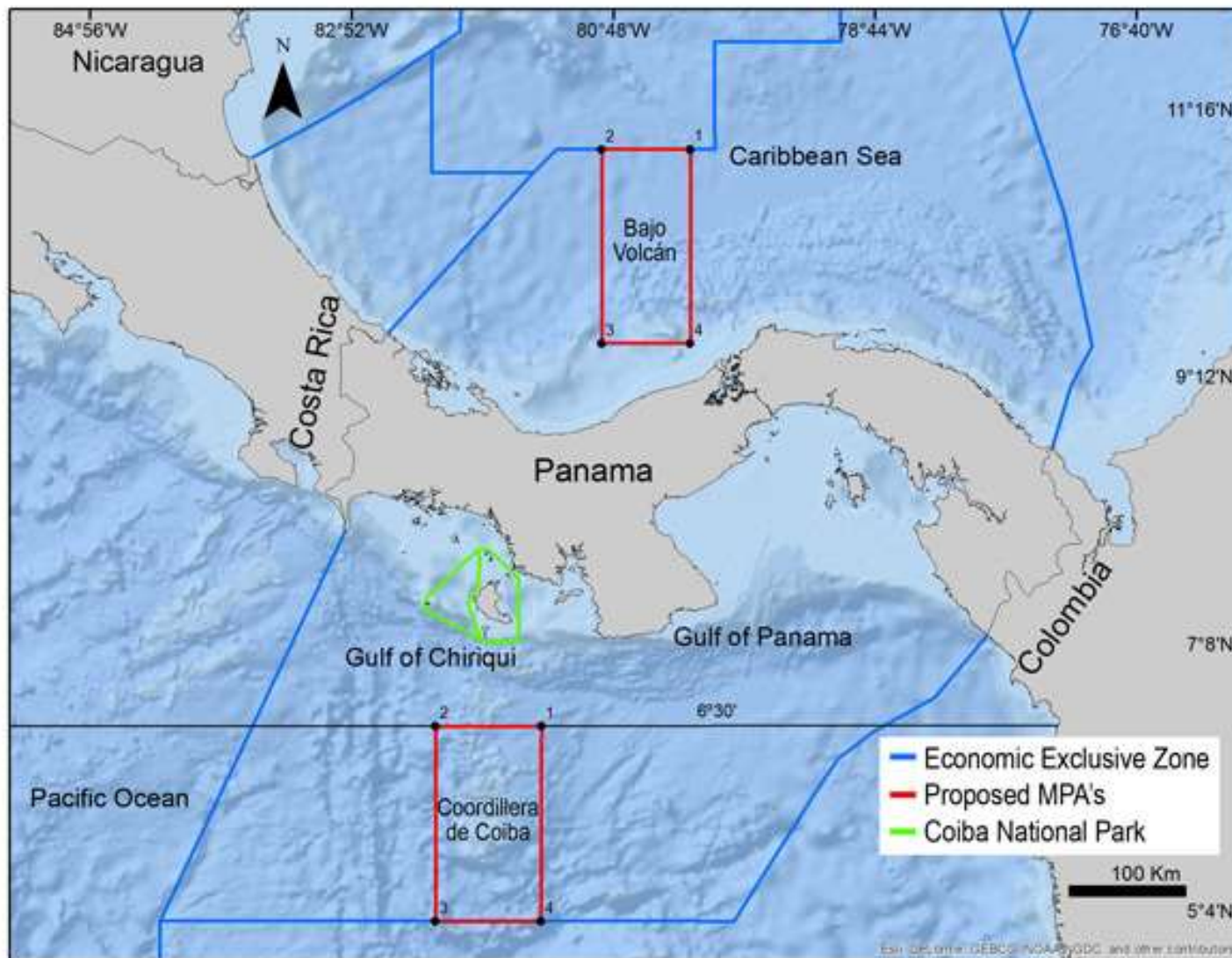
OLEAJE

+

NIVEL DEL
MAR

Cada dinámica tiene su propia génesis y forzamientos que da lugar a diferentes variaciones temporales





Cada dinámica está afectada por distintos procesos durante su propagación a costa que da lugar a diferentes variaciones espaciales

ESCALAS ESPACIALES:

- Local
- Regional (nacional)
- Global

FASES DEL PROYECTO

		Año 2022				
		T1	T2	T3	T4	T1 (2023)
Fase 1	Mecanismos internos de comunicación, gestión, participación, revisión (actores nacionales que participan en el grupo de trabajo, etc.)	■	■	■	■	■
Fase 2	Generación y procesado de la base de datos (dinámicas de oleaje y cambios en el nivel del mar, e inundación costera)		■	■	■	
Fase 3	Transferencia e implementación de la base de datos en los sistemas nacionales de Panamá.			■	■	
Fase 4	Evaluación de medidas de adaptación			■	■	
Fase 5	Talleres de transferencia y capacitación				■	■

Características del Proyecto:

- Iteración durante desarrollo del proyecto con agentes nacionales (MiAmbiente, Grupo Expertos Trabajo, GLT, reuniones bilaterales, ..)
- Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas para toda la costa de Panamá
- Transferencia y accesibilidad a la información de la base de datos (SINIA, manuales, talleres..)
- Uso de la base de datos y métodos para reducir impactos costeros (medidas de adaptación, metodologías para cuantificar magnitud impactos..)
- Talleres de transferencia (acceso a los datos, información climática generada,..)

Activities
Output 1: Development of work plan and related communication documents
Activity 1.1: Develop detailed Implementation Plan
Activity 1.2: Develop a monitoring and evaluation plan
Activity 1.3: Impact Statement of the CTCN technical assistance prepared at the start and updated at the end of the CTCN technical assistance
Activity 1.4: A Technical Assistance Closure report
Output 2: Stakeholder mapping and Technical Assistance Kick-off meeting
Activity 2.1: Stakeholder mapping
Activity 2.2: Establish a stakeholder working group
Activity 2.3: Organize a kick-off meeting with the limited working group
Output 3: Development of high-resolution numerical data on marine dynamics.
Activity 3.1: Review and mapping of recorded extreme weather and atmospheric ocean conditions
Activity 3.2: Creation of the models to obtain the high-resolution database of atmospheric and marine dynamics
Activity 3.3: Identification of the coastline
Activity 3.4: Design of the database
Activity 3.5: Meeting with the limited working group
Activity 3.6: Creation of the database
Output 4: Definition of methodological tools for the use of databases
Activity 4.1: Procedural guides for users
Activity 4.2: Procedural guidelines for managers
Output 5: Adaptation plan for the coastal zone of Panama
Activity 5.1: Recommendation of adaptation technologies
Activity 5.2: Selection of adaptation measures with a 1-day workshop
Activity 5.3: Pre-feasibility study of selected adaptation measures
Activity 5.4: Estimation of costs of implementation and monitoring of selected adaptation measures
Activity 5.5: Priority guidelines, action plan and deadlines
Output 6: Technical capacity building for officials of the Climate Change Directorate of the Ministry of Environment.
Activity 6.1: Train the Climate Change Directorate of the Ministry of Environment in the use of the databases.
Activity 6.2: Inform other potential users of the creation of databases
Activity 6.3: Train database administrators



ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Literature Review

- Coastal hazards,
- Impacts,
- Climate Change,
- Adaptation plans.

Activity 3.1

Collection of available data

- SLR projections (*)
- Instrumental data
- Modelled data
- Bathymetry & DTM

Numerical mesh generation
 Model configuration
 Model execution
 Data validation and postprocessing

Activity 3.2

Generation of HR datasets (Waves and sea level)

Marine climatologies

Total Water Level

SLR projections (*)

Flood hazard maps

Activity 3.3

Coastline evolution

Activity 5

Adaptation measures

Activity 3.4

Design of the database

Activity 3.5

Meeting with the limited working group

Activity 3.6

Creation of the database
(Integration into the system)

Activity 4

User guides

Activity 6

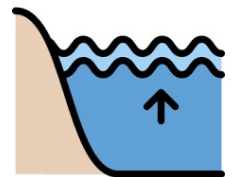
Training workshops



Fuente: <https://unavueltaporelmundo.com/>



Bases de datos de las dinámicas marinas generadas



Output 3: Development of high-resolution numerical data on marine dynamics.							
Activity 3.1: Review and mapping of recorded extreme weather and atmospheric ocean conditions		D					
Activity 3.2: Creation of the models to obtain the high-resolution database of atmospheric and marine dynamics				D			
Activity 3.3: Identification of the coastline					D		
Activity 3.4: Design of the database						D	
Activity 3.5: Meeting with the limited working group						D	
Activity 3.6: Creation of the database							D

3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.1. Revisión y análisis preliminar de las condiciones met-oceánicas

3.1.1 Recopilación de información proporcionada a través de los miembros del 'Grupo de Trabajo'

3.1.2 Revisión bibliográfica sobre las condiciones del clima marítimo en Panamá

3.1.3 Recopilación de las bases de datos históricas disponibles relacionadas con las variables de peligrosidad y exposición de las costas

3.1.4 Revisión específica de la información disponible en el contexto del Cambio Climático, en particular sobre la subida del nivel del mar

3.1.5 Estudio histórico de las condiciones intensas de viento, oleaje y nivel del mar en las zonas costeras de Panamá, tanto ante eventos ciclónicos como no ciclónicos

1. Reunión con la Dra. Gisselle Guerra (Universidad Tecnológica)
2. Reunión con la Lcda. Isis Tejada (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia)
3. Reunión con Steve Paton (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales)
4. Reunión con la Dra. María Millán (Universidad Tecnológica)
5. Reunión con el Dr. Joel Pérez (CATHALAC)
6. Reunión con Arnulfo Sánchez (Autoridad Marítima de Panamá, AMP)
7. Reunión con Luis Villamonte (SINAPROC)
8. Reunión con Roney Samaniego (Delegación de Información Ambiental, DIAM)
9. Reunión con Jorge Jaén (Dirección de Costas y Mares del Ministerio del Ambiente, DICOMAR)
10. Reunión con Alberto Smith (Autoridad del Canal de Panamá)

INFORMACIÓN RECOPIADA

Datos de mareógrafo en Saboga durante un mes

Mapas de inundación

Línea de costa de alta marea (1:25 000)

Batimetría (digitalización cartas náuticas 1:250 000)

Batimetría costa Pacífico

MDT costero

Mapa nacional de amenaza por ascenso del nivel del mar

Información sobre el estudio de los hábitats marinos y costeros vulnerables al impacto del CC en el Golfo de Chiriquí (ONG Mar Viva)

3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.1. Revisión y análisis preliminar de las condiciones met-oceánicas

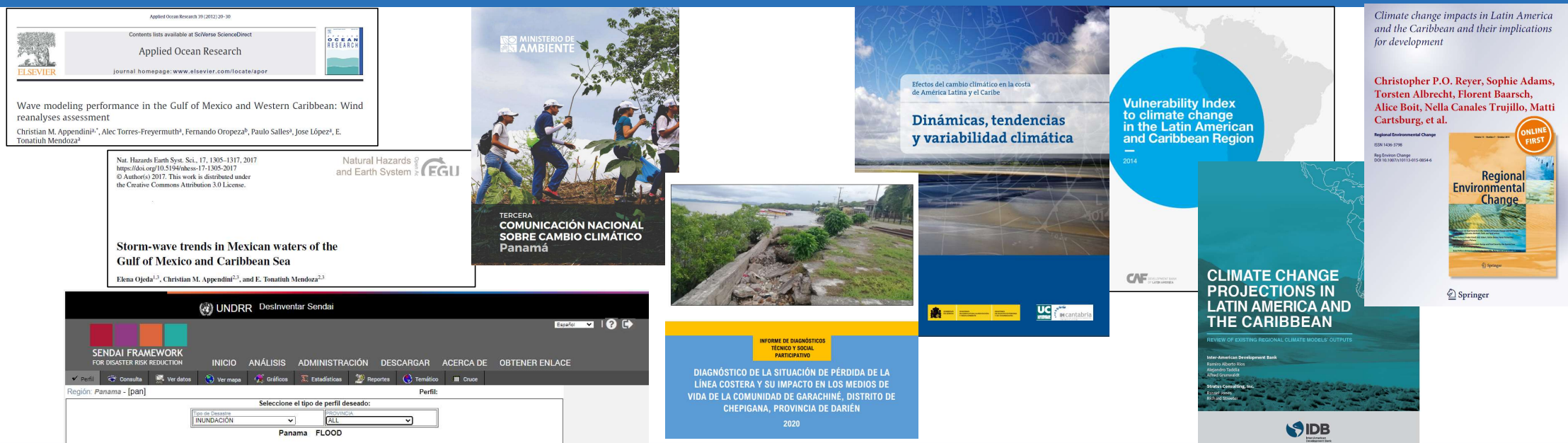
3.1.1 Recopilación de información proporcionada a través de los miembros del 'Grupo de Trabajo'

3.1.2 Revisión bibliográfica sobre las condiciones del clima marítimo en Panamá

3.1.3 Recopilación de las bases de datos históricas disponibles relacionadas con las variables de peligrosidad y exposición de las costas

3.1.4 Revisión específica de la información disponible en el contexto del Cambio Climático, en particular sobre la subida del nivel del mar

3.1.5 Estudio histórico de las condiciones intensas de viento, oleaje y nivel del mar en las zonas costeras de Panamá, tanto ante eventos ciclónicos como no ciclónicos



3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.1. Revisión y análisis preliminar de las condiciones met-océánicas

3.1.1 Recopilación de información proporcionada a través de los miembros del 'Grupo de Trabajo'

3.1.2 Revisión bibliográfica sobre las condiciones del clima marítimo en Panamá

3.1.3 Recopilación de las bases de datos históricas disponibles relacionadas con las variables de peligrosidad y exposición de las costas

3.1.4 Revisión específica de la información disponible en el contexto del Cambio Climático, en particular sobre la subida del nivel del mar

3.1.5 Estudio histórico de las condiciones intensas de viento, oleaje y nivel del mar en las zonas costeras de Panamá, tanto ante eventos ciclónicos como no ciclónicos

Proyecciones

VARIABLE	BASE DE DATOS	INSTITUCIÓN	COBERTURA GEOGRÁFICA	RESOLUCION ESPACIAL (°)	RESOLUCION TEMPORAL	PERIODO CUBIERTO
Viento	CMIP6 GCMs	WCRP CMIP6	Global	Entre 1.4 x 1.4 y 2.8 x 2.8	3 - horas	1950-2015; 2015 - 2100
Viento	CMIP5 GCMs	WCRP CMIP5	Global	Entre 0.75 x 0.75 y 2.8 x 2.8	3 - horas	1960- 2005; 2026 - 2100
Viento	Central America CORDEX (CAM-22)	WCRP CORDEX	Centroamérica	0.22 x 0.22	3 - horas y 6 - horas	1970- 2006; 2006- 2100
Oleaje	Proyecciones PIMA Nacional	IHCantabria	Global	1 x 1	1 - hora	1985-2005; 2026- 2045; 2081-2100
Oleaje	CSIRO	CSIRO	Global	1 x 1	1 - hora	1979- 2005; 2026- 2045; 2080-2100
Oleaje	JRC	JRC	Global	1.5 x 1.5	1 - hora	1970- 2100
Oleaje	USGS	USGS	Global	1 x 1.25	1 - hora	1976-2005; 2026- 2045; 2080-2100
Oleaje	NOC	NOC	Global	0.7 x 0.5	1 - hora	1970-2004; 1970-2100
Oleaje	ECCC	ECCC	Global	1 x 1	1 - hora	1979 - 2005; 2081-2100
Oleaje	IHE-Delft	IHE-Delft	Global	1 x 1	1 - hora	1979 - 2005; 2006-2100
Oleaje	LBNL	LBNL	Global	0.25 x 0.25	1 - hora	1995 - 2005; 2081- 2100
Oleaje	KU	KU	Global	0.6 x 0.6	1 - hora	1979 - 2005; 2079 - 2100
Nivel del mar extremo	LISCOAST	Joint European Research Centre	Costa Global	0.2 x 0.2	-	2050 y 2100
Aumento Nivel Medio del Mar	IPCC (2013) AR5	IPCC AR5	Global	1 x 1	anual	2007 - 2100
Aumento Nivel Medio del Mar	IPCC (2021) AR6	IPCC AR6	Global	1 x 1	10 años	2020- 2150
Nivel del mar en mareógrafos	Kopp et al. (2017)	-	Global	-	decadal	2010-2300

BASE DE DATOS	INSTITUCIÓN	COBERTURA GEOGRÁFICA	RESOLUCION ESPACIAL	RESOLUCION TEMPORAL	PERIODO CUBIERTO	FORZAMIENTO
Wave hindcast IMEDEA	IMEDEA	Mar Caribe	11.8 km x 11.4 km	6 - horario	1958-2017	JRA-55
GOW2	IHCantabria	Global	0.5 x 0.5 y 0.25 x 0.25 en la region costera	1 - hora	1979-2020	reanálisis global CFSR y CFSv2
GOW1 Global	IHCantabria	Global	1.5 x 1	1 - hora	1948-2015	reanálisis global NCEP-NCAR
ERA5	ECMWF	Global	0.5 x 0.5	1 - hora	1950 - presente	reanálisis global ERA5
GLOBAL OCEAN WAVES REANALYSIS WAVERYS	Météo-France	Global	0.2 x 0.2	3 - horas	1993-2019	Atmosférico del reanálisis global ERAS y de corrientes de GLORYS12V1
NOAA NWS WW3 hindcast	NOAA	Global	0.5 x 0.5	1 - hora	1979-2009	reanálisis global CFSR
GOW1 Caribe	IHCantabria	Latinoamérica y Caribe	0.25 x 0.25	1 - hora	1948-2008	reanálisis global NCEP-NCAR
GLOBMULTI_ERA5_05	Ifremer	Global	0.5 x 0.5	3 h	1993-2020	ERA5
GLOBMULTI_ERA5_06	Ifremer	Costa americana hasta latitud 20S	0.167 x 0.167	3 h	1993-2020	ERA5
CAWCR wave hindcast	CSIRO	Global	0.4 x 0.4	1 h	1979-present	CFSR
NOAA Gulf of Mexico and NW Atlantic hindcast	NOAA	Gulf of Mexico and NW Atlantic	0.167 x 0.167			
Ifremer Global hindcast	Ifremer	Global	0.5 x 0.5			



Nivel

VARIABLE	BASE DE DATOS	INSTITUCIÓN	COBERTURA GEOGRÁFICA	RESOLUCION ESPACIAL	RESOLUCION TEMPORAL	PERIODO CUBIERTO	FORZAMIENTO
Marea meteorológica	GSSR	University of central Florida	Global	en 882 mareógrafos	diaria	1979-2019	ERA5
Marea meteorológica	GOS1	IHCantabria	Latinoamérica y Caribe	0.25 x 0.25	1 - hora	1948 - 2008	reanálisis global NCEP-NCAR
Valores extremos de Nivel del Mar	CoDEC	Deltares	Costa Global	0.137 x 0.137	A partir de máximos anuales	1979 - 2017	reanálisis global ERA5
Nivel del mar	FNMOCC Regional Navy Coastal Ocean Model	FNMOCC	Mar Caribe y golfo de Mexico	0.033 x 0.033	3 - horas	2013-04-05- Present	CFSR y HYCOM
Nivel del mar	GOF5 (Global Ocean Forecasting System)	HYCOM consortium	Global	0.08° x 0.08°	3 - horas	1994 - presente	-
Nivel Medio del Mar						1960 -	Datos observacionales
Nivel Medio del Mar	CSIRO_glob24m	CSIRO	Global	1 x 1	mensual	1950 - 2012	Datos observacionales + EOF
Nivel Medio del Mar	CCAR RECON_SEA_LEVEL_OST_L4_V1	CCAR	Global	0.5 x 0.5	semanal	1950 - 2008	Datos observacionales + EOF
Nivel Medio del Mar	Global Ocean Physics Reanalysis	CMEMS	Global	0.083 x 0.083	diario	1993-2019	ERA-interim/ ERA5
Nivel Medio del Mar	CFSR	NCAR	Global	0.5 x 0.5	horario	1979-presente	CFSR, CFSv2
Nivel Medio del Mar	ECCOv4r4	JPL/NASA	Global	0.5 x 0.5	diaria	1992-2017	ERA-interim
Anomalia en el nivel del mar	SODA v2.1.6	University of Maryland	Global	0.5 x 0.5	mensual	1958-2008	ERA-40/ ERA-Interim

3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.1. Revisión y análisis preliminar de las condiciones met-oceánicas

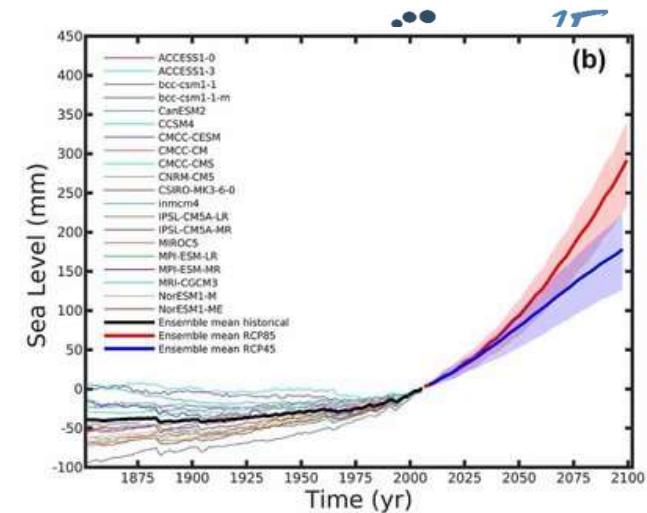
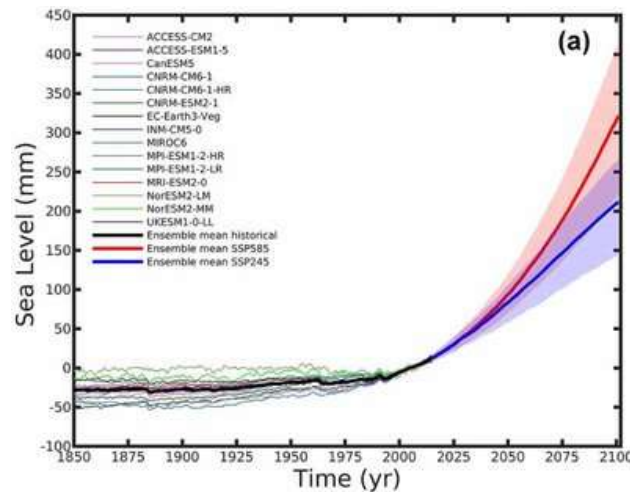
3.1.1 Recopilación de información proporcionada a través de los miembros del 'Grupo de

3.1.2 Revisión bibliográfica sobre las condiciones del clima marítimo en Panamá

3.1.3 Recopilación de las bases de datos históricas disponibles relacionadas con las variables de peligrosidad y exposición de las costas

3.1.4 Revisión específica de la información disponible en el contexto del Cambio Climático, en particular sobre la subida del nivel del mar

3.1.5 Estudio histórico de las condiciones intensas de viento, oleaje y nivel del mar en las zonas costeras de Panamá, tanto ante eventos ciclónicos como no ciclónicos



3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.1. Revisión y análisis preliminar de las condiciones met-oceánicas

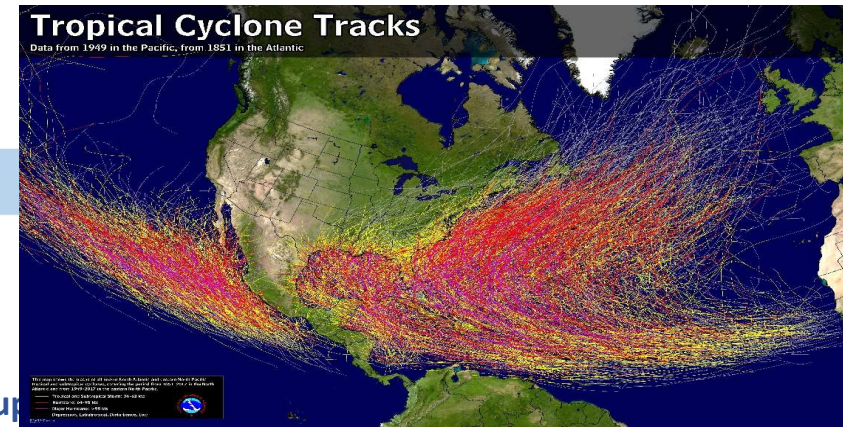
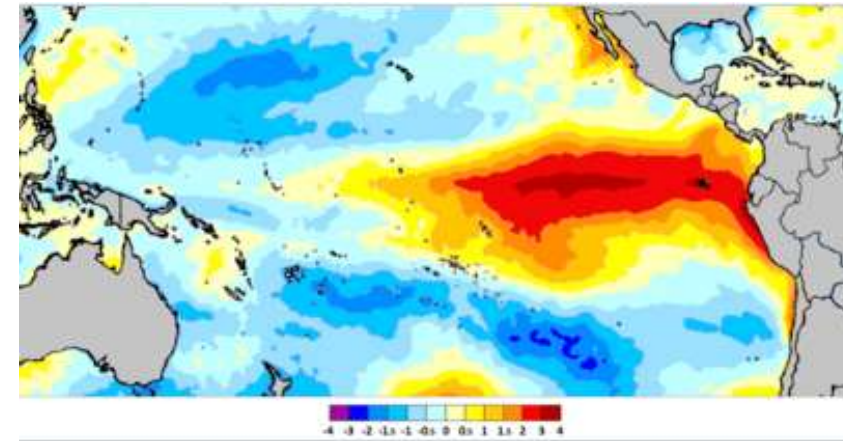
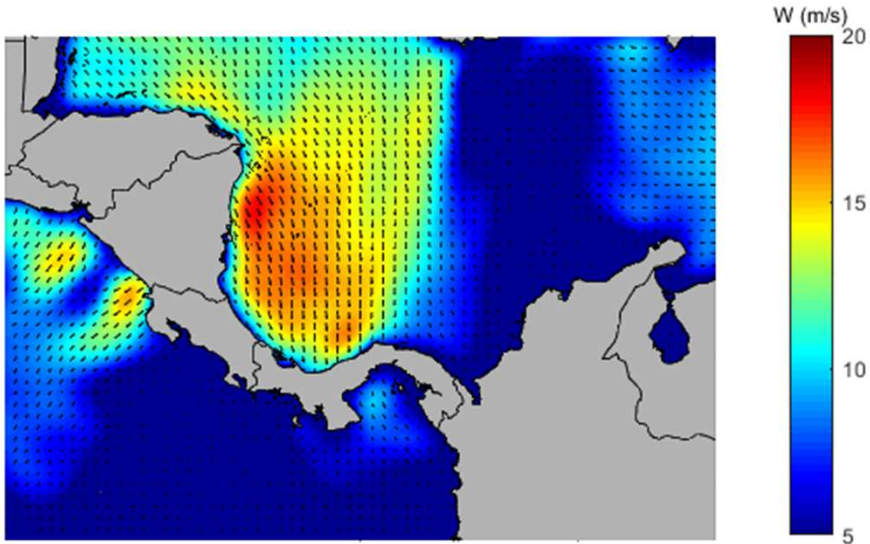
3.1.1 Recopilación de información proporcionada a través de los miembros del 'Grupo de Trabajo'

3.1.2 Revisión bibliográfica sobre las condiciones del clima marítimo en Panamá

3.1.3 Recopilación de las bases de datos históricas disponibles relacionadas con las variables de peligrosidad y exposición de las costas

3.1.4 Revisión específica de la información disponible en el contexto del Cambio Climático, en particular sobre la subida del nivel del mar

3.1.5 Estudio histórico de las condiciones intensas de viento, oleaje y nivel del mar en las zonas costeras de Panamá, tanto ante eventos ciclónicos como no ciclónicos



3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.1. Revisión y análisis preliminar de las condiciones met-oceánicas

3.1.1 Recopilación de información proporcionada a través de los miembros del 'Grupo'

3.1.2 Revisión bibliográfica sobre las condiciones del clima marítimo en Panamá

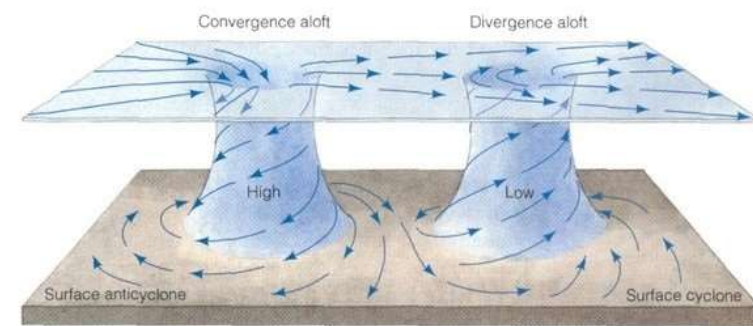
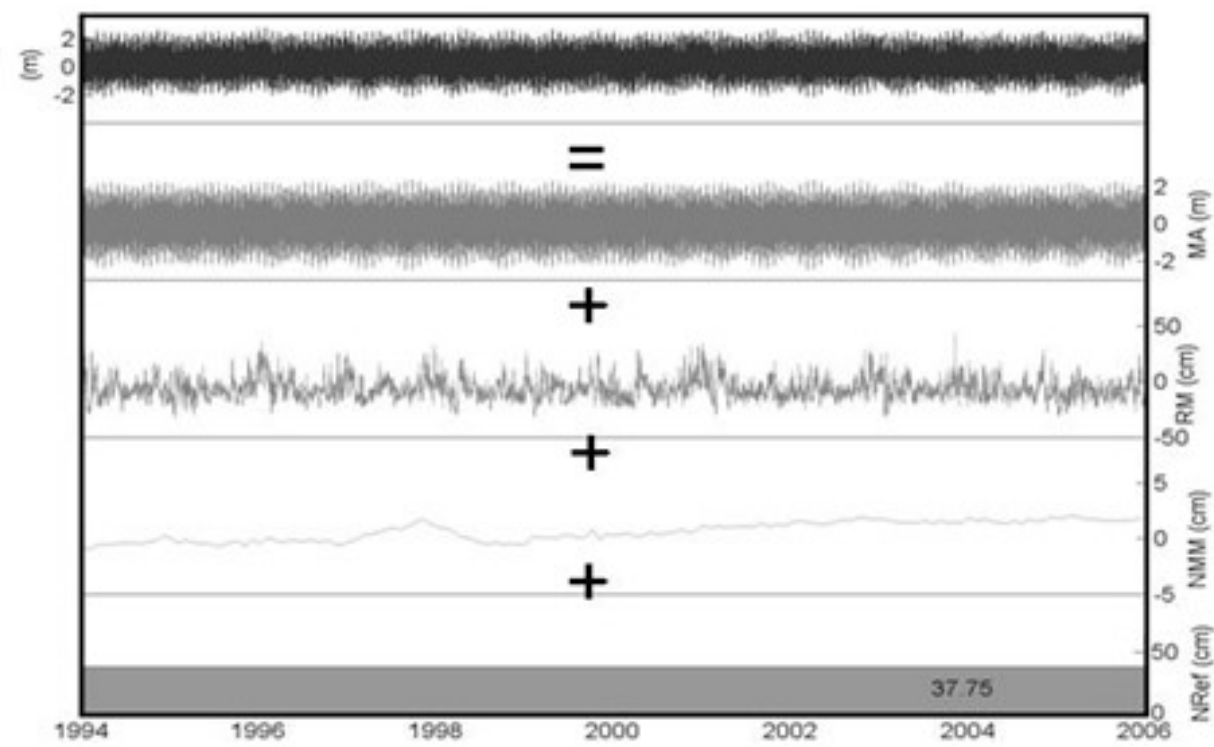
3.1.3 Recopilación de las bases de datos históricas disponibles relacionadas con las variables de peligrosidad y exposición de las costas

3.1.4 Revisión específica de la información disponible en el contexto del Cambio Climático, en particular sobre la subida del nivel del mar

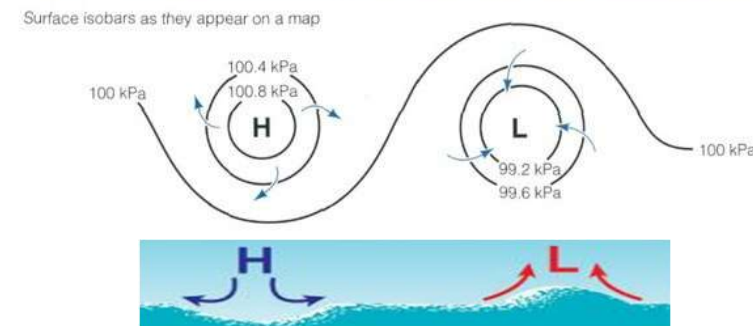
3.1.5 Estudio histórico de las condiciones intensas de viento, oleaje y nivel del mar en las zonas costeras de Panamá, tanto ante eventos ciclónicos como no ciclónicos

Dinámicas marinas analizadas

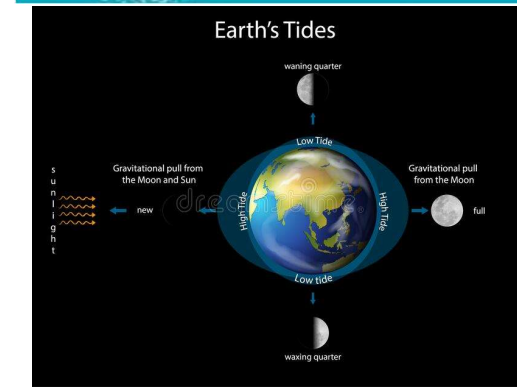
$$\text{Nivel del mar} = \text{Nivel medio del mar} + \text{Marea astronómica} + \text{Marea meteorológica}$$



Marea meteorológica:



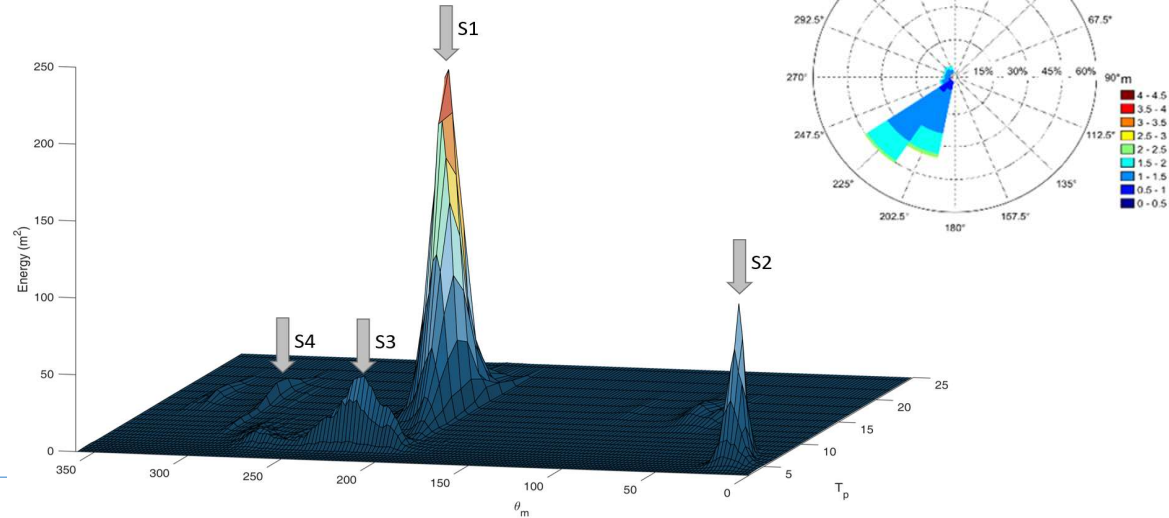
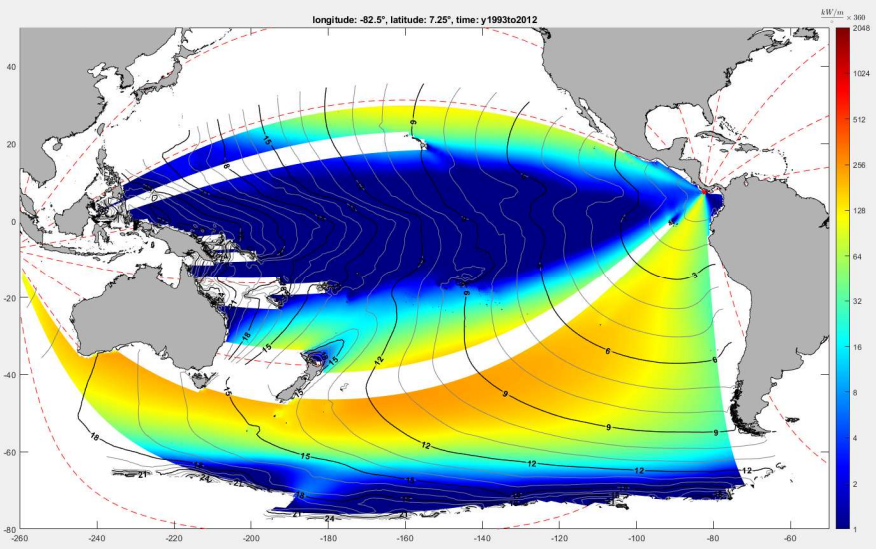
Marea astronómica:



Oleaje

Ondulación que genera el viento al soplar sobre la superficie del mar.

Oleaje especialmente complejo en la costa Pacífico (multimodal) → la mayoría del oleaje que llega a la costa se ha generado muy lejos de la zona de estudio.

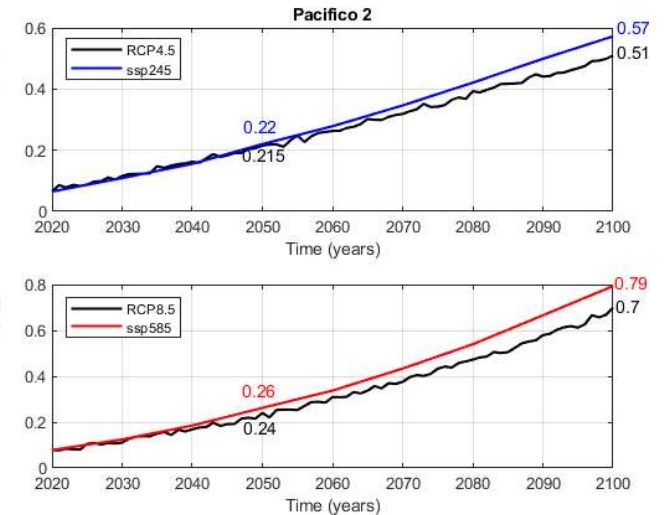
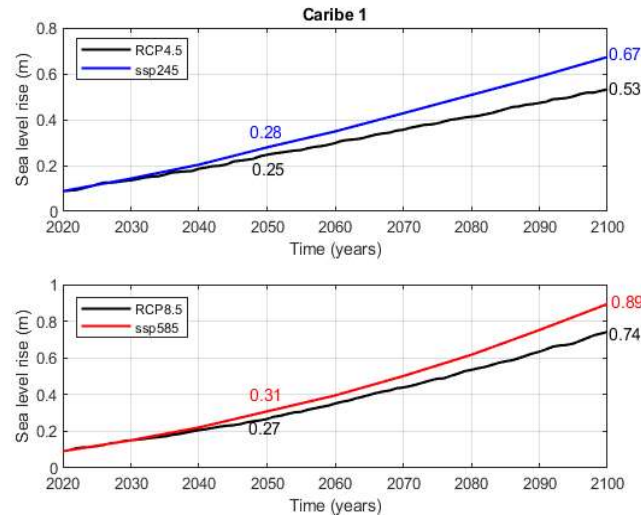
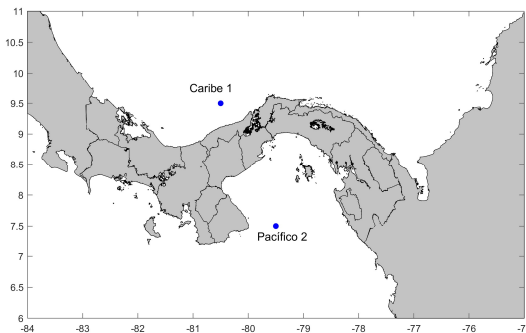


Espectro de frecuencias y direcciones en un punto frente a la costa Pacífico panameña

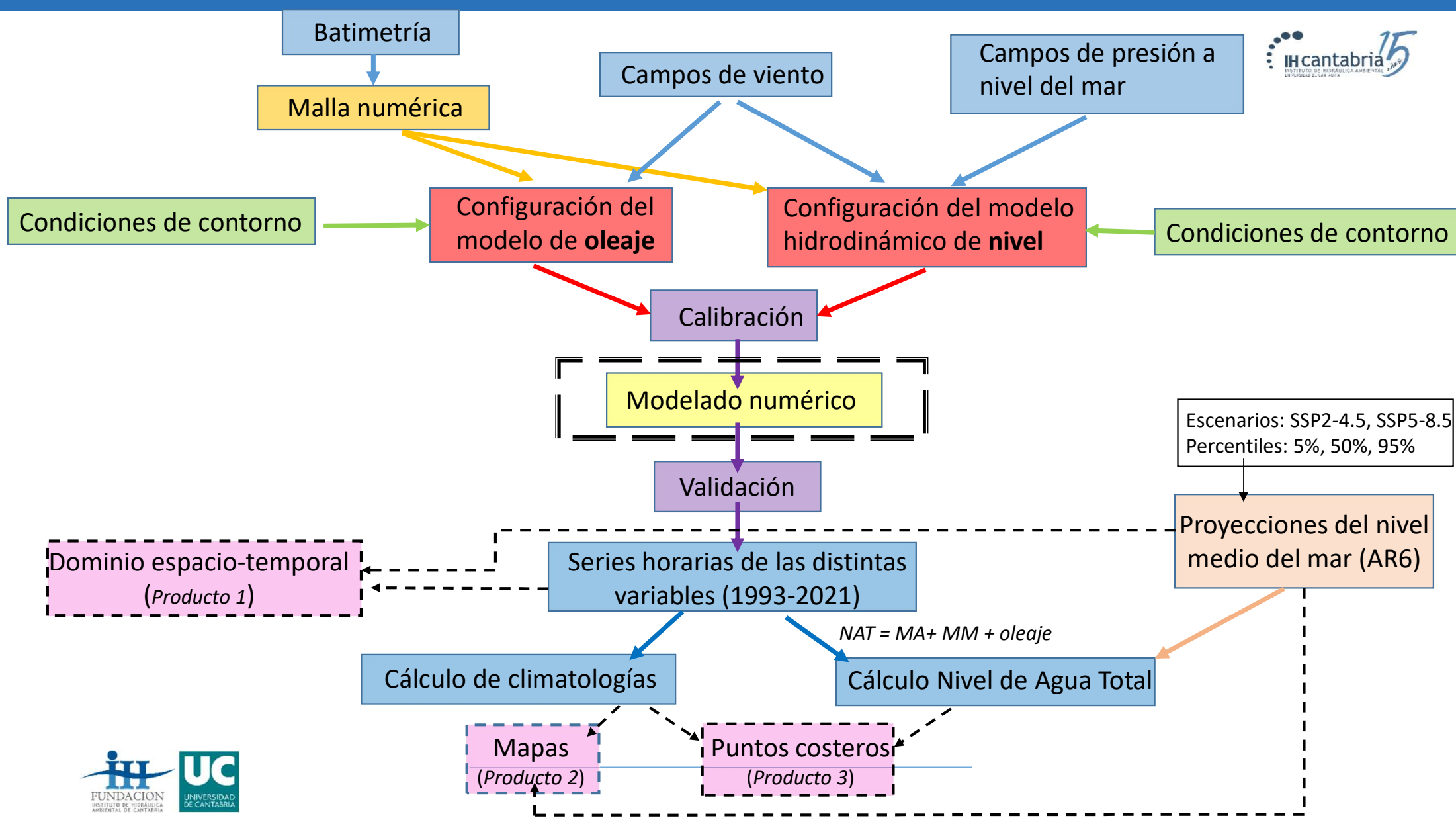
Proyecciones de Cambio Climático de ascenso de nivel del mar

Fuente: IPCC

Informes: AR5 & AR6. Datos Regionales



- Están publicados los datos de incremento del nivel del mar considerando todas las componentes (expansión térmica, glaciares y casquetes de hielo, etc.) y su incertidumbre asociada.
- Datos con resolución espacial de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ y temporal decadal desde el año 2020.
- Periodo de referencia 1995-2014.
- Escenarios climáticos: SSP1-2.6, **SSP2-4.5**, SSP3-7.0, y **SSP5-8.5**
- Niveles de confianza: **medio** y **bajo**
- Valor de **107 percentiles** del ensemble multi-modelo

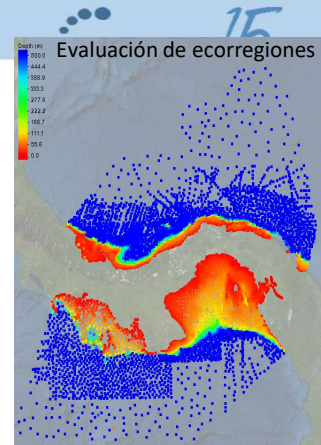
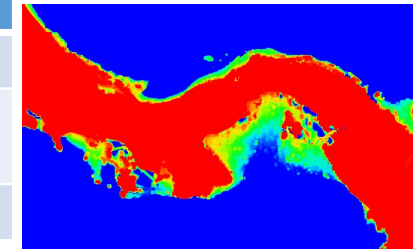


3. DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DE DINÁMICAS MARINAS

3.2. Modelado y generación de la base de datos de dinámicas marinas

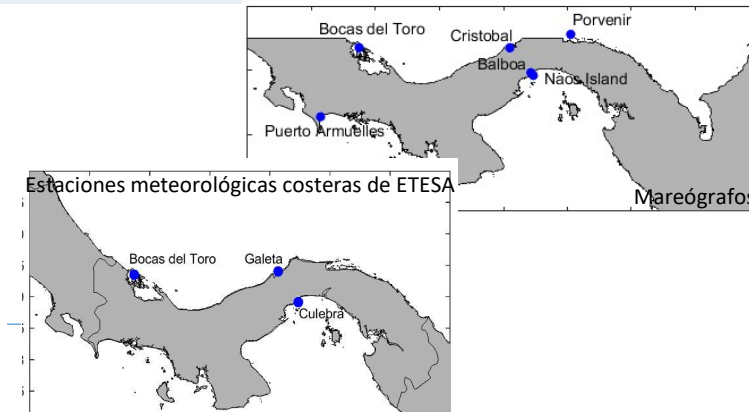
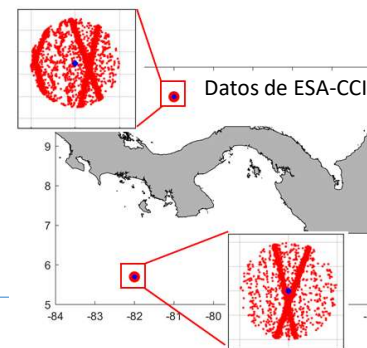
Batimetría y línea de costa	Tipo	Resolución
GEBCO 2021	Batimetría general	460 m
Proyecto evaluación de ecorregiones en Mesoamérica (2008)	Batimetría regional	Irregular (digitalización cartas náuticas)
Línea de costa 1:25000 (DIAM)	Línea de costa	1:25000

GEBCO 2021



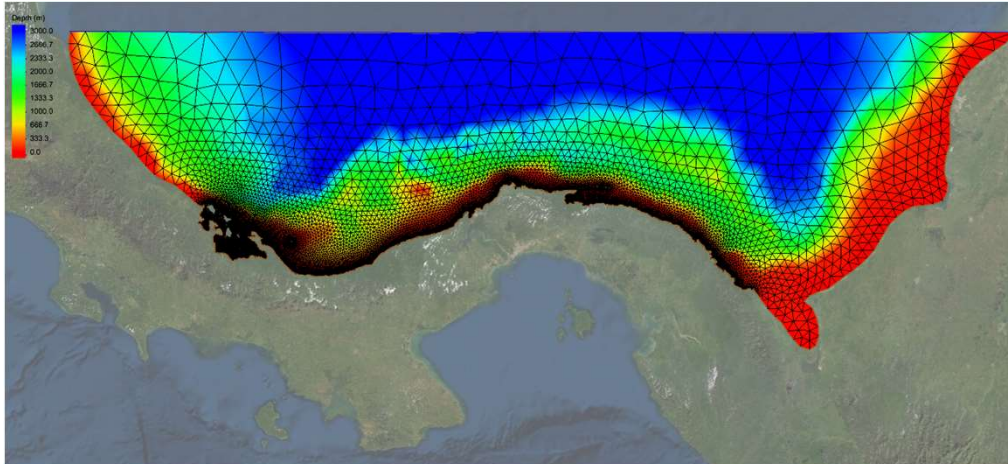
Datos de entrada	Tipo	Base de datos	Características
Viento y presión a nivel del mar	Forzamiento	Reanálisis global de ERA5	Resolución espacial $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ y temporal horaria
Marea astronómica	Condición de contorno	Reconstruida a partir de TPX09	Resolución espacial $0.03^{\circ} \times 0.03^{\circ}$ y temporal horaria
Anomalía en el nivel del mar	Condición de contorno	CMEMS (ERA Interim + ERA5)	Resolución espacial $0.083^{\circ} \times 0.083^{\circ}$ y temporal diaria
Oleaje	Condición de contorno	GOW (IHCantabria)	Resolución espacial $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ y temporal horaria

Datos instrumentales para validación	
Variable	Base de datos
Viento	Estaciones meteorológicas costeras de ETESA
Oleaje	Altímetros de ESA-CCI v1
Nivel del mar	Mareógrafos de GESLA3



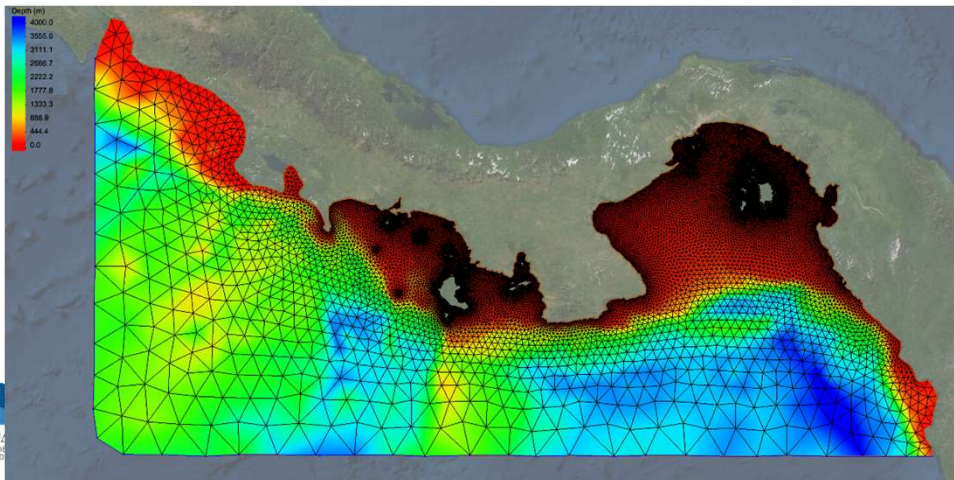
Dominios de cálculo

2.1. Costa Caribe



Nº nodos	11999
Cobertura espacial	Lon: [-83.6°, -75°]; Lat: [8.12°, 11°]
Resolución espacial mínima/máxima	39 km / 200 m
Resolución espacial en costa	500 m- 1.3 km

2.2. Costa Pacífico



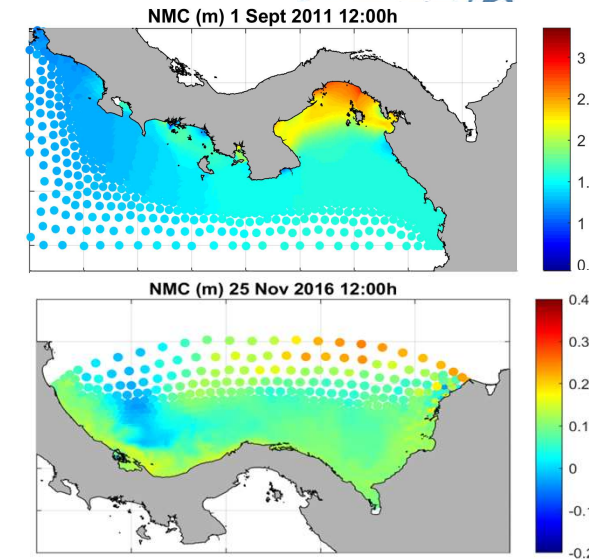
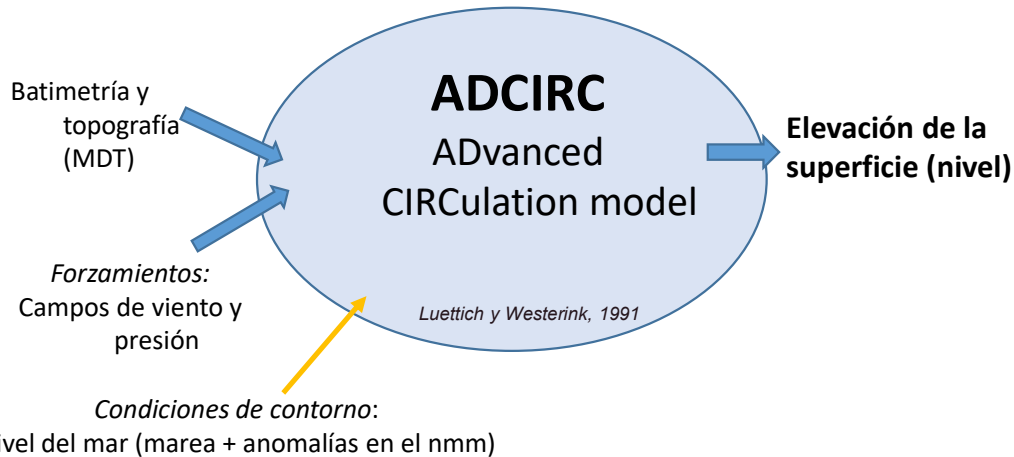
Nº nodos	17952
Cobertura espacial	Lon: [-85°, -77.35°]; Lat: [6°, 9.96°]
Resolución espacial mínima/máxima	38 km / 200 m
Resolución espacial en costa	775 m – 2 km

REGIONALIZACIÓN (Downscaling):

Series temporales horarias en cada nodo de la malla en el periodo 1993-2021 (~30 años)

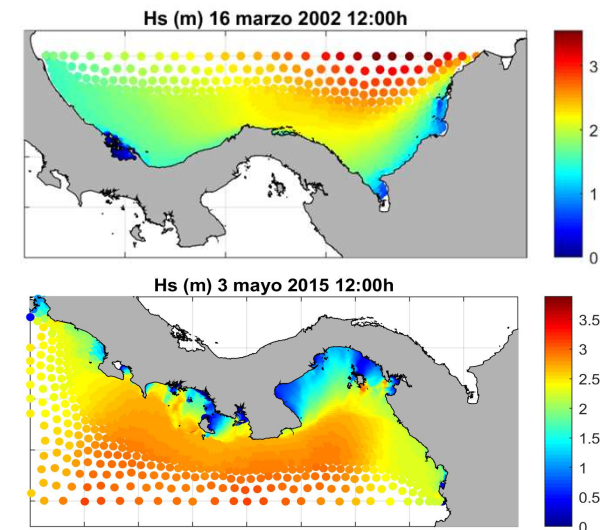
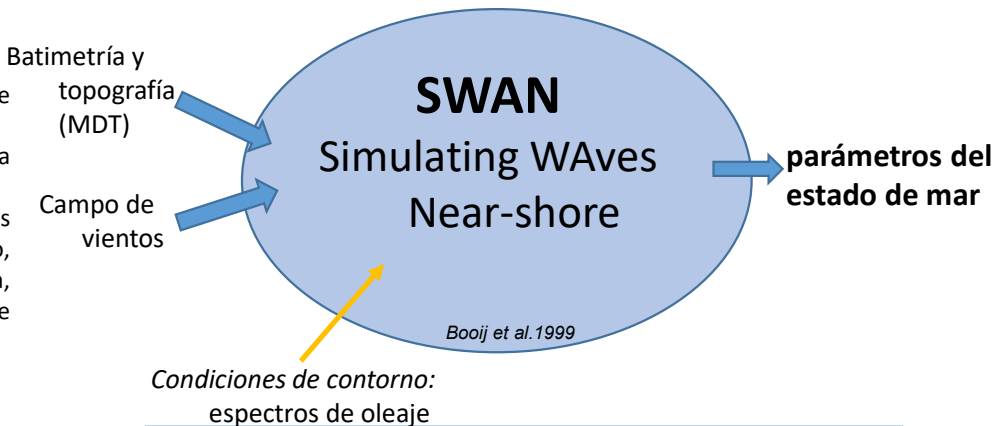
1) Nivel del mar:

- Resuelve las ecuaciones de continuidad y de conservación del momento,
- Se puede ejecutar en 2D o en 3D,
- Utiliza una malla no estructurada de elementos finitos,
- Modelo usado por la USACE y por la FEMA (USA) para el análisis y predicción de la marea meteorológica e inundación asociadas a huracanes.

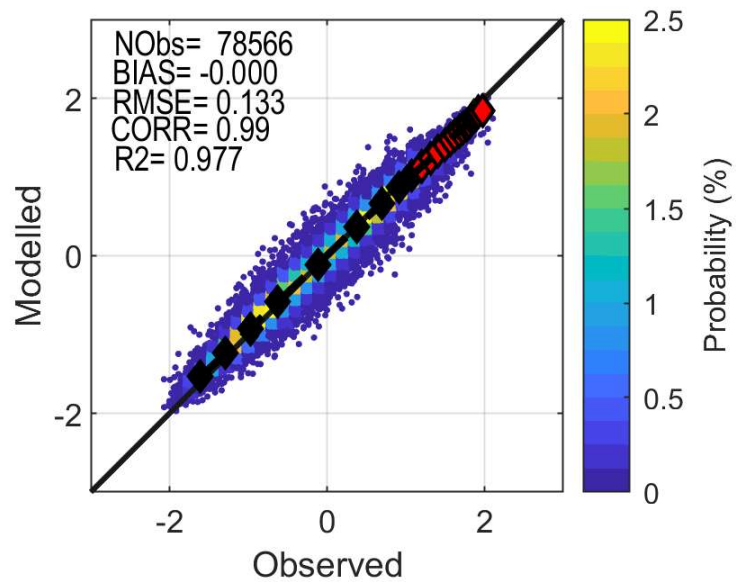
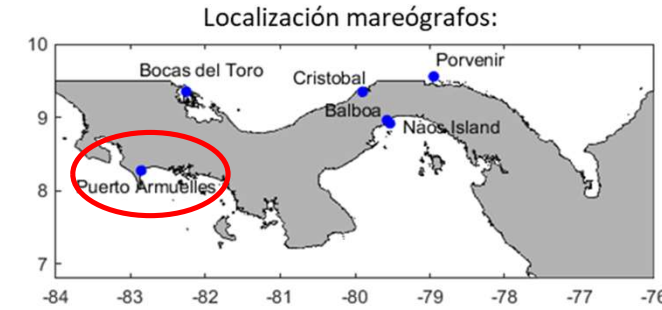
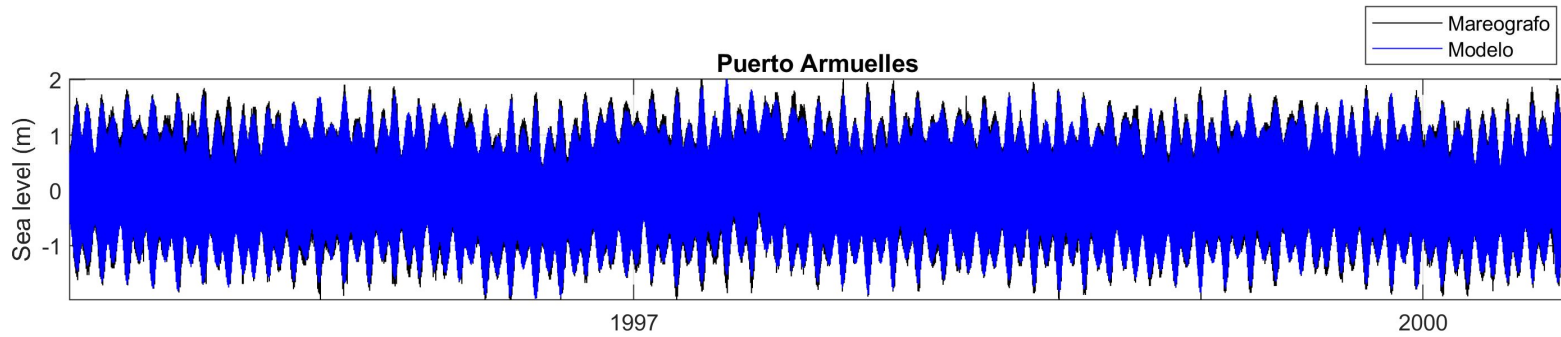


2) Oleaje:

- Modelo de propagación del oleaje de tercera generación
- Resuelve la ecuación de acción de onda promediada en fase
- Es capaz de simular correctamente los procesos de refracción, asomeramiento, disipación con el fondo, rotura, interacciones no lineales y generación de oleaje por viento.

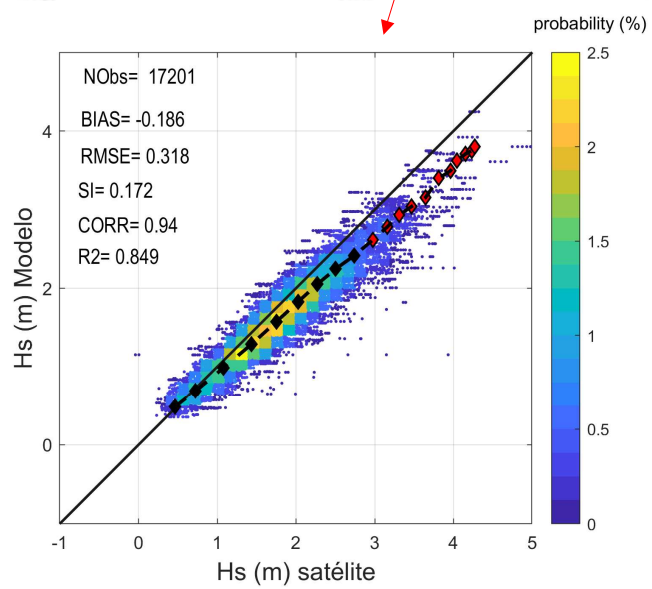
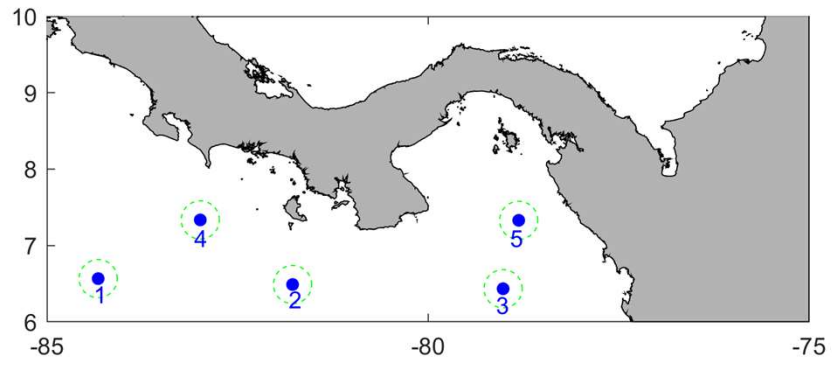
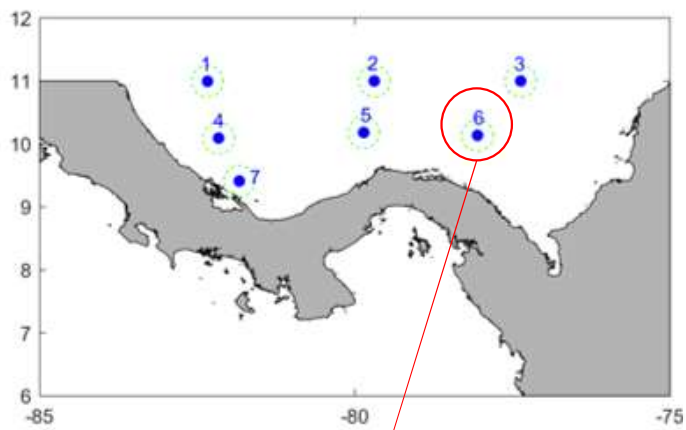


Validación de los datos de nivel



- Se selecciona el nodo más cercano de la malla numérica a la localización del mareógrafo.
- Se analiza la correlación entre ambas fuentes de datos.

Validación datos de oleaje



- Se seleccionan los datos disponibles de la base de datos de altimetría de ESA CCI SeaState en un radio de 0.25º en torno al punto objetivo,
- Se definen los pares de datos satélite-modelo,
- Se analiza su correlación.

Fuente: <https://www.myguidepanama.com/>

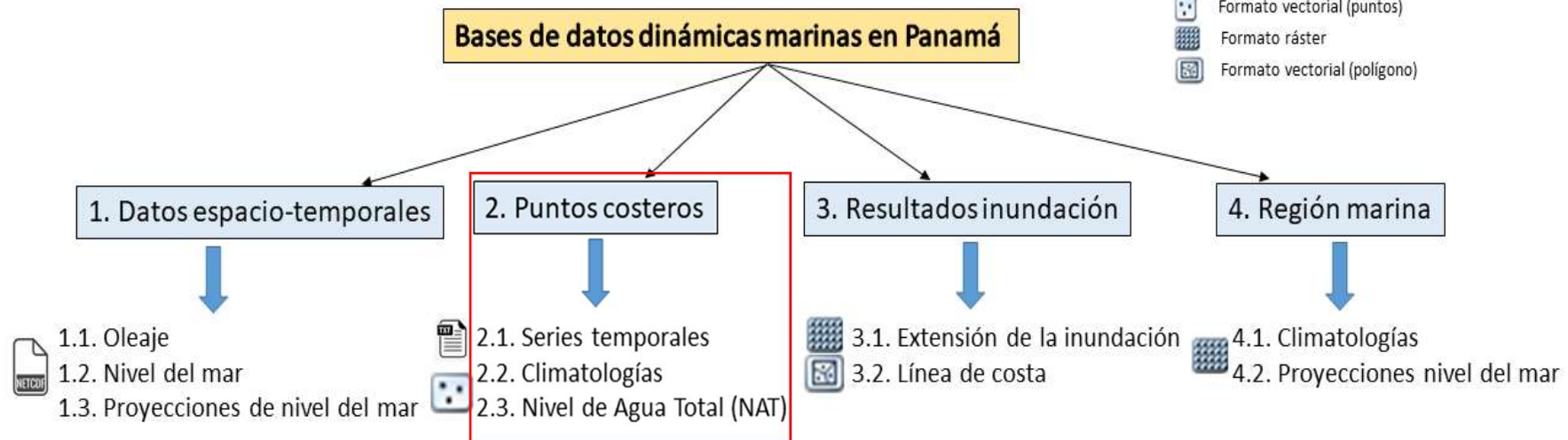
abria 15
MILITARIA AMBIENTAL PANAMÁ



Información climática generada

PRODUCTOS GENERADOS

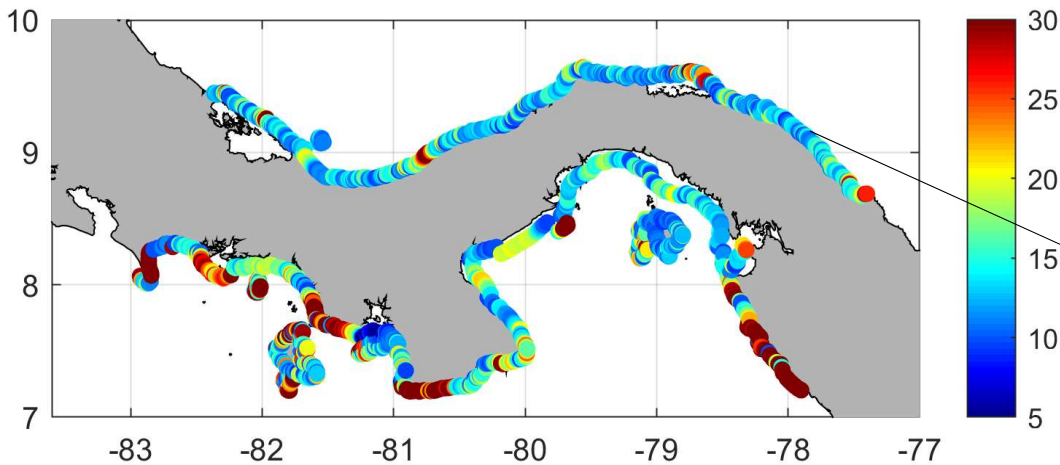
-  Formato NetCDF
-  Formato texto
-  Formato vectorial (puntos)
-  Formato ráster
-  Formato vectorial (polígono)



Puntos costeros

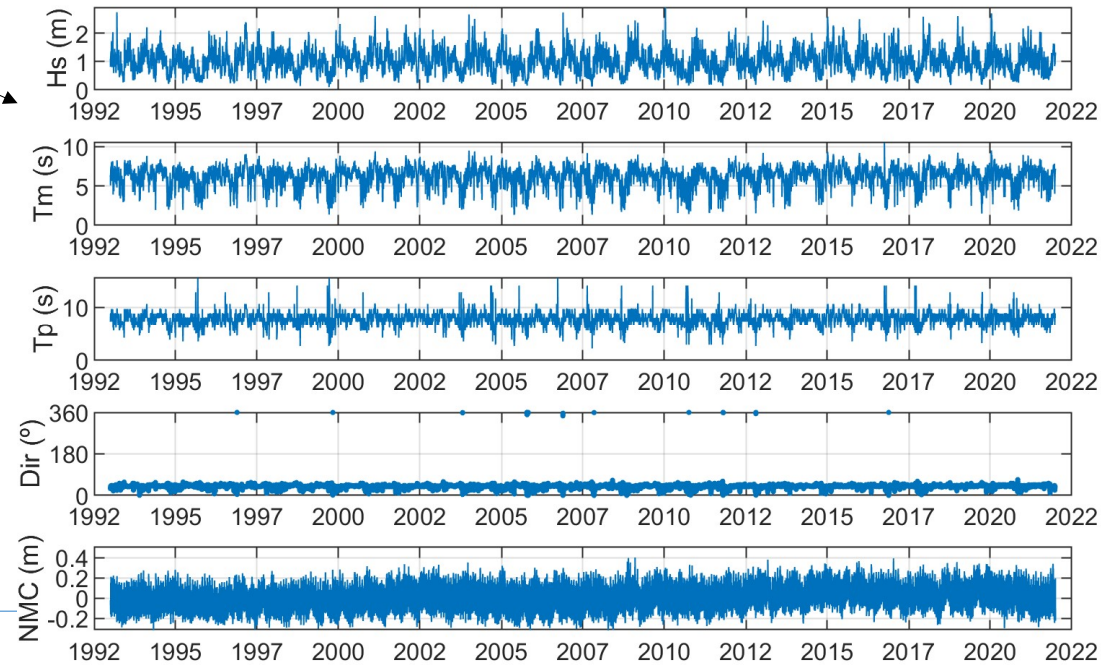
1454 puntos a lo largo de la costa

- Series temporales de las variables de oleaje y nivel del mar
- Climatologías (valores medios, máximos y percentil del 99%)
- Índice para calcular la inundación costera (NAT)

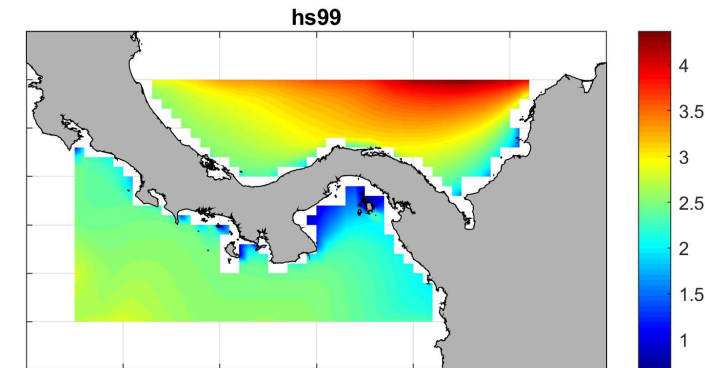
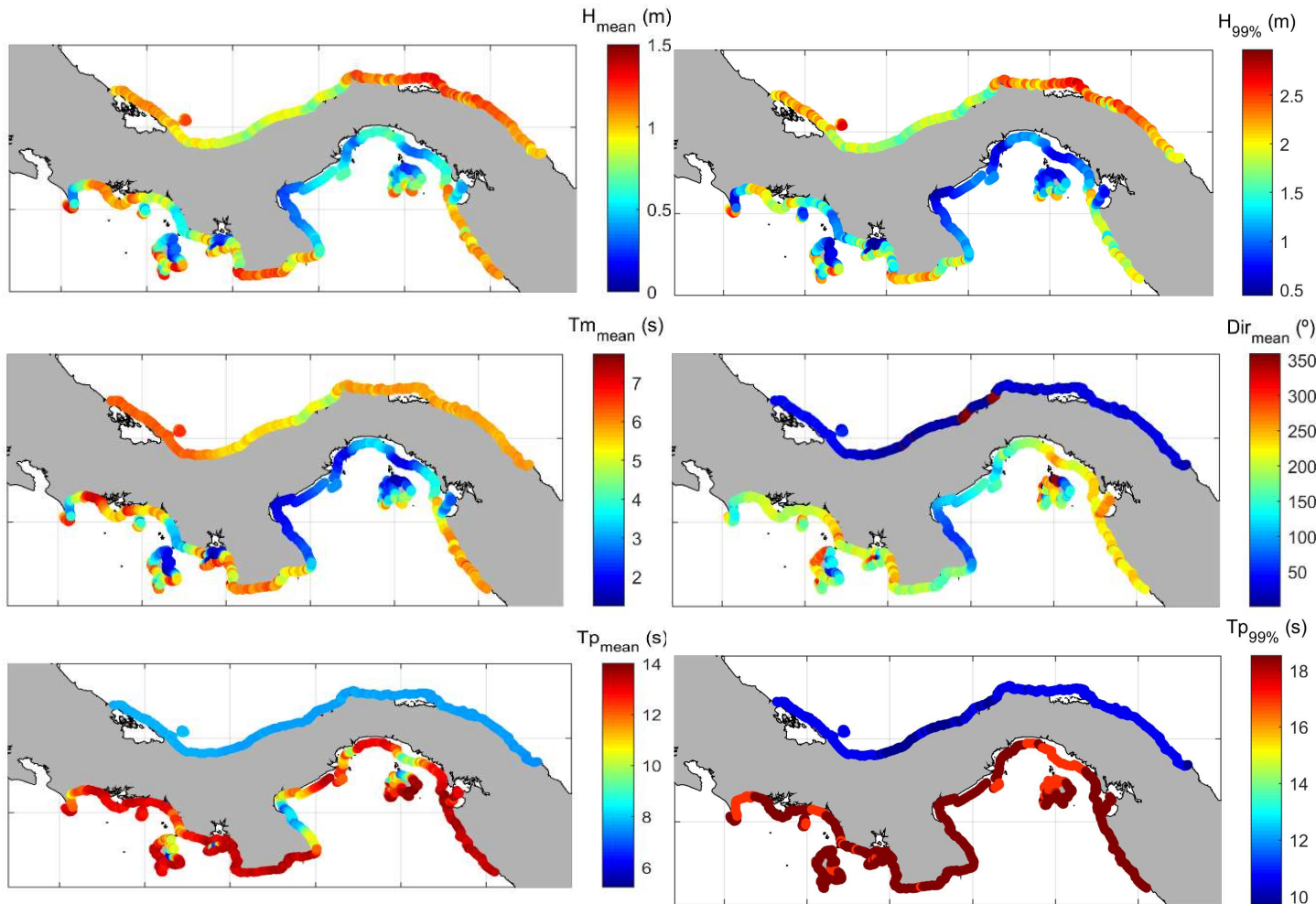


En total :

- **85786 series temporales** horarias de 29 años de duración (1454 puntos * (7 variables + 52 casos NAT))
- **17 mapas** de climatologías

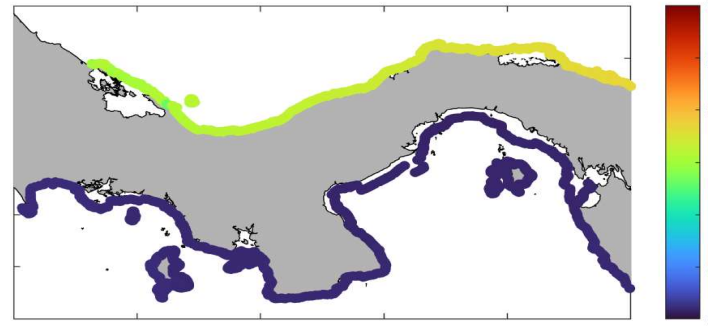
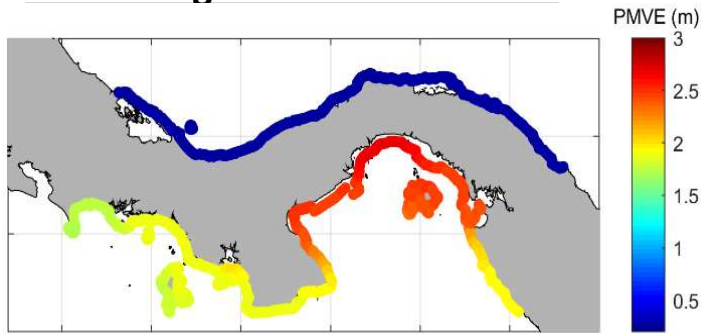


Climatologías del oleaje



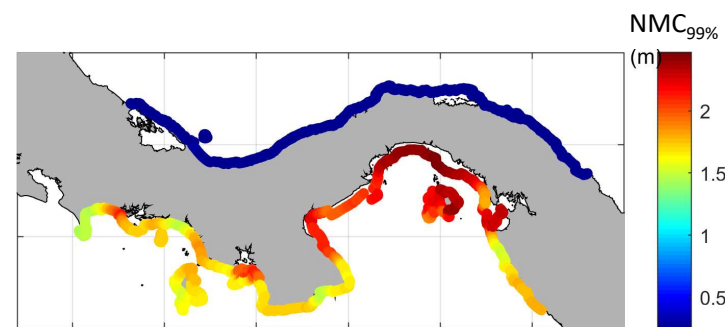
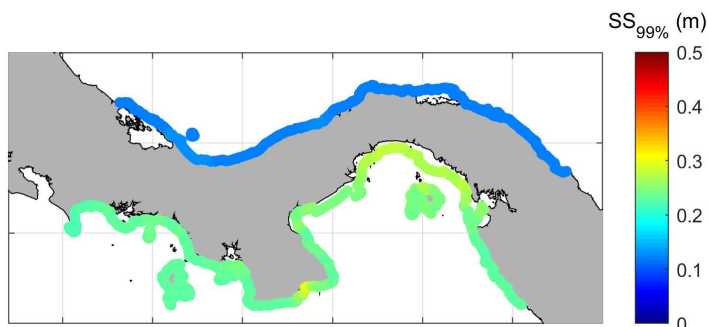
- Altura de ola media inferior a 2 metros. Los oleajes más intensos en las regiones de Bocas del Toro y Guna Yala (Caribe), y de Darién, Chiriquí y costa sur de la península de Azuero (Pacífico).
- El periodo del oleaje es mayor en la costa Pacífico debido a los grandes oleajes de fondo (swells).
- Dirección media del oleaje: domina componente N-NE en la costa Caribe y SSW-SW, en el Pacífico.

Climatologías del nivel del mar

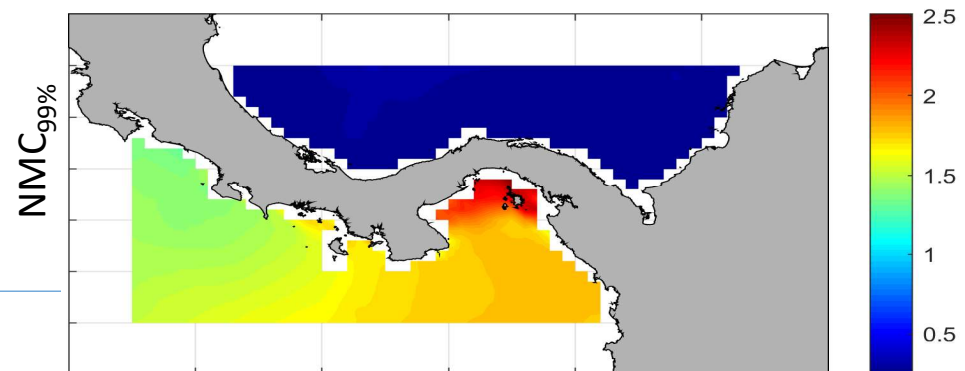


$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2}$$

F = 0 - 0.25	semidiurna,
F = 0.25 - 1.5	mixta, predominancia semidiurna,
F = 1.5 - 3.0	mixta, predominancia diurna,
F > 3.0	diurna

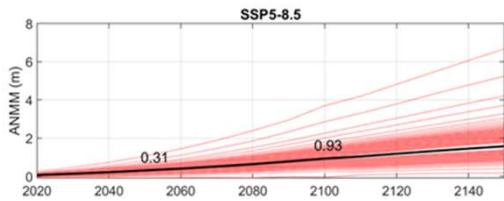
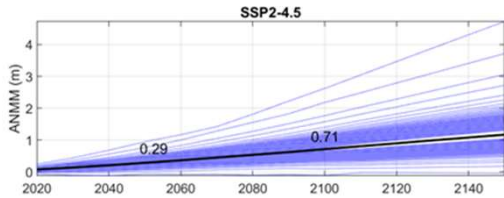


- Marea mixta con predominancia diurna e el Caribe y semidiurna en el Pacífico. Regímenes micromareal y mesomareal, respectivamente.
- El percentil del 99% de la marea meteorológica es <0.2 m en la costa Caribe y <0.3 m en la Pacífico.
- El percentil del 99% del nivel del mar compuesto (NMC = MA + MM) oscila entre 0.24-0.29 metros en el Caribe y entre 1.69-2.69 metros en el Pacífico.
- Valores máximos se localizan en el interior del Golfo de Panamá.

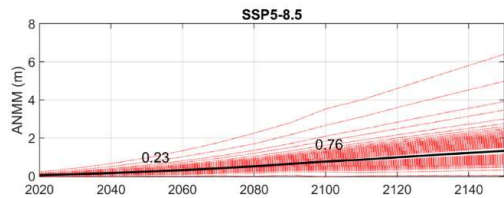
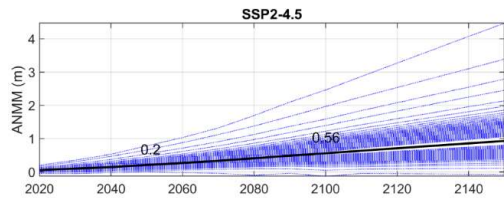


Proyecciones de Aumento en el Nivel Medio del Mar (ANMM)

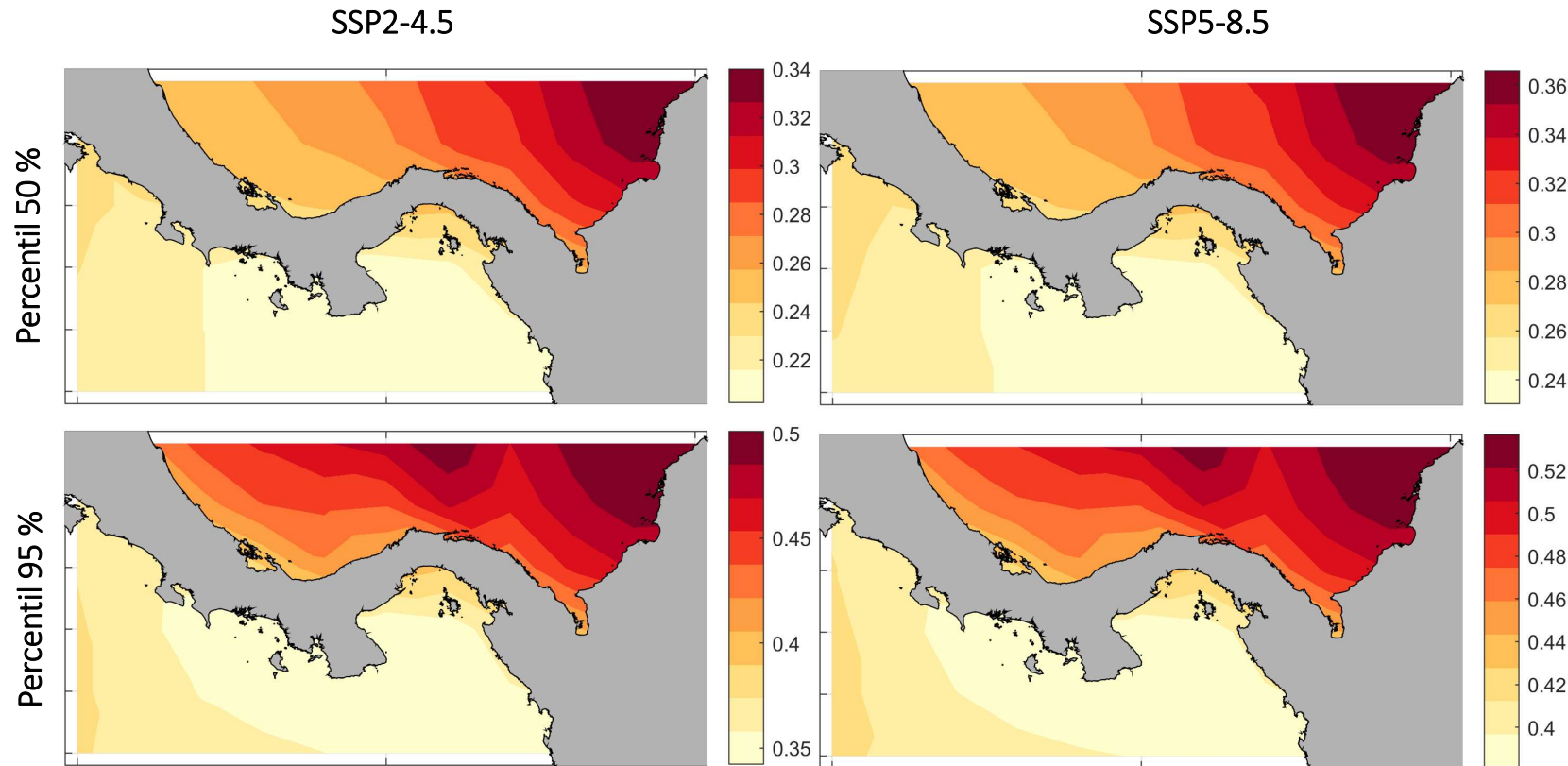
Costa Caribe: 10°N y -79°W



Costa Pacífico: 7°N y -80°W



Datos resumidos en el Sexto Informe del IPCC, el AR6 (Fox-Kemper et al., 2021). Aumento más pronunciado en la costa Caribe que en la Pacífico: 0.71 m y 0.93 m frente a los 0.56 m y 0.76 m del Pacífico, para finales de siglo (año 2100) bajo el SSP2-4.5 y SSP5-8.5, respectivamente.



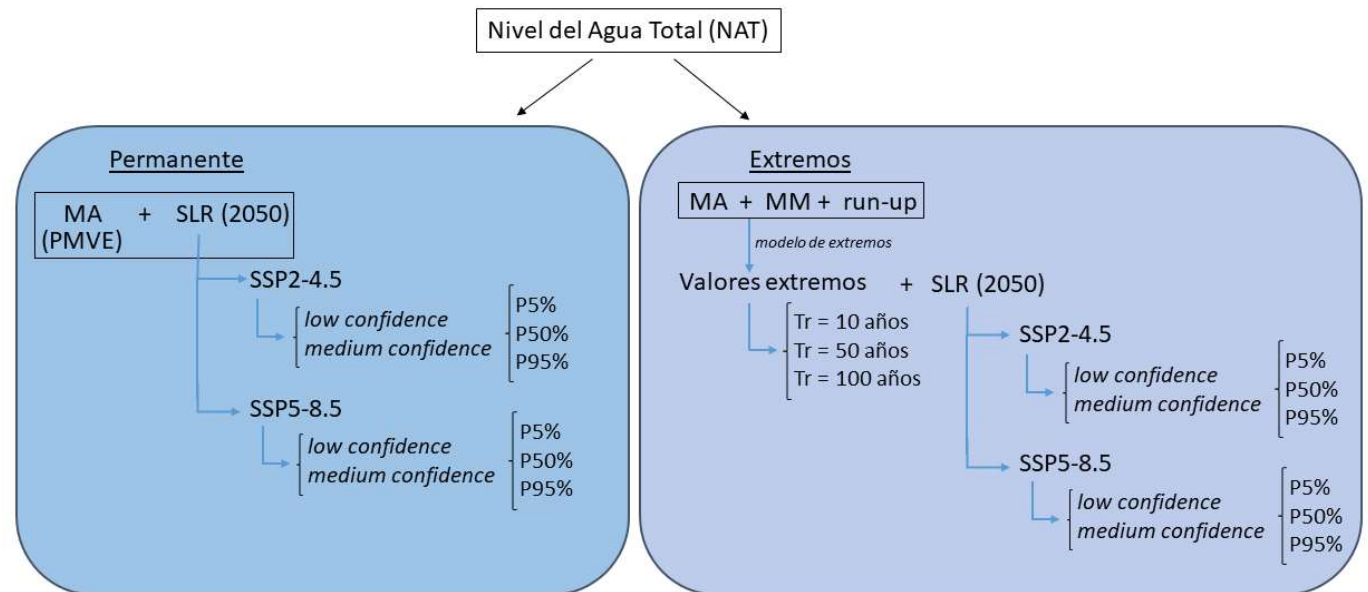
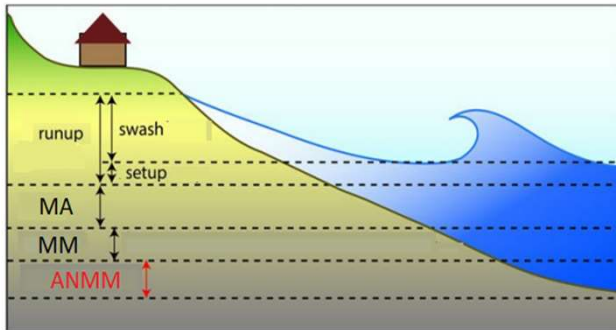
Nivel de Agua Total (NAT) en costa

$$NAT_{permanente} = PMVE + ANMM$$

$$NAT_{extremos} = MA + MM + oleaje + ANMM$$

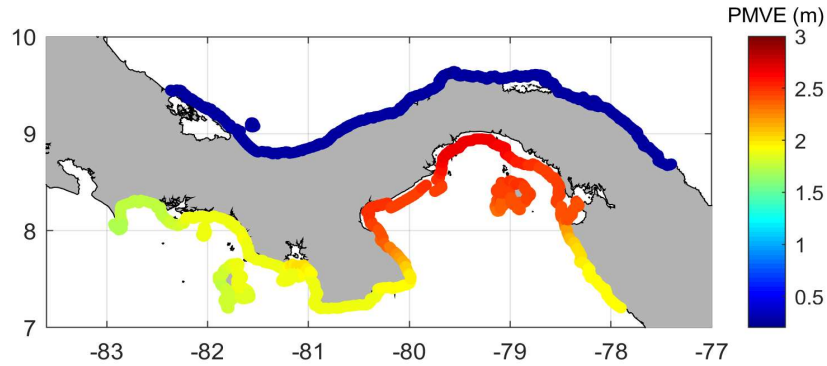
52 casos analizados susceptibles de causar inundación:

- 13 casos de NAT permanente
- 39 casos de NAT asociado a eventos extremos



Nivel de Agua Total (NAT) permanente en costa

Clima presente

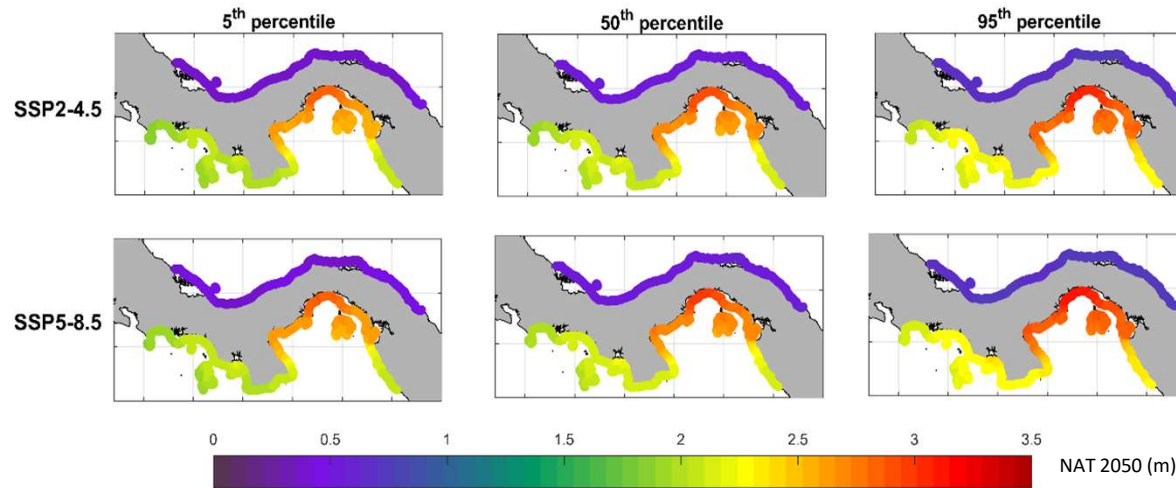


PMVE	Caribe	Pacífico
Rango de variación	0.24 – 0.29 m	1.69-2.69 m

	Clima presente (1993-2021)	Horizonte 2050 SSP2-4.5	Horizonte 2050 SSP5-8.5
	CARIBE- PACIFICO	CARIBE- PACIFICO	CARIBE- PACIFICO
NAT permanente (m)	0.25 – 2.11	0.51 – 2.32	0.54 – 2.35

Valores medios de NAT obtenidos en cada una de las costas. Se ha considerado el percentil del 50% de los valores de las proyecciones de confianza media.

Horizonte 2050

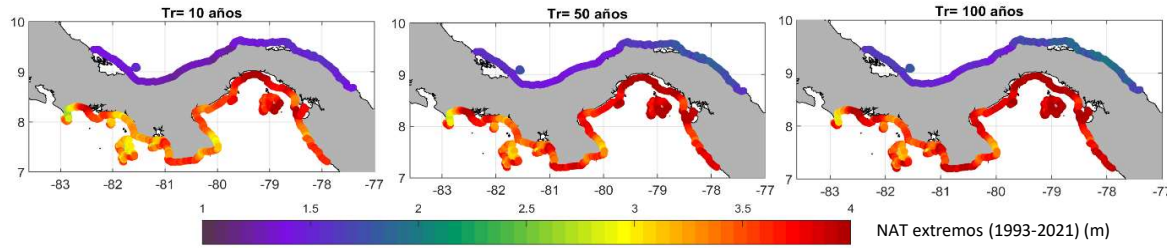


Nivel de Agua Total (NAT) asociado a extremos en costa

	Clima presente (1993-2021)	Horizonte 2050 SSP2-4.5	Horizonte 2050 SSP5-8.5
	CARIBE- PACIFICO	CARIBE- PACIFICO	CARIBE- PACIFICO
NAT extremos Tr=10 años (m)	1.4 – 3.46	1.65 – 3.67	1.68 – 3.7
NAT extremos Tr=50 años (m)	1.58- 3.65	1.84- 3.86	1.87 – 3.89

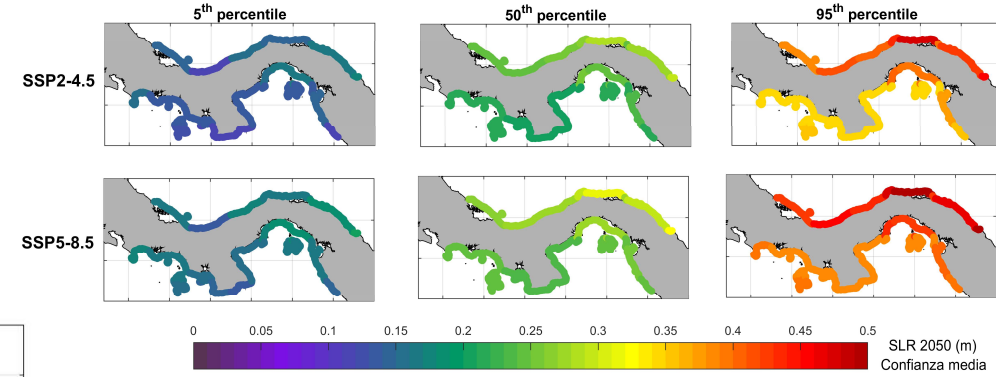
Valores medios de NAT obtenidos en cada una de las costas. Se ha considerado el percentil del 50% de los valores de las proyecciones de confianza media.

Clima presente



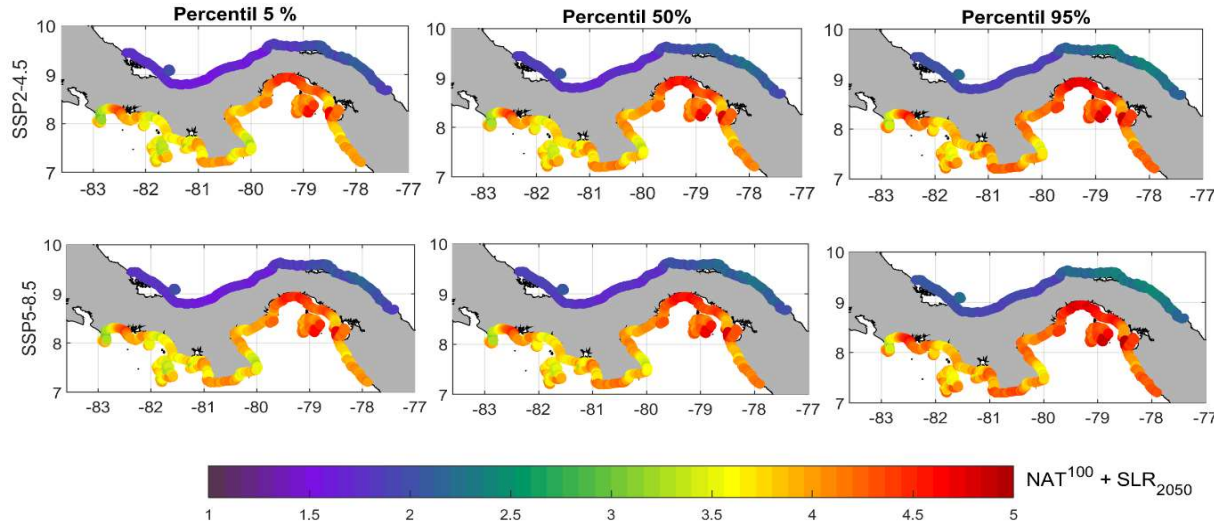
+

ANMM



=

Horizonte 2050

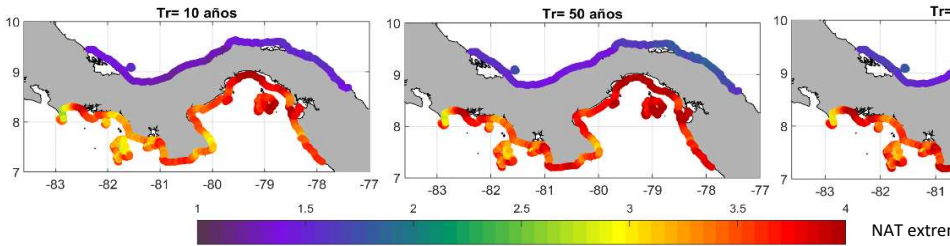


Nivel de Agua Total (NAT) asociado a extremos en costa

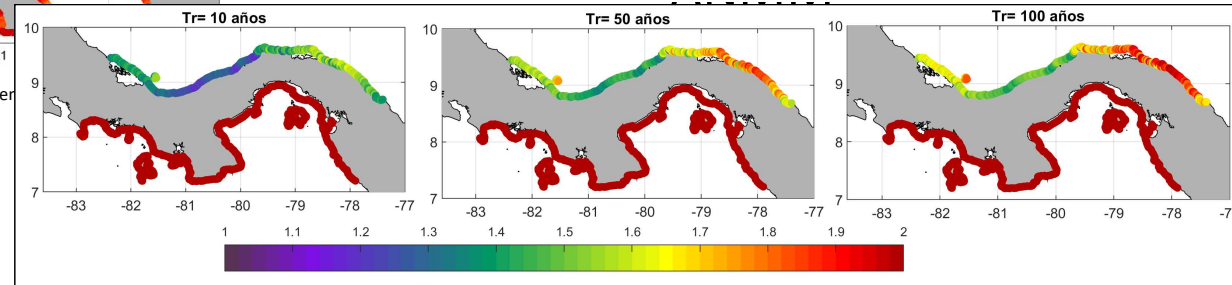
	Clima presente (1993-2021)	Horizonte 2050 SSP2-4.5	Horizonte 2050 SSP5-8.5
	CARIBE- PACIFICO	CARIBE- PACIFICO	CARIBE- PACIFICO
NAT extremos Tr=10 años (m)	1.4 – 3.46	1.65 – 3.67	1.68 – 3.7
NAT extremos Tr=50 años (m)	1.58- 3.65	1.84- 3.86	1.87 – 3.89

Valores medios de NAT obtenidos en cada una de las costas. Se ha considerado el percentil del 50% de los valores de las proyecciones de confianza media.

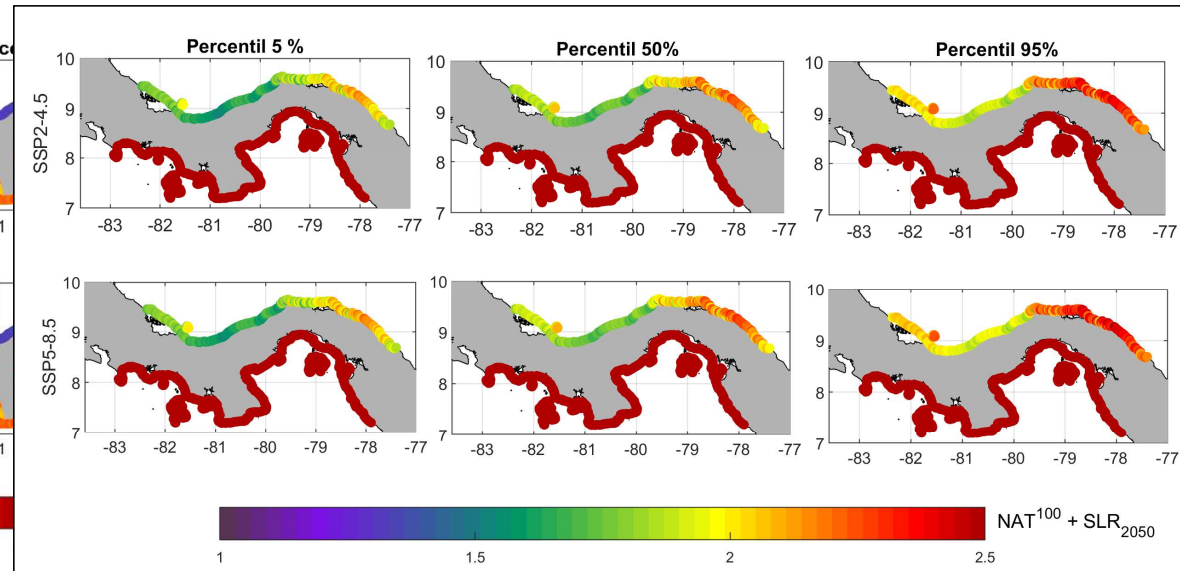
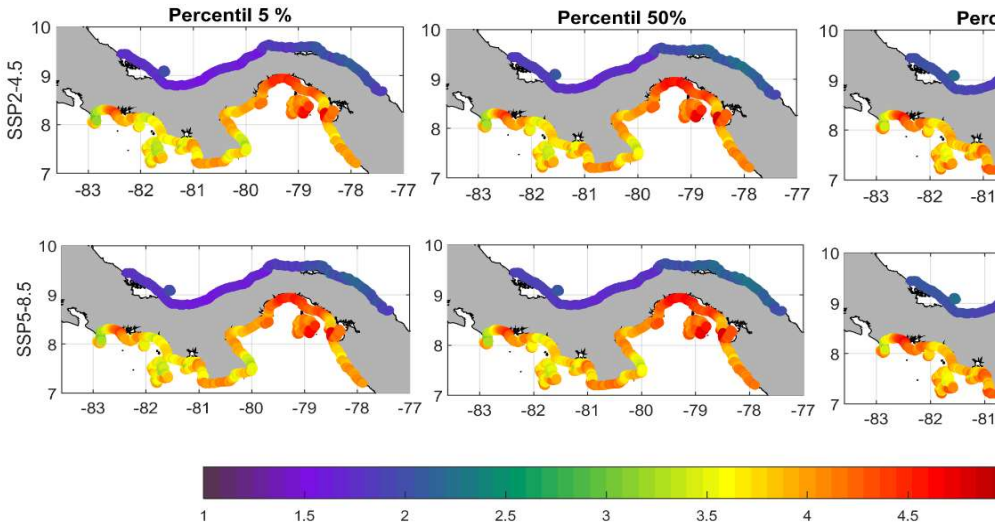
Clima presente



Cambiando la escala de colores para observar patrones en el Caribe...



Horizonte 2050



Fuente: <https://www.panamaamerica.com.pa/>



Estudio de inundación costera

Estudio de inundación costera BATHTUB O MÉTODO DE LA BAÑERA

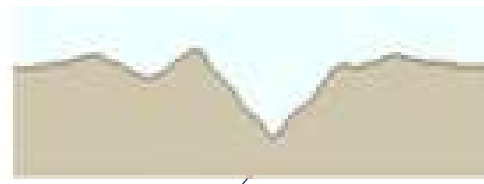
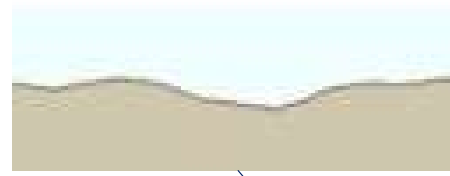
- Características:
 - Técnica espacial → **Sistema de Información Geográfica**
 - Sencillo pero eficiente
 - Escala regionales/nacionales
- Inputs:
 - Modelo Digital del Terreno → **alta resolución**
 - Valores del **N**ivel de **A**gua **T**otal a lo largo de la costa

Metodología

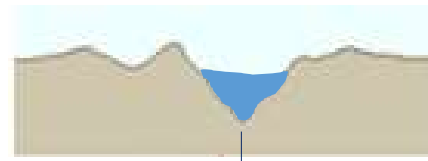
52 casos
 13 casos permanente
 39 eventos extremos

Nivel de Agua Total (NAT)
 (MM + MA + Oleaje + ANMM)

Modelo Digital del Terreno
 (IGNTG, 5 metros de resolución)

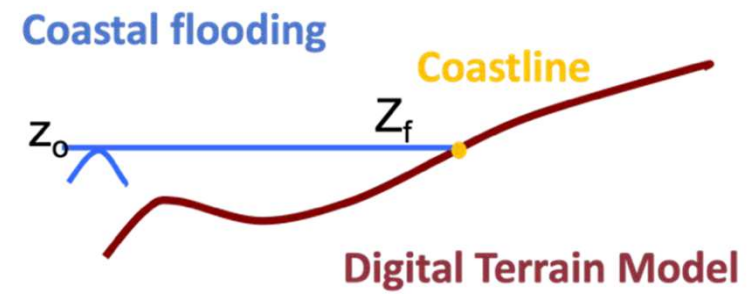


Cortar el DEM con el Nivel de Agua Total y selección de valores positivos

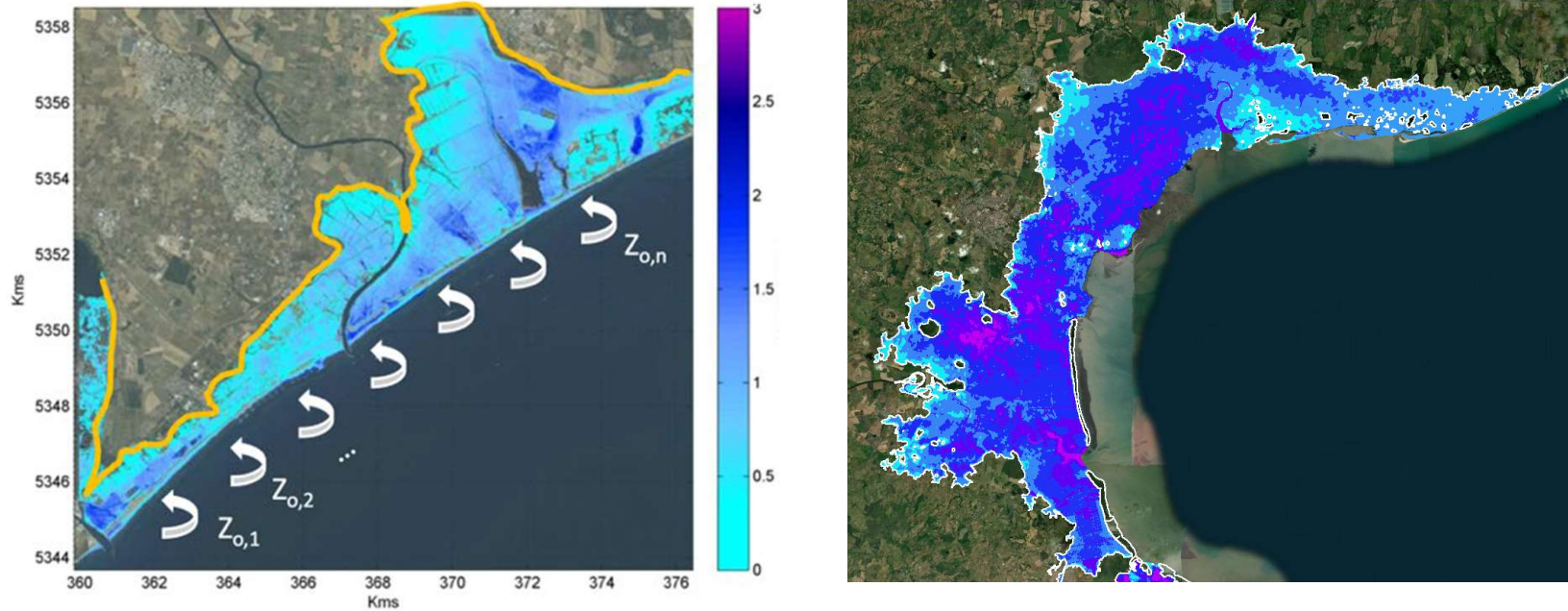


Conectividad hidráulica

Resultado



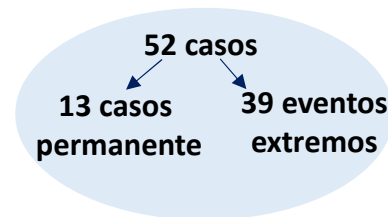
Mapa de peligrosidad por inundación



Resultados

Línea de Costa

Calado

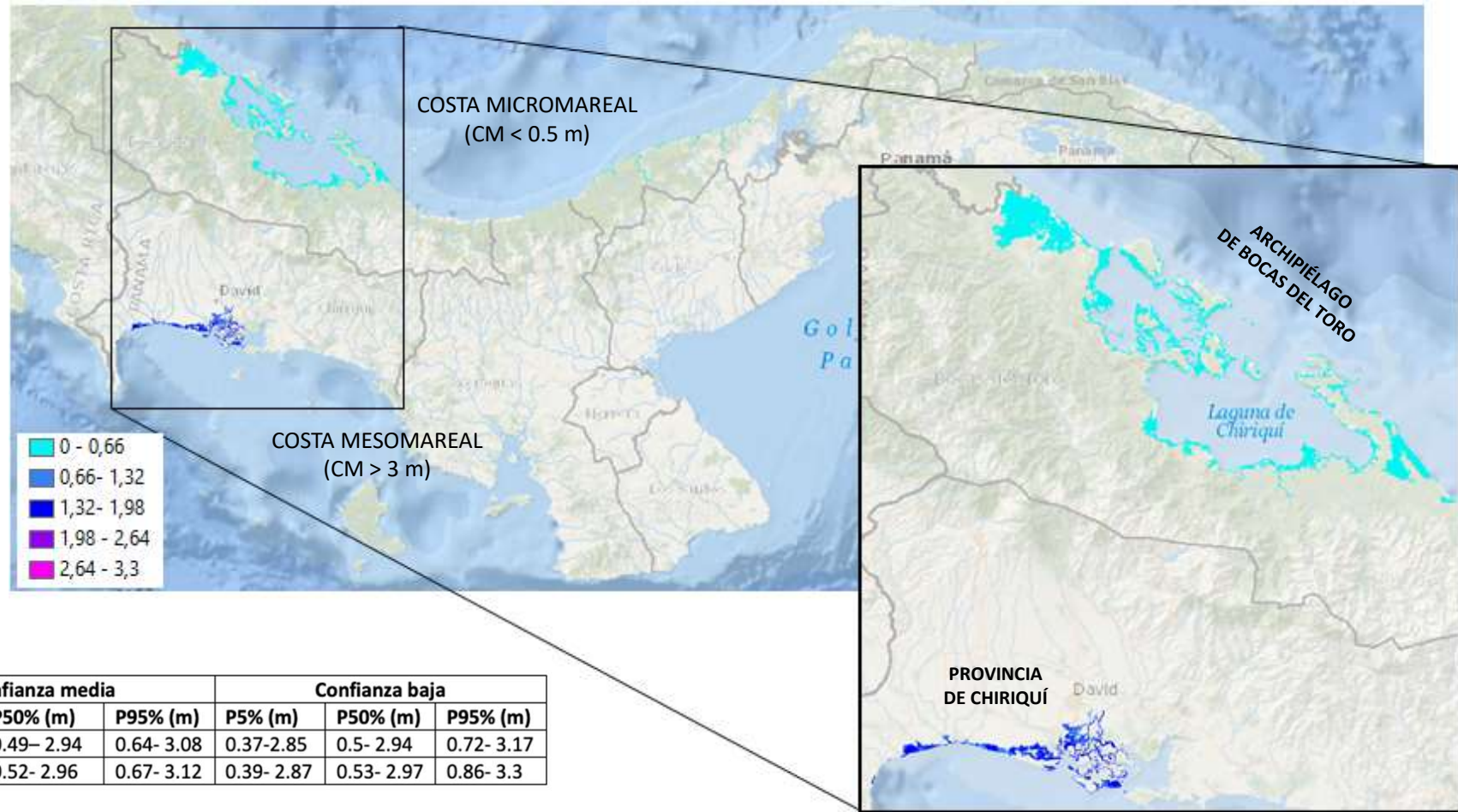


Limitaciones

- Características del terreno
- Pendiente de la playa y/o frente costero
- Precisión del Modelo Digital del Terreno

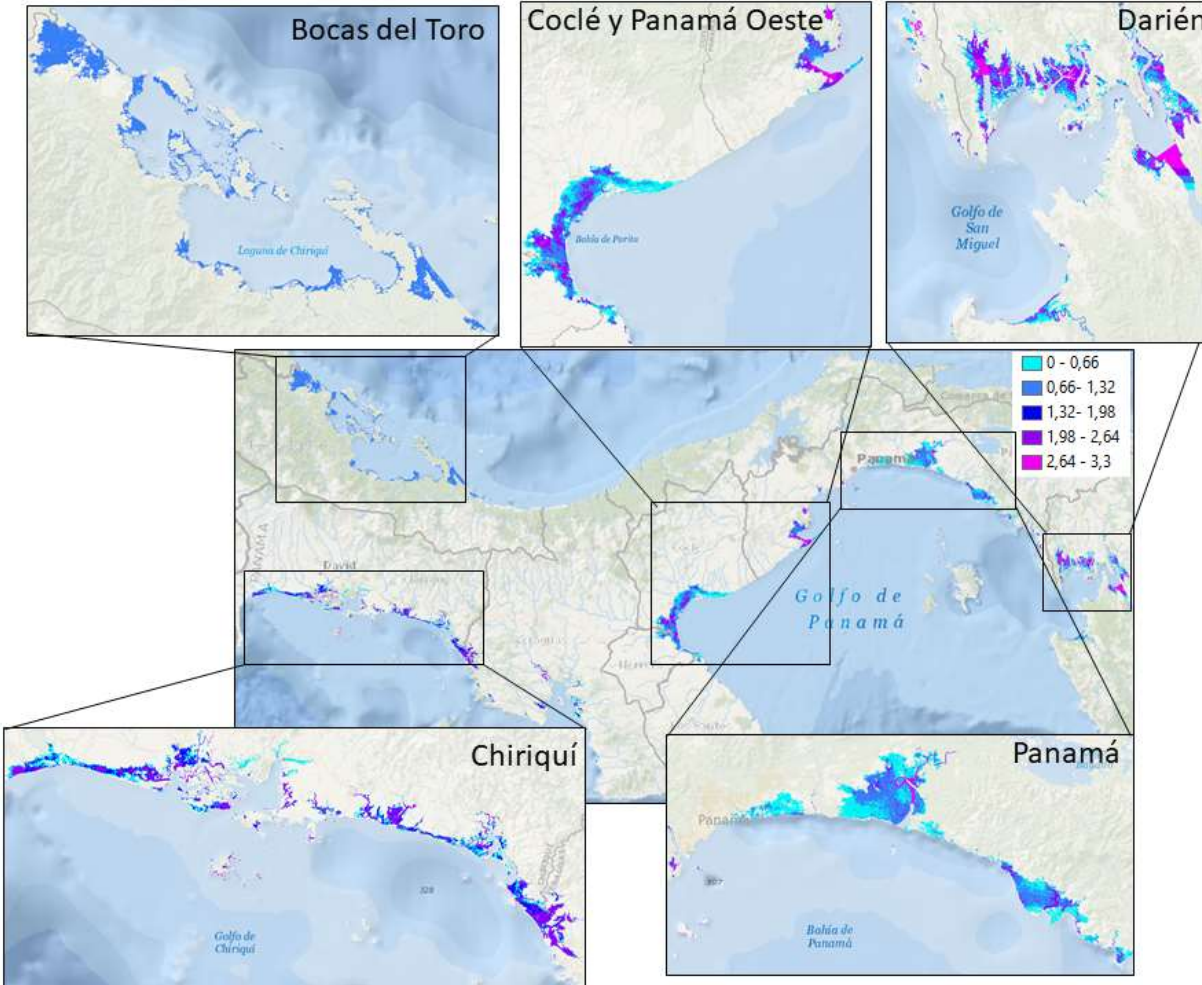
Cuanto mayor sea la precisión del MDT menor será la incertidumbre

Inundación permanente



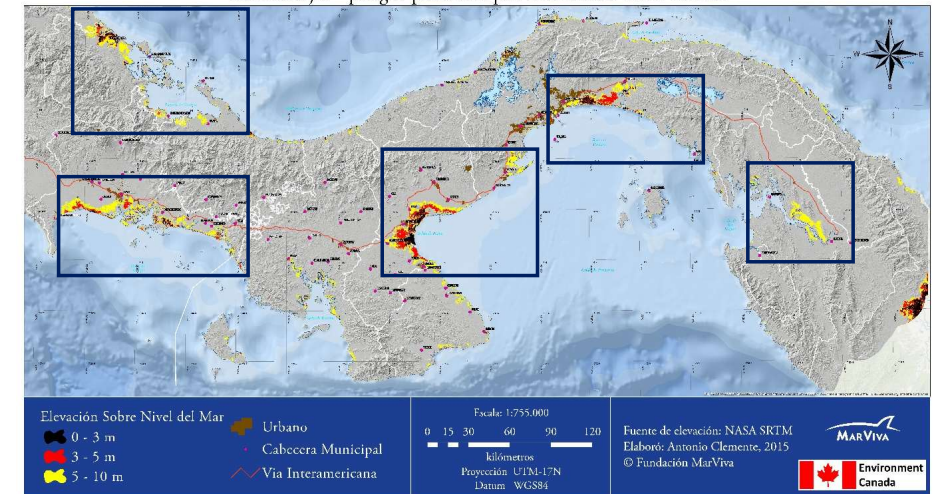
	Confianza media			Confianza baja		
	P5% (m)	P50% (m)	P95% (m)	P5% (m)	P50% (m)	P95% (m)
SSP2-4.5	0.37- 2.85	0.49- 2.94	0.64- 3.08	0.37-2.85	0.5- 2.94	0.72- 3.17
SSP5-8.5	0.39- 2.87	0.52- 2.96	0.67- 3.12	0.39- 2.87	0.53- 2.97	0.86- 3.3

Inundación permanente



MAPA DE SINAPROC DE ZONAS VULNERABLES

Tierras bajas - peligro potencial por ascenso del nivel del mar



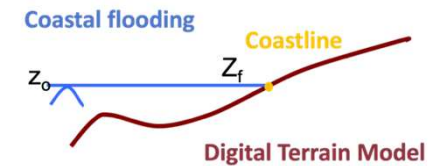
	Confianza media			Confianza baja		
	P5% (m)	P50% (m)	P95% (m)	P5% (m)	P50% (m)	P95% (m)
SSP2-4.5	0.37- 2.85	0.49- 2.94	0.64- 3.08	0.37-2.85	0.5- 2.94	0.72- 3.17
SSP5-8.5	0.39- 2.87	0.52- 2.96	0.67- 3.12	0.39- 2.87	0.53- 2.97	0.86- 3.3

Inundación permanente – Línea de costa

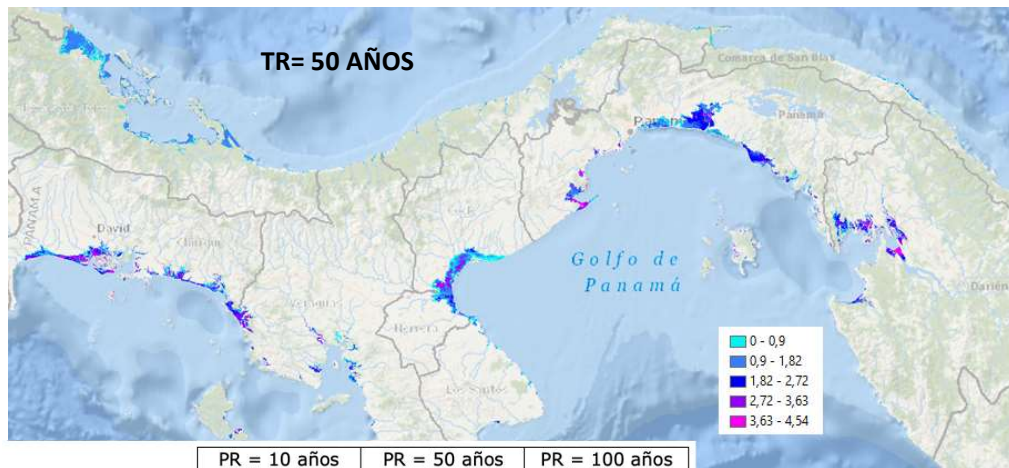
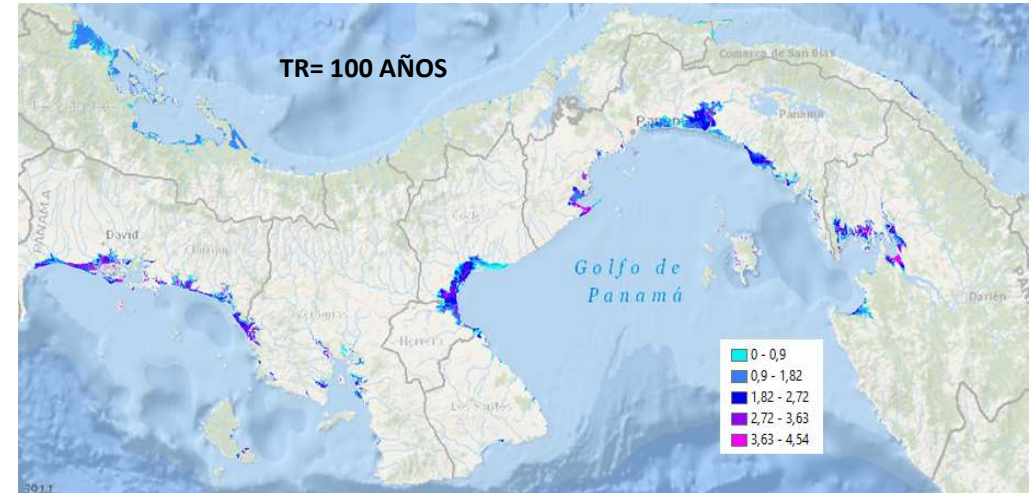
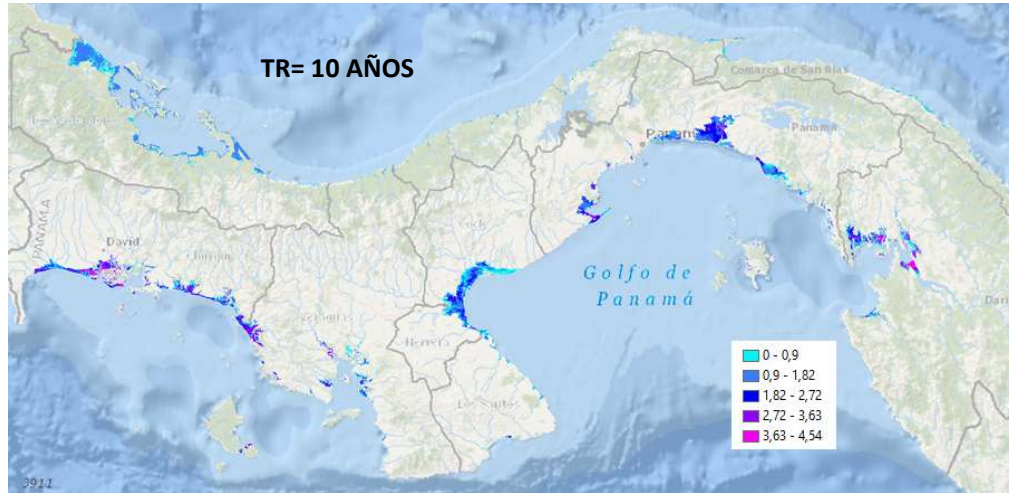


POSICIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA MEDIA EN 2050

- LC_permanente_his
- LC_permanente_2050_ssp245_med_p5
- LC_permanente_2050_ssp245_med_p50
- LC_permanente_2050_ssp245_med_p95
- LC_permanente_2050_ssp245_low_p5
- LC_permanente_2050_ssp245_low_p50
- LC_permanente_2050_ssp245_low_p95
- LC_permanente_2050_ssp585_med_p5
- LC_permanente_2050_ssp585_med_p50
- LC_permanente_2050_ssp585_med_p95
- LC_permanente_2050_ssp585_low_p5
- LC_permanente_2050_ssp585_low_p50
- LC_permanente_2050_ssp585_low_p95



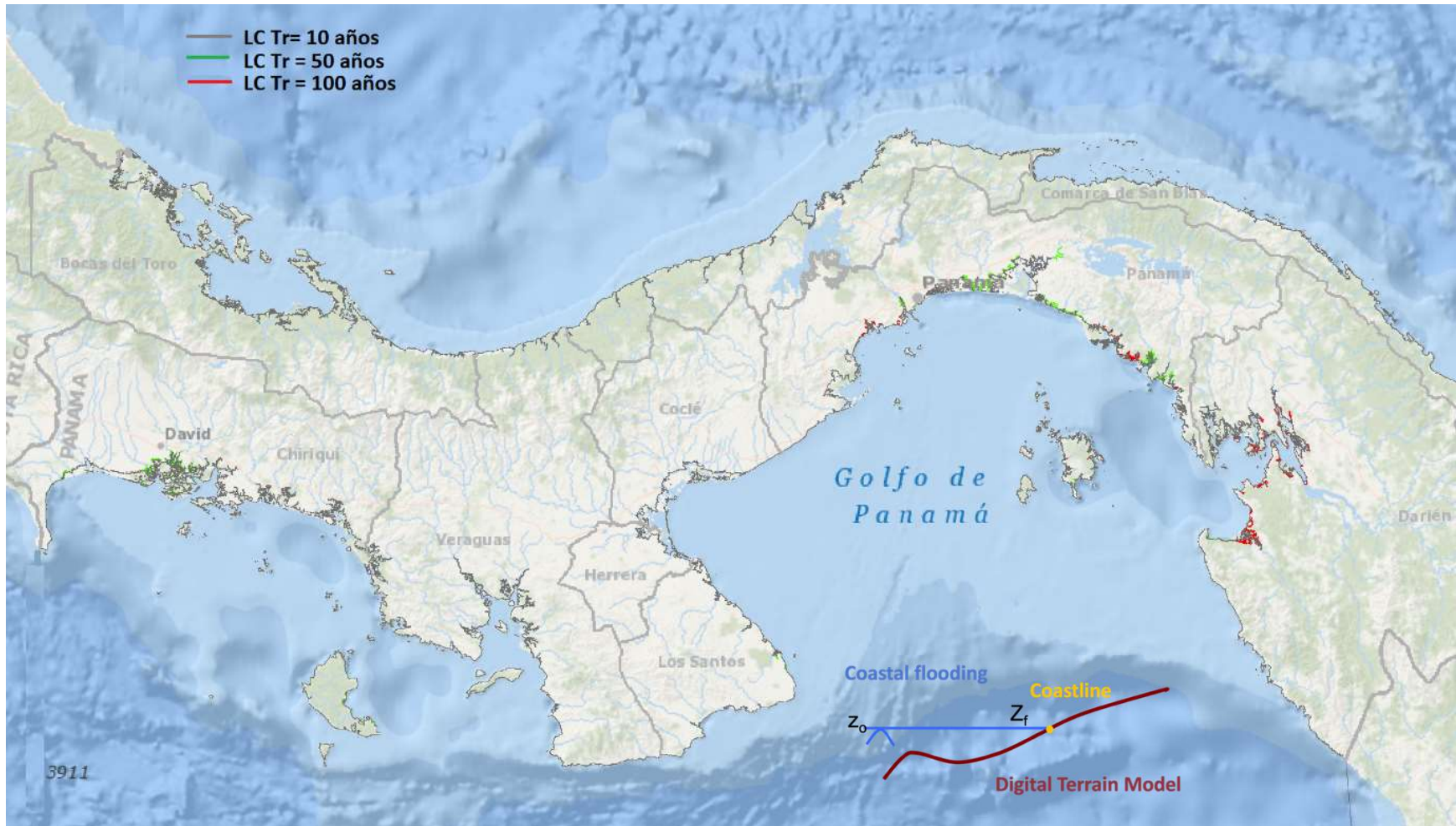
Inundación por eventos extremos de NAT - PRESENTE



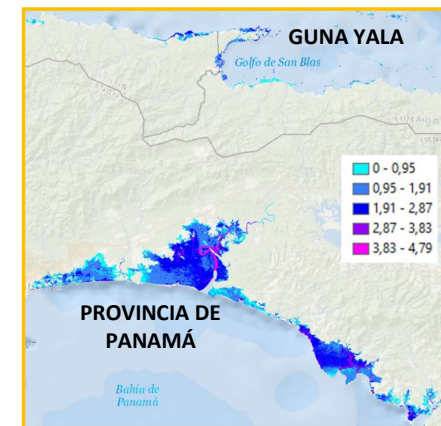
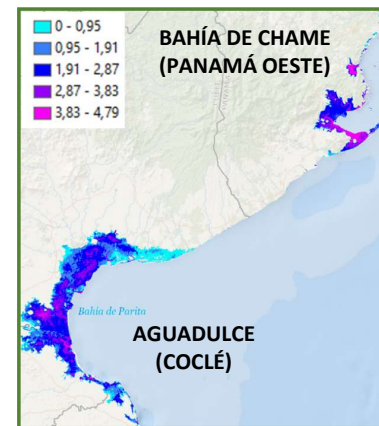
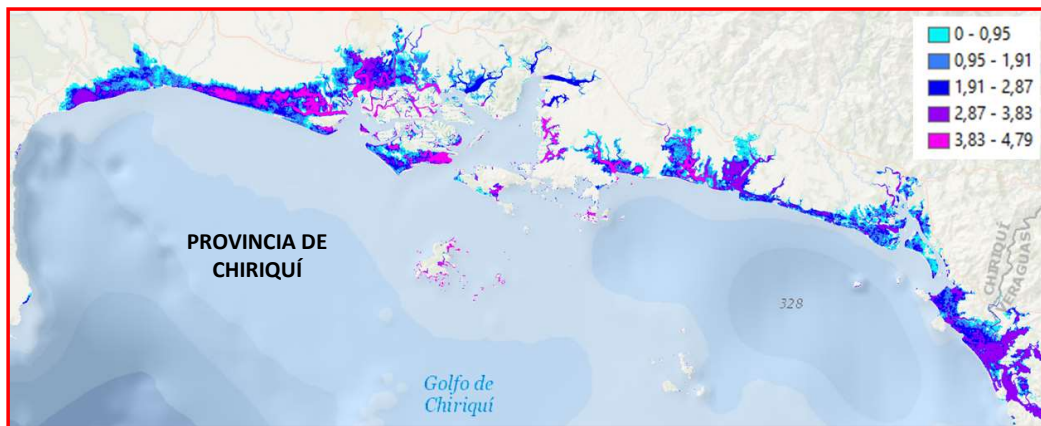
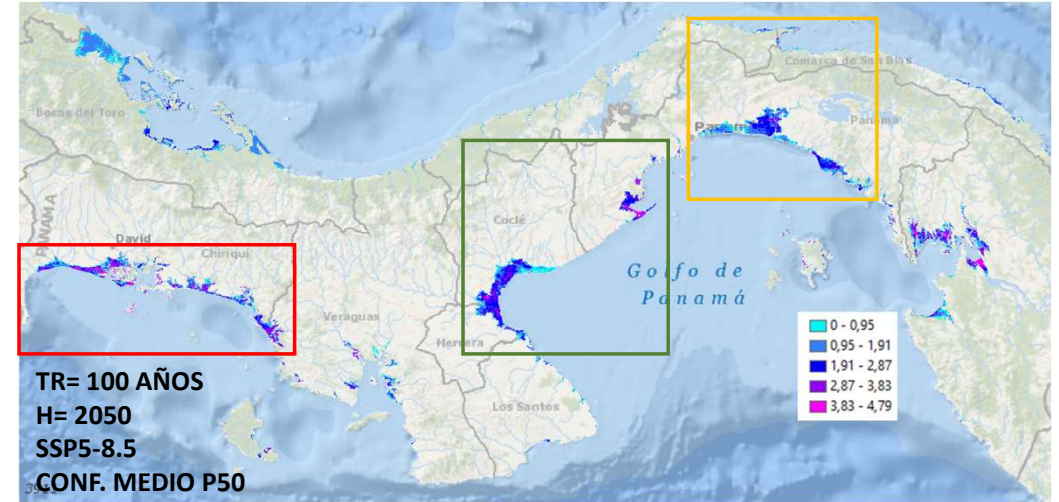
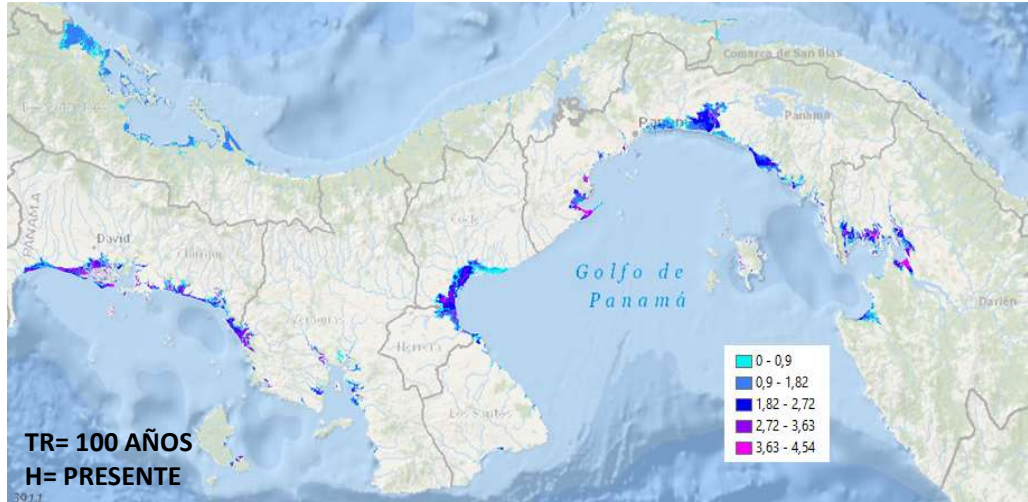
- **Provincia de Darién:** ciudad de La Palma y a la desembocadura del río Sambú (entre Garachiné y Taimati).
- **Provincia de Panamá:** manglares distrito de Chimán (este de Ciudad de Panamá y entre río Chico y río Chepo).
- **Provincia de Panamá Oeste:** bahía de Chame.
- **Provincia de Coclé:** bahía de Parita (distrito de Aguadulce).
- **Provincia de Veraguas:** zona de manglares río Vidal.
- **Provincia de Chiriquí:** toda la zona costera a excepción del distrito de Barú.
- **Costa Caribe:** Bocas del Toro (incluyendo la zona de manglares situada tanto al norte como al sur de este archipiélago) y El Porvenir (Guna Yala). También en algunas regiones costeras situadas al norte de la ciudad de Colón (provincia de Colón).

	PR = 10 años	PR = 50 años	PR = 100 años
NAT (m) Caribe	0.98- 1.73	1.12 - 2.03	1.18 - 2.15
NAT (m) Pacífico	2.48 - 4.39	2.61- 4.63	2.66 - 4.73

Inundación por eventos extremos de NAT – PRESENTE - LC

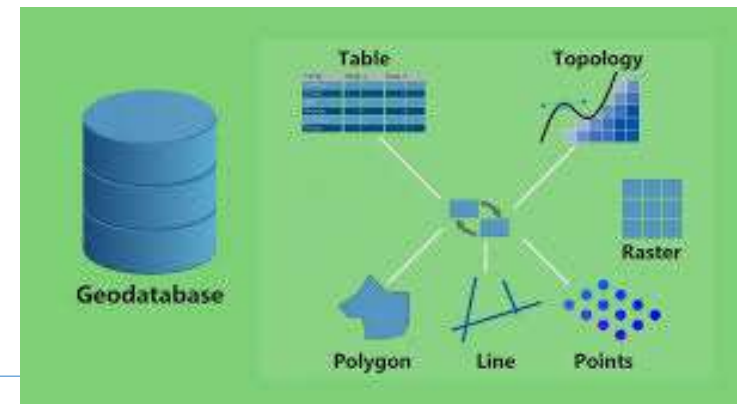
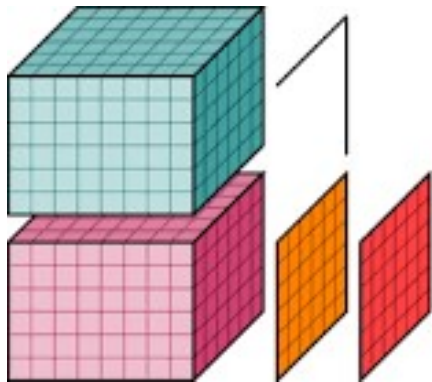


Inundación por eventos extremos de NAT - FUTURO

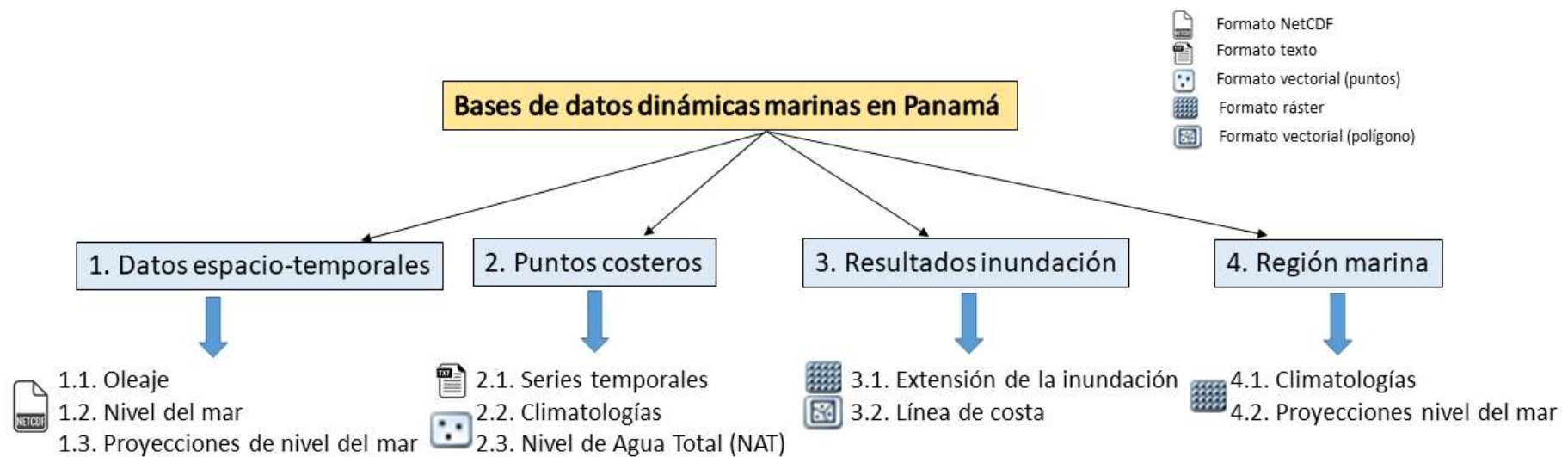




Formato y acceso a las bases de datos



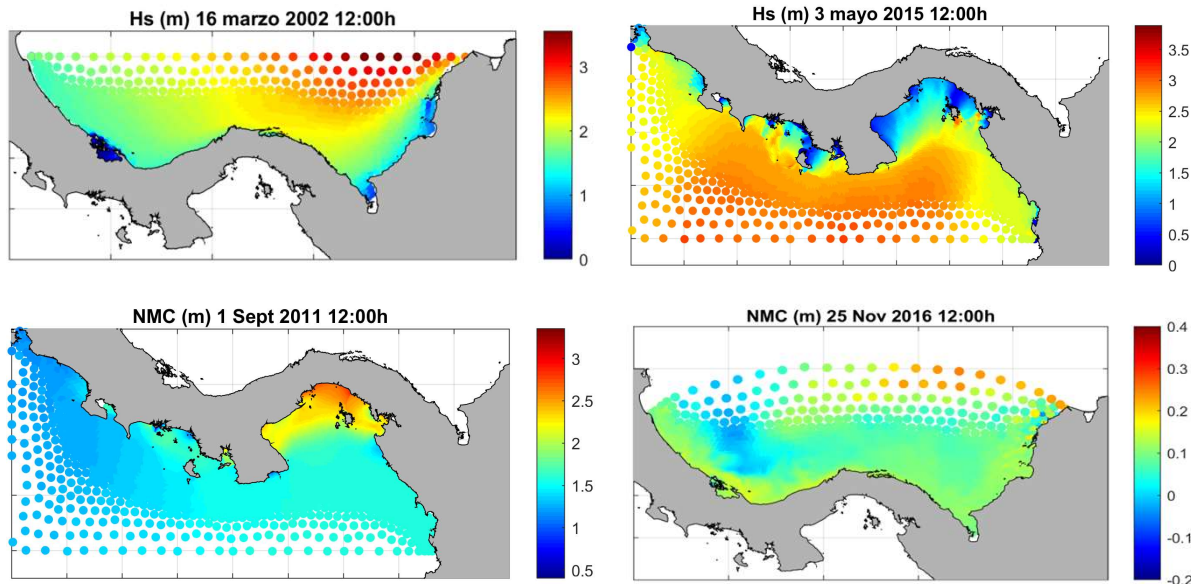
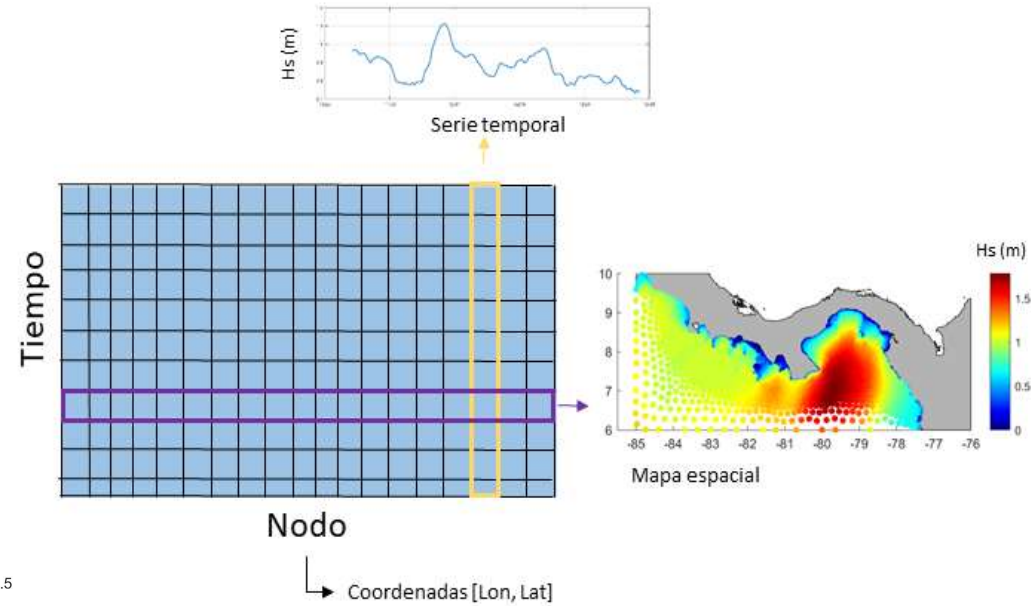
PRODUCTOS GENERADOS



1. Datos espacio-temporales

- Se almacenan los datos de salida de los modelos
- Formato NetCDF
- Archivos mensuales
- Datos horarios en cada nodo de la malla

- BBDD_PANAMA
 - NIVEL_CARIBE
 - RSL_PC_1993.01.nc
 - RSL_PC_1993.02.nc
 - ...
 - NIVEL_PACIFICO
 - RSL_PP_1993.01.nc
 - RSL_PP_1993.02.nc
 - ...
 - OLAS_CARIBE
 - ROW_PC_1993.01.nc
 - ROW_PC_1993.02.nc
 - ...
 - OLAS_PACIFICO
 - ROW_PP_1993.01.nc
 - ROW_PP_1993.02.nc
 - ...



Dinámica marina	Variable	Unidades
Oleaje	Altura de ola significativa (hs)	metros
	Periodo medio (tm02)	segundos
	Periodo de pico (tp)	segundos
	Dirección media del oleaje (dir)	grados
	Dirección del oleaje asociada al periodo de pico (pdir)	grados
Nivel del mar	Profundidad (z)	metros
	Elevación del nivel del mar (level)	metros

2. Puntos costeros

2.1. Series temporales

2.2. Climatologías.gdb

- Climatologias.gdb
 - dirmean
 - H99
 - Hmax
 - Hmean
 - MM99
 - MMmax
 - NMC_99
 - NMC_max
 - rango_marea
 - runup_99
 - runup_max
 - Tm99
 - Tmmax
 - Tmmean
 - Tp99
 - Tpmax
 - Tpmean



- NAT.gdb
 - Extremos
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr50_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr50_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr50_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr50_p95
 - NAT_extremos_historico_Tr10
 - NAT_extremos_historico_Tr100
 - NAT_extremos_historico_Tr50

2.3. NAT.gdb

- Permanente
 - NAT_permanente_2050_ssp245_low_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp245_low_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp245_low_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp585_low_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp585_low_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp585_low_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp585_med_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp585_med_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp585_med_p95
 - NAT_permanente_his

=====

DATOS DE PUNTO DE LAS DINÁMICAS MARINAS DE OLEAJE Y NIVEL DEL MAR

Esta base de datos se ha desarrollado en el marco del proyecto:
 "Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas para evaluar impactos y vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar"
 Financiado por:
 Centro y Red de Tecnología del Clima, CTCN
 Desarrollado por:
 Instituto de Hidráulica Ambiental, IH Cantabria

LISTADO DE PARAMETROS

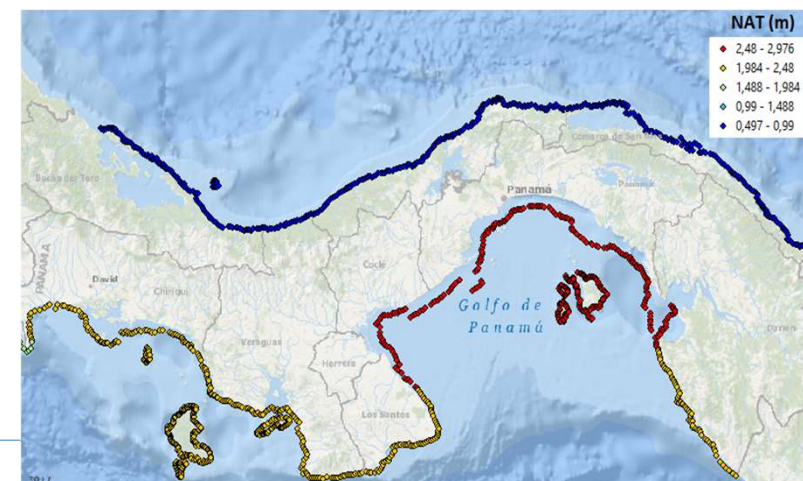
254208 valores de:

Fecha: UTC [año mes día hora]
 hs: altura de ola significativa (metros)
 tm02: periodo medio (segundos)
 tp: periodo de pico (segundos)
 dir: dirección media del oleaje (grados sexagesimales, desde el Norte, sentido horario)
 nivel: sobreelevación del nivel del mar por mareas astronómicas y meteorológica (metros)
 marea: sobreelevación del nivel del mar por mareas astronómicas (metros)
 * Convención de direcciones: Las direcciones indican de dónde viene el flujo

COORDENADAS

Lon=82.3653 °O
 Lat=9.44864 °N
 Profundidad=12.49 m

yyyy	mm	dd	hh	hs	tm02	tp	dir	nivel	marea
1993	1	1	0	1.089	6.372	7.358	29.772	-0.021	0.002
1993	1	1	1	1.074	6.349	7.358	29.868	-0.047	-0.015
1993	1	1	2	1.058	6.326	7.358	30.005	-0.064	-0.041
1993	1	1	3	1.042	6.301	7.358	30.152	-0.103	-0.07
1993	1	1	4	1.025	6.275	7.358	30.436	-0.111	-0.09
1993	1	1	5	1.007	6.247	7.358	30.741	-0.126	-0.095
1993	1	1	6	0.989	6.217	7.358	31.106	-0.099	-0.08
1993	1	1	7	0.97	6.186	7.358	31.518	-0.076	-0.048
1993	1	1	8	0.952	6.155	7.358	31.959	-0.026	-0.004
1993	1	1	9	0.934	6.127	7.358	32.406	0.014	0.043
1993	1	1	10	0.917	6.101	7.358	32.843	0.063	0.087
1993	1	1	11	0.901	6.078	7.358	33.257	0.094	0.122
1993	1	1	12	0.897	6.055	7.358	33.639	0.114	0.14
1993	1	1	13	0.874	6.025	7.358	33.975	0.113	0.139
1993	1	1	14	0.864	5.994	7.358	34.256	0.091	0.118
1993	1	1	15	0.855	5.936	7.358	34.489	0.059	0.083



2. Puntos costeros

2.1. Series temporales

=====

DATOS DE PUNTO DE LAS DINÁMICAS MARINAS DE OLEAJE Y NIVEL DEL MAR

=====

Esta base de datos se ha desarrollado en el marco del proyecto:

"Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas para evaluar impactos y vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar"

Financiado por:

Centro y Red de Tecnología del Clima, CTCN

Desarrollado por:

Instituto de Hidráulica Ambiental, IHCantabria

LISTADO DE PARAMETROS

254208 valores de:

Fecha: UTC [año mes día hora]

hs: altura de ola significativa (metros)

tm02: periodo medio (segundos)

tp: periodo de pico (segundos)

dir: dirección media del oleaje (grados sexagesimales, desde el Norte, sentido horario)

nivel: sobreelevación del nivel del mar por marea astronómica y meteorológica (metros)

marea: sobreelevación del nivel del mar por marea astronómica (metros)

* Convención de direcciones: Las direcciones indican de dónde viene el flujo

COORDENADAS

Lon=82.3653 °O

Lat=9.44864 °N

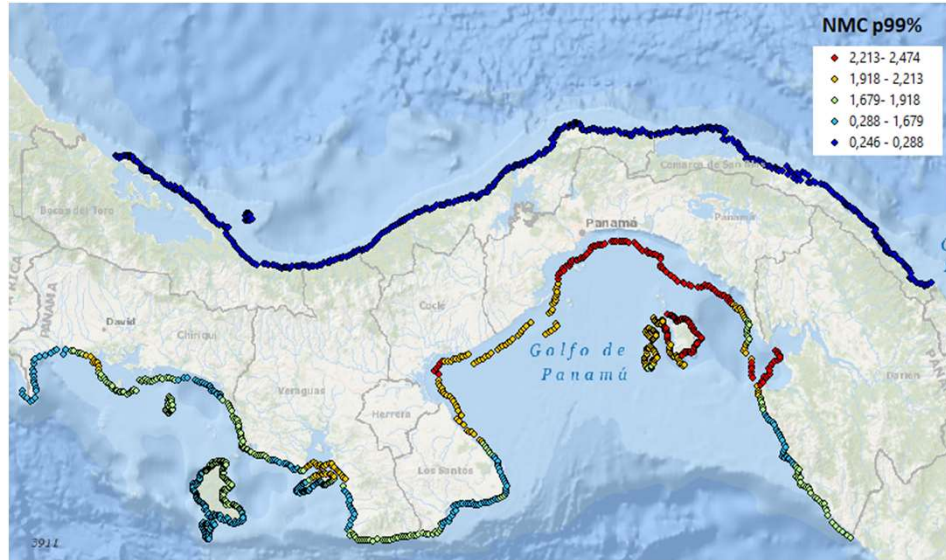
Profundidad=12.49 m

yyyy	mm	dd	hh	hs	tm02	tp	dir	nivel	marea	
1993	1	1	0	1.089	6.372	7.358	29.772	-0.021	0.002	
1993	1	1	1	1.074	6.349	7.358	29.868	-0.047	-0.015	
1993	1	1	2	1.058	6.326	7.358	30.005	-0.064	-0.041	
1993	1	1	3	1.042	6.301	7.358	30.192	-0.103	-0.07	
1993	1	1	4	1.025	6.275	7.358	30.436	-0.111	-0.09	
1993	1	1	5	1.007	6.247	7.358	30.741	-0.126	-0.095	
1993	1	1	6	0.989	6.217	7.358	31.106	-0.099	-0.08	
1993	1	1	7	0.97	6.186	7.358	31.518	-0.076	-0.048	
1993	1	1	8	0.952	6.155	7.358	31.959	-0.026	-0.004	
1993	1	1	9	0.934	6.127	7.358	32.406	0.014	0.043	
1993	1	1	10	0.917	6.101	7.358	32.843	0.063	0.087	
1993	1	1	11	0.901	6.078	7.358	33.257	0.091	0.122	
1993	1	1	12	0.887	6.055	7.358	33.639	0.114	0.14	
1993	1	1	13	0.874	6.025	7.358	33.975	0.113	0.139	
1993	1	1	14	0.864	5.984	7.358	34.256	0.091	0.118	
1993	1	1	15	0.855	5.936	7.358	34.489	0.059	0.083	

2. Puntos costeros

2.2. Climatologías.gdb

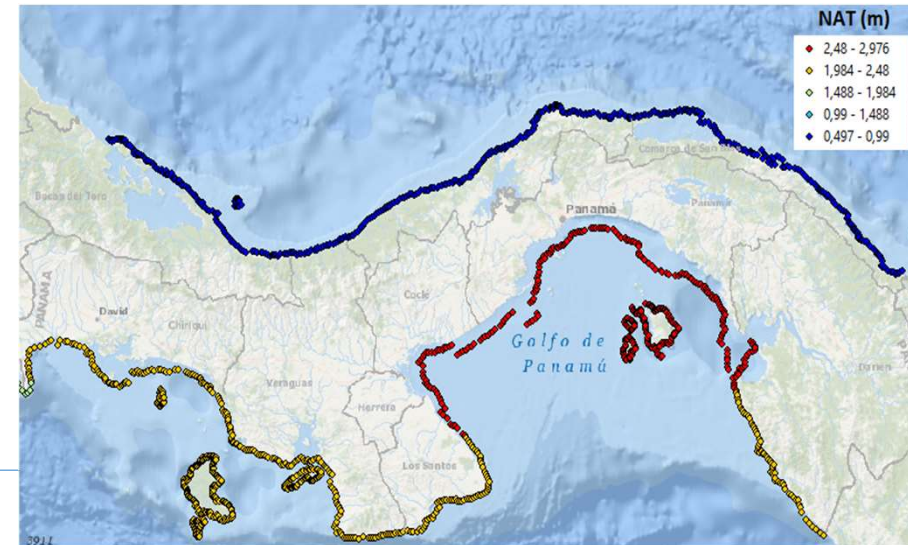
- Climatologias.gdb
 - dirmean
 - H99
 - Hmax
 - Hmean
 - MM99
 - MMmax
 - NMC_99
 - NMC_max
 - rango_marea
 - runup_99
 - runup_max
 - Tm99
 - Tmmax
 - Tmmean
 - Tp99
 - Tpmax



- NAT.gdb
 - Extremos
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_low_Tr50_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp245_med_Tr50_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_low_Tr50_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr10_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr10_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr10_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr100_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr100_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr100_p95
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr50_p5
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr50_p50
 - NAT_extremos_2050_ssp585_med_Tr50_p95
 - NAT_extremos_historico_Tr10
 - NAT_extremos_historico_Tr100
 - NAT_extremos_historico_Tr50

2.3. NAT.gdb

- Permanente
 - NAT_permanente_2050_ssp245_low_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp245_low_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp245_low_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp585_low_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp585_low_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp585_low_p95
 - NAT_permanente_2050_ssp585_med_p5
 - NAT_permanente_2050_ssp585_med_p50
 - NAT_permanente_2050_ssp585_med_p95
 - NAT_permanente_his

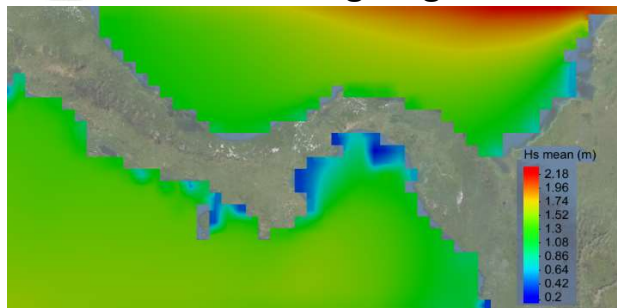


3. Resultados de inundación:

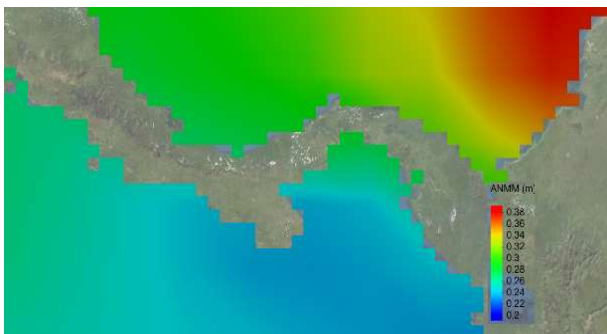
- 3.1. Extensión de la inundación
- 3.2. Polígono de la línea de costa

4. Región marina

- 4.1. Climatologías.gdb



- 4.2. ANMM.gdb

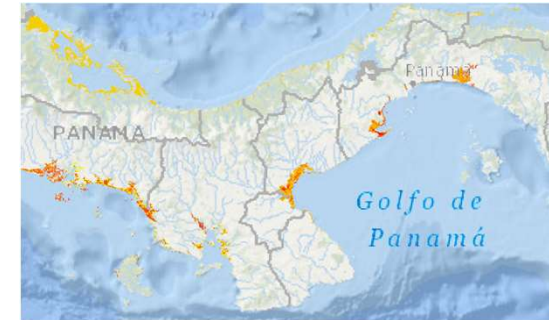


- [-] Resultadosdelinundacion
 - [+] Inundacion_Extremos.gdb
 - [+] Inundacion_Permanente.gdb

- [-] Climatologias.gdb
 - [+] dirmean
 - [+] hs99
 - [+] hsmean
 - [+] nmc99
 - [+] pmve
 - [+] tm99
 - [+] tmmean
 - [+] tp99
 - [+] tpmean

- [-] ANMM.gdb
 - [+] ANMM_ssp245_low_p5
 - [+] ANMM_ssp245_low_p50
 - [+] ANMM_ssp245_low_p95
 - [+] ANMM_ssp245_med_p5
 - [+] ANMM_ssp245_med_p50
 - [+] ANMM_ssp245_med_p95
 - [+] ANMM_ssp585_low_p5
 - [+] ANMM_ssp585_low_p50
 - [+] ANMM_ssp585_low_p95
 - [+] ANMM_ssp585_med_p5
 - [+] ANMM_ssp585_med_p50
 - [+] ANMM_ssp585_med_p95

- [-] Inundacion_Permanente.gdb
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_low_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_low_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_low_p95
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_med_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_med_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_low_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_low_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_low_p95
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_med_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_med_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_med_p95
 - [+] Inundacion_permanente_his
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_low_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_low_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_low_p95
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_med_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_med_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_low_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_low_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_low_p95
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_med_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_med_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_med_p95
 - [+] LC_permanente_his



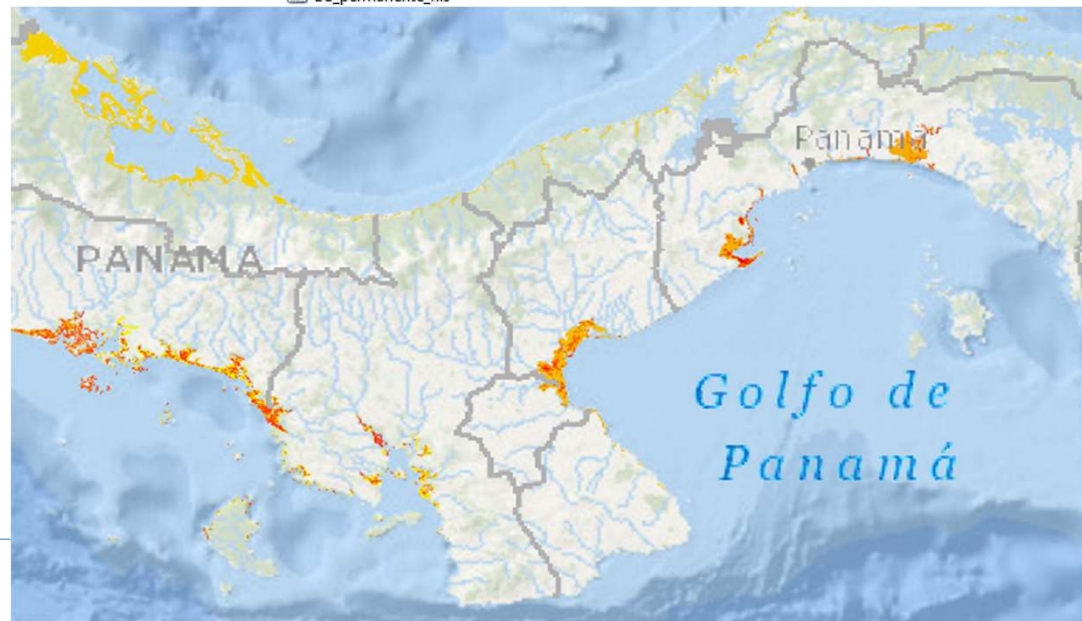
3. Resultados de inundación:

3.1. Extensión de la inundación

3.2. Polígono de la línea de costa

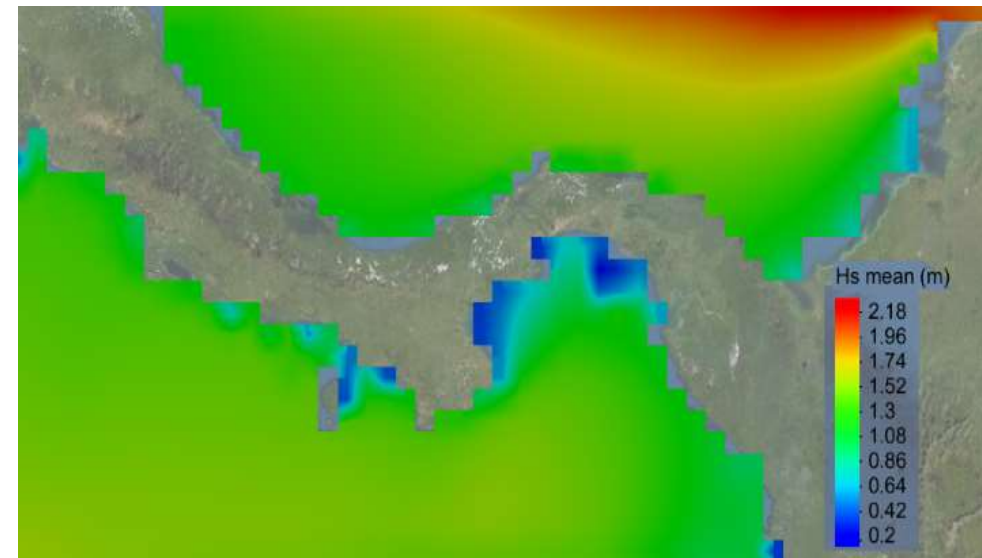
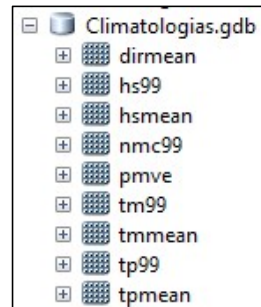
- [-] Resultadosdelinundacion
 - [+] Inundacion_Extremos.gdb
 - [+] Inundacion_Permanente.gdb

- [-] Inundacion_Permanente.gdb
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_low_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_low_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_low_p95
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_med_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_med_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_low_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_low_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_low_p95
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_med_p5
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_med_p50
 - [+] Inundacion_permanente_2050_ssp585_med_p95
 - [+] Inundacion_permanente_his
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_low_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_low_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_low_p95
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_med_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_med_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp245_med_p95
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_low_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_low_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_low_p95
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_med_p5
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_med_p50
 - [+] LC_permanente_2050_ssp585_med_p95
 - [+] LC_permanente_his

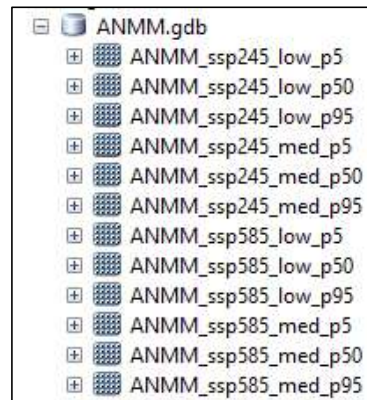


4. Región marina

4.1. Climatologías.gdb



4.2. ANMM.gdb



Metadatos

NetCDF: Climate and Forecast (CF) Metadata Convention

GBD: Perfil Latinoamericano de Metadatos (LAMP) v2 → ISO 19115-1:2014.

Contenta Preview Description

Print Edit Import



Nivel de Agua Total
Tags
Nivel de Agua Total, Total Water Level

Summary
Estos datos se han desarrollado en el marco del proyecto "Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas que permita evaluar el impacto del Cambio Climático, principalmente por el aumento del nivel del mar", financiado por el Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN, por sus siglas en inglés) y desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria, España) en colaboración con el Ministerio de Ambiente de Panamá. El objetivo principal de dicho proyecto es fomentar el aumento de la resiliencia presente y futura de las zonas costeras de Panamá frente a eventos extremos y al cambio climático (concretamente, al aumento del nivel medio del mar), mediante la generación de bases de datos de las dinámicas marinas de oleaje y nivel del mar, con cobertura nacional sobre todas las regiones costeras de Panamá.

Description
El presente producto consiste en datos geo-espaciales con información sobre el Nivel del Agua Total (NAT o TWL, de Total Water Level en inglés) en 1464 puntos a lo largo de la costa de Panamá. El NAT es un índice que se utiliza como dato de entrada en los modelos de inundación costera. Los valores de NAT que se proporcionan describen 52 situaciones con potencial impacto de inundación, que incluyen, tanto las condiciones climáticas mteo-océánicas extremas que dan lugar a temporales, como el efecto a futuro del aumento del nivel medio el mar. Los datos de NAT se estructuran en:
- NAT para evaluar 'inundación permanente': niveles del agua asociados a situaciones de pleamar de la marea astronómica y variaciones de nivel medio del mar (se consideran distintos escenarios de cambio climático para el periodo horizonte 2050).
- NAT para evaluar 'inundación ante eventos extremos': niveles del agua asociados a condiciones extremas en las dinámicas de oleaje y nivel del mar a partir de información histórica combinado con el aumento del nivel medio del mar, para el horizonte 2050 y distintos escenarios de evolución del cambio climático.

Credits
Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)
https://ihcantabria.com/

Use limitations
There are no access and use limitations for this item.

Extent
West 287466,529100 East 896168,084400
North 1066120,260400 South 795193,985300

Scale Range
Maximum (zoomed in) 1:500,000
Minimum (zoomed out) 1:20,000,000

Page 1 of 7

Nivel de Agua Total permanente en el horizonte 2050, con un aumento en el nivel medio del mar (ANMM) correspondiente al percentil del 5% del ensemble multi-modelo, un nivel de confianza bajo y para el escenario SSP2-4.5.

File Geodatabase Feature Class

Thumbnail Not Available

Tags
pleamar maxima viva equinoctial, aumento nivel medio del mar, proyecciones

Summary
Nivel de Agua Total permanente 2050, SSP2-4.5, nivel confianza bajo, percentil 5%

Description
El Nivel de Agua Total permanente en el horizonte 2050 bajo el escenario SSP2-4.5, se ha calculado como la suma de la pleamar máxima viva equinoctial más el aumento en el nivel medio del mar (ANMM). Este ANMM equivale al valor del percentil del 5% del ensemble multi-modelo obtenido para un nivel de confianza bajo, el escenario SSP2-4.5 y el horizonte 2050.

Credits
Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)
https://ihcantabria.com/

Use limitations
There are no access and use limitations for this item.

Extent
West 287466.529100 East 896168.084400
North 1066120.260400 South 795193.985300

Scale Range
Maximum (zoomed in) 1:500,000
Minimum (zoomed out) 1:20,000,000

ArcGIS Metadata

Topics and Keywords
* CONTENT TYPE Downloadable Data
* PROCESSING ENVIRONMENT Version 6.2 (Build 9200) ; Esri ArcGIS 10.7.1.11595
* CREDITS Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)

Hide Topics and Keywords

Citation
TITLE Nivel de Agua Total permanente en el horizonte 2050, con un aumento en el nivel medio del mar (ANMM) correspondiente al percentil del 5% del ensemble multi-modelo, un nivel de confianza bajo y para el escenario SSP2-4.5.
CREATED DATE 2022-09-15 00:00:00
PRESENTATION FORMATS digital map
FIDUC GEOGRAPHICAL PRESENTATION FORMATS vector digital data
Hide Citation

Citation Contacts

RESPONSIBLE PARTY
INDIVIDUAL'S NAME Sheila Abad Herrero
ORGANIZATION'S NAME Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)
CONTACT'S POSITION Tecnóloga
CONTACT'S ROLE point of contact

RESPONSIBLE PARTY
INDIVIDUAL'S NAME Marta Ramírez Pérez
ORGANIZATION'S NAME Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)
CONTACT'S POSITION Tecnóloga
CONTACT'S ROLE point of contact

RESPONSIBLE PARTY
INDIVIDUAL'S NAME Íligo J. Losada Rodríguez
ORGANIZATION'S NAME Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)
CONTACT'S POSITION Responsable del Grupo de Clima Marino y Cambio Climático
CONTACT'S ROLE principal investigator

RESPONSIBLE PARTY
INDIVIDUAL'S NAME Melisa Menéndez
ORGANIZATION'S NAME Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)
CONTACT'S POSITION Investigadora
CONTACT'S ROLE point of contact
Hide Citation Contacts

Resource Details

DATASET LANGUAGES Spanish; Castilian (SPAIN)
DATASET CHARACTER SET utf8 - 8 bit UCS Transfer Format
SPATIAL REPRESENTATION TYPE vector
SPATIAL RESOLUTION
GROUND SAMPLE DISTANCE
PRECISION OF SPATIAL DATA 2000 m (meter)
* PROCESSING ENVIRONMENT Version 6.2 (Build 9200) ; Esri ArcGIS 10.7.1.11595
* CREDITS Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)

File "RSL_PP_1993.03.nc"

File type: Hierarchical Data Format, version 5

```

netcdf file:/H:/BBDD_PANAMA/NIVEL_PACIFICO/RSL_ERAS_PP_1993.03.nc {
  dimensions:
    nvert = 17952;
    time = 744;
    ncell = 34190;
    numVert = 3;
  variables:
    double longitude(nvert=17952);
      :long_name = "longitude";
      :units = "degrees_east";
      :axis = "X";
      :_FillValue = NaN; // double
      :standard_name = "longitude";

    double latitude(nvert=17952);
      :long_name = "latitude";
      :units = "degrees_north";
      :axis = "Y";
      :_FillValue = NaN; // double
      :standard_name = "latitude";

    double z(nvert=17952);
      :long_name = "model depth";
      :positive = "down";
      :source = "GEBCO (2021) + batimetria proyecto \"Evaluación de las ecorregiones marinas en Mesoamérica\"";
      :units = "m";
      :_FillValue = NaN; // double
      :standard_name = "depth";

    double time(time=744);
      :_FillValue = NaN; // double
      :standard_name = "time";
      :long_name = "time instant";
      :units = "days since 1990-01-01T00:00:00Z";
      :calendar = "standard";
      :conventions = "relative julian days with decimal part (as part of the day)";
      :axis = "T";

    double tri(ncell=34190, numVert=3);
      :_FillValue = NaN; // double
      :standard_name = "vertices_pos";
      :long_name = "position of the vertices associated to each cell";

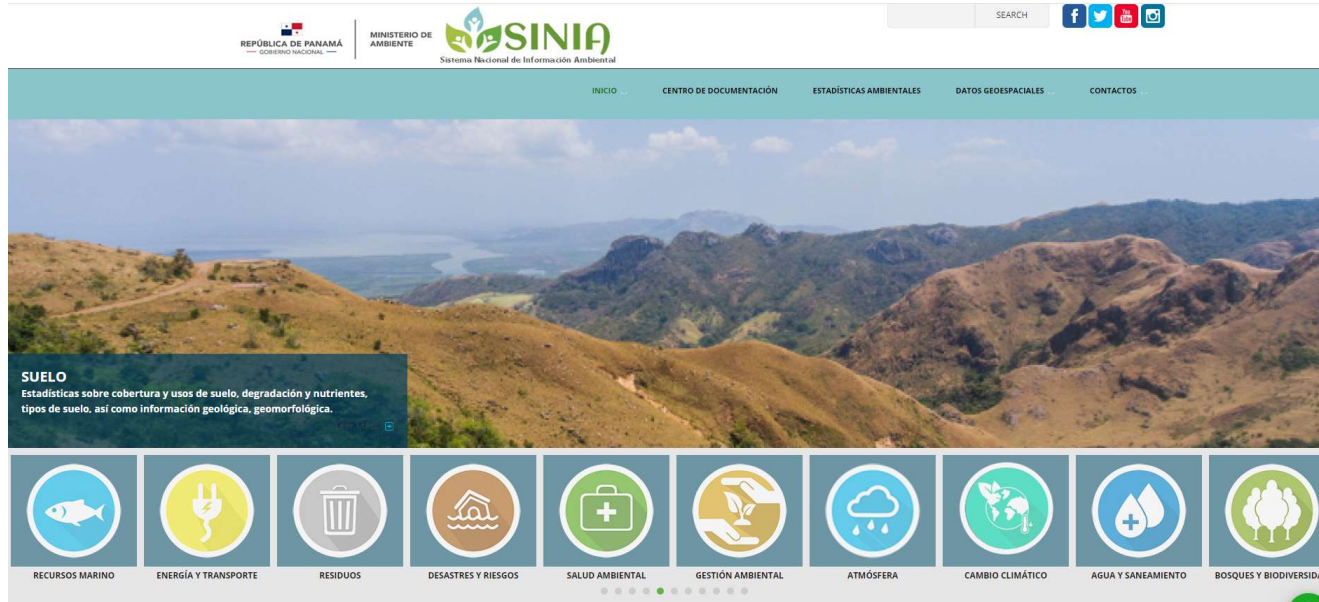
    float level(nvert=17952, time=744);
      :long_name = "sea surface height above mean sea level";
      :standard_name = "sea_surface_height_above_mean_sea_level";
      :globewave_name = "still_water_level_including_astronomical_and_meteorological_tide";
      :units = "m";
      :reference_level = "Mean sea level";

  // global attributes:
  :title = "Hindcast de nivel del mar, costa Pacifico de Panamá";
  :summary = "Base de datos de nivel del mar compuesto (incluye la marea astronómica y la meteorológica";
  :keywords = "nivel del mar, marea astronómica, marea meteorológica, Panamá Pacifico";
  :source = "Modelo numérico ADCIRC, utilizando como forzamiento el reanálisis de ERA5 y como condición";
  :institution = "Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria (IH Cantabria), España";
  :date_created = "19 de Septiembre 2022";
  :project = "Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas para evalua";
  :conventions = "CF conventions 1.3";
}

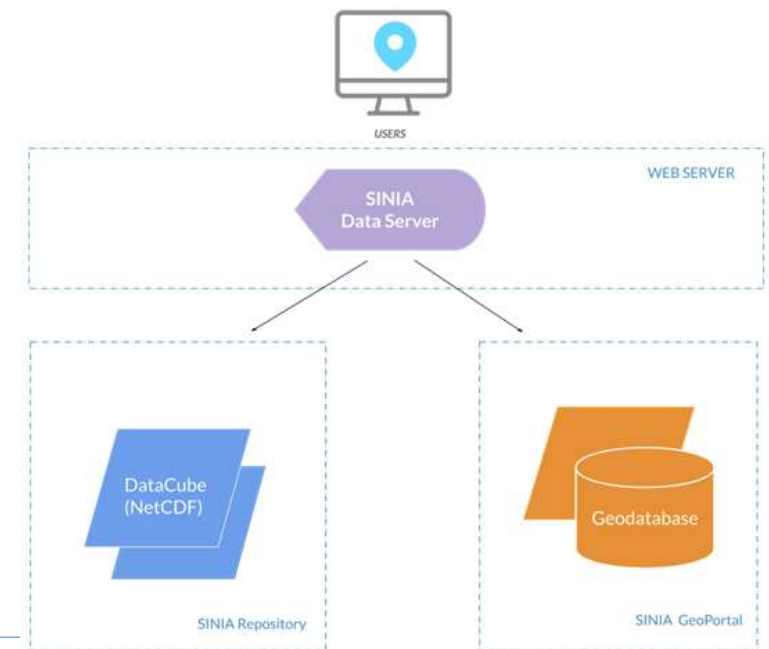
```



Acceso a los datos



- Los datos GIS estarán disponibles para visualización y descarga través del Geoportal de SINIA.
- Falta concretar el acceso a los datos espacio-temporales (ficheros NetCDF).



Principales aplicaciones de la base de dato generada

- Análisis de riesgos
- Diseño de medidas de adaptación
- Intervenciones costeras (regeneración de playas, diseño de espigones, obras de protección, etc.)
- Diseño y mantenimiento de infraestructuras portuarias
- Análisis y optimización de operaciones portuarias
- Sistemas operacionales: alerta temprana, explotación de puertos, acceso al canal, análisis de vertidos accidentales....
- Evaluación de servicios ecosistémicos de protección
- Diseño de medidas basadas en ecosistemas
- Otras



Fuente: <https://puerto-vacamonte-panama.es.tl/>



Fuente: <https://www.miambiente.gob.pa/>



Fuente: <https://elfarodelcanal.com/>



Fuente: <http://tramaingenieros.es/>



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

¿PREGUNTAS, COMENTARIOS...?

