



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

# EL RIESGO DE INUNDACIÓN DE LA REGIÓN CAPITAL: LA PLATA, BERISSO Y ENSENADA

## Caracterización de la variación de la altura del agua y análisis de eventos extremos en el Río de la Plata interior

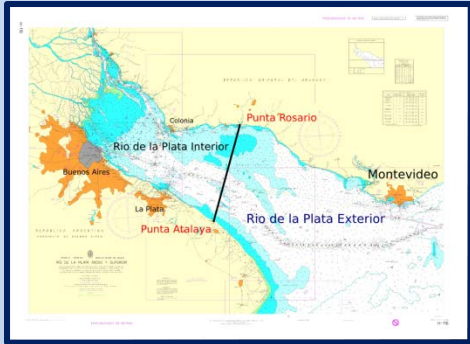
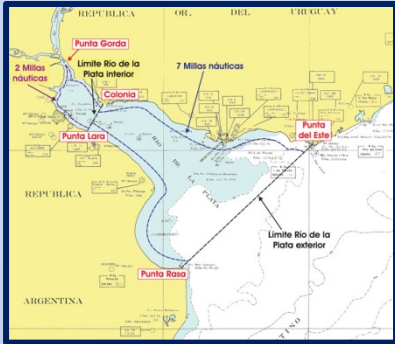


FERNANDO A. OREIRO  
MONICA M. E. FIORE  
ENRIQUE E. D'ONOFRIO

Sección Mareas  
Departamento Oceanografía  
Servicio de Hidrografía Naval  
Ministerio de Defensa



# Río de la Plata interior



**Buenos Aires**

**La Plata**

Alturas horarias

Pleamares máximas anuales

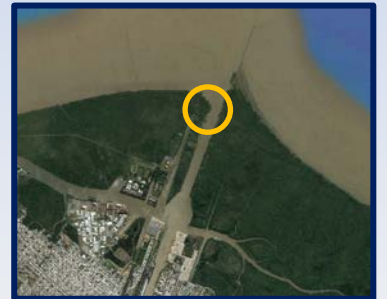
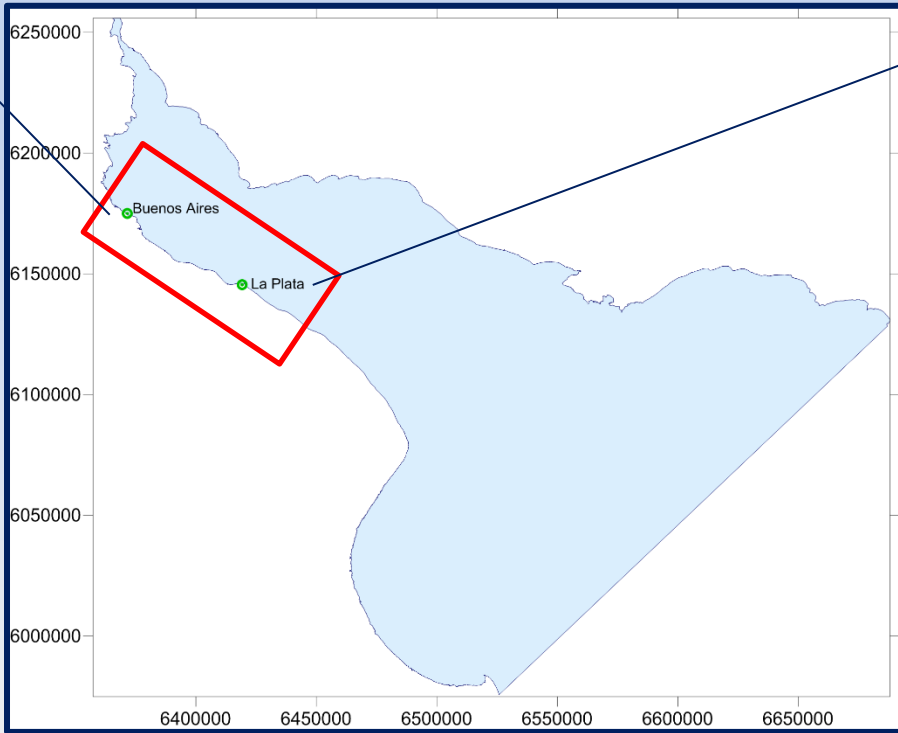
Alturas horarias

Pleamares máximas anuales

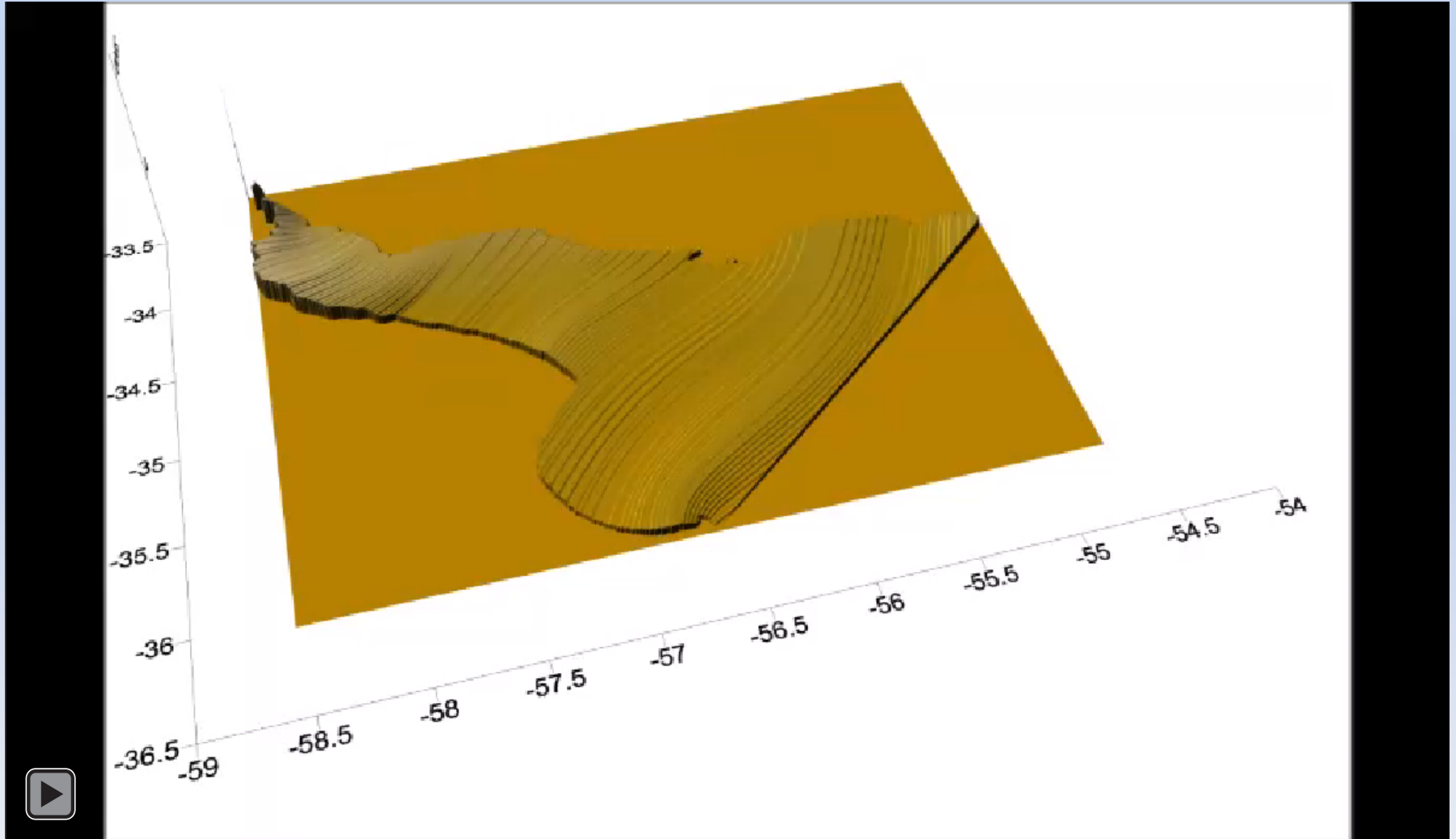
**1903 – 2017**

**2004  
2017**

**1916  
2017**



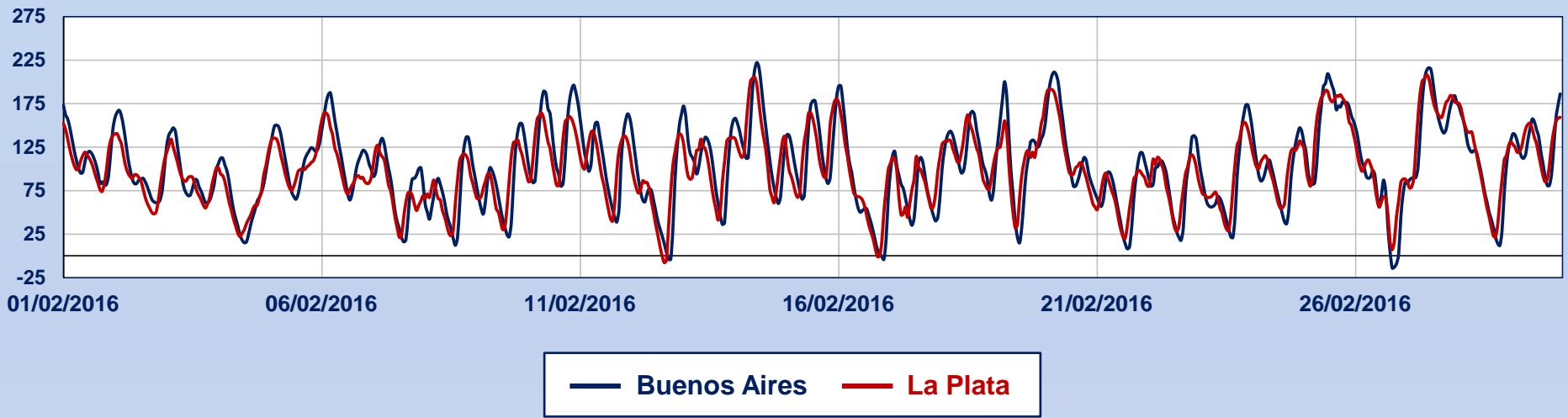
## Modelo empírico de altura del agua



# Coincidencia de la altura del agua entre La Plata y Buenos Aires

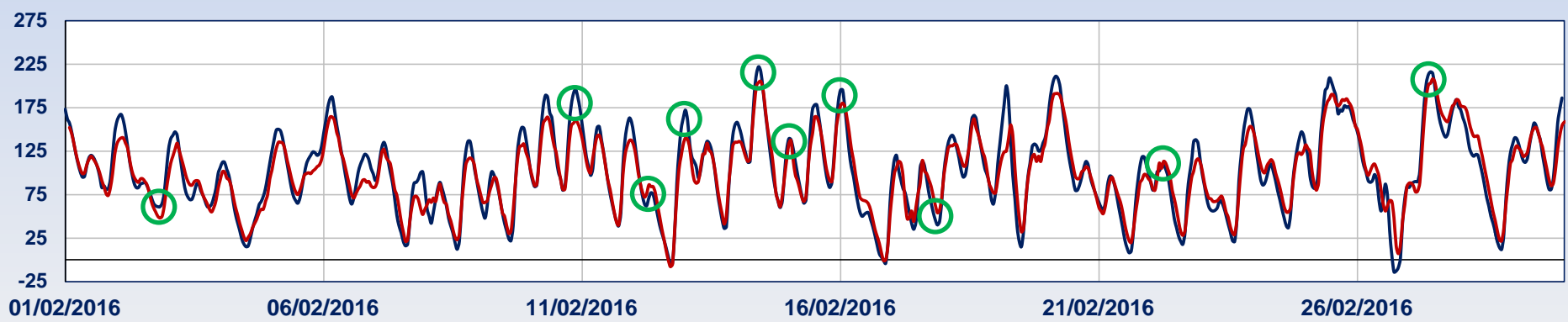
cm

Altura observada (tiempo original)



cm

Altura observada ( $\Delta t$  2 horas)



## Coincidencia de la altura del agua entre La Plata y Buenos Aires

**La Plata**

**91 cm**

**-132 cm**

**336 cm**

**01/2004 – 09/2017**

**Promedio**

**Mínimo**

**Máximo**

**Buenos Aires**

**92 cm**

**-151 cm**

**359 cm**

**Promedio de las diferencias ( $\Delta t$  2 horas)**

**1 cm**

**Desvío estándar de las diferencias ( $\Delta t$  2 horas)**

**17 cm**

## Caracterización de la variación de la altura del agua

### Componente astronómica

Marea (Tierra-Luna-Sol)

Predecible con años de antelación

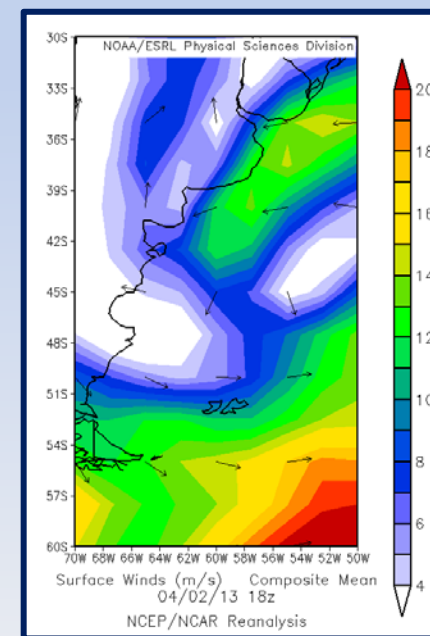


<https://i0.wp.com/maticascercanas.com/wp-content/uploads/2014/03/tierra.jpg?resize=676%2C449&ssl=1>

### Componente meteorológica

Principalmente debida al viento

Predecible con dias/horas de antelación



<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/hour/>

## Componente astronómica



Marea mixta preponderantemente semidurna

Altura del Nivel Medio respecto del Plano de Reducción de Sondajes: 0.79m

Predicción para el año 2018

Pleamar media: 1.05m

Pleamar máxima: 1.59m

Bajamar mas baja: 0.16m

Bajamar media: 0.51m

Amplitud máxima: 1.05m

Amplitud media: 0.54m

Marea astronómica mas baja (LAT) [40 años]

Marea astronómica mas alta (HAT) [40 años]

0.10m

-0.69m

1.60m

0.81m

### PUERTO LA PLATA

Cartas argentinas: H-157 - ENC/CNE AR401570

Lat.: 34° 50' S

Huso Horario: + 3

Long.: 57° 53' W

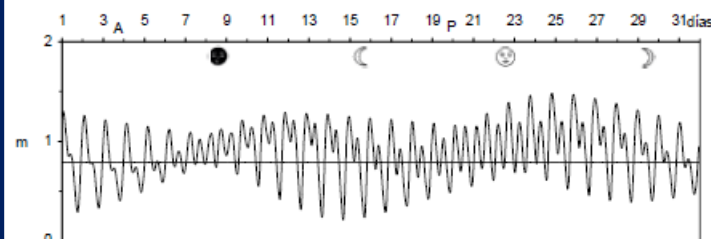
Régimen de marea: Mixto preponderantemente semidurno

Establecimiento de puerto medio: IV<sup>h</sup> 23<sup>mn</sup>

Nivel medio: 0,79 m

Las alturas están referidas al plano de reducción que coincide con el cero del Riachuelo y pasa 0,79 m debajo del nivel medio.

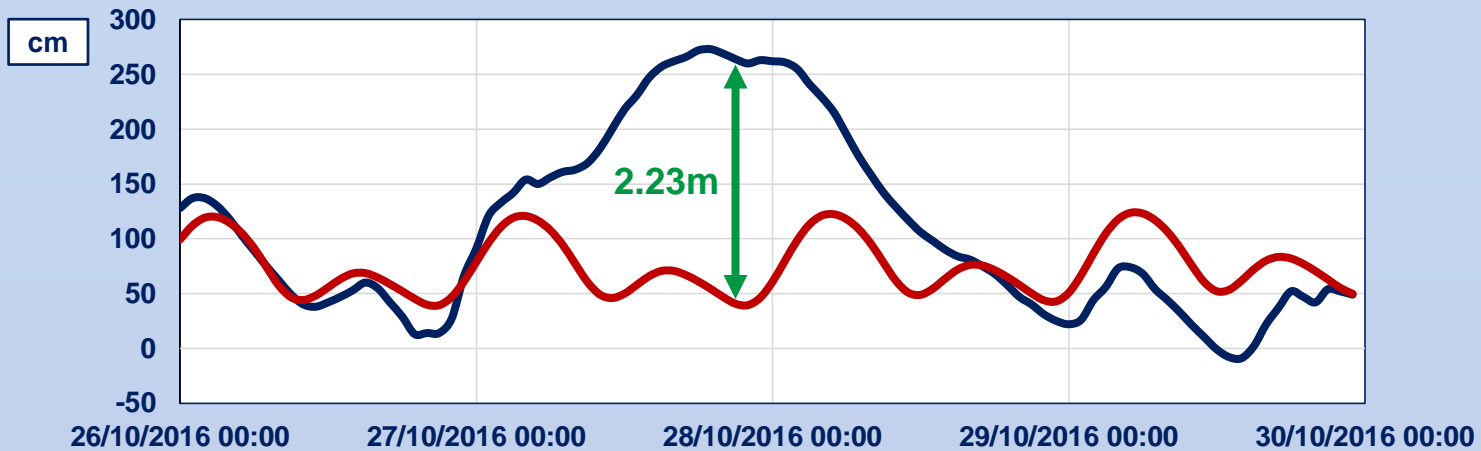
Alturas en metros sobre el plano de reducción, correspondientes a la predicción 2018				Amplitud	
Pleamar		Bajamar		Máxima	Media
Máxima	Media	Más baja	Media		
1,59	1,05	0,16	0,51	1,05	0,54



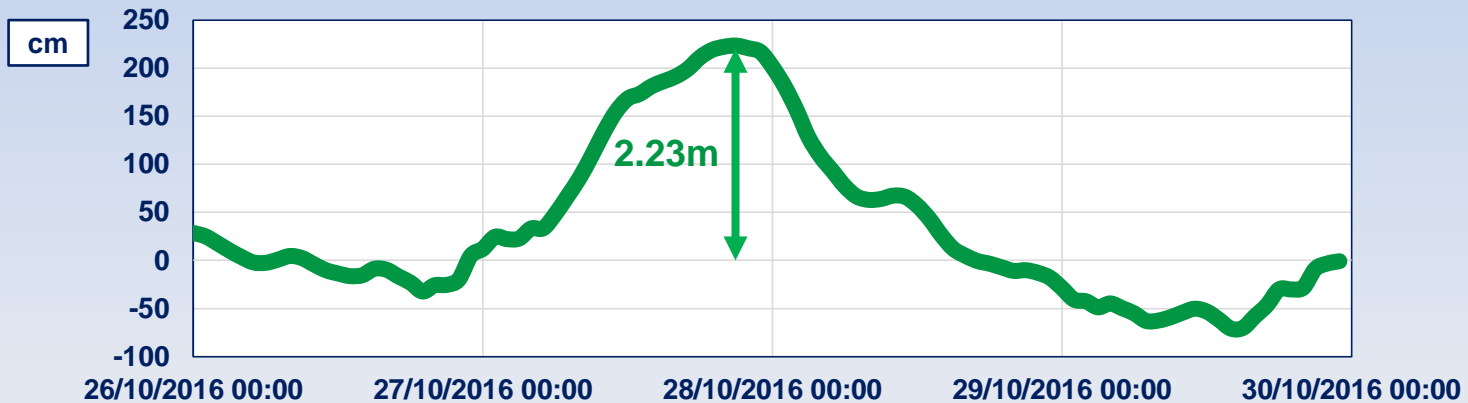
Representación gráfica del régimen de la marea del lugar  
A : Apogeo P : perigeo

### Componente meteorológica

### Definición de onda de tormenta



**Residuo = altura del agua observada – marea predicha**



**Altura del agua registrada en La Plata el 27/10/2016**



Componente meteorológica

Definición de onda de tormenta

Selección de ondas de tormenta a partir de los residuos

POSITIVAS

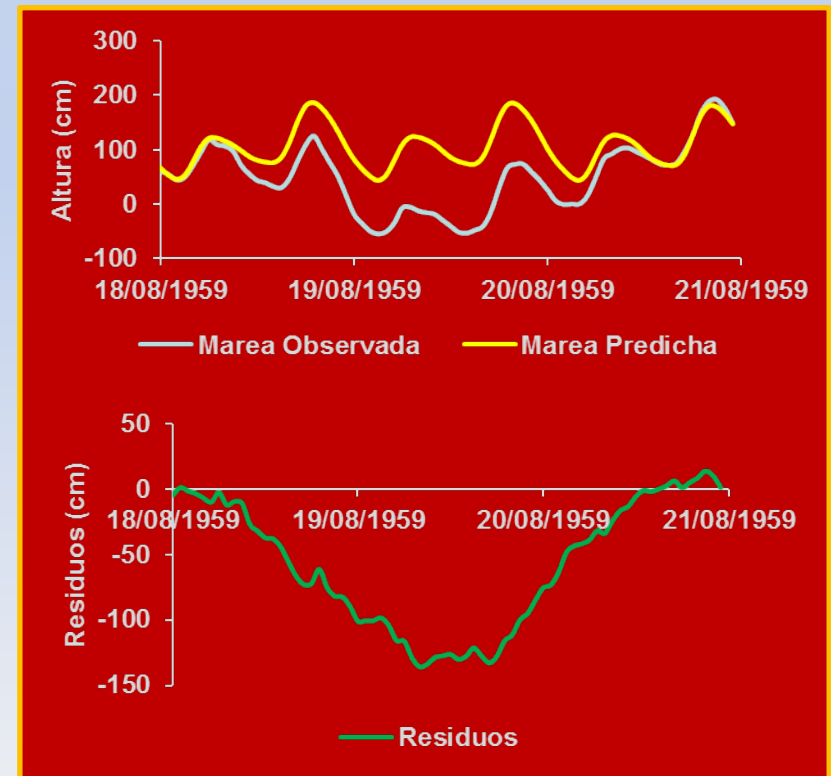
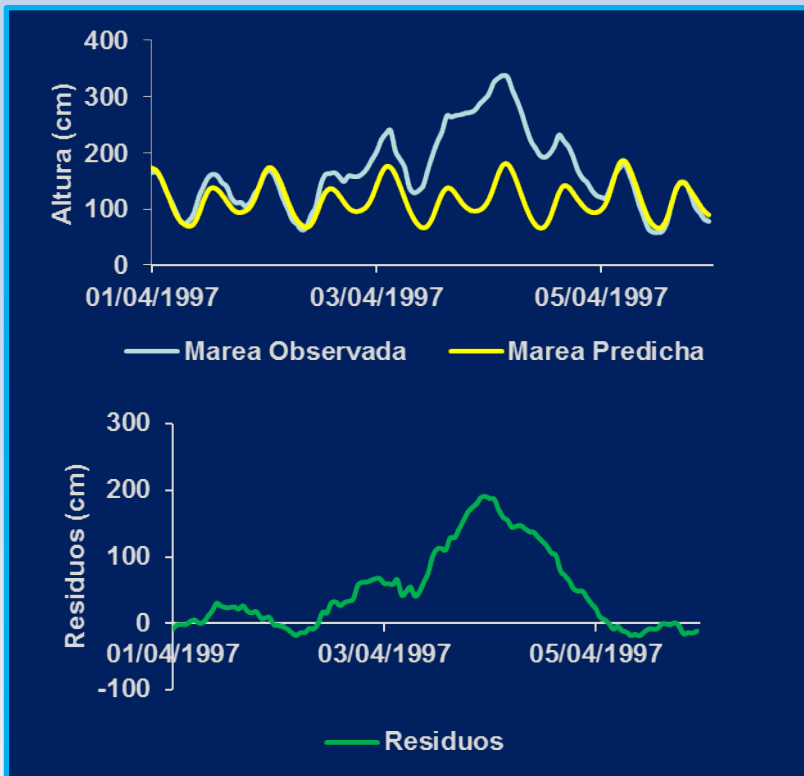
Duración > 6 h

Residuo > 30 cm

Duración > 6 h

Residuo < -30 cm

NEGATIVAS



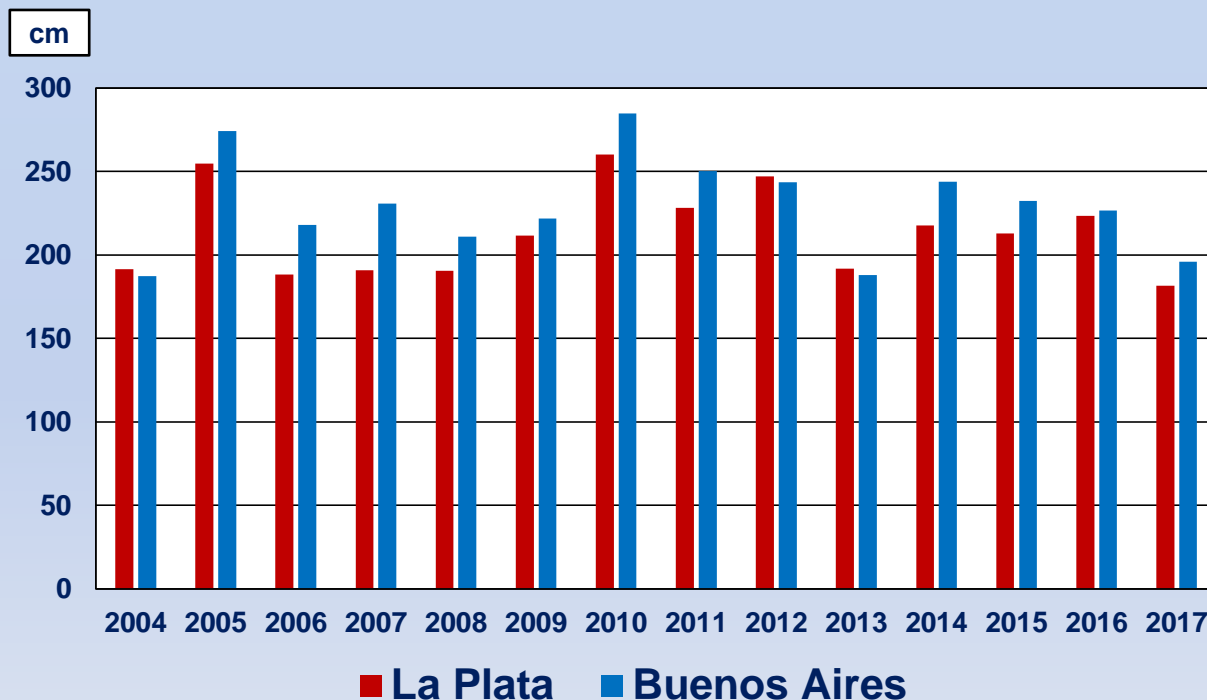
**Componente meteorológica**

**Características de la ODT positiva**

**01/2004 – 09/2017**

**Máximos anuales de ODT**

Año	La Plata	Buenos Aires
2004	191	187
2005	254	274
2006	188	218
2007	190	230
2008	190	210
2009	211	221
2010	260	284
2011	228	250
2012	247	243
2013	191	187
2014	217	243
2015	212	232
2016	223	226
2017	181	195



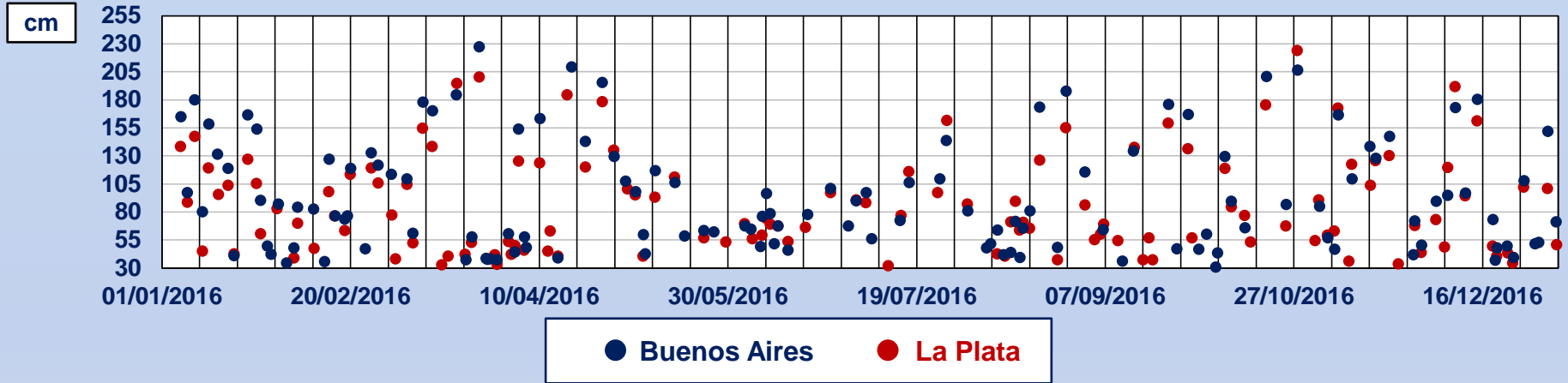
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
-4	20	30	40	20	10	24	22	-3	-4	26	20	3	14

**Componente meteorológica**

**Características de la ODT positiva**

**01/2004 – 09/2017**

**Máximos anuales de ODT (2016)**



**Buenos Aires**

**Ondas de Tormenta (2004 – 2017)**

**La Plata**

842

**Cantidad**

814

89 cm

**Altura promedio**

83 cm

23 hs

**Duración promedio**

23 hs

285 cm

**Máximo**

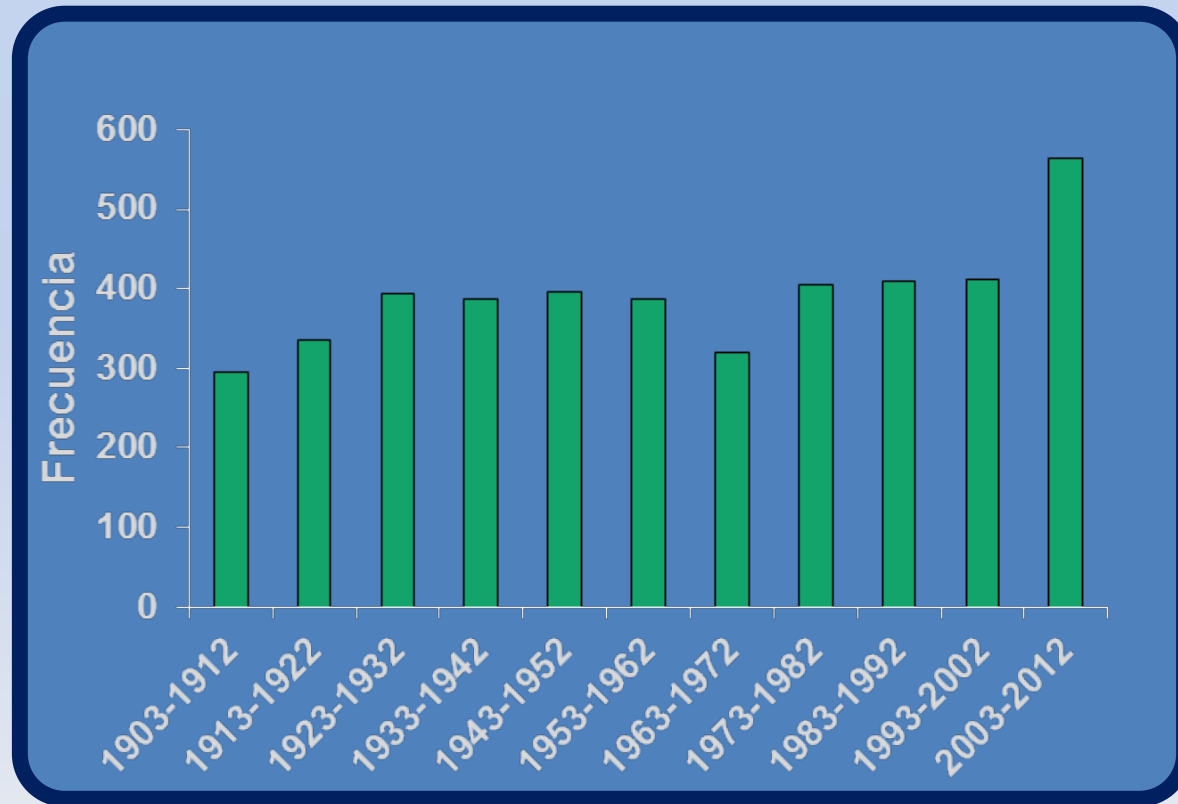
260 cm

Componente meteorológica

Características de la onda de tormenta

Buenos Aires (1903 – 2012)

Análisis de frecuencia



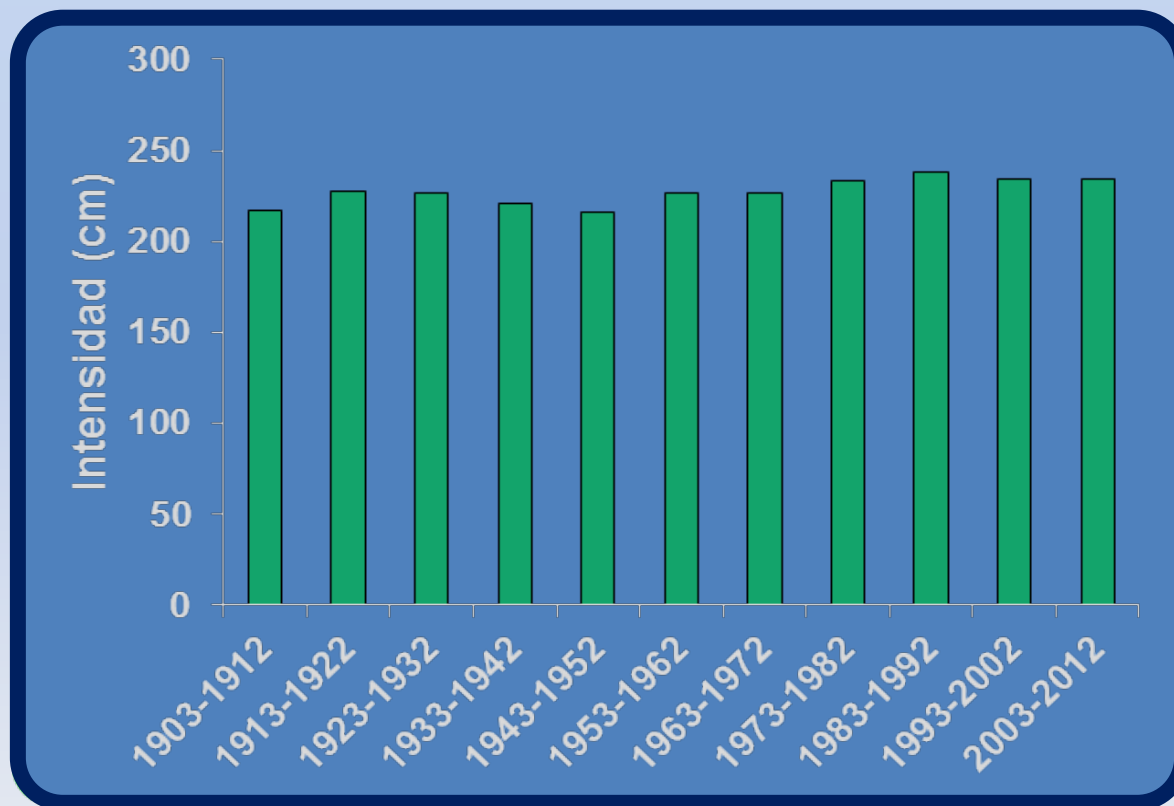
**Componente meteorológica**

**Características de la onda de tormenta**

**Buenos Aires (1903 – 2012)**

**Análisis de intensidad**

**Eventos extremos**



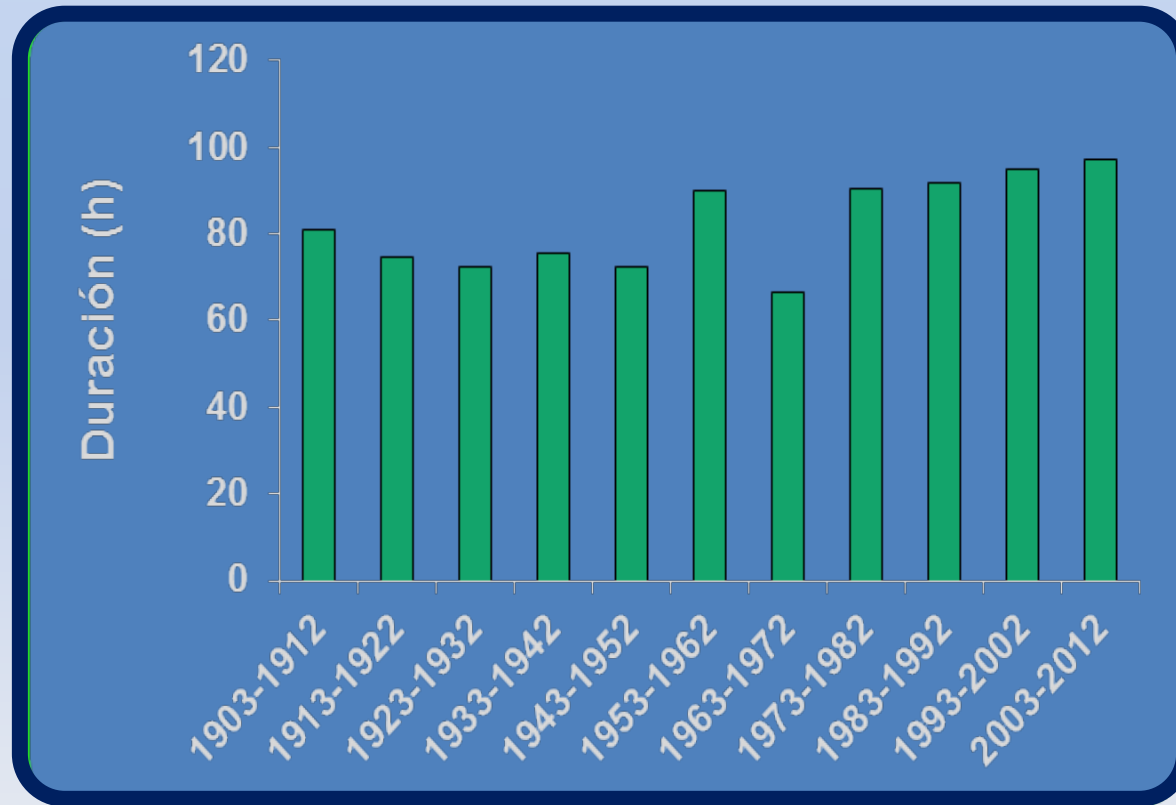
**Componente meteorológica**

**Características de la onda de tormenta**

**Buenos Aires (1903 – 2012)**

**Análisis de duración**

**Eventos extremos**



## Caracterización de la variación de la altura del agua

### Componente astronómica

Marea (Tierra-Luna-Sol)

Predecible con años de antelación



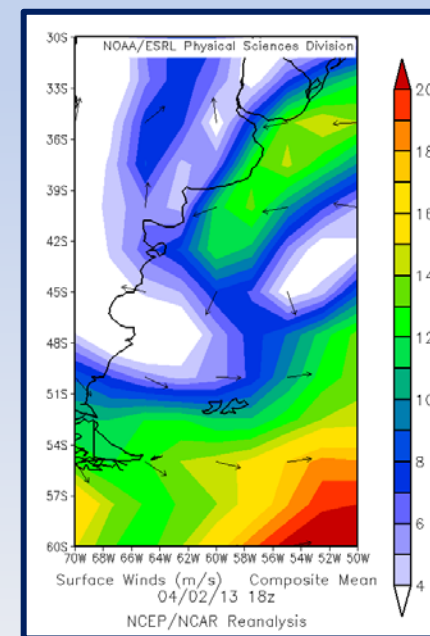
<https://i0.wp.com/maticascercanas.com/wp-content/uploads/2014/03/tierra.jpg?resize=676%2C449&ssl=1>



### Componente meteorológica

Principalmente debida al viento

Predecible con dias/horas de antelación

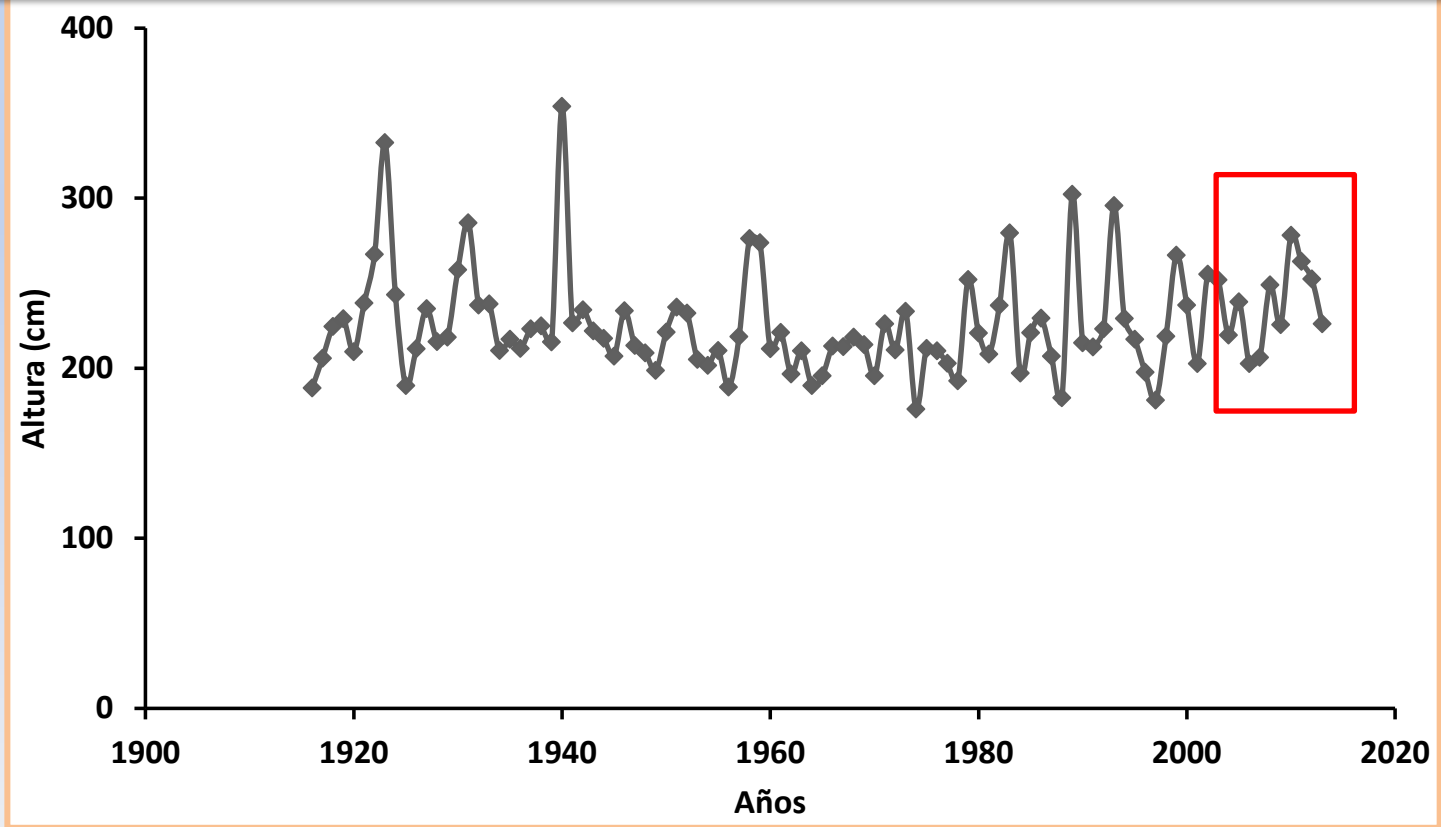


<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/hour/>

## Evento extremos de altura del agua para La Plata

Alturas de marea máximas anuales para el período 1916-2013 correspondientes al puerto La Plata (Subsecretaría de Transporte Ferroviario, Fluvial y Marítimo).

Aturas máximas anuales referidas al NIVEL MEDIO de Puerto La Plata que pasa 79 cm por encima del cero del mareógrafo.

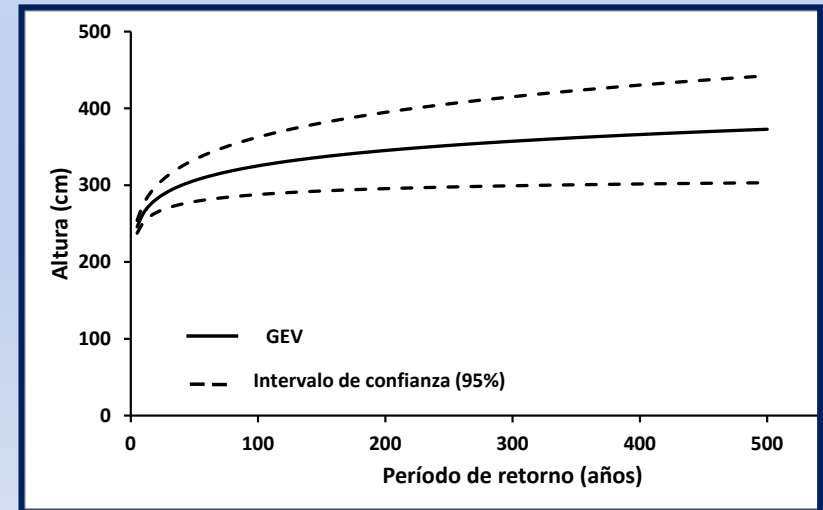




## Alturas extremas máximas esperadas para La Plata (GEV) [1916 – 2013]

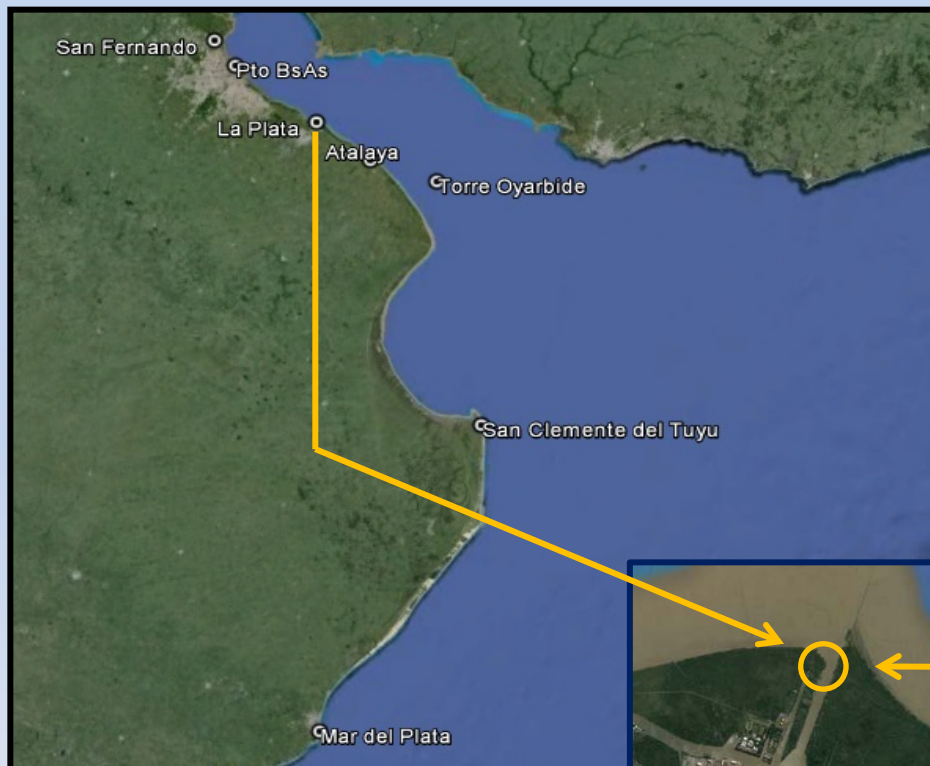
### Componente astronómica + Componente meteorológica

PERIODO DE RETORNO (años)	ALTURA (cm)	ERROR ESTANDAR (cm)
5	245.8	16.5
10	263.7	23.9
25	287.4	38.9
50	306.0	54.7
100	325.2	74.8



Alturas extremas máximas esperadas para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, con sus correspondientes errores estándar, referidas al **NIVEL MEDIO** de Puerto La Plata.

## Alturas horarias (Servicio de Hidrografía Naval)



ALTURAS HORARIAS

Ultimos registros de los mareógrafos de San Fernando, Pto. Buenos Aires, La Plata, Atalaya, Torre Oyarbide, San Clemente y Pto. Mar del Plata:

DIA	HORA	SAN FERNANDO (m)	PTO. BS. AS. (m)	PTO. LA PLATA (m)	ATALAYA (m) (*)	SAN CLEMENTE (m)	PTO. MDP (m)
▶ 12/11/2013	11:45	0.71	0.58	1.22	0.86	S/D	1.46
12/11/2013	10:45	0.78	0.53	1.05	0.87	S/D	1.13
12/11/2013	09:45	0.87	0.59	1.15	0.97	S/D	0.94
12/11/2013	08:45	0.98	0.66	1.05	0.89	S/D	0.91
12/11/2013	07:45	1.10	0.82	1.09	0.81	S/D	0.82
12/11/2013	06:45	1.25	0.97	S/D	0.75	S/D	0.83
12/11/2013	05:45	1.41	1.09	1.28	0.76	0.28	0.92


(\*) ATALAYA: Bajo condiciones hidro meteorológicas normales, las alturas de Atalaya presentan alturas similares a la Torre Oyarbide conservando el mismo (0) cero y un retardo del orden de (2) dos horas.  
 Con respecto al Puerto de Buenos Aires, presenta un anticipo de (4) cuatro horas.

[VER GRAFICO](#)


<http://www.hidro.gob.ar/oceanografia/alturashorarias.asp>

# Pronóstico Mareológico para el Río de la Plata (Servicio de Hidrografía Naval)

## CENTRO DE PREVENCION DE CRECIDAS Y BAJANTES EXTRAORDINARIAS DEL RIO DE LA PLATA



**Ministerio de Defensa**  
**Servicio de Hidrografía Naval**  
 Av. Montes de Oca 2124  
 Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C1270ABV)  
 República Argentina  
 Tel.: 4301-2918, 4301-0061/7, fax: 40464028.



---

FECHA: 09 DE ABRIL DE 2013.-  
**PRONOSTICO MAREOLOGICO PARA EL RIO DE LA PLATA**  
 VALIDO DESDE 07:00 HS HASTA LAS 19:00 HS. DE HOY  
 RADIOAVISO RIO DE LA PLATA 0529

---

**RIO DE LA PLATA INTERIOR:**  
 CORRECCION A LAS ALTURAS DE LA TABLAS DE MAREA PARA LOS PUERTOS DE LA PLATA, BUENOS AIRES, SAN FERNANDO e ISLA MARTIN GARCIA.  
 VEINTE CENTIMETROS SOBRE LOS VALORES INDICADOS EN LAS TABLAS DE MAREA, LUEGO DISMINUYENDO HASTA COINCIDIR CON ESTOS.-

VALORES CORREGIDOS LUGAR	ESTADO	HORA	ALTURA EN MTS.
PUERTO LA PLATA	BAJAMAR	12:00	0,80
	PLEAMAR	18:00	1,50
PUERTO BUENOS AIRES	BAJAMAR	14:00	0,80
	PLEAMAR	20:00	1,30
PUERTO SAN FERNANDO	BAJAMAR	15:00	0,70
	PLEAMAR	21:00	1,40

**RIO DE LA PLATA EXTERIOR:**  
 CORRECCION A LAS ALTURAS DE LAS TABLAS DE MAREA, PARA LA ZONA DEL CANAL PUNTA INDIÓ.  
 SIN DATOS.

TORRE	-----	--:--	--:--
OYARVIDE	-----	--:--	--:--

**PERSPECTIVAS VALIDAS PARA EL DIA 10 DE ABRIL DE 2013.-**

**RIO DE LA PLATA INTERIOR:** COINCIDIENDO CON LOS VALORES INDICADOS EN LAS TABLAS DE MAREA, LUEGO DISMINUYENDO HASTA VEINTE CENTIMETROS POR DEBAJO DE ESTOS.-  
**RIO DE LA PLATA EXTERIOR:** VEINTE CENTIMETROS POR DEBAJO DE LOS VALORES INDICADOS EN LAS TABLAS DE MAREA, LUEGO DISMINUYENDO HASTA CUARENTA CENTIMETROS POR DEBAJO DE ESTOS.-

**PRONOSTICADOR:** CORNU, M.

### NIVELES DE AVISO Y ALERTA (2013)

Zona	Nivel de Aviso	Nivel de Alerta
CABA y Zona Sur	2,10 m	2,70 m
	-0,50 m	-0,80 m

Zona	Nivel de Aviso	Nivel de Alerta
Zona Norte	2,00 m	2,60 m
	-0,50 m	-0,80 m

### DISTRIBUCION DE PRONOSTICOS, AVISOS Y ALERTAS

Dirección Nacional de Protección Civil  
 Dirección General de Defensa Civil (CABA)  
 Dirección Provincial de Defensa Civil (Prov. de Bs. As.)  
 Prefectura Naval Argentina (PNA)  
 Agencia Nacional de Noticias (TELAM)  
 Radio Nacional  
 Organismos de Defensa Civil Comunes  
 Instituto Nacional del Agua (INA)  
 Aguas y Saneamientos Argentinos (AySA)  
 Prácticos Bs. As. y Río Paraná

<http://www.hidro.gob.ar/oceanografia/pronostico.asp>

## Incidencia de la onda de tormenta

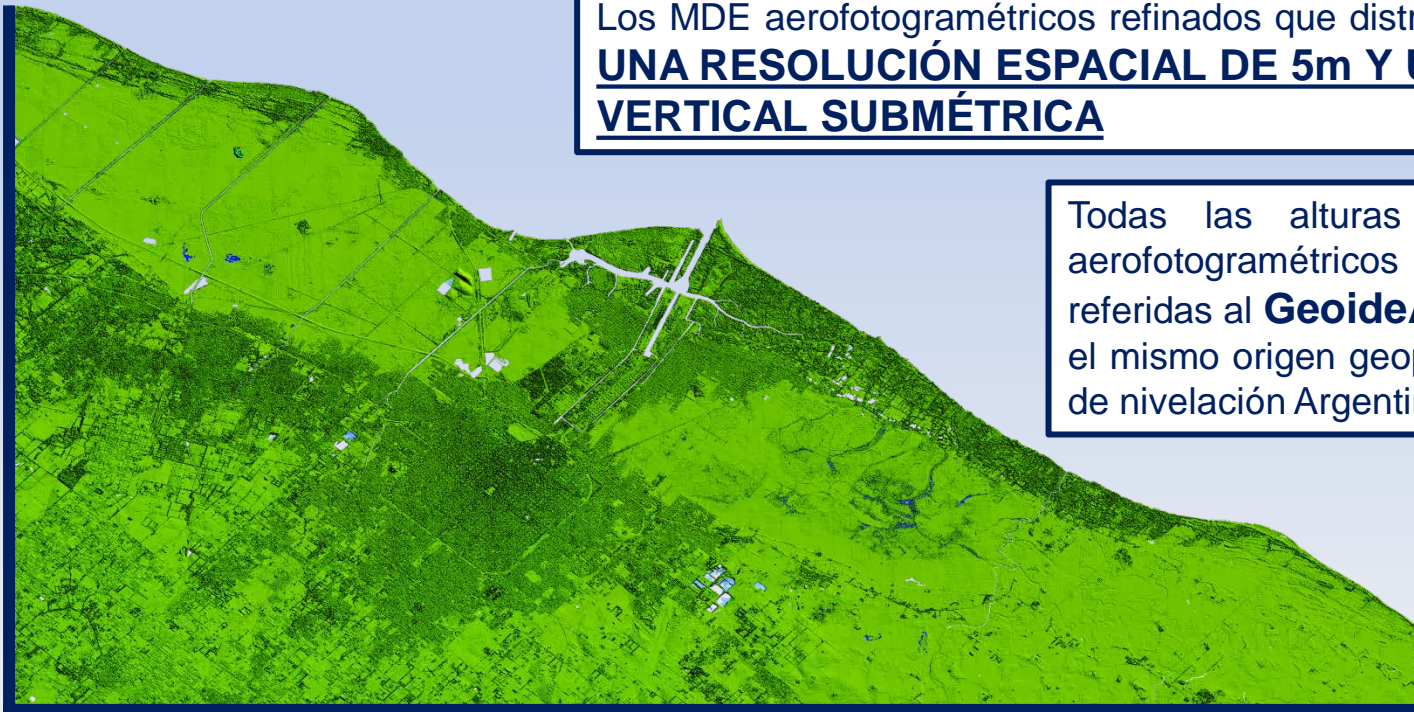
## MDE aerofotogramétrico 5m

<http://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Introduccion#aerofotogrametrico5m>

A partir de vuelos aerofotogramétricos llevados a cabo con el siguiente equipamiento: una cámara digital Vexcel UltraCamXp; un sistema de navegación GNSS; un sistema inercial IMU el IGN ha desarrollado una línea de producción que le permite la determinación precisa de los parámetros de orientación externa de los fotogramas, la aerotriangulación por haces de rayos, y finalmente, la generación de un MDE.

Los MDE aerofotogramétricos refinados que distribuye el IGN tienen **UNA RESOLUCIÓN ESPACIAL DE 5m Y UNA PRECISIÓN VERTICAL SUBMÉTRICA**

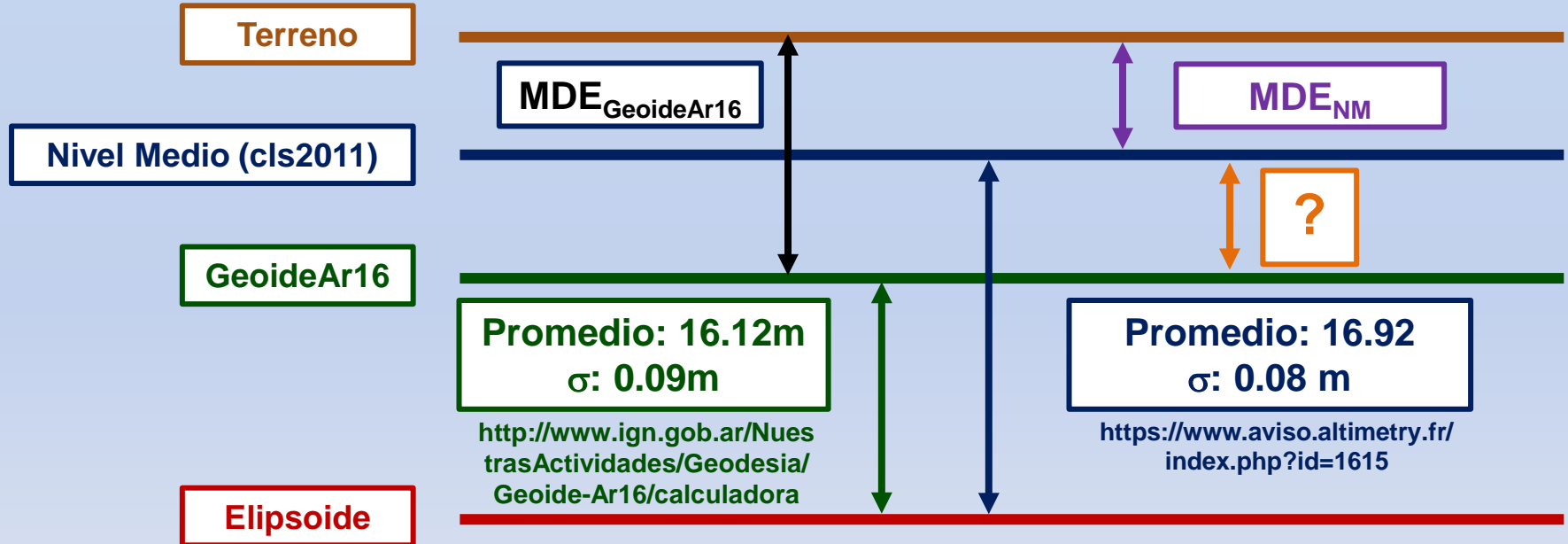
Todas las alturas de los modelos aerofotogramétricos de 5m están referidas al **GeoideAr16**, el cual posee el mismo origen geopotencial que la red de nivelación Argentina (SRVN16).



## Incidencia de la onda de tormenta

## MDE aerofotogramétrico 5m

Todas las alturas de los modelos aerofotogramétricos de 5m están referidas al **GeoideAr16**



**MDE<sub>NM</sub>**

=

**MDE<sub>GeoideAr16</sub>**

+

**16.12 m**

-

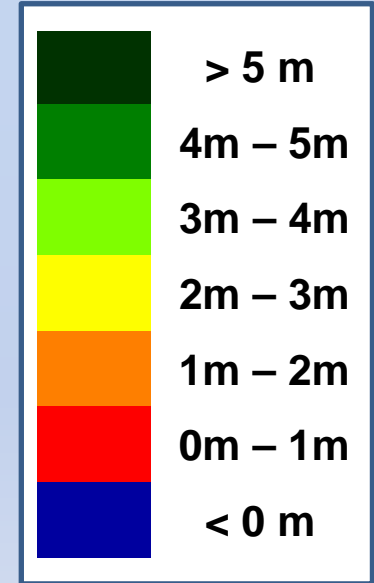
**16.92 m**

**-0.80m**

### Incidencia de la onda de tormenta

### MDE aerofotogramétrico 5m

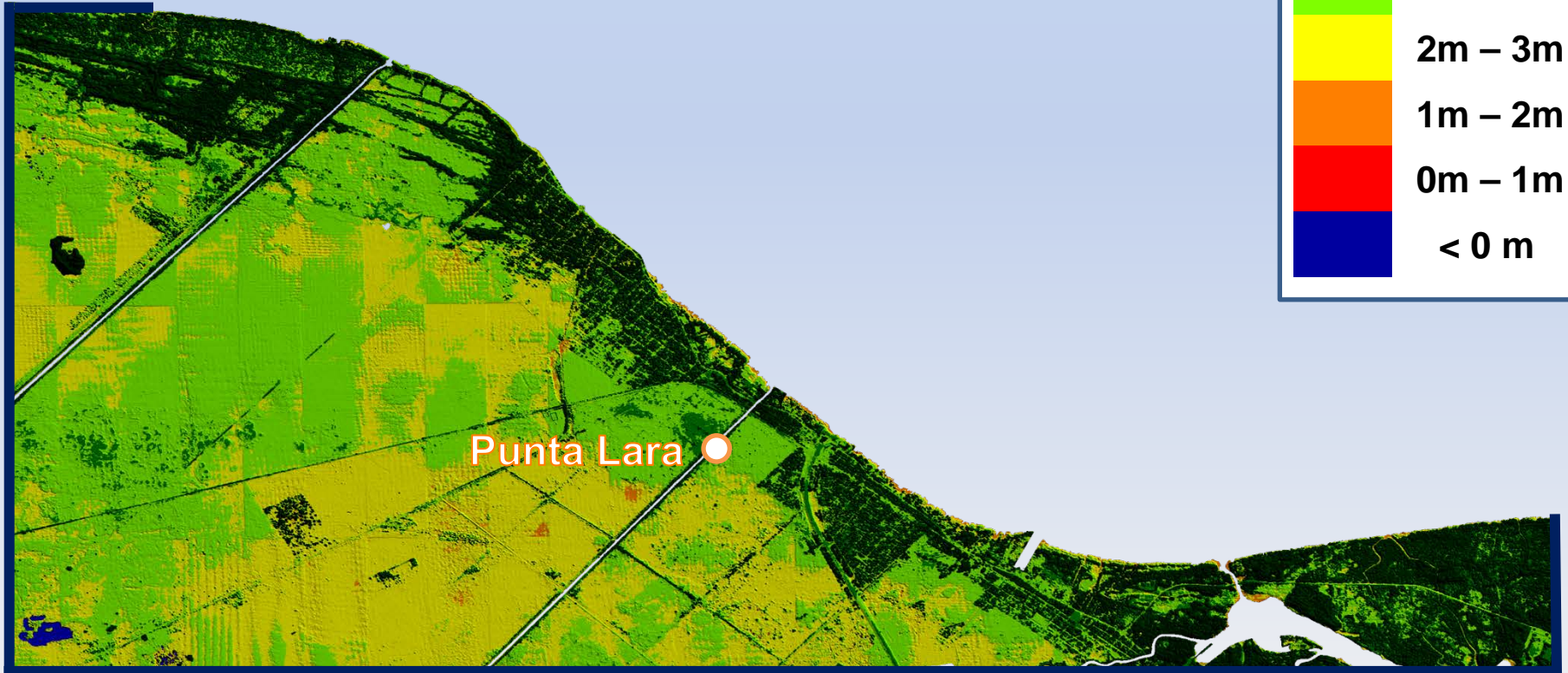
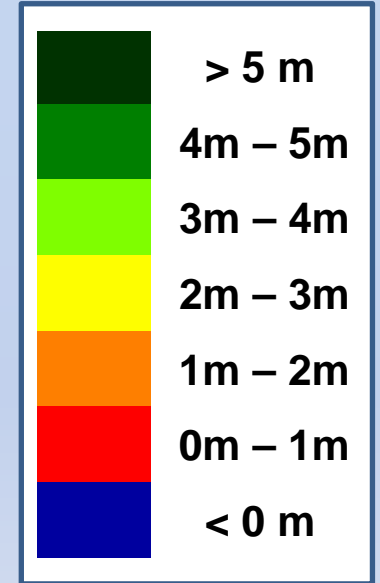
PERIODO DE RETORNO (años)		5	10	25	50	100
ALTURA (cm)	NM	245.8	263.7	287.4	306.0	325.2
	PRS	324.8	342.7	366.4	385.0	404.2
ERROR ESTANDAR (cm)		16.5	23.9	38.9	54.7	74.8



### Incidencia de la onda de tormenta

### MDE aerofotogramétrico 5m

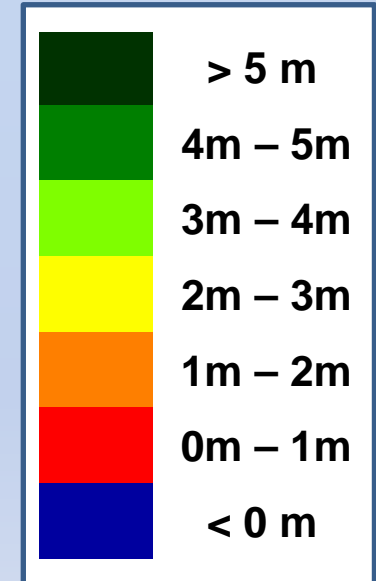
PERIODO DE RETORNO (años)		5	10	25	50	100
ALTURA (cm)	NM	245.8	263.7	287.4	306.0	325.2
	PRS	324.8	342.7	366.4	385.0	404.2
ERROR ESTANDAR (cm)		16.5	23.9	38.9	54.7	74.8



### Incidencia de la onda de tormenta

### MDE aerofotogramétrico 5m

PERIODO DE RETORNO (años)		5	10	25	50	100
ALTURA (cm)	NM	245.8	263.7	287.4	306.0	325.2
	PRS	324.8	342.7	366.4	385.0	404.2
ERROR ESTANDAR (cm)		16.5	23.9	38.9	54.7	74.8

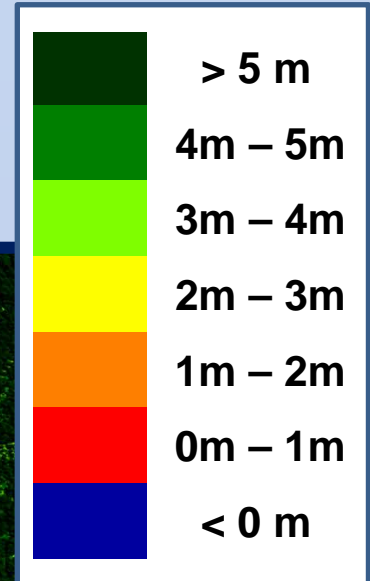




### Incidencia de la onda de tormenta

### MDE aerofotogramétrico 5m

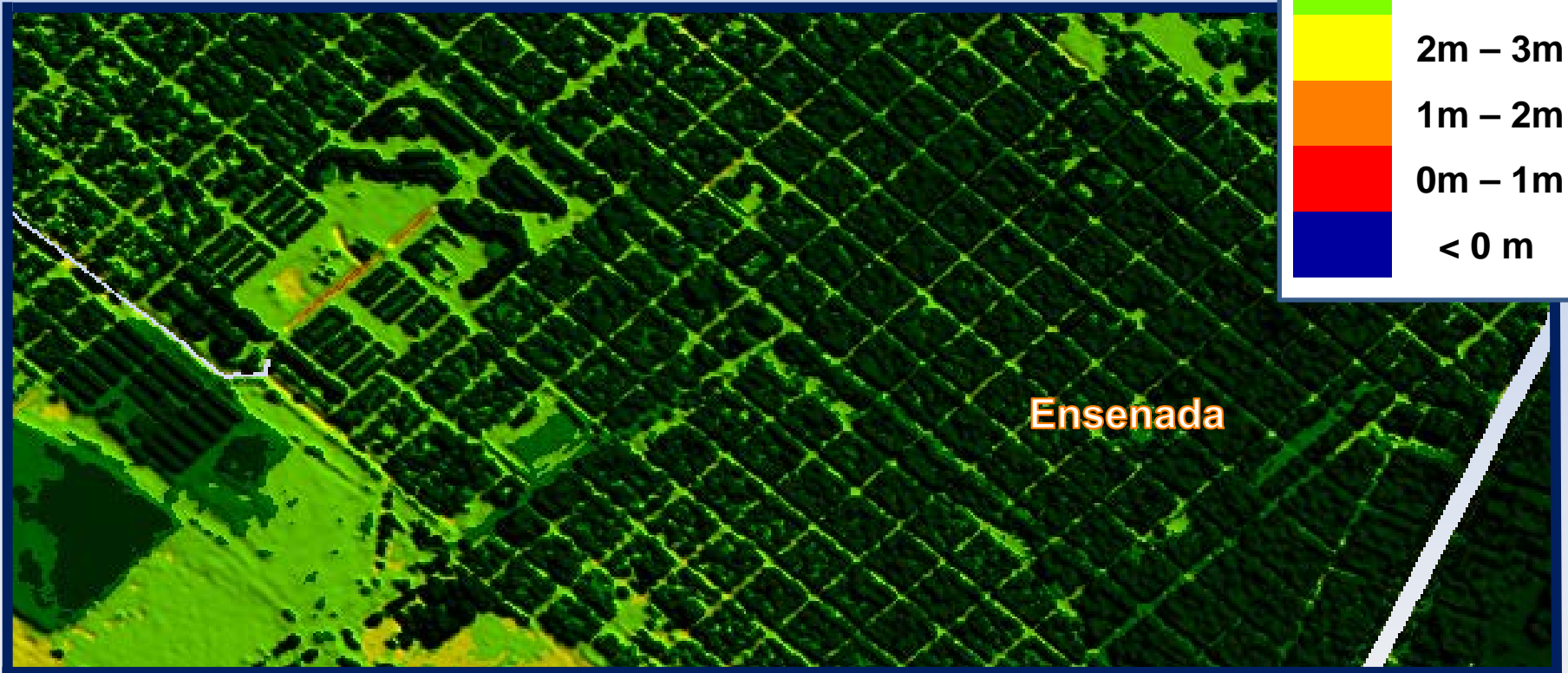
PERIODO DE RETORNO (años)		5	10	25	50	100
ALTURA (cm)	NM	245.8	263.7	287.4	306.0	325.2
	PRS	324.8	342.7	366.4	385.0	404.2
ERROR ESTANDAR (cm)		16.5	23.9	38.9	54.7	74.8



### Incidencia de la onda de tormenta

### MDE aerofotogramétrico 5m

PERIODO DE RETORNO (años)		5	10	25	50	100
ALTURA (cm)	NM	245.8	263.7	287.4	306.0	325.2
	PRS	324.8	342.7	366.4	385.0	404.2
ERROR ESTANDAR (cm)		16.5	23.9	38.9	54.7	74.8



# Muchas gracias por su atención

