

# MEMORIA DEL PROYECTO DE TÍTULO

## METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED NUMÉRICA DE INFORMACIÓN DE OLEAJE PARA LAS COSTAS DE CHILE, APLICADO A LAS REGIONES DE ANTOFAGASTA Y VALPARAÍSO

**Desarrollado por Felipe Maldonado G.**

Profesor Guía Patricio Winckler G.  
Profesor Correferente Rodrigo Filippi F.

Escuela de Ingeniería Civil Oceánica  
Universidad de Valparaíso

Santiago, 2017

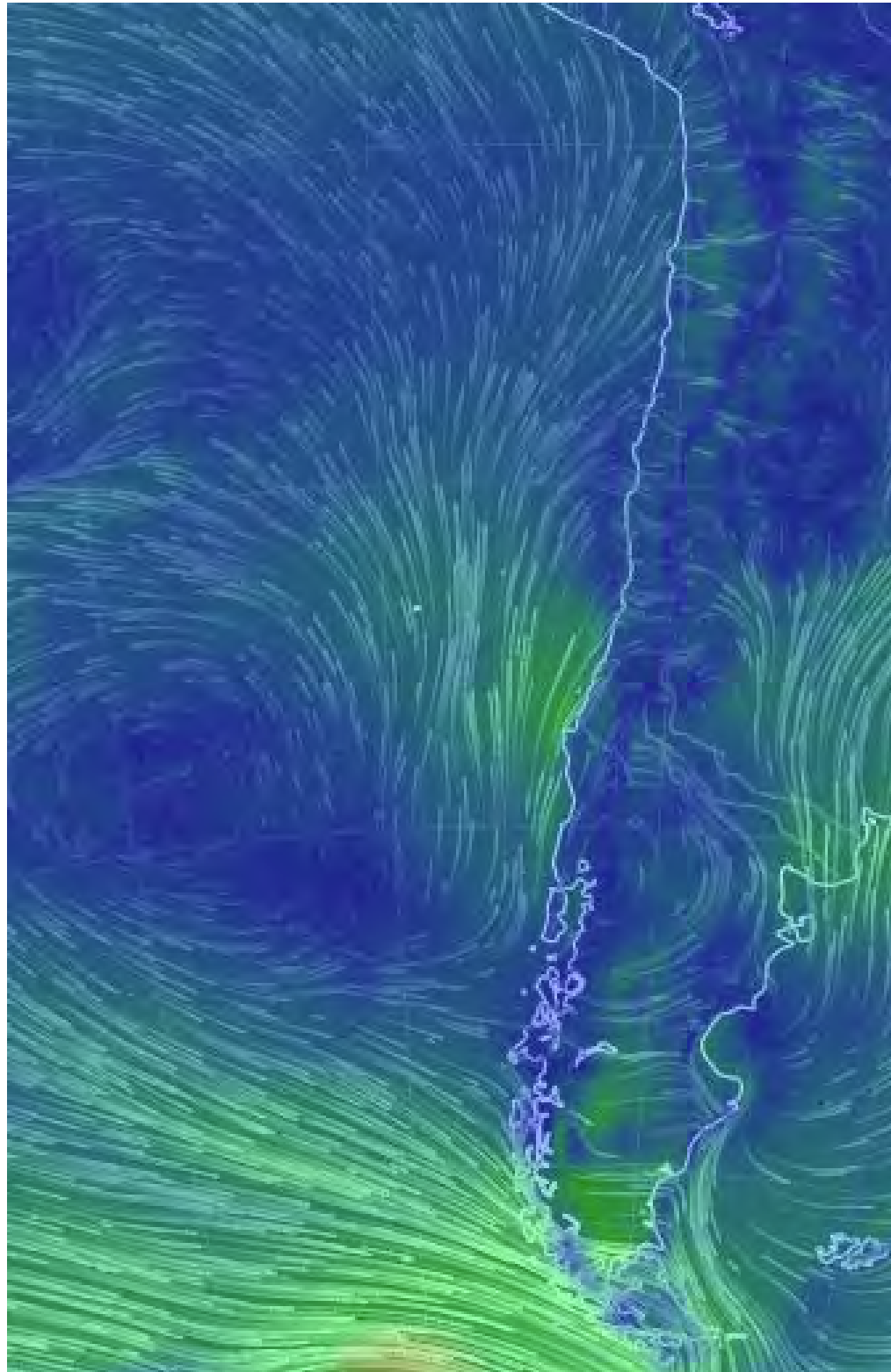
# INDICE

---

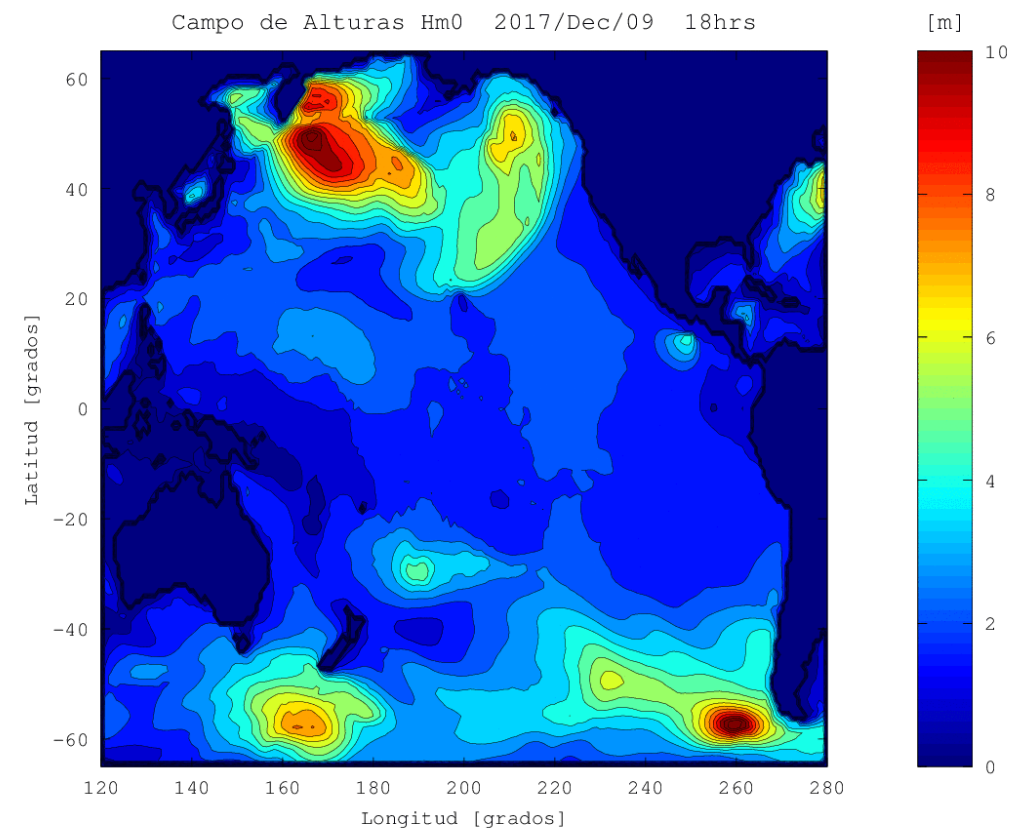
- **INTRODUCCIÓN**
- OBJETIVOS
- MARCO TEÓRICO
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- METODOLOGÍA
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES

# INTRODUCCIÓN

- Chile dispone de mas de 6000 km.
- El oleaje que afecta a nuestro litoral proviene de grandes tormentas en los hemisferios norte y sur.



Fuente: Nullschool



Fuente: Atlas de Oleaje UV



# INTRODUCCIÓN

- A pesar de esto, gran parte de nuestro desarrollo económico, social y cultural se encuentra en la costa.

Fuente: Dirección de Obras Portuarias

# INDICE

---

- INTRODUCCIÓN
- **OBJETIVOS**
- MARCO TEÓRICO
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- METODOLOGÍA
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES

# OBJETIVOS

---

- El **objetivo general** de esta memoria es desarrollar una metodología para la implementación de la red numérica de información de oleaje para las costas de Chile.
  - Los **objetivos específicos** son:
    - Transferencia de información de oleaje espectral utilizando la metodología de propagación pseudo espectral de Dominguez (2011).
    - Validación de la información de oleaje con datos de campo
    - Puesta en marcha y habilitación del sitio web Red de Oleaje ([www.oleajecostero.cl](http://www.oleajecostero.cl))

# ALCANCES Y LIMITACIONES

---

- Se han elegido nodos ubicados en Antofagasta y Valparaíso, los cuales contengan alta resolución batimétrica.
- No se utiliza la parametrización de difracción que recomienda el modelo SWAN, ya que su uso genera divergencia.

# INDICE

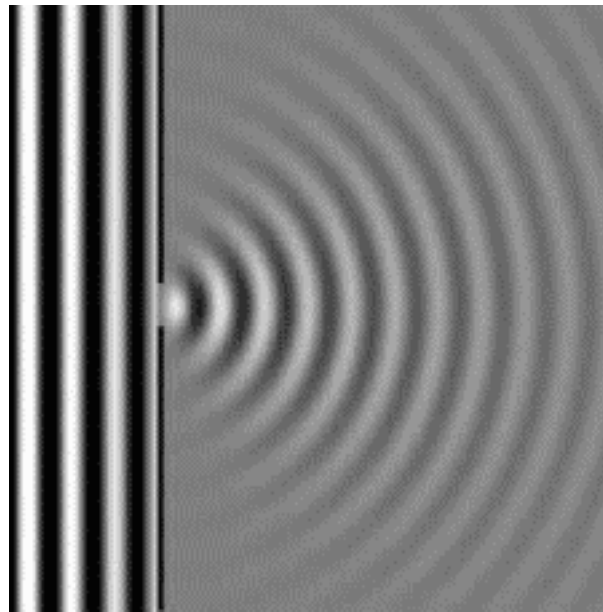
---

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- **MARCO TEÓRICO**
  - **FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE**
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- METODOLOGÍA
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES

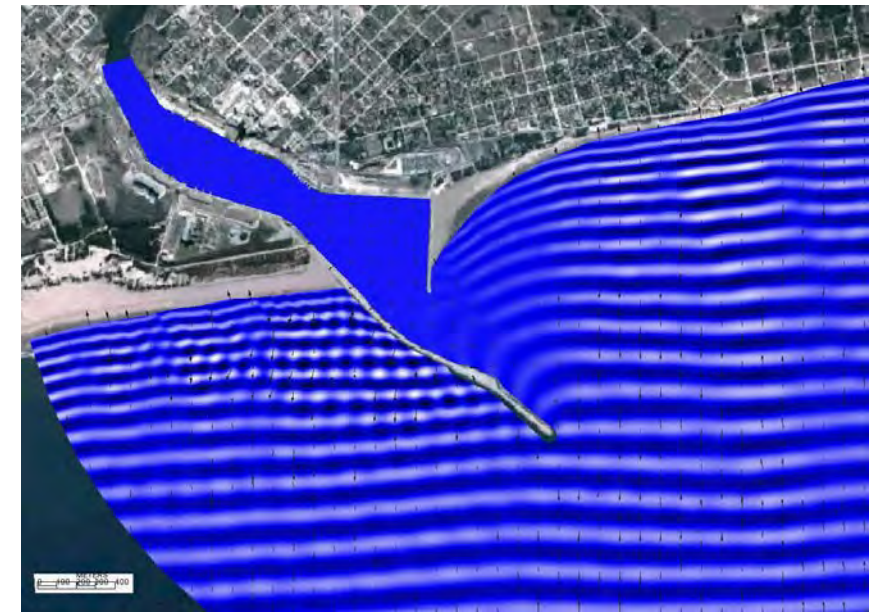


# DIFRACCIÓN

- Es la desviación que se produce en la onda producto de un obstáculo.
- Este fenómeno corresponde a un proceso mediante el cual la energía se propaga lateral y perpendicular a la dirección dominante de la onda (Darlymple, 1984)



Fuente: Educativa - CATEDU



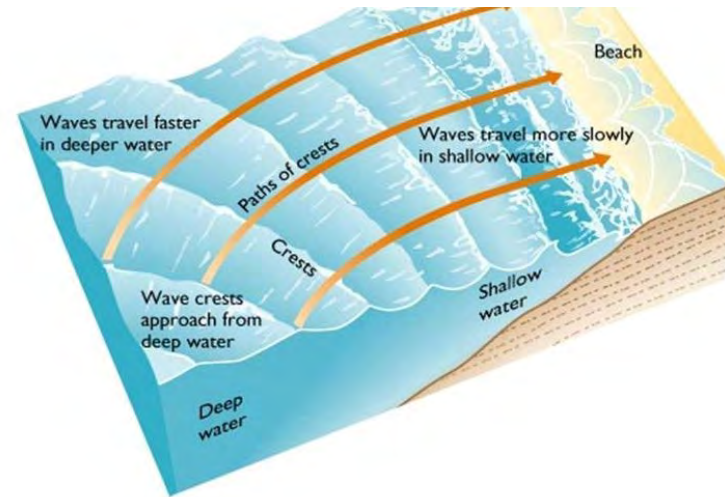
Fuente: Modelo CGWAVE



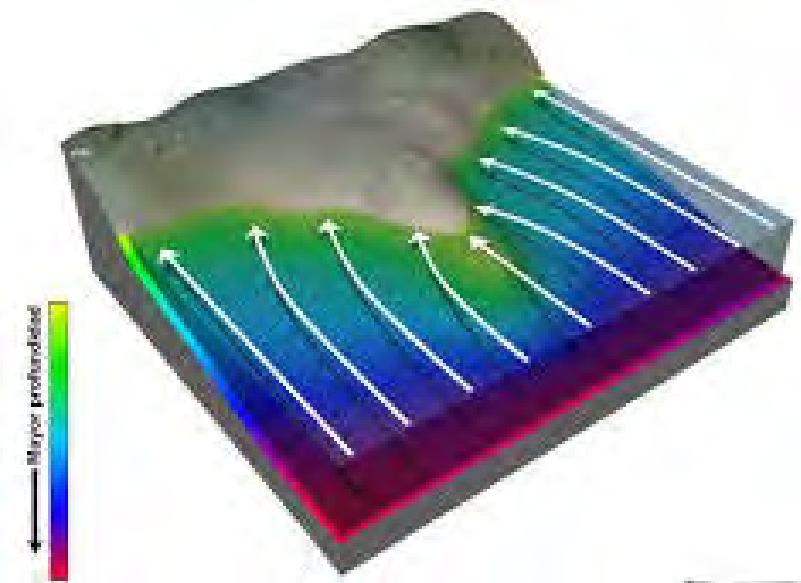
Fuente: Google Earth

# REFRACCIÓN

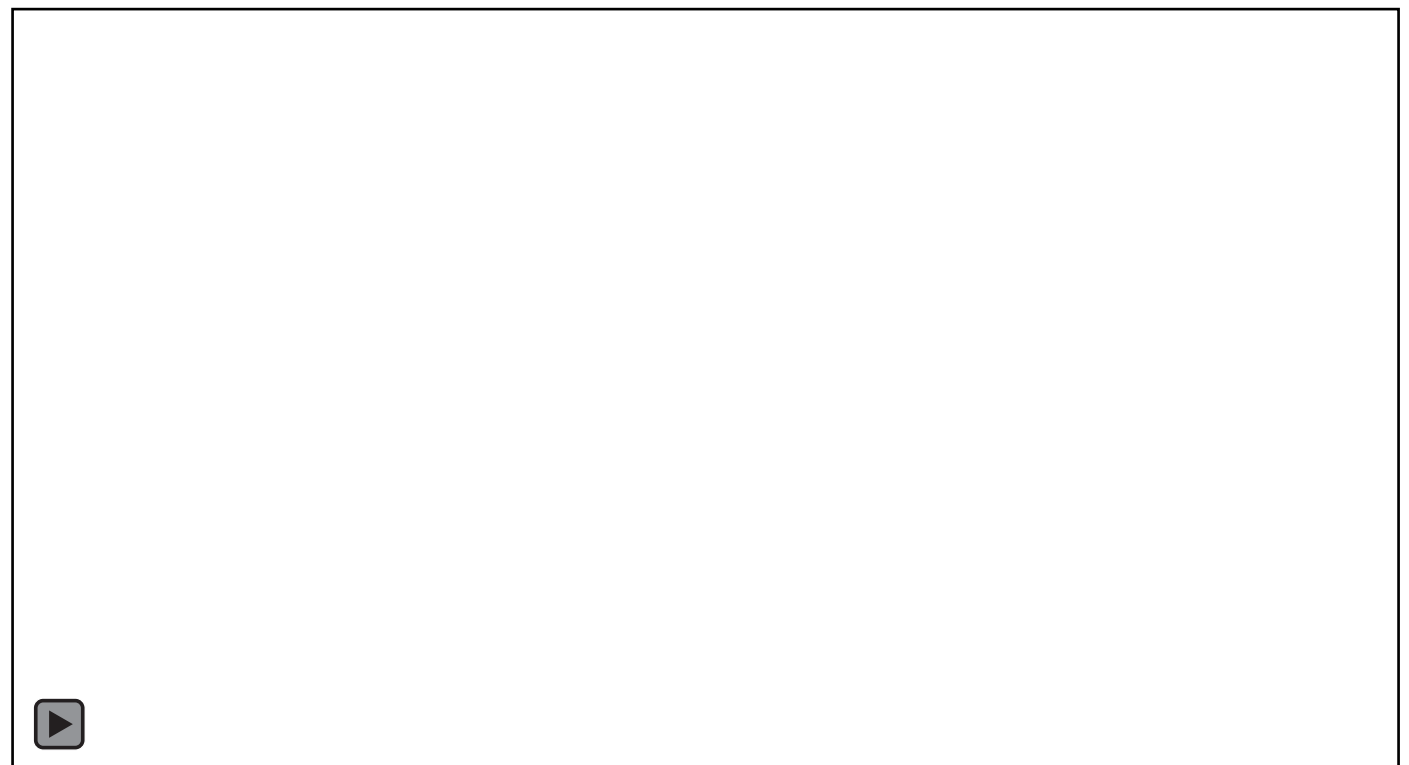
- Este fenómeno obedece al cambio de dirección de propagación y de amplitud que experimenta el oleaje al avanzar sobre fondos con profundidad variable.



Fuente: COMET



Fuente: COMET



Fuente: Archivos Pablo Abarca

# ASOMERAMIENTO

---

- Este fenómeno corresponde a una variación de altura del oleaje debido a la conservación en el flujo de energía a lo largo de la trayectoria del oleaje, desde que el oleaje siente el fondo.



Fuente: COMET



Fuente: CATEDU

# INDICE

---

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- **MARCO TEÓRICO**
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLAJE
  - **MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN**
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- METODOLOGÍA
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- SWAN es un modelo de propagación de oleaje desarrollado por TUDelft.
- Es un modelo de tercera generación.
- Es gobernado por la ecuación de balance de acción, la cual es una generalización de la ecuación de balance de energía (Svendsen, 2006)

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- El modelo es gobernado por la ecuación de balance de acción del oleaje.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_{g,x}N}{\partial x} + \frac{\partial c_{g,y}N}{\partial y} + \frac{\partial c_{\theta}N}{\partial \theta} + \frac{\partial c_{\sigma}N}{\partial \sigma} = \frac{S}{\sigma}$$

- $\frac{\partial N}{\partial t}$  • Es el cambio local con respecto al tiempo

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- El modelo es gobernado por la ecuación de balance de acción del oleaje.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_{g,x}N}{\partial x} + \frac{\partial c_{g,y}N}{\partial y} + \frac{\partial c_{\theta}N}{\partial \theta} + \frac{\partial c_{\sigma}N}{\partial \sigma} = \frac{S}{\sigma}$$

$$\frac{\partial c_{g,x}N}{\partial x} + \frac{\partial c_{g,y}N}{\partial y}$$

- Es la propagación de energía en el espacio geográfico bidimensional.



# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- El modelo es gobernado por la ecuación de balance de acción del oleaje.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_{g,x}N}{\partial x} + \frac{\partial c_{g,y}N}{\partial y} + \frac{\partial c_{\theta}N}{\partial \theta} + \frac{\partial c_{\sigma}N}{\partial \sigma} = \frac{S}{\sigma}$$

- $\frac{\partial c_{\theta}N}{\partial \theta}$  • Es la refracción producida por variaciones de fondo.



# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- El modelo es gobernado por la ecuación de balance de acción del oleaje.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_{g,x}N}{\partial x} + \frac{\partial c_{g,y}N}{\partial y} + \frac{\partial c_{\theta}N}{\partial \theta} + \frac{\partial c_{\sigma}N}{\partial \sigma} = \frac{S}{\sigma}$$

- $\frac{\partial c_{\sigma}N}{\partial \sigma}$  • Es el desfase de la frecuencia debido a variaciones en la profundidad.

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- El modelo es gobernado por la ecuación de balance de acción del oleaje.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_{g,x}N}{\partial x} + \frac{\partial c_{g,y}N}{\partial y} + \frac{\partial c_{\theta}N}{\partial \theta} + \frac{\partial c_{\sigma}N}{\partial \sigma} = \boxed{\frac{S}{\sigma}}$$

$\frac{S}{\sigma}$

- Son las fuentes o sumideros asociados a la generación, disipación y transferencia de energía.

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- Los términos fuentes se pueden descomponer de la siguiente forma

$$S = S_{in}(\sigma, \theta) + S_{nl}(\sigma, \theta) + S_{diss}(\sigma, \theta)$$

$S_{in}(\sigma, \theta)$  • Corresponde a la forzante por viento

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- Los términos fuentes se pueden descomponer de la siguiente forma

$$S = S_{in}(\sigma, \theta) + S_{nl}(\sigma, \theta) + S_{diss}(\sigma, \theta)$$

- $S_{nl}(\sigma, \theta)$  • Corresponde a las interacciones no lineales

$$S_{nl}(\sigma, \theta) = S_{nl3}(\sigma, \theta) + S_{nl4}(\sigma, \theta)$$

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- Los términos fuentes se pueden descomponer de la siguiente forma

$$S = S_{in}(\sigma, \theta) + S_{nl}(\sigma, \theta) + S_{diss}(\sigma, \theta)$$

$S_{diss}(\sigma, \theta)$  Corresponde a fenómenos de disipación y se pueden descomponer como

$$S_{diss}(\sigma, \theta) = S_{wc}(\sigma, \theta) + S_{btf}(\sigma, \theta) + S_{surf}(\sigma, \theta)$$

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- Los términos fuentes se pueden descomponer de la siguiente forma

$$S = S_{in}(\sigma, \theta) + S_{nl}(\sigma, \theta) + S_{diss}(\sigma, \theta)$$

- $S_{nl}(\sigma, \theta)$  • Corresponde a las interacciones no lineales y se pueden descomponer como

$$S_{diss}(\sigma, \theta) = S_{wc}(\sigma, \theta) + S_{bt}f(\sigma, \theta) + S_{surf}(\sigma, \theta)$$

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- Los términos fuentes se pueden descomponer de la siguiente forma

$$S = S_{in}(\sigma, \theta) + S_{nl}(\sigma, \theta) + S_{diss}(\sigma, \theta)$$

- $S_{nl}(\sigma, \theta)$  • Corresponde a las interacciones no lineales y se pueden descomponer como

$$S_{diss}(\sigma, \theta) = S_{wc}(\sigma, \theta) + S_{bt\!f}(\sigma, \theta) + S_{surf}(\sigma, \theta)$$

# MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN

---

- Los términos fuentes se pueden descomponer de la siguiente forma

$$S = S_{in}(\sigma, \theta) + S_{nl}(\sigma, \theta) + S_{diss}(\sigma, \theta)$$

- $S_{nl}(\sigma, \theta)$  • Corresponde a las interacciones no lineales y se pueden descomponer como

$$S_{diss}(\sigma, \theta) = S_{wc}(\sigma, \theta) + S_{btf}(\sigma, \theta) + S_{surf}(\sigma, \theta)$$



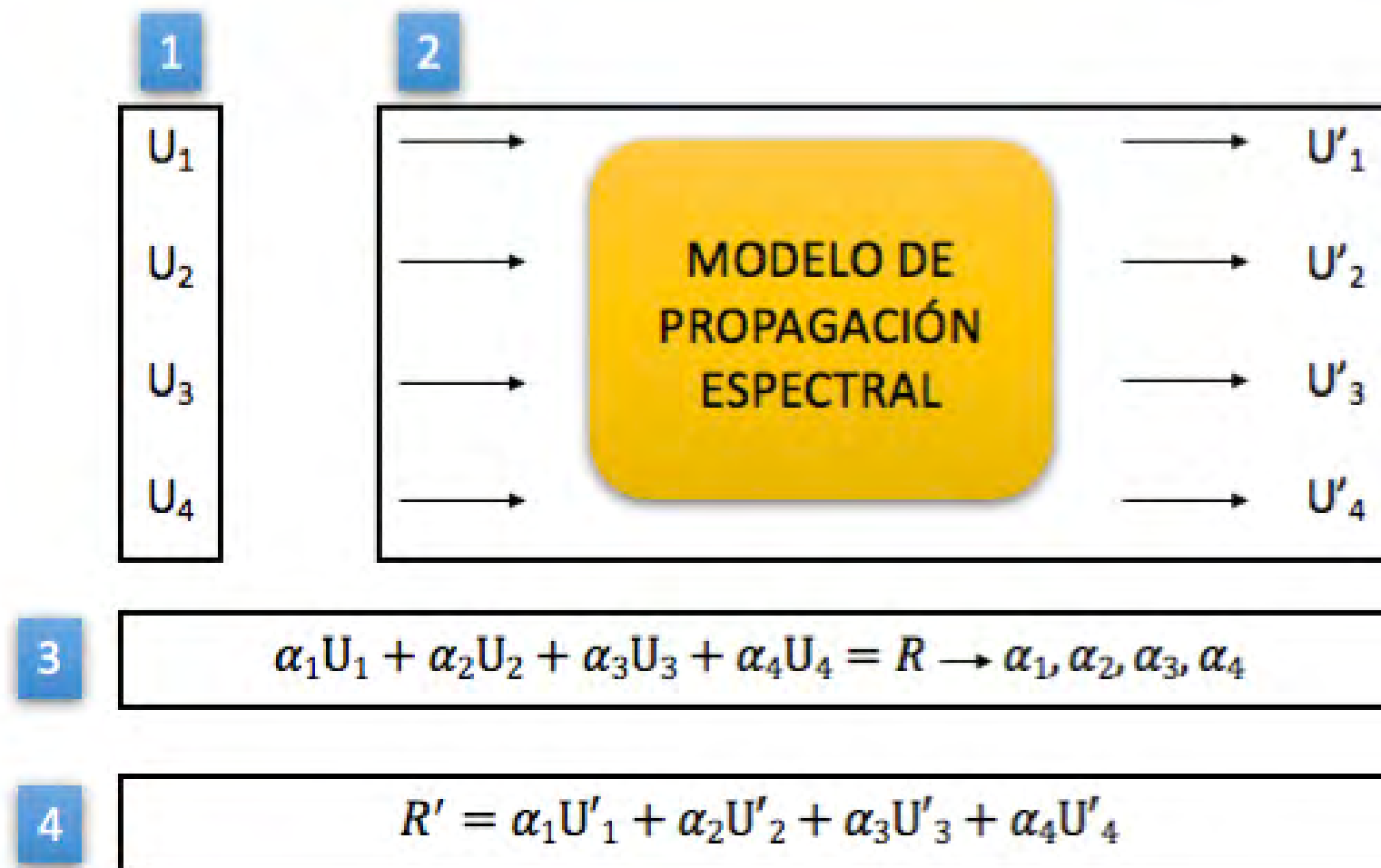
# INDICE

---

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- **MARCO TEÓRICO**
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - **TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011**
- METODOLOGÍA
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES

# TRANSFERENCIA PSEUDOESPECTRAL DE OLEAJE DE DOMINGUEZ (2011)

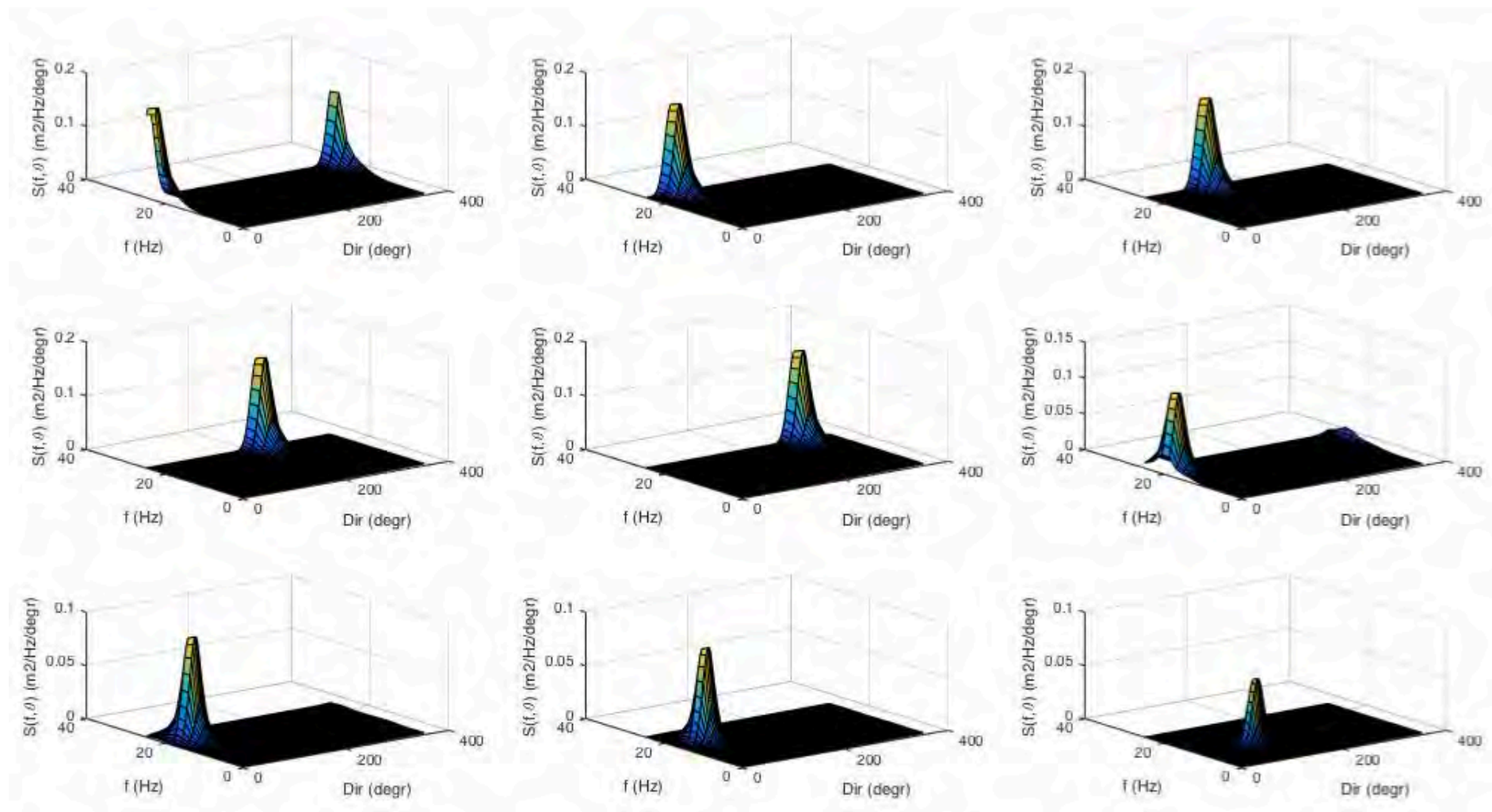
- El método se compone de 4 etapas.



Adaptado desde Domínguez (2011)

# TRANSFERENCIA PSEUDOESPECTRAL DE OLEAJE DE DOMINGUEZ (2011)

- La primera es la generación de espectros sintéticos de altura unitaria.



Fuente: Elaboración Propia

# TRANSFERENCIA PSEUDOESPECTRAL DE OLEAJE DE DOMINGUEZ (2011)

---

- La segunda es propagar los espectros con el modelo SWAN.
- La tercera es reconstruir la información espectral de aguas profundas utilizando espectros sintéticos de altura unitaria y coeficientes.

$$ER_{AP} = \alpha * UE$$

$$ER_{AP} * UE^{-1} = \alpha$$

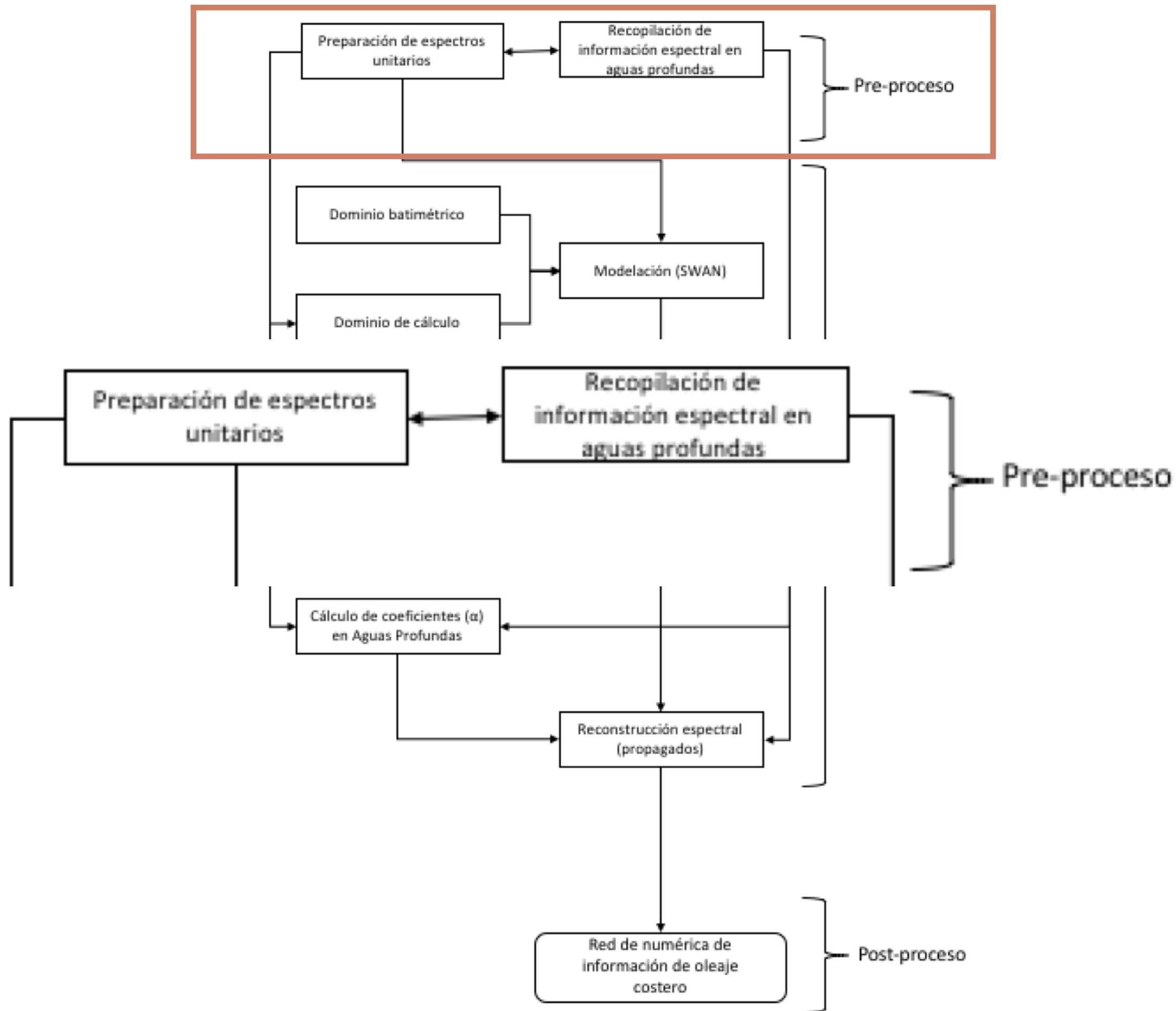
- Se reproducen los espectros reales considerando la información espectral propagada y los coeficientes.

$$UP * \alpha = ER_{propagados}$$

# INDICE

---

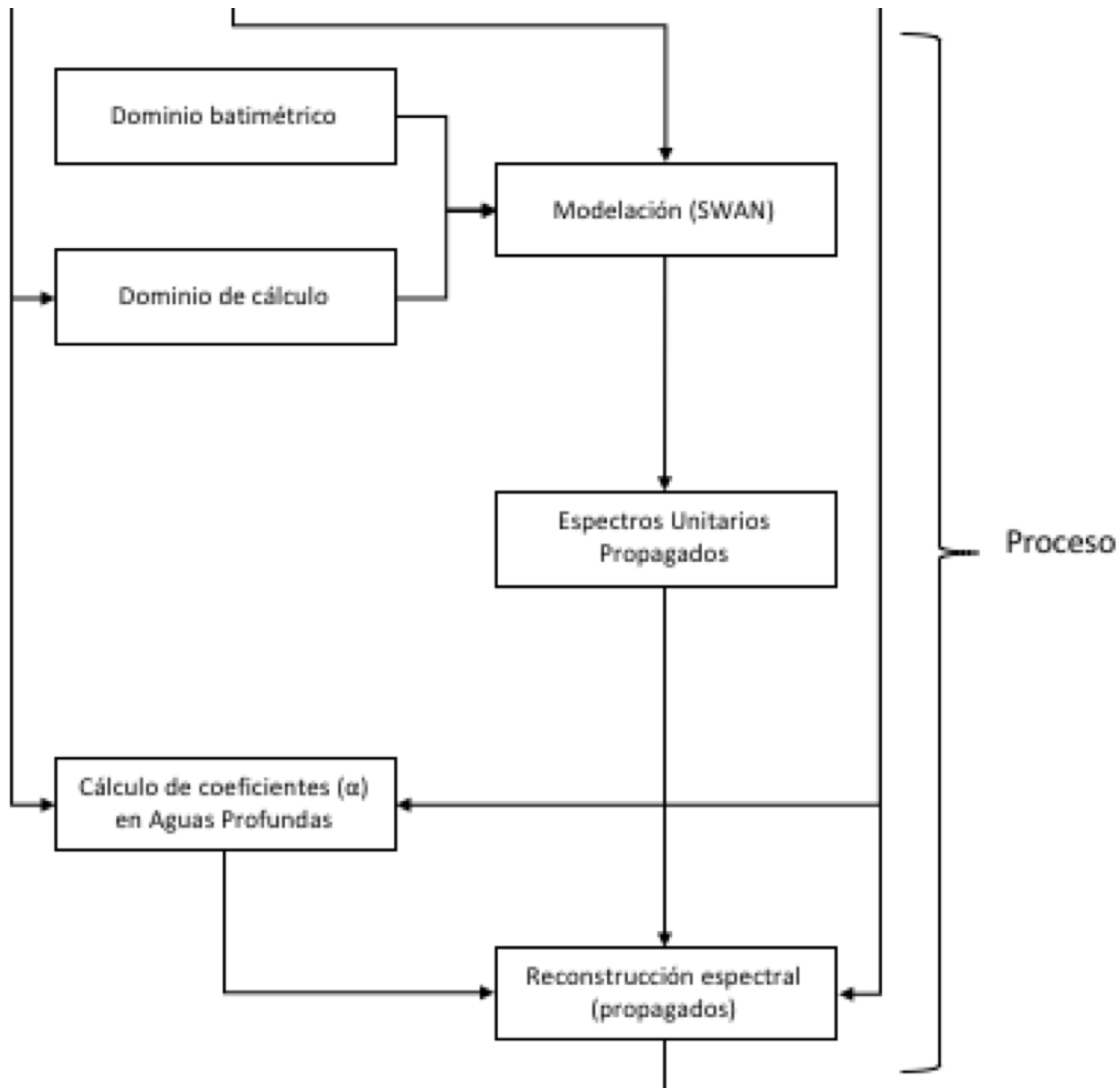
- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- MARCO TEÓRICO
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- **METODOLOGÍA**
  - **PREPROCESO**
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES



# INDICE

---

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- MARCO TEÓRICO
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- **METODOLOGÍA**
  - PREPROCESO
  - **PROCESO**
  - POSTPROCESO
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES



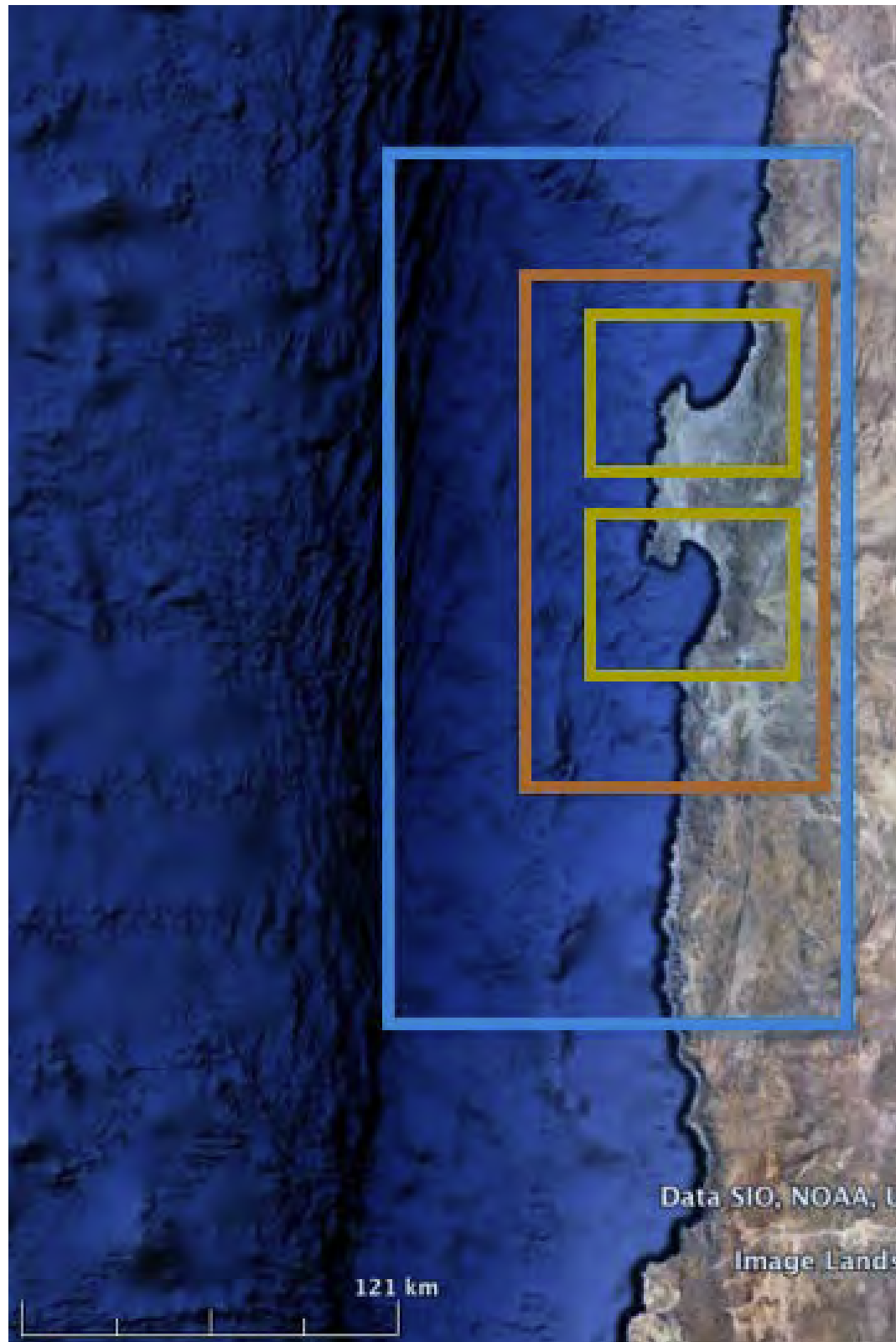


# PROCESO

---

- **Dominios**

- La malla batimétrica se encuentra espaciada cada 50 [m].
- La malla de cálculo se realizó de forma estructurada, con 3 niveles de anidamientos.



Fuente: Google Earth

# CONFIGURACIÓN DEL MODELO

```
*****HEAD ING*****
$Propagacion PROJ 'JFernandez' '01'
SET NAUT
*****MODEL INPUT*****
MODE NONSTAT
COORDINATES CART
CGRID REGULAR 252990. 7062162 0. 200000. 510000. 399 1019 CIRCLE 120 flow 0.04 msc 33
INPGRID BOTTOM REGULAR 252990. 7062162 0. 2999 10199 50 50
READINP BOTTOM -1. 'bat1_antof.txt' 3 0 FREE
$
BOUNDspec SEG IJ 399 1019 0 1019 0 1019 0 0 0 0 399 0 UNIF FILE 'Unitarios.bnd'
*****CALCULATIONS*****
OFF QUAD
WCAP
FRICTION JONswap 0.038
$*****MODEL OUTPUT*****
NGRID 'CBORDE2' 288360. 7323768. 0. 100000. 180000. 499 899 NESTOUT 'CBORDE2'
'Cond_Borde_inter'
$
GROUP 'salida1' SUBGRID 0 399 0 1019
OUTPut OPTions BLOCK 4 399
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Hs_G.mat' LAY-OUT 3 HSIGN
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dir_G.mat' LAY-OUT 3 DIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dirp_G.mat' LAY-OUT 3 PDIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Tm_G.mat' LAY-OUT 3 PER
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Rtp_G.mat' LAY-OUT 3 RTP
$*****CALCULATIONS*****
COMP STAT 20000101.010000
COMP STAT 20000101.020000
COMP STAT 20000101.030000
COMP STAT 20000101.040000
COMP STAT 20000101.050000
COMP STAT 20000101.060000
COMP STAT 20000101.070000
COMP STAT 20000101.080000
COMP STAT 20000101.090000
COMP STAT 20000101.100000
COMP STAT 20000101.110000
COMP STAT 20000101.120000
COMP STAT 20000101.130000
COMP STAT 20000101.140000
COMP STAT 20000101.150000
COMP STAT 20000101.160000
COMP STAT 20000101.170000
COMP STAT 20000101.180000
COMP STAT 20000101.190000
COMP STAT 20000101.200000
COMP STAT 20000101.210000
COMP STAT 20000101.220000
COMP STAT 20000101.230000
COMP STAT 20000101.240000
COMP STAT 20000102.010000
COMP STAT 20000102.020000
COMP STAT 20000102.030000
COMP STAT 20000102.040000
COMP STAT 20000102.050000
COMP STAT 20000102.060000
COMP STAT 20000102.070000
COMP STAT 20000102.080000
COMP STAT 20000102.090000
COMP STAT 20000102.100000
COMP STAT 20000102.110000
COMP STAT 20000102.120000
COMP STAT 20000102.130000
COMP STAT 20000102.140000
COMP STAT 20000102.150000
COMP STAT 20000102.160000
COMP STAT 20000102.170000
COMP STAT 20000102.180000
COMP STAT 20000102.190000
COMP STAT 20000102.200000
COMP STAT 20000102.210000
COMP STAT 20000102.220000
COMP STAT 20000102.230000
COMP STAT 20000102.240000
COMP STAT 20000103.010000
COMP STAT 20000103.020000
STOP
```

```
SET NAUT
$*****MODEL INPUT*****
MODE NONSTAT
COORDINATES CART
CGRID REGULAR 252990. 7062162 0. 200000. 510000. 399 1019 CIRCLE 120 flow 0.04 msc 33
INPGRID BOTTOM REGULAR 252990. 7062162 0. 2999 10199 50 50
READINP BOTTOM -1. 'bat1_antof.txt' 3 0 FREE
$
BOUNDspec SEG IJ 399 1019 0 1019 0 1019 0 0 0 0 399 0 UNIF FILE 'Unitarios.bnd'
```

```
*****HEAD ING*****
$Propagacion PROJ 'JFernandez' '01'
SET NAUT
*****MODEL INPUT*****
MODE NONSTAT
COORDINATES CART
CGRID REGULAR 252990. 7062162 0. 200000. 510000. 399 1019 CIRCLE 120 flow 0.04 msc 33
INPGRID BOTTOM REGULAR 252990. 7062162 0. 2999 10199 50 50
READINP BOTTOM -1. 'bat1_antof.txt' 3 0 FREE
$
BOUNdspec SEG IJ 399 1019 0 1019 0 1019 0 0 0 0 399 0 UNIF FILE 'Unitarios.bnd'
```

# CONFIGURACIÓN DEL MODELO

```
OFF QUAD
WCAP
FRICTION JONswap 0.038
```

```
*****MODEL OUTPUT*****
NGRID 'CBORDE2' 288360. 7323768. 0. 100000. 180000. 499 899 NESTOUT 'CBORDE2'
'Cond_Borde_inter'
$
GROUP 'salida1' SUBGRID 0 399 0 1019
OUTPut OPTions BLOCK 4 399
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Hs_G.mat' LAY-OUT 3 HSIGN
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dir_G.mat' LAY-OUT 3 DIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dirp_G.mat' LAY-OUT 3 PDIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Tm_G.mat' LAY-OUT 3 PER
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Rtp_G.mat' LAY-OUT 3 RTP
```

\$\*\*\*\*\*CALCULATIONS\*\*\*\*\*

```
COMP STAT 20000101.010000
COMP STAT 20000101.020000
COMP STAT 20000101.030000
COMP STAT 20000101.040000
COMP STAT 20000101.050000
COMP STAT 20000101.060000
COMP STAT 20000101.070000
COMP STAT 20000101.080000
COMP STAT 20000101.090000
COMP STAT 20000101.100000
COMP STAT 20000101.110000
COMP STAT 20000101.120000
COMP STAT 20000101.130000
COMP STAT 20000101.140000
COMP STAT 20000101.150000
COMP STAT 20000101.160000
COMP STAT 20000101.170000
COMP STAT 20000101.180000
COMP STAT 20000101.190000
COMP STAT 20000101.200000
COMP STAT 20000101.210000
COMP STAT 20000101.220000
COMP STAT 20000101.230000
COMP STAT 20000101.240000
COMP STAT 20000102.010000
COMP STAT 20000102.020000
COMP STAT 20000102.030000
COMP STAT 20000102.040000
COMP STAT 20000102.050000
COMP STAT 20000102.060000
COMP STAT 20000102.070000
COMP STAT 20000102.080000
COMP STAT 20000102.090000
COMP STAT 20000102.100000
COMP STAT 20000102.110000
COMP STAT 20000102.120000
COMP STAT 20000102.130000
COMP STAT 20000102.140000
COMP STAT 20000102.150000
COMP STAT 20000102.160000
COMP STAT 20000102.170000
COMP STAT 20000102.180000
COMP STAT 20000102.190000
COMP STAT 20000102.200000
COMP STAT 20000102.210000
COMP STAT 20000102.220000
COMP STAT 20000102.230000
COMP STAT 20000102.240000
COMP STAT 20000103.010000
COMP STAT 20000103.020000
STOP
```

```
$*****CALCULATION*****
OFF QUAD
WCAP
FRICTION JONswap 0.038
```

```
*****HEAD ING*****
$Propagacion PROJ 'JFernandez' '01'
SET NAUT
*****MODEL INPUT*****
MODE NONSTAT
COORDINATES CART
CGRID REGULAR 252990. 7062162 0. 200000. 510000. 399 1019 CIRCLE 120 flow 0.04 msc 33
INPGRID BOTTOM REGULAR 252990. 7062162 0. 2999 10199 50 50
READINP BOTTOM -1. 'bat1_antof.txt' 3 0 FREE
$
BOUNdspec SEG IJ 399 1019 0 1019 0 1019 0 0 0 0 399 0 UNIF FILE 'Unitarios.bnd'
```

# CONFIGURACIÓN DEL MODELO

```
OFF QUAD
WCAP
FRICTION JONswap 0.038
```

```
*****MODEL OUTPUT*****
NGRID 'CBORDE2' 288360. 7323768. 0. 100000. 180000. 499 899 NESTOUT 'CBORDE2'
'Cond_Borde_inter'
$
GROUP 'salida1' SUBGRID 0 399 0 1019
OUTPut OPTions BLOCK 4 399
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Hs_G.mat' LAY-OUT 3 HSIGN
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dir_G.mat' LAY-OUT 3 DIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dirp_G.mat' LAY-OUT 3 PDIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Tm_G.mat' LAY-OUT 3 PER
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Rtp_G.mat' LAY-OUT 3 RTP
```

```
*****CALCULATIONS*****
COMP STAT 20000101.010000
COMP STAT 20000101.020000
COMP STAT 20000101.030000
COMP STAT 20000101.040000
COMP STAT 20000101.050000
COMP STAT 20000101.060000
COMP STAT 20000101.070000
COMP STAT 20000101.080000
COMP STAT 20000101.090000
COMP STAT 20000101.100000
COMP STAT 20000101.110000
COMP STAT 20000101.120000
COMP STAT 20000101.130000
COMP STAT 20000101.140000
COMP STAT 20000101.150000
COMP STAT 20000101.160000
COMP STAT 20000101.170000
COMP STAT 20000101.180000
COMP STAT 20000101.190000
COMP STAT 20000101.200000
COMP STAT 20000101.210000
COMP STAT 20000101.220000
COMP STAT 20000101.230000
COMP STAT 20000101.240000
COMP STAT 20000102.010000
COMP STAT 20000102.020000
COMP STAT 20000102.030000
COMP STAT 20000102.040000
COMP STAT 20000102.050000
COMP STAT 20000102.060000
COMP STAT 20000102.070000
COMP STAT 20000102.080000
COMP STAT 20000102.090000
COMP STAT 20000102.100000
COMP STAT 20000102.110000
COMP STAT 20000102.120000
COMP STAT 20000102.130000
COMP STAT 20000102.140000
COMP STAT 20000102.150000
COMP STAT 20000102.160000
COMP STAT 20000102.170000
COMP STAT 20000102.180000
COMP STAT 20000102.190000
COMP STAT 20000102.200000
COMP STAT 20000102.210000
COMP STAT 20000102.220000
COMP STAT 20000102.230000
COMP STAT 20000102.240000
COMP STAT 20000103.010000
COMP STAT 20000103.020000
STOP
```

```
*****MODEL OUTPUT*****
NGRID 'CBORDE2' 288360. 7323768. 0. 100000. 180000. 499 899 NESTOUT 'CBORDE2'
'Cond_Borde_inter'
$
GROUP 'salida1' SUBGRID 0 399 0 1019
OUTPut OPTions BLOCK 4 399
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Hs_G.mat' LAY-OUT 3 HSIGN
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dir_G.mat' LAY-OUT 3 DIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dirp_G.mat' LAY-OUT 3 PDIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Tm_G.mat' LAY-OUT 3 PER
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Rtp_G.mat' LAY-OUT 3 RTP
```



\*\*\*\*\*HEAD ING\*\*\*\*\*

\$Propagacion PROJ 'JFernandez' '01'

SET NAUT

\*\*\*\*\*MODEL INPUT\*\*\*\*\*

```

MODE NONSTAT
COORDINATES CART
CGRID REGULAR 252990. 7062162 0. 200000. 510000. 399 1019 CIRCLE 120 flow 0.04 msc 33
INPGRID BOTTOM REGULAR 252990. 7062162 0. 2999 10199 50 50
READINP BOTTOM -1. 'bat1_antof.txt' 3 0 FREE
$
BOUNdspec SEG IJ 399 1019 0 1019 0 1019 0 0 0 0 399 0 UNIF FILE 'Unitarios.bnd'

```

```

OFF QUAD
WCAP
FRICTION JONswap 0.038

```

```

NGRID 'CBORDE2' 288360. 7323768. 0. 100000. 180000. 499 899 NESTOUT 'CBORDE2'
'Cond_Borde_inter'
$
GROUP 'salida1' SUBGRID 0 399 0 1019
OUTPut OPTions BLOCK 4 399
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Hs_G.mat' LAY-OUT 3 HSIGN
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dir_G.mat' LAY-OUT 3 DIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Dirp_G.mat' LAY-OUT 3 PDIR
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Tm_G.mat' LAY-OUT 3 PER
BLOCK 'salida1' NOHEADER 'Rtp_G.mat' LAY-OUT 3 RTP

```

```

*****CALCULATIONS*****
COMP STAT 20000101.010000
COMP STAT 20000101.020000
COMP STAT 20000101.030000
COMP STAT 20000101.040000
COMP STAT 20000101.050000
COMP STAT 20000101.060000
COMP STAT 20000101.070000
COMP STAT 20000101.080000
COMP STAT 20000101.090000
COMP STAT 20000101.100000
COMP STAT 20000101.110000
COMP STAT 20000101.120000
COMP STAT 20000101.130000
COMP STAT 20000101.140000
COMP STAT 20000101.150000
COMP STAT 20000101.160000
COMP STAT 20000101.170000
COMP STAT 20000101.180000
COMP STAT 20000101.190000
COMP STAT 20000101.200000
COMP STAT 20000101.210000
COMP STAT 20000101.220000
COMP STAT 20000101.230000
COMP STAT 20000101.240000
COMP STAT 20000102.010000
COMP STAT 20000102.020000
COMP STAT 20000102.030000
COMP STAT 20000102.040000
COMP STAT 20000102.050000
COMP STAT 20000102.060000
COMP STAT 20000102.070000
COMP STAT 20000102.080000
COMP STAT 20000102.090000
COMP STAT 20000102.100000
COMP STAT 20000102.110000
COMP STAT 20000102.120000
COMP STAT 20000102.130000
COMP STAT 20000102.140000
COMP STAT 20000102.150000
COMP STAT 20000102.160000
COMP STAT 20000102.170000
COMP STAT 20000102.180000
COMP STAT 20000102.190000
COMP STAT 20000102.200000
COMP STAT 20000102.210000
COMP STAT 20000102.220000
COMP STAT 20000102.230000
COMP STAT 20000102.240000
COMP STAT 20000103.010000
COMP STAT 20000103.020000
STOP

```

# CONFIGURACIÓN DEL MODELO

```

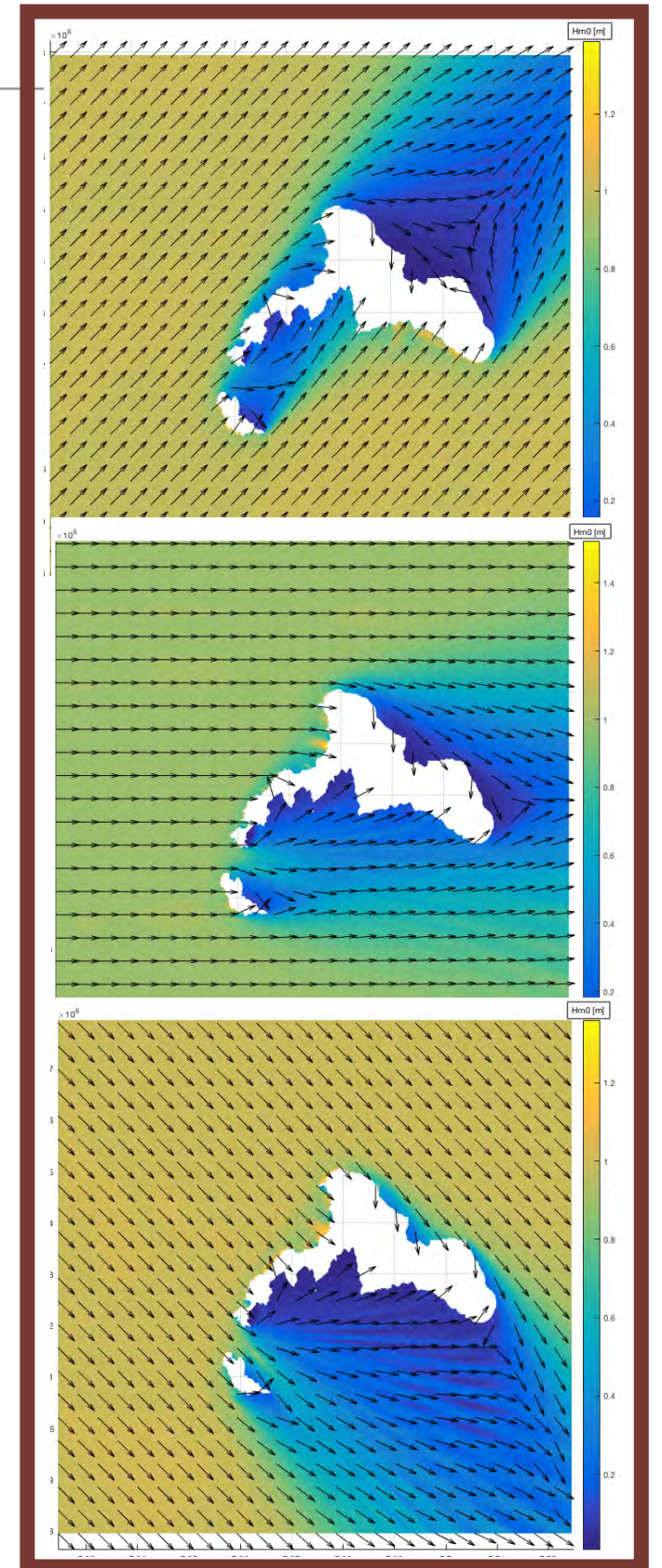
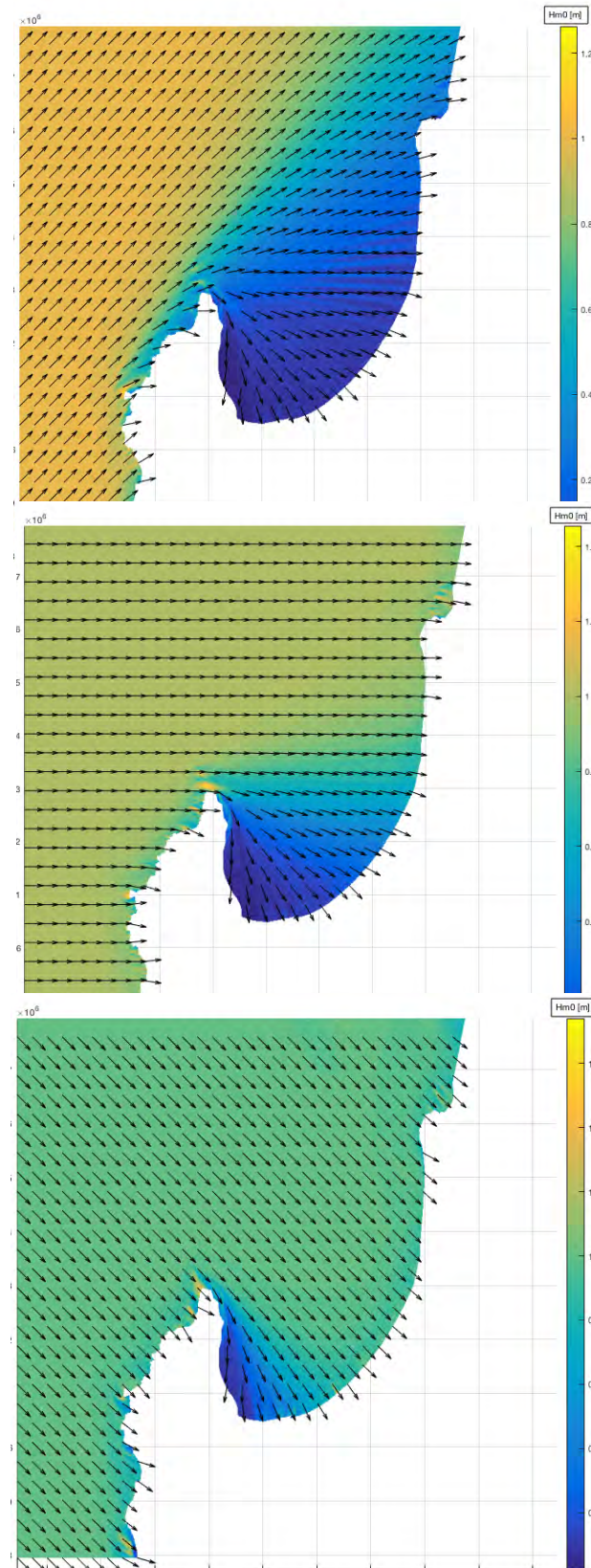
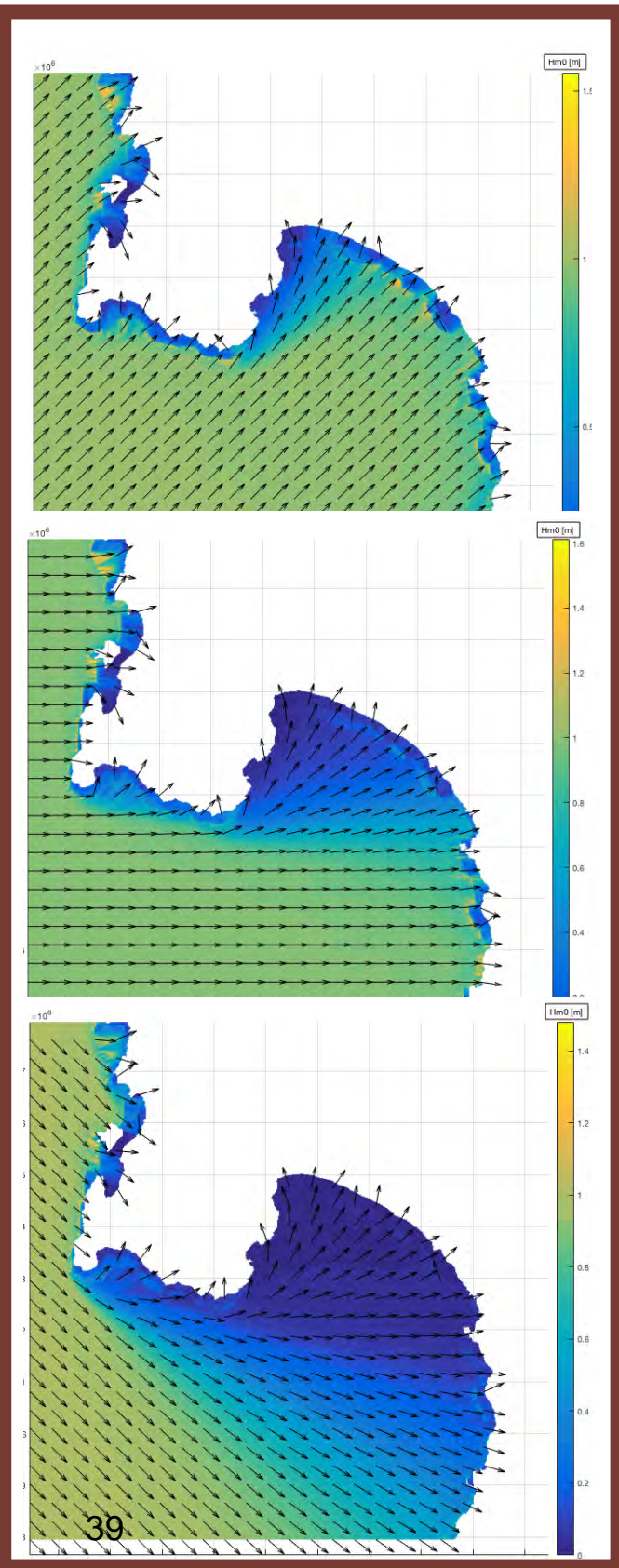
*****CALCULATIONS*****
COMP STAT 20000101.010000
COMP STAT 20000101.020000
COMP STAT 20000101.030000
COMP STAT 20000101.040000
COMP STAT 20000101.050000
COMP STAT 20000101.060000
COMP STAT 20000101.070000
COMP STAT 20000101.080000
COMP STAT 20000101.090000
COMP STAT 20000101.100000
COMP STAT 20000101.110000
COMP STAT 20000101.120000
COMP STAT 20000101.130000
COMP STAT 20000101.140000
COMP STAT 20000101.150000
COMP STAT 20000101.160000
COMP STAT 20000101.170000
COMP STAT 20000101.180000
COMP STAT 20000101.190000
COMP STAT 20000101.200000
COMP STAT 20000101.210000
COMP STAT 20000101.220000
COMP STAT 20000101.230000
COMP STAT 20000101.240000
COMP STAT 20000102.010000
COMP STAT 20000102.020000
COMP STAT 20000102.030000
COMP STAT 20000102.040000
COMP STAT 20000102.050000
COMP STAT 20000102.060000
COMP STAT 20000102.070000
COMP STAT 20000102.080000
COMP STAT 20000102.090000
COMP STAT 20000102.100000
COMP STAT 20000102.110000
COMP STAT 20000102.120000
COMP STAT 20000102.130000
COMP STAT 20000102.140000
COMP STAT 20000102.150000
COMP STAT 20000102.160000
COMP STAT 20000102.170000
COMP STAT 20000102.180000
COMP STAT 20000102.190000
COMP STAT 20000102.200000
COMP STAT 20000102.210000
COMP STAT 20000102.220000
COMP STAT 20000102.230000
COMP STAT 20000102.240000
COMP STAT 20000103.010000
COMP STAT 20000103.020000
STOP

```





# SALIDAS DEL MODELO





# PROCESO

---

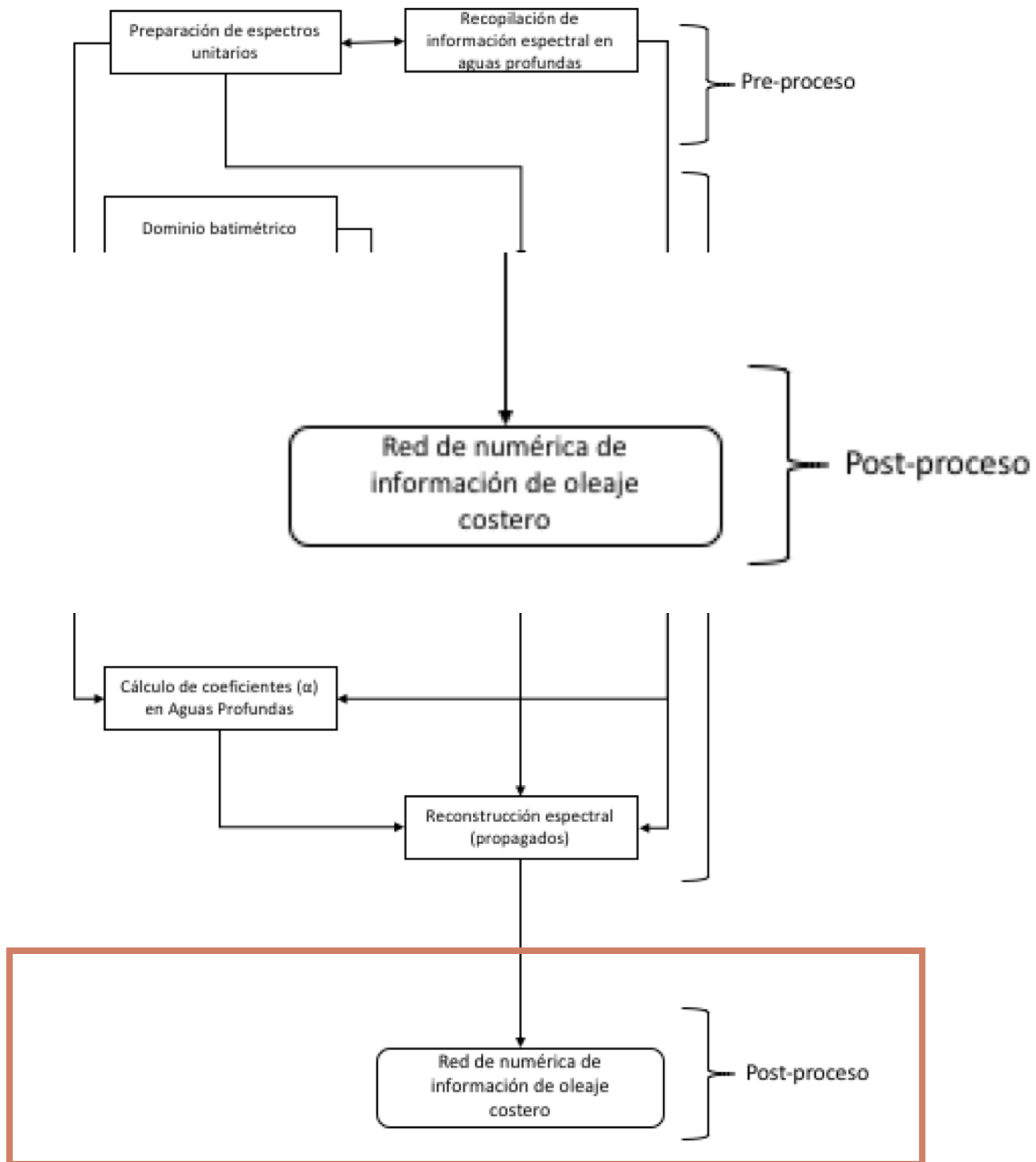
- Cálculo de coeficientes en aguas profundas.
- Reconstrucción de espectros en aguas someras.



# INDICE

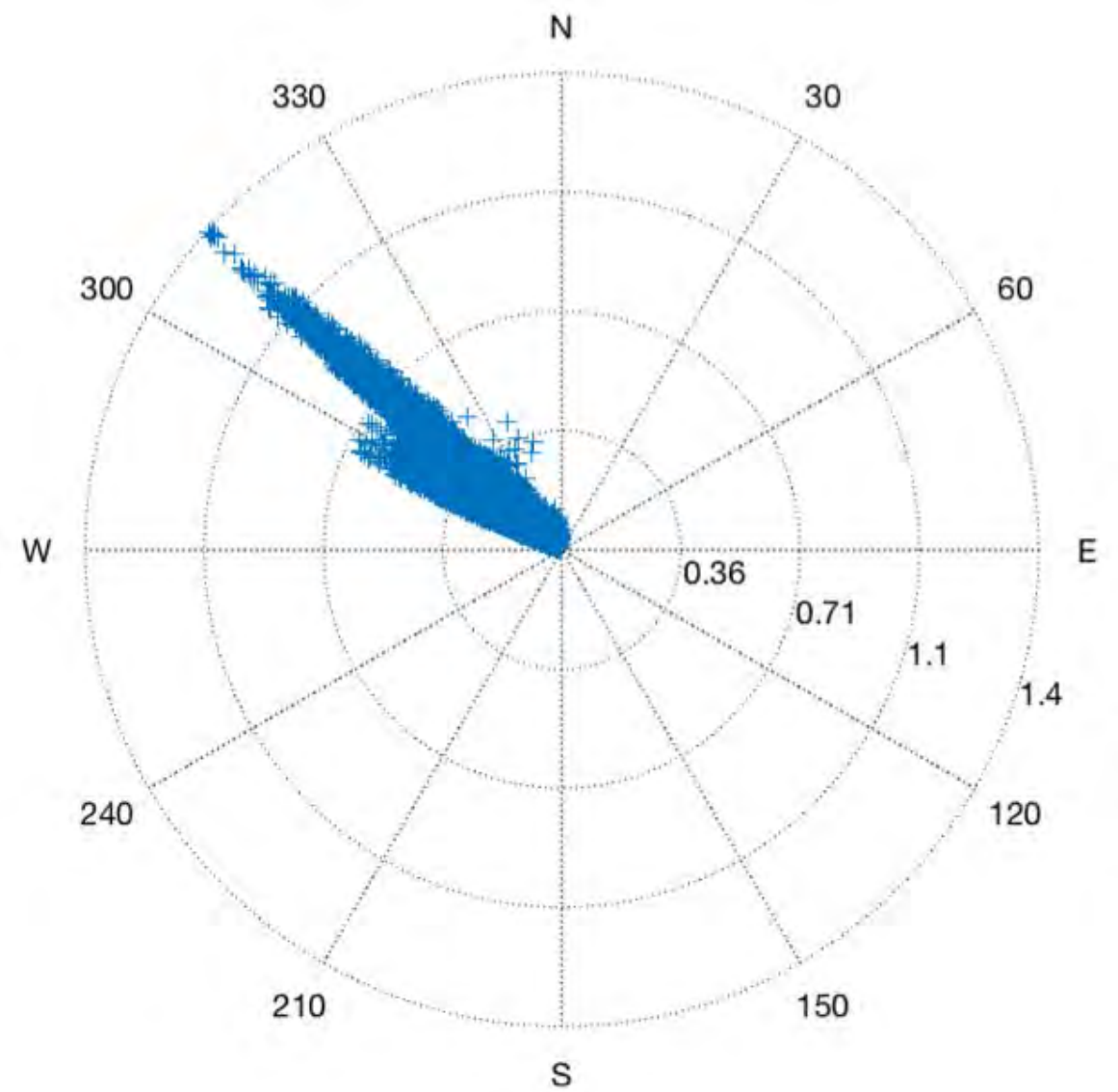
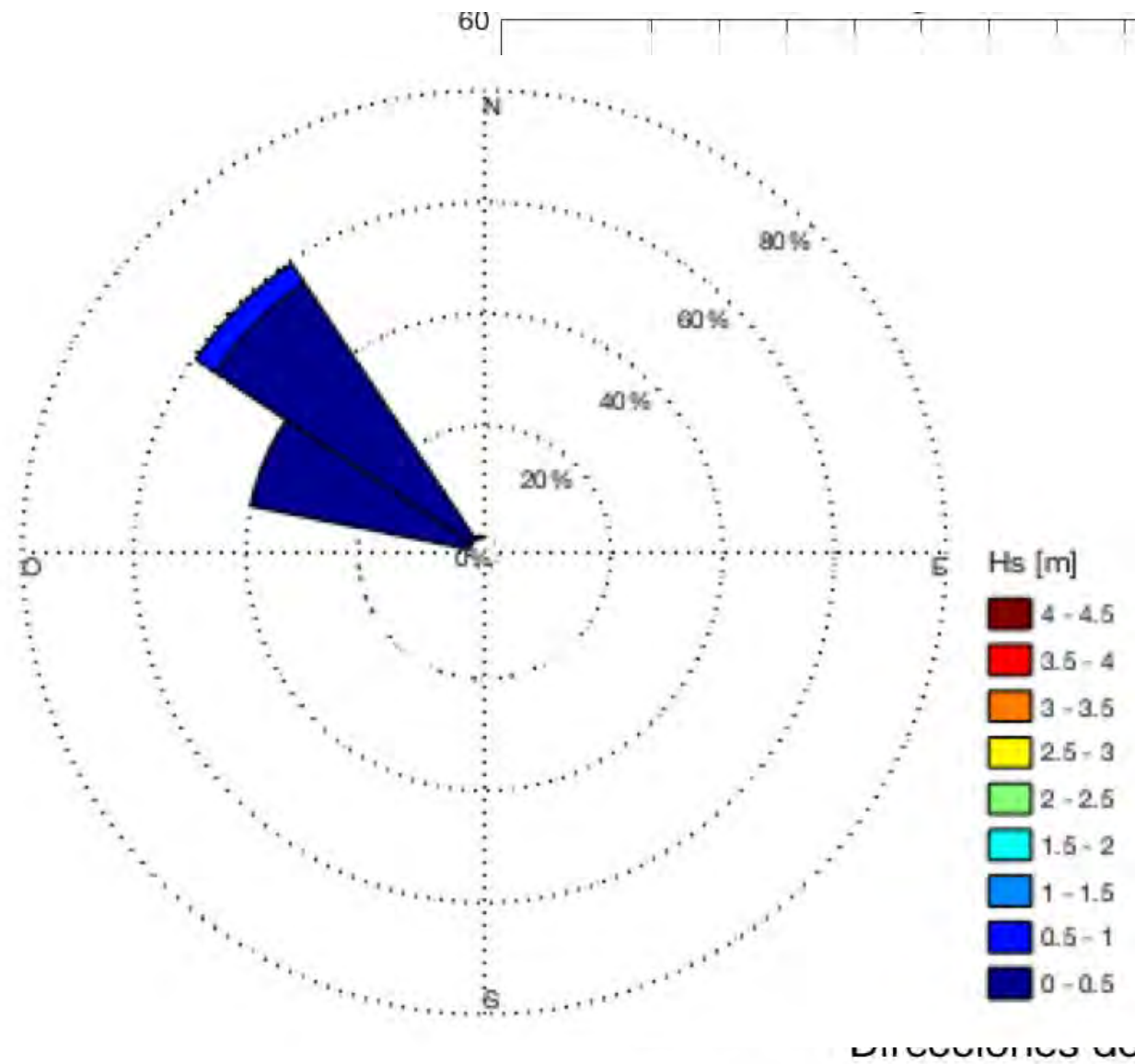
---

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- MARCO TEÓRICO
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- **METODOLOGÍA**
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - **POSTPROCESO**
- RESULTADOS
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES



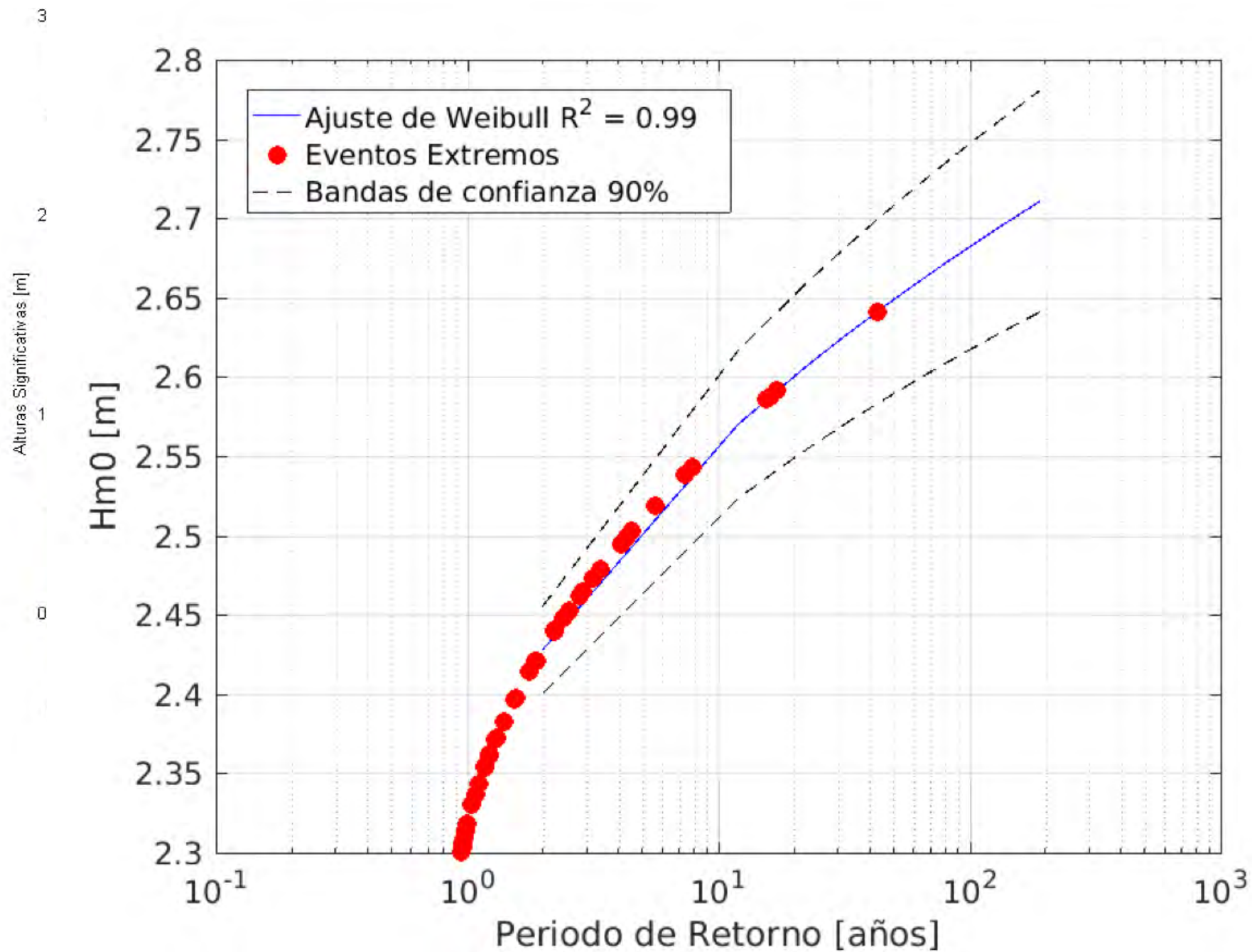
# RED NUMERICA DE INFORMACIÓN DE OLEAJE

- Clima Medio



# RED NUMERICA DE INFORMACIÓN DE OLAJE

- Clima Extremo

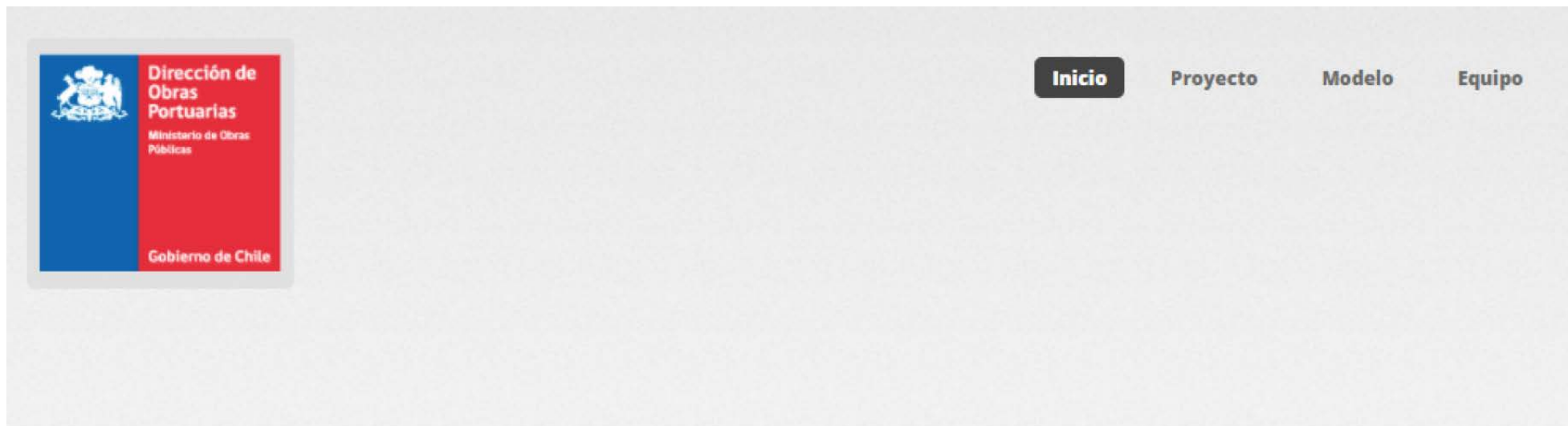




# RED NUMERICA DE INFORMACIÓN DE OLEAJE

---

- Publicación de resultados



## Red de Oleaje para las Costas de Chile

La Dirección de Obras Portuarias pone a disposición de la ciudadanía, estadística de oleaje en una red de nodos a lo largo de la costa chilena a través de un proyecto llamado **"Red de Oleaje Costero DOP"**. Los desarrolladores del proyecto son la Dirección de Obras Portuarias, la Universidad de Valparaíso a través de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica y es apoyado por el NLHPC del Centro de Modelamiento Matemático (CMM - Universidad de Chile).

La Red de oleaje se lleva a cabo mediante el uso del modelo espectral de propagación de oleaje de tercera generación SWAN v41.01 (Booij, N., Holthuijsen, L.H. and R.C. Ris, 1996), compilado bajo un protocolo de memoria distribuida utilizando bibliotecas MPI (Message Passing Interface). Para su implementación se utiliza el Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC).



# INDICE

---

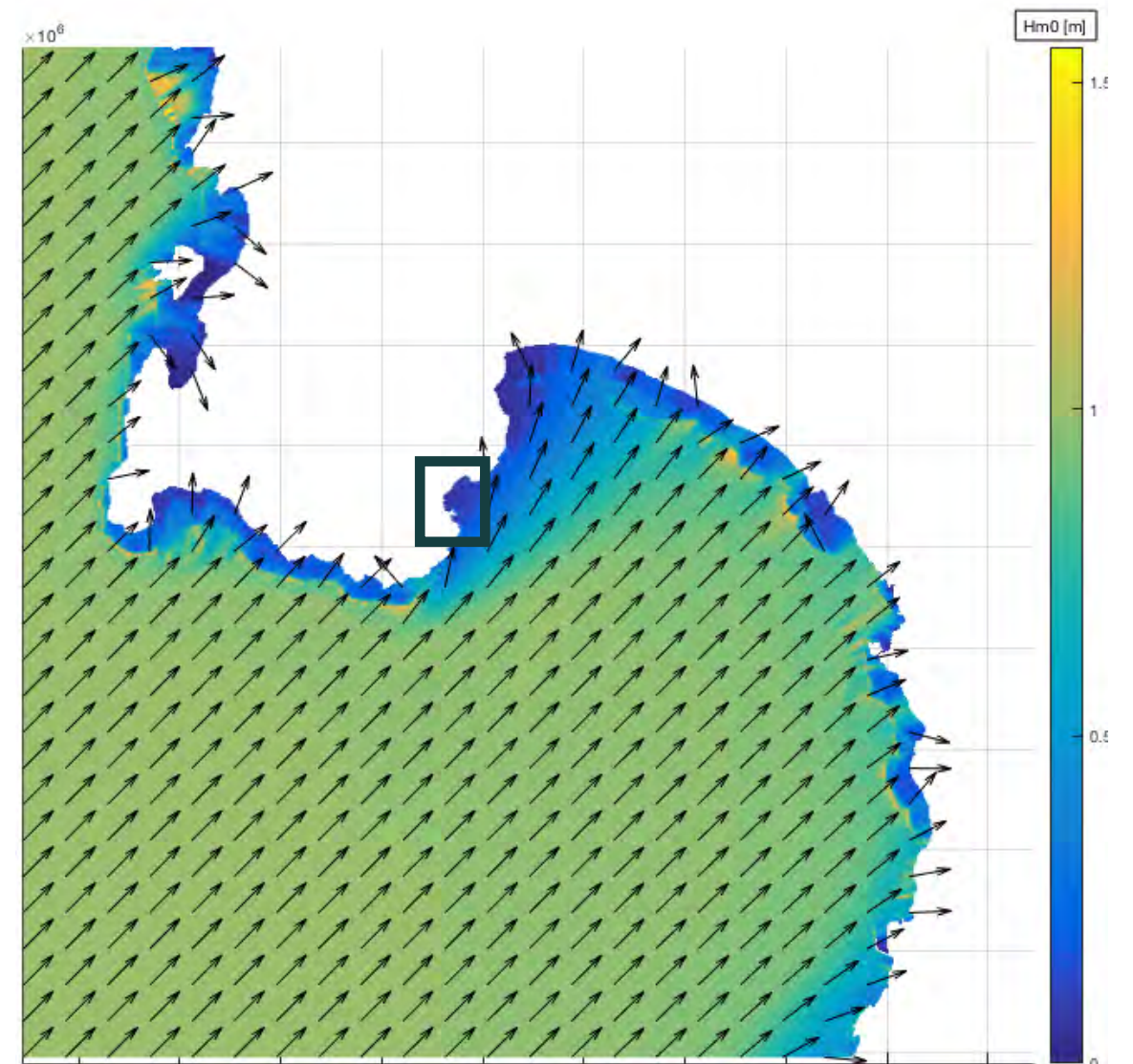
- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS
- MARCO TEÓRICO
  - FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE OLAJE
  - MODELO DE PROPAGACIÓN ESPECTRAL SWAN
  - TRANSFERENCIA PSEUDO ESPECTRAL DOMINGUEZ 2011
- METODOLOGÍA
  - PREPROCESO
  - PROCESO
  - POSTPROCESO
- **RESULTADOS**
  - REGIÓN DE ANTOFAGASTA
  - REGIÓN DE VALPARAÍSO
- CONCLUSIONES

# ANTOFAGASTA

- Nodo 1 ubicado en el balneario de Juan López.



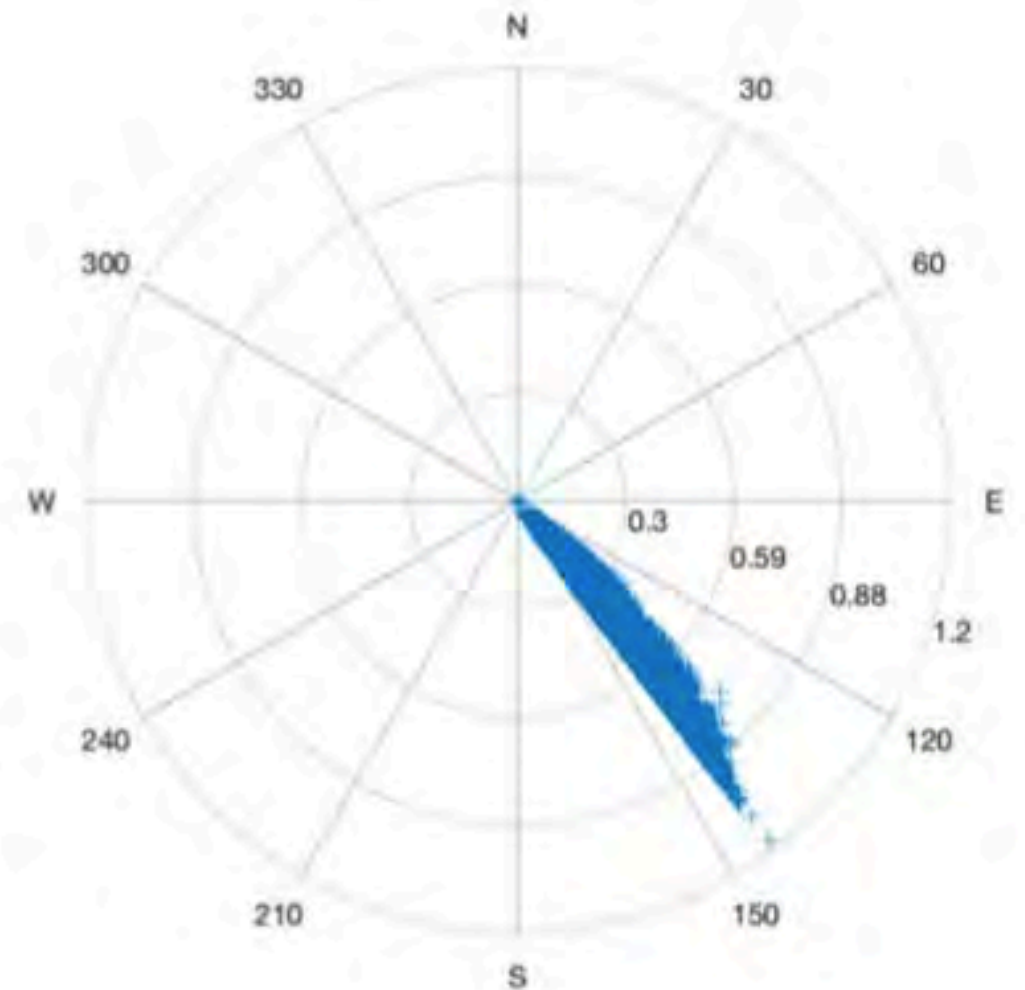
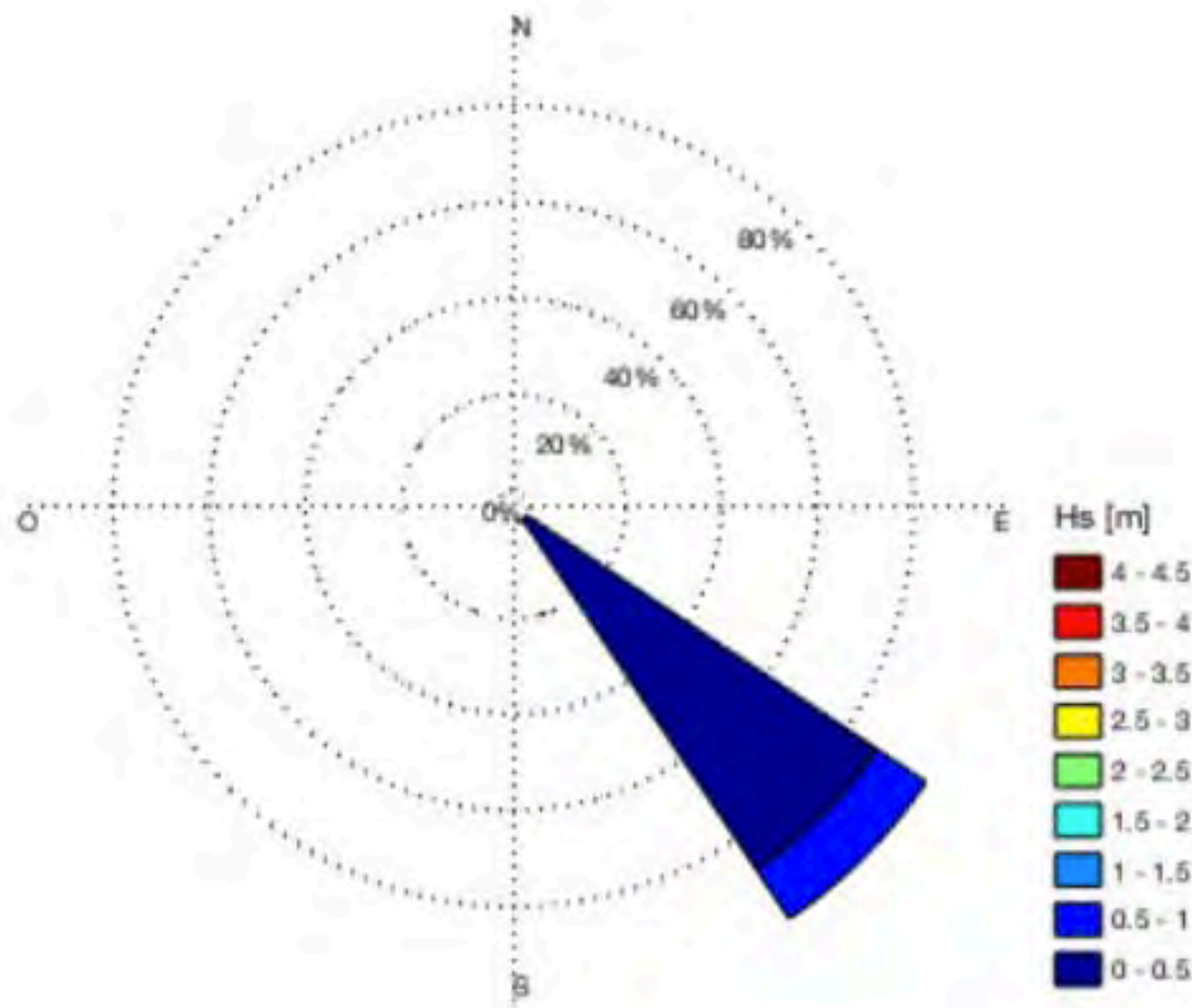
Fuente: Google Earth





# BALNEARIO DE JUAN LÓPEZ

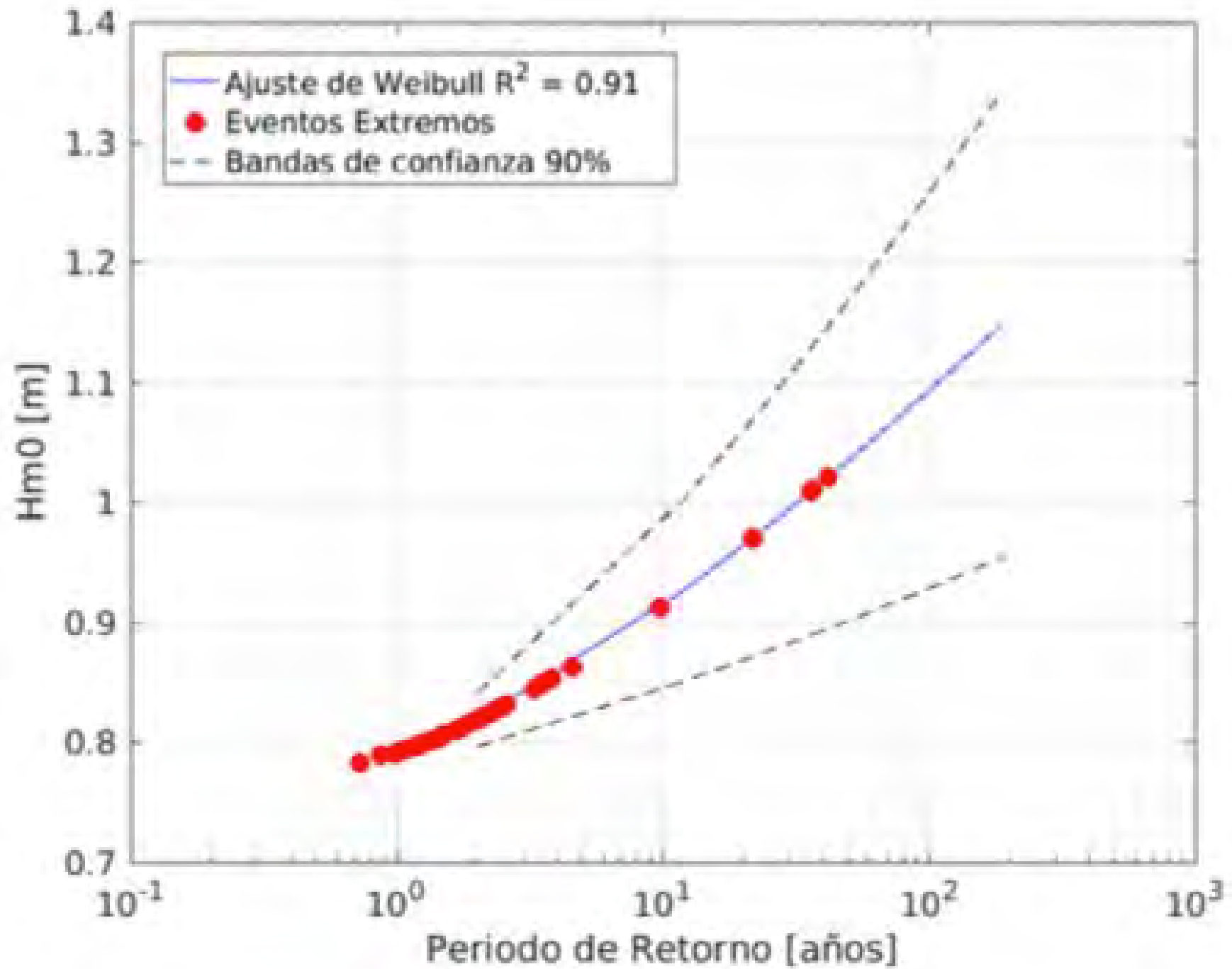
- Clima Medio



Alturas Significativas [m]

# BALNEARIO DE JUAN LÓPEZ

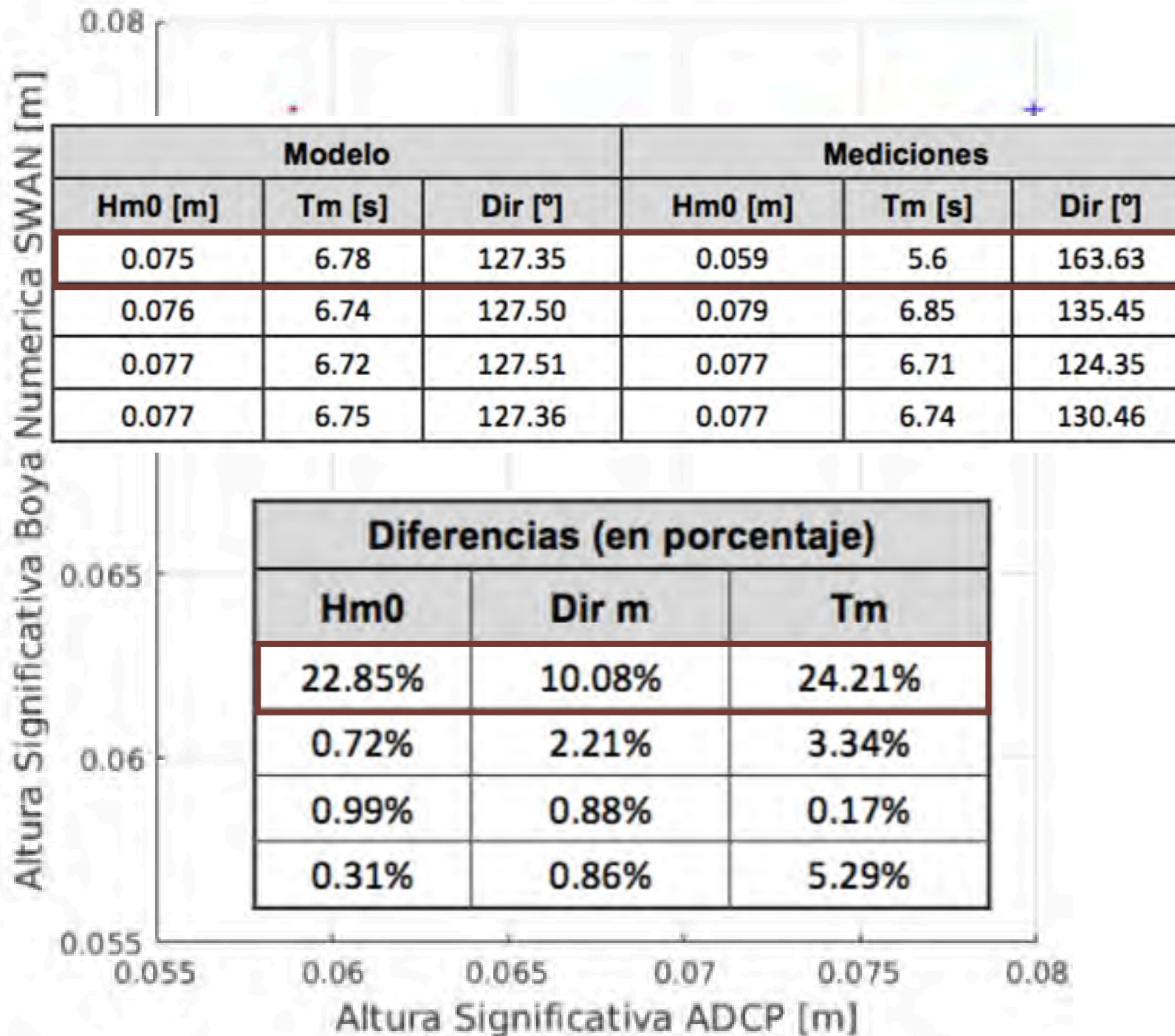
- Clima Extremo





# VALIDACIÓN

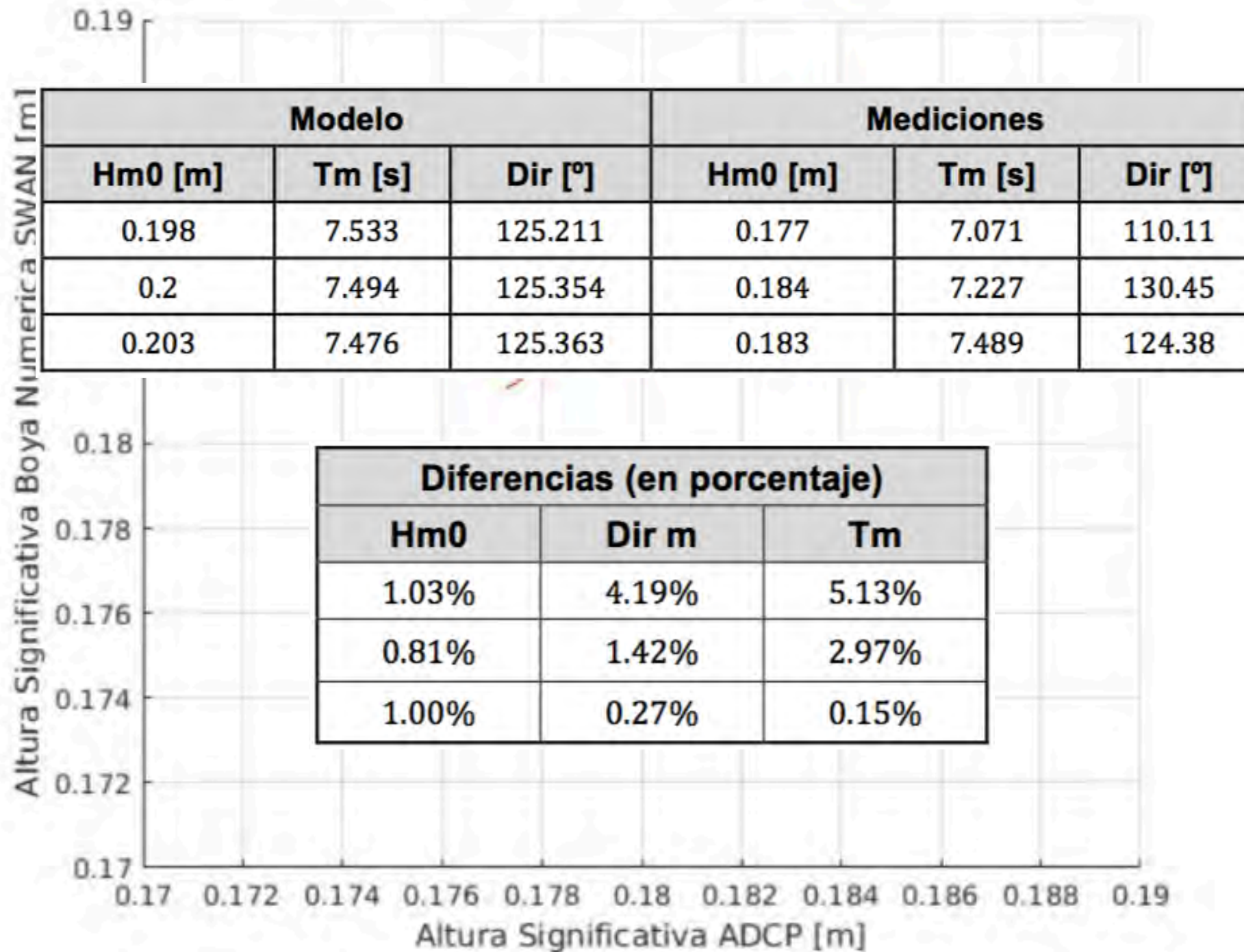
- Correntómetro 1





# VALIDACIÓN

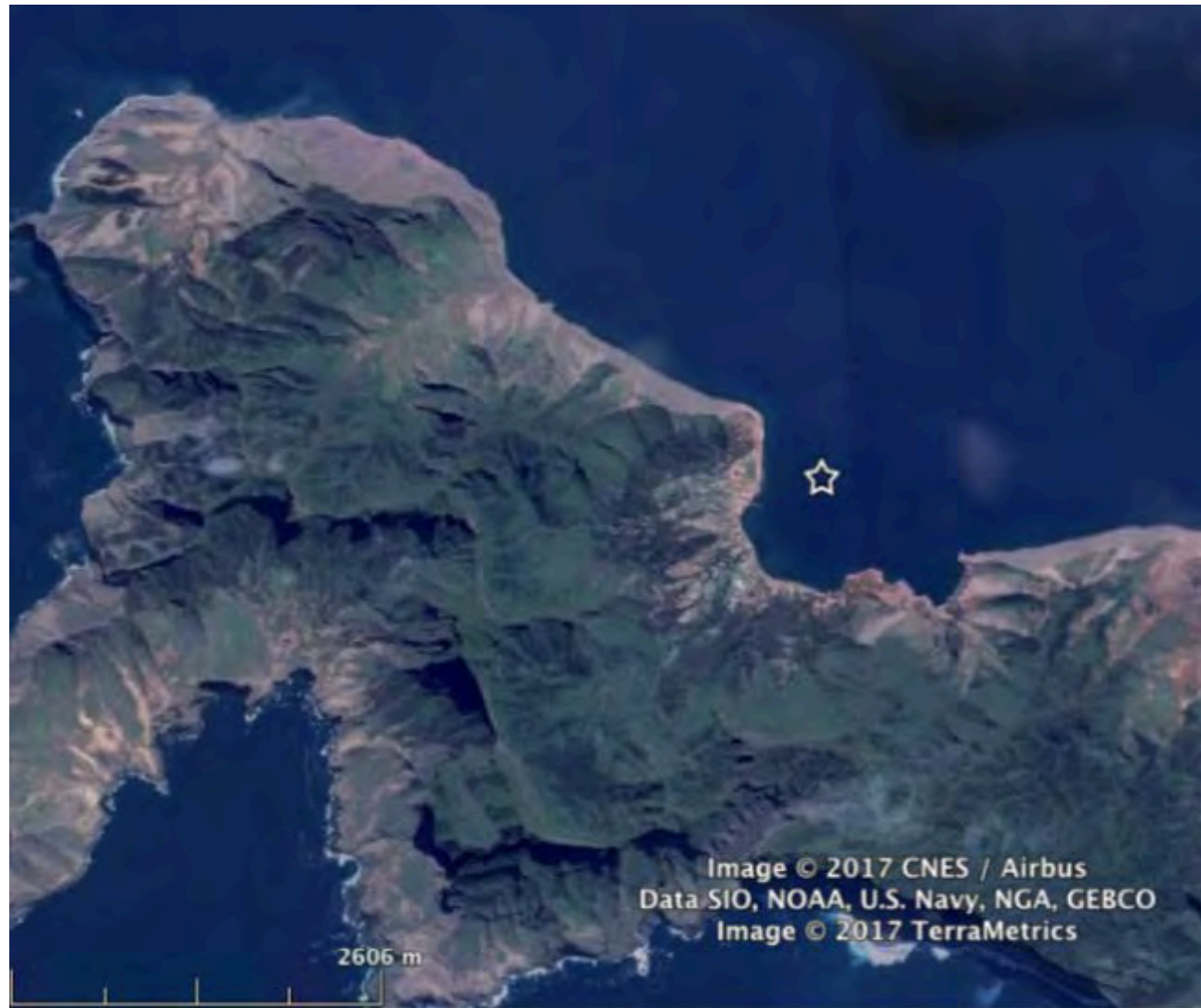
- Correntómetro 2



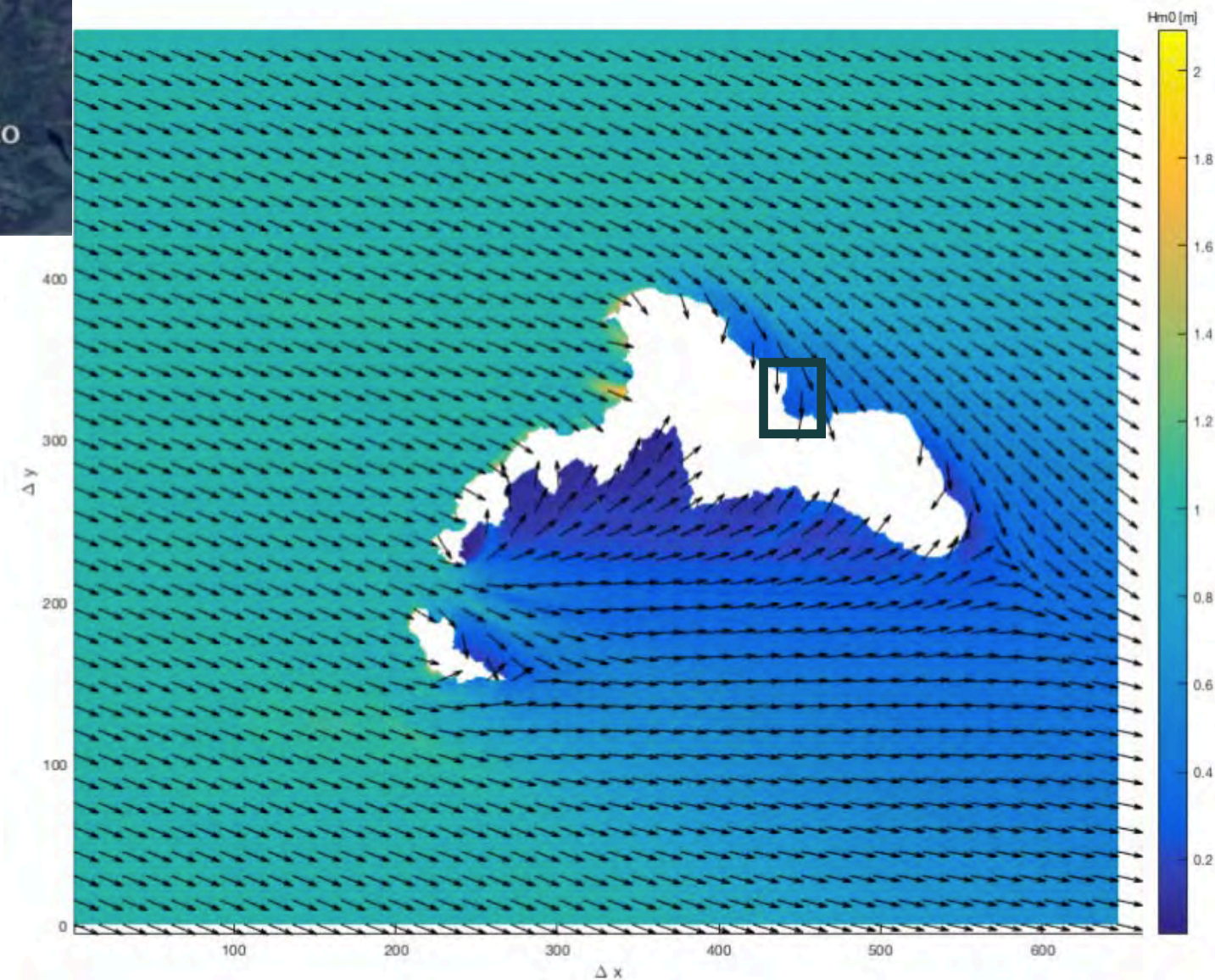


# VALPARAÍSO

- Nodo 2, isla de Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández

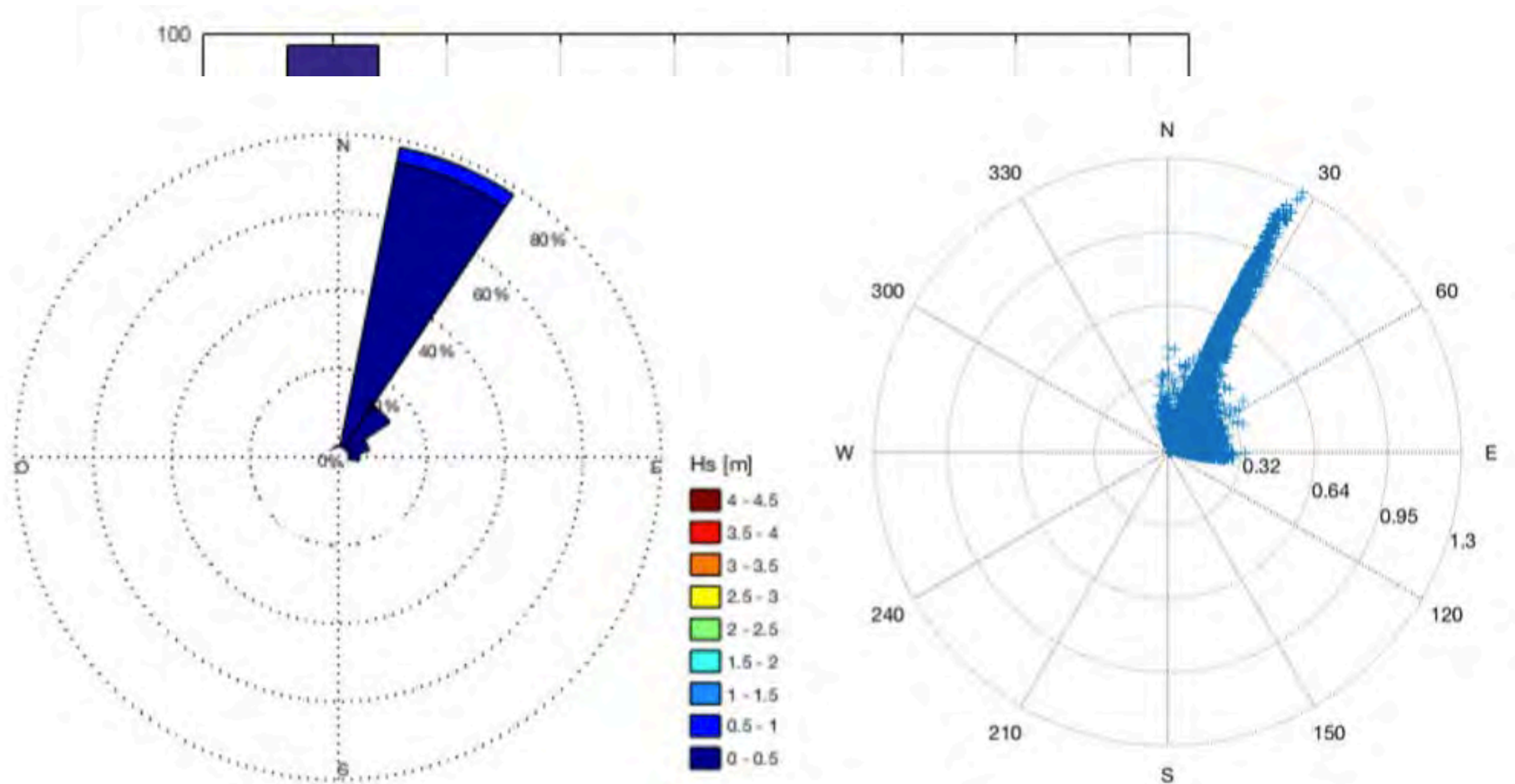


Fuente: Google Earth



# BAHÍA CUMBERLAND

- Clima Medio

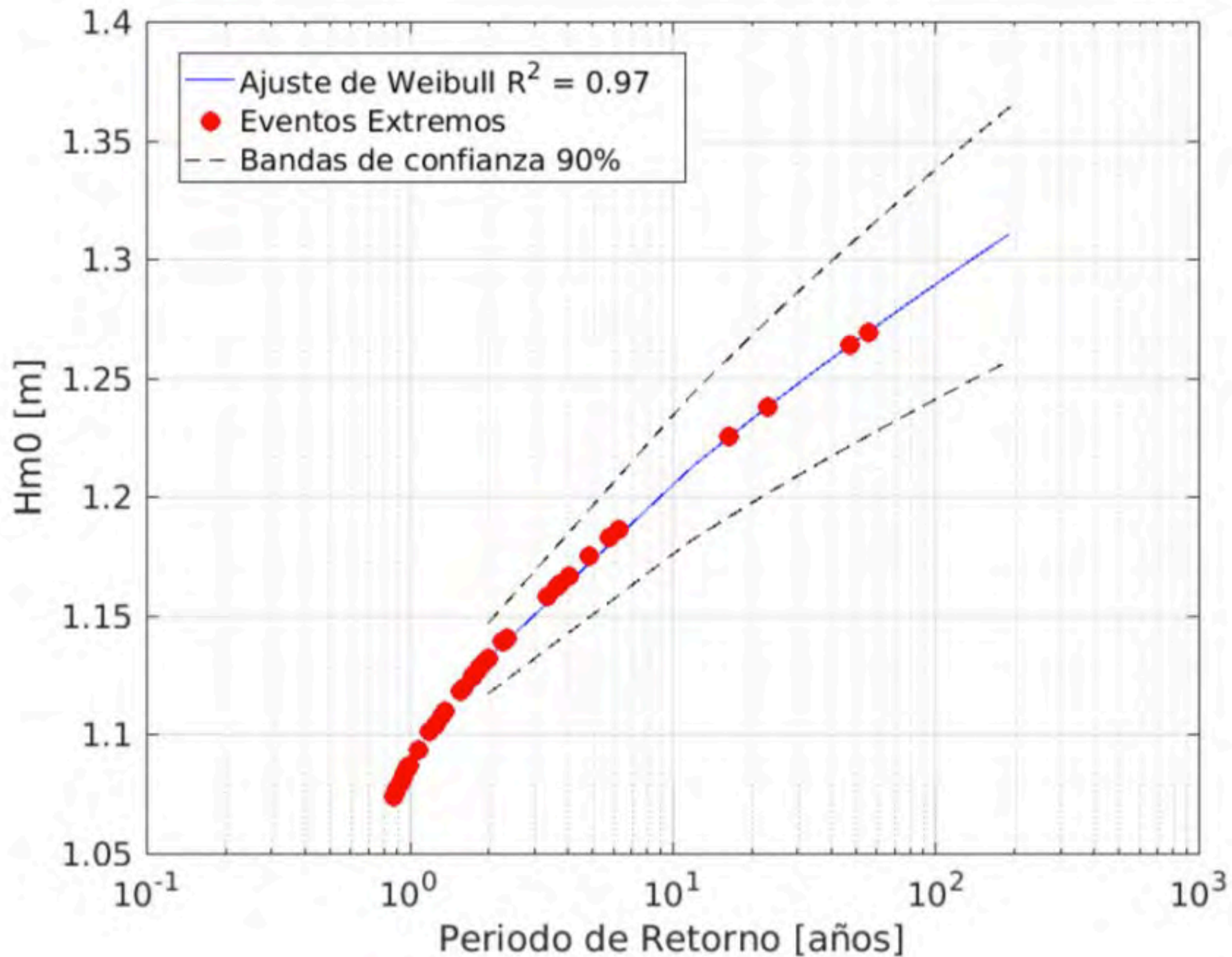


Alturas Significativas [m]



# BAHÍA CUMBERLAND

- Clima Extremo



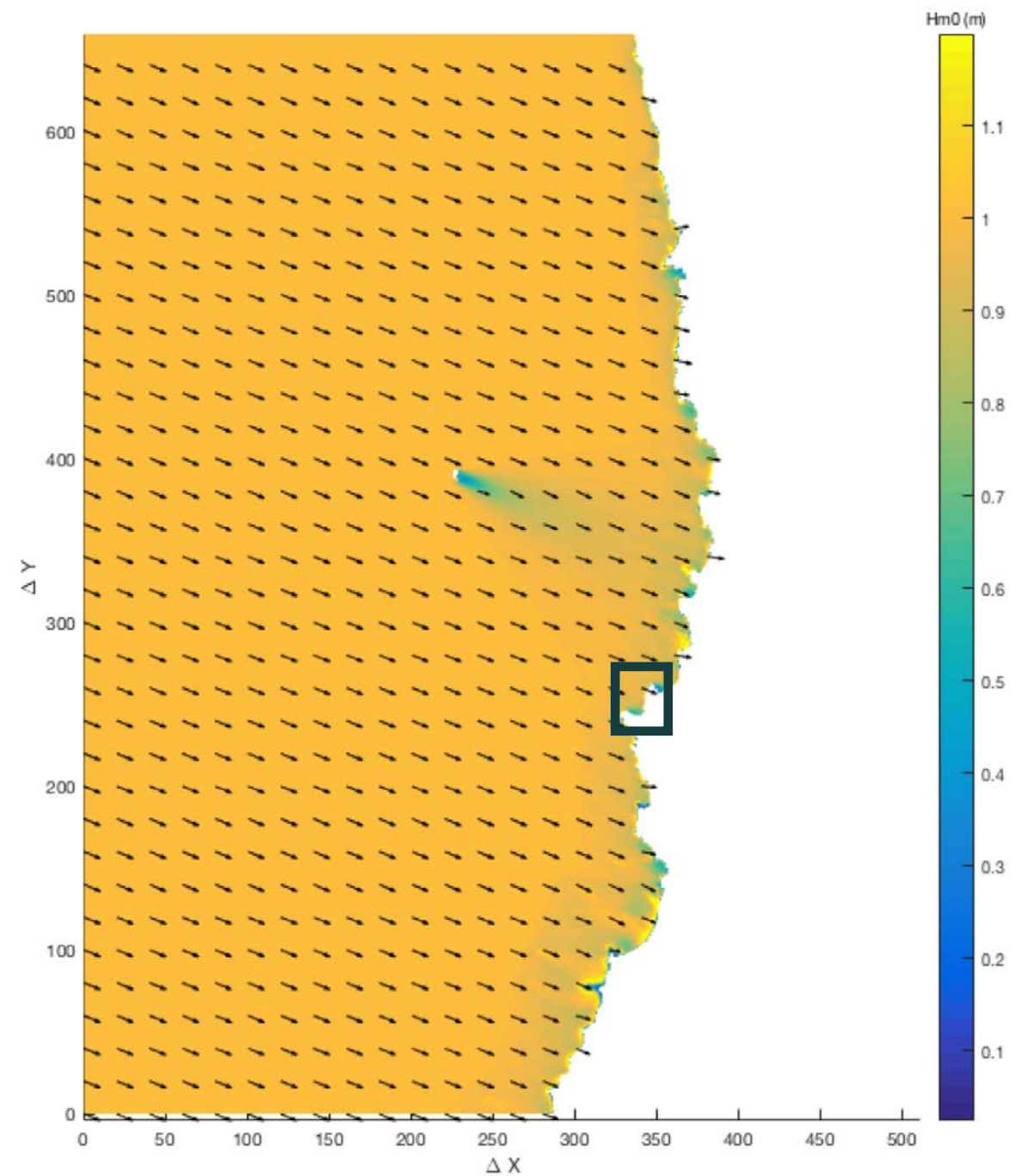


# VALPARAÍSO

- Nodo 3, playa Las Docas, Punta Curaumilla.

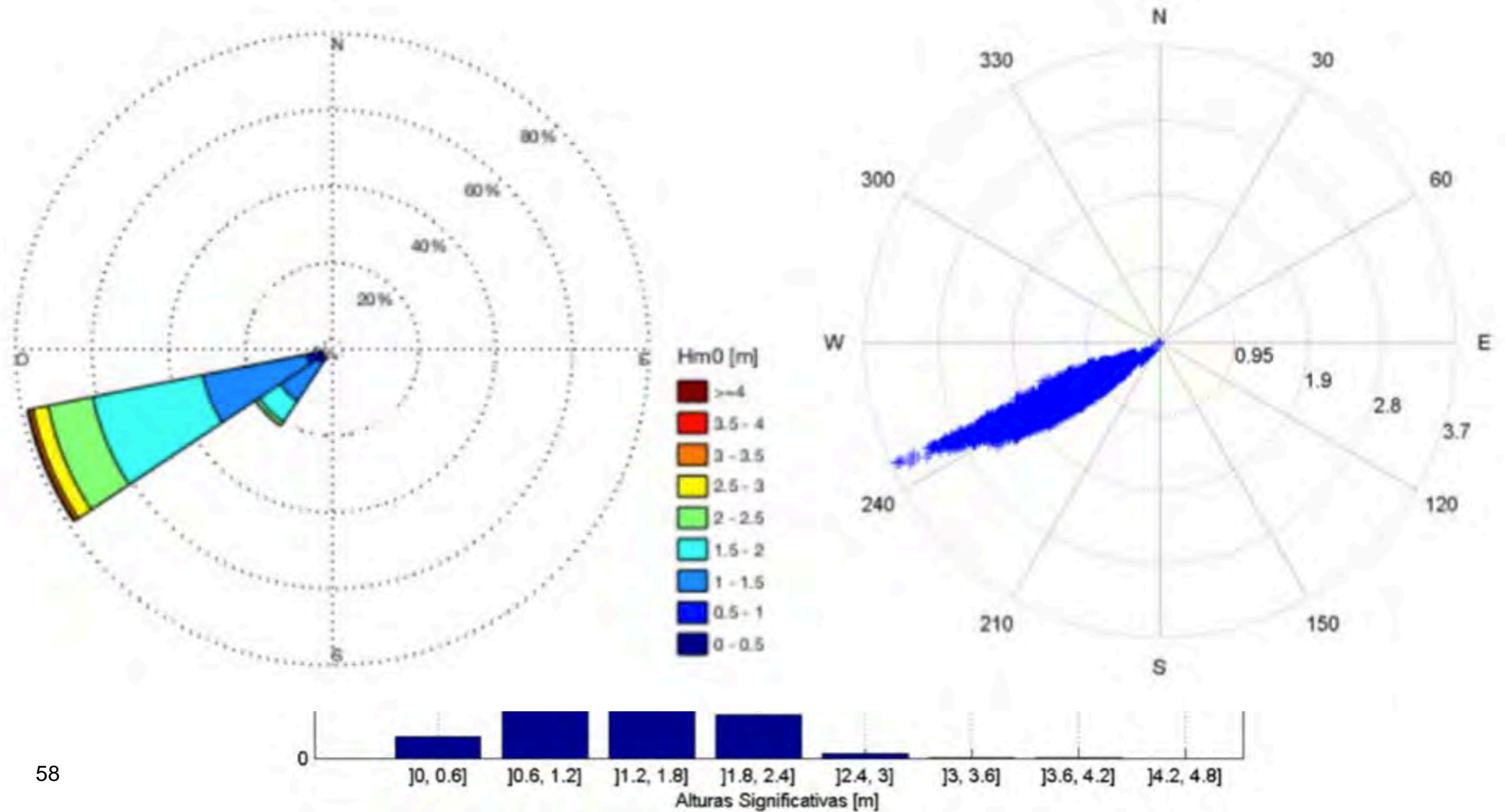


Fuente: Google Earth



# PUNTA CURAUMILLA

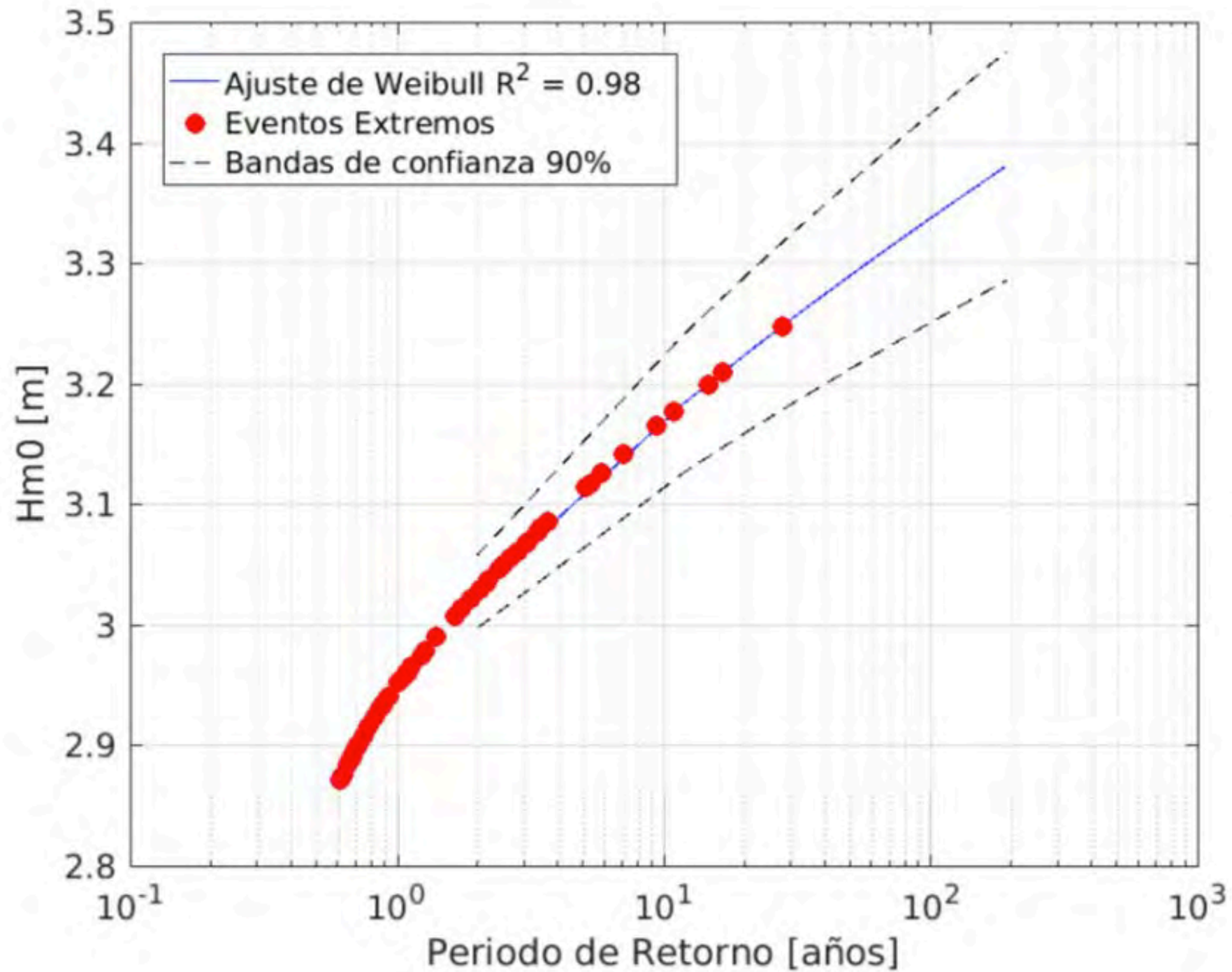
- Clima Medio





# PUNTA CURAUMILLA

- Clima Extremo



# PUNTA CURAUMILLA

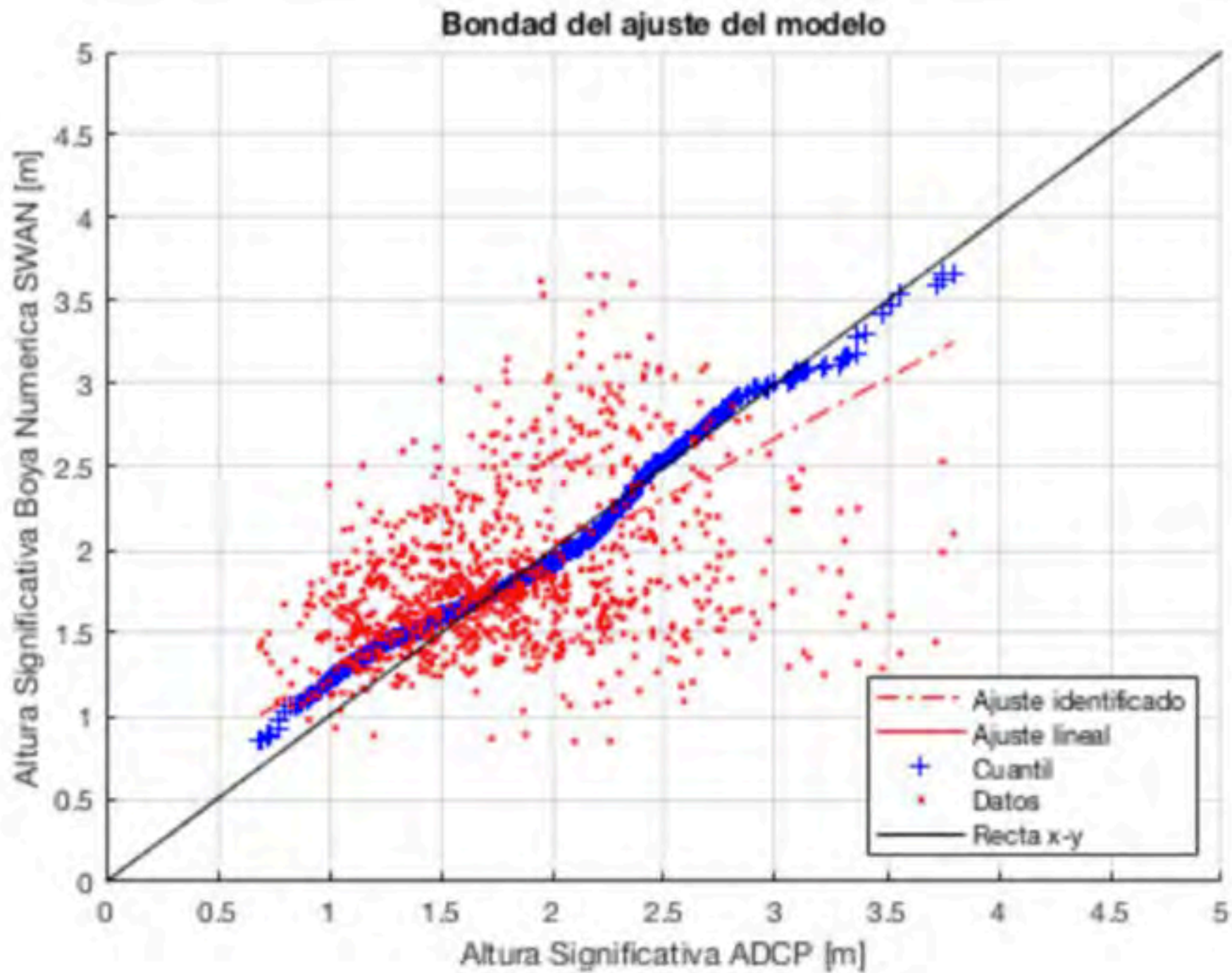
---

- Validación



# VALIDACIÓN

- ADCP





# CONCLUSIONES

---

- En la región de Antofagasta, la península de Mejillones genera perturbaciones en el oleaje incidente del SW, sobre todo en el sector norte. Al sur de la península, en el sector de Juan López el oleaje proviene del E.
- La región de Valparaíso, bahía de Valparaíso cuenta con una protección natural, que hace disminuir las alturas de oleaje, y modificar las direcciones de incidencia, pero esa protección disminuye al acercarse al paseo Wheelwright y Juan de Saavedra.
- En la playa las Docas – sector de Curaumilla, el oleaje incidente del SW se propaga sin obstáculos, las alturas de olas significativas son mayores a 4 [m]. Con respecto a la bondad de ajuste cuantil - cuantil para  $H_{m0}$ , se observa gran dispersión en alturas significativas altas, el modelo sobreestima las alturas menores y subestima las mayores, el factor de correlación de Pearson es de 0.51.

- El modelo representa la realidad, salvo cuando los periodos son pequeños donde la difracción es relevante. Se debe tener en cuenta las limitaciones del modelo, sobre todo en zonas donde los fenómenos no lineales son relevantes.
- El modelo presenta problemas al extraer información bajo los 20 [m] de profundidad. En esta zona se generan efectos físicos que el modelo no es capaz de simular.
- Para efectos de esta memoria no se consideró la difracción, toda vez, que generaba complicaciones en el mallado fino.
- Finalmente se puede concluir, que el modelo y transferencia espectral presentan leves diferencias con las mediciones, lo anterior basado en la curva de bondad de ajuste cuantil cuantil. Sin embargo, para el caso del balneario de Juan López las diferencias son mayores, debido a la alta difracción y también por fenómenos como el oleaje generado por viento local.
- El propósito de esta memoria fue generar una metodología para el desarrollo de la red de oleaje costero DOP. La información proporcionada no debe reemplazar estudios locales de especialistas.

# AGRADECIMIENTOS





**MUCHAS GRACIAS**

