

Maig 2021

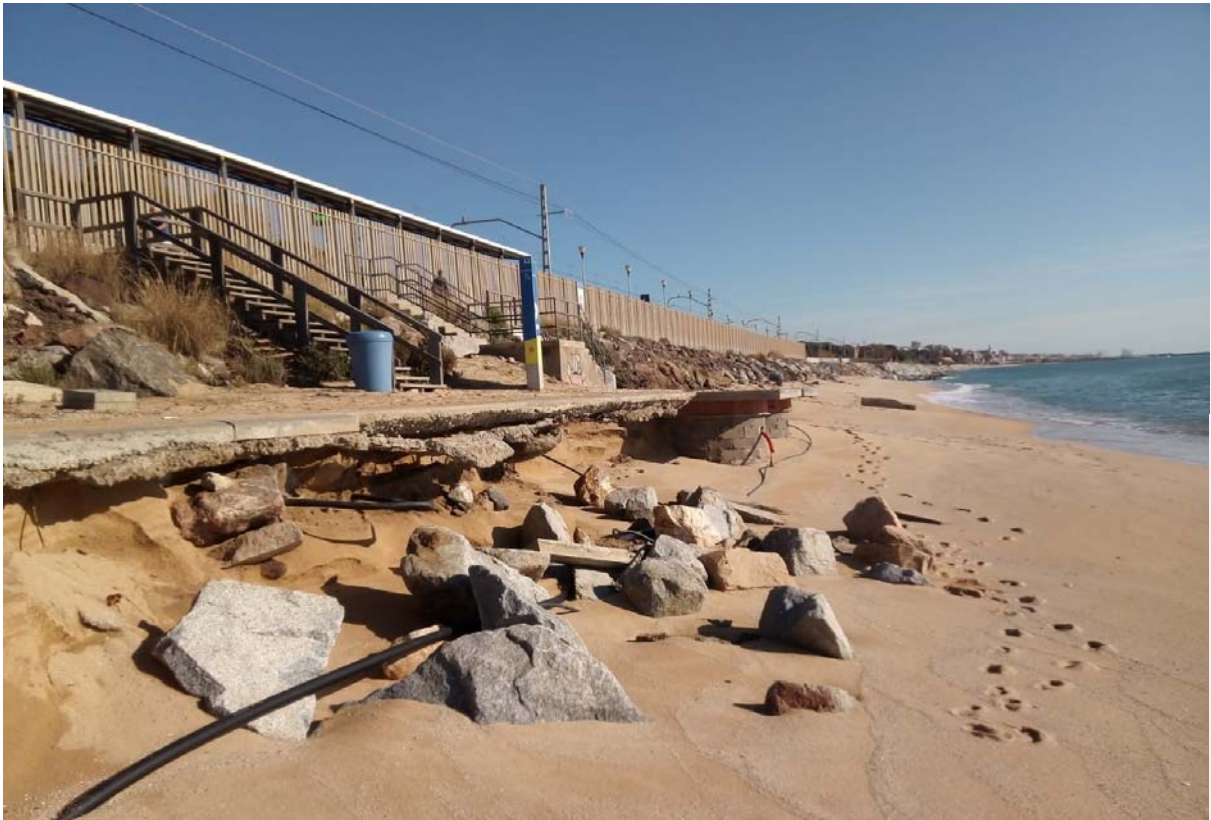
Estudis previs per a l'estabilització de les platges de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat



BARCELONA
REGIONAL
AGÈNCIA
DESENVOLUPAMENT
URBÀ



Laboratori d'Enginyeria Marítima
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



Estudis previs per a l'estabilització de les platges de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat

Març del 2021

CLIENT



REDACCIÓ



BARCELONA
REGIONAL
AGÈNCIA
DESENVOLUPAMENT
URBA



Laboratori d'Enginyeria Marítima
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

CARRER 60, 25-27
EDIFICI Z, PLANTA 2
SECTOR A, ZONA FRANCA
08040 BARCELONA
Tel.: 932 237 400
Fax: 932 237 414

www.bcnregional.com
br@bcnregional.com

COORDINACIÓ

Aleix Coral Alcolea, cap de projectes d'Enginyeria. Barcelona Regional

COL·LABORACIÓ

Marc Montlleó i Balsebre, director del Departament de Projectes Ambientals i Energia. Barcelona Regional

José Jiménez, LIM-UPC

Màrius Tomé, ECOSOST

I l'equip tècnic i administratiu de Barcelona Regional

© 2021, **BARCELONA REGIONAL**

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, distribuïda, transformada, emmagatzemada ni transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com químic, mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia, ni per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit dels titulars de la seva propietat intel·lectual.



ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	5
2. OBJECTE DEL TREBALL	7
3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENT	7
4. INFORMACIÓ DE PARTIDA.....	8
5. NOMENCLATURA DE LES PLATGES.....	9
6. CARACTERITZACIÓ DE LA DINÀMICA LITORAL	10
6.1. Introducció.....	10
6.2. Equip de treball.....	11
6.3. Clima marítim en aigües profundes.....	11
6.3.1. Fonts de dades	11
6.3.2. Distribució sectorial de l'onatge	13
6.3.3. Règim mitjà de l'onatge	17
6.3.4. Règim extremal de l'onatge	19
6.3.5. Distribució sectorial i règim mitjà del vent.....	21
6.3.6. Anàlisi de la marea	24
6.3.7. Correlació i correcció de les dades del SIMAR.....	27
6.4. Propagacions de l'onatge.....	28
6.4.1. Característiques numèriques	28
6.4.2. Simulacions de les propagacions	30
6.5. Resultats de les propagacions	36
6.5.1. Onatge local a les platges.....	36
6.5.2. Onatge local del punt de l'SMC	39
6.6. Simulacions hidromorfodinàmiques	41
6.6.1. Propagacions de detall	41
6.6.2. Corrents generats per l'onatge	41
6.6.3. Transport de sediments	42
7. ANÀLISI DEL COMPORTAMENT I DE L'EVOLUCIÓ DE LES PLATGES	42
7.1. Introducció.....	42
7.2. Equip de treball.....	43
7.3. Dades i metodologia d'anàlisi.....	43
7.3.1. Dades disponibles.....	44
7.3.2. Mètode d'anàlisi	44
7.4. Evolució de la línia de la riba.....	50
7.4.1. Introducció	50
7.4.2. Evolució general de la línia de la riba	50
7.4.3. Balanç sedimentari en condicions actuals.....	63
7.4.4. Evolució a curt termini de la línia de la riba	70
7.5. Dinàmica litoral	72
7.5.1. Introducció	72
7.5.2. Transport longitudinal de sediment.....	72
7.5.3. Obstacles al transport en la cel·la.....	81

7.5.4. Impacte de temporals	88
7.6. Resum i conclusions.....	98

8. CONCLUSIONS I PROPOSTES INICIALS DE SOLUCIONS 102

8.1. Conclusions sobre l'estat de les platges	102
8.1.1. Platges de Montgat.....	102
8.1.2. Platges de Badalona.....	103
8.1.3. Platges de Sant Adrià de Besòs	104
8.2. Propostes inicials de solució	105
8.2.1. Platges de Montgat.....	105
8.2.2. Platges de Badalona.....	106
8.2.3. Platges de Sant Adrià de Besòs	106

Annex 1 Llista de casos seleccionats

Annex 2 Figures de propagació SWAN

Annex 3 Figures de propagació SMC de Sant Adrià de Besòs

Annex 4 Figures de propagació SMC de Badalona

Annex 5 Figures de propagació SMC de Montgat

Annex 6 Figures de corrents SMC de Sant Adrià de Besòs

Annex 7 Figures de corrents SMC de Badalona

Annex 8 Figures de corrents SMC de Montgat

Annex 9 Figures de transport SMC de Sant Adrià de Besòs

Annex 10 Figures de transport SMC de Badalona

Annex 11 Figures de transport SMC de Montgat

Annex 12 Evolució de la línia de la riba durant el període 1994-2020 (dades de fotografia aèria)

Annex 13 Evolució de la línia de la riba durant el període 2001-2020 (dades d'amplada de platja mensuals)

1. INTRODUCCIÓ

El litoral dels municipis de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat, amb una extensió aproximada de 8,5 km, constitueix una franja costanera en l'àmbit metropolità que obeeix a realitats força diferents.

El municipi de Sant Adrià de Besòs té dues platges. La primera, al sud del municipi, és la platja del Fòrum, que està encaixada entre l'espigó que consolida la desembocadura del Besòs al seu marge dret i el port del Fòrum. A més, disposa d'un dic exempt a la part mitjana com a element addicional d'estabilització. Tots aquests elements, i la seva orientació, fan que sigui una de les platges més estables de l'àmbit d'estudi. En direcció nord, i un cop travessat el riu Besòs, la franja costanera presenta dues naturaleses diferenciades. A la zona més propera al riu, i davant dels equipaments esportius, s'estén la platja del Litoral, una franja de sorra d'aproximadament 300 m de longitud. La seva estabilització s'ha vist compromesa per la remodelació de la zona nord, amb la desaparició de pantelans de captació de la zona de l'antiga central de producció elèctrica de les tèrmiques, on actualment només s'enlairen les tres xemeneies. L'aturada d'aquesta central i la desaparició del teixit industrial d'aquest àmbit van motivar l'enderroc dels pantelans de captació d'aigua de mar per a la refrigeració de la central, que actualment està pendent d'un nou planejament urbanístic que ha de definir usos i distribucions. La retirada de pantelans, juntament amb l'efecte de variació de temporals que s'està registrant els darrers anys, ha reduït la protecció d'aquestes platges, fins al punt de deixar en precari la infraestructura del col·lector interceptor de la xarxa de sanejament en alta que hi circula pel seu límit de terra. La rigidització d'aquesta franja de platja amb escullera per protegir el col·lector ha impossibilitat que, d'una manera natural i amb la configuració actual, s'acabi dipositant sorra en aquesta zona. El nou desenvolupament urbanístic, el desviament del col·lector i la voluntat del municipi d'obrir-se encara més al mar obligaran, en un futur, a replantejar-se el rol d'aquesta platja i a pensar en mesures per consolidar-la.

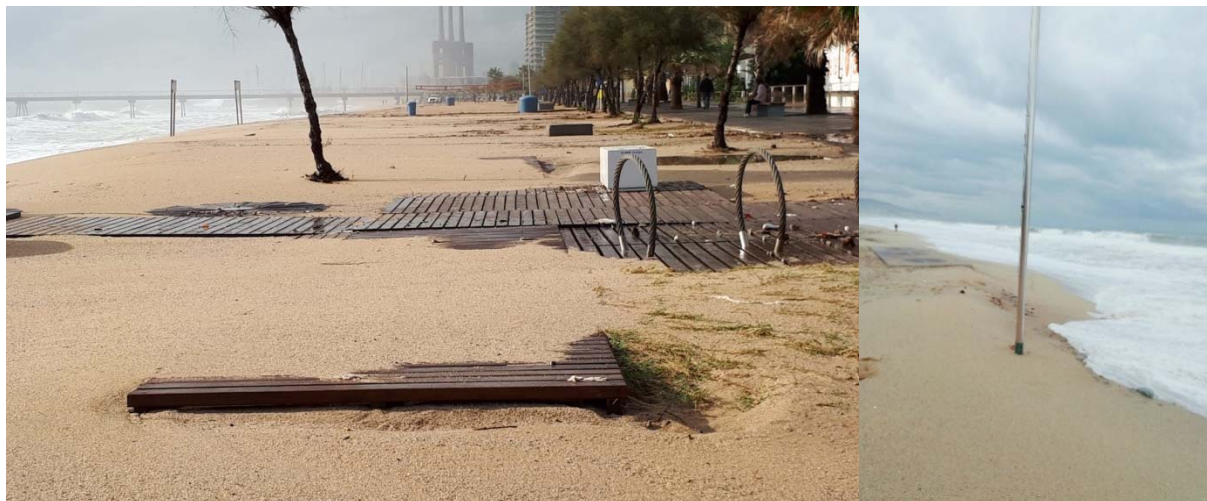
Pel que fa al litoral badaloní, s'hi poden distingir diferents casuístiques. A la part sud, entre el límit del municipi i el port de Badalona, es localitza la platja de la Mora, d'uns 500 m d'extensió, que constitueix el front marítim dels nous desenvolupaments que el municipi ha fet en aquest àmbit durant la darrera dècada. A la part nord d'aquesta mateixa franja també s'ha construït un nou passeig marítim, que ha comportat que l'activitat i la pressió d'aquesta platja hagin augmentat considerablement durant els darrers anys. La platja que hi havia prèviament en aquesta zona (ben conformada i amb diversos equipaments) va desaparèixer amb la construcció del port de Badalona. En desaparèixer la sorra i la mateixa platja, que feia de barrera, l'escullera de protecció del col·lector interceptor de llevant va quedar descoberta i es va enfonsar parcialment durant el temporal del gener del 2017, fet que va provocar que el col·lector es trenqués. Passat el temporal, es va reconstruir i reforçar l'escullera. Seguint cap al nord i passat el port de Badalona, s'estenen les platges del Coco i del Pont del Petroli, que constitueixen una franja de platja de 1.200 m de longitud caracteritzada igualment per la presència de nous habitatges i, en aquest cas, també d'antigues edificacions herència d'activitats productives i esportives, algunes de les quals encara es continuen duent a terme. Igual que al sud del port, des de l'Ajuntament s'ha consolidat el front amb un passeig marítim.

Entre la platja del Pont del Petroli i la platja dels Pescadors, a la qual ens referirem més endavant, s'estenen la platja de l'Estació i la dels Patins de Vela. Aquestes platges han patit una erosió molt forta des del 2017, fins al punt que l'any 2018 es va trencar el col·lector

interceptor de llevant al sud del carrer del Mar. En aquest punt el col·lector no està protegit per una escullera, ja que es trobava sota la sorra de la platja i a una distància important de la vora (quan es va construir).

Per sobre d'aquesta segona franja, segueix una extensió de prop de 2.100 m de platja de sorra que constitueix el front litoral històric de la ciutat i que configura les platges dels Pescadors, del Pont d'en Botifarreta, del Cristall i de la Barca Maria. Correspon a la zona més accessible i amb més bona connexió amb el nucli urbà, i això, a banda de la seva entitat històrica i d'identitat de la ciutat, fa que se n'intensifiqui l'ús. Aquesta platja presenta una amplada variable que es podria situar de mitjana a prop dels 40 m, entre el límit del passeig marítim i l'aigua. Un dels seus punts destacables és la presència intermitent, dins d'aquesta franja de sorra, de clubs de mar i d'alguns restaurants amb edificacions consolidades, que esdevenen un punt fràgil davant d'episodis de temporal i que suposen una reducció molt important de l'amplada efectiva de la platja, un fet que en minva el rol protector i que els converteixen en un punt de risc important durant aquests episodis.

Imatge 1: Efectes de diferents temporals a les platges del Pont d'en Botifarreta i dels Pescadors, a Badalona



Font: AMB

A la platja de la Barca Maria, els temporals d'aquest any han deixat al descobert restes de runes i antigues edificacions a causa de l'erosió. A la part més al nord del municipi de Badalona, la platja desapareix per donar pas a una plataforma guanyada al mar, protegida amb escullera, que s'estén fins al límit del municipi.

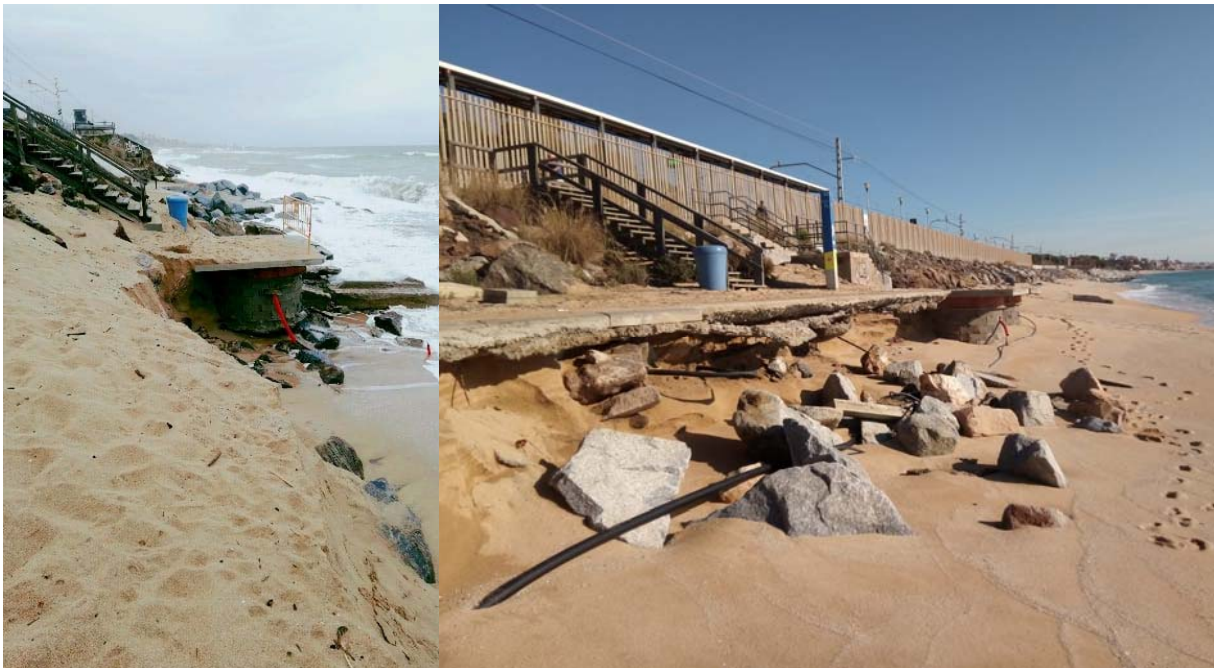
Finalment, el litoral de Montgat té una extensió de 2.300 m en la qual podem distingir tres parts amb realitats i configuracions diferenciades.

Des de la seva part sud, a tocar de Badalona, comença amb la continuació de la plataforma guanyada al mar, on, ben a prop de la desembocadura de la riera de Sant Jordi, se situa la cala Taps, una platja petita d'uns 20 m d'amplada i 100 m de longitud que ara ha desaparegut totalment. Més al nord, s'arriba a una platja petita (platja de les Roques) de 250 m, força encaixada i molt afectada pels temporals des de 2018. Passat el turó de Montgat i recolzada sobre un espigó, s'estén la platja de les Barques. A continuació hi ha les platges de Can Tano, Monsolí i dels Toldos (que quasi han desaparegut), totes força exposades als temporals de llevant i perjudicades per una forta regressió. La part final del municipi està del tot condicionada per la presència de la via del tren de la línia del Maresme que, en aquesta zona,

queda a tocar de l'aigua amb un mantell d'escullera que el protegeix dels temporals. Tot i això, cada cop són més freqüents els talls d'aquesta línia en cas de llevantades.

Tal com s'ha posat de manifest, la franja costanera dels municipis de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat presenta realitats molt diferents al llarg de la seva extensió. Sigui com sigui, els temporals dels darrers anys han mostrat clarament la fragilitat d'alguns punts i, en general, s'ha observat una reducció de les amplades de platja. Per aquest motiu, l'Àrea Metropolitana de Barcelona ha demanat a Barcelona Regional que faci uns estudis previs de caracterització de les problemàtiques i dels punts més crítics de tota aquesta franja costanera.

Imatge 2: Efectes de diferents temporals a les platges de Montgat, davant de l'estació



Font: AMB

2. OBJECTE DEL TREBALL

L'objecte del treball és analitzar l'evolució de les platges de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat les darreres dècades, fer una caracterització de les seves problemàtiques, identificar els punts més crítics i definir unes propostes inicials per solucionar el problema de la regressió que pateixen.

3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENT

El document s'estructura en quatre blocs. En el primer es fa una caracterització general de les platges, se'n descriu l'estat actual i es detalla l'objecte de l'estudi i la nomenclatura de les platges. El segon bloc correspon a la caracterització de la dinàmica litoral de l'àmbit d'estudi i s'hi analitzen l'onatge incident en aquest tram de costa, tant en règim mitjà com extremal, els

vents, les mareas i els corrents que s'hi originen. El seu objectiu és nodrir el tercer bloc, en el qual s'analitzen el comportament i l'evolució de la línia de la riba d'aquestes platges. Aquesta evolució es tradueix en taxes de transport de sorra en els diferents trams i en un balanç sedimentari. Finalment, en el darrer bloc s'inclouen les conclusions més rellevants de l'estudi i es planteja una proposta inicial de solucions.

4. INFORMACIÓ DE PARTIDA

El desenvolupament d'aquest treball s'ha fonamentat en la informació següent:

Per a l'estudi de la dinàmica litoral:

- Topobatimetria global de tot el sistema de platges (entre el port del Fòrum i el límit municipal de Montgat) feta per l'AMB l'any 2019.
- Dades de la boia Barcelona II i nodes de la xarxa SIMAR actualitzades fins a la data.
- Dades del mareògraf del port de Barcelona.
- Estudis previs de dinàmica litoral fets dins d'aquest àmbit.

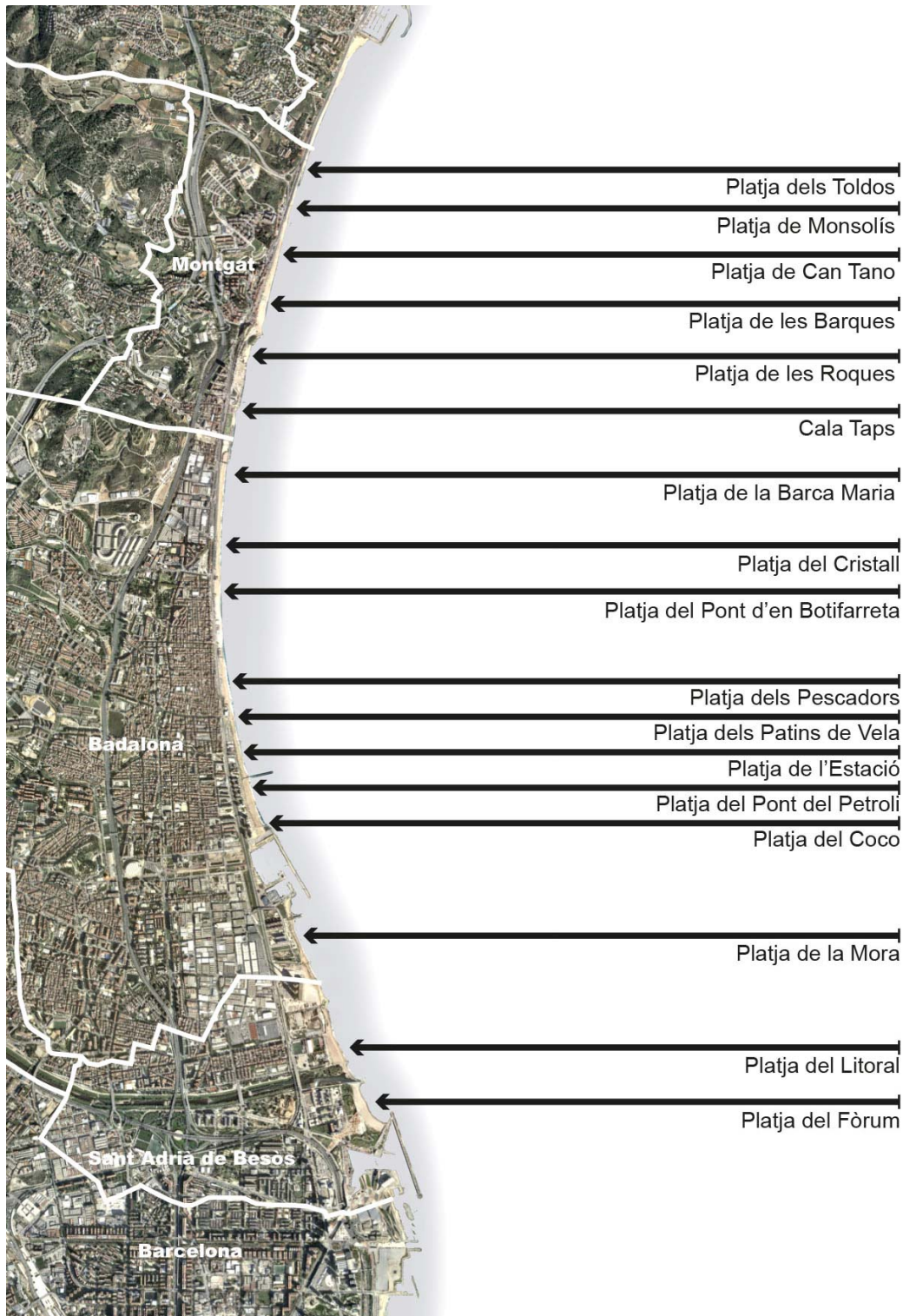
Per a l'anàlisi de l'evolució de la línia de costa i de l'evolució del sediment:

- Fotografies aèries.
- Topobatimetria global de tot el sistema de platges (entre el port del Fòrum i el límit municipal de Montgat) feta per l'AMB l'any 2019.
- Vols LiDAR efectuats per l'AMB els anys 2013 i 2017.
- Mesures mensuals d'amplada de platja seca preses per l'AMB en el període 2001-2019 en diferents punts de les platges.

5. NOMENCLATURA DE LES PLATGES

Per tal de situar les anàlisis fetes en els apartats següents, a continuació s'inclou un mapa amb la nomenclatura de les platges dels municipis tractats.

Imatge 3: Situació i nomenclatura de les platges dels municipis de Montgat, Badalona i Sant Adrià de Besòs



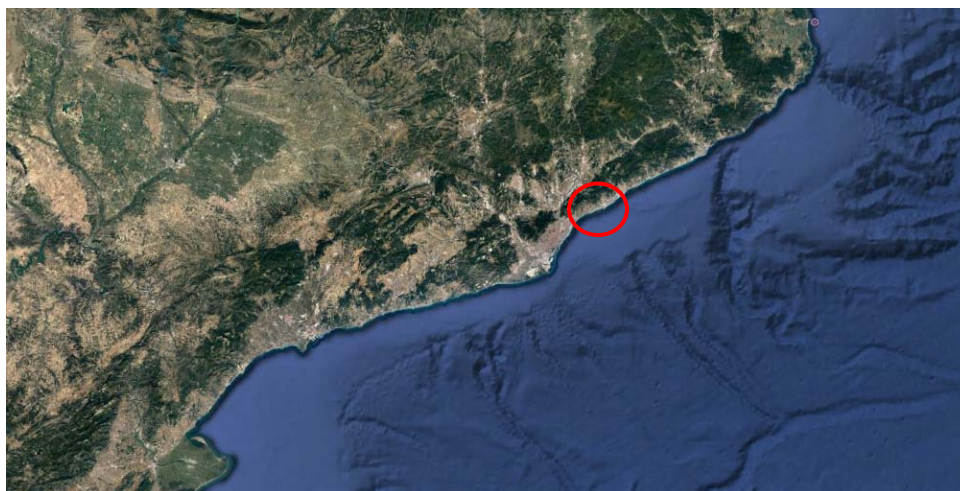
Font: Barcelona Regional

6. CARACTERITZACIÓ DE LA DINÀMICA LITORAL

6.1. Introducció

Es planteja l'estudi de dinàmica litoral a les platges dels municipis de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat. Aquests municipis estan localitzats al nord de la ciutat de Barcelona, darrere de la desembocadura del Besòs. A la figura 1 i a la figura 2 es poden veure les ubicacions dels tres municipis.

Figura 1. Mediterrani català i situació de l'àmbit d'estudi



Font: ECOSOST

Figura 2. Municipis i platges de Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat



Font: ECOSOST

Amb l'objectiu d'estudiar el comportament hidrodinàmic a les platges, es planteja la propagació de l'onatge des de dos nodes SIMAR. La boia de Barcelona II es farà servir per calibrar les dades d'alçària d'onada del node SIMAR i, una vegada corregides, aquestes condicions dels nodes SIMAR es propagaran des d'aigües fondes fins a diferents punts propers a les platges.

En primer lloc, cal fer la caracterització del clima marítim dels nodes SIMAR i el de la boia de Barcelona; en segon lloc, la correcció amb els nodes SIMAR ja esmentada; en tercer lloc, una selecció de determinats casos representatius de l'onatge en aquesta localització, i finalment, la propagació fins a la costa en els punts escollits.

La selecció dels casos representatius s'ha de fer mitjançant l'aplicació d'un algoritme de màxima dissimilitud (MaxDiss o MDA) i la propagació d'aquests casos es durà a terme mitjançant l'ús del model numèric SWAN (*Simulating Waves Nearshore*), forçat amb les dades des dels dos nodes SIMAR, cadascun introduït com una condició de contorn diferent, una al sud i l'altra a l'est, que permetran obtenir les característiques de l'onatge als punts de les platges on es volen conèixer els valors locals d'onatge i analitzar la dinàmica litoral.

Per tal de simular amb detall la dinàmica litoral, cal fer les simulacions numèriques de les condicions establertes anteriorment i niar un altre model a continuació del model SWAN. Aquestes simulacions s'han de fer amb el Sistema de Modelado Costero (SMC), que engloba la propagació espectral de l'onatge (model OLUCA), les corrents induïdes pel trencament de l'onatge (model COPLA) i les taxes de transport de sediments (model EROS). A l'annex 2 s'hi inclou una descripció del model SMC.

6.2. Equip de treball

Aquest estudi l'ha elaborat l'empresa ECOSOST, que ha desenvolupat les feines de manera coordinada amb el LIM-UPC, amb la direcció, la coordinació i la participació de tècnics de Barcelona Regional.

6.3. Clima marítim en aigües profundes

La caracterització del clima marítim s'ha de dur a terme d'acord amb les dades proporcionades per Ports de l'Estat, amb les quals s'obtidran els valors del règim mitjà i del règim extremal característics de la zona d'estudi en la qual es treballa.

6.3.1. Fonts de dades

De cara a l'anàlisi del règim d'onatge a les proximitats de les platges estudiades, s'han utilitzat les dades de *hindcast* de Ports de l'Estat, en concret, la boia de Barcelona i els nodes SIMAR 2111136 i SIMAR 2112137.

La boia de Barcelona, que pertany a la xarxa exterior de boies de Ports de l'Estat REDEXT, se situa a les coordenades geogràfiques 2.200° E i 41.320° N; el primer node SIMAR, el 2111136, es localitza a les coordenades geogràfiques 2.250° E i 41.333° N, a l'est de la zona d'estudi, i el segon node SIMAR, el 2112137, es troba a les coordenades 2.333° E i 41.417° N, al sud (vegeu la

Figura 3). Els dos nodes SIMAR són a una fondària indefinida, i representen una sèrie amb periodicitat horària i un registre que va des del 1958 fins a l'actualitat. La boia de Barcelona té un registre de dades des del 2004 fins avui dia.

Figura 3. Ubicació de les dades SIMAR



Font: Ports de l'Estat

La informació que proporcionen els nodes SIMAR fa referència a dades d'onatge i de vent, mentre que les dades de la boia només estan vinculades a l'onatge.

Pel que fa a les dades de mareas, s'han usat les dades del mareògraf de Barcelona 2, que està ubicat al moll 140 de la planta ENAGAS, a les coordenades geogràfiques 2.17° E i 41.34° N (vegeu la Figura 4).

Les dades del mareògraf ofereixen, cada 10 minuts, valors dels components de la marea astronòmica i la marea meteorològica, així com el nivell mitjà del mar, com a resultat de la suma de tots dos components, i el registre va des d'inicis del 1993 fins a l'actualitat.

Figura 4. Ubicació del mareògraf



Font:

Ports de l'Estat

6.3.2. Distribució sectorial de l'onatge

La distribució sectorial de l'onatge es representa amb les roses d'onatge, que discretitzen les dades en direccions i alçàries d'onada. Cada sector es representa amb un braç de la rosa. La longitud de cada braç és proporcional a la probabilitat de presentació de cada sector, calculada com la freqüència relativa mostral. D'aquesta manera, es poden apreciar visualment quins són els sectors que predominen. La discretització en alçàries d'onada permet determinar quins són els sectors més energètics.

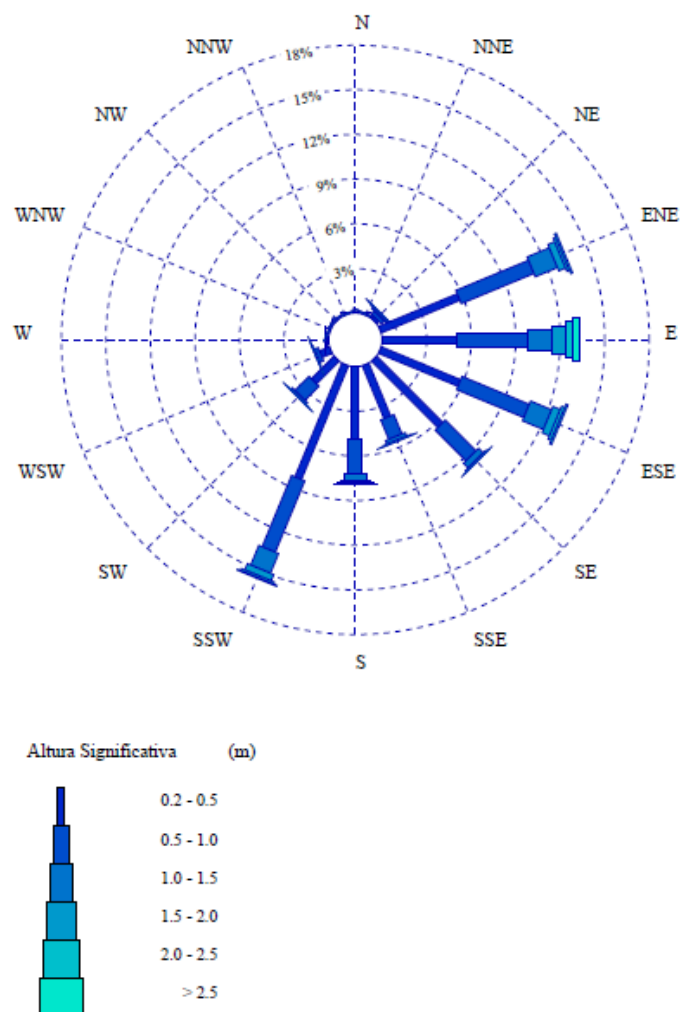
A la Figura 5 i a la figura 6 es mostren les roses d'onatge dels nodes SIMAR 2111136 i SIMAR 2112137, respectivament, en les quals s'aprecia com els onatges es concentren entre les direccions ENE i SW; el sector més freqüent és el SSW, tot i que els més energètics són l'E i, a continuació, l'ESE.

A la Taula 1 i a la taula 2 es mostren les dades d'encontres entre l'alçària d'onada i la direcció de l'onatge dels dos nodes SIMAR. S'hi pot observar que els onatges més extrems són de llevant (l'ESE i l'E, seguits per l'ENE i el NE), mentre que, dels temporals del S, el sector que en destaca és el SSW, amb valors, però, notablement inferiors als de llevant.

Aquest fet és característic de les zones de la Mediterrània central, amb els grans temporals de llevant, especialment durant l'hivern, i alguns temporals de garbí, que se solen presentar des de finals d'estiu fins a ben entrada la primavera.

Atenent a aquestes dades i a l'orientació de la costa a la zona d'estudi, els onatges que tindran més incidència en les propagacions des de la font de dades fins a les platges seran els compresos entre el NE i l'WSW. La resta de sectors no tindran gran importància a l'hora de determinar les condicions mitjanes i extremes, tot i que s'han de considerar tots els onatges a l'hora de propagar.

Figura 5. Rosa d'onatge del SIMAR 2111136



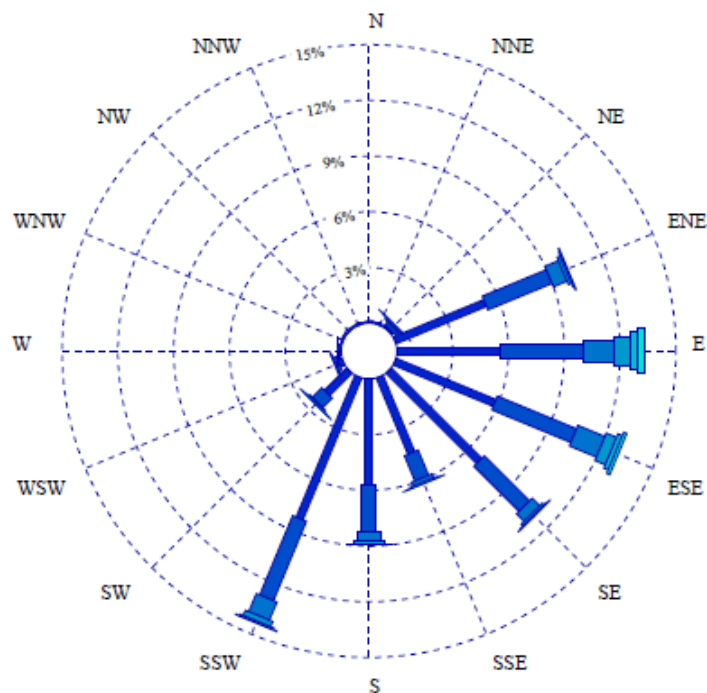
Font: Ports de l'Estat

Taula 1. Taula d'encontres Hs-direcció del SIMAR 2111136

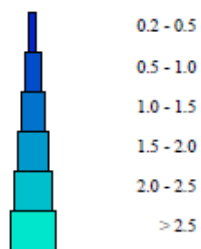
Sector/Hs	<=0.85	0.85-1.7	1.7-2.55	2.55-3.4	3.4-4.25	4.25-5.1	5.1-5.95	>=5.95	%	TOTAL
N	223	151	3	0	0	0	0	0	0.07	377
NNE	284	271	13	0	0	0	0	0	0.1	568
NE	2443	1788	327	25	7	0	0	0	0.84	4590
ENE	51323	29277	3427	630	119	46	19	10	15.53	84851
E	44342	27622	6797	2179	436	70	11	10	14.91	81467
ESE	49003	26956	3848	708	123	7	0	0	14.76	80645
SE	52458	11756	632	56	14	1	0	0	11.88	64917
SSE	33046	6124	398	32	6	0	0	0	7.25	39606
S	41183	10993	722	57	2	0	0	0	9.69	52957
SSW	71176	27075	3054	358	19	0	0	0	18.61	101682
SW	19998	5188	170	11	0	0	0	0	4.64	25367
WSW	5359	1236	43	2	0	0	0	0	1.21	6640
W	821	668	17	0	0	0	0	0	0.28	1506
WNW	348	317	8	0	0	0	0	0	0.12	673
NW	242	123	0	0	0	0	0	0	0.07	365
NNW	186	112	6	0	0	0	0	0	0.06	304
%	68.15	27.38	3.56	0.74	0.13	0.02	0.01	0	100	
TOTAL	372435	149657	19465	4058	726	124	30	20		546515

Font: ECOSOST

Figura 6. Rosa d'onatge del SIMAR 2112137



Altura Significativa (m)



Font: Ports de l'Estat

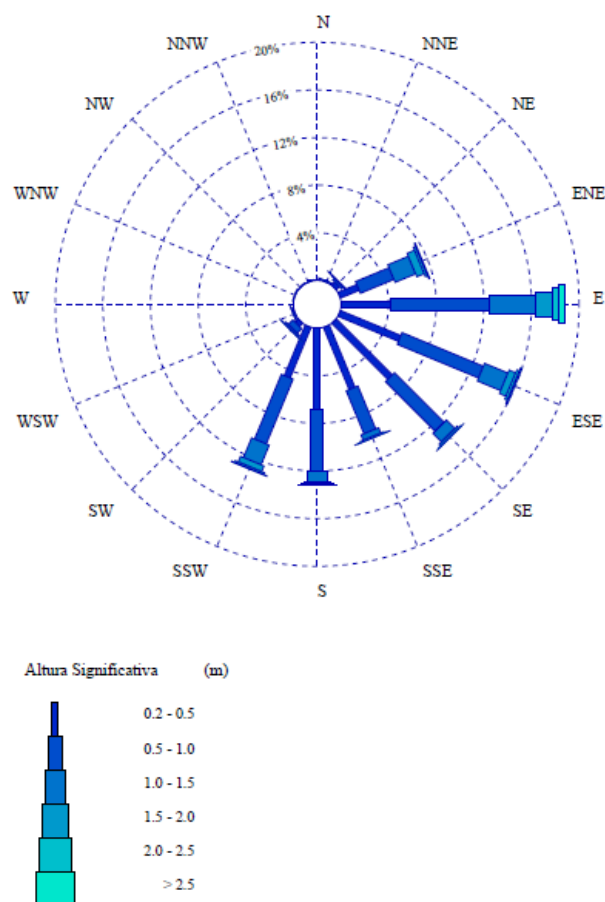
Taula 2. Taula d'encontres Hs-direcció del SIMAR 2112137

Sector/Hs	<=0.8	0.8-1.6	1.6-2.4	2.4-3.2	3.2-4.0	4.0-4.8	4.8-5.4	>=5.4	%	TOTAL
N	103	84	0	0	0	0	0	0	0.03	187
NNE	154	173	10	0	0	0	0	0	0.06	337
NE	1134	1432	252	12	3	0	0	0	0.52	2833
ENE	46954	20721	1546	272	70	16	5	0	12.73	69584
E	46332	28449	7345	2085	385	67	19	22	15.5	84704
ESE	46878	28961	4988	1221	226	26	0	0	15.06	82300
SE	55300	17402	1230	115	15	2	0	0	13.55	74064
SSE	38113	7493	468	36	8	0	0	0	8.44	46118
S	47315	13942	1116	136	4	0	0	0	11.44	62513
SSW	71732	25676	2533	274	21	0	0	0	18.34	100236
SW	15481	3499	166	12	0	0	0	0	3.51	19158
WSW	1680	1087	36	0	0	0	0	0	0.51	2803
W	412	546	10	0	0	0	0	0	0.18	968
WNW	140	187	0	0	0	0	0	0	0.06	327
NW	98	69	2	0	0	0	0	0	0.03	169
NNW	78	70	0	0	0	0	0	0	0.03	148
%	68.06	27.41	3.61	0.76	0.13	0.02	0	0	100	
TOTAL	371904	149791	19702	4163	732	111	24	22		546449

Font: ECOSOST

Per la seva banda, la figura 7 mostra la rosa d'onatge de la boia de Barcelona, en la qual s'aprecia com els onatges es concentren entre les direccions ENE i SSW; el sector més freqüent és l'E i el més energètic també és l'E, seguit de l'ESE. A la taula 3 es pot veure la taula d'encontres entre l'alçària d'onada i la direcció de l'onatge segons la boia.

Figura 7. Rosa d'onatge de la boia de Barcelona



Font: Ports de l'Estat

Taula 3. Taula d'encontres Hs-direcció de la boia de Barcelona

Sector/Hs	<=0.9	0.9-1.8	1.8-2.7	2.7-3.6	3.6-4.5	4.5-5.4	5.4-6.3	>=6.3	%	TOTAL
N	32	1	0	0	0	0	0	0	0.03	33
NNE	70	2	0	0	0	0	0	0	0.07	72
NE	515	74	2	0	0	0	0	0	0.54	591
ENE	4893	3038	476	63	0	0	0	0	7.77	8470
E	12952	6610	1159	338	83	9	0	1	19.41	21152
ESE	14229	3675	445	93	1	3	0	0	16.93	18446
SE	14535	1732	110	1	0	0	0	0	15.03	16378
SSE	11341	891	47	3	0	0	0	0	11.27	12282
S	14003	1450	139	11	1	0	0	0	14.32	15604
SSW	11025	3079	329	27	1	0	0	0	13.27	14461
SW	955	272	19	0	0	0	0	0	1.14	1246
WSW	112	14	0	0	0	0	0	0	0.12	126
W	50	2	0	0	0	0	0	0	0.05	52
WNW	32	0	0	0	0	0	0	0	0.03	32
NW	16	0	0	0	0	0	0	0	0.01	16
NNW	16	0	0	0	0	0	0	0	0.01	16
%	77.79	19.12	2.5	0.49	0.08	0.01	0	0	100	108977
TOTAL	84776	20840	2726	536	86	12	0	1		108977

Font: ECOSOST

6.3.3. Règim mitjà de l'onatge

L'objectiu de l'estudi de règim mitjà és caracteritzar la probabilitat de no superar diferents llinars d'alçàries d'onada en un any mitjà i es fa ajustant la mostra d'alçàries d'onada disponible a una funció de distribució acumulada. La funció que s'utilitza habitualment per caracteritzar el règim mitjà d'onatge és la distribució Weibull de mínims.

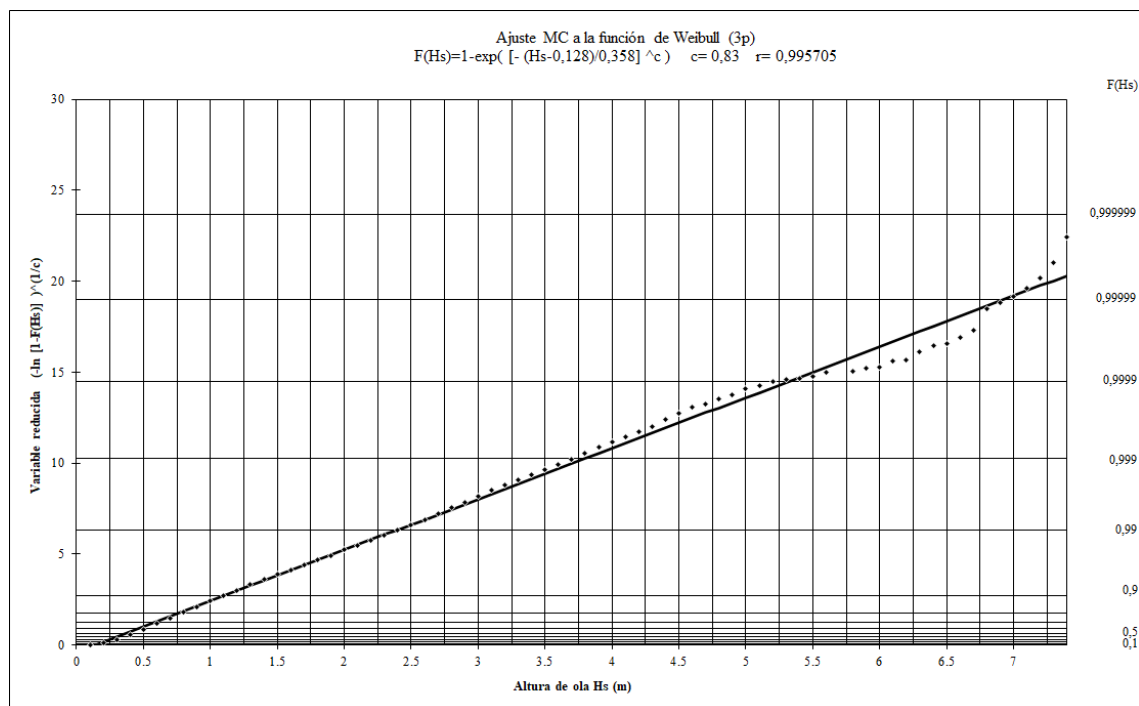
La funció de distribució acumulada de la funció de Weibull és:

$$P[H_s \leq h] = 1 - \exp \left[- \left(\frac{h - A}{B} \right)^C \right]$$

En què A és el paràmetre de posició, B és el paràmetre d'escala i C és el paràmetre de forma. Els tres paràmetres d'aquesta distribució s'han estimat amb el mètode dels moments.

Per determinar el règim mitjà escalar del node SIMAR 2111136, s'ha ajustat la mostra proposada per a totes les dades del node a una distribució de Weibull de mínims. A la Figura 8 es pot veure l'ajust. El valor estimat dels paràmetres de la distribució ha estat: A = 0,128, B = 0,358 i C = 0,83.

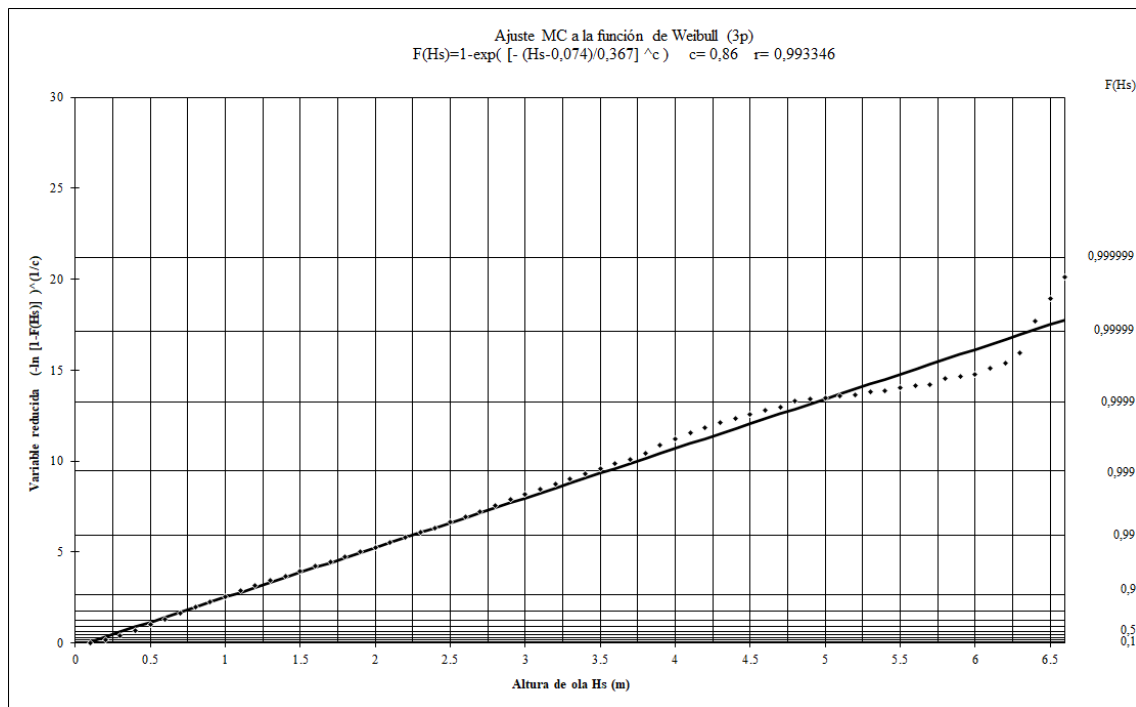
Figura 8. Règim mitjà escalar del SIMAR 2111136



Font: ECOSOST

Per al règim mitjà escalar del node SIMAR 2112137, també s'ha ajustat la mostra proposada per a totes les dades del node a una distribució de Weibull de mínims. A la Figura 9 es pot veure l'ajust. El valor estimat dels paràmetres de la distribució ha estat: A = 0,128, B = 0,358 i C = 0,83.

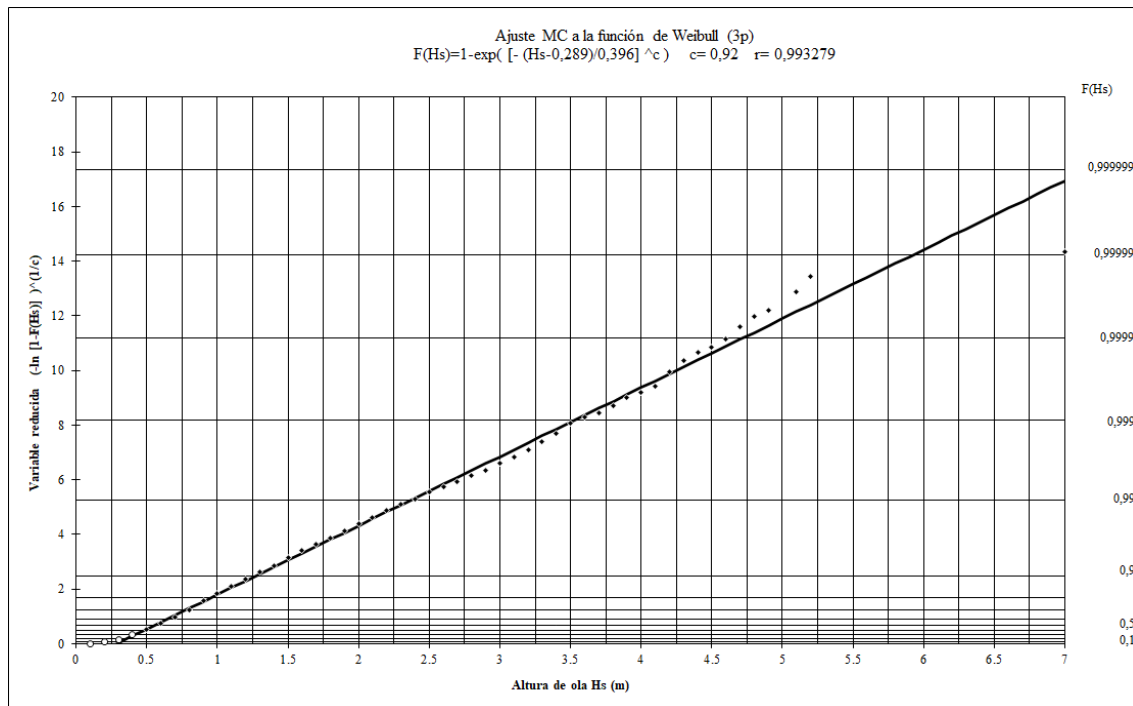
Figura 9. Règim mitjà escalar del SIMAR 2112137



Font: ECOSOST

Finalment, per al règim mitjà escalar de la boia, també s'ha ajustat la mostra a una distribució de Weibull de mínims. A la Figura 10 es pot veure l'ajust. El valor estimat dels paràmetres de la distribució ha estat: $A = 0,289$, $B = 0,396$ i $C = 0,92$.

Figura 10. Règim mitjà escalar de la boia de Barcelona II



Font: ECOSOST

Aquestes distribucions es poden utilitzar únicament per a condicions mitjanes; per tenir un ordre de magnitud, la probabilitat que l'alçària d'onada no sigui superada més de 12 hores per any és de 0,9986, la probabilitat que no sigui superada més de 48 h és de 0,9945 i la d'una setmana és de 0,9808. Per tant, aquestes distribucions s'han d'utilitzar per a valors de probabilitat d'excedència situats a la part central de l'ajust, en què els valors d'alçària d'onada voregen els 2,5 m.

6.3.4. Règim extremal de l'onatge

La caracterització dels valors extrems és molt important des del punt de vista de l'enginyeria, perquè està relacionada amb la definició de les accions externes que han de resistir les estructures que es dissenyen.

El problema a l'hora de caracteritzar aquestes accions és que els successos perillosos tenen lloc amb relativa poca freqüència. Per tant, s'ha d'utilitzar una teoria que permeti estimar el comportament dels nivells alts a partir de nivells més baixos. Això s'aconsegueix amb la teoria de valors extrems.

En funció de les dades que s'empren per extrapolar el comportament de la cua superior de la distribució, es distingeixen els mètodes següents: distribució de mitjanes, en què s'utilitzen totes les dades disponibles i s'extrapola el resultat a la cua superior; distribució d'extrems, en què es divideix el temps de registre en intervals i només s'utilitza el màxim de cadascun, i distribució d'excessos, en què es calcula la distribució dels excessos sobre un llindar.

Segons el teorema de Fisher-Tippett, si la distribució que es vol caracteritzar té la cua superior regular i el nombre de dades és prou gran, la distribució del seu màxim s'aproxima a un dels models següents: Fréchet, Gumbel o Weibull.

En aquest cas, l'anàlisi extremal dels sectors més energètics s'ha fet a partir de l'obtenció d'una mostra d'extrems representativa, seleccionant els temporals pel mètode del llindar o POT (*Peak Over Threshold*) i ajustant els valors de la mostra a una funció de distribució de Weibull, pel mètode d'ajust de mínims quadrats (MC).

S'ha analitzat el règim extremal escalar, que comprèn totes les dades del registre.

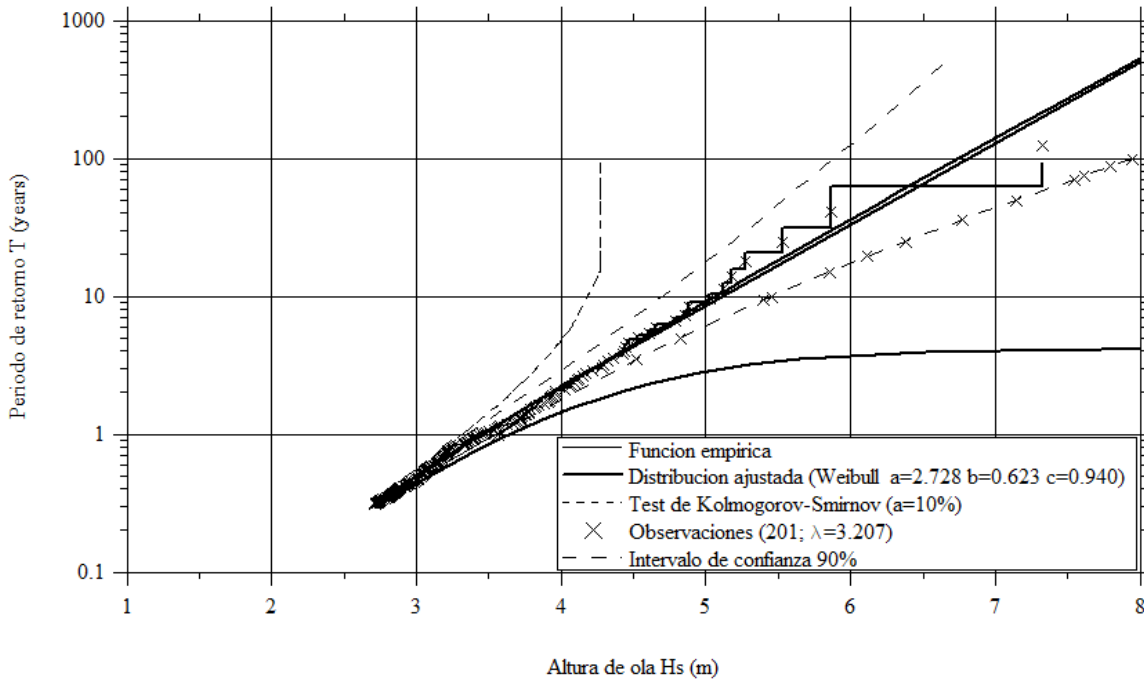
La selecció de temporals independents entre si que defineixen el règim extremal s'ha determinat a partir d'un llindar d'alçària d'onada en funció de la capacitat energètica i dels successos registrats.

Els valors corresponents han estat de 2,7 m per al node SIMAR 2111136 i de 2,6 m per al node SIMAR 2112137. D'altra banda, s'han obtingut les mostres d'extrems, formades per 201 temporals i per 184 temporals, respectivament.

Els resultats d'aquests ajustos es mostren a la Figura 11 i a la Figura 12.

Figura 11. Règim extremal direccional del SIMAR 2111136

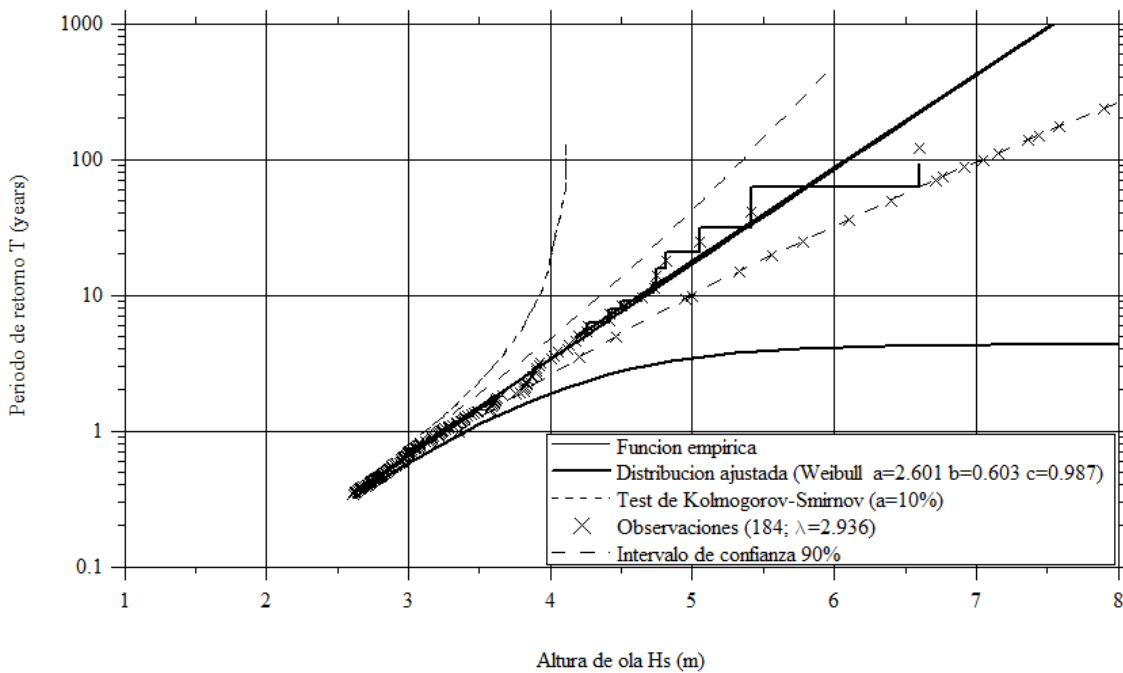
Regimen extremal direccional. Seleccion metodo POT Hs > 2.7 m
Ajuste MC a la distribucion Weibull. Escalar



Font: ECOSOST

Figura 12. Règim extremal direccional del SIMAR 2112137

Regimen extremal direccional. Seleccion metodo POT Hs > 2.6 m
Ajuste MC a la distribucion Weibull. Escalar



Font: ECOSOST

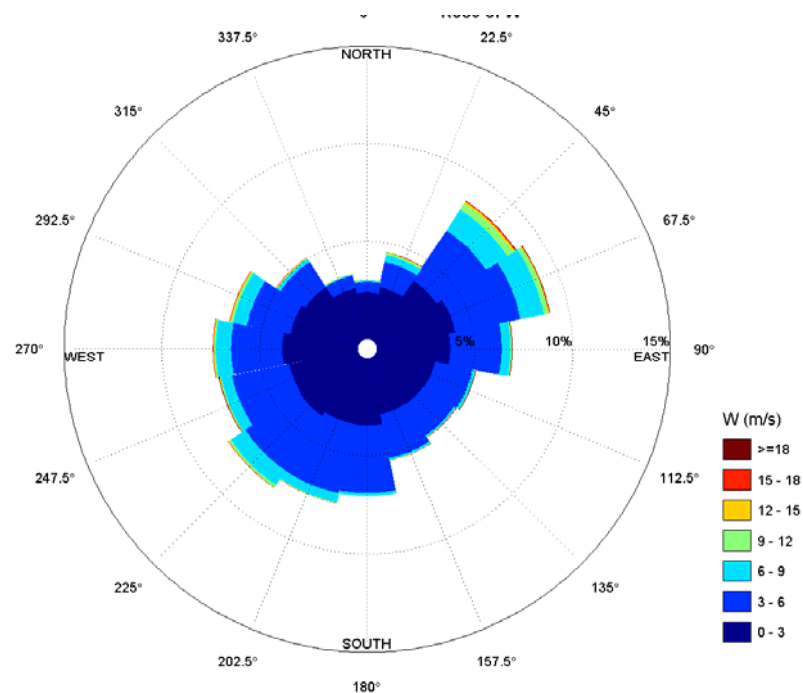
6.3.5. Distribució sectorial i règim mitjà del vent

En aquest apartat es determina el clima marítim del vent a partir de les dades dels mateixos nodes SIMAR emprats per caracteritzar l'onatge, el node SIMAR 2111136 i el node SIMAR 2112137.

En concret, s'analitza la distribució sectorial i el règim mitjà, fent servir la mateixa metodologia que en el cas de l'onatge. L'objectiu d'aquest estudi consisteix a definir unes condicions locals del vent, de cara a poder determinar un ventall de casos per simular, per tal d'obtenir l'onatge generat pel vent, que es té en compte en les propagacions, juntament amb l'onatge de fons.

A la Figura 13 i a la Taula 4 es mostren la rosa dels vents i la taula d'encontres en la velocitat mitjana i la direcció del node SIMAR 2111136, en què s'aprecia com els vents més importants són els del primer quadrant, tant en freqüències de presentació com en intensitat, seguits dels sectors del tercer quadrant.

Figura 13. Rosa dels vents del SIMAR 2111136



Font: ECOSOST

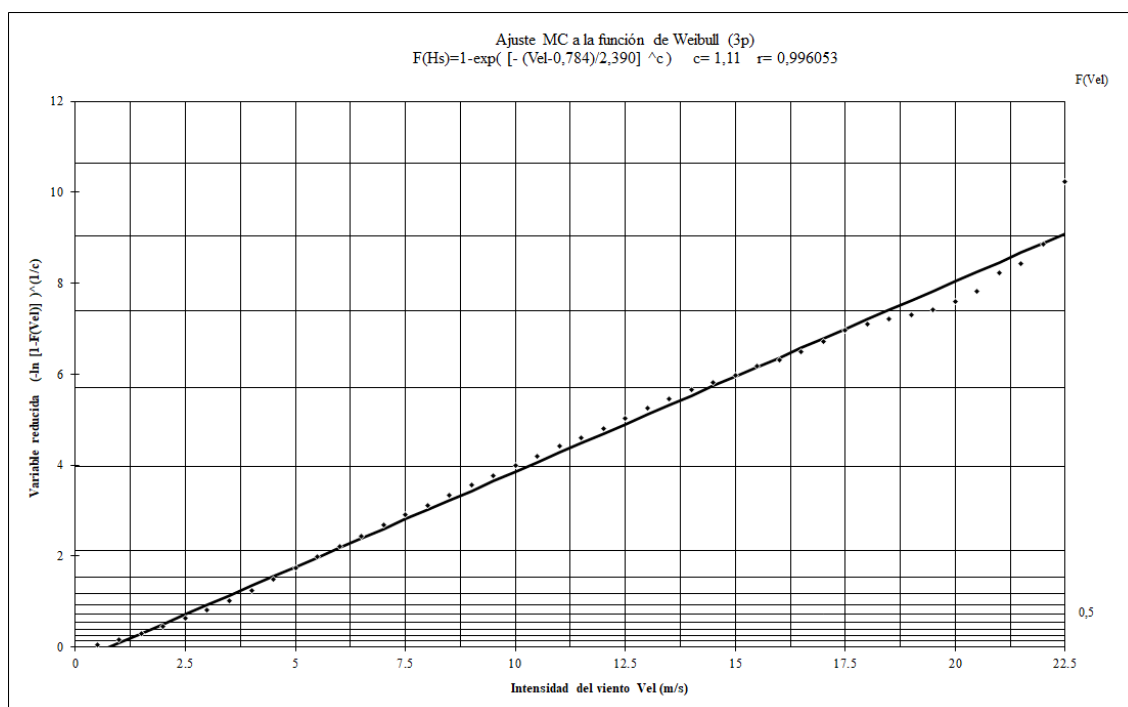
Finalment, la Figura 14 mostra l'ajust obtingut pel règim mitjà escalar, que indica que els valors mitjans de la intensitat del vent se situen al voltant dels 10 m/s.

Taula 4. Taula d'encontres U-direcció del SIMAR 211136

Sector/Hs	<=3.0	3.0-6.0	6.0-9.0	9.0-12.0	12.0-15.0	15.0-18.0	18.0-21.0	>=21.0	%	TOTAL
N	13121	2877	342	88	34	1	0	0	3.01	16463
NNE	15257	6914	1890	565	160	49	2	0	4.54	24837
NE	21069	16430	6816	2006	552	155	47	13	8.62	47088
ENE	23064	18107	6465	1278	213	30	13	2	9	49172
E	21110	13839	2422	352	37	3	2	0	6.91	37765
ESE	17166	10157	782	97	7	2	1	0	5.16	28212
SE	16807	9758	498	55	14	3	0	0	4.97	27135
SSE	16704	11872	548	53	4	1	0	0	5.34	29182
S	19595	18183	776	62	1	0	0	0	7.07	38617
SSW	19384	19246	2389	183	22	1	0	0	7.54	41225
SW	20800	17742	4716	717	39	6	0	0	8.05	44020
WSW	20398	15672	2947	391	50	6	0	1	7.22	39465
W	21754	13871	4149	536	60	14	0	0	7.39	40384
WNW	19677	12187	3682	689	182	25	0	0	6.67	36442
NW	18639	7937	1012	243	51	1	0	0	5.1	27883
NNW	14753	3437	328	96	11	0	0	0	3.41	18625
%	54.76	36.27	7.28	1.36	0.26	0.05	0.01	0	100	
TOTAL	299298	198229	39762	7411	1437	297	65	16		546515

Font: ECOSOST

Figura 14. Règim mitjà dels vents del SIMAR 211136

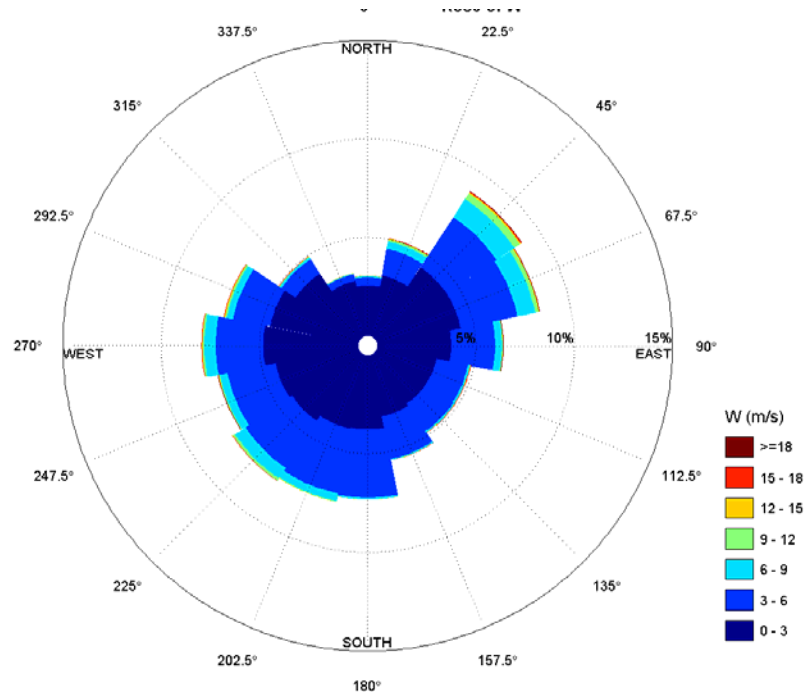


Font: ECOSOST

A la Figura 15 i a la taula 5 es mostren la rosa dels vents i la taula d'encontres en la velocitat mitjana i la direcció del node SIMAR 2112137, en què s'aprecia com els vents més importants

són els del primer quadrant, tant en freqüències de presentació com en intensitat, seguits dels sectors del tercer quadrant.

Figura 15. Rosa dels vents del SIMAR 2112137



Font: ECOSOST

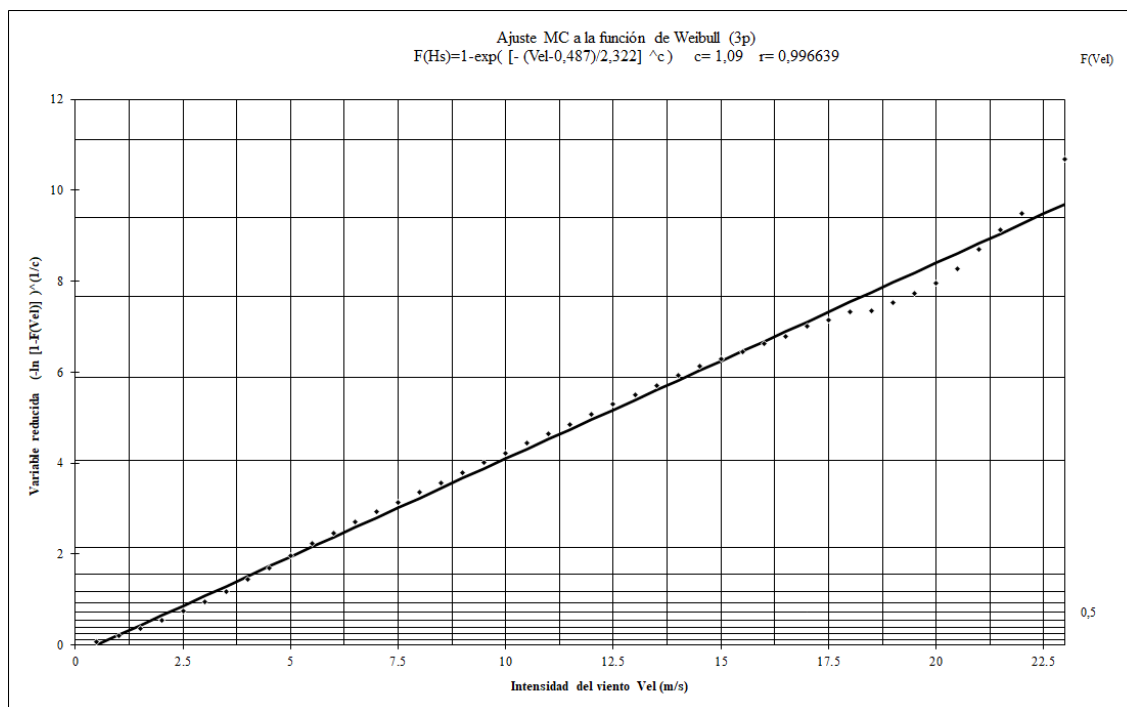
Taula 5. Taula d'encontres U - direcció del SIMAR 2112137

Sector/Hs	<=3.0	3.0-6.0	6.0-9.0	9.0-12.0	12.0-15.0	15.0-18.0	18.0-21.0	>=21.0	%	TOTAL
N	14068	2187	313	111	39	1	0	0	3.06	16719
NNE	17592	7163	1998	594	184	52	4	0	5.05	27587
NE	24340	16162	5837	1708	449	122	48	11	8.91	48677
ENE	24279	15556	4935	986	168	24	16	2	8.41	45966
E	21056	11752	1822	269	32	0	3	0	6.39	34934
ESE	17350	8408	575	65	9	1	0	0	4.83	26408
SE	17377	8674	387	35	8	2	0	0	4.85	26483
SSE	18154	11306	346	28	2	1	0	0	5.46	29837
S	21442	18139	470	36	3	0	0	0	7.34	40090
SSW	21627	17638	2067	174	9	0	0	0	7.6	41515
SW	23319	15036	3400	676	36	7	0	0	7.77	42474
WSW	24166	13044	2129	263	45	7	1	0	7.26	39655
W	27004	12763	3039	487	78	16	0	0	7.94	43387
WNW	25444	10116	1749	527	122	7	0	0	6.95	37965
NW	21699	4482	602	167	33	4	0	0	4.94	26987
NNW	15654	1834	196	74	7	0	0	0	3.25	17765
%	61.23	31.89	5.47	1.13	0.22	0.04	0.01	0	100	
TOTAL	334571	174260	29865	6200	1224	244	72	13		546449

Font: ECOSOST

Finalment, a la figura 16 es mostra l'ajust obtingut pel règim mitjà escalar, que demostra que els valors mitjans de la intensitat del vent se situen al voltant dels 10 m/s.

Figura 16. Règim mitjà dels vents del SIMAR 2112137



Font: ECOSOST

6.3.6. Anàlisi de la marea

El nivell de càlcul del mar es determina a partir de les dades que recull l'informe climàtic de nivell del mar proporcionat pel mareògraf de Barcelona 2.

Les dades del mareògraf de Barcelona indiquen que a les costes catalanes tenim un règim mareal mixt, amb predominança semidiürna.

El clau geodèsic més proper és el clau 146, situat a sobre de la cantonada dreta de la base de formigó del mareògraf i anivellat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya el 2011. El zero del mareògraf coincideix amb el zero del sensor acústic del mareògraf després de l'ajust de les dades el 2008, prèviament a l'anivellament, i està situat 4.419 m per sota del clau 146, que coincideix amb el nivell mitjà del mar a Alacant o NMMA (excepte un parell de cm) el 1995, i 0,214 m per sobre de l'anomenat "zero del port". Després de les dades de l'últim anivellament de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, la relació d'aquest clau amb el nivell mitjà del mar a Alacant ha canviat substancialment i passa a estar 0,179 m per sobre del zero del mareògraf. L'origen d'aquesta diferència es desconeix i no està relacionat amb el funcionament del mareògraf, sinó amb el procés d'anivellament o amb moviments verticals no coneguts en aquest moment. El zero hidrogràfic està situat 4.469 m per sota d'aquest clau (vegeu la Figura 17).

El clau de referència és el més proper al mareògraf al qual ha arribat la línia d'anivellament d'alta precisió de l'Institut Geogràfic Nacional (IGN). El NMMA és l'origen d'altituds a terra que estableix l'IGN i que a la península Ibèrica procedeix del nivell mitjà del mar a Alacant durant la dècada 1870-1880. El zero hidrogràfic, establert per l'Institut Hidrogràfic de la Marina (IHM), coincideix aproximadament amb el nivell d'aigua més baix i varia amb les característiques de la marea al llarg de la costa. És la mínima baixamar astronòmica (BMMI) calculada per al port

per l'IHM. El zero del port està definit pel mateix port i normalment coincideix amb la mínima baixamar. D'altra banda, el zero REDMAR, zero de les mesures dels mareògrafs, sol coincidir amb el zero del port.

Figura 17. Cotes dels zeros de referència



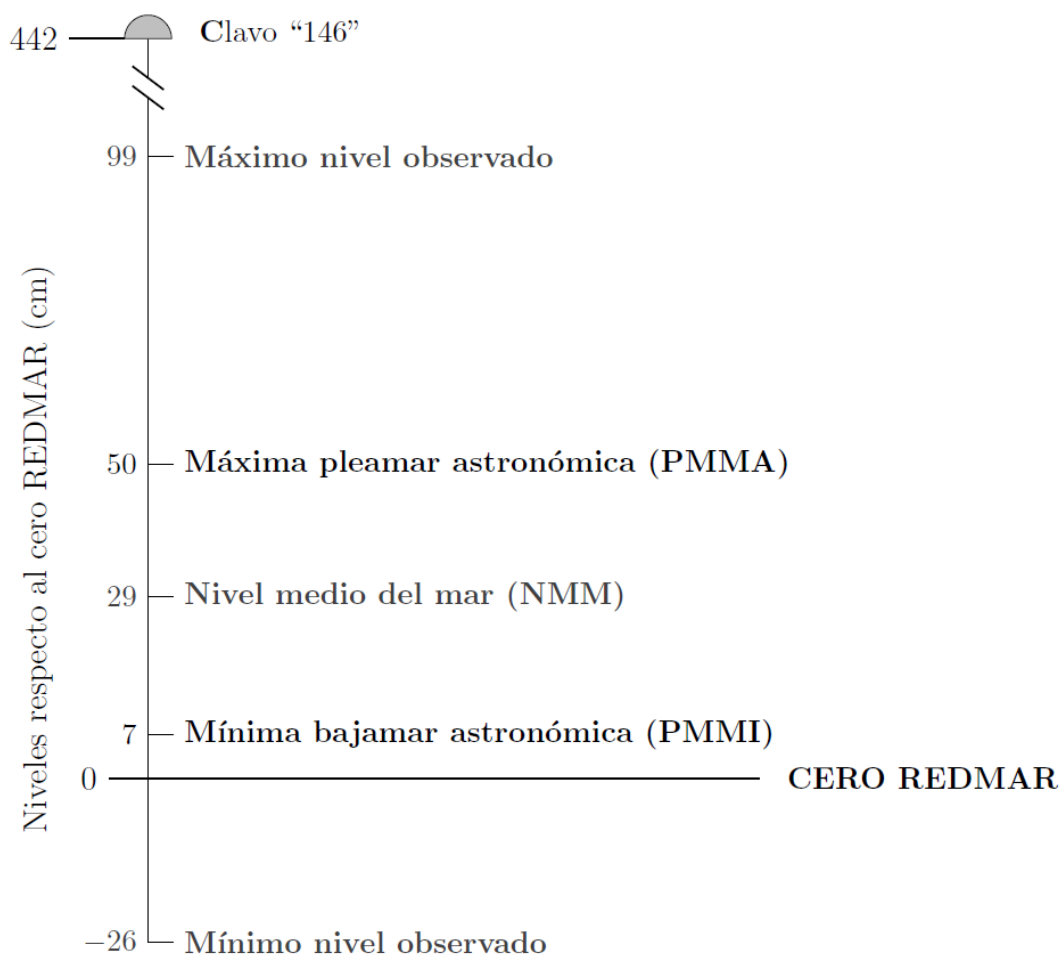
Nota: La posición relativa de Clavo y Mareógrafo está simplificada. NMMA: Cero IGN

Font: Ports de l'Estat

En condicions mitjanes, es pot considerar una amplitud de la marea astronòmica de 0,21 m, fins a un màxim de 0,47 m, resultat de la diferència entre la marea astronòmica mínima i la màxima. D'altra banda, s'ha de considerar la composició de la marea astronòmica amb la meteorològica, de la qual, tenint en compte les dades del mareògraf i les recollides a l'Atlas d'inundació, els valors extrems poden arribar a ser gairebé d'1 m, i els mitjans, de 30 cm (vegeu la Figura 18 i els percentatges mensuals de la taula 6).

Com s'ha mencionat anteriorment, el registre del nivell mitjà del mar, com a resultat de la suma dels components de la marea astronòmica i de la marea meteorològica del mareògraf, va des d'inicis del 1993 fins ara, de manera que el registre conjunt de dades d'onatge, de vent i de marea es veu reduït en el període comprès entre el 1993 i l'actualitat.

Figura 18. Nivell del mar a Barcelona



Font: Ports de l'Estat

Taula 6. Percentatges mensuals del nivell del mar

Los datos horarios de nivel del mar se han obtenido a partir de datos cada 5 minutos, tras filtrar oscilaciones de periodo inferior a 1 hora. Por tanto, estos datos informan de la variación de nivel del mar debida a procesos de baja frecuencia

Hourly Data have been calculated using 5-minute Time Series, after filtering oscillations with periods shorter than 1 hour

Mes Month	Nivel Horario / Hourly Level Periodo: 1994 - 2017 / Period: 1994 - 2017 (cm)											
	-18: -9	-9: 0	0: 9	9: 18	18: 27	27: 36	36: 45	45: 54	54: 63	63: 72	72: 81	81: 90
Ene /Jan	0.03	1.21	8.67	19.08	24.50	23.84	13.70	6.62	1.96	0.39	.00	.00
Feb./Feb.	0.18	2.51	13.42	23.66	26.30	18.86	8.26	4.04	2.10	0.63	0.03	.00
Mar./Mar.	0.05	1.58	10.22	23.72	31.01	20.28	9.01	3.25	0.75	0.10	0.02	.00
Abr./Apr.	.00	0.37	3.94	15.88	31.72	30.37	13.50	3.55	0.50	0.11	0.06	.00
May./May.	.00	.00	1.12	11.80	32.03	34.46	15.57	4.06	0.71	0.16	0.09	.00
Jun./Jun.	.00	.00	0.62	10.54	30.13	36.96	17.96	3.47	0.28	0.03	0.01	.00
Jul./Jul.	.00	.00	0.14	5.60	30.50	42.03	19.16	2.55	0.02	.00	.00	.00
Ago./Aug.	.00	.00	.00	2.02	22.10	46.91	24.92	3.92	0.12	.00	.00	.00
Sep./Sep.	.00	.00	.00	0.66	14.09	41.59	32.48	9.92	1.15	0.07	0.04	.00
Oct./Oct.	.00	.00	.00	1.49	12.11	28.45	32.19	18.48	5.47	1.27	0.44	0.10
Nov./Nov.	.00	0.06	0.45	3.73	15.45	28.69	26.16	16.33	6.88	1.69	0.48	0.08
Dic./Dec.	.00	0.06	2.43	14.77	24.85	26.43	17.02	8.70	3.58	1.56	0.55	0.05
Annual /Annual	0.02	0.48	3.42	11.08	24.56	31.57	19.16	7.07	1.96	0.50	0.14	0.02

Generada por / Generated by Puertos del Estado - Generada el / Generated on 2017/06/27, 10: 6h

Font: Ports de l'Estat

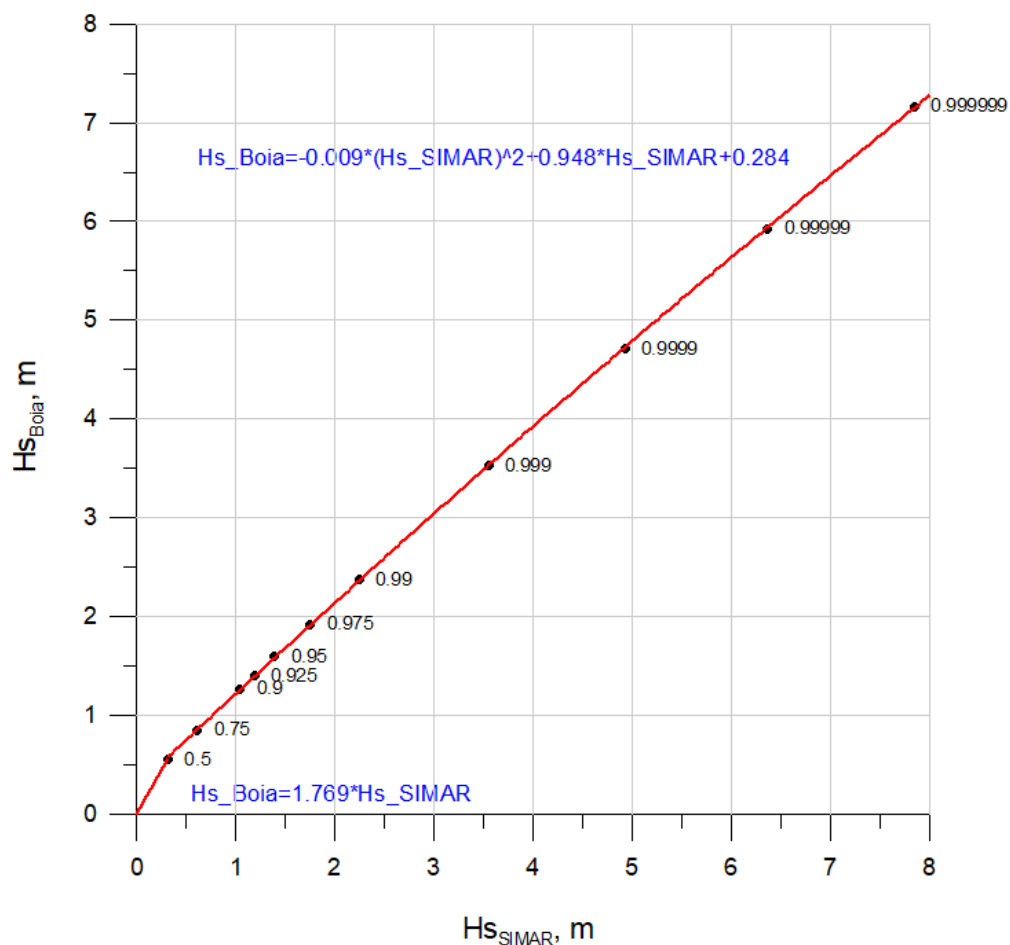
6.3.7. Correlació i correcció de les dades del SIMAR

A partir de l'ajust de règim mitjà d'onatge del node SIMAR de referència, el node SIMAR 2112137, s'ha fet la correlació entre les dades de la boia de Barcelona i les dades del node SIMAR. S'utilitza el node SIMAR 2112137 com a node de referència perquè la seva profunditat és més propera que la profunditat de l'altre node respecte a la profunditat de la boia.

Per fer la correlació, s'han obtingut els valors de les alçàries d'onada corresponents a diferents probabilitats associades a la funció de distribució de Weibull de mínims. Aquestes probabilitats varien entre 0,5 i 0,999999. Per als valors de correlació inferiors a la probabilitat associada de 0,5, s'ha adoptat una funció lineal de la forma $y = bx$ que passa per l'origen. Per als valors superiors a la probabilitat associada de 0,5, la correlació utilitzada ha estat polinòmica de grau 2, de la forma $y = ax^2 + bx + c$.

Els resultats d'aquestes correlacions entre la boia i el node SIMAR es mostren a la Figura 19. La figura també mostra les dues funcions utilitzades per als valors inferiors a 0,5 i per als valors superiors a 0,5.

Figura 19. Correlació entre la boia i el SIMAR 2112137



Font: ECOSOST

Una vegada s'han obtingut els resultats de les correlacions, s'aplica la correcció sobre els valors d'alçària d'onada a la sèrie històrica completa del node de referència SIMAR 2112137 i també a la del node SIMAR 2111136, de manera que la sèrie del node SIMAR des del 1958

fins a l'actualitat es corregeix per tal que s'aproximi a les dades reals mesurades per la boia, i així s'obté la sèrie històrica dels nodes SIMAR corregida.

6.4. Propagacions de l'onatge

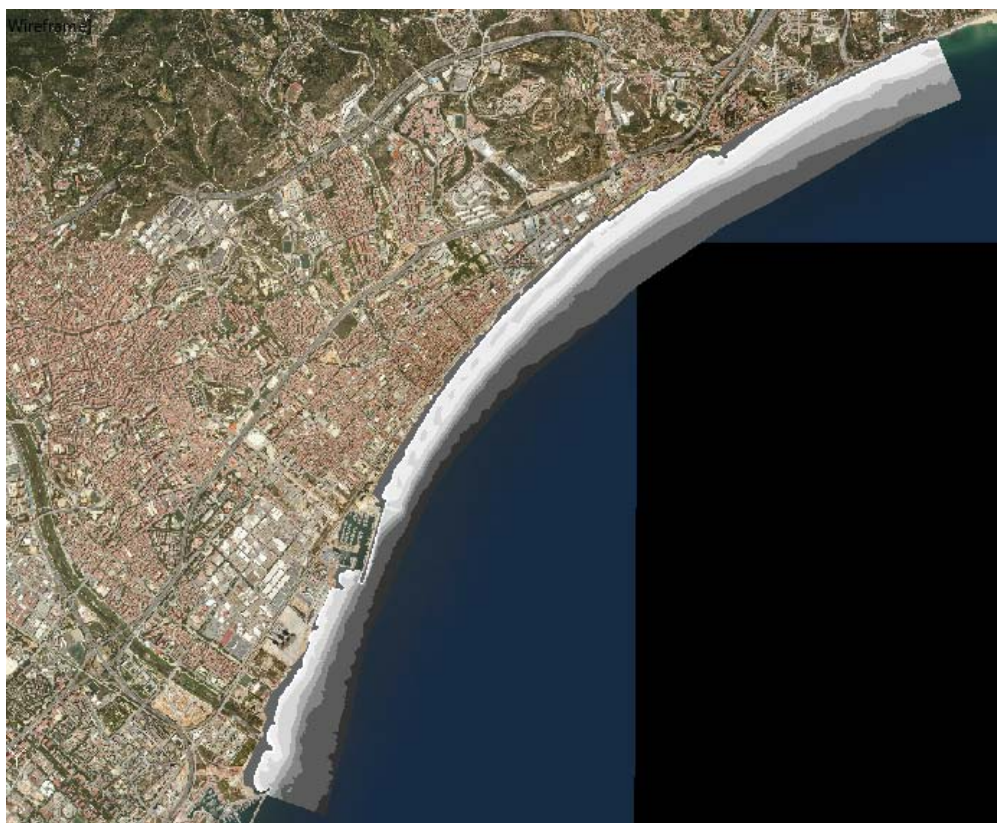
Un cop analitzat el clima marítim, s'han aproximat les dades a peu d'obra per mitjà de la propagació de l'onatge.

6.4.1. Característiques numèriques

Per a l'estudi de propagacions exteriors, s'ha emprat el model SWAN, desenvolupat per la Universitat de Delft. SWAN (*Simulating Waves Nearshore*) és un model de propagació d'onatge de tercera generació que permet obtenir estimacions realistes de paràmetres de l'onatge en àrees costaneres, llacs i estuaris a partir de condicions de vent, batimetria i corrents donades.

SWAN resol la propagació d'onatge espectral en temps i espai, i és capaç de reproduir els fenòmens de *shoaling*, refracció, variació en la freqüència a causa de corrents i profunditat no estacionària, generació d'onatge per vent, interacció onada-onada, fricció amb el fons, trencament d'onatge, *set-up* induït per onatge, transmissió i reflexió causada per obstacles, i difracció.

Figura 20. Batimetria de la zona d'estudi



Font: ECOSOST

Els models numèrics es basen en informació digitalitzada de batimetria i línia de costa, de manera que, en primer lloc, cal dur a terme un MDT (modelatge digital del terreny) d'acord amb la informació disponible de la zona. Les dades de batimetria s'han extret d'una batimetria de detall a la zona d'estudi (vegeu la Figura 20) i s'han completat amb les dades de la carta nàutica número 48C, del cap Tortosa al cap Tossa (figura 21), i la carta número 489, de Barcelona a Arenys de Mar (

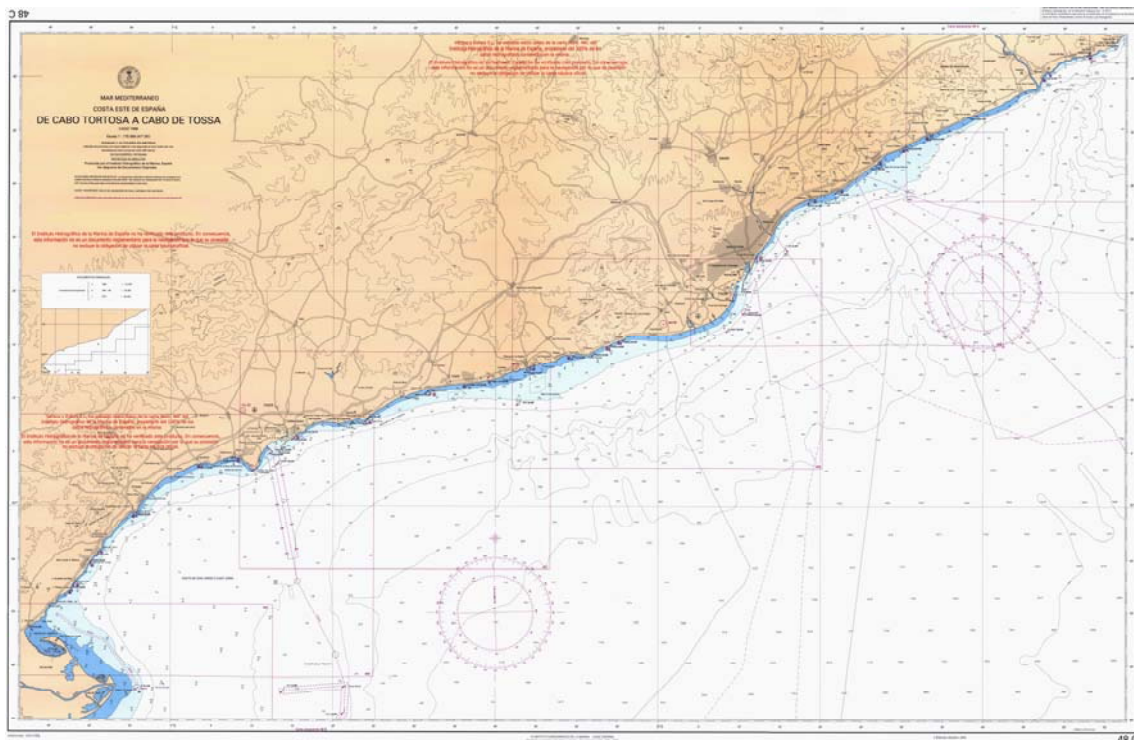
Figura 22), totes dues de l'Institut Hidrogràfic de la Marina (IHM).

D'aquesta manera, es genera el domini computacional i la batimetria general utilitzats en les propagacions. S'ha utilitzat una única malla que parteix d'aigües profundes i que inclou la ubicació dels nodes SIMAR. Aquesta malla té unes dimensions de 18×18 km, amb cel·les quadrades de 45×45 m, i això implica 400×400 nodes (Figura 23).

Per apropar la informació del node SIMAR fins a les proximitats de les platges, cal aplicar un procés de *downscaling* (reducció d'escala) cap a la zona d'interès. Per fer-ho, existeixen tècniques com el *downscaling* estadístic o el *downscaling* dinàmic, que, per mitjà de transformacions directes, en el primer cas, o propagacions de tots els estats de mar d'un registre, en el segon, permeten dur a terme aquest procés d'aproximació.

Com que la primera metodologia és menys precisa i la segona té un cost computacional elevat, de vegades s'empren metodologies mixtes, com ara el *downscaling* híbrid. Segons aquesta metodologia, s'efectuen un conjunt limitat de propagacions, d'uns determinats estats de mar anomenats clústers, que permeten definir els valors de transformació de l'onatge entre la font de dades, l'inici de la malla i la zona d'interès prop de la costa per a aquest conjunt limitat d'estats de mar.

Figura 21. Carta nàutica 48C



Font: IHM

Figura 22. Carta nàutica 489



Font: IHM

A partir dels resultats de la propagació dels casos seleccionats pel mètode del *downscaling* híbrid i mitjançant tècniques multivariables d'interpolació, és possible transformar un registre complet des d'aigües profundes, definint per a cada estat de mar del registre els valors més adequats de transformació de l'onatge, que bàsicament són el coeficient de propagació o K_p i l'angle de gir en la direcció de propagació.

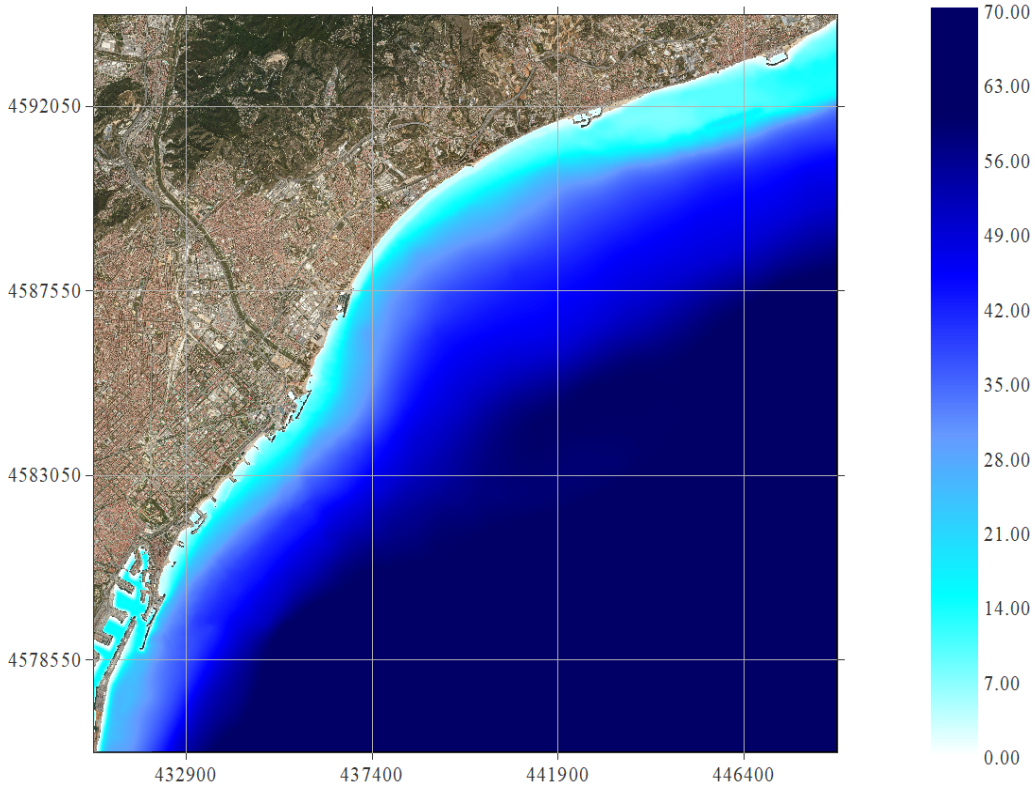
Aquesta metodologia s'ha d'empra per a la propagació completa del registre.

6.4.2. Simulacions de les propagacions

En aquest apartat es mostren les simulacions numèriques fetes per caracteritzar el règim d'onatge, que correspon als onatges propagats des dels nodes SIMAR. Pel que fa al règim mitjà, se seleccionen els casos d'estats de mar, després d'haver aplicat l'algorisme de màxima dissimilitud (MaxDiss). En concret, s'han seleccionat 1.000 casos o clústers, que es consideren prou representatius del conjunt de dades de la sèrie històrica.

L'algorisme selecciona una primera dada en un extrem del núvol de punts tridimensionals formats per les variables d'alçària d'onada (H_s), període de pic (T_p) i direcció mitjana de l'onatge (θ), i a continuació selecciona la dada que es troba més allunyada d'aquest primer punt, és a dir, selecciona dues dades entre les quals hi ha la màxima dissimilitud.

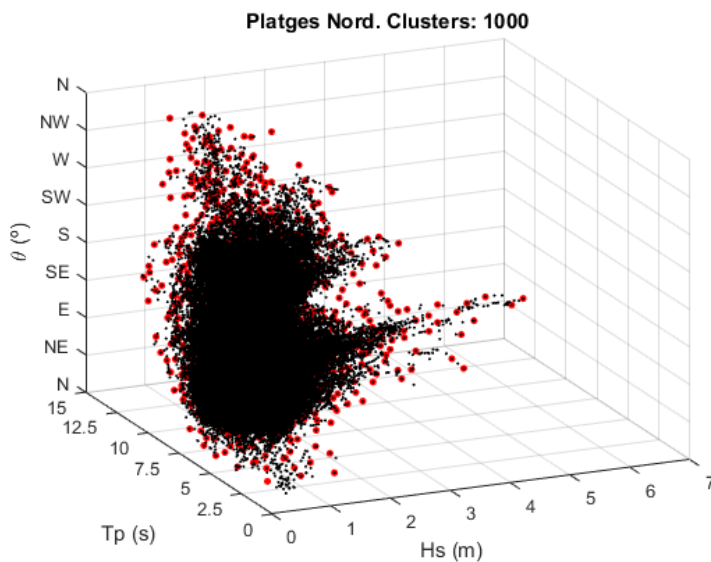
Figura 23. Domini i batimetria de propagació



Font: ECOSOST

Aquesta operació es repeteix tantes vegades com casos o clústers es vulguin emprar en les propagacions. La selecció de les dades de vent es fa identificant els estats de mar de la sèrie d'onatge, assignant en cada cas els valors de velocitat i de direcció del vent associats a l'instant de tota la sèrie històrica en què es produeix el registre d'onatge corresponent.

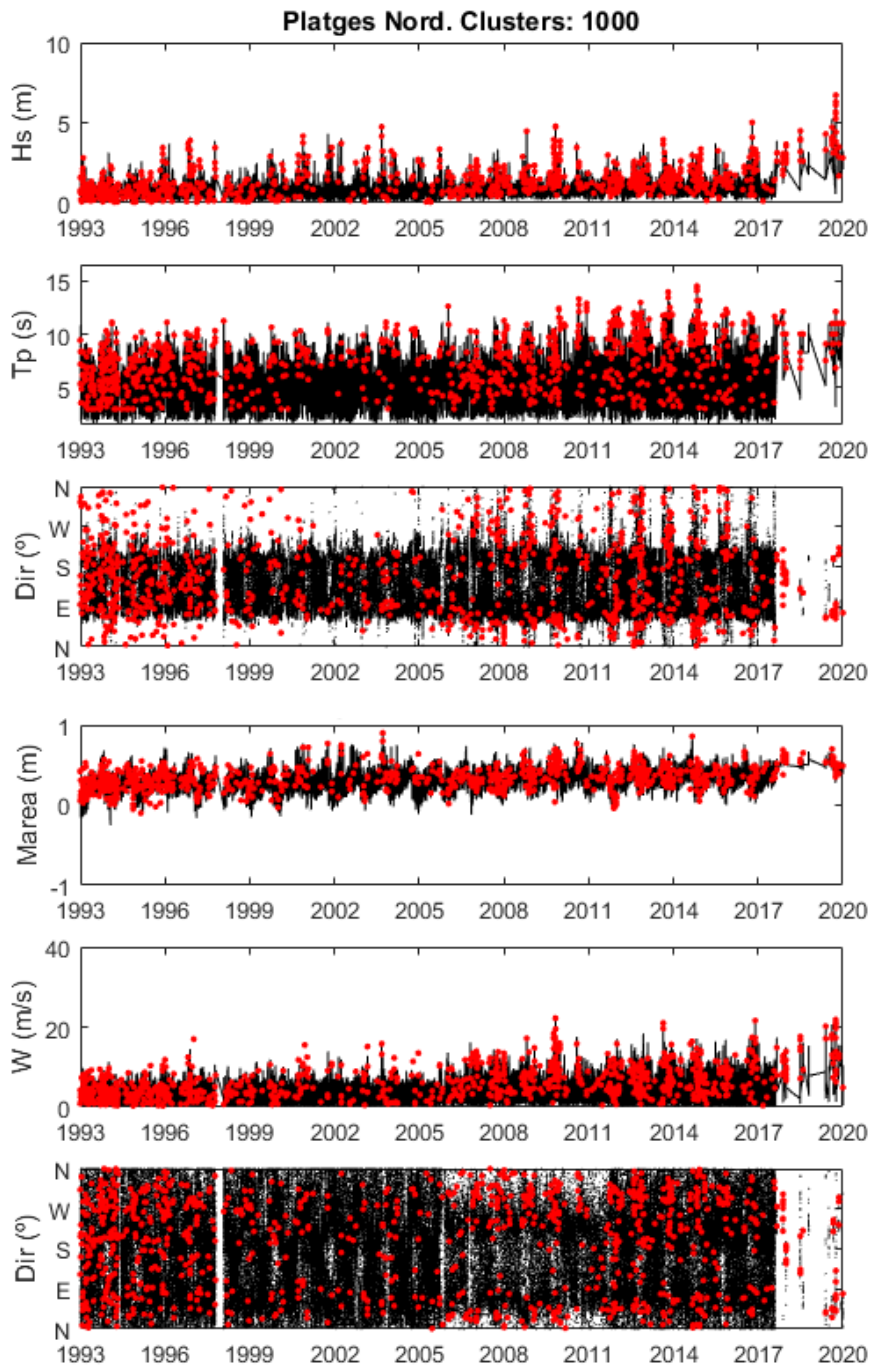
Figura 24. Casos seleccionats dins de la sèrie històrica d'Hs, Tp i θ



Font: ECOSOST

A la Figura 24 i a la Figura 25 es mostra el núvol de punts en negre que representa tota la sèrie, amb els 1.000 casos seleccionats per ser introduïts en el model SWAN, aquests en color vermell. La llista sencera dels 1.000 casos seleccionats es recull a l'annex 1.

Figura 25. Casos seleccionats dins de la sèrie històrica d'Hs, Tp, θ , marea, velocitat del vent i direcció del vent



Font: ECOSOST

Tots els casos s'han simulat per a un nivell mitjà de marea, que equival a un valor de 30 cm.

El conjunt de casos anterior s'emprarà per transformar tot el registre complet de dades, des de la ubicació dels nodes SIMAR fins a les platges, per mitjà de tècniques d'interpolació (*downscaling* híbrid).

Les figures amb la distribució en planta de l'alçària d'onada propagades en condicions mitjanes a tot el domini de propagació per a 50 dels 1.000 casos simulats es poden veure a l'annex 2. La llista dels 50 casos d'exemple seleccionats d'entre els 1.000 casos simulats es mostra a la Taula 7.

En general, es pot veure que els onatges amb un període més gran noten el fons abans, és a dir, comencen a refractar abans. Això provoca que els onatges amb períodes grans arribin més perpendiculars a les batimètriques a prop de la costa.

Segons el que s'aprecia a l'annex 2, els onatges que més varien la direcció d'incidència són els més oblics respecte a les batimètriques, sobretot els de període gran.

També s'hi aprecia que, a la zona d'estudi els onatges més oblics arriben amb menys energia, cosa que debilita de la mateixa manera els temporals de llevant (sectors ENE i E) i els temporals del sud (sector SSW).

De cara a analitzar els efectes locals de l'agitació, s'han obtingut els resultats enfront de la bocana del port, a partir de la transformació del registre complet segons les tècniques d'interpolació del *downscaling* híbrid.

Taula 7. Llista dels 50 casos d'exemple d'entre els 1.000 clústers

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir. (°)
id_57	0,07	8,2	68,0074
id_HA	0,25	11,11	187,009
id_98	0,07	3	97,0033
id_O7	0,51	5,35	272,0012
id_E5	1,18	4,98	151,0016
id_IK	0,79	10,2	199,004
id_B1	1,44	8,06	115,0056
id_LX	1,05	6,25	235,0064
id_RQ	0,8	5,88	357,007

id_DZ	0,05	7,81	148,0059
id_HF	0,07	10,2	190,0042
id_65	1,22	6,8	74,004
id_BF	2,41	7,25	119,0064
id_LA	0,69	7,14	227,0011
id_B7	2,03	6,85	116,0071
id_FF	0,73	10	167,0004
id_11	0,3	6,71	23,0095
id_4U	1,43	8,3	65,0016
id_1U	0,99	7,44	38,0008
id_MO	1,01	4,4	247,0096
id_15	1,88	8,19	26,0035
id_BE	1,57	7,11	119,005
id_KA	1,45	7,86	214,0074
id_JR	1,45	4,55	209,0087
id_LZ	1,11	3,65	236,008
id_PP	0,76	6,74	307,0015
id_JA	2,4	8,63	205,0054
id_R8	1,66	5,81	347,0049
id_36	3,51	11,04	53,0027
id_GQ	1,08	3,65	182,0026
id_90	0,51	4,41	96,0005
id_HI	1,05	12,51	190,0077

id_LF	1,16	4,67	228,0044
id_10	0,9	9,73	23,0059
id_5A	1,57	9,42	69,0076
id_62	1,34	8,84	73,0093
id_DY	1,78	7,49	148,001
id_61	2,44	11,99	73,0075
id_GK	1,57	9,9	180,0043
id_JF	1,58	9,51	207,0018
id_PD	1,21	10,24	302,0026
id_9J	2,72	10,04	100,0066
id_RL	0,73	11,73	354,0089
id_E0	1,06	3,45	149,0012
id_LV	1,99	8,33	234,0067
id_MI	2,32	9,01	244,0082
id_Q9	0,46	7,75	322,0057
id_KV	0,94	4,14	221,004
id_EC	2,81	7,52	153,0058
id_6E	2,8	11,01	76,0085

Font: ECOSOST

6.5. Resultats de les propagacions

En aquest apartat es resumeixen els resultats de les propagacions, que determinaran els onatges resultants locals en règim mitjà. D'una banda, s'han obtingut resultats locals a les tres platges estudiades, i de l'altra, s'ha obtingut un punt de control per introduir-lo a l'SMC com a forçament.

6.5.1. Onatge local a les platges

Després d'haver fet la transformació de tot el registre de dades dels nodes SIMAR, s'ha obtingut un registre de dades complet a tres punts localitzats a prop de cadascuna de les tres platges estudiades: Sant Adrià de Besòs, Badalona i Montgat. El règim d'onatge queda caracteritzat per la rosa i la taula d'encontres Hs-direcció. A la Taula 8 es mostren les coordenades dels tres punts.

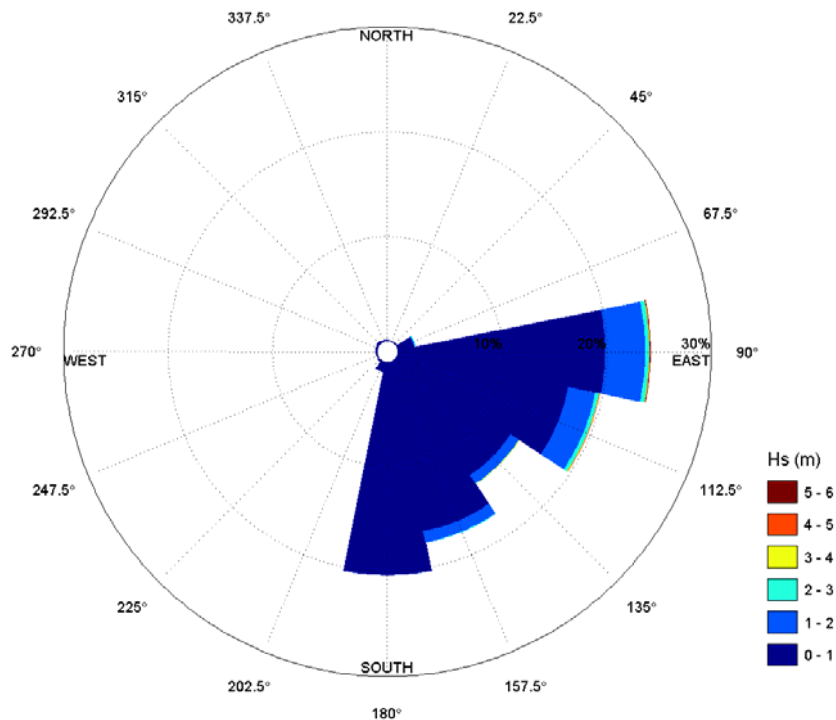
Taula 8. Coordenades dels punts locals resultats

	X (UTM)	Y (UTM)
Sant Adrià de Besòs	436271.5389	4585755.4577
Badalona	437795.6217	4588614.072
Montgat	440264.6638	4590407.5906

Font: ECOSOST

A la Figura 26 i a la Taula 9 es mostren els resultats del punt localitzat a Sant Adrià de Besòs. Tal com s'hi pot observar, els onatges que arriben a la platja provenen, principalment, del segon quadrant, ja que són els més freqüents i energètics i, per tant, no tenen una incidència directa cap a l'interior.

Figura 26. Rosa d'onatge del punt de Sant Adrià de Besòs



Font: ECOSOST

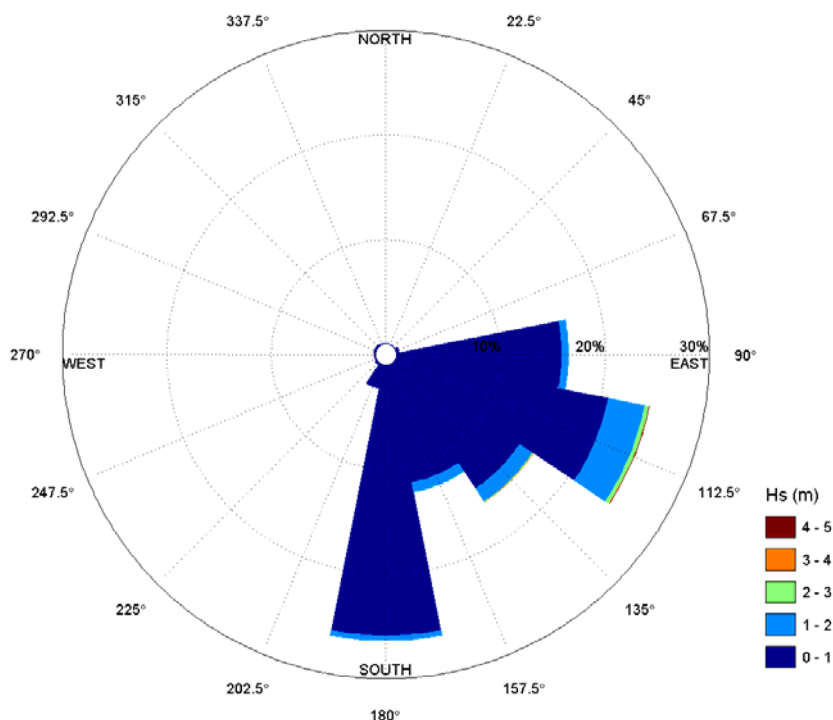
A la Figura 27 i a la Taula 10 es mostren els resultats del punt localitzat a Badalona. L'anàlisi és la mateixa que amb el punt de Sant Adrià de Besòs, encara que, en aquest cas, les alçàries d'onada que arriben a la platja de Badalona són una mica més petites. Ara bé, la principal diferència apareix amb els onatges del sud, ja que el sud passa a ser el sector més freqüent. El sector més energètic és l'ESE, per l'orientació de la platja.

Taula 9. Taula Hs-direcció del punt de Sant Adrià de Besòs

Sector/Hs	<=0.65	0.65-1.3	1.3-1.95	1.95-2.6	2.6-3.25	3.25-3.9	3.9-4.55	>=4.55	%	TOTAL
N	233	0	0	0	0	0	0	0	0.11	233
NNE	197	0	0	0	0	0	0	0	0.09	197
NE	191	1	0	0	0	0	0	0	0.09	192
ENE	2690	810	62	5	0	0	0	0	1.71	3567
E	27058	19258	3123	722	162	64	14	26	24.13	50427
ESE	19902	18162	2263	654	161	22	7	1	19.71	41172
SE	19108	10057	479	28	14	0	0	0	14.21	29686
SSE	25748	10415	606	54	0	0	0	0	17.62	36823
S	41380	1150	0	0	0	0	0	0	20.36	42530
SSW	2180	0	0	0	0	0	0	0	1.04	2180
SW	407	0	0	0	0	0	0	0	0.19	407
WSW	214	0	0	0	0	0	0	0	0.1	214
W	220	0	0	0	0	0	0	0	0.11	220
WNW	307	0	0	0	0	0	0	0	0.15	307
NW	482	0	0	0	0	0	0	0	0.23	482
NNW	302	0	0	0	0	0	0	0	0.14	302
%	67.3	28.65	3.13	0.7	0.16	0.04	0.01	0.01	100	
TOTAL	140619	59853	6533	1463	337	86	21	27		208939

Font: ECOSOST

Figura 27. Rosa d'onatge del punt de Badalona



Font: ECOSOST

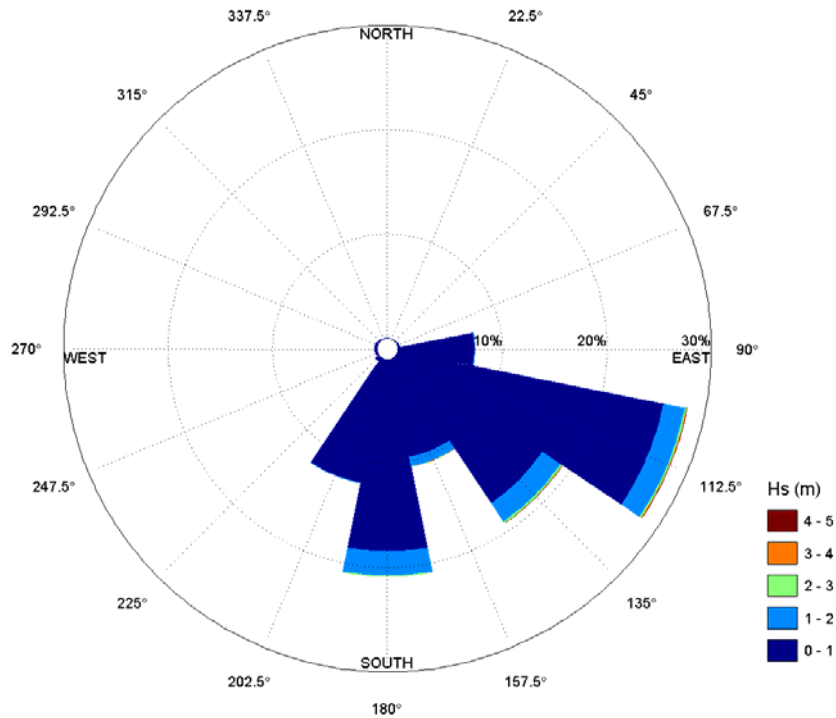
Finalment, a la Figura 28 i a la taula 11 es mostren els resultats del punt localitzat a Montgat. El segon quadrant encara és el que concentra tots els onatges, però la batimetria ha girat més respecte a les configuracions de Sant Adrià de Besòs i Badalona. Els onatges provenen, principalment, del sud i el sector més energètic també és l'ESE, però el SE en concentra una gran quantitat.

Taula 10. Taula Hs-direcció del punt de Badalona

Sector/Hs	<=0.6	0.6-1.2	1.2-1.8	1.8-2.4	2.4-3.0	3.0-3.6	3.6-4.2	>=4.2	%	TOTAL
N	108	0	0	0	0	0	0	0	0.05	108
NNE	140	0	0	0	0	0	0	0	0.07	140
NE	111	0	0	0	0	0	0	0	0.05	111
ENE	539	43	0	0	0	0	0	0	0.28	582
E	25473	8601	340	1	0	0	0	0	16.47	34415
ESE	21995	24471	3775	1082	276	36	17	6	24.72	51658
SE	15853	16271	1044	214	43	10	0	0	16	33435
SSE	14896	10264	857	111	0	0	0	0	12.51	26128
S	45454	9364	316	0	0	0	0	0	26.39	55134
SSW	5049	0	0	0	0	0	0	0	2.42	5049
SW	501	0	0	0	0	0	0	0	0.24	501
WSW	286	0	0	0	0	0	0	0	0.14	286
W	318	0	0	0	0	0	0	0	0.15	318
WNW	425	0	0	0	0	0	0	0	0.2	425
NW	442	0	0	0	0	0	0	0	0.21	442
NNW	207	0	0	0	0	0	0	0	0.1	207
%	63.08	33.03	3.03	0.67	0.15	0.02	0.01	0	100	
TOTAL	131797	69014	6332	1408	319	46	17	6		208939

Font: ECOSOST

Figura 28. Rosa d'onatge del punt de Montgat



Font: ECOSOST

Taula 11. Taula Hs-direcció del punt de Montgat

Sector/Hs	<=0.55	0.55-1.1	1.1-1.65	1.65-2.2	2.2-2.75	2.75-3.3	3.3-3.85	>=3.85	%	TOTAL
N	122	0	0	0	0	0	0	0	0.06	122
NNE	84	0	0	0	0	0	0	0	0.04	84
NE	85	0	0	0	0	0	0	0	0.04	85
ENE	327	6	0	0	0	0	0	0	0.16	333
E	12470	2893	8	0	0	0	0	0	7.36	15371
ESE	32185	23366	2485	763	180	32	19	11	28.26	59041
SE	14478	22145	2350	732	251	33	7	2	19.14	39998
SSE	9990	10849	1112	136	17	10	0	0	10.58	22114
S	18357	21879	2791	492	94	15	0	0	20.88	43628
SSW	21570	3867	25	0	0	0	0	0	12.19	25462
SW	930	0	0	0	0	0	0	0	0.45	930
WSW	448	0	0	0	0	0	0	0	0.21	448
W	476	0	0	0	0	0	0	0	0.23	476
WNW	485	0	0	0	0	0	0	0	0.23	485
NW	255	0	0	0	0	0	0	0	0.12	255
NNW	107	0	0	0	0	0	0	0	0.05	107
%	53.78	40.68	4.2	1.02	0.26	0.04	0.01	0.01	100	
TOTAL	112369	85005	8771	2123	542	90	26	13		208939

Font: ECOSOST

6.5.2. Onatge local del punt de l'SMC

De la mateixa manera, s'han obtingut els onatges al punt de control que servirà de forçament per a l'SMC i les simulacions de detall per a la dinàmica litoral.

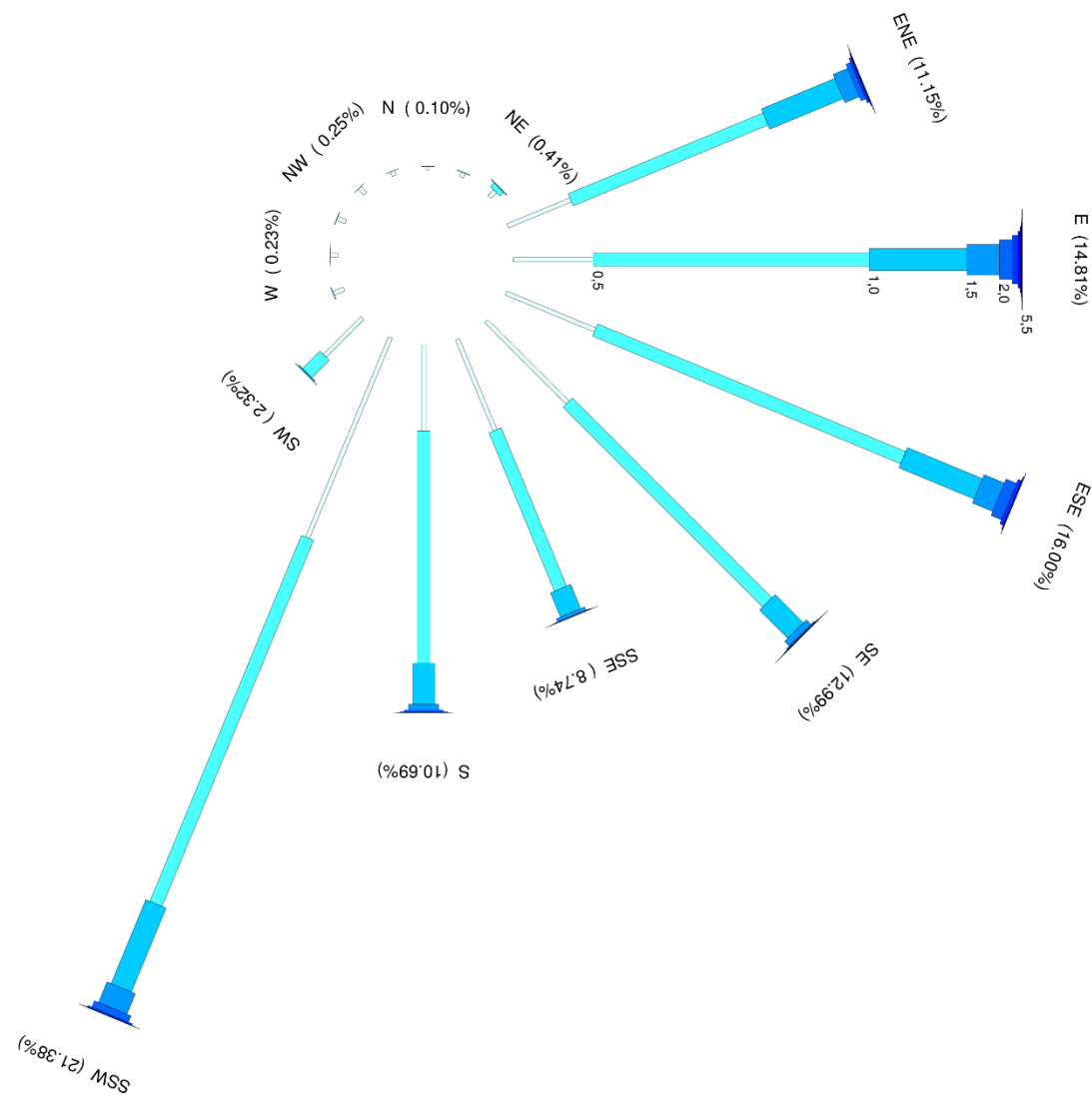
Els resultats de l'onatge local es mostren en la respectiva rosa (figura 29) i a la taula d'encontres corresponent (Taula 12).

Taula 12. Taula Hs-direcció del punt de l'SMC

Sector/Hs	0.0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	%	TOTAL
Calmas													0.03%	69
N	191	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10%	200
NNE	286	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15%	323
NE	498	317	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41%	853
ENE	4150	12832	4839	954	308	143	49	19	3	0	0	0	11.15%	23297
E	4852	16789	5928	1994	763	359	125	71	28	10	13	17	14.81%	30949
ESE	5873	20281	4945	1336	684	226	63	13	0	0	0	0	16.00%	33421
SE	7003	17178	2430	393	82	29	14	3	1	0	0	0	12.99%	27133
SSE	5992	10410	1596	207	41	9	2	0	0	0	0	0	8.74%	18257
S	5207	14130	2492	339	124	41	9	0	0	0	0	0	10.69%	22342
SSW	13163	24088	5518	1353	417	101	16	5	0	0	0	0	21.38%	44661
SW	3245	1486	96	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2.32%	4838
WSW	683	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35%	732
W	468	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23%	481
WNW	559	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28%	582
NW	509	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25%	513
NNW	281	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14%	288
%	25.35%	56.31%	13.35%	3.15%	1.16%	0.43%	0.13%	0.05%	0.02%	0.00%	0.01%	0.01%	100.00%	
TOTAL	52960	117651	27884	6587	2419	908	278	111	32	10	13	17		208939

Font: ECOSOST

Figura 29. Rosa d'onatge del punt de l'SMC



Font: ECOSOST

6.6. Simulacions hidromorfodinàmiques

Un cop fetes les propagacions exteriors, s'han utilitzat les dades de propagació del punt de forçament de l'SMC per analitzar la hidrodinàmica de la zona per a la situació actual.

6.6.1. Propagacions de detall

Per fer les propagacions de l'onatge, s'ha utilitzat el model OLUCA-SP, que pertany al Sistema de Modelado Costero (SMC), desenvolupat per la Universitat de Cantàbria. Aquest és un model parabòlic de propagació espectral de l'onatge que considera els fenòmens de *shoaling*, difracció, refracció, dissipació d'energia per trencament de l'onatge i fricció amb el fons. El domini complet on s'han fet les propagacions inclou tres malles: una primera malla orientada a l'E, amb una extensió de 7,5 × 7,5 km i amb una resolució de 501 × 501 nodes amb 15 metres de separació entre cada node; una segona malla orientada al S i que es coincideix amb la malla orientada a l'E, tant en extensió com en resolució, i una tercera malla orientada cap a la direcció de la costa, amb 4,5 km en la direcció de propagació de l'onatge i 10,2 km en la direcció perpendicular, que també es resol cada 15 metres, amb 301 × 681 nodes de resolució.

A les malles de propagació descrites abans, s'han propagat diferents onatges repartits dins dels diferents sectors que es poden observar en la rosa d'onatge, que incideixen en la zona entre les direccions ENE i SW. Els onatges provinents dels sectors ENE, E i ESE s'han propagat a la malla orientada a l'E; els onatges provinents dels sectors SE i SSE, a la malla orientada al SE, i els onatges provinents dels sectors S, SSW i SW s'han propagat a la malla orientada al S.

Per a cada sector s'han propagat els mateixos estats de mar: una alçària d'onada que varia entre 1, 3 i 5 m i un període que varia entre 6, 9 i 12 s, corresponents cadascun dels tres períodes a cadascuna de les tres alçàries d'onada. Aquestes combinacions entre alçària d'onada i període per a totes les direccions proporcionen un total de 24 casos per simular.

Els resultats de les propagacions es mostren en diferents zones per a cadascuna de les tres platges considerades. A l'annex 3 es recullen les figures de propagacions de detall de la zona de Sant Adrià de Besòs; a l'annex 4, les figures de les propagacions de detall a Badalona, i a l'annex 5, les figures de propagacions de detall a Montgat.

6.6.2. Corrents generats per l'onatge

Per tal d'estudiar els corrents induïts per l'onatge, que són els principals responsables del transport de sediments posterior, s'han analitzat les simulacions numèriques pertinents, a partir de les dades de les propagacions fetes, sobre les mateixes malles de resolució i per a cadascun dels onatges propagats.

Per a aquestes simulacions s'ha utilitzat el model COPLA-SP, inclòs a l'SMC, i a partir d'aquestes simulacions es determina el patró hidrodinàmic per a cadascuna de les condicions d'onatges tipus analitzats en 2DH.

Els resultats dels corrents es mostren amb la mateixa distribució per zones corresponents als municipis estudiats. A l'annex 6 es mostren les figures dels corrents a Sant Adrià de Besòs; a l'annex 7, les figures dels corrents a Badalona, i a l'annex 8, les figures dels corrents de Montgat.

6.6.3. Transport de sediments

Finalment, un cop coneguts els corrents induïts pel trencament de l'onatge, el darrer punt és el càlcul del transport de sediments. Les simulacions de les taxes de transport en 2DH es fan a les mateixes malles on s'han dut a terme les simulacions dels corrents i de les propagacions.

El transport de sediments es fa amb el model EROS, que resol les condicions morfodinàmiques associades als corrents i que també calcula la sedimentació i l'evolució de la batimetria de les platges.

El model EROS pot determinar les taxes de transport i, posteriorment, analitzar l'evolució del fons marí, sempre que les condicions hidrodinàmiques es mantinguin estacionàries, de manera que no té sentit analitzar l'evolució del fons per a un determinat temps. En canvi, a partir dels gradients de les taxes de transport, es podrien determinar les zones d'erosió i de deposició de materials per a cada condició hidrodinàmica considerada.

Els resultats del transport de sediments també es mostren amb la mateixa distribució per zones corresponents als municipis estudiats. a l'annex 9 es mostren les figures de transport de sediments a Sant Adrià de Besòs; a l'annex 10, les figures de transport de sediments a Badalona, i a l'annex 11, les figures de transport de sediments a Montgat.

7. ANÀLISI DEL COMPORTAMENT I DE L'EVOLUCIÓ DE LES PLATGES

7.1. Introducció

La costa nord de l'àrea metropolitana de Barcelona està formada per la cel·la litoral compresa entre el port del Masnou, al NE, i la platja del Fòrum, al SO. Des del punt de vista sedimentari, aquesta cel·la es pot considerar l'extensió de la costa del Maresme sud fins a la desembocadura del riu Besòs, de manera que comparteix gran part de les característiques del Maresme, tot i que també presenta característiques específiques, com ara la presència de platges artificials i un obstacle a l'extrem sud del tram. La cel·la es caracteritza per tenir un sediment gruixut característic del Maresme que està sotmès a un règim de transport longitudinal net en direcció E-O sota l'acció d'un onatge dominant de component est.

La presència del port del Masnou al nord condiona en gran mesura l'evolució del tram, atès que limita significativament l'entrada de sediment a la cel·la, cosa que s'ha traduït en una regressió significativa de la línia de riba al seu extrem nord, fins pràcticament desaparèixer a

la part nord de Montgat. Per contra, a la zona de Sant Adrià de Besòs, durant els últims anys, la costa ha experimentat un creixement per les aportacions de sediment provinents de la part nord de la cel·la. Quant al seu tram central, al municipi de Badalona, la línia de la riba a la zona compresa entre la platja de la Barca Maria i el port de Badalona presenta un cert equilibri, tot i que els temporals dels darrers anys han suposat la pèrdua de superfície i de volum en algunes zones, com les de la platja de l'Estació i la dels Patins de Vela. A la part sud del municipi, a llevant del port, la platja de la Mora ha patit una forta regressió.

Enfront d'aquest comportament general, es produeixen fluctuacions que localment aconseguen valors significatius, a causa de perturbacions locals induïdes per la presència de barreres al transport i, sobretot, per l'impacte de temporals. Quan aquestes fluctuacions coincideixen amb zones de platja relativament estretes, l'extradós de la platja pot quedar exposat a l'acció directa de l'onatge durant temporals i es poden produir danys que poden arribar a ser significatius. Tenint en compte l'estat actual de la cel·la, hi ha zones crítiques on l'amplada de platja és insuficient per proveir una protecció adequada durant l'impacte de temporals, o bé perquè ha estat erosionada significativament (Montgat i sud de Badalona) o bé perquè la platja seca ha estat ocupada per instal·lacions que fan que, a efectes pràctics, la seva amplada s'hagi reduït respecte a zones adjacents, encara que la platja sigui relativament estable a llarg termini (àmbit nord del port de Badalona).

En aquest context, l'objectiu d'aquest apartat és presentar una anàlisi de l'evolució de la línia de la riba a la cel·la que va des del port del Masnou fins a la platja del Fòrum durant les dues últimes dècades, orientada a caracteritzar les possibles fluctuacions en la línia de la riba que puguin determinar la presència de problemes des del punt de vista de l'estabilitat.

Els resultats es presenten seguint l'estructura següent: (i) al capítol 7.3 es descriuen les dades analitzades i la metodologia d'anàlisi; (ii) al capítol 7.4 s'analitzen les dades de la línia de la riba i es caracteritza l'evolució de la zona i el seu balanç sedimentari; (iii) al capítol 7.5 es caracteritza la dinàmica litoral responsable de l'evolució observada en termes de capacitat de transport longitudinal de sediment i transport transversal sota l'impacte de temporals, i (iv) al capítol 7.6 es presenten un resum i les conclusions principals d'aquesta evolució.

7.2. Equip de treball

Aquest estudi l'ha elaborat el Laboratori d'Enginyeria Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya (LIM-UPC), que ha desenvolupat les tasques de manera coordinada amb l'empresa ECOSOST, amb la direcció, la coordinació i la participació de tècnics de Barcelona Regional.

7.3. Dades i metodologia d'anàlisi

En aquest capítol es presenten les dades utilitzades per caracteritzar l'evolució de la línia de costa al llarg de la cel·la litoral compresa entre el port del Masnou i la platja del Fòrum, a Sant Adrià de Besòs, així com el mètode d'anàlisi emprat.

7.3.1. Dades disponibles

En aquest treball s'han utilitzat dos conjunts de dades per caracteritzar l'evolució de la línia de costa a la cel·la litoral port del Masnou - platja del Fòrum:

- El primer conjunt de dades consisteix en una col·lecció de línies de riba que cobreix el període comprès entre el 1994 i el 2019. Aquestes dades s'han obtingut a partir de la digitalització de fotografies aèries fetes per l'Institut Cartogràfic de Catalunya. Els anys disponibles són els següents: 1994, 2000, 2004, 2006, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 i 2019.
- El segon conjunt de dades es correspon a una agrupació de mesures d'amplades de platja en una sèrie de localitzacions al llarg de la costa del Llobregat que ha pres amb una periodicitat mensual l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) durant el període 2001-2020. Els perfils de control en els quals s'han pres aquestes mesures es mostren a la figura 30.

7.3.2. Mètode d'anàlisi

L'anàlisi de l'evolució de la línia de costa al llarg de la cel·la litoral s'ha fet de manera diferenciada amb cadascun dels conjunts de dades disponibles.

Línies de riba a partir de fotografia aèria (1994-2019)

Una vegada disponibles totes les línies de riba del període 1994-2019, el primer pas per estimar els desplaçaments en la línia de la riba va ser definir una línia de control seguint l'orientació principal de la línia de costa, a partir de la qual s'han de generar els punts de control on s'han d'estimar els canvis. En aquest estudi s'han pres els punts de control amb un espaiament d'aproximadament 75 m al llarg de la línia de la riba (figura 31).

Figura 30. Perfils de control al llarg de la cel·la port del Masnou - platja del Fòrum en els quals l'AMB ha fet un seguiment mensual durant el període 2001-2019

Sant Adrià de Besòs

Platja Fòrum sud	A48	SA01
Platja Fòrum centre	A48.1	SA02
Platja Fòrum nord	A49	SA03
Platja Litoral sud	A50	SA04
Platja Litoral centre	A51	SA05
Platja Litoral nord	A51.1	SA07

Badalona

Inici del terme	A52	BD01
C.Mar Negra	A53	BD02
C. Mar Jònica S.	A54	BD04
C. Cervantes	A58	BD05
C. Estrop	A59	BD09
C. Mar Mediterrània	A60	BD11
C. de Colom	A61	BD14
Av. Martí Pujol	A62	BD16
C. del Mar	A63	BD17
C. Sant Domènec	A64	BD20
C. Torre Badal	A65	BD24
C. Martí Julià	A66	BD26
Riera de Canyadó	A67	BD29
Barca Maria sud	A68	BD32
Barca Maria centre	A69	BD36
Barca Maria nord	A70	BD37
C. Velázquez	A70.1	BD38

Montgat

Cala Taps	A71.1	MG01
Les Roques sud	A71	MG02
Les Roques nord	A72	MG03
Les Barques sud	A73	MG04

Club Marítim nord		MG08
Riera de la Font	A74	MG10
Riera Miquel Mata	A75	MG14
Fi del terme	AF-TM	MG17

Font: LIM-UPC

Figura 31. Localització de punts de control per analitzar l'evolució de la línia de la riba a llarg termini a partir de l'anàlisi de fotografia aèria durant el període 1994-2019



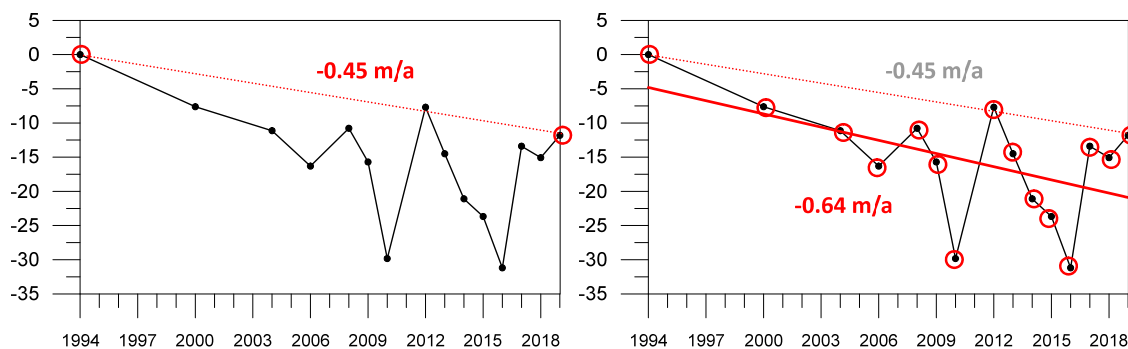
Font: LIM-UPC

Un cop definida la línia i els punts de control, es calcula la distància a la qual es troba cadascuna de les línies de riba disponibles en cada punt de control per a cada instant de temps, és a dir, s'obté un conjunt de sèries temporals de desplaçaments de la línia de la riba. El procés s'ha dut a terme utilitzant el sistema d'informació geogràfic ArcGIS 10.3 (ESRI),

juntament amb l'aplicació d'anàlisi dels canvis històrics de les línies de riba, DSAS (Digital Shoreline Analysis System), desenvolupada pel Servei Geològic dels Estats Units (United States Geological Survey) (Thieler *et al.*, 2009). A partir d'aquestes sèries s'obté la taxa d'evolució de la línia de la riba segons diferents mètodes de càlcul, mitjançant l'aplicació DSAS. Els mètodes que hi ha per estimar les taxes evolutives de la línia de costa varien tant en funció dels objectius perseguits com de la disponibilitat de dades (per exemple, Dolan *et al.*, 1991, Fenster *et al.*, 1993). Entre els diferents tipus d'estimació de les taxes existents, els principals són l'increment net (EPR, del terme anglès *end point rate*) i la regressió lineal (LR, *linear regression*, en anglès).

L'increment net o mètode EPR únicament utilitza dues posicions de la línia de la riba, l'última i la primera disponibles, i negligeix totes les posicions intermèdies (figura 32). La taxa evolutiva es correspondria al desplaçament net experimentat entre les dues situacions normalitzat amb el temps transcorregut entre totes dues. El mètode és útil quan l'únic que es pretén és estimar el desplaçament sofert per una costa en un període de temps determinat sense entrar en consideracions sobre possibles variacions en la tendència, és a dir, quan es vol avaluar la regressió o l'avanç de la línia de costa en termes estrictes. El desavantatge principal és que, en descartar possibles variacions en el moviment de la línia de costa entre totes dues posicions, la seva capacitat predictiva (en termes de representativitat d'aquest comportament) és relativament limitada, sobretot en costes on hi hagi moltes fluctuacions. No obstant això, en el cas que la costa objecte d'estudi tingui una evolució monòtona (per exemple, erosió o acreció continuada a una taxa relativament uniforme), el seu valor es podrà considerar representatiu de la tendència.

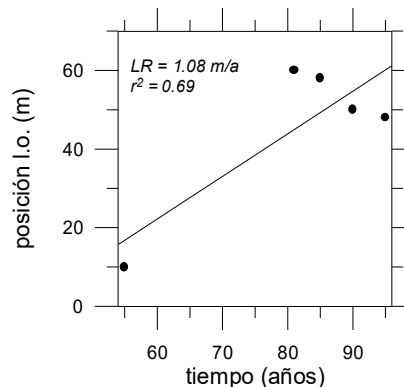
Figura 32. Estimació de la taxa evolutiva de la línia de costa mitjançant el mètode EPR (esquerra) i LR (dreta). Els punts marcats en vermell indiquen les posicions considerades en el càlcul de la taxa



Font: LIM-UPC

El mètode LR utilitza la totalitat de les posicions de la línia de la riba disponibles i la taxa evolutiva s'obté mitjançant una regressió lineal per mínims quadrats agafant el desplaçament de la línia de costa com a variable dependent (figura 32). L'avantatge del mètode radica en el fet que, en utilitzar totes les dades existents, té en compte les possibles variacions en el comportament al llarg del temps i, al mateix temps, filtra les oscil·lacions de curt període. Els desavantatges estan associats a la tècnica estadística en si i, sobretot, consisteixen en estimacions esbiaixades quan les dades estan mal condicionades (figura 33). En el cas de costes amb un comportament monòton, la taxa estimada mitjançant el mètode LR és molt similar a l'obtinguda mitjançant l'EPR (figura 32).

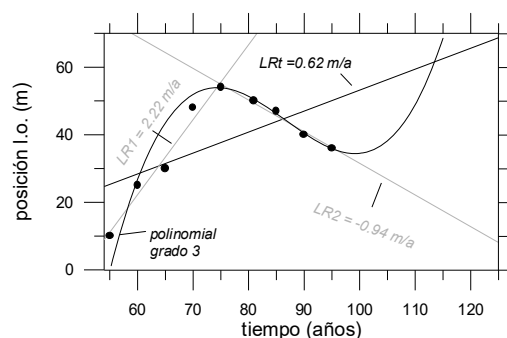
Figura 33. Estimació hipotètica de la taxa evolutiva de la línia de costa mitjançant el mètode LR per a un conjunt de dades mal condicionades (efectes d'un clúster de dades)



Font: LIM-UPC

Independentment del mètode utilitzat, pot passar que les dades variïn el comportament al llarg del temps. Aquesta situació sol estar relacionada amb algun fenomen o alguna actuació rellevant al llarg de la costa objecte d'estudi que impliqui un canvi en les condicions evolutives (figura 34). En aquests casos, alguns autors proposen la utilització de models d'estimació no lineals per tal d'estimar el moment en què es produeix aquest canvi o, fins i tot, per avaluar les taxes per a la totalitat del període (per exemple, Fenster *et al.*, 1993). No obstant això, com que en alguns casos l'ús de models no lineals pot produir el que es coneix com a sobreajustament —*overfitting*— (figura 34), altres autors proposen continuar utilitzant el mètode LR encara que de manera diferenciada segons el període evolutiu que s'analitzi (Crowell *et al.*, 1997).

Figura 34. Estimació de la taxa evolutiva de la línia de costa quan existeix un canvi de comportament (observeu el sobreajustament quan s'usa l'ajustament no lineal —grau 3— a partir de l'última dada disponible)



Font: LIM-UPC

En aquest estudi, per avaluar el comportament evolutiu experimentat al llarg de la cel·la costanera port del Masnou - platja del Fòrum s'utilitzen tots dos mètodes (LR i EPR), i, per tenir en compte els possibles canvis en el comportament a causa d'una modificació en les condicions de contorn del lloc, s'han analitzat dos períodes, el 1994-2019 i el 2004-2019. L'elecció d'aquests períodes és per tenir en consideració els canvis introduïts en la configuració, atès que a partir del 2004 ja està construït el port de Badalona i la platja del Fòrum s'ha creat artificialment. Des d'aquest moment, les condicions de la cel·la es poden considerar representatives de les condicions actuals.

Amplades de platja mensuals (2001-2020)

Les dades mensuals de l'amplada de la platja s'han utilitzat per avaluar les fluctuacions a curt termini en la línia de la riba, sobretot per caracteritzar l'efecte dels temporals a la zona.

7.4. Evolució de la línia de la riba

7.4.1. Introducció

En aquest capítol es presenten els resultats obtinguts en l'anàlisi de l'evolució de la línia de la riba al llarg de la cel·la costanera que s'estén des de la platja del Fòrum fins al port de Masnou a partir de les dades presentades al capítol 4.

7.4.2. Evolució general de la línia de la riba

A la figura 35 es pot veure l'evolució de l'amplada de la platja al llarg de la zona d'estudi en el període comprès entre el 1994 i el 2019 a partir de les dades de la línia de la riba obtingudes per fotografia aèria; a la figura 36 es pot veure l'amplada inicial i final durant el període analitzat, i a la Taula 13 es presenta una estadística bàsica. Com es pot observar clarament, hi ha un patró de variació significatiu tant espacial com temporal.

En el sector situat al nord de la cel·la, aigües avall del port del Masnou, entre aquest i l'espigó de Montgat, es detecta una disminució progressiva de la platja seca, que pràcticament arriba a desaparèixer a la part ubicada més al nord, amb amplades de platja inferiors als 5 m entre els perfils 73 i 85 (vegeu-ne la localització a la figura 30). A partir d'aquest punt, l'amplada de la platja augmenta progressivament fins a aconseguir el màxim a la platja que es recolza a l'espigó de Montgat. En aquest sector, la platja només supera una amplada de 20 m (l'any 2019) en un tram d'uns 900 m de longitud al nord de l'espigó.

Al sud d'aquest tram, al llarg del terme municipal de Badalona, des de l'esplanada protegida per l'escullera situada al nord de la platja de la Barca Maria fins al port de Badalona, encara que la platja ha anat retrocedint, l'amplada de la platja es manté en valors superiors als 20 m i augmenta progressivament cap al sud, a la part recolzada a llevant del port, on s'aconsegueixen els valors més elevats, uns 70 m (l'any 2019). Una de les característiques d'aquest tram és que el patró espacial de l'amplada de la platja està determinat tant pel creixement cap al sud com per l'existència de diversos punts singulars on l'amplada de la platja disminueix significativament. Aquesta disminució dràstica i puntual de l'amplada de la platja no es deu a un procés físic associat a la dinàmica litoral, sinó a l'ocupació de la platja seca per diverses edificacions que estan avançades respecte a l'alineació principal de la part posterior (vegeu la figura 37). Això fa que, de manera general, les fluctuacions temporals en la posició de la línia de la riba no suposin cap problema significatiu, atès que la platja és prou ampla. No obstant això, en aquestes zones amb la platja ocupada, com que tenen una amplada significativament inferior (reduccions de fins al 50 %), aquestes fluctuacions poden fer que aquestes edificacions quedin exposades a l'acció de l'onatge, fet que pot ser un problema, essencialment a causa de la seva localització (vegeu la figura 37).

El tram aigües avall del port de Badalona es pot dividir en dues zones, una immediatament al sud del port, a la platja de la Mora, on la platja pràcticament ha desaparegut, i la del municipi de Sant Adrià de Besòs, on les platges que hi ha a banda i banda de la desembocadura del Besòs assoleixen els valors més elevats d'amplada de la zona d'estudi.

Taula 13. Estadística bàsica de les amplades de platja al llarg de la cel·la costanera platja del Fòrum - port del Masnou, considerada íntegrament i per a cadascun dels subtrams. (*) Les amplades de platja al sud del riu Besòs només es calculen a partir de l'any 2004

	Data				Data		
	1994	2004	2019		1994	2004	2019
	Platja del Fòrum - riu Besòs (*)				Riu Besòs - port de Badalona		
Mitjana	-	51,75	79,00	Mitjana	50,16	41,46	39,32
Màxima	-	63,42	89,96	Màxima	86,86	100,21	99,83
Mínima	-	38,97	67,36	Mínima	24,17	6,56	1,62
Desv. est.	-	7,51	6,76	Desv. est.	26,80	36,66	39,33
	Port de Badalona - platja de la Barca Maria				Espigó de Montgat – Port del Masnou		
Mitjana	50,85	39,29	40,21	Mitjana	57,93	33,25	22,73
Màxima	80,88	71,63	73,59	Màxima	131,72	90,27	92,87
Mínima	27,25	16,31	18,14	Mínima	33,72	3,43	3,32
Desv. est.	14,93	13,74	13,41	Desv. est.	20,40	24,76	21,35
	Cel·la total						
Mitjana	52,82	37,55	36,32				
Màxima	131,72	100,21	99,83				
Mínima	24,17	3,43	1,62				
Desv. est.	18,74	22,29	25,65				

Font: LIM-UPC

Figura 35. Variació de l'amplada de la platja al llarg de la cel·la platja del Fòrum - port del Masnou (vegeu la localització dels punts de control a la figura 31)

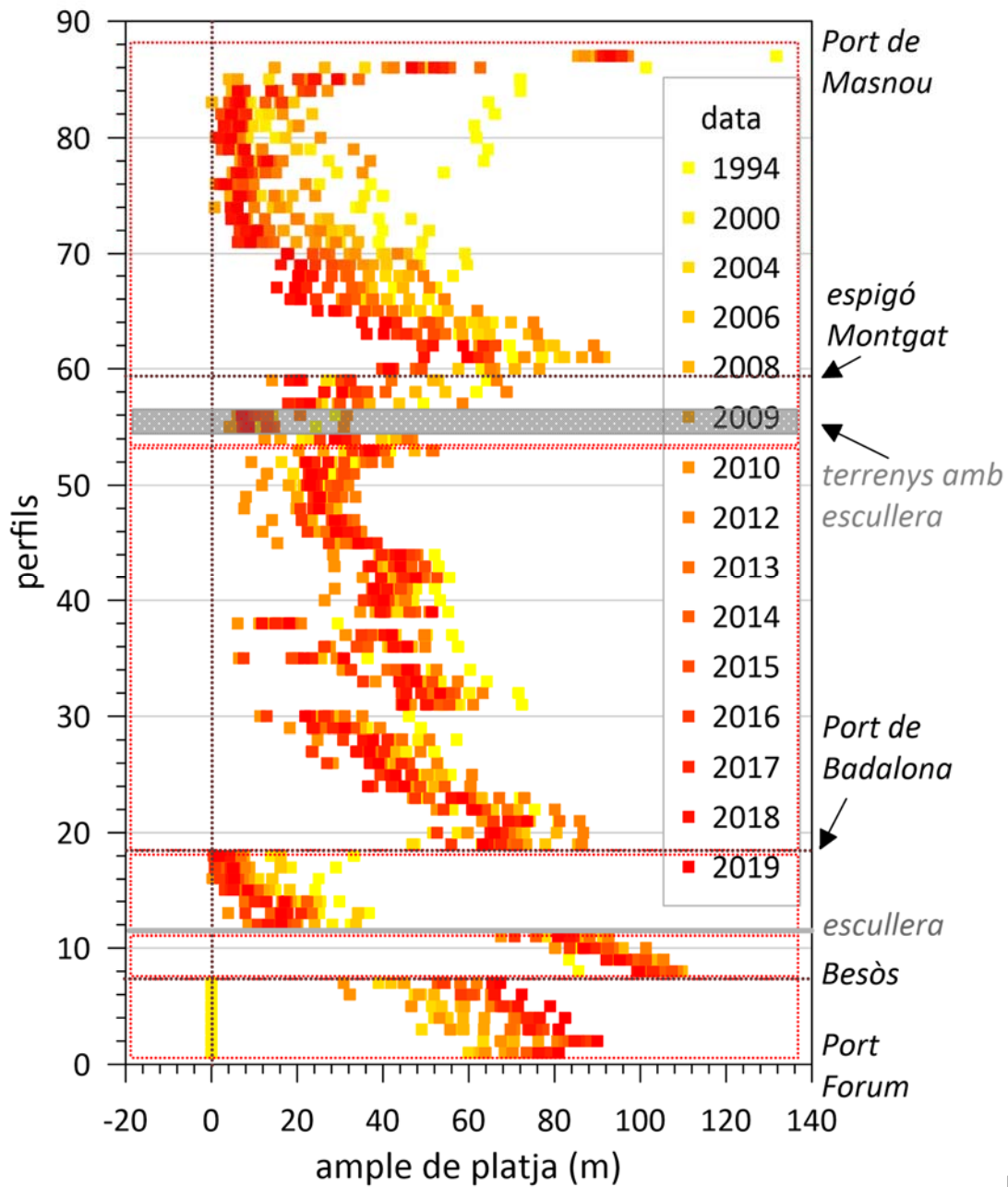
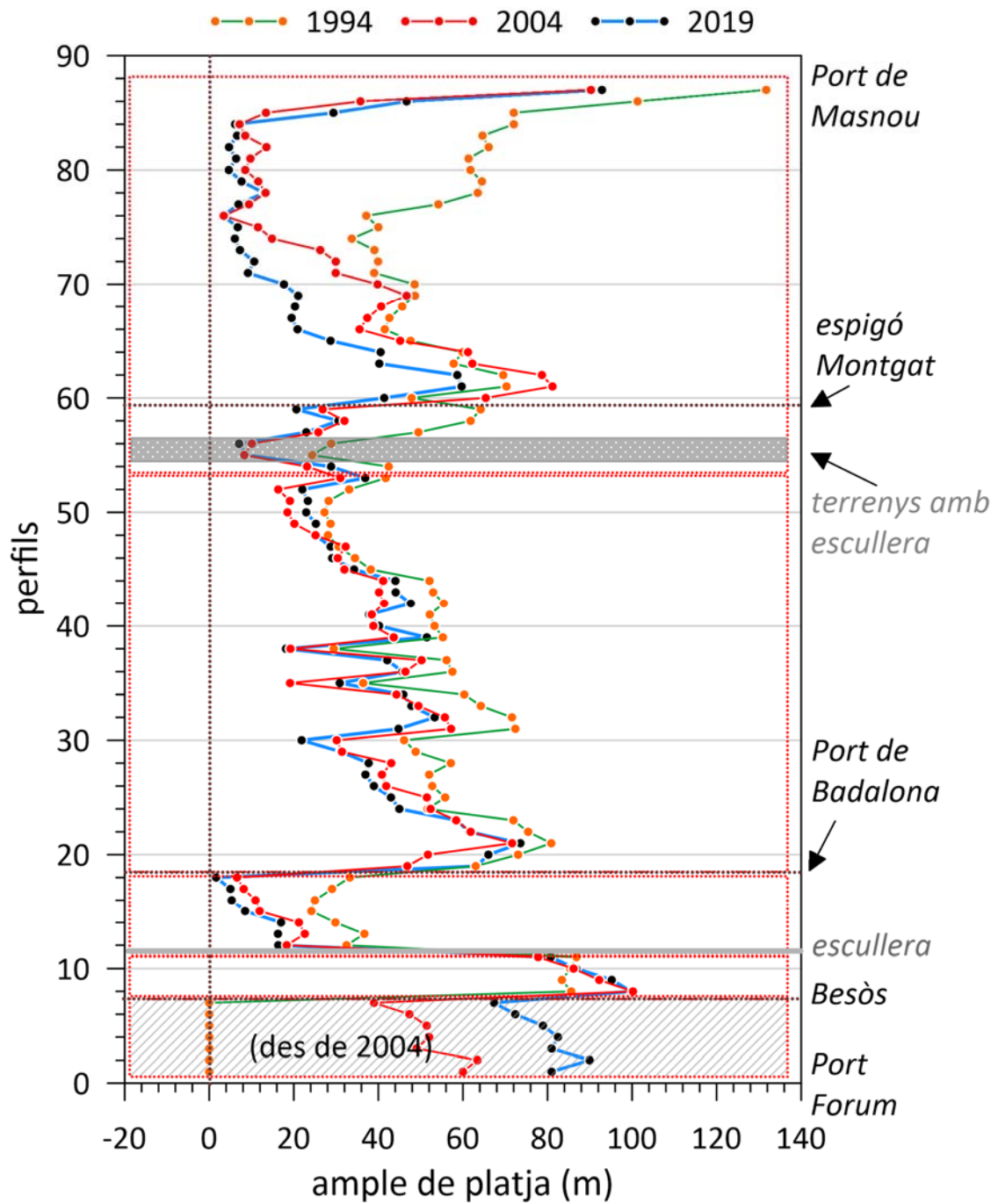


Figura 36. Amplades de platja al llarg de la zona d'estudi en el moment inicial (1994), a l'inici de la fase actual (2004) i al final de l'anàlisi (2019) (vegeu la localització dels punts de control a la figura 31)



Font: LIM-UPC

Figura 37. Variació de l'amplada de la platja de Badalona per ocupació de la superfície de platja seca (vegeu la localització dels punts de control a la figura 30). Sup.: voltants dels Banys i del Club Nàutic Bétulo. Inf.: voltants de la piscina municipal i del Club Natació Badalona



Font: LIM-UPC

Prenent com a punt de partida aquestes amplades de platja, s'ha caracteritzat l'evolució de la línia de costa a partir de les taxes evolutives obtingudes mitjançant els dos mètodes descrits al capítol 2 (LR i EPR) per a dos períodes de temps: el 1994-2019 i el 2004-2019 (figures 38 i 39). L'evolució de la línia de la riba en cadascun dels perfils de control es presenta a l'annex I.

En el primer cas, s'analitza la totalitat del període de dades i la data inicial (1994) coincideix amb una de les últimes operacions de recàrrega artificial de sorra fetes al tram. En el segon cas, l'any 2004 és la primera data disponible en què es té fotografia aèria de la zona just després de la construcció del port de Badalona i pot servir per caracteritzar l'evolució de la zona en les condicions actuals. Les taxes evolutives al llarg de la cel·la per a cada perfil i cada període es presenten a la Taula 14, i l'estadística bàsica del tram i les subzones, a la Taula 15.

Com es pot veure a les figures 38 i 39, la zona presenta un comportament espacial diferenciat. El sector situat més al nord, just aigües avall del port del Masnou, és el que presenta les taxes més elevades de regressió de tota la zona i assoleix valors superiors als -2 m/any durant la primera fase (figura 41, P70-P87). Una de les característiques d'aquest tram és que inicialment les taxes més elevades d'erosió es localitzen just aigües avall del port del Masnou, però, a mesura que passa el temps, aquestes taxes d'erosió màxima es desplacen cap al sud de la zona, cosa que indica un esgotament progressiu dels estocs de sorra a la part nord del tram (figura 41, P60-P69). A causa d'això, en la primera fase, les taxes de regressió disminueixen des del nord fins al sud, mentre que, en les condicions actuals, les taxes més elevades de regressió es concentren a la platja de Montgat, que està recolzada al nord de l'espigó. Cal

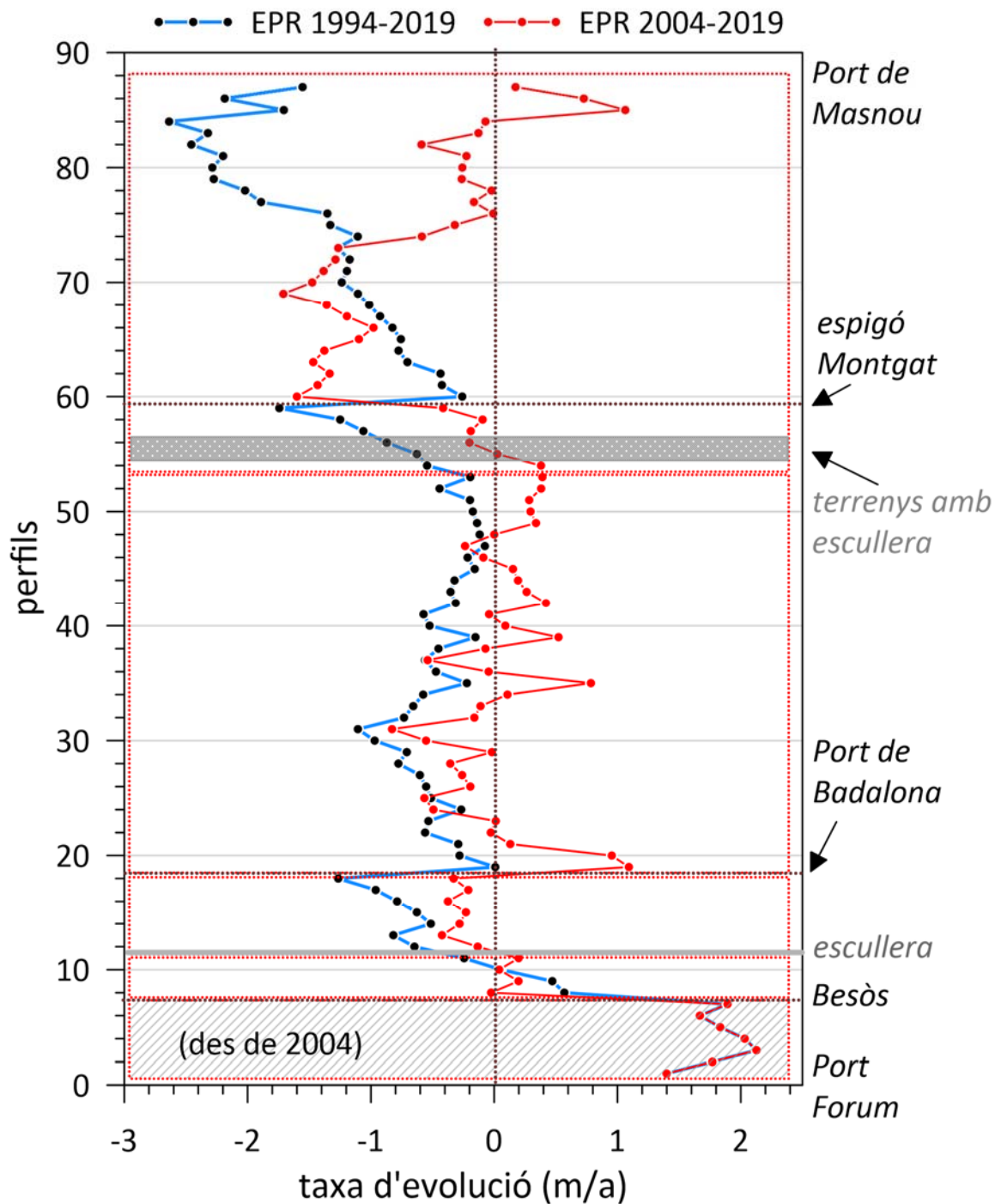
destacar que, just a ponent de l'espigó, és durant el primer període (entre el 1994 i el 2004) quan la platja de les Roques (encaixada entre l'espigó i la plataforma protegida amb escullera) experimenta la regressió més marcada.

Al sud d'aquesta zona, el tram que s'estén fins al Port de Badalona presenta taxes d'evolució (erosió) molt més baixes i s'hi poden identificar tres sectors. Un sector al nord, al llarg de la platja de la Barca Maria (figura 41, P45-P54), on les taxes d'evolució presenten uns valors lleugerament negatius (inferiors a $-0,3$ m/any), que en l'actualitat es comporten gairebé en equilibri amb l'escala de temps analitzada (des del 2004). Un sector central on augmenten lleugerament les taxes d'erosió i on les regressions màximes es produeixen a l'entorn del Club Natació Badalona (valors màxims pròxims a -1 m/any) (figura 41, P30). En aquest sector central les taxes d'erosió també disminueixen amb el temps (a partir de l'any 2004) i mantenen un patró espacial similar. I, finalment, el tram recolzat a llevant del port de Badalona (figura 41, P19-P23), on l'evolució passa de lleugerament erosiva (quan s'analitza des del 1994) a positiva (quan s'analitza des de l'any 2004), un fet que evidencia l'efecte barrera del port.

Aigües avall i just a ponent del port de Badalona, la platja de la Mora (figura 41, P12-P18) experimenta taxes de regressió pròximes a -1 m/any, que n'expliquen la pràctica desaparició, amb una desacceleració de les taxes en l'època més recent. A la zona de Sant Adrià de Besòs, el sector ubicat a llevant de la desembocadura del Besòs és lleugerament acumulatiu (figura 41, P8-P11), mentre que la platja del Fòrum, a ponent del riu (figura 41, P1-P7), presenta les taxes més elevades de creixement de tot el tram.

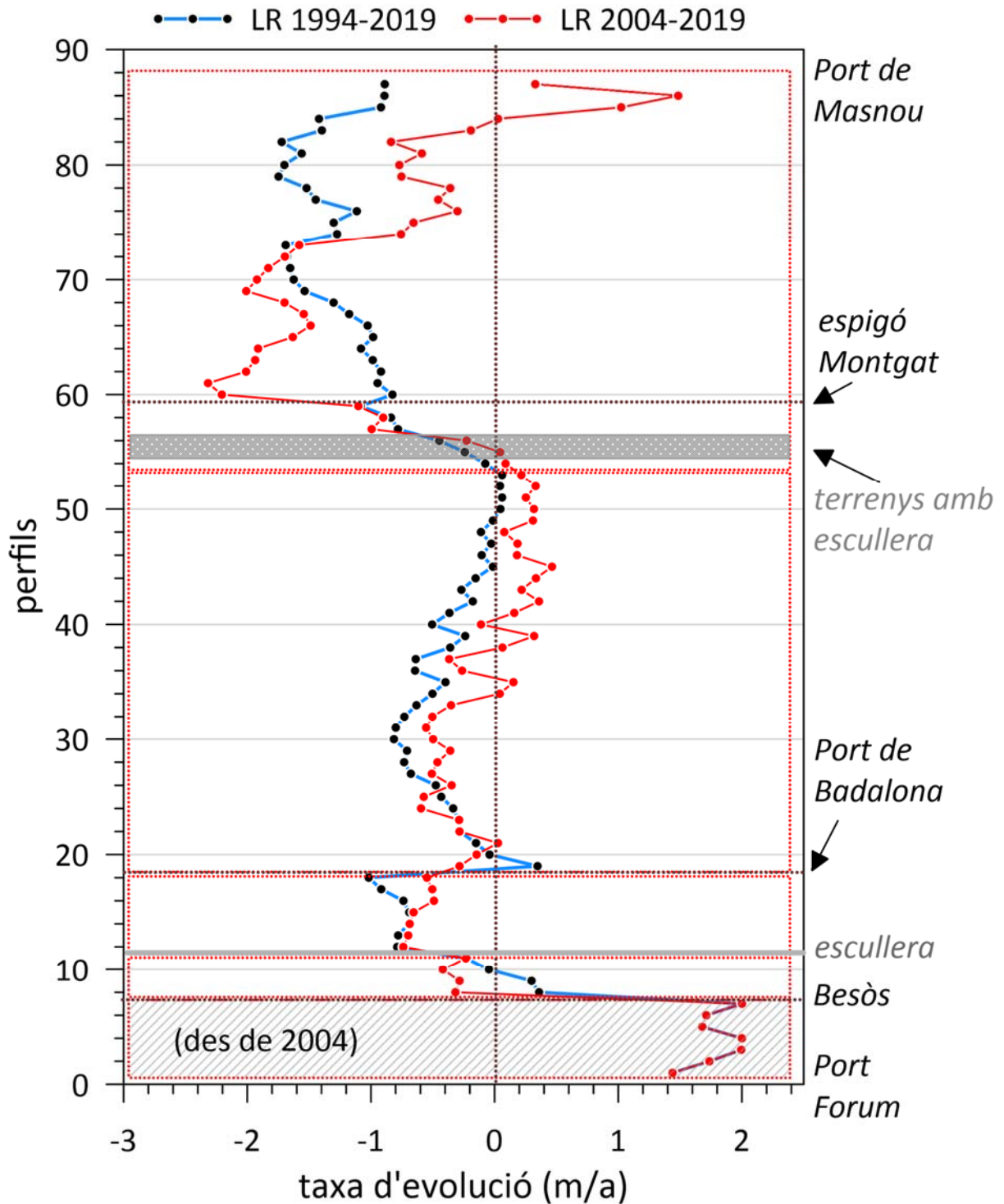
Si es comparen les taxes evolutives obtingudes mitjançant l'EPR —increment net— (comparant solament la configuració inicial i final, figura 38) i la LR —tendència mitjana— (utilitzant totes les configuracions disponibles, figura 39), s'observa un patró molt similar. Això queda clarament reflectit per a les condicions evolutives actuals a la figura 40, que mostren una gran similitud tant en patró espacial com en magnitud calculada, tot i que el mètode LR tendeix a sobrevalorar les taxes d'erosió a les zones més erosives (a Montgat i a ponent del port de Badalona). Aquesta similitud en les taxes segons els dos mètodes sol ser característica de zones que presenten una tendència evolutiva a llarg termini molt marcada, generalment dominada per l'existència d'un transport longitudinal net significatiu.

Figura 38. Taxes de desplaçament de la línia de la riba mitjançant l'EPR al llarg de la cel·la platja del Fòrum - port del Masnou (vegeu la localització dels punts de control a la figura 31). (*) L'evolució del tram al sud del riu Besòs només es calcula durant el període 2004-2019



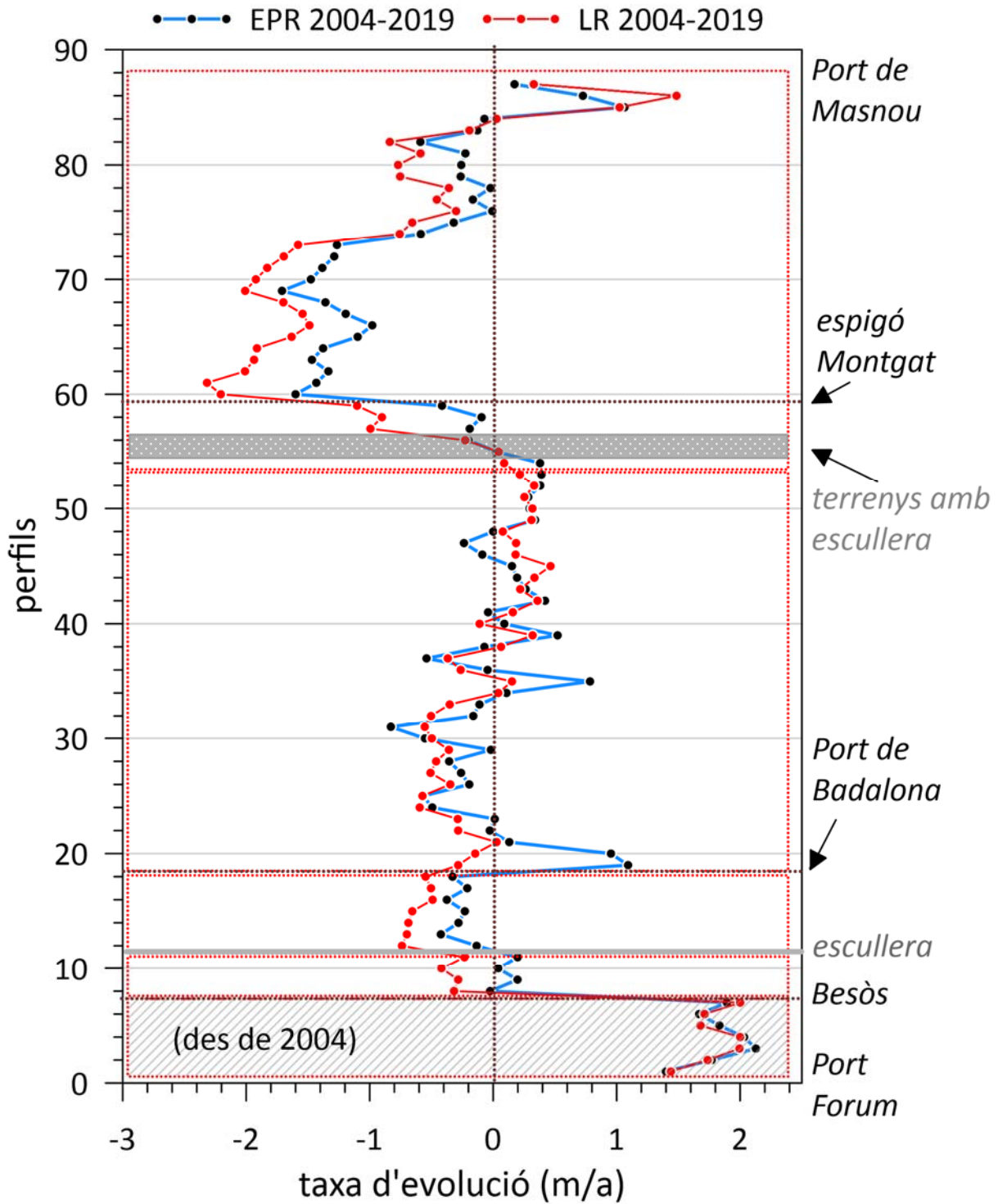
Font: LIM-UPC

Figura 39. Taxes de desplaçament de la línia de la riba mitjançant la LR al llarg de la cel·la platja del Fòrum - port del Masnou (vegeu la localització dels punts de control a la figura 31). (*) L'evolució del tram al sud del riu Besòs només es calcula durant el període 2004-2019



Font: LIM-UPC

Figura 40. Taxes de desplaçament de la línia de la riba durant el període recent (2004-2019) mitjançant l'EPR i la LR al llarg de la cel·la platja del Fòrum - port del Masnou (vegeu la localització dels punts de control a la figura 31)



Font: LIM-UPC

Taula 14: Taxes d'evolució de la línia de la riba calculades mitjançant l'EPR i la LR al llarg de la cel·la costanera platja del Fòrum - port del Masnou (vegeu la localització dels perfils a la figura 31), considerada íntegrament i per a cadascun dels subtrams. (*) L'evolució del tram al sud del riu Besòs es calcula durant el període 2004-2019

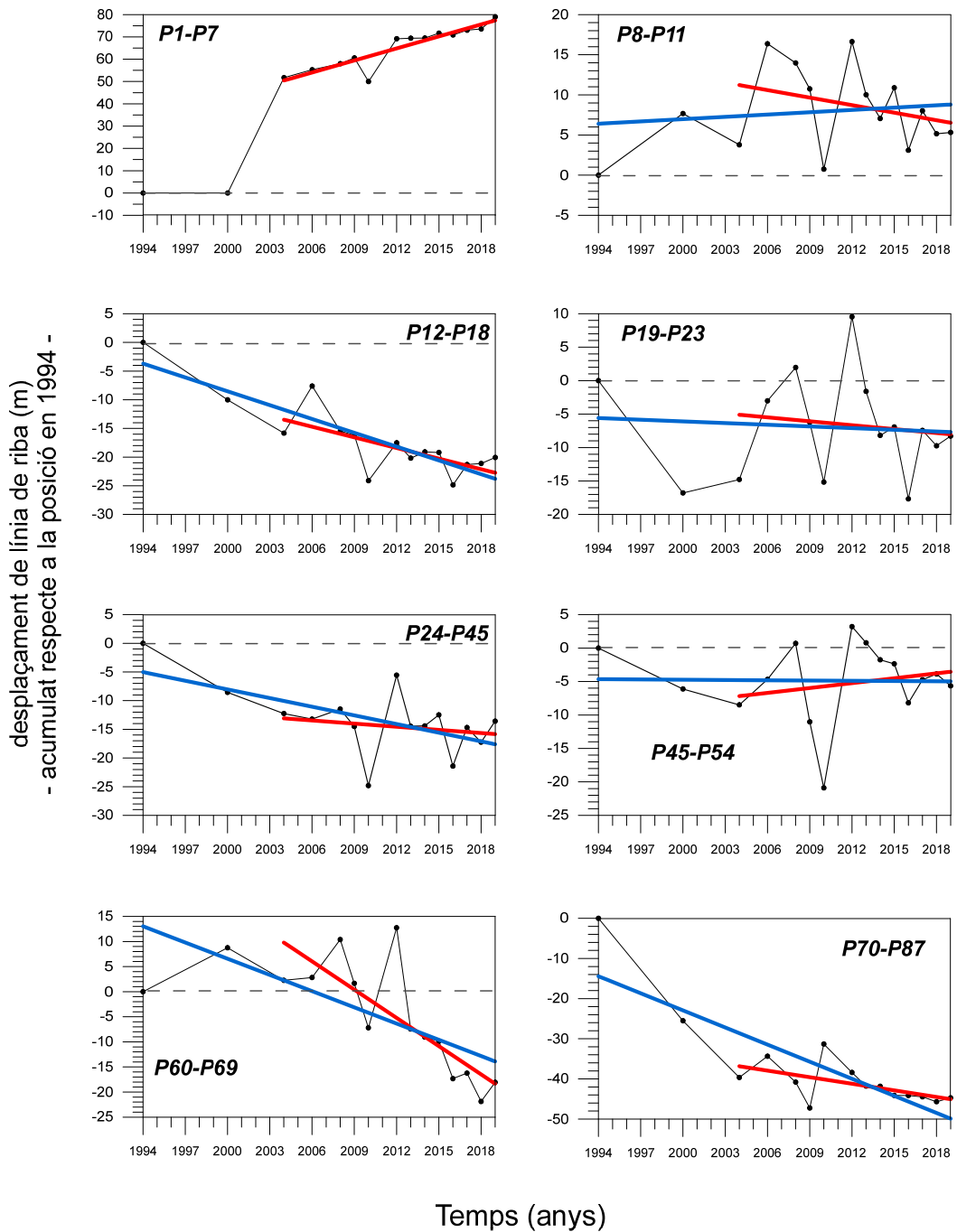
Perfil	EPR (m/any)		LR (m/any)		Perfil	EPR (m/any)		LR (m/any)	
	94-19	04-19	94-19	04-19		94-19	04-19	94-19	04-19
1	-	1,40	-	1,44	45	-0,16	0,15	-0,01	0,46
2	-	1,77	-	1,74	46	-0,22	-0,09	-0,10	0,18
3	-	2,13	-	1,99	47	-0,08	-0,24	-0,03	0,19
4	-	2,03	-	2,00	48	-0,12	0,00	-0,11	0,08
5	-	1,83	-	1,68	49	-0,14	0,34	-0,01	0,31
6	-	1,67	-	1,71	50	-0,17	0,29	0,05	0,32
7	-	1,89	-	2,00	51	-0,20	0,28	0,06	0,25
8	0,57	-0,03	0,36	-0,32	52	-0,44	0,38	0,04	0,33
9	0,47	0,20	0,30	-0,28	53	-0,19	0,39	0,06	0,22
10	0,06	0,04	-0,05	-0,42	54	-0,54	0,38	-0,08	0,09
11	-0,24	0,20	-0,23	-0,23	55	-0,63	0,03	-0,24	0,04
12	-0,65	-0,13	-0,79	-0,74	56	-0,87	-0,20	-0,45	-0,23
13	-0,82	-0,42	-0,78	-0,70	57	-1,06	-0,19	-0,78	-0,99
14	-0,51	-0,28	-0,69	-0,69	58	-1,25	-0,09	-0,84	-0,90
15	-0,63	-0,23	-0,69	-0,66	59	-1,74	-0,41	-1,08	-1,10
16	-0,79	-0,38	-0,74	-0,49	60	-0,26	-1,60	-0,83	-2,21
17	-0,96	-0,21	-0,92	-0,50	61	-0,42	-1,43	-0,95	-2,32
18	-1,26	-0,33	-1,02	-0,55	62	-0,44	-1,33	-0,92	-2,01
19	0,01	1,09	0,35	-0,28	63	-0,70	-1,47	-0,99	-1,94

20	-0,28	0,95	-0,04	-0,15	64	-0,78	-1,38	-1,08	-1,91
21	-0,29	0,13	-0,15	0,03	65	-0,76	-1,10	-0,98	-1,63
22	-0,56	-0,03	-0,28	-0,28	66	-0,83	-0,98	-1,03	-1,49
23	-0,53	0,01	-0,29	-0,29	67	-0,93	-1,19	-1,18	-1,54
24	-0,27	-0,49	-0,34	-0,60	68	-1,01	-1,36	-1,30	-1,70
25	-0,51	-0,57	-0,43	-0,57	69	-1,11	-1,71	-1,54	-2,01
26	-0,55	-0,19	-0,48	-0,35	70	-1,24	-1,48	-1,62	-1,92
27	-0,60	-0,26	-0,68	-0,51	71	-1,19	-1,38	-1,65	-1,83
28	-0,78	-0,36	-0,73	-0,46	72	-1,17	-1,29	-1,68	-1,70
29	-0,71	-0,02	-0,71	-0,36	73	-1,27	-1,26	-1,69	-1,58
30	-0,97	-0,55	-0,81	-0,50	74	-1,11	-0,59	-1,27	-0,76
31	-1,11	-0,83	-0,80	-0,55	75	-1,33	-0,32	-1,30	-0,66
32	-0,73	-0,16	-0,73	-0,50	76	-1,35	-0,01	-1,11	-0,30
33	-0,66	-0,11	-0,63	-0,35	77	-1,89	-0,16	-1,45	-0,46
34	-0,58	0,11	-0,50	0,04	78	-2,02	-0,02	-1,52	-0,36
35	-0,22	0,78	-0,40	0,15	79	-2,27	-0,26	-1,75	-0,75
36	-0,47	-0,05	-0,64	-0,26	80	-2,29	-0,26	-1,70	-0,77
37	-0,56	-0,54	-0,64	-0,37	81	-2,20	-0,22	-1,56	-0,59
38	-0,45	-0,07	-0,36	0,06	82	-2,46	-0,59	-1,72	-0,84
39	-0,15	0,52	-0,24	0,32	83	-2,32	-0,13	-1,40	-0,19
40	-0,52	0,09	-0,51	-0,11	84	-2,64	-0,07	-1,42	0,03
41	-0,57	-0,04	-0,37	0,16	85	-1,71	1,06	-0,92	1,02
42	-0,31	0,42	-0,18	0,36	86	-2,19	0,73	-0,89	1,48

43	-0,35	0,26	-0,27	0,22	87	-1,55	0,17	-0,89	0,33
44	-0,32	0,19	-0,15	0,33					

Font: LIM-UPC

Figura 41. Desplaçament mitjà de la línia de la riba per a diferents sectors al llarg de la cel·la costanera platja del Fòrum - port del Masnou (vegeu la localització dels perfils a la figura 31). La línia blava representa la tendència mitjana del tram durant el període 1994-2019, i la vermella, la tendència durant el 2004-2019, obtingudes mitjançant la LR. La tendència al tram P1-P7 només s'ha calculat per al període 2004-2019



Font: LIM-UPC

Taula 15: Estadística bàsica de les taxes evolutives de la línia de la riba al llarg de la cel·la costanera platja del Fòrum - port del Masnou, considerada íntegrament i per a cadascun dels subtrams. (*) L'evolució del tram al sud del riu Besòs només es calcula durant el període 2004-2019

	EPR (m/any)				
	1994-2019	2004-2019		1994-2019	2004-2019
	Platja del Fòrum - riu Besòs (*)			Riu Besòs - port de Badalona	
Mitjana	-	1,82	Mitjana	-0,43	-0,14
Màxima	-	2,13	Màxima	0,57	0,20
Mínima	-	1,40	Mínima	-1,26	-0,42
Desv. est.	-	0,22	Desv. est.	0,56	0,21
	Port de Badalona - platja Barca Maria			Espigó de Montgat - Port del Masnou	
Mitjana	-0,43	0,06	Mitjana	-1,41	-0,70
Màxima	0,01	1,09	Màxima	-0,26	1,06
Mínima	-1,11	-0,83	Mínima	-2,64	-1,71
Desv. est.	0,25	0,41	Desv. est.	0,67	0,73
Cel·la total					
Mitjana	-0,60	-0,08			
Màxima	2,13	2,13			
Mínima	-2,64	-1,71			
Desv. est.	0,97	0,82			

	LR (m/any)				
	1994-2019	2004-2019		1994-2019	2004-2019

	Platja del Fòrum - riu Besòs (*)			Riu Besòs - port de Badalona	
Mitjana	-	1,79	Mitjana	-0,48	-0,51
Màxima	-	2,00	Màxima	0,36	-0,23
Mínima	-	1,44	Mínima	-1,02	-0,74
Desv. est.	-	0,20	Desv. est.	0,47	0,17
	Port de Badalona - platja de la Barca Maria			Espigó de Montgat - Port del Masnou	
Mitjana	-0,31	-0,07	Mitjana	-1,30	-1,02
Màxima	0,35	0,46	Màxima	-0,83	1,48
Mínima	-0,81	-0,60	Mínima	-1,75	-2,32
Desv. est.	0,29	0,33	Desv. est.	0,31	0,97
Cel·la total					
Mitjana	-0,50	-0,31			
Màxima	2,00	2,00			
Mínima	-1,75	-2,32			
Desv. est.	0,86	0,96			

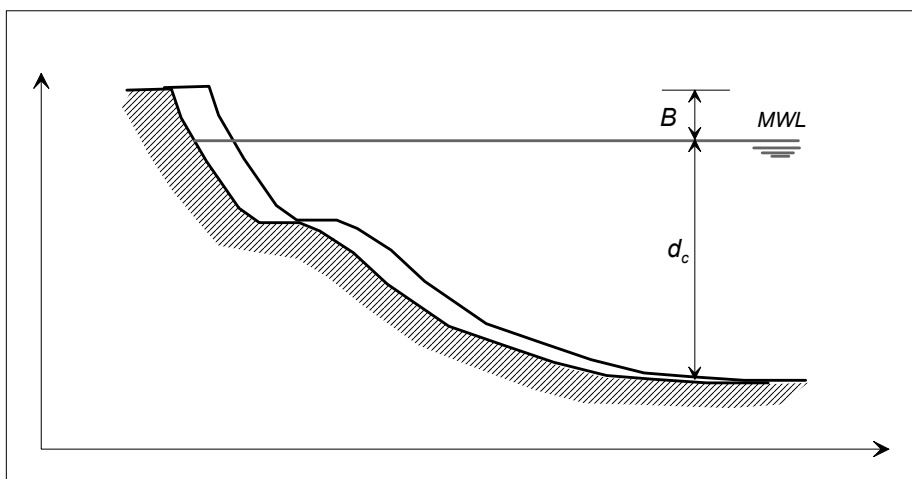
Font: LIM-UPC

7.4.3. Balanç sedimentari en condicions actuals

Una vegada caracteritzada l'evolució de la línia de la riba durant aquest període, s'ha fet una estimació dels canvis de volum de sediment implicats, és a dir, s'ha avaluat el balanç sedimentari de la cel·la. Per fer-ho, s'assumeix que el desplaçament experimentat per la línia de la riba, ΔX , es tradueix en una variació del perfil de platja paral·lel a si mateix i manté la seva forma constant (figura 42), de manera que l'increment de volum experimentat pel perfil, ΔV , ve donat per $\Delta V = \Delta X (d_c + B)$, en què d_c és la profunditat activa i B és l'alçària de la berma. Aquesta hipòtesi porta implícit que els canvis observats en la línia de la riba (caracteritzats a partir de la tendència LR) bàsicament es deuen al transport longitudinal de sediment (en el cas que el transport transversal fos dominant, no es podria acceptar que el perfil mantingués

la seva forma) i és la que normalment s'utilitza a l'hora de modelar els canvis en la línia de la riba mitjançant un model d'una línia.

Figura 42. Hipòtesi assumida per estimar els canvis de volum en un perfil de platja a partir dels desplaçaments de la línia de la riba



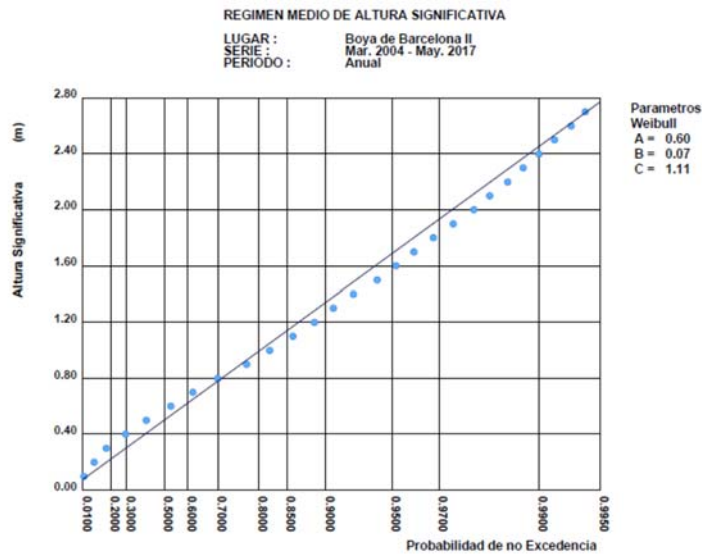
Font: LIM-UPC

Un dels punts clau a l'hora de calcular els volums de sediment involucrats en els canvis de la línia de la riba és l'estimació correcta de la profunditat activa, d_c , que s'ha avaluat a través del mètode proposat per Hallermeier (1981):

$$d_c = 2.28 H_s - 68.5 (H_s^2 / g T_s^2)$$

En aquesta expressió, H_s és l'alçària d'onada significant associada a una probabilitat de no excedència de 12 hores/any i T_s és el període associat. Per estimar-la, s'han pres els valors d' H_s i T_s característics de la zona utilitzant el règim d'onatge de la boia Llobregat II de Ports de l'Estat (vegeu la figura 43). Aquests valors són $H_s = 3,35$ i $T_s = 9$ s. Amb aquests valors s'obté una profunditat activa característica de 6,7 m.

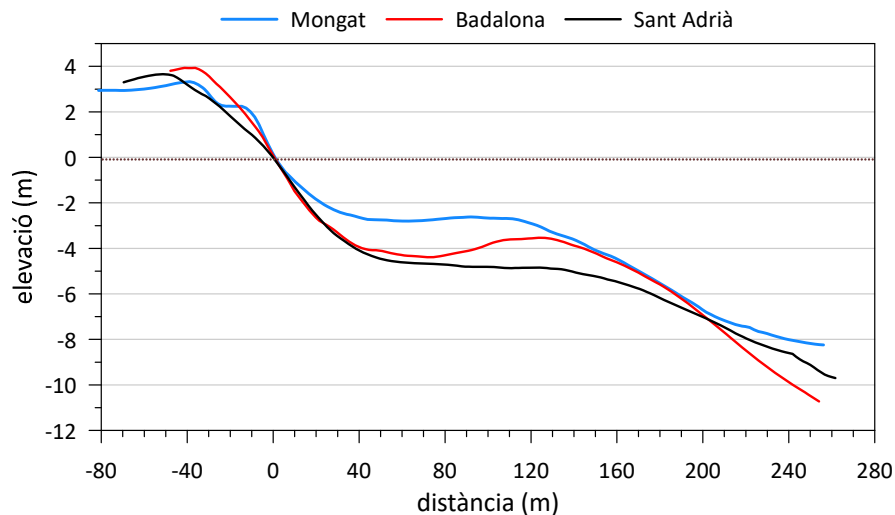
Figura 43. Distribució d'Hs per a la boia d'onatge Barcelona II (Ports de l'Estat, 2018)



Font: LIM-UPC

Per obtenir un valor de la berma (B) característica de la zona s'han pres diferents perfils al llarg de tot el tram utilitzant una topografia feta a la zona l'any 2020 (figura 43). El valor assignat com a representatiu de la berma mitjana de les platges de la zona és de 3,6 m. Aplicant aquests valors a les taxes evolutives de cadascun dels perfils de la zona s'obté una estimació dels canvis de volum durant el període 2004-2019 (vegeu la Taula 16).

Figura 44. Distribució d'Hs per a la boia d'onatge Barcelona II (Ports de l'Estat, 2018)



Font: LIM-UPC

Així, l'evolució de la línia de la riba de la cel·la completa equival a una pèrdua de sediment en el perfil actiu de la platja d'uns 10.800 m³/any a uns 26.800 m³/any (entre -1,3 i -3,3 m³/any/m lineal de platja) a partir de les taxes EPR i LR, respectivament, i la zona nord del tram entre el port del Masnou i l'espigó de Montgat és la que concentra més pèrdues (de 19.400 m³/any a 28.200 m³/any, segons el mètode EPR i LR, respectivament). L'única zona que presenta una acumulació significativa de material és el sector situat més al sud, a ponent de la

desembocadura del Besòs, que experimenta un guany net de sediment d'aproximadament uns 8.400 m³/any.

A l'hora d'identificar la dinàmica responsable dels canvis de volum estimats, cal considerar que els desplaçaments de la línia de la riba utilitzats en la seva derivació reflecteixen l'acció dels processos naturals, així com qualsevol acció humana duta a terme al tram que pugui afectar els volums de sediment involucrats.

Taula 16: Canvi de volum mitjà anual estimat a partir dels desplaçaments de la línia de la riba (EPR i LR) en la cel·la costanera que va des de la platja del Fòrum fins al Port del Masnou per al període actual (2004-2019) (vegeu la localització dels perfils a la figura 30)

Sector	Perfils	ΔV EPR (m ³ /any)	ΔV LR (m ³ /any)
Platja del Fòrum	1-7	8.600	8.400
Platja de Sant Adrià de Besòs	8-11	200	-600
Platja de la Mora	12-18	-1.400	-2.800
Port Badalona - platja de la Barca Maria	19-54	1.400	-2.500
Platja de les Roques	57-59	-200	-1.100
Espigó de Montgat - port del Masnou	60-87	-19.400	-28.200
Cel·la costanera total	1-87	-10.800	-26.800

Font: LIM-UPC

A la zona d'estudi, durant el període recent, s'han dut a terme diverses actuacions al nord del tram que han afectat directament el balanç sedimentari de la zona, les quals han consistit en diferents aportacions de sediment a ponent del port del Masnou, a les platges del Masnou i al nord de Montgat. Els volums de sediment aportats i alguns detalls de les principals operacions efectuades es presenten a la Taula 16. Addicionalment, durant l'època de seguiment, el port del Masnou ha dut a terme, ocasionalment, dragatges per al manteniment del calat a la bocana del port i ha abocat el sediment dragat al nord de la platja del Masnou.

Taula 17: Aportacions de sorra aigües avall del port del Masnou, entre les platges del Masnou i de Montgat

Data	Entitat	Context	Volum estimat (m ³)
2006	Generalitat de Catalunya	Transvasament de sorres Ports Catalunya, fase 1A	92.500
2007	Generalitat de Catalunya	Transvasament de sorres Ports Catalunya, fase 1A	111.100
2009	MITECO	Recuperació posttemporal	121.500
2010	MITECO	Recuperació posttemporal	125.500

Font: LIM-UPC

Si acceptem la hipòtesi que la major part d'aquests canvis es deuen al transport longitudinal net de sediment a la zona, és possible derivar-lo aplicant l'equació de conservació del volum de sediment:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = -\frac{1}{(B+d_c)} \frac{\Delta Sl}{\Delta y} + q$$

En aquesta equació les dades conegudes són: (i) la taxa de desplaçament de la línia de la riba, $\Delta x/\Delta t$; (ii) la distància entre perfils consecutius, Δy ; (iii) la profunditat activa, d_c , i (iv) l'alçària de la berma, B , que determinen els canvis de volum de la zona (Taula 16) i (v) les aportacions o extraccions de sediment, q (Taula 17). Per tant, l'única incògnita són les taxes de transport longitudinal net, i per resoldre-la només es necessita una condició de contorn (en termes de transport) en un dels extrems de la cel·la; així, les taxes de transports es poden conèixer resolent l'equació següent:

$$Sl_i = Sl_{i+1} - \frac{\Delta x}{\Delta t} (B + d_c) \Delta y + q$$

Com és evident a partir d'aquesta equació, les taxes de transport net al llarg del domini depenen de la condició de contorn, que aquí, en una primera aproximació, s'ha fixat al port del Masnou com una condició de transport net nul ($Sl = 0$).

Per incloure les aportacions de sediment en el balanç sedimentari per tal d'obtenir les taxes de transport mitjà, s'ha repartit, de manera uniforme, el volum total de sediment aportat durant el temps controlat (del 2004 al 2019), cosa que suposa una font de sediment mitjana d'uns 30.000 m³/any. Per tenir en compte possibles pèrdues no associades al transport longitudinal, com ara les degudes a l'acció de temporals (l'actuació del 2010 es va dur a terme perquè la platja prèviament alimentada l'any anterior s'havia quedat sense sediment) i a l'acumulació a la part submergida a prop del contradic i de la bocana del port, s'ha considerat un escenari en el qual es perd un 25 % de la font de sediment anual, és a dir, aquesta seria d'uns 22.500 m³/any.

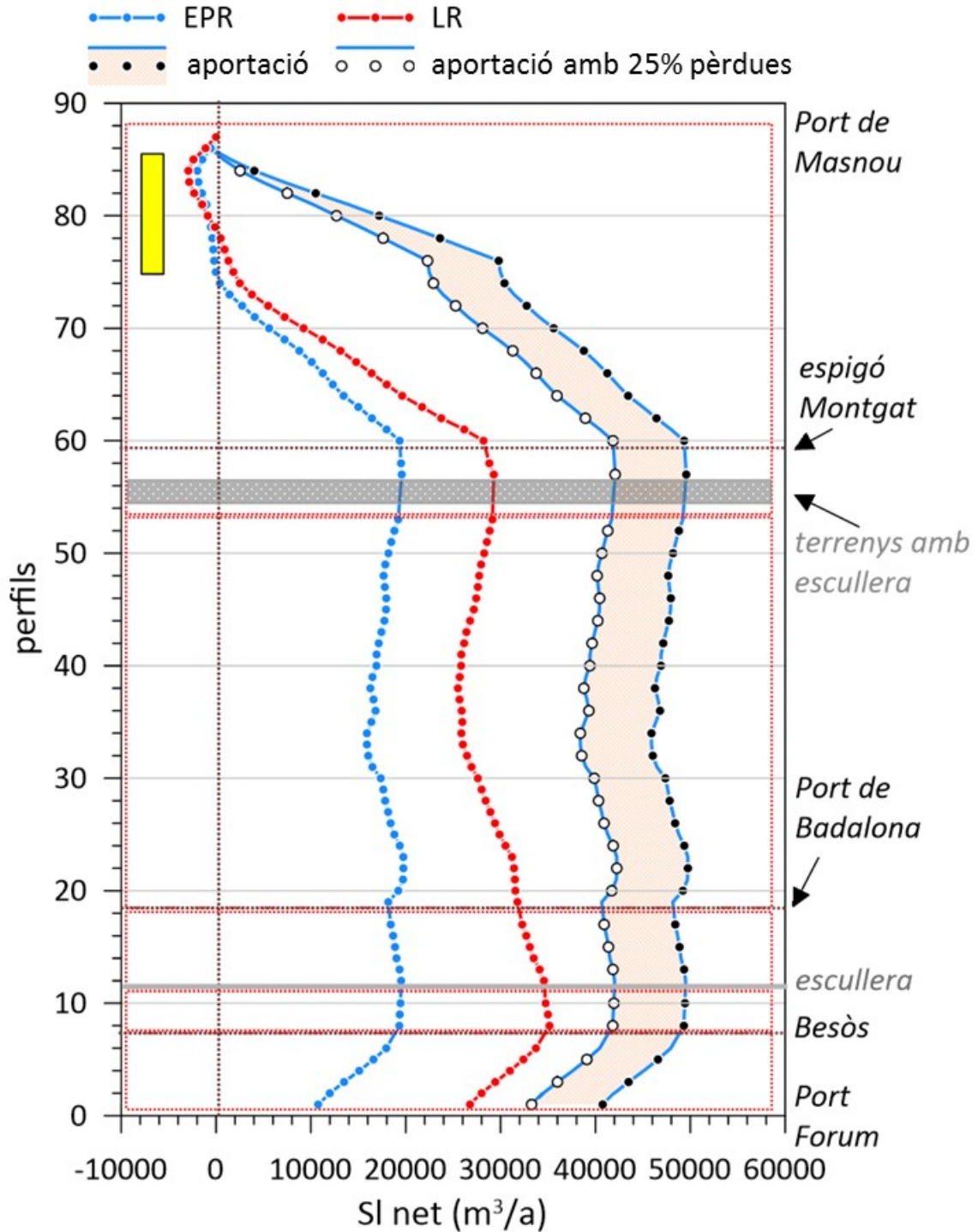
A partir d'aquestes hipòtesis s'han derivat les distribucions espacials del transport longitudinal net de la zona representatiu de les condicions registrades durant el període 2004-2019 (figura 45), en què es mostren diversos escenaris.

En primer lloc, s'han derivat les taxes de transport sense tenir en compte cap aportació addicional de sediment. Això s'ha fet tant per als canvis obtinguts mitjançant l'EPR com per als obtinguts amb la LR. Com es pot observar, totes dues distribucions són molt similars; varien lleugerament en magnitud, atès que les taxes calculades mitjançant la LR sobrevaloren l'erosió respecte a les calculades mitjançant l'EPR (figura 40). En qualsevol cas, indiquen un transport net dirigit cap al sud que creix ràpidament des del port del Masnou fins a l'espigó de Montgat, una zona de transport lleugerament creixent al llarg del litoral de Badalona, i una disminució de les taxes a la part més al sud del tram, a la zona de Sant Adrià de Besòs.

Les taxes de transport longitudinal net màximes en el tram són de l'ordre de 19.500 m³/any i 35.000 m³/any mitjançant l'ús de l'EPR i la LR, respectivament. De tota manera, aquestes taxes, més que de transport net, atès que no s'han considerat les fonts de sediment actuant, són representatives dels gradients existents.

En incloure en el balanç les aportacions fetes, s'obtenen les taxes de transport net representatives del període de control. A la figura 45 s'han inclòs aquestes aportacions a partir de la modificació de les taxes obtingudes mitjançant l'EPR (utilitzant les línies de la riba del període 2004-2019), considerant la contribució de l'alimentació total i assumint una pèrdua del 25 %. En aquest cas, els valors màxims de les taxes de transport net assolides en la cel·la estarien entre 42.200 m³/any i 49.700 m³/any.

Figura 45. Esquema de transport longitudinal net derivat per a la zona a partir dels canvis de la línia de la riba obtinguts per al període 2004-2019. El polígon groc indica la zona de les aportacions artificials de sediment



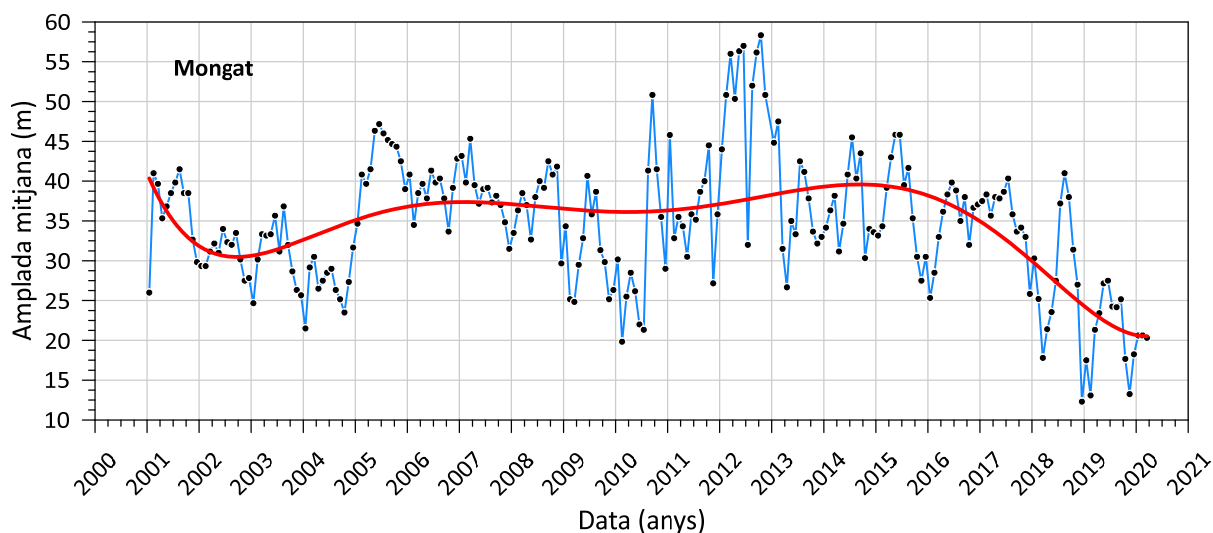
Font: LIM-UPC

7.4.4. Evolució a curt termini de la línia de la riba

Una vegada descrita l'evolució general de la zona a escala de dècades, s'ha fet una anàlisi a curt termini per caracteritzar les fluctuacions en l'amplada de la platja a causa de les variacions estacionals en l'onatge incident. Amb aquesta finalitat, s'han analitzat les dades d'amplada de la platja que l'AMB va registrar mensualment a la zona durant el període 2001-2020. L'evolució de la línia de la riba en cadascun dels perfils de control es presenta en l'annex II.

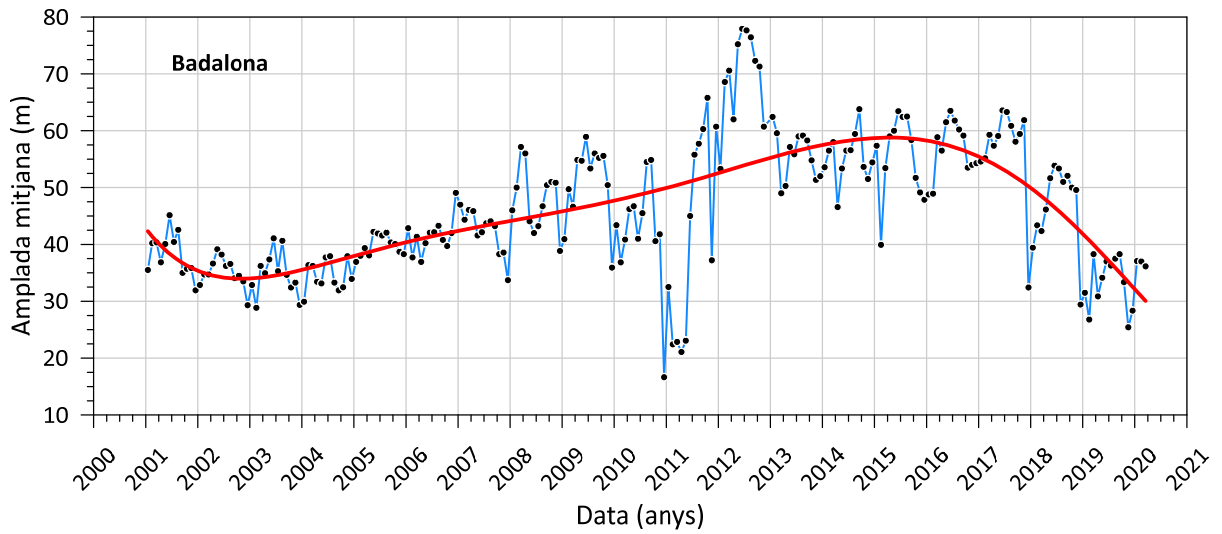
El comportament mitjà de l'amplada de la platja al llarg de la cel·la, de nord a sud, es mostra a les figures 46, 47 i 48, en què s'observen clarament, i de manera generalitzada, fluctuacions significatives en l'amplada de la platja al llarg de l'any natural. A la Taula 18 es caracteritza l'amplitud de les fluctuacions anuals màximes en l'amplada mitjana de la platja de cadascun dels trams. Com s'hi pot veure, independentment del comportament general del tram, la platja emergida presenta fluctuacions en l'amplada mitjana (entre la posició més avançada i la més reculada) durant un any climàtic, en què varien entre 15 m i 21 m, cosa que indica que, a més de la influència del transport longitudinal, el transport transversal associat a canvis en l'energia de l'onatge incident té un paper no menyspreable. Aquestes fluctuacions, encara que actuin en la totalitat del tram, tenen un rellevància especial en les zones on la platja és més estreta i/o experimenta una disminució progressiva en l'amplada. Així, a les zones on hi ha ocupacions de la platja seca que determinen una disminució local de l'amplada (com les esmentades en el cas de Badalona, vegeu la figura 37), aquestes fluctuacions poden originar danys puntuals per exposició directa a l'acció de l'onatge.

Figura 46. Variació de l'amplada mitjana de la platja al llarg de Montgat a partir de les dades mensuals de l'AMB. Línia blava: mesura instantània; línia vermella: tendència de baixa freqüència



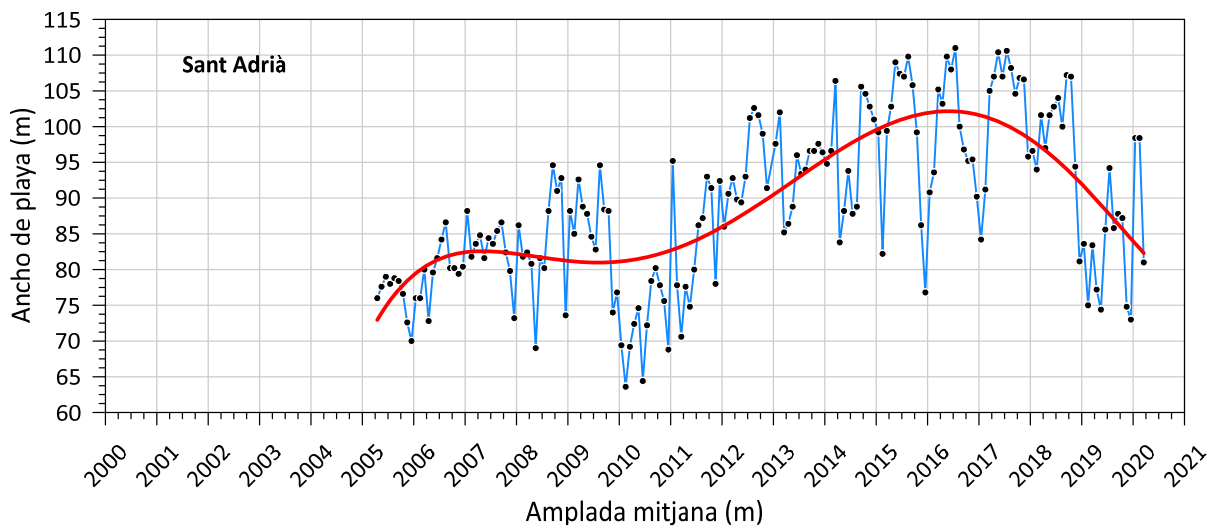
Font: LIM-UPC

Figura 47. Variació de l'amplada mitjana de la platja al llarg de Badalona a partir de les dades mensuals de l'AMB. Línia blava: mesura instantània; línia vermella: tendència de baixa freqüència



Font: LIM-UPC

Figura 48. Variació de l'amplada mitjana de la platja al llarg de Sant Adrià a partir de les dades mensuals de l'AMB. Línia blava: mesura instantània; línia vermella: tendència de baixa freqüència



Font: LIM-UPC

Taula 18: Fluctuacions a curt termini en l'amplada mitjana de la platja per a cadascun dels trams (mitjana de tots els perfils de cadascun dels trams) entre campanyes successives (mensuals)

	Màxima	Mínima	Mitjana
Montgat	31	6,5	15,6
Badalona	44,7	5,3	18,6
Sant Adrià de Besòs	33	9	20,8

Font: LIM-UPC

Adicionalment a aquestes fluctuacions es detecta un comportament comú en totes les zones durant els últims anys, que consisteix en una regressió significativa des d'aproximadament l'any 2017. La taxa de regressió mitjana dels trams des del 2017 assoleix valors de – 7,5 m/any, –9,8 m/any i –6,3 m/any per als sectors de Montgat, Badalona i Sant Adrià de Besòs, respectivament.

7.5. Dinàmica litoral

7.5.1. Introducció

En aquest capítol es presenten els resultats obtinguts en l'avaluació del transport litoral al llarg de la cel·la costanera. Amb aquesta finalitat, s'ha avaluat tant el transport longitudinal com el transversal de sediment en la cel·la durant el període de seguiment.

7.5.2. Transport longitudinal de sediment

Per completar l'anàlisi del comportament evolutiu de la platja, s'ha estimat la capacitat de transport longitudinal de sediment induït per l'onatge a la zona utilitzant models de transport de sediment alimentats pel clima d'onatge.

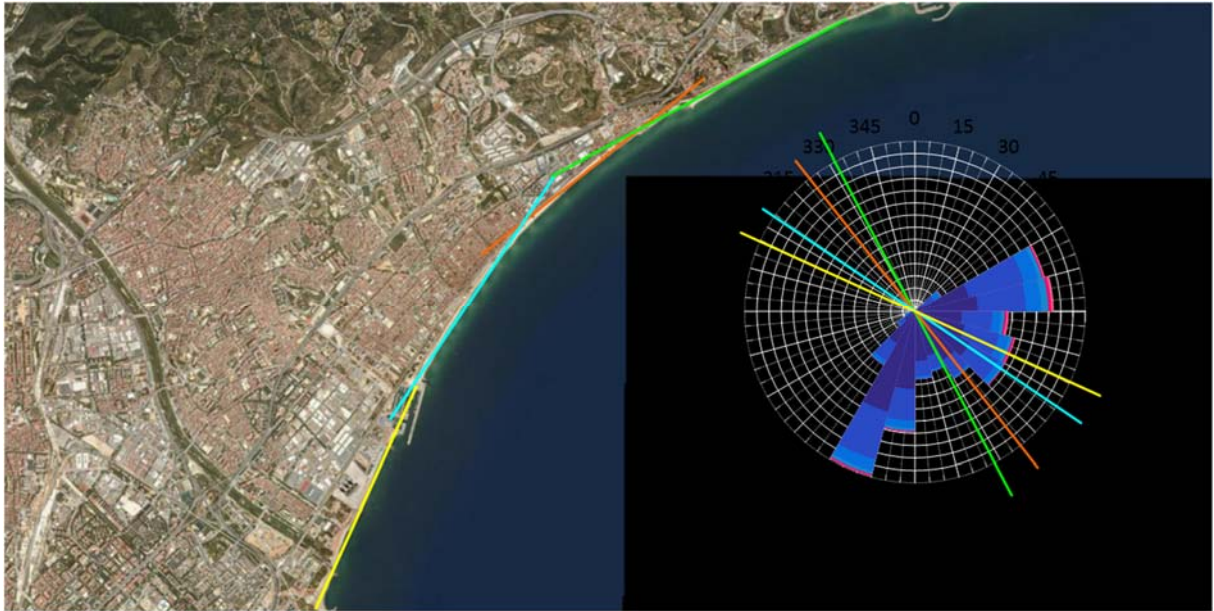
Hi ha diferents aproximacions per determinar la capacitat de transport longitudinal de sediment en una platja, cadascuna amb unes hipòtesis bàsiques i uns coeficients de calibratge que fan que moltes vegades no siguin comparables entre si, tret que es faci un calibratge *ad hoc* per a la zona de treball. D'entre les diferents formulacions existents, en aquest treball s'ha optat per avaluar la capacitat de transport longitudinal de l'onatge mitjançant la fórmula proposada per Van Rijn (2014), que ve donada per l'expressió següent:

$$Sl = 0.00018 \rho_s g^{0.5} m^{0.4} (d_{50})^{-0.6} (Hb)^{3.1} \sin (2\alpha_b)$$

En aquesta expressió, Sl és la taxa de transport longitudinal en kg/s; H i α són l'alçària i la direcció de l'onatge en trencament, respectivament; d_{50} i ρ_s , el diàmetre i la densitat del sediment, i m , el pendent de la platja. Tenint en compte la configuració de la zona, s'ha avaluat la capacitat de transport longitudinal en tres sectors representatius dels canvis en l'orientació

de la costa: (i) sector Montgat, (ii) sector Badalona i (iii) sector Sant Adrià de Besòs (vegeu la figura 49).

Figura 49. Sectors representatius de la zona d'estudi per avaluar la capacitat de transport longitudinal: (i) sector Montgat (verd), (ii) sector Badalona (blau), (iii) sector Sant Adrià de Besòs (groc). La rosa d'onatge es correspon amb les dades en aigües profundes del punt SIMAR 2112137

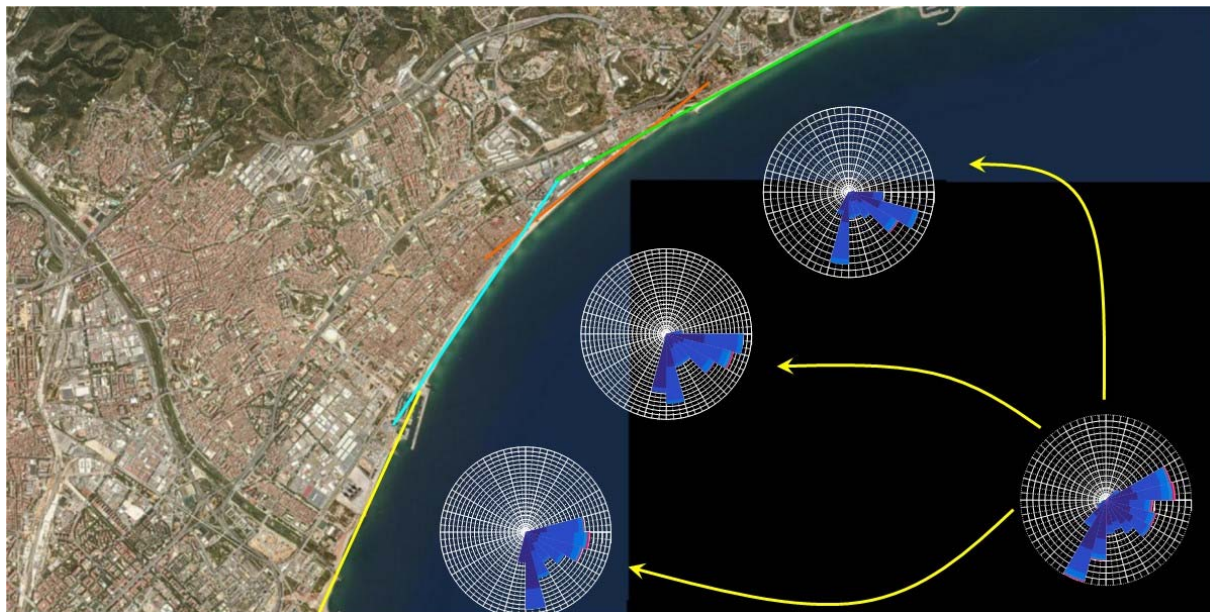


Font: LIM-UPC

Per calcular les taxes de transport en cadascuna de les zones es va propagar l'onatge registrat durant el període de seguiment de l'evolució de la línia de la riba, des d'aigües profundes fins al peu de platja, en un punt mitjà de cada sector mitjançant el model SWAN (ECOSOST, 2020). A la figura 50 es poden veure les roses d'onatge reconstruïdes al peu de perfil per a cadascuna de les zones una vegada efectuada la propagació. A partir d'aquesta localització, es va propagar l'onatge fins al trencament i localment es van assumir batimètriques rectes i paral·leles, aplicant la llei de Snell mitjançant el mètode proposat per Larson *et al.* (2010).

Un cop es disposa de l'onatge propagat fins al trencament, s'avaluen localment les taxes de transport per a un perfil representatiu de cada zona (vegeu la figura 44); la seva granulometria es considera representada per valors mitjans de 0,64 mm, 1,09 mm i 1,4 mm a partir de dades obtingudes de CIIRC (2010).

Figura 50. Roses d'onatge al peu de perfil en cadascun dels sectors representatius de la zona d'estudi per avaluar la capacitat de transport longitudinal



Font: LIM-UPC

A la figura 51 es mostra la capacitat de transport longitudinal anual calculada per a cadascuna de les zones durant el període 2000-2019 i a la Taula 19 es pot veure l'estadística bàsica de les taxes de transport anuals calculades durant aquest període. Com s'hi pot observar, el patró obtingut presenta les característiques típiques del Maresme, amb un component del transport longitudinal dirigit cap al sud, clarament dominant sobre l'induït cap al nord per l'onatge secundari, i, al mateix temps, una alta variabilitat interanual associada a les variacions en l'onatge incident a la zona.

Durant el període 2000-2019, el component cap al sud del transport representatiu de la cel·la sedimentària és, de mitjana, unes cinc vegades més gran que el component cap al nord, i anualment pot variar entre un màxim de 12 i un mínim de 2, cosa que és clarament indicativa de les fluctuacions anuals en l'onatge incident. De mitjana, per a la totalitat de la zona (figura 52), la capacitat de transport longitudinal cap al sud és d'uns 77.300 m³/any, mentre que el component cap al nord és de 18.100 m³/any, cosa que equival a un transport brut mitjà anual d'uns 95.400 m³/any.

A més d'aquestes fluctuacions interanuals, la capacitat de transport calculada varia espacialment al llarg de la cel·la a causa de la diferent orientació de cadascun dels sectors (figura 50). Així, la capacitat de transport disminueix en direcció sud, de manera que les taxes més elevades es verifiquen al tram Montgat, mentre que les més baixes s'han estimat per al tram de Sant Adrià de Besòs (vegeu la Taula 19). Això passa per als dos components del transport, en direcció sud i nord. Així, de mitjana, el component del transport anual cap al sud segueix la proporció 1.7:1.3:1 per als sectors Montgat, Badalona i Sant Adrià de Besòs, i el component cap al nord segueix la proporció 1.9:1:1.

Taula 19: Estadística bàsica de la capacitat de transport longitudinal anual (m³/any) per a cadascun dels sectors representatius del tram (vegeu la figura 50) i per als valors mitjans globals durant el període 2000-2019

		SI sud	SI nord	SI brut	SI net
Montgat	Mitjana	98.600	-26.900	125.500	71.700
	Màxima	255.800	-4.900	285.200	226.500
	Mínima	18.800	-60.600	37.100	0.400
	Desv. est.	59.500	15.100	66.500	55.800
Badalona	Mitjana	74.200	-13.600	87.800	60.600
	Màxima	165.300	-3.500	187.000	149.800
	Mínima	20.900	-43.500	28.400	13.400
	Desv. est.	38.800	8.300	41.800	37.400
Sant Adrià de Besòs	Mitjana	59.100	-13.900	72.900	45.200
	Màxima	140.900	-4.000	157.700	124.100
	Mínima	18.500	-43.700	25.700	-5.900
	Desv. est.	31.800	8.400	34.000	31.700
Mitjana del tram	Mitjana	77.300	-18.100	95.400	59.200
	Màxima	179.000	-4.100	199.100	158.800
	Mínima	19.800	-47.800	30.400	9.200
	Desv. est.	37.100	9.900	42.500	33.800

Font: LIM-UPC

Figura 51. Capacitat de transport longitudinal de sediment anual a la zona de Montgat (sup.), Badalona (centre) i Sant Adrià de Besòs (inf.). Els valors positius indiquen transport cap al sud, i els valors negatius, cap al nord. Les línies horitzontals indiquen el transport mitjà en cada sentit durant el període 2000-2019, i la contínua, durant el 2004-2019. El requadre negre indica el període recent de l'anàlisi de la línia de la riba

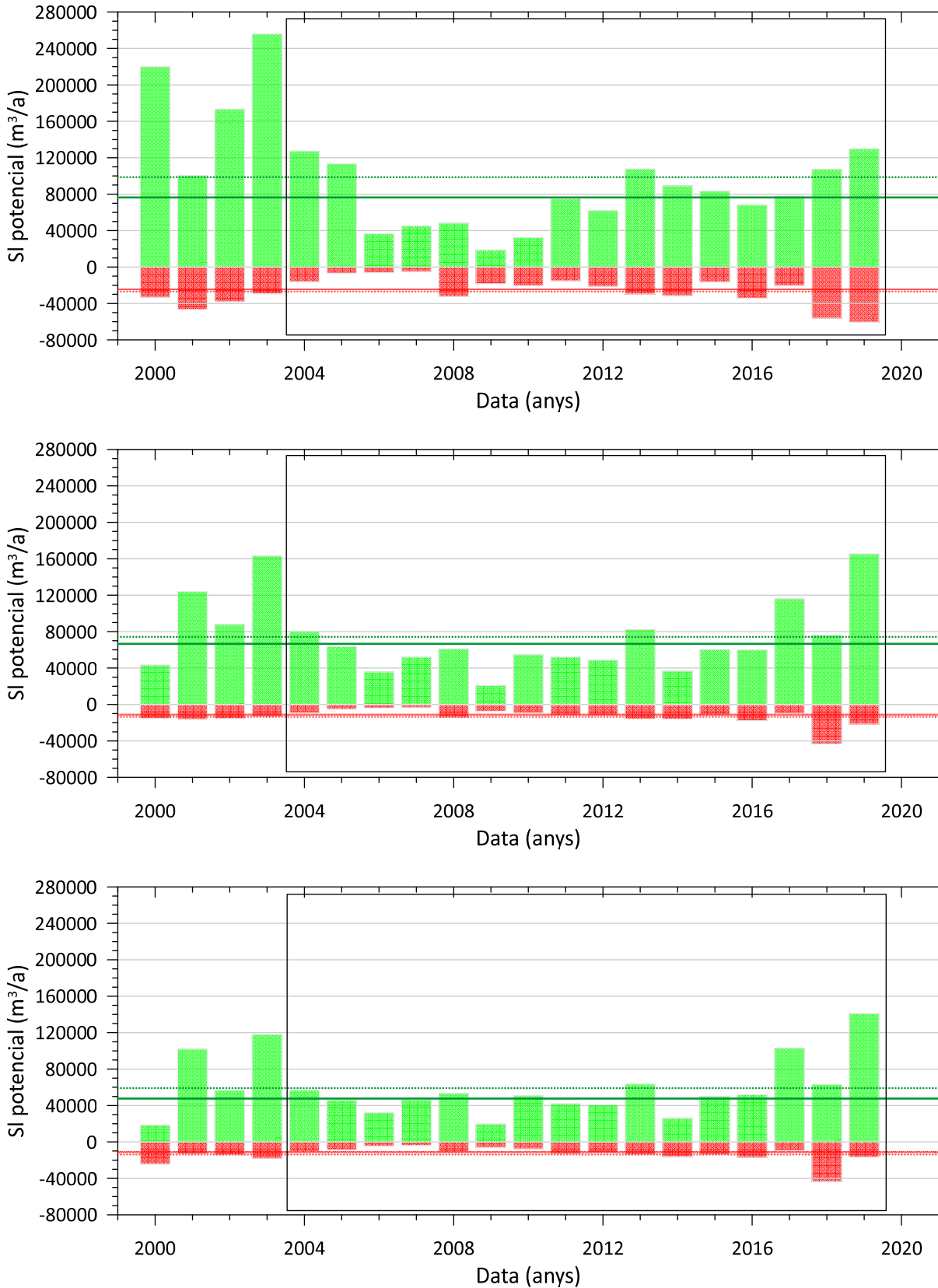
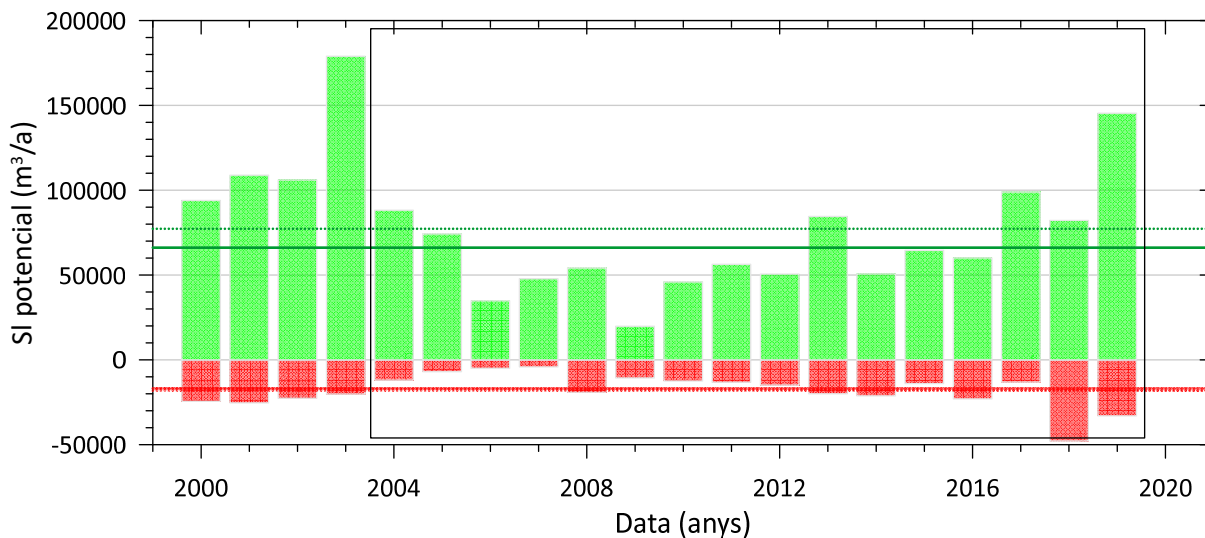
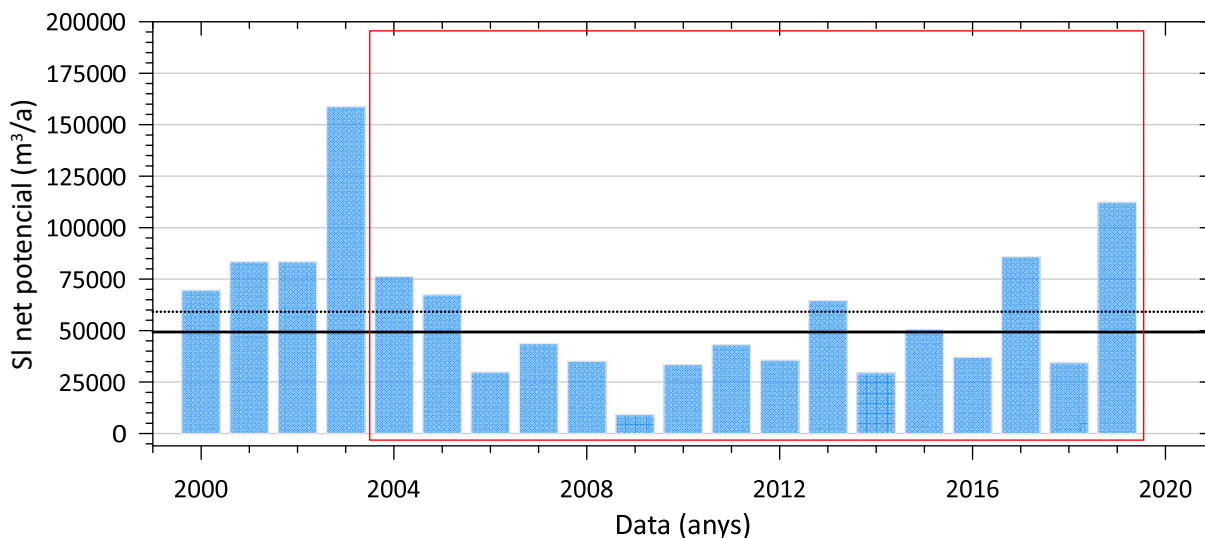


Figura 52. Capacitat de transport longitudinal de sediment anual representativa de la zona d'estudi. Els valors positius indiquen transport cap al sud, i els valors negatius, cap al nord. Les línies horitzontals indiquen el transport mitjà en cada sentit durant el període 2000-2019, i la contínua, durant el 2004-2019. El requadre negre indica el període recent de l'anàlisi de la línia de la riba



Font: LIM-UPC

Figura 53. Capacitat de transport longitudinal net de sediment anual representativa de la zona d'estudi. La línia horitzontal discontinua indica el transport mitjà durant el període 2000-2019, i la contínua, durant el 2004-2019. El requadre vermell indica el període recent de l'anàlisi de la línia de la riba



Font: LIM-UPC

Aquestes diferències entre els components del transport cap al sud i cap al nord resulten en un transport longitudinal net dirigit cap al sud, que es pot caracteritzar per a la totalitat de la cel·la amb un valor mitjà anual d'uns 59.200 m³/any (Taula 19). Com passava amb els components cap al nord i cap al sud, aquesta taxa de transport net mitjana dista molt de ser uniforme en el temps i mostra una variabilitat alta que reflecteix l'existència d'anys amb una activitat sedimentària molt baixa i anys en què la taxa de transport pràcticament triplica la mitjana anual. De fet, durant el període 2000-2019, la taxa de transport net calculada per a

l'any amb més transport aproximadament és unes 18 vegades més elevada que la taxa de l'any amb menys transport (figura 53).

Amb la finalitat de caracteritzar la capacitat de transport longitudinal durant l'època recent de seguiment i comparar-la amb les taxes derivades a partir de l'evolució de la línia de la riba, la Taula 20 presenta l'estadística bàsica de les taxes de transport durant el període 2004-2019. Com s'hi pot veure, els valors mitjans de les taxes de transport són del mateix ordre de magnitud que els de les taxes calculades per al període 2000-2019, tot i que una mica inferiors, i s'assoleix una taxa de transport mitjà representativa del tram d'uns 49.300 m³/any, ja que del període recent s'exclouen dos anys molt energètics, com ho van ser el 2001 i el 2003. De fet, les diferències més marcades en les taxes actuals es verifiquen per a la taxa màxima anual (Taula 19), a causa del gran nombre de tempestes d'aquests anys, fet que es tradueix en taxes de transport més elevades.

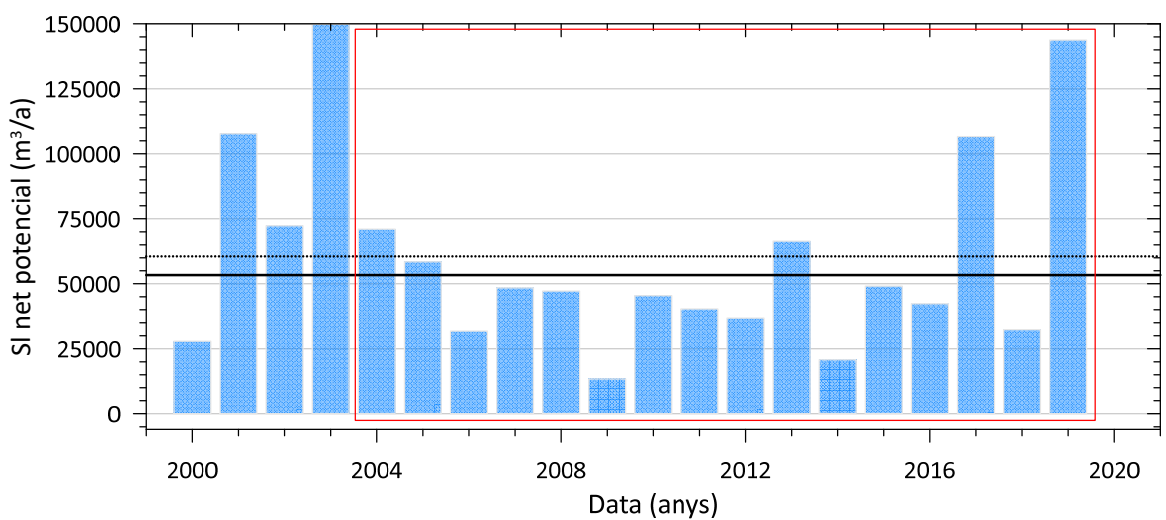
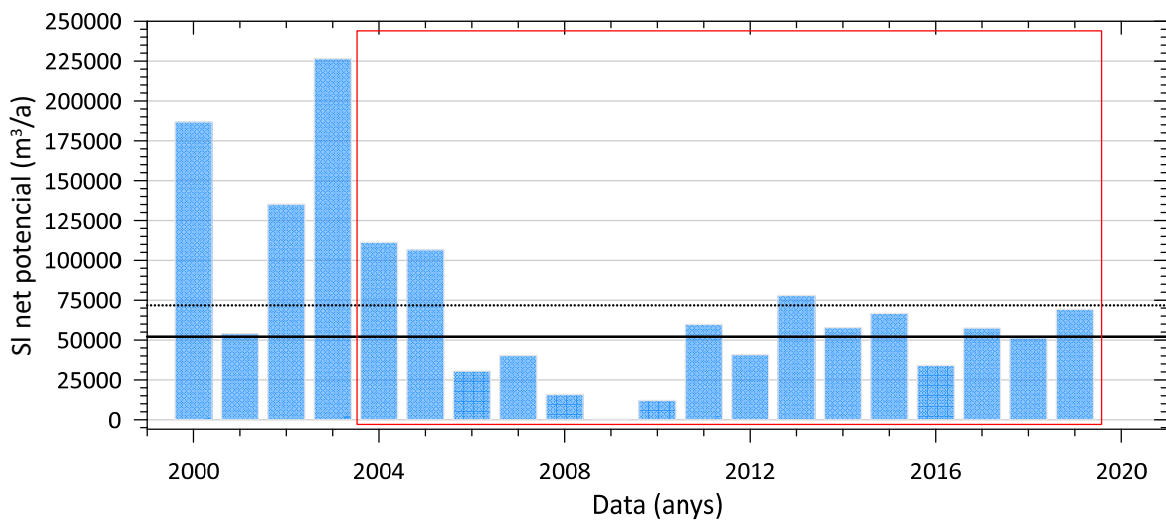
Taula 20: Estadística bàsica de la capacitat de transport longitudinal anual (m³/any) per a cadascun dels sectors representatius del tram (vegeu la figura 50) i per als valors mitjans globals durant el període 2004-2019

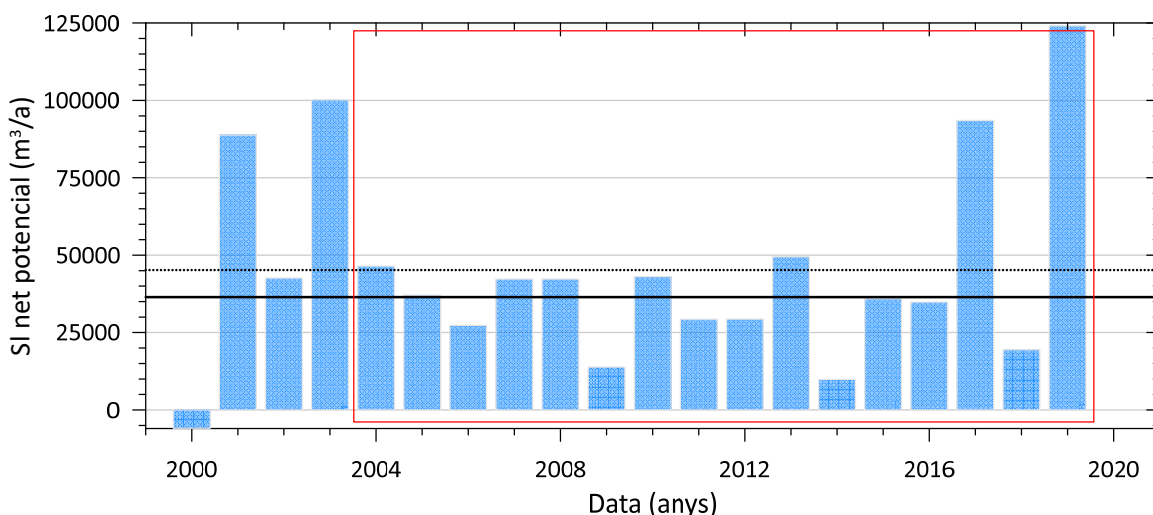
		SI sud	SI nord	SI brut	SI net
Montgat	Mitjana	76.400	-24.400	100.800	52.000
	Màxima	129.800	-4.900	190.400	111.300
	Mínima	18.800	-60.600	37.100	400
	Desv. est.	33.400	15.600	42.600	30.000
Badalona	Mitjana	66.600	-13.200	79.900	53.400
	Màxima	165.300	-3.500	187.000	143.700
	Mínima	20.900	-43.500	28.400	13.400
	Desv. est.	33.200	9.200	37.300	31.400
Sant Adrià de Besòs	Mitjana	55.400	-13.000	68.400	42.400
	Màxima	140.900	-4.000	157.700	124.100
	Mínima	19.800	-43.700	25.700	9.900
	Desv. est.	28.500	8.900	31.700	27.900

Mitjana del tram	Mitjana	66.100	-16.900	83.000	49.300
	Màxima	145.400	-4.100	178.400	112.400
	Mínima	19.800	-47.800	30.400	9.200
	Desv. est.	28.700	10.700	35.200	25.100

Font: LIM-UPC

Figura 54. Capacitat de transport longitudinal net de sediment anual a la zona de Montgat (sup.), Badalona (centre) i Sant Adrià de Besòs (inf.). La línia horitzontal discontinua indica el transport mitjà durant el període 2000-2019, i la contínua, durant el 2004-2019. El requadre vermell indica el període recent de l'anàlisi de la línia de la riba





Font: LIM-UPC

En condicions actuals, quan es consideren els diferents trams de la zona d'estudi, s'observa una disminució de les taxes de transport net cap al sud (figures 54 i 55, Taula 20), des d'uns 52.000 m³/any fins a uns 42.000 m³/any. Si aquesta capacitat de transport longitudinal durant el període 2004-2019 es compara amb les taxes de transport derivades a partir dels desplaçaments de la línia de la riba un cop incorporats els volums de sediment aportats en la cel·la (figura 45), veiem que són del mateix ordre de magnitud, cosa que indica que el model de transport utilitzat reproduïx bé les condicions locals. Així, la taxa de transport net mitjana anual representativa del tram calculada amb les dades d'onatge és d'uns 49.000 m³/any i la derivada a partir de les mesures de la línia de la riba està entre 42.000 m³/any i 50.000 m³/any.

Figura 55. Capacitat de transport longitudinal mitjà anual (net: fletxes grans buides; components cap al sud i cap al nord: fletxes simples) a la zona d'estudi. Les fletxes interiors de colors es corresponen amb les estimacions per a cada tram i les fletxes blanques exteriors es corresponen amb el valor mitjà representatiu de la totalitat del tram



Font: LIM-UPC

7.5.3. Obstacles al transport en la cel·la

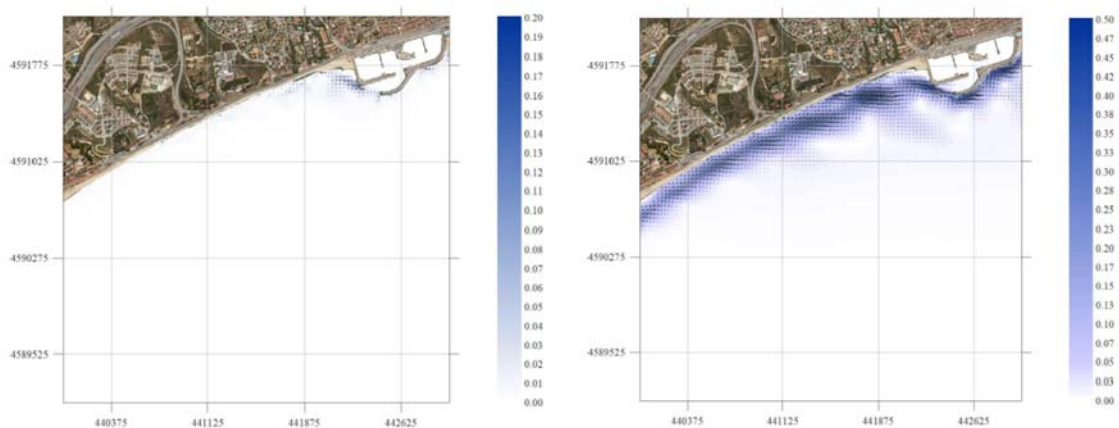
Un dels aspectes que cal tenir en compte a l'hora d'avaluar la dinàmica litoral de la zona és el paper que tenen els diferents obstacles que es troben al llarg de la costa i que actuen com a condicions de contorn (i) al nord del tram (port del Masnou, que controla la quantitat de sediment que entra a la cel·la), (ii) al llarg del tram (els obstacles intermedis formats per l'espigó de Montgat i el port de Badalona) i (iii) al final del tram (Port Fòrum).

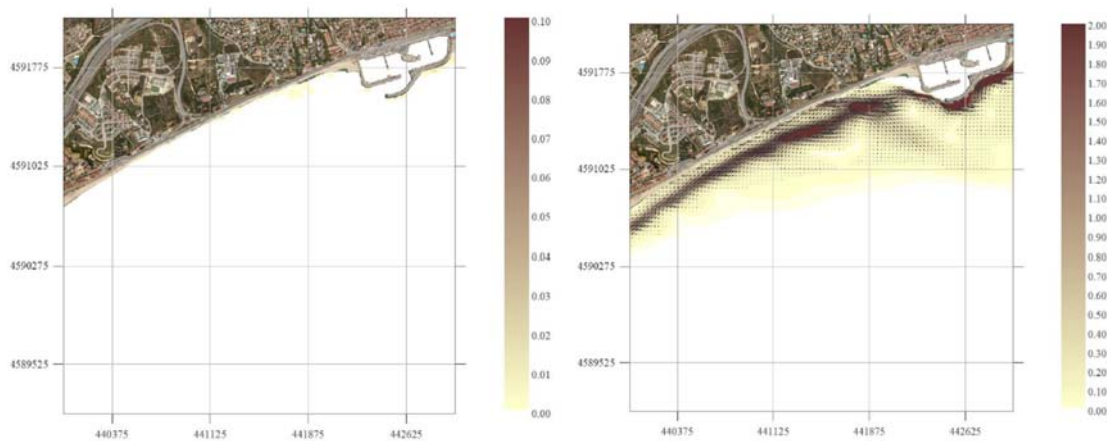
Per il·lustrar el potencial efecte barrera d'aquests obstacles, a les figures 56, 57 i 58 es mostra la circulació induïda per l'onatge sota diferents condicions energètiques en cadascun, així com la taxa de transport local de sediment induïda (vegeu-ne l'anàlisi detallada a ECOSOST, 2020).

Com es pot veure en tots, la incidència de l'onatge més freqüent ($H_s \leq 1$ m) indueix un esquema circulatori als voltants de l'obstacle d'una intensitat molt baixa, igual que passa amb la intensitat del transport local, de manera que no és d'esperar que, amb aquestes condicions, els obstacles se sobrepassin, sobretot els que penetren fins a profunditats relativament grans (ports).

Quan l'onatge incident és característic de condicions de tempesta, la intensitat del corrent augmenta significativament i, en conseqüència, les taxes de transport local també augmenten. Al mateix temps, la zona de romponents es desplaça cap a profunditats més grans, igual que el patró de corrent longitudinal generat, cosa que augmenta la probabilitat que els obstacles se sobrepassin durant aquestes condicions.

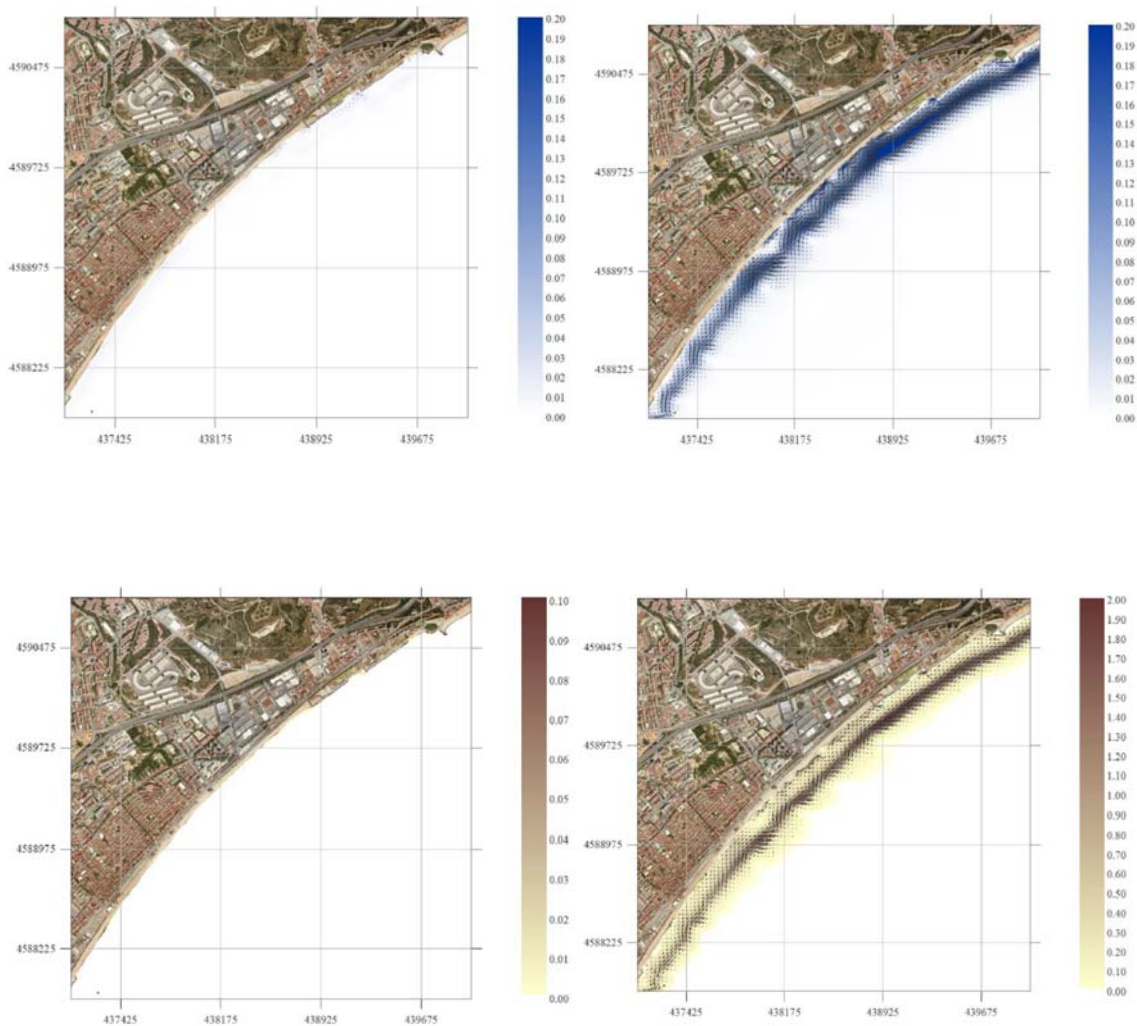
Figura 56. Simulació de la circulació induïda per l'onatge (sup.) i transport de sediment local (inf.) als voltants del port del Masnou, sota un onatge de component est amb $H_s = 1$ m i $T_p = 6$ s (esquerra) i $H_s = 3$ m i $T_p = 9$ s (dreta) (ECOSOST, 2020)





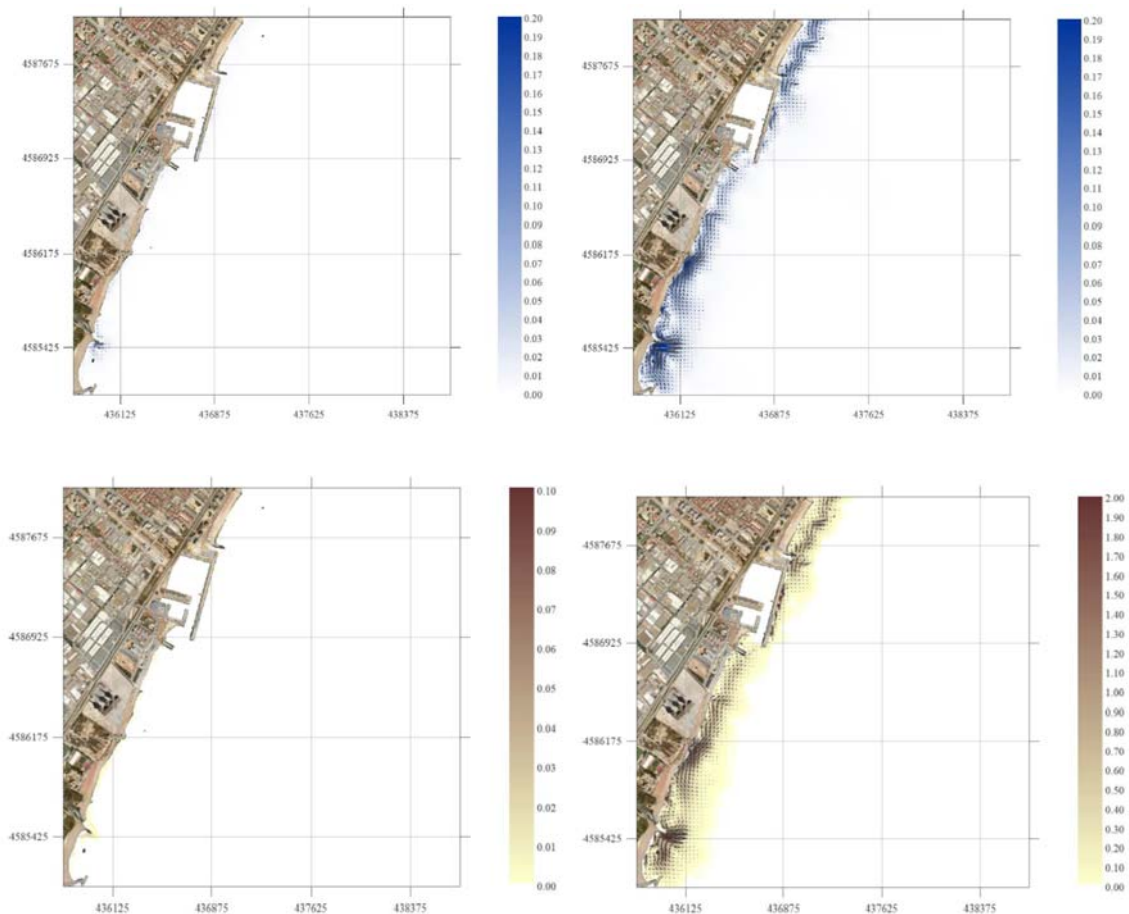
Font: LIM-UPC

Figura 57. Simulació de la circulació induïda per l'onatge (sup.) i transport de sediment local (inf.) aigües avall de l'espigó de Montgat, sota un onatge de component est amb $H_s = 1$ m i $T_p = 6$ s (esquerra) i $H_s = 3$ m i $T_p = 9$ s (dreta) (ECOSOST, 2020)



Font: LIM-UPC

Figura 58. Simulació de la circulació induïda per l'onatge (sup.) i transport de sediment local (inf.) des dels voltants del port de Badalona fins a la platja del Fòrum, sota un onatge de component est amb $H_s = 1$ m i $T_p = 6$ s (esquerra) i $H_s = 3$ m i $T_p = 9$ s (dreta) (ECOSOST, 2020)

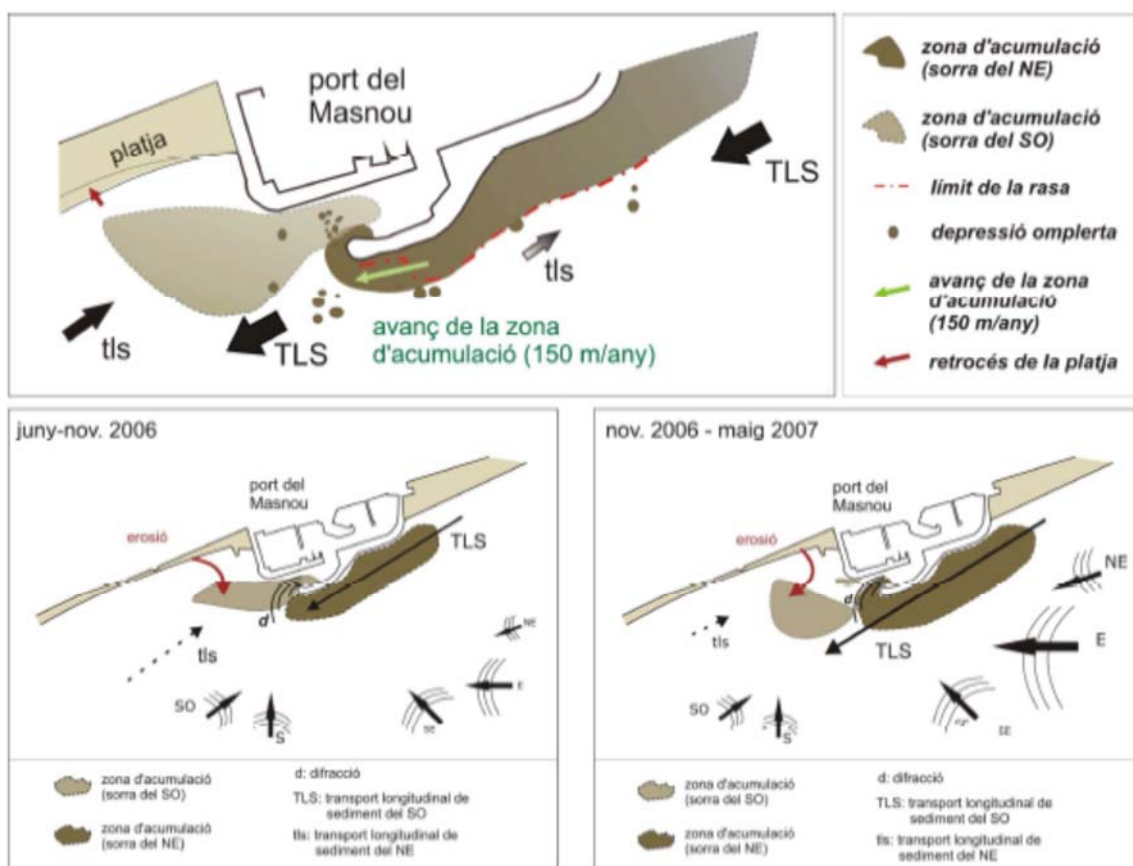


Font: LIM-UPC

Quant a l'extrem nord de la cel·la, el port del Masnou actua com a barrera gairebé total al pas de sediment cap al sud. Tot i que el patró circulatori sembla que indica la possible existència d'un *bypass* de sediment cap al sud sota l'acció de temporals de component est, les evidències existents suggereixen que la major part del sediment queda dipositat als voltants de la bocana. Així, a la figura 56 es poden veure les zones d'acumulació de sediment als voltants de la bocana sota l'acció dels principals components de l'onatge; en destaca una zona que creix al llarg del dic d'abric en direcció cap al SE, on es diposita el sediment transportat longitudinalment sota l'onatge de component est, i una zona al contrari, on es diposita el sediment erosionat de la platja del Masnou a ponent del port i el que transporta l'onatge secundari (de component sud). Aquest efecte embornal de la bocana del Masnou durant les condicions més propícies per a un teòric *bypass* de sediment de nord a sud es pot veure a la figura 60, en què es mostra com va quedar la bocana del port després de l'impacte de tres dels temporals recents més importants soferts a la zona ((i) gener del 2017, (ii) desembre del 2019 i (iii) gener del 2020), que en el pic de la tempesta van tenir les característiques següents al node SIMAR 2112137 ((i) $H_s = 4,6$ m, $T_p = 11.5$ s, dir. = 82; (ii) $H_s = 5$ m, $T_p = 11$ s, dir. = 83; (iii) $H_s = 6,6$ m, $T_p = 12$ s, dir. = 82). En la mateixa figura es mostra la simulació de la circulació i el transport de sediment a la zona sota condicions similars a les registrades, que indiquen una intensificació del transport al llarg del dic d'abric i una disminució brusca després

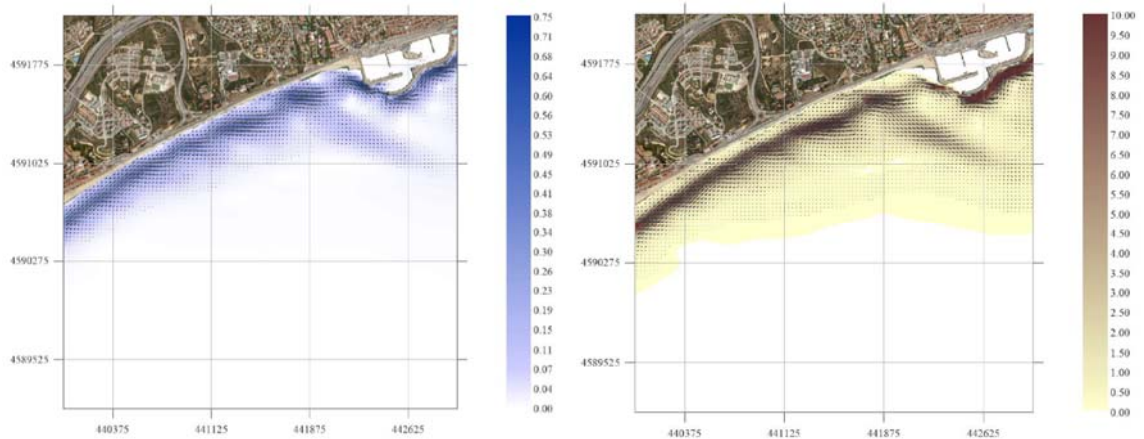
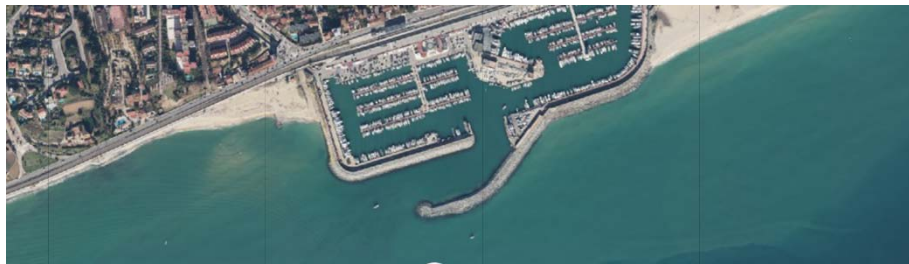
de la bocana, cosa que produeix un gradient que indica una zona de dipòsit potencial. Les fotografies fetes després de l'impacte dels temporals esmentats mostren el dipòsit d'una gran quantitat de sediment a la bocana (després dels temporals de l'1.17 i de l'1.20), tot i que la configuració final depèn tant de les condicions de l'onatge com de la batimetria local abans de l'impacte del temporal. Aquest efecte de barrera total queda validat amb l'estat de la platja del Masnou a ponent del port, que mostra l'absència de platja seca de manera més o menys contínua (malgrat les aportacions fetes), excepte després de l'acció de l'onatge de component sud, que transporta material a la zona des d'aquesta direcció.

Figura 59. Esquemes de les zones d'acumulació de sediment al port del Masnou i indicació dels factors determinants (ICM, 2011. Resultats del projecte BEACHMED-e. Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya)



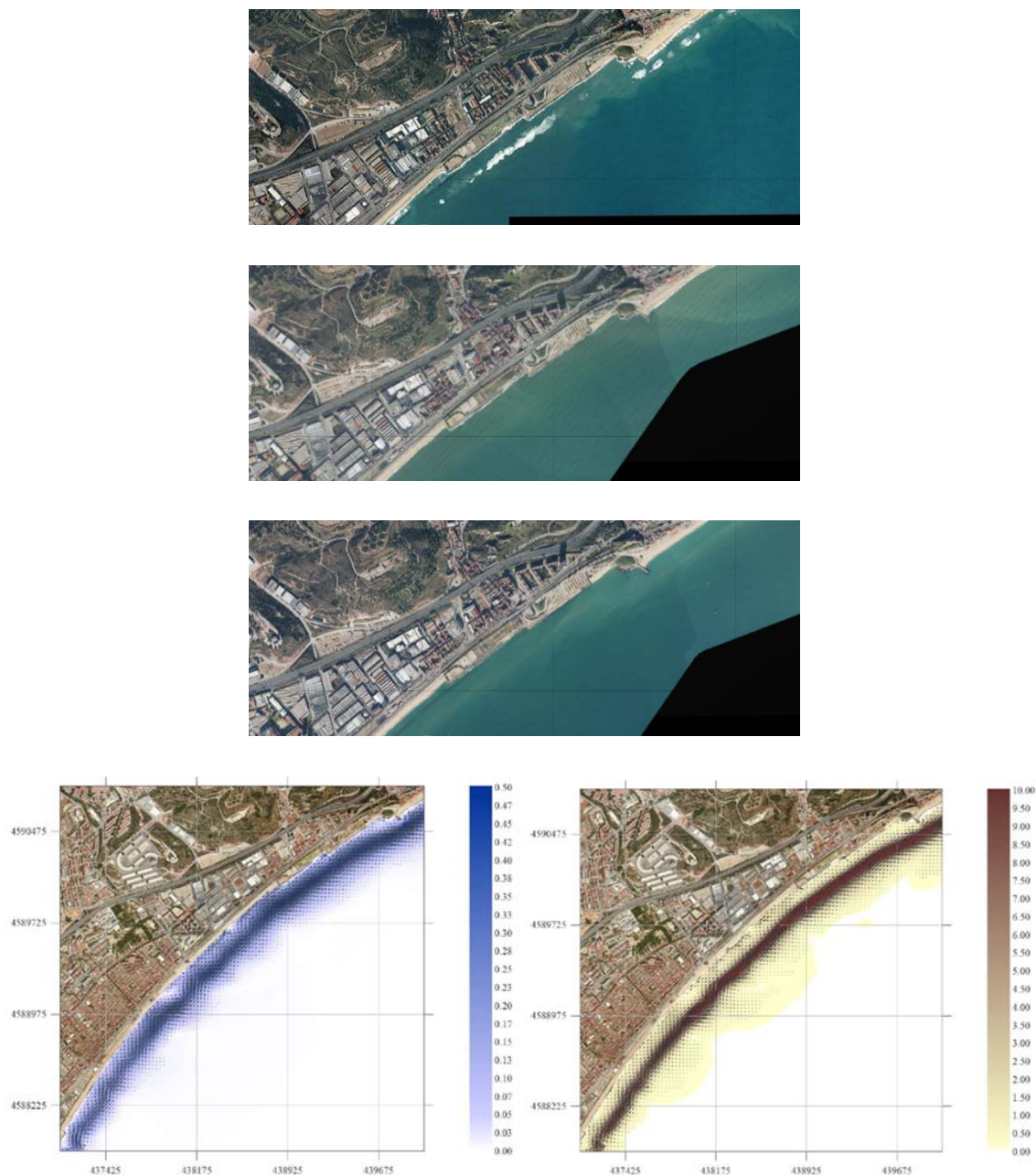
Font: LIM-UPC

Figura 60. Estat de la bocana del port del Masnou després de l'impacte de temporals significatius recents. Sup.: fotografies després dels temporals de l'01/17, del 12/19 i de l'01/20 (ICGC). Inf.: simulació de la circulació induïda per l'onatge i transport de sediment local als voltants del port del Masnou, sota un temporal de component est amb $H_s = 5$ m i $T_p = 12$ s (ECOSOST, 2020)



Font: LIM-UPC

Figura 61. Estat de la costa als voltants de l'espigó de Montgat després de l'impacte de temporals significatius recents. Sup.: fotografies després dels temporals de l'01/17, del 12/19 i de l'01/20 (ICGC). Inf.: simulació de la circulació induïda per l'onatge i transport de sediment local als voltants de l'espigó de Montgat, sota un temporal de component est amb $H_s = 5$ m i $T_p = 12$ s (ECOSOST, 2020)



Font: LIM-UPC

Quant a l'espigó de Montgat, la situació de la línia de la riba pròxima al seu extrem de manera més o menys continuada suggereix que, actualment, l'espigó es troba gairebé al seu màxim de capacitat de retenció i deixa passar cap al sud el sediment transportat per l'onatge de component est; això fa que serveixi de suport per al sediment ja existent (platja de Montgat) i que, alhora, sigui poc eficient per retenir el sediment transportat des de la costa de llevant.

Aquesta continuïtat en el transport es pot intuir en les simulacions de la circulació i el transport a la zona tant en condicions moderades (figura 57) com sota temporals extrems (figura 61),

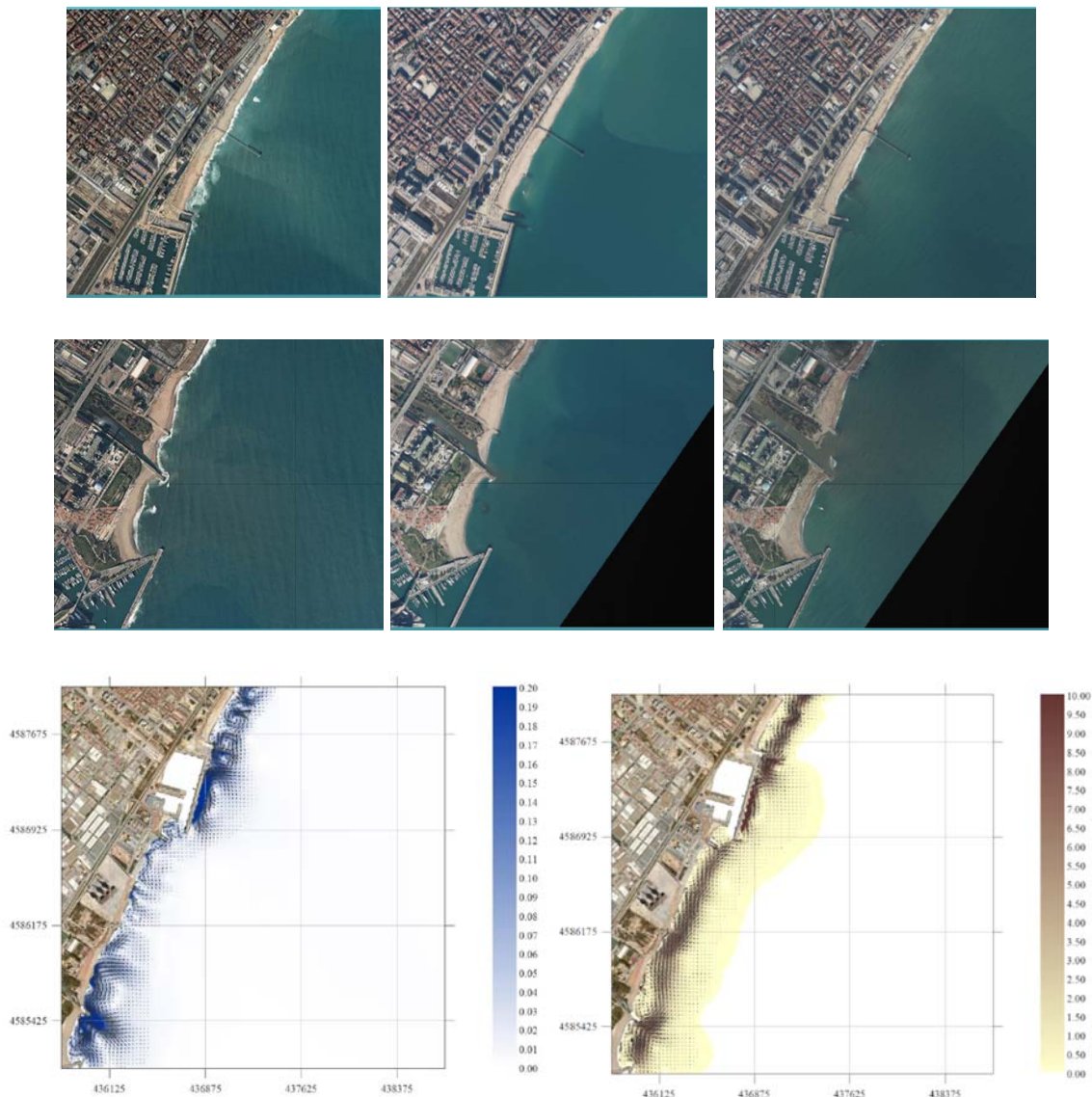
en què s'observa un patró homogeni i continu al llarg de tota la zona, sense que les dimensions de l'espigó l'afectin localment. L'evolució recent de la costa aigües amunt de l'espigó, tant durant tota l'època de seguiment (capítol 3.3) com durant aquests temporals extrems (figura 61), en què es manté pràcticament constant just a llevant de l'obstacle, remarca aquest comportament. Aquesta eficiència baixa per retenir el sediment transportat des d'aigües amunt és la responsable del dèficit sedimentari observat durant els últims anys a Montgat.

La no existència d'obstacles en el transport al llarg de la zona just a ponent de l'espigó fa que el corrent longitudinal sigui capaç de mobilitzar-lo sense que es dipositi, cosa que explica que la zona que està situada enfront de l'esplanada protegida per escullera, que es troba just a ponent, no tingui platja. A ponent d'aquesta esplanada, a la capçalera de la platja de la Barca Maria, puntualment, s'origina l'efecte *flanking* dels murs de l'escullera, en què es produeix un excés d'erosió a causa de la presència del mur (figura 61). Això s'ha detectat, sobretot, sota l'acció de temporals intensos.

Finalment, a l'extrem sud de la cel·la, la circulació induïda per l'onatge dominant als voltants del port de Badalona i a l'entorn de la desembocadura del Besòs, tant en condicions moderades (figura 58) com sota temporals extrems (figura 62), es diferencia de la que hi ha a la resta de la zona. Així, el canvi en l'orientació de la costa, que tendeix a ser més perpendicular respecte a la incidència de l'onatge de component est, fa que la intensitat del corrent longitudinal disminueixi i estigui menys definida quant a la seva continuïtat al llarg de la costa, i apareixen petites cel·les de circulació. Això fa que la taxa de transport longitudinal també es redueixi i, fins i tot, perdi continuïtat. Al mateix temps, cal destacar l'absència d'una acumulació significativa de sediment a llevant del port de Badalona, fet que indica el dipòsit de sediment en zones més profundes de la platja, així com el possible *bypass* de sediment cap al sud.

Precisament, a la zona de la desembocadura del riu Besòs, habitualment, es detecta una barra que tendeix a tancar la mateixa que creix de nord a sud, i que indica la direcció neta del transport a la zona. En aquesta zona, la platja de Sant Adrià de Besòs bascula cap al sud i es recolza a sobre del petit espigó que hi ha al marge esquerre del riu.

Figura 62. Estat de la costa als voltants del port de Badalona (sup.) i desembocadura del Besòs després de l'impacte de temporals significatius recents. Sup.: fotografies després dels temporals de l'01/17, del 12/19 i de l'01/20 (ICGC). Inf.: simulació de la circulació induïda per l'onatge i el transport de sediment local al tram port de Badalona - Besòs, sota un temporal de component est amb $H_s = 5$ m i $T_p = 12$ s (ECOSOST, 2020)



Font: LIM-UPC

Finalment, atès que el balanç total de la cel·la durant el període de seguiment és negatiu, malgrat les aportacions que s'han fet de sediment (vegeu el capítol 3), caldria considerar que la dinàmica sedimentària en la cel·la no només està regida per la component longitudinal, sinó que el transport transversal també té un paper no menyspreable quant a les pèrdues de sediment a llarg termini.

7.5.4. Impacte de temporals

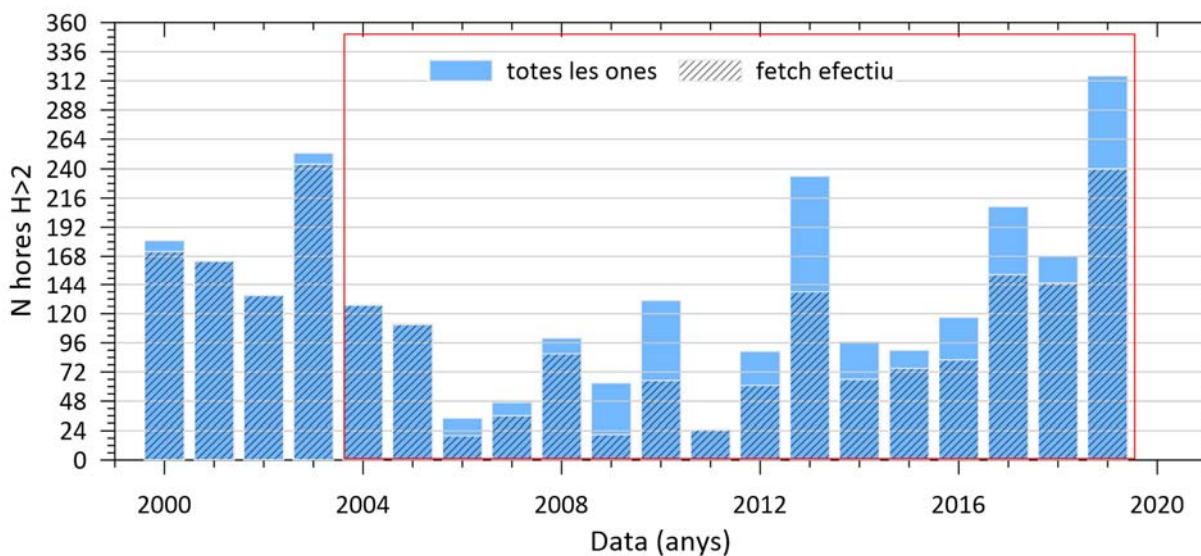
Les platges ubicades al llarg de la cel·la analitzada, a més de respondre, a mitjà termini, al transport longitudinal de sediment, experimenten una resposta a curt termini associada,

principalment, a les fluctuacions en l'energia de l'onatge incident. Aquesta resposta a curt termini és especialment important sota l'acció de temporals, ja que, encara que un tram sigui relativament estable a llarg termini, l'impacte d'un temporal sobre la platja pot induir una regressió instantània de la línia de la riba que faci desaparèixer la platja seca i que provoqui que les infraestructures existents quedin exposades a l'acció directa de l'onatge. Aquestes fluctuacions a curt termini en la línia de la riba que s'han caracteritzat a partir de les mesures mensuals (vegeu el capítol 3 i annex II) determinen la variabilitat de la protecció que proveeix localment la platja durant l'acció dels temporals.

Així, la platja òptima, des del punt de vista de la protecció, ha de ser prou ampla per dissipar l'energia de l'onatge durant l'acció d'un temporal determinat. Aquesta dissipació es tradueix en una regressió de la platja durant el temporal, de manera que, a efectes pràctics, l'amplada òptima de la platja ha de ser superior a l'amplada erosionable durant aquest esdeveniment. Atès l'estat d'erosió de la platja en algunes zones de la cel·la, així com l'existència d'infraestructures sobre la platja que en redueixen l'amplada efectiva (vegeu, per exemple, la figura 37), és important estimar l'amplada de la platja erosionable durant l'impacte d'aquests esdeveniments. A més a més, cal tenir en compte que aquest component també contribueix al balanç sedimentari a llarg termini, ja que, com s'ha comentat anteriorment, el balanç de la cel·la no es pot explicar solament a partir de la base del transport longitudinal de sediment.

Per il·lustrar la importància potencial dels temporals a l'àrea d'estudi, la figura 63 mostra la freqüència d'ocurrència d'alçàries d'onada significants que excedeixen un llindar de 2 m en aigües profundes, que és el que s'utilitza a la zona per definir temporals d'onatge (per exemple, Mendoza *et al.*, 2011). Com era d'esperar després dels resultats obtinguts en l'anàlisi feta en avaluar la capacitat de transport longitudinal, s'observa una alta variabilitat en l'ocurrència d'aquests esdeveniments a la zona, amb uns períodes inicial i final amb una freqüència de presentació alta i un període intermedi d'intensitat baixa. Aquest patró temporal es pot observar en els temporals provinents de qualsevol direcció, encara que, en els últims anys, es detecta un lleuger increment de temporals en aigües profundes amb onatges d'un component direccional no efectiu, és a dir, que no arriben a impactar a la costa objecte d'estudi.

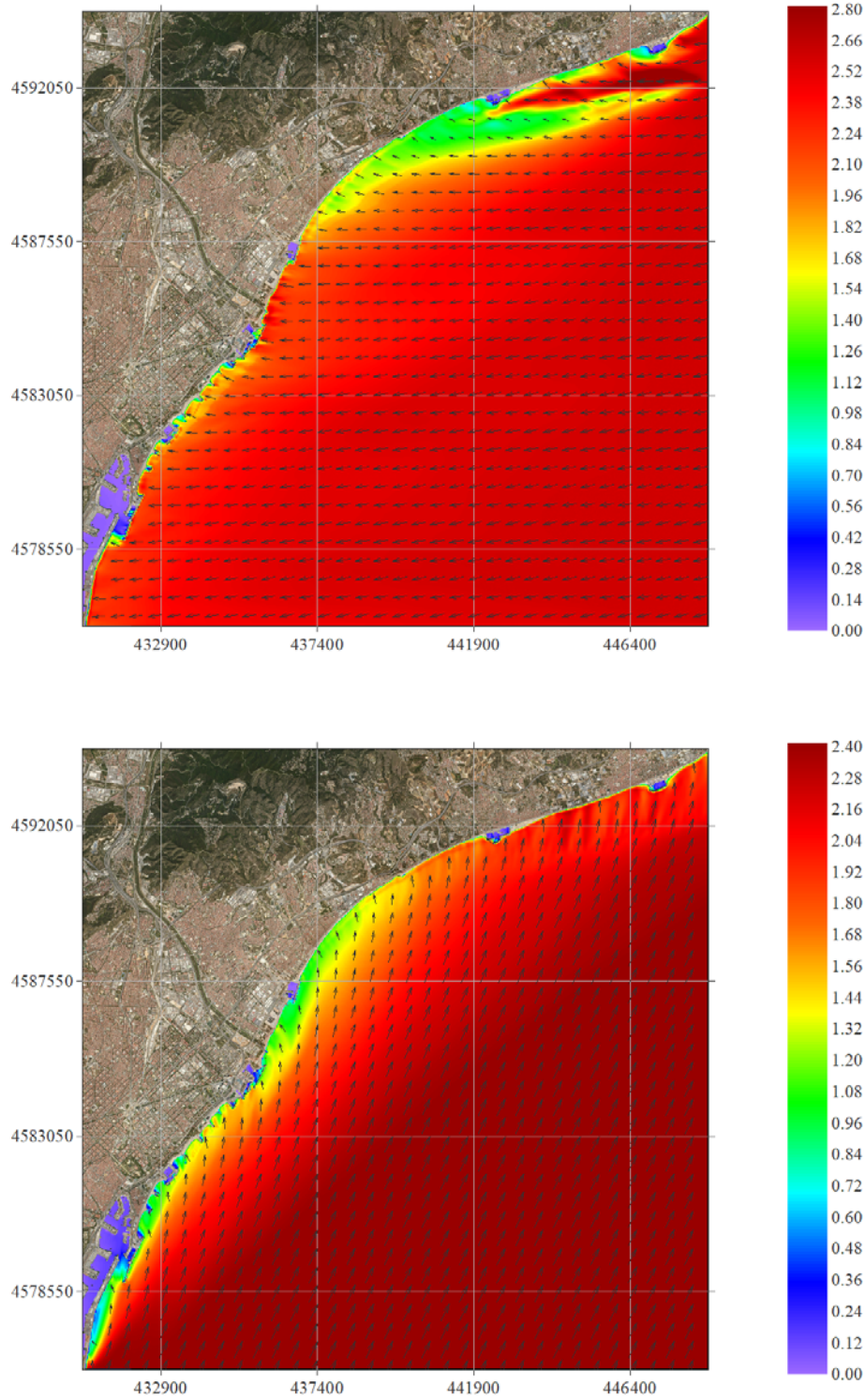
Figura 63. Hores anuals amb estats de mar totals i efectius (en un rang de direccions que puguin arribar a la costa) amb $H_s > 2$ m a partir dels registres del punt SIMAR 2112137



Font: LIM-UPC

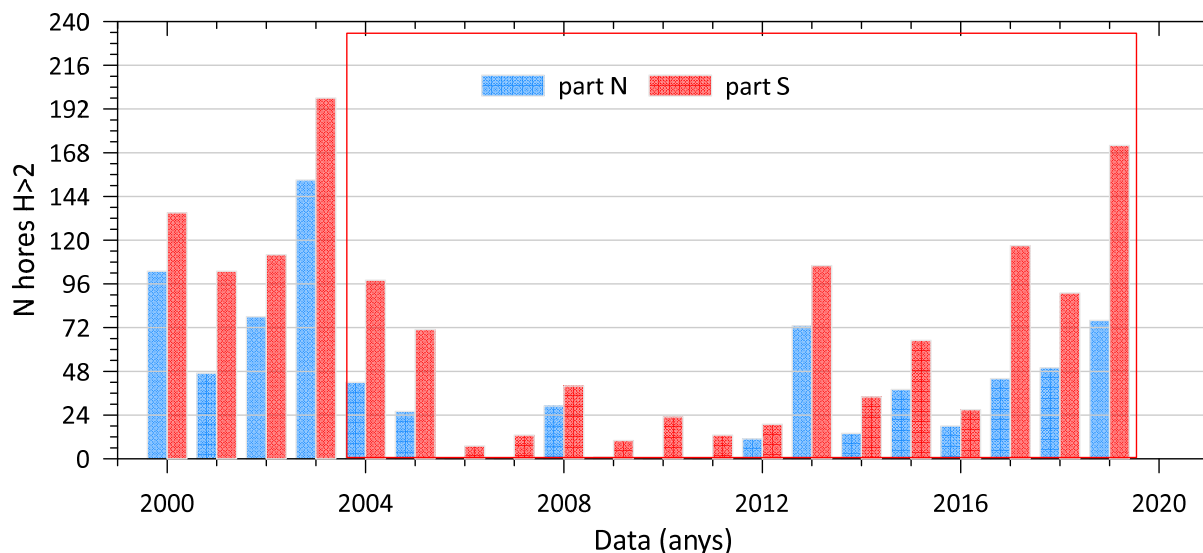
Els temporals més energètics a la zona, aquells en què s'aconsegueix una H_s més elevada i que duren més, són els temporals de llevant, caracteritzats per la presència d'un onatge en aigües profundes provinent de la direcció E-ENE (per exemple, Mendoza *et al.*, 2011). Els associats a l'onatge secundari, de component sud, tenen menys energia i una freqüència de presentació més baixa, tot i que també són rellevants, especialment a les zones més exposades al sud. Aquestes característiques direccionals de l'onatge, juntament amb la configuració de la costa, fan que sigui important estimar-ne la variació al llarg de la zona durant la seva propagació a la costa. A la figura 64 es pot veure la propagació dels dos temporals tipus a la zona d'estudi, un temporal de llevant (direcció est) i un de garbí (direcció sud), en què s'observa una distribució d'alçària d'onada totalment diferent i que permet dividir la zona en dos sectors, nord i sud. Així, durant la presència de temporals de component est, la gran obliquïtat de la costa al nord del tram fa que aquesta zona quedi parcialment protegida a l'acció d'aquest onatge, amb el qual les màximes alçàries d'onada s'aconsegueixen a la meitat sud. Per contra, durant l'acció de temporals de garbí (component sud), el patró d'alçàries d'onada a prop de la costa s'inverteix i les màximes alçàries d'onada tenen lloc a la meitat nord del tram, perquè la seva exposició és més marcada al sud. Per indicar la importància d'aquesta variació espacial, la figura 65 mostra la freqüència d'ocurrència d'onatges que excedeixen el llindar d'alçària d'onada en tempestes ($H_s > 2$ m) a 10 m de profunditat al nord i al sud del tram, en què es pot veure que, de manera general, les condicions de temporal al peu del perfil actiu són més freqüents a la meitat sud del tram, perquè està més exposada als temporals de l'est.

Figura 64. Distribució d'Hs sota l'impacte d'un temporal de llevant (sup.) i de garbí (inf.) simulada mitjançant una propagació amb SWAN (ECOSOST, 2020)



Font: LIM-UPC

Figura 65. Hores anuals amb estats de mar amb $H_s > 2$ m a 10 m de profunditat a la meitat nord i sud de la cel·la port del Masnou - platja del Fòrum a partir dels registres del punt SIMAR 2112137



Font: LIM-UPC

Per avaluar l'ordre de magnitud de l'erosió esperable sota l'impacte dels temporals a la zona, s'ha utilitzat el model paramètric proposat per Mendoza i Jiménez (2006) per caracteritzar l'impacte morfodinàmic de tempestes a les platges de la Mediterrània, el qual està derivat a partir de simulacions amb el model SBeach i, posteriorment, reajustat utilitzant simulacions amb el model XBeach (Jiménez *et al.*, 2015). Aquest model estima la magnitud de l'erosió (volum erosionat i retrocés de la platja, figura 66) a partir de les propietats de la tempesta (H_s , T_p i durada) i de la morfologia de la platja (grandària del sediment i pendent de la platja) mitjançant la funció següent:

$$\Delta V = C_1 J A dt + C_2$$

en què

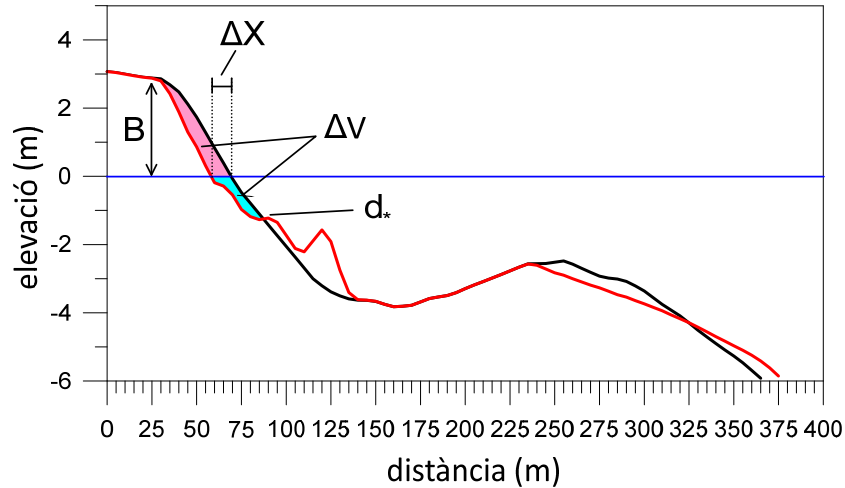
$$J A_0 = |D_{0,e} - D_0|^{0.5} \cdot m$$

D és el paràmetre de Dean ($H/T w_f$), $D_{0,e}$ és el valor d'aquest paràmetre en l'equilibri (2,5 quan les onades venen donades en aigües profundes), m és el pendent mitjà del perfil de platja a la seva zona més interna i C_1 i C_2 són dos coeficients d'ajust. Una vegada s'obtenen els volums erosionats per a cada temporal, la regressió equivalent de la platja mitjana, ΔX , es pot calcular de la manera següent:

$$\Delta X = \Delta V / (B + d^*)$$

B és l'alçària mitjana de la berma de la platja i d^* és la profunditat fins a la qual es produeix l'erosió a la part interna del perfil de platja (figura 66).

Figura 66. Simulació de l'erosió d'un perfil de platja sota l'acció d'un temporal amb la versió 1D del model XBeach i variables per utilitzar en el model paramètric



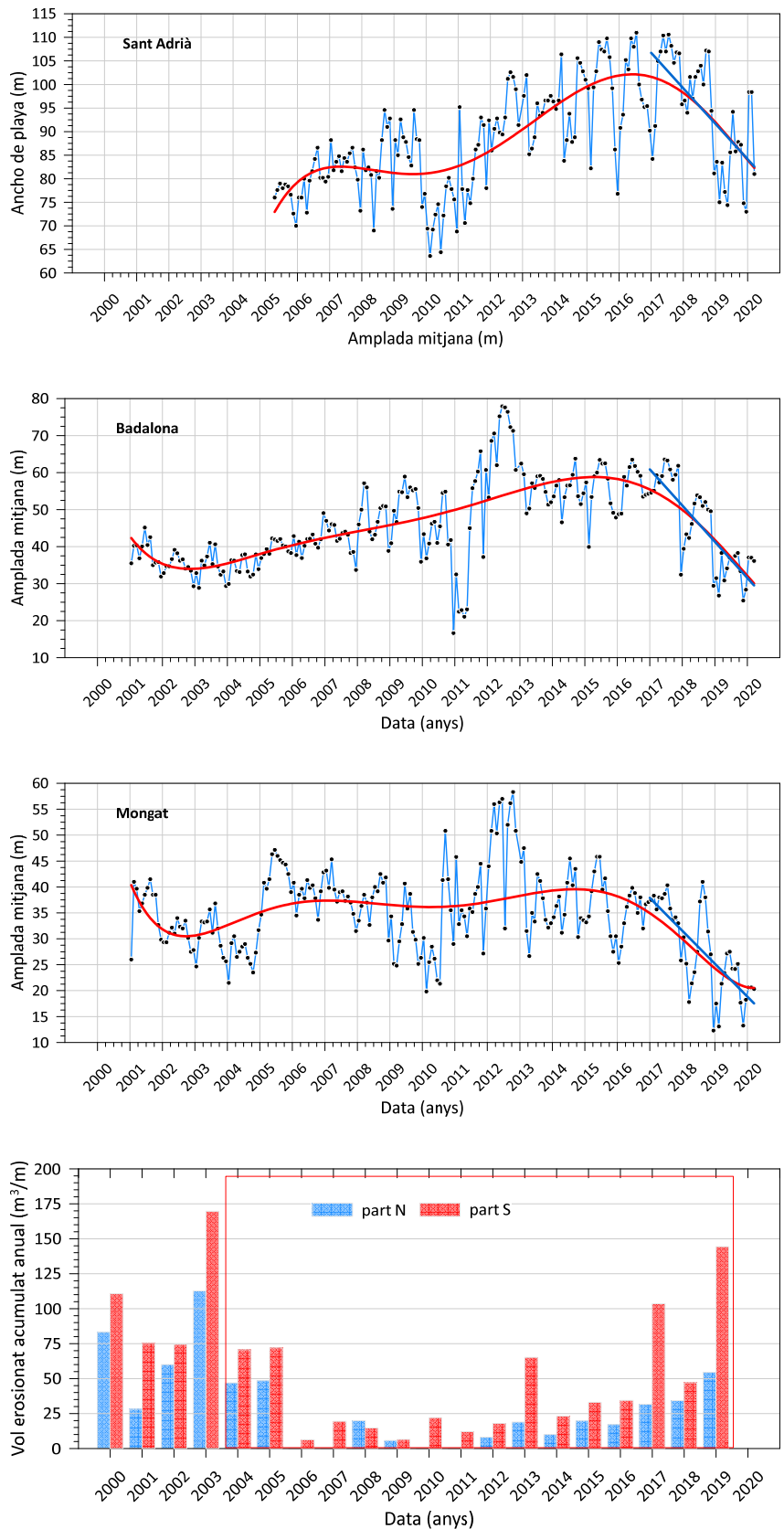
Font: LIM-UPC

El model es va aplicar al nord i al sud de la cel·la per tenir en compte la variabilitat espacial en les característiques de l'onatge durant les tempestes una vegada propagat fins a la costa. A la figura 67 es mostra el valor acumulat dels volums de sediment potencialment erosionat anualment per les tempestes de la zona durant l'època d'estudi en totes dues zones de la cel·la, juntament amb l'evolució mitjana dels diferents sectors.

En primer lloc, i com era d'esperar, la magnitud de l'erosió potencial acumulada anual a causa de l'impacte de temporals mostra un patró similar a l'observat en la freqüència d'ocurrència, en el qual, a més de l'alta variabilitat anual, destaquen dos períodes amb un potencial d'erosió significatiu a l'inici i al final del període de seguiment, separats per un període de relativa inactivitat en el qual, tot i que mesurable, l'erosió del perfil acumulada és significativament menys forta. Aquesta variació temporal en la magnitud de l'erosió també es veu reflectida en l'evolució mitjana dels sectors de platja caracteritzats a partir de les mesures mensuals (capítol 6.4.4), en què, a més de les oscil·lacions de període molt curt, s'observen dues fases erosives, una d'inicial, fins als anys 2004-2005, i una altra de final, a partir de l'any 2016, i un període central amb una relativa estabilitat mitjana. Aparentment, aquestes fases erosives coincideixen amb els cicles d'activitat dels temporals, que, al seu torn, també afecten el transport longitudinal de sediment a la zona.

En segon lloc, també s'observa que l'erosió acumulada dels temporals és més forta al sector sud de la cel·la (vegeu la taula 21), cosa que està relacionada amb el fet que s'ha esmentat abans que els temporals de component est dominen tant pel que fa a freqüència com pel que fa a energia i que la part nord de la costa està menys exposada a aquests temporals.

Figura 67. Variació de l'amplada mitjana de la platja en cadascun dels sectors al llarg de la cel·la d'estudi a partir de les mesures a curt termini (sup.) i volum d'erosió acumulat (inf.)



Font: LIM-UPC

Taula 21: Estadística bàsica del volum acumulat anual potencialment erosionat de la part interna de la platja per l'impacte dels temporals a la zona d'estudi

	Δ vol. ac. anual (m^3/m)			
	Mitjana	Màxima	Desv. est.	P 95 %
Nord	29	112	29	83
Sud	60	170	49	148

Font: LIM-UPC

El resultat morfodinàmic de l'erosió de la platja durant l'impacte de temporals és la regressió instantània de la línia de la riba que determina les fluctuacions a curt termini sobre el comportament general de la zona (vegeu la figura 67). Per caracteritzar la magnitud d'aquestes fluctuacions, a la figura 68 i a la taula 23 es mostren les variacions intermensuals en la posició mitjana de la línia de la riba al llarg de la cel·la costanera, mesures com el desplaçament relatiu entre campanyes successives, calculades a partir de les campanyes de seguiment mensual. Com s'hi pot observar, el patró és similar al llarg de la zona d'estudi, tot i que la magnitud dels canvis a curt termini sembla que s'incrementa cap a la part sud de la cel·la (taula 23).

Taula 22: Estadística bàsica dels desplaçaments a curt termini (desplaçaments relatius entre campanyes successives mensuals) mesurats (ΔX +: avanços; ΔX -: regressions) per als perfils mitjans representatius de la cel·la costanera port del Masnou - port del Fòrum

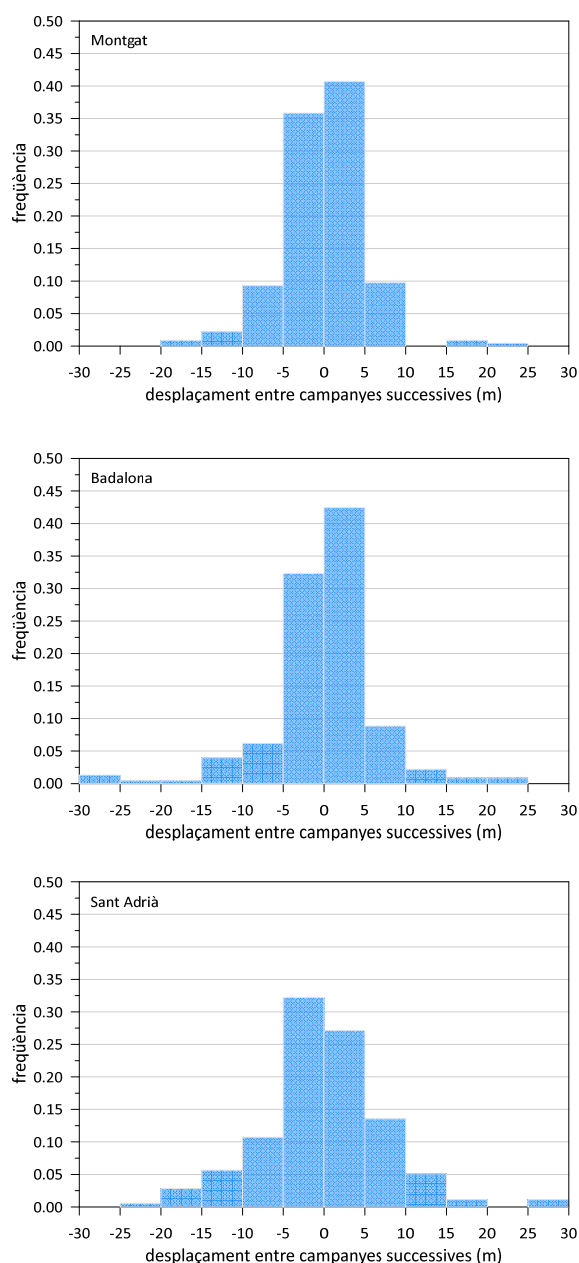
	ΔX + (m)				ΔX - (m)			
	Mitjana	Màxima	Desv. est.	P 95 %	Mitjana	Màxima	Desv. est.	P 95 %
Montgat	3,6	20	3,3	8,8	-4,0	-17	3,5	-11,9
Badalona	3,7	23,5	4,1	12,1	-4,7	-29,4	5,6	-14,7
Sant Adrià	5,6	26,4	5,2	14,6	-5,4	-22,6	5	-16,9

Font: LIM-UPC

Els valors de la regressió potencial de la línia de la riba a causa de l'impacte de temporals calculats per a la zona es presenten a la taula 23. Com s'hi pot veure, la magnitud de l'erosió creix cap al sud, perquè la costa està més exposada als temporals més energètics. Si es comparen els valors calculats amb les regressions mesurades en les campanyes (taula 21), s'observa una tendència similar, ja que el sector situat més al nord de la cel·la (Montgat) és el que presenta els valors més baixos entre campanyes, mentre que als sectors situats cap al sud (Badalona i Sant Adrià de Besòs) augmenta la magnitud de les regressions mesurades. La principal diferència observada és que el valor de la regressió màxima registrada a Montgat és més gran que el calculat per a la part nord, tot i que la resta d'estadístiques presenten valors del mateix ordre de magnitud. No obstant això, cal tenir en compte que l'erosió mesurada inclou l'efecte integrat dels components transversal i longitudinal durant l'impacte del temporal (a part que el seu valor es mesura mensualment), mentre que el valor calculat

mitjançant el model paramètric només considera el component transversal durant la durada de cada temporal.

Figura 68. Distribució dels desplaçaments a curt termini (desplaçaments relatius entre campanyes successives mensuals) mesurats per als perfils mitjans representatius de la cel·la costanera port del Masnou - Port Fòrum



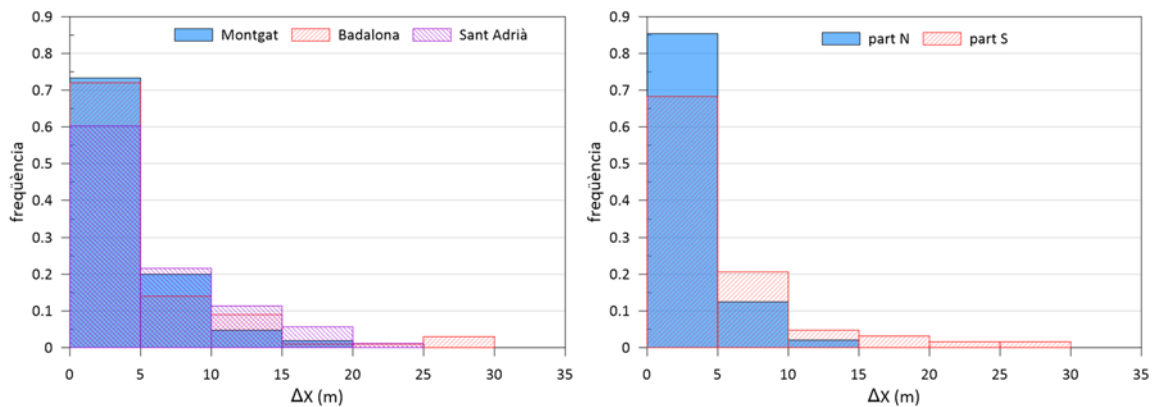
Font: LIM-UPC

Taula 23: Estadística bàsica de la regressió de la línia de la riba calculada a causa de l'acció de temporals a la zona d'estudi

	ΔX (m)			
	Mitjana	Màxima	Desv. est.	P 95 %
Nord	3,5	11	3	9,5
Sud	5	26	2,5	17

Font: LIM-UPC

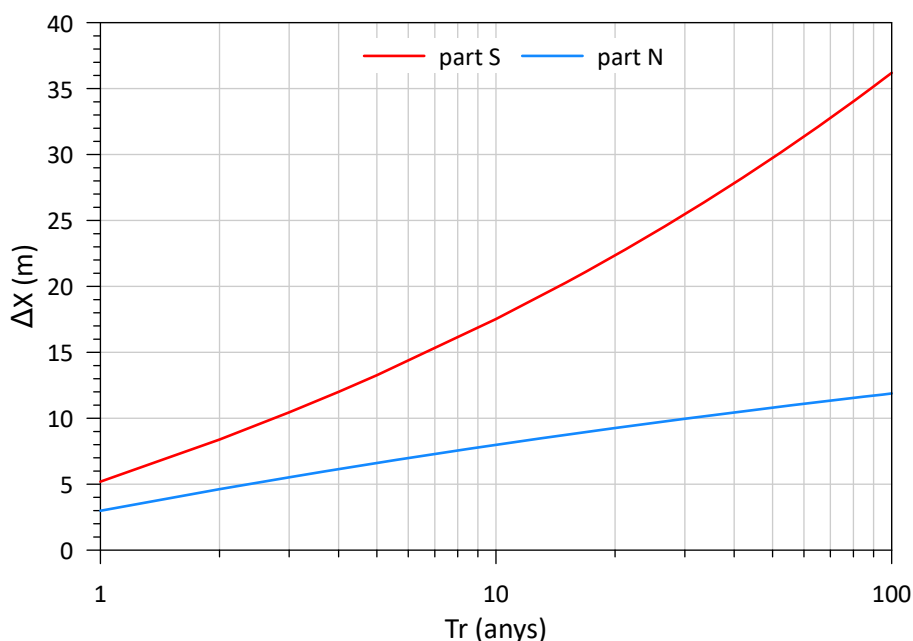
Figura 69. Distribució de la regressió de la línia de la riba a causa de l'impacte de temporals a la zona d'estudi (esquerra: regressió mesurada entre campanyes successives mensuals per als perfils mitjans representatius de la cel·la costanera; dreta: regressió simulada per a les tempestes al nord i al sud de la cel·la)



Font: LIM-UPC

Finalment, atès que l'ocurrència dels temporals en un any determinat no és previsible *a priori*, s'ha avaluat l'erosió de la zona en termes probabilístics. Per fer-ho, les regressions estimades per als temporals presentats a la zona durant el període 2000-2020 s'han ajustat a una distribució extremal i s'ha utilitzat una distribució GPD. A la figura 70 es presenta la distribució de la regressió de la línia de la riba per impacte de temporals obtinguda per a les parts nord i sud de la cel·la, en forma de regressió associada a un període de retorn, T_r .

Figura 70. Distribució extremal de la regressió de la línia de la riba a causa de l'impacte de temporals a la zona d'estudi a partir dels registres d'onatge fets durant el període 2000-2020 al nord i al sud de la cel·la port del Masnou - Port Fòrum



Font: LIM-UPC

7.6. Resum i conclusions

En aquest capítol es resumeixen els resultats obtinguts en aquest estudi en forma de model de funcionament de la cel·la costanera port del Masnou - platja del Fòrum en les condicions actuals i les seves conseqüències de cara a l'estabilitat de la zona, així com els problemes de protecció esperats.

En primer lloc, es pot caracteritzar la cel·la costanera com un tram sotmès a una remodelació de la línia de costa a llarg termini causada per un transport longitudinal net de sediment dirigit de nord a sud, condicionat per la presència de diversos elements singulars que actuen com a condicions de contorn. A conseqüència d'això, s'identifiquen quatre zones amb un comportament ben definit (figura 40): (i) una zona al nord, aigües avall del port del Masnou i que s'estén fins a l'espigó de Montgat, amb un comportament clarament erosiu, on es registren les taxes més elevades de regressió de la línia de costa; (ii) una zona central, al llarg de la costa de Badalona, des de la platja de la Barca Maria fins al port de Badalona, amb un comportament actual quasi estable a llarg termini, tot i que presenta alguns punts amb una lleugera erosió; (iii) una zona a ponent del port de Badalona, on la platja presenta un comportament erosiu, i (iv) una zona al sud, als voltants de la desembocadura del Besòs, que presenta un comportament acumulatiu, amb un avanç significatiu de la línia de costa a llarg termini. L'estadística dels valors de desplaçament de la línia de la riba al llarg dels diferents sectors es pot veure a la taula 15.

Com a conseqüència d'aquest comportament, actualment, la zona presenta una variabilitat significativa en l'amplada de la platja emergida (figura 71) i, fins i tot, hi ha zones on la platja

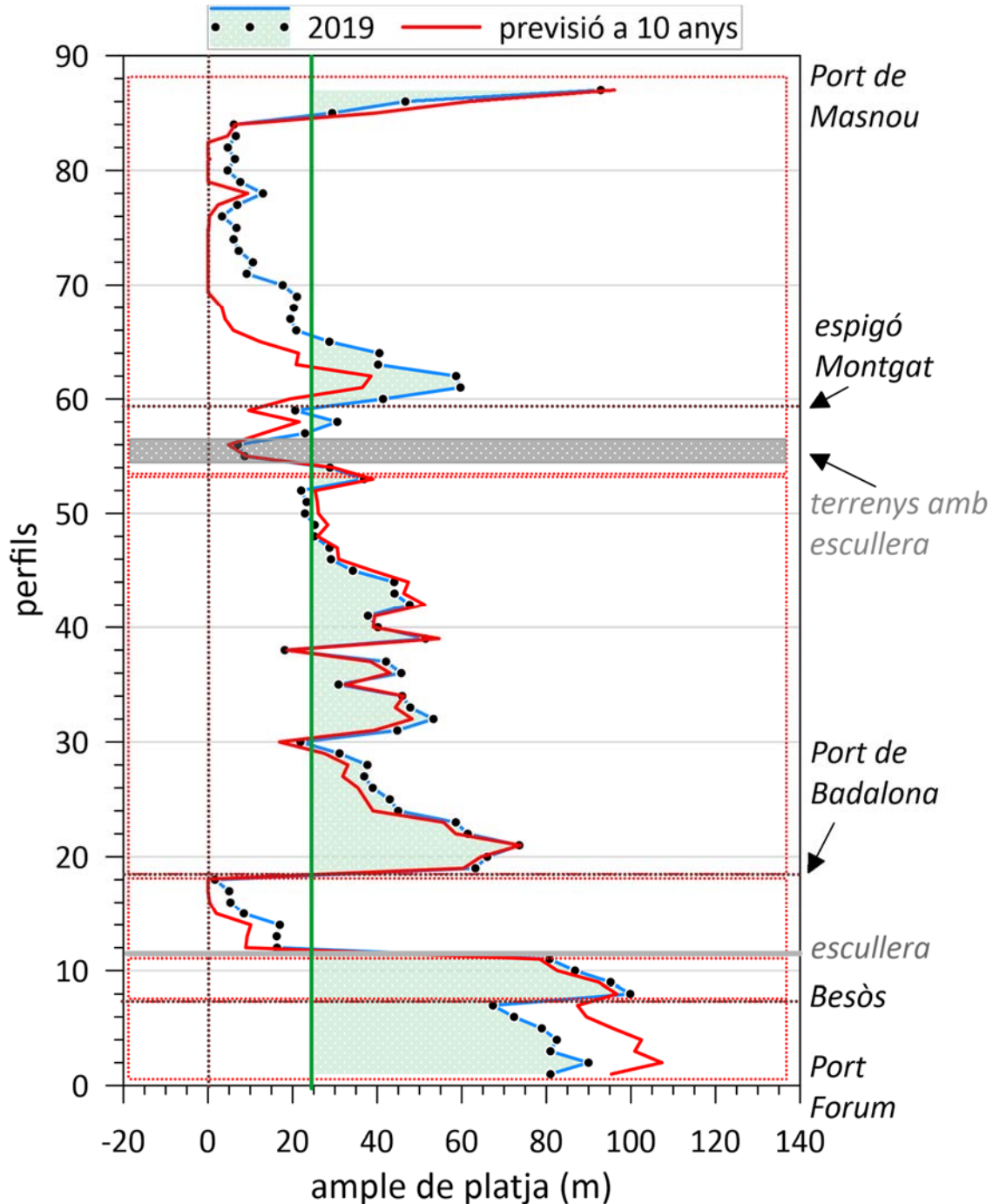
pràcticament ha desaparegut, com ara la part més al nord de Montgat; la cala Taps, a l'extrem sud de Montgat, i la platja de la Mora, aigües avall del port de Badalona. A hores d'ara, les zones amb una amplada suficient per proveir les funcions típiques d'una platja (provisió d'espai per a ús recreatiu i protecció de l'extradós davant l'impacte de temporals) són les que estan situades a llevant d'algun dels obstacles que hi ha en la cel·la, és a dir, a llevant de l'espigó de Montgat, del port de Badalona i, al final de la cel·la, als voltants de la desembocadura del riu Besòs.

A més d'aquestes variacions en l'amplada causades per la dinàmica natural, hi ha una sèrie de punts, sobretot a la zona de Badalona, en els quals l'amplada de la platja disminueix de manera significativa en l'àmbit local a causa de l'ocupació de la platja seca amb instal·lacions diverses (Banys, Club Nàutic Bétulo, piscina municipal i Club Natació Badalona) (vegeu la figura 37). En el cas que la línia de costa fos estàtica, això no suposaria cap problema greu, tenint en compte l'amplada actual, però les fluctuacions observades i les previsions existents fan que aquestes zones es comportin com a potencials punts crítics.

Si es combinen les amplades actuals amb les taxes d'evolució a llarg termini estimades, es pot fer una previsió de la configuració mitjana de la línia de costa més probable en un horitzó de temps pròxim. Així, a la figura 71 es representa l'amplada de la platja projectada a 10 anys, en què s'observa la desaparició progressiva de la platja de Montgat, petites oscil·lacions al llarg de la costa de Badalona i el creixement de la platja al sud del tram, aigües avall de la desembocadura del Besòs, a la platja del Fòrum.

Els canvis nets a llarg termini observats a la línia de la riba en les condicions actuals (2004-2019) involucren una pèrdua de sediment mitjana anual al tram més erosiu (port del Masnou - espigó de Montgat) d'uns 19.000 m³/any, que, si s'afegeixen a les aportacions artificials fetes en aquest sector durant aquest període, impliquen una taxa d'erosió total entre 40.000 m³/any i 50.000 m³/any, aproximadament. Aquesta quantitat és equivalent a la capacitat de transport longitudinal net de sediment calculat per a la cel·la en funció de l'onatge registrat durant aquest període, la qual s'ha avaluat en uns 50.000 m³/any i decreix lleugerament de nord a sud a causa del canvi en l'orientació de la línia de costa. No obstant això, cal considerar que aquesta taxa presenta una variabilitat interanual alta associada a les fluctuacions en el règim de l'onatge incident; de fet, s'han registrat anys en què la capacitat de transport a la zona augmenta el doble sobre aquesta taxa mitjana (vegeu la Taula 20). Aquesta variabilitat interanual alta també afecta la possible adopció de mesures d'adaptació/protecció a la zona, atès que, si es dissenya només per a condicions mitjanes, encara que siguin representatives del comportament més probable, la presentació d'un any d'intensitat alta pot fer que les mesures manquin de la funcionalitat esperada en reduir-ne, de manera significativa, el període de vida (per exemple, erosió després d'operacions de regeneració de platges) o en incrementar-ne la demanda (per exemple, augment puntual en les necessitats de recàrrega).

Figura 71. Amplada de la platja al llarg de la zona d'estudi en les condicions actuals (2019) i amb una previsió de 10 anys (vegeu la localització dels punts de control a la figura 31)



Font: LIM-UPC

La pèrdua neta de superfície de platja al tram indica que aquesta no funciona com una cel·la integral en la qual els canvis es poden explicar solament amb el transport longitudinal de sediment, ja que l'increment observat a la zona sud (Sant Adrià de Besòs) no compensa les pèrdues que ha patit la resta de la cel·la. Això implica que part de l'erosió observada està causada pel transport transversal de sediment, el resultat net del qual és negatiu durant l'època de seguiment, és a dir, el transport cap al mar en condicions de tempesta no queda compensat de manera natural durant els processos de recuperació de la platja. D'acord amb

el comportament observat en la línia de la riba i tenint en compte les aportacions artificials fetes al tram, s'estima que les pèrdues de sediment durant el període de seguiment equivalen a una taxa d'erosió neta d'uns $4 \text{ m}^3/\text{m}/\text{any}$. La capacitat erosiva anual mitjana a la zona d'estudi durant el període de seguiment (figura 67) és d'uns $30 \text{ m}^3/\text{m}/\text{any}$, per donar una idea de la magnitud del transport transversal potencial a la zona.

L'efecte del transport transversal sobre la configuració de les platges a la zona es reflecteix en les fluctuacions a curt termini en la posició de la línia de la riba, les quals se superposen a la posició mitjana a llarg termini controlada pel transport longitudinal. Tot i que aquestes fluctuacions són cícliques o estacionals, de manera que les fases de regressió van seguides de fases d'avanç, la seva magnitud pot suposar un problema significatiu, sobretot a les zones on l'amplada de la platja és relativament petita. Això és especialment rellevant sota l'acció de temporals, ja que, encara que un tram sigui relativament estable a llarg termini, el seu impacte pot induir una regressió instantània de la línia de la riba que faci desaparèixer la platja seca i que provoqui que les infraestructures existents quedin exposades a l'acció directa de l'onatge. Així, durant el període de seguiment, s'han registrat fluctuacions en l'amplada de la platja entre campanyes successives superiors als 20 m (taula 21).

A causa d'això, s'ha avaluat la capacitat erosiva dels temporals a la zona sota l'acció de l'onatge registrat durant l'època de seguiment i es pot dividir en dos sectors, nord i sud. Sota l'acció de temporals de component est, la gran obliqüïtat de la costa al nord del tram fa que aquesta zona quedi parcialment protegida i les màximes alçàries d'onada s'aconsegueixen a la meitat sud. Per contra, durant l'acció de temporals de garbí (component sud), el patró d'alçàries d'onada a prop de la costa s'inverteix i les màximes alçàries d'onada tenen lloc a la meitat nord, perquè està més exposada al sud.

Igual que passa amb el transport longitudinal anual, la capacitat erosiva dels temporals durant l'època de seguiment presenta una variabilitat interanual alta (figura 67), de manera que hi ha anys en què la platja, aparentment, no presenta problemes d'estabilitat, seguits per períodes d'acumulació de temporals, fet que implica l'aparició de problemes continuats. Des del punt de vista de la protecció, la platja òptima ha de tenir una amplada superior a l'amplada erosionable durant l'impacte d'un temporal determinat, que s'ha avaluat per a diferents períodes de retorn (figura 70), per la qual cosa, en funció del nivell de seguretat desitjat, es pot estimar com hauria de ser la platja mínima a partir de la qual la probabilitat de tenir problemes relatius a la protecció de l'extradós o d'infraestructures existents seria alta. Com a exemple, a la figura 71 s'han avaluat les zones crítiques que presenten, en l'actualitat i amb una previsió de 10 anys, problemes relacionats amb la funció de protecció. Per fer-ho, s'ha seleccionat un període de retorn de 30 anys, per al qual la regressió màxima potencial en la línia de la riba és d'uns 25 m (que també es correspon amb l'ordre de magnitud de les màximes regressions registrades a la zona). Les zones que presenten una amplada de la platja superior a aquest valor es mostren ombrejades de color verd a la figura 71.

Al nord de la cel·la, a Montgat, l'única part amb un nivell de seguretat adequat a un temporal d'aquesta magnitud se circumscriu a la zona just a llevant de l'espigó i la major part del tram és susceptible al fet que l'onatge sigui capaç de superar la capacitat de protecció de la platja i d'actuar directament sobre l'extradós. En aquest cas, tenint en compte l'estretor actual de la platja, suposaria l'impacte directe sobre l'escullera de protecció de la via del tren. A Badalona,

la major part de la platja a llevant del port excedeix l'amplada mínima. Les zones crítiques identificades se situen a l'extrem nord de la platja de la Barca Maria i a les zones on la platja seca ha estat ocupada per construccions (Banys, Club Nàutic Bétulo, piscina municipal i Club Natació Badalona) (vegeu la figura 37). Finalment, el litoral de Sant Adrià de Besòs es caracteritza per tenir platges amb una amplada superior a l'òptima des del punt de vista de la protecció.

8. CONCLUSIONS I PROPOSTES INICIALS DE SOLUCIONS

8.1. Conclusions sobre l'estat de les platges

8.1.1. Platges de Montgat

En estat crític: s'han perdut el 70 % de les platges del municipi

Montgat és el municipi metropolità que es troba en una situació més crítica en relació amb les seves platges. Dels seus 1.800 m de platges, quasi el 70 %, en longitud i superfície, han desaparegut. Sense unes mesures contundents que en possibilitin la consolidació, a banda de volums importants d'aportació de sorres, sembla molt difícil que es recuperin. Les aportacions puntuals de sorra que s'han fet aquests darrers anys a la part nord, provinents del dragat de la bocana del port del Masnou i de la zona de llevant, un cop abocades, només han durat unes quantes setmanes. Tan sols en volum de platja seca es van perdre 74.700 m³ entre els anys 2013 i 2017¹ i són les platges que perden sorra a un ritme anual més alt (-2 m/any). Una de les característiques d'aquest tram és que, inicialment, les taxes d'erosió més elevades es localitzaven just aigües avall del port del Masnou, però, a mesura que ha passat el temps, s'han anat desplaçant cap al sud. Les platges de Monsolí, dels Toldos i de Can Tano han desaparegut completament.

De tota la franja costanera del municipi, només la part de la platja que està recolzada sobre l'espigó de Montgat presenta un cert grau d'estabilitat.

D'aquestes platges perdudes, les compreses entre el límit nord del municipi i l'àmbit de l'estació (900 m) servien de protecció natural de la línia de ferrocarrils de Rodalies del Maresme. En aquest tram és on es concentren les pèrdues més grans de sorra, amb 30.800 m³/any, aproximadament. La seva desaparició ha deixat en una situació precària aquesta infraestructura important i el seu servei es pot veure afectat per futurs temporals. Les actuacions que es duguin a terme per protegir-la s'hauran de coordinar i combinar amb les solucions d'estabilització que es puguin plantejar a les platges.

La platja de les Roques, de 250 m, a ponent del turó de Montgat, també s'ha perdut. L'afecció dels darrers temporals ha provocat la marxa quasi total de sorra, així com afeccions a

¹ Segons l'informe següent: AMB. (2019). *Informe sobre els moviments de sorra de les platges de l'àrea metropolitana de Barcelona des del 2012 fins al 2017*.

infraestructures que han comportat el tancament del passeig marítim en aquest punt. Actualment, fins i tot el seu accés està impracticable.

De manera sintetitzada, els punts més crítics de les platges de Montgat són els següents:

- Desaparició completa de 1.150 m de platges a la zona nord del municipi (platges de Can Tano, Monsolís i dels Toldos), adjacents a la via del tren, que necessiten una actuació infraestructural i d'aportació de sorres molt important per recuperar-se.
- Afectacions a l'escullera que suporta el ferrocarril de la línia R2-Sud en aquesta zona i al passeig marítim, que s'ha hagut de tancar, davant l'estació de Montgat Nord.
- Pèrdua de la platja de les Roques, al sud del turó de Montgat, amb afeccions a serveis i al passeig marítim. Actualment, la platja està tancada a l'ús públic a l'espera d'intervenció.

8.1.2. Platges de Badalona

Algunes amb capacitat de recuperació, però molt fràgils davant d'episodis de temporals. Presenten zones crítiques per ocupacions de la zona de domini públic i trams per recuperar.

Totes les platges del municipi han patit pèrdues importants de sorra els últims anys, agreujades per l'efecte dels darrers temporals. A banda de la reducció en la superfície de platja seca, s'ha detectat un rebaix generalitzat del nivell de sorra, fet que ha deixat al descobert antigues fonamentacions i elements del clavegueram. El col·lector de llevant es va trencar el 2017, al sud del port, per culpa de la desaparició de la platja de la Mora, i el 2018, el de la platja dels Pescadors, a causa de la pèrdua de sorra. La pèrdua progressiva de sorra ha deixat les platges en un estat molt vulnerable de cara a afrontar futurs temporals.

Segons les dades recollides en el vol LiDAR, entre els anys 2013 i 2017, la zona seca de les platges d'aquest municipi va perdre prop de 24.000 m³ de sorra, uns 6.000 m³/any. S'observa una evolució global positiva d'aquestes platges entre els anys 2004 i 2017. Ara bé, cal destacar que durant aquest període, tot i que es van registrar temporals destacables (2008 i 2010) en la primera part, entre els anys 2010 i 2017, van ser de poca intensitat, fet que va afavorir la recuperació de les platges. L'any 2017, com a conseqüència del temporal del febrer, va canviar aquesta tendència, que va situar aquestes platges al mateix nivell en què estaven l'any 2004, amb les amplades més baixes registrades des que es disposa de dades. Aquesta evolució general posa de manifest la seva capacitat de recuperació, però, també, la seva fragilitat davant d'episodis de certa intensitat.

Dins del municipi de Badalona es poden identificar dos comportaments diferenciats pel que fa a les platges, un per a les que es troben a ponent del port de Badalona i un altre per a les de llevant.

Comentari a banda mereix la cala Taps, al nord del municipi, amb la plataforma guanyada al mar. Aquesta platja, d'entre 20 i 30 m d'amplada i 150 m de longitud, ha desaparegut completament.

Les platges de llevant, entre el port de Badalona i la plataforma guanyada al mar, d'aproximadament 3.000 m de longitud, en general, són força estables, tot i que presenten variacions en amplada per l'efecte dels temporals d'uns 21 m de mitjana, que poden arribar fins als 47 m. El problema principal d'aquestes platges és l'ocupació de la zona de domini

públic marítim terrestre per part d'edificacions amb concessió (Donzella de la Costa, piscina municipal, Club Natació Badalona, Club Nàutic Bétulo, etc.). Així, els quatre punts en què es produeixen aquestes ocupacions esdevenen punts crítics, perquè l'amplada de la platja es redueix i passa d'uns 40 m de mitjana del tram fins a menys de 10 m en segons quines situacions. En un d'aquests punts, el problema s'agreuja, perquè un col·lector passa per davant seu i, per tant, és especialment vulnerable en cas de temporal, com es va posar de manifest quan es va trencar l'any 2018.

La zona més crítica d'aquest àmbit correspon a la platja de la Barca Maria, a la zona nord, just a ponent de la plataforma guanyada al mar, que és especialment sensible als efectes dels temporals, sobretot al seu extrem, on s'han recollit amplades de poc més de 15 m després dels darrers temporals i on s'observen taxes d'evolució amb valors lleugerament negatius (inferior a $-0,3 \text{ m/any}^2$). A la zona central del municipi augmenten aquestes taxes i es produeixen les regressions màximes a l'entorn del Club Natació Badalona (valors màxims propers a -1 m/any). La taxa de volum de pèrdues estimada d'aquest tram és de $4.100 \text{ m}^3/\text{any}$,³ i això ha fet que alguns temporals afectessin críticament les infraestructures de sanejament.

A la zona de ponent del port de Badalona s'estén la platja de la Mora (de 500 m), que també presenta un estat crític. Experimenta taxes de regressió màximes properes a -1 m/any a la línia de costa i de $2.900 \text{ m}^3/\text{any}$, que n'expliquen la desaparició total. L'any 2017, la desaparició de la platja i l'efecte dels temporals van provocar el trencament del col·lector metropolità de llevant. Al final del terme municipal, al límit amb Sant Adrià de Besòs, es localitza un tram de costa (de 340 m) en què les proteccions amb escullera d'aquest mateix col·lector ocupen tota la longitud i no hi ha marge per a l'acumulació de sorra. S'està pendent de la seva retirada, amb una nova alineació fora de la zona de domini públic, fet que permetrà recuperar aquest tram de costa per al seu ús públic amb condicions de total seguretat.

De manera sintetitzada, els punts més crítics de les platges de Badalona són els següents:

- Pèrdua de sorra al llarg de tot el municipi. Destaca, com a més important, la platja de la Mora, al sud del port, que ha desaparegut completament, i també la zona central (platges de l'Estació i de Patins de Vela) i la platja de la Barca Maria, al límit nord.
- Ocupacions per part d'edificacions de clubs de natació i de restaurants de la zona de domini públic marítim terrestre que redueixen més d'un 50 % l'amplada de la platja seca en aquests punts, un fet que deixa totalment desprotegides infraestructures de sanejament en cas de temporals i que impedeixen l'endarreriment i la recuperació natural de la línia de costa.

8.1.3. Platges de Sant Adrià de Besòs

Estables i amb acrecions a la zona sud del municipi. Pendants de recuperació a la zona nord.

Les platges del municipi de Sant Adrià de Besòs són les que presenten més estabilitat de tot el tram i, a la zona sud, fins i tot estan guanyant sorra. Per sobre del riu Besòs i fins al límit

² Segons l'estudi següent: Laboratori d'Enginyeria Marítima de la UPC. (2020). *Evolució costanera a la cel·la platja del Fòrum - port del Masnou*, per encàrrec de l'AMB.

³ Segons l'estudi següent: Laboratori d'Enginyeria Marítima de la UPC. (2020). *Evolució costanera a la cel·la platja del Fòrum - port del Masnou*, per encàrrec de l'AMB.

del terme municipal, la platja es pot considerar pràcticament estable, amb una regressió detectada a la línia de costa d'aproximadament 0,2 m/any.

Els 230 m de costa que limiten al nord amb el municipi de Badalona estan ocupats pel traçat del col·lector metropolità de llevant. La protecció d'aquesta infraestructura amb escullera impossibilita l'acumulació de sorra en aquesta franja, així com el seu ús per part de la ciutadania.

Per la seva banda, la platja del Fòrum és l'única platja de tota la cel·la que presenta acreció, amb taxes estimades d'acumulació anual de 8.400 m³/any en el període 2000-2019. Aquesta estabilitat li ve donada per la presència del port com a element de recolzament en l'àmbit de ponent i pel fet que és de les més encaixades de tot l'àmbit des del punt de vista infraestructural. Les aportacions naturals de sediment del riu Besòs també poden afavorir aquesta situació.

8.2. Propostes inicials de solució

Un cop s'ha analitzat la situació actual de les platges i se n'han identificat els problemes, es proposen un seguit d'intervencions per solucionar-los o mitigar-los. Les propostes i les valoracions que es fan són una primera aproximació i cal definir-les amb més detall, amb estudis i projectes més concrets que es puguin desenvolupar en un futur. Les mesures plantejades van en la línia d'aportar sorres a les platges per equilibrar les pèrdues actuals i combinar aquestes aportacions amb accions més estructurals, perquè aquests moviments de sediment es puguin minimitzar o perquè tinguin lloc amb menys freqüència. Sempre que sigui possible, s'han de prioritzar les accions basades en la natura. També cal estudiar, dins de les mesures estructurals, la possibilitat d'aplicar tipologies de solucions que minimitzin l'impacte en l'entorn durant la seva execució i, en cas que es facin proves pilot, pensar en solucions reversibles, com ho podria ser la utilització de geotèxtils omplerts de sorra.

El problema principal de les platges deriva de la manca de sediment. Els motius d'aquesta reducció estan relacionats amb l'efecte d'obstacles que dificulten la dinàmica litoral, com ara els ports o les plataformes guanyades al mar, i amb la reducció d'aportacions naturals provinents dels rius, conseqüència de la seva artificialització i també de la seva conca. En aquest sentit, de cara a estudis posteriors, es planteja quantificar aquestes aportacions i analitzar l'impacte que tenen sobre les platges.

Amb les dades de què es disposa en el moment d'elaborar aquest document, tot seguit, es plantegen unes propostes de solució que poden pal·liar els problemes i les tendències que s'han detectat.

8.2.1. Platges de Montgat

D'acord amb l'informe del CEDEX sobre l'*Estrategia de actuación en el Maresme*, el Ministeri proposa, entre el port del Masnou i el límit sud de la platja de Sant Joan, l'estabilització amb dos espigons en forma d'L i la divisió de la platja en tres cel·les, dues de 850 m i una tercera de 1.000 m. A banda dels espigons, es preveu l'aportació de 800.000 m³ de sorra per deixar les platges amb una amplada de 60 m. Aquesta actuació té associat un manteniment per reequilibrar sorres dins d'aquestes cel·les de manera periòdica.

En contraposició a aquesta proposta, mantenint la tipologia de solució, es planteja construir cinc espigons i compartimentar la platja actual en cel·les de 450 m. Inicialment, els espigons es plantegen amb una longitud de 250 m, semisubmergits als extrems. Es considera suficient mantenir una amplada de platja de 35 m. Cal incloure-hi una aportació inicial estimada de sorra de 600.000 m³ i una aportació de manteniment de 80.000 m³/any. El pressupost estimat d'aquestes mesures és de 3.500.000 € per construir espigons i 4.800.000 € per a l'aportació inicial de sorra. A més a més, cal preveure una partida anual de 640.000 € per a aportacions anuals de sorra.

A la platja de les Roques es planteja construir un espigó a la zona sud i una aportació de sorra per donar-li una amplada mínima que en possibiliti la nova obertura al públic de 46.000 m³. El pressupost estimat per al total d'aquesta actuació és de 850.000 €.

Finalment, s'ha de fer un replantejament de la declaració d'impacte ambiental del port de Masnou, atès que els transvasaments de sorra que preveu, bé no s'estan fent, bé no són suficients per contrarestar l'efecte barrera que produeix aquesta infraestructura al transport natural de sediments, tal com s'ha posat de manifest amb la desaparició de les platges aigües avall. En qualsevol cas, es podria buscar la manera que tinguessin un impacte local més positiu, plantejant, per exemple, l'abocament en zones concretes, com ara la platja de les Roques, on una aportació de sorres inicial permetria recuperar l'ús de la platja.

8.2.2. Platges de Badalona

Tal com s'ha comentat, un dels problemes importants de les platges de la zona nord del municipi és l'ocupació de la sorra per part de diferents equipaments (Donzella de la Costa, piscina municipal, Club Natació Badalona, Club Nàutic Bétulo, etc.), que redueix l'amplada de la platja de manera significativa en aquests punts. Es considera que no té sentit plantejar mesures per estabilitzar i protegir aquestes zones puntuals; el que s'ha de fer és pensar en la seva desafectació.

D'altra banda, aquestes platges es troben en un estat vulnerable, perquè el volum de sorra de la platja seca s'ha reduït gradualment. Per tal de millorar-ne la situació, es considera necessari fer-hi aportacions anuals de sorra d'acord amb les pèrdues identificades, al voltant dels 13.200 m³ de sorra per al seu manteniment.

El pressupost estimat per a aquestes aportacions anuals és de 106.000 €.

Dins d'aquest municipi també es planteja recuperar la platja de la Mora, a ponent del port de Badalona. A falta de definir amb detall una solució final, inicialment, es proposa la construcció d'un espigó de recolzament a la seva part sud i una aportació inicial de sorra de 102.000 m³. El pressupost estimat per a aquestes dues actuacions és d'1.795.000 €, dels quals 820.000 € corresponen a l'aportació de sorra.

8.2.3. Platges de Sant Adrià de Besòs

La principal problemàtica d'aquestes platges és el traçat actual del col·lector de llevant en alta existent. Abans de plantejar qualsevol mesura d'estabilització d'aquestes platges, primer cal modificar el traçat d'aquest col·lector. Deslliurat l'espai que ocupa, inicialment, es planteja construir un nou espigó i aportar sorra en aquest àmbit. Aquesta proposta s'ha de validar amb

un estudi detallat. Per construir l'espigó s'estima un pressupost inicial de 910.000 €, i per a l'aportació de sorra inicial, 840.000 €.

Al tram de costa situat davant de les antigues parcel·les industrials es planteja retirar tota l'escullera, construir-hi un nou espigó i aportar-hi 95.000 m³ de sorra. Els pressupostos estimats per a aquestes dues actuacions són de 2.650.000 € per a la part infraestructural i de 840.000 € per a la sorra.

Annex 1 Llistat casos seleccionats

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_8Y	0.68	9.43	95.0075	0.9	140
id_HN	0.05	3	191.009	1.1	42
id_KP	0.05	3	218.0096	1.3	282
id_89	1.85	6.1	90.0019	7.3	72
id_AG	2.16	8.33	107.009	6.9	56
id_A6	2.81	8.26	106.0026	5.6	87
id_BI	0.61	6.37	120.0067	1	343
id_NO	0.23	6.9	262.0017	3.4	195
id_EQ	1.02	8.4	157.0067	1.4	163
id_C6	0.86	8.47	128.0032	2	33
id_B8	0.12	4.76	117.0009	3.1	196
id_D5	0.51	5.85	139.0072	4.7	196
id_7O	0.66	6.1	85.0056	2.3	217
id_B3	1.05	6.9	115.0077	3.2	120
id_GW	0.96	6.67	185.0002	1.6	35
id_CX	0.92	7.69	135.0081	5.6	287
id_K4	1.14	9.09	212.0059	7.1	288
id_JD	1.52	5.38	206.0058	8.1	241
id_C7	1.84	6.99	128.0032	6.9	244
id_OM	0.5	4.55	283.0009	3.1	303
id_57	0.07	8.2	68.0074	2.4	66
id_H5	0.91	8.85	186.0085	4.6	253
id_FR	0.3	10.31	171.0034	0.6	270
id_IE	0.82	9.43	197.0059	1.5	8
id_JN	0.35	5.38	208.0064	2.8	232
id_54	0.69	7.87	68.0048	2.8	309
id_R4	0.16	3.64	345.0045	1.1	217
id_HO	2.3	6.58	192.0009	7.6	203
id_2E	0.62	8	46.0044	4.1	295
id_F0	1.35	4.85	162.0077	3	214
id_6O	2.13	8	78.0093	7.5	58
id_ER	0.34	10.99	158.0016	2.5	310
id_HA	0.25	11.11	187.009	4.3	215
id_K1	0.34	11.11	212.0017	4.7	224
id_9N	0.48	5.99	101.0021	1.1	190
id_9B	0.12	4.98	98.0083	0.7	165
id_98	0.07	3	97.0033	1.6	255
id_AR	0.05	3	111.0068	1.9	266
id_O7	0.51	5.35	272.0012	5.8	356
id_R7	0.42	6.94	347.0034	1.6	125
id_DA	1.02	10.1	141.0037	4	334
id_EA	0.97	9.26	152.0075	6.1	293
id_82	0.12	4.46	88.0078	1.8	360

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)	W (m/s)	Dir W (°)
id_E5	1.18	4.98	151.0016	5.5	69
id_HH	0.3	3.65	190.0066	5.4	212
id_75	1.72	6.71	81.0087	2.1	337
id_F2	0.9	7.58	163.0006	1.5	233
id_GA	0.05	7.69	177.002	1	246
id_BS	1.53	5.46	123.0084	5.1	109
id_LC	0.19	4.76	228.0011	0.9	84
id_3Q	0.11	5.24	57.008	1.7	310
id_Q7	0.28	5.85	321.0091	2.1	223
id_0G	0.27	5.81	11.0093	2.2	219
id_OP	0.21	3.77	18.0053	2.5	241
id_68	1.09	8.06	74.0069	2.1	68
id_6R	0.09	7.69	79.0013	1.9	291
id_8O	0.05	7.46	94.0021	0.8	270
id_IK	0.79	10.2	199.004	4.8	235
id_F6	0.37	5.65	164.0006	1	330
id_GG	1.35	8.7	179.0029	5	175
id_HB	0.61	6.29	188.0028	2.1	28
id_L4	1.12	9.09	224.0056	8	284
id_B1	1.44	8.06	115.0056	2.8	63
id_9K	1.59	6.45	100.0078	2.4	30
id_DB	0.11	5.05	141.0075	0.8	15
id_E4	0.05	6.58	150.01	3.4	180
id_7P	0.37	8.93	85.0059	4.6	200
id_4S	0.35	5.92	64.008	0.8	255
id_A4	0.39	7.14	106.0008	2.1	141
id_AX	0.42	5.78	113.0097	1.2	335
id_AN	0.42	9.17	109.01	2	339
id_D0	2.03	6.62	137.0039	5.1	179
id_OD	0.39	6.85	275.0052	1.4	278
id_LO	0.3	6.8	231.0049	1.9	222
id_L3	0.44	3.65	224.0047	3.4	254
id_AV	2.61	6.54	113.0053	9.3	84
id_AK	3.06	7.14	108.0073	10.4	92
id_A0	3.44	7.69	105.0009	9	101
id_G7	0.14	8.7	176.0056	0.9	126
id_EI	0.12	8.77	155.0061	0.3	72
id_9O	0.16	8.55	101.0037	1	270
id_HE	1.36	7.52	189.0085	5.2	287
id_EH	1.03	4.33	155.0054	2.5	162
id_DI	1.28	8.06	143.0055	2.5	323
id_6G	1.72	8.26	77.0011	5	64
id_CI	1.67	7.75	130.0099	4.3	253



id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_GV	0.92	11.11	184.0098	2.8	300
id_LX	1.05	6.25	235.0064	8.1	286
id_B9	1.16	8.77	118.0045	2	323
id_H2	0.19	5.15	185.01	3.6	189
id_BY	1.19	9.9	126.0012	5.4	49
id_F5	0.68	3	163.0098	5.9	203
id_RQ	0.8	5.88	357.007	5.4	295
id_9Q	0.98	3.94	102.0011	5.2	86
id_CS	0.59	4.29	133.0065	0.8	180
id_7F	0.18	3	84.0008	2.7	289
id_J8	0.42	9.09	205.0034	5	226
id_C1	0.65	3	127.0051	3.2	107
id_HK	3.37	7.81	191.0053	12.5	203
id_HL	3.68	8.55	191.0058	10.9	213
id_FQ	1.14	9.09	170.0039	3.6	301
id_GU	1.05	9.71	184.0011	3.5	297
id_MH	0.51	7.14	244.0048	2.2	327
id_CO	1.78	5.68	132.0043	5.6	133
id_E2	2.11	6.41	149.0076	7.1	197
id_DS	1.67	6.54	146.0075	1.4	112
id_85	3.89	9.9	89.0004	4.5	137
id_9G	2.84	9.17	99.0076	2.9	76
id_CM	1.1	9.17	132.0002	2.7	57
id_DE	1.01	8.7	142.0021	1.6	141
id_F7	1.73	5.32	164.0034	10.1	173
id_CL	0.05	8.13	131.007	0.5	159
id_DZ	0.05	7.81	148.0059	2.2	275
id_EM	0.05	10.2	156.0004	3.5	244
id_HF	0.07	10.2	190.0042	3.9	237
id_6A	0.6	9.71	75.0029	2.3	67
id_CD	0.42	10.42	130.0005	2.8	166
id_7Q	0.3	9.9	85.0076	1.3	82
id_BH	2.66	7.94	120.0055	7.2	88
id_BO	2.3	8.93	122.0066	3.8	52
id_AJ	1.05	5.05	108.0068	0.7	360
id_EE	0.59	5.81	153.0093	1.4	252
id_A9	1.33	6.99	106.0068	2.8	56
id_5Y	0.09	3.48	73.0051	0.9	327
id_BK	0.59	8.93	121.0028	0.4	206
id_E7	0.55	8.47	152.0005	0.6	142
id_C2	0.6	7.75	127.007	3.4	143
id_78	3.44	10.31	82.0044	5.1	56
id_74	2.51	9.62	81.0027	2.9	350

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_6Z	2.11	9.26	80.0079	1.4	216
id_FU	0.19	11.24	173.005	0.7	261
id_51	1.27	5.78	67.0083	5.7	50
id_BR	1.3	6.45	123.0079	3.1	76
id_KO	1.35	8.55	218.0087	8.7	286
id_LR	0.82	7.87	233.001	5.8	284
id_LE	0.77	8.62	228.0038	4.6	290
id_9E	0.59	3	99.0017	1.7	300
id_FP	1.99	7.04	170.0013	1.3	162
id_FB	0.11	6.21	166.0019	0.9	27
id_39	0.14	6.76	54.0012	3.4	273
id_IN	1.94	6.45	200.0029	6.4	233
id_IZ	0.09	6.76	203.0065	1.4	257
id_9L	0.41	7.87	100.0089	1.3	221
id_1L	0.21	5.62	34.0058	1.4	338
id_FS	0.07	3.91	171.0099	3.2	275
id_2H	0.79	6.67	46.0076	5	346
id_H9	0.09	6.9	187.0068	3.6	276
id_BG	0.14	6.54	120.0037	0.9	19
id_M1	0.76	5.08	237.0089	6.4	272
id_AT	0.99	9.43	113.0029	4	169
id_K5	1.02	5.71	213.0007	6.4	255
id_7S	0.14	6.1	86.0008	3.5	153
id_EF	0.16	3	153.0096	0.8	345
id_D4	0.87	3	139.0046	4.2	137
id_HY	2.2	8.13	195.0021	4.2	283
id_GC	0.37	6.94	177.0092	1.8	270
id_HG	1.06	5.59	190.0047	3.6	206
id_HD	2.9	7.41	189.001	10.6	195
id_AH	3.28	8.55	107.0094	7.4	134
id_BP	2.06	7.75	122.0068	0.6	129
id_B2	0.92	7.87	115.0068	2.1	284
id_E9	1.22	7.52	152.0069	2.2	154
id_EL	0.18	5.32	155.0076	2	275
id_HP	0.18	7.63	192.0015	2.2	254
id_3M	0.12	4.33	56.005	2.3	44
id_IT	0.12	3.65	202.0025	0.8	67
id_65	1.22	6.8	74.004	5.8	35
id_M3	0.12	3.72	238.0081	0.8	130
id_GR	0.44	9.26	183.0026	2.8	230
id_K0	0.5	4.35	212.001	5	323
id_JK	0.39	3	208.0006	4	249
id_4W	0.41	5.15	66.0056	2.3	298



id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_BF	2.41	7.25	119.0064	6	82
id_A3	2.02	6.06	106.0005	9.1	62
id_IC	1	7.04	197.0044	5.3	271
id_BJ	0.75	4.27	120.0072	2.9	76
id_5R	0.64	6.29	72.0029	2.6	156
id_DO	0.81	5.21	144.009	5.7	200
id_9X	0.39	10	103.0094	2.6	240
id_JV	0.81	7.09	210.0098	2.3	325
id_AW	0.61	3.29	113.0068	3.8	133
id_IR	1.26	8.93	201.0033	2.3	252
id_BV	2	6.17	124.008	5.8	106
id_9Z	2.26	6.99	104.0064	7.2	69
id_B0	2.98	9.01	115.002	7.4	87
id_ET	1.57	7.19	159.0055	4.2	206
id_05	0.59	6.62	4.0082	5.4	276
id_L2	0.39	10.31	223.0026	4.1	284
id_LA	0.69	7.14	227.0011	6.1	275
id_F9	1.49	6.13	164.0065	4.7	214
id_7U	2.81	8.7	86.0053	8.2	105
id_9W	3.75	8.26	103.0034	10.3	111
id_AP	4.17	8.47	111.0011	10.9	100
id_7X	1.08	7.69	87.0064	3.2	326
id_J6	0.98	7.87	204.0093	5.1	303
id_5O	1.69	7.46	71.0074	8.9	26
id_FD	0.6	6.99	166.007	2.3	322
id_L5	1.18	5.81	224.0076	8.8	278
id_I4	1.78	5.75	195.0071	9.6	224
id_I1	2.91	8.4	195.0046	7.5	227
id_I8	0.5	5.08	196.007	1.7	241
id_7J	0.55	7.69	84.0084	0.9	319
id_AC	0.69	4.44	107.0032	2.7	243
id_CF	0.98	7.04	130.0013	2.8	155
id_7D	0.18	6.99	83.0017	1.3	82
id_H0	0.12	4.33	185.0075	1.5	191
id_BD	0.77	5.43	119.0033	3.3	110
id_HW	0.05	5.88	194.0034	0.8	24
id_7A	2.91	10.2	82.0053	9.1	13
id_6X	1.85	10.1	80.006	3.1	290
id_6K	1.44	10.42	78.0024	2.5	291
id_MM	0.05	3	247.0006	0.9	70
id_PE	0.05	3	302.0032	0.7	106
id_1M	0.05	6.85	35.0003	0.6	162
id_48	0.07	3	61.0016	1	299

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_AE	0.05	6.25	107.0043	2.2	58
id_8W	2.99	7.19	95.0047	10.9	76
id_8K	3.45	7.87	93.0072	10.4	78
id_RJ	0.27	4.2	354.003	1.4	257
id_76	1.6	9.01	82.0022	5.1	38
id_CW	1.41	6.13	134.0082	3.4	252
id_E6	1.14	5.78	151.0052	5.8	208
id_9Y	1.31	4.42	104.0016	7.6	87
id_8U	2.51	7.09	94.0074	8	71
id_AD	2.5	9.09	107.0037	4.8	76
id_72	1.44	7.75	81.002	3.6	285
id_HJ	1.36	9.26	191.0003	4	209
id_D2	0.61	8.4	138.0004	2.5	229
id_FA	0.25	3.22	165.0078	3.7	163
id_97	3.71	9.17	97.0026	10.5	50
id_D3	2.07	7.75	138.0018	2.8	180
id_FI	2.15	7.87	167.008	1.1	228
id_GO	2.13	7.87	181.0009	1.3	341
id_IL	0.69	8.55	199.0042	4.4	211
id_I2	0.55	3	195.0051	0.8	141
id_LJ	0.39	9.26	229.0031	3.1	286
id_IF	0.53	4.17	197.0079	4.7	199
id_II	0.18	8.4	199.0005	4.6	206
id_EX	0.19	7.35	162.0029	1.2	221
id_C9	0.14	7.09	129.0017	0.8	61
id_8Q	0.93	4.76	94.0027	4	85
id_4T	1.14	7.46	65.0015	5.2	34
id_GS	0.55	8.26	183.0032	1.7	241
id_DR	0.16	5.81	146.0036	1.1	165
id_IO	2.51	7.52	195.0043	8.9	231
id_IQ	1.59	7.04	201.0025	6	262
id_QD	0.67	9.26	325.0065	3.5	316
id_MT	0.41	4.72	250.0062	3.6	320
id_83	1.28	6.45	88.0088	3.5	112
id_BZ	1.23	8	127.0015	2.1	205
id_KK	0.55	9.17	218.0014	4.1	79
id_B7	2.03	6.85	116.0071	6.6	78
id_7Y	2.24	6.54	87.0074	8.1	71
id_8S	3.45	8.62	94.0039	10.1	49
id_93	2.6	8.47	96.0092	3.7	63
id_D6	0.59	6.8	139.0088	3.1	102
id_DX	1.21	6.76	147.0026	2.6	150
id_D1	0.09	6.33	137.0057	1.1	201

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_CB	0.46	5.03	129.0044	0.9	64
id_CR	1.06	5.08	133.0026	3.7	197
id_GL	0.07	5.99	180.0048	0.6	135
id_FH	0.25	4.81	167.0039	1.5	106
id_77	4.16	9.35	82.0029	15.8	56
id_8I	4.75	9.52	93.0034	13.2	62
id_HX	3.23	9.17	194.007	5.9	241
id_I3	2.65	9.17	195.0056	3.9	232
id_K8	0.68	8.33	214.0049	4.1	247
id_FC	0.42	8.4	166.0043	2.8	40
id_E1	1.85	5.81	149.0074	4.3	170
id_7V	0.35	10.64	87.0007	1.5	266
id_9P	0.37	11.11	101.0042	2.1	309
id_BW	0.62	9.71	125.0063	3.7	279
id_DU	0.3	9.43	147.0006	1.1	106
id_FK	0.32	9.35	168.0011	1.1	135
id_L0	0.62	4.72	223.0007	1.8	10
id_9T	1.62	5.1	103.0009	8.6	76
id_87	3.24	9.17	89.0072	7.3	112
id_8F	2.42	9.09	92.0068	1.1	143
id_9R	1.46	7.69	102.0024	6.6	64
id_8E	3	8.06	92.0035	9.5	54
id_R3	0.12	5.56	344.0033	1.8	273
id_AS	0.55	8.33	112.0009	3	313
id_FF	0.73	10	167.0004	1.1	280
id_GT	0.73	10.31	183.0082	1.3	247
id_JC	1.24	10.1	205.0091	6.3	288
id_JZ	1.3	10.87	211.0086	7.4	273
id_JU	0.37	7.58	210.0053	3.6	187
id_8G	1.82	8.2	93.0011	1	253
id_6W	1.03	4.95	80.0045	2.8	43
id_5L	0.27	6.71	71.0038	1.2	279
id_G8	1.75	5.75	176.0059	6.2	227
id_0V	0.41	7.69	21.0015	3.3	307
id_NS	0.35	8.06	263.0009	3.4	287
id_I9	0.42	10.53	196.0085	0.8	219
id_DQ	0.51	10.2	146.0018	1.2	150
id_HM	0.53	9.9	191.0075	4.1	306
id_J3	0.41	10	204.0024	5.4	280
id_MC	0.5	10.1	241.0043	5.9	273
id_DL	0.09	3.91	144.0023	0.5	306
id_CU	0.05	3	134.003	0.3	251
id_2C	0.3	6.1	45.0018	2	296

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_IV	0.09	4.69	202.0093	0.4	255
id_KF	0.14	3.89	216.0025	3.3	234
id_N8	0.23	5.68	256.0062	3	67
id_80	0.05	8.4	88.0053	0.9	123
id_6D	0.05	4.52	76.0001	0.9	7
id_9S	2.63	7.52	103.0006	7	71
id_7B	1.92	7.41	82.0079	6.2	49
id_FT	0.8	8.55	173.0013	3.5	297
id_Q4	0.6	6.76	318.0082	5.6	307
id_PZ	0.63	4.85	316.0075	7.3	341
id_IP	1.12	4.81	201.0015	3.1	253
id_QJ	0.39	6.99	331.0002	5.1	293
id_8L	2.33	7.81	93.0096	6.1	68
id_2F	1.02	9.26	46.0068	7.9	344
id_DD	1	4.52	141.0082	3.6	115
id_BQ	0.07	5.75	123.0066	1.5	16
id_B5	0.19	7.87	115.0095	1.6	255
id_G6	0.07	3	176.0051	0.4	34
id_C0	1.1	4.44	127.0024	2.5	69
id_11	0.3	6.71	23.0095	3.9	2
id_OR	0.32	7.19	286.0038	5.1	287
id_6C	0.07	5.29	75.0068	4	196
id_BA	1.42	4.55	118.0048	5.7	135
id_AZ	1.17	5.95	114.0069	1.7	108
id_KQ	0.14	5.75	219.0003	2.3	252
id_6Q	2.65	7.94	79.0012	10.3	55
id_7C	3.35	8.33	82.0083	10.6	73
id_7W	2.24	8.47	87.0021	2.2	280
id_PR	0.55	9.13	308.0063	3.66	295
id_2T	0.69	4.23	50.0062	4.57	15
id_1R	1.63	12.61	37.0023	7.24	308
id_MX	0.74	8.21	252.0006	1.41	18
id_3A	1.91	10.91	54.0012	9.41	33
id_81	1.61	5.39	88.0064	9.38	58
id_AB	1.58	8.68	107.0009	6.18	35
id_LQ	0.28	3	232.0089	3.2	258
id_7L	0.85	6.95	85.0019	4.92	213
id_1Z	0.74	3.64	40.0042	4.07	358
id_RE	0.96	3	350.0065	6.19	349
id_IH	0.53	7.2	198.001	3.92	352
id_2J	0.34	3.31	47.0007	1.36	199
id_25	1.72	5.66	43.0037	11.81	25
id_4U	1.43	8.3	65.0016	7.04	36

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_LY	0.86	4.33	235.0092	6.8	257
id_4J	2.48	8.47	63.0045	12.48	39
id_5W	2.24	10.29	73.0014	7.22	22
id_AA	0.48	5.12	106.0079	3.27	224
id_MF	0.51	4.05	242.0055	3.46	288
id_MV	1.79	5.54	251.0076	13.43	278
id_N1	1.74	6.67	254.0034	12.64	281
id_NE	1.47	6.08	258.0009	11.08	287
id_NJ	1.46	5.06	260.0017	11.08	287
id_3P	0.55	3.65	57.0053	3.9	86
id_1U	0.99	7.44	38.0008	5.4	301
id_Q0	0.74	3.66	316.0086	4.9	297
id_P5	0.61	5.11	293.009	1.74	223
id_MU	0.77	3.7	251.0033	6.53	279
id_Q3	1.24	6.58	317.0087	7.69	310
id_29	2.04	8.02	44.0027	11.34	243
id_2O	2.62	8.5	48.0035	13.52	20
id_2M	2.68	9.26	48.0022	13.52	20
id_2X	2.46	10.19	51.0089	11.36	19
id_2L	2.29	5.95	48.002	13.98	28
id_O6	1.47	5.09	272.001	10.88	302
id_OI	1.76	4.26	279.0071	12.48	303
id_PA	1.73	4.25	297.0073	12.18	313
id_PX	1.56	4.19	315.0012	12.05	319
id_QP	1.21	4.91	333.0078	9.78	323
id_QU	1	5.7	336.0015	7.67	323
id_6B	2.27	7.06	75.0053	12.72	41
id_A1	0.89	5.75	105.0045	4.66	61
id_OA	0.74	3.73	274.0021	6.87	315
id_NV	0.62	4.51	265.0077	3.2	236
id_OL	0.78	5.73	282.0087	5.14	320
id_PF	0.87	3.9	303.0013	6.66	319
id_QM	0.77	6.24	331.0071	4.83	245
id_3H	1.8	5.82	55.0074	10.47	43
id_3L	1.81	8.82	56.0047	7.66	41
id_2Y	1.91	10.17	52.0001	9.51	27
id_3D	2.25	8.76	54.004	11.17	35
id_38	2.38	7.93	53.0055	12.34	33
id_MO	1.01	4.4	247.0096	8.8	277
id_M4	0.41	5.55	239.0054	2.1	253
id_OY	1.36	5.82	288.01	10.04	294
id_OC	0.98	9.1	274.0053	4.3	273
id_MY	1.05	6.19	253.0054	7.72	284

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_8T	2.21	5.7	94.0065	13.81	86
id_33	1.43	9.16	52.0066	6.88	32
id_NG	0.66	5.28	259.0001	3.04	346
id_MA	0.51	8.24	240.0097	2.57	118
id_L9	0.44	7.79	226.0019	2.57	118
id_PV	0.6	5.73	313.0014	4.06	309
id_N4	0.35	3.92	255.0058	1.2	69
id_NF	1.09	4.62	258.003	8.05	295
id_PJ	1.42	4.76	303.0099	11.07	315
id_09	1.26	4.99	7.0074	9.01	338
id_0X	1.47	6.42	21.0093	10.02	340
id_0W	1.58	5.54	21.0057	11.04	342
id_0U	1.7	4.67	20.0098	12.06	344
id_12	1.81	7.01	24.0045	12.06	344
id_15	1.88	8.19	26.0035	12.06	344
id_1C	1.88	10.07	29	11.29	343
id_1O	1.99	11.26	35.0056	11.26	229
id_21	2.14	9.34	41.0011	12.43	5
id_28	2.32	7.28	44.0004	13.41	9
id_4V	1.07	4.64	65.0044	6.52	58
id_88	1.12	9.09	89.0091	5.14	203
id_HT	1.17	10.48	192.0095	1.66	273
id_IW	1.43	8.25	203.0019	1.12	25
id_BE	1.57	7.11	119.005	4.78	76
id_KS	1.06	7.89	220.0003	4.68	238
id_D8	1.64	8.79	140.0083	6.69	225
id_3F	0.68	6.13	55.0037	2.87	162
id_GZ	0.71	5.14	185.0069	3.84	347
id_4Z	0.59	3.22	67.0055	3.66	91
id_KR	0.51	3	219.0077	4.09	219
id_4A	0.66	4.59	61.006	2.52	272
id_6P	1.02	3	78.0096	8.54	32
id_34	1.62	7.88	53.0008	7.39	19
id_LU	1.63	5.14	233.0091	12.09	246
id_IS	1.84	8.64	201.0053	5.69	239
id_GJ	2.88	8.88	180.0006	7.06	236
id_GI	2.37	8.62	179.0077	8.19	229
id_OT	0.78	3.71	287.0043	6.14	309
id_NP	1.06	5.71	262.0019	8.33	303
id_OI	0.83	7.49	13.0082	3.42	332
id_2B	1.49	7.25	44.0058	9.68	356
id_8C	1.64	10.06	91.0033	8.04	276
id_GX	1.71	8.16	185.0042	7.17	245

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_IX	2.1	9.85	203.0039	7.73	277
id_KA	1.45	7.86	214.0074	6.92	294
id_1K	1.22	4.36	34.0008	8.79	5
id_RC	0.82	4.89	350.0027	5.7	302
id_LN	0.67	6.27	230.0031	3.56	343
id_QF	0.77	5.35	325.0099	4.25	309
id_Q5	0.74	8.67	318.0091	4.82	295
id_2U	1.28	5.29	50.0064	8.32	28
id_5U	4.47	10.89	72.0096	17.16	72
id_2P	1.23	4.45	49.0018	9.71	31
id_OP	0.51	6.35	285.006	3.22	323
id_RH	0.63	10.05	353.0042	3.43	316
id_OF	0.61	9.98	278.005	3.3	286
id_NB	0.61	9.88	257.0072	3.3	286
id_KU	2.27	7.95	221.0014	13.7	261
id_LG	1.39	6.86	228.0062	8.18	289
id_NO	1.28	9.46	254.0031	8.48	300
id_R0	0.91	6.64	342.0052	4.6	290
id_JY	1.25	6.8	211.0073	7.11	253
id_N2	1.36	8.19	254.0053	8.07	306
id_P4	1.18	3.43	293.0082	8.45	315
id_M0	1.19	5.45	236.0086	8.38	282
id_RO	0.77	3.74	355.0073	3.98	315
id_4L	0.83	6.68	63.0065	2.24	313
id_3Y	1.15	3.84	59.0067	7.22	53
id_ML	1.47	4.84	246.0086	9.72	280
id_N6	1.48	7.49	256.0055	9.81	297
id_O5	1.46	8.81	271.0074	8.06	311
id_P7	1.48	8.81	296	8.06	311
id_QH	1.5	8.81	328.0068	8.06	311
id_0B	1.46	9.53	8.0094	6.8	302
id_JR	1.45	4.55	209.0087	9.06	237
id_2N	1.3	6.31	48.0022	6.57	22
id_46	2.34	5.17	60.004	14.82	45
id_31	1.95	6.81	52.0048	11.44	33
id_LZ	1.11	3.65	236.008	8.48	253
id_26	0.85	5.72	43.004	4.8	338
id_69	1.48	4.86	74.0077	10.31	59
id_6F	1.02	6.08	77.0005	6.61	85
id_7M	0.89	8.35	85.0023	4.56	188
id_CH	0.9	5.98	130.0077	3.56	229
id_3S	0.72	5.33	58.0042	2.85	160
id_40	1.22	9.71	59.0082	4.69	56

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)	W (m/s)	Dir W (°)
id_H4	1.48	5.51	186.0042	9.05	178
id_I5	1.77	7.71	196.0023	6.16	261
id_GF	1.89	9.08	178.0079	6.7	306
id_O4	1.45	4.08	271.0072	11.25	294
id_PH	1.42	3.8	303.0019	10.2	323
id_K3	1.88	6.71	212.0042	10.37	242
id_OG	1.36	6.44	278.0095	9.97	305
id_OH	0.93	4.35	278.0096	5.89	301
id_PP	0.76	6.74	307.0015	3.41	297
id_9A	0.88	7.72	98.007	1.09	328
id_PY	1.04	4.48	315.0019	6.92	259
id_3J	2.77	7.69	56.0008	15.1	33
id_3N	3.44	8.66	57.002	17.16	34
id_3W	3.94	9.77	59.0049	18.37	38
id_56	3.55	10.21	68.0054	14.58	33
id_5J	3.12	10.3	71.0011	11.33	20
id_JA	2.4	8.63	205.0054	11.3	245
id_KI	2.57	8.6	217.0076	15.26	272
id_LL	2.79	8.97	229.0049	16.7	280
id_M6	2.85	9.66	239.0074	17.43	284
id_LK	2.09	9.51	229.0043	10.89	274
id_2Z	1.71	4.59	52.0017	12.14	39
id_3G	2.7	5.68	55.0055	15.49	39
id_42	4.74	7.36	59.0098	22.21	40
id_3Z	4.78	8.51	59.007	22.21	40
id_3E	3.85	8.39	55.0026	19.48	39
id_3V	3.03	8.97	59.0041	12.52	21
id_P2	1.14	4.87	292.003	7.68	314
id_4K	0.48	7.22	63.0055	3.03	196
id_4H	2	7.89	62.0072	10.07	39
id_O4	1.38	7.42	4.0067	8.87	313
id_R8	1.66	5.81	347.0049	11.39	316
id_QL	1.89	4.48	331.005	13.92	319
id_R9	1.4	4.05	348.0058	10.85	329
id_PQ	1.08	5.84	307.0017	7.78	308
id_PN	1.13	7.15	305.0055	7.78	308
id_QK	1.09	7.1	331.0044	6.58	221
id_G1	1.56	7.33	174.0052	4.97	239
id_45	1.71	3.48	60.0018	15.1	38
id_4C	2.03	4.55	61.0074	15.1	38
id_C8	1.06	12.4	128.0085	7.58	260
id_EK	1.16	12.27	155.0075	7.58	260
id_L1	1.38	11.54	223.0016	7.96	265

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_5N	2.71	6.41	71.0069	16	51
id_2A	3.1	10.54	44.0038	14.51	323
id_36	3.51	11.04	53.0027	14.51	323
id_47	3.86	11.49	60.0052	15.36	17
id_4P	2.64	10.46	64.001	9.21	12
id_GQ	1.08	3.65	182.0026	6.52	204
id_1W	1.63	10.93	38.0095	7.39	283
id_FY	0.83	10.75	174.0018	4.73	85
id_GM	0.61	3.44	180.006	3.86	54
id_GH	1.11	8	179.004	4.22	149
id_5E	3.46	9.21	70.002	15.79	46
id_0S	1.23	4.46	20.0023	8.85	342
id_16	1.6	8.77	26.0042	10.6	347
id_90	0.51	4.41	96.0005	0.94	32
id_JB	2.54	12.74	205.0057	9.99	267
id_JJ	2.24	10.82	207.0085	8.61	273
id_K7	2.39	13.3	214.0018	12.11	270
id_KB	2.41	12.1	215.0042	12.11	270
id_KH	2.45	9.73	217.0034	12.11	270
id_P1	0.88	9.58	291.0012	6.19	292
id_0Z	0.78	5.32	23.0026	3.09	255
id_08	0.75	5.1	5.0063	3.43	272
id_4G	1.23	6.44	62.0023	7.11	337
id_MP	0.92	5.2	248.0068	6.83	280
id_P3	0.72	7.06	293.0002	3.07	344
id_PK	0.87	4.93	304.0005	6.08	280
id_H7	0.91	4.25	187.0011	5.69	189
id_8D	0.34	3.68	92.0002	1.22	160
id_23	1.49	9.84	41.0058	8.43	357
id_G9	1.13	12.88	176.0071	3.06	273
id_HI	1.05	12.51	190.0077	3.05	273
id_J1	1.02	12.18	203.0084	3.99	259
id_8M	1.84	7.24	93.0097	8.88	90
id_9D	1.26	9.54	99.0008	4.31	137
id_GB	0.44	4.19	177.0026	2.75	281
id_CV	0.98	3.85	134.0053	6.86	119
id_18	0.69	3.85	26.0061	3.63	182
id_BC	1.11	3.7	118.009	7.48	136
id_6H	1.57	5.97	77.003	8.37	66
id_EY	2.05	6.43	162.0046	8.89	195
id_FW	1.85	8.21	174.0004	4.23	228
id_AU	1.62	6.29	113.0041	7.94	110
id_5G	2.98	9.57	70.0053	13.33	43

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_LF	1.16	4.67	228.0044	9.1	256
id_NI	1.46	10.42	259.0074	11.54	301
id_NR	1.27	11.07	262.0064	10.19	297
id_OT	0.87	8.13	20.0096	3.74	293
id_1Y	0.92	8.25	39.0066	5.96	327
id_OO	1	3	17.0093	7.27	321
id_OA	0.76	4.1	8.0054	4.63	320
id_10	0.9	9.73	23.0059	3.67	298
id_QA	0.75	10.12	322.0063	4.19	318
id_4B	0.71	9.55	61.0061	4.53	314
id_FV	0.59	7.69	173.0075	1.29	192
id_1E	0.82	3	30.0071	5.16	54
id_NW	0.88	3.11	266.0064	5.61	271
id_KE	0.39	6.63	216.0024	5.08	222
id_PB	0.66	3	298.0092	4.11	356
id_R2	0.59	5.7	343.0015	2.82	7
id_63	1.86	5.32	74.0032	10.03	60
id_4X	1.87	10.82	66.0067	1.56	123
id_0Q	1.79	3.94	18.007	10.26	328
id_OR	1.67	11.36	19.0032	12.09	325
id_35	1.62	12.06	53.0024	3.18	32
id_30	0.7	10.64	57.0024	5.58	324
id_4Q	2.54	11.36	64.002	9.84	55
id_4I	1.57	6.93	62.0082	8.69	76
id_1F	0.8	10.81	30.0086	4.39	211
id_5A	1.57	9.42	69.0076	2.68	89
id_62	1.34	8.84	73.0093	3.37	338
id_CY	0.61	9.28	136.0019	1.45	49
id_C4	1.43	10.87	128.0014	8.56	183
id_EO	1.56	4.03	157.0044	10.9	163
id_7E	0.99	12.2	83.0018	3.21	195
id_8Z	0.88	11.49	95.0079	0.66	244
id_AI	0.7	11	108.0018	3.42	196
id_BN	0.7	10.92	122.0013	4.77	220
id_BL	0.19	3.57	121.0049	1.54	212
id_43	2.42	6.35	60.0006	15.79	50
id_5P	2.7	7.19	71.0077	13.5	54
id_FG	0.68	6.23	167.0022	3.36	155
id_KN	1.22	5.02	218.003	7.55	244
id_KG	0.92	11.34	217.0007	5.3	285
id_HR	1.85	12.41	192.0072	5.33	292
id_84	1.25	10.78	88.0094	4.51	176
id_QN	1.2	10.75	333.0064	3.81	327

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_8B	1.06	5.65	91.0028	4.88	106
id_H3	1.42	6.37	186.0035	2.47	171
id_9F	1.41	5.74	99.0043	9.97	53
id_LS	1.33	10.89	233.0025	10.01	297
id_MQ	1.45	10.92	249.0009	11.03	289
id_N7	1.53	4.05	256.0058	11.44	292
id_NA	1.08	8.72	257.006	7.42	284
id_AO	1.15	3	110.0013	7.08	171
id_DM	1.41	4.39	144.0029	11.59	121
id_J0	1.28	6.15	203.007	9.45	215
id_92	1.24	8.4	96.0063	2.97	359
id_DY	1.78	7.49	148.001	6.94	141
id_CZ	1.57	7.16	137.0011	7.86	54
id_CT	2.07	10.23	133.0089	10.77	332
id_9U	2.33	11.08	103.0011	10.15	322
id_61	2.44	11.99	73.0075	3.54	334
id_1B	1.61	11.8	28.0043	10.7	311
id_01	1.72	3.24	2.0055	10.63	308
id_QE	1.51	3.53	325.0096	10.14	296
id_QT	1.46	3.92	336.0011	9.81	330
id_0H	0.99	11.91	12.0039	6.29	314
id_06	1.15	3.2	4.0084	7.99	338
id_67	2.58	8.97	74.0065	8.94	338
id_8R	1.85	10.9	94.0035	7.46	276
id_AY	1.66	10.26	114.0021	7.69	267
id_DC	1.59	10.09	141.0082	7.91	268
id_GK	1.57	9.9	180.0043	8.51	266
id_JF	1.58	9.51	207.0018	9.32	265
id_KT	1.48	6.3	220.001	7.65	246
id_32	0.92	7.65	52.0054	5.39	276
id_P8	1.34	11.73	296.0077	9.16	309
id_QS	1.18	11.78	335.0091	4.83	320
id_20	0.99	11.73	40.0059	4.01	117
id_2V	0.9	11.26	51.0033	5.19	30
id_O9	0.7	6.37	272.0058	5.99	321
id_NT	1.22	6.76	265.0049	10.05	308
id_1D	1.2	9	29.0042	8.83	310
id_OF	1.36	8.57	11.0087	9.18	299
id_PG	0.96	9	303.0018	6.33	299
id_70	0.8	9.01	80.0094	3.18	53
id_JO	1.87	7.62	208.0068	9.99	231
id_KY	0.98	6.58	221.0078	5.95	290
id_OK	0.73	3	282.0026	5.57	320

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_03	0.46	7.69	3.0081	3.38	262
id_3B	0.91	3	54.0019	4.82	248
id_P9	0.63	6.37	297.0008	1.31	209
id_OD	0.87	9.78	9.0082	4.25	305
id_QW	0.5	4.27	337.0058	3.77	290
id_OC	0.91	8.64	9.007	7.51	300
id_MW	1	7.58	251.008	6.92	257
id_BT	1.61	9.62	123.0098	5.67	240
id_EJ	1.51	10.12	155.0068	2.46	103
id_HV	2.46	9.91	194.0023	3.19	19
id_ID	2.55	11.79	197.0044	4.65	312
id_IY	1.83	11.43	203.0039	9.44	298
id_M8	1.36	11.87	240.0065	8.88	300
id_NX	1.57	11.78	267.0066	9.07	311
id_M9	1.56	10	240.0073	10.96	296
id_OE	1.25	3.32	278.0048	10.2	293
id_GE	1.36	10.82	178.0062	4.6	160
id_GY	1.59	11.97	185.0049	0.82	295
id_I7	1.34	12.96	196.0065	7.13	315
id_OJ	1.51	10.4	279.0096	7.15	318
id_RA	1.47	10.42	349.0047	7.92	317
id_RG	0.74	8.28	352.0075	3.63	263
id_EU	0.6	9.15	159.0067	3.76	277
id_MB	1.01	9.13	241.0024	4.92	300
id_RM	1.86	8.98	354.009	9.96	297
id_OE	1.77	8.73	10.0016	11.49	296
id_Q6	1.61	8.3	320.0084	10.64	303
id_QG	1.24	10.06	328.0008	7.77	324
id_24	1.9	12.02	42.0029	8.5	335
id_37	1.46	11.06	53.0044	6.92	327
id_2G	1.06	10.58	46.0074	7.8	302
id_L7	0.71	5.5	225.0038	3.96	329
id_LM	1.32	8.21	230.0026	8.37	311
id_PT	1.09	8.25	310.0066	5.75	343
id_2D	1.42	8.53	45.0091	8.76	315
id_QZ	1.65	3.1	341.0094	8.69	312
id_PD	1.21	10.24	302.0026	7.77	288
id_OU	1.2	10.24	287.0046	7.59	296
id_NU	1.07	10.28	265.0074	3.51	312
id_7G	1.16	3.78	84.007	7.82	115
id_9J	2.72	10.04	100.0066	8.28	53
id_9I	2.77	10.99	100.0041	4.43	248
id_EP	1.63	8.57	157.0052	7	237

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_FM	1.45	8.18	169.0021	3.26	204
id_FJ	1.35	9.99	168.0003	3.3	210
id_KJ	1.6	7.17	217.0097	10.42	236
id_MG	1.33	6.29	244.0032	9.21	279
id_HQ	1.03	8.13	192.006	3.77	247
id_JP	0.96	4.29	209.008	5.89	238
id_GD	0.8	6.16	178.0051	6.74	208
id_AQ	2.28	10.33	111.005	6.76	40
id_9C	2.04	9.98	99.0004	8.61	46
id_3X	2.37	7.08	59.0049	12.16	48
id_DG	0.94	11.4	142.0065	5.04	187
id_OX	0.77	8.2	288.0089	2.35	243
id_NY	0.77	8.2	268.008	4.84	188
id_N5	0.77	6.81	256.0032	2.43	306
id_6J	0.51	4.74	77.0079	1.9	152
id_5M	0.5	8.61	71.0051	1.95	359
id_A2	0.84	8.81	105.0046	1.8	199
id_71	0.28	3.94	81.0018	3.16	209
id_G5	0.48	5.49	175.0092	2.52	118
id_G0	1.13	6.6	174.0041	6.58	242
id_5X	0.8	7.14	73.0024	2	296
id_8J	0.44	6.7	93.0056	0.88	241
id_5Z	1.35	3.7	73.0063	11.05	85
id_EV	1.07	6.58	161.0013	4.24	273
id_4R	1.43	10.45	64.0035	2.03	314
id_41	3.65	7.12	59.0096	20.98	42
id_4D	3.95	7.77	61.0076	19.58	42
id_13	1.2	7.62	26.0003	9.06	320
id_QR	0.99	3.41	335.0064	4.41	314
id_M2	1.64	7.32	238.0001	10.38	288
id_4Y	0.93	10.19	67.0013	5.18	86
id_0M	0.72	6.14	17.0019	4.84	310
id_2I	0.46	4.9	46.0078	5	82
id_49	2.67	9.74	61.0046	12.16	30
id_3U	3.15	10.77	59.0027	13.55	32
id_5F	1.53	11.75	70.0046	0.95	331
id_1S	0.77	10	37.0045	1.87	336
id_2Q	0.75	10	50.001	0.43	306
id_L6	2.15	8.86	224.0079	12.43	295
id_LT	1.7	11.84	233.0049	11.23	294
id_NL	1.83	8.95	261.0017	12.27	291
id_Q1	0.91	7.52	317.0005	4.77	326
id_JE	0.69	5.93	206.009	4.98	232

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_LD	1.51	8.87	228.0026	6.81	283
id_DV	0.62	4.45	147.0014	3.9	234
id_GP	1.39	4.81	181.0034	10.03	186
id_MS	1.07	13.95	250.0059	7.31	328
id_O1	1.19	13.43	270.0023	6.15	329
id_N9	0.65	9.15	257.0037	4.07	227
id_MJ	0.74	6.23	245.0017	6.64	80
id_7R	1.82	3.83	85.0078	8.81	14
id_30	1.19	7.02	52.0018	6.87	321
id_RK	1.1	6.78	354.0038	6.14	320
id_RL	0.73	11.73	354.0089	4.64	292
id_PM	0.75	11.81	304.0078	4.81	294
id_OW	0.73	11.8	288.006	4.38	293
id_NH	0.73	11.68	259.0073	3.09	236
id_JL	0.69	11.62	208.0045	3.38	236
id_J9	2.22	7.02	205.0037	12.16	211
id_H6	1.84	7	186.0096	7.99	225
id_KC	1.79	8.32	215.0046	12.63	301
id_MZ	1.43	11.64	253.0056	9.57	313
id_NC	1.34	12.5	257.0088	8.34	315
id_KX	1.46	3.9	221.0067	9.26	242
id_52	2.12	6.26	68.0023	12.65	42
id_LI	1.04	9.79	229.0018	6.71	269
id_IG	1.38	11.9	197.0093	5.4	189
id_NZ	2.06	4.32	269.0002	15.64	304
id_NM	1.73	8.21	261.0045	12.87	294
id_PC	1.22	7.77	299.0081	7.18	323
id_OS	1.07	6.94	286.0061	7.13	302
id_1H	0.89	6.62	31.0043	1.58	324
id_3T	1.15	11.81	58.0058	5.97	324
id_NK	1.49	3.26	260.0083	12.97	294
id_AL	1.96	9.51	109.0044	6.26	60
id_7K	1.45	4.33	84.0088	12.67	67
id_EB	0.68	6.68	153.0024	1.35	199
id_7H	0.77	4.14	84.008	3.59	137
id_BU	1.67	8.55	124.0015	2.94	341
id_99	1.48	3.77	98.0015	9.33	72
id_5K	0.85	3.97	71.0033	4.43	216
id_HS	1.08	3.2	192.0093	5.53	254
id_BX	1.47	3.3	125.0095	9.13	162
id_DP	2.15	9.17	145.0071	11.93	227
id_FN	2.61	5.03	169.0035	11.46	228
id_F3	1.94	9.12	163.0065	8.23	235

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_EW	0.74	5.09	161.0031	5.37	319
id_FZ	1.09	5.58	174.0039	4.81	250
id_HU	1.98	9.37	193.0061	5.23	263
id_PL	0.7	9.81	304.0051	4.7	310
id_55	2.96	8.02	68.0049	16.42	55
id_3C	0.61	8.77	54.0024	3.9	232
id_0Y	1.43	9.81	23.0016	12.28	356
id_1I	1.82	5.2	33.006	13.24	359
id_1X	2.05	6.39	39.0033	12.22	355
id_2R	2.37	11.26	50.0018	9.44	2
id_RR	0.88	7.52	358.0013	3.96	306
id_P0	0.53	8.97	290.003	2.93	175
id_RS	0.55	9.02	358.0089	3.17	198
id_22	0.53	9	41.0021	1.94	56
id_17	0.51	4.76	26.0042	1.45	2
id_QC	0.62	3	325.0042	4.72	315
id_QX	0.48	3	340.0099	4.47	273
id_QV	0.61	8.33	337.0012	3.2	327
id_1V	1.22	6.81	38.0089	6.26	316
id_66	0.65	5.55	74.0052	0.54	21
id_H1	0.77	7.39	185.0082	4.7	303
id_R1	0.98	10.07	343.0012	7.66	303
id_02	1.31	11.15	2.0055	8.62	319
id_P6	1.1	6.29	294.0053	7.49	38
id_2W	2.87	12.13	51.0083	14.63	5
id_LP	1.62	6.24	231.0098	12.93	299
id_MR	2.29	8	250.0029	16.98	290
id_M5	1.76	9.16	239.0064	10.51	302
id_J4	1.85	13.14	204.006	2.38	270
id_J7	2.12	14.05	204.0094	8.41	300
id_L8	2.12	14.5	225.0091	11.52	302
id_LH	1.57	14.35	228.0066	6.45	295
id_ME	1.34	8.3	242.0043	10.9	306
id_44	1.81	11.52	60.0013	4.09	289
id_R5	0.84	7.54	346.0054	4.12	297
id_QO	0.78	10.64	333.0067	5.28	328
id_1A	0.9	11.62	28.0015	6.97	77
id_IO	0.93	11.17	201.0003	1.73	284
id_EZ	1.09	11.09	162.0063	4.6	266
id_4N	2.1	9.58	64.0008	11.65	47
id_1P	1.44	6.05	35.0087	8.38	342
id_KW	0.93	3.11	221.0063	6.27	225
id_OK	1.42	10.85	14.0005	8.83	339

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_19	1.46	10.91	27.0037	8.89	347
id_2S	2.31	12.11	50.004	10.6	358
id_3R	2.65	13.14	58.0028	6.26	6
id_4F	2.16	12.07	62.0013	2.91	62
id_7I	2.69	6.85	84.0081	14.05	62
id_9H	3.36	9.95	100.0011	13.4	73
id_A7	3.04	10.38	106.003	9.64	76
id_95	1.88	9.19	97.0021	10.76	42
id_91	0.67	8.4	96.004	2.57	26
id_N3	0.91	3	254.007	8.61	295
id_6I	1.14	9.63	77.0059	3.95	216
id_4E	1.5	5.06	62.0011	7.43	39
id_G4	0.77	4.7	175.007	0.52	156
id_LW	1.03	7.05	235.0004	5.99	313
id_3K	1.09	8.42	56.0046	2.51	301
id_OQ	1.02	10.91	285.0094	8.14	317
id_PW	1.12	3.03	314.0064	7.4	326
id_RD	0.97	10.89	350.0065	1.91	349
id_OL	0.91	10.88	16.0088	1.87	137
id_9V	0.9	10.09	103.0021	3.4	319
id_B6	0.89	10.19	116.0047	2.71	316
id_86	0.89	10.18	89.0061	3.79	310
id_FX	1.17	3	174.0005	9.41	207
id_CQ	0.14	4.11	132.0087	0.87	148
id_8X	1.18	7.1	95.0049	5.92	68
id_BB	0.62	7.18	118.0078	2.82	174
id_DF	0.48	3.5	142.0034	3.65	312
id_C3	0.48	5.8	127.0083	3.34	329
id_AF	0.81	7.22	107.0082	4.67	170
id_FO	1.16	3.97	169.0092	5.98	147
id_5D	1.9	8.72	69.0099	11.46	48
id_A5	1.5	10.8	106.0023	3.87	160
id_E0	1.06	3.45	149.0012	5.47	169
id_CN	3.25	8.61	132.0023	11.38	142
id_53	0.37	4.14	68.003	2.41	304
id_3I	0.35	7.85	55.0077	2.87	298
id_OO	0.32	3.75	284.0072	2.16	61
id_O0	0.28	3.84	269.0017	2.77	62
id_1N	0.25	4.54	35.0035	2.86	75
id_1G	0.35	3	31.0005	3.67	356
id_RI	0.35	3	353.0091	3.89	315
id_OZ	0.19	3	289.0036	3.41	208
id_ON	1.54	7.87	284.0003	11.77	322

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_PO	1.56	8.01	305.0065	9.28	313
id_RB	1.47	9.31	349.0067	8.38	285
id_RP	1.41	8.46	357.0014	9.67	288
id_Q2	1.34	7.72	317.0032	8.14	289
id_QB	0.9	10.99	323.0003	4.09	310
id_ND	0.37	3	257.0091	4.58	223
id_JG	0.79	3.53	207.0029	5.85	240
id_K2	1.44	11.74	212.0039	5.61	279
id_MK	1.41	3.98	245.0045	9.88	275
id_JW	2.97	8.4	211.001	12.31	239
id_LB	1.66	7.81	227.0047	11.82	290
id_RN	1.12	9.7	355.0022	8.63	309
id_1J	1.22	10.33	34.0006	4.94	315
id_KD	0.99	9.96	216.0007	4.95	265
id_K6	1.8	5.98	214.0015	9.33	248
id_JS	2.02	9.21	210.0031	9.96	247
id_J5	1.73	12.31	204.0085	4.5	333
id_I6	1.76	10.26	196.0027	11.45	44
id_79	2.31	4.37	82.0051	2.87	331
id_K9	1.14	3.62	214.0069	8.48	219
id_OV	1.6	3.73	288.001	8.3	304
id_PS	1.49	12.04	310.0026	10.17	312
id_Q8	1.46	12.08	322.0013	7.85	300
id_RF	1.32	11.96	350.0077	5.78	328
id_O2	1.15	11.98	270.0061	7.21	315
id_QY	1.19	8.17	341.0032	7.43	323
id_NN	1.1	3.75	261.0061	8.91	289
id_MN	1.34	7.02	247.0029	9.49	286
id_58	0.94	8.9	69.0002	3.05	277
id_F1	1.04	5.62	162.0095	3.86	148
id_CG	1.85	4.78	130.0047	7.97	53
id_ES	1.18	3	159.001	8.78	209
id_J2	1.33	3.85	204.0004	9.16	213
id_5H	0.94	10.94	70.0054	5.03	299
id_EG	0.48	3.63	155.001	3.12	280
id_KL	1.72	5.15	218.0014	13.01	237
id_IB	0.91	6.3	197.0038	4.79	225
id_NQ	0.6	6.01	262.0034	4.75	198
id_E3	0.67	3	150.004	6.9	210
id_FE	0.59	4.07	166.0078	2.03	123
id_OB	0.28	3	274.0025	1.6	50
id_JX	0.77	5.1	211.0019	4.06	162
id_7Z	2.19	10.19	88.0042	4.91	228

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_6N	2.29	11.14	78.0083	5.19	234
id_6S	1.88	10.88	79.0062	3.71	67
id_DK	0.89	6.21	143.0078	1.32	138
id_QI	0.83	7.69	329.0012	7.88	281
id_O8	0.84	7.3	272.0024	4.78	320
id_D7	2.61	7.58	139.0093	7.92	214
id_M7	0.69	3	239.0098	4.37	282
id_PI	0.63	7.82	303.0047	3.61	280
id_73	0.6	3.38	81.0024	2.2	128
id_6V	2.22	5.83	80.0036	14.32	41
id_5S	2.86	11.89	72.0068	5.84	317
id_07	0.55	3	5.0012	3.68	329
id_1T	0.48	7.55	37.0089	2.12	81
id_H8	1.45	3.84	187.0046	8.73	240
id_1Q	0.81	4.95	36.0021	4.12	279
id_14	0.79	8.83	26.0026	3.51	333
id_64	3.04	8.66	74.004	14.07	47
id_6T	5.02	11.53	79.0081	17.34	35
id_5I	4.09	11.33	70.0067	17.4	34
id_5B	3.4	11.14	69.0077	13.68	35
id_LV	1.99	8.33	234.0067	15.49	293
id_MI	2.32	9.01	244.0082	15.77	292
id_MD	2.13	9.74	241.008	11.14	286
id_O3	1.41	7.59	270.0086	11.6	288
id_AM	1.89	7.53	109.005	9.73	89
id_PU	0.55	3	312.0049	4.24	337
id_2K	0.46	7.17	48.0014	1.13	178
id_Q9	0.46	7.75	322.0057	1.55	50
id_G2	2.46	6.42	174.0084	21.59	251
id_IU	3.01	7.23	202.0062	15.97	243
id_JM	3.33	7.88	208.0062	17.21	247
id_JT	3.18	9.74	210.0044	12.62	272
id_6U	3.05	7.44	79.0083	9.63	84
id_CE	2.73	9.07	130.0009	11.88	237
id_CP	2.03	8.94	132.0048	7.23	207
id_KV	0.94	4.14	221.004	5.74	241
id_EN	0.12	4.25	156.0097	0.42	258
id_8H	1.03	3.29	93.0017	6.21	71
id_9M	0.9	6.51	101.0003	2.49	78
id_8A	0.48	5.31	90.0078	5.38	194
id_A8	0.34	3.97	106.0042	1.99	184
id_DW	0.76	7.61	147.0015	7.08	84
id_DJ	1.46	5.28	143.0073	7.25	201

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_R6	0.79	9.21	347.003	3.98	310
id_QQ	0.96	9.16	334.004	10.3	324
id_OJ	1.39	3.59	14.0001	9.07	331
id_ON	0.95	6.83	17.0092	4.13	26
id_27	1.45	11.65	43.0073	4.84	330
id_JI	2.61	7.82	207.0053	14.88	230
id_HZ	3.12	11.11	195.004	7.98	269
id_8N	2.7	12.11	93.0098	8.48	226
id_B4	2.88	11.01	115.008	11.82	249
id_DH	3.06	11.01	143.0055	11.74	250
id_F4	2.96	11.01	163.0066	11.36	272
id_G3	2.61	11.01	175.0041	12.91	285
id_HC	2.5	11.01	189.0005	12.65	290
id_GN	2.06	10.01	180.0066	7.94	279
id_ED	2.48	6.83	153.0062	10	145
id_EC	2.81	7.52	153.0058	13.87	145
id_DN	3.54	7.52	144.0071	11.74	179
id_D9	3.66	8.27	141.0011	9.65	148
id_DT	3.55	10.01	146.0092	6.67	169
id_E8	3.07	9.1	152.0035	7.42	178
id_F8	2.75	9.1	164.0052	9.37	190
id_FL	2.61	8.27	168.0012	8.24	178
id_CK	2.63	6.83	131.0051	14.15	124
id_CA	3.2	7.52	129.0018	14.96	134
id_C5	3.98	8.27	128.0028	16.85	126
id_CC	4.49	8.27	129.0093	17.59	129
id_CJ	3.91	10.01	131.0049	7.18	201
id_50	4.3	9.1	67.0078	20.21	39
id_4O	3.31	7.52	64.0009	17.13	39
id_BM	2.61	10.01	121.0069	9.28	219
id_59	3.61	8.27	69.0058	17.7	46
id_60	3.87	9.1	73.0068	17.16	43
id_5V	4.09	10.01	73.0006	17.93	44
id_6L	4.71	10.01	78.0042	18.07	53
id_6Y	3.97	11.01	80.0061	13.06	35
id_IJ	4.01	9.1	199.0036	12.36	239
id_IM	3.87	10.01	199.0069	10.93	245
id_IA	3.12	10.01	197.0017	7.36	221
id_4M	3.11	6.83	63.0074	17.28	43
id_5C	5.25	10.01	69.0094	21.36	43
id_5T	5.67	11.01	72.0088	21.82	40
id_5Q	5.61	12.11	72	20.74	38
id_6M	6.72	12.11	78.0081	20.62	69

id	Hs (m)	Tp (s)	Dir (º)	W (m/s)	Dir W (º)
id_7T	6.09	12.11	86.004	19.69	81
id_7N	6.3	11.01	85.0031	20.62	71
id_8P	5.55	11.01	94.0025	13.91	105
id_8V	4.4	11.01	95.0045	9.22	126
id_94	3.83	11.01	96.0099	6.32	107
id_96	3.3	11.01	97.0022	8.19	78
id_JQ	3.49	9.1	209.0086	12.26	236
id_JH	2.86	9.1	207.0053	13.14	286
id_KM	1.75	10.01	218.0027	11.93	302
id_KZ	1.69	11.01	222.0067	12.28	300
id_6E	2.8	11.01	76.0085	4.88	83

Annex 2 Figures de propagació SWAN

Listat de figures

Figura 1. Malla exterior. id_57; Hs = 0.07 m; Tp = 8.2 s	3
Figura 2. Malla exterior. id_HA; Hs = 0.25 m; Tp = 11.11 s	3
Figura 3. Malla exterior. id_98; Hs = 0.07 m; Tp = 3 s	4
Figura 4. Malla exterior. id_O7; Hs = 0.51 m; Tp = 5.35 s	4
Figura 5. Malla exterior. id_E5; Hs = 1.18 m; Tp = 4.98 s	5
Figura 6. Malla exterior. id_IK; Hs = 0.79 m; Tp = 10.2 s	5
Figura 7. Malla exterior. id_B1; Hs = 1.44 m; Tp = 8.06 s	6
Figura 8. Malla exterior. id_LX; Hs = 1.05 m; Tp = 6.25 s	6
Figura 9. Malla exterior. id_RQ; Hs = 0.8 m; Tp = 5.88 s	7
Figura 10. Malla exterior. id_DZ; Hs = 0.05 m; Tp = 7.81 s	7
Figura 11. Malla exterior. id_HF; Hs = 0.07 m; Tp = 10.2 s	8
Figura 12. Malla exterior. id_65; Hs = 1.22 m; Tp = 6.8 s	8
Figura 13. Malla exterior. id_BF; Hs = 2.41 m; Tp = 7.25 s	9
Figura 14. Malla exterior. id_LA; Hs = 0.69 m; Tp = 7.14 s	9
Figura 15. Malla exterior. id_B7; Hs = 2.03 m; Tp = 6.85 s	10
Figura 16. Malla exterior. id_FF; Hs = 0.73 m; Tp = 10 s	10
Figura 17. Malla exterior. id_11; Hs = 0.3 m; Tp = 6.71 s	11
Figura 18. Malla exterior. id_4U; Hs = 1.43 m; Tp = 8.3 s	11
Figura 19. Malla exterior. id_1U; Hs = 0.99 m; Tp = 7.44 s	12
Figura 20. Malla exterior. id_MQ; Hs = 1.01 m; Tp = 4.4 s	12
Figura 21. Malla exterior. id_15; Hs = 1.88 m; Tp = 8.19 s	13
Figura 22. Malla exterior. id_BE; Hs = 1.57 m; Tp = 7.11 s	13
Figura 23. Malla exterior. id_KA; Hs = 1.45 m; Tp = 7.86 s	14
Figura 24. Malla exterior. id_JR; Hs = 1.45 m; Tp = 4.55 s	14
Figura 25. Malla exterior. id_LZ; Hs = 1.11 m; Tp = 3.65 s	15
Figura 26. Malla exterior. id_PP; Hs = 0.76 m; Tp = 6.74 s	15
Figura 27. Malla exterior. id_JA; Hs = 2.4 m; Tp = 8.63 s	16
Figura 28. Malla exterior. id_R8; Hs = 1.66 m; Tp = 5.81 s	16
Figura 29. Malla exterior. id_36; Hs = 3.51 m; Tp = 11.04 s	17
Figura 30. Malla exterior. id_GQ; Hs = 1.08 m; Tp = 3.65 s	17
Figura 31. Malla exterior. id_90; Hs = 0.51 m; Tp = 4.41 s	18
Figura 32. Malla exterior. id_HI; Hs = 1.05 m; Tp = 12.51 s	18
Figura 33. Malla exterior. id_LF; Hs = 1.16 m; Tp = 4.67 s	19
Figura 34. Malla exterior. id_10; Hs = 0.9 m; Tp = 9.73 s	19
Figura 35. Malla exterior. id_5A; Hs = 1.57 m; Tp = 9.42 s	20
Figura 36. Malla exterior. id_62; Hs = 1.34 m; Tp = 8.84 s	20
Figura 37. Malla exterior. id_DY; Hs = 1.78 m; Tp = 7.49 s	21
Figura 38. Malla exterior. id_61; Hs = 2.44 m; Tp = 11.99 s	21
Figura 39. Malla exterior. id_GK; Hs = 1.57 m; Tp = 9.9 s	22
Figura 40. Malla exterior. id_JF; Hs = 1.58 m; Tp = 9.51 s	22
Figura 41. Malla exterior. id_PD; Hs = 1.21 m; Tp = 10.24 s	23
Figura 42. Malla exterior. id_9J; Hs = 2.72 m; Tp = 10.04 s	23
Figura 43. Malla exterior. id_RL; Hs = 0.73 m; Tp = 11.73 s	24
Figura 44. Malla exterior. id_E0; Hs = 1.06 m; Tp = 3.45 s	24
Figura 45. Malla exterior. id_LV; Hs = 1.99 m; Tp = 8.33 s	25
Figura 46. Malla exterior. id_MI; Hs = 2.32 m; Tp = 9.01 s	25
Figura 47. Malla exterior. id_Q9; Hs = 0.46 m; Tp = 7.75 s	26
Figura 48. Malla exterior. id_KV; Hs = 0.94 m; Tp = 4.14 s	26
Figura 49. Malla exterior. id_EC; Hs = 2.81 m; Tp = 7.52 s	27
Figura 50. Malla exterior. id_6E; Hs = 2.8 m; Tp = 11.01 s	27

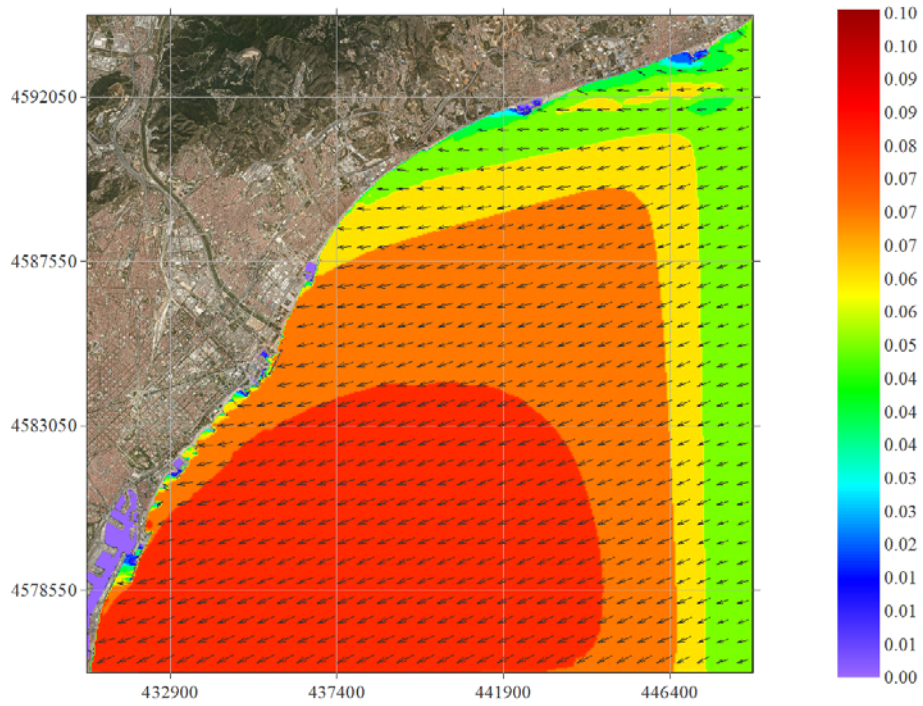


Figura 1. Malla exterior. id_57; $H_s = 0.07$ m; $T_p = 8.2$ s

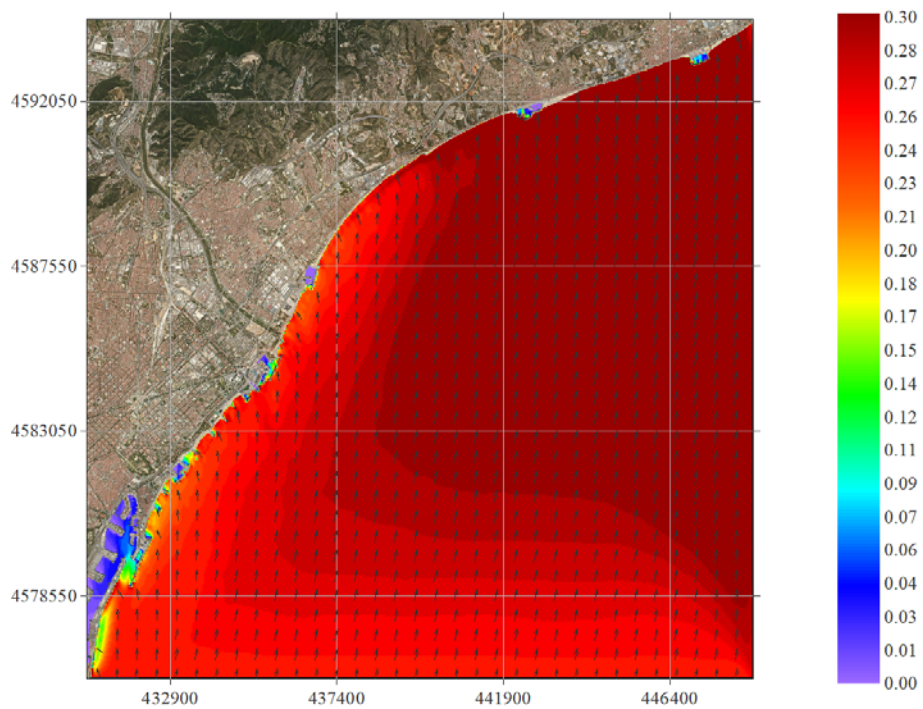


Figura 2. Malla exterior. id_HA; $H_s = 0.25$ m; $T_p = 11.11$ s

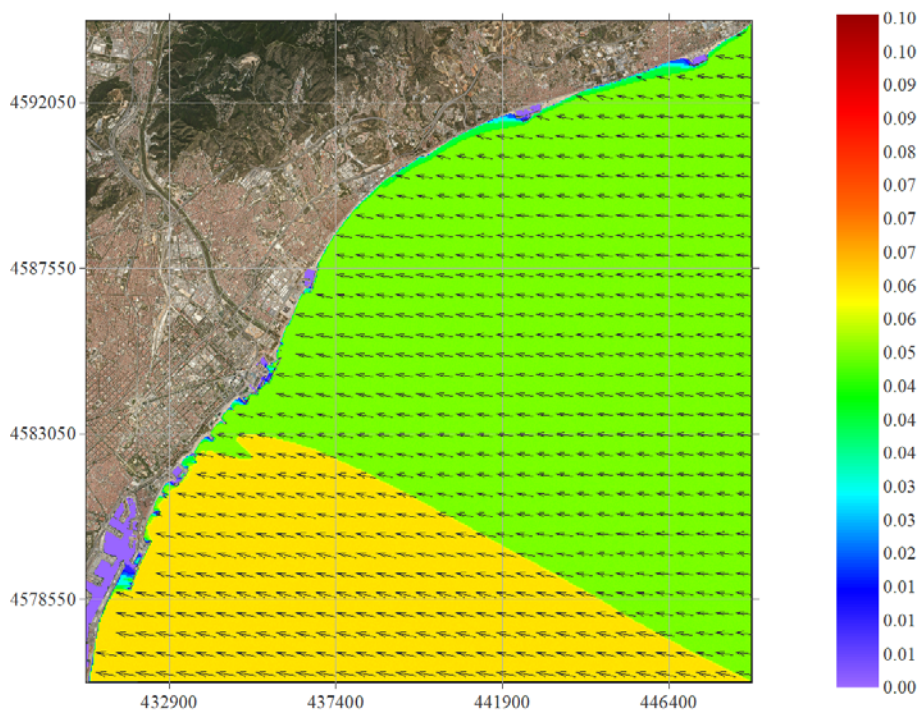


Figura 3. Malla exterior. id_98; $H_s = 0.07$ m; $T_p = 3$ s

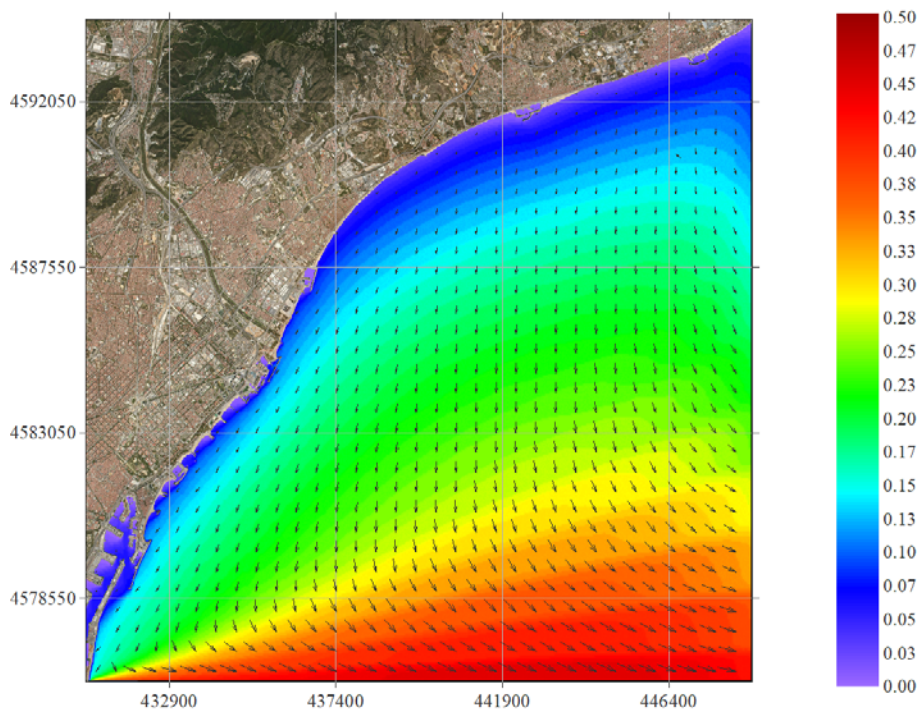


Figura 4. Malla exterior. id_O7; $H_s = 0.51$ m; $T_p = 5.35$ s

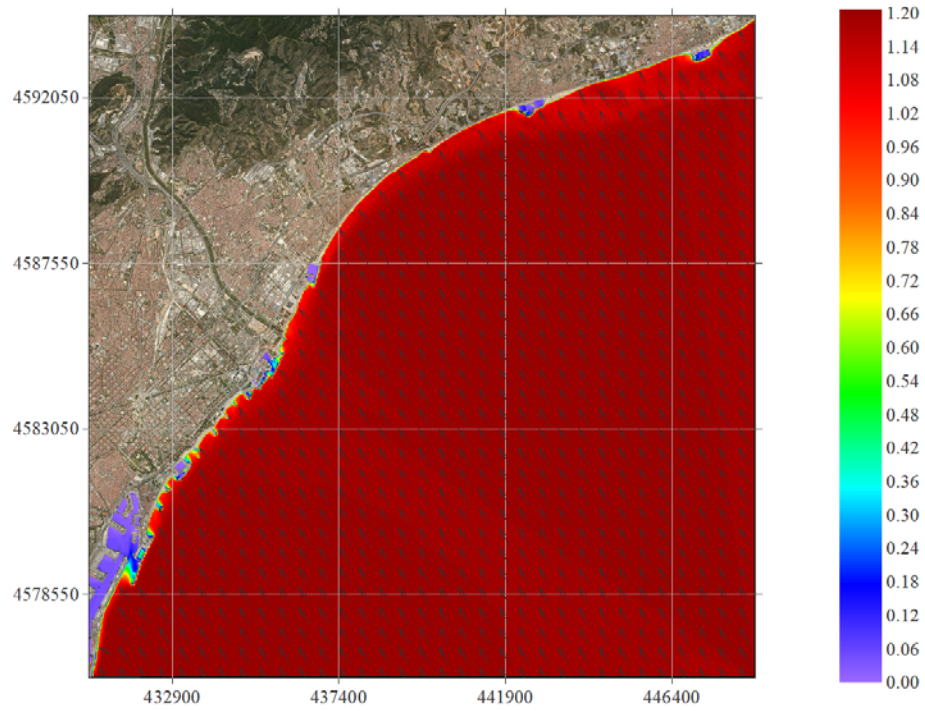


Figura 5. Malla exterior. id_E5; Hs = 1.18 m; Tp = 4.98 s

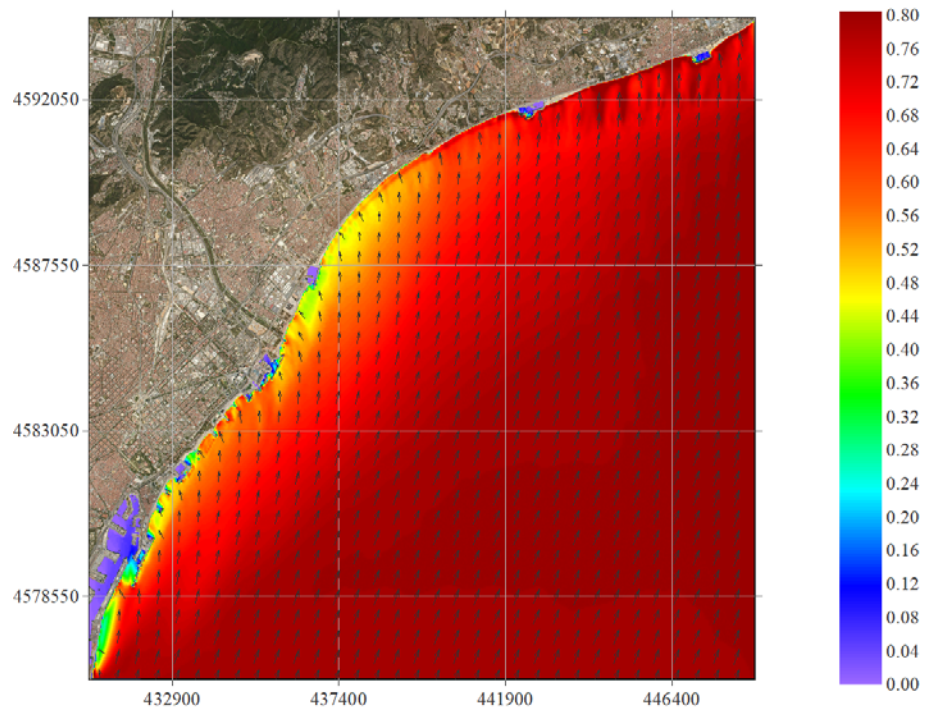


Figura 6. Malla exterior. id_IK; Hs = 0.79 m; Tp = 10.2 s

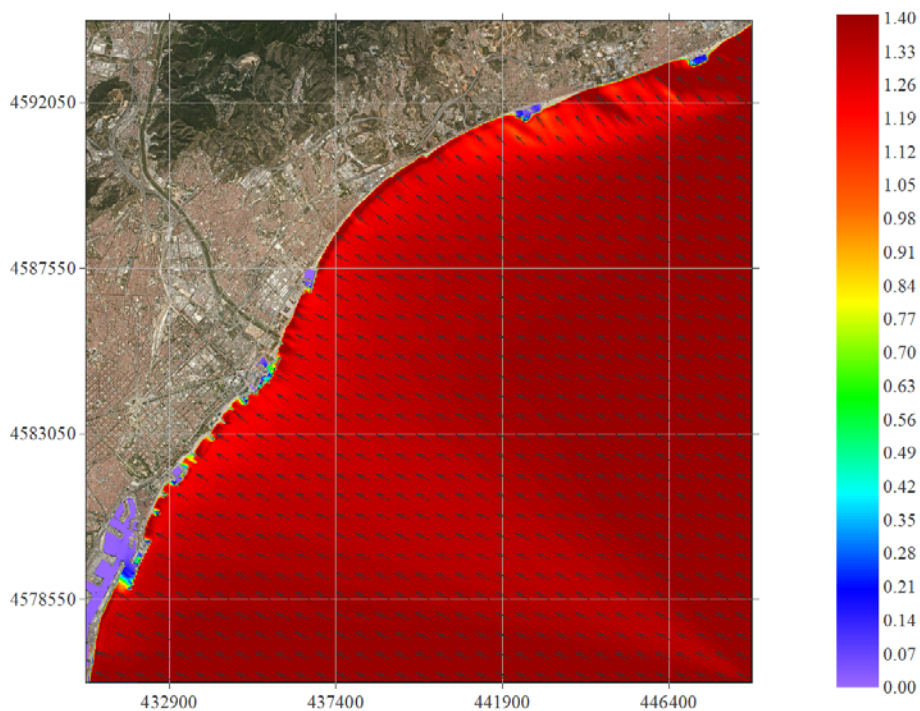


Figura 7. Malla exterior. id_B1; $H_s = 1.44$ m; $T_p = 8.06$ s

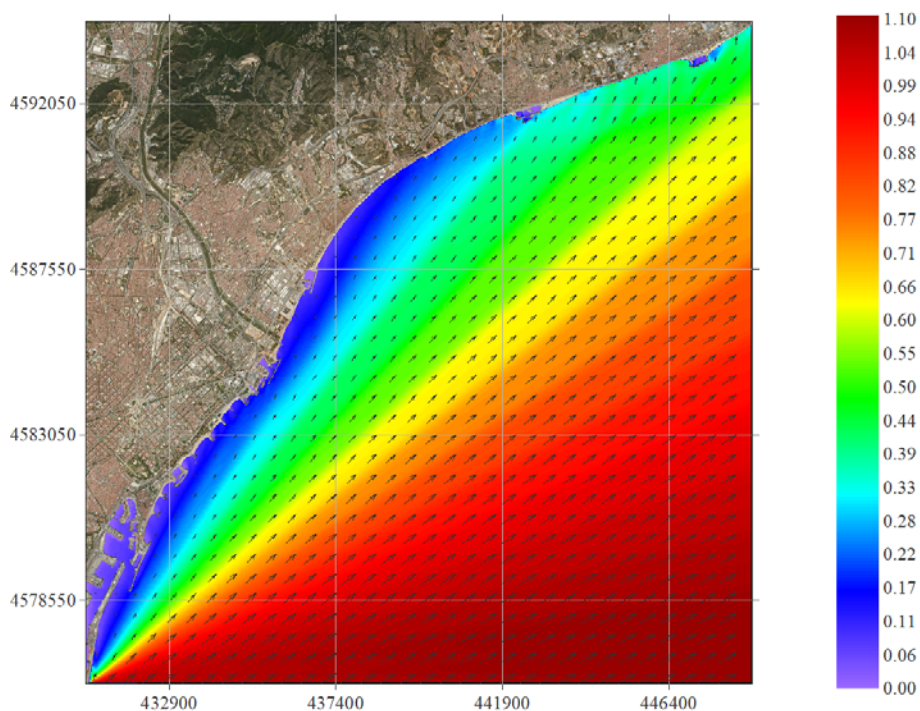


Figura 8. Malla exterior. id_LX; $H_s = 1.05$ m; $T_p = 6.25$ s

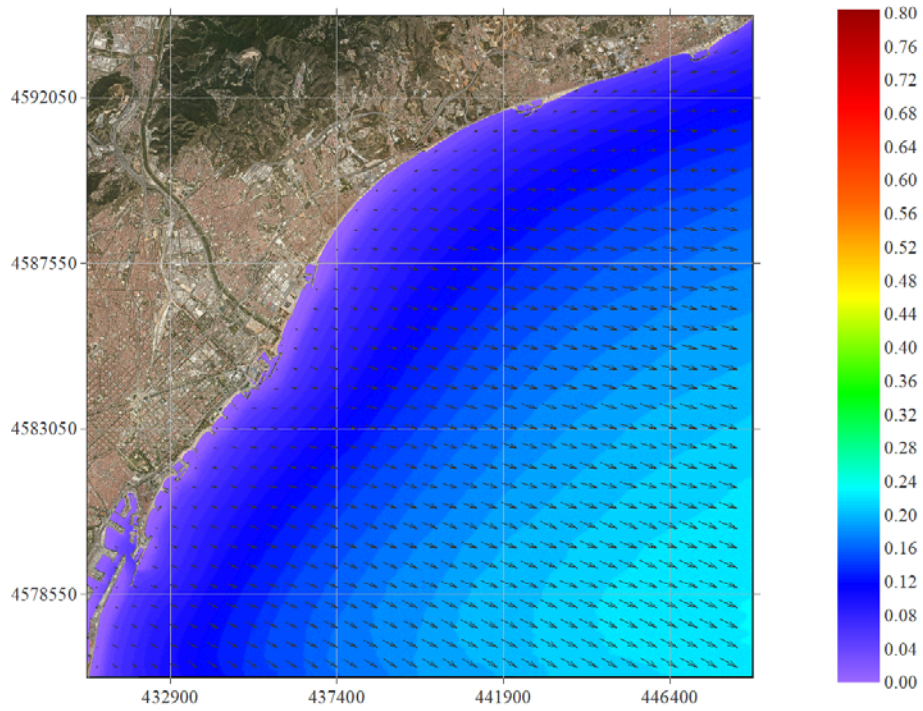


Figura 9. Malla exterior. id_RQ; $H_s = 0.8$ m; $T_p = 5.88$ s

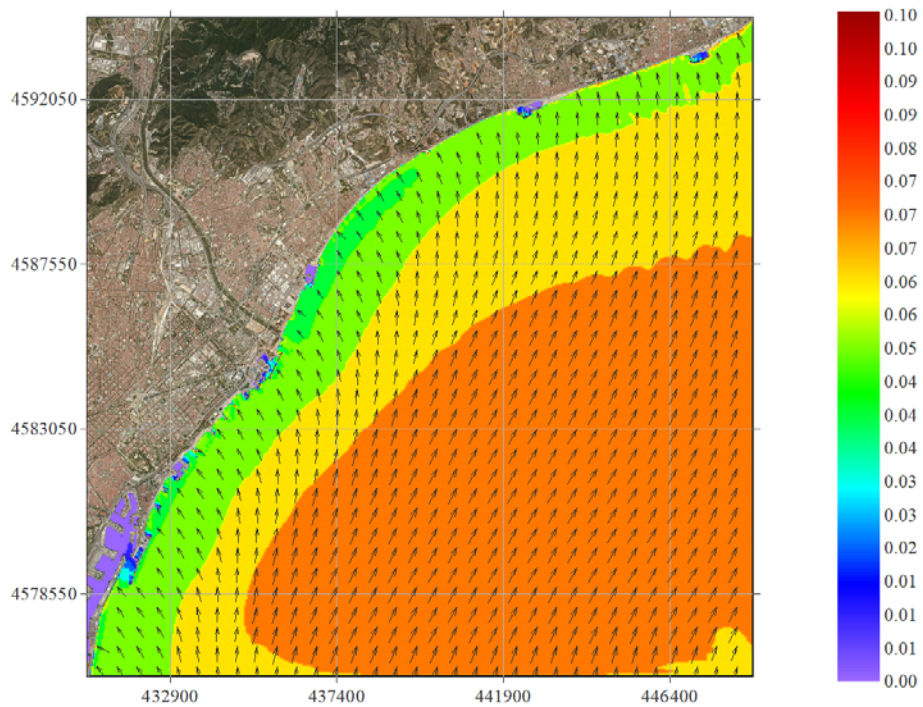


Figura 10. Malla exterior. id_DZ; $H_s = 0.05$ m; $T_p = 7.81$ s

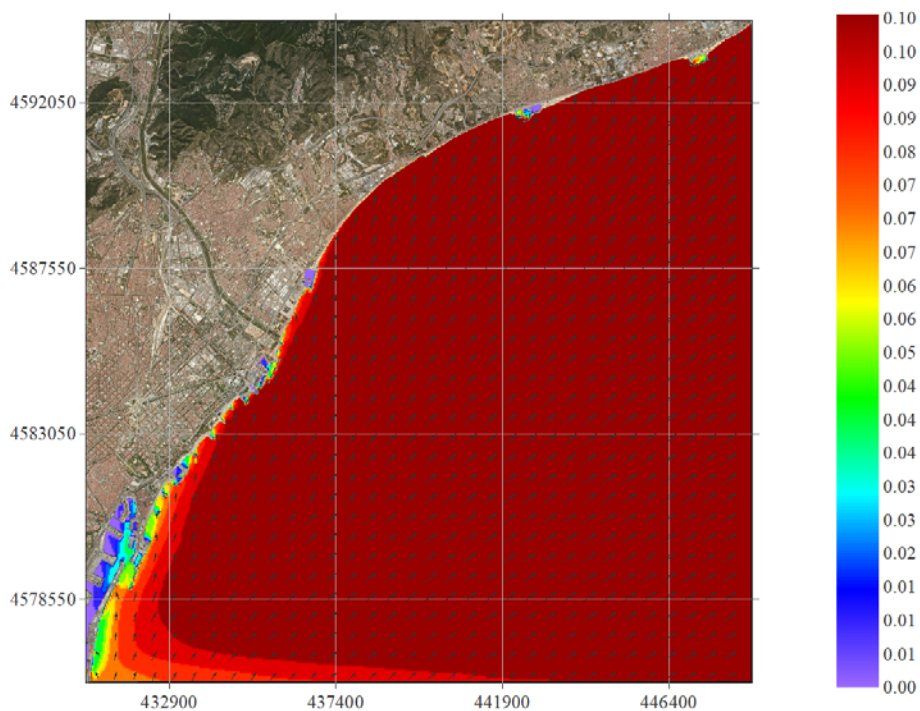


Figura 11. Malla exterior. id_HF; Hs = 0.07 m; Tp = 10.2 s

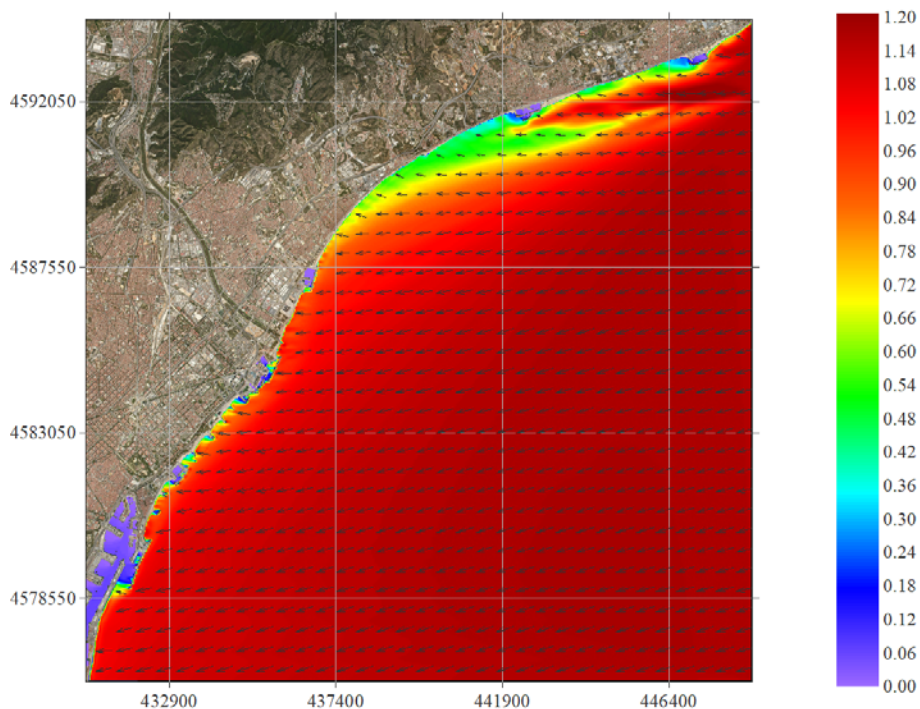


Figura 12. Malla exterior. id_65; Hs = 1.22 m; Tp = 6.8 s

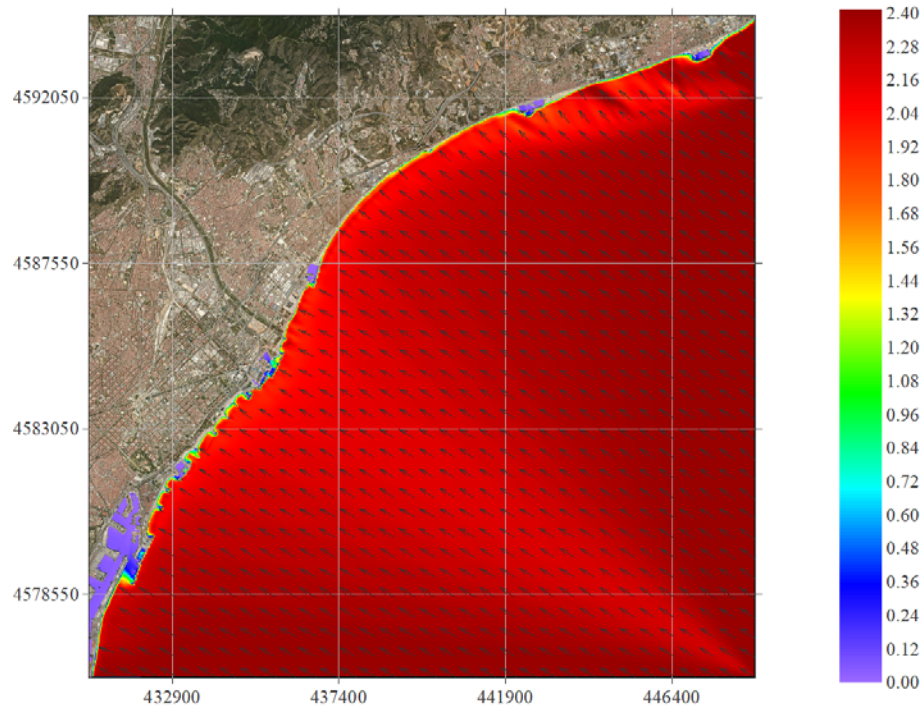


Figura 13. Malla exterior. id_BF; $H_s = 2.41$ m; $T_p = 7.25$ s

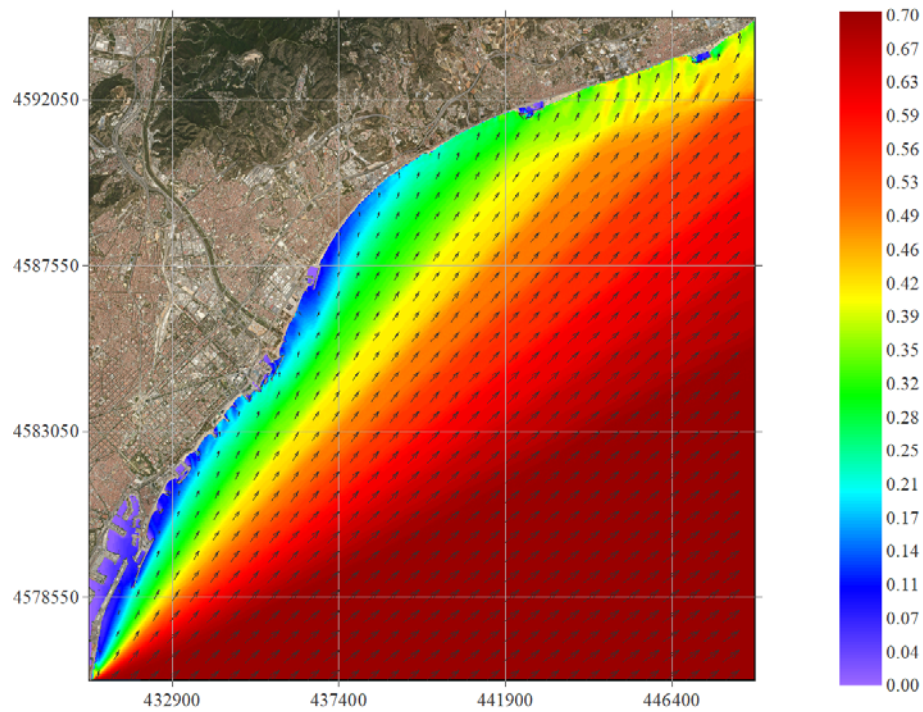


Figura 14. Malla exterior. id_LA; $H_s = 0.69$ m; $T_p = 7.14$ s

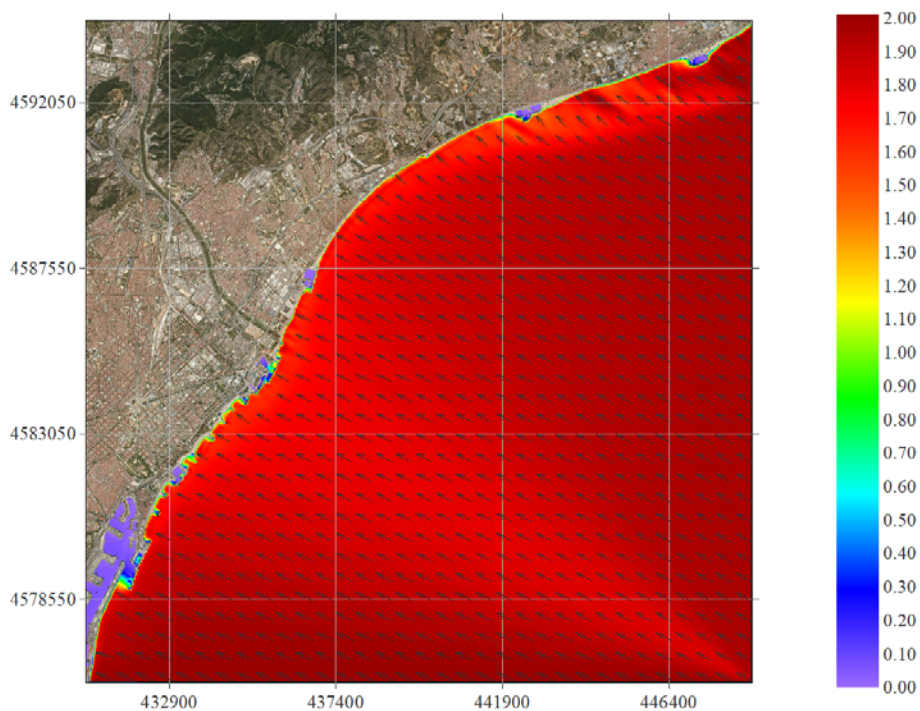


Figura 15. Malla exterior. id_B7; $H_s = 2.03$ m; $T_p = 6.85$ s

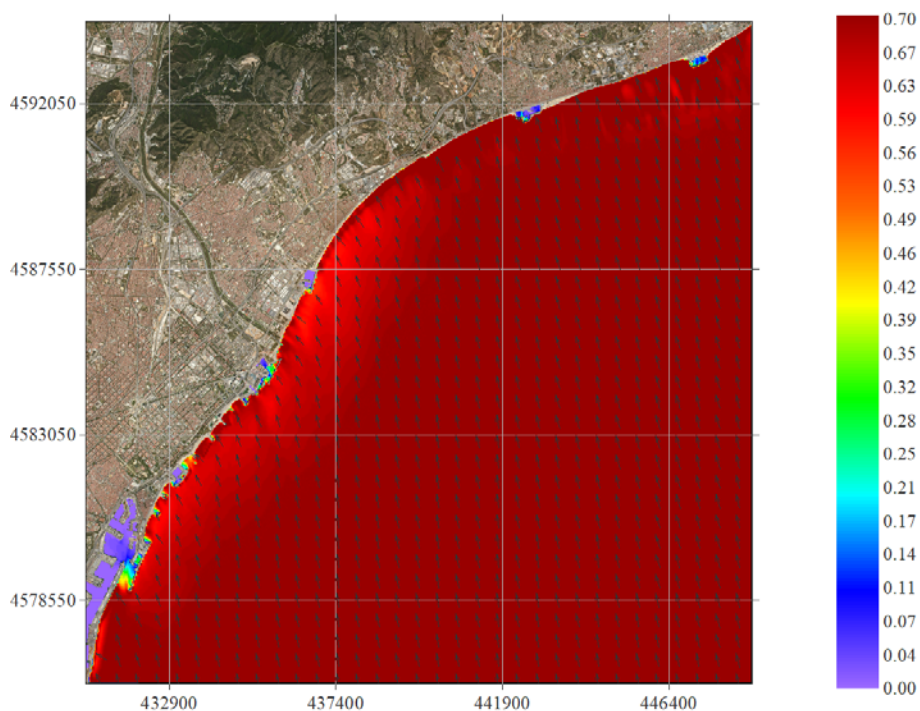


Figura 16. Malla exterior. id_FF; $H_s = 0.73$ m; $T_p = 10$ s

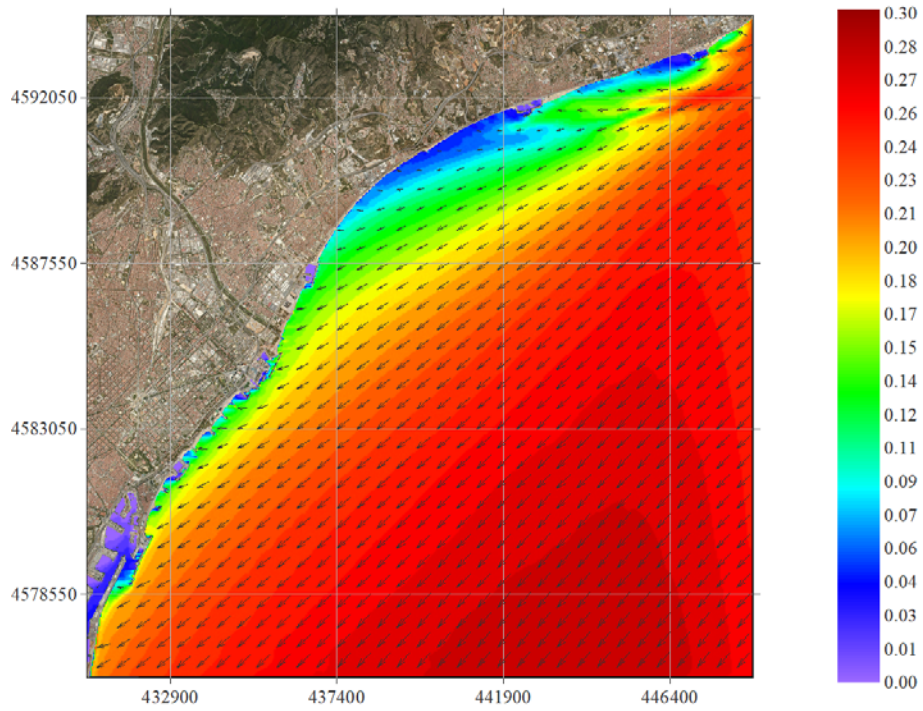


Figura 17. Malla exterior. id_11; $H_s = 0.3$ m; $T_p = 6.71$ s

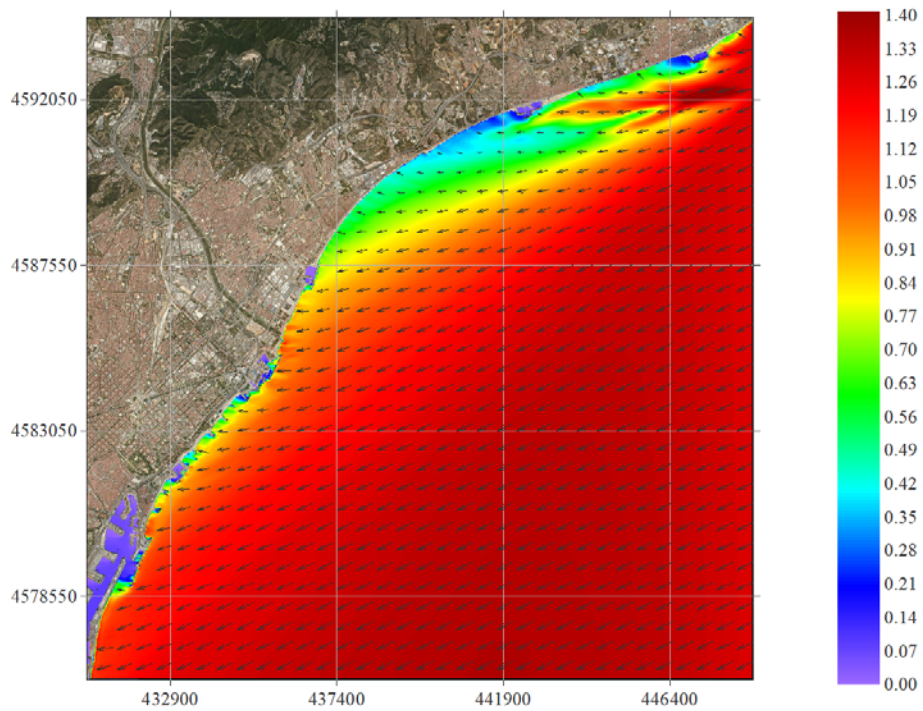


Figura 18. Malla exterior. id_4U; $H_s = 1.43$ m; $T_p = 8.3$ s

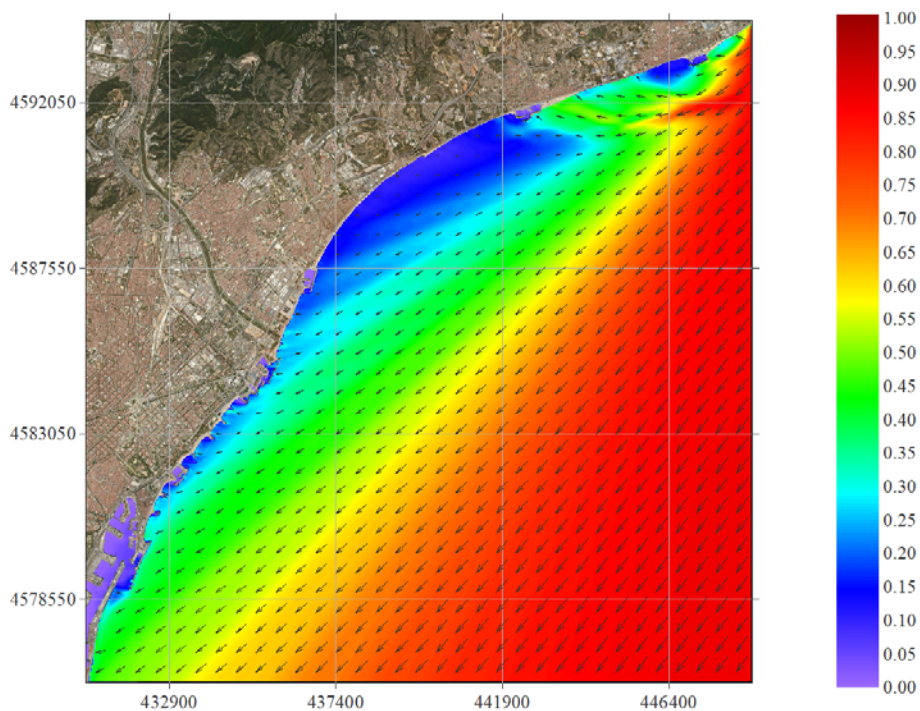


Figura 19. Malla exterior. id_1U; $H_s = 0.99$ m; $T_p = 7.44$ s

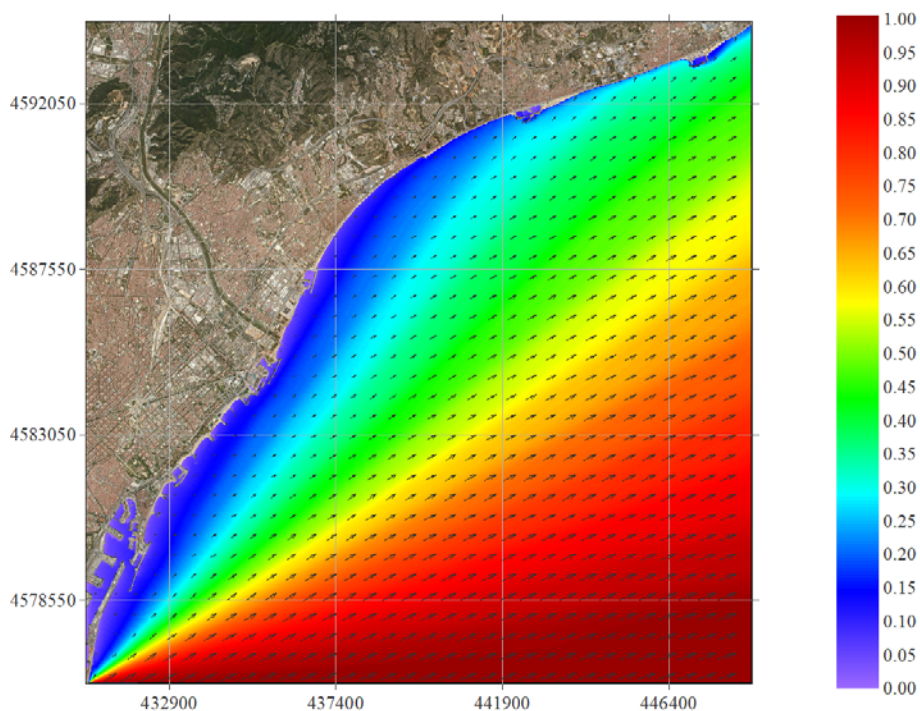


Figura 20. Malla exterior. id_MQ; $H_s = 1.01$ m; $T_p = 4.4$ s

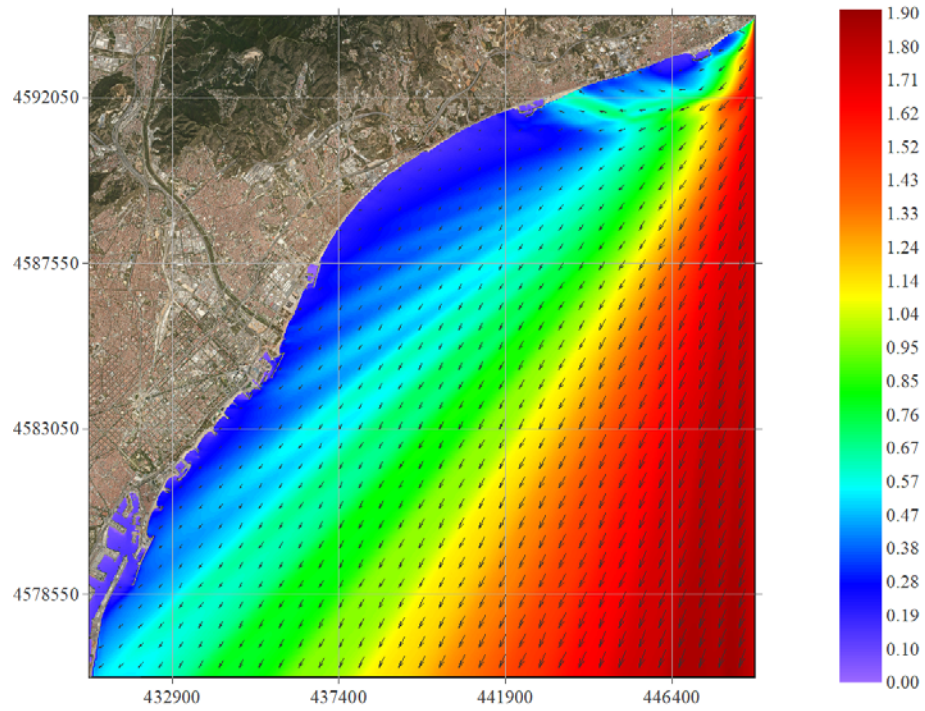


Figura 21. Malla exterior. id_15; $H_s = 1.88$ m; $T_p = 8.19$ s

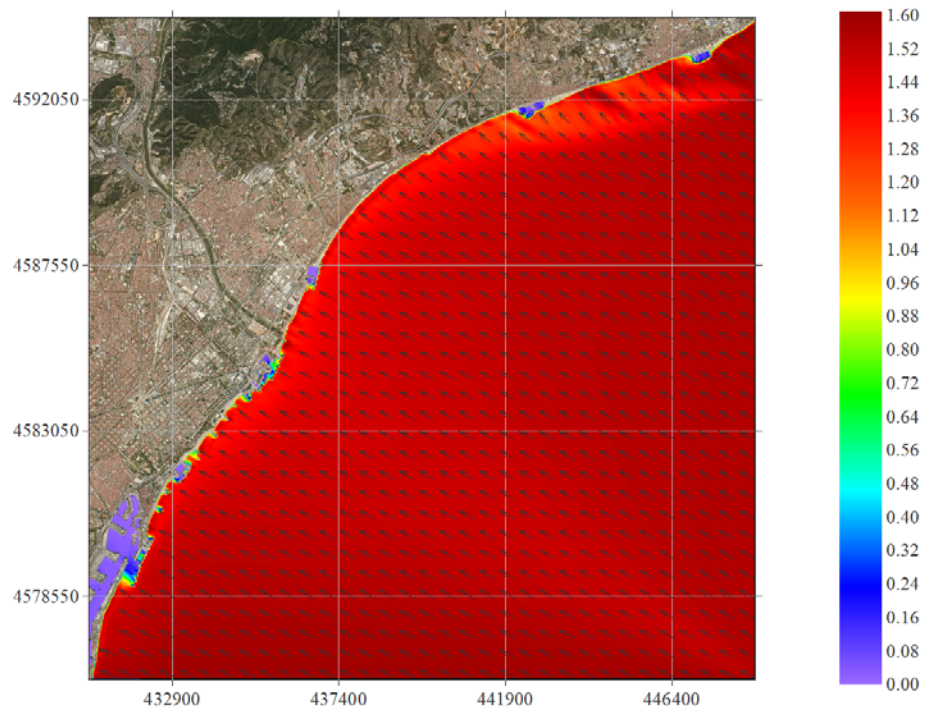


Figura 22. Malla exterior. id_BE; $H_s = 1.57$ m; $T_p = 7.11$ s

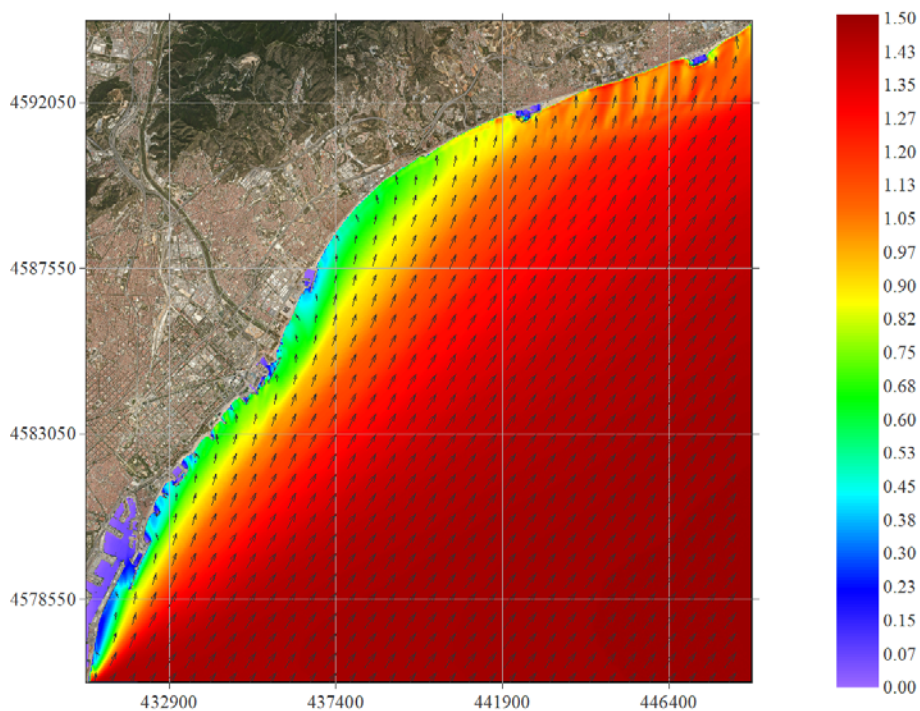


Figura 23. Malla exterior. id_KA; $H_s = 1.45$ m; $T_p = 7.86$ s

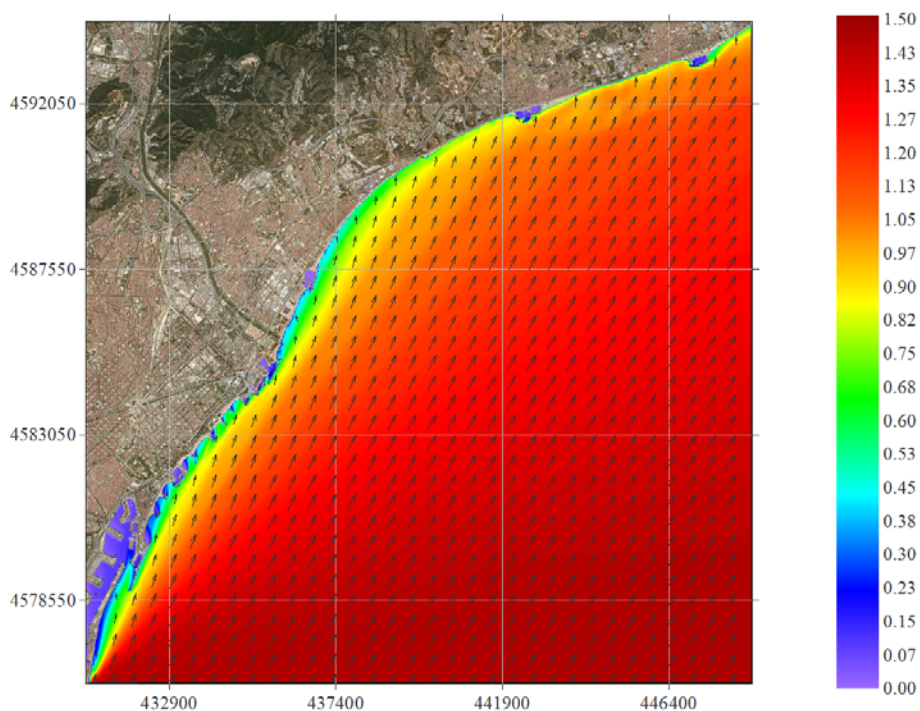


Figura 24. Malla exterior. id_JR; $H_s = 1.45$ m; $T_p = 4.55$ s

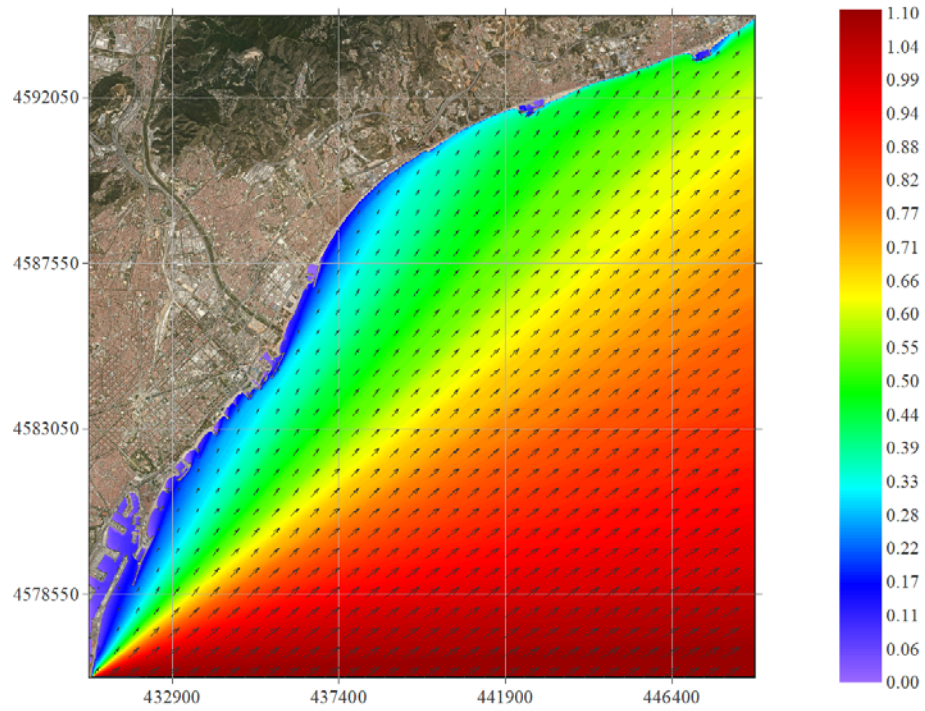


Figura 25. Malla exterior. id_LZ; $H_s = 1.11$ m; $T_p = 3.65$ s

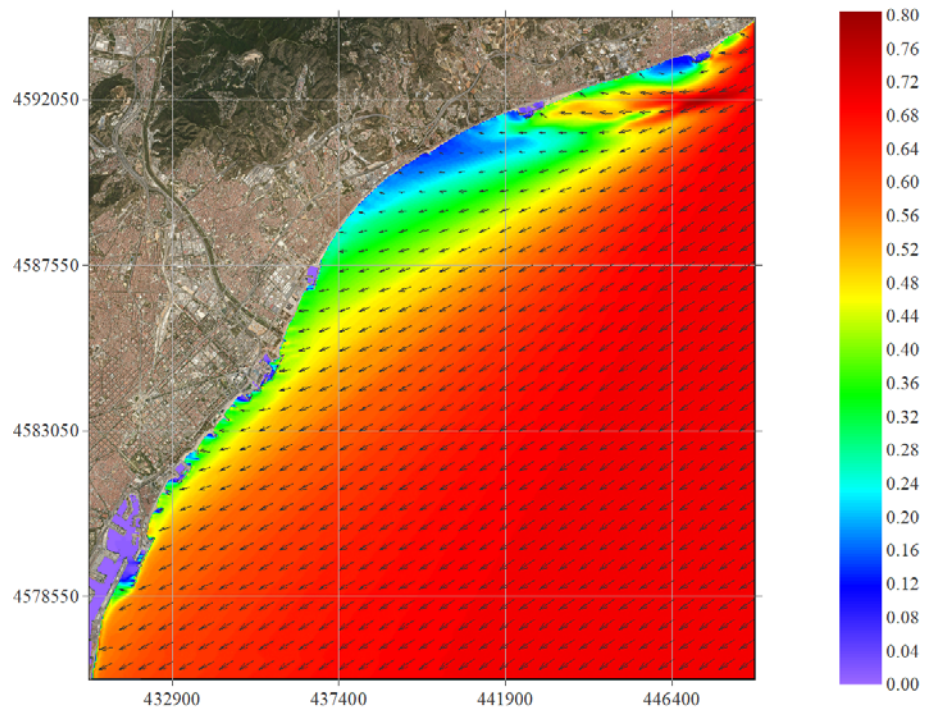


Figura 26. Malla exterior. id_PP; $H_s = 0.76$ m; $T_p = 6.74$ s

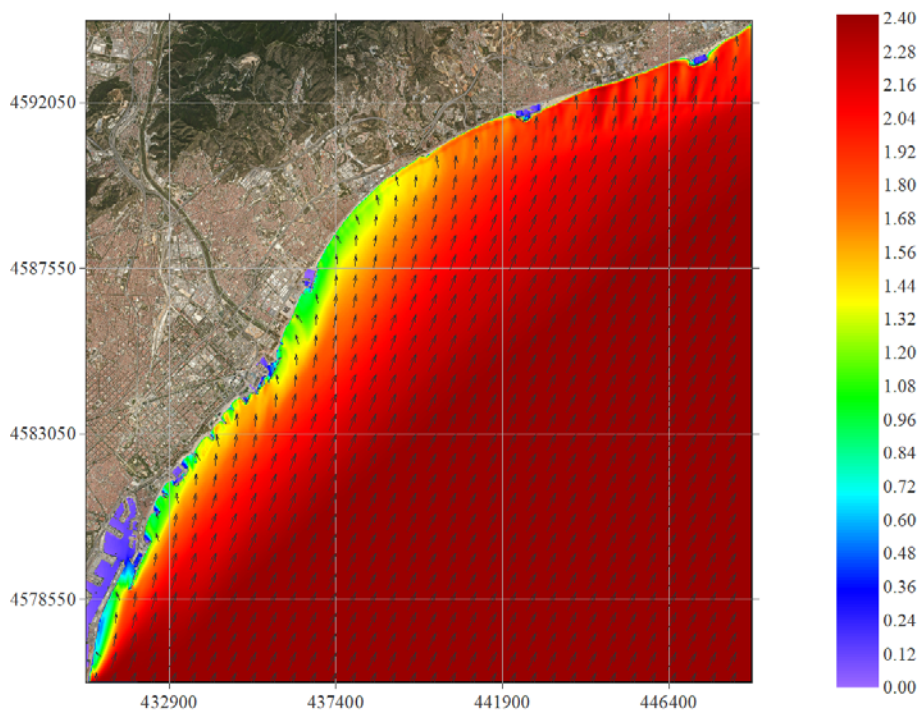


Figura 27. Malla exterior. id_JA; $H_s = 2.4$ m; $T_p = 8.63$ s

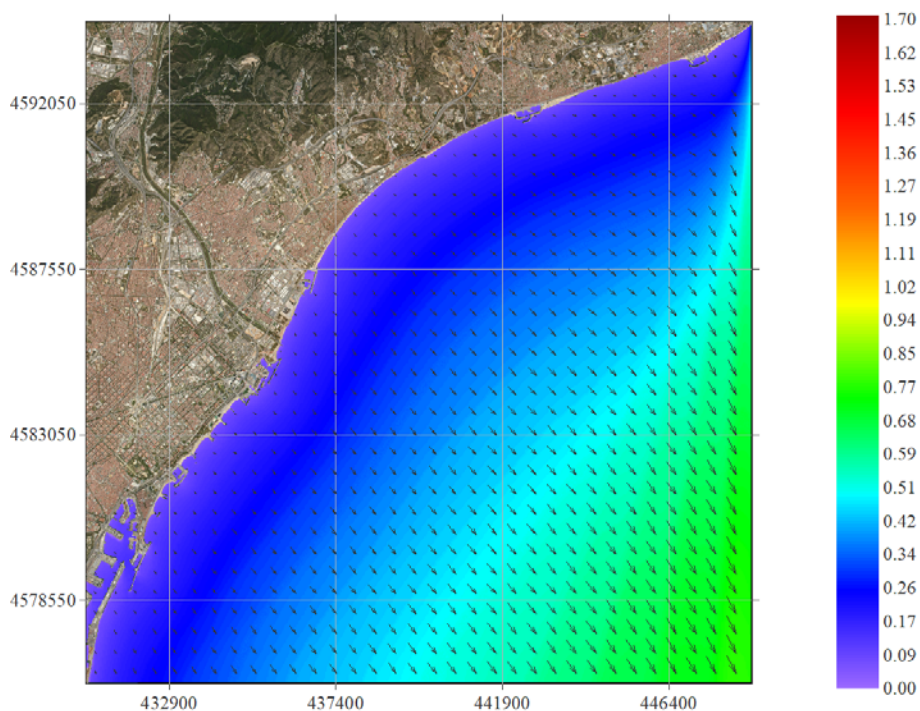


Figura 28. Malla exterior. id_R8; $H_s = 1.66$ m; $T_p = 5.81$ s

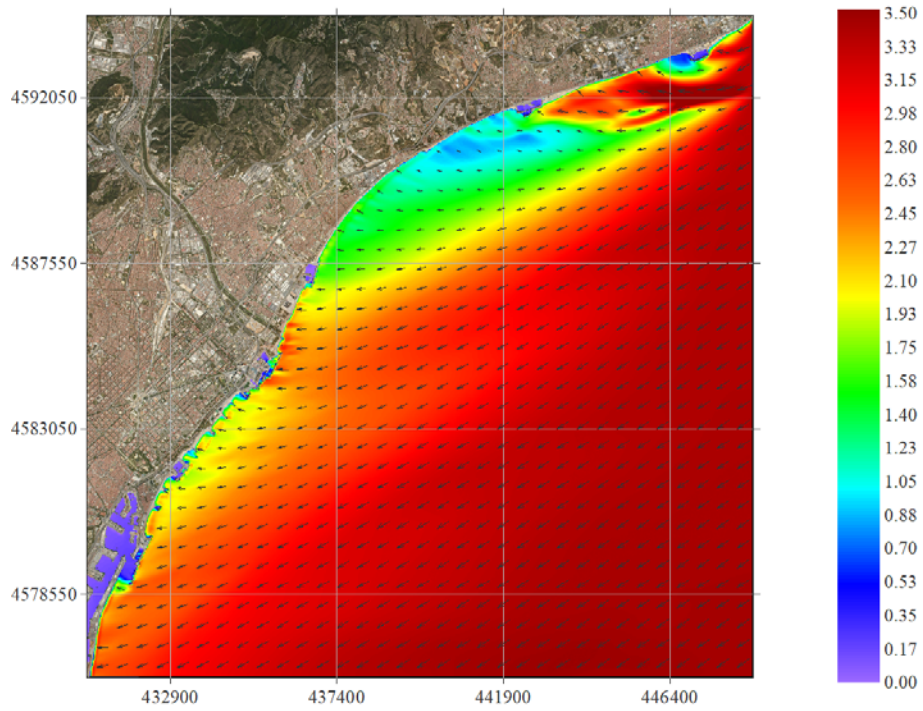


Figura 29. Malla exterior. id_36; Hs = 3.51 m; Tp = 11.04 s

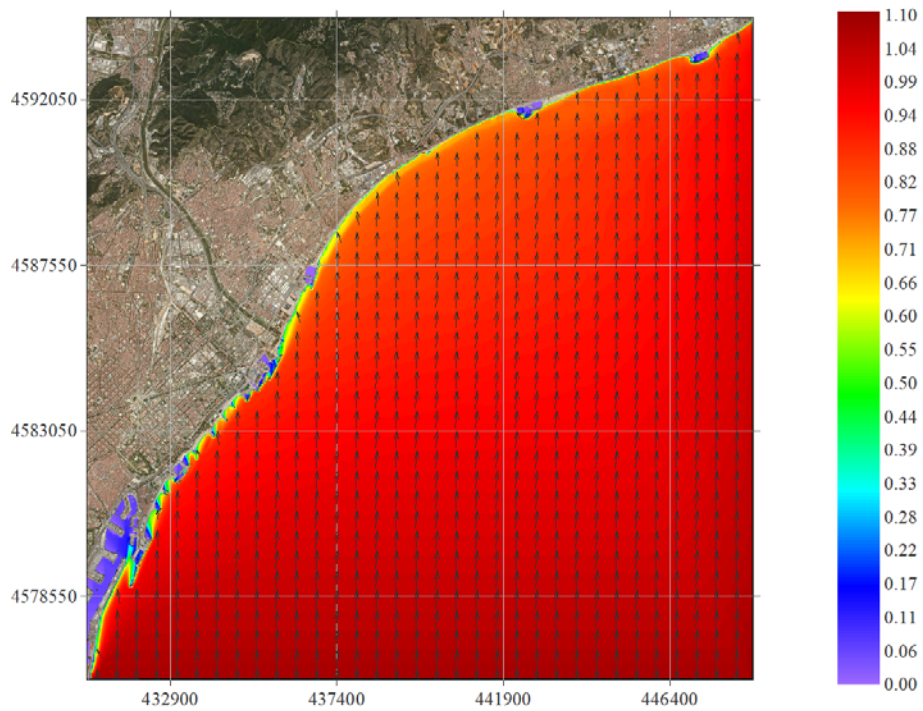


Figura 30. Malla exterior. id_GQ; Hs = 1.08 m; Tp = 3.65 s

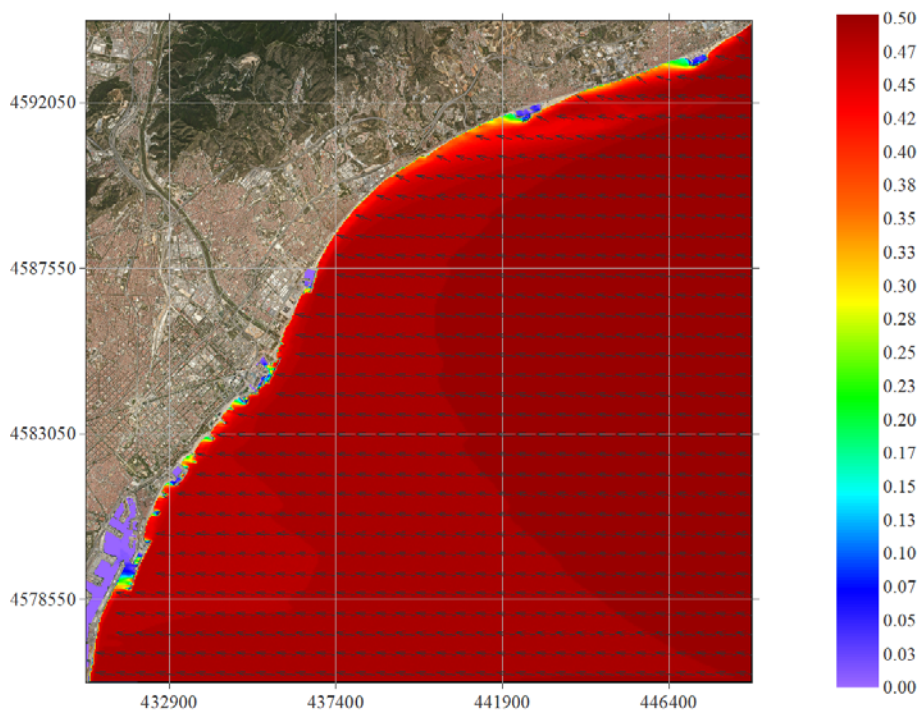


Figura 31. Malla exterior. id_90; $H_s = 0.51$ m; $T_p = 4.41$ s

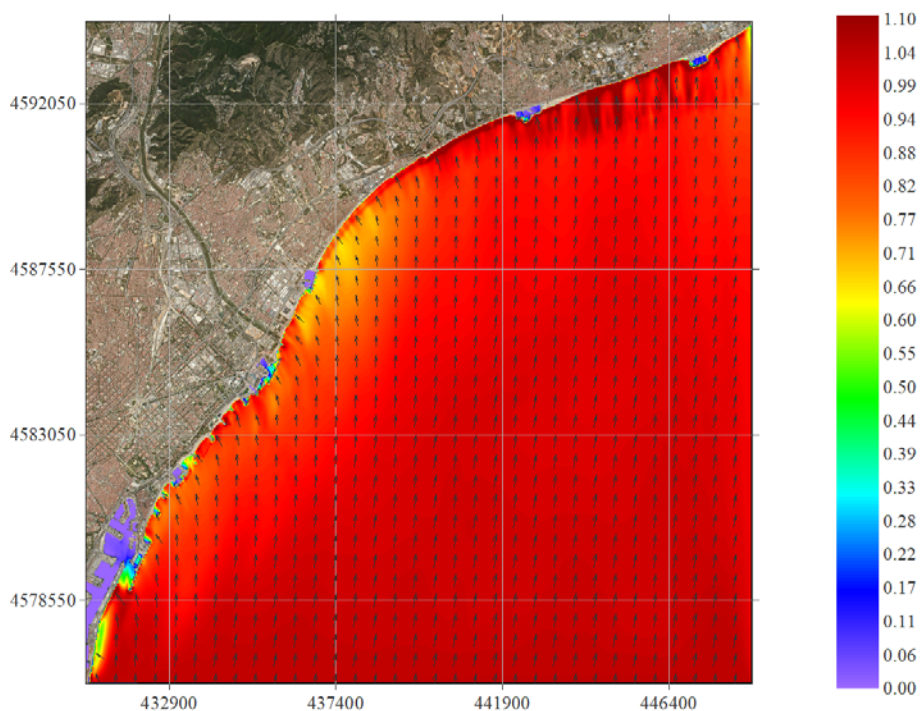


Figura 32. Malla exterior. id_HI; $H_s = 1.05$ m; $T_p = 12.51$ s

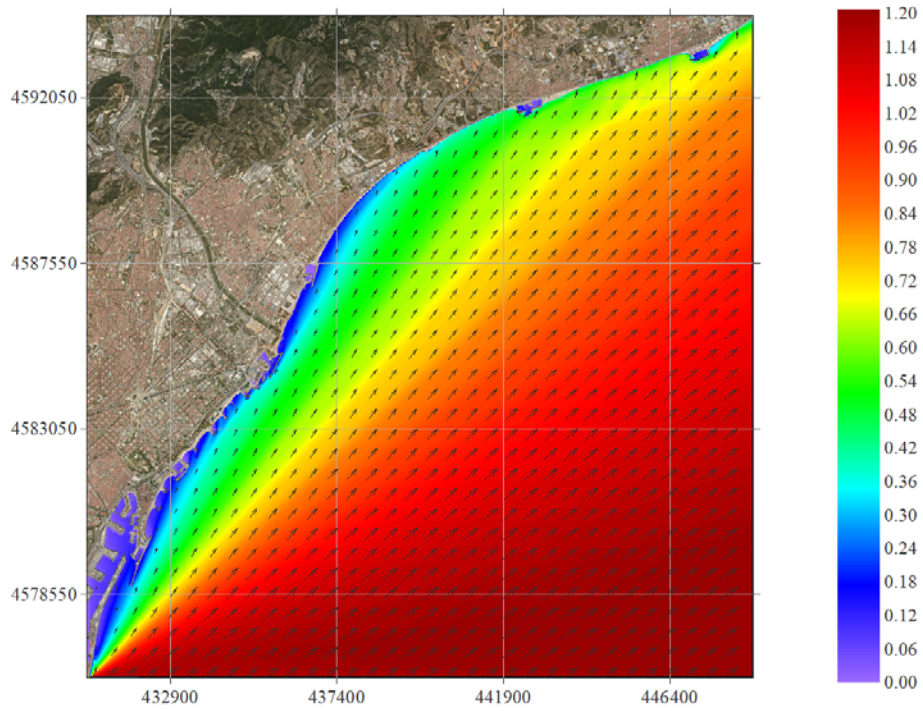


Figura 33. Malla exterior. id_LF; Hs = 1.16 m; Tp = 4.67 s

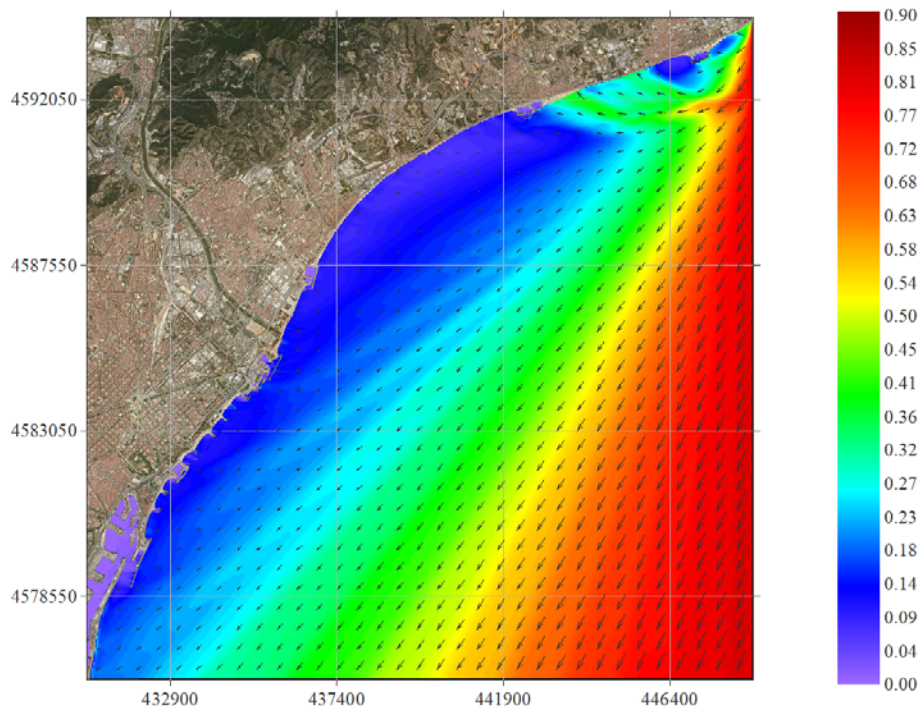


Figura 34. Malla exterior. id_10; Hs = 0.9 m; Tp = 9.73 s

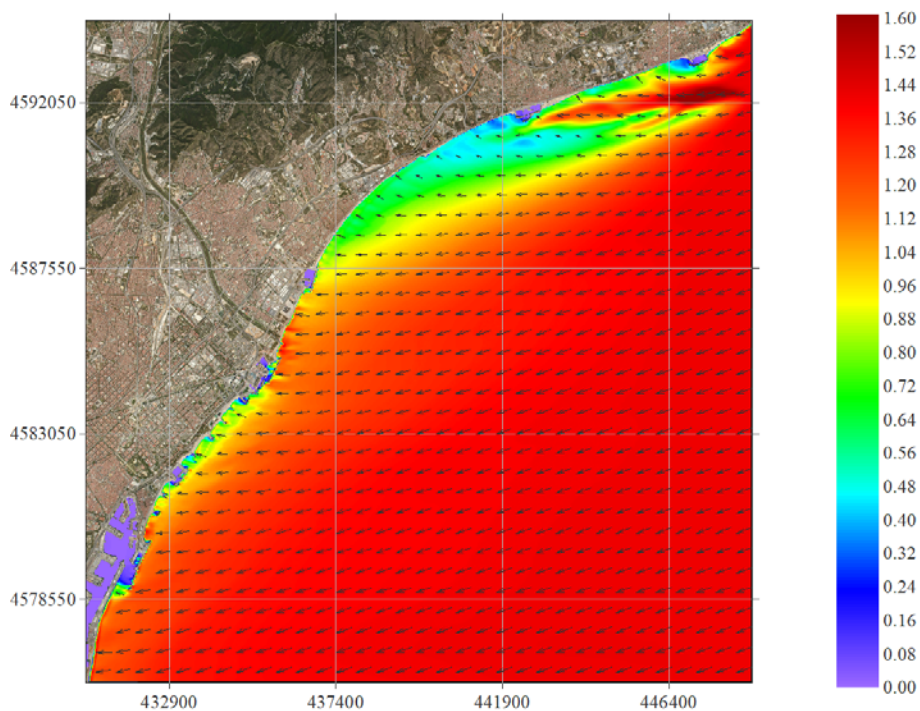


Figura 35. Malla exterior. id_5A; $H_s = 1.57$ m; $T_p = 9.42$ s

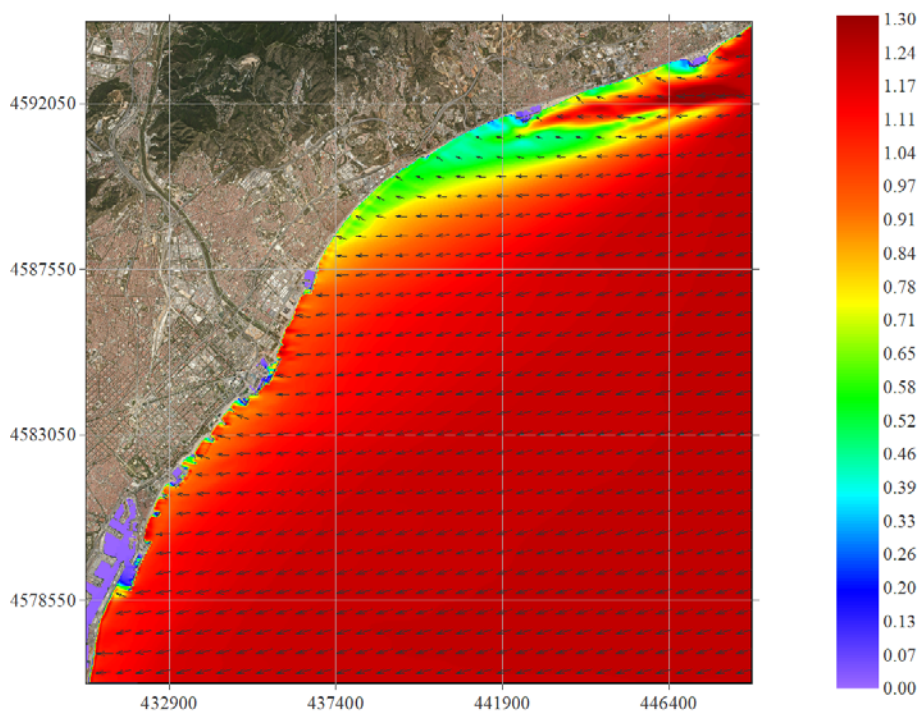


Figura 36. Malla exterior. id_62; $H_s = 1.34$ m; $T_p = 8.84$ s

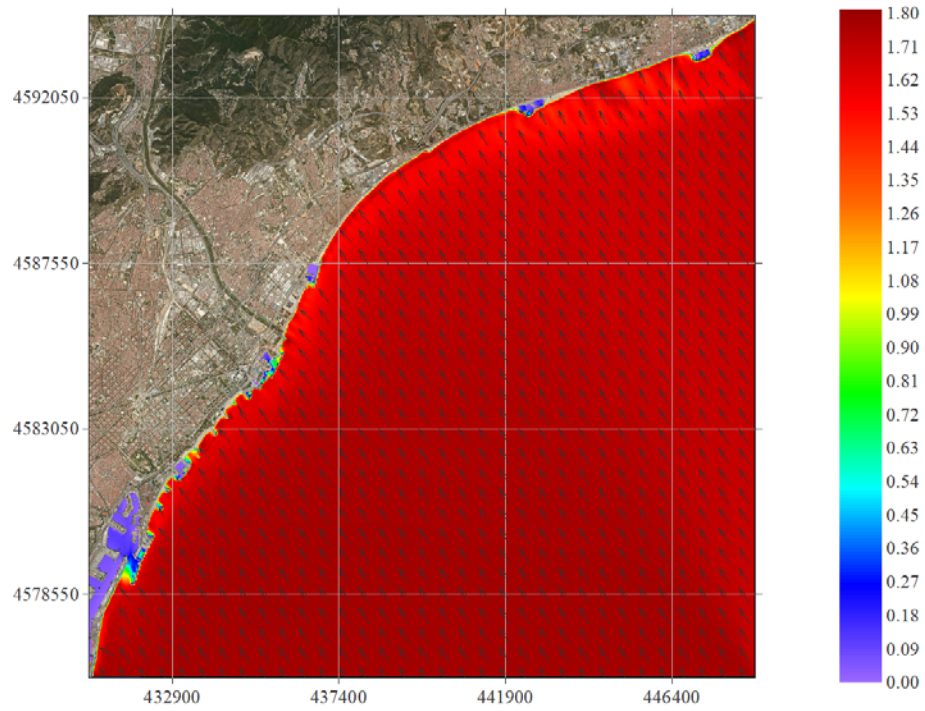


Figura 37. Malla exterior. id_DY; Hs = 1.78 m; Tp = 7.49 s

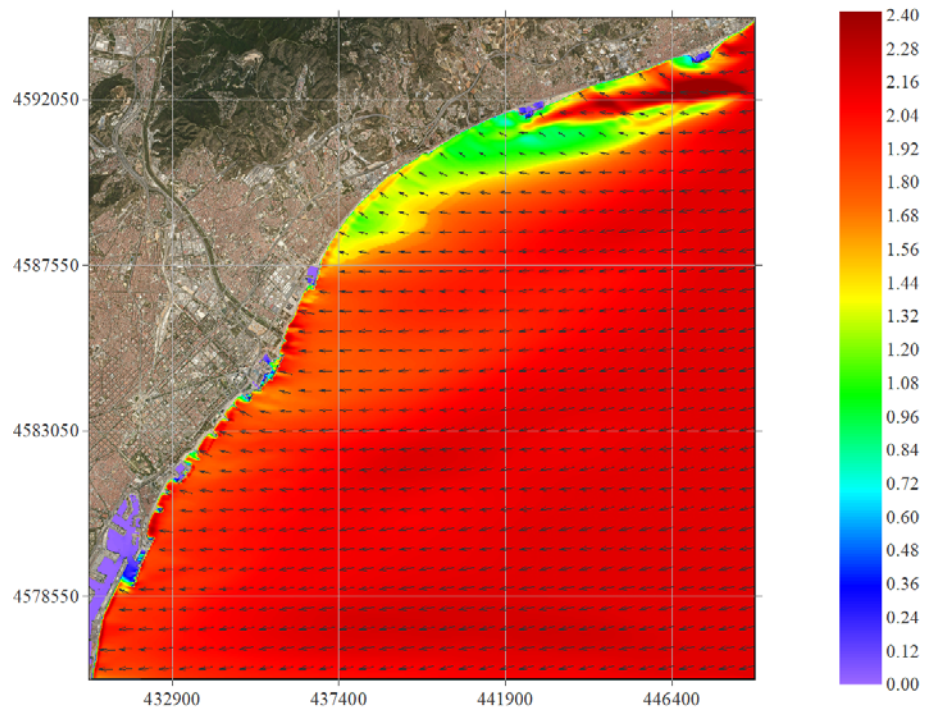


Figura 38. Malla exterior. id_61; Hs = 2.44 m; Tp = 11.99 s

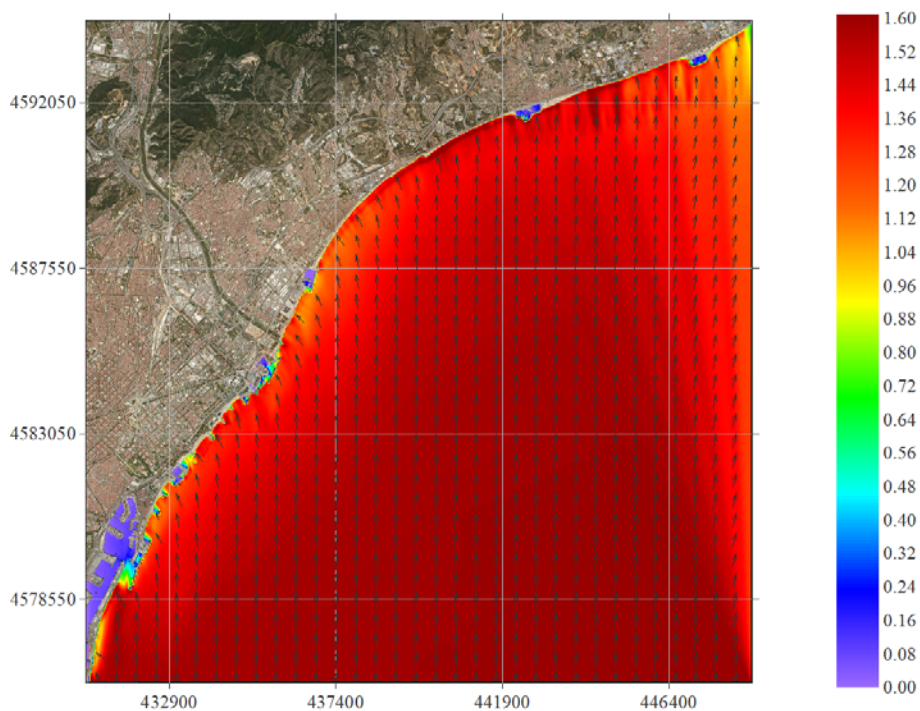


Figura 39. Malla exterior. id_GK; $H_s = 1.57$ m; $T_p = 9.9$ s

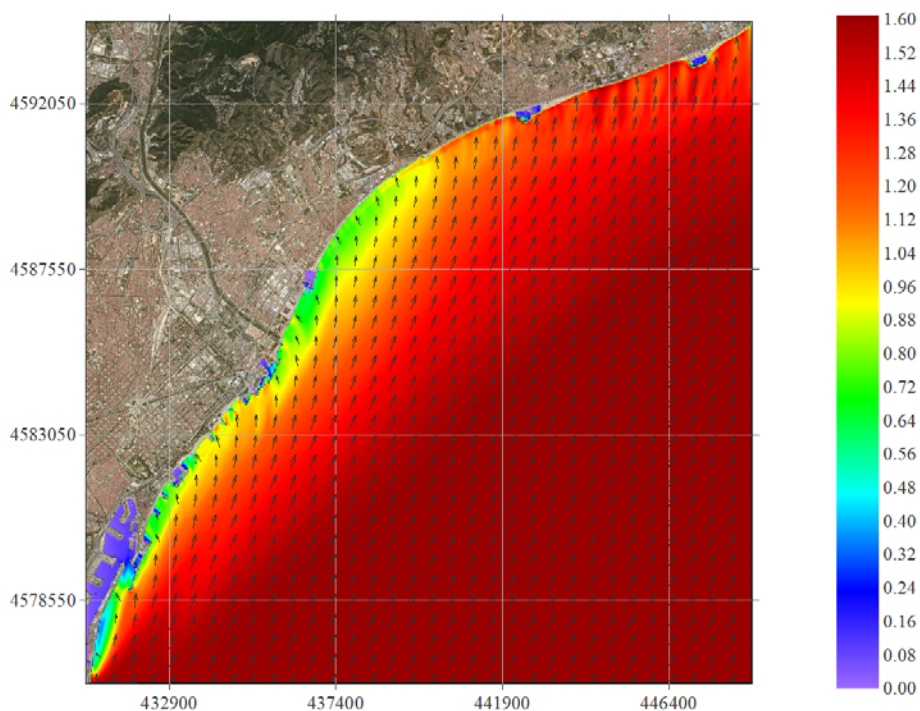


Figura 40. Malla exterior. id_JF; $H_s = 1.58$ m; $T_p = 9.51$ s

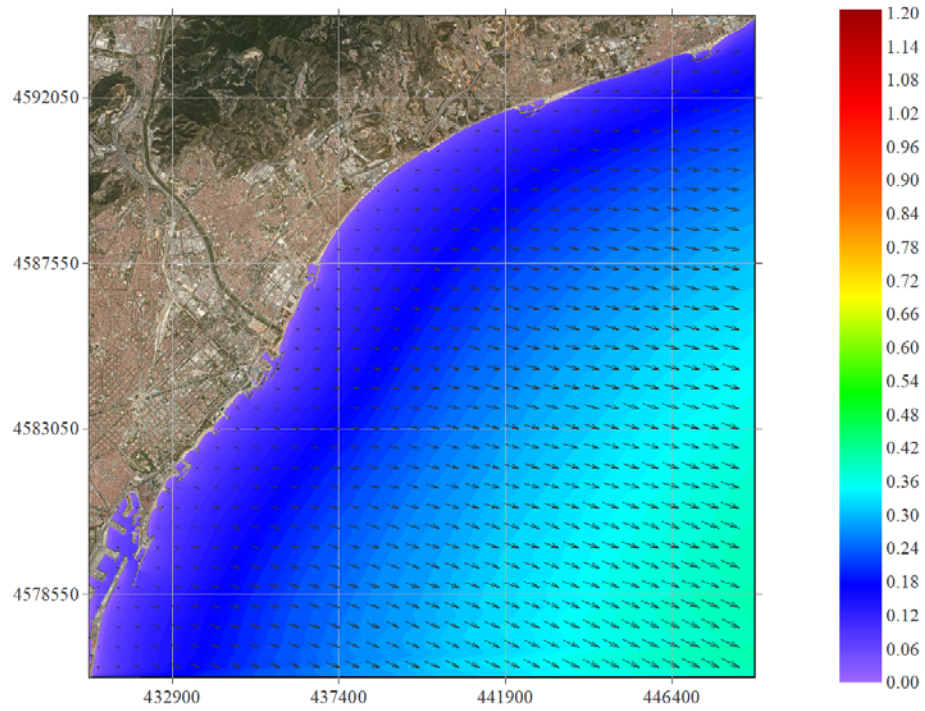


Figura 41. Malla exterior. id_PD; Hs = 1.21 m; Tp = 10.24 s

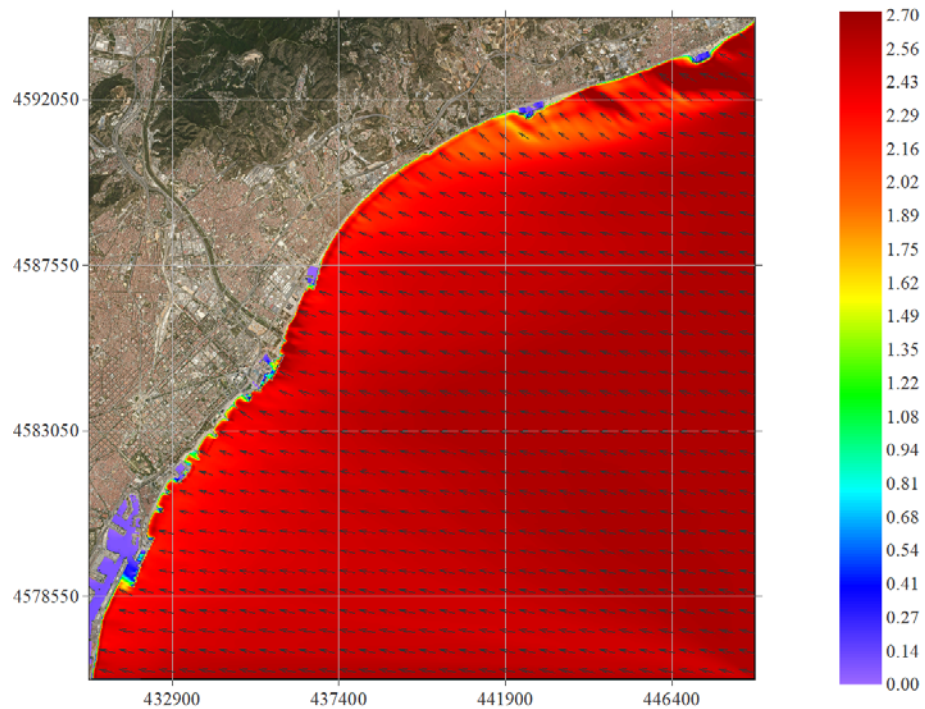


Figura 42. Malla exterior. id_9J; Hs = 2.72 m; Tp = 10.04 s

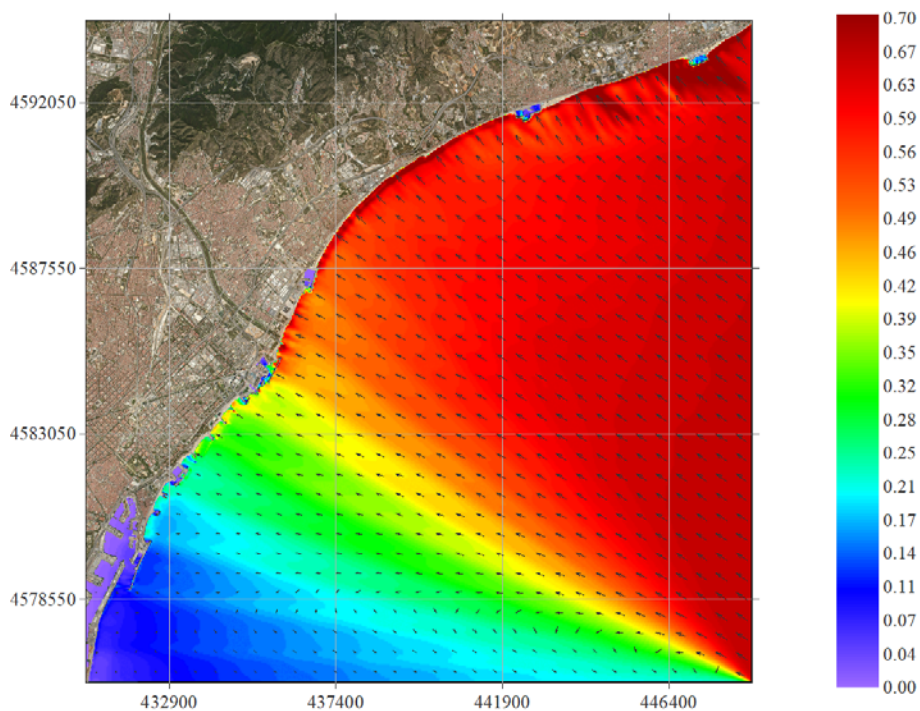


Figura 43. Malla exterior. id_RL; Hs = 0.73 m; Tp = 11.73 s

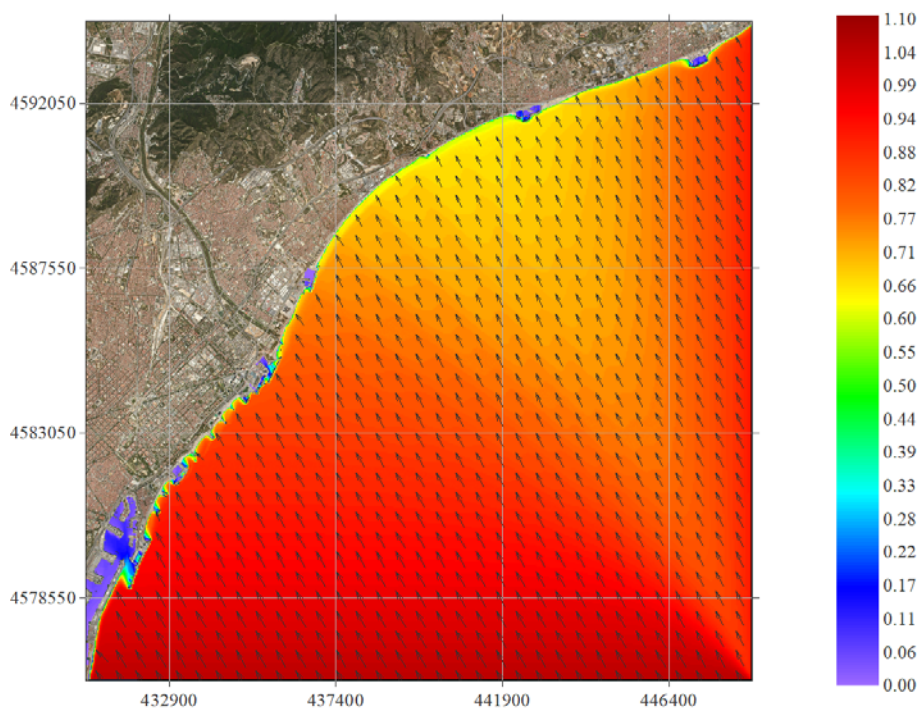


Figura 44. Malla exterior. id_E0; Hs = 1.06 m; Tp = 3.45 s

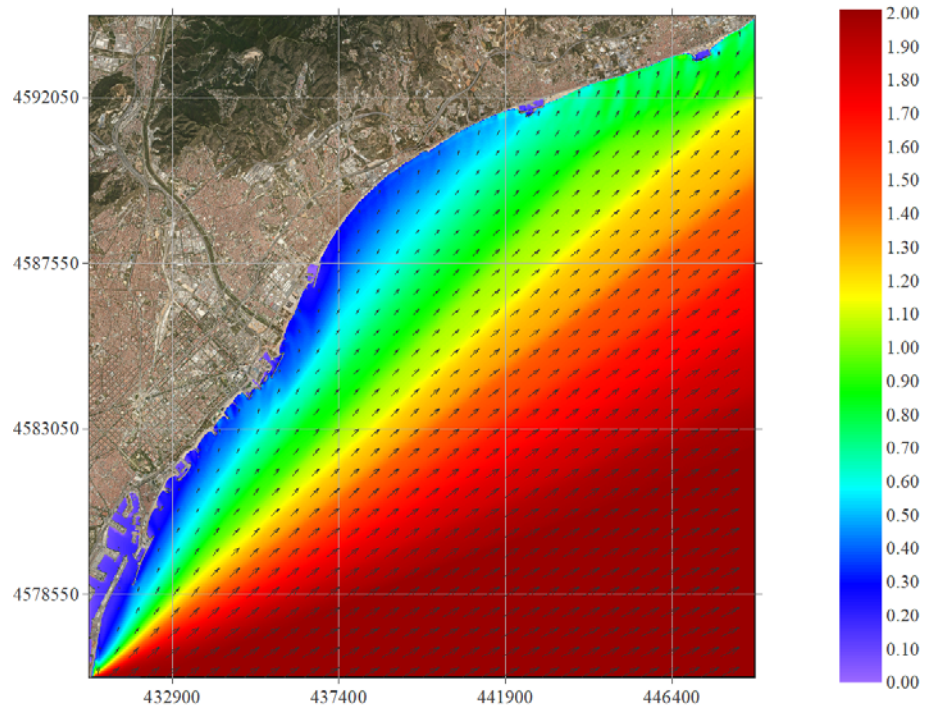


Figura 45. Malla exterior. id_LV; $H_s = 1.99$ m; $T_p = 8.33$ s

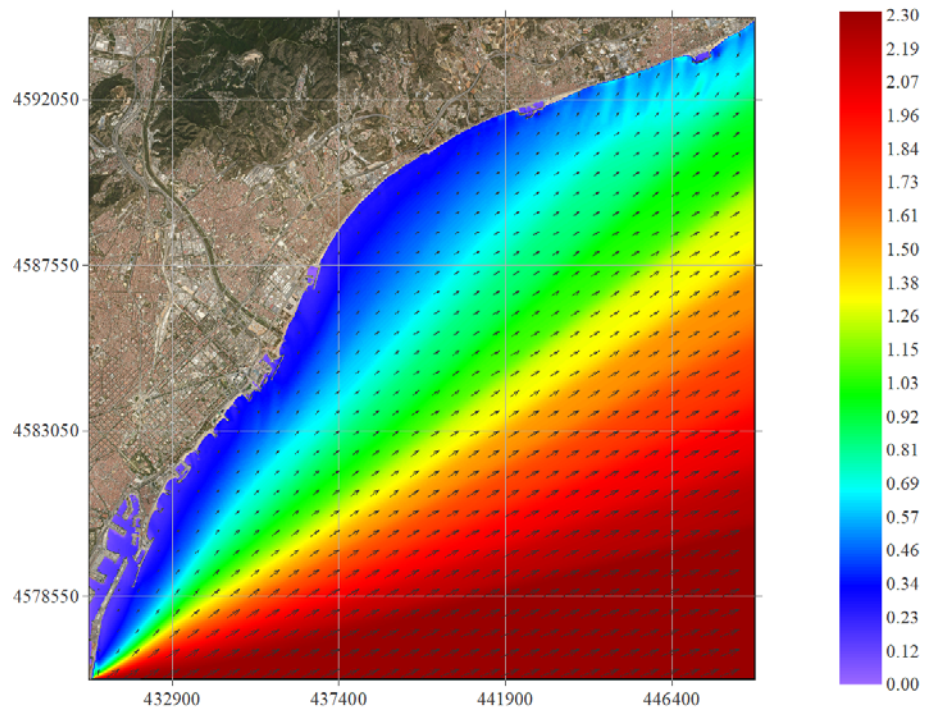


Figura 46. Malla exterior. id_MI; $H_s = 2.32$ m; $T_p = 9.01$ s

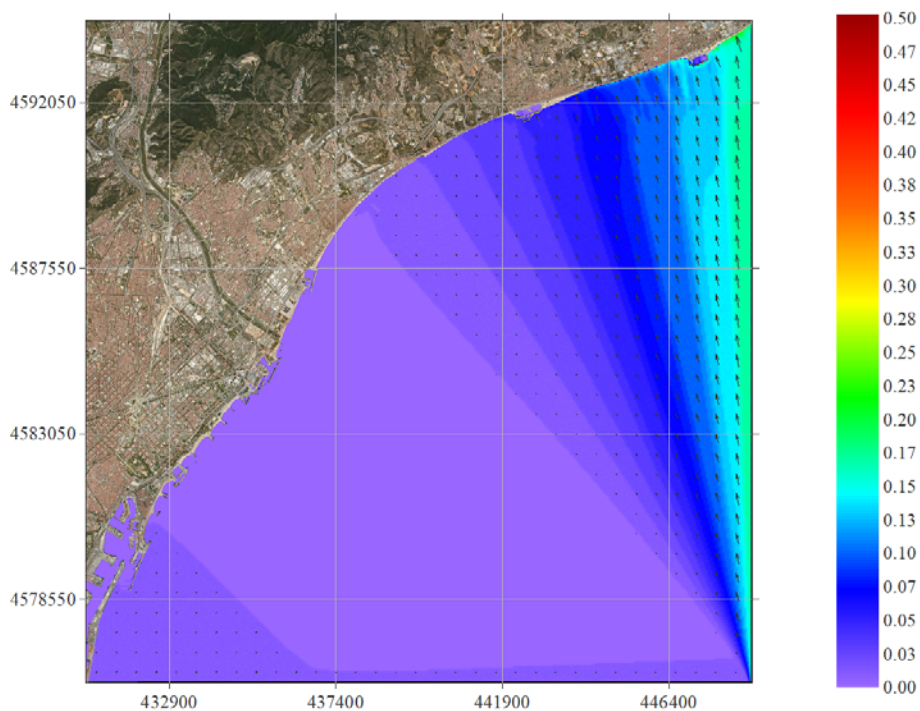


Figura 47. Malla exterior. id_Q9; $H_s = 0.46$ m; $T_p = 7.75$ s

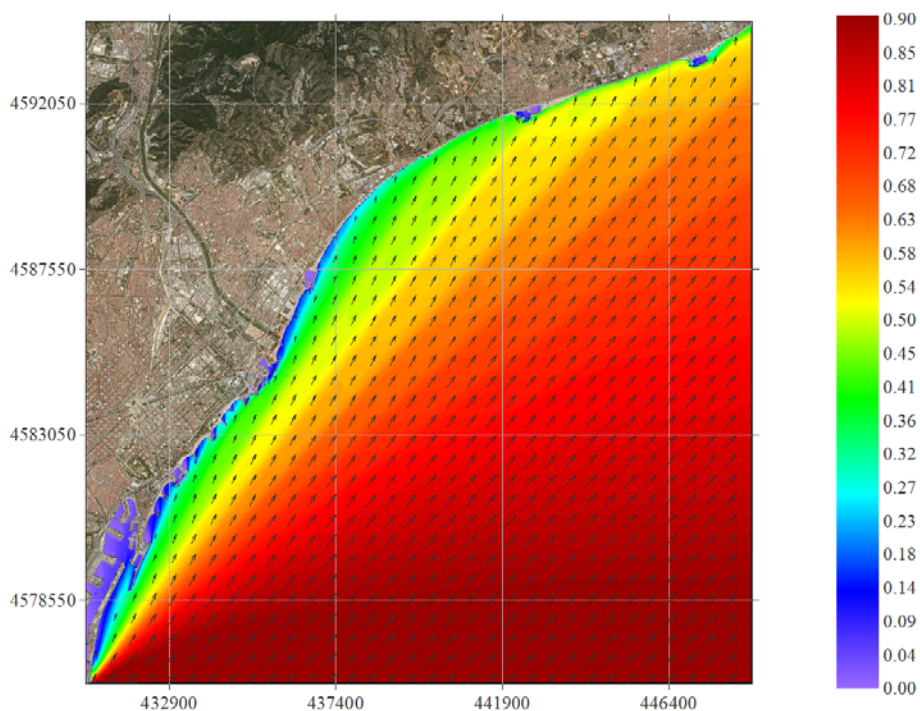


Figura 48. Malla exterior. id_KV; $H_s = 0.94$ m; $T_p = 4.14$ s

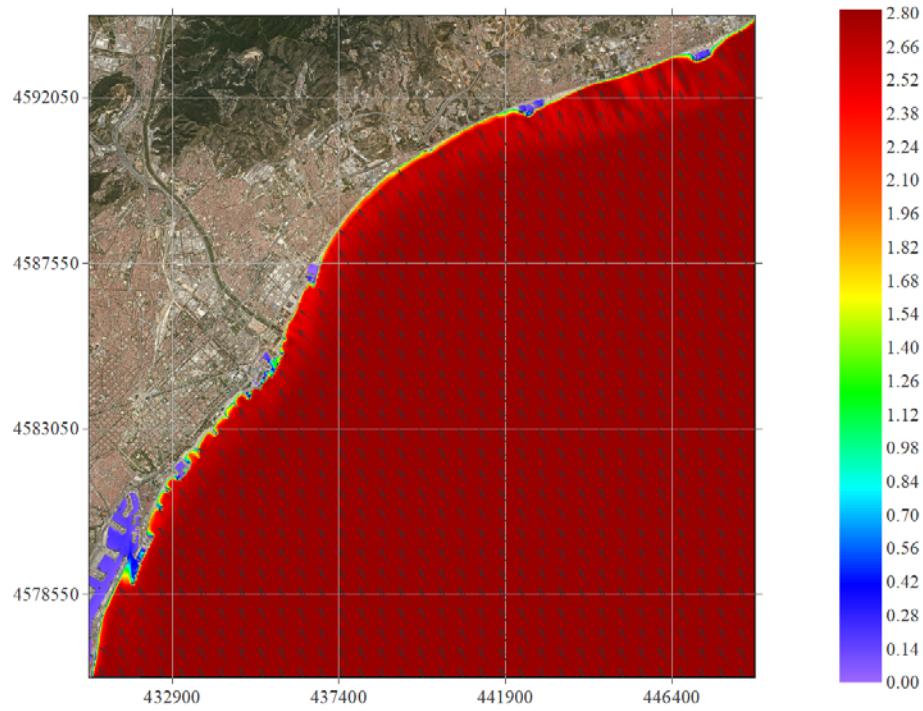


Figura 49. Malla exterior. id_EC; Hs = 2.81 m; Tp = 7.52 s

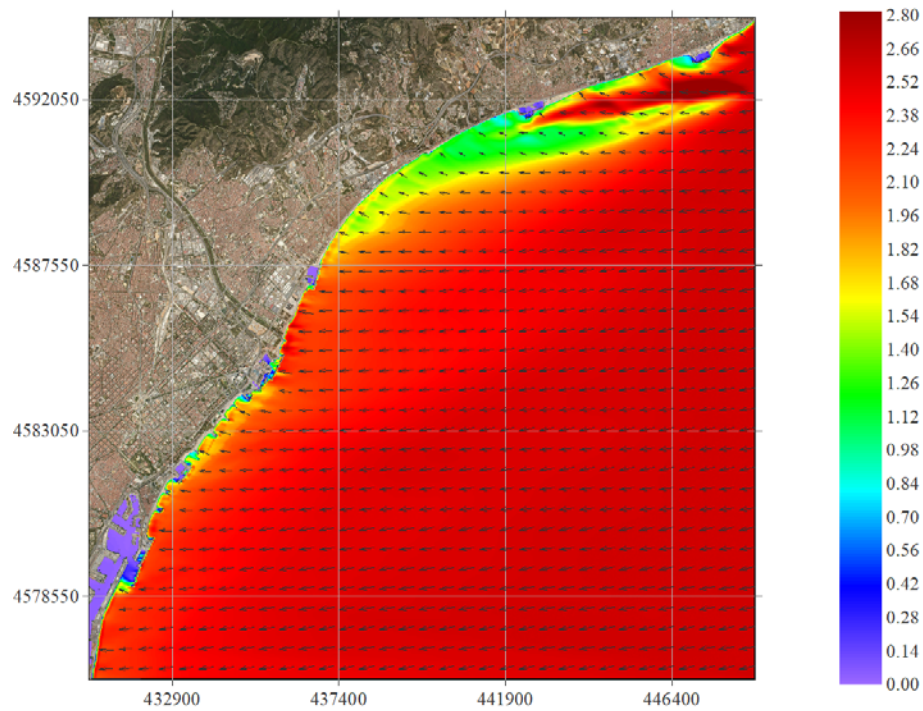


Figura 50. Malla exterior. id_6E; Hs = 2.8 m; Tp = 11.01 s

**Annex 3 Figures de propagació SMC de Sant Adrià del
Besòs**

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

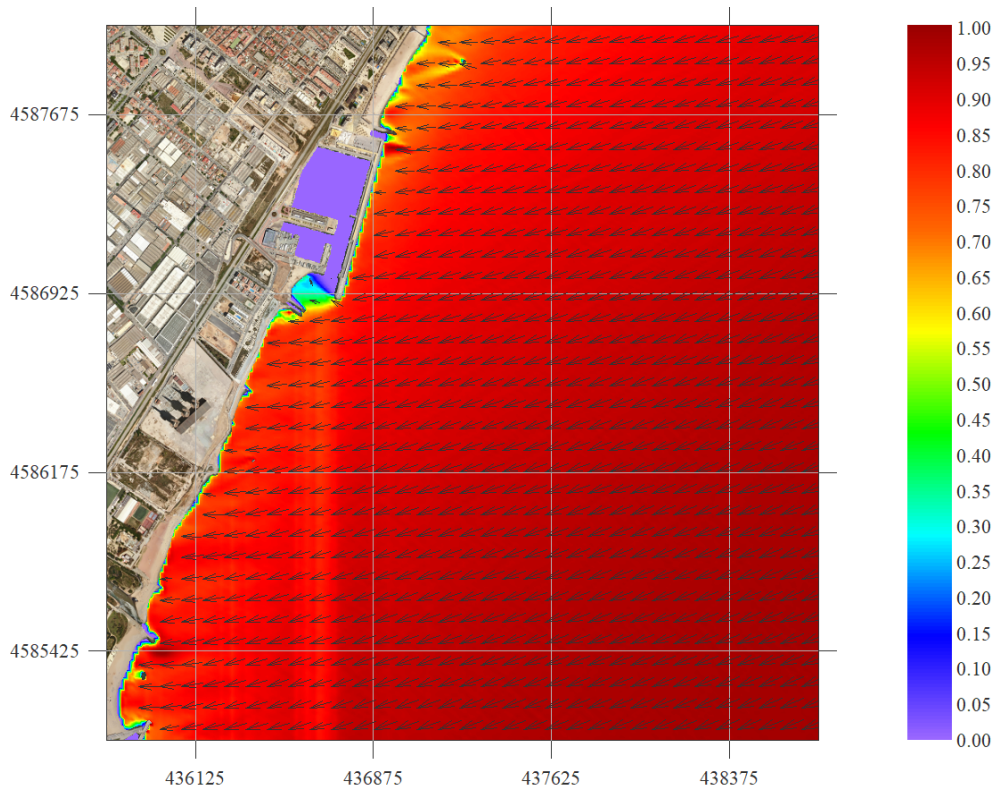


Figura 1. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 67.5^\circ$

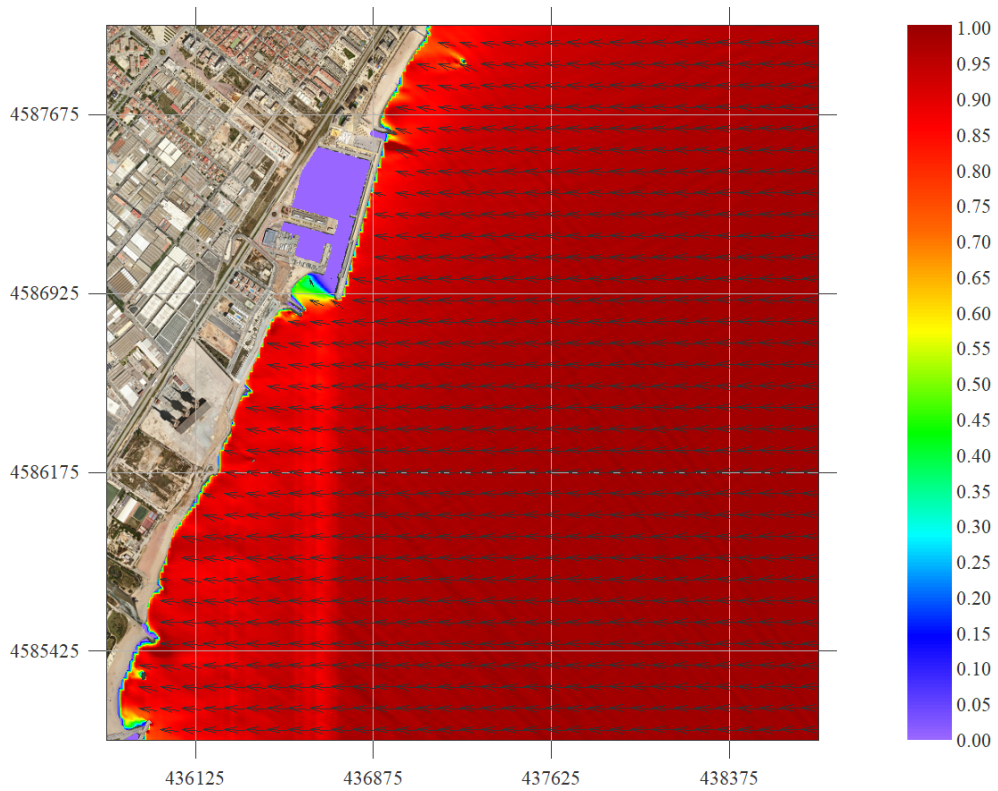


Figura 2. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 90^\circ$

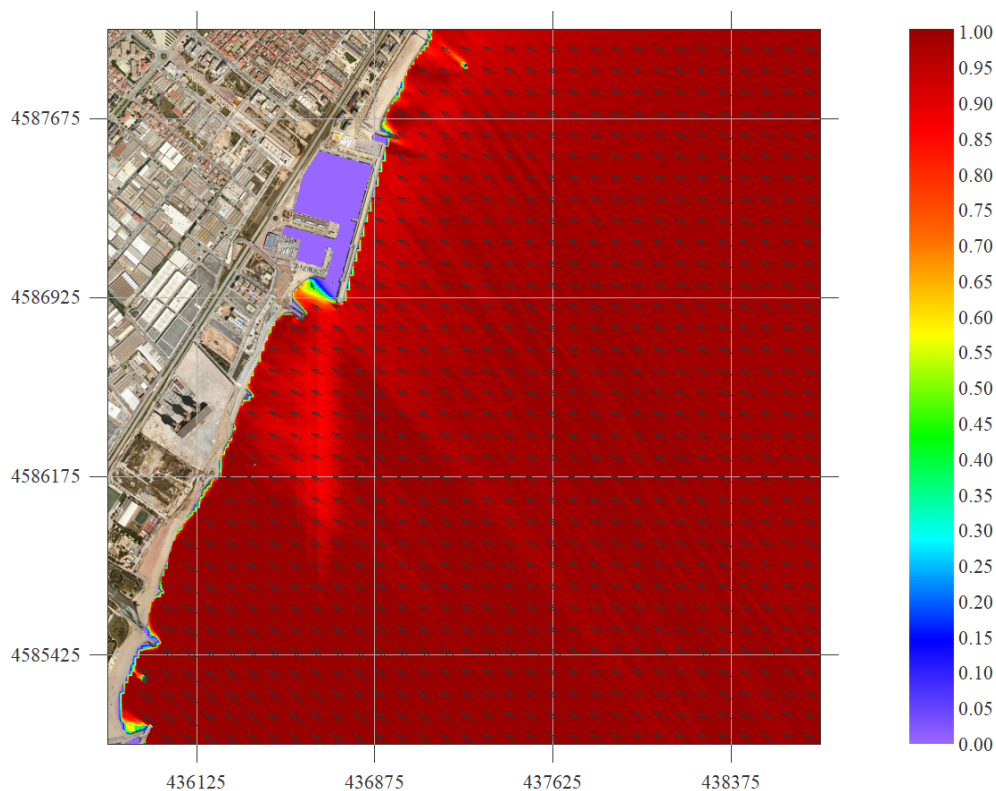


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

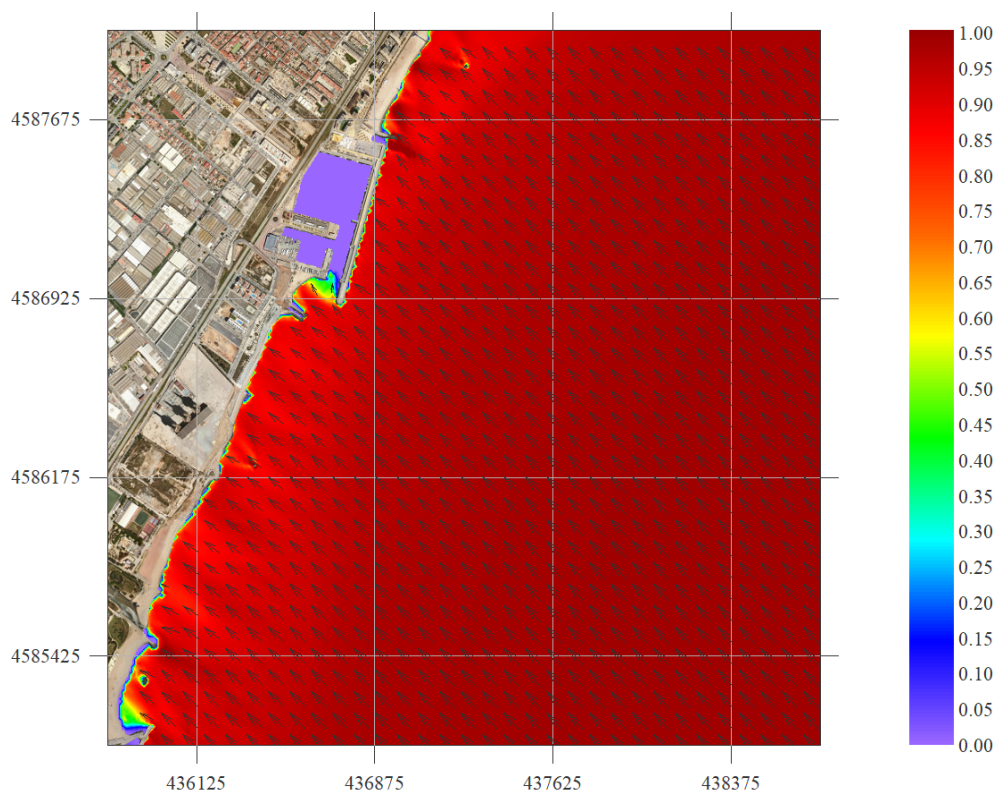


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

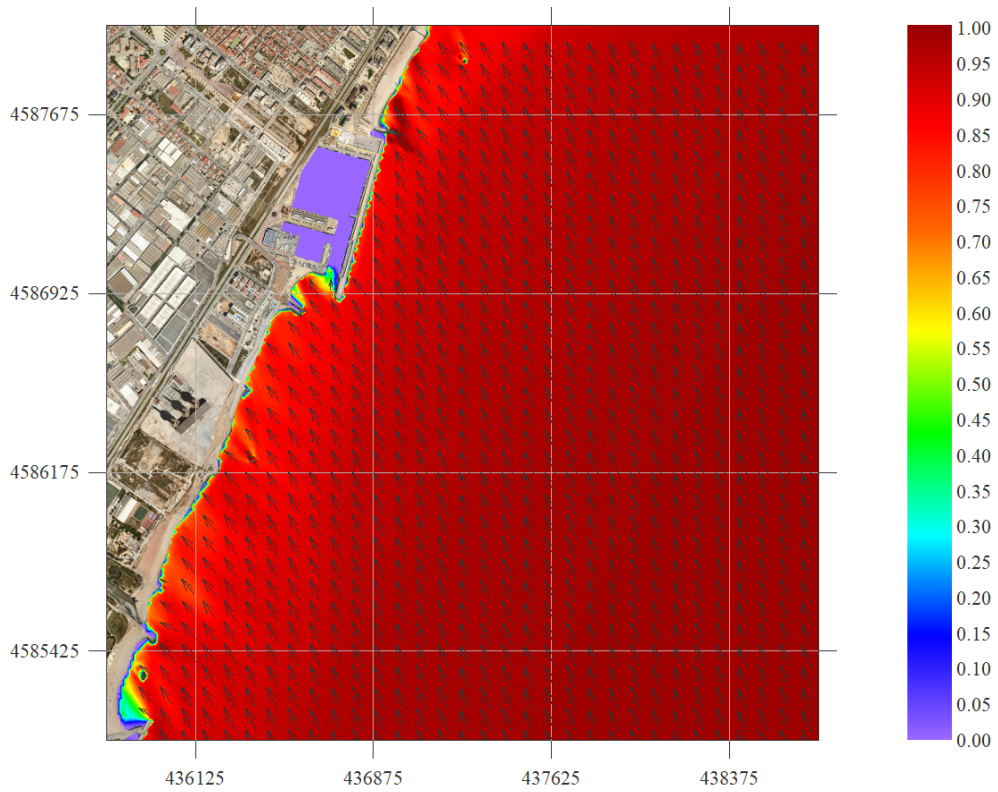


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

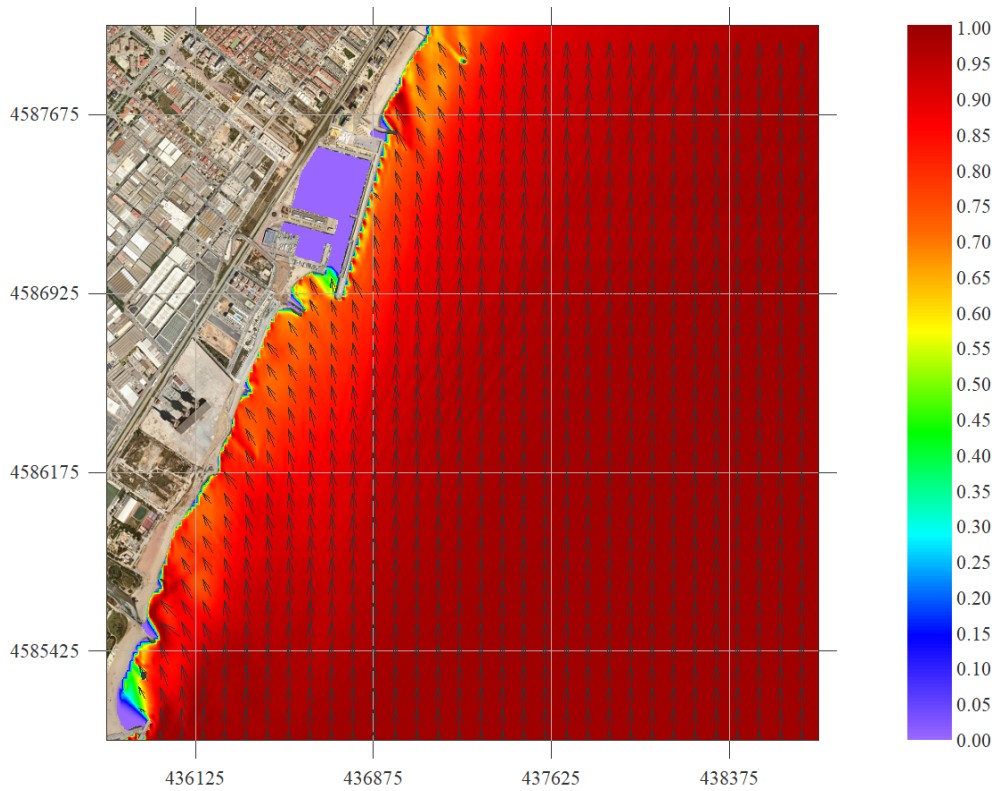


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

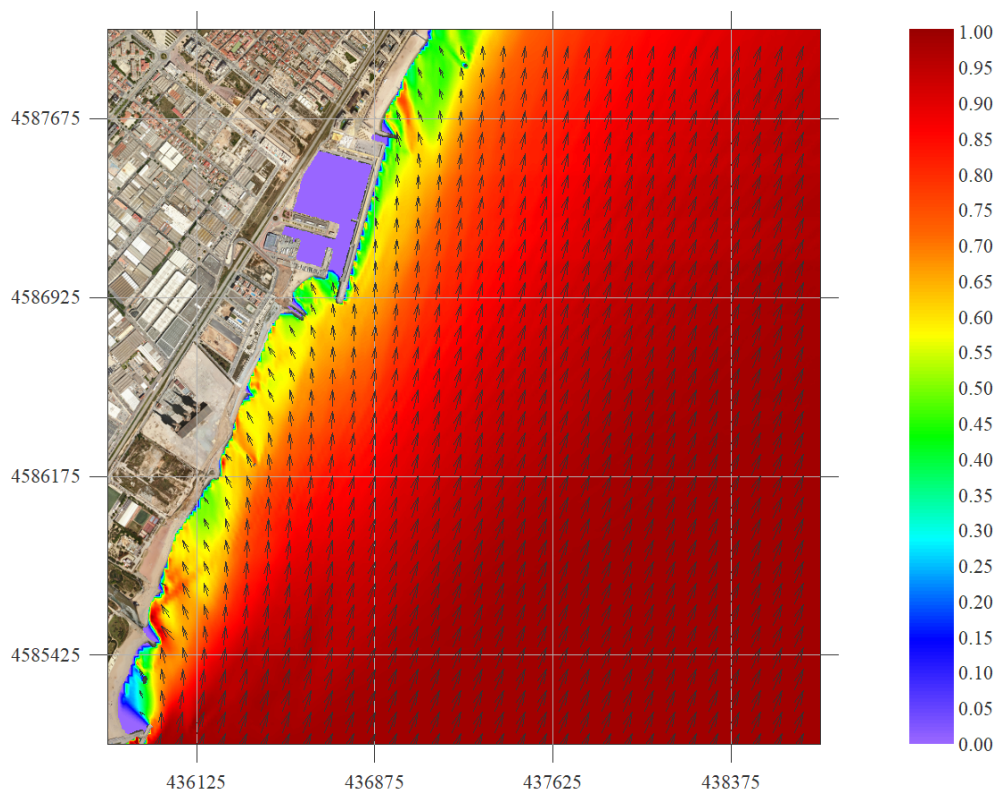


Figura 7. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 202.5^\circ$

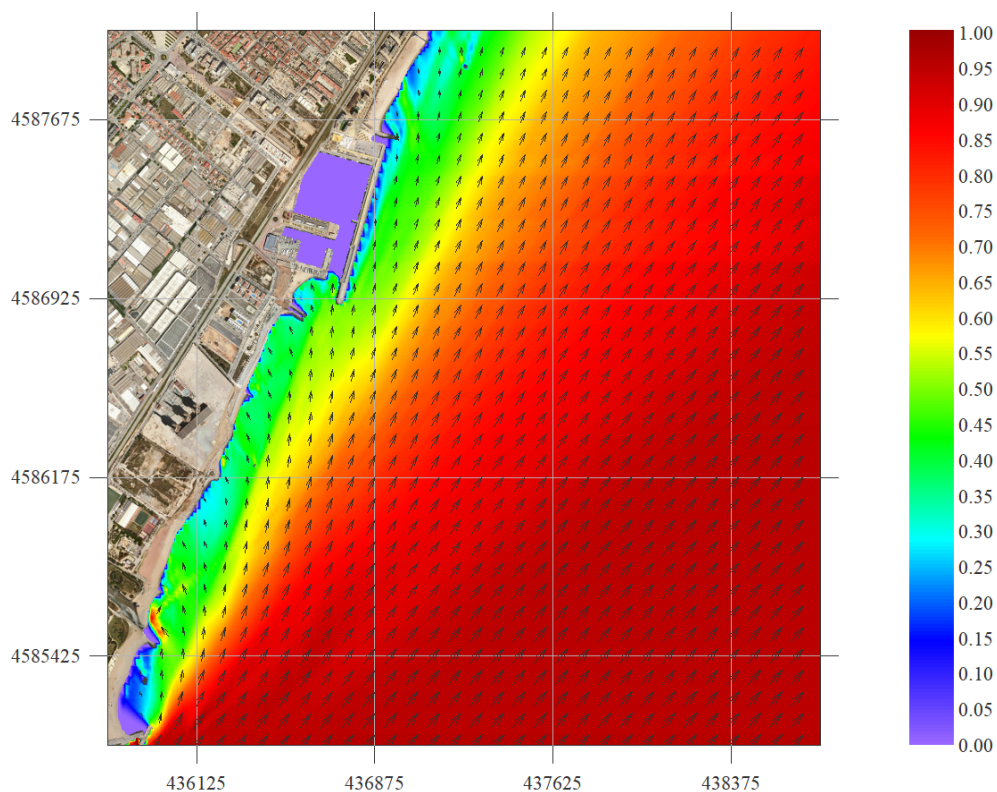


Figura 8. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 225^\circ$

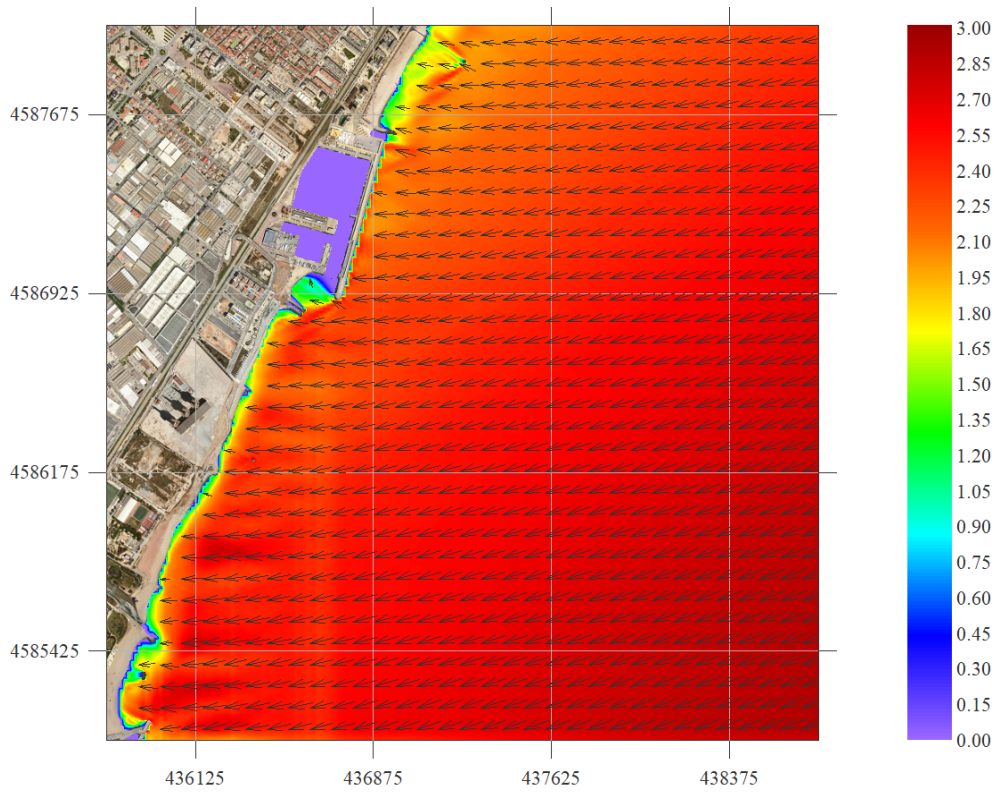


Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°

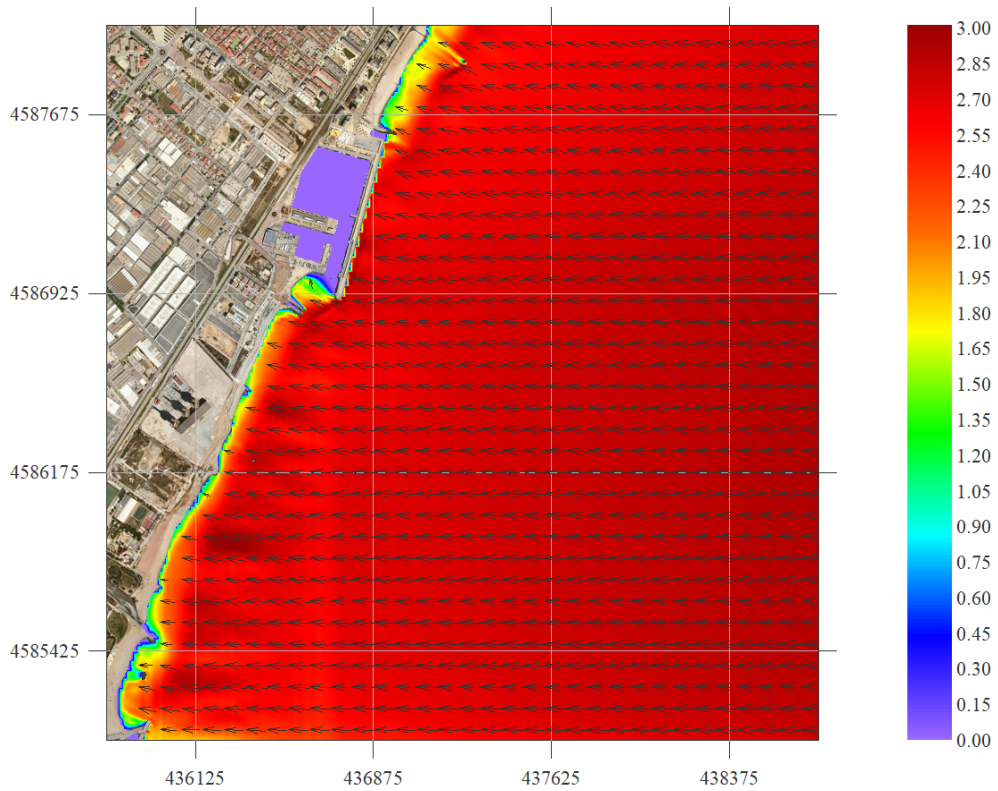


Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°

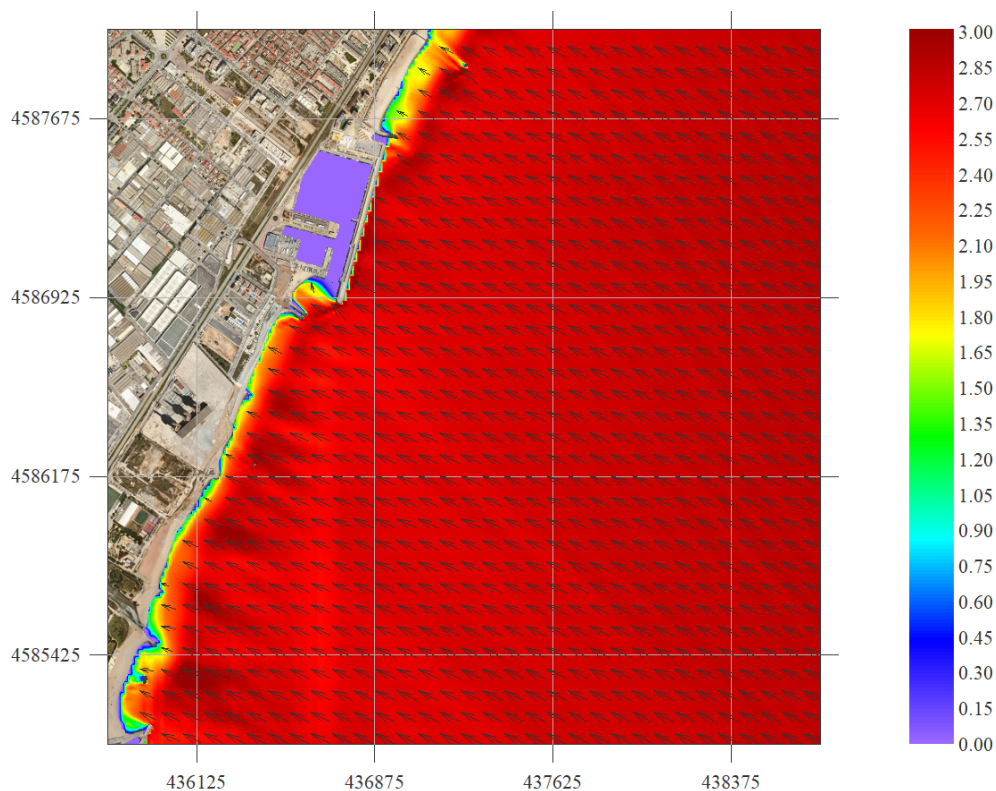


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

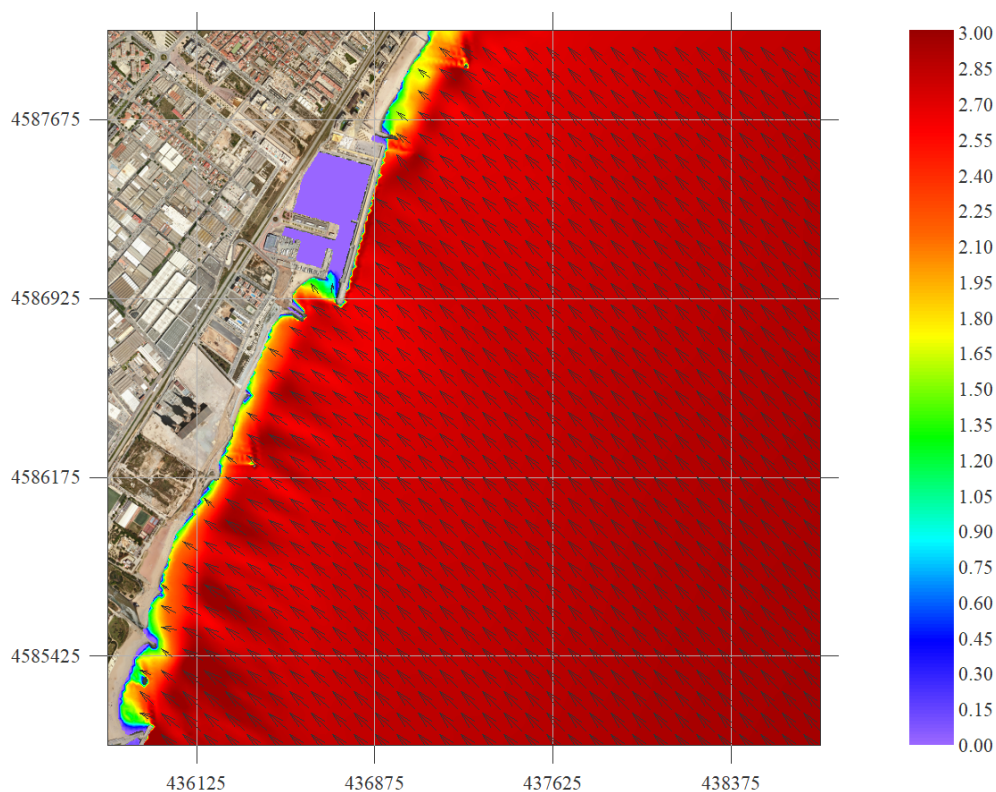


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

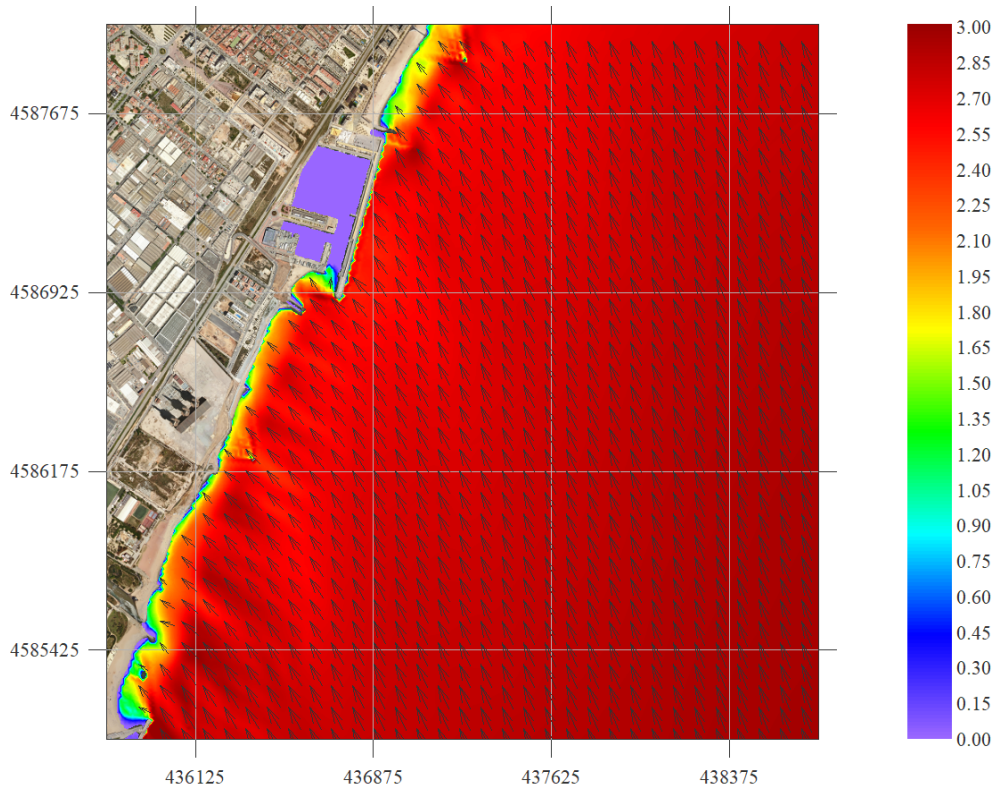


Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°

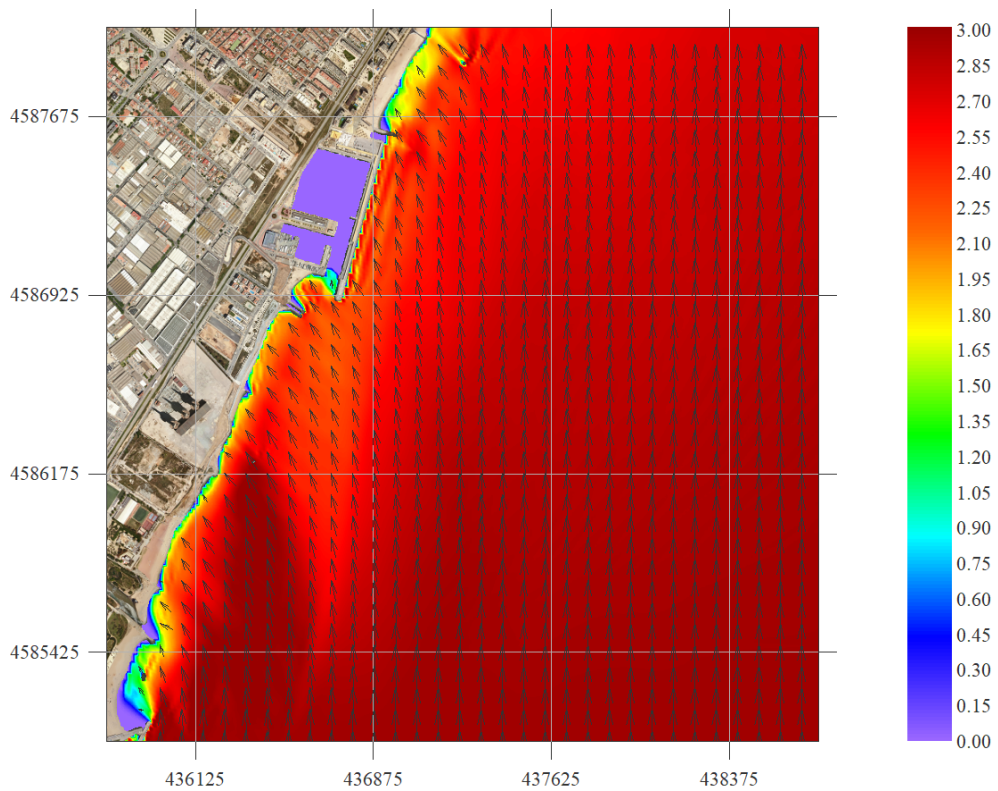


Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°

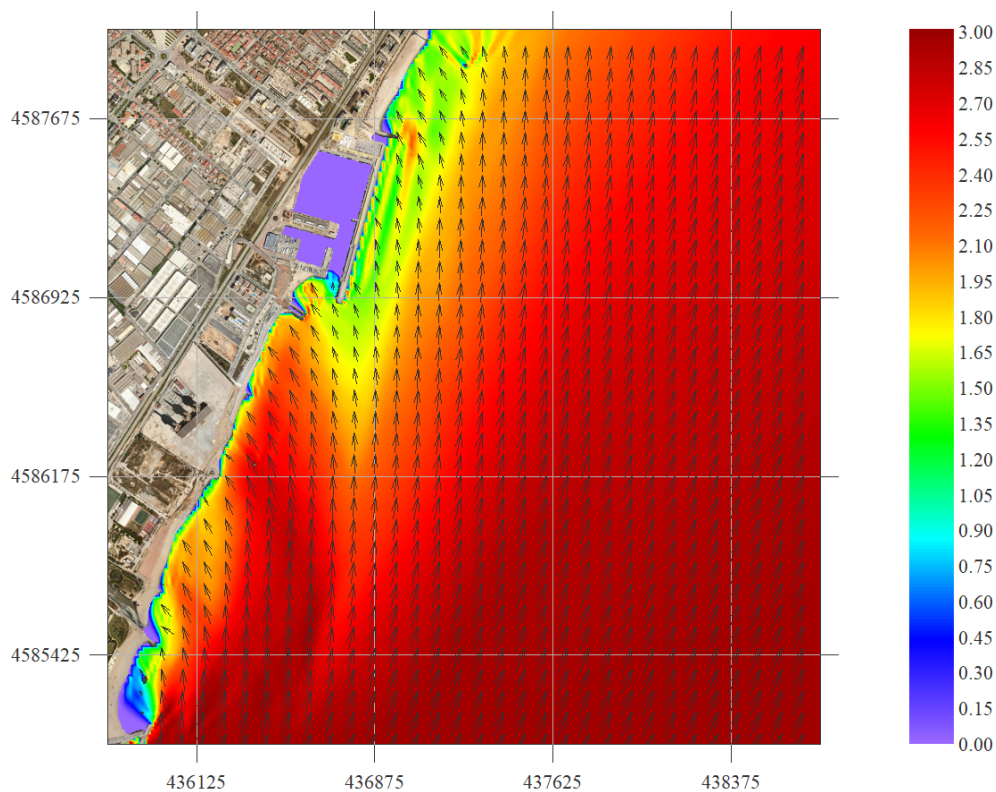


Figura 15. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 202.5^\circ$

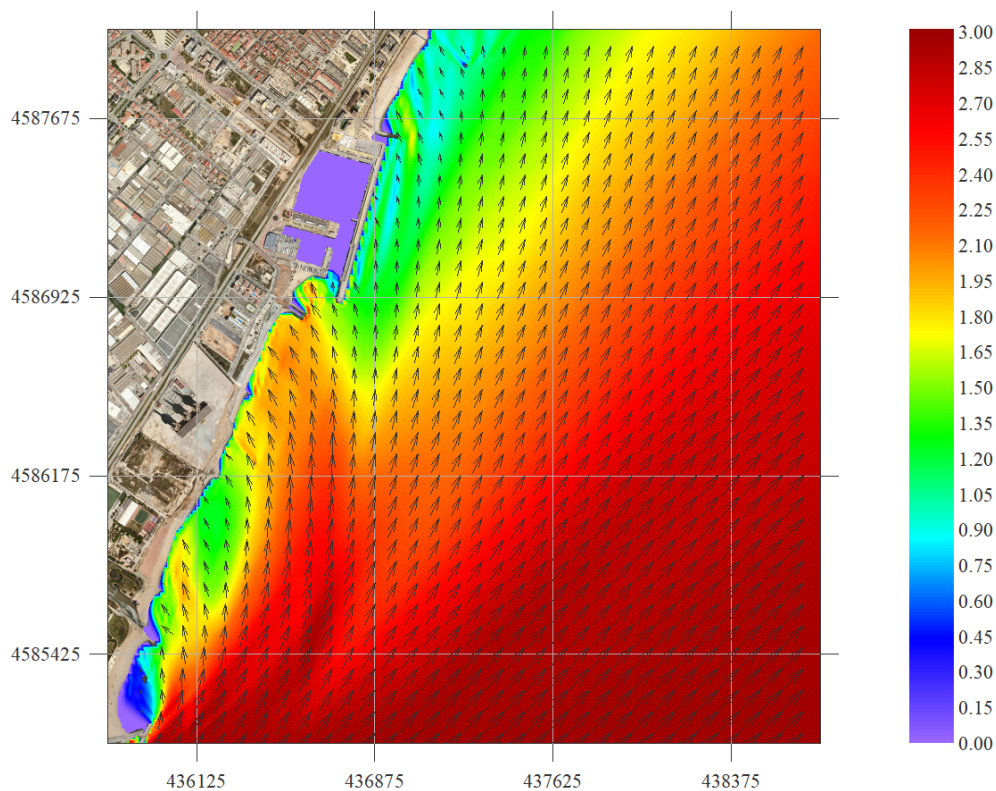


Figura 16. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 225^\circ$

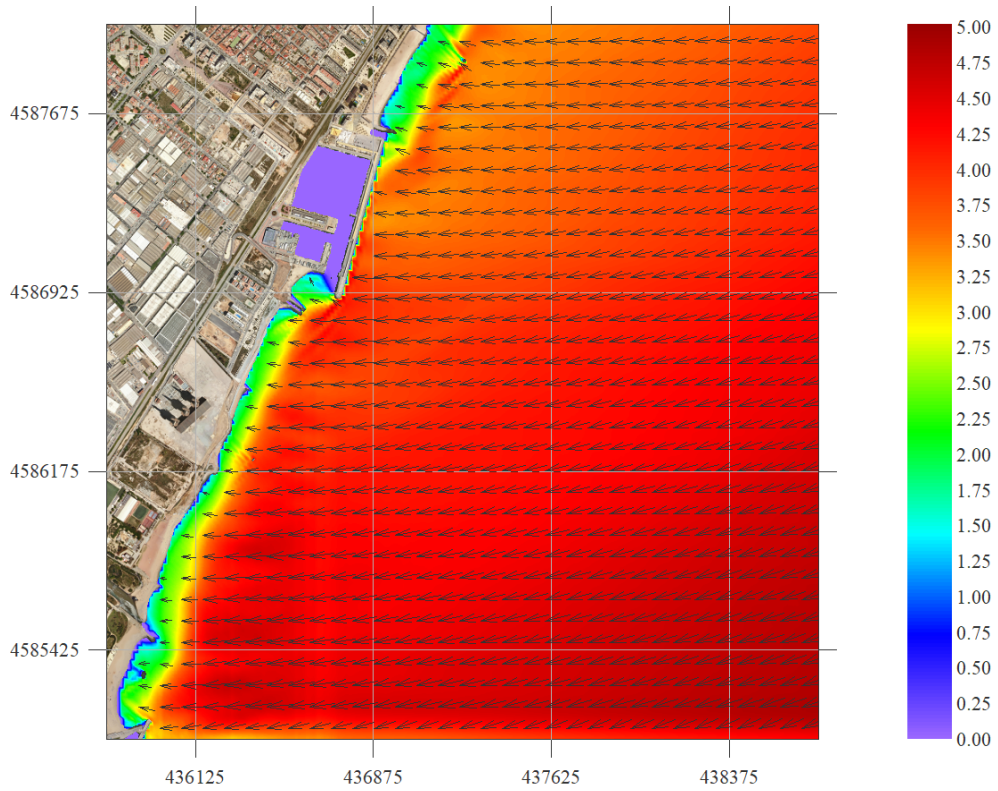


Figura 17. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 67.5^\circ$

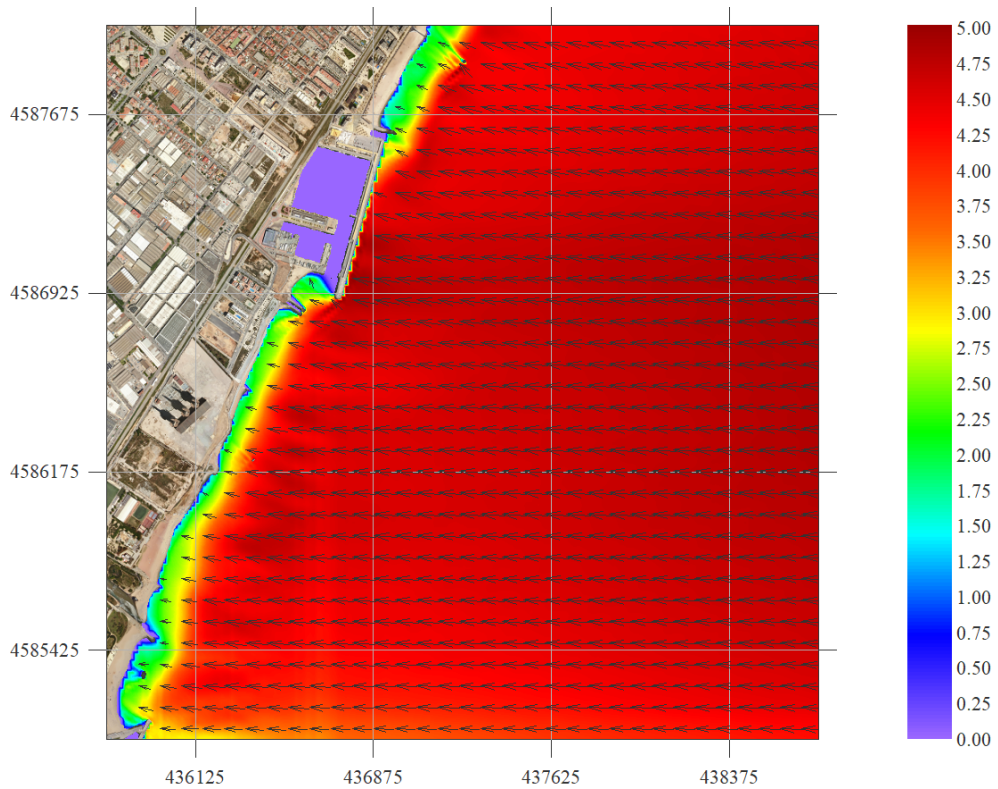


Figura 18. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 90^\circ$

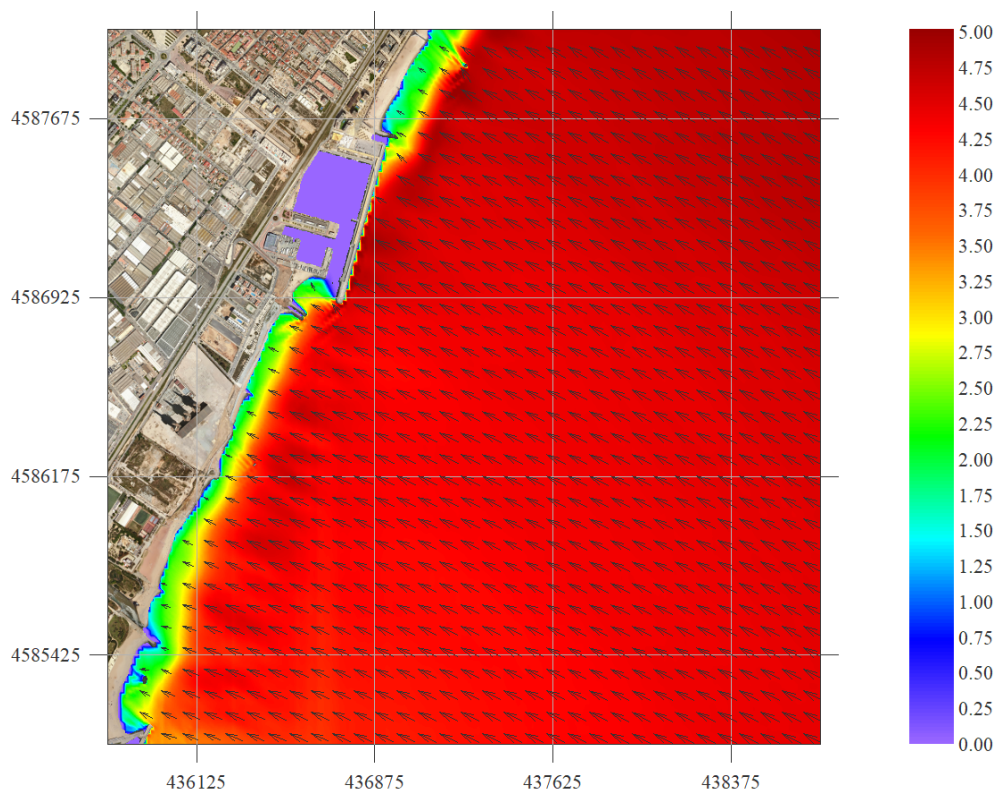


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

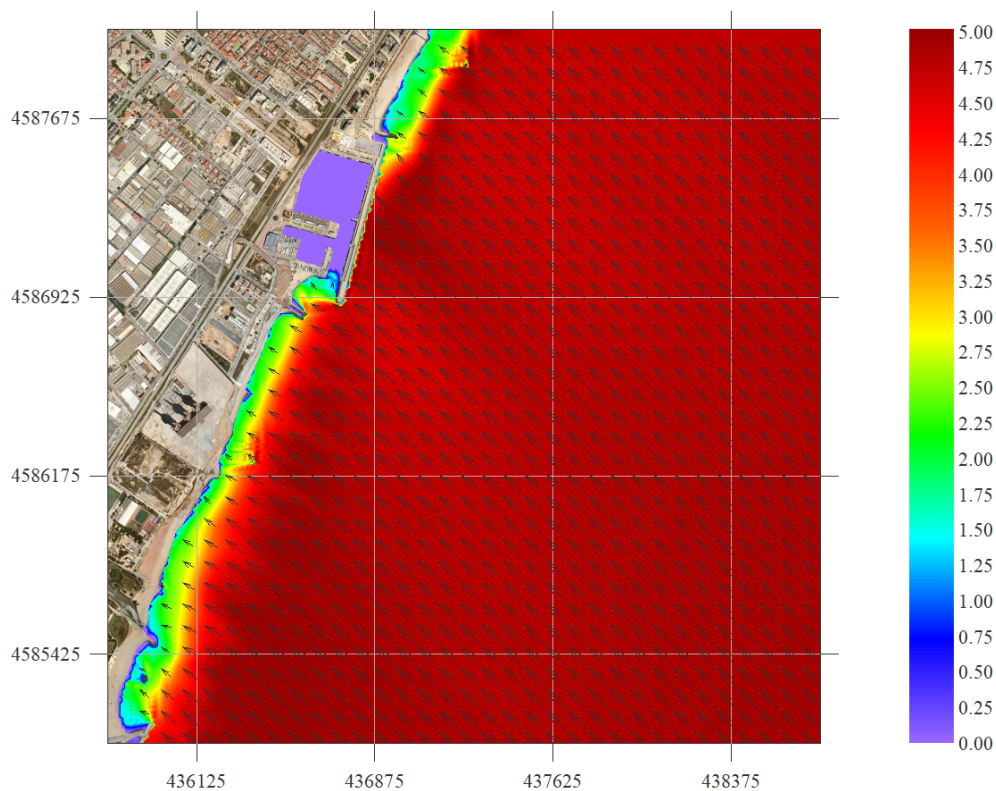


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

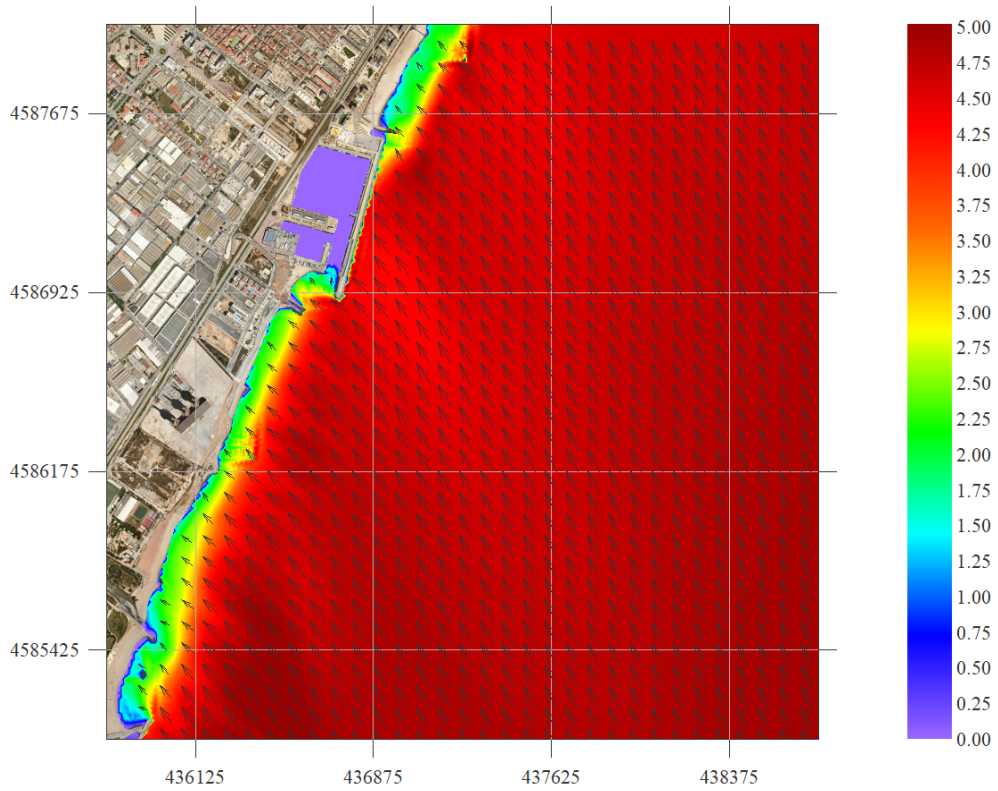


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $\text{Dir} = 157.5^\circ$

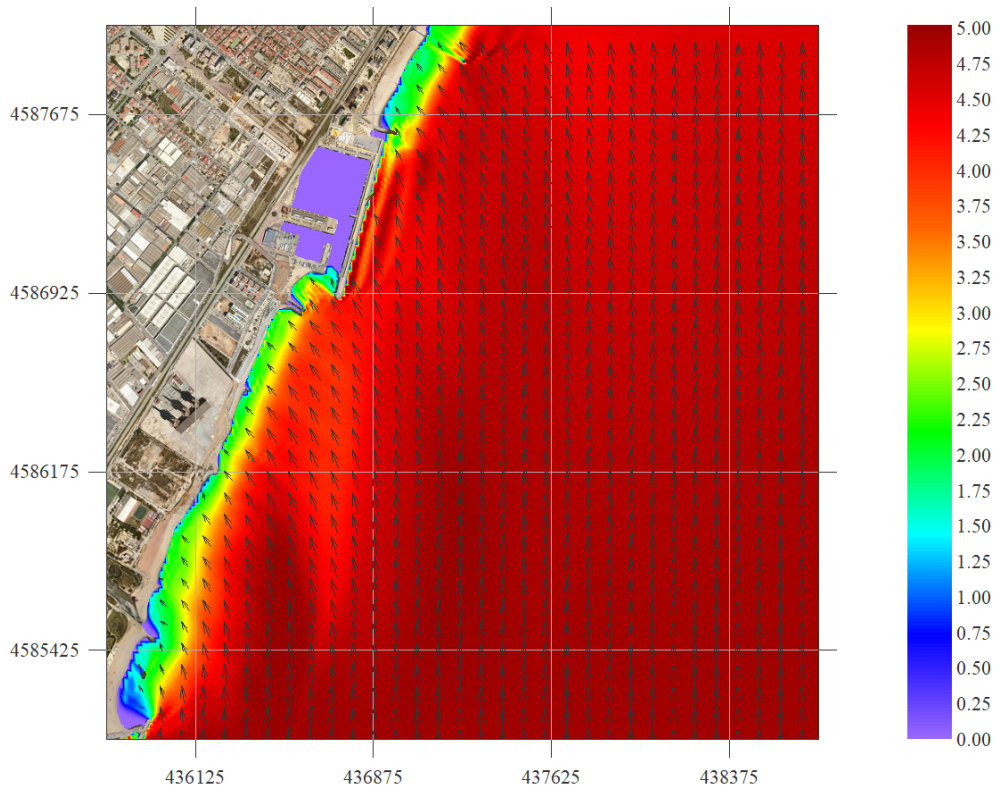


Figura 22. Malla S. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $\text{Dir} = 180^\circ$

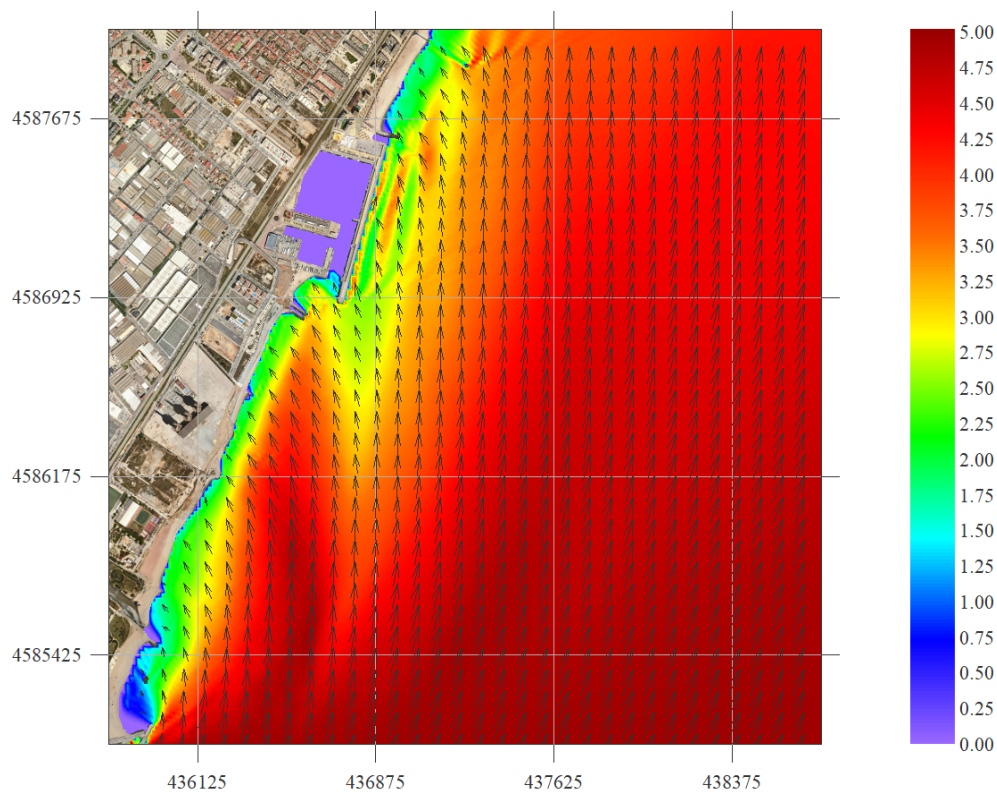


Figura 23. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 202.5^\circ$

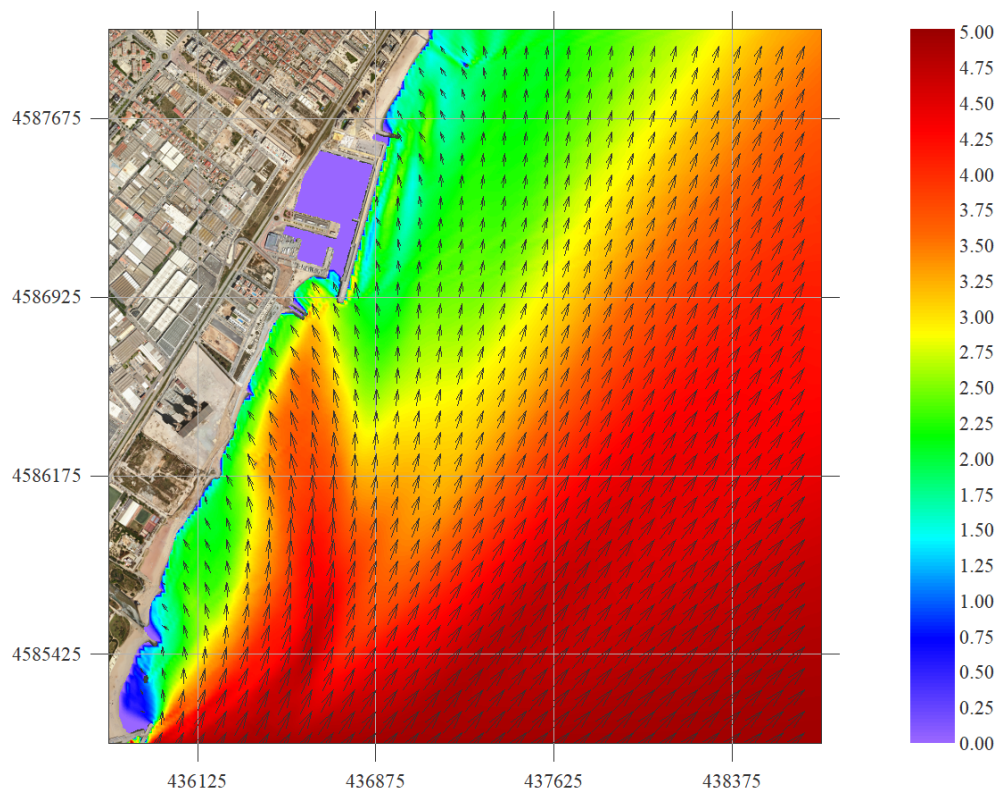


Figura 24. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 225^\circ$

Annex 4 Figures de propagació SMC de Badalona

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

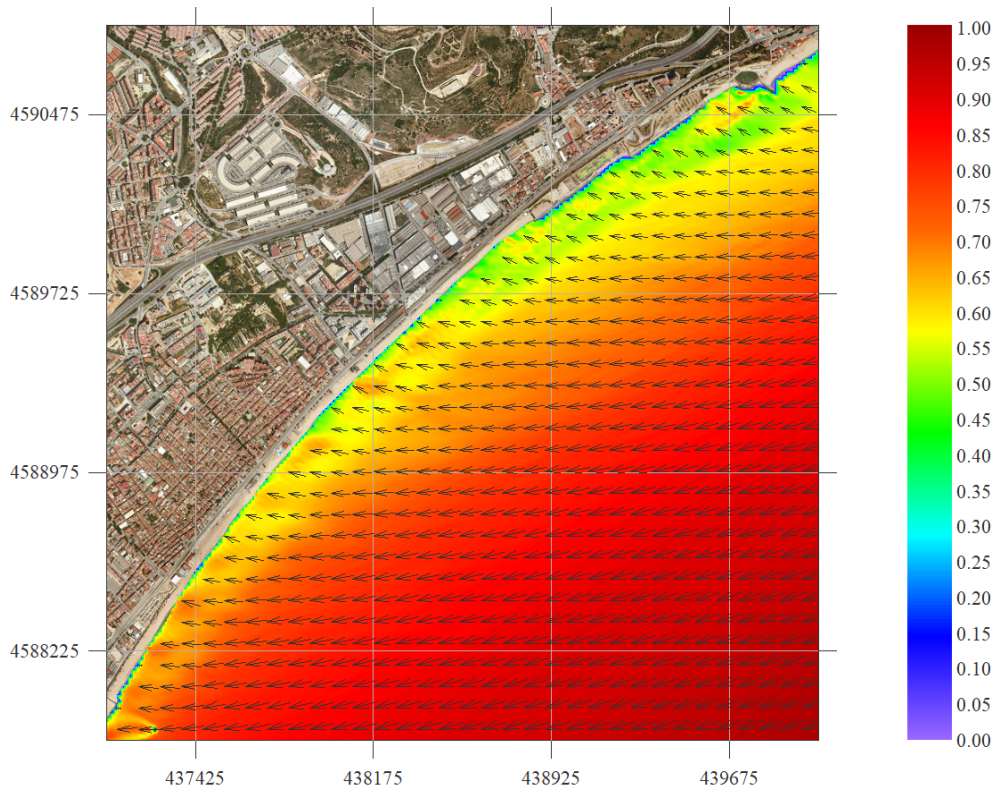


Figura 1. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 67.5^\circ$

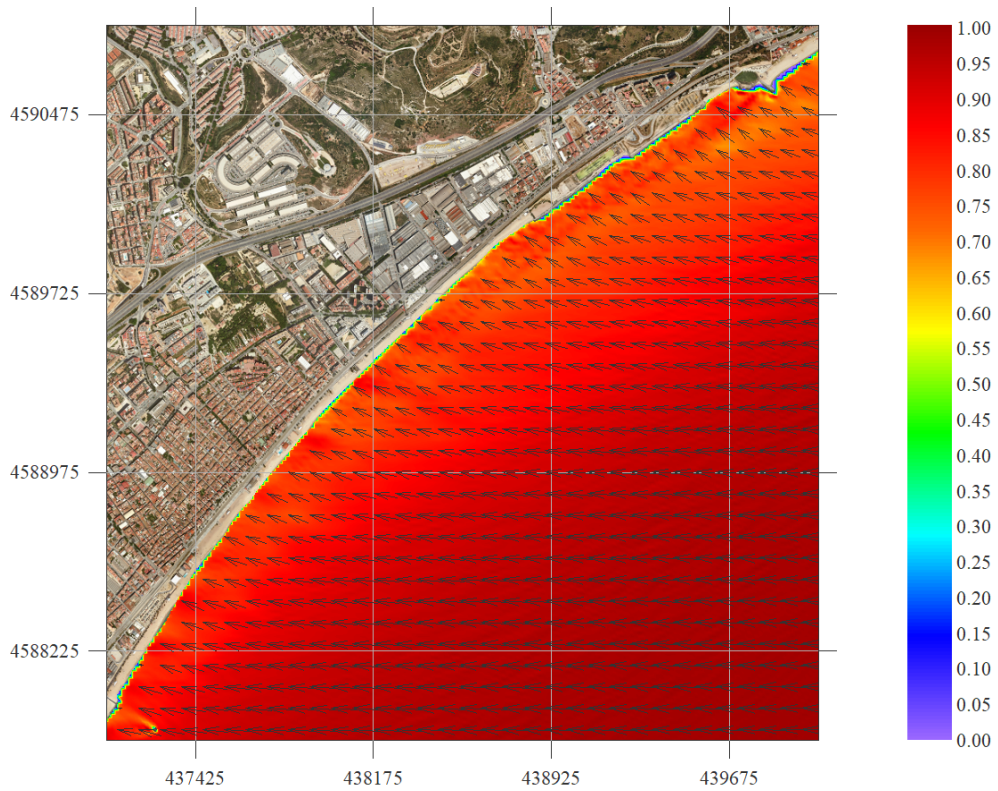


Figura 2. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 90^\circ$

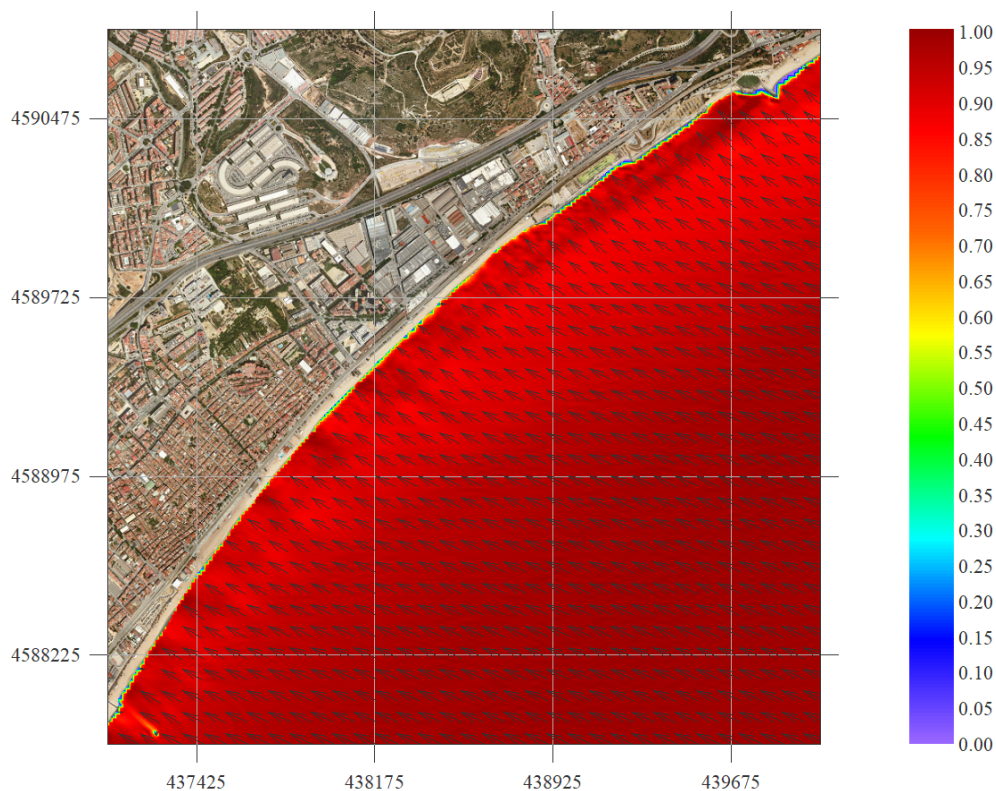


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

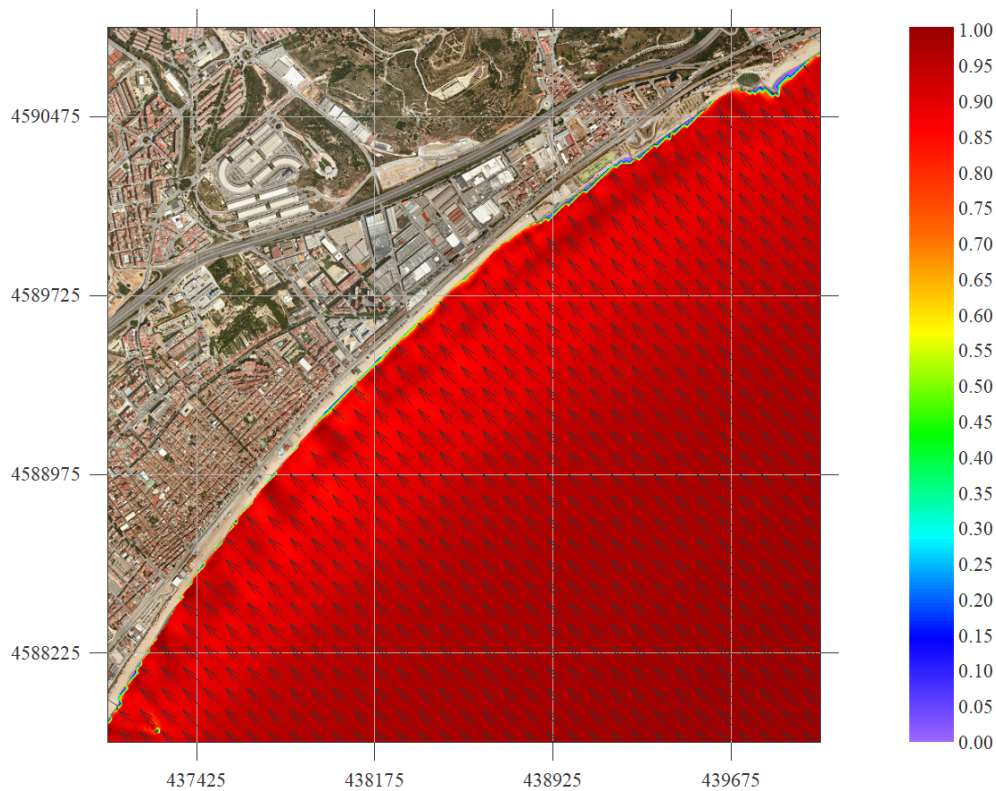


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

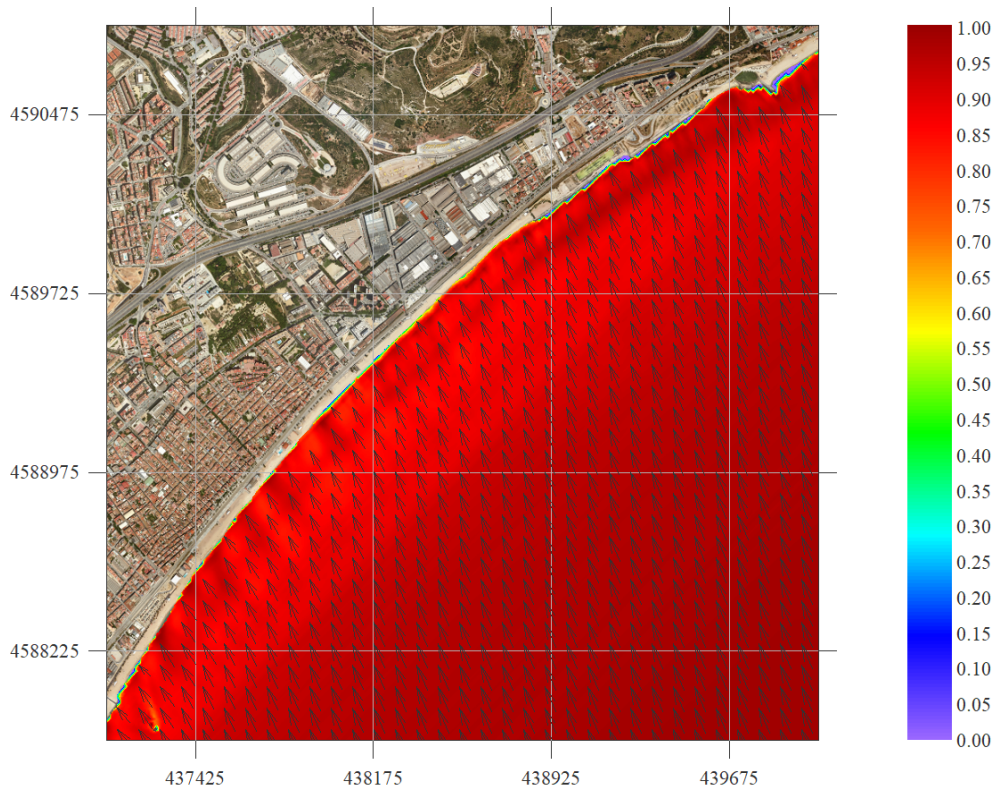


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

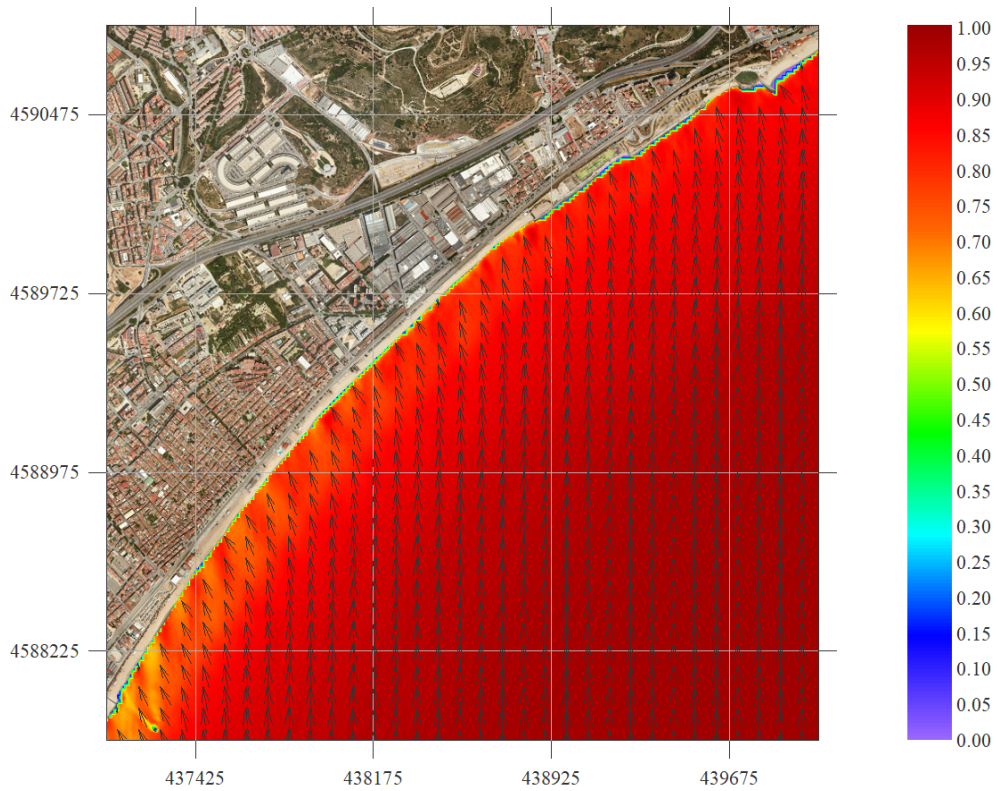


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

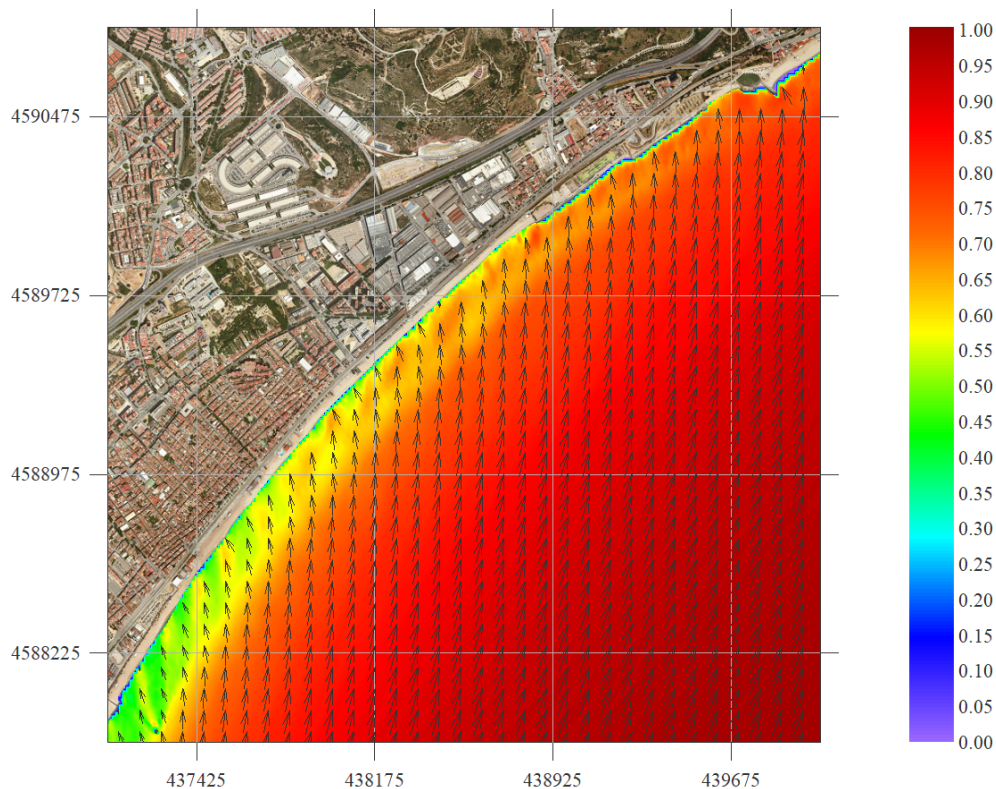


Figura 7. Malla S. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $\text{Dir} = 202.5^\circ$

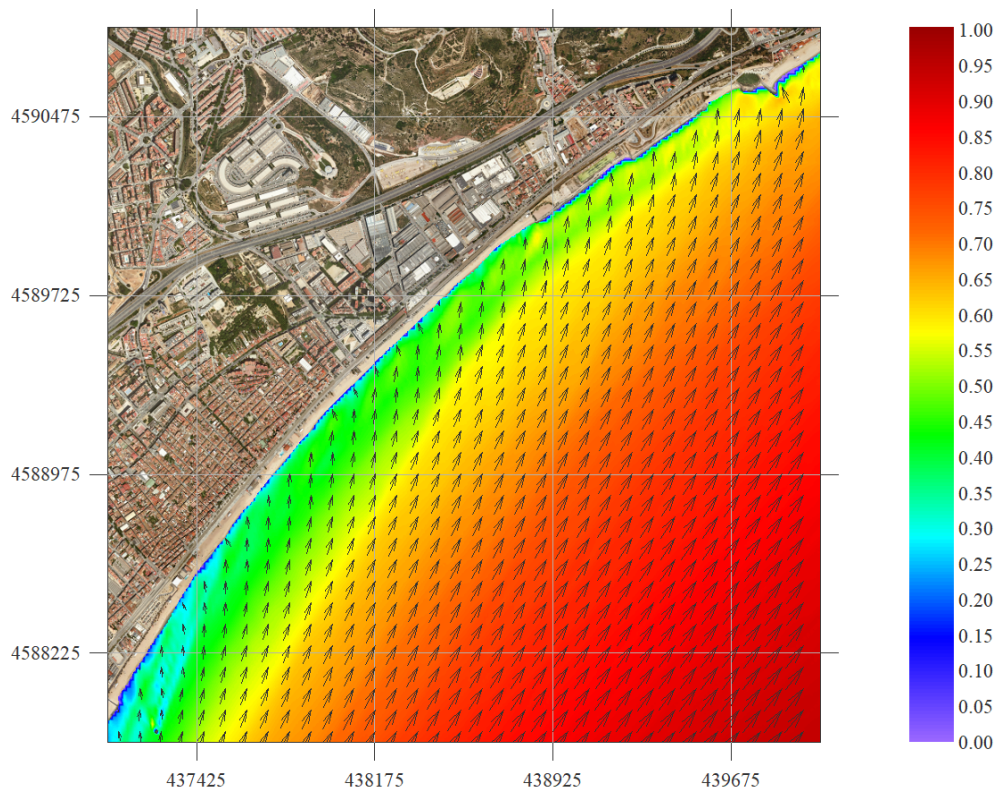


Figura 8. Malla S. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $\text{Dir} = 225^\circ$

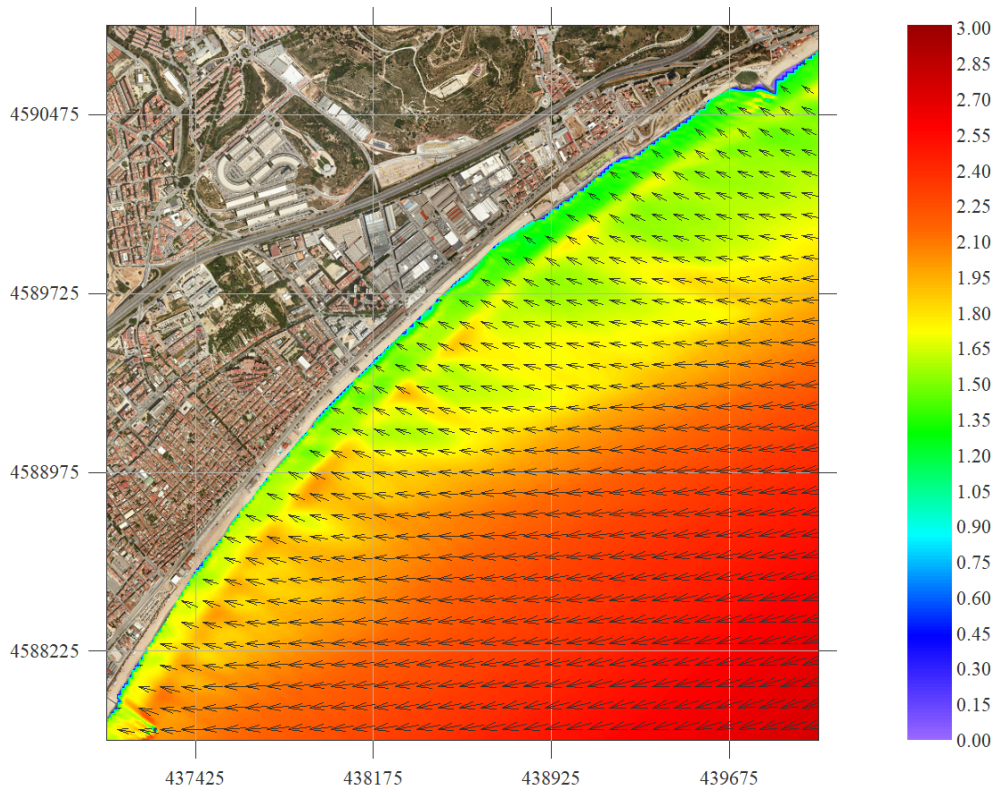


Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°

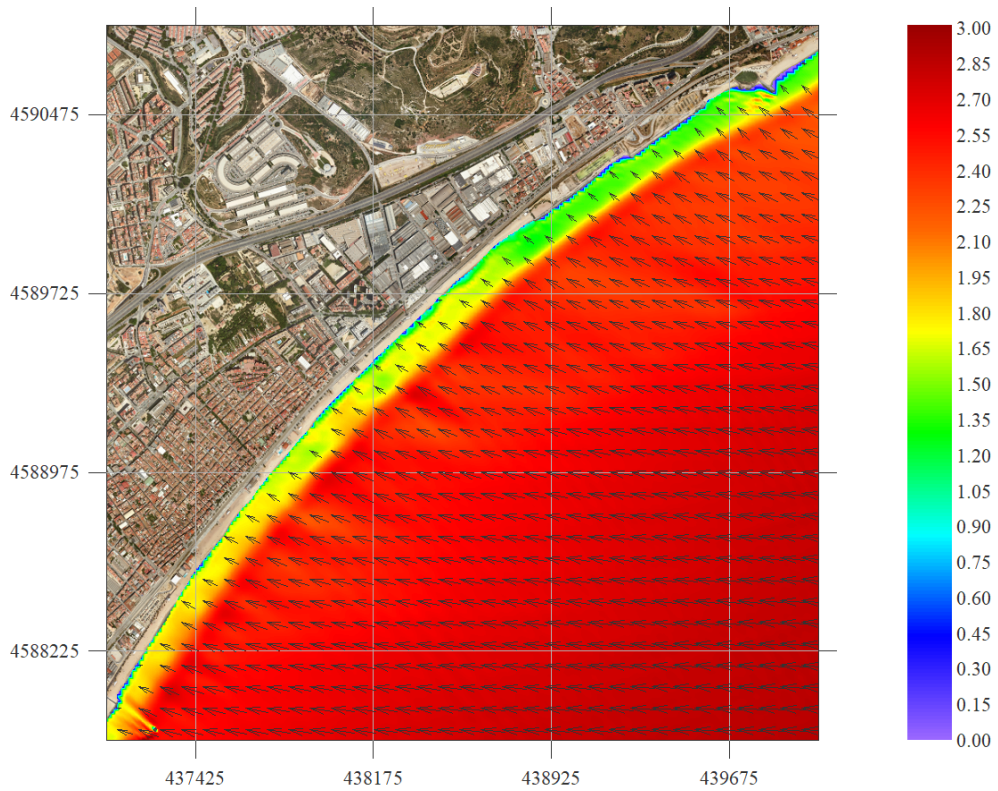


Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°

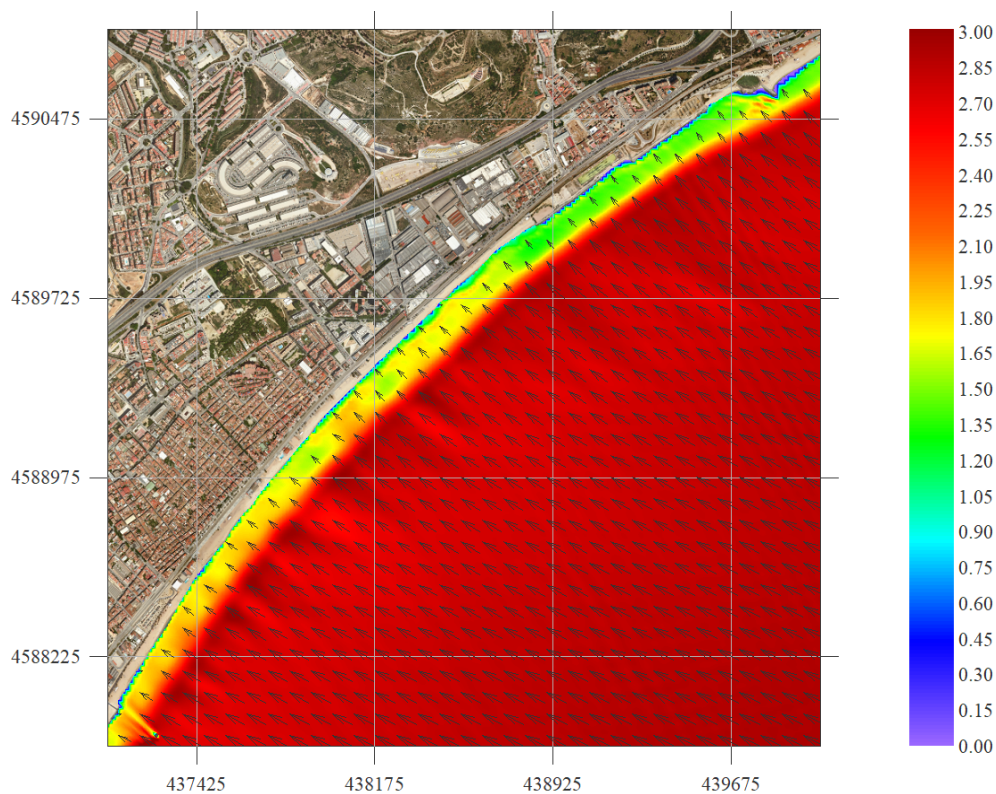


Figura 11. Malla E. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 112.5^\circ$

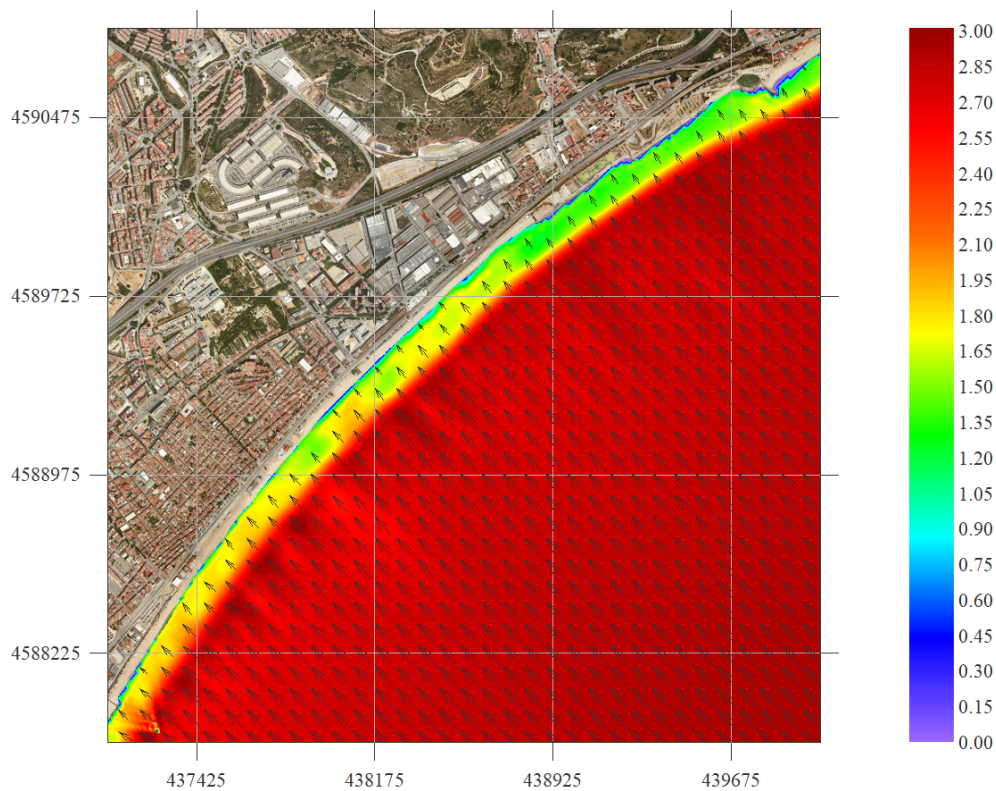


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 135^\circ$

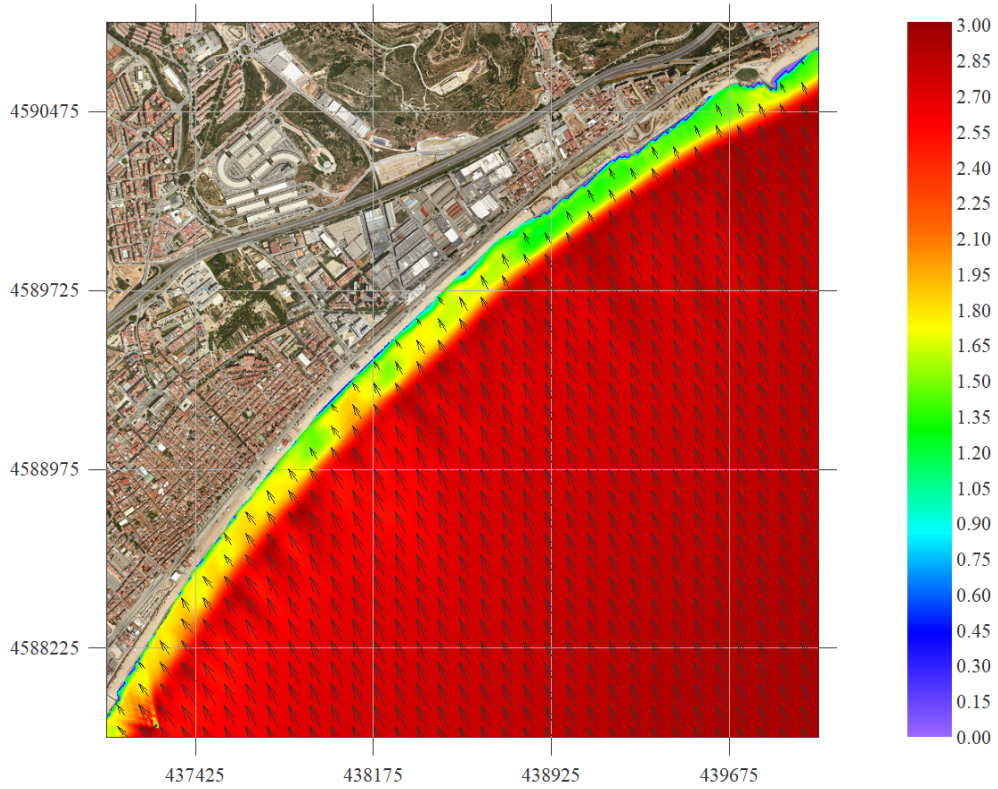


Figura 13. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 157.5^\circ$

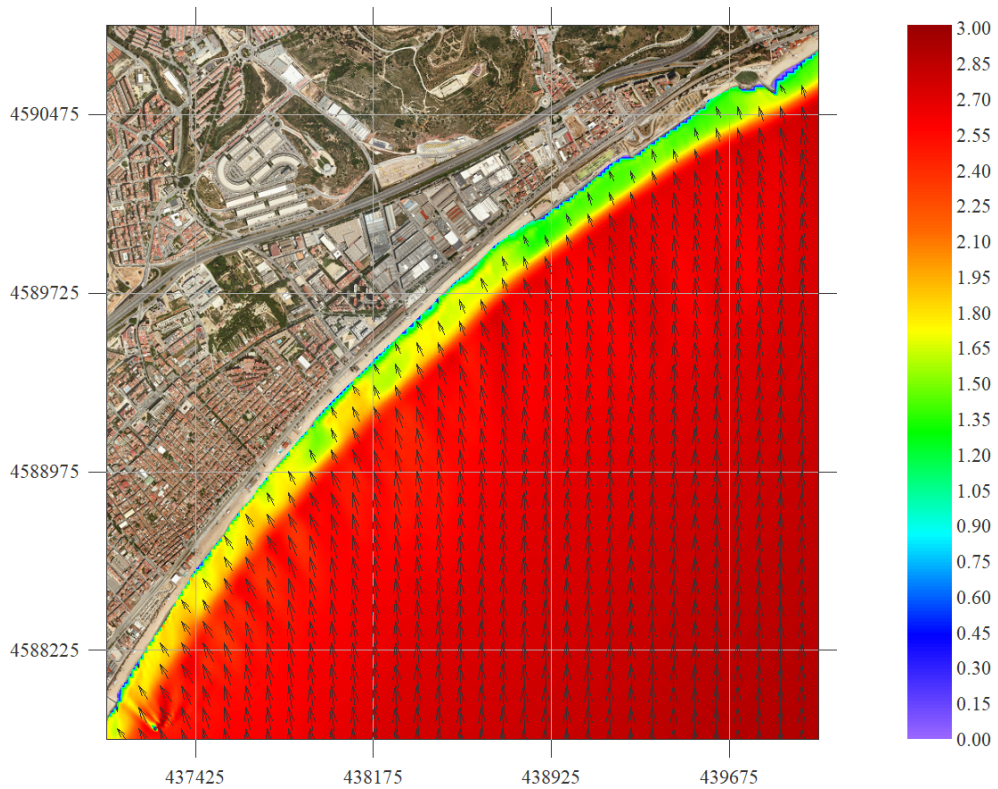


Figura 14. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 180^\circ$

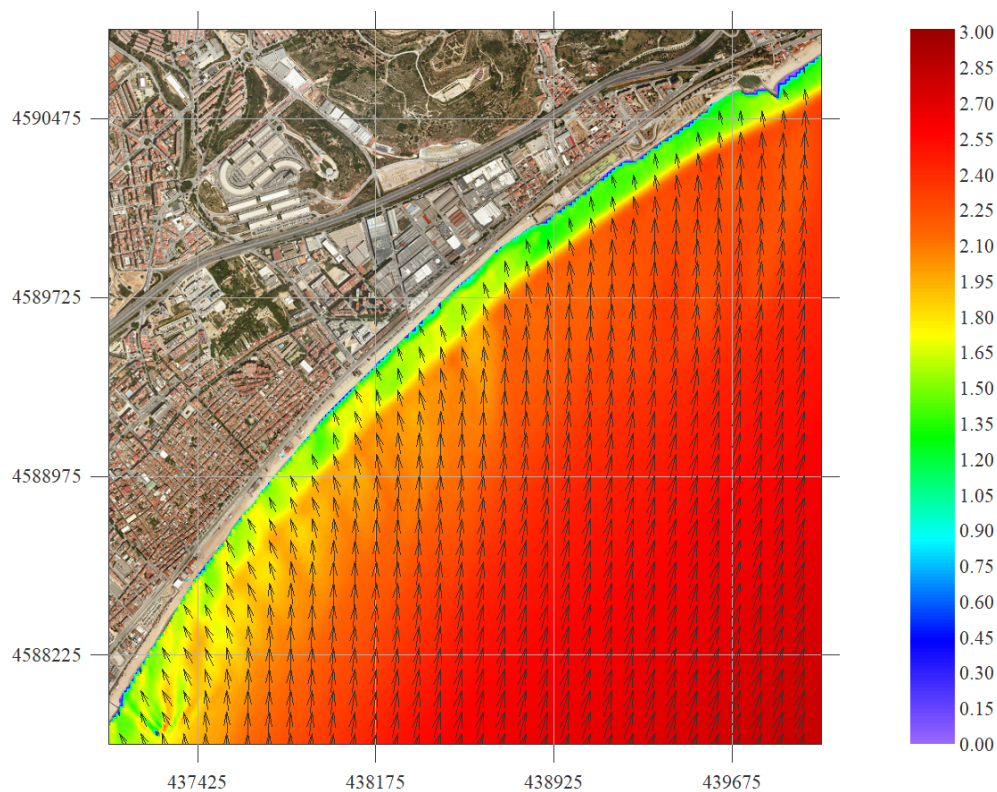


Figura 15. Malla S. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $Dir = 202.5^\circ$

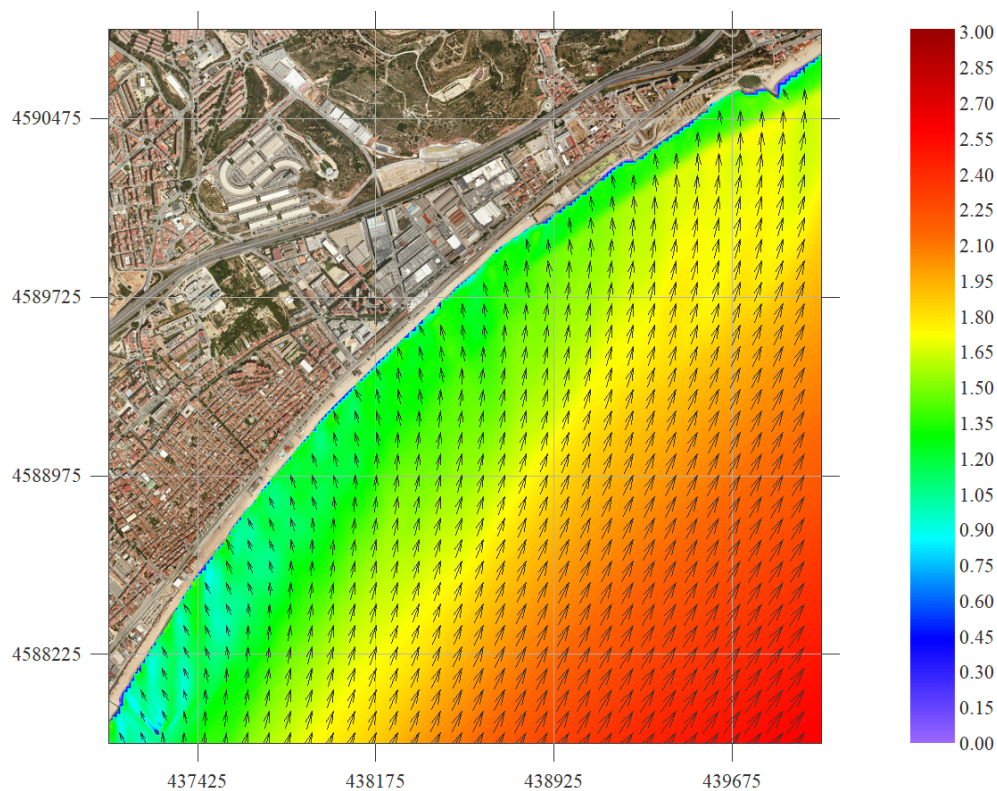


Figura 16. Malla S. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $Dir = 225^\circ$

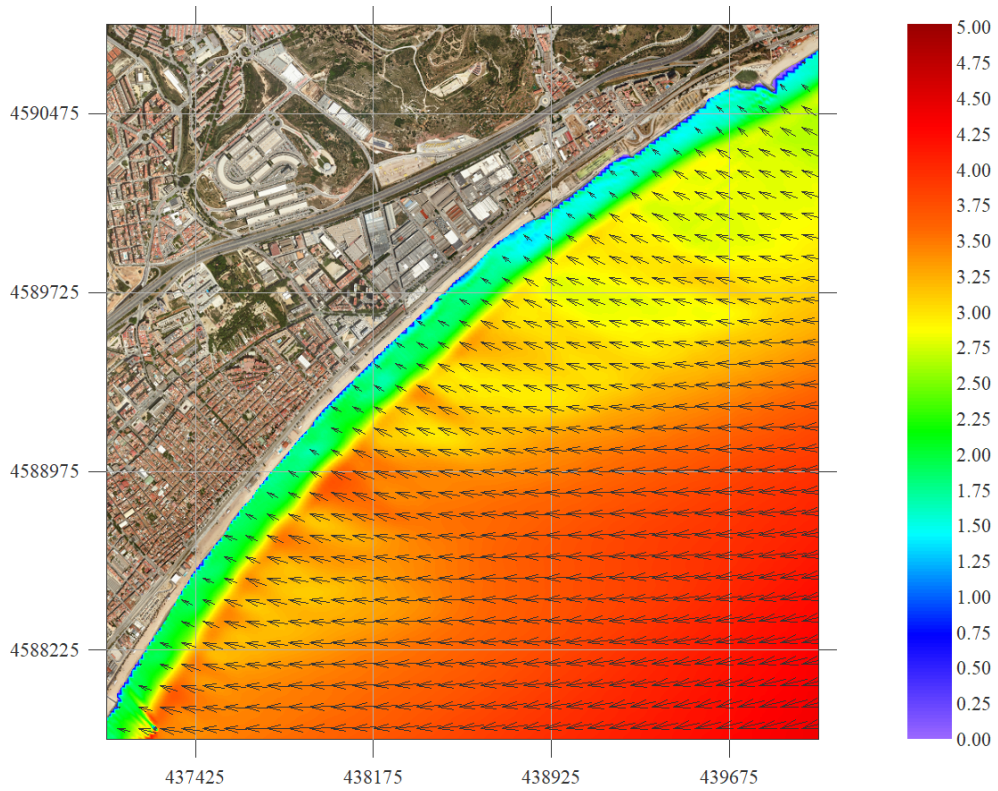


Figura 17. Malla E. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $Dir = 67.5^\circ$

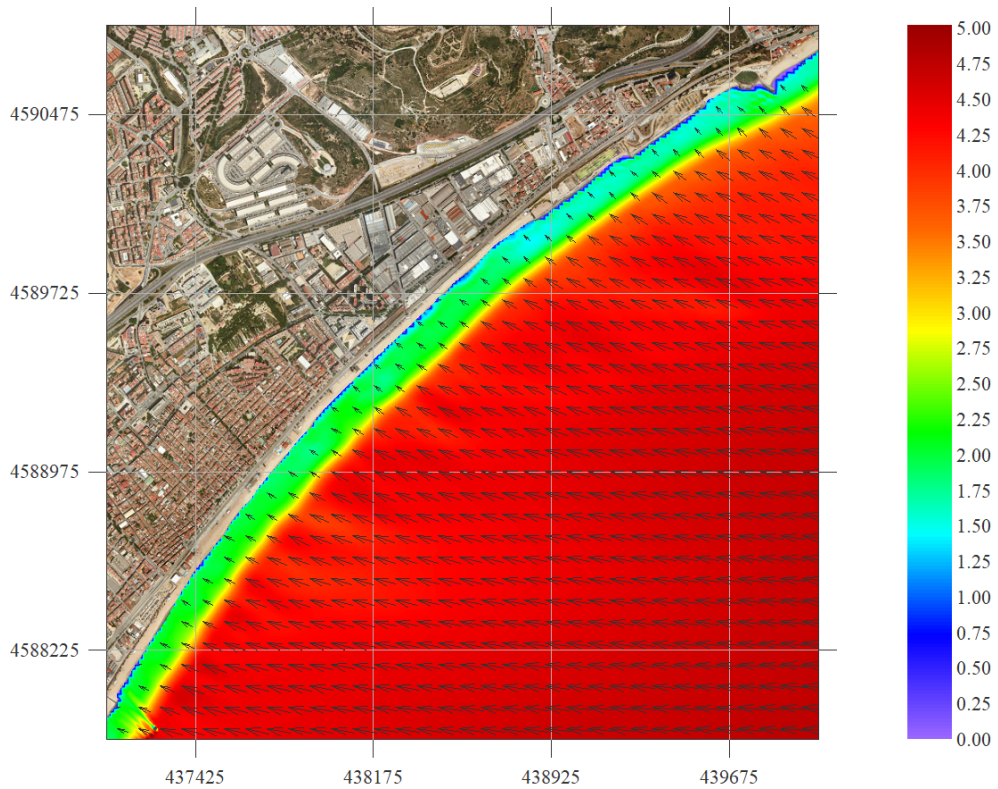


Figura 18. Malla E. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $Dir = 90^\circ$

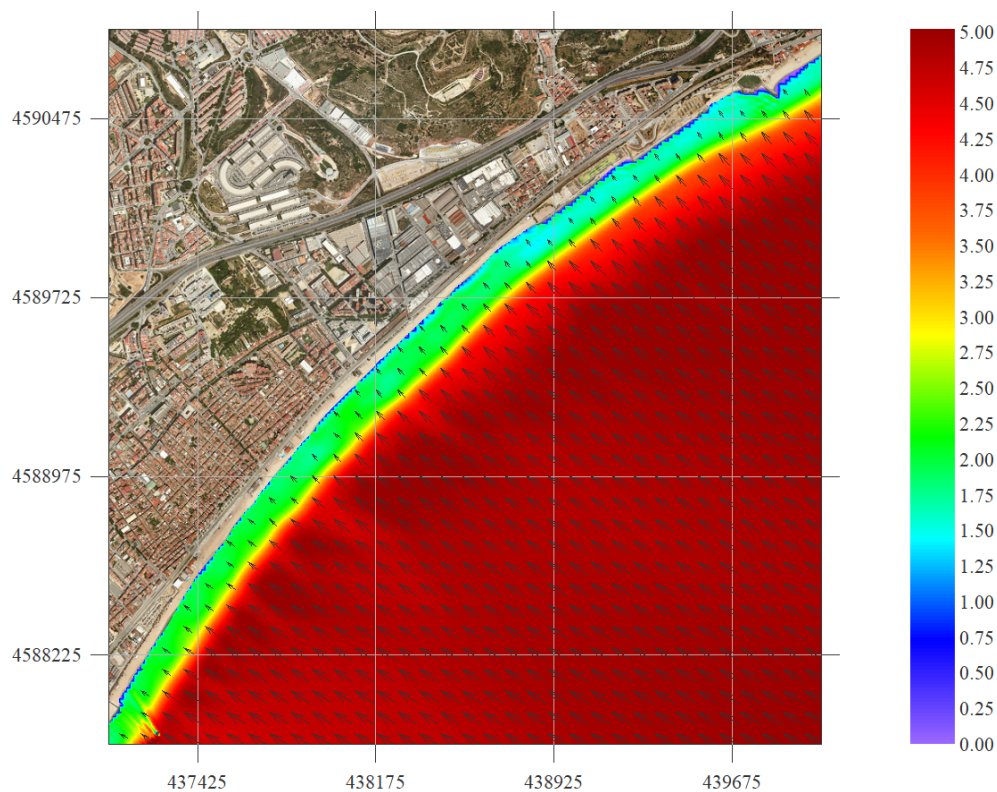


Figura 19. Malla E. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $\text{Dir} = 112.5^\circ$

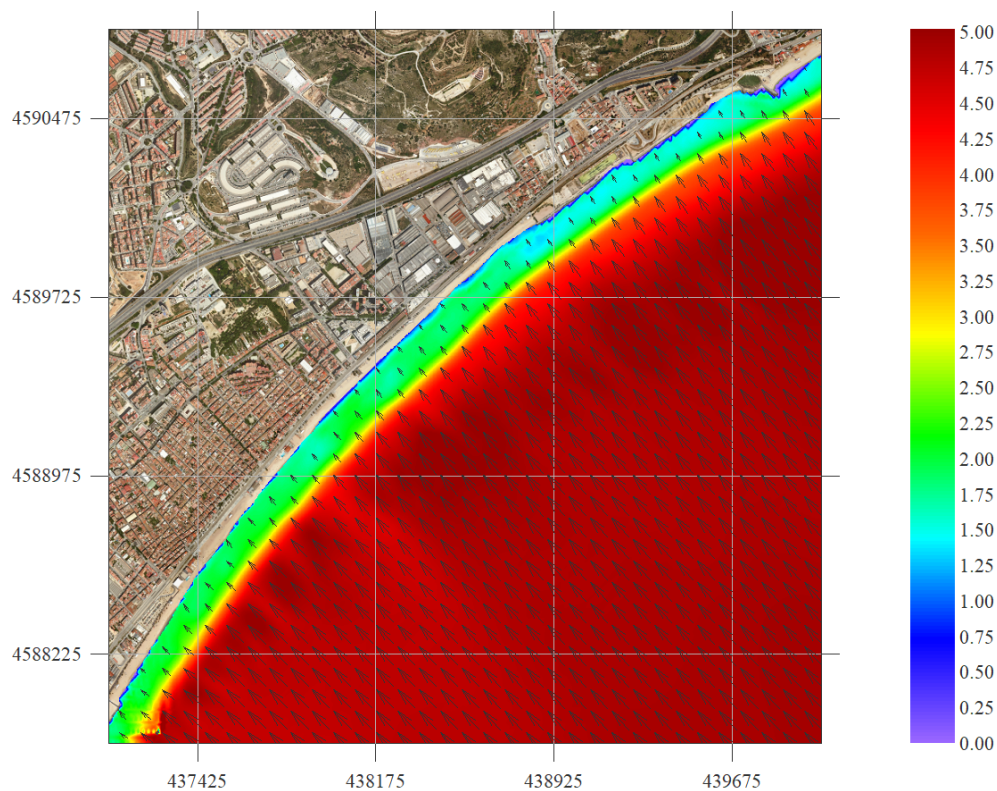


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $\text{Dir} = 135^\circ$

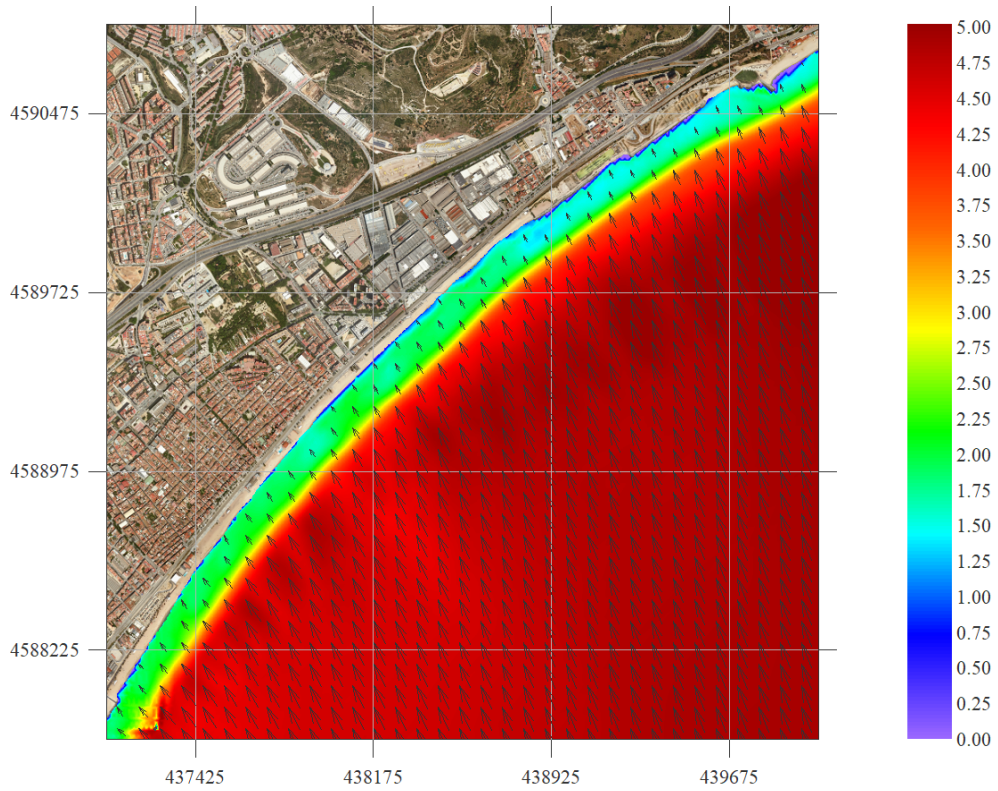


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

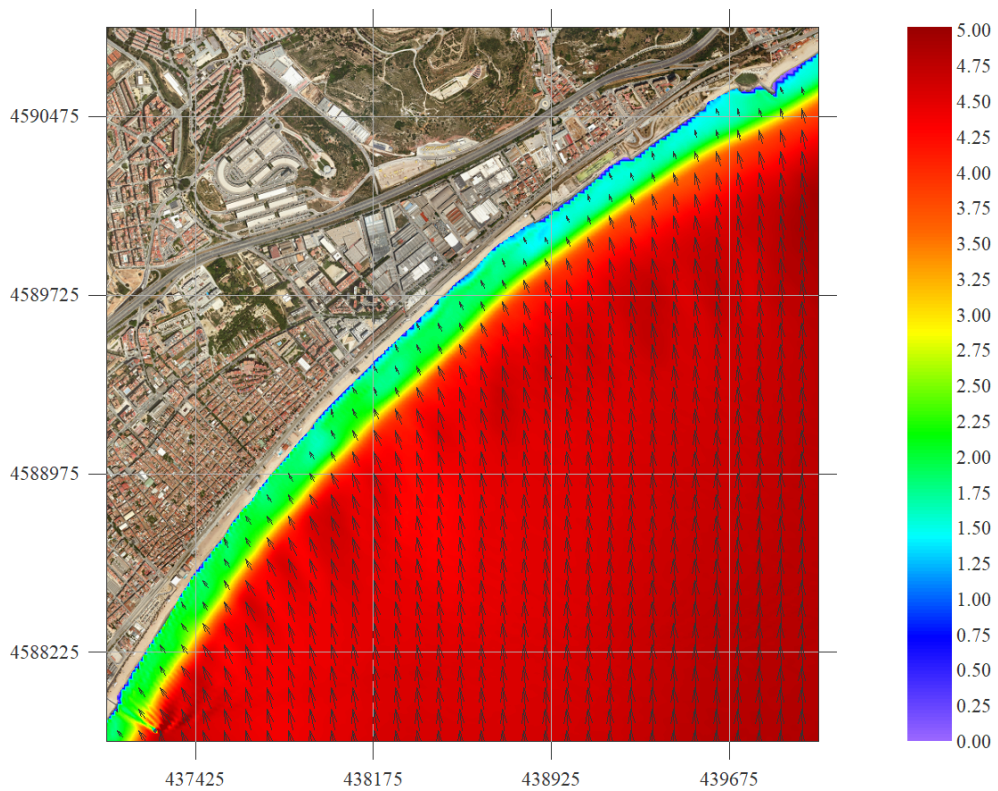


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

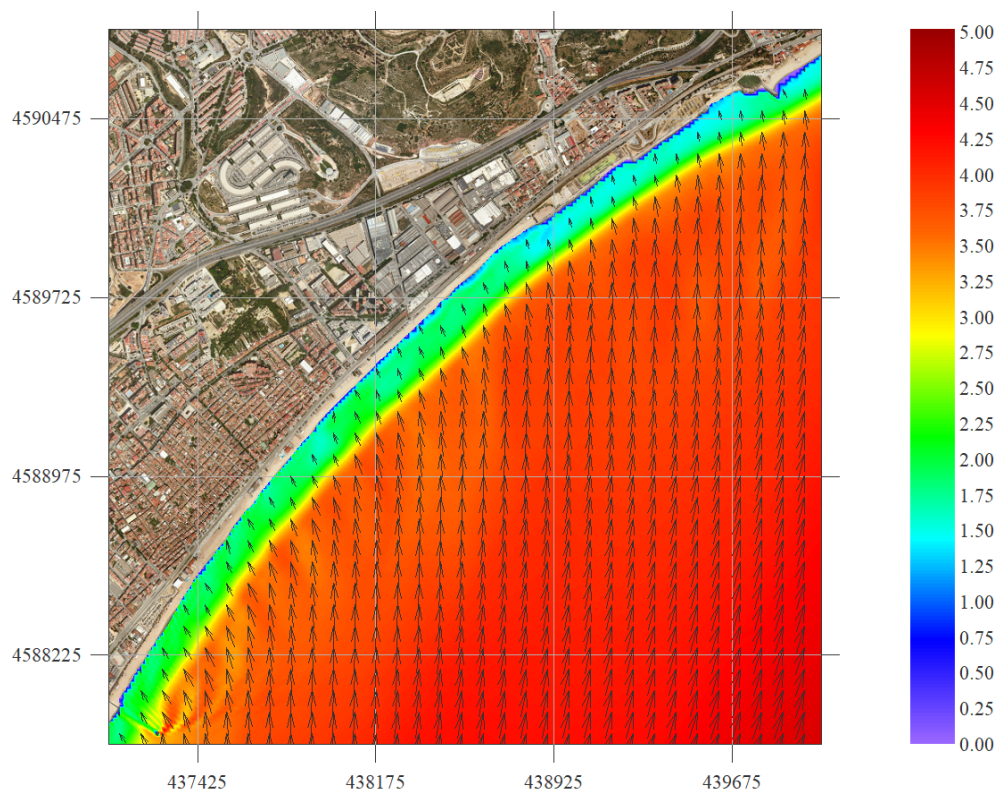


Figura 23. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 202.5^\circ$

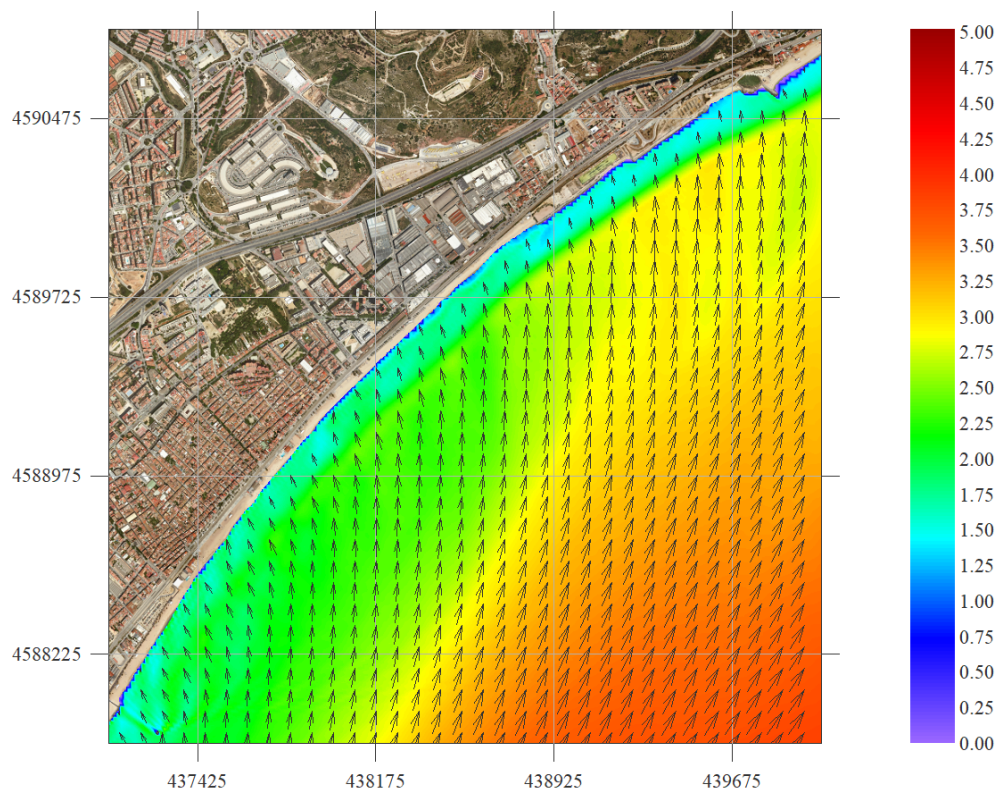


Figura 24. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 225^\circ$

Annex 5 Figures de propagació SMC de Montgat

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

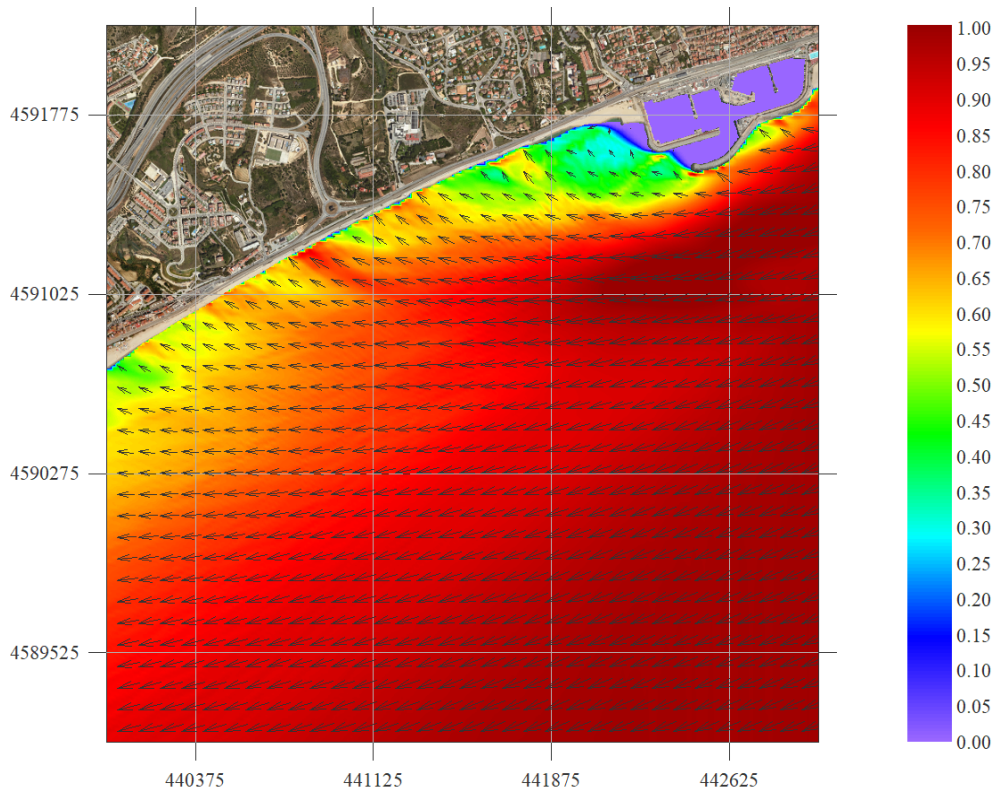


Figura 1. Malla E. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $Dir = 67.5^\circ$

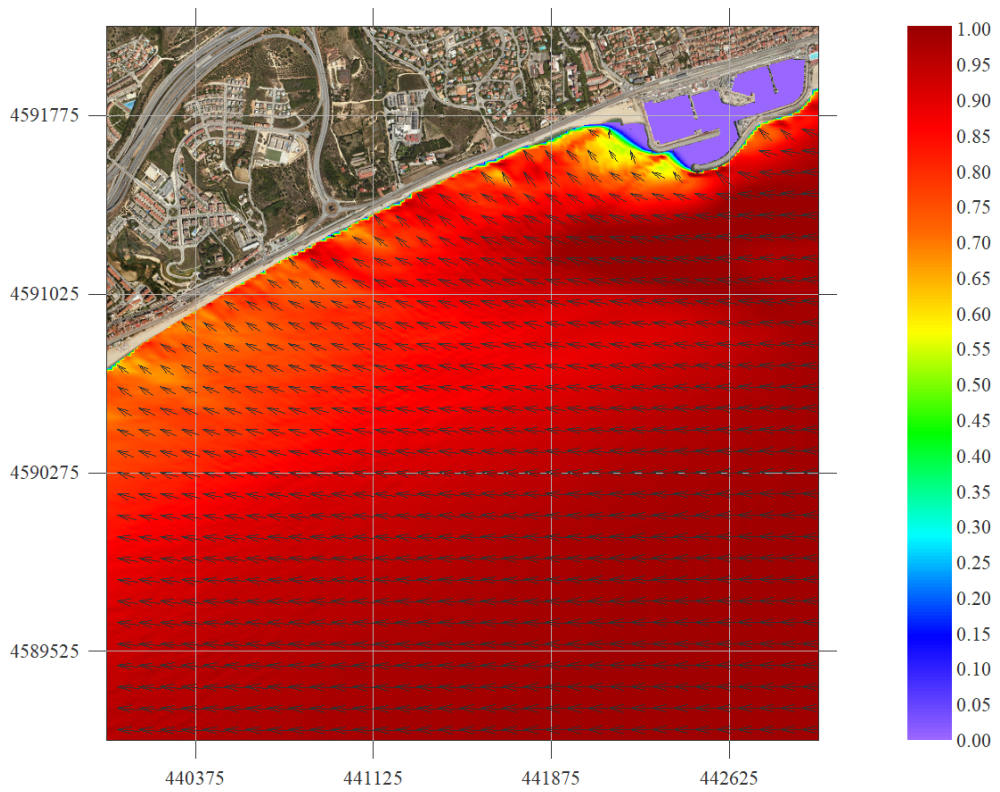


Figura 2. Malla E. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $Dir = 90^\circ$

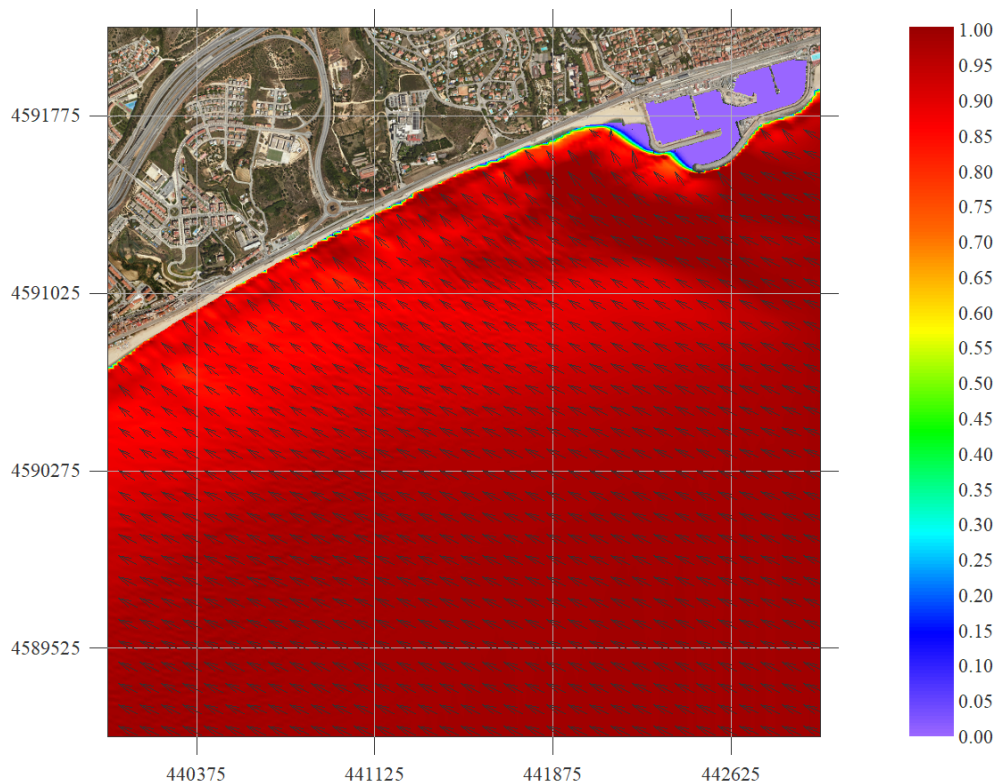


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

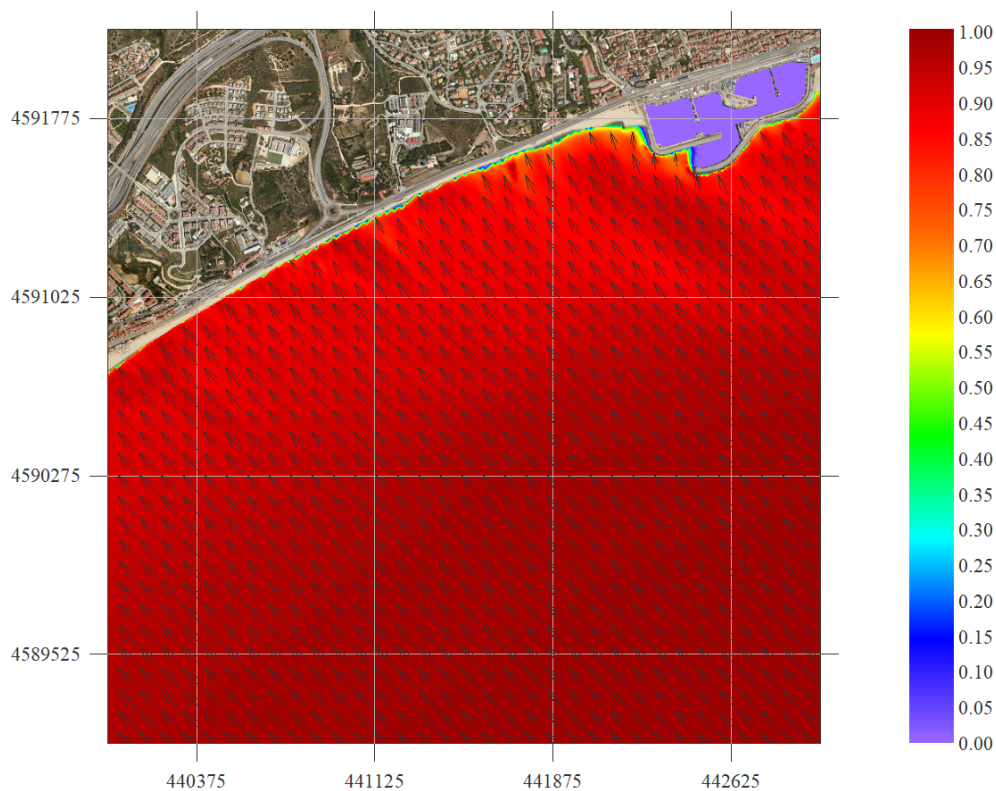


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

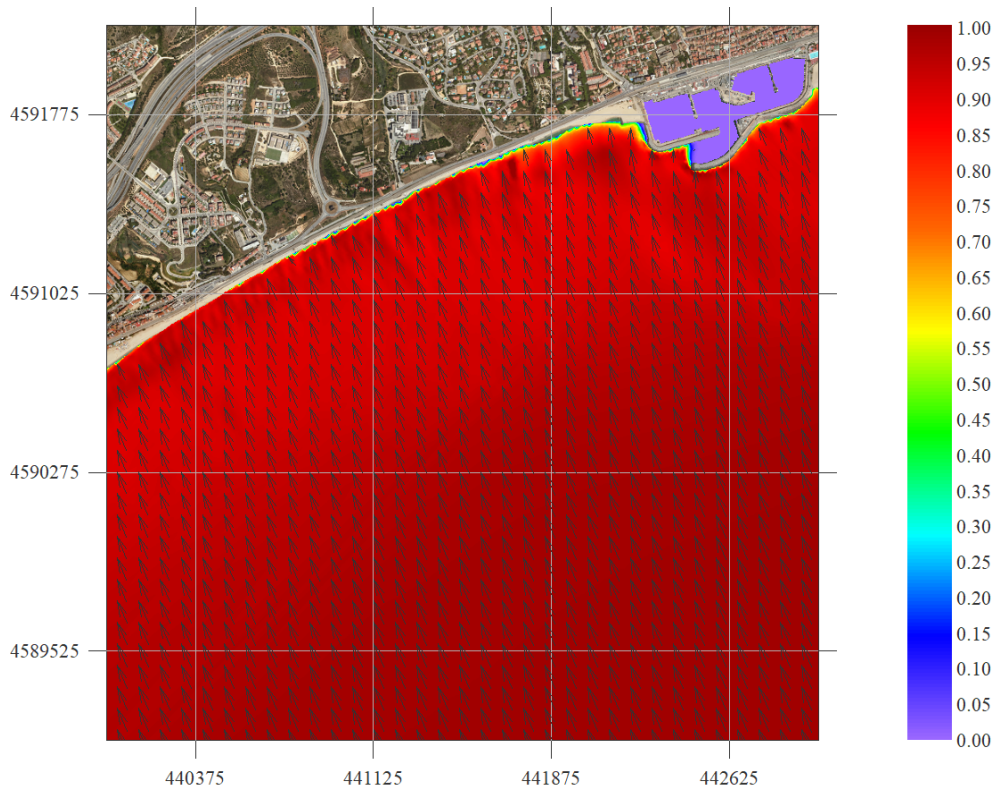


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

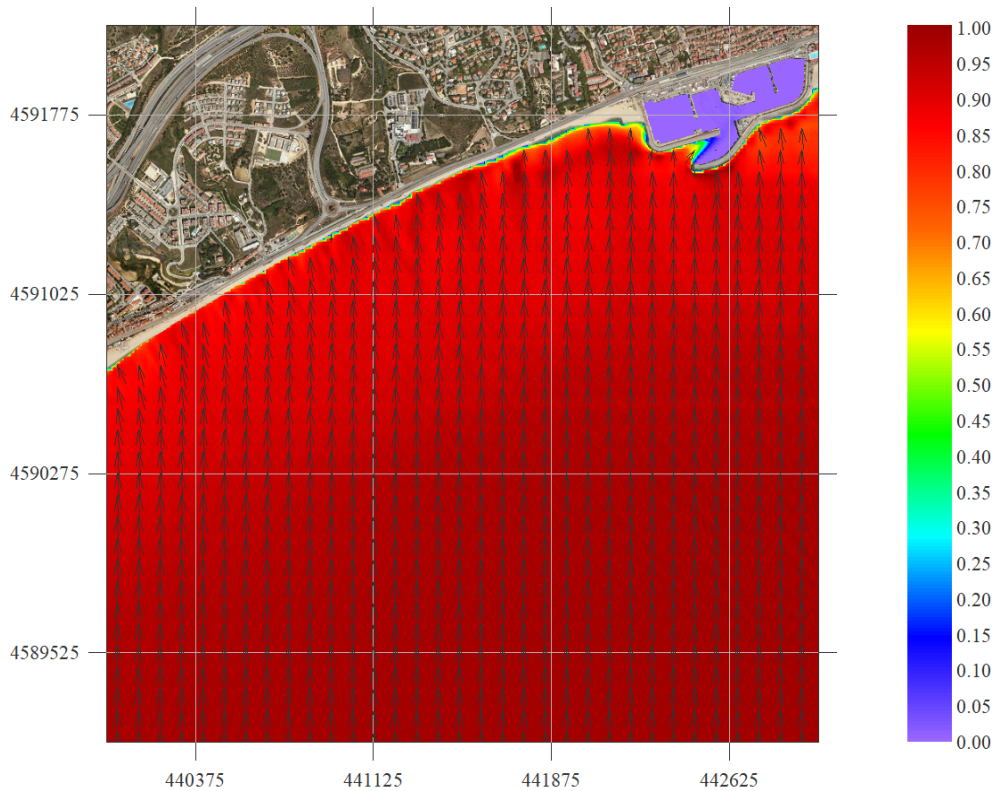


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

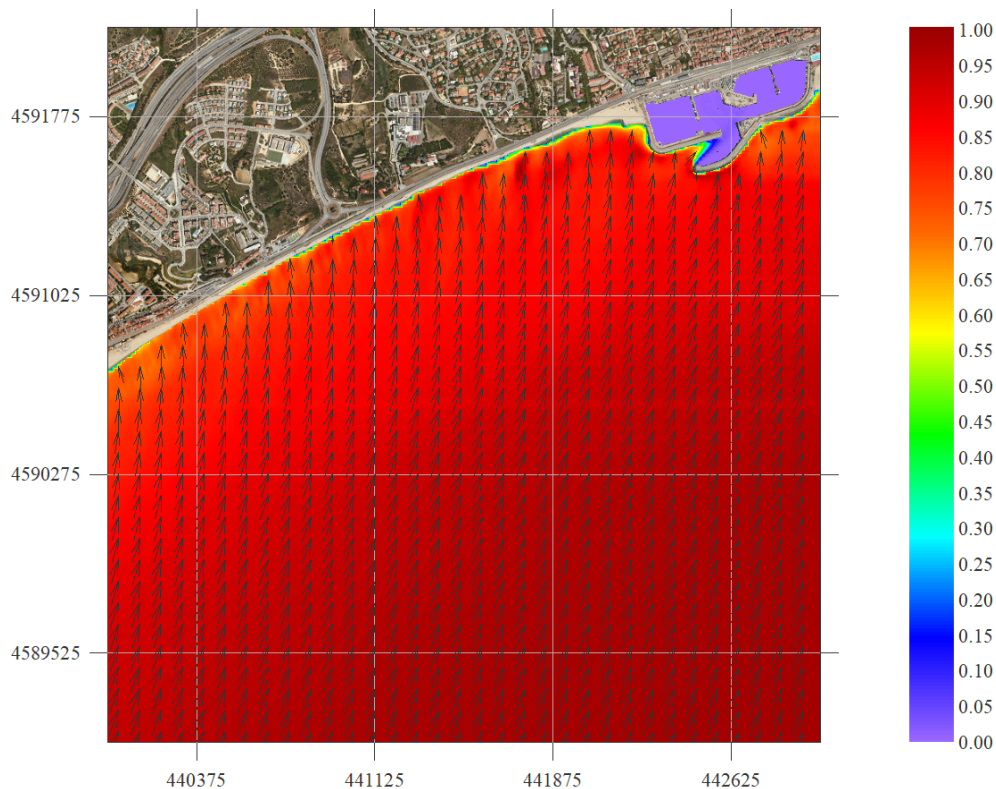


Figura 7. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 202.5^\circ$

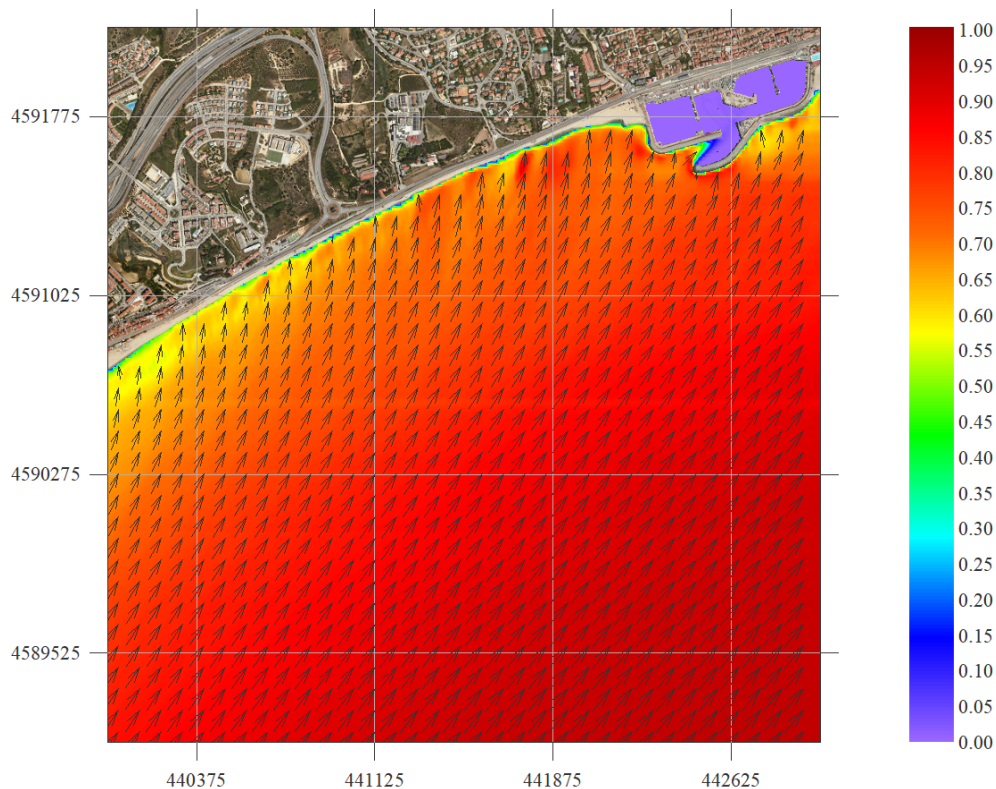


Figura 8. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 225^\circ$

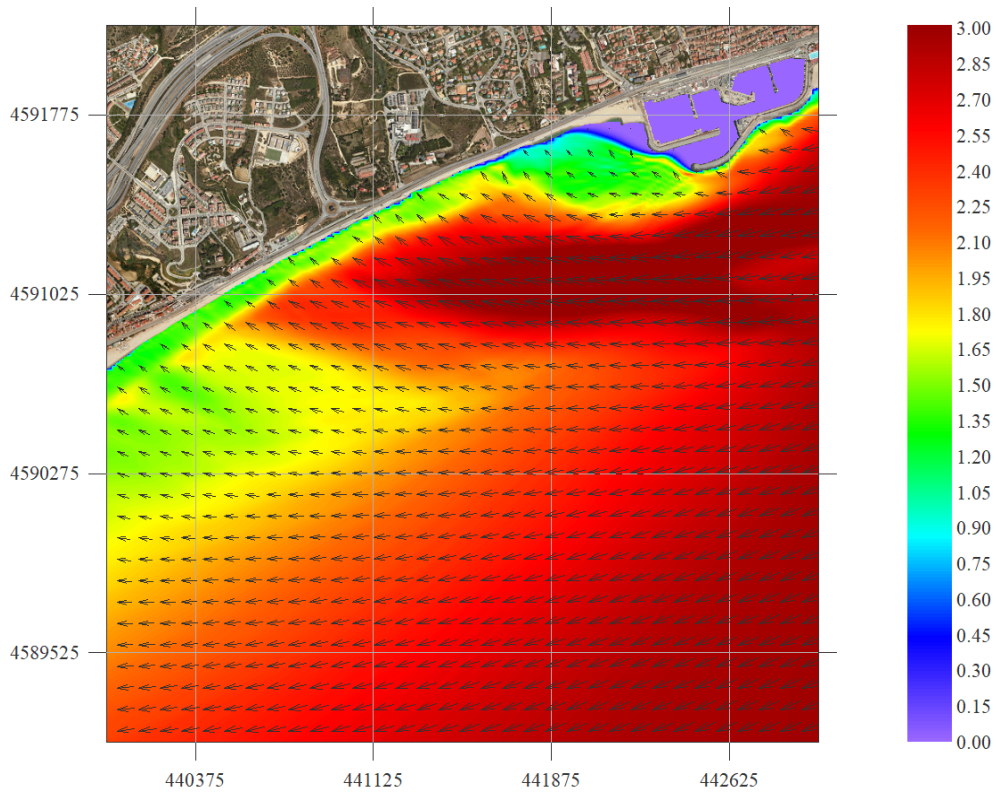


Figura 9. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 67.5^\circ$

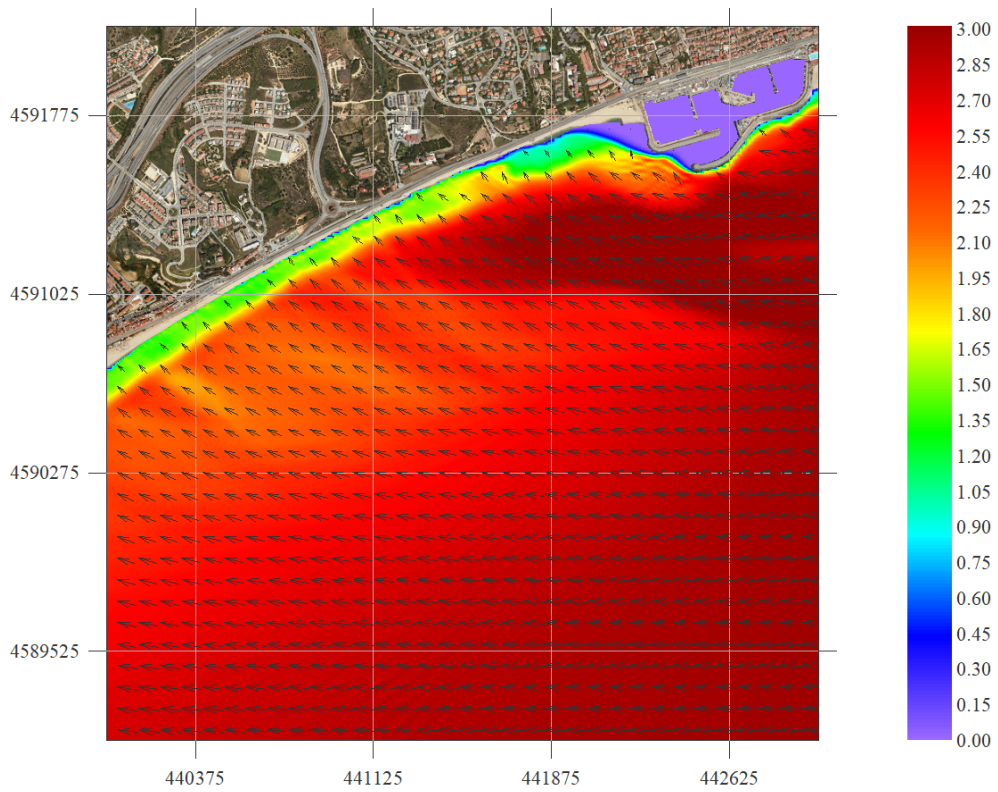


Figura 10. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 90^\circ$

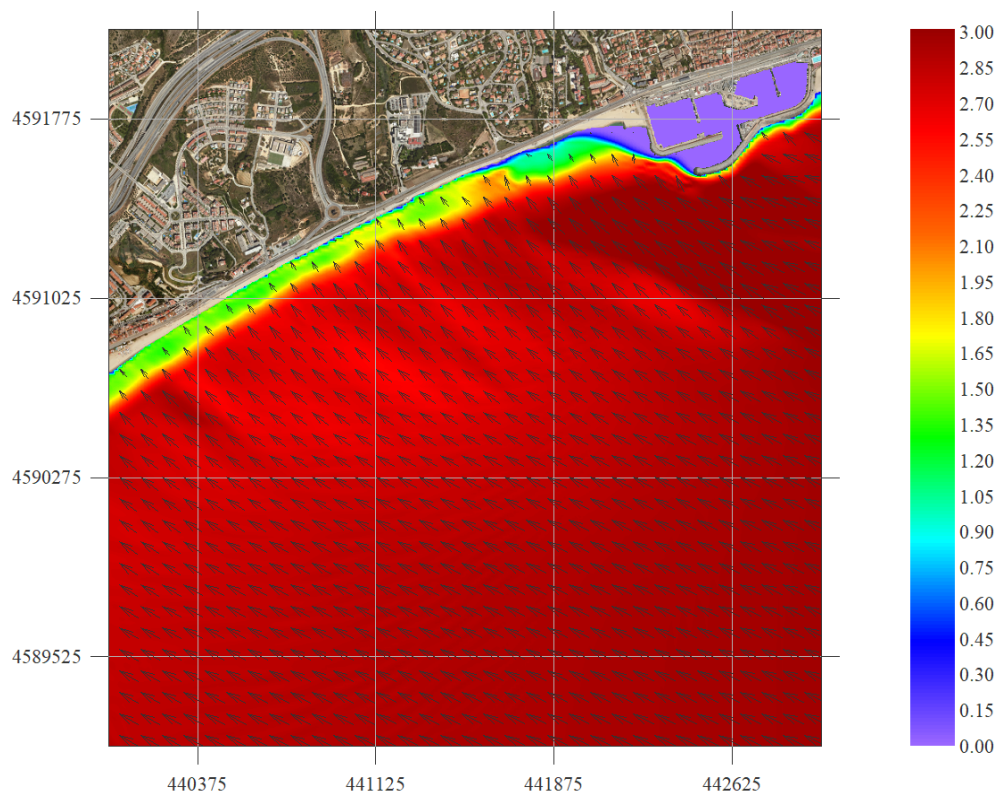


Figura 11. Malla E. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 112.5^\circ$

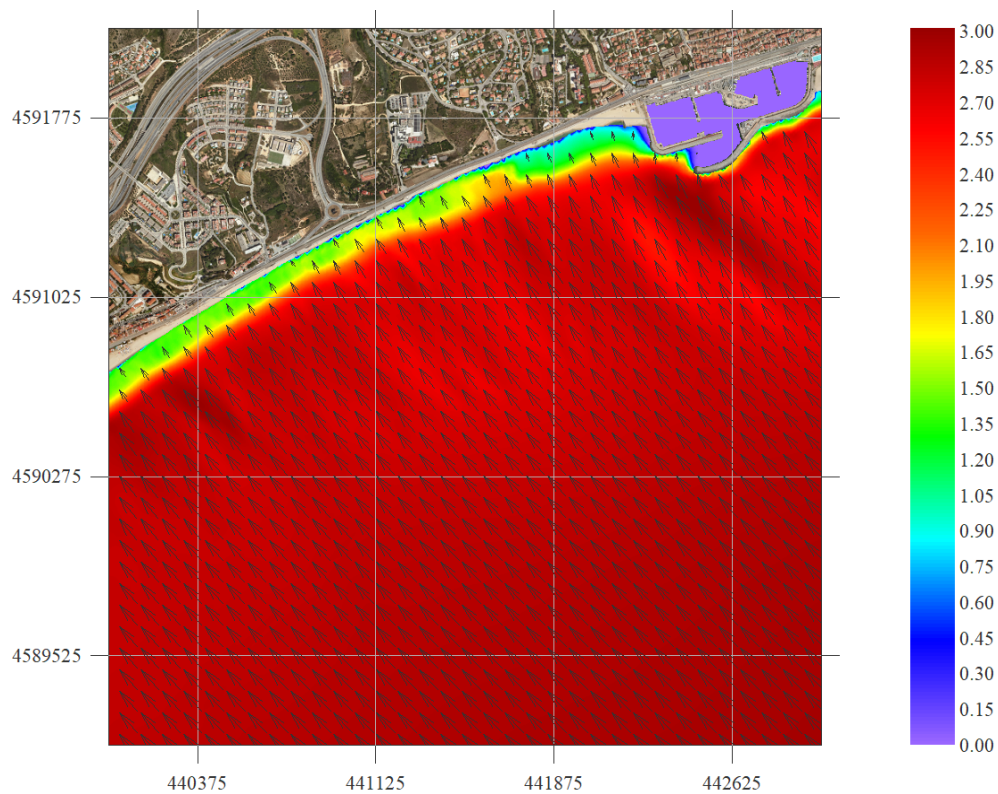


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 135^\circ$

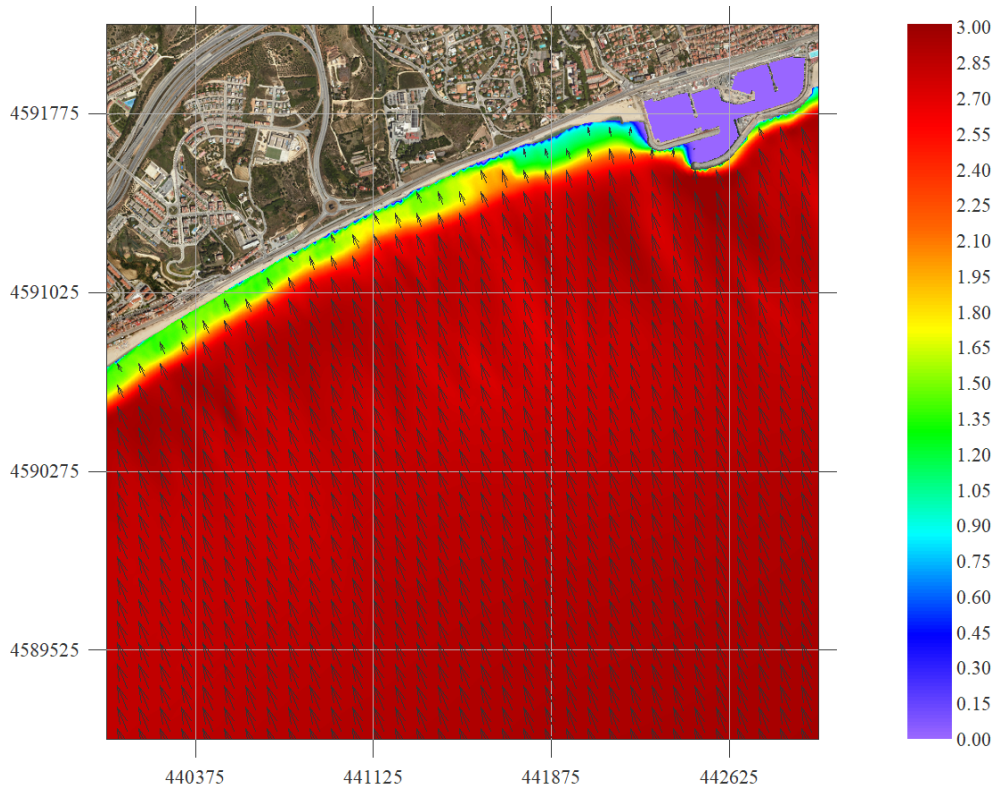


Figura 13. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 157.5^\circ$

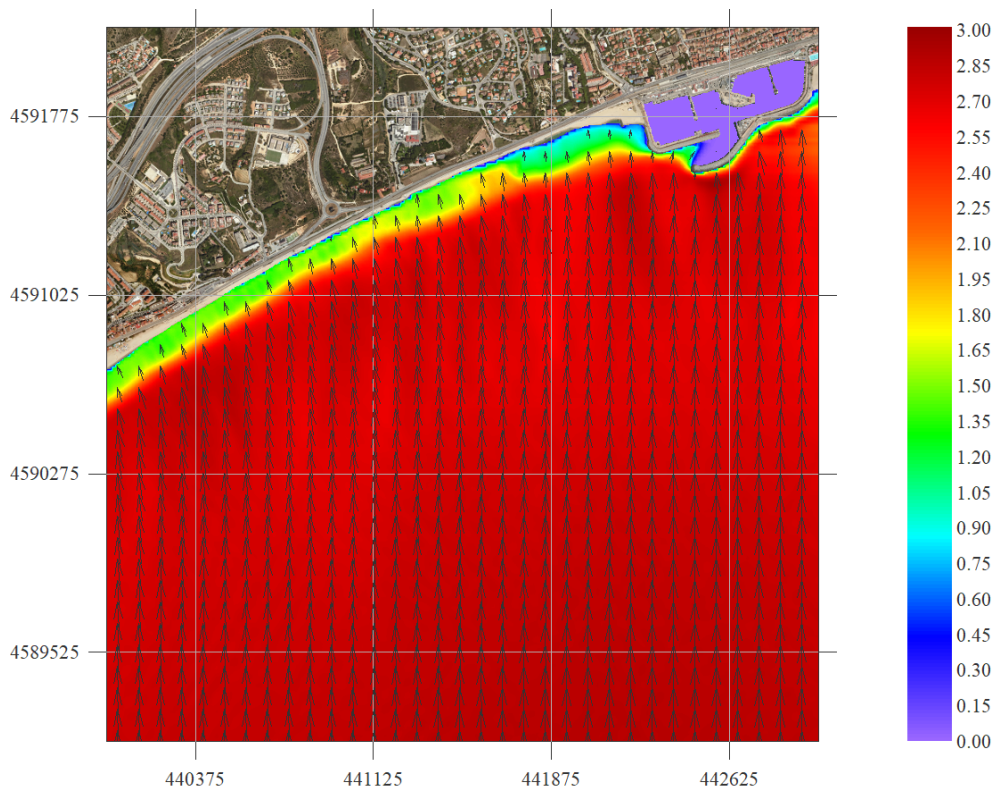


Figura 14. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 180^\circ$

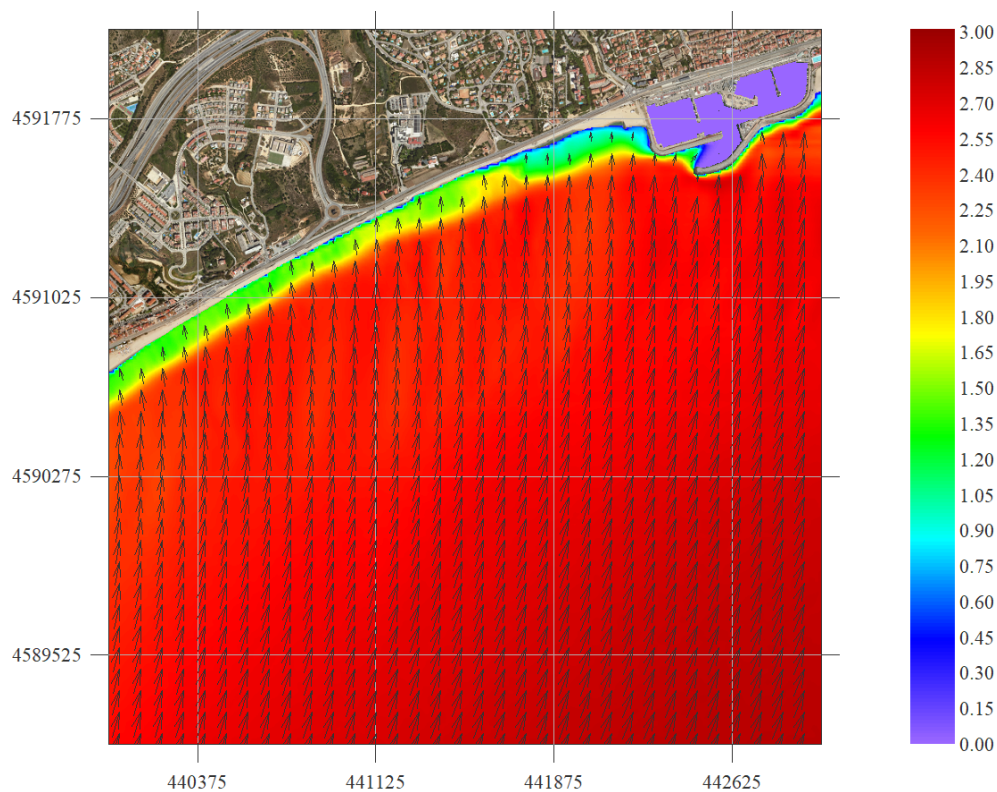


Figura 15. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 202.5^\circ$

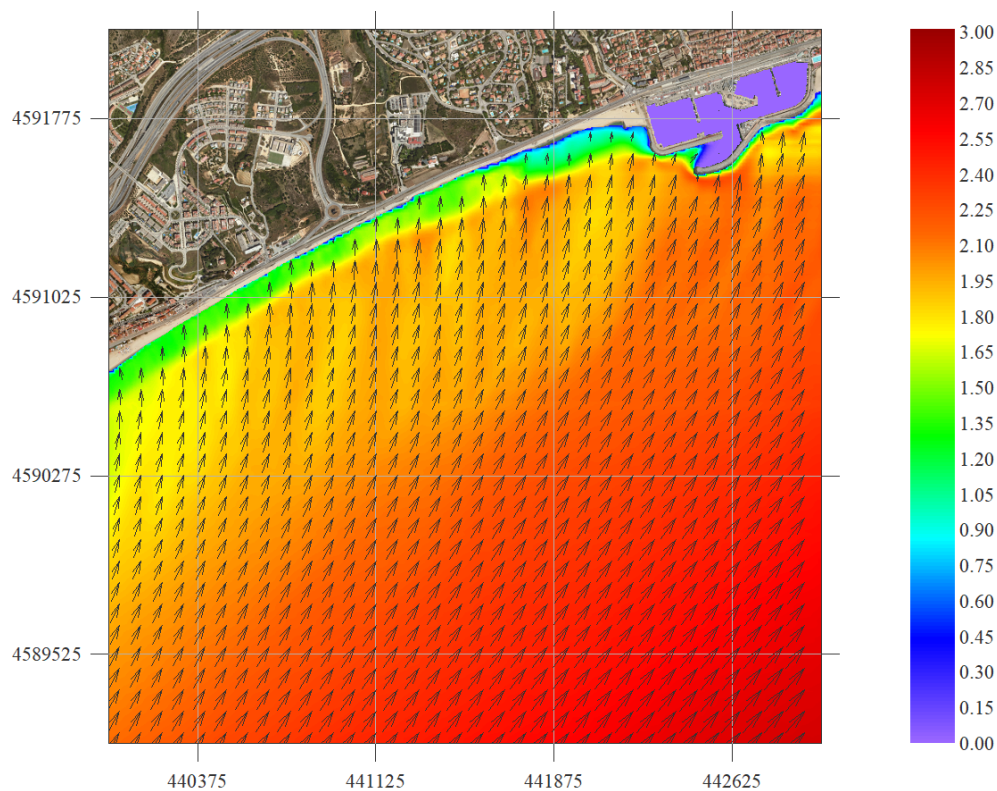


Figura 16. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 225^\circ$

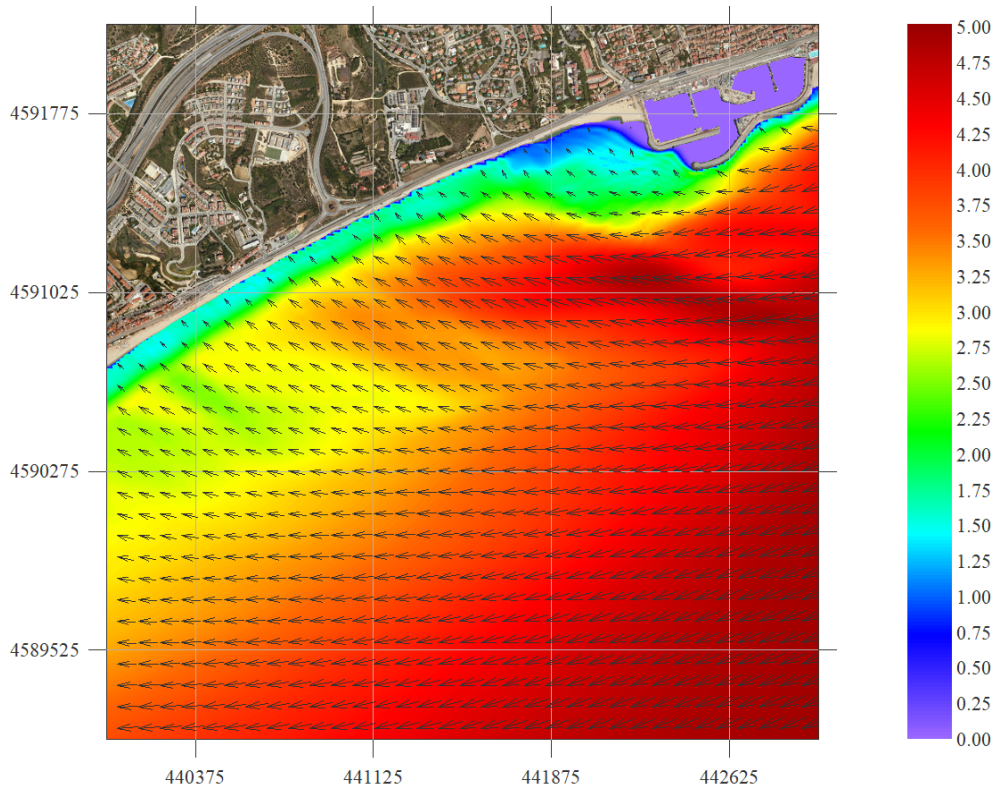


Figura 17. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 67.5^\circ$

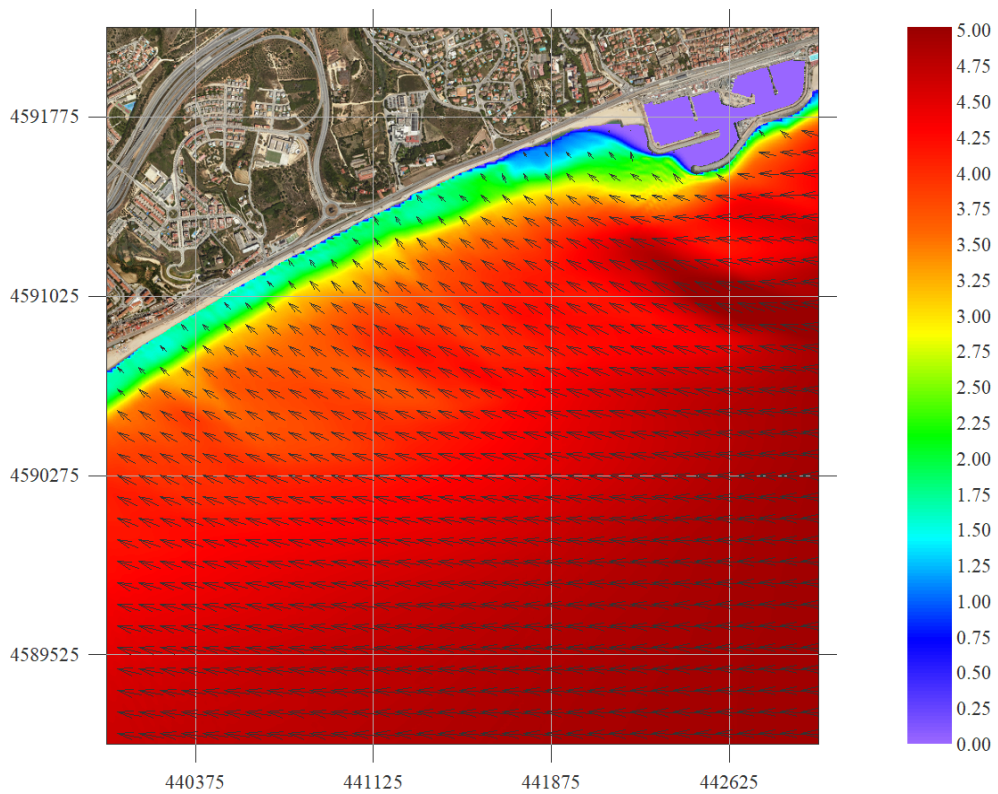


Figura 18. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 90^\circ$

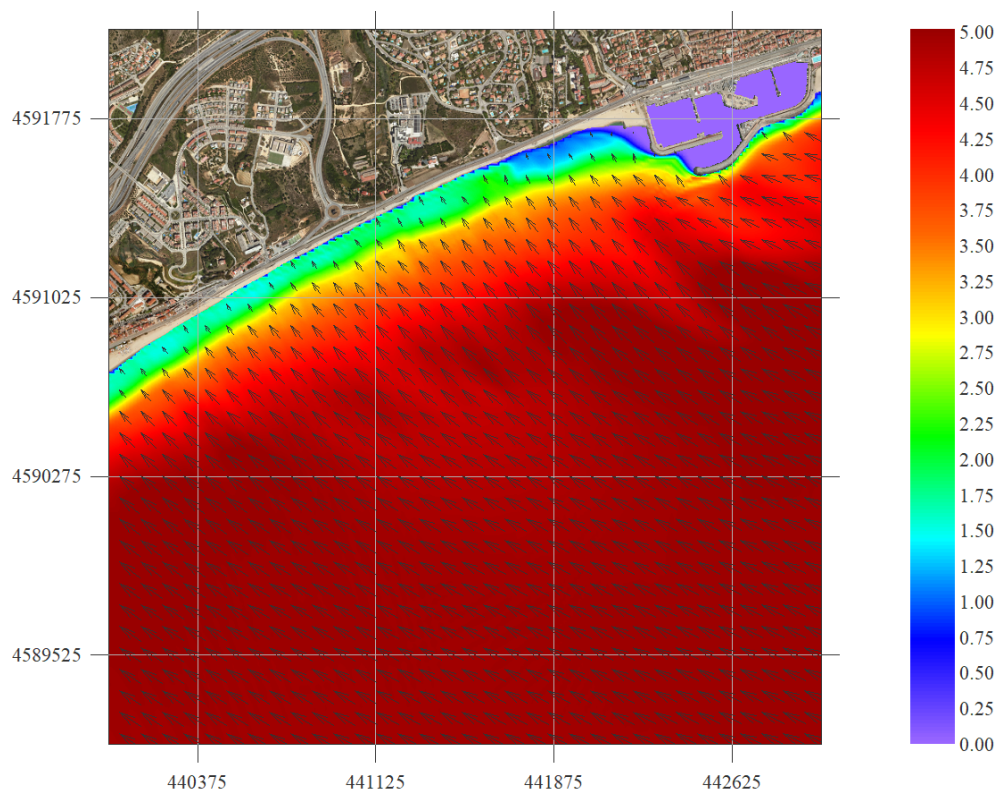


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

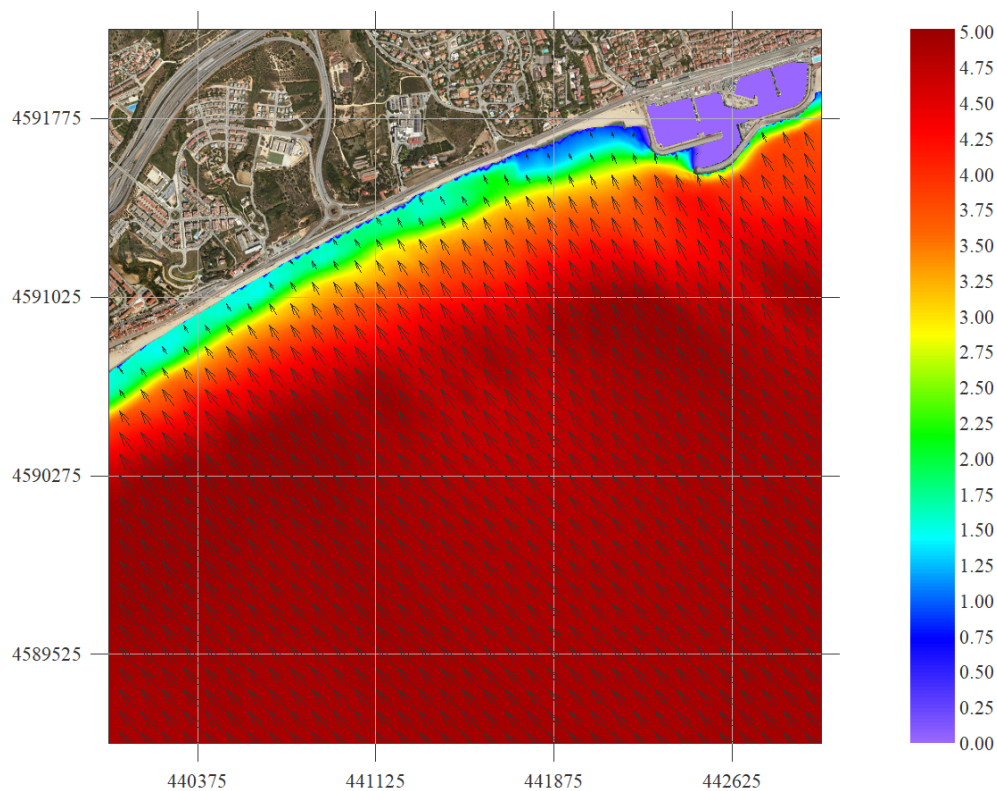


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

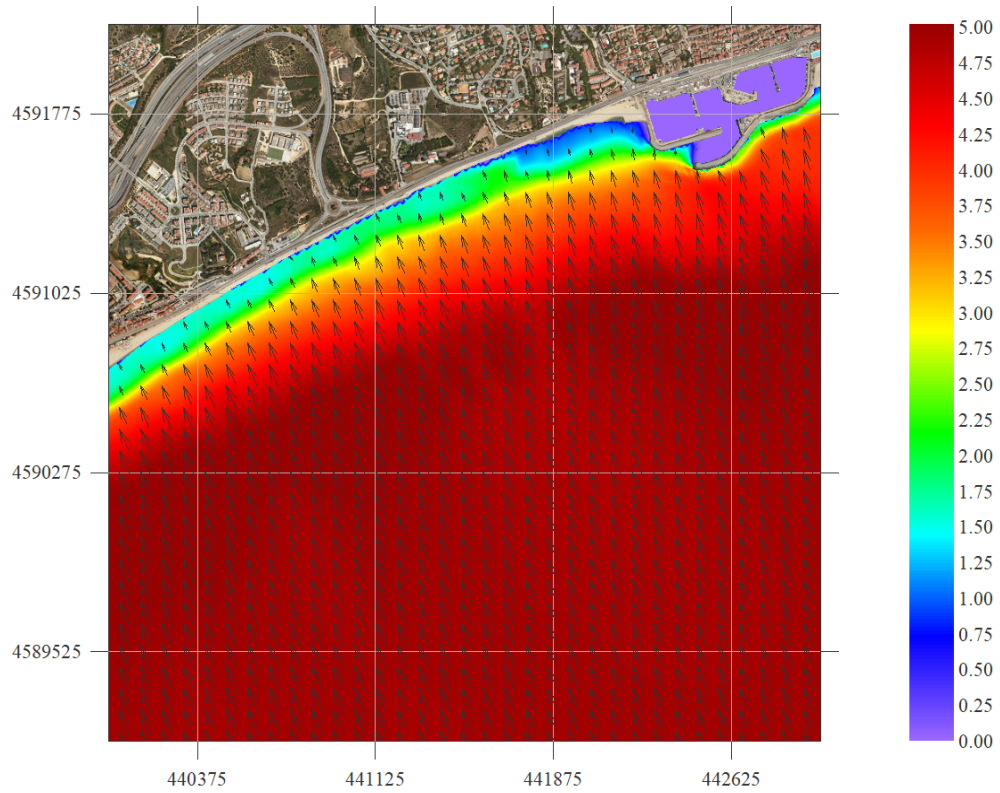


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

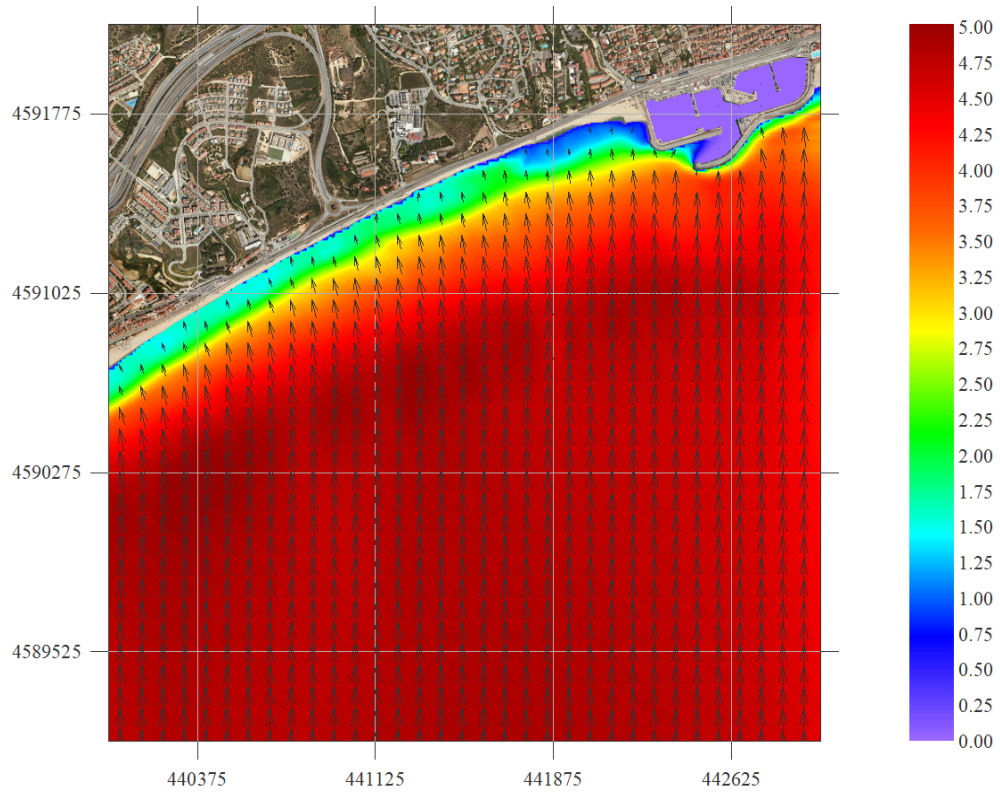


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

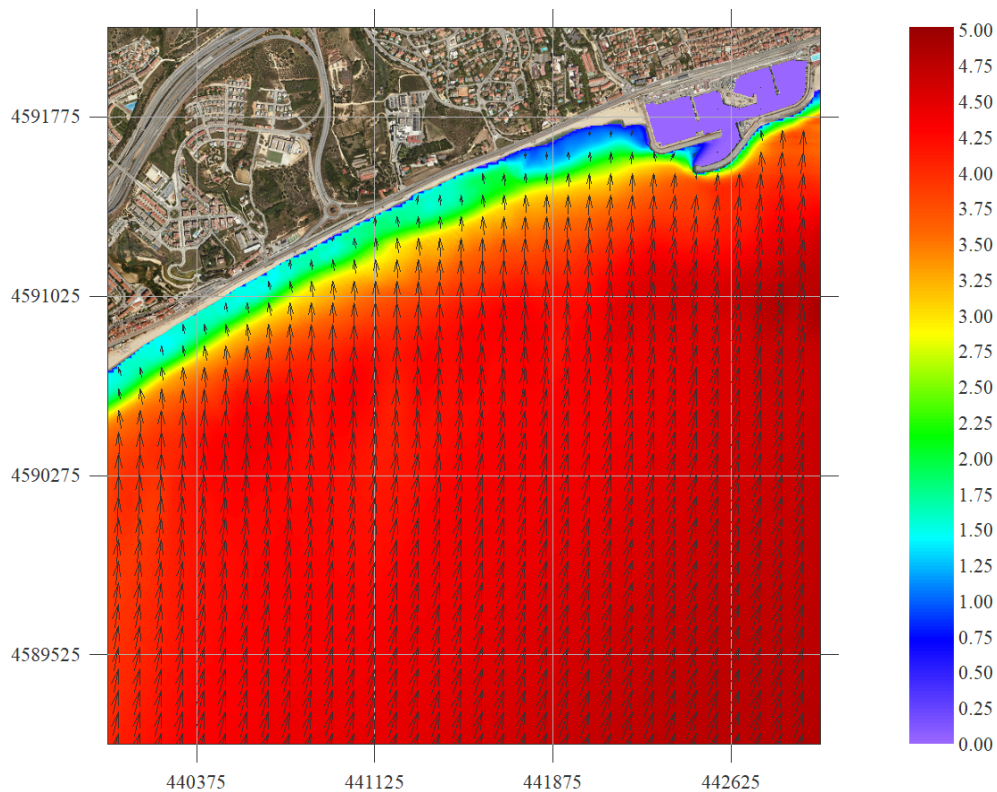


Figura 23. Malla S. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $\text{Dir} = 202.5^\circ$

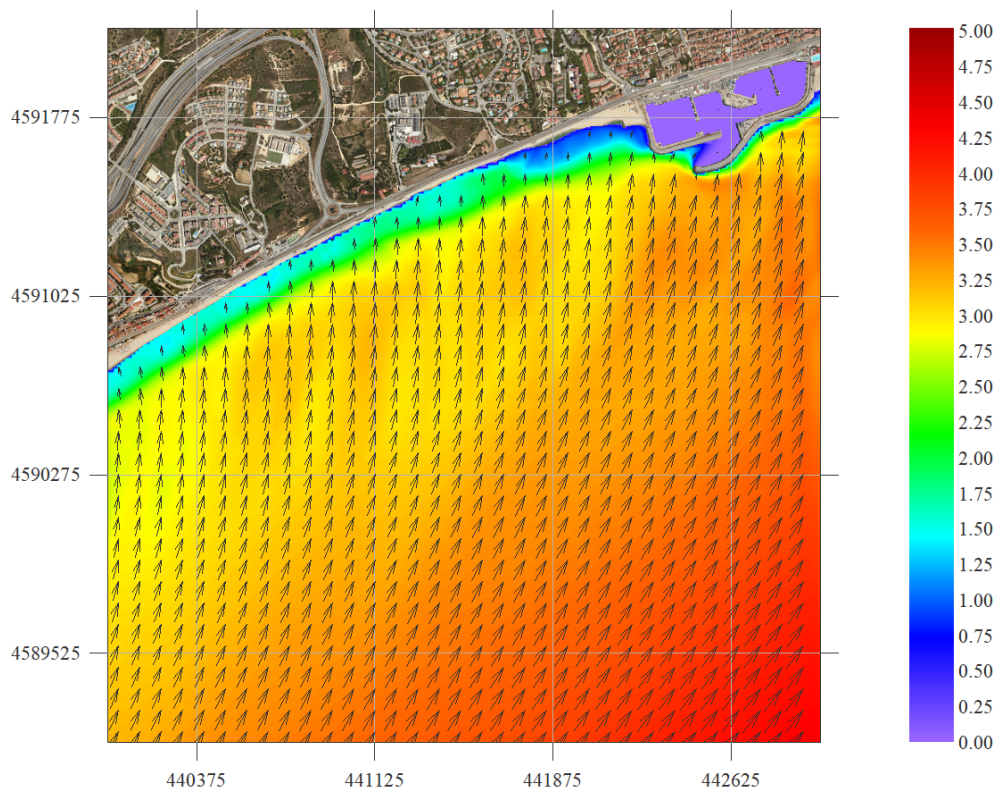


Figura 24. Malla S. $H_s = 5 \text{ m}$; $T_p = 12 \text{ s}$; $\text{Dir} = 225^\circ$

**Annex 6 Figures de corrents SMC de Sant Adrià del
Besòs**

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

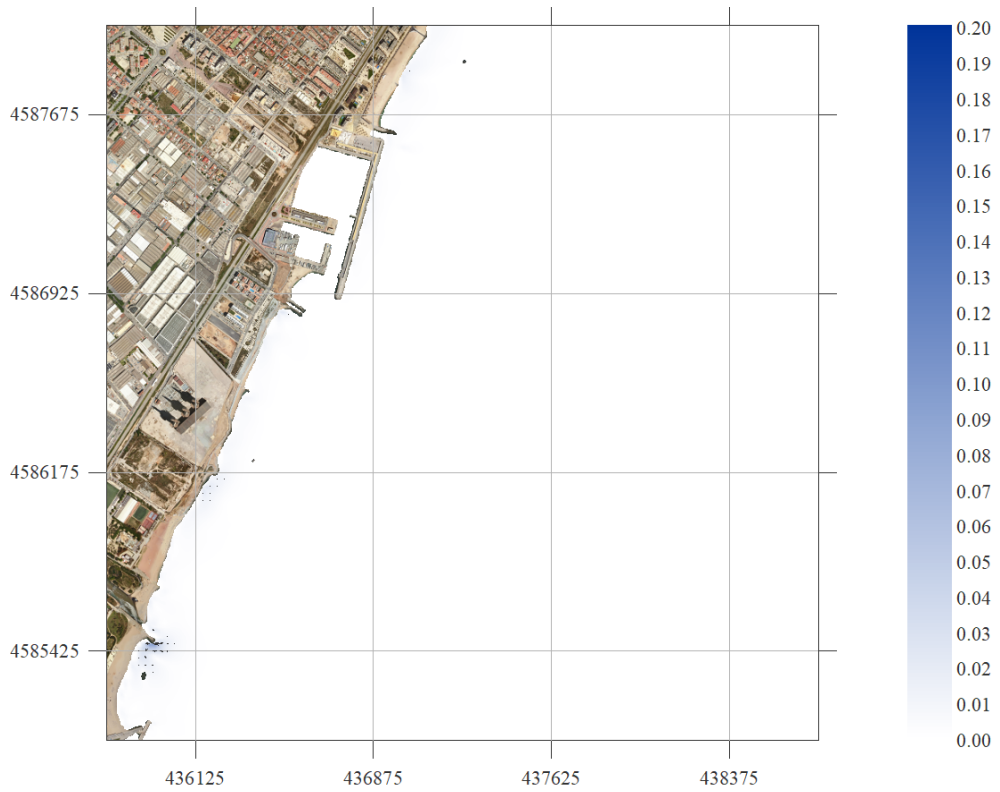


Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°

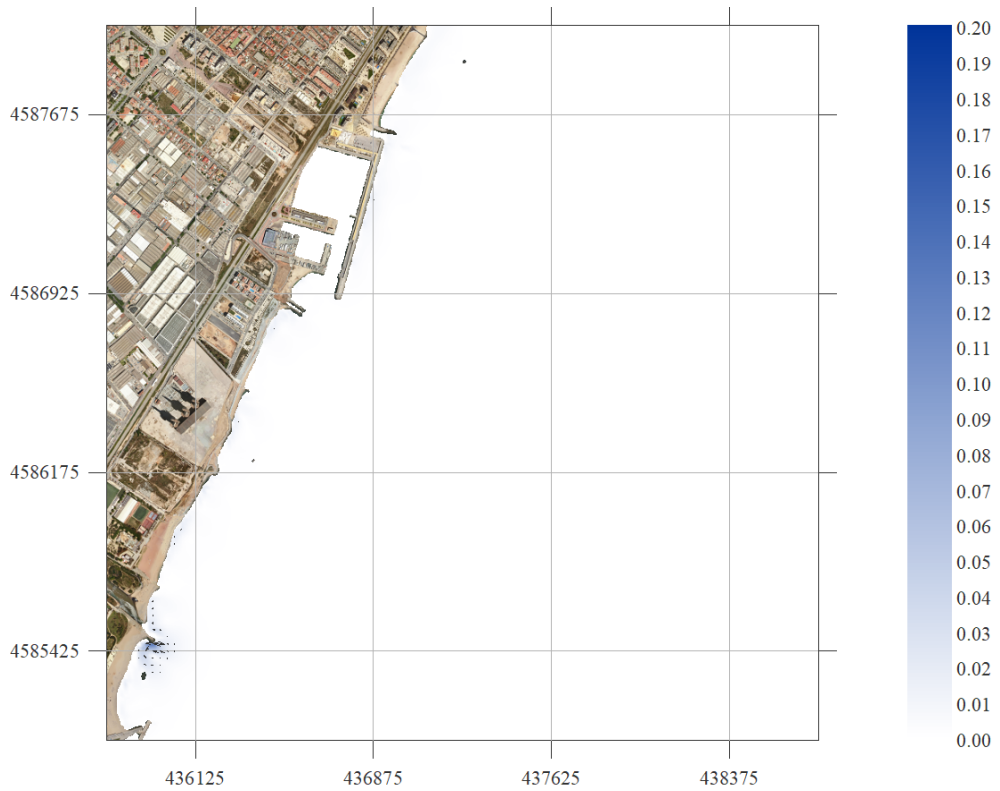


Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°

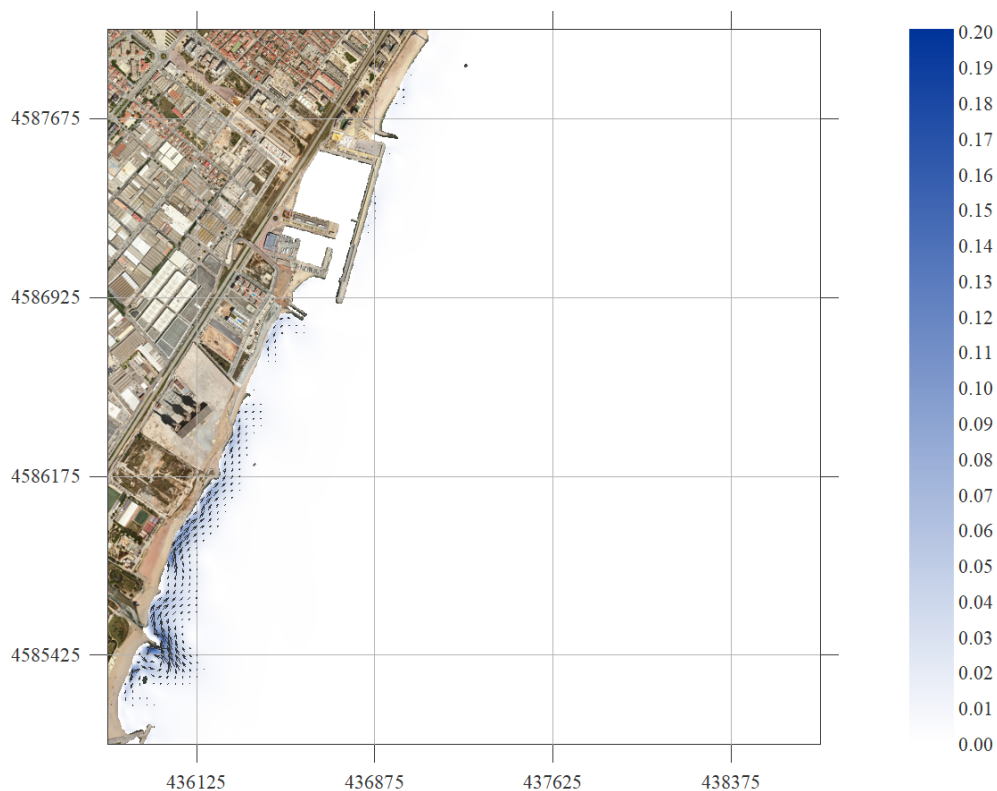


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

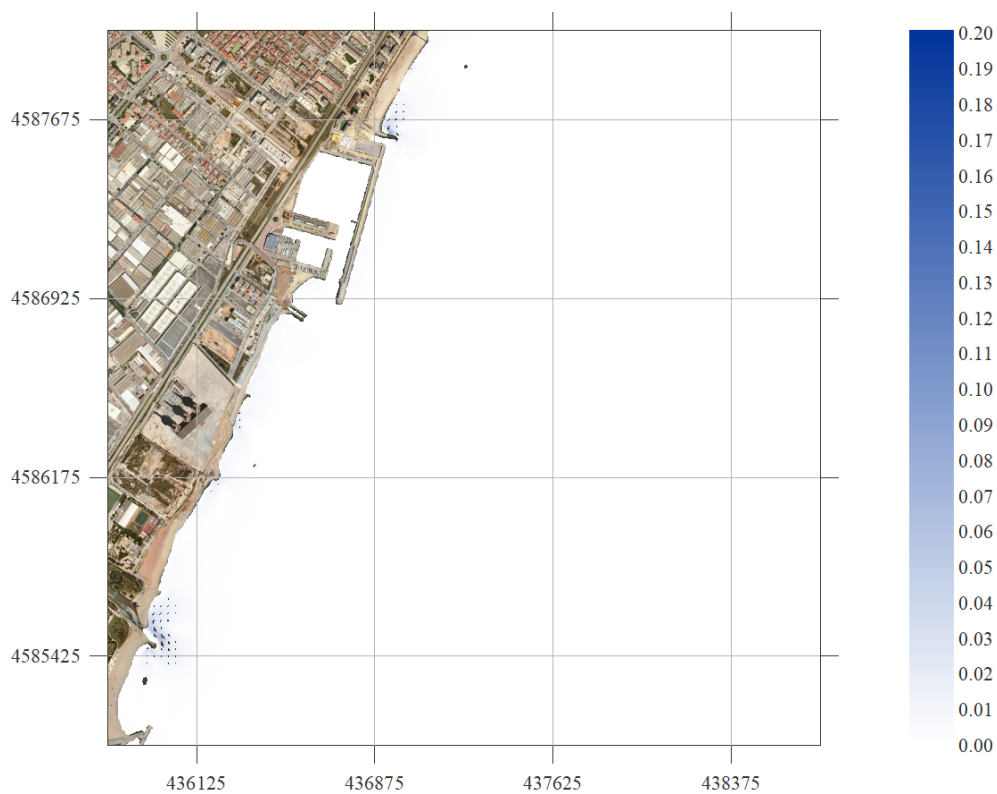


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

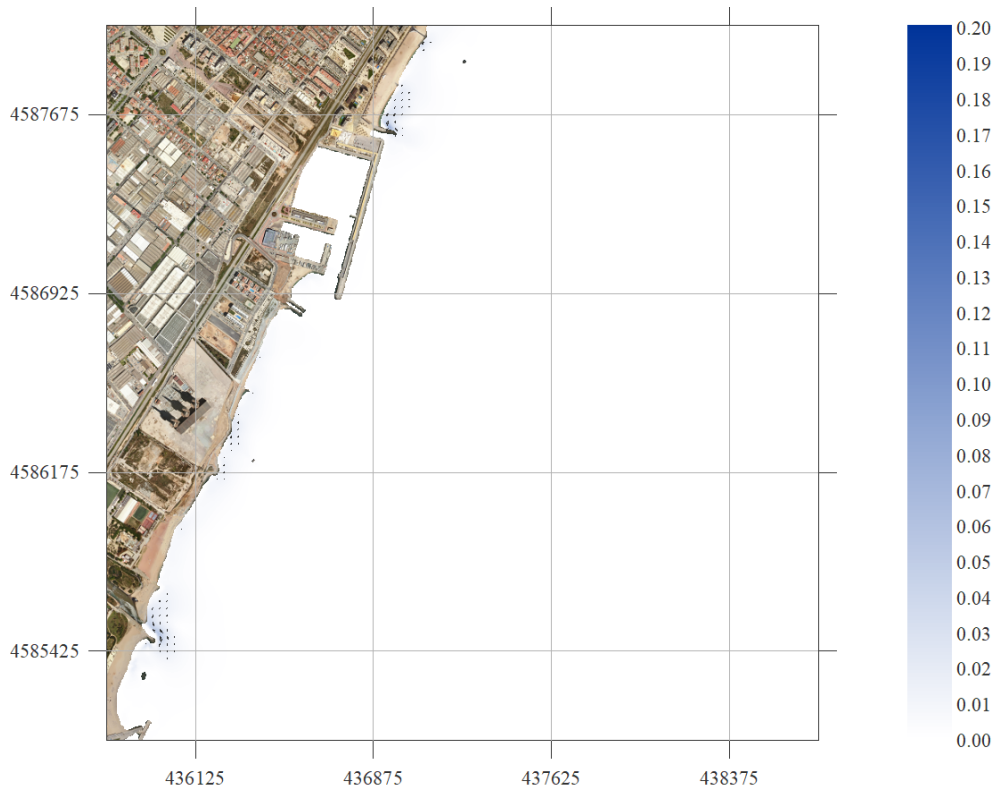


Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°

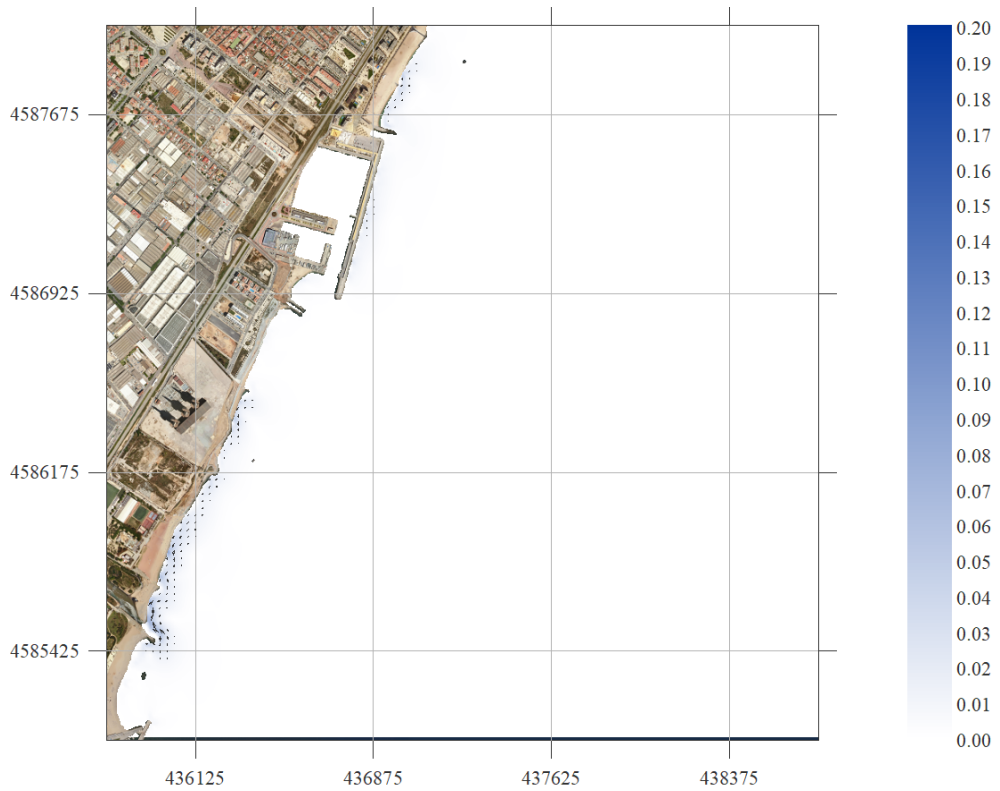


Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°

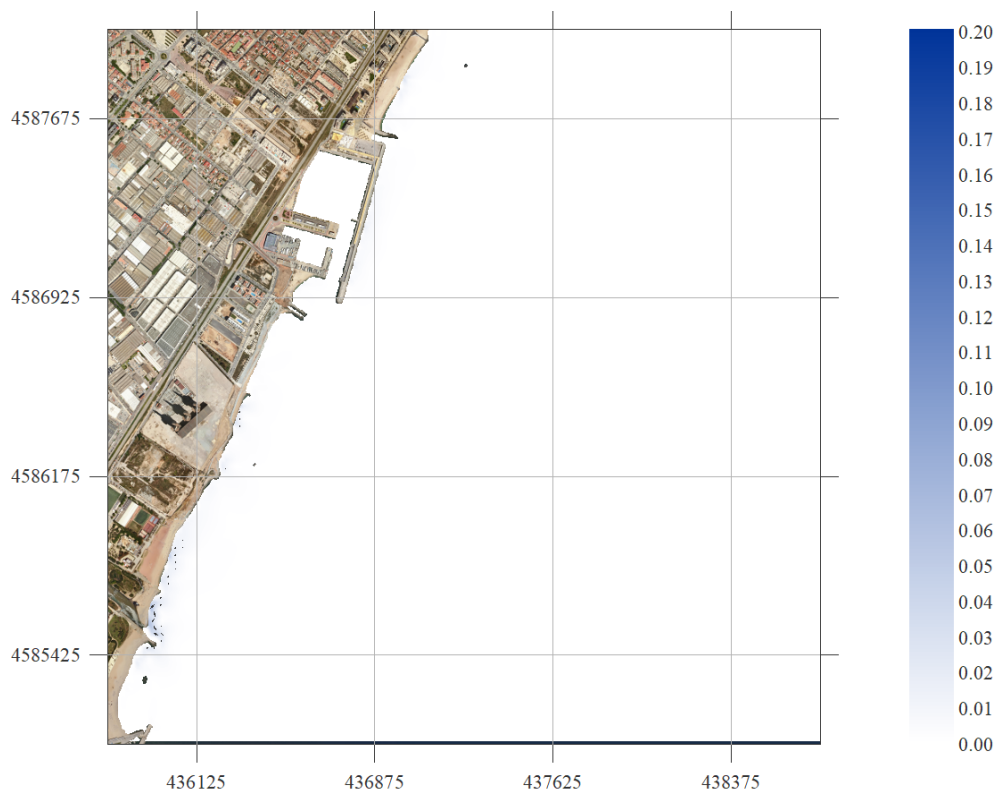


Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°

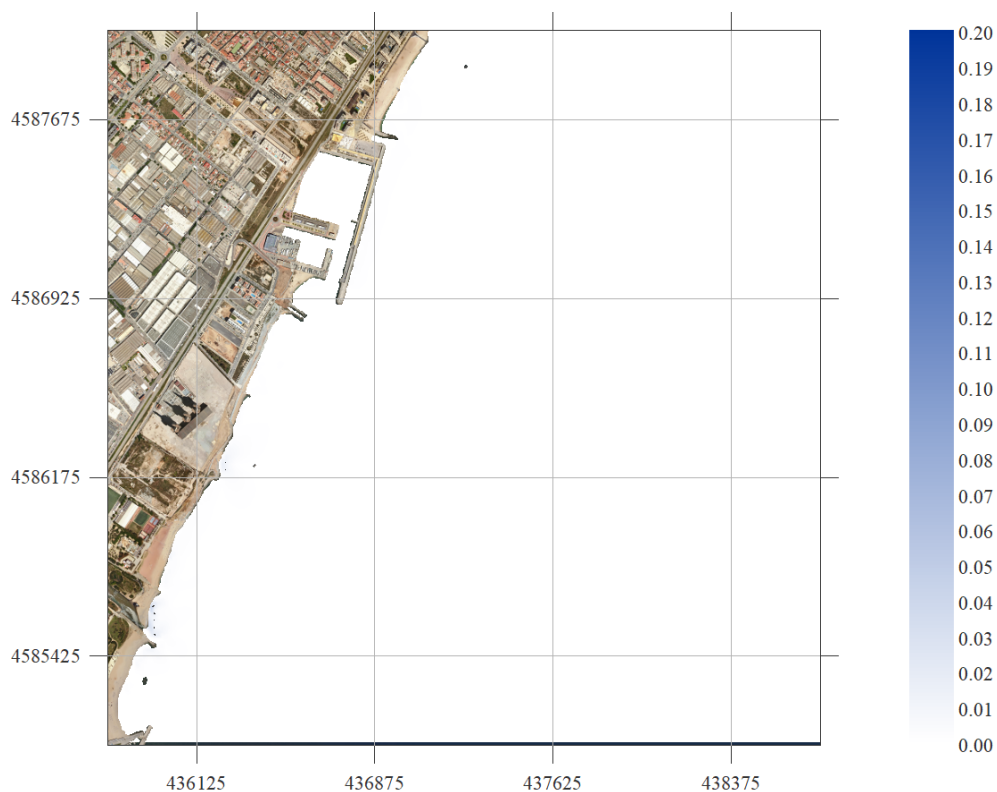


Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°

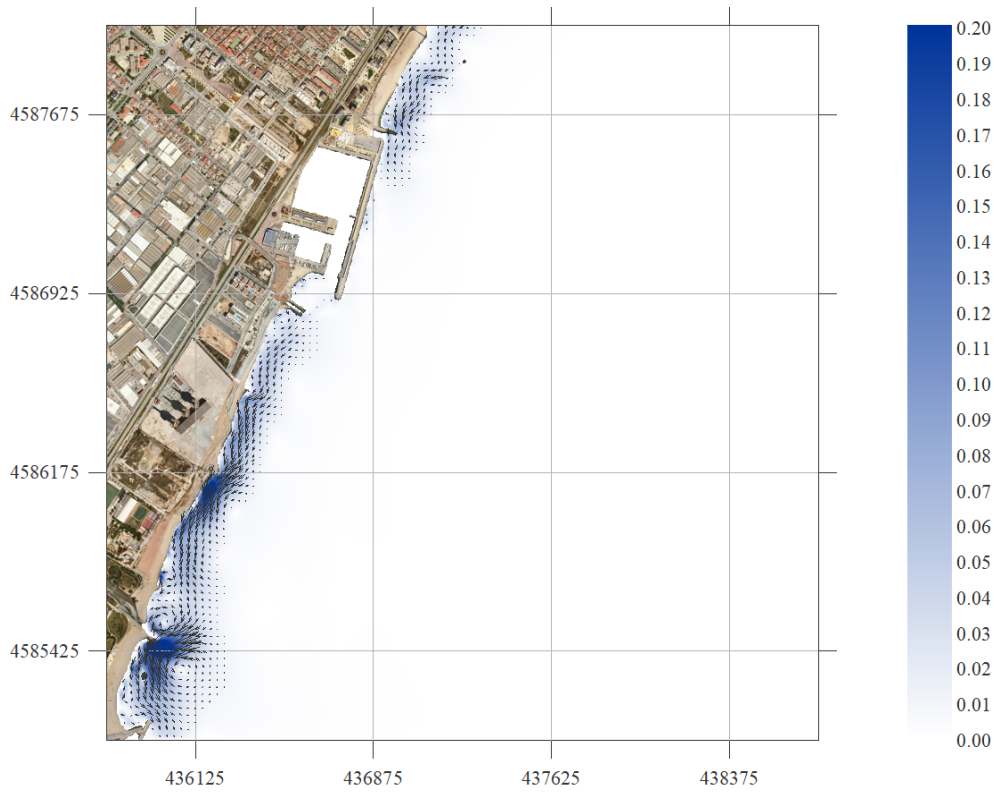


Figura 9. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 67.5^\circ$

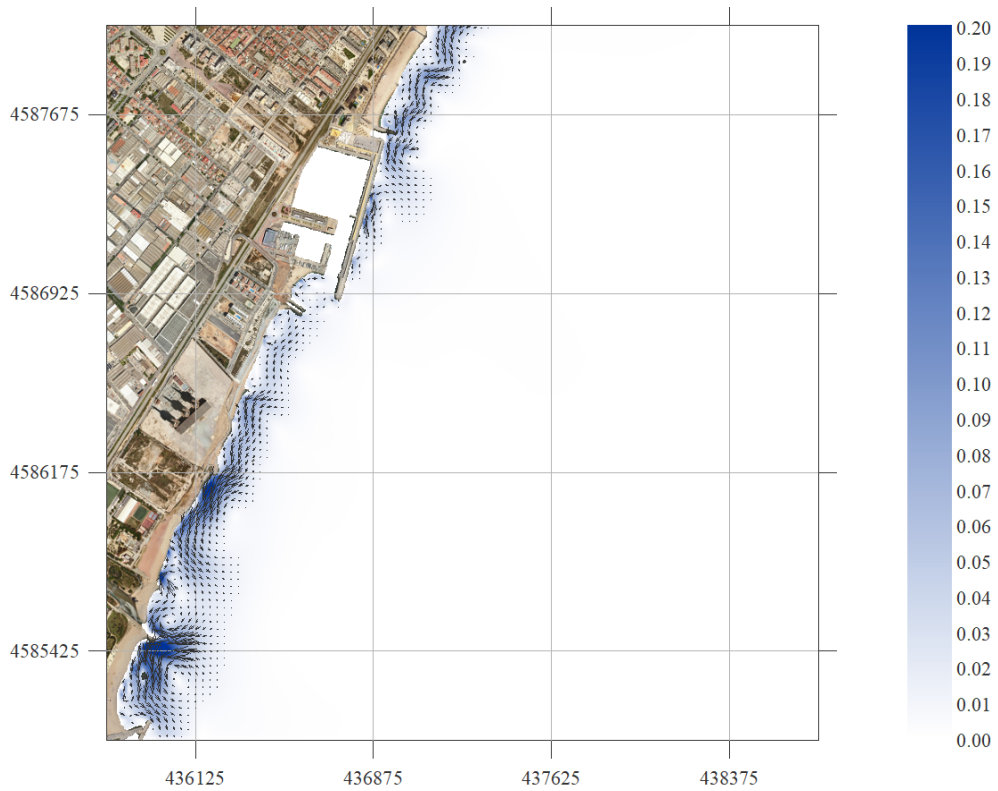


Figura 10. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 90^\circ$

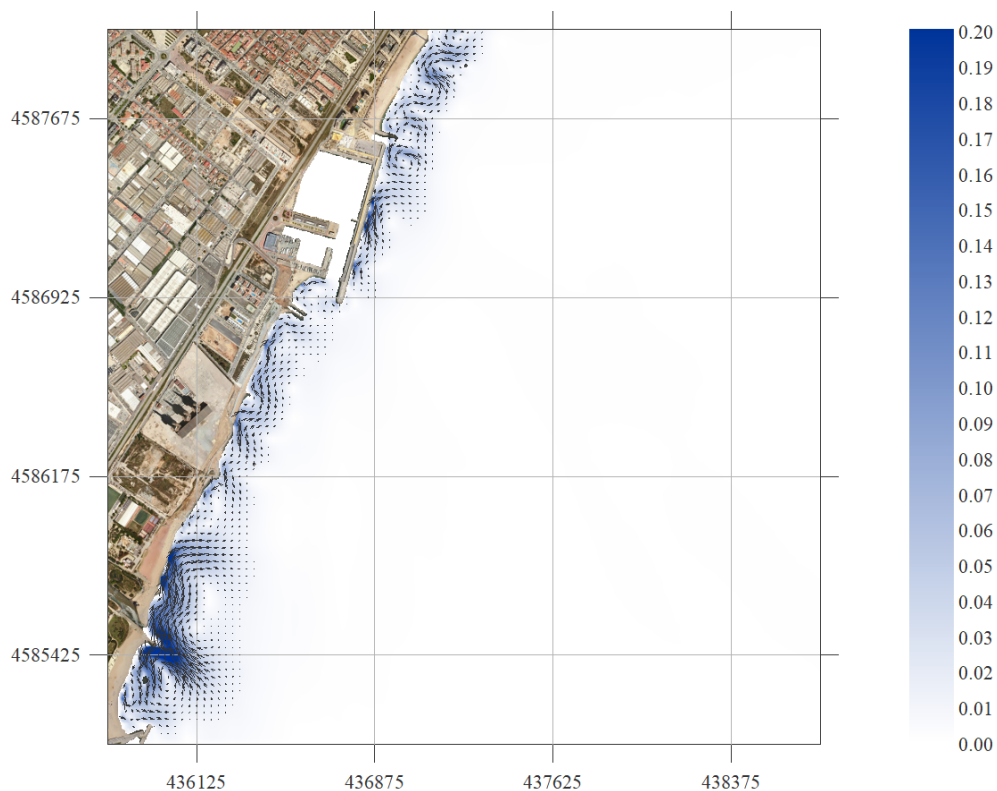


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

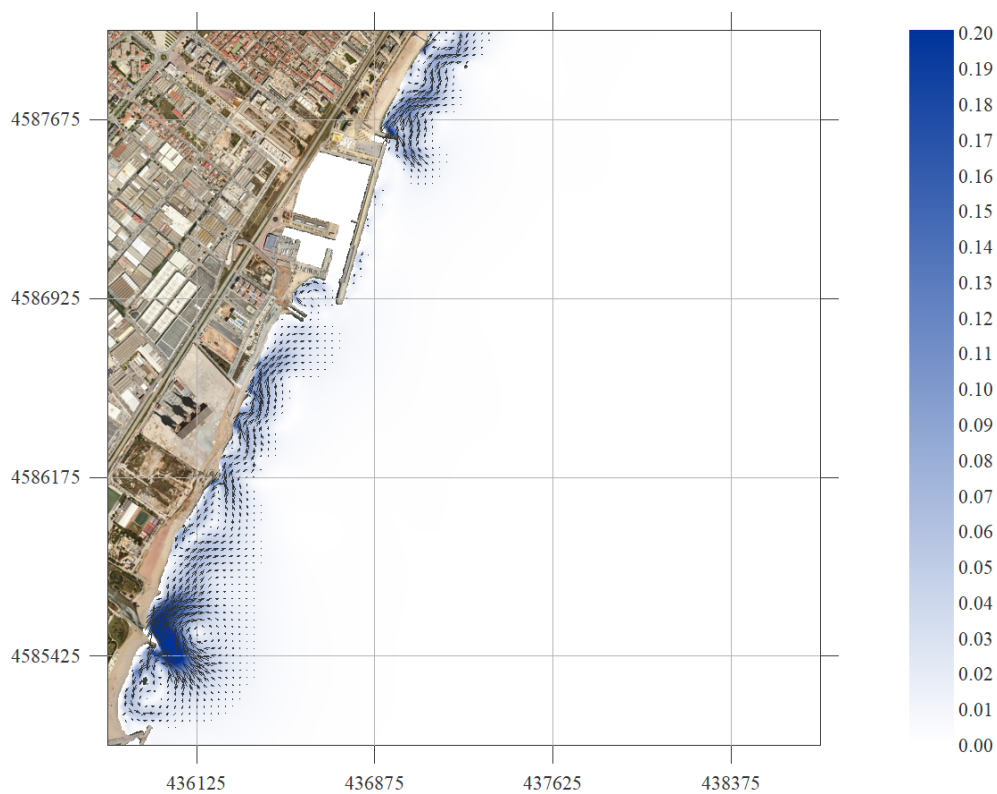


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

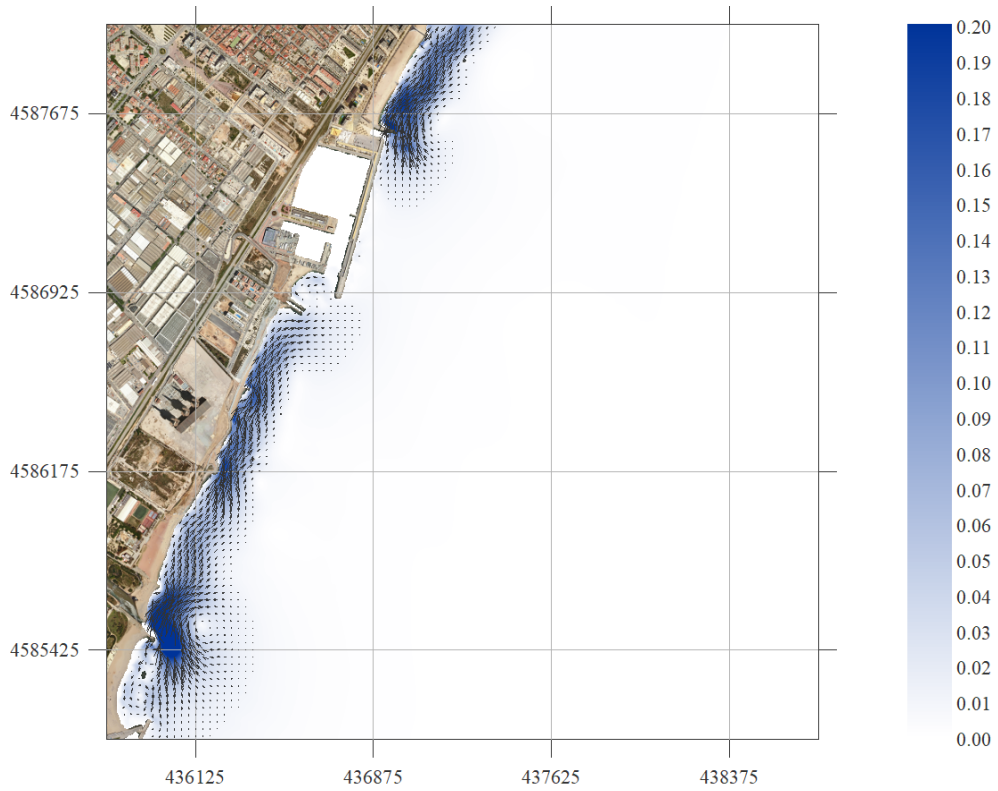


Figura 13. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 157.5^\circ$

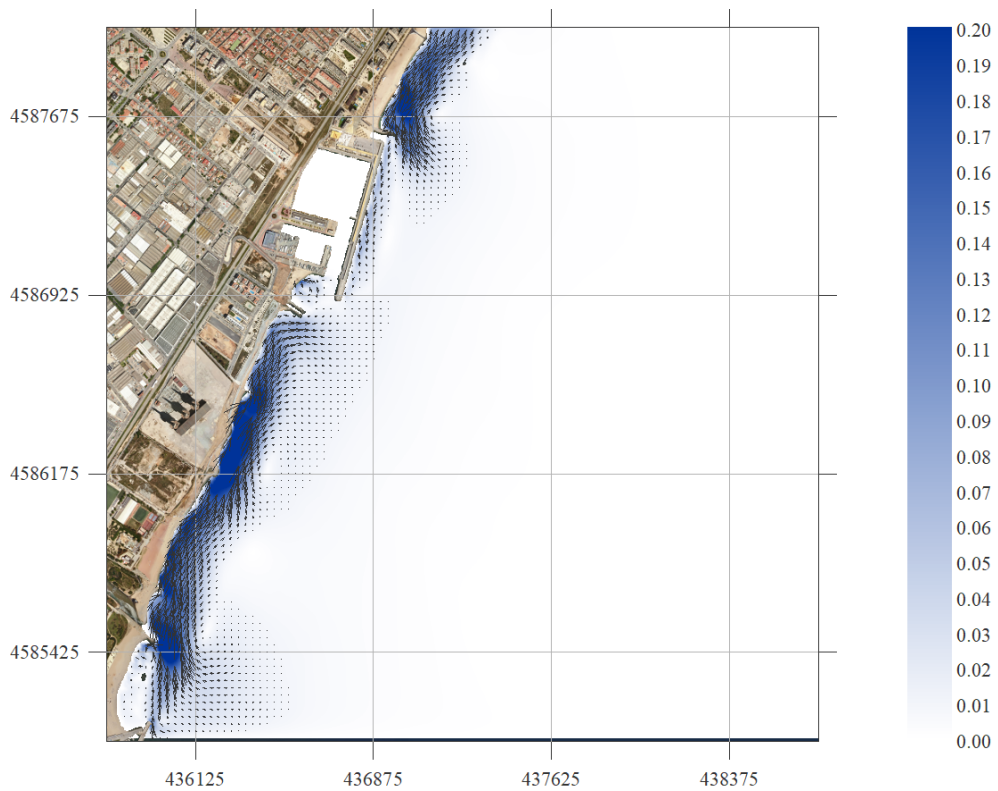


Figura 14. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 180^\circ$

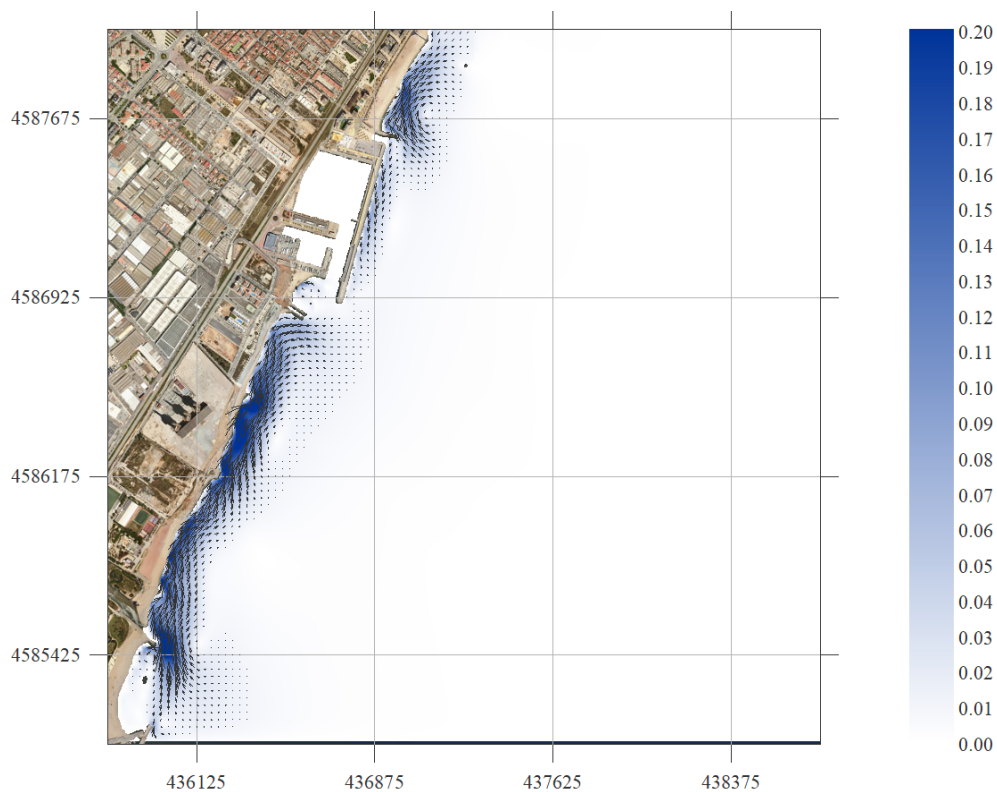


Figura 15. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 202.5^\circ$

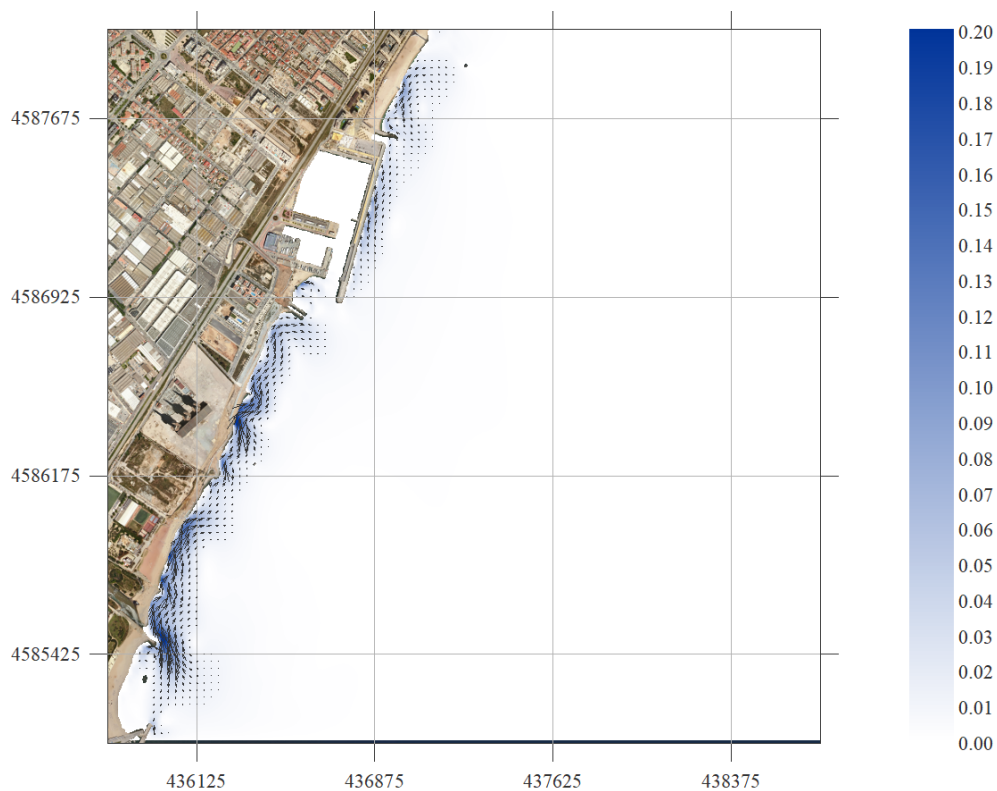


Figura 16. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 225^\circ$

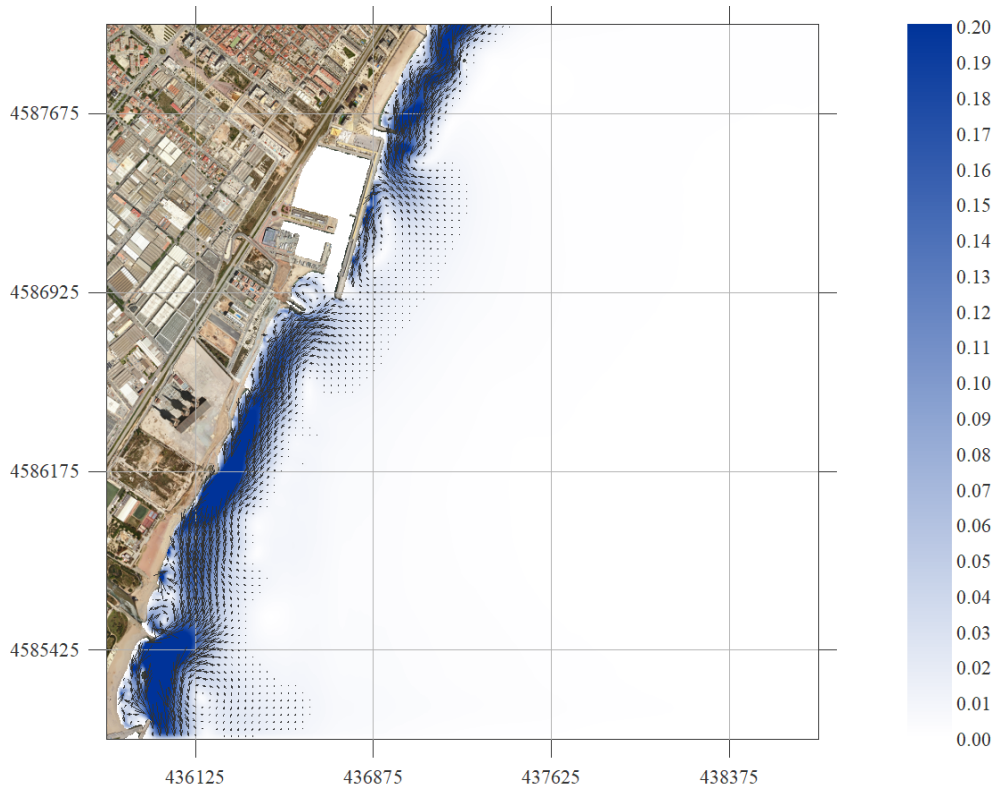


Figura 17. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 67.5^\circ$

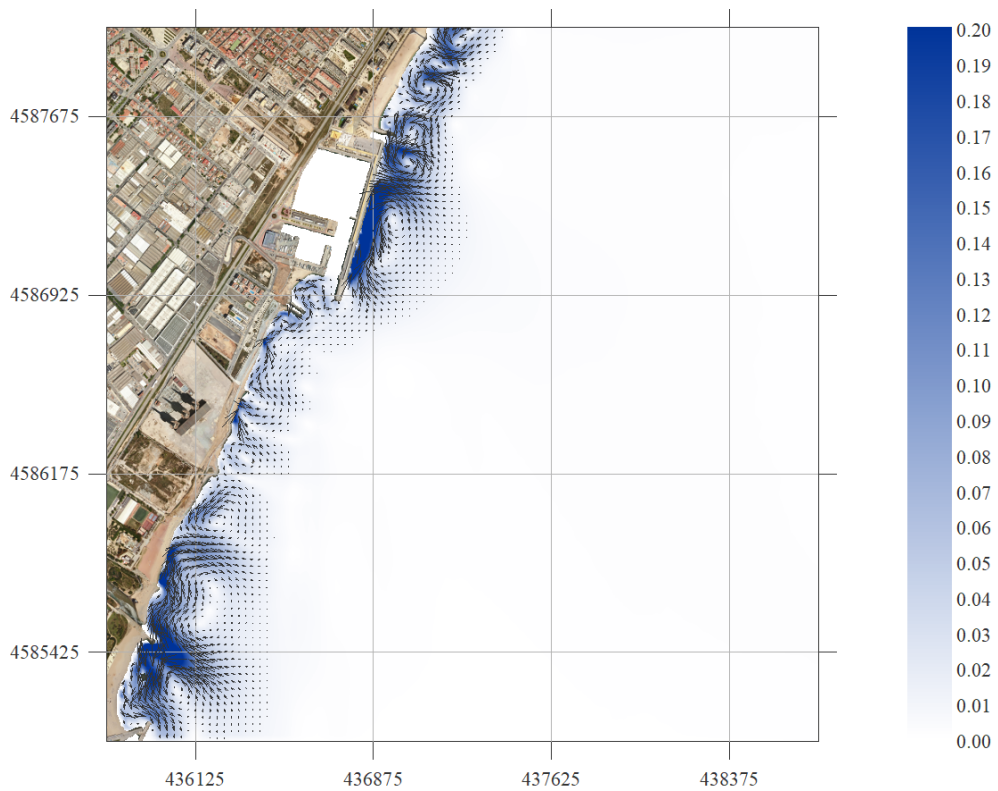


Figura 18. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 90^\circ$

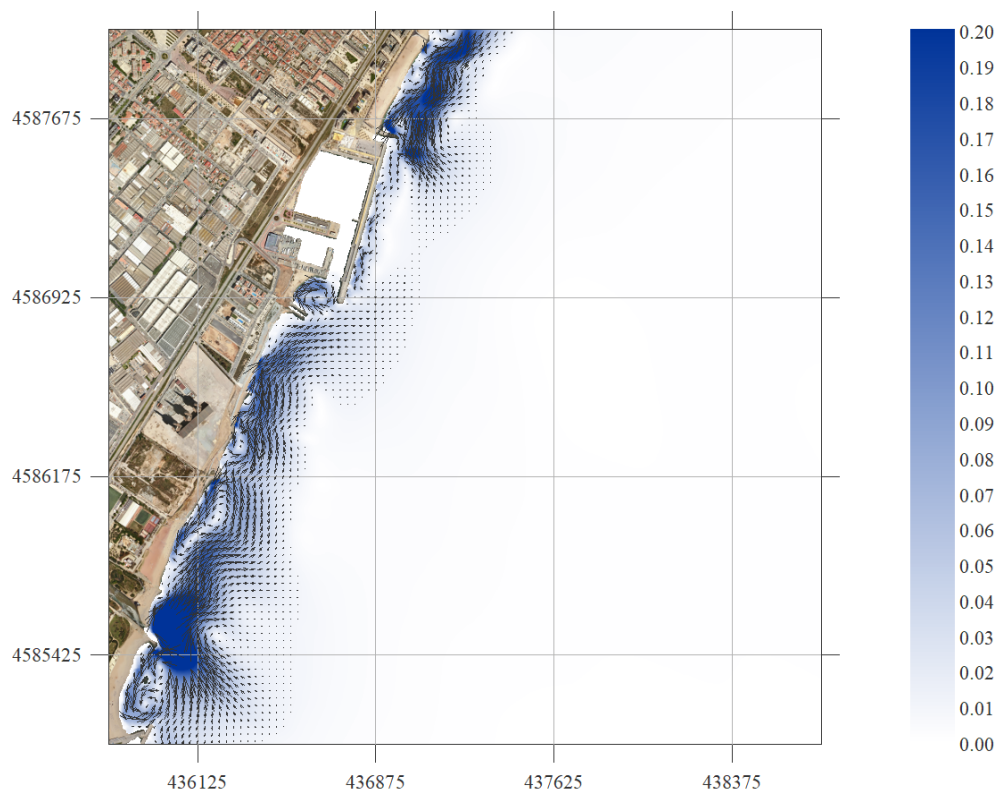


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

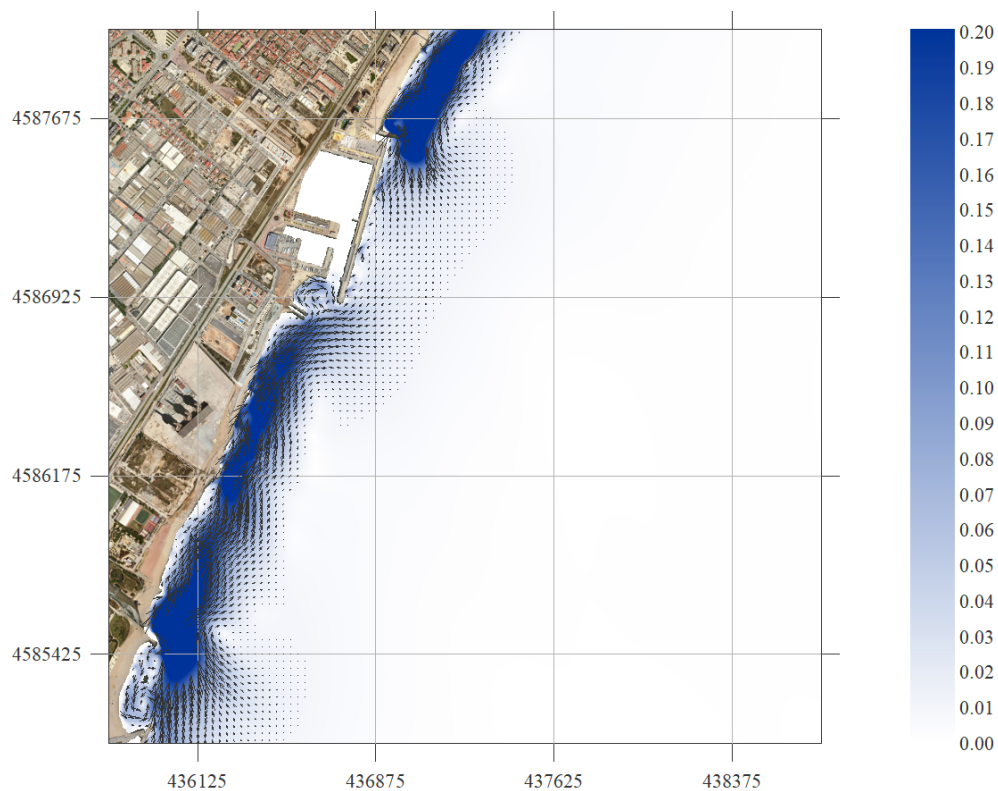


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

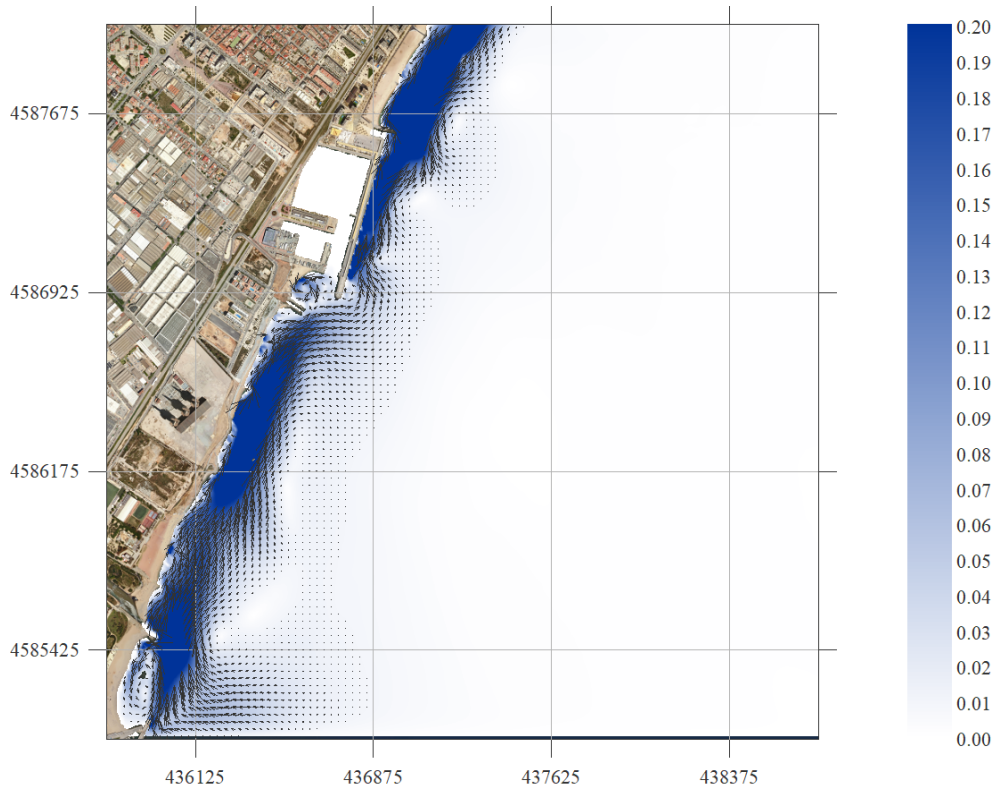


Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°

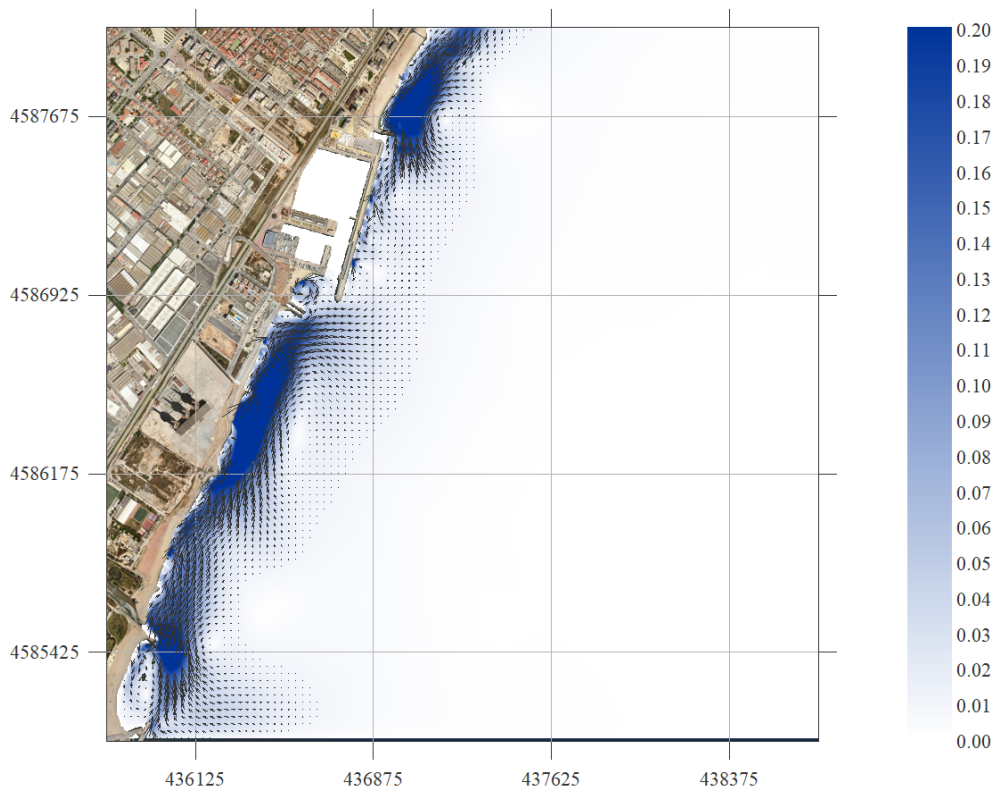


Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°

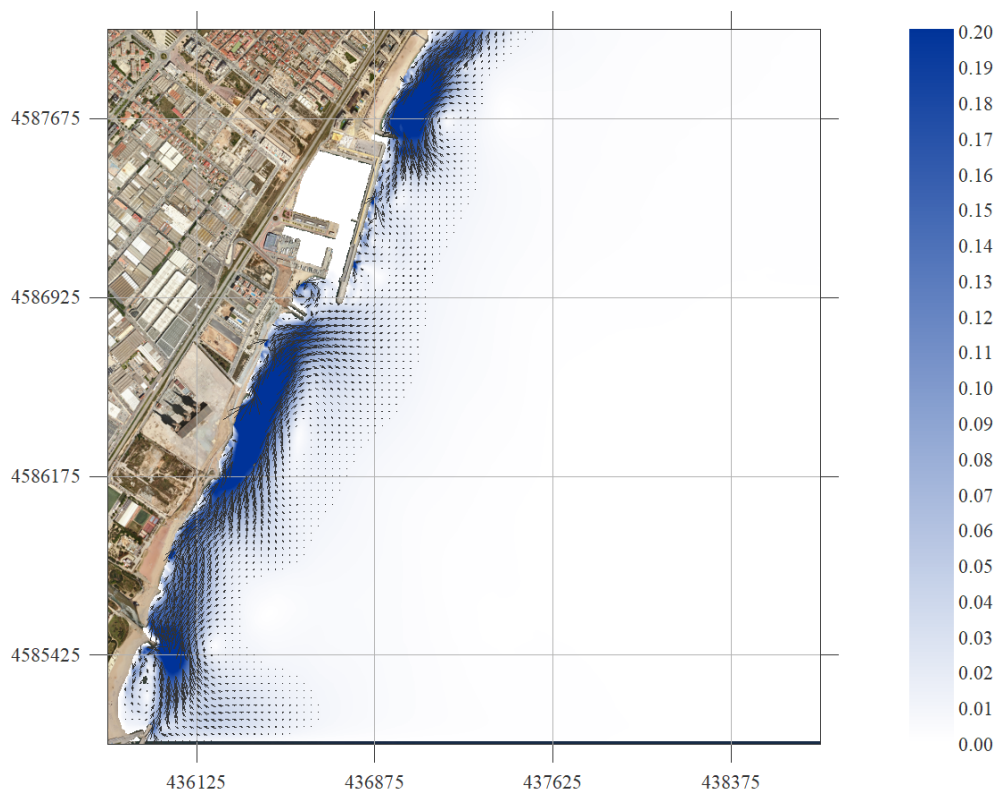


Figura 23. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 202.5^\circ$

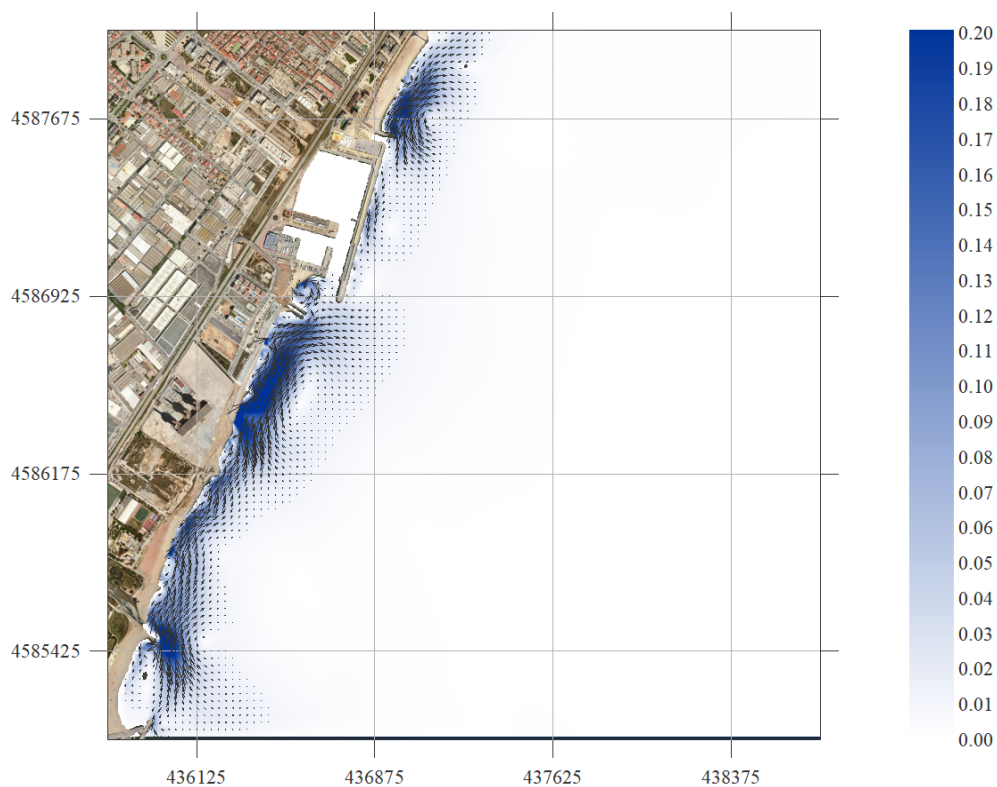


Figura 24. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 225^\circ$

Annex 7 Figures de corrents SMC de Badalona

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

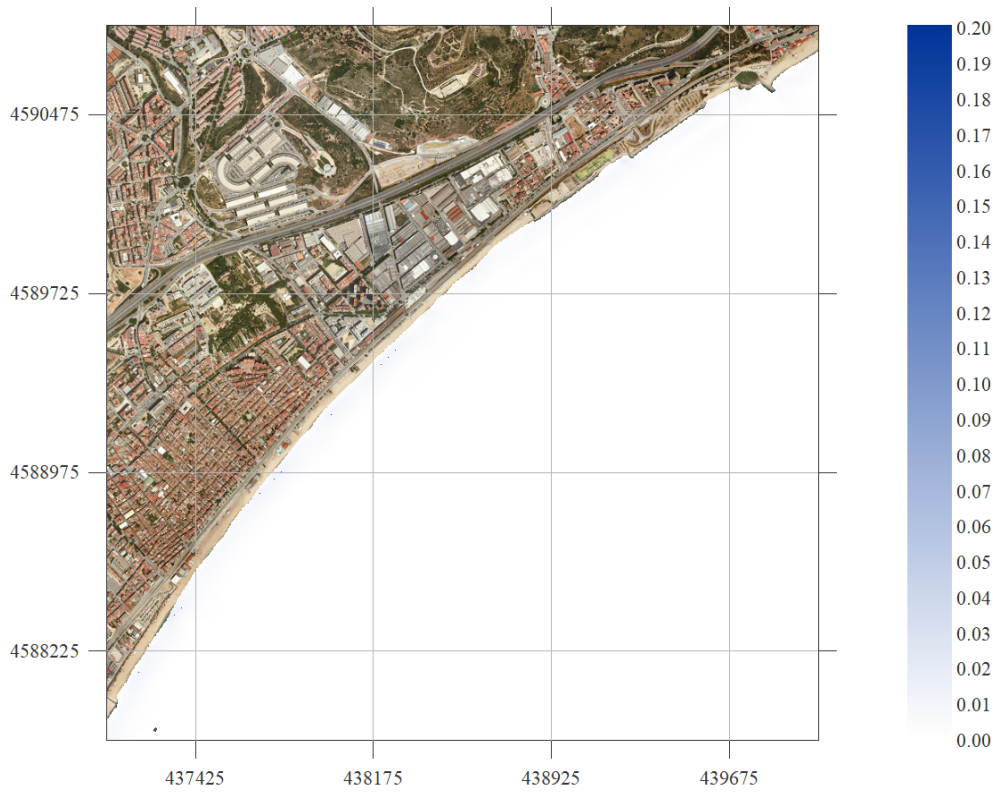


Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°

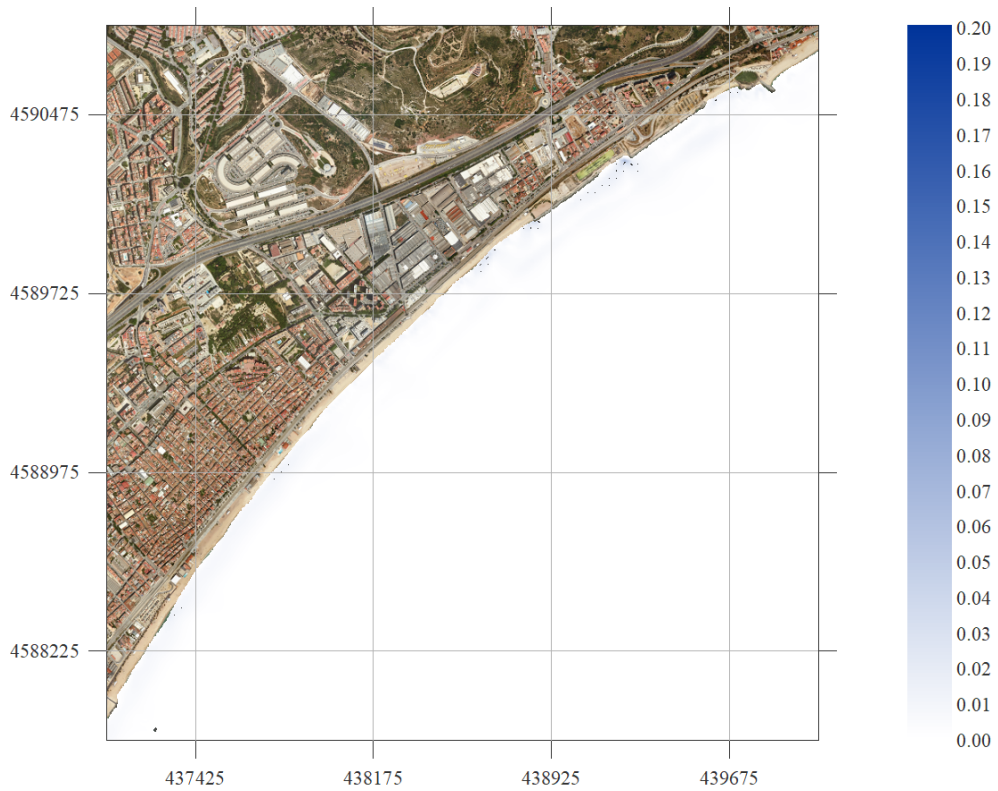


Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°

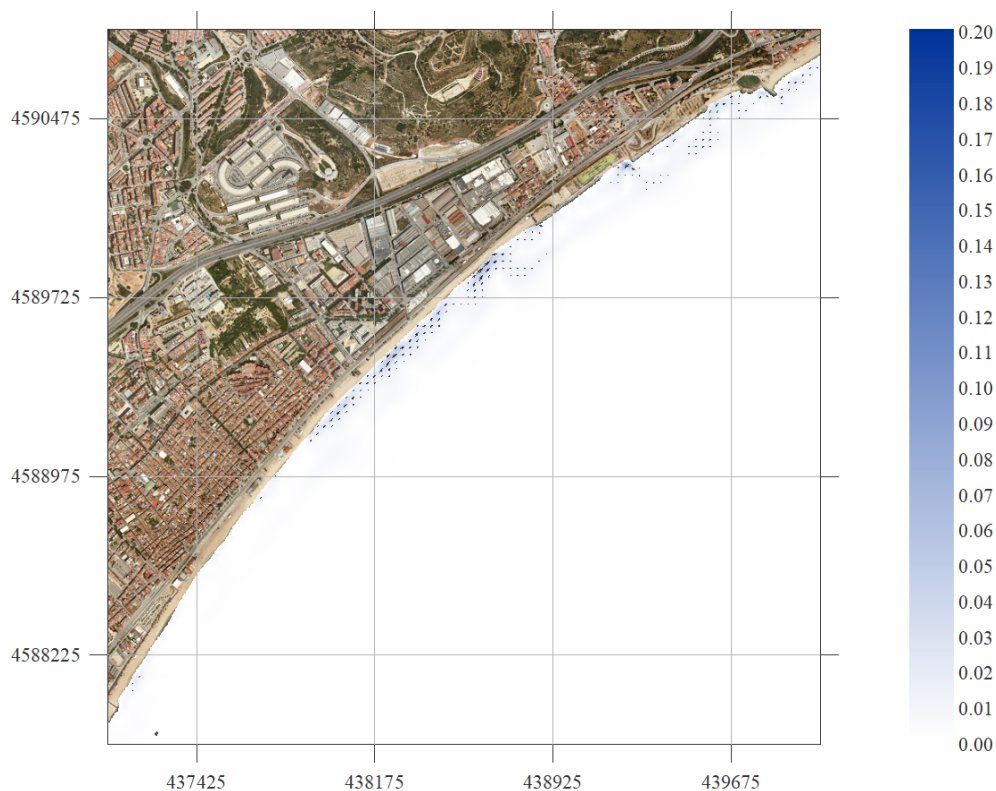


Figura 3. Malla E. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $\text{Dir} = 112.5^\circ$

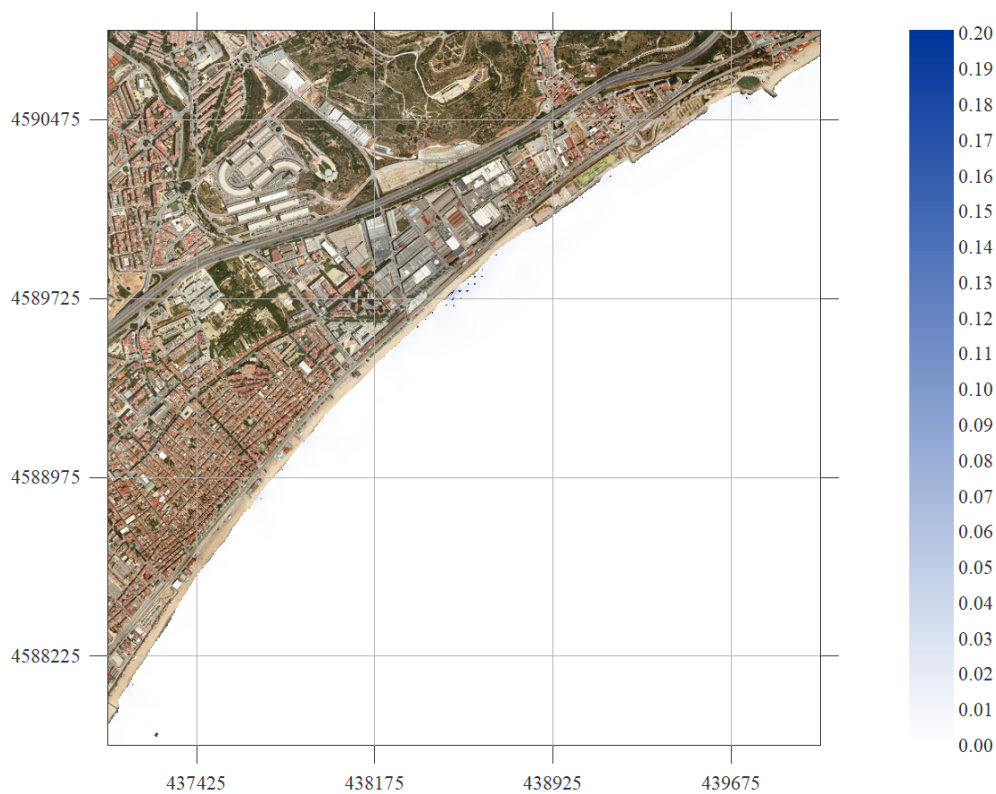


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $\text{Dir} = 135^\circ$

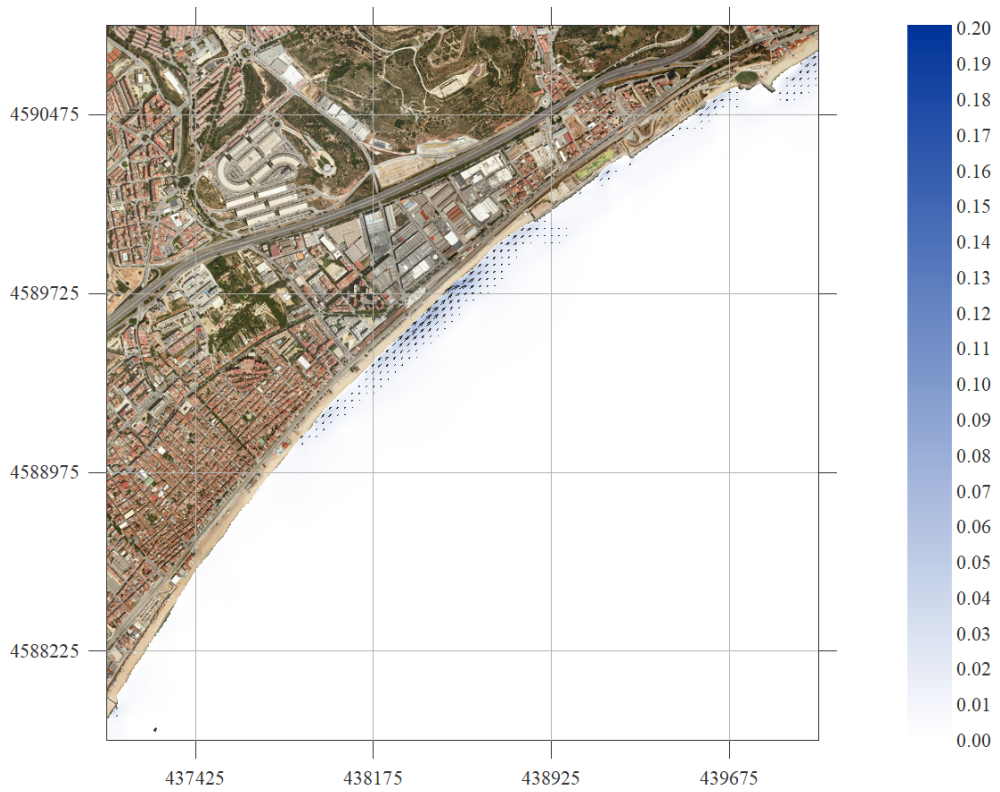


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

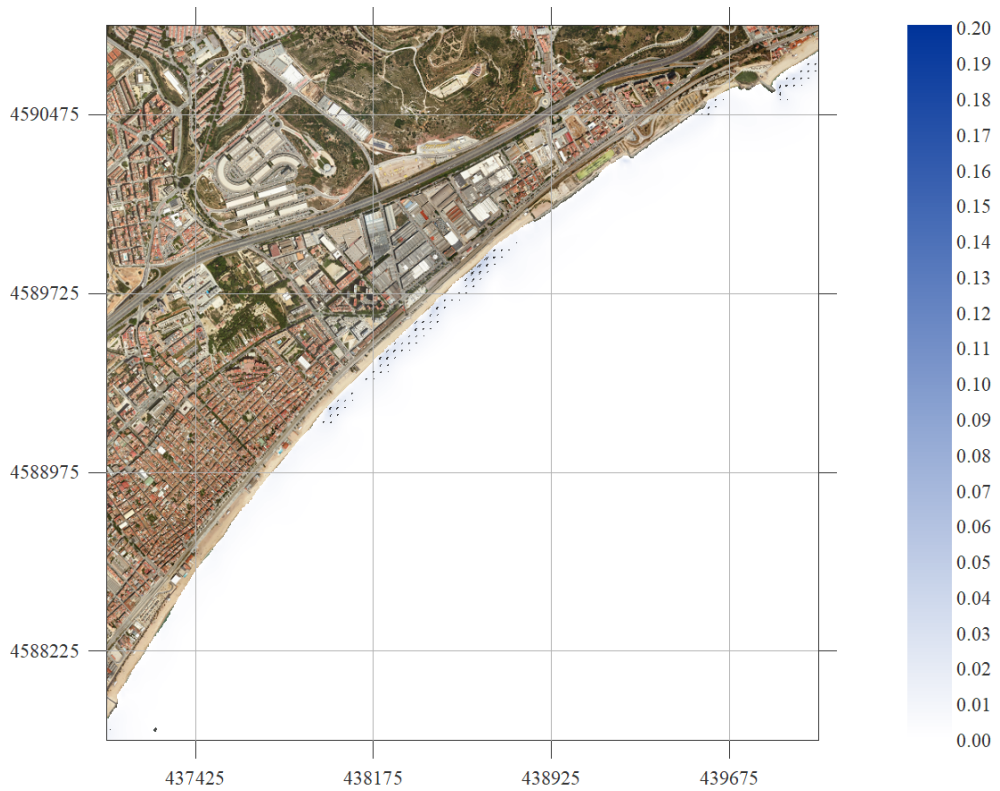


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

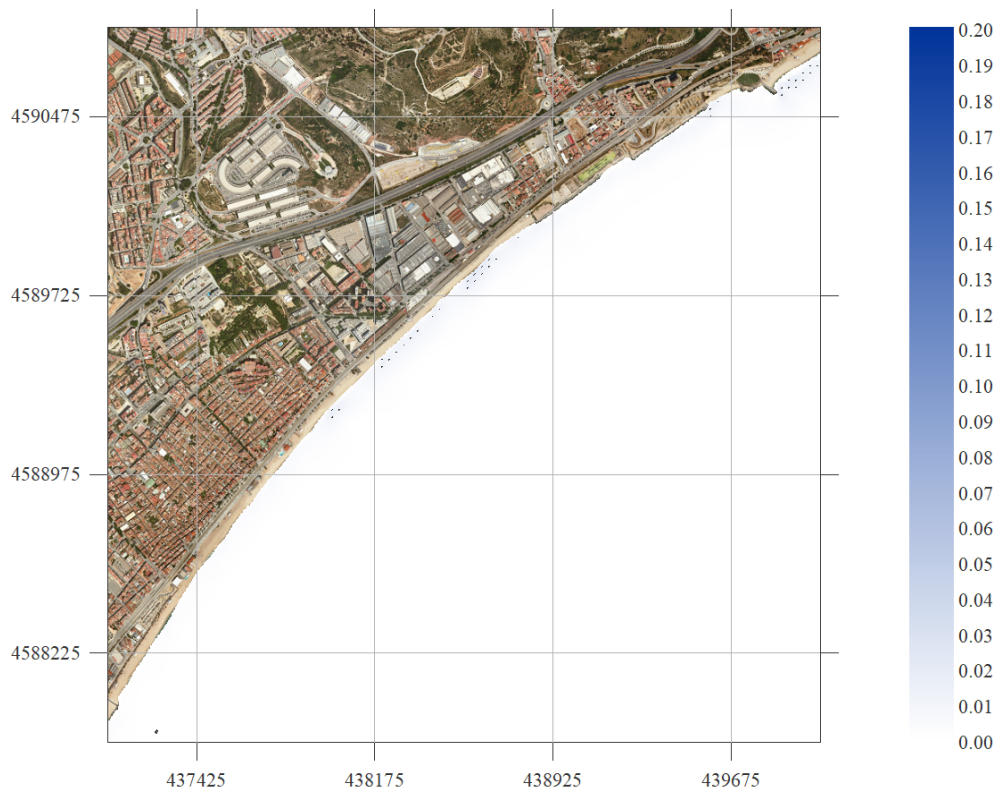


Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°

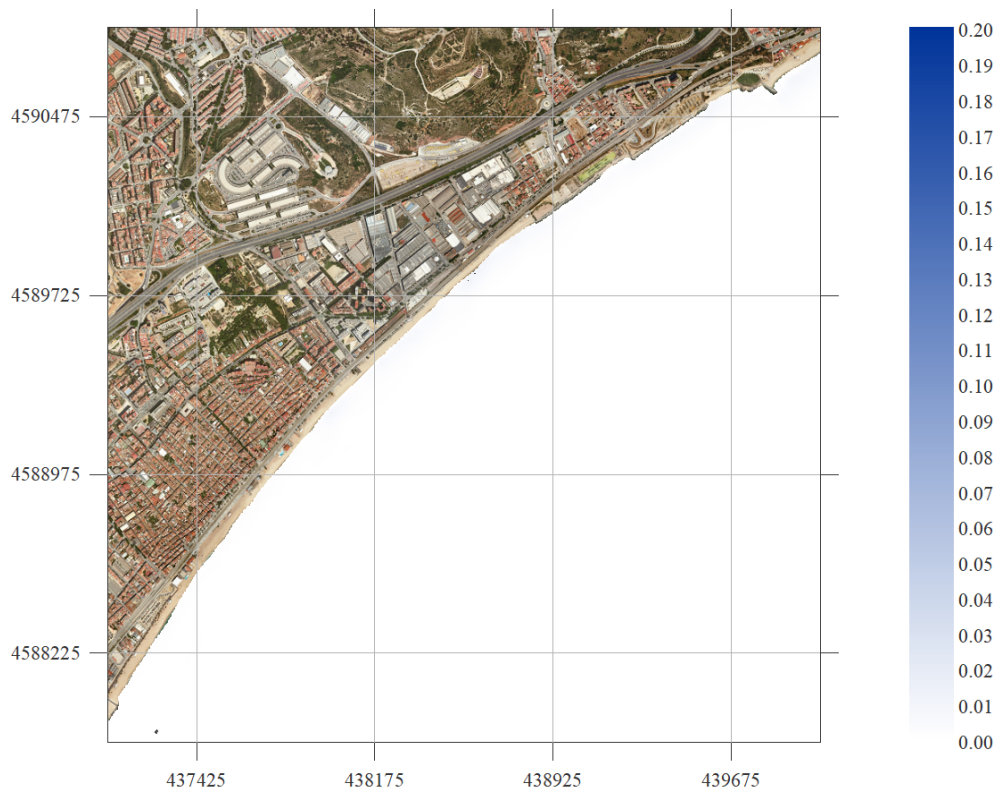


Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°

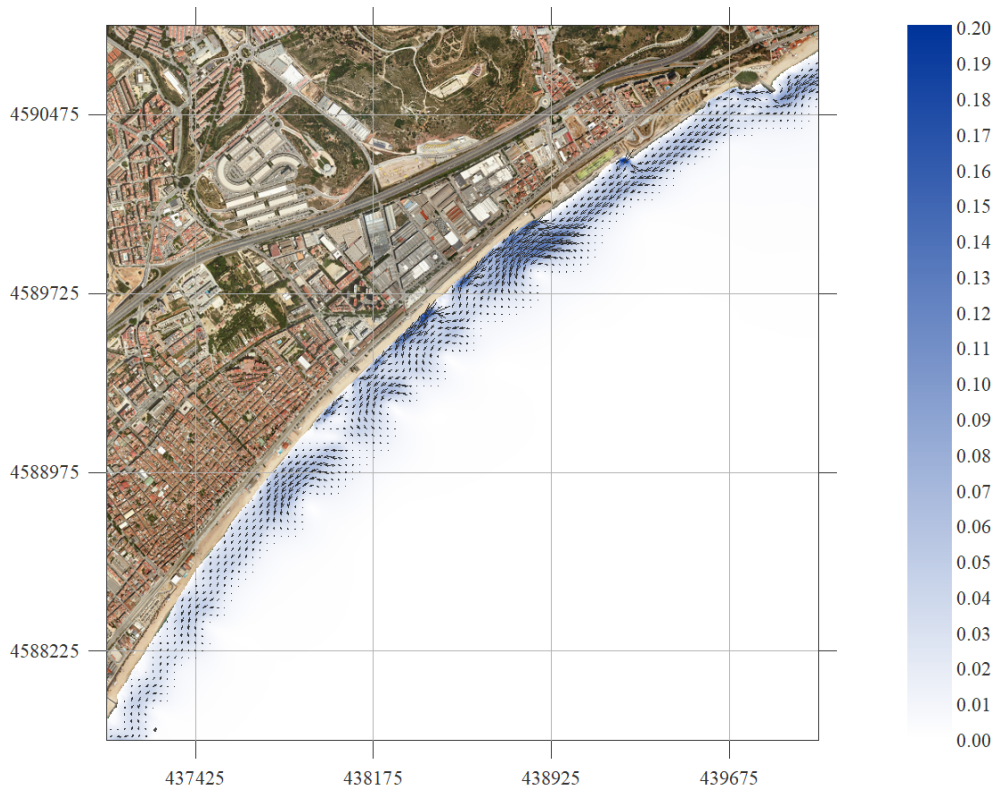


Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°

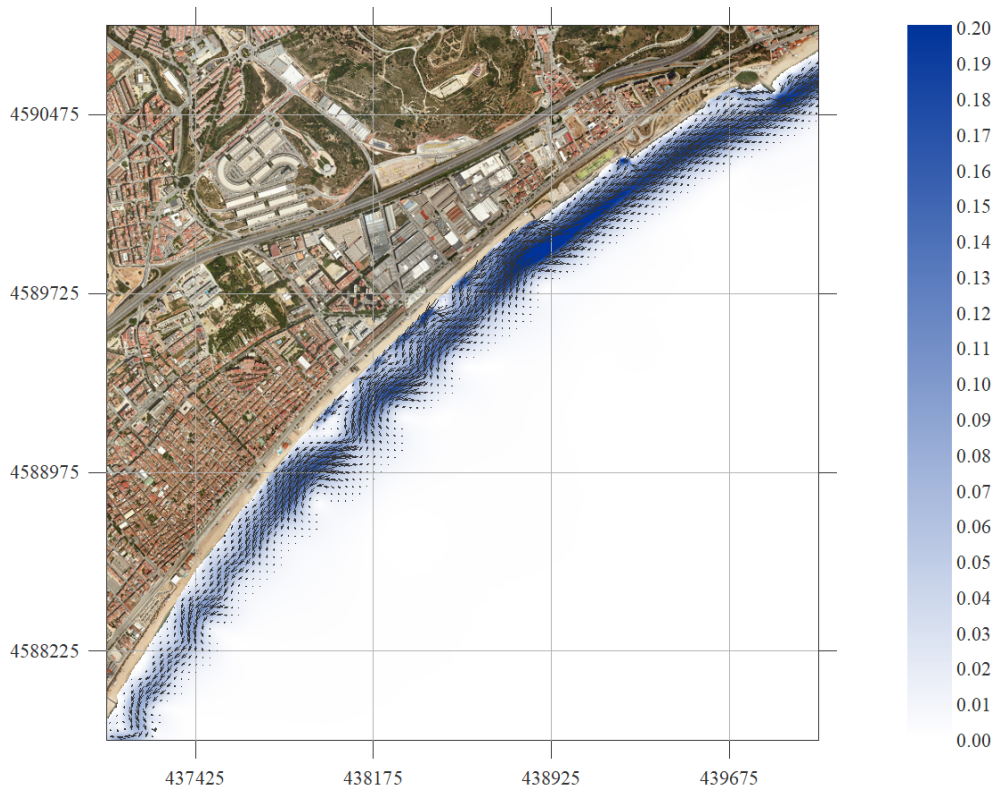


Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°

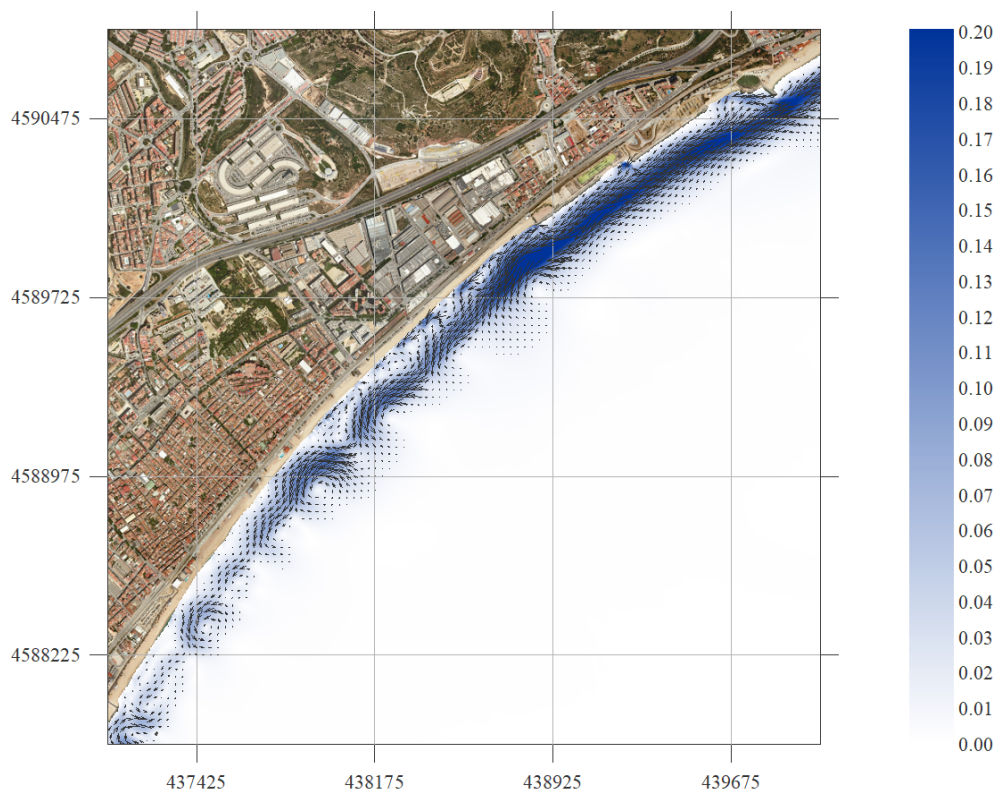


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

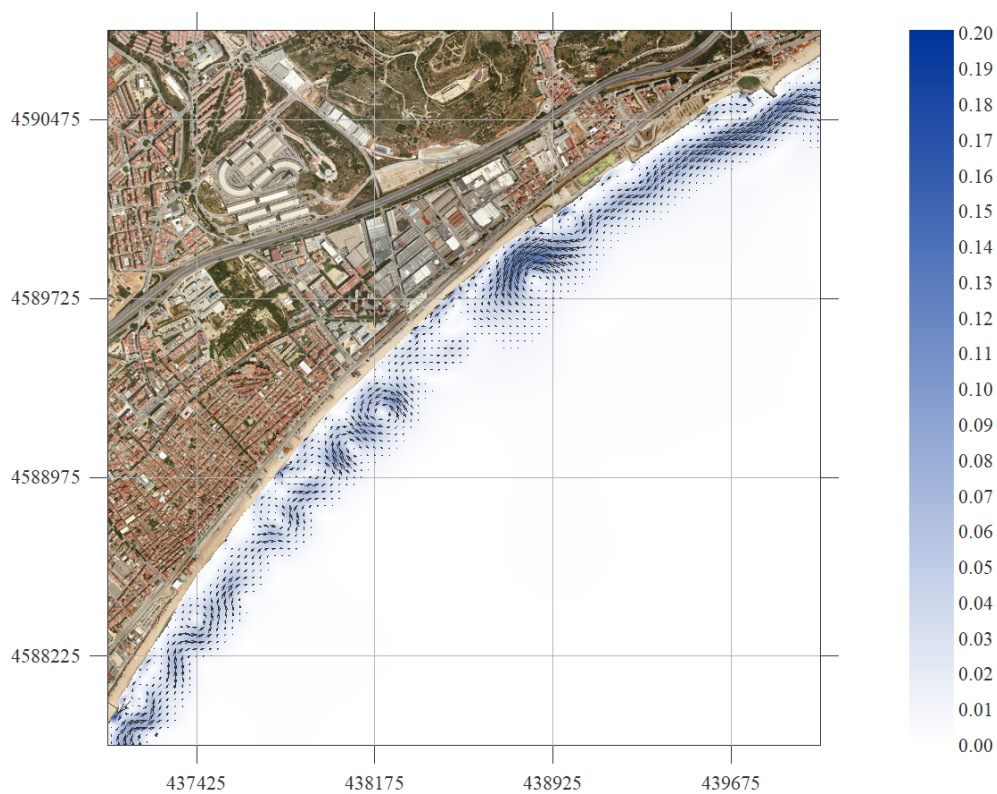


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

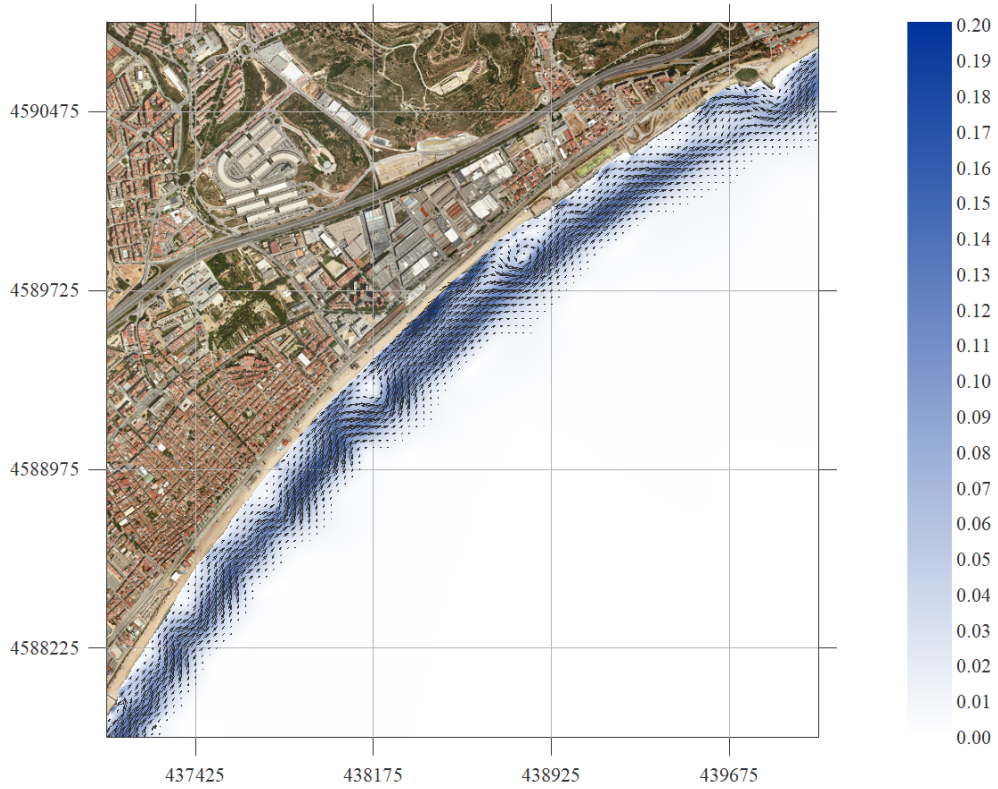


Figura 13. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 157.5^\circ$

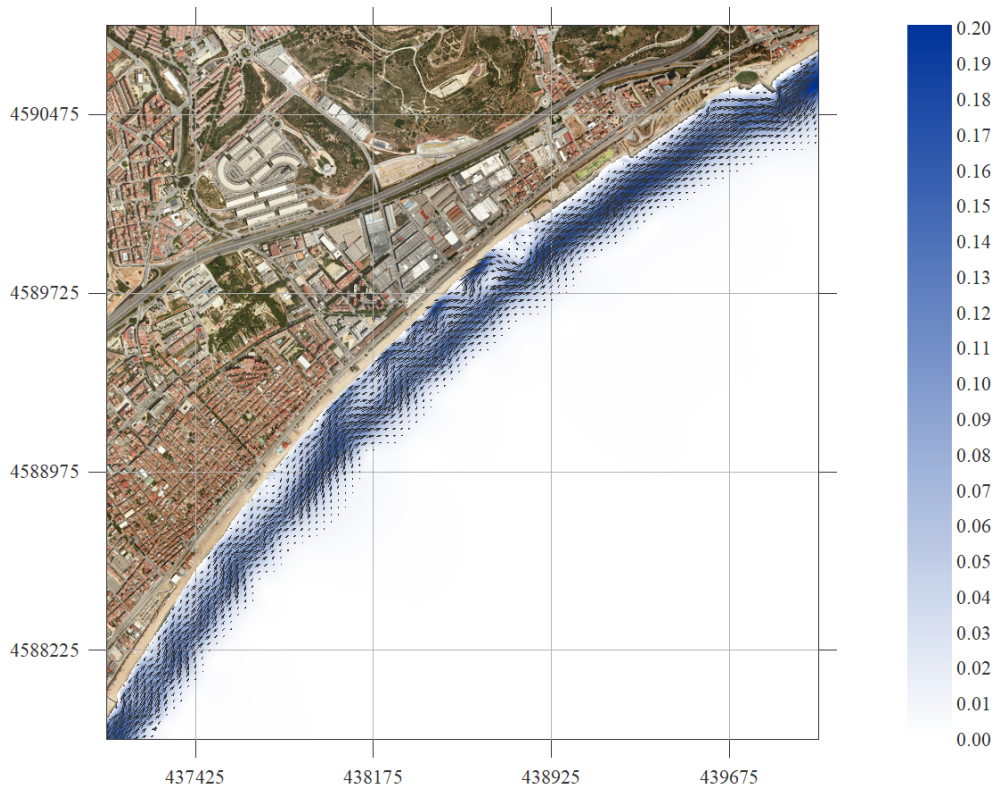


Figura 14. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 180^\circ$

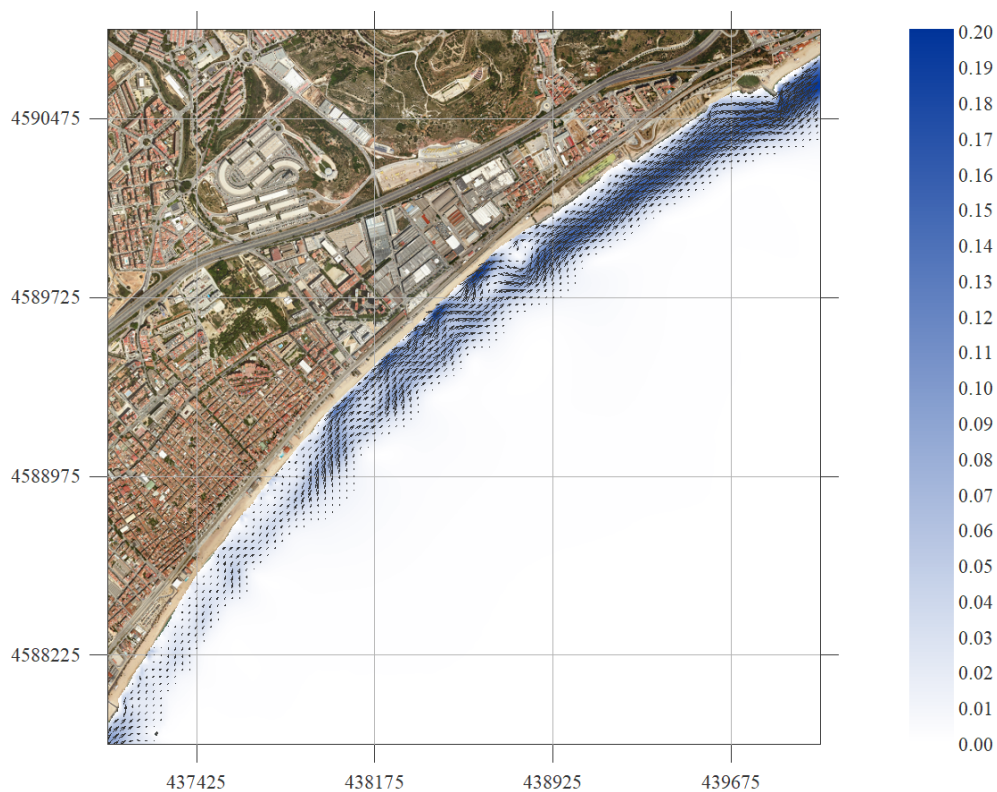


Figura 15. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 202.5^\circ$

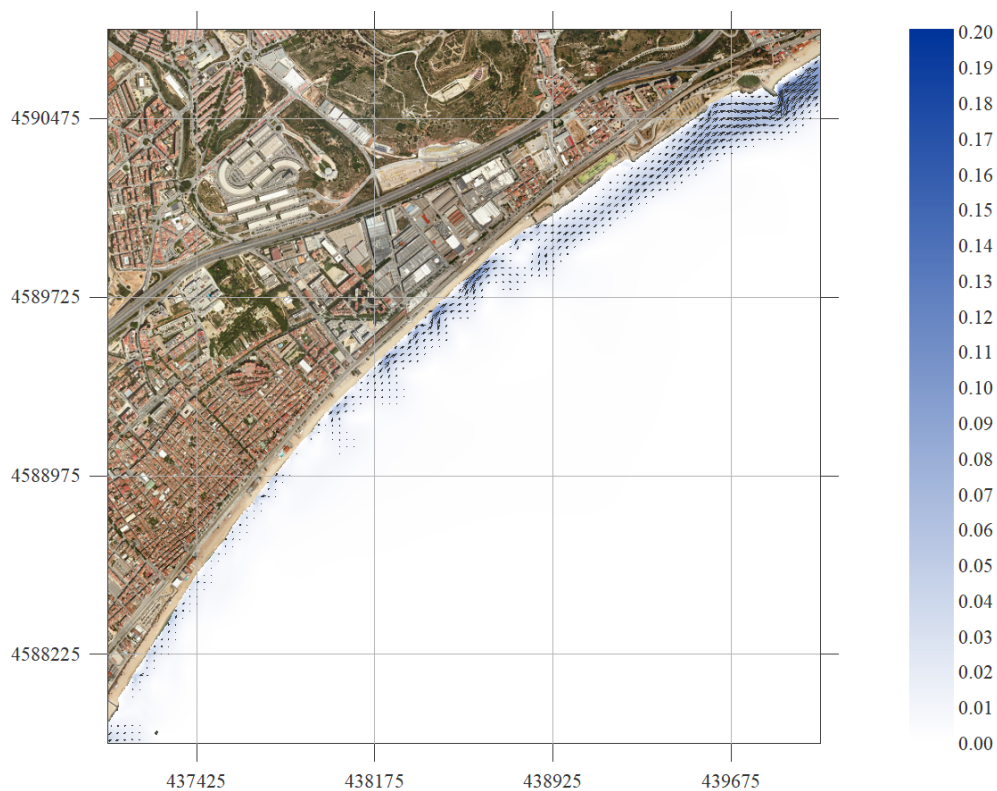


Figura 16. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 225^\circ$

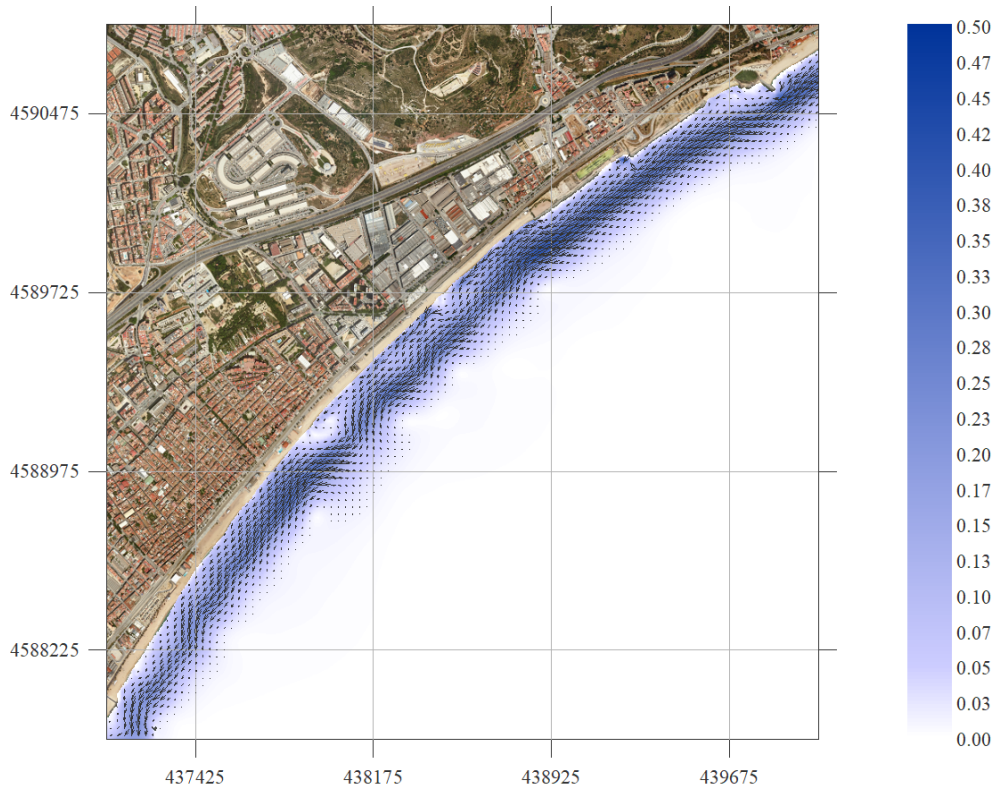


Figura 17. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 67.5^\circ$

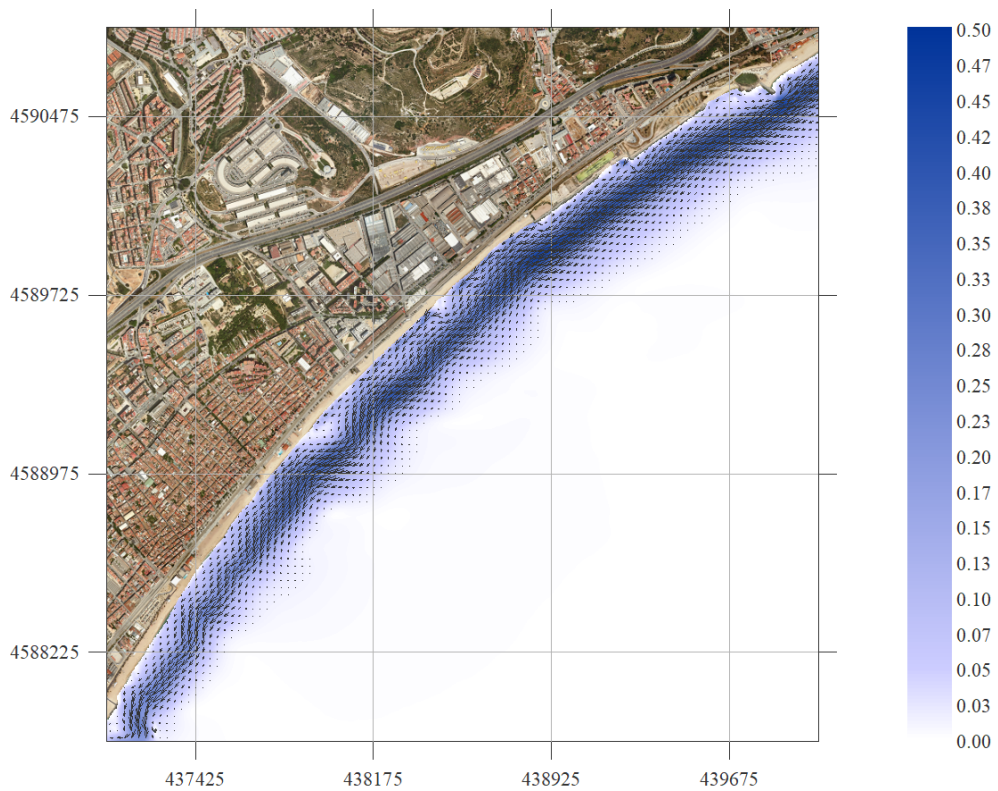


Figura 18. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 90^\circ$

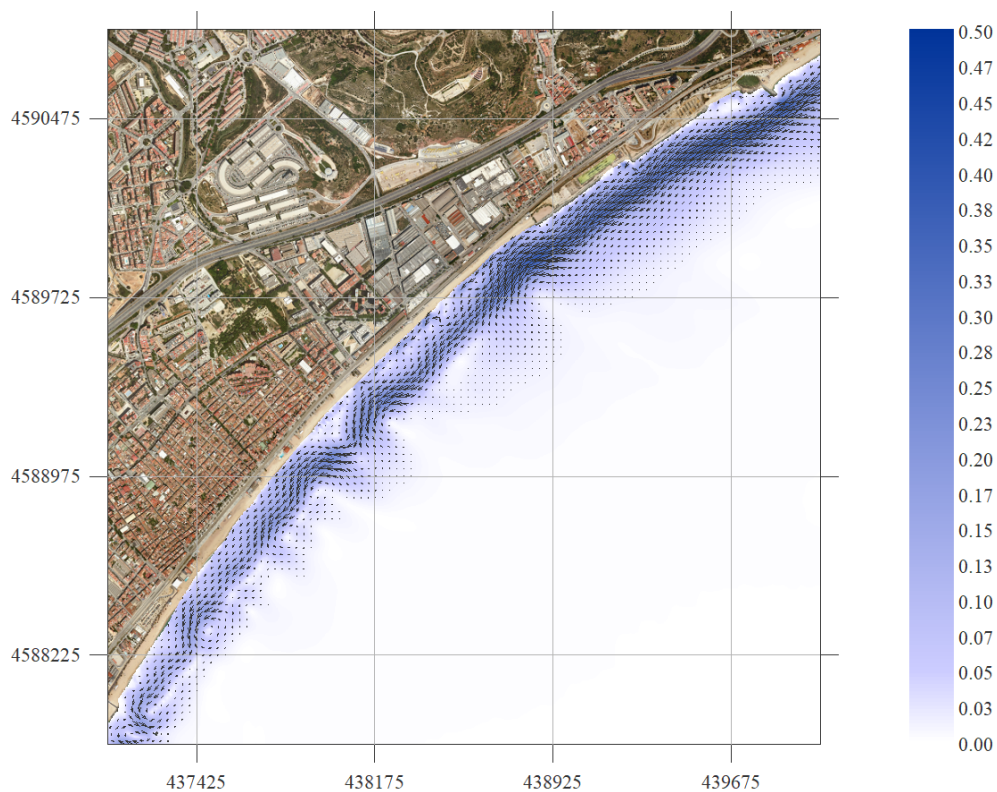


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

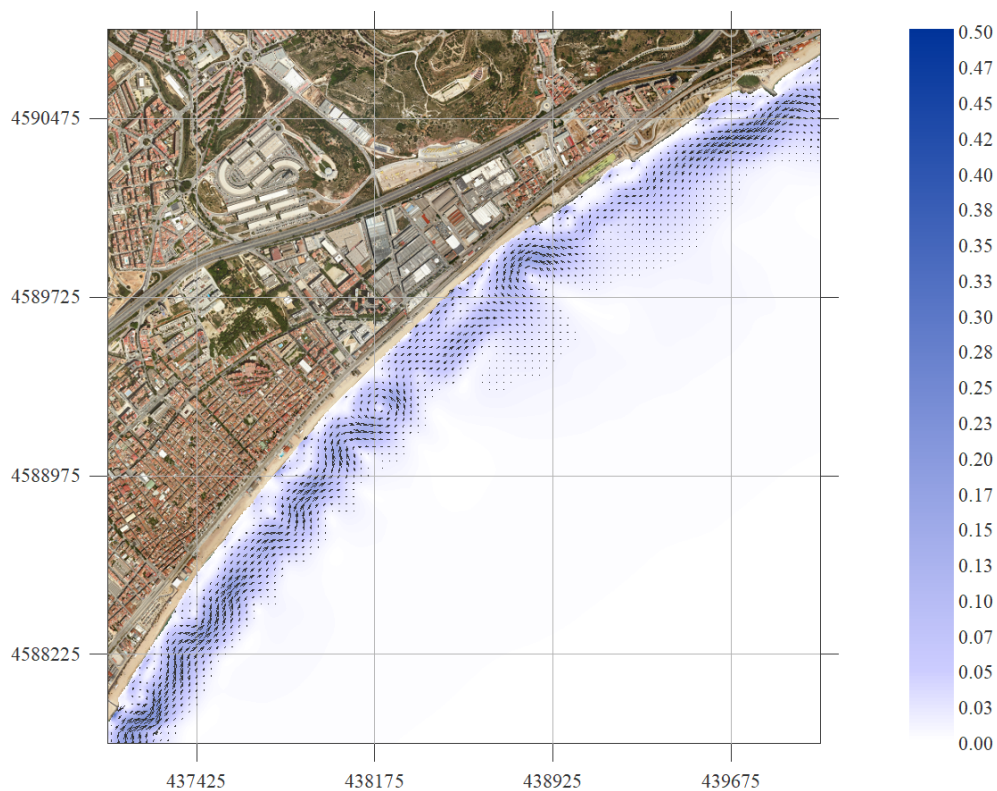


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

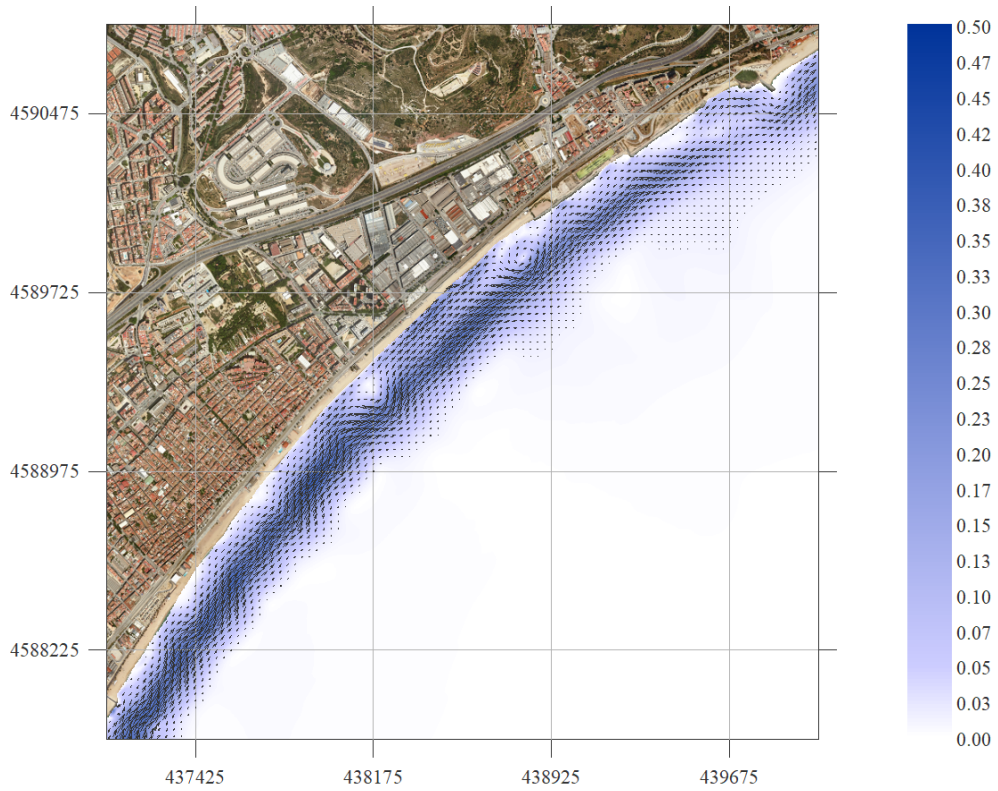


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

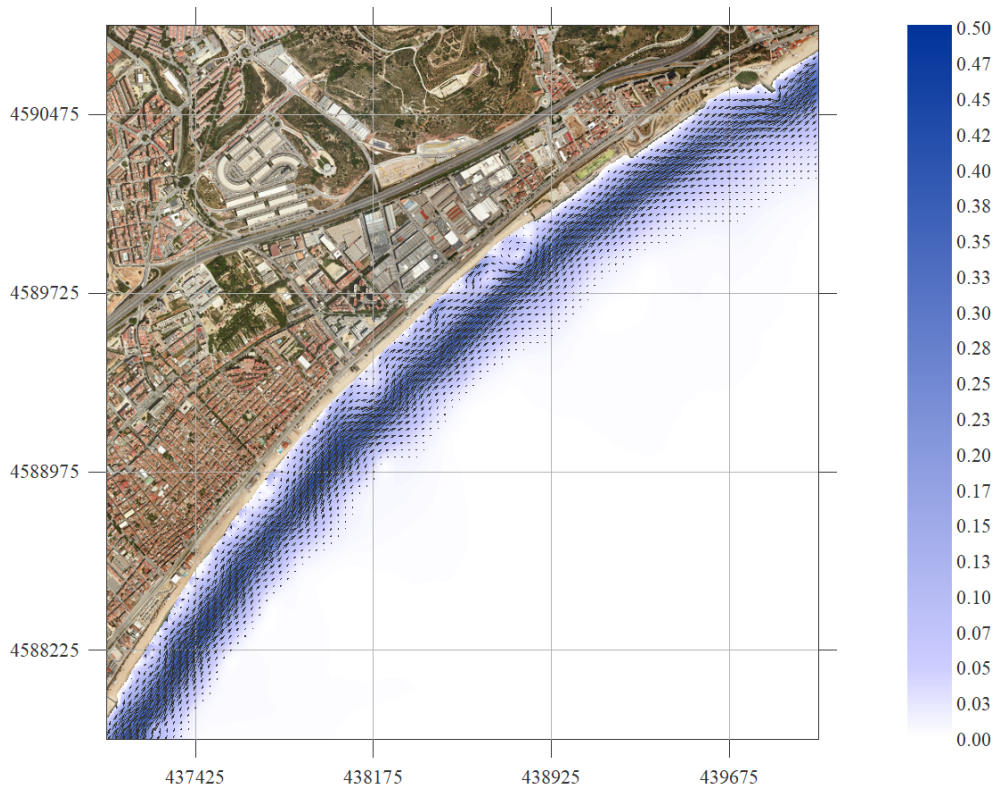


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

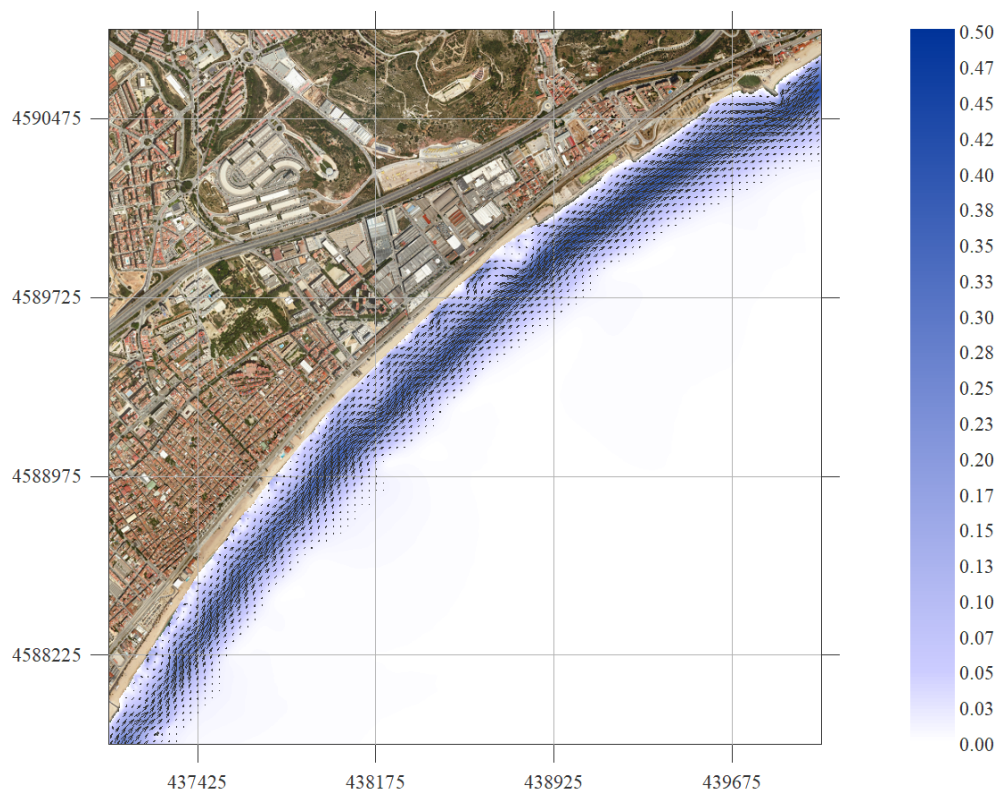


Figura 23. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 202.5^\circ$

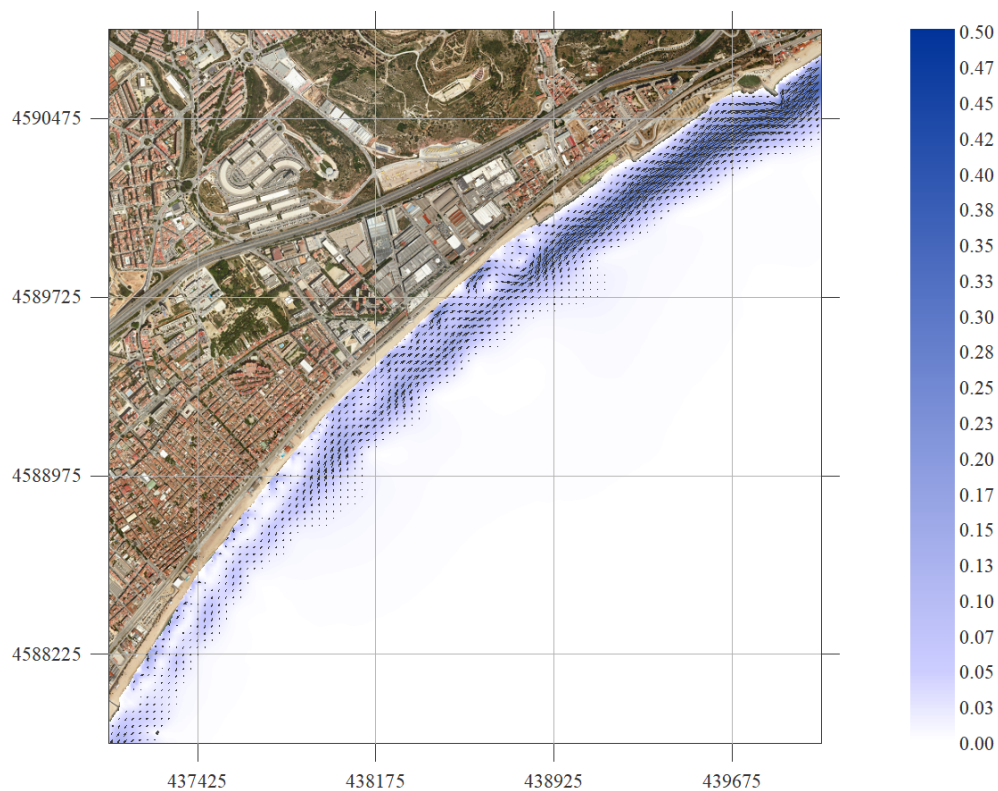


Figura 24. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 225^\circ$

Annex 8 Figures de courants SMC de Montgat

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

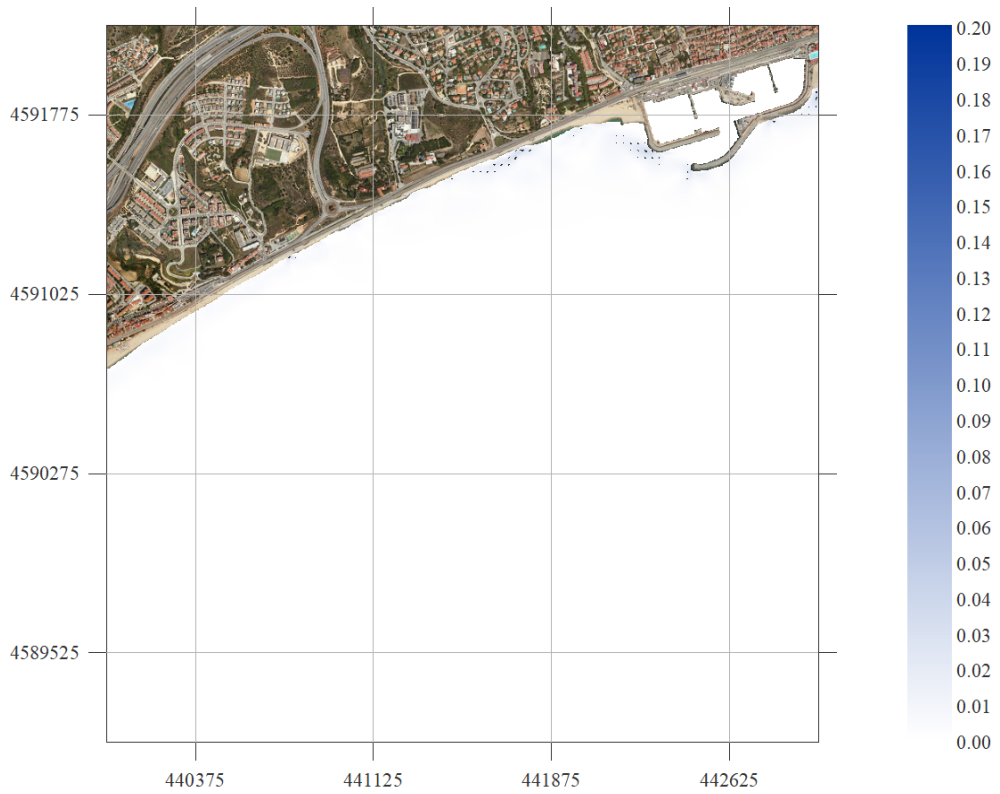


Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°

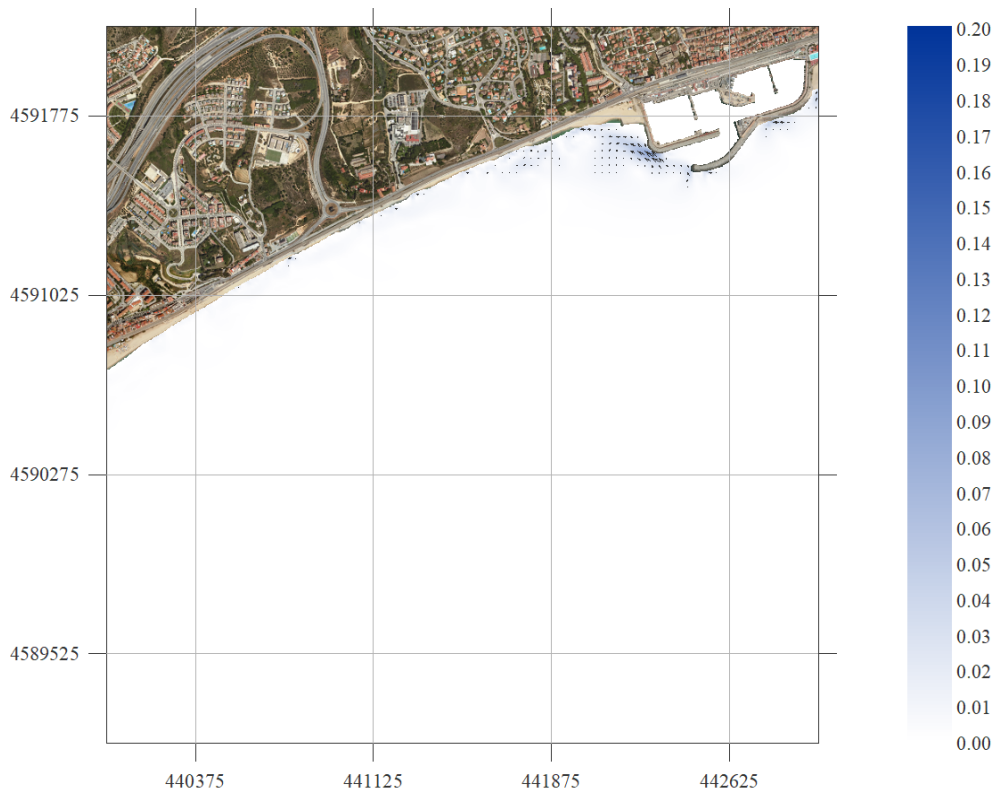


Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°

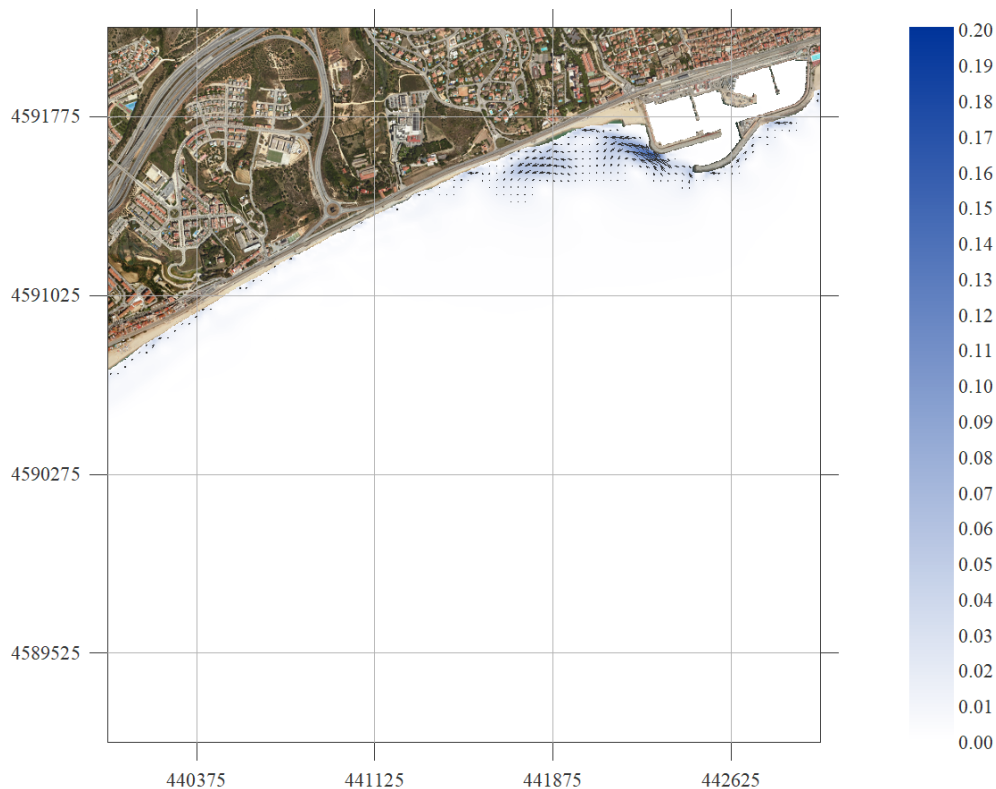


Figura 3. Malla E. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $\text{Dir} = 112.5^\circ$

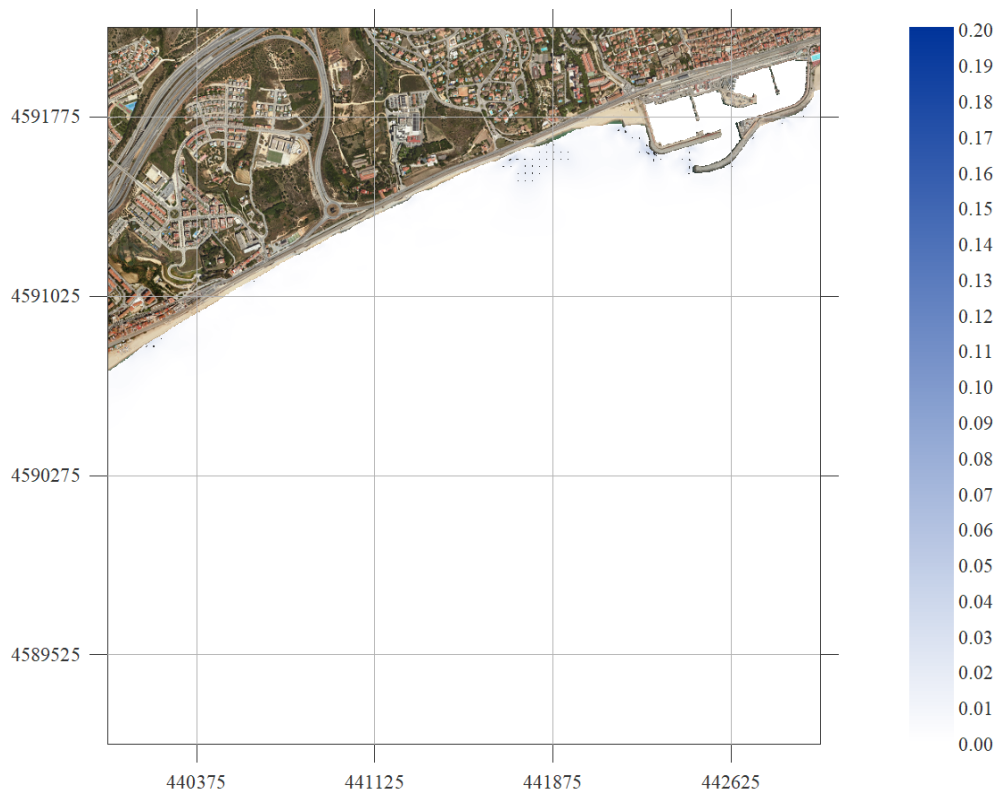


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1 \text{ m}$; $T_p = 6 \text{ s}$; $\text{Dir} = 135^\circ$

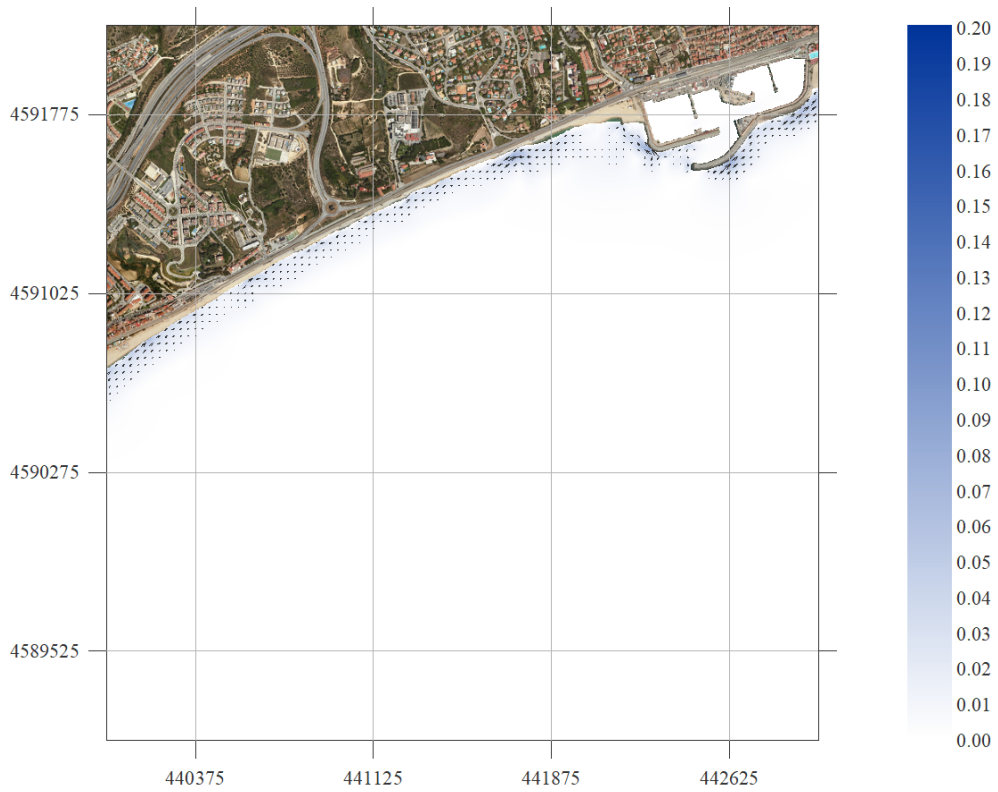


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

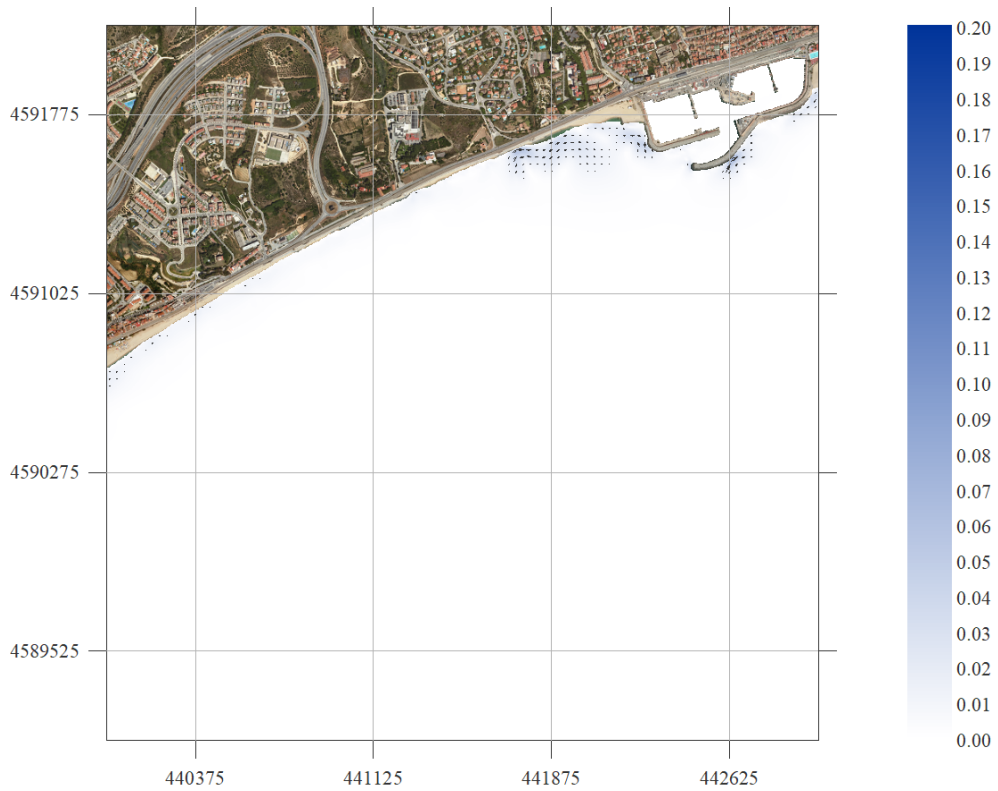


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

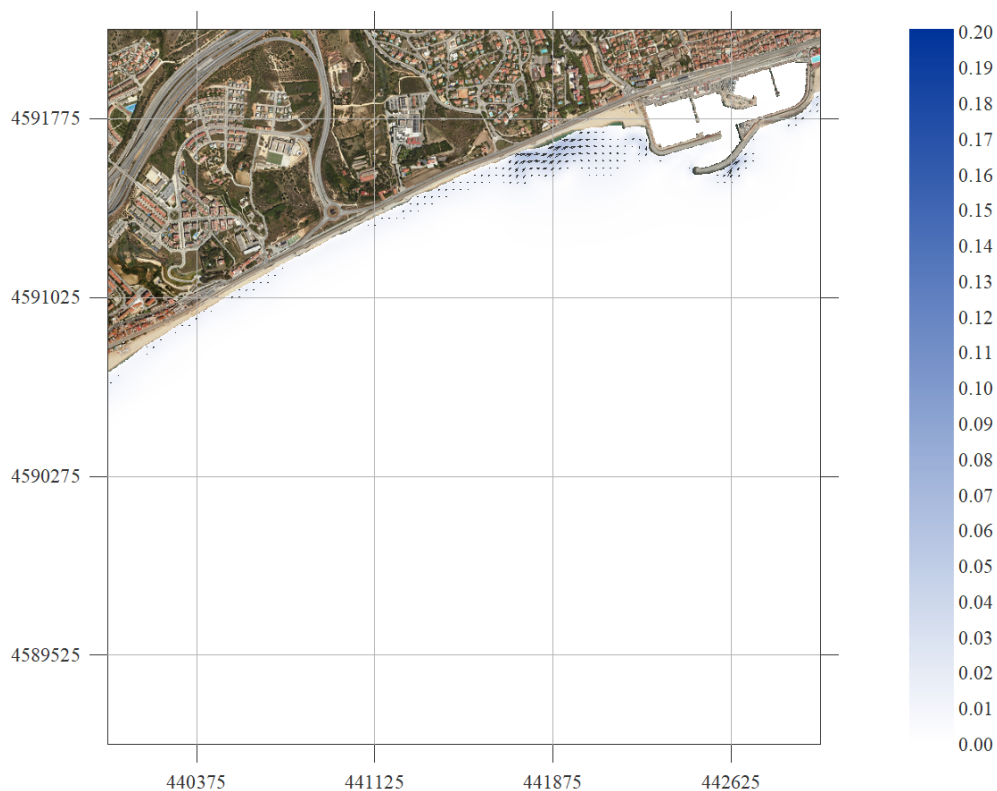


Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°

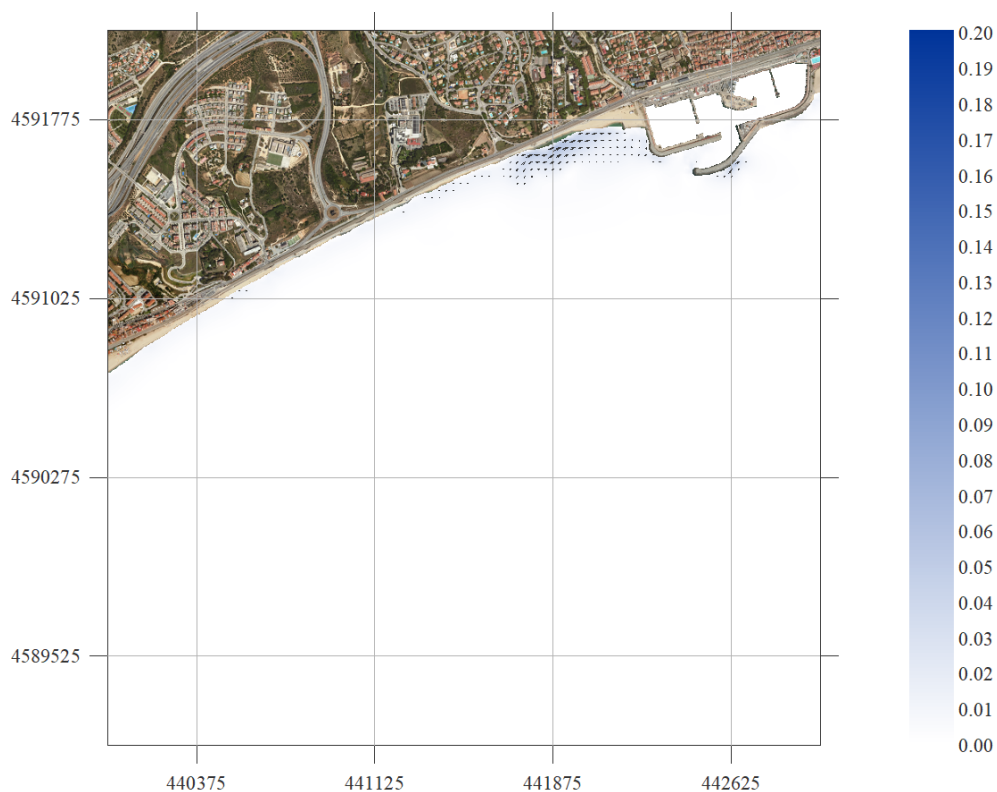


Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°

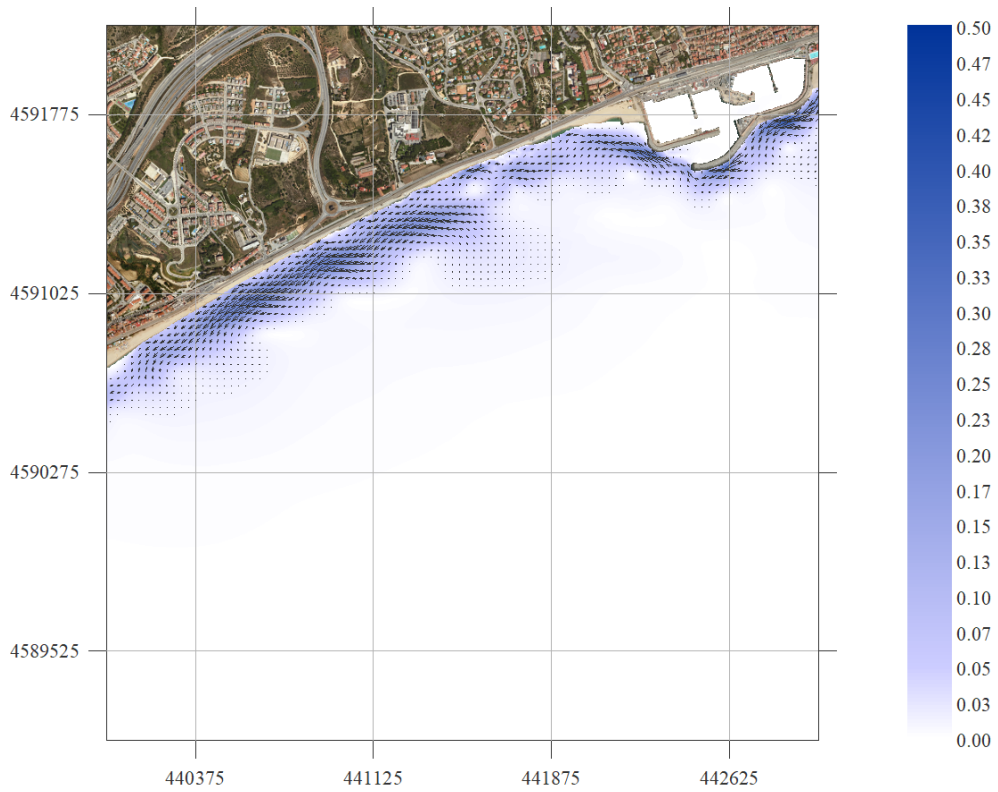


Figura 9. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 67.5^\circ$

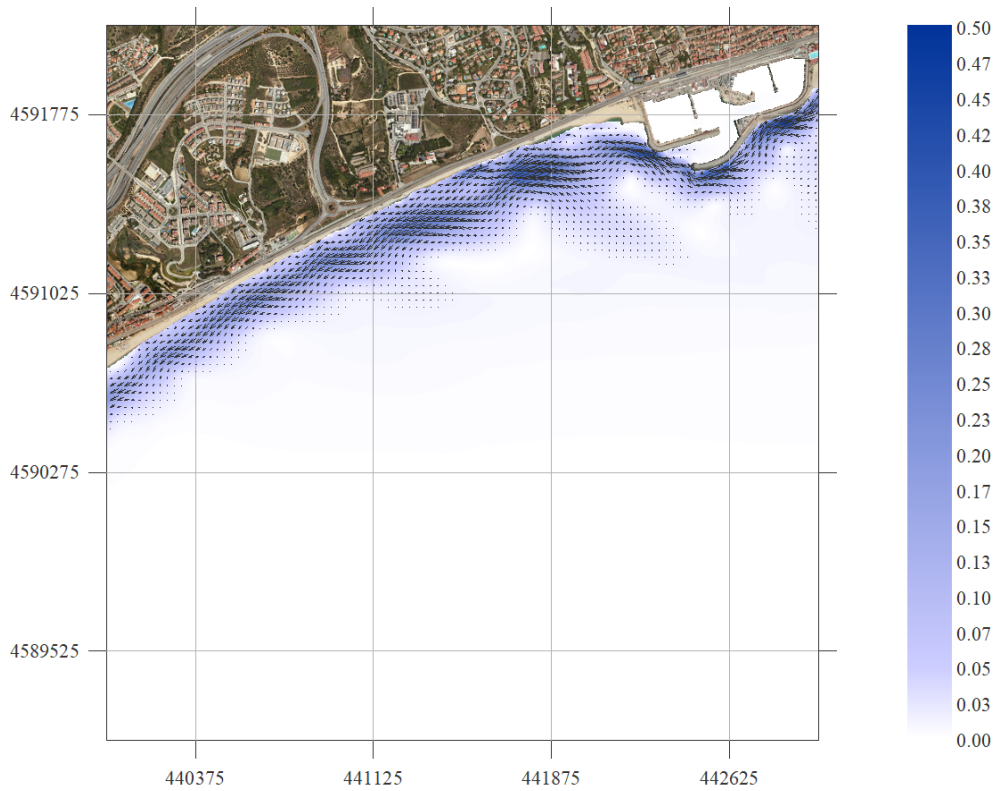


Figura 10. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 90^\circ$

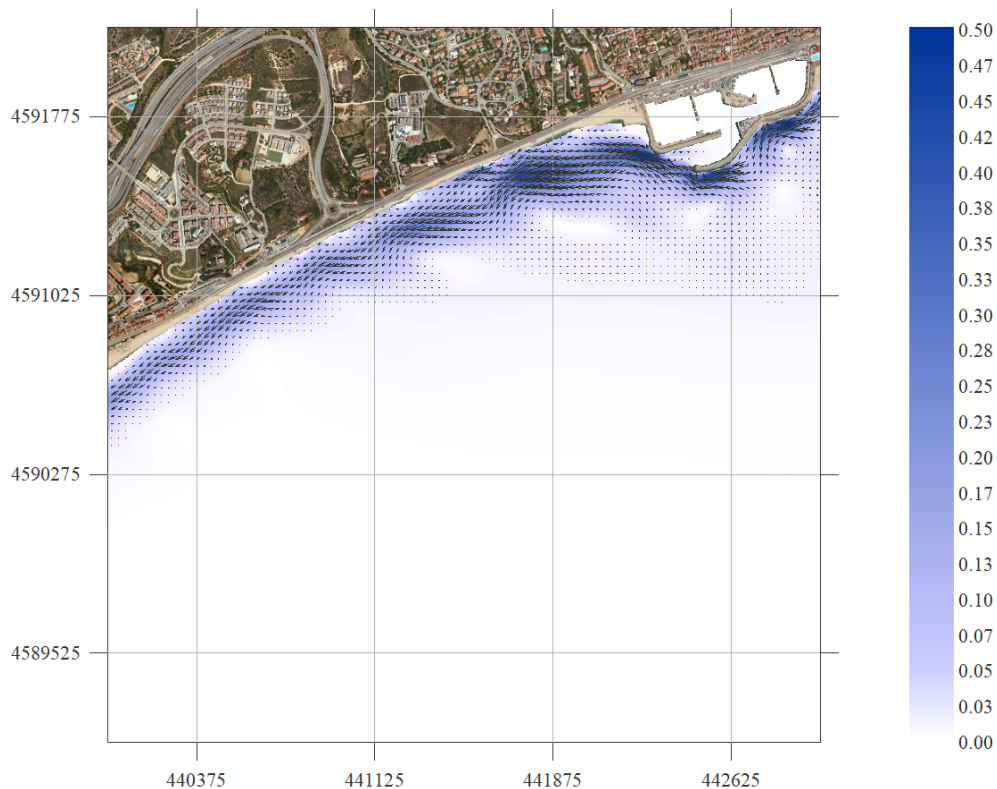


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

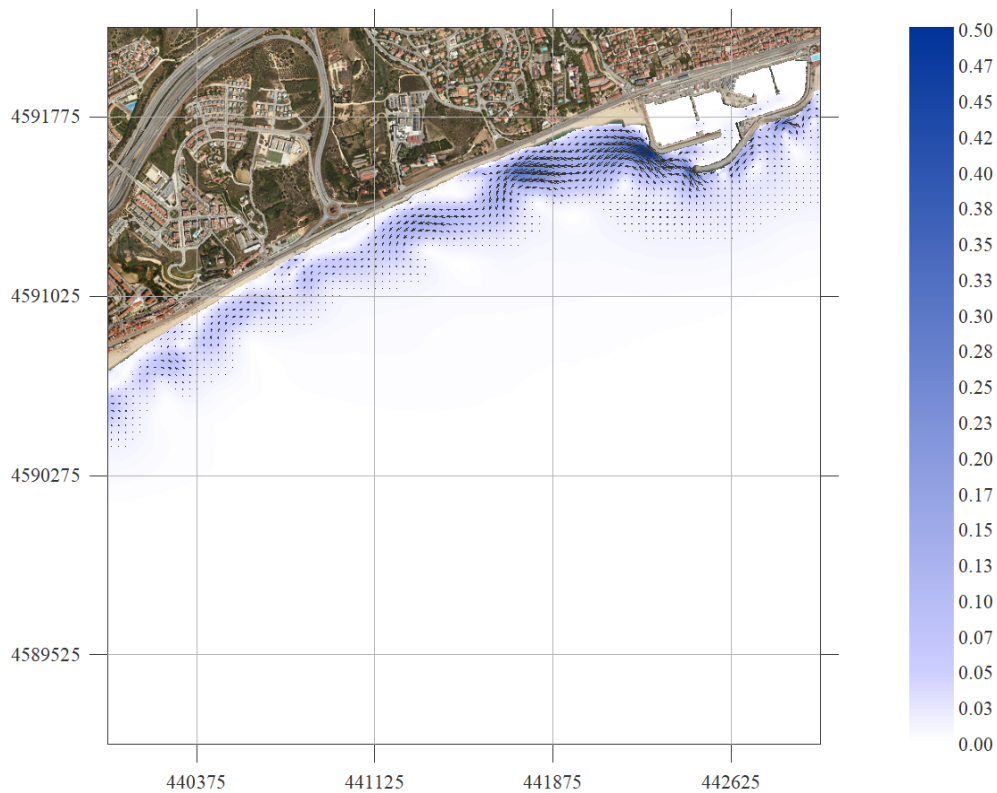


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

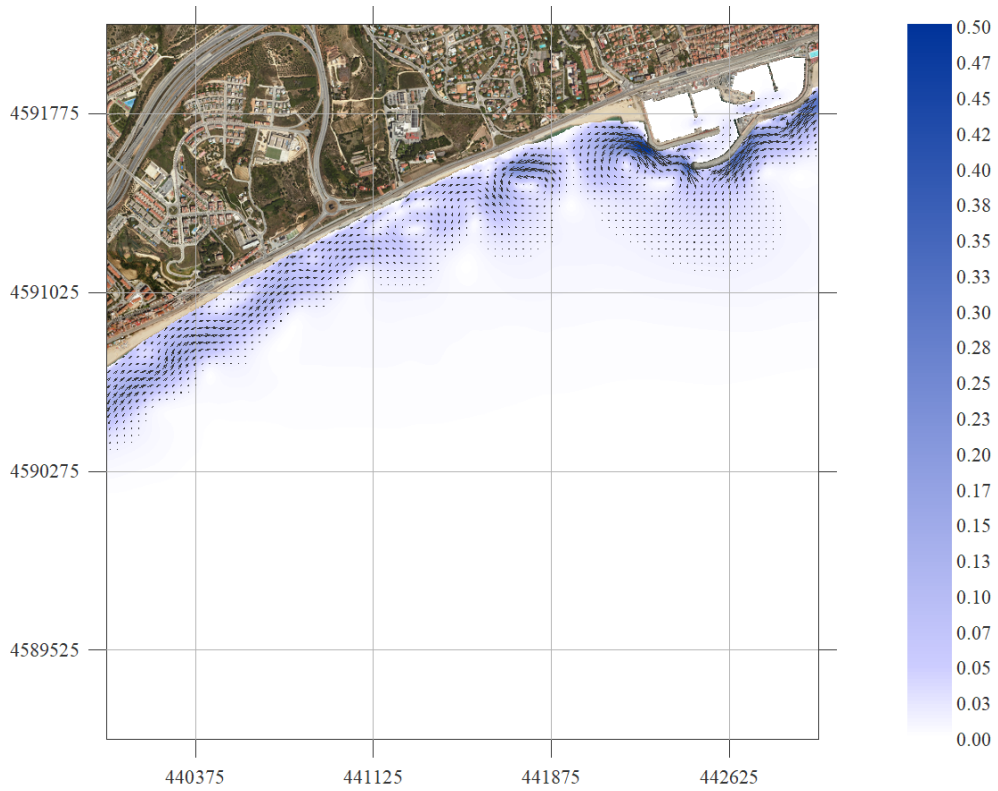


Figura 13. Malla SE. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 157.5^\circ$

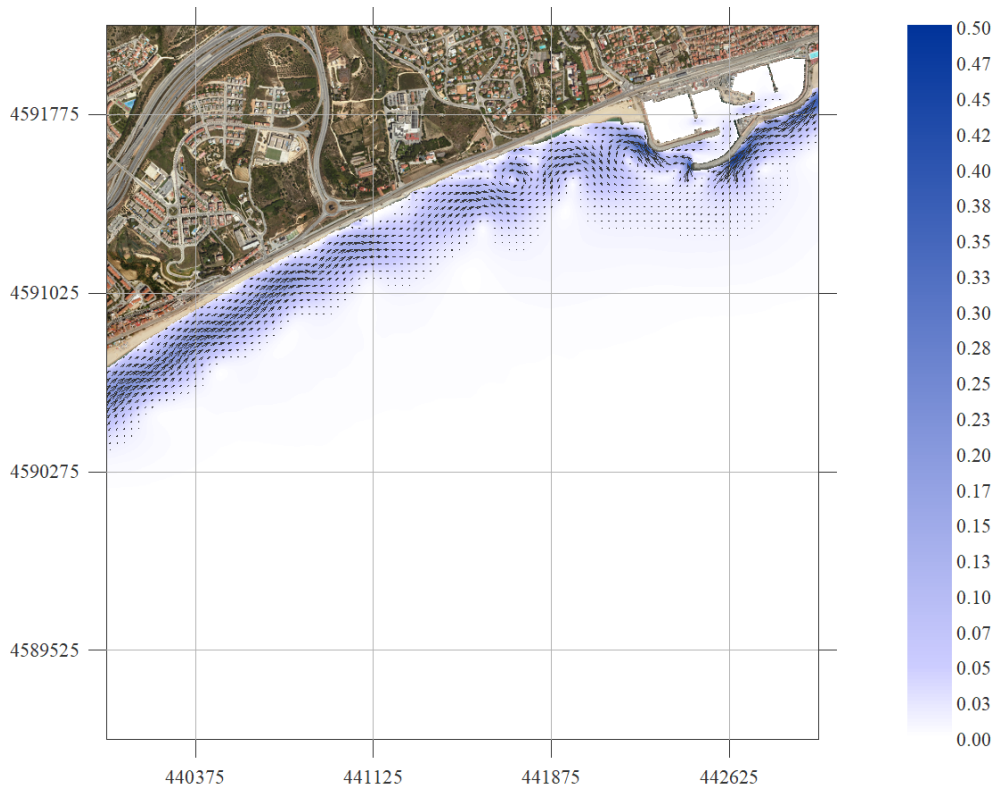


Figura 14. Malla S. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 180^\circ$

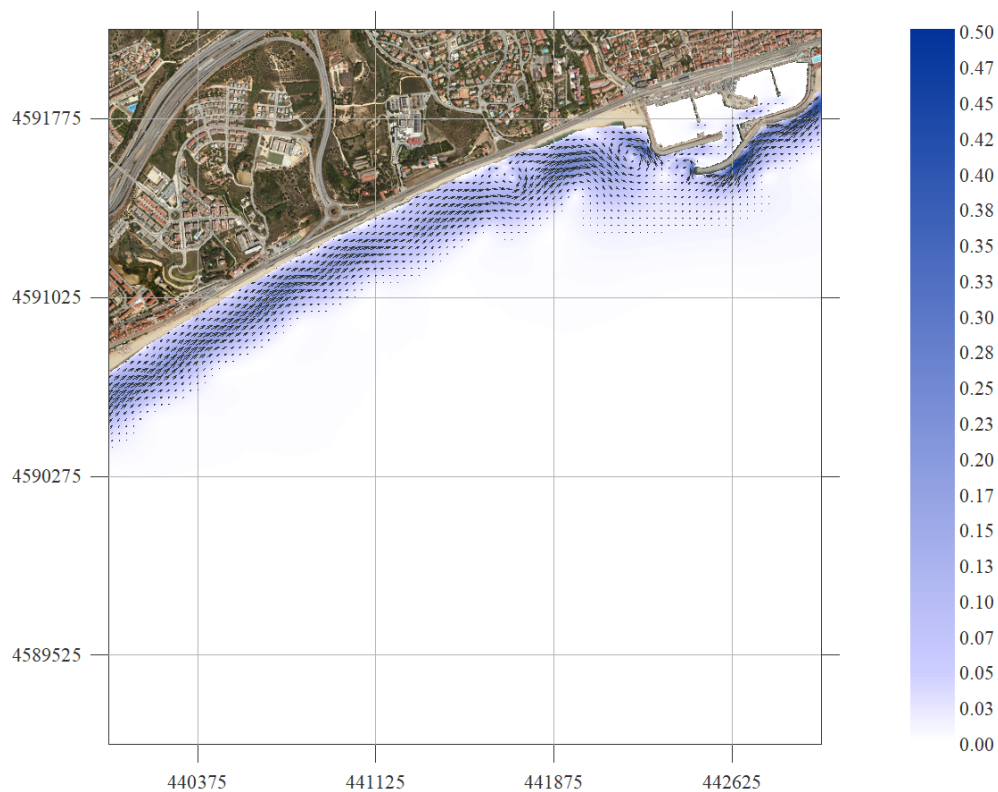


Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°

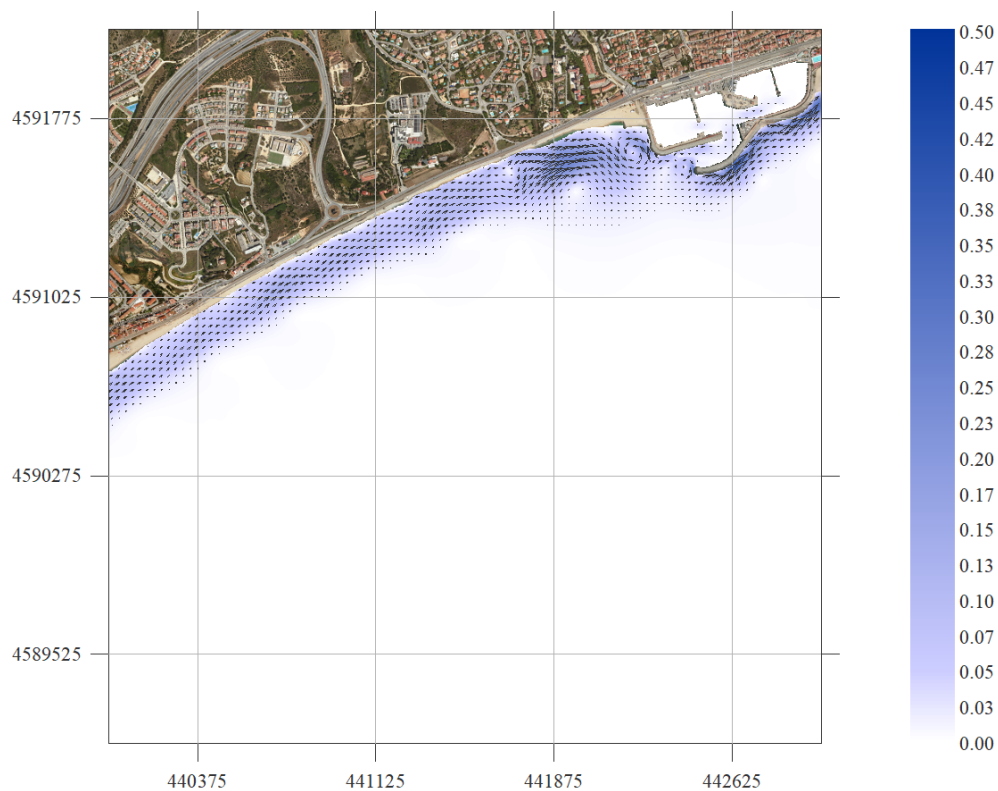


Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°

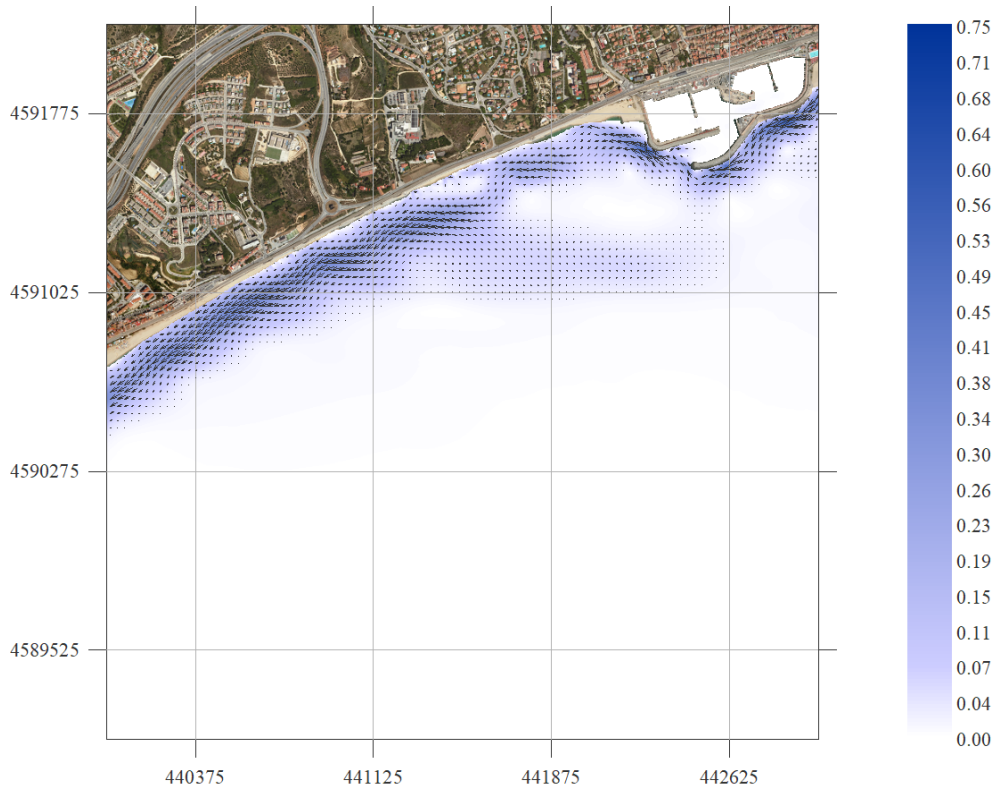


Figura 17. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 67.5^\circ$

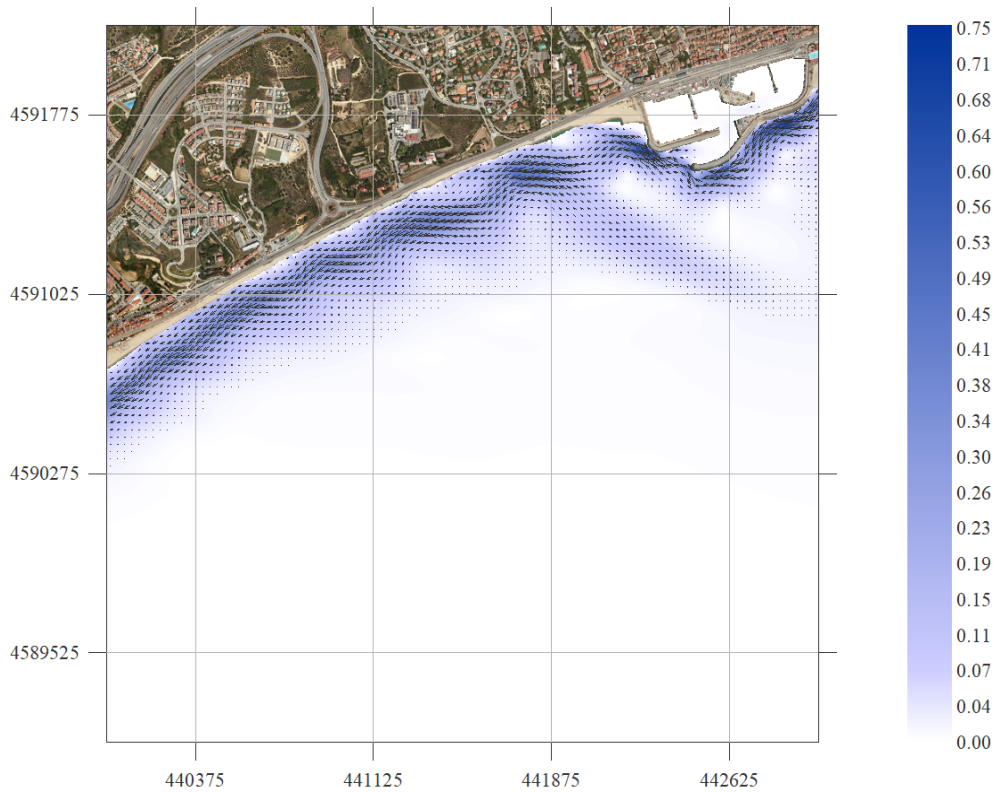


Figura 18. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 90^\circ$

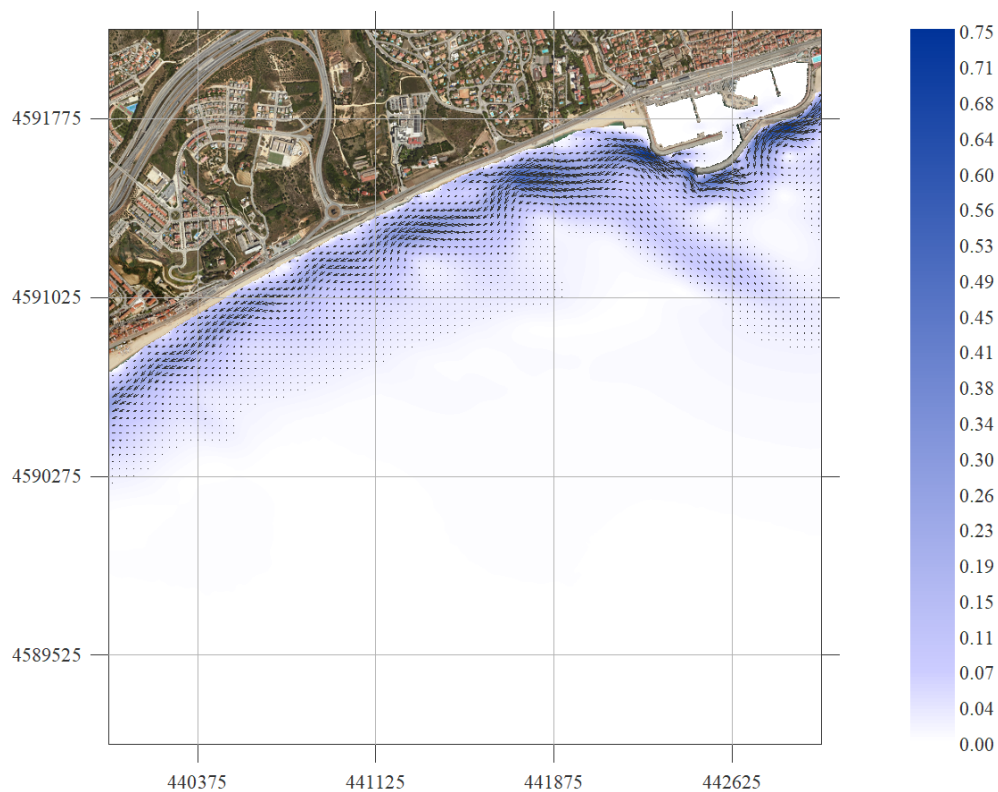


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

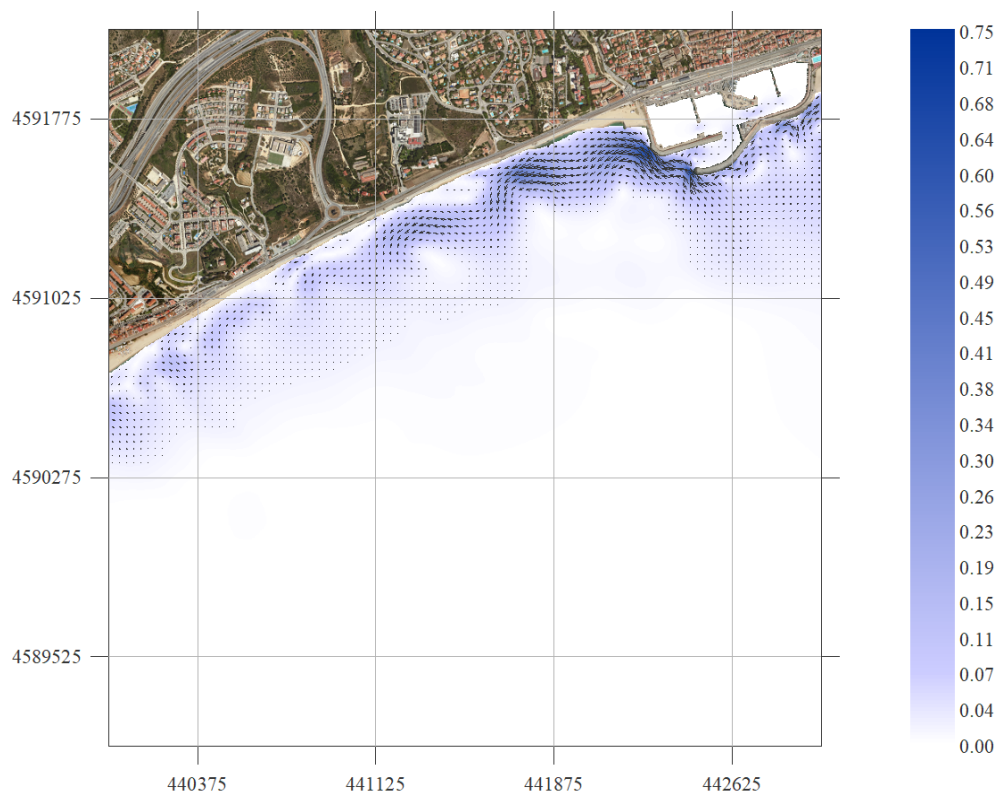


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

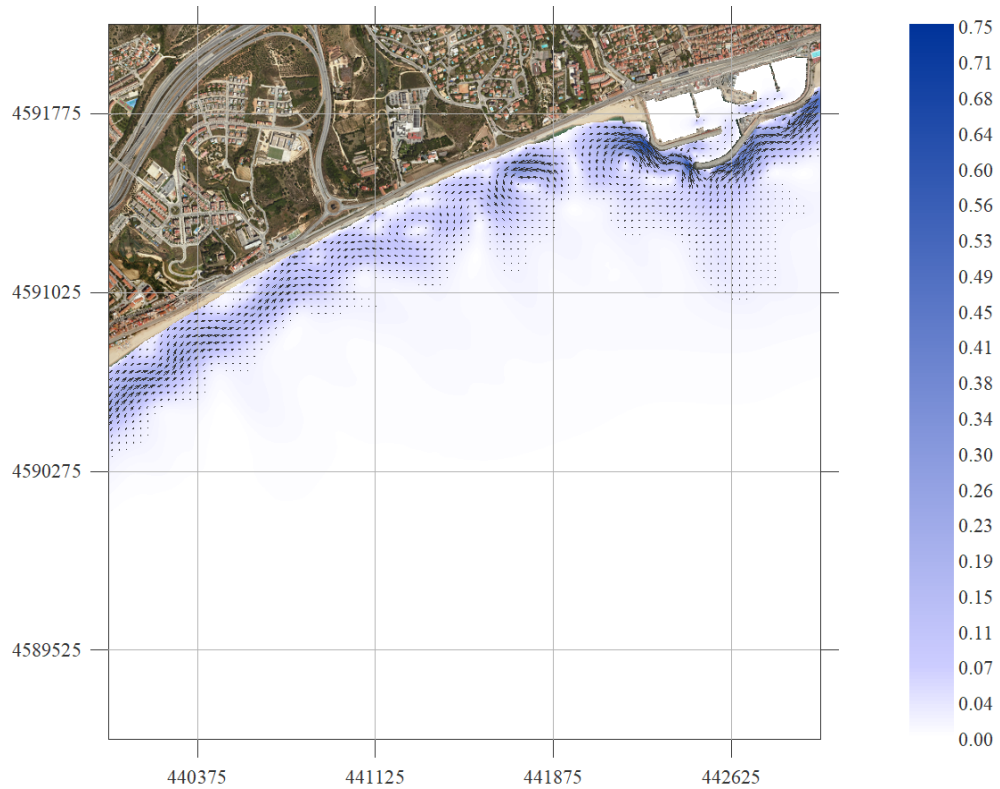


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

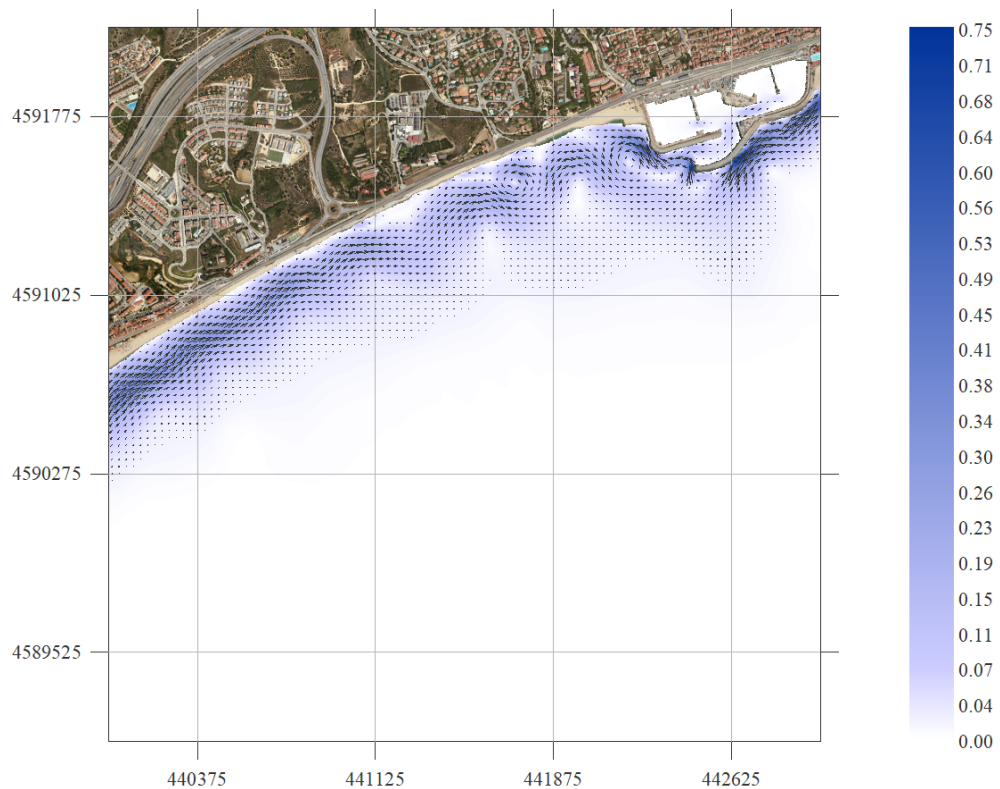


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

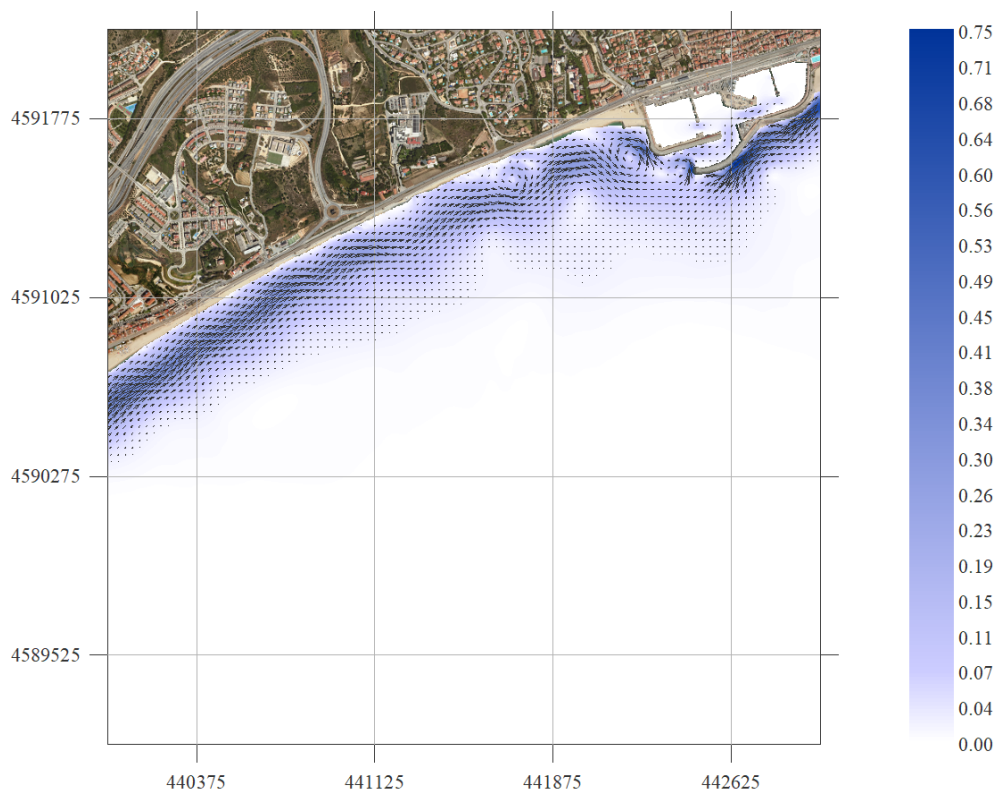


Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°

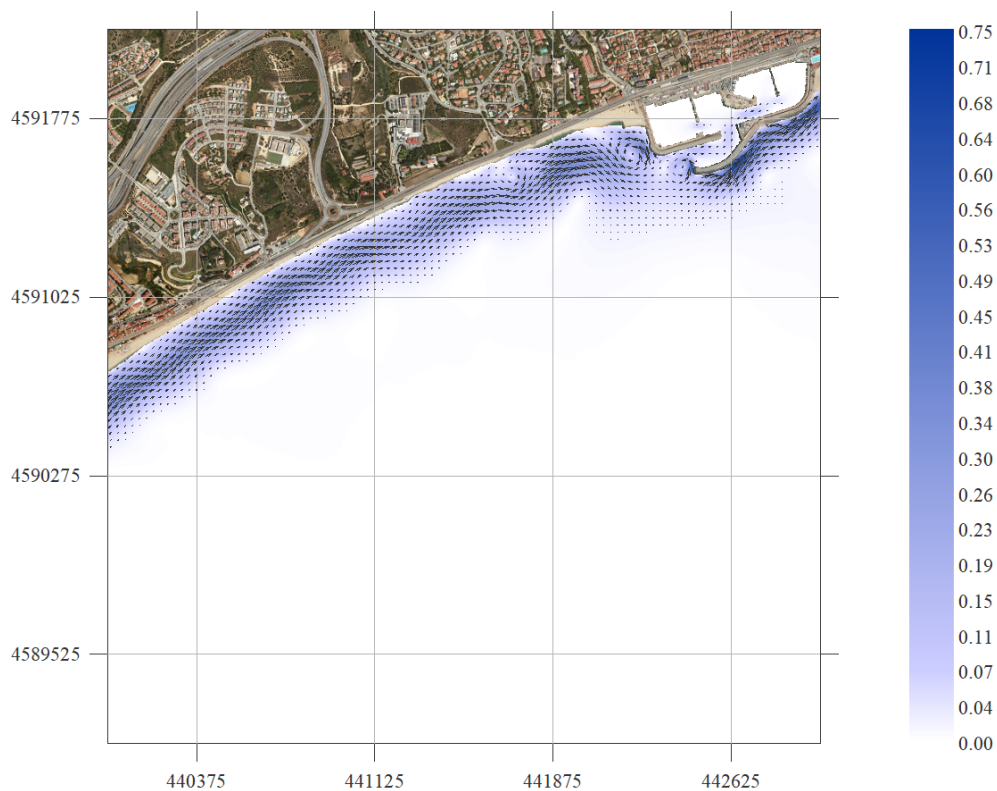


Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°

**Annex 9 Figures de transport SMC de Sant Adrià del
Besòs**

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

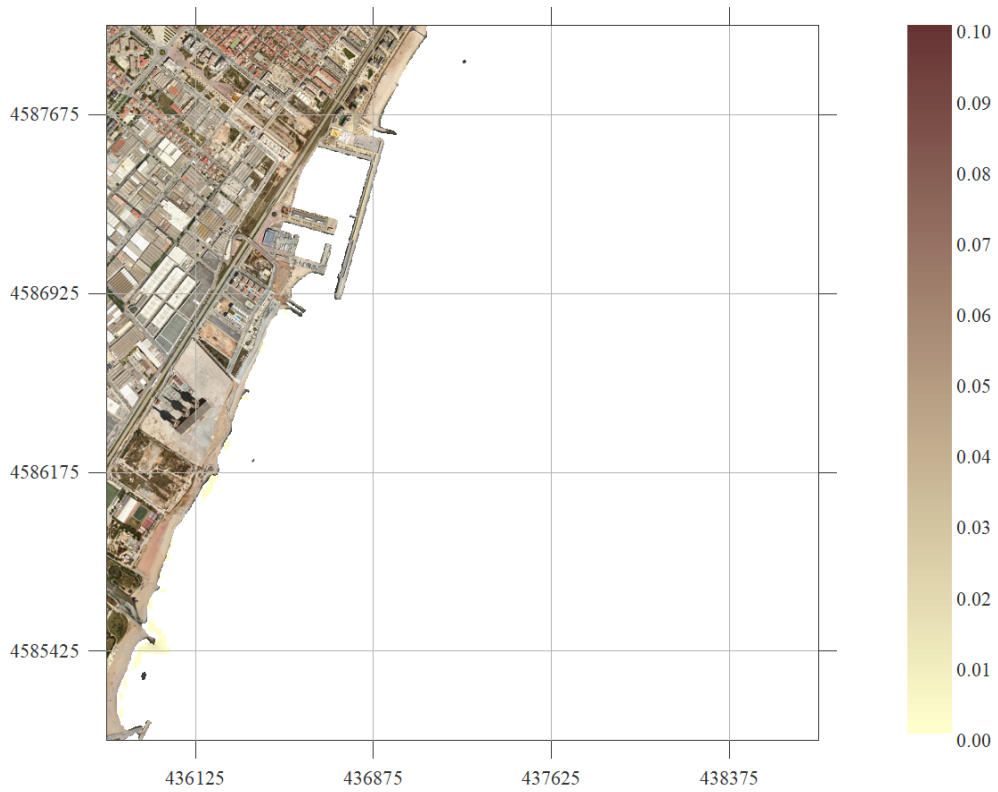


Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°

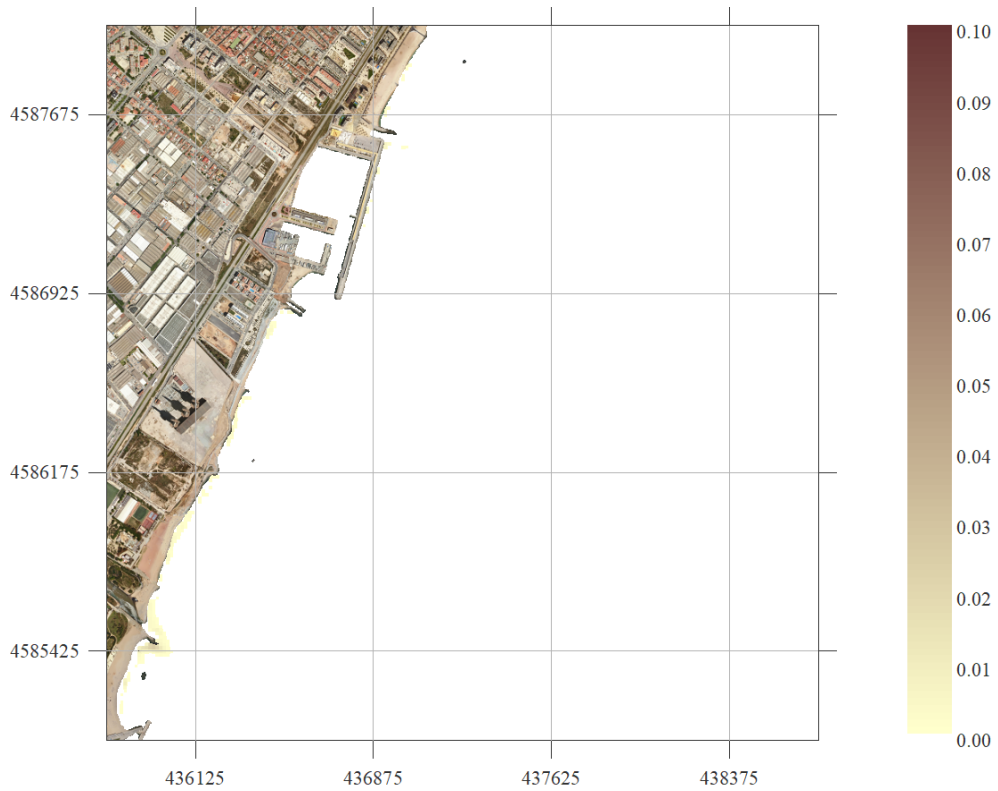


Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°

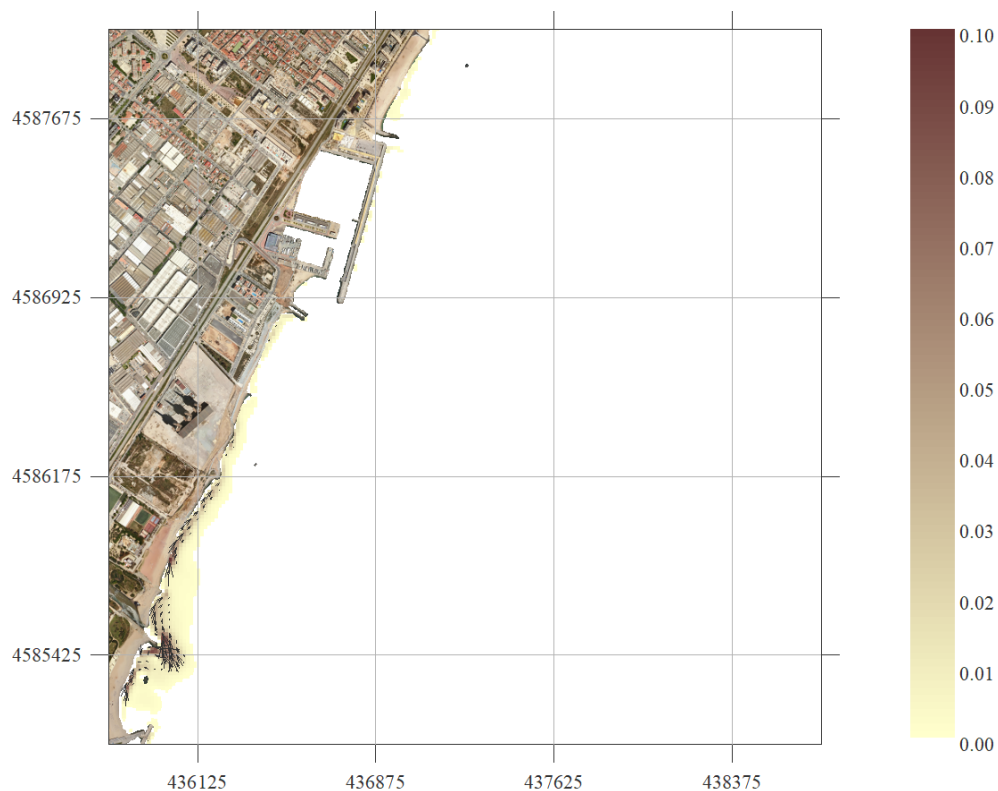


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

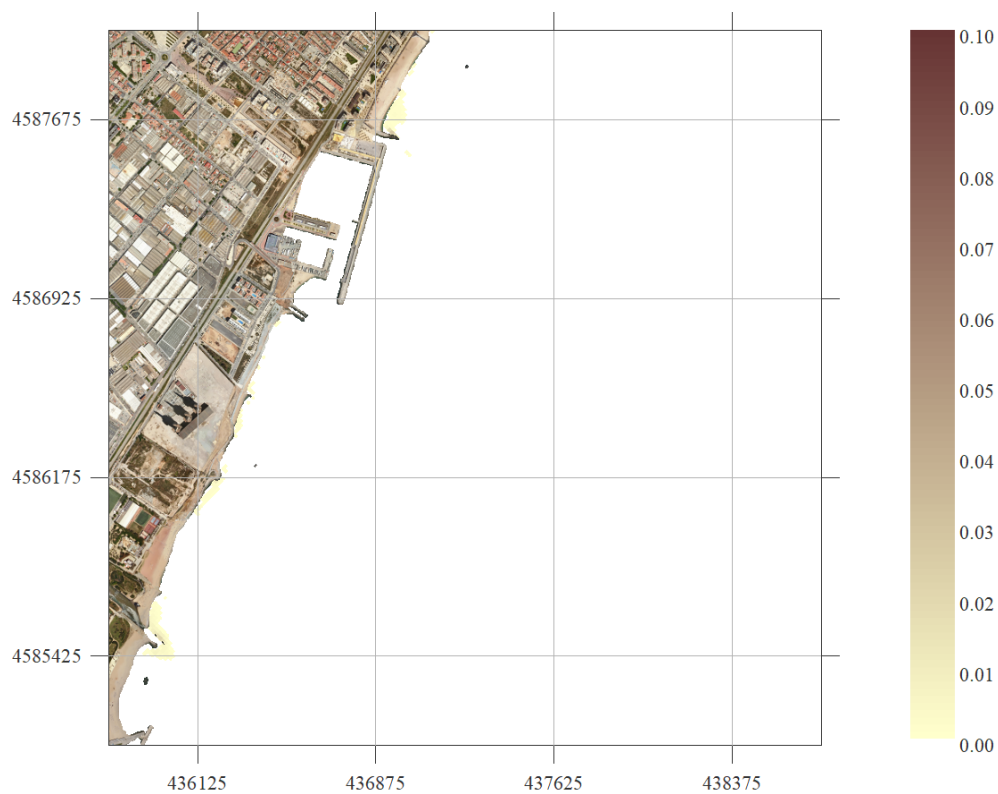


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

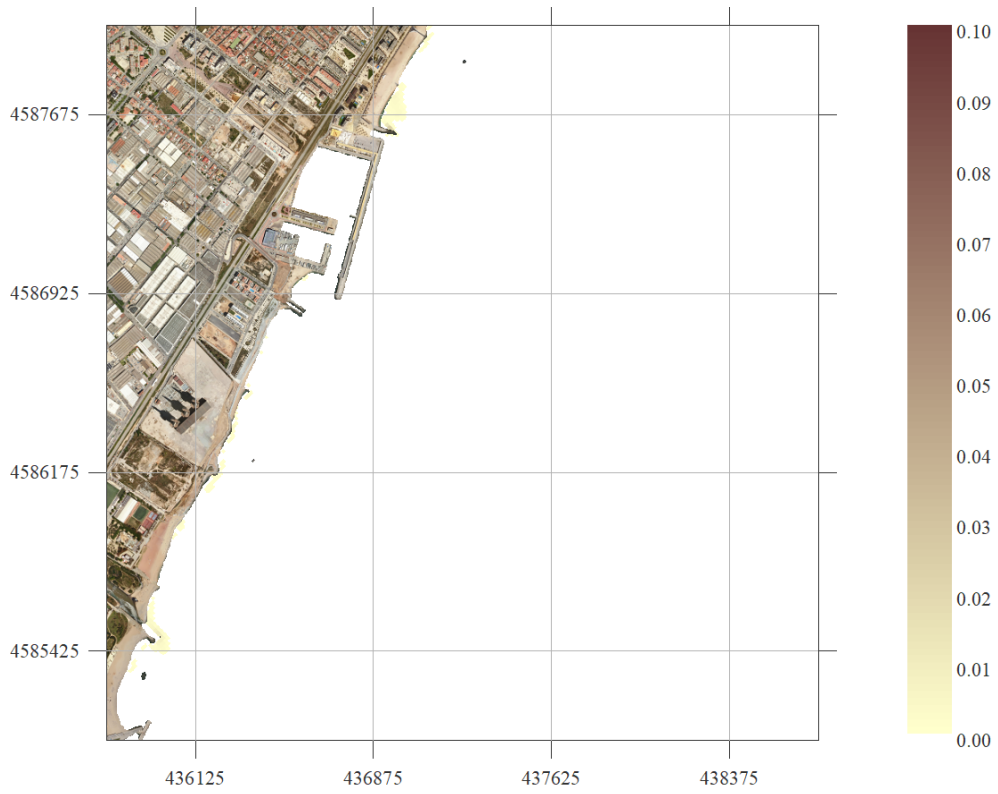


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

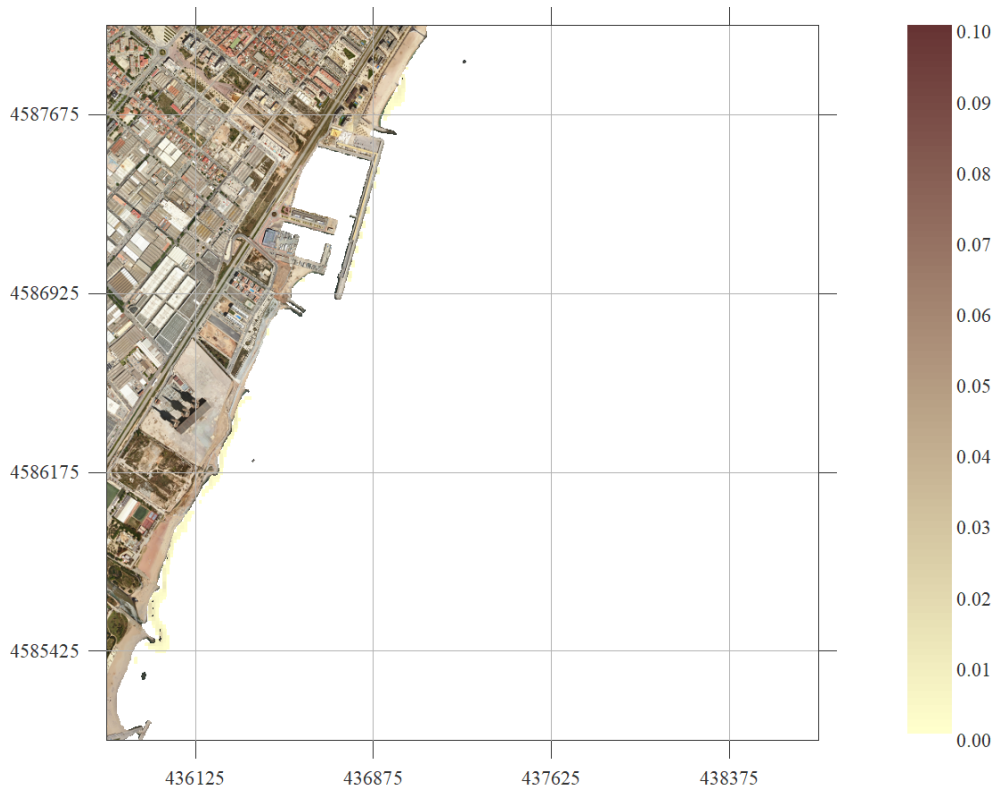


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

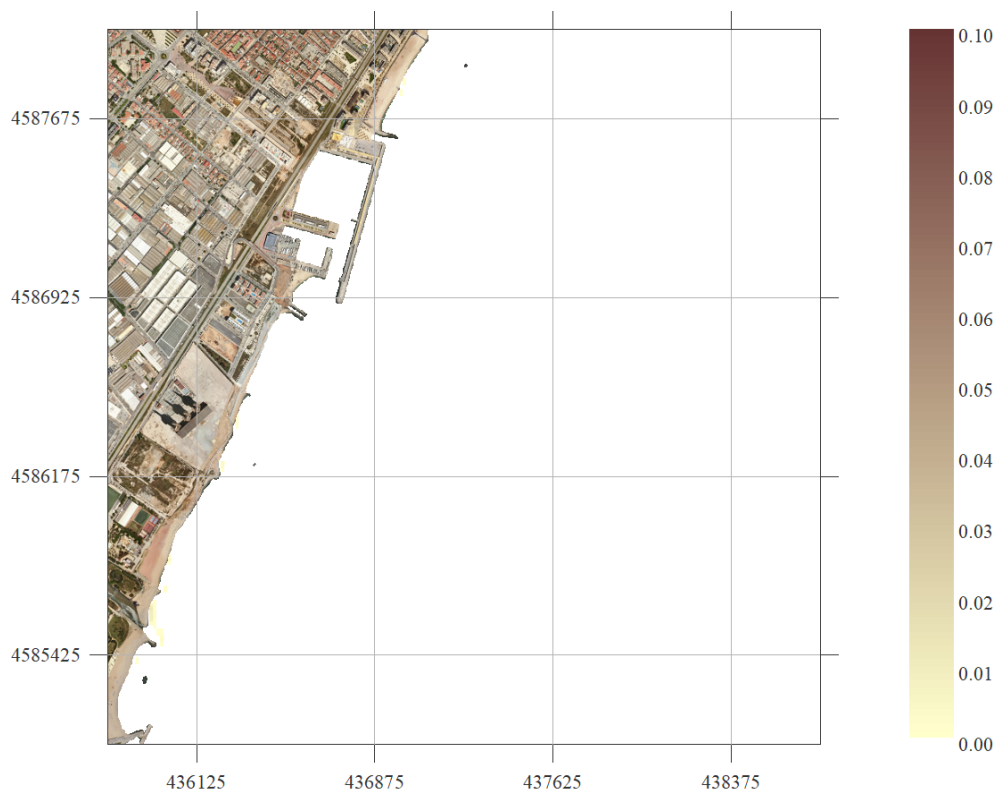


Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°

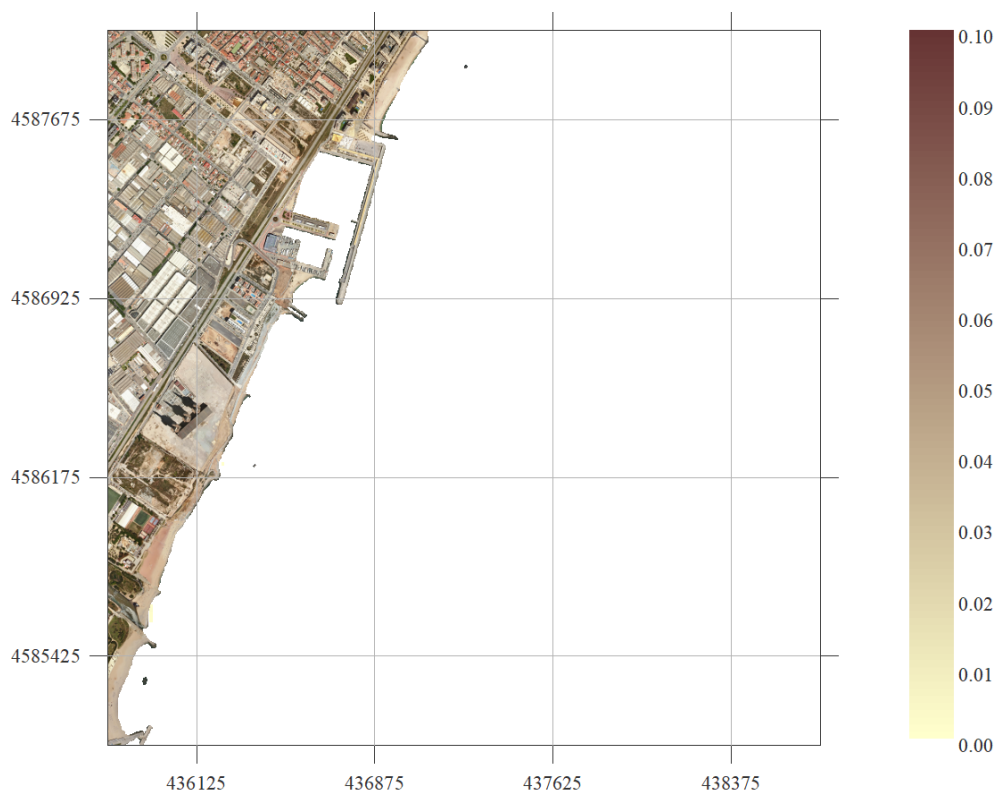


Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°

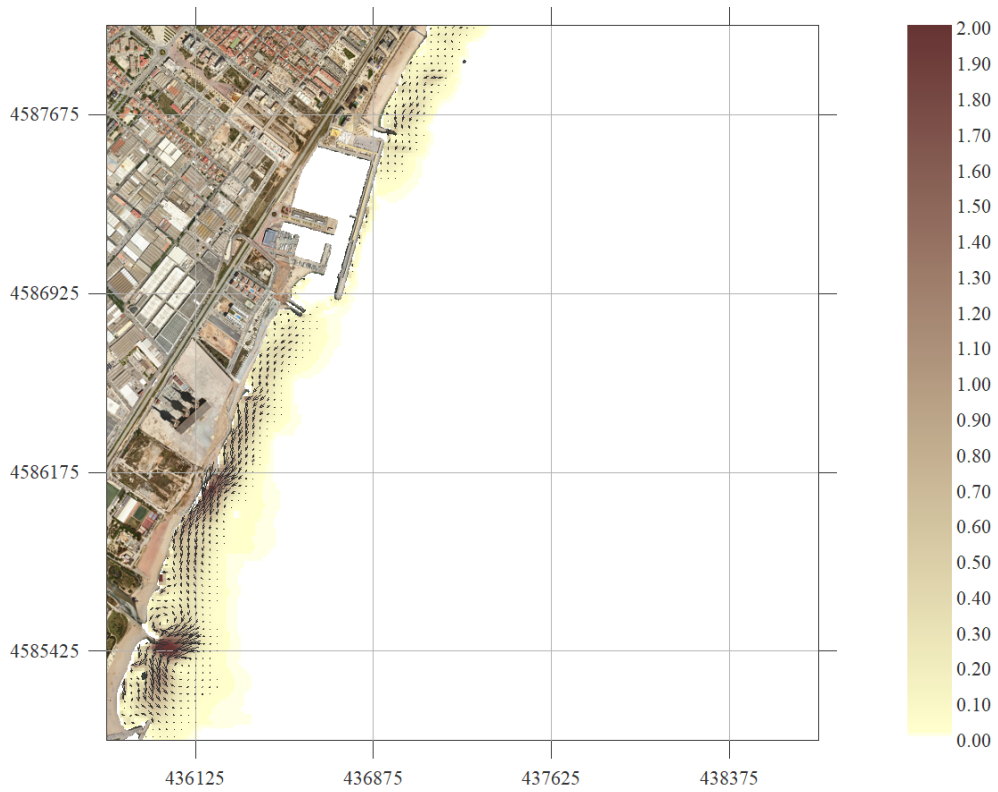


Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°

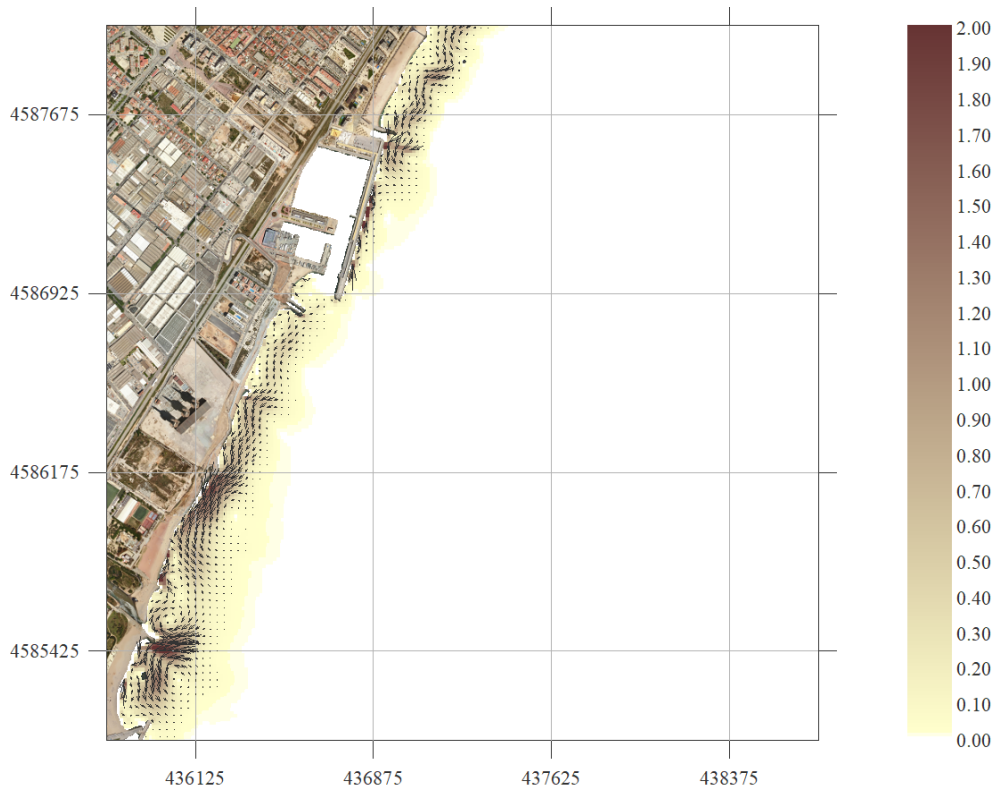


Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°

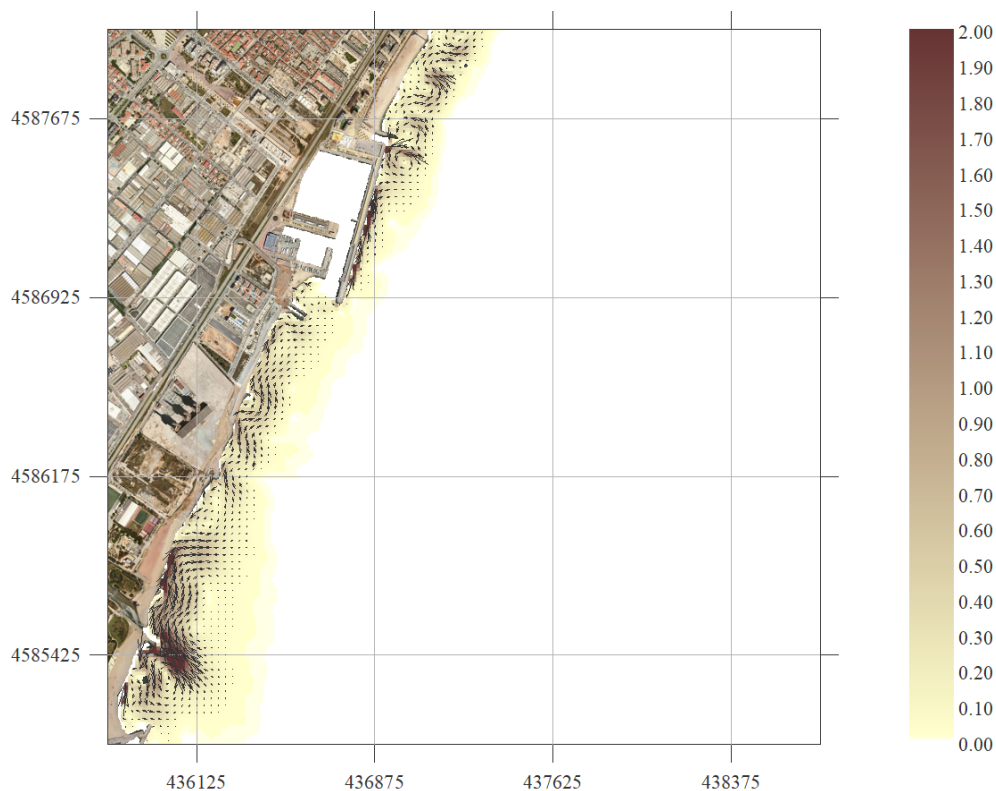


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

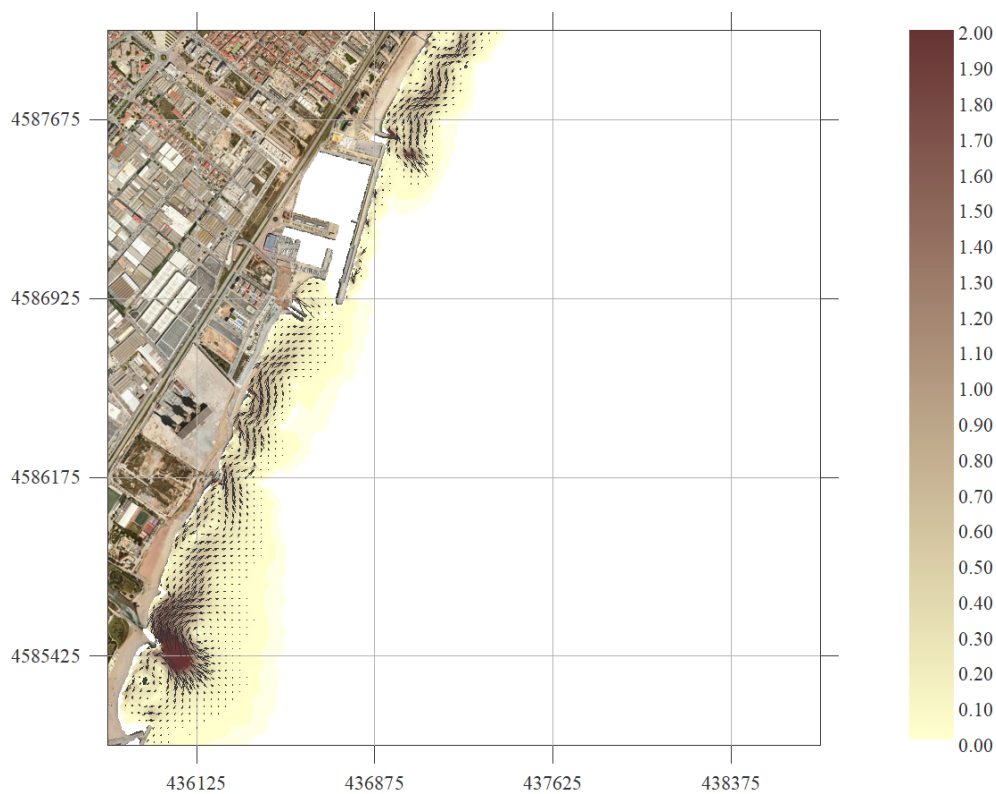


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

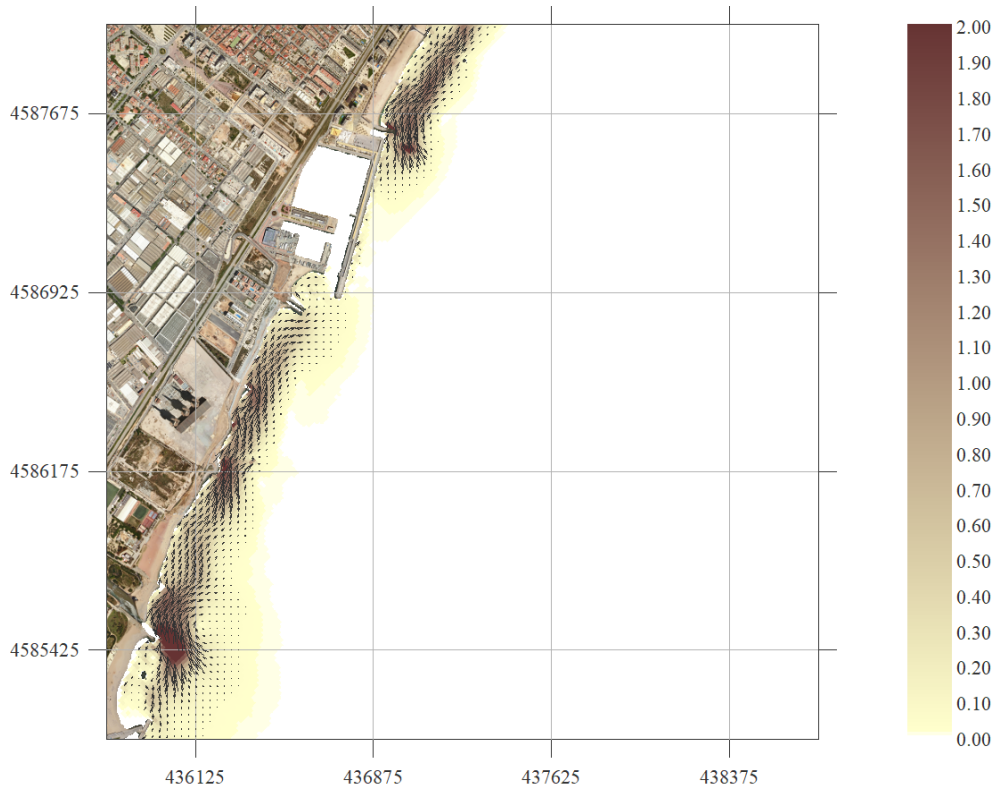


Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°

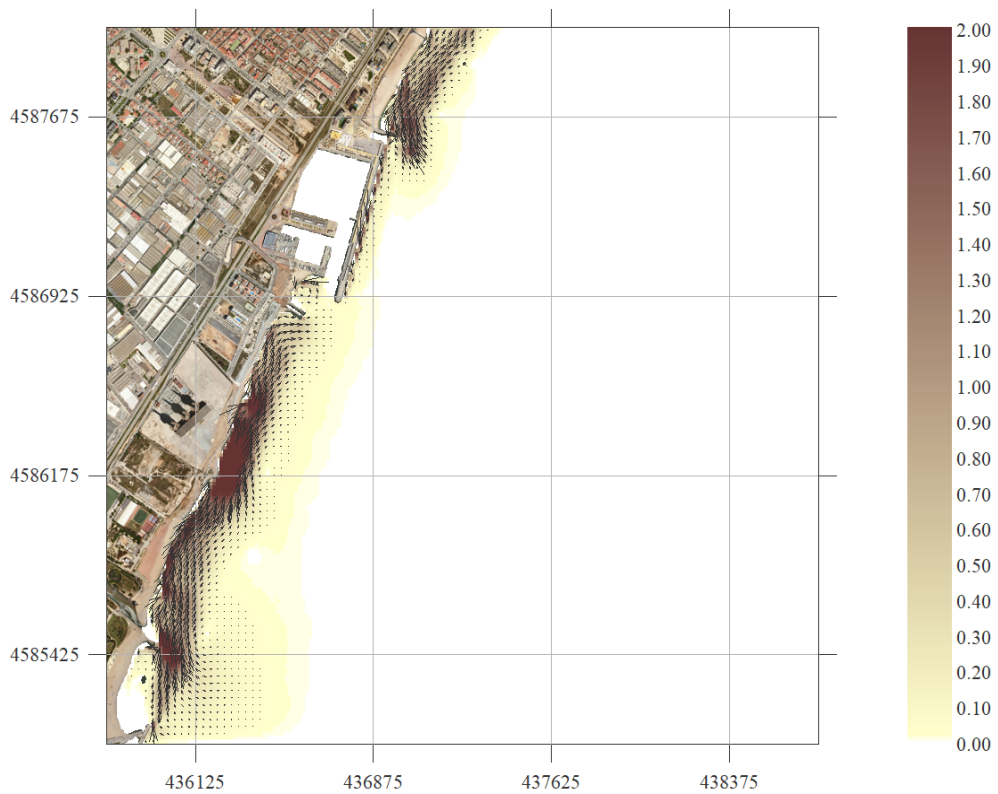


Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°

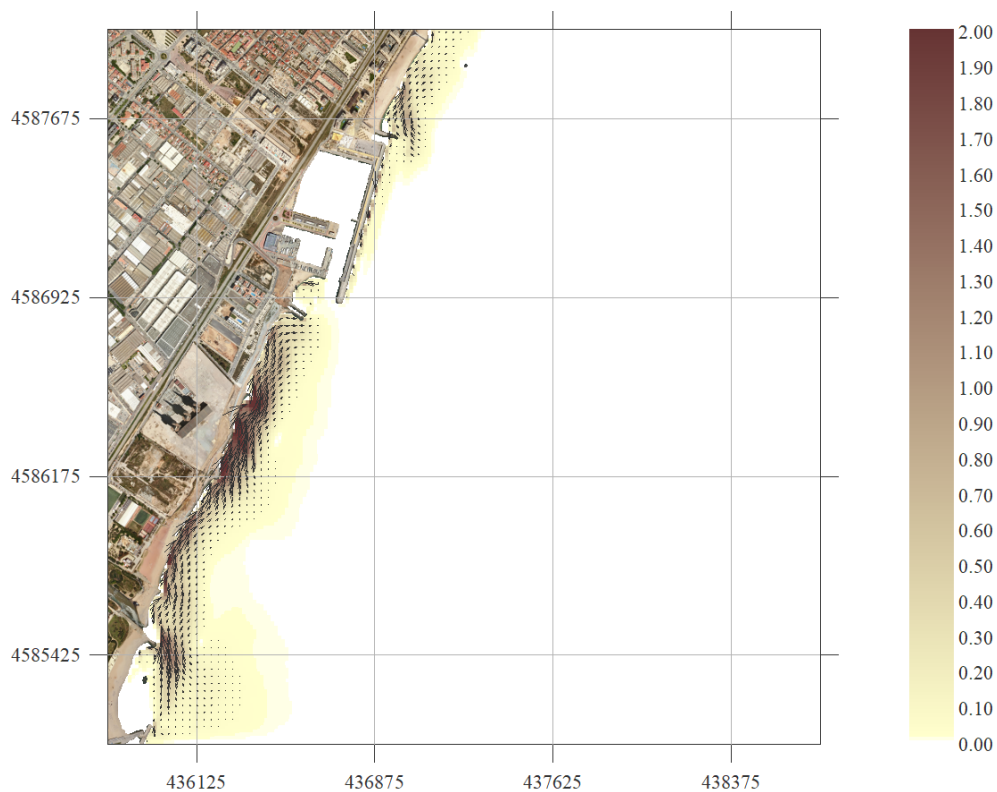


Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°

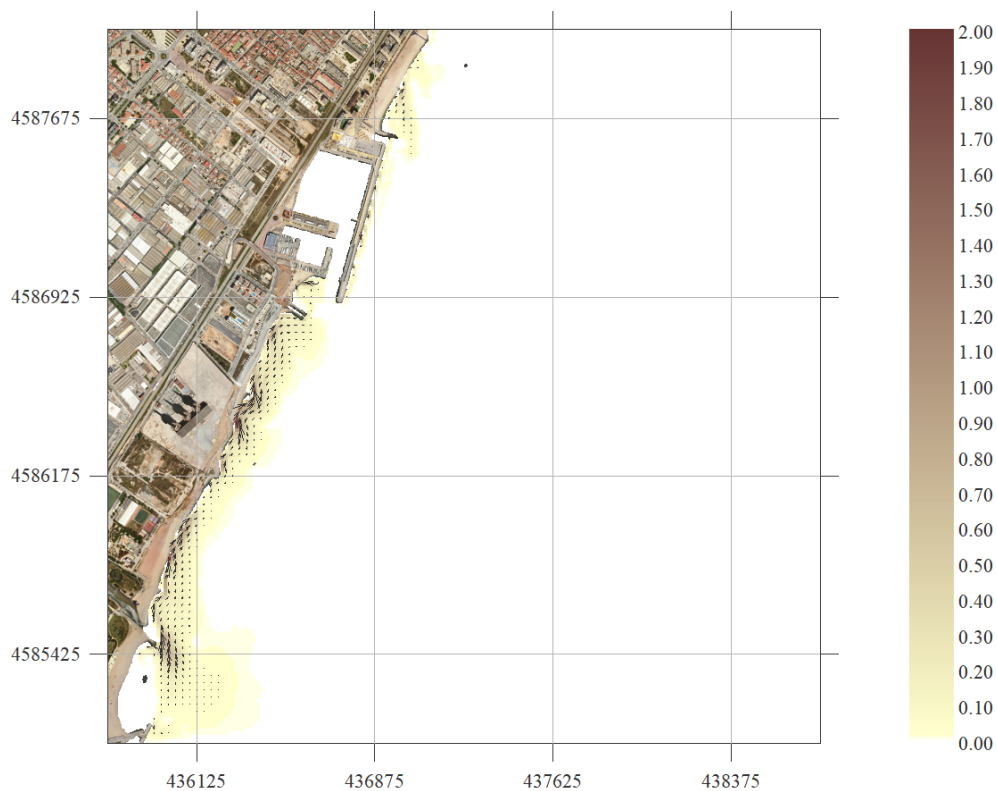


Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°

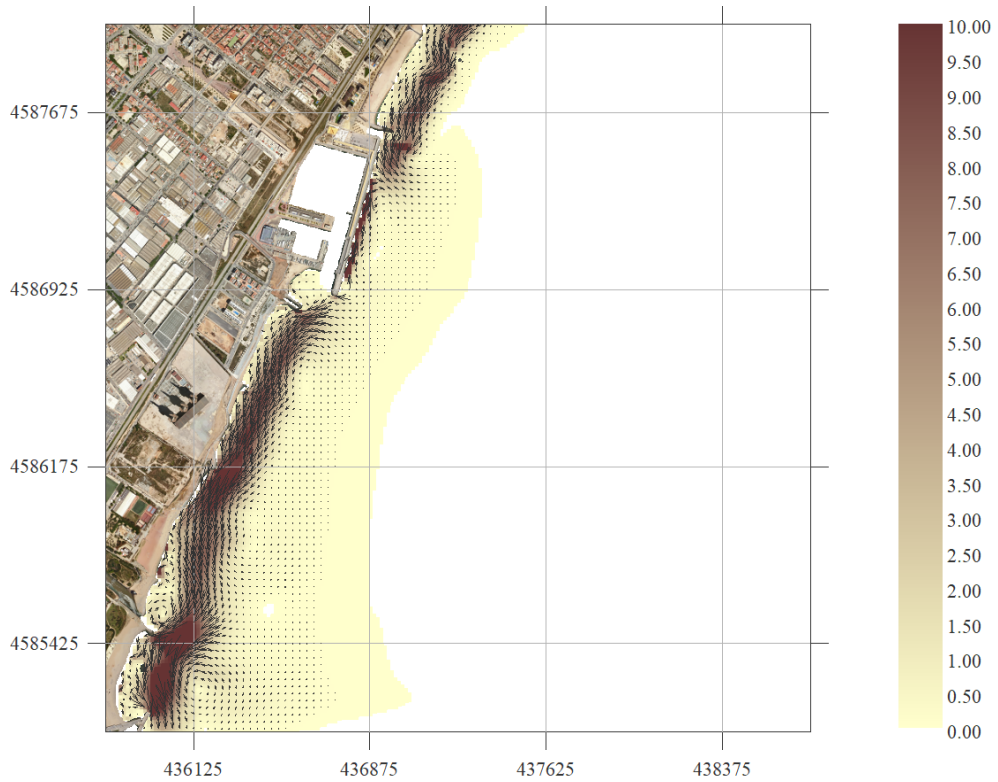


Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°

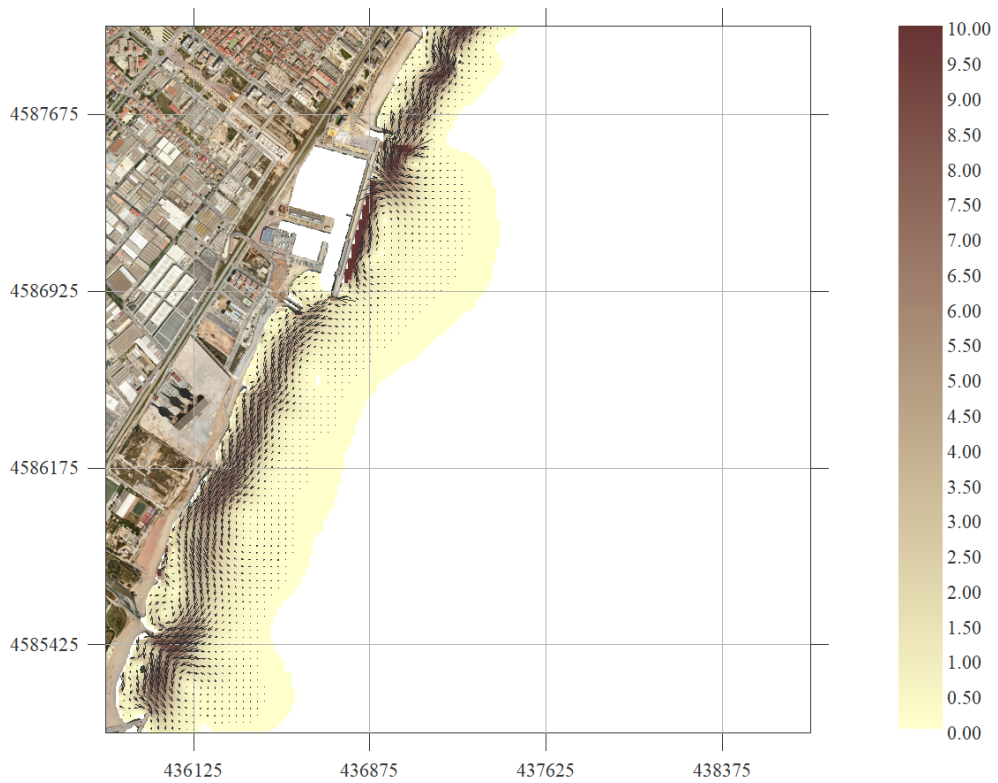


Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°

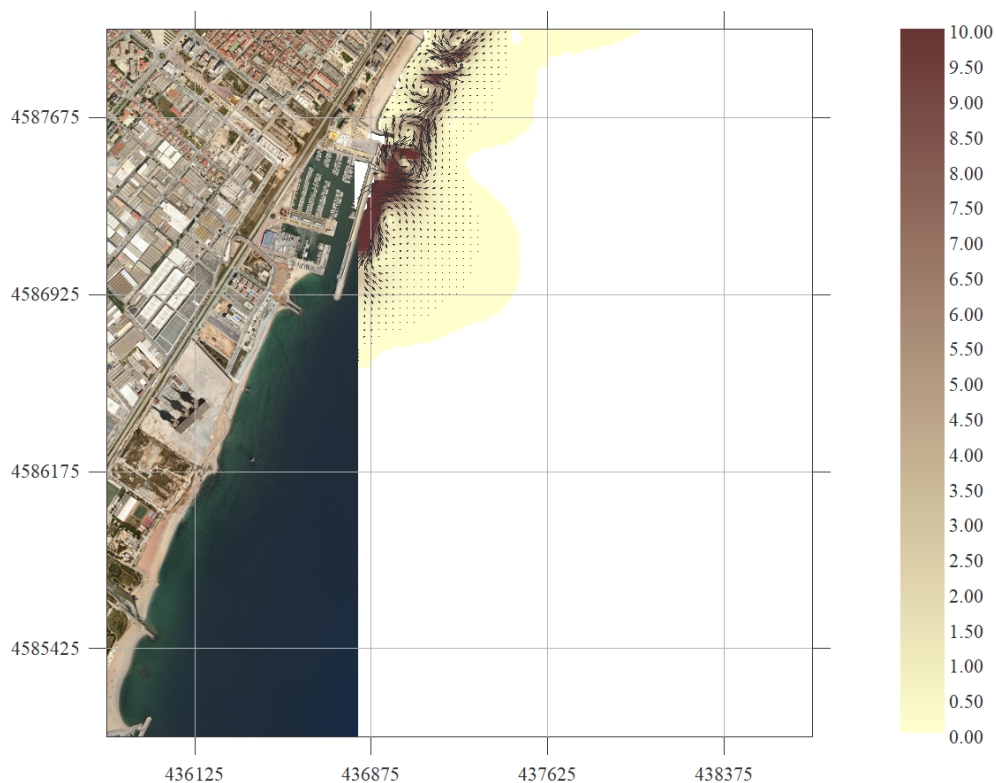


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

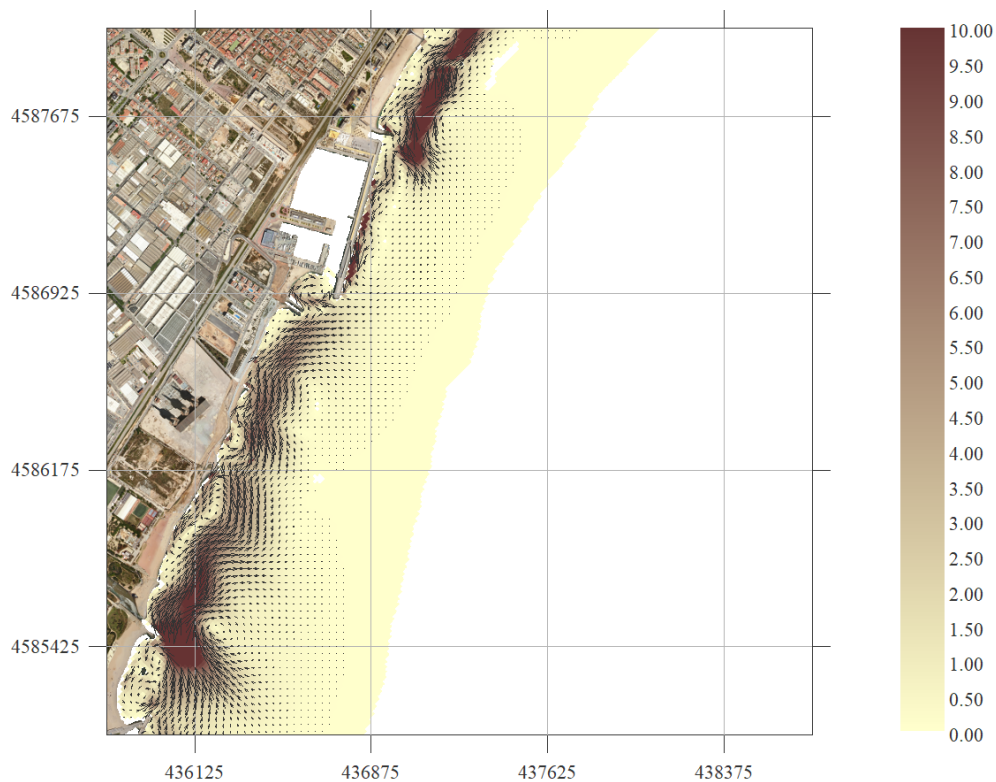


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

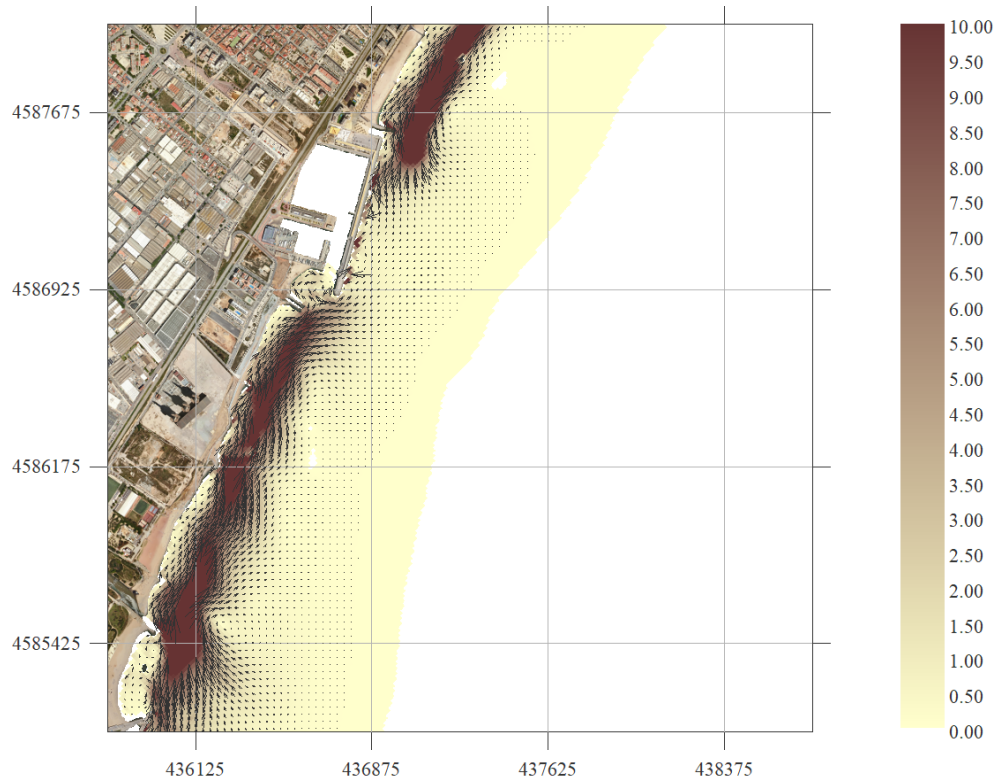


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

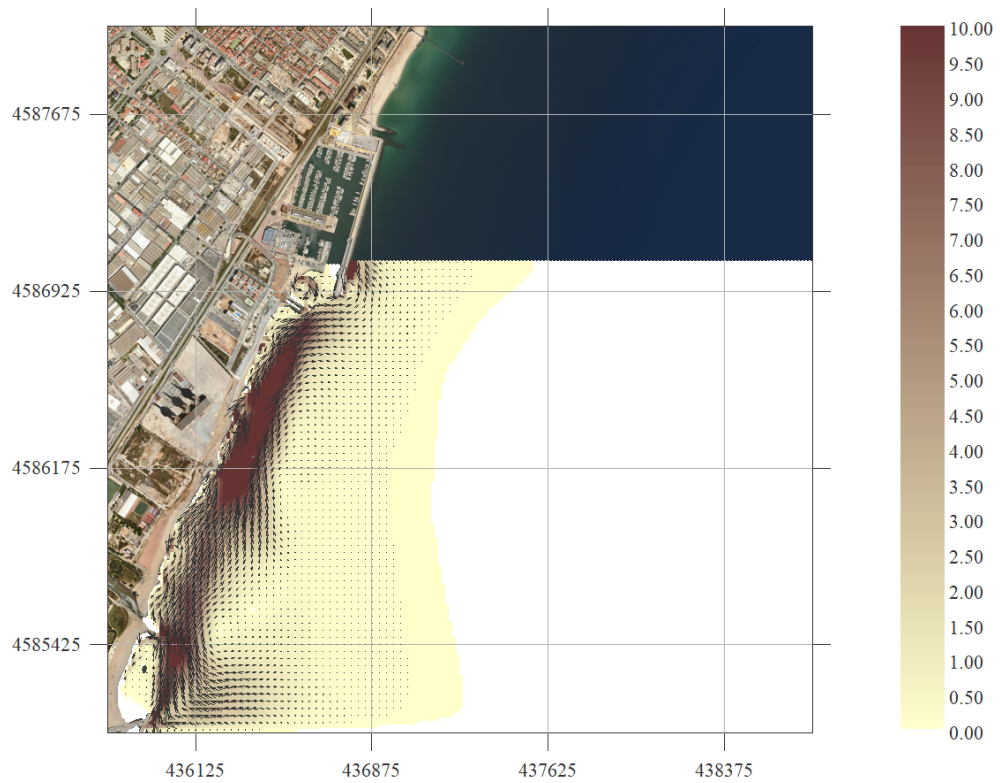


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

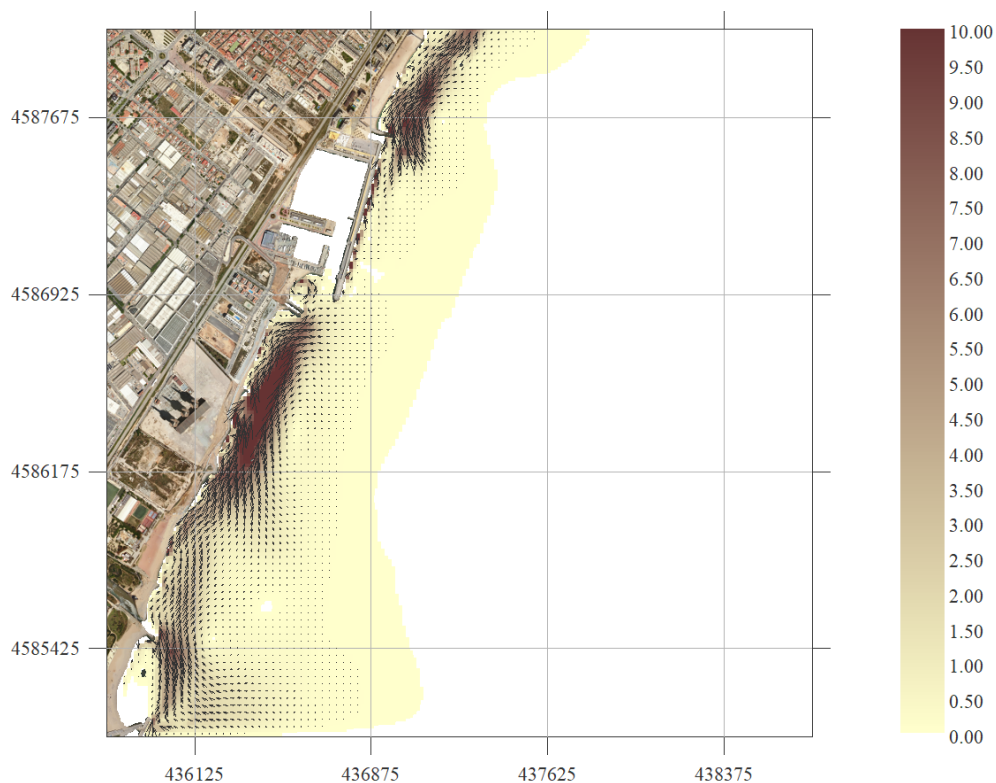


Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°

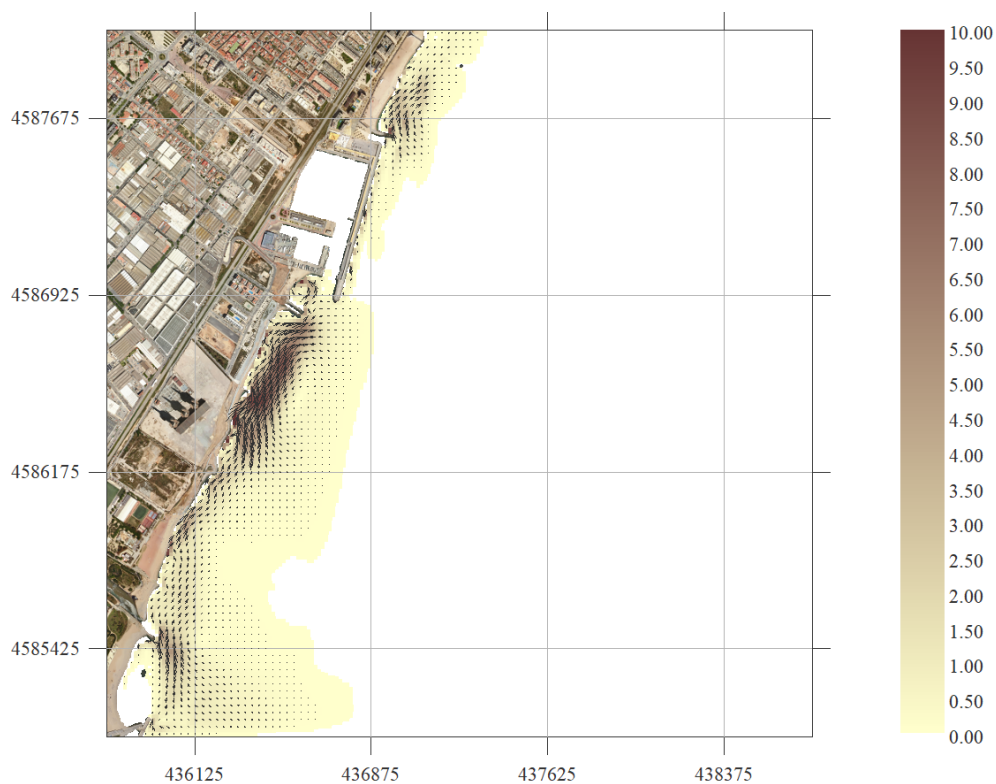


Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°

Annex 10 Figures de transport SMC de Badalona

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

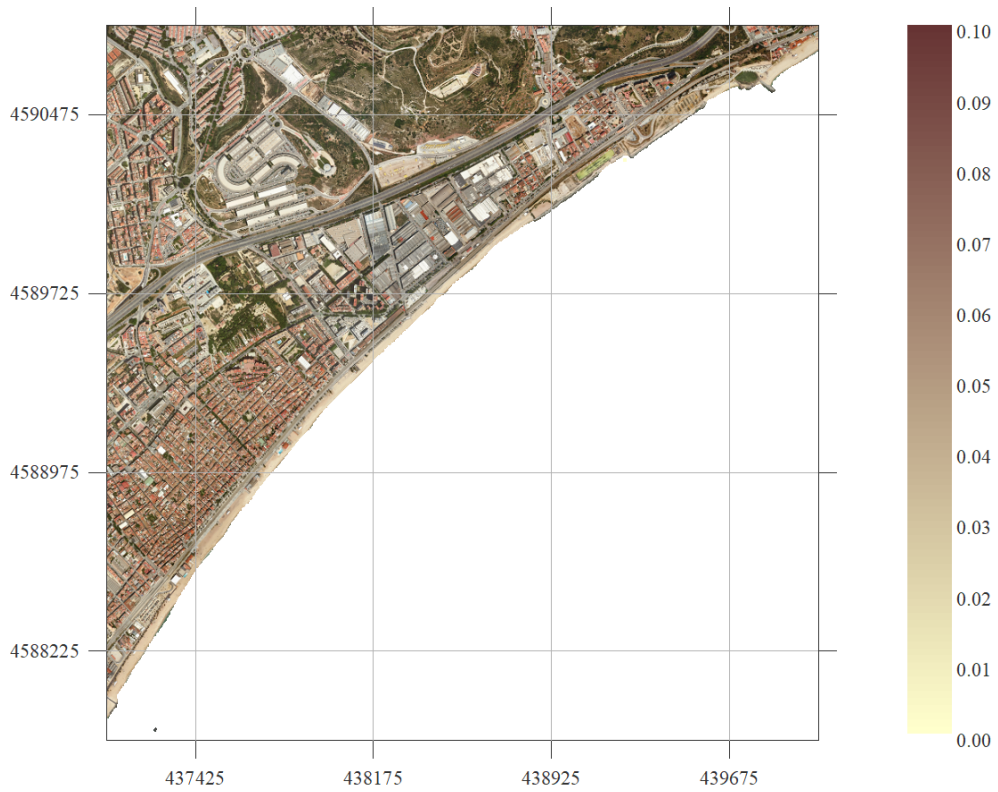


Figura 1. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 67.5^\circ$

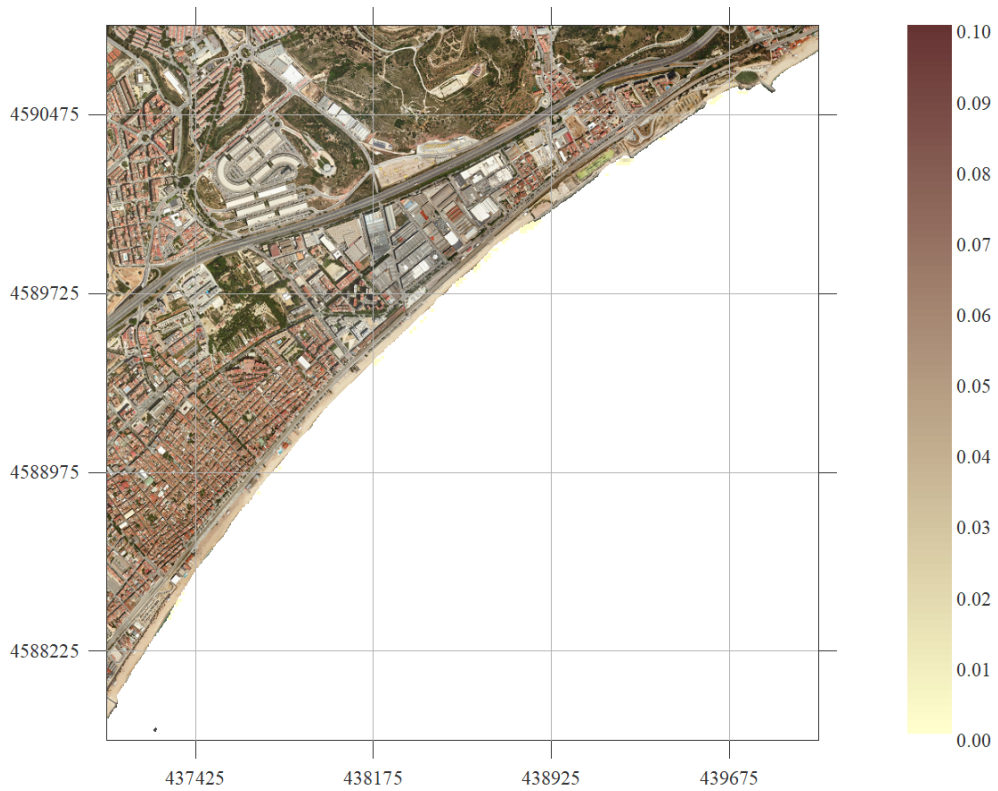


Figura 2. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 90^\circ$

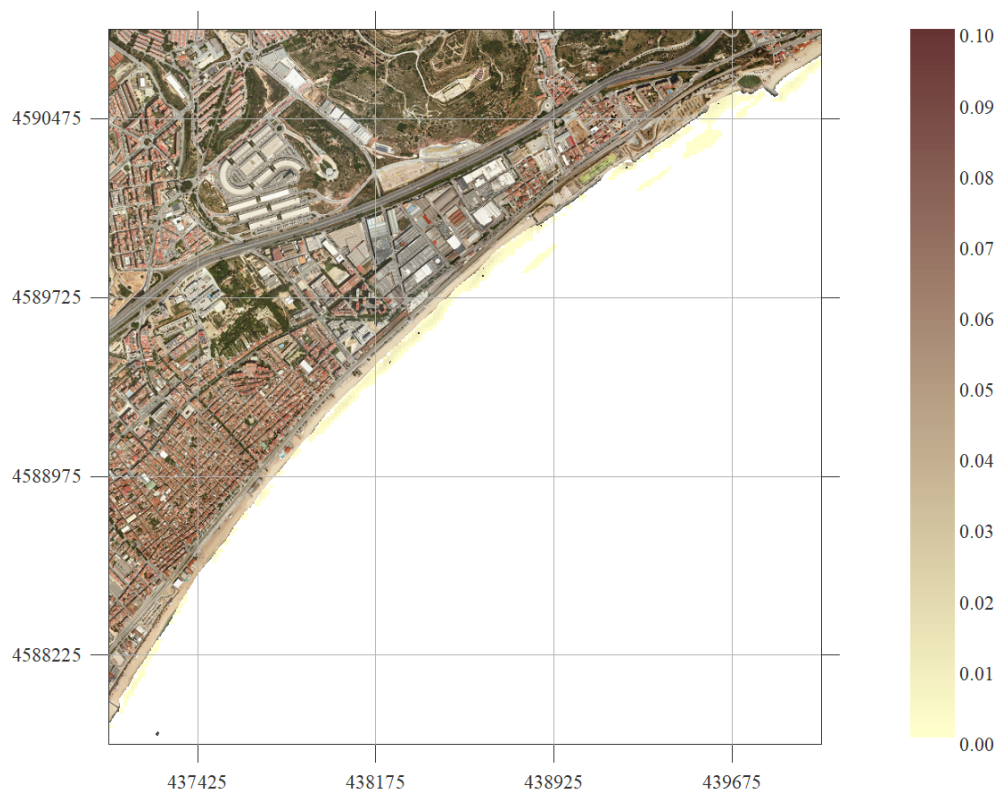


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

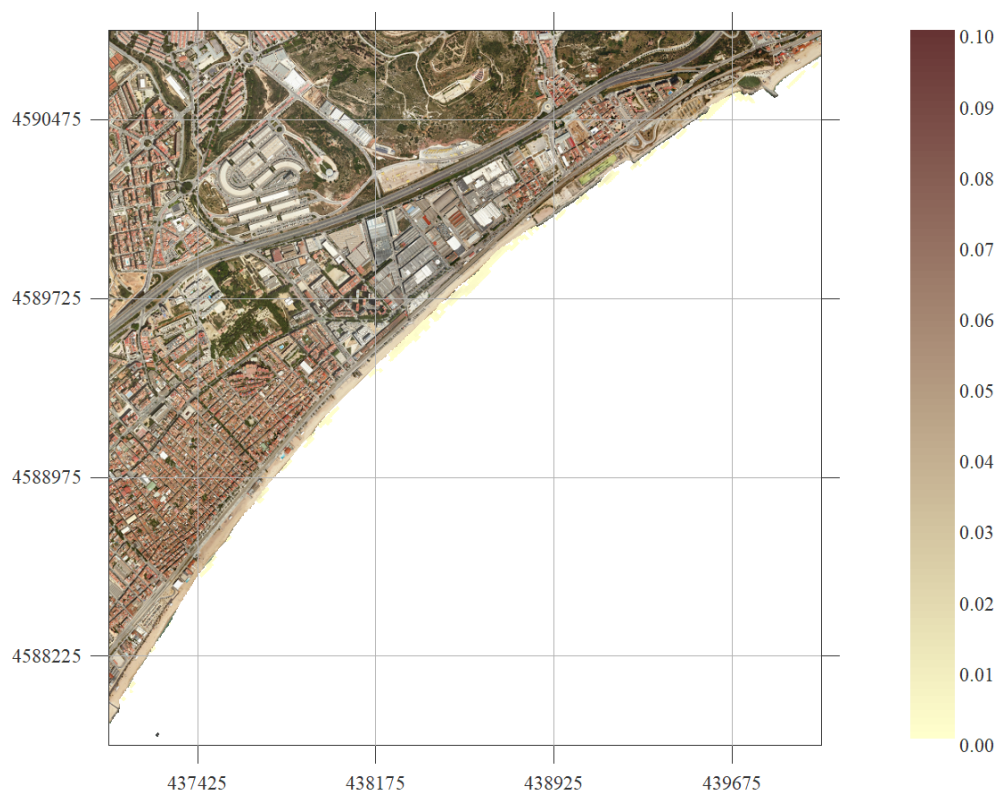


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

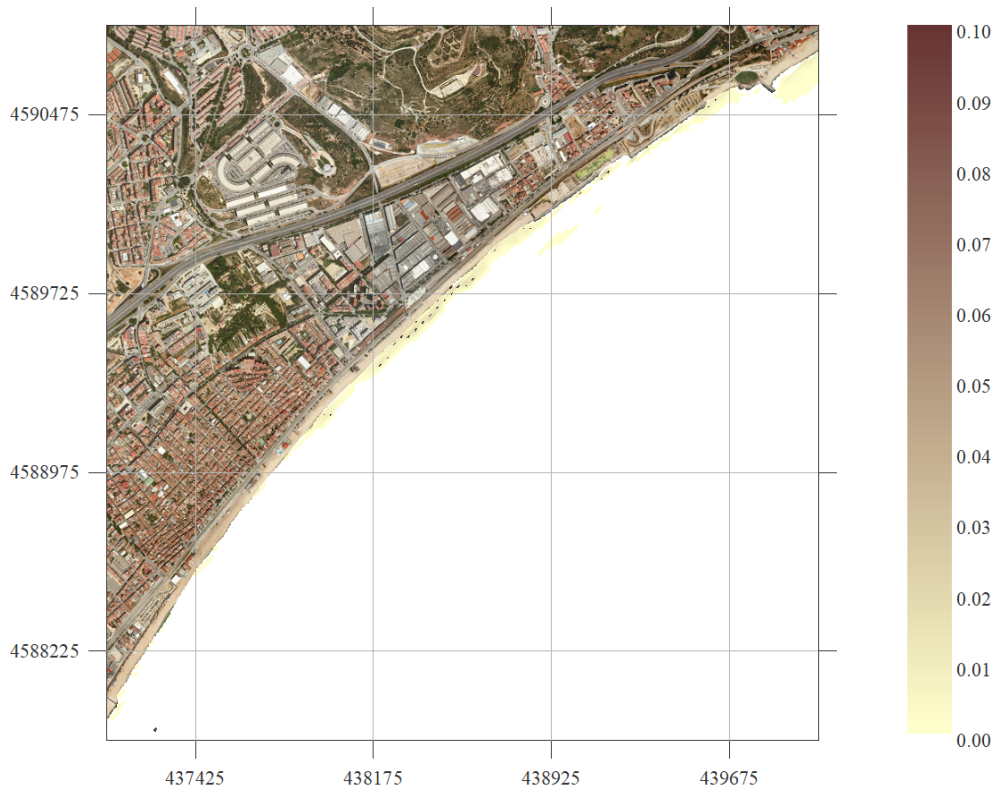


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

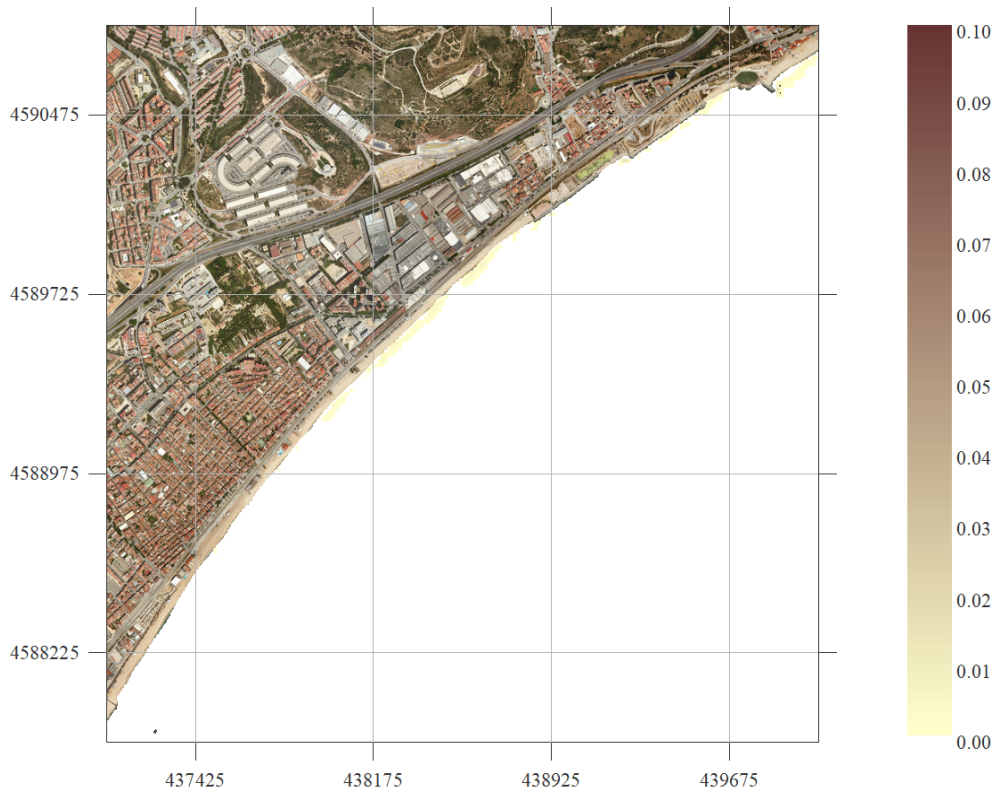


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

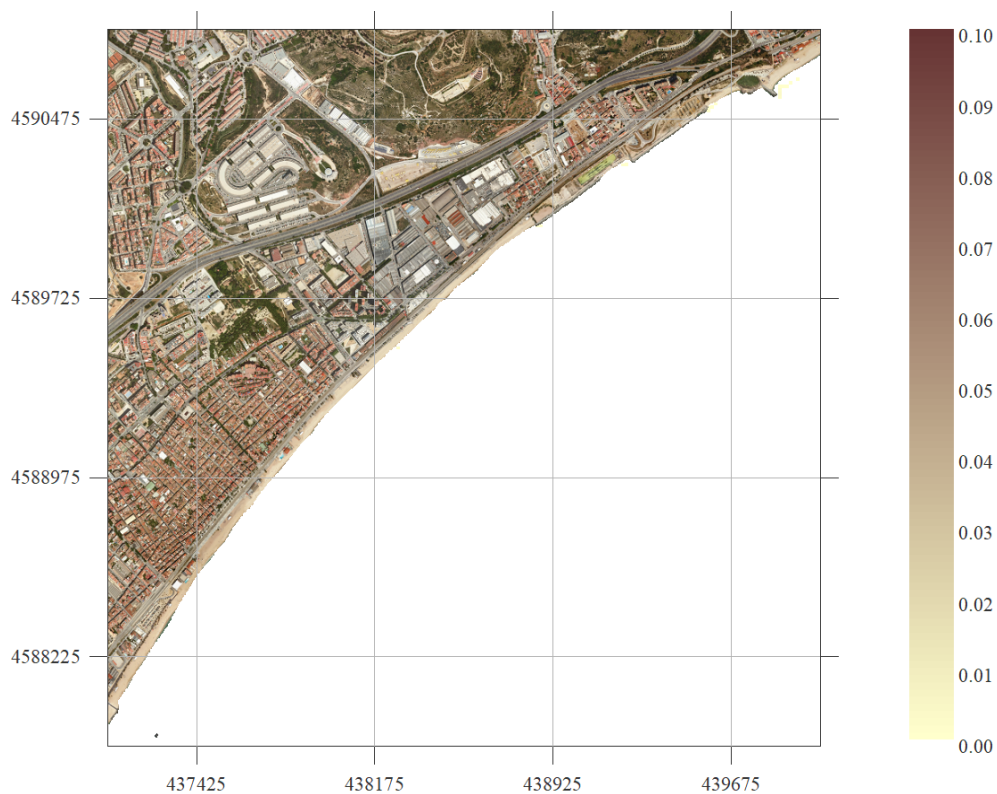


Figura 7. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 202.5^\circ$

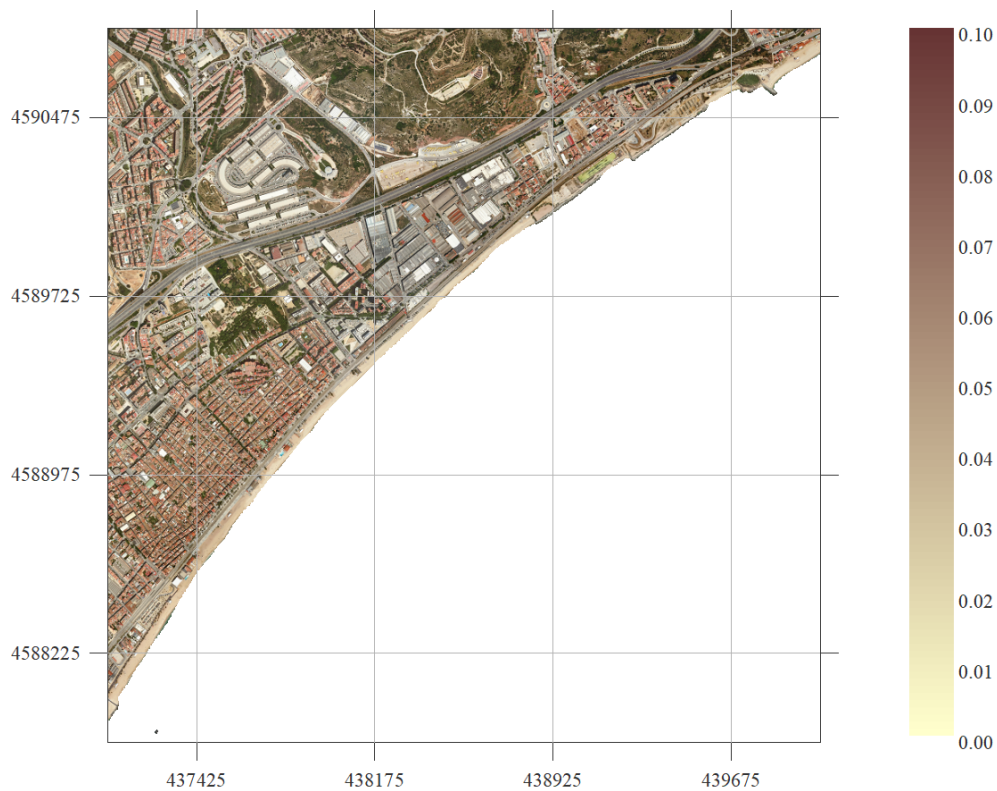


Figura 8. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 225^\circ$

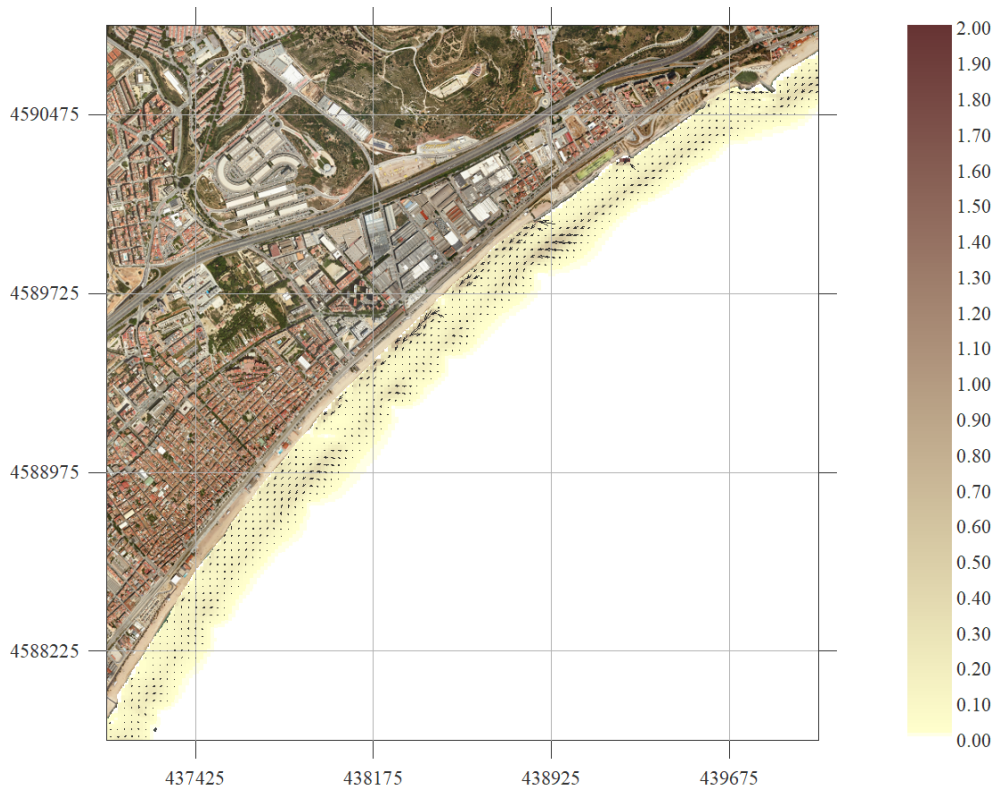


Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°

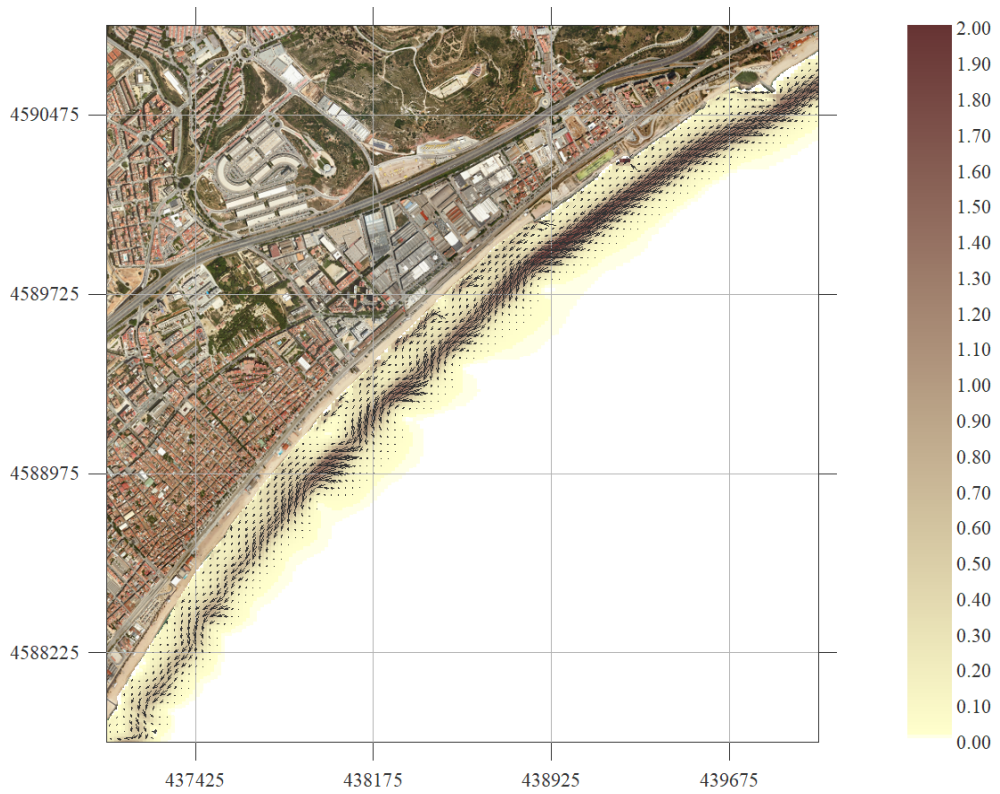


Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°

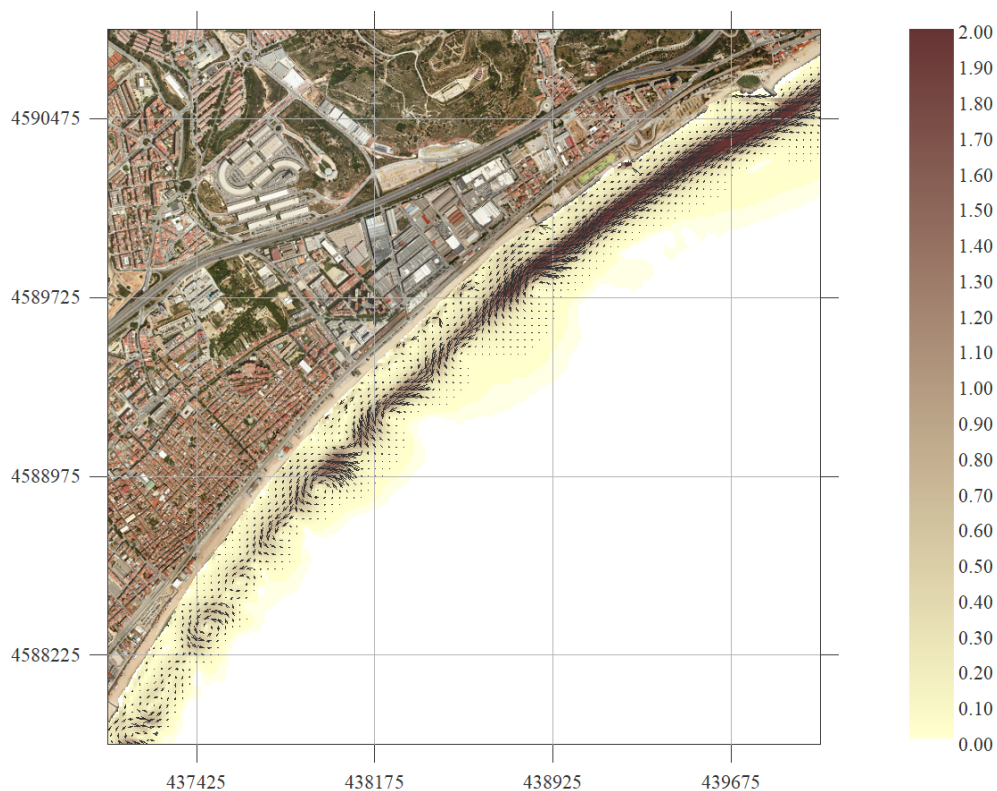


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

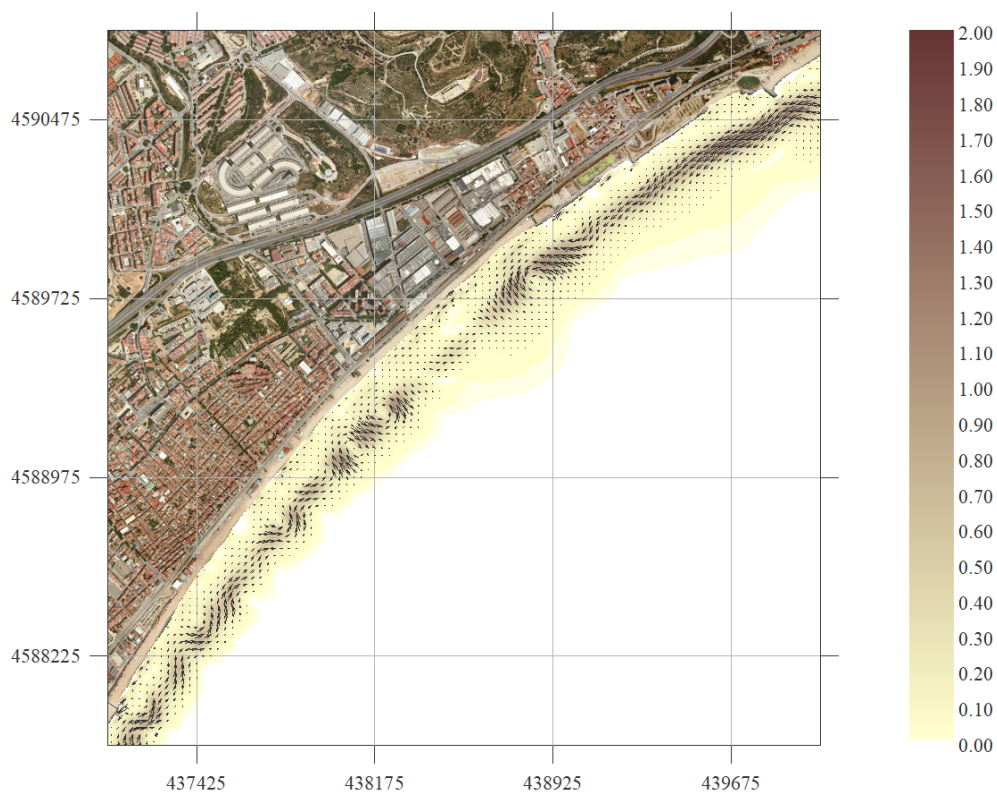


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

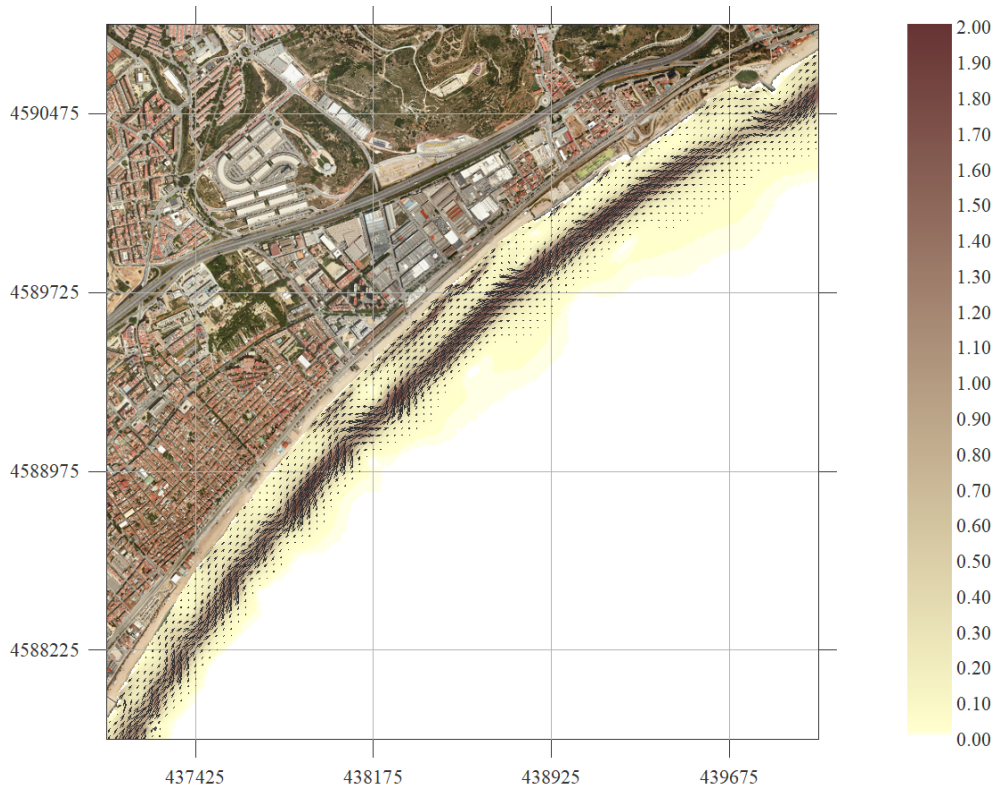


Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°

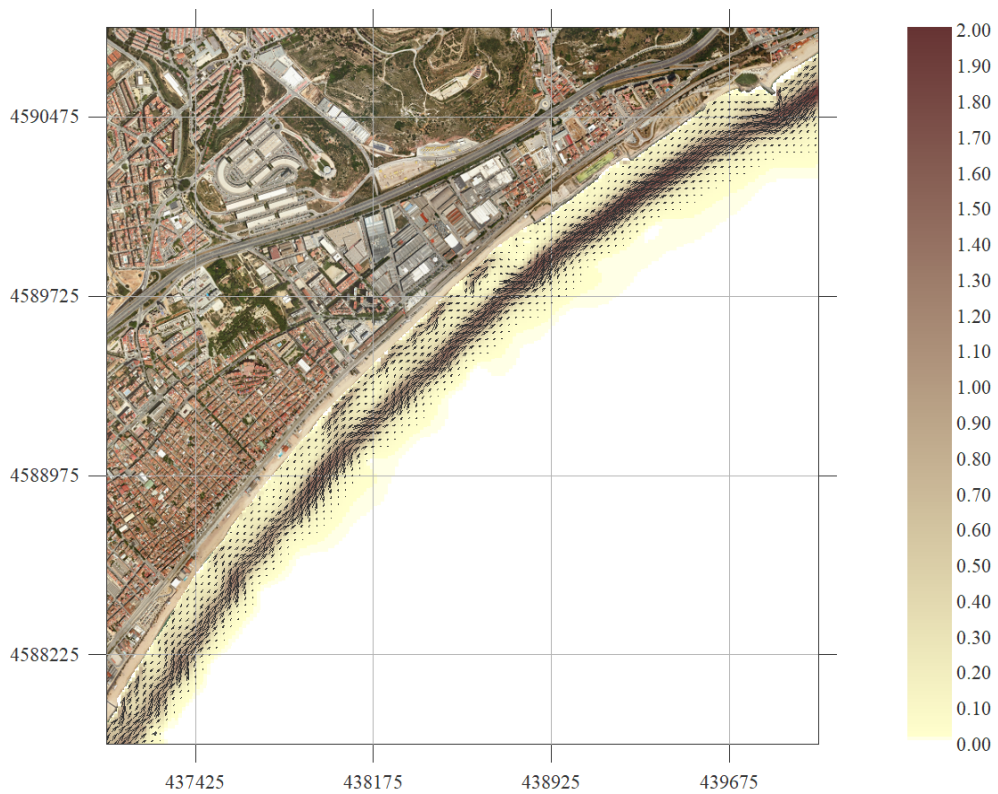


Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°

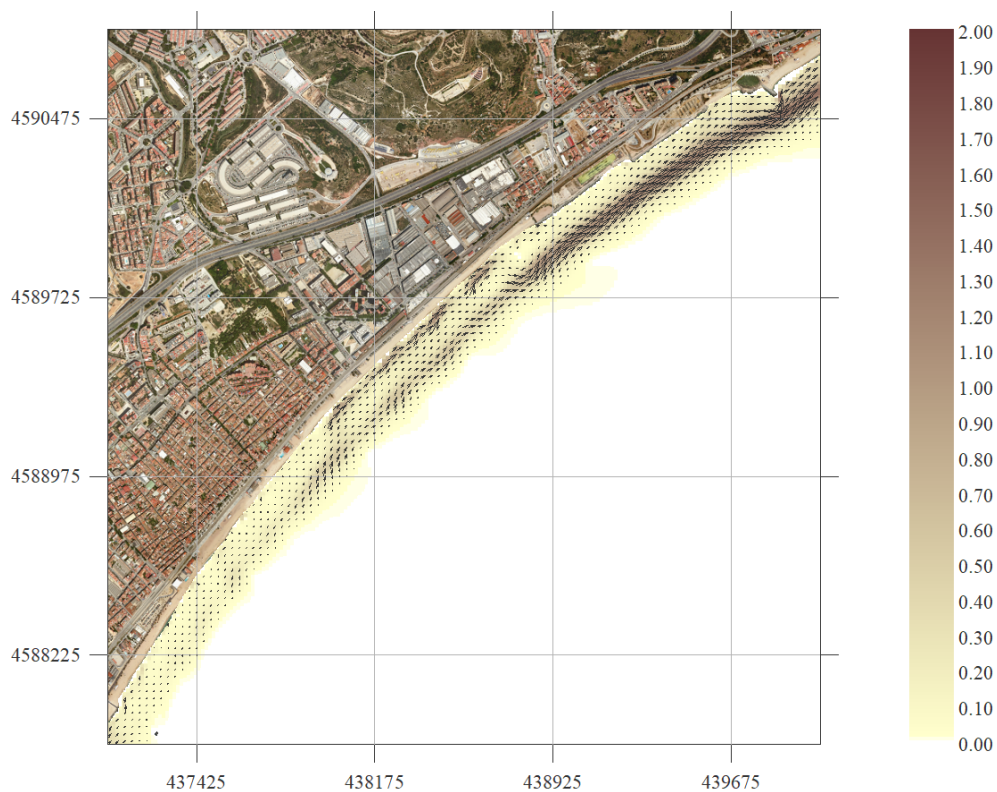


Figura 15. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 202.5^\circ$

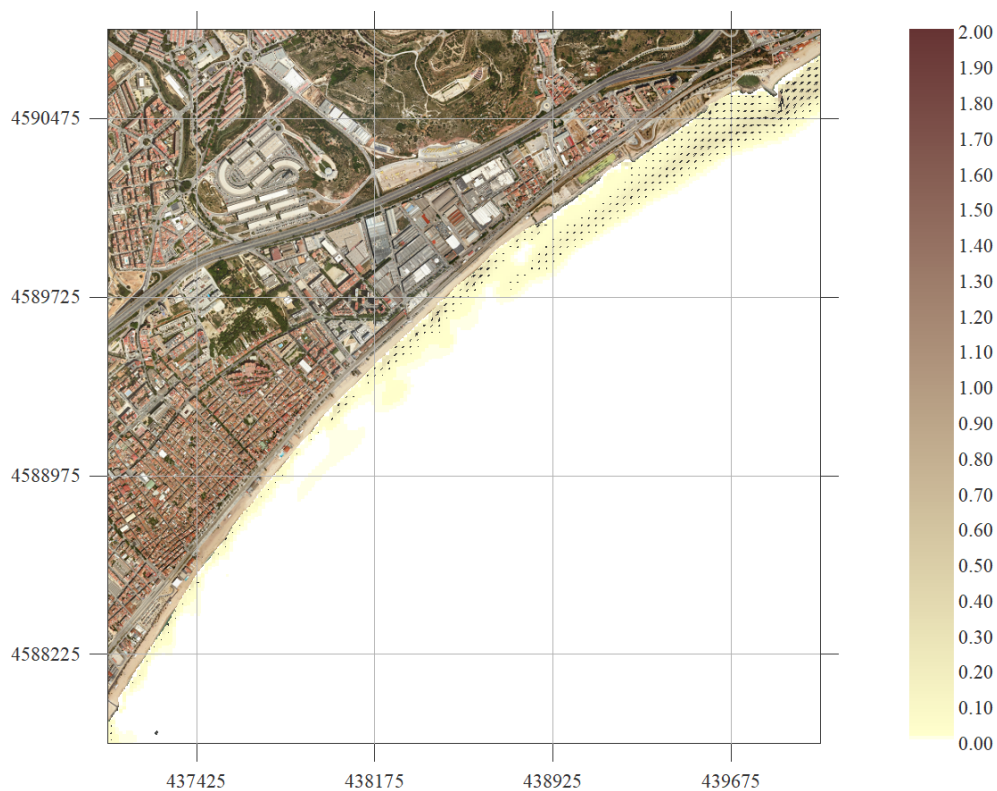


Figura 16. Malla S. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 225^\circ$

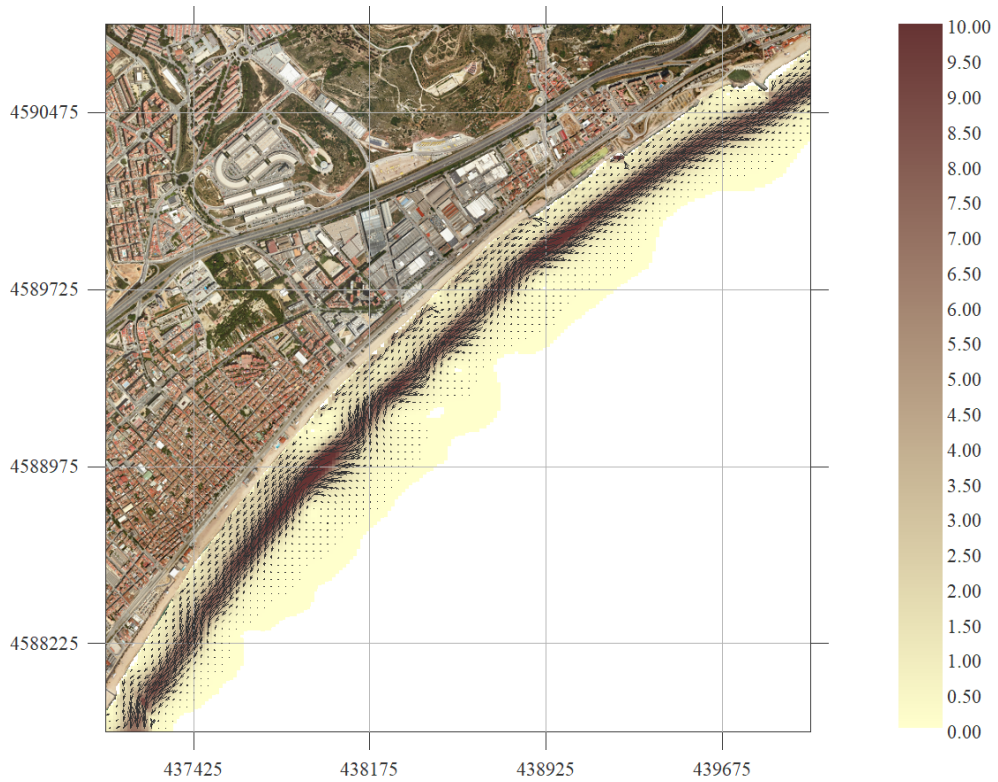


Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°

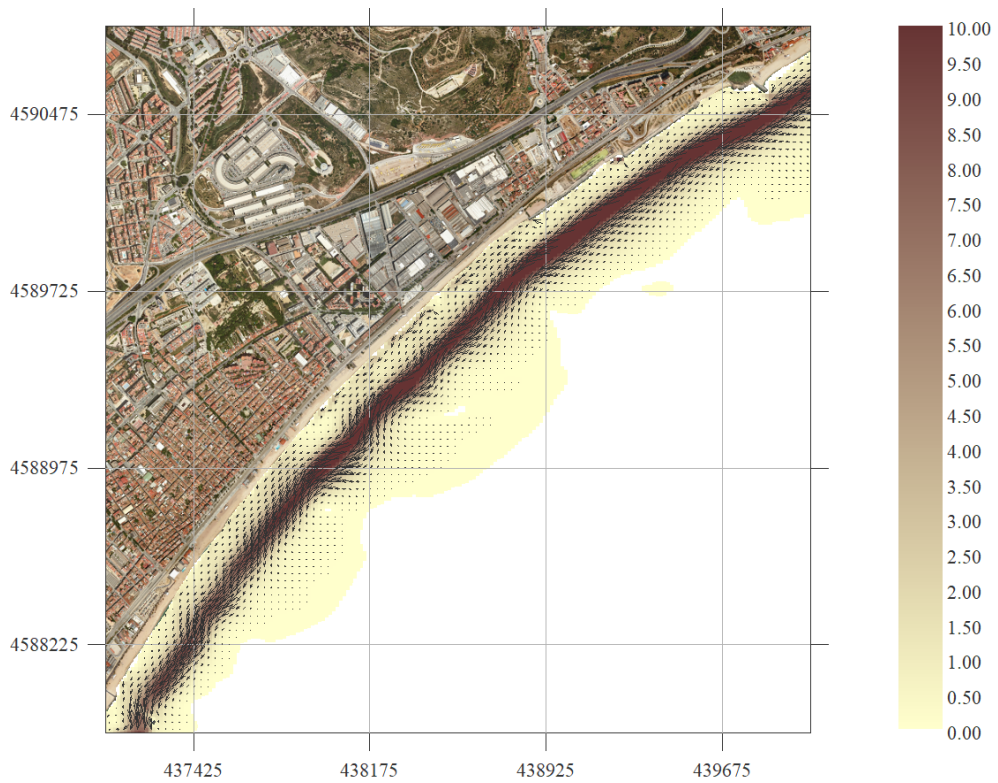


Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°

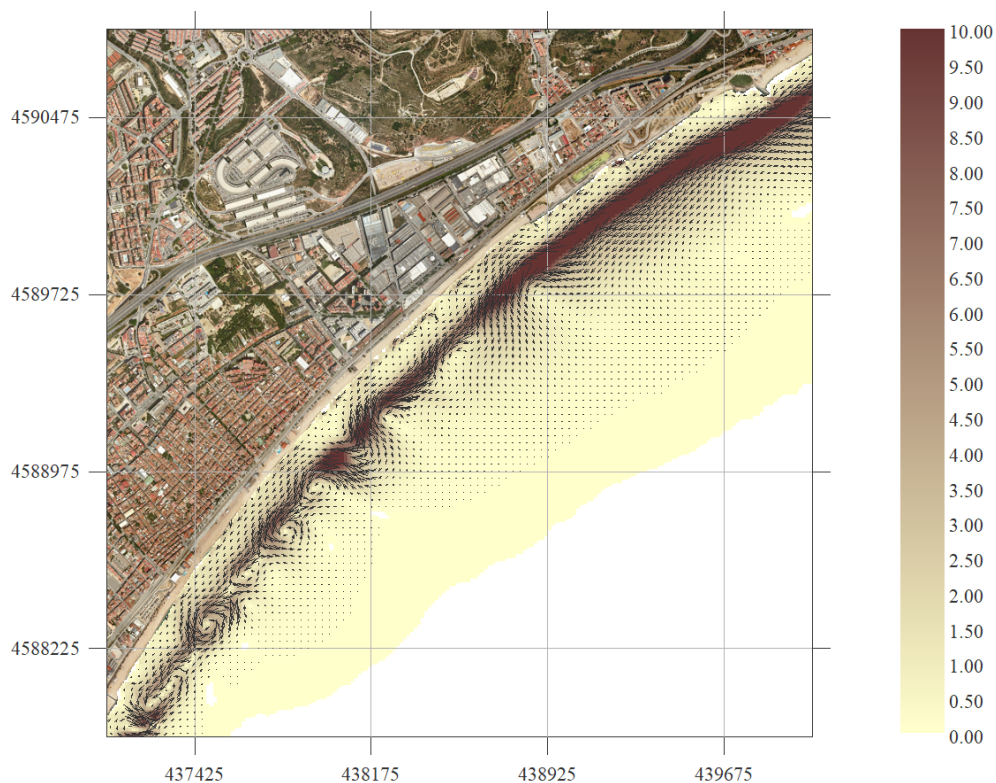


Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°

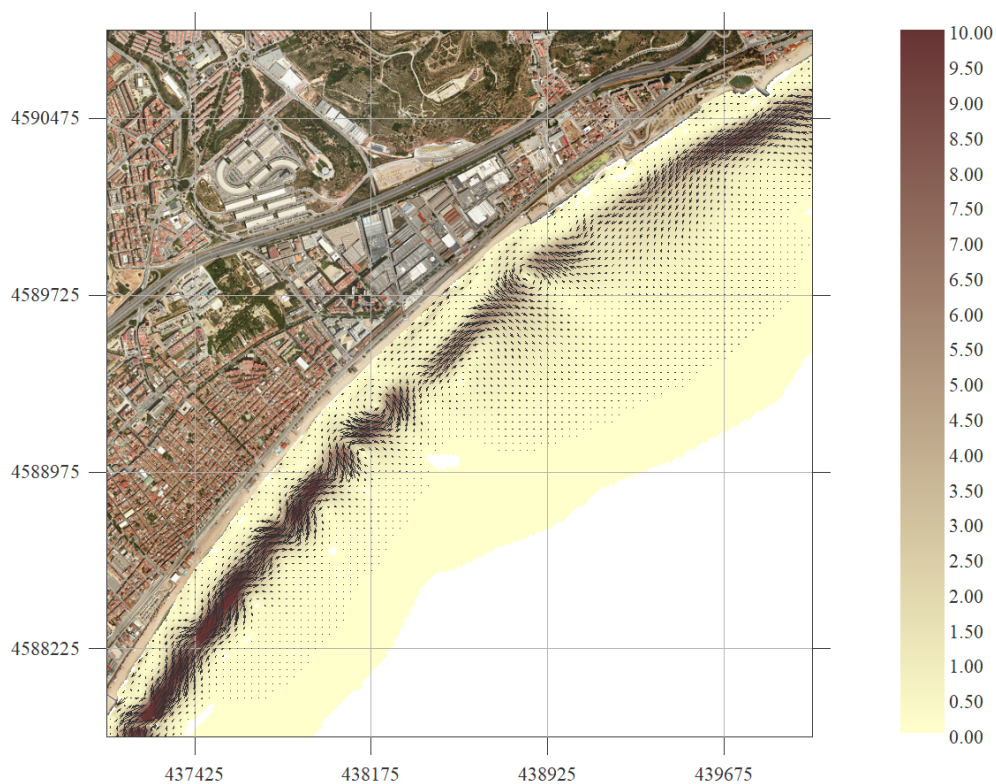


Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°

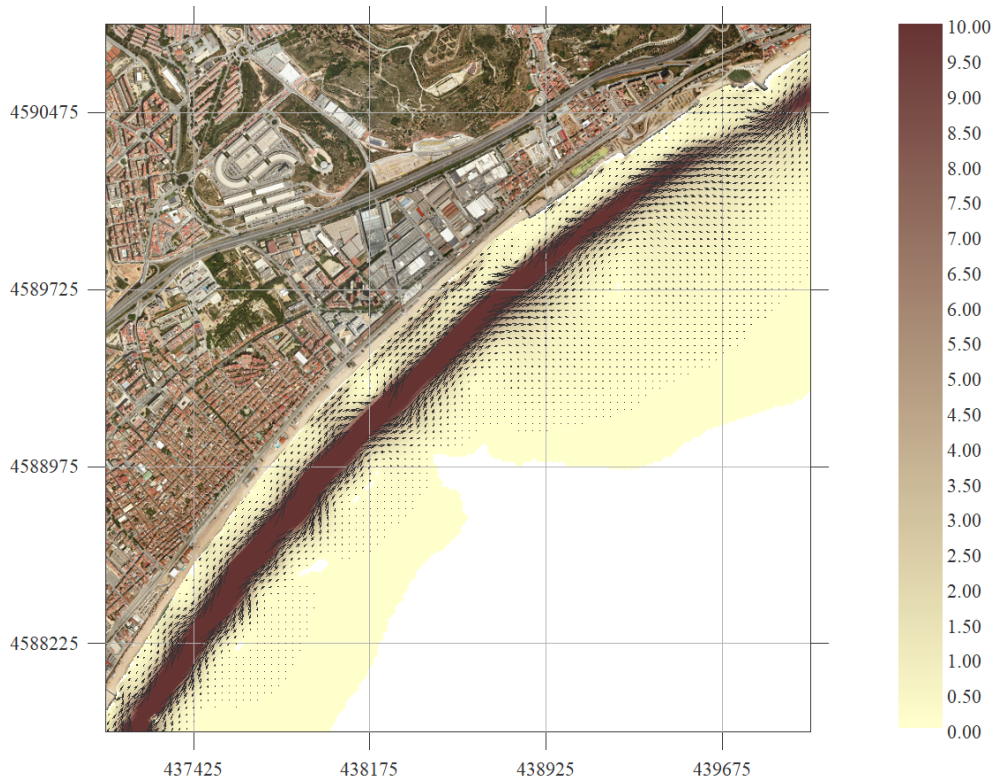


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

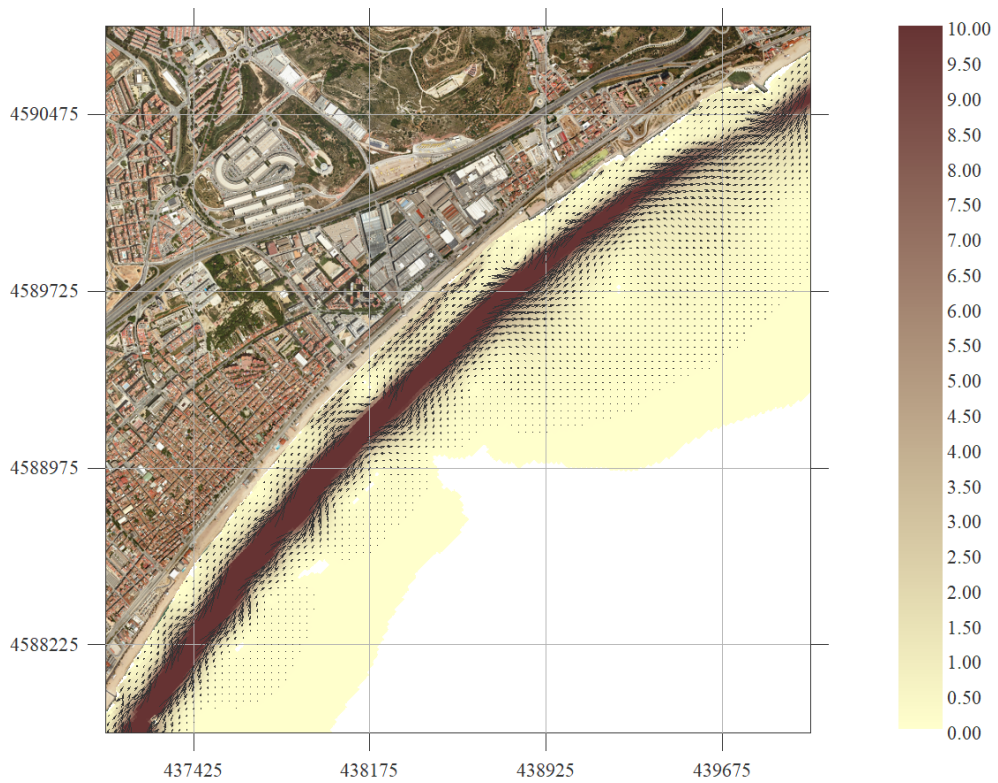


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

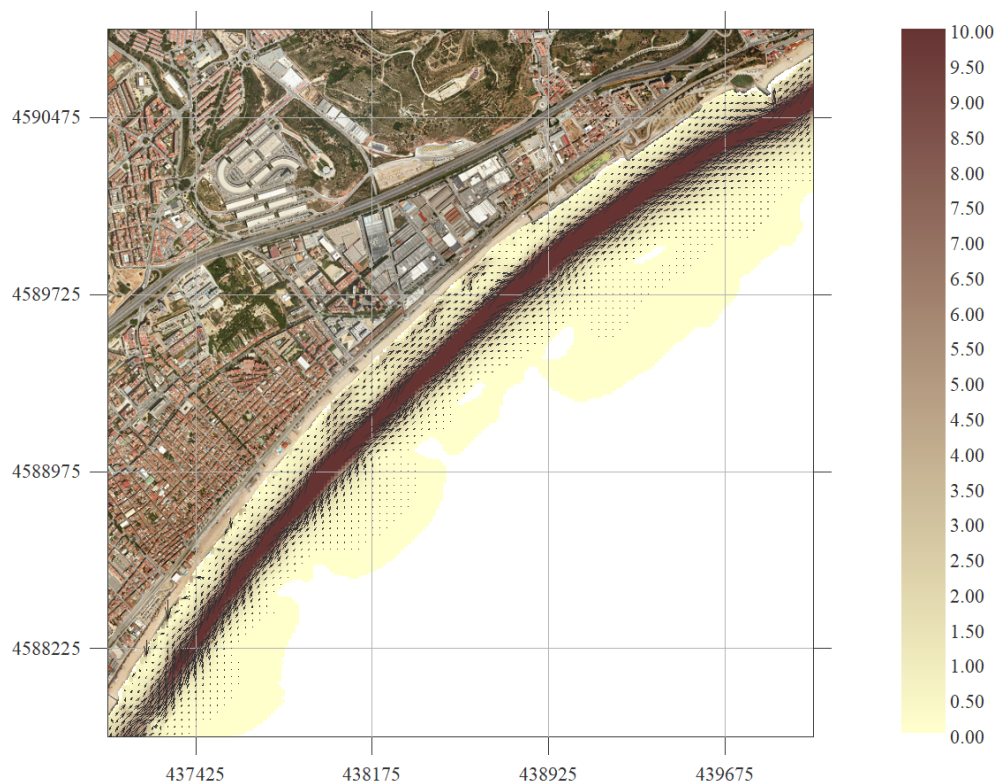


Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°

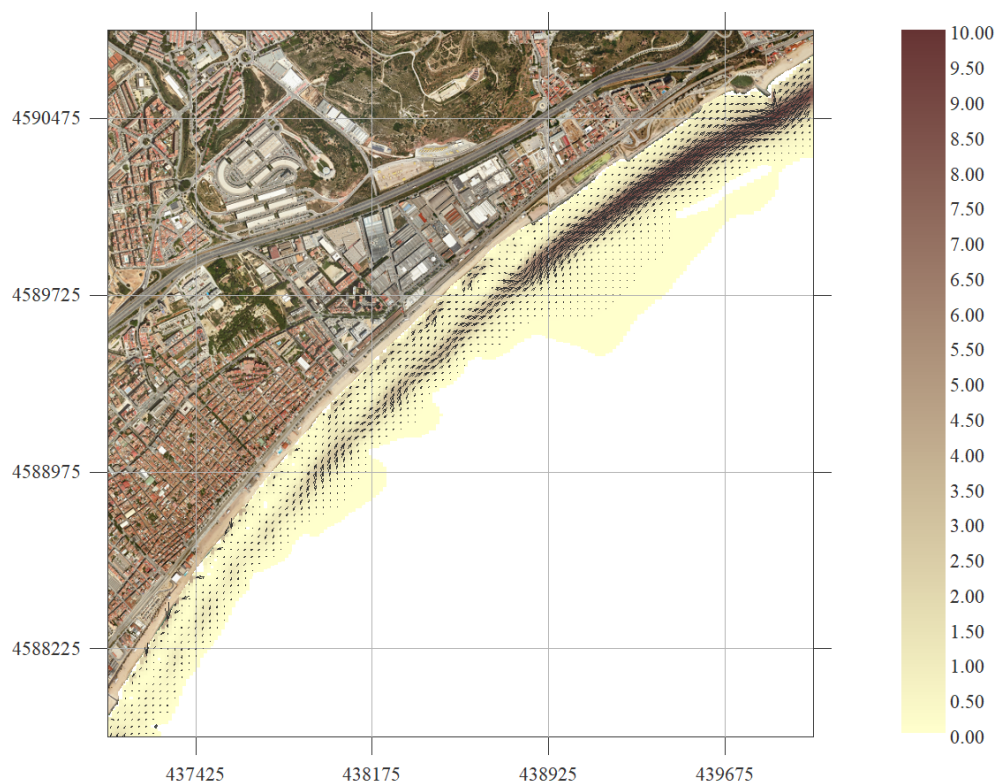


Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°

Annex 11 Figures de transport SMC de Montgat

Llistat de figures

Figura 1. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 67.5°	3
Figura 2. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 90°	3
Figura 3. Malla E. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 112.5°	4
Figura 4. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 135°	4
Figura 5. Malla SE. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 157.5°	5
Figura 6. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 180°	5
Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°	6
Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°	6
Figura 9. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 67.5°	7
Figura 10. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 90°	7
Figura 11. Malla E. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 112.5°	8
Figura 12. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 135°	8
Figura 13. Malla SE. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 157.5°	9
Figura 14. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 180°	9
Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°	10
Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°	10
Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°	11
Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°	11
Figura 19. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 112.5°	12
Figura 20. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 135°	12
Figura 21. Malla SE. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 157.5°	13
Figura 22. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 180°	13
Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°	14
Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°	14

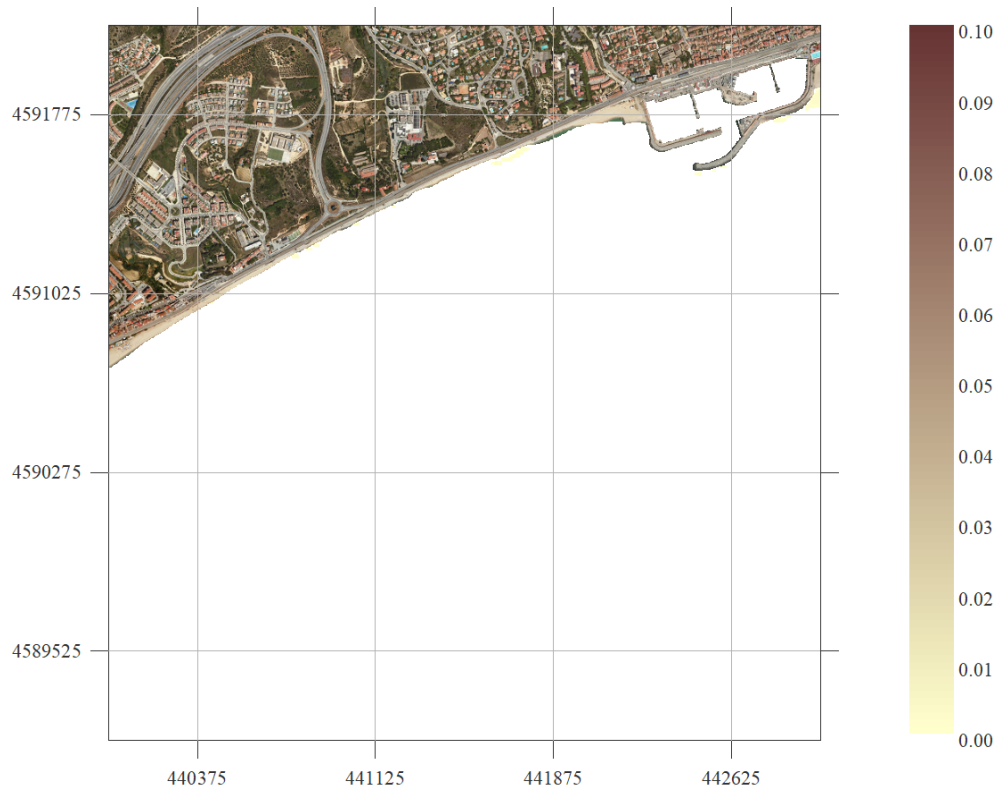


Figura 1. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 67.5^\circ$

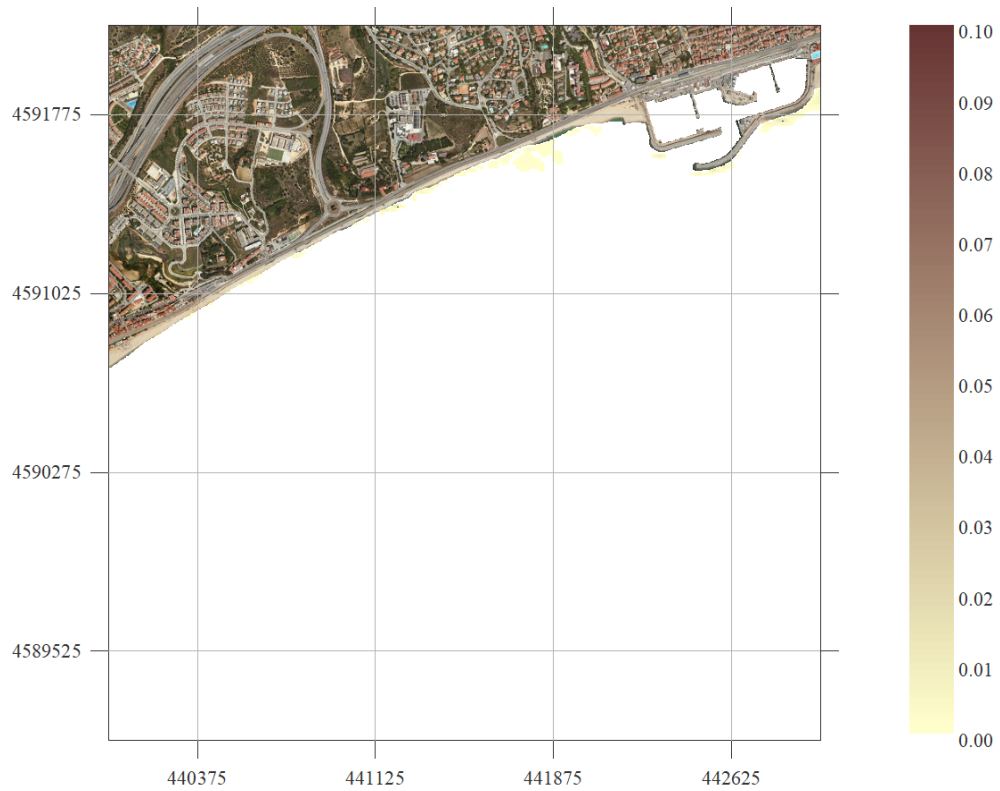


Figura 2. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 90^\circ$

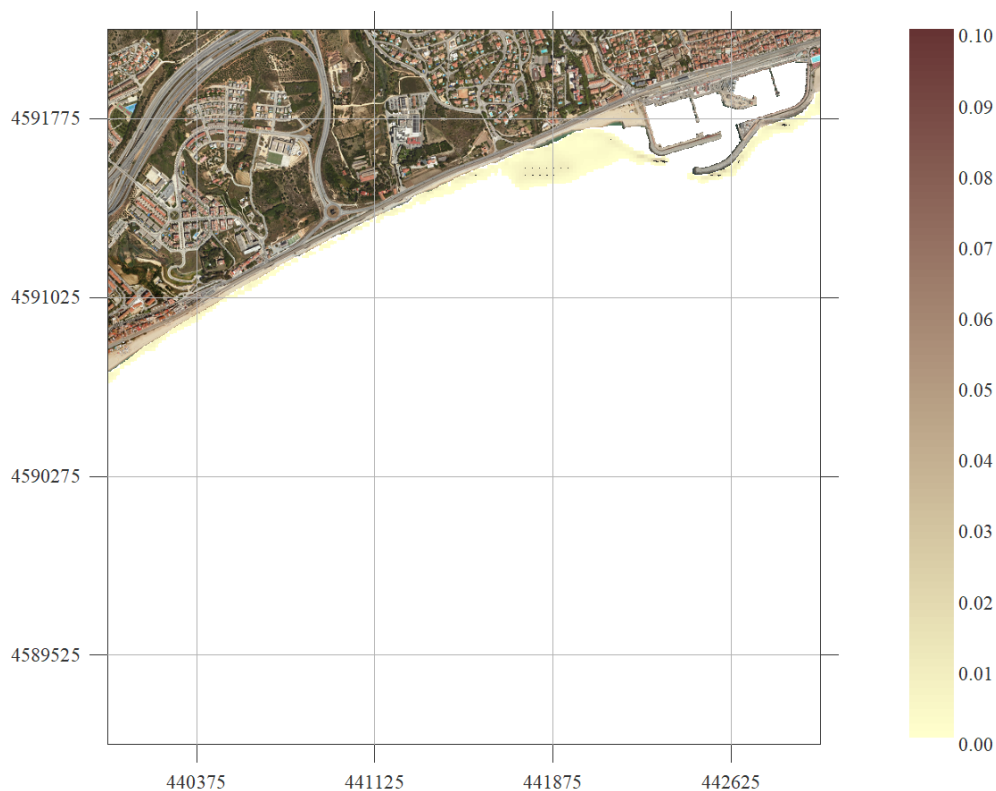


Figura 3. Malla E. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 112.5^\circ$

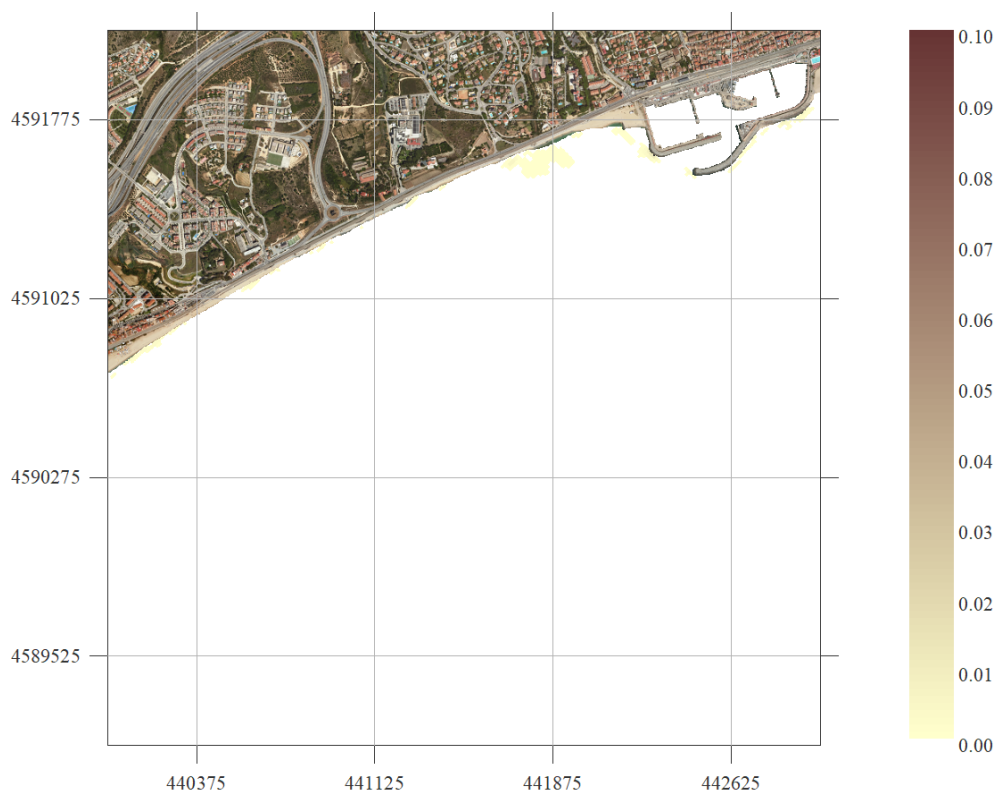


Figura 4. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 135^\circ$

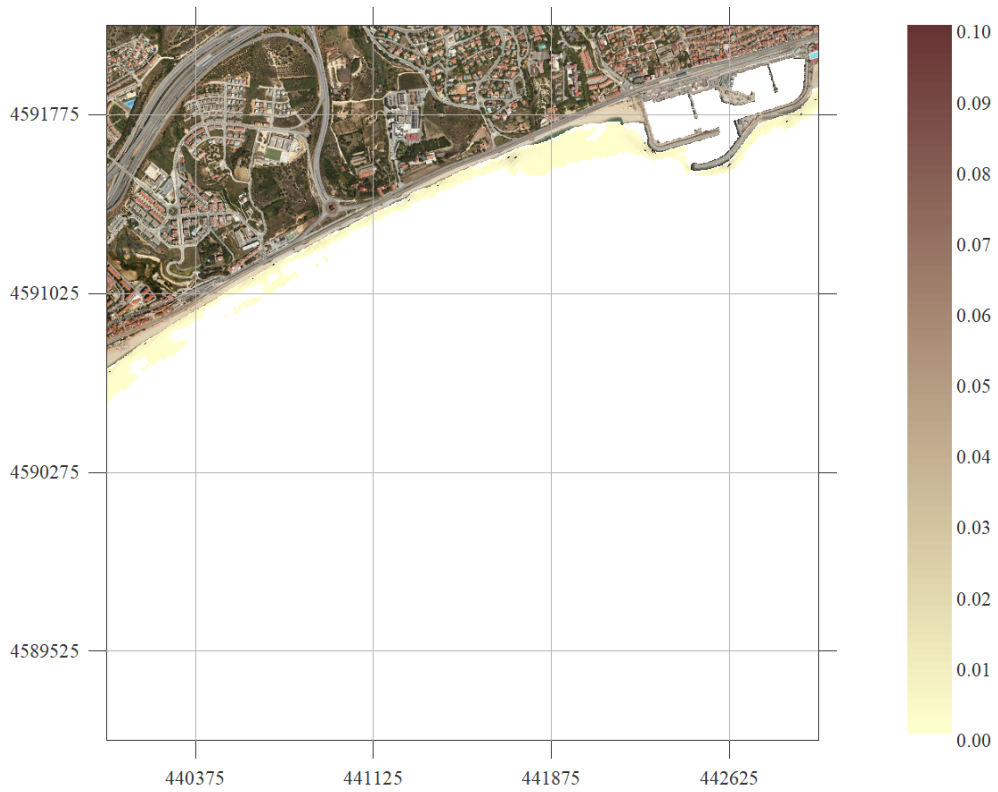


Figura 5. Malla SE. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 157.5^\circ$

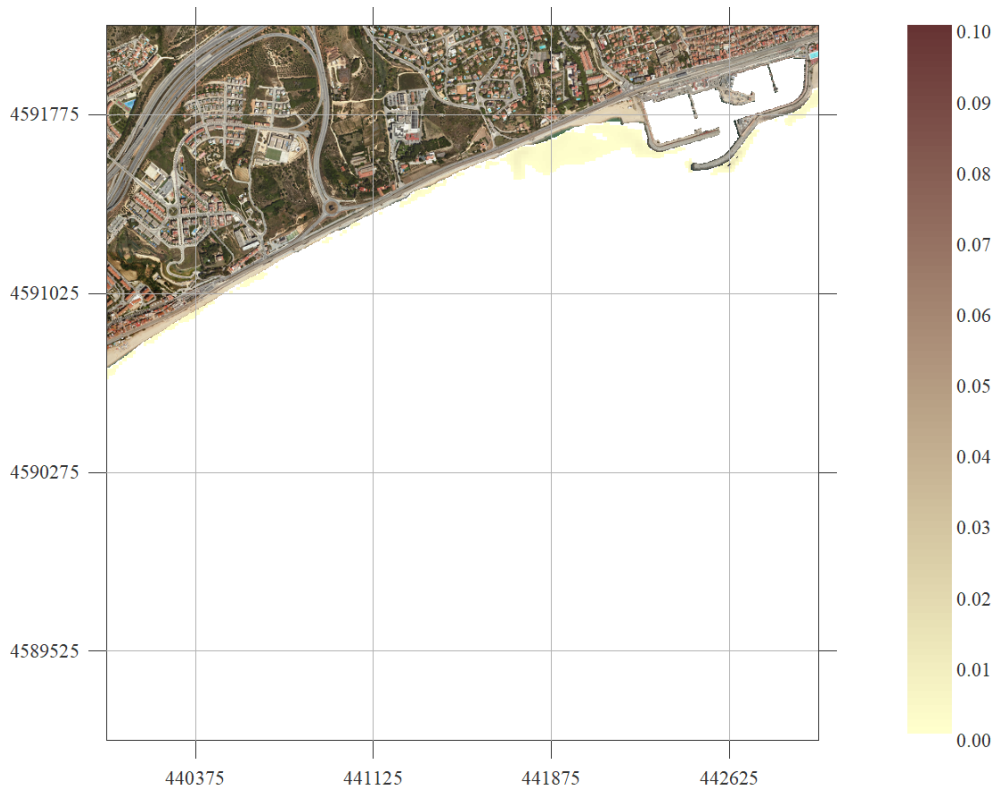


Figura 6. Malla S. $H_s = 1$ m; $T_p = 6$ s; $Dir = 180^\circ$

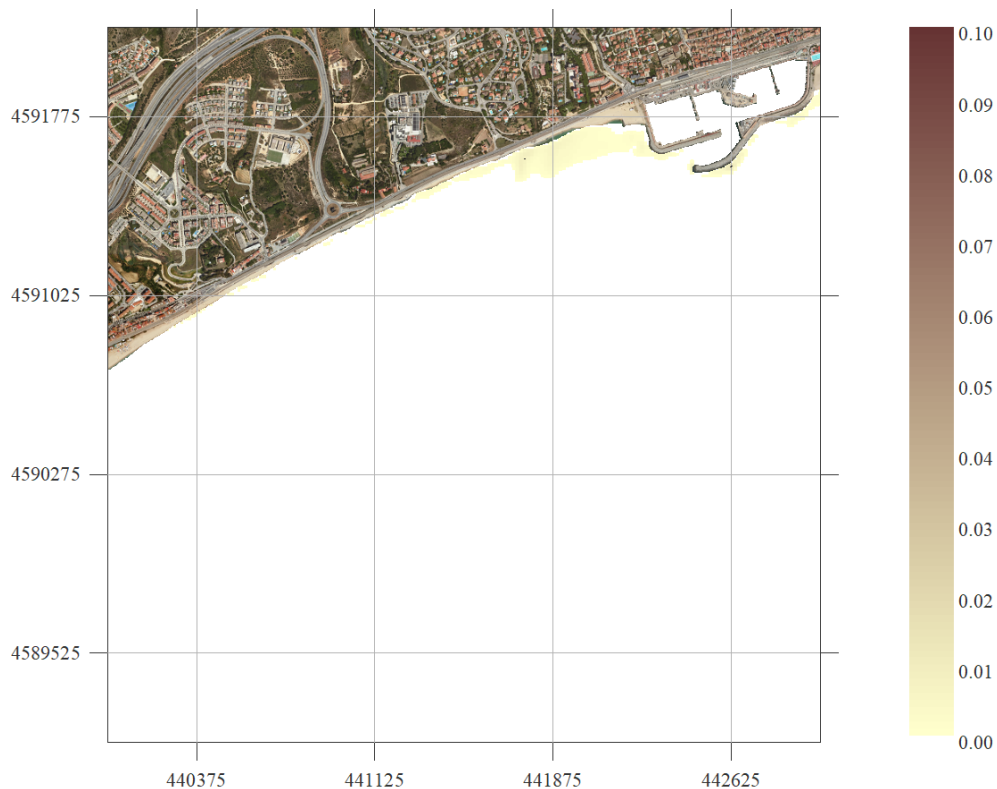


Figura 7. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 202.5°

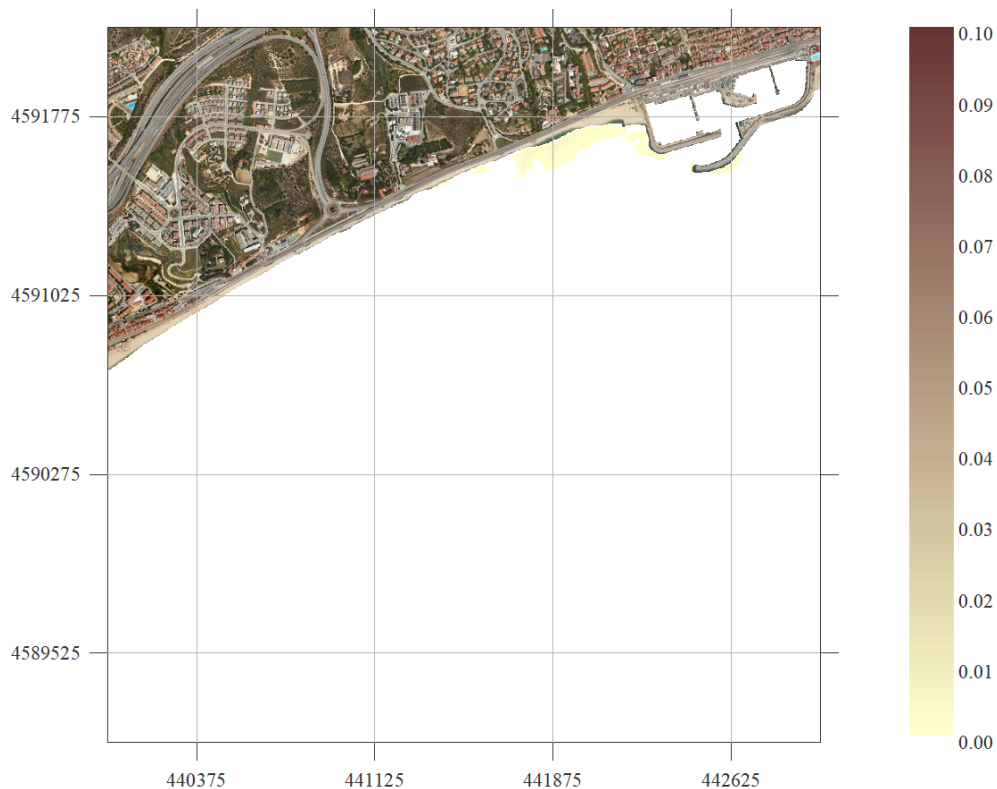


Figura 8. Malla S. Hs = 1 m; Tp = 6 s; Dir = 225°

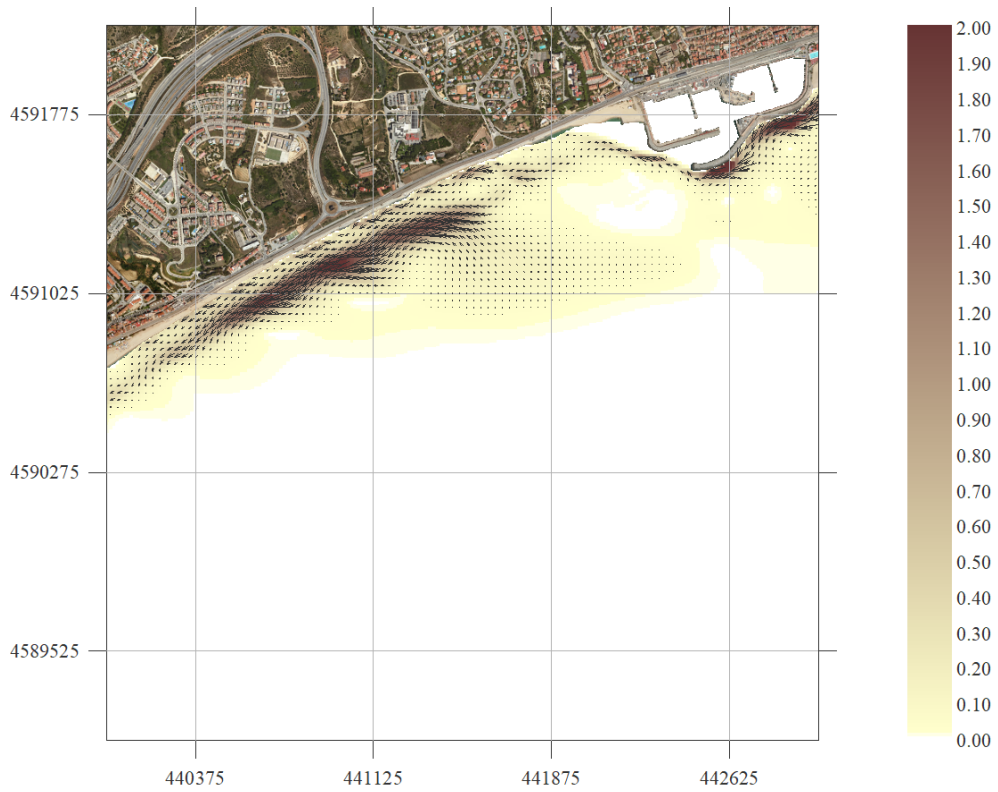


Figura 9. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 67.5^\circ$

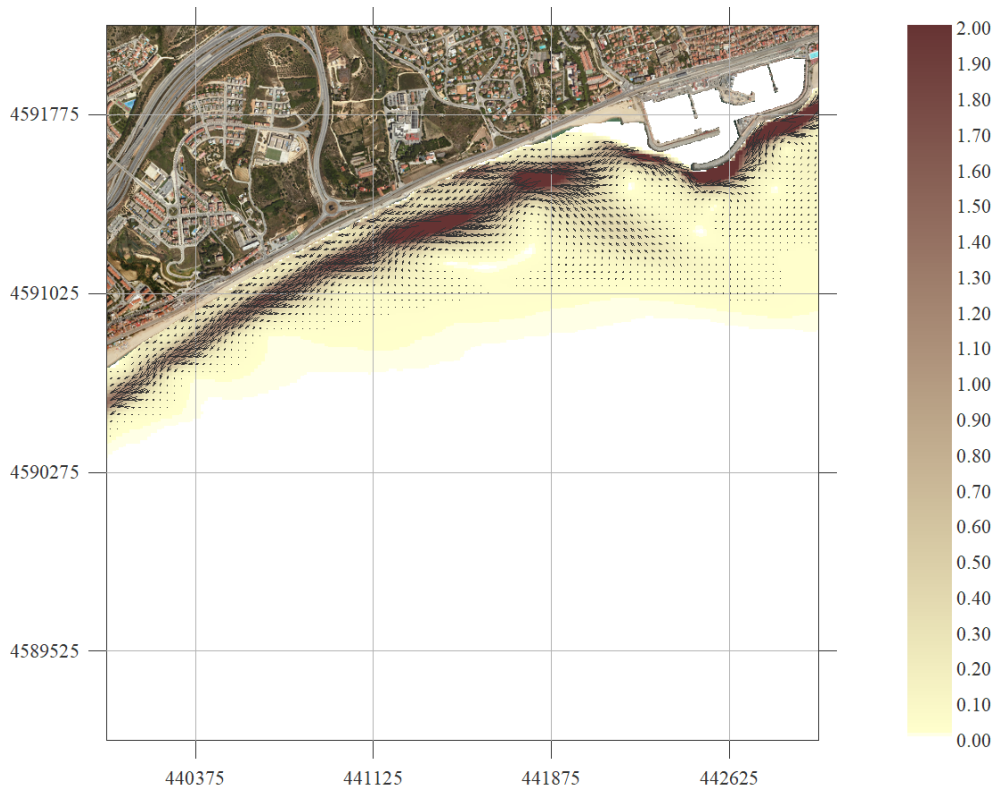


Figura 10. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 90^\circ$

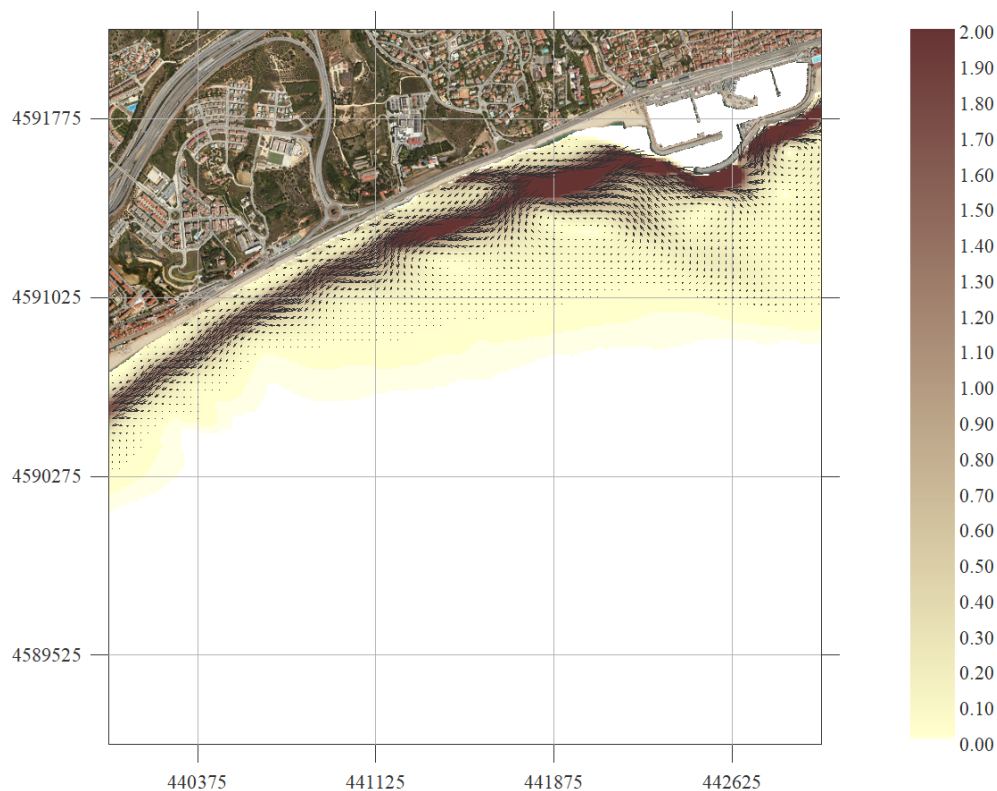


Figura 11. Malla E. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 112.5^\circ$

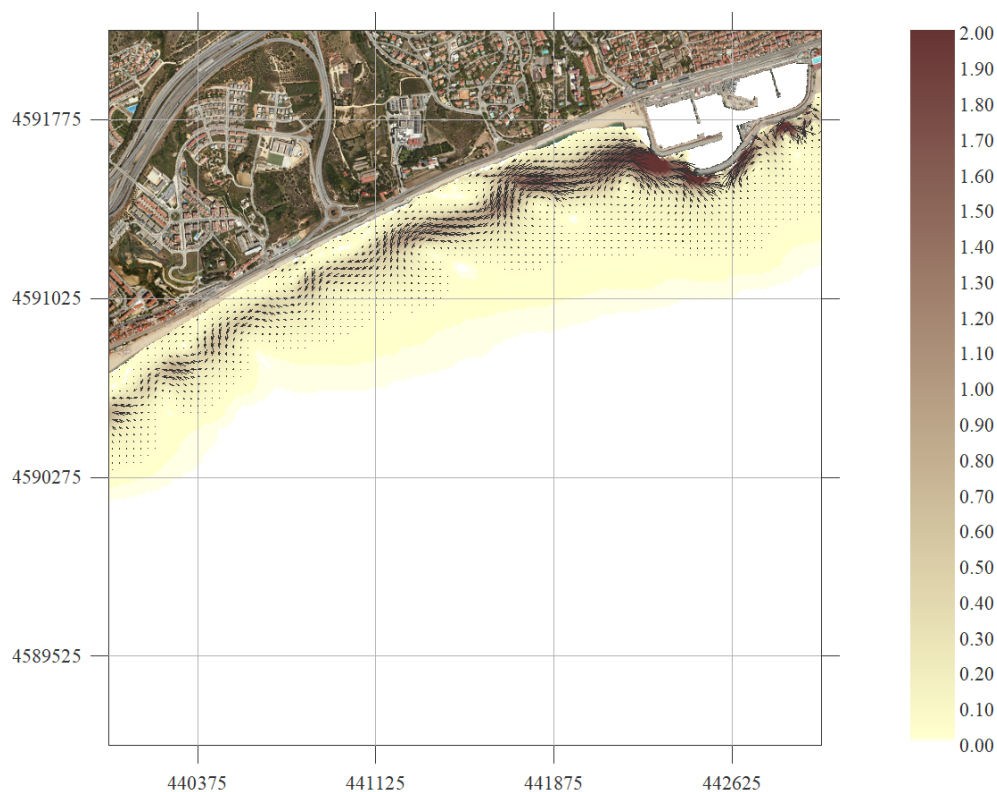


Figura 12. Malla SE. $H_s = 3$ m; $T_p = 9$ s; $Dir = 135^\circ$

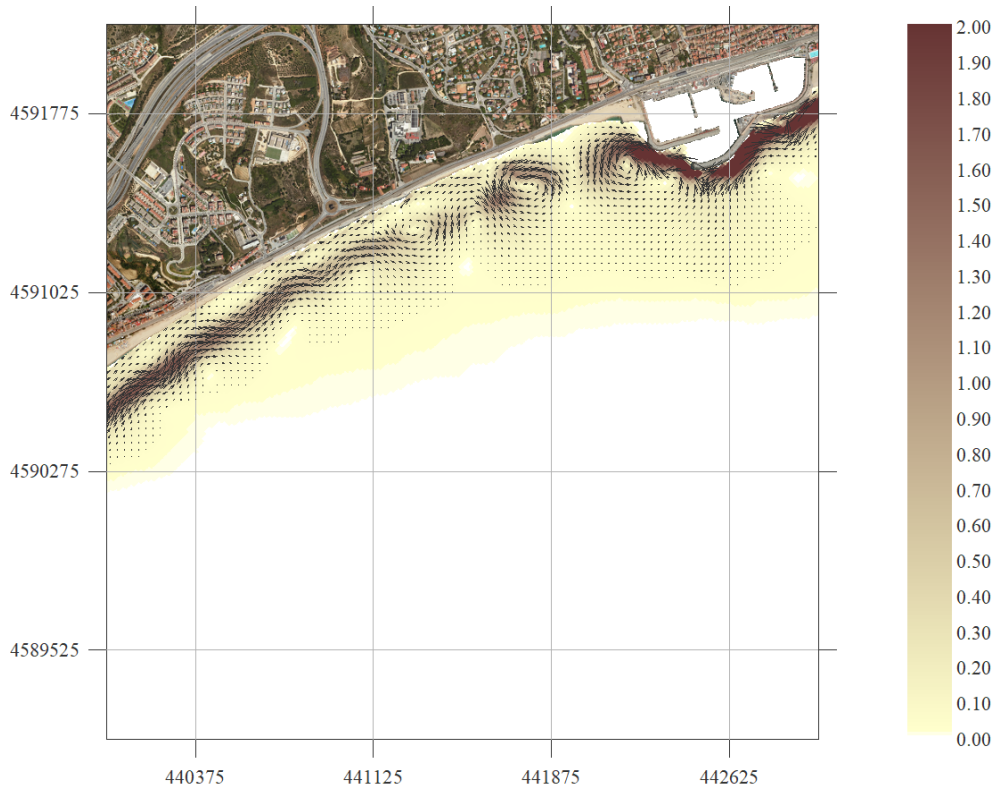


Figura 13. Malla SE. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 157.5^\circ$

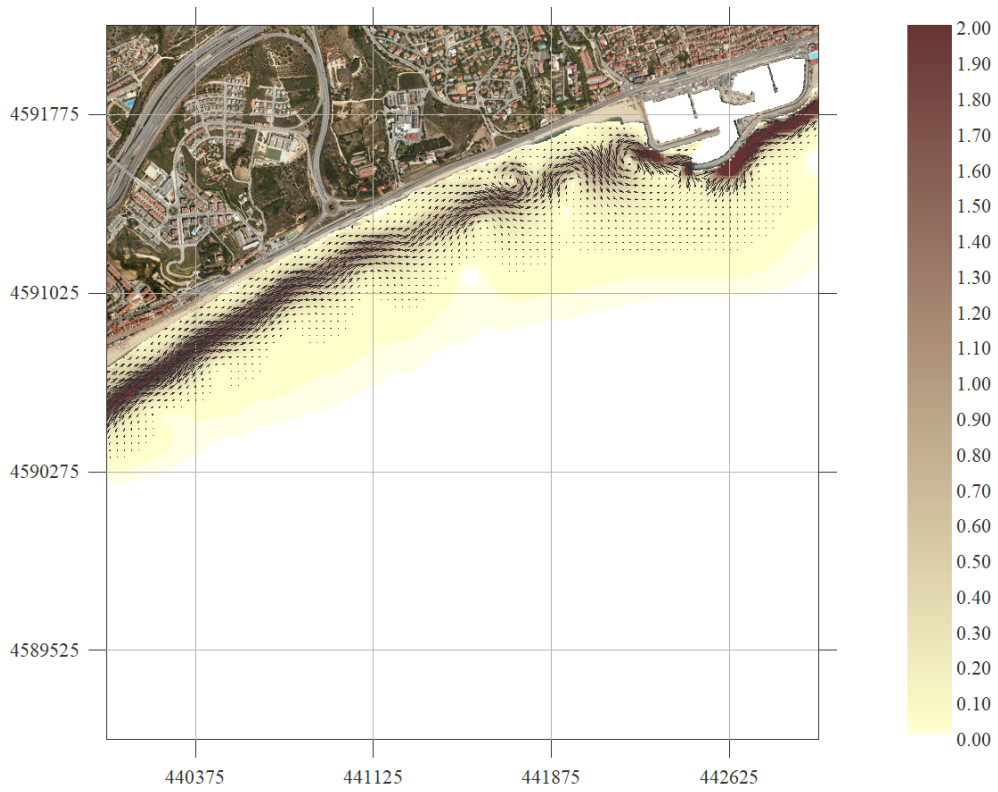


Figura 14. Malla S. $H_s = 3 \text{ m}$; $T_p = 9 \text{ s}$; $\text{Dir} = 180^\circ$

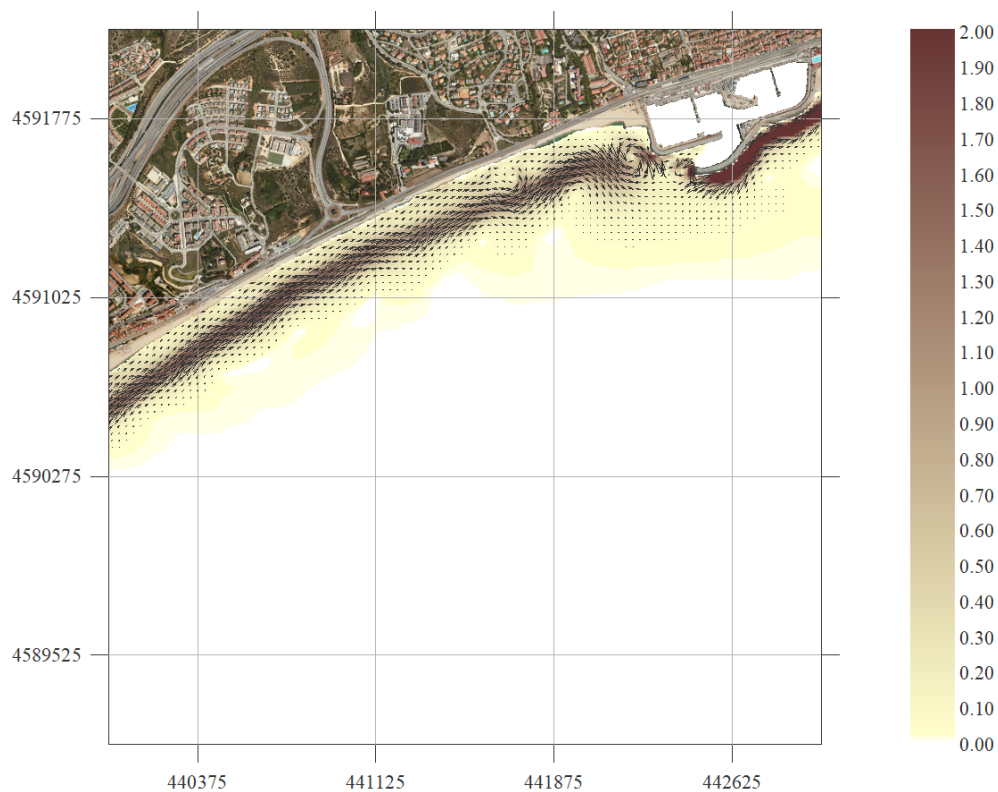


Figura 15. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 202.5°

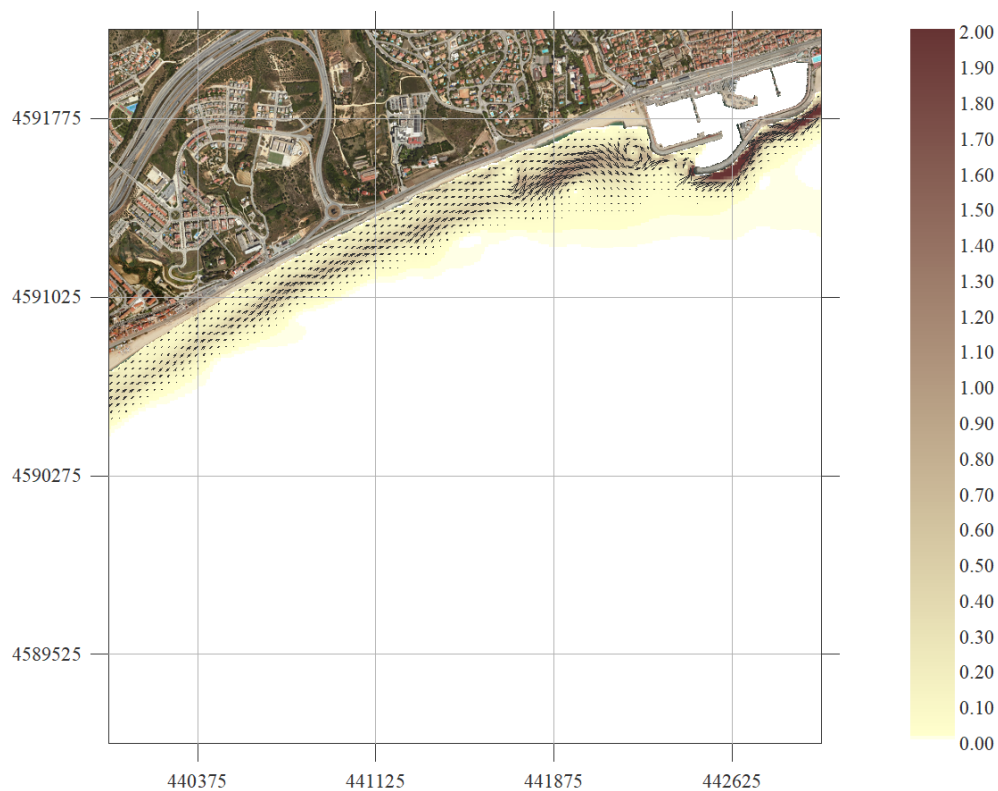


Figura 16. Malla S. Hs = 3 m; Tp = 9 s; Dir = 225°

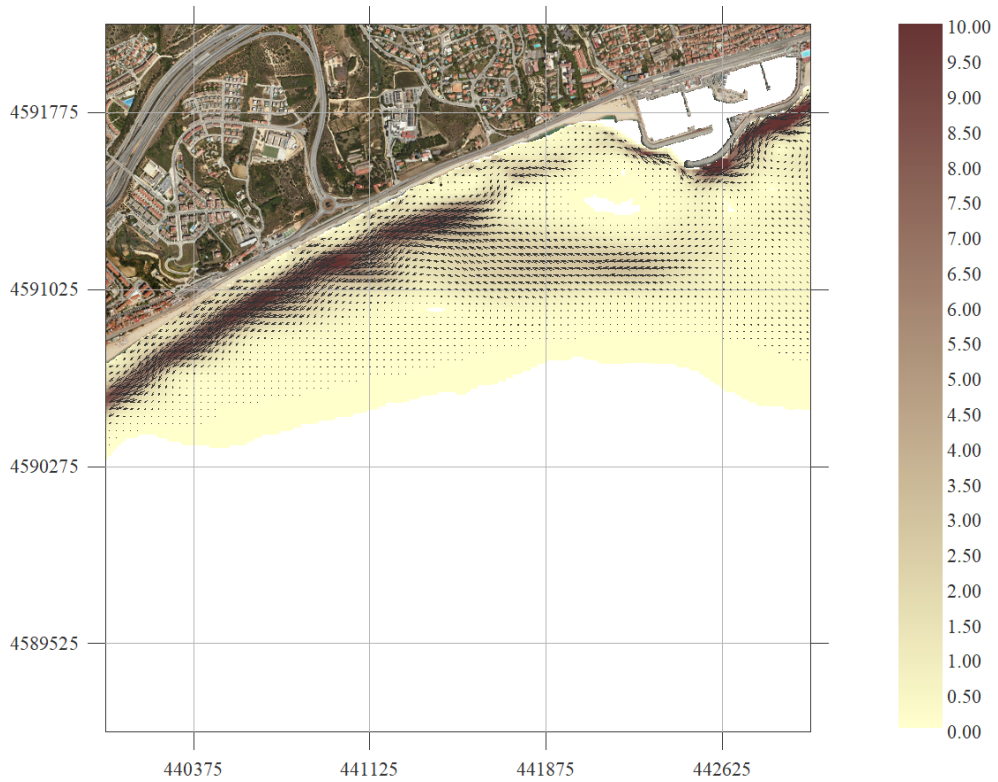


Figura 17. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 67.5°

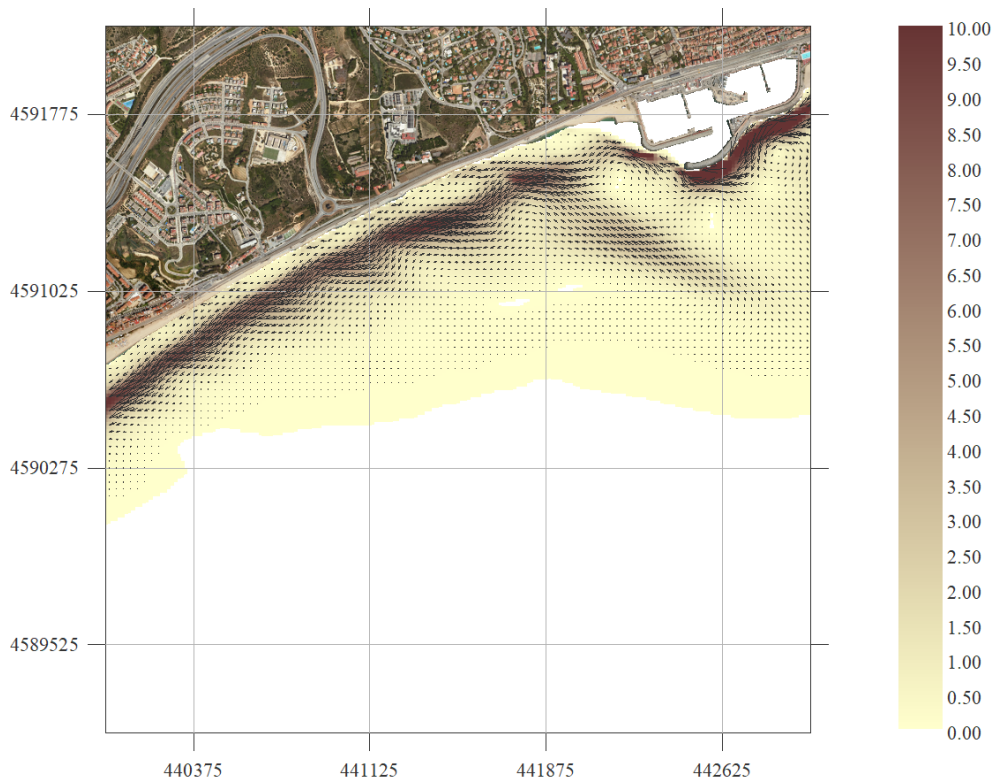


Figura 18. Malla E. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 90°

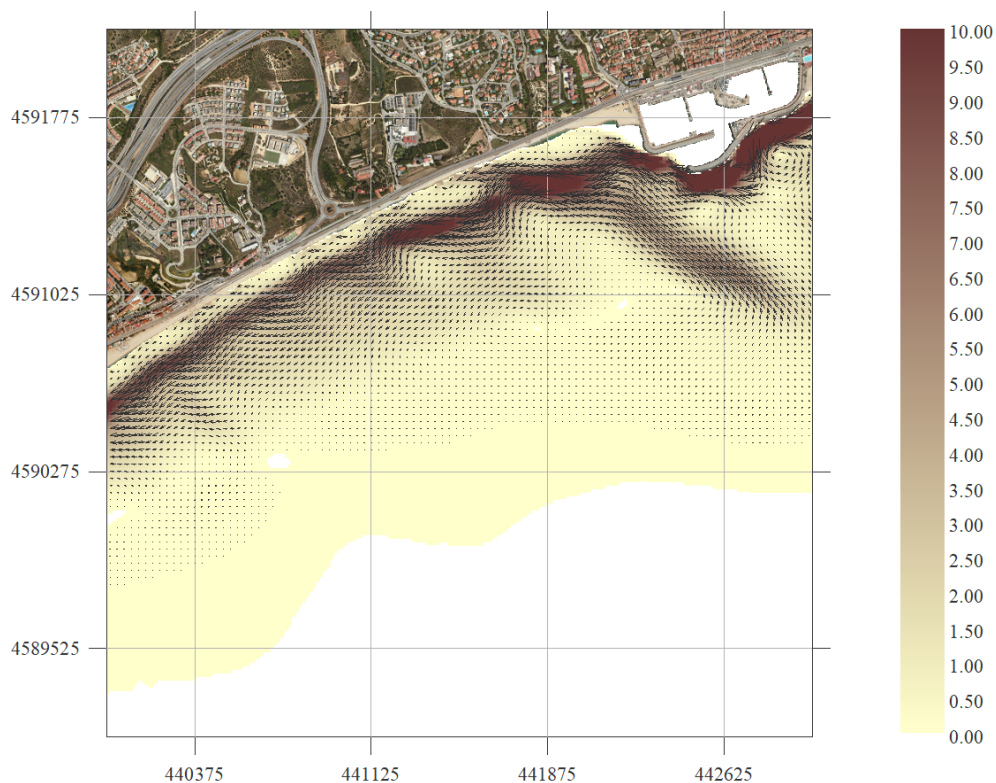


Figura 19. Malla E. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 112.5^\circ$

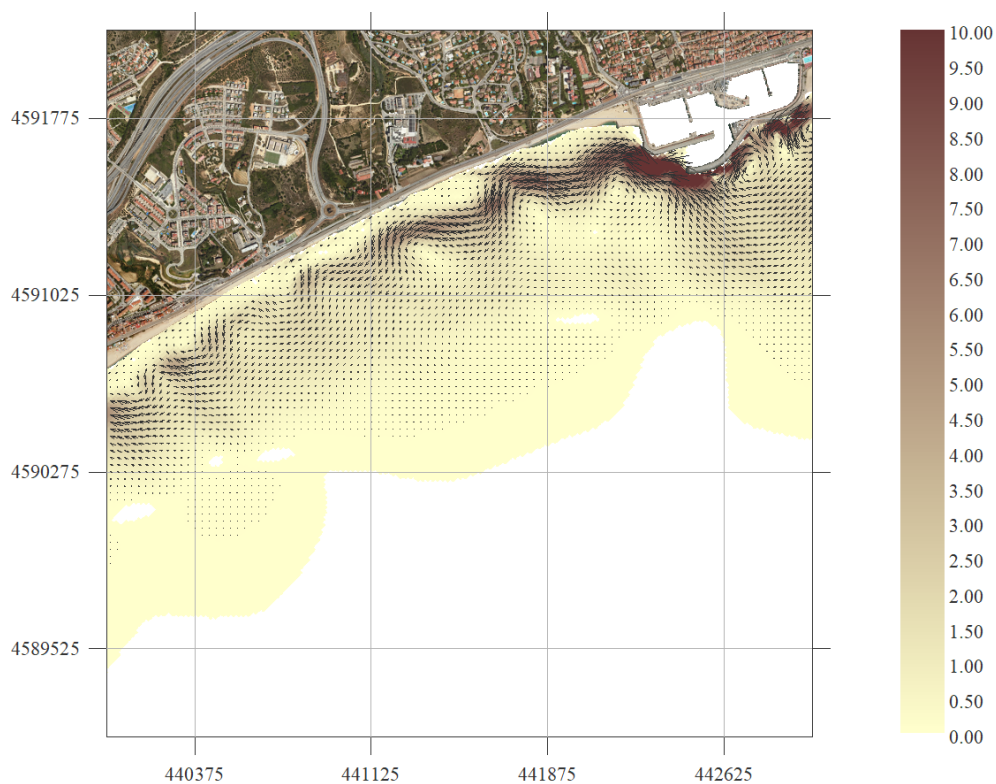


Figura 20. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 135^\circ$

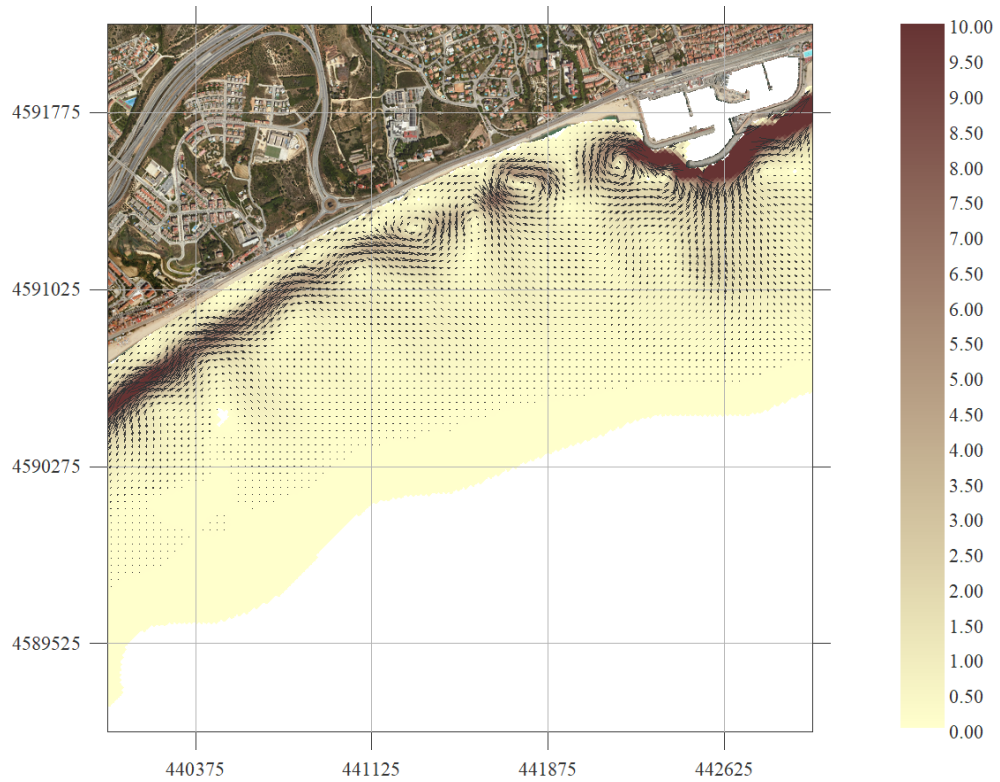


Figura 21. Malla SE. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 157.5^\circ$

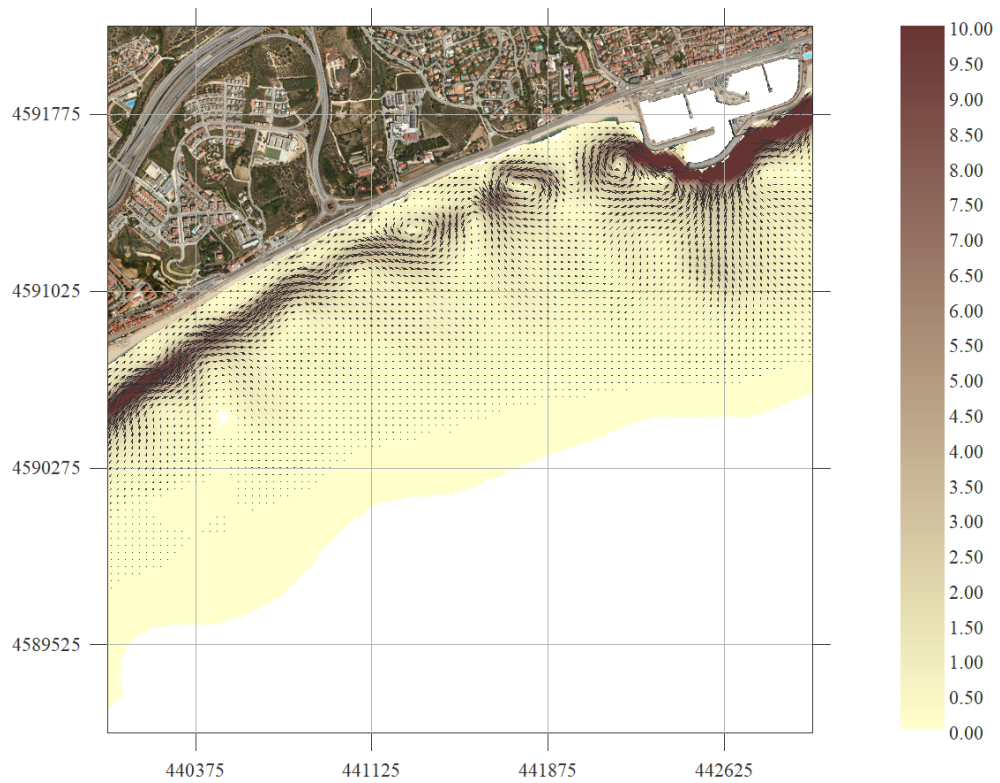


Figura 22. Malla S. $H_s = 5$ m; $T_p = 12$ s; $Dir = 180^\circ$

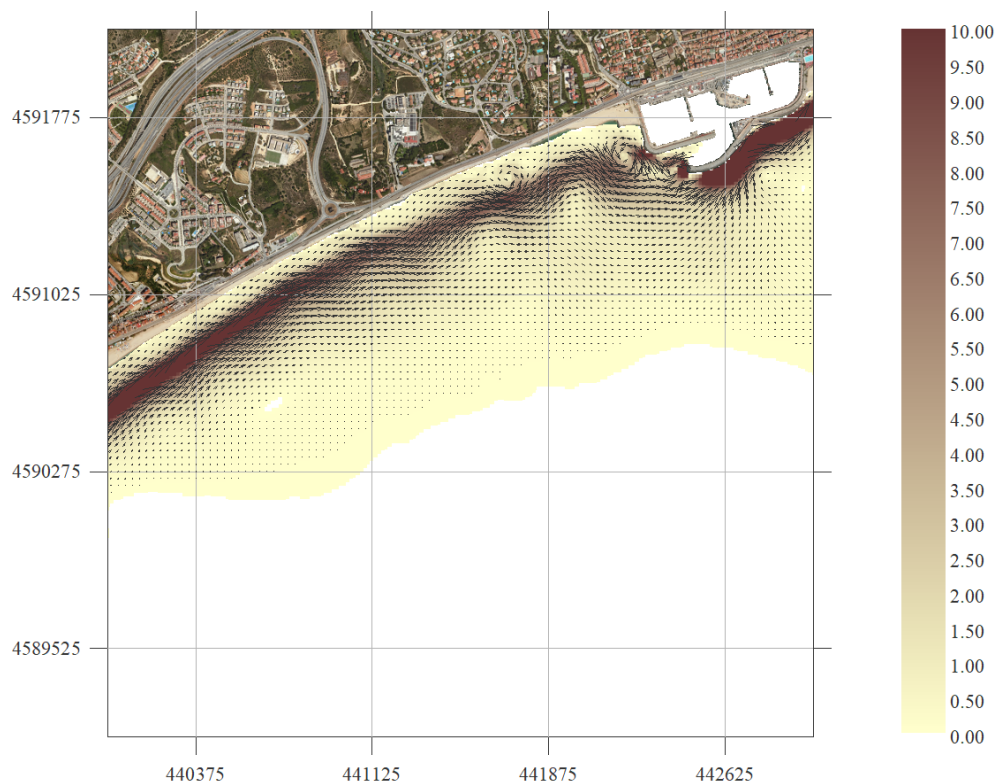


Figura 23. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 202.5°

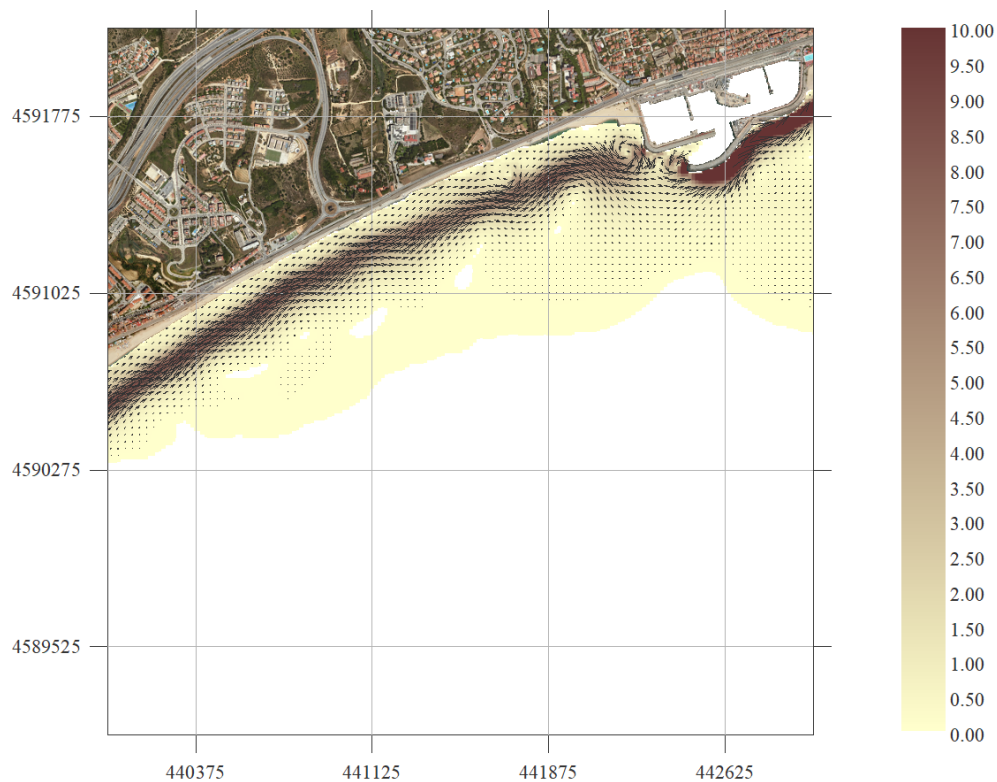


Figura 24. Malla S. Hs = 5 m; Tp = 12 s; Dir = 225°

**Annex 12 Evolució de la línia de riba durant el període
1994-2020 (dades de fotografia aèria)**

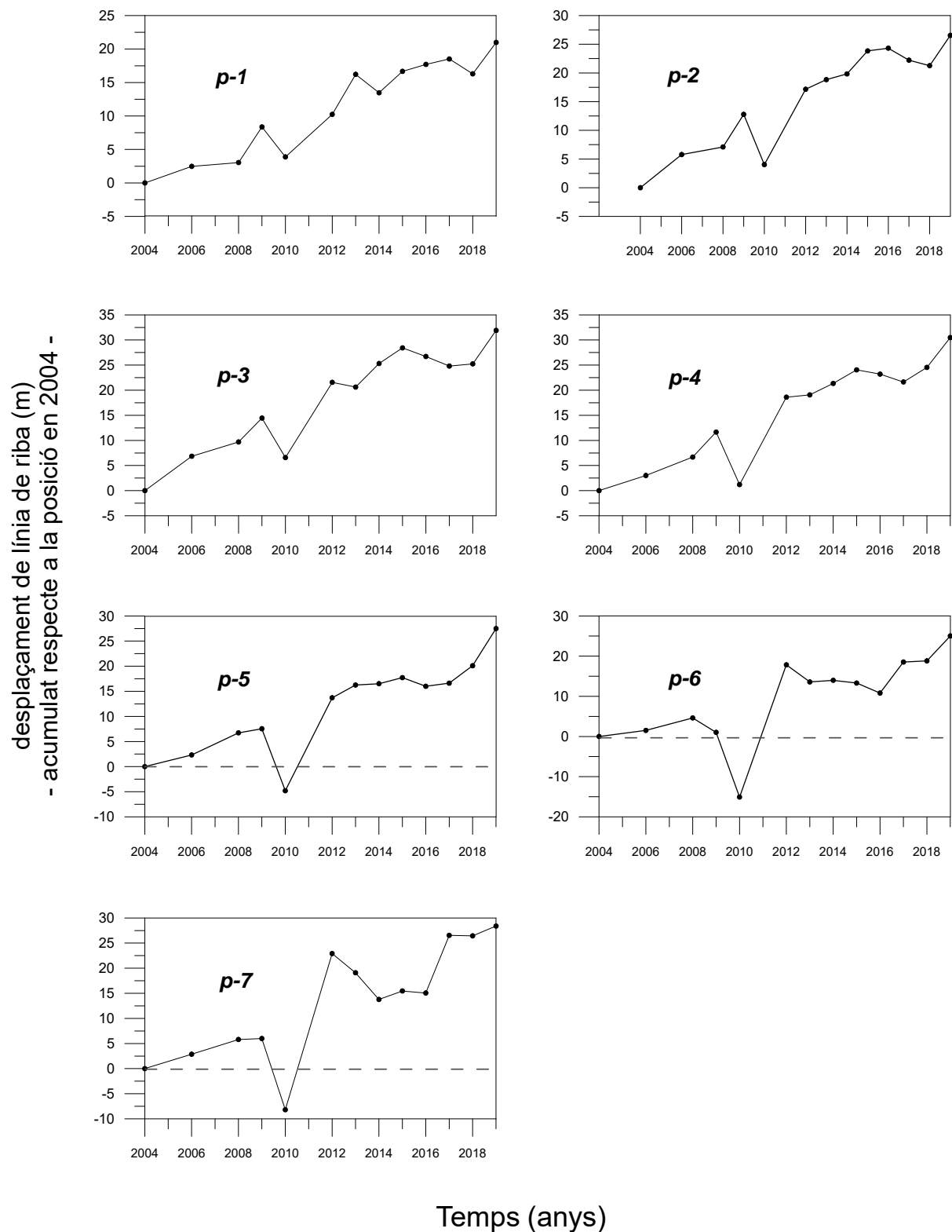


Figura 1. Evolució de línia de riba al sud de la desembocadura del riu Besòs (veure localització de punt de control a la figura 31).

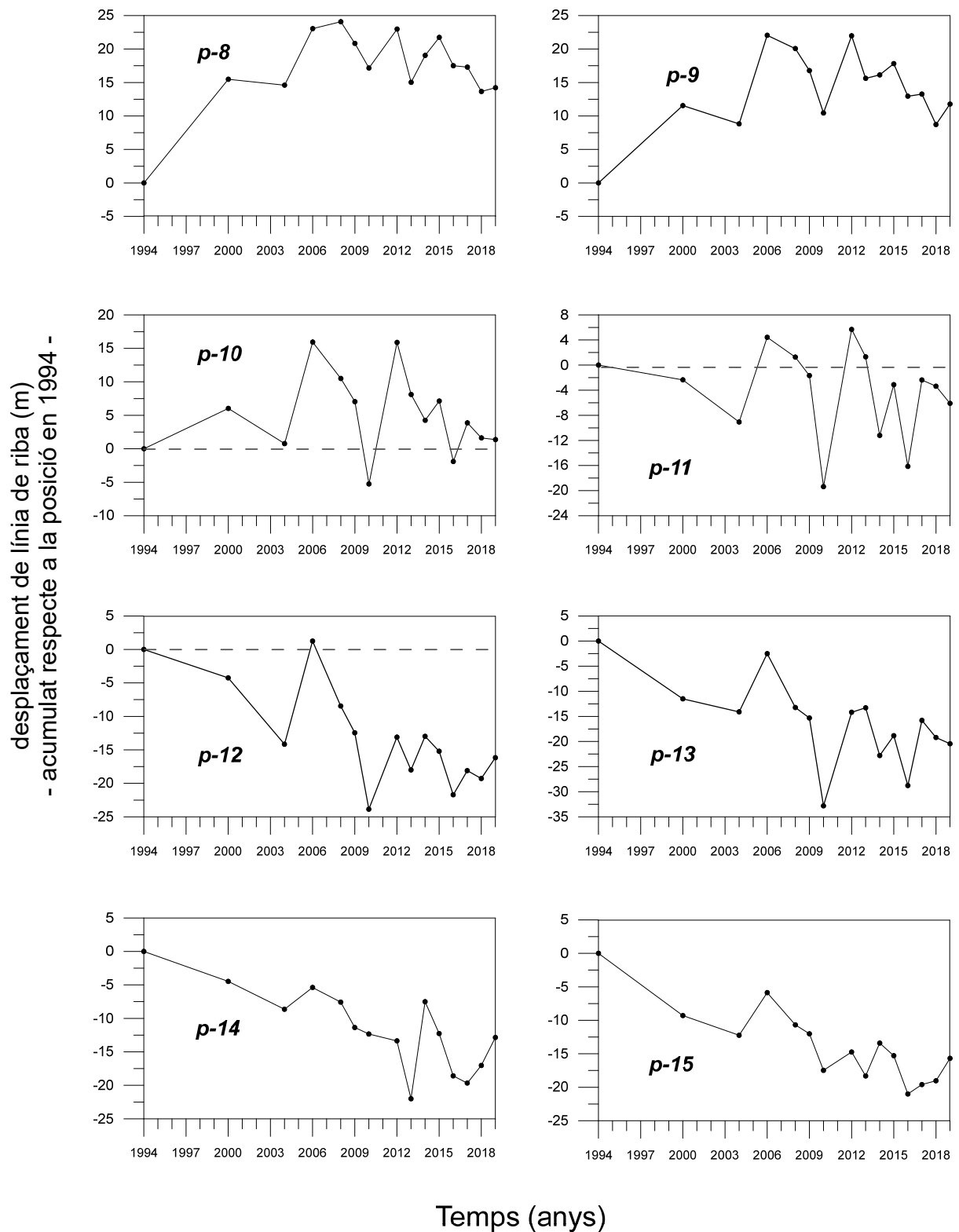


Figura 2. Evolució de la línia de riba entre la desembocadura del riu Besòs i el Port de Badalona (veure localització de punts de control en la figura 31).

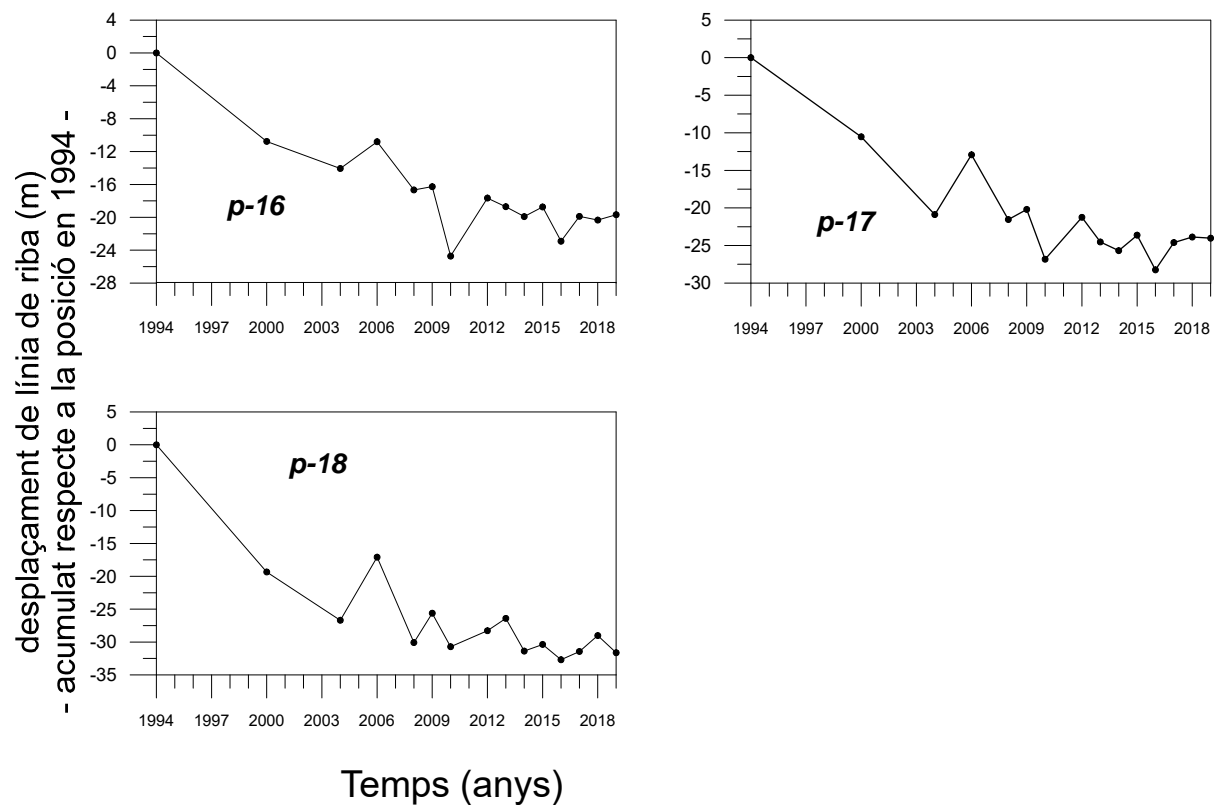


Figura 2 (continuació). Evolució de la línia de riba entre la desembocadura del riu Besòs i el Port de Badalona (veure localització de punts de control en la figura 31).

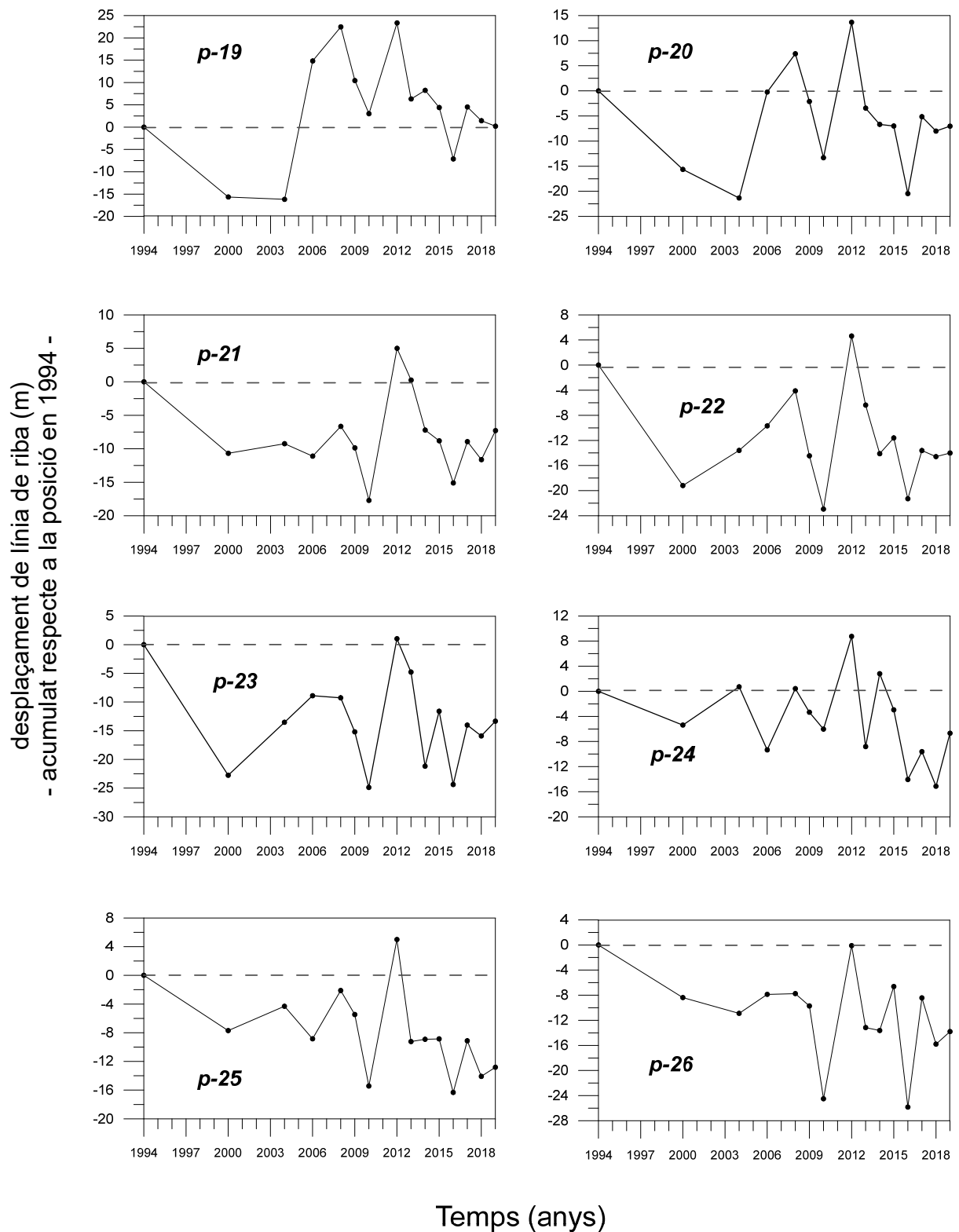


Figura 3. Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

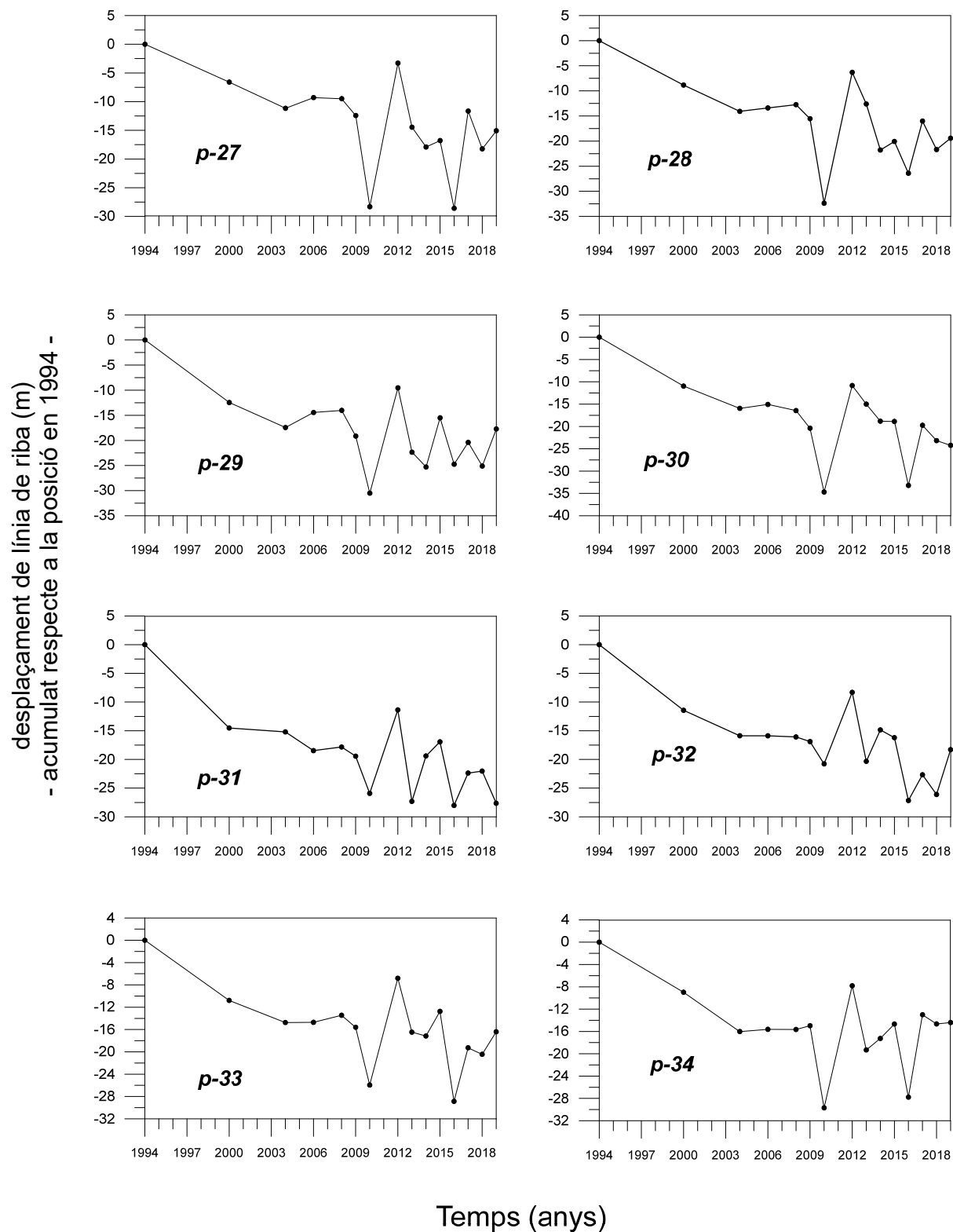


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

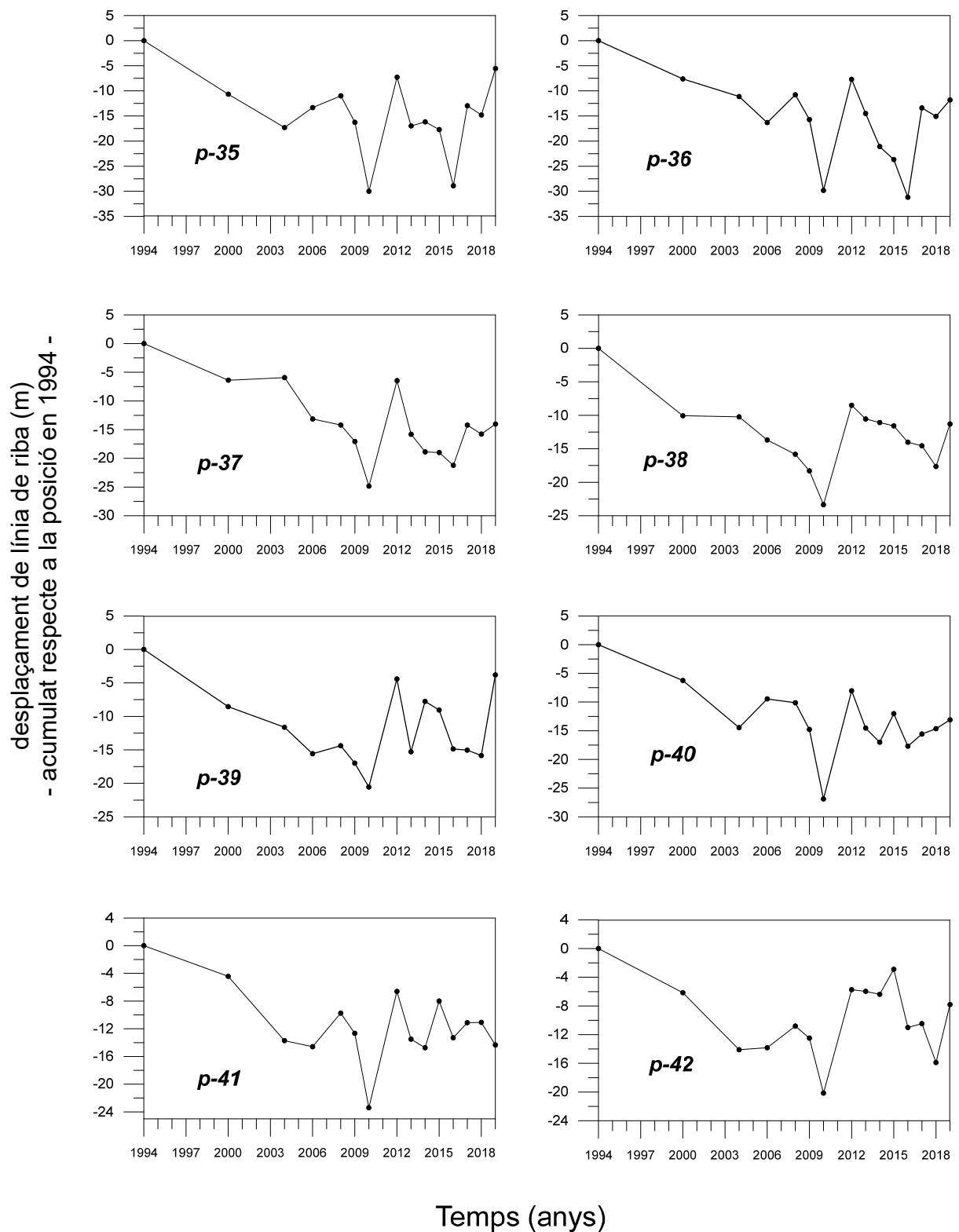


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

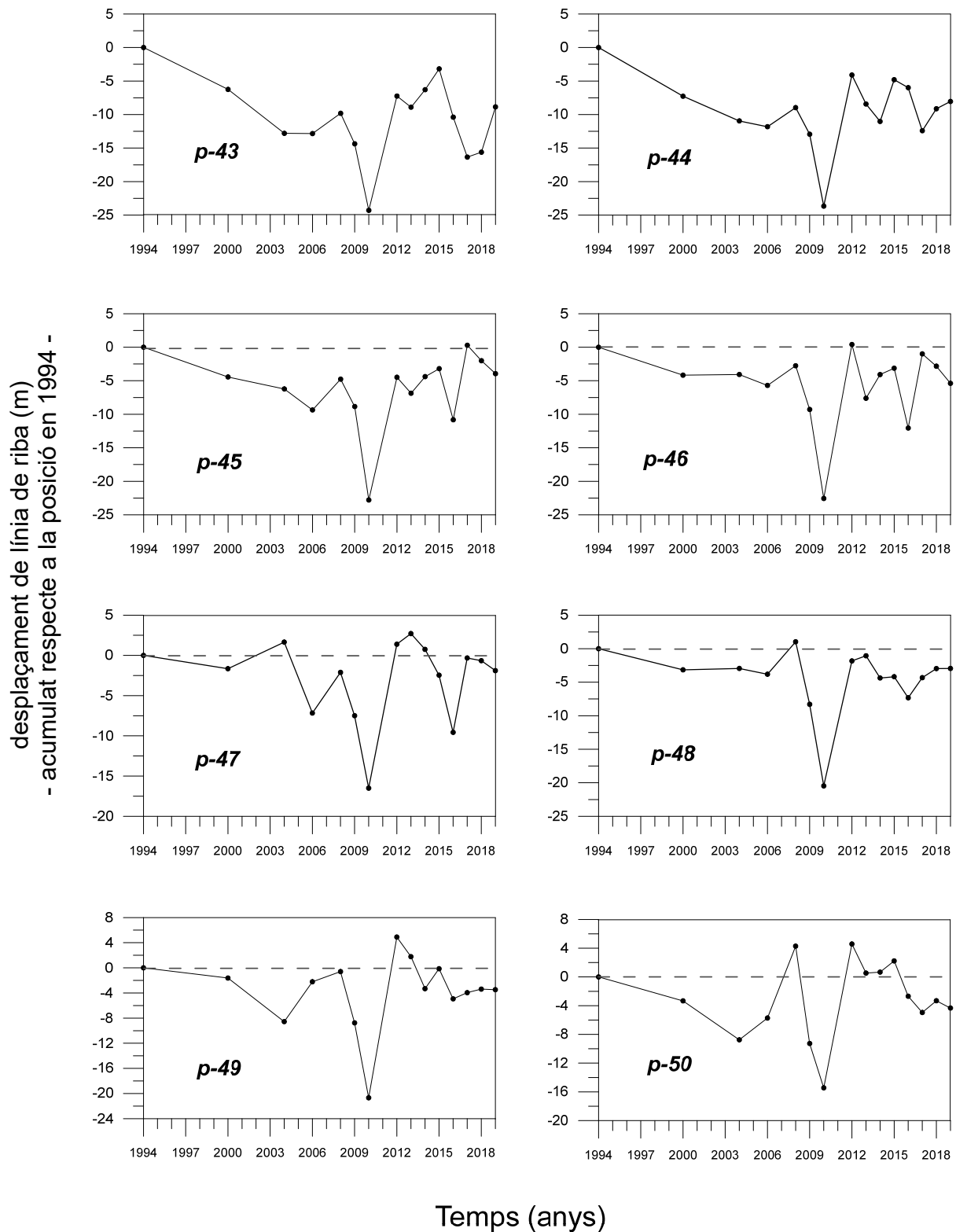


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

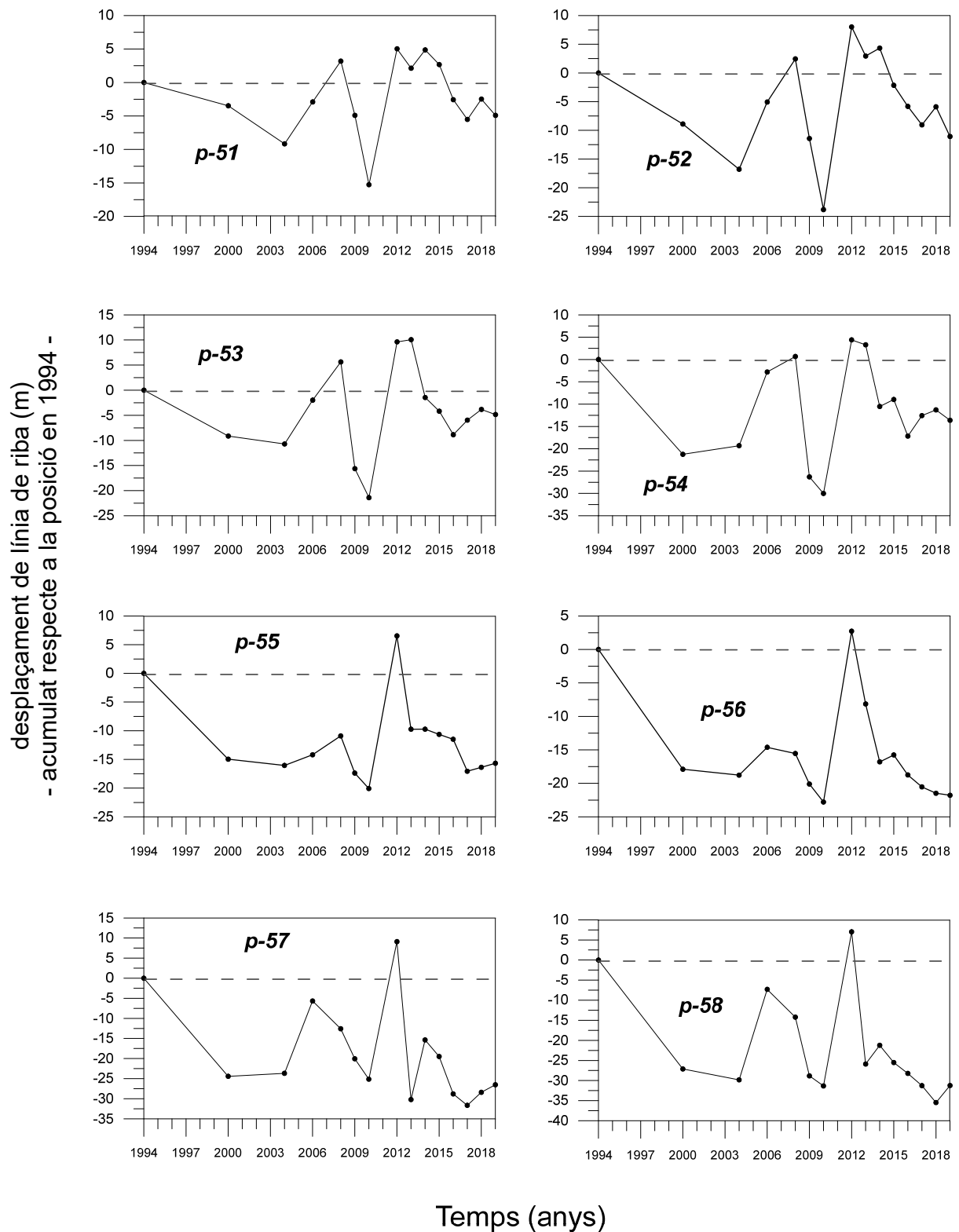


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

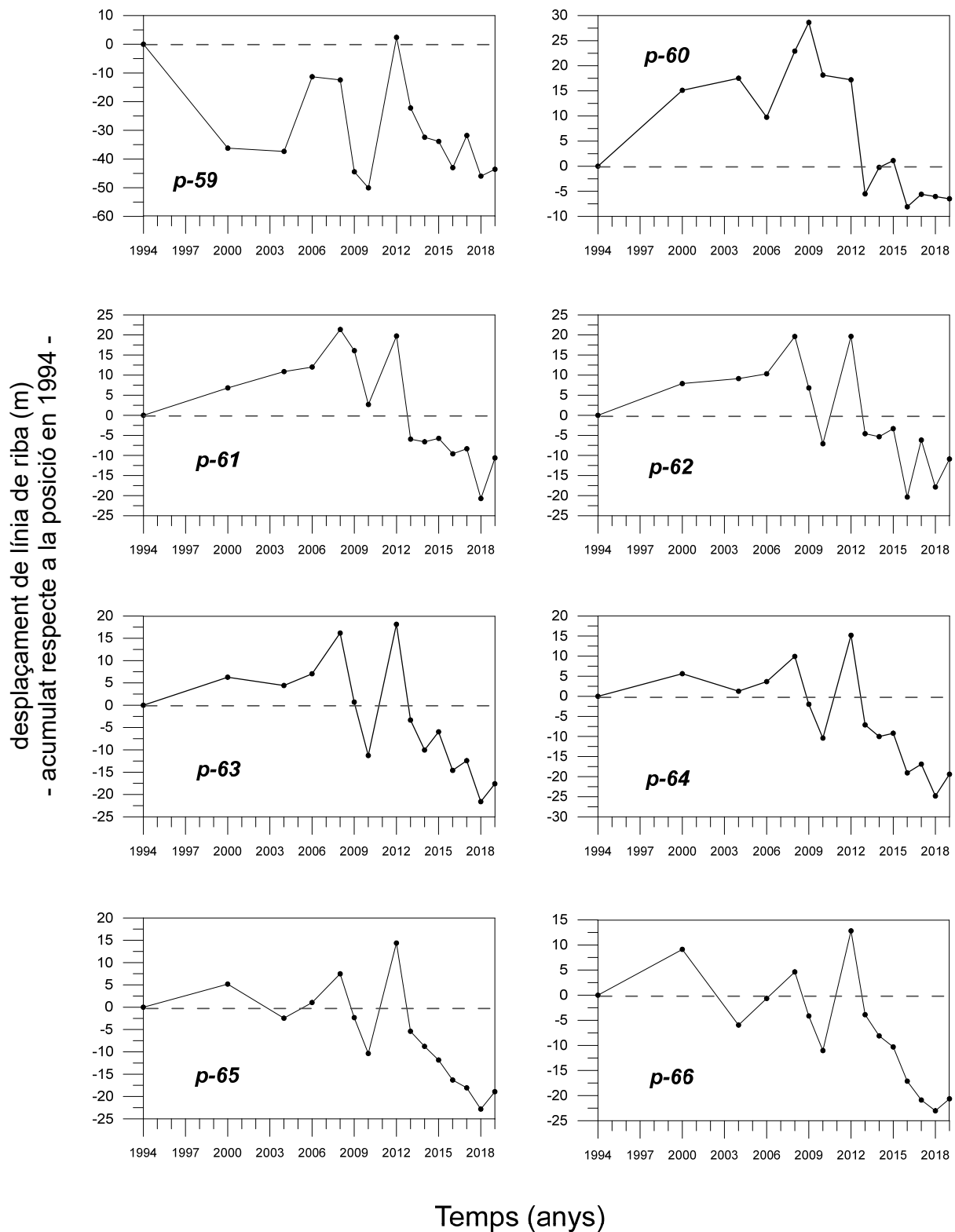


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

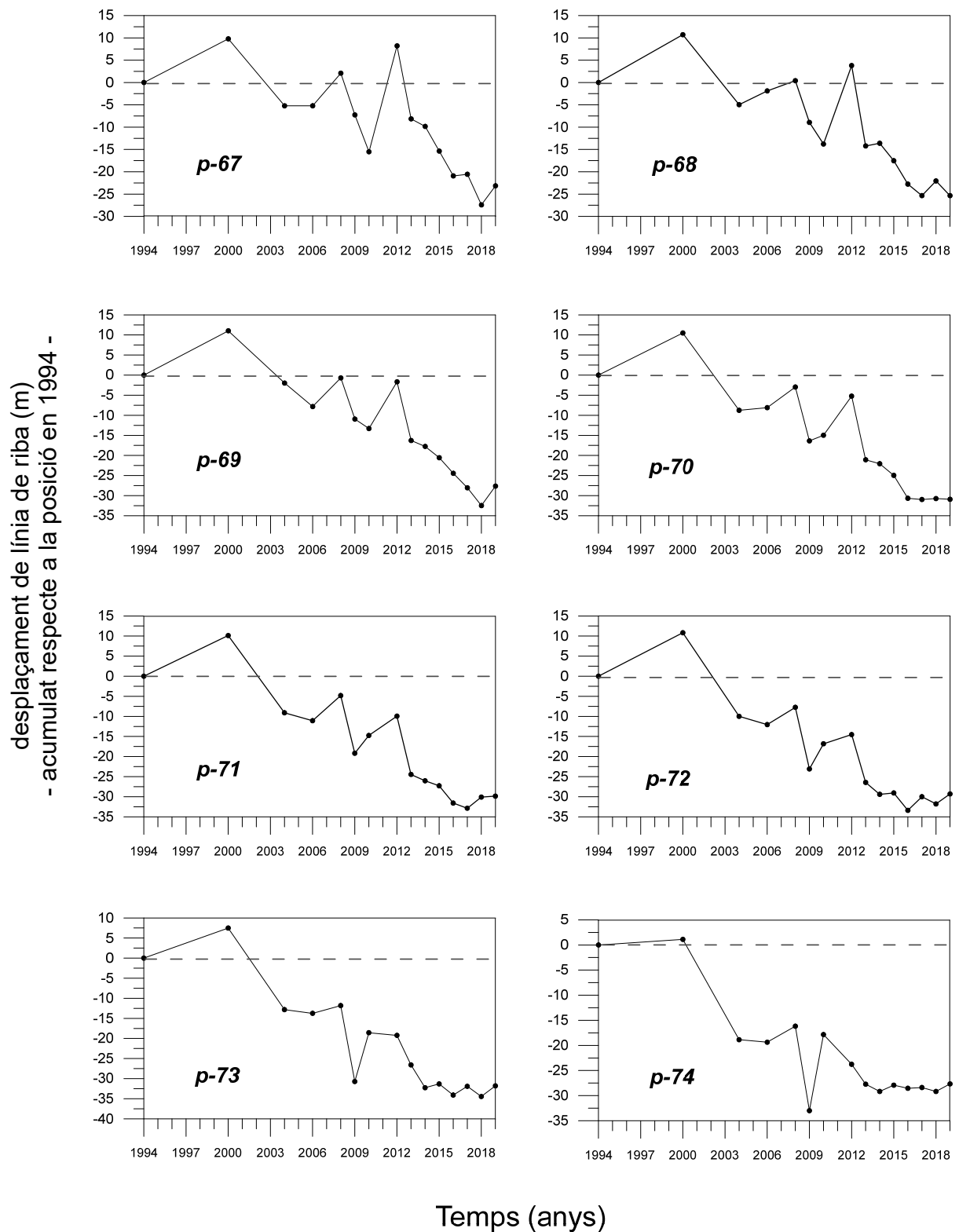


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

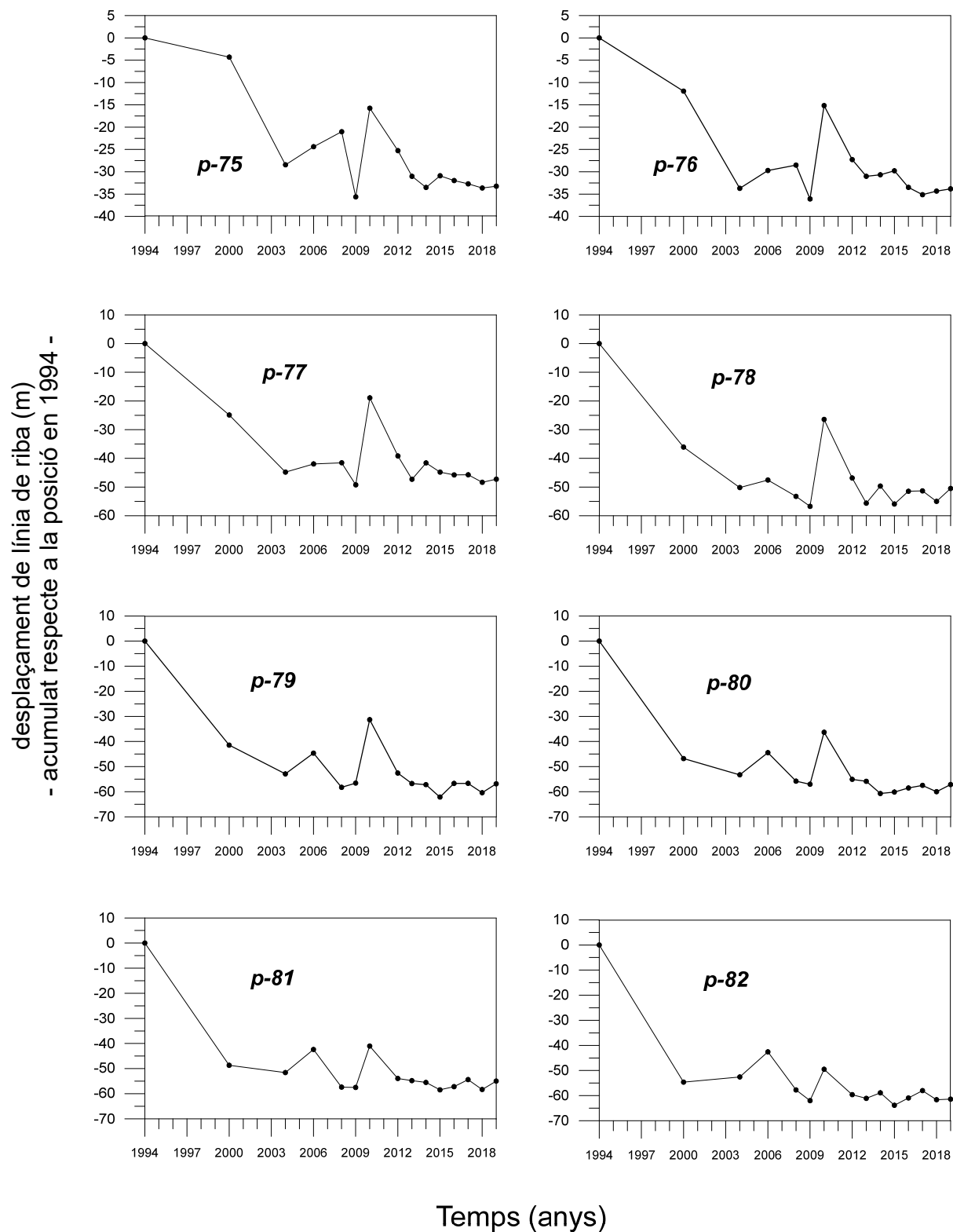


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

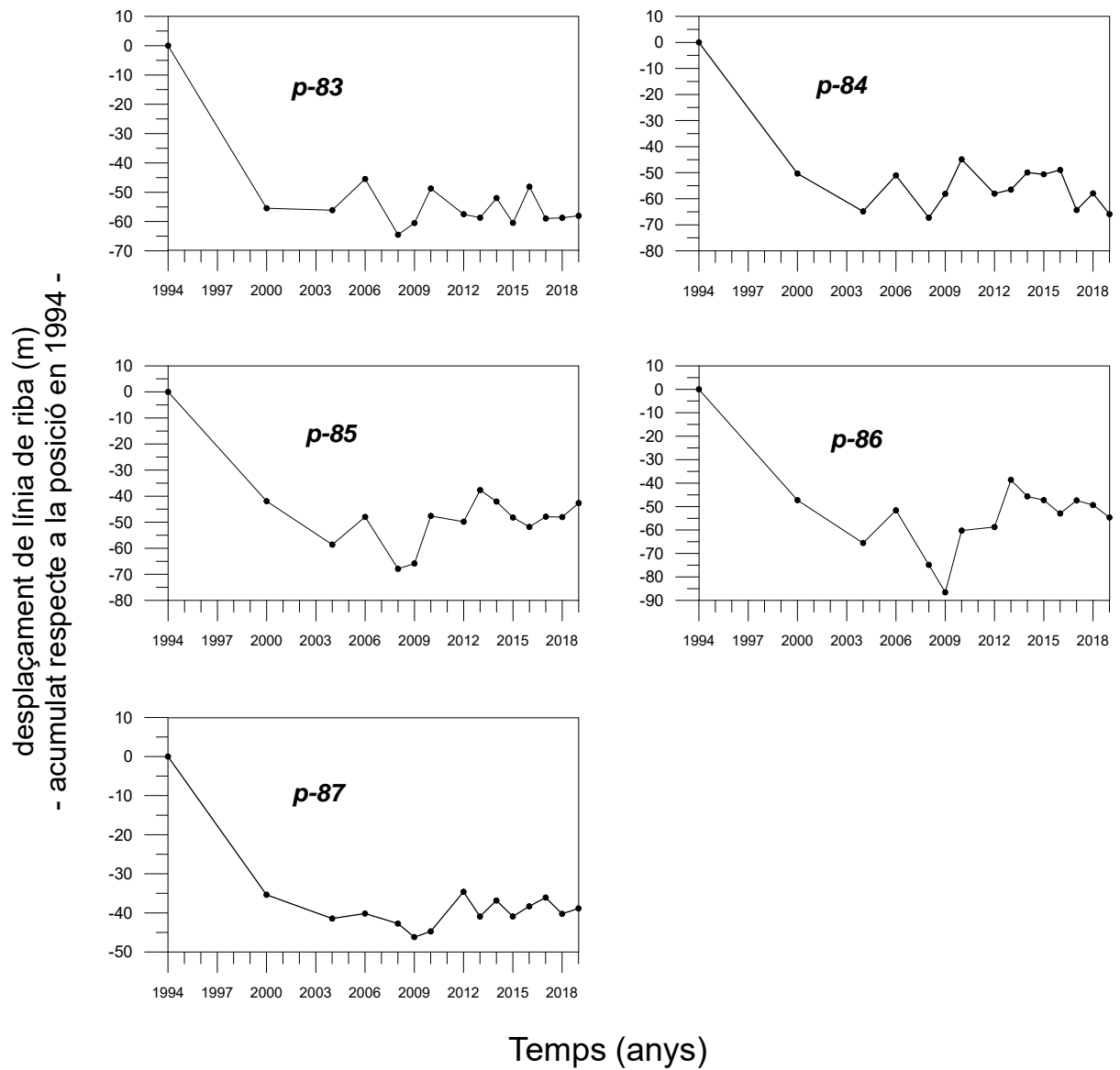


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba entre el Port de Badalona i el Port de Masnou la (veure localització de punts de control en la figura 31).

**Annex 13 Evolució de la línia de riba durant el període
2001-2020 (dades d'amplada de platja mensuals)**

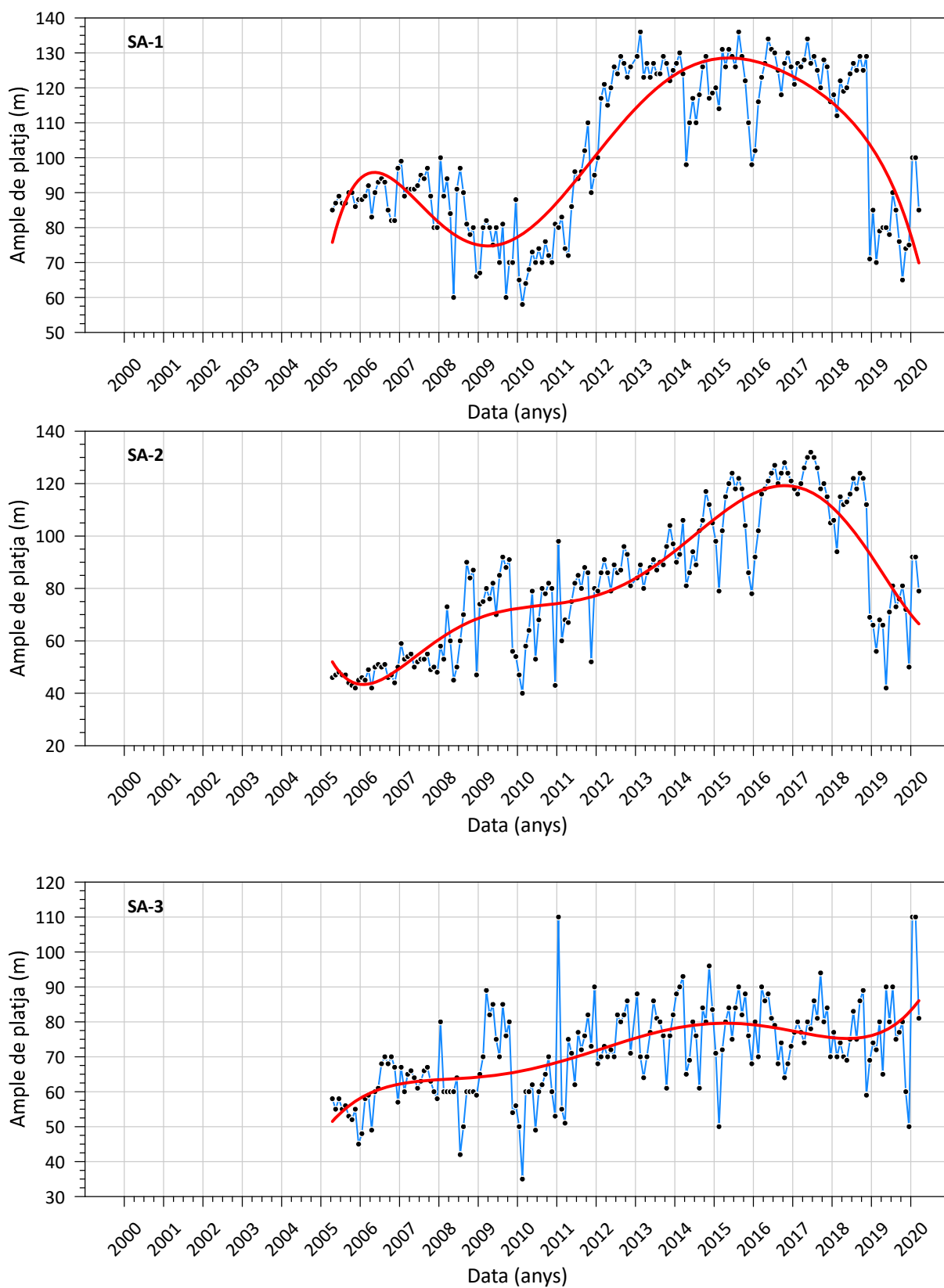


Figura 1. Evolució de la línia de riba al municipi de Sant Adrià del Besòs.

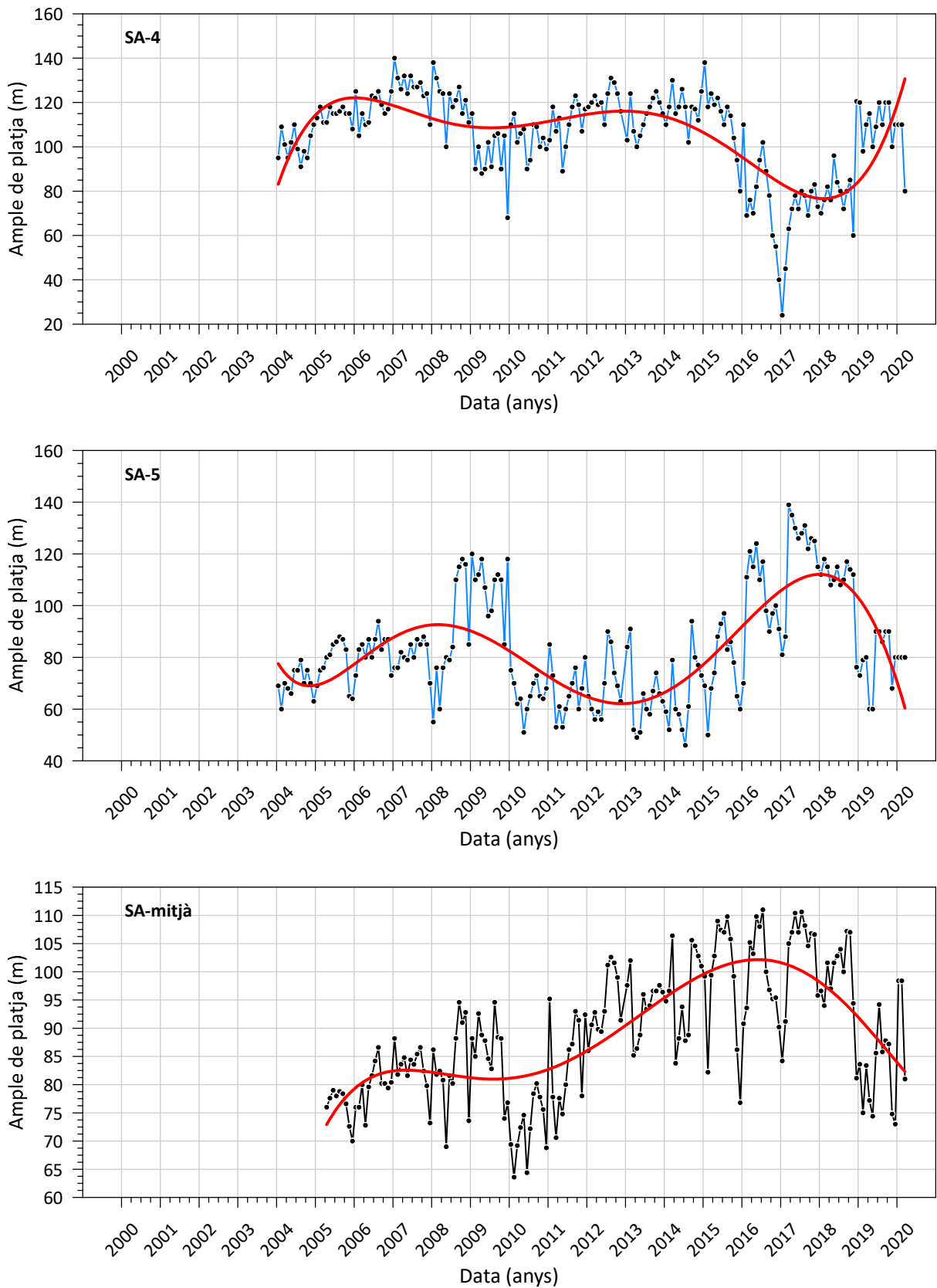


Figura 1 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Sant Adrià del Besòs.

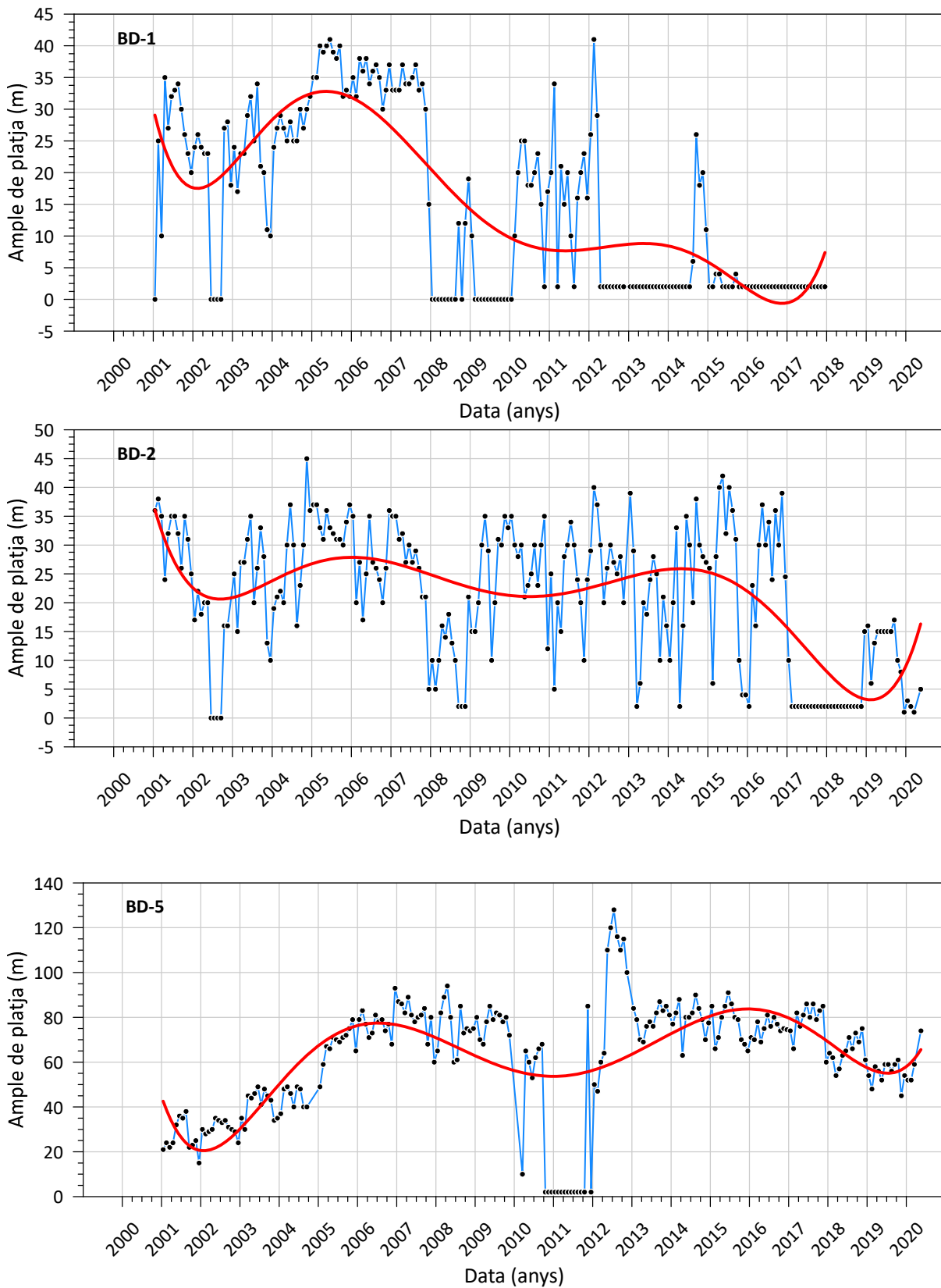


Figura 2. Evolució de la línia de riba al municipi de Badalona.

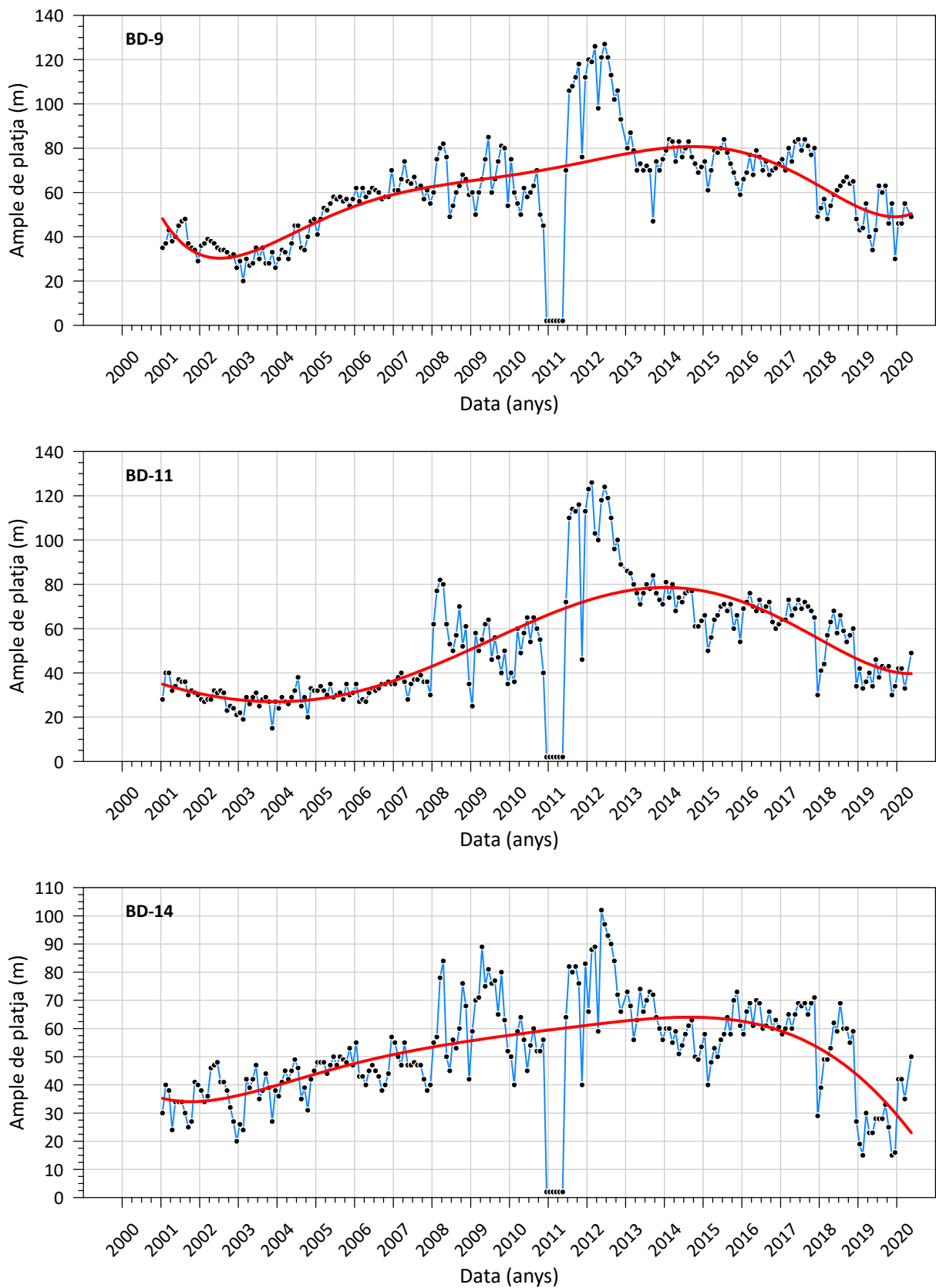


Figura 2 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Badalona.

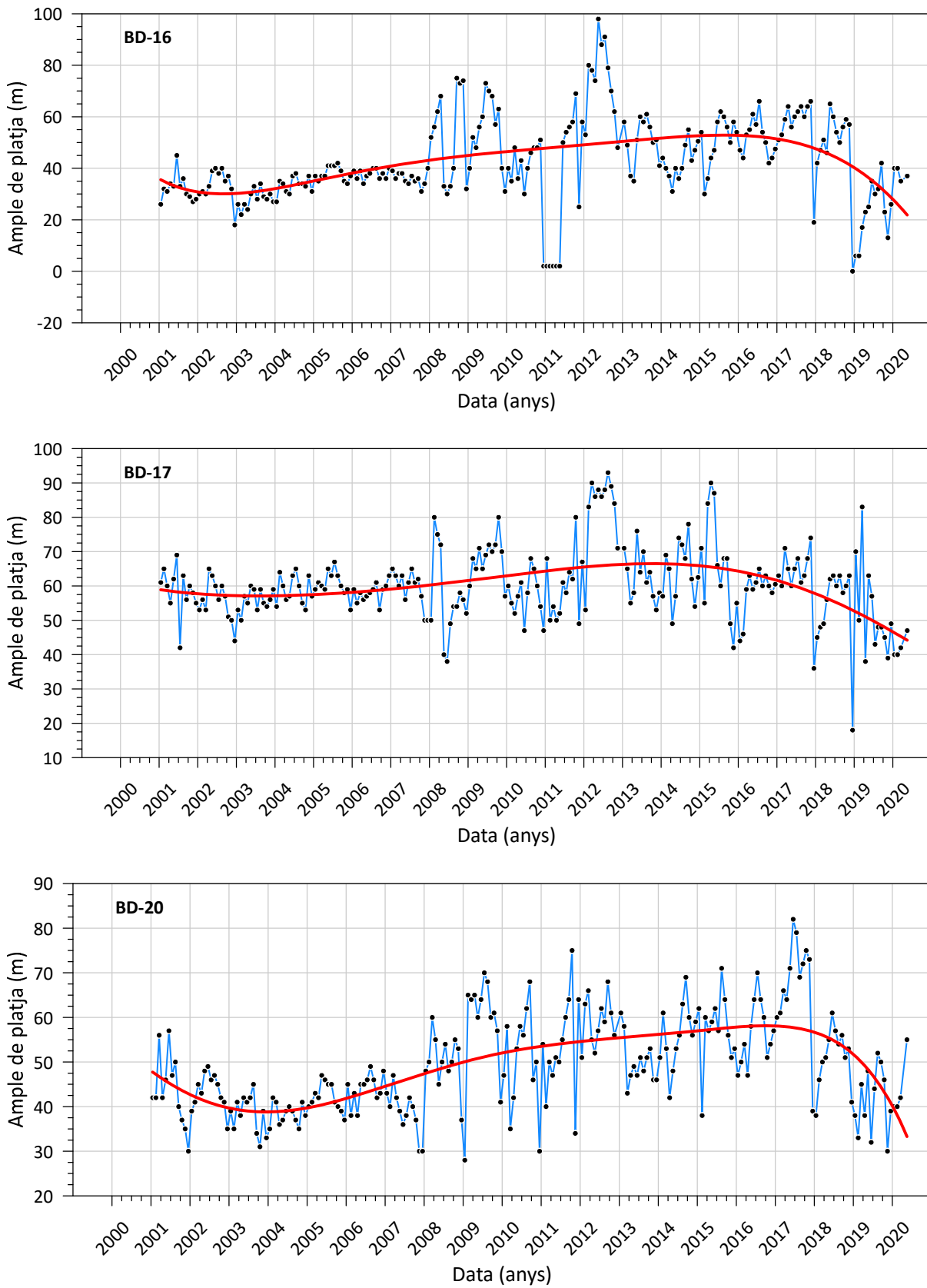


Figura 2 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Badalona.

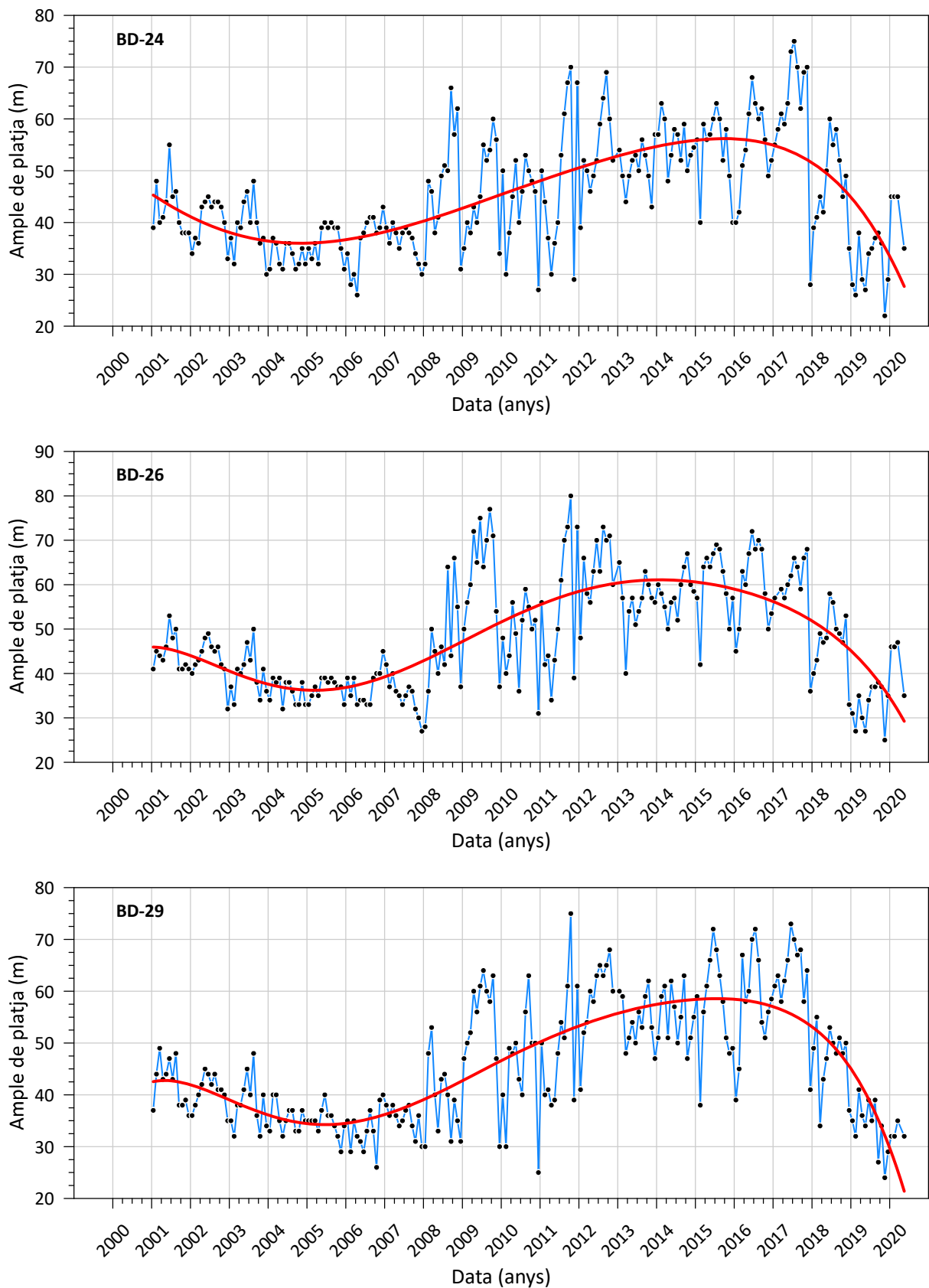


Figura 2 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Badalona.

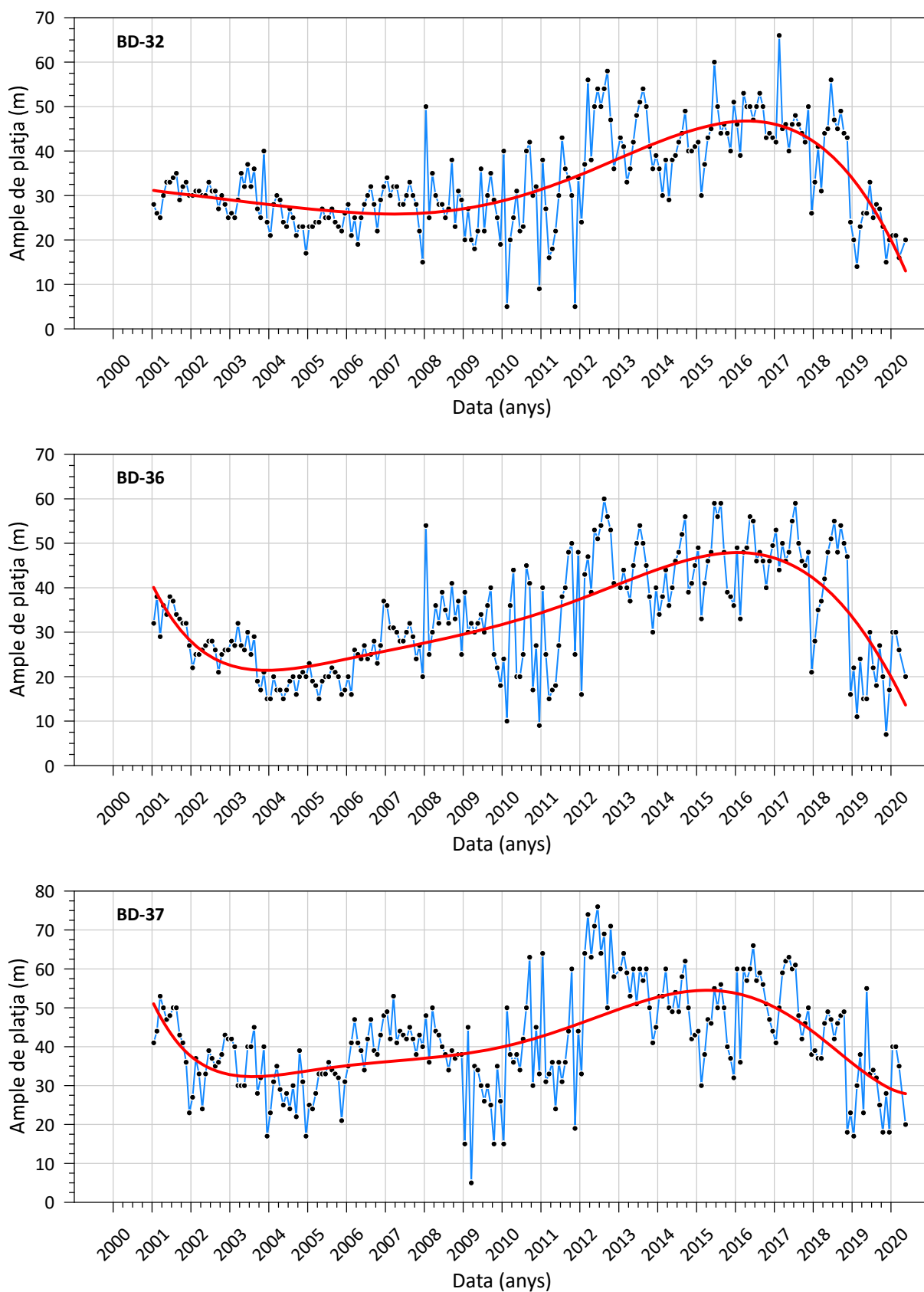


Figura 2 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Badalona.

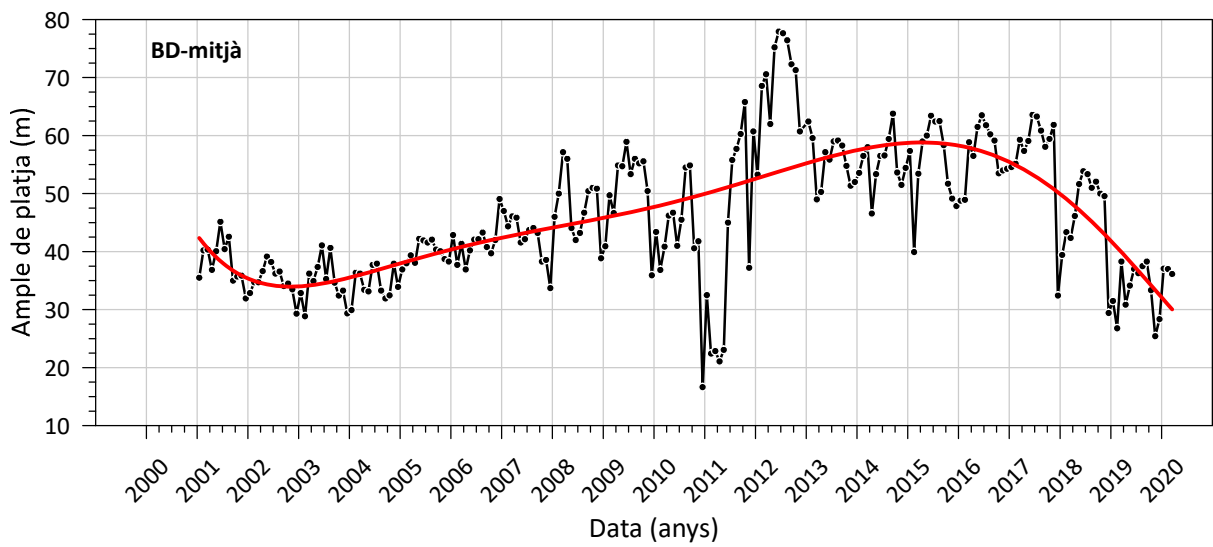
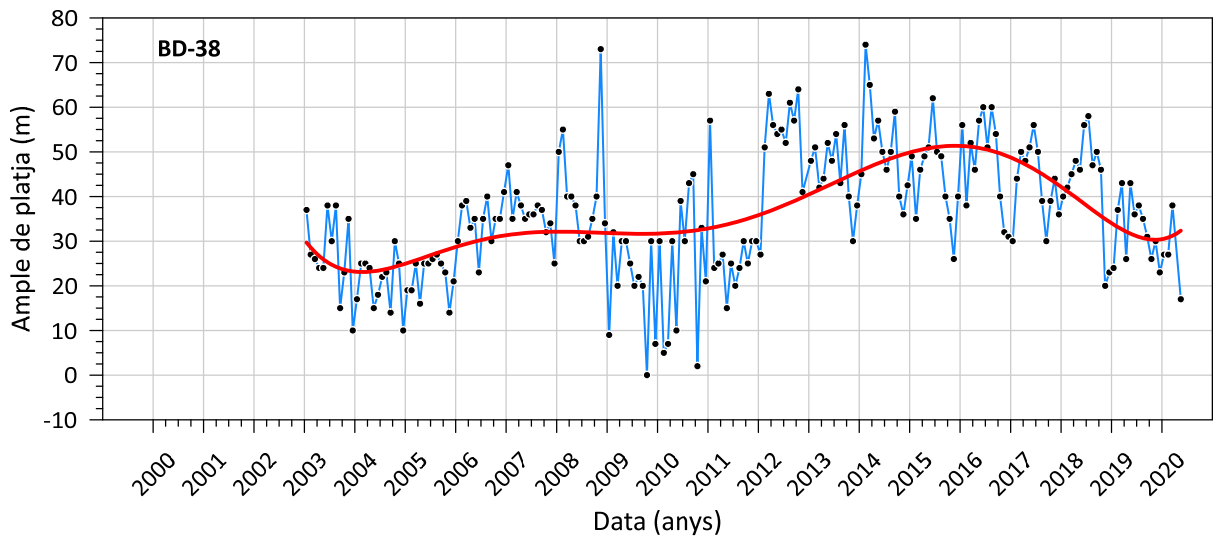


Figura 2 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Badalona.

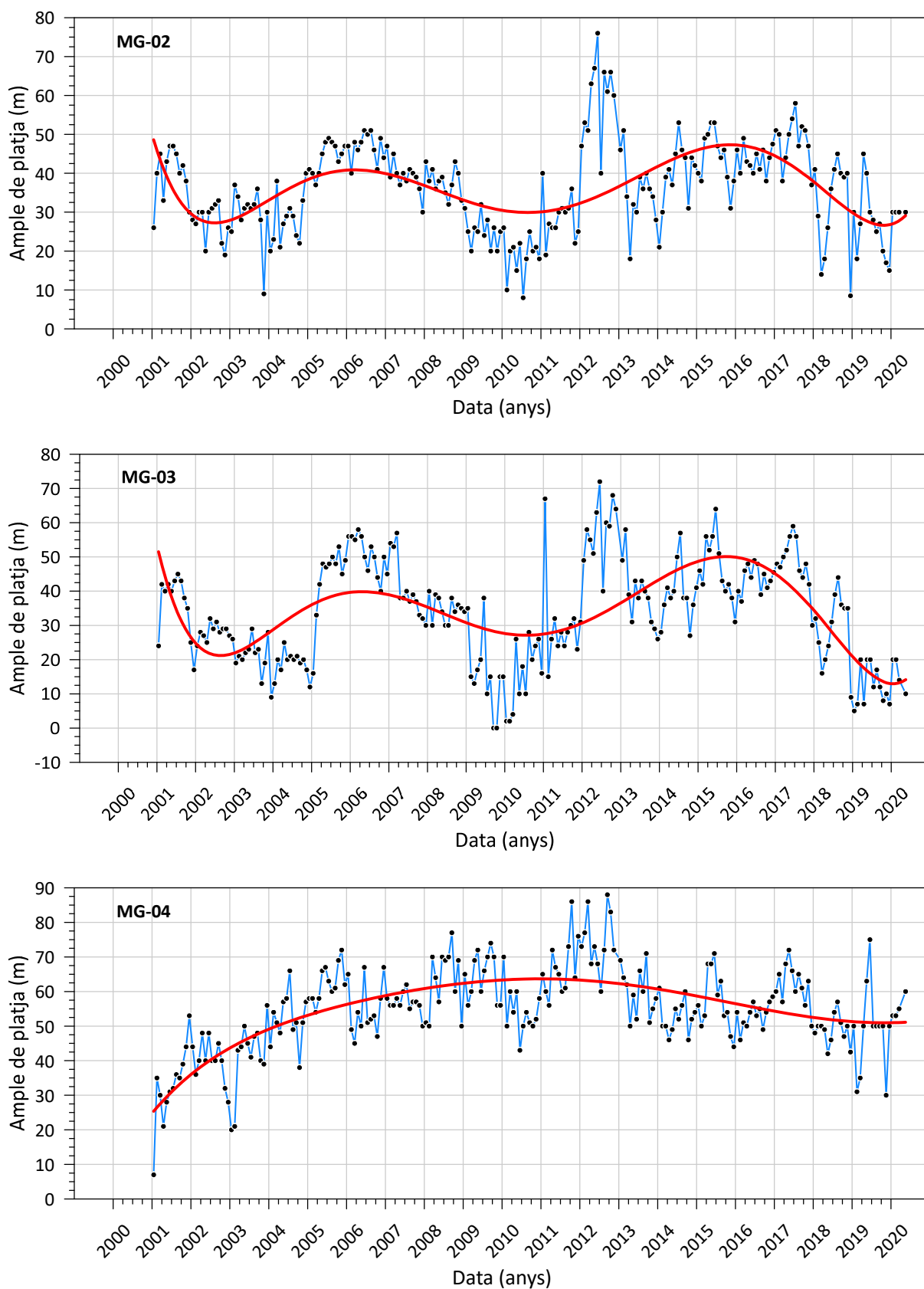


Figura 3. Evolució de la línia de riba al municipi de Montgat.

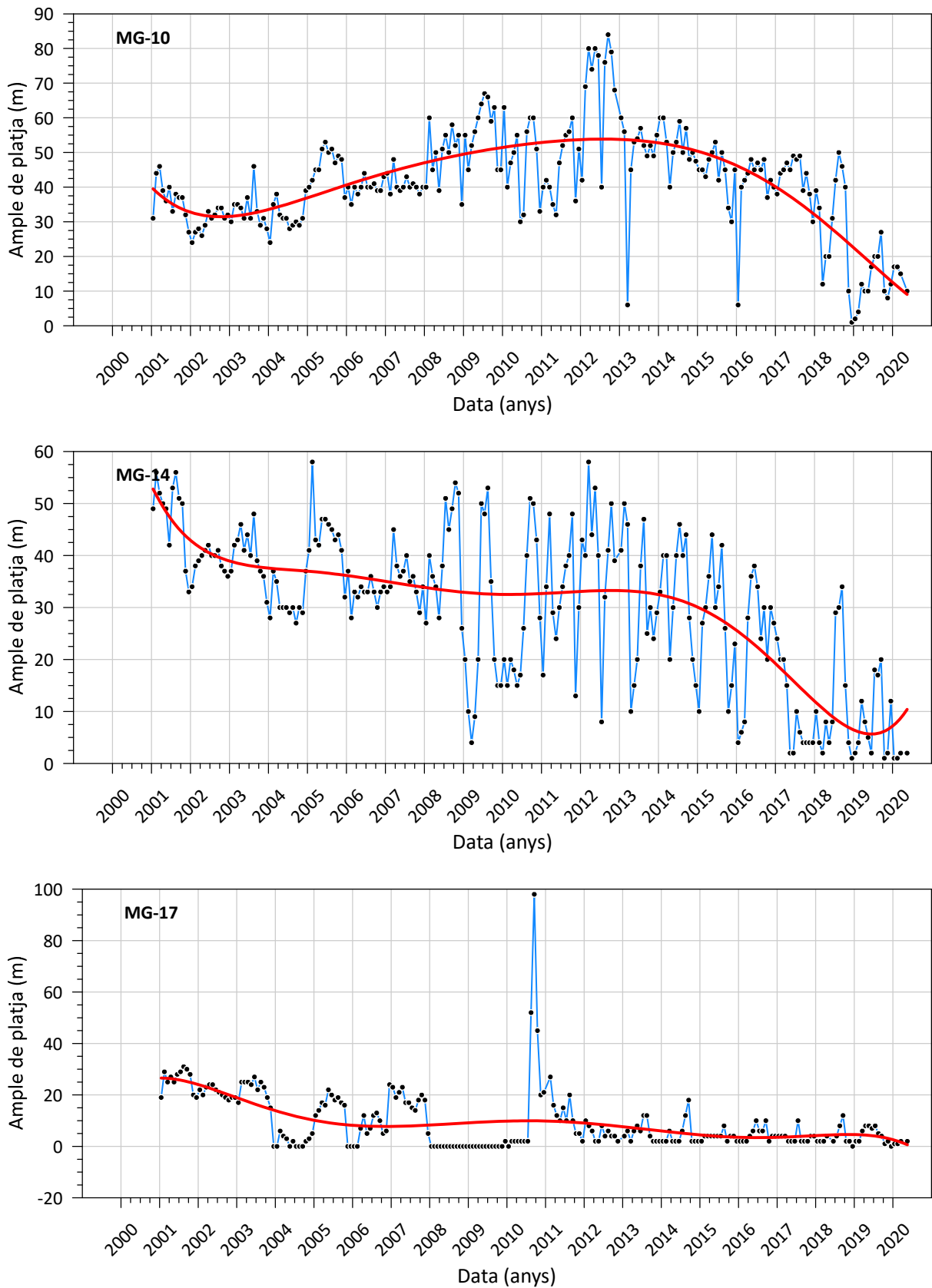


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Montgat.

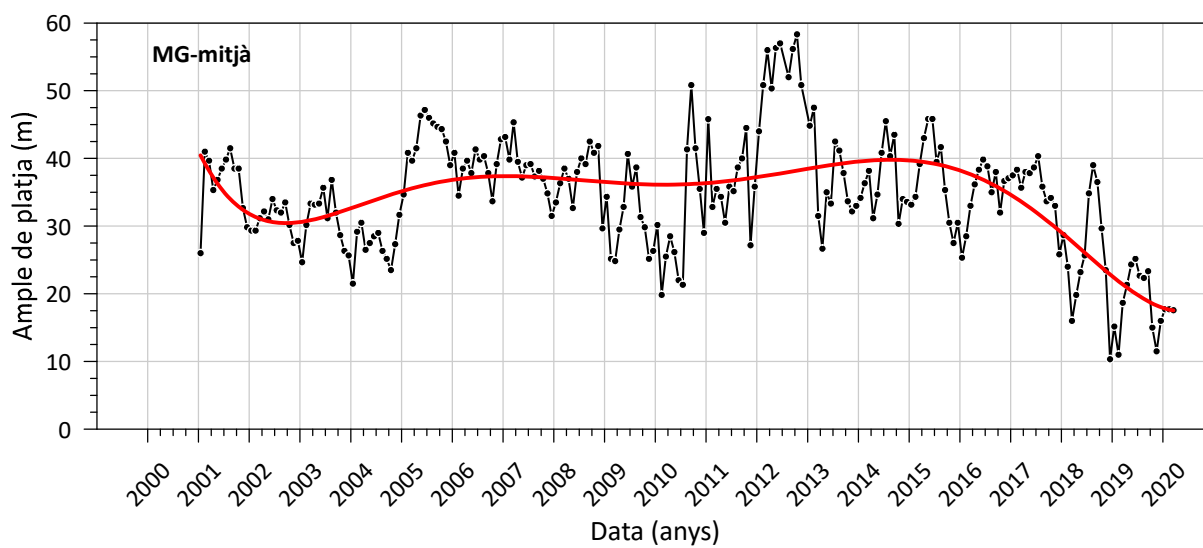


Figura 3 (continuació). Evolució de la línia de riba al municipi de Montgat.