



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació de les platges a Catalunya

Treball realitzat per:

Gómez Ramírez, Júlia

Dirigit per:

Gracia Garcia, Vicente

Sánchez-Artús, Xavier

Pinyol, Jordi (tutor extern)

Grau en:

Ciències i Tecnologies del Mar

Barcelona, **28/09/2022**

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

TREBALL FINAL DE GRAU

AGRAÏMENTS

En primer lloc voldria agrair el professor Vicenç Gracia per l'oportunitat de dur a terme aquest treball i que durant aquests 4 anys de grau que he compartit amb ell en les classes. M'ha fet despertar gran curiositat per iniciar-me en el món de la recerca sobre el canvi climàtic i l'afectació del que comporta a les nostres platges des de un punt de vista més enfocat i amb un carinyo molt especial a la nostre província.

Gràcies també a Jordi Pinyol, per la seva amabilitat amb mi i per estar allà sempre resolent dubtes i aportant el seu punt de vista durant aquests mesos. Així com per ensenyar-me a fer funcionar amb èxit els programes fets servir durant aquest treball des d'un punt més professional i en l'àmbit costaner.

Vull donar les gràcies a la meva família i amics del grau per els ànims donats i punts de vista sincers i honestos, i per sempre mantenir-me el cap ben alt i donar-me les forces per seguir endavant.

Als meus pares Frederic i Joanna per aportar-me els valors des de ben petita, l'educació i l'amor cap a l'àmbit costaner.

RESUM

La província de Barcelona conté els municipis més afectats respecte el valors negatius d'evolució és a dir, ens trobem amb platges altament erosives. Amb l'emergència climàtica que avui en dia patim i les prediccions futures que hi ha actualment de l'augment del nivell del mar. Aquestes, es veuran més afectades pel canvi climàtic.

L'objectiu d'aquest estudi és determinar com aquest fet afectarà a la capacitat potencial d'ocupació d'usuaris a les platges catalanes per a diferents horitzons temporals de canvi climàtic a la província de Barcelona.

S'ha establert una metodologia per tal de calcular la capacitat potencial d'ocupació d'usuaris mitjançant dades cartogràfiques del ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya), dades del CIIRC 2010 (Centre Internacional d'Investigació dels Recursos Costaners) de les platges i les del IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change).

En primer lloc, es presenten diferents horitzons temporals pel canvi climàtic que són; l'any 2030, 2045, 2070 i 2100. On, per cada horitzó i platja s'ha calculat el retrocés de la línia de costa amb les taxes evolutives del CIIRC 2010 i s'ha creat un buffer de la línia de costa utilitzant el retrocés de la línia de costa amb les taxes evolutives, el perfil d'equilibri de Dean i la regla de Bruun.

En segon lloc, amb el programa ArcGIS s'ha digitalitzat els contorns rígids de la costa, les línies de costa i la creació de la capa de polígons d'on s'ha extret les superfícies dels primers 25 m de la part emergida de cada horitzó de temporal i per cada platja.

Els resultats obtinguts han revelat un augment del retrocés de la línia de costa degut al canvi climàtic i una important disminució de la superfície emergida. A més, s'ha pogut observar que el 42,5% de les platges de la província el 2030 hauran desaparegut i per els altres horitzons temporals també acaben desapareixent. Pel que fa la capacitat de càrrega potencial, segueix el mateix patró que la de superfície emergida.

Aquests resultats poden ser de gran utilitat per a la futura gestió de platges però, tenint en compte que són resultats on s'assumeix que les tendències evolutives a mig termini pels diferents horitzons temporals són lineals i per tant, els resultats de les superfícies i els dels usuaris són menors que els de la realitat.

ÍNDEX

AGRAÏMENTS

RESUM

1.	Introducció: Motivació i objectius	1
2.	Àrea d'estudi	2
2.1	Característiques generals de les platges.....	2
2.2	Mida del sediment.....	9
2.3	Evolució de la línia de costa.....	10
3.	Marc teòric	12
3.1	Grau d'ocupació present i distribució de la platja	12
3.1.1	Capacitat de càrrega	13
3.2	Perfil d'equilibri.....	14
3.2.1	Model de Dean.....	15
3.2.2	Regla de Bruun.....	15
4.	Dades i metodologia	17
4.1	Llibre verd de l'estat de les zones costaneres a Catalunya 2010	18
4.2	Aplicació Dean i regla de Bruun.....	19
4.3	Software ArcGIS.....	22
4.3.1	Digitalització contorns rígids.....	22
4.3.2	Digitalització línia de costa.....	24
4.3.3	Retrocés sense la regla de Bruun.....	25
4.3.4	Retrocés amb la regla de Bruun.....	27
4.3.5	Polígons i àrees.....	27
4.4	Aplicació capacitat de càrrega.....	31

5.	Discussió de resultats.....	32
5.1	Afectació SLR en les platges.....	32
5.2	Punts d'inflexió.....	33
5.3	Usuaris.....	37
 CONCLUSIONS		39
REFERÈNCIES		40
LLISTAT DE FIGURES		41
LLISTAT DE TAULES		43
ANNEX A.....		44
ANNEX B.....		54
ANNEX C.....		68
ANNEX D.....		75
ANNEX E.....		82

1. INTRODUCCIÓ: MOTIVACIÓ I OBJECTIUS

En el context actual d'emergència climàtica que avui en dia ja estem patint i en un futur incert i desconegut hi haurà un seguit de canvis en els patrons erosius de les costes, els fenòmens extrems creixeran en nombre i l'augment del nivell del mar anirà a l'alça.

Tots aquests fenòmens ocasionaran grans canvis i conseqüències a nivell econòmic, social i ambiental.

La costa catalana és potentada pel clima mediterrani. Temperatures suaus a l'hivern i estius calorosos amb molt de sol. La costa catalana també és molt important i rep un gran volum de turistes per les competicions mundials d'esports nàutics així com l'extraordinària gastronomia.

Només les platges de Barcelona reben a l'any en turistes 10 milions de visitants, que en conjunt entre maig i setembre es generen 60 milions d'euros. El 65% d'aquests, són generats directament en els serveis que estan a la vora de la platja, principalment en comerços.(Josep Catàfiguls, 31 Jul 2021. Las playas de la gran Varcelona reciben 10 millones de personas al año que gastan cinco euros por visita. Diari El País) Així mateix, les costes catalanes són un dels principals destins turístics europeus i també nacionals.

Determinar quina és la pèrdua potencial d'usuaris en una platja en el futur és de gran utilitat degut al teixit econòmic que s'ha desenvolupat al seu voltant, especialment en platges situades en ambients urbans com les de la província de Barcelona.

El canvi climàtic a Catalunya produirà entre altres efectes, una pèrdua de superfície de la platja emergida i en conseqüència una pèrdua d'usuaris

L'objectiu d'aquest treball és determinar com el canvi climàtic afectarà a la capacitat potencial d'ocupació d'usuaris a les platges catalanes per a diferents horitzons temporals.

2. ÀREA D'ESTUDI

2.1 Característiques generals de les platges

La província de Barcelona conté els municipis més afectats respecte a valors negatius d'evolució de la costa, és a dir, ens trobem amb platges altament erosives. Platges on l'ésser humà ha interactuat amb la morfodinàmica costanera a causa de la creació de ports, protecció civil i la reducció de l'energia incident. A conseqüència de la creació d'aquestes infraestructures costaneres tenim un transport longitudinal dominant, on de mica en mica amb els anys s'ha hagut d'anar modificant artificialment tota la costa mitjançant dics, esculleres i espigons. Per tal de segmentar la costa, reduir el basculament de l'arena en les platges, augmentar la protecció davant de passejos marítims, vies públiques i seguretat a la ciutadania. Tot i així, les platges segueixen tenint un patró altament erosiu i segueixen ocasionant desastres ambientals quan hi han temporals o climes extrems.

El paisatge costaner de la província de Barcelona és divers, amb platges molt intervingudes, tant amb obres de protecció rígides com amb alimentacions artificials, i platges molt llargues sense massa intervencions on el volum de sorra disponible és encara suficient per garantir les funcions de lleure i protecció de l'acció de les onades.

La costa catalana està determinada per les cel·les litorals on aquestes es poden definir com a trams independents de costa enfocats en la dinàmica litoral. La costa està delimitada per condicions de contorn és a dir, obstacles en la costa per a la dinàmica sedimentària que fan variar el transport litoral canviant el balanç sedimentari i conseqüentment el comportament costaner.

Aquest treball comprèn les cel·les litorals representades a la figura 2.1 anomenades i dividides com visualment es veu a la figura 2.2.

Núm. sector	Tram
15	Port de Blanes - port d'Arenys
14	Port d'Arenys - port del Balís
13	Port del Balís - port de Mataró
12	Port de Mataró - port de Premià
11	Port de Premià - port del Masnou
10	Port del Masnou - port de Badalona
9	Ciutat de Barcelona
8	Port de Barcelona - port Ginesta
7	Garraf - Cubelles

Figura 2.1: Taula amb la numeració dels trams compresos en la província de Barcelona. Taula extreta del CIIRC 2010 de l'Estat de la zona costanera de Catalunya.

En les taules 2.1 a 2.9 es presenten les platges analitzades en aquest estudi seguint la nomenclatura utilitzada en CIIRC (2010). A continuació es realitza una petita descripció dels trams.

TRAM 7 Cubelles - Garraf

TRAM 7	PLATGES
Cubelles - Garraf	Platja de les Salines
	Platja Mota Sant Pere
	Platja Llarga de Cubelles
	Platja Ibersol
	Platja Llarga de Vilanova
	El Far de Sant Cristòfol
	Ribes Roges
	Platgeta de Sant Gervasi
	Home Mort
	Platja de les Anquines
	Terramar
	Platja de la Barra
	Platja de l'Estanyol
	Platja Ribera
	Platja Sant Sebastià
	Platja Balmins
	Platja Aiguadolç
	Platja Vallcarca
	Cala Morisca
	Platja Garraf

Taula 2.1: Tram 7 Cubelles - Garraf

- Les platges de la taula 2.1 estan situades la majoria en nuclis urbans, on només un 15,4% tenen un espai natural en el seu entorn.

TRAM 8 Port Ginesta -Port Barcelona

TRAM 8	PLATGES
Port Ginesta -Port BCN	Cala Ginesta
	Platja de les Botigues de Sitges
	Platja Castelldefels
	Platja Gavà
	Platja Viladecans
	Platja Prat
	Platja Ca L'Arana

Taula 2.2: Tram 8 Port Ginesta - Port Barcelona

- Les platges de la taula 2.2 gairebé el 50% de les platges estan en un entorn urbanitzat i el 33% en zones naturals.

TRAM 9 Ciutat Barcelona

TRAM 9	PLATGES
Ciutat BCN	Platja Sant Sebastià
	Platja Barceloneta
	Platja Nova icaria
	Platja Bogatell
	Platja Mar Bella
	Platja Nova Mar Bella
	Platja de Llevant de Barcelona

Taula 2.3: Tram 9 Ciutat Barcelona

- Les platges representades a la taula 2.3, totes estan en nucli urbà.

TRAM 10 Port BDN - Port Masnou

TRAM 10	PLATGES
Port BDN - Port Masnou	Platja Sant Adria del Besos
	Platja Parc del Litoral
	Platja de la Mora
	Platja del Coco
	Platja Pont del Petroli
	Platja Estació
	Platja dels Patins de Vela
	Platja dels Pescadors
	Platja Pont de la Botifarreta
	Platja Cristall
	Platja Barca Maria
	Banys de Montgat
	Platja de Montgat
	Platja del Masnou

Taula 2.4: Tram 10 Port Badalona - Port Masnou

- El 57% de les platges de la taula 2.4 estan situades al nucli urbà i quasi el 29% en zona industrial.

TRAM 11 Port Masnou - Port Premià

TRAM 11	PLATGES
Port Masnou - Port Premià	Platja Ocata
	Platja de Ponent de Premià
	Platja de la Descàrrega
	Platja del Pla de l'Os
	Platja Bellamar

Taula 2.5: Tram 11 Port Masnou - Port Premià

- El 100% de les platges de la taula 2.5 estan en un nucli urbà.

TRAM 12 Port Premià- Port Mataró

TRAM 12	PLATGES
Port Premià- Port Mataró	Platja de Llevant
	Platja de Ponent de Vilassar
	Platja Astillero de Vilassar
	Platja Almadrava
	Platja de Cabrera de Mar
	Platja de Ponent de Mataró

Taula 2.6: Tram 12 Port Premià - Port Mataró

- La taula 2.6 conté aproximadament un 83% de les platges en nucli urbà, aproximadament el 17% estan en zones agrícoles i el 17% restant en zones industrials.

TRAM 13 Port Mataró - Port Balís

TRAM 13	PLATGES
Port Mataró - Port Balís	Platja del Varador
	Platja Del Callao
	Platja Sant Simó
	Platja del Fortí
	Platja Estació
	Platja De les Barques

Taula 2.7: Tram 13 Port Mataró - Port Balís

- A la taula 2.7 trobem un 33,3% de les platges en zones agrícoles, el 66,6% en nucli urbà, el 16,6% en espais naturals i el 16,6% restant en zones industrials.

TRAM 14 Port Balís - Port D'arenys

TRAM 14	PLATGES
Port Balís - Port D'arenys	Platja Balís
	Platja ST Vicenç de Montalt
	Platja dels Tres Micos
	Platja de la Riera
	Platja de la Musclera
	Platja de la Picòrdia
	Primera Platja

Taula 2.8: Tram 14 Port Balís - Port D'Arenys

- El 71,5% de les platges de la taula 2.8 estan en zona urbanitzada i el 28,5% en nucli urbà.

TRAM 15 Port Arenys - Port Blanes:

TRAM 15	PLATGES
Port Arenys - Port Blanes	Platja del Cavaio
	Platja de Canet
	Platja Roques Blanques
	Platja de la Murtra
	Platja Can Villar
	Platja Sant Pol
	Platja de Pescadors
	Platja de les Escaletes
	La Platjola
	Platja del Morer
	Roca Grossa
	Platja de les Roques
	Platja de Garbí
	Platja Gran de Calella
	Platja de Pineda
	Platja de Santa Susanna
	Platja Astillero
	Platja de Malgrat Centre
	Platja de la Conca
	Platja Punta de la Tordera
	Platja S'Abanell
	Platja de Blanes

Taula 2.9: Tram 15 Port D'Arenys - Port Blanes

- El 50% platges en nuclis urbans, el 31,8% zona de càmping, el 13,6% és espai natural i el 9,1% està urbanitzat.

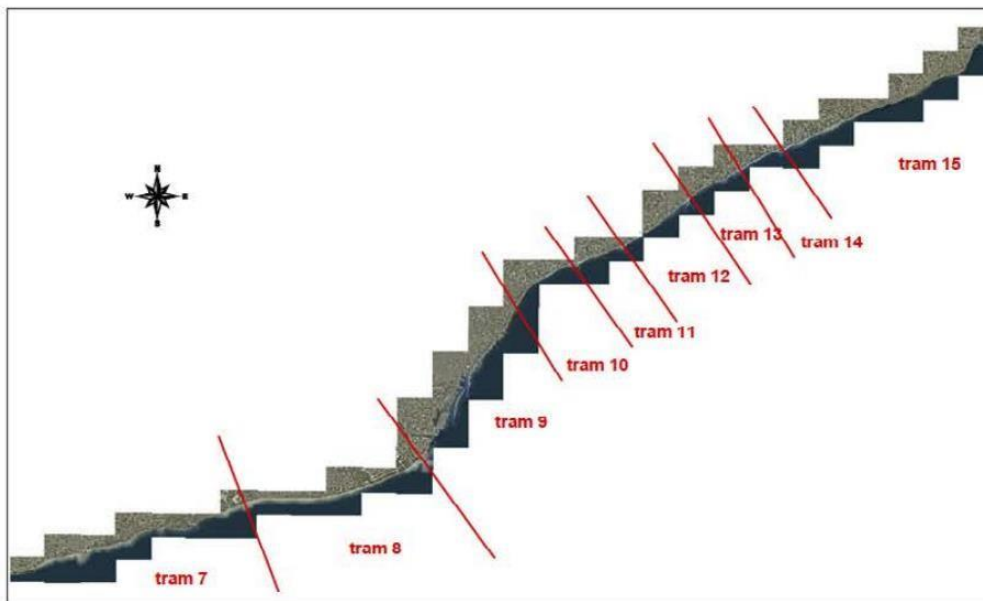


Figura 2.2: Fotografia de les delimitacions de cadascun dels trams mitjançant una fotografia aèria. Imatge extreta del CIIRC 2010 de l'Estat de la zona costanera de Catalunya.

2.2 Mida del sediment de la zona d'estudi

La zona de la província de Barcelona presenta una molt bona distribució espacial de la mida del gra, ja que està molt ben definida representada a, en la zona d'estudi treballada obtenim tres diferents zones pel que fa la granulometria.

- Pel que fa a els trams ubicats més el nord, exactament els trams 14 i 15. Tenim una mida del sediment molt més gruixut respecte a tots els altres trams com es veu a la taula de la figura 2.3, provinents de la desembocadura de la Tordera ubicada al tram 15.
En aquesta zona trobem platges d'un D50 mitjà (mida de gra mitjà) d'1,41 mm.
- Des del Port de Barcelona (tram 8) fins al tram 7 està comprès el sediment més fi de tota la província representat a la figura 2.3. Aquest fet és perquè hi ha les aportacions del Llobregat.
El mida mitjà en aquesta zona és de 0,251 mm.

- La resta de trams, és a dir, la part central de la província des del tram 9 fins al 13 i alguna petita part del 14. Trobem una mida de gra entremig, exactament de 0,73 mm. Aquest fet és degut al fet que els trams compresos són els més alterats per l'erosió. L'acció d'un transport dominant en direcció sud, la presència d'obstacles que dificulta el pas del transport i la presència de diferents obres d'alimentació que s'han fet és el resultat de la mescla de mides de sediment.

Sector	Tram	d_{50} mitjà (mm)	σ mitjà (mm)	B mitjà (m)	$\tan\beta$ mitjà
15	P. Blanes-P. Arenys	1,407	0,339	2,91	0,19
14	P. Arenys-P. Balís	0,752	0,339	2,03	0,20
13	P. Balís-P. Mataró	0,869	0,251	1,76	0,18
12	P. Mataró-P. Premià	0,703	0,370	1,93	0,17
11	P. Premià-P. Masnou	0,648	0,430	1,92	0,21
10	P. Masnou-P. Badalona	0,859	0,262	2,23	0,19
9	Ciutat de Barcelona	0,435	0,218	2,10	0,13
8	P. Barcelona-P. Ginesta	0,281	0,121	1,10	0,11
7	Garraf-Cubelles	0,196	0,072	1,12	0,08
	TOTAL	0,746	0,262	1,95	0,15

Figura 2.3: Taula amb les variables mitjanes característiques de les platges per trams. Trobem el diàmetre mitjà, d_{50} : la desviació estàndard σ , altura de la berma B i la pendent representada per $\tan\beta$.

Les variables de la mida del sediment utilitzades són individuals i diferents per cada una de les platges. Les variables individuals de la mida del sediment es troben en el CIIRC 2010 a la fitxa descriptiva com es mostra a la figura 4.2.

La figura 2.3 mostra les variables mitjanes de cada tram.

2.3 Evolució de la línia de costa

Podem definir la província de Barcelona com una costa altament erosiva com s'observa a la figura 2.4, en la columna de taxa d'evolució mitjana. Es presenta un 74,4% de platges en estat erosiú. Aquestes, estan en retrocés. Amb una erosió mitjana de 2,5 m/a.

La resta de platges, on suposen el 28,5% estan en avanç o bé es mantenen i la seva taxa mitjana és de 2,3 m/a. (Centre Internacional dels Recursos Costaners, 2010. Estat de la zona costanera a Catalunya. p.12 Capítol 1).

Sector	Tram	T. erosió mitj. (m/a)	T. acreció mitj. (m/a)	T. evolució mitj. (m/a)
15	P. Blanes-P. Arenys	-1,94	1,48	-0,78
14	P. Arenys-P. Balís	-4,74	3,67	-3,81
13	P. Balís-P. Mataró	-2,67	2,01	-1,55
12	P. Mataró-P. Premià	-2,57	3,61	-1,11
11	P. Premià-P. Masnou	-4,30	1,56	-4,13
10	P. Masnou-P. Badalona	-3,26	6,80	-2,33
9	Ciutat de Barcelona	-2,32	1,80	-1,93
8	P. Barcelona-P. Ginesta	-1,34	2,52	0,54
7	Garraf-Cubelles	-1,29	2,37	0,01
	TOTAL	-2,43	2,34	-0,98

Figura 2.4: Taula amb les valors mitjans de les taxes evolutives de cada un dels trams de la província de Barcelona durant 1995 fins 2004.

Com s'observa a la figura 2.4 els trams que més erosió trobem són els que estan en el Maresme. Tram 14 fins al 9 (per sota del port d'Arenys) i els que estan en més risc de retrocés.

També la costa del Maresme és la que té en més abundància la presència de ports esportius i recreatius de tota la província de Barcelona com es pot observar en la figura 2.5 a la fotografia A. Fet que com a conseqüència dificulta el transport de sediments i ocasionant així doncs una alteració de la dinàmica litoral.

Pel que fa a els altres trams, els que estan més al sud. Trobem moltes platges encaixades, on s'ha reduït la intensitat de la dinàmica litoral mitjançant un canvi del qual és l'orientació costanera.

Tenim la presència de platges molt curtes com l'exemple de la figura 2.5 fotografia B i també de cales naturals.

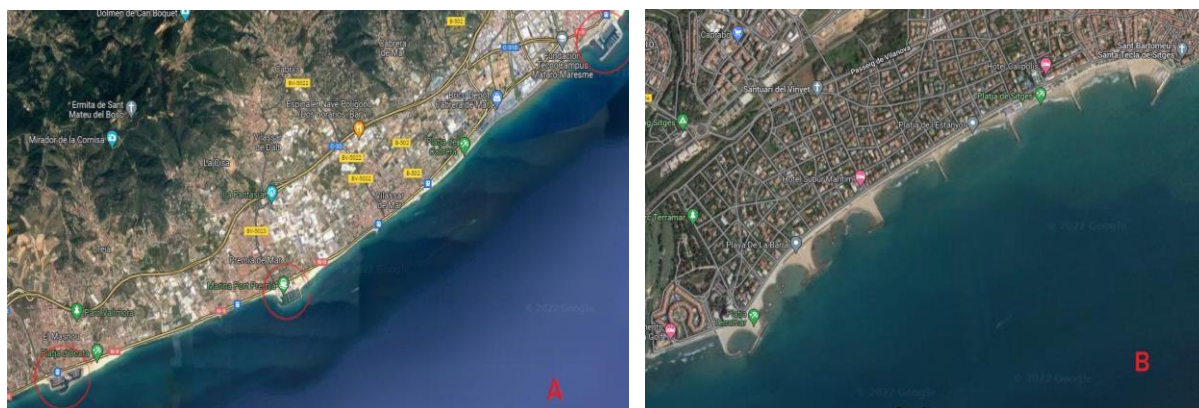


Figura 2.5: Imatges des de satèl·lit. Imatge A, Tram 13 on s'aprecia la presència de ports esportius. Imatge B, Tram 7 fotografia de Sitges s'observa la presència de moltes platges curtes i encaixades. Captures de pantalla de Google Maps.

3. MARC TEÒRIC

El paisatge costaner actual

3.1 La costa catalana i el grau d'ocupació

El sector turístic o vocacional costaner a Espanya genera 108.000 milions d'euros de la contribució econòmica i 1,6 milions de llocs de treball. El que representa el 70,5% del PIB turístic Espanyol. (Alvar Garola, UxiaLópez-Dóriga, José A.Jiménez. (2022) The economic impact of sea level rise-induced decrease in the carrying capacity of Catalan beaches. p.1).

Aquest fet és degut al fet que tenim clima Mediterrani, sol, platges, llocs rurals de muntanya, bons serveis de restauració i oferta hotelera.

Però el que genera més benefici turístic és la costa, ja que gran part del turisme estranger ve buscant sol, platges cristal·lines, bona temperatura i bons serveis.

Així doncs, el grau d'ocupació en les nostres platges és molt important perquè d'aquí depèn l'oferta turística.

Sempre s'ha de satisfer els usuaris o turistes, però alhora busquem optimitzar l'ús i l'explotació de la platja, així com mantenir-la i augmentar el turisme.

Per tant, és d'especial necessitat saber la capacitat de càrrega real que té cada platja i la capacitat màxima de la platja a un moment determinat de màxims usuaris.

El grau d'ocupació ens dona informació per tal de planificar adequadament els serveis a prestar; reorganitzar o optimitzar els accessos a les platges, l'obtenció d'una estimació real de l'ús de la platja durant la temporada de bany i estimar o mesurar esdeveniments d'aglomeració.

L'ocupació de la platja es divideix en 3 zones: la zona activa o d'immersió, la zona de repòs o inactiva i la zona de serveis.

- Zona activa o d'immersió: és la pròxima a la línia de riba que cal romandre lliure ja que, és on es dona la cursa de la marea i el run-up/run-down (pujada i baixada mínima i màxima de l'aigua).
- Zona de repòs o inactiva: és la que trobem el descans dels usuaris, normalment aquesta zona sol representar els 25 primers metres des de la línia de costa.
- Zona de serveis: és la zona on trobem les dutxes, restauració, escombraries i és on s'inicien els passejos marítims.

3.1.1 Capacitat de càrrega recreativa de la platja

La capacitat de càrrega es defineix com la quantitat i el tipus d'ús dels visitants que es poden acollir a la platja sense conseqüències socials inacceptables i sense un negatiu impacte pel recurs.

- El comportament biofísic i el conductual són els dos aspectes que depenen de la capacitat de càrrega.
- El comportament biofísic és el que dona la integritat de la base de recursos, principalment restringit a aspectes físics amb valors ambientals baixos però relacionats amb el paisatge.
- El conductual és la qualitat de l'experiència recreativa dels usuaris (qualitat de l'aigua, tipus d'arena, etc).

La capacitat de càrrega d'una platja és funció de la superfície que hi ha a la platja, és a dir de la disponibilitat del sòl () i del nombre d'usuaris.

$$C_p = \text{superfície} / \text{persones}$$

(Eq. 1)

Depenent del resultat que tinguem del C_p (capacitat de càrrega) tenim diversos nivells de saturació de la platja com es mostra a la figura 3.1.

C_p (m²/people)	Saturation
< 2	Intolerable
3	Saturation
4	Limit of acceptability
5	Acceptable
> 10 -....	Comfortable

Figura 3.1: Taula amb els valors de C_p en vers al grau de saturació corresponents a cada valor. Taula extreta durant el curs d'apunts de classe.

Es calcula el valor de la capacitat de càrrega física amb l'aplicació dels estàndards de platja, és a dir 6 per a classe mitjana com es veu a l'imatge de la figura 3.2. (University of the Aegean, Laboratory of Environmental Planning, 2002. defining, measuring and evaluating carrying capacity in European Tourism Destinations. Priority Actions Programme Regional Activity Center Split, 1997. Guidelines for carrying capacity assessment for tourism in Mediterranean coastal areas).

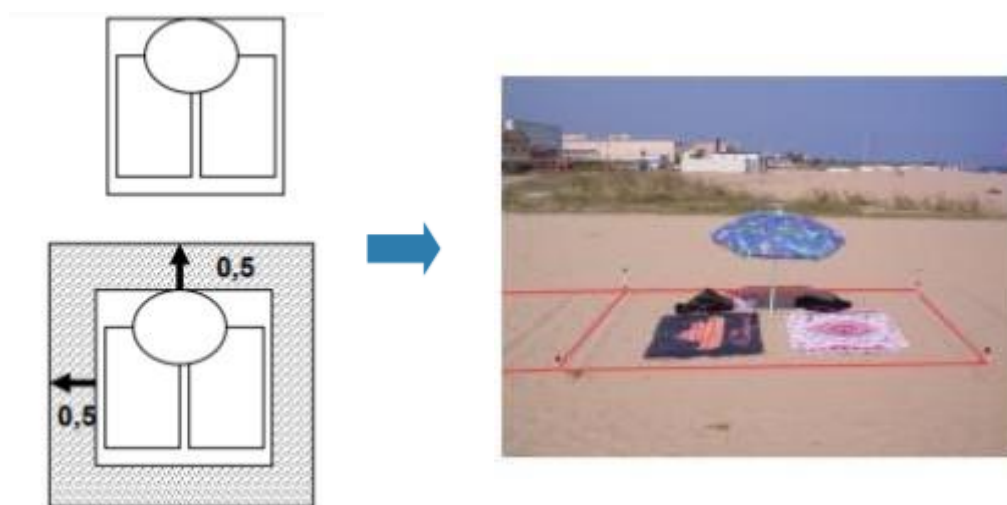


Figura 3.2: Dibuix de les dimensions d'un 3x3 i imatge d'aquest. Captura de Pantalla extreta dels apunts de classe.

3.2 Perfil d'equilibri

El perfil d'una platja es defineix com una diferència respecte a la distància horitzontal des d'un punt fix de la costa amb la profunditat. Els perfil d'equilibri d'una platja depenen de les condicions ambientals que actuen, és a dir, l'onatge incident i el nivell del mar. El perfil d'una platja està en constant canvi i moviment per tant és un estat inexistent, ja que les variables no són constants.

El perfil d'equilibri és el resultat entre forces constructives i destructives que actuen en el perfil de la platja sota condicions constants d'onatge i per un determinat mida de sediment (Dean, 1991).

Els perfils van associats íntimament amb la granulometria de cada platja, ja que com s'ha anomenat anteriorment el perfil d'equilibri és funció de la mida de gra. Per aquesta raó es donen formacions diferents de perfil. Per a mides més petits la pendent de la platja és més suau i per a mides més grolleres la pendent és més elevada (Dean & Dalrymple, 2004).

3.2.1 Model de Dean

Com a resultat de varis estudis que va fer Dean, va establir una equació empírica per tal de calcular el perfil d'equilibri de cada platja, equació 2.

$$h(x) = Ax^{2/3}$$

(Eq. 2)

Les variables són les següents; on $h(x)$ és la profunditat a una distància de x metres de la línia de costa i A és un paràmetre escala que fa referència l'efecte de la pertorbació de l'onatge el qual va relacionat amb la dissipació d'energia de l'onatge, la mida de partícules del sediment i la densitat de l'aigua (1.025 g/ml) (Türker & Kabdasli, 2004).

Dean va trobar un altre manera a partir de dades de Moore, va desenvolupar una relació entre el paràmetre A i la velocitat de caiguda del sediment per arenes (w) que ve representada a l'equació 3.

$$A = 0,51 * w^{0,44}$$

(Eq. 3)

I per a la velocitat de caiguda (w) on, D_{50} és la mida del sediment en m;

$D < 0,1$ mm

$0,1$ mm $< D < 1$ mm

$D > 1$ mm

$$w (m/s) = 1,1 * 10^6 * (D_{50})^2$$

$$w (m/s) = 273 * (D_{50})^{1,1}$$

$$w (m/s) = 4,36 * (D_{50})^{0,5}$$

(Eq. 4)

Per a diferents D_{50} s'agafa una de les tres fórmules representades a l'equació 4.

3.2.2 Regla de Bruun

Publicada originalment en 1962 per Bruun, va ser la primera regla a establir una relació entre l'augment del nivell del mar i el retrocés de la costa.

Aquesta és una fórmula per estimar la magnitud del retrocés de la línia de costa d'una platja d'arena degut els canvis del nivell del mar (Sea Level Rise).

L'augment del nivell del mar produeix un ascens del perfil de la platja sense que la forma del perfil es vegi modificada. I el futur perfil es reorganitza per tal de cobrir el dèficit de sediment com es veu a la figura 3.3.

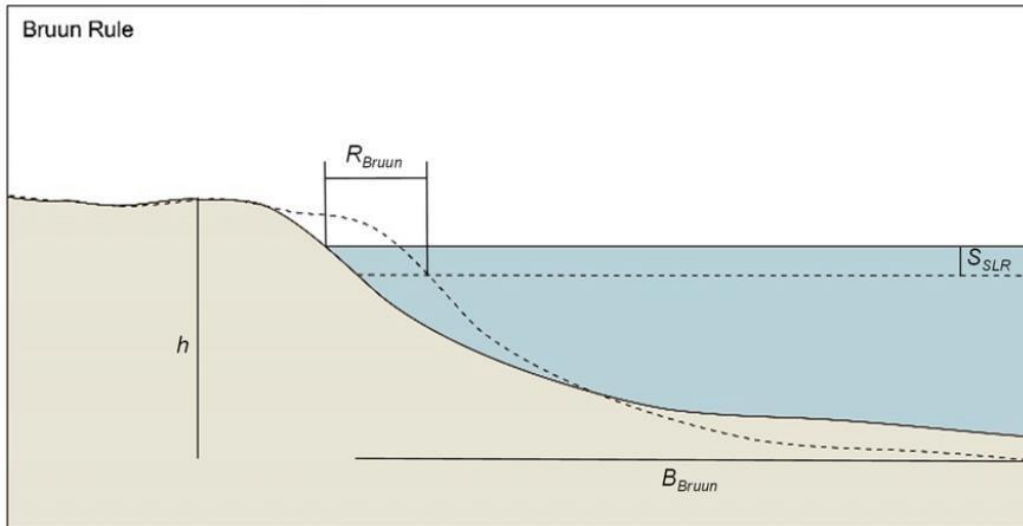


Figura 3.3: Figura que mostra la diferència del perfil amb l'augment del nivell del mar. Figura de ResearchGate.

Fórmula de l'erosió per l'augment del nivell del mar de Bruun:

$$R = S * \frac{L}{B + h^*}$$

(Eq. 5)

On; S és l'augment del nivell del mar, L la longitud del perfil actiu, B l'altura de la berma i h^* la profunditat de tancament. Totes les variables tenen com a unitat els metres.

4. DADES I METODOLOGIA

En la figura 4.1 es presenta el diagrama de flux de la metodologia desenvolupada en aquest treball.

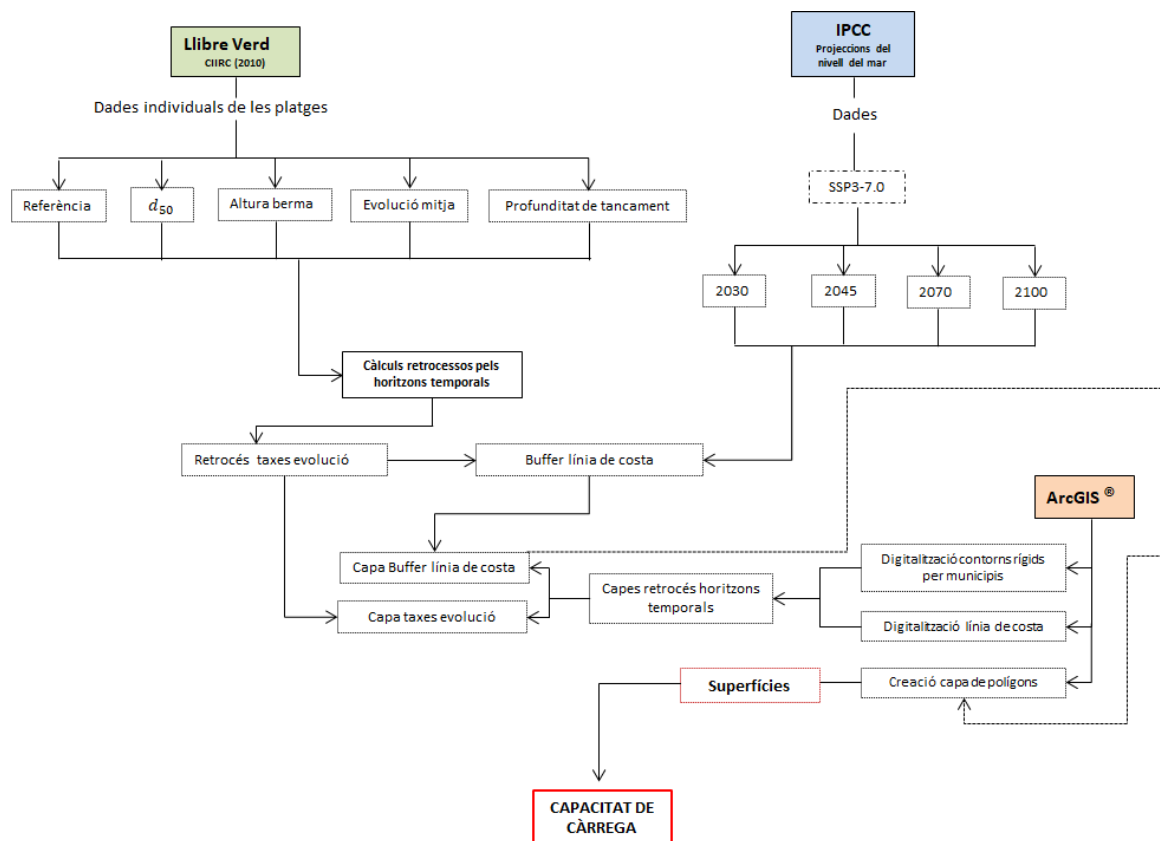


Figura 4.1: Diagrama de flux de l'estudi

Aquest treball s'ha realitzat amb dades de lliure accés obtingudes del CIIRC 2010 i de la base de dades cartogràfiques de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya que ha proporcionat les ortofotos de vols aeris de 2020.

També s'ha utilitzat l'aplicació d'ArcGIS per a la recerca dels límits dels primers 25 m de la zona emergida per a diferents horitzons temporals.

Partim de l'any 2020 amb ortofotos vigents del WMS (Web Map Service) de l'Institut Geogràfic i Cartogràfic de Catalunya amb el sistema de coordenades geogràfiques GCS_WGS_1984. Un servei que genera mapes de dades referenciades espacialment, de manera dinàmica a partir de la informació geogràfica. Aquest, només permet incorporar les dades al software ArcGIS de l'any 2020. Per tant, l'any de referència respecte els diferents horitzons temporals aplicats amb l'augment del nivell del mar i amb l'augment del canvi climàtic serà el 2020.

Els diferents horitzons temporals utilitzats seran; 2020 (any de referència), 2030, 2045, 2070 i 2100. Tots els horitzons anteriors serà aplicat els primers 25 m de la línia de costa l'estat evolutiu de cada platja i l'augment del nivell del mar (menys en 2020).

L'objectiu serà obtenir dades de les àrees per tal de veure com afecta el canvi climàtic en vers la capacitat de càrrega i el nombre d'usuaris que tindrem en un futur.

4.1 Llibre verd de l'estat de les zones costaneres a Catalunya 2010

El Llibre Verd és un projecte de referència de gestió i planificació fruit de treballs realitzats pel Centre Internacional d'Investigació dels Recursos Costaner. Una treball fruit d'un conveni amb la Generalitat de Catalunya a partir del Departament de Territori i Sostenibilitat i amb el Departament d'Agricultura, Pesca, Ramaderia i Medi Natural.

Aquest, és un estudi publicat el 2010 que analitza l'estat i l'evolució del territori costaner a Catalunya i pretén proporcionar al planificador i al projectista tota la informació disponible per tal de preveure el comportament costaner de la zonad'interès.

Les platges analitzades en aquest estudi es corresponen a les de la província de Barcelona tal i com estan definides en CIIRC (2010). Les principals variables d'interès utilitzades han estat: les dimensions geogràfiques, el tipus de platja, característiques del sediment, profunditat de tancament, longituds de berma i l'evolució a mig termini. En la figura 4.2 es mostra gràficament la localització de les variables dins l'estudi.

Els càlculs s'han realitzat amb les dades de l'Annex D.

Pl. de Barceloneta		BABA035			
Comarca:	Barcelonès	T.M.	Barcelona	Localització (UTM)	432791 4581767
Descripció general		Morfodinàmica		Hidrodinàmica	
Longitud¹ (m):	212 / 520	Tipus de platja (segons extrems)	Semi-encaixada	Clima d'onatge⁴	IV (Llobregat)
Amplada¹ (m)		extrem llevant:	Port Olímpic de Barcelona	quadrant:	0.74
mitja:	30 / 74	extrem ponent:		Hs mitjana (m):	6.00
màxima:	50 / 120	Estat evolutiu²:		Tp mitja (s)	202° SSW 18.7%
mínima:	18 / 52	Comportament evolutiu ³	ERO / ERO	Direcció més freqüent ² :	117°
Superfície¹ (m²):	6065 / 38342	evolució mitja (m/a):	-4.9 / -1.2	Direc. flux d'energia resultant ⁵	4.69
Altura berma² (m)	2.6	erosió mitja (m/a):	-4.9 / -1.4	Hs amb T _R 10 anys (m):	5.90
mitja:		long. zona d'erosió (m):	208 / 438	Hs amb T _R 100 anys (m):	0.44
màxima:		acreció mitja (m/a):	0 / +0.2	Nivell del mar⁸	0.54
mínima:		long. zona d'acreció (m):	0 / 86	rang (m):	0.75
Pendent estran²	0.09	long. zona d'equilibri (m)	0 / 0	nivell amb T _R 10 a (m):	
mitja:		anàlisi (esquema)		nivell amb T _R 100 a (m):	
màxima:		Presència de obstacles (S/N):		Remunta del onatge	
mínima:		tipus:	S	mitja (m):	0.5
Sediment²		nombre:	Espigons	Ru amb T _R 10 anys (m):	1.5
d ₅₀ (mm):	0.271	Obres d'alimentació (S/N):		Ru amb T _R 100 anys (m)	1.8
σ (mm):	0.063	volum (m ³):		Onatge (esquemes)	
color:	Torrat	tipus material:		Corrents (esquemes):	
Orientació mitja platja¹:	30	Ultima aportació			
(° dreta respecto al N)		data:			
Batimetria recent (S/N):		volum (m ³):			
codi:		tipus material:			
any:		Estat morfodinàmic modal:	1-2		
		Profunditat tancament (m):	Intermedi		
		Taxes transport longitudinal	6.35		
		net (m ³ /a):	PaO		
		brut (m ³ /a):	164000		
		cap a ponent (m ³ /a):	369000		
			339000		

Figura 4.2: Exemple de la Platja de la Barceloneta, TRAM 9. Representat a la captura de pantalla estan encerclades i subratllades les variables (referència, altura de berma, d50, evolució mitja i profunditat de tancament que en aquest cas no n'hi ha) utilitzades per cada una de les platges. Captura de pantalla del Llibre Verd apartat; 'fitxa descriptiva' de la platja buscada en concret.

A partir de tot aquest recull de dades s'ha exportat a un full de càlcul per poder aplicar les futures formules i agilitzar el càlcul.

4.2 Càlcul perfil equilibri de Dean i retrocés segons la regla de Bruun

A partir de les dades del CIIRC 2010 s'inicia la recerca dels càlculs per saber el retrocés de la línia de costa per a dos diferents escenaris. El primer, només utilitzant les taxes evolutives de cada platja per les diferents horitzons temporals (2020, 2030, 2045, 2070 i 2100) i el segon utilitzant les taxes evolutives de cada platja i afegint l'augment del nivell mig del mar.

Càlcul pel primer escenari

Per aquest escenari volem aconseguir trobar el Buffer de la línia de costa d'ús que hi haurà respecte la línia de costa però, tenint en compte els 25 primers metres de cada platja i per cada horitzó temporal. És a dir, per d'aquí dintre de 10 anys (2030), 25 anys (2045), 50 anys (2070) i finalment d'aquí 80 anys (2100).

Tot això tenint en compte que el punt de partida i amb el que es compara serà l'any 2020. A continuació trobem l'equació del retrocés de la línia de costa (equació 6).

$$\text{Buffer de la línia de costa d'ús} = 25m + (\text{Taxa d'evolució de la platja [m/a]} * \text{diferència d'anys[a]})$$

(Eq. 6)

El buffer de la línia de la costa ens marca juntament amb la línia de la costa la superfície que ocupen els usuaris. La taxa d'evolució té unes unitats de metres per any i la diferència d'anys serà la diferència respecte 2020.

Les diferència d'anys són; 10, 25, 50 i 80.

Per tant, per a cada platja de cada tram tenim 4 buffers diferents, i un que sempre és el mateix. Aquest és el dels primers 25 metres del 2020, ja que és l'any de partida (any 0).

Càlculs pel segon escenari

En aquest escenari trobem l'anterior però, a la vegada s'ha afegit l'augment del nivell mig del mar.

Les projeccions del nivell mig del mar utilitzades es corresponen amb l'escenari de canvi climàtic SSP3-7.0 segons l'IPCC en el seu informe AR6 (IPCC, 2021. Climate Change 2021. The physical Science Basis. p.12). L'informe caracteritza el SSP3-7.0 com un escenari socioeconòmic de rivalitat regional on les polítiques se centren cada cop més en qüestions de seguretat, les desigualtats augmenten i les regions pateixen danys ambientals dràstics. Pel que fa les emissions de CO₂ són altes i amb una radiació gamma de 7W/m² l'any 2100.

Per cada dècada el visor Sea Level Projection Tool de la NASA dona el nivell total del mar estimat, com que en aquest estudi no s'han agafat els horitzons temporals de dècada en dècada, sinó que tenim anys com 2045, en aquesta situació el que s'ha fet és agafar la mitjana entre 2040 i 2050.

Per a 2030 l'augment del nivell del mar a Barcelona serà de 0,13 m com mostra l'exemple de la web a la figura 4.3, l'any 2045 de 0,24 m, l'any 2070 de 0,47 m i finalment l'any 2100 de 0,85 m.



Figura 4.3: Captura de pantalla de la web de Sea Level del IPCC en el punt de Barcelona.

Una vegada tinguts els nivells del mar per els diferents anys el següent pas era el càlcul del retrocés mitjançant la regla de Dean i de Bruun.

Inicialment el primer càlcul va ser buscar la velocitat de caiguda del sediment (w) (Eq.4) per a cada una de les platges depenent de la mida de sediment (D_{50}) de cadascuna cercat en l'apartat 4.1.

Seguidament un cop obtingudes les velocitats de caiguda, s'inicia la recerca de el paràmetre de Dean (A) per a cada platja (Eq.3).

A continuació, trobat el paràmetre de Dean i sabent profunditat de tancament de cada platja (apartat 4.1) busquem la profunditat a una distància de x metres de la línia de costa (Eq.2).

I finalment, amb la variable trobada anteriorment, l'augment del nivell del mar per cada any i la berma (apartat 4.1) de cada platja podem utilitzar la regla de Bruun (Eq.5) per trobar el retrocés de la línia de costa amb l'augment del canvi climàtic per a cada de les platges i els diferents horitzons temporals.

S'obté cada retrocés per els diferents anys per a cada platja repetint els passos anteriors, però canviant a la fórmula de Bruun els augments del nivell del mar de l'IPCC corresponent a cada horitzó temporal.

Càlcul de l'afectació de l'augment del mar

Un cop obtinguts els càlculs de retrocés pels dos escenaris es fa el percentatge de la diferència mostrada en l'equació 7 per tots els horitzons temporals. Aquest càlcul servirà per comparar els retrocessos deguts al canvi climàtic amb una situació sense canvi climàtic.

$$\frac{\text{Retrocés regla Bruun} - \text{Retrocés només amb taxes evolutives}}{\text{Retrocés regla Bruun}} * 100$$

(Eq.7)

4.3 Software ArcGIS

Aquest programa dona les eines necessàries per poder extreure les superfícies dels primers 25 metres de la zona emergida per a diferents horitzons temporals sense haver de calcular-les manualment.

ArcGIS permet crear polígons mitjançant capes polilínies creuades entre elles i donar la superfície d'aquesta àrea creada.

En aquest estudi s'han creat diferents capes per trobar les diferents àrees dels 25 primers metres de cada horitzó temporal.

En els següents punts definim com s'han dut a terme la creació de la digitalització dels contorns rígids, la digitalització de la línia de costa, digitalització d'una nova capa per el retrocés de cada platja i finalment la generació del buffer de la línia de costa d'ús .

4.3.1 Digitalització contorns rígids

Aquesta primera capa té un subconjunt de capes que fan referència als diferents municipis. És a dir, cada municipi costaner té la seva capa amb les seves platges. S'ha pensat així perquè cada municipi s'encarrega de les seves platges així com els ajuntaments, i és una eina fàcil per poder classificar-les.

Per saber on comença i s'acaba cada municipi alhora de fer les digitalitzacions es va agafar un mapa de municipis del ICGC que s'observa a continuació a la figura 4.4.

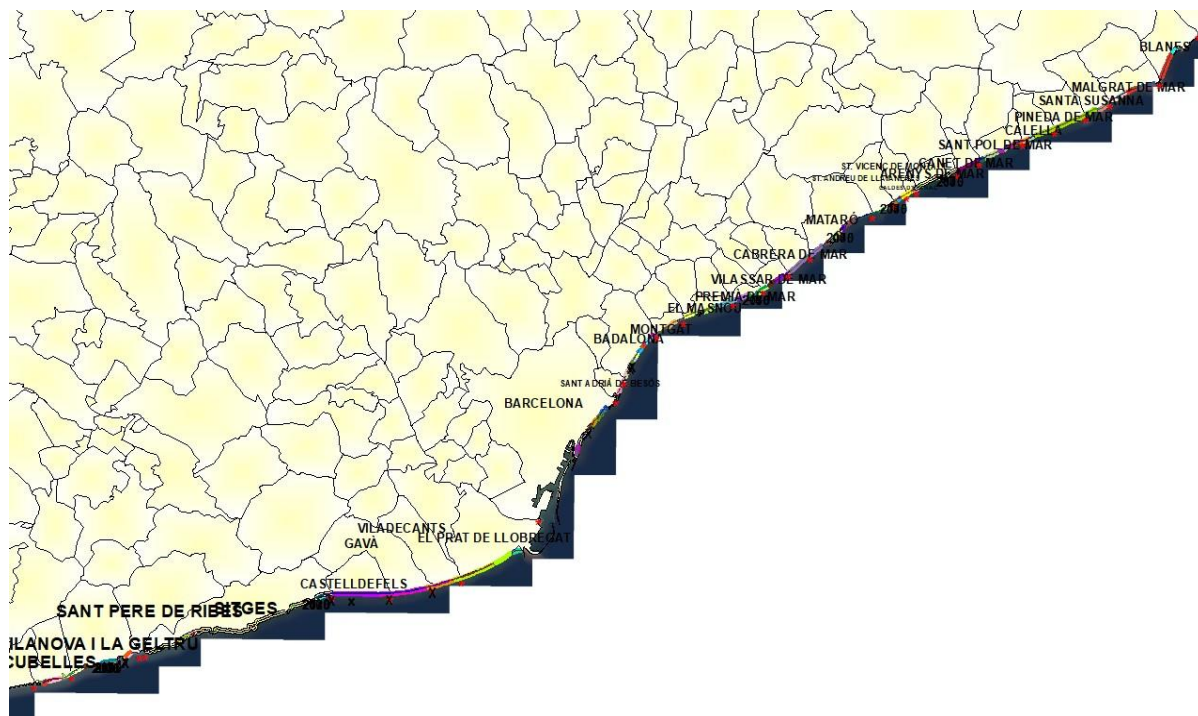


Figura 4.4: Captura de pantalla d'ArcGIS de la capa de municipis i els noms corresponents a cadascun.

Hi han 27 municipis costaners en la província de Barcelona, per tant hi ha el mateix nombre de línies rígides.

Tenim les línies rígides següents: Cubelles, Vilanova i la Geltrú, Sitges, Castelldefels, Gavà, Viladecans, El Prat, Barcelona, Sant Adrià del Besòs, Badalona, Montgat, El Masnou, Premià de Mar, Vilassar, Cabrera de Mar, Mataró, Sant Andreu de Llanvaneres, Sant Vicenç de Montalt, Caldes d'Estrac, Canet de Mar, Sant Pol de Mar, Calella, Pineda de Mar, Santa Susanna, Malgrat de Mar i Blanes.

Per digitalitzar les línies rígides, el patró que s'ha seguit per establir els límits ha sigut el següent: passejos marítims, ports, edificacions particulars, vies del tren i carreteres.

A continuació es pot observar un exemple a la figura 4.5 on es veu representada la línia rígida de Sitges seguint la carretera com a contorn

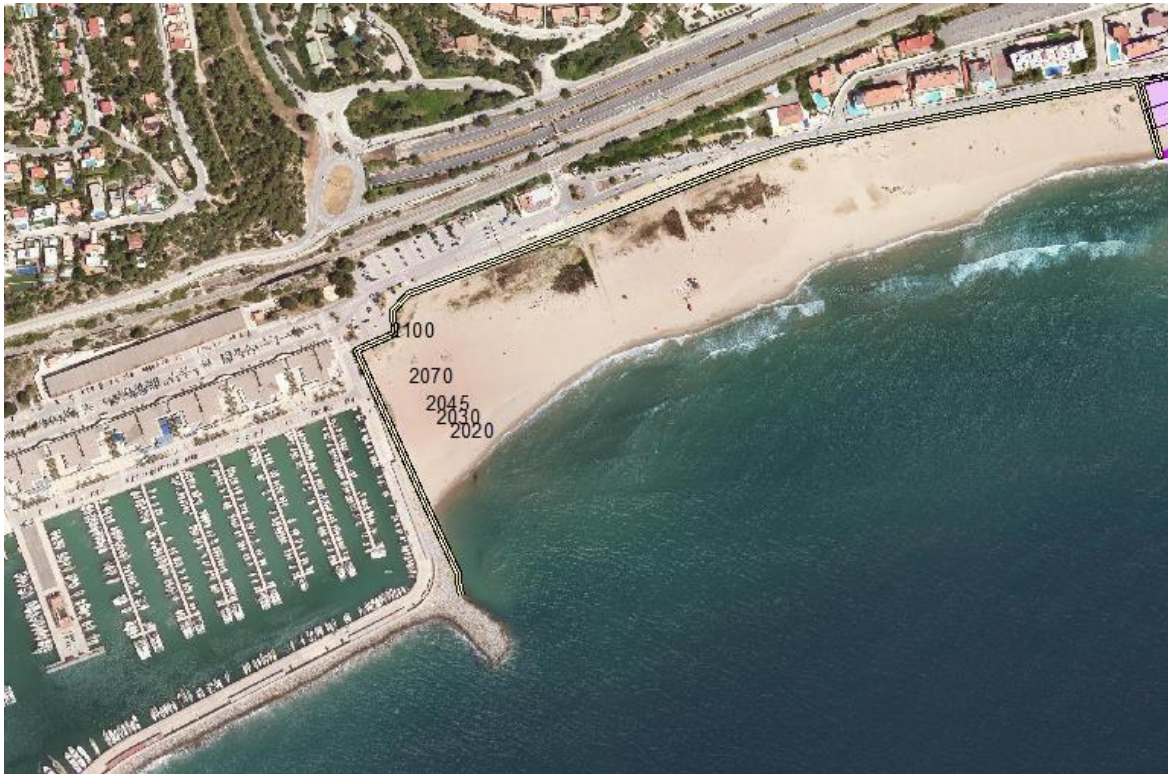


Figura 4.5: Captura de pantalla d'ArcGIS de la platja Botigues de Sitges on s'observa la línia rígida de Sitges.

4.3.2 Digitalització línia de costa

La digitalització de la línia de costa és més senzilla que l'anterior, ja que cada platja té la seva capa. La figura 4.6 mostra un exemple de la línia de costa de la platja Botigues de Sitges.

En aquest punt s'ha tingut en compte que la línia de costa i la rígida han d'estar perfectament creuades entre elles, perquè sinó l'eina de ArcGIS que dona lloc a la creació de polígons no generarà les superfícies.

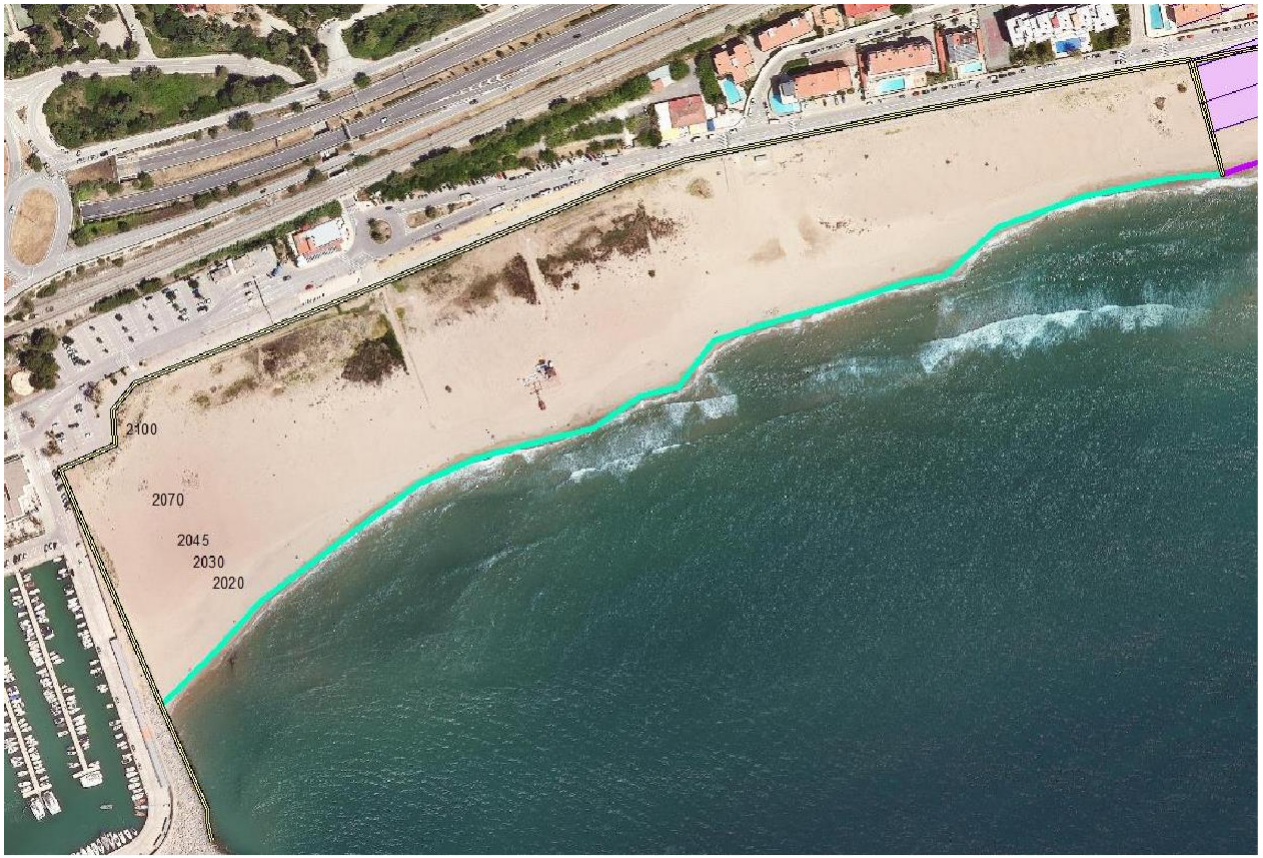


Figura 4.6: Captura de pantalla d'ArcGIS del contorn rígid de la platja de Botigues de Sitges juntament amb la línia de costa d'aquesta.

4.3.3 Retrocés sense la regla de Bruun

Aquesta és la capa més complexa perquè dins d'aquesta hi han els diferents retrocessos de cada platja calculats anteriorment a l'equació 6.

ArcGIS conté una eina d'edició que permet crear línies paral·leles cap endavant o cap enrere. Així doncs s'ha anat creant paral·lelament a la línia de costa de cada platja les línies seguint els següents dos passos:

1. Primera línia és la dels 25 m respecte a la línia de costa de l'any de referència 2020 com mostra la figura 4.7.



Figura 4.7: Captura de pantalla d'ArcGIS dels primers 25 m platja Botigues de Sitges.

2. Per les línies de 2030, 2045, 2070 i 2100 el procediment no és tan senzill, en aquests casos s'agafa com a referència la línia de costa i segons els càlculs efectuats (Eq.6) dels diferents retrocessos per cada any, es van digitalitzant les diferents línies paral·leles.

Aquesta línia paral·lela referent al retrocés de cada any, serà on tindrem la línia de costa per aquell any en concret. Per tant, s'haurà de repetir el pas anterior dels 25 m però amb les línies dels diferents horitzons temporals com es veu a l'exemple visual de la figura 4.8.



Figura 4.8: Captura de pantalla d'ArcGIS amb totes les línies paral·leles. S'observa el retrocés de les línies de costa durant els anys.

4.3.4 Retrocés amb regla de Bruun

Aquest retrocés s'ha efectuat igual que l'anterior però tenint amb compte el canvi climàtic, l'augment del nivell del mar (SLR). És a dir, els retrocessos en aquest cas estan calculats amb la regla de Bruun (eq.5).

4.3.5 Polígons i àrees

Finalment un cop extrets els retrocessos i feta la digitalització d'aquests, per cada platja. Només s'ha fet la creació dels polígons amb el retrocés de la regla de Bruun ja que, vivim en una situació on el canvi climàtic és real i s'està accelerant. Per aquesta raó, interessa extreure les superfícies que hi haurà a llarg termini.

Com s'ha dit en el punt 4.3.2, ArcGIS crea superfícies mitjançant línies que es creuen (figura 4.9). Les línies que hem agafat per a que la eina d'ArcGIS formi polígons i saber les àrees compreses dels 25 m de cada episodi de temps són diferents. És a dir, ArcGIS per crear una àrea necessita crear una nova capa amb 2 o més línies.

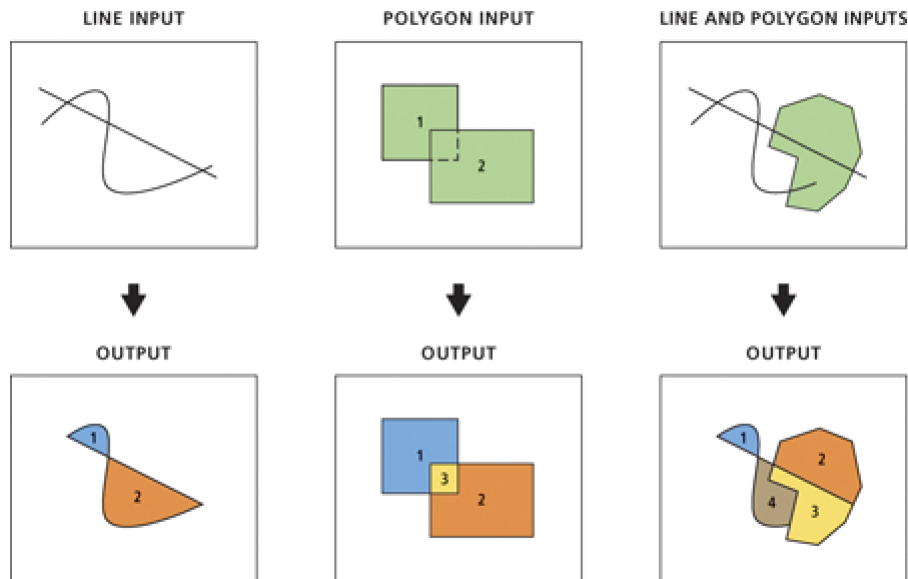


Figura 4.9: Fotografia on s'aprecia com ArcGIS produeix superfícies amb diferents elements. En el nostre estudi tenim el cap de LINE INPUT. Imatge extreta del manual d'ajuda de l'ArcGIS.

El major problema és que el programa no ho pot fer d'una sola vegada, ja que la línia de la costa de l'any 2020 és una capa (apartat 4.3.2) i la línia paral·lela que es fa de 25 m per l'any 2020 (apartat 4.3.3) no es creuen entre elles perquè són paral·leles.

Per aquesta raó s'ha hagut de crear dues capes de polígons; una amb la capa de la línia rígida i la capa dels retrocessos com es veu a la figura 4.10 i un altre que compregui la línia de costa amb la rígida, és a dir l'àrea total de la platja, representada a la figura 4.11.



Figura 4.10: Polígons creats amb les capes; línia rígida i línies de retrocés. Captura de pantalla d'ArcGIS.

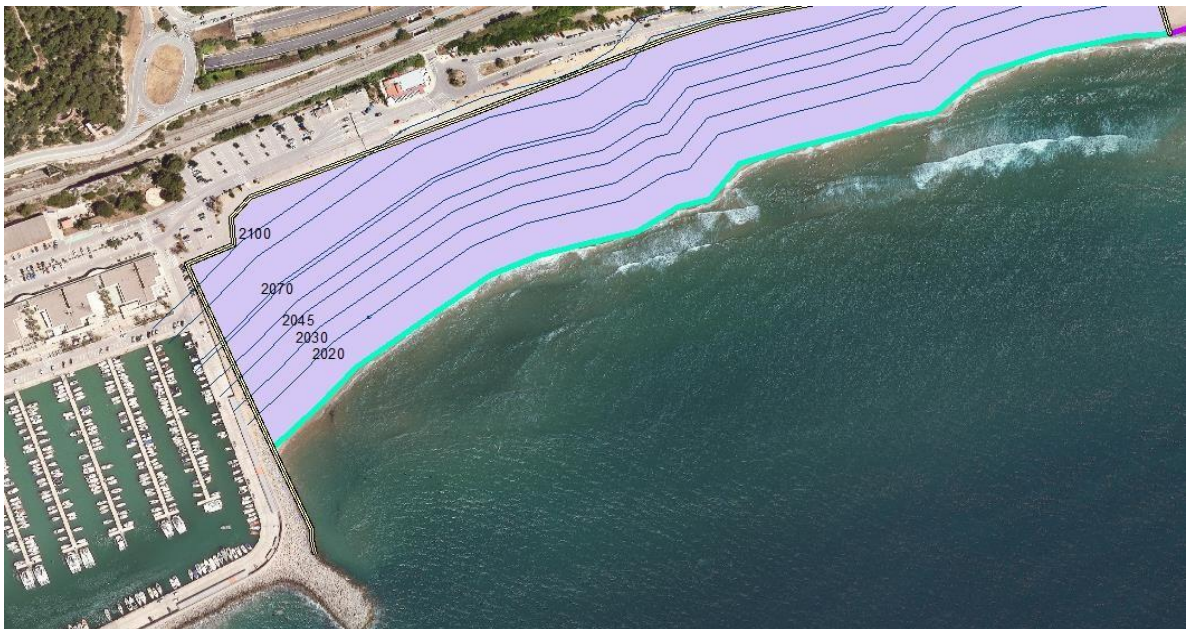


Figura 4.11: Polígons creats amb les capes; línia rígida i línia costa. Captura de pantalla d'ArcGIS.

Amb aquestes dues capes de polígons formades ArcGIS és capaç de calcular les superfícies de cada polígon.

Per saber els 25 m de 2030, 2045, 2070 i 2100 amb la capa de la línia rígida i la línia de retrocessos, creant el polígon d'aquestes dues, ArcGIS és capaç de proporcionar directament les dades de a superfície.

Per saber els primers 25 m de 2020 s'ha sumat les superfícies de la capa anterior (compresa per línia rígida i la de retrocessos) i s'han restat a l'àrea total mitjançant les dades de la taules d'atributs representades a les figures 4.12 i 4.13.

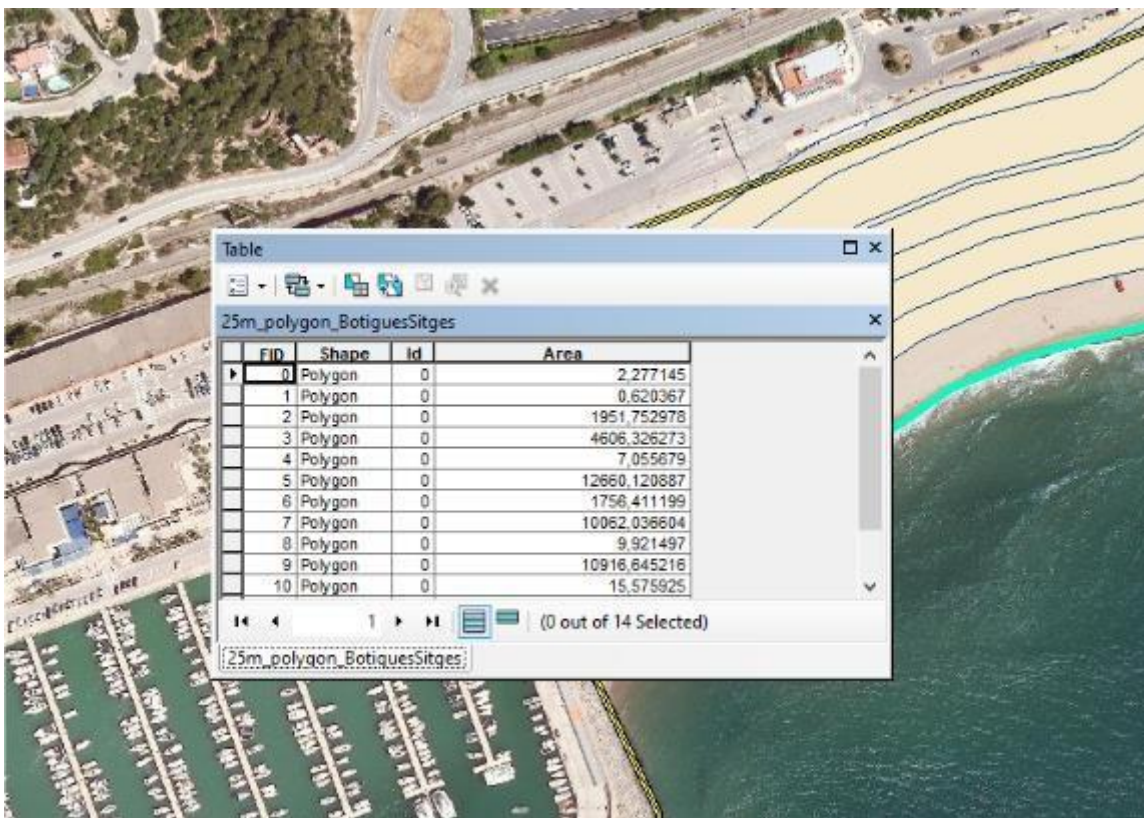


Figura 4.12: Imatge de com representa ArcGIS les superfícies de la capa de polígons entre la línia rígida i la de retrocessos en una taula d'atributs.

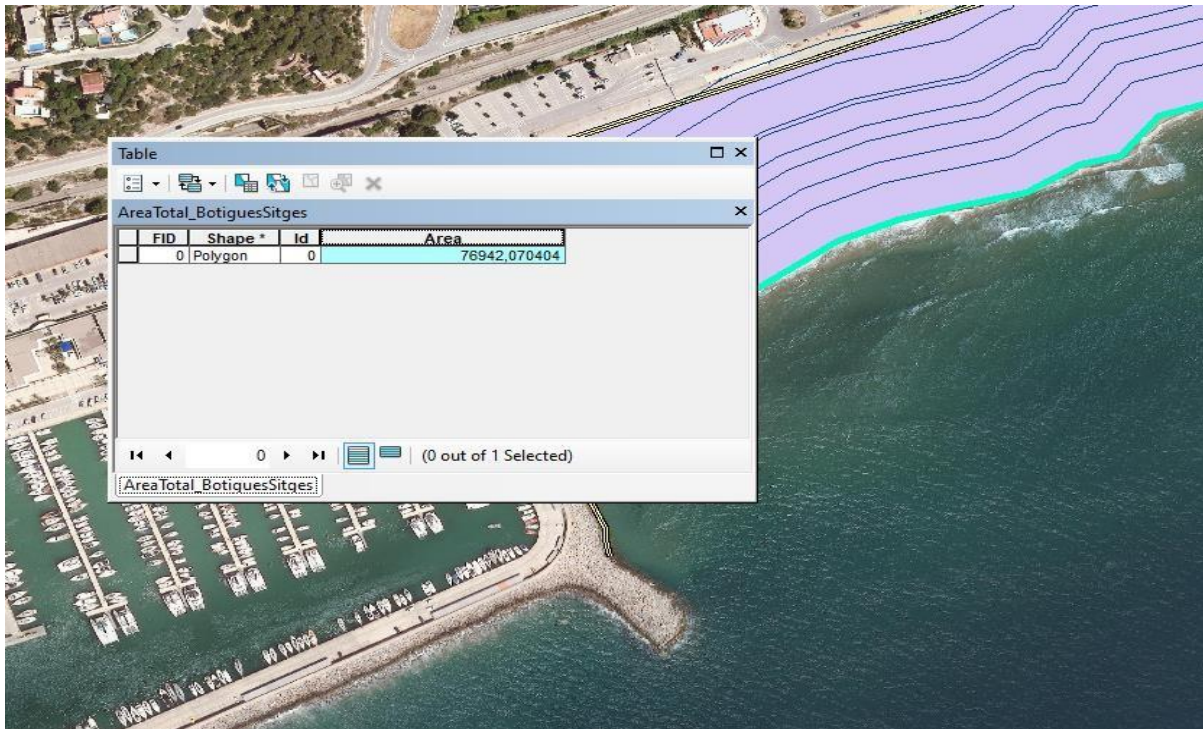


Figura 4.13: Imatge de com representa ArcGIS les superfícies de la capa de polígons entre la línia rígida i la de costa en una taula d'atributs.

Tots els procediments efectuats anteriorment s'han fet per a cada platja.

4.4 Aplicació capacitat de càrrega

Tenint les superfícies de cada platja i els seus corresponents 25 m per cada horitzó temporal podem trobar la quantitat d'usuaris que hi caben (Eq. 1). On cada usuari ocupa 6 (apartat 3.1.1).

Amb aquest apartat ens podem fer una idea del nombre d'usuaris que hi ha en els diferents horitzons temporals compresos en els 25 primers metres de la part emergida. Agafant sempre i idealment que la platja està ocupada del nombre d'usuaris que ocupen els 6 m².

5. DISCUSSIÓ I RESULTATS

5.1 Afectació SLR en les platges

Mitjançant els resultats obtinguts (*apartat 4.2*) que fa referència a l'Aplicació de Dean i la regla de Bruun, s'han comparat els resultats dels dos escenaris. El primer, que només tenia en compte el retrocés de la costa amb les taxes evolutives de cada platja, és a dir com si no hi hagués canvi climàtic. Amb el segon escenari, que sí que tenia en compte a més a més el canvi climàtic.

Els resultats obtinguts es mostren a l'Annex A amb gràfics de barres. Són resultat de la diferència del retrocés de la línia de costa causat pel canvi climàtic en vers el que hi hauria sense aquest. Els resultats s'han donat amb percentatge, perquè es pugui observar millor gràficament l'ascens de les afectacions que comporta l'augment del nivell del mar.

Tots els resultats obtinguts són positius, això vol dir que el retrocés amb el canvi climàtic augmenta.

Els Trams més afectats amb percentatges que superen el 30 % són; els trams del sud, trams 7 i 8 i els del nord, trams 13,14 i 15.

Els trams 7 i 8 tenen aquest impacte a ran de que la majoria de platges són encaixades i han sigut intervingudes per l'ésser humà. El fet que tinguin poca superfície de terreny, una elevació del nivell del mar els implica un gran impacte. Així mateix, en aquests trams també tenim la presència de cales naturals que també tenen poca superfície. Cal recordar que es tracta la costa segons la toponímia de CIIRC (2010) indistintament de la longitud que presentin.

Els altres trams 13, 14, 15 l'impacte pot ser explicat per la mida del sediment existent, més gruixut. Tal i com es pot veure en l'equació 3, el paràmetre A de Dean és funció de la velocitat de caiguda del gra i per tant de la seva mida. Aquest fet condiciona l'ample de dissipació dins el model de Bruun (eq. 5) i en conseqüència el retrocés que experimenta el perfil front el ascens del nivell del mar.

En general, si es comparen les platges d'un mateix tram entre elles i s'observa les superfícies que tenen cada una, es veu una relació entre l'augment del percentatge amb la superfície de terreny.

En canvi els trams centrals 9, 10, 11 i 12 com tenen sediments més fins, els percentatges són d'un 20% de retrocés. Per aquest fet, només s'aprecia dins d'un mateix tram la relació de superfície i retrocés anomenada anteriorment.

5.2 Punts d'inflexió

Donant a terme l'estudi, s'han vist platges que han desaparegut des de 2010 (any creació del Llibre verd) fins 2020, platges que no tenen informació de mida de sediment, per tant no es pot aplicar Regla de Bruun i platges que s'han unificat, ja que formen la mateixa platja i les característiques són les mateixes.

- Platges desaparegudes: Platja Varador (tram 13) i La Platjola (tram 15).
- Platges sense informació de sediment: Ca l'Arana (tram 8) i Cala de l'Home Mort (tram 7).
- Platges unificades per característiques: Roca Grossa amb Platja de les Roques (tram 15) i Banyes Montgat amb Platja de Montgat (tram 10).

Com a resultat de les superfícies trobades amb l'ArcGIS (apartat 4.3.2)

Un cop vistos els resultats dels m^2 dels 25 m dels diferents horitzons temporals de les superfícies trobades amb l'ArcGIS (apartat 4.3.2). Gràficament, s'observa que de les 94 platges de tots els trams, 40 han desaparegut el 2030. És a dir, aproximadament el 42,5%.

Cal destacar que l'únic tram que es manté fins 2030 és el tram 8. Aquest fet és resultat de que són platges amb gran extensió i molt amples.

A continuació, a la figura 5.1 es mostra la gràfica del comportament temporal de les platges desaparegudes el 2030, amb una caiguda lineal de la superfície. I a la taula 5.1 les platges desaparegudes.

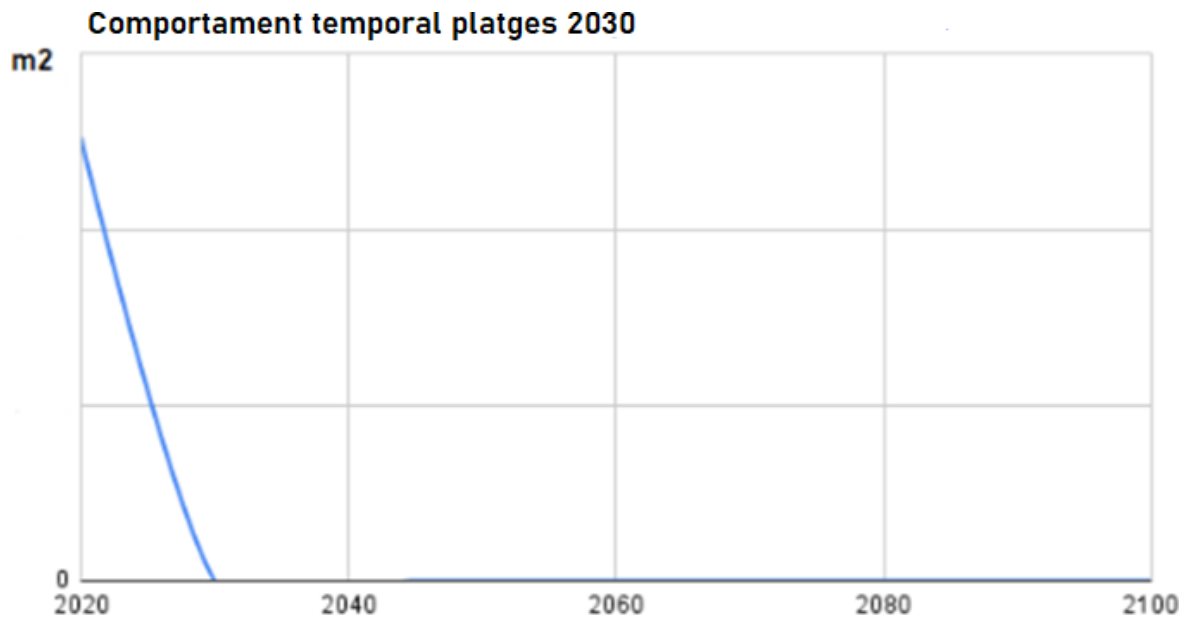


Figura 5.1: Gràfica del comportament temporal de les platges desaparegudes a 2030.

TRAM 7	Platja Llarga de Cubelles	TRAM 10	Platja Sant Adrià del Besòs
	Platja Ibersol		Platja de la Mora
	Platja Llarga de Vilanova		Platja dels Pescadors
	Platja de les Anquines		Platja Pont de la Botifarreta
	Platja de la Barra		Platja Cristall
	Platja de l'Espanyol		Platja Barca Maria
	Platja Ribera		Platja de Montgat i Banys de Montgat
	Platja de Sant Sebastià		Platja del Masnou
	Platja Balmins		
	Platja Vallcarca	TRAM 11	Platja Bellamar
	Cala Morisca		
TRAM 9	Platja Sant Sebastià	TRAM 12	Platja de Ponent de Vilassar
	Platja Barceloneta		Platja de Cabrera de Mar
	Platja de Llevant de Barcelona		Platja de Ponent de Mataró
TRAM 13	Platja Sant Simó	TRAM 14	Platja del Tres Micos
	Platja del Fortí		Platja de la Riera
	Platja de l'Estació		Platja de la Musclera
	Platja de les Barques		Platja de la Picòrdia
TRAM 15	Platja de les Escaletes		

Taula 5.1: Platges desaparegudes

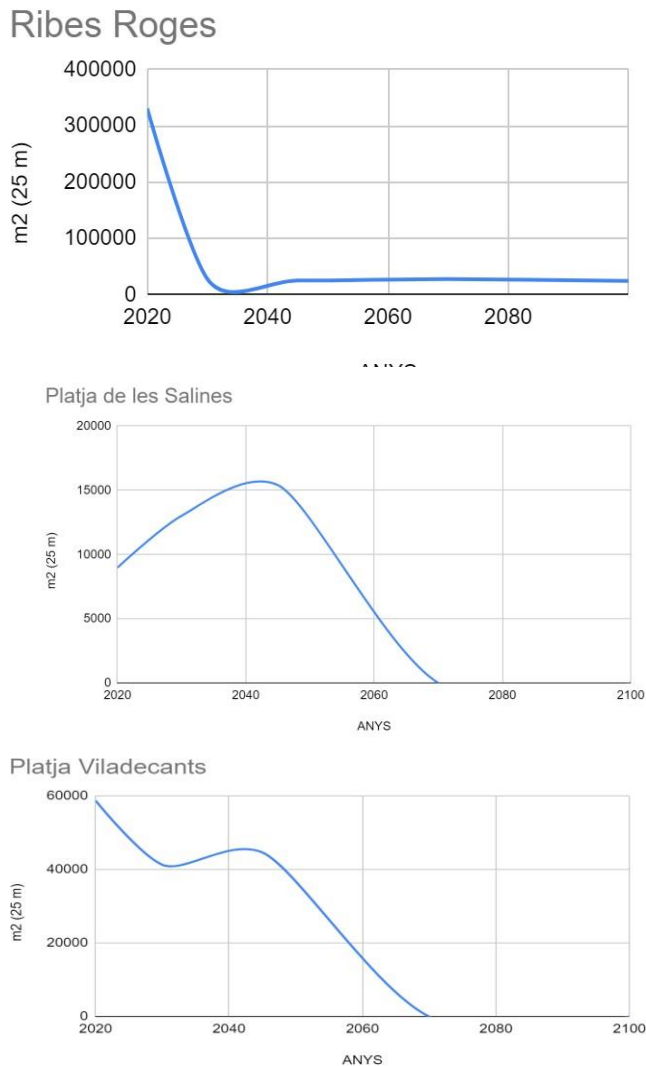
Tots els trams presenten un gran nombre de platges que desapareixen abans de 2030, menys el tram 15 (Port d'Arenys - Port Blanes) que només té una com es mostra a la taula 5.1.

La majoria de les platges dels trams del sud i del centre, el 2045 ja no hi haurà platja per el motiu de la manca de superfície de terreny menys el tram 8 (Port Ginesta - Port de Barcelona) ja que són platges amb gran extensió i amples.

El 2070 només quedaran les platges que antigament tenien grans extensions (tram 8, algunes del tram 15 i menys de 10 de la resta de trams) on en aquest any passaran a ser platges a punt d'extingir-se.

El 2100 només quedaran platges en el tram 15 i menys de 5 a la resta de trams, amb superfícies menors dels 6000 m^2 .

Cal destacar que hi han anomalies en els resultats d'algunes gràfiques com la de la figura 5.2, arran de que no totes les platges són geomètricament iguals i quan la línia de costa avança amb el pas del temps no tenim contorns lineals sinó que els contorns són heterogenis i apareixen la presència d'obstacles que abans no hi eren com; roques o infraestructures costaneres. Addicionalment, quan hi ha la presència de dics exempts o dics paral·lels és molt difícil de saber que passarà amb el sediment en un futur.



Figur.

5.2 : Exemples gràfiques amb anomalies.

5.3 Usuaris

A l'Annex C es presenta la capacitat de càrrega, nombre d'usuaris que ocupen la primera franja de 25 m des de la línia de la costa, per a les platges analitzades seguint la metodologia descrita en l'apartat 4.4. Els valors obtinguts han de ser entesos com a màxims d'ocupació segons els valors proposats en l'apartat 3.1. Podem veure que el nombre d'usuaris és proporcional als resultats de l'apartat 5.2 i per tant com es mostra a l'Annex B les gràfiques serien amb la mateixa tendència.

En cas de voler determinar la capacitat de càrrega anual i comptabilitzar el número d'usuaris perduts en un moment donat degut al canvi climàtic caldria veure com aquests es distribueixen en un any.

Com mostra l'Annex E en percentatges en tant per u de la pèrdua d'usuaris de cada horitzó temporal respecte l'any de referència 2020, les platges amb més retrocés representen un percentatge més elevat. En general la majoria de platges presenten entre aproximadament entre un 60% i un 90% de pèrdua d'usuaris l'any 2030, l'any 2045 entre un 75% i un 95% i l'any 2100 els percentatges són d'un 90% a un 98%.

D'altra banda, els valors de capacitat de càrrega màxima obtinguts han de ser presos amb cautela, doncs s'assumeix que les tendències evolutives de la costa a mig termini poden ser projectades en horitzons temporals futurs (any 2030; 2045, 2070 i 2100) de forma lineal. No obstant l'aplicació de les taxes d'evolució pot no ser lineal especialment quant l'horitzó temporal és molt gran. En aquests casos la platja experimenta una reorientació natural de la costa per tal de minimitzar els gradients de transport de sediments i per tant produint taxes d'evolució més baixes que les possibles a més curt termini com es mostra a la figura 5.3 on la línia blava contínua representa taxes d'evolució lineals i les 3 blaves discontinües possibles taxes d'evolució reals. Aquest comportament repercuteix en els resultats de superfície de platja emergida perduda de forma que en realitat molt probablement són menors. Els valors obtinguts en aquest treball han de ser entesos doncs com els resultats més desfavorables.

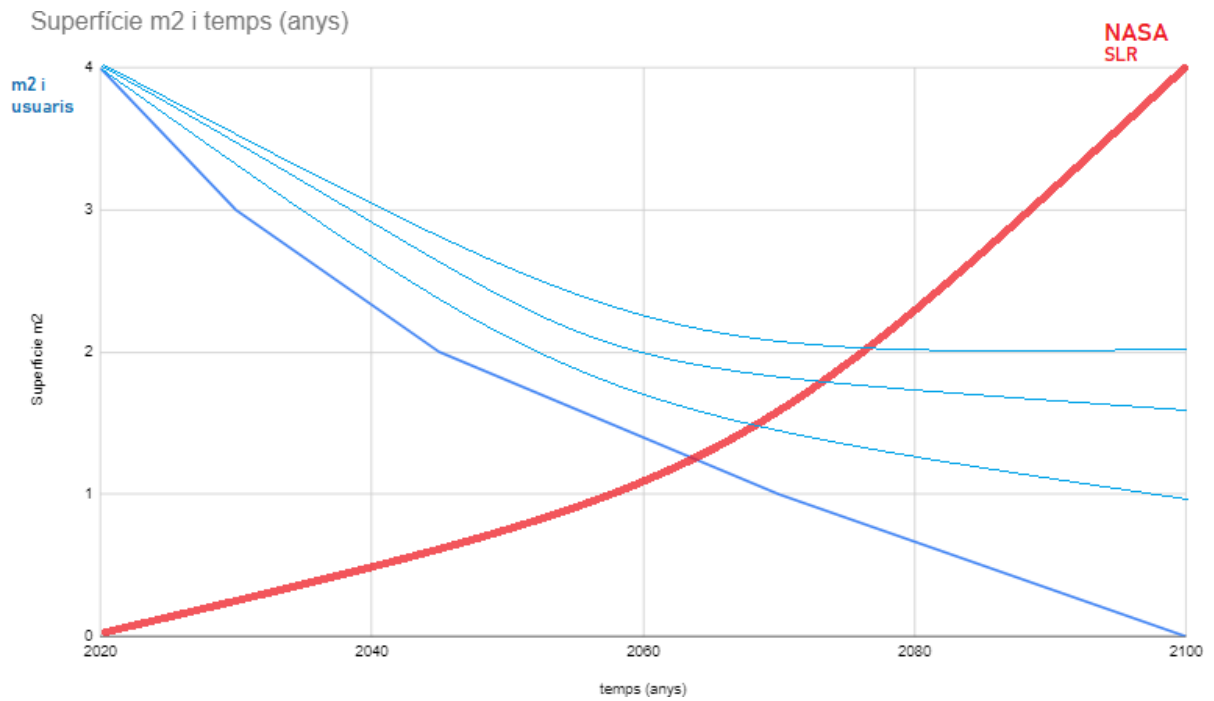


Figura 5.3: Gràfica superfície en vers augment nivell del mar de la NASA.

CONCLUSIONS

L'efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació ha estat avaluat mitjançant una metodologia creada a partir de les dades cartogràfiques del ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya), dades del CIIRC 2010 de les platges i les del IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) dels diferents augments del nivell del mar dels horitzons temporals. Els càlculs generats per mitjà del perfil d'equilibri de Dean i el retrocés segons la regla de Bruun. A través d'ArcGIS s'ha digitalitzat la costa i s'ha creat el buffer de la línia de costa d'ús dels diferents horitzons temporals (2030, 2045, 2070 i 2100) per aconseguir la superfície d'aquest i la capacitat de càrrega.

Per una banda, a partir d'aquesta metodologia desenvolupada totes platges de la província de Barcelona presenten un retrocés significatiu de la costa.

El canvi climàtic afecta de forma diferent les platges analitzades. Aquelles amb el sediment més gruixut experimenten retrocessos menors.

La contribució relativa del canvi climàtic a la taxa d'evolució total acostuma a ser menor en platges amb poca superfície i platges de sediment gruixut. Els trams de costa afectats que superen el 30% d'augment del retrocés degut al canvi climàtic són el 7 i 8 per poca superfície de terreny i el 13, 14 i 15 per tenir sediments més gruixuts.

Amb les hipòtesis d'aquest estudi, projeccions lineals de les tendències evolutives en el trams i absència d'intervencions, el 42,5% de les platges de la província el 2030 hauran desaparegut. El 2045, les platges de tots els trams menys els del nord i el tram 8 també hauran desaparegut. Per l'horitzó temporal 2070 només quedaran platges en el tram 8, 15 i menys de 10 en els altres trams. I finalment el 2100 només quedaran platges al tram 15 i menys de 5 en els altres trams i amb superfícies menors dels 6000 m^2 .

Els resultats de la pèrdua d'usuaris han mostrat que el 2030 hi haurà una pèrdua d'un 60% a un 90%. L'any 2045 entre un 75% i un 95% i l'any 2100 els percentatges són d'un 90% a un 98%.

La capacitat de càrrega màxima, és proporcional a la superfície existent de cada platja. En el resultats obtinguts dels percentatges s'assumeix que les tendències evolutives a mig termini pels diferents horitzons temporals són lineals i a la vida real no ho són. Per tant, aquest fet repercuteix en els resultats de la superfície emergida que es perd i com a conseqüència d'aquest fet, s'obtenen resultats de superfície i d'usuaris menors que els de la realitat. És a dir, més desfavorables.

No existeix un model aplicat a la costa Catalana que expliqui aquest comportament i per tant resulta impossible avui en dia poder predir amb més certesa quins són els valors reals d'aquestes pèrdues de superfície.

REFERÈNCIES

Priority actions programme regional activity center Split. (1997) GUIDELINES for carrying capacity assessment for tourism in Mediterranean coastal areas. (p.4). [15/09/2022]

University of the Aegean. (2002) Defining, measuring and evaluating carrying capacity in European tourism destinations. *Departament of enviromental studies*. (p.74) [23/08/2022]

M. Lujan Bustos , Mariana I. Zilio , Federico Ferrelli , M. Cintia Piccolo, Gerardo M. E. Perillo, Gustavo Van Waarde , Gian Marco Mavo Manstretta. (2021) Tourism in the COVID-19 context in mesotidal beaches: Carrying capacity for the 2020/2021 summer season in Peru Co, Argentina. *Ocean and Coastal Management*. <https://www.sciencedirect.com> (p.7)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020) Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM. de El Masnou - Premià de Mar (Barcelona). Anejo nº 4. Estudio de Dinámica Litoral. *BOE*. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-16776. [14/09/2022]

J.A. Jiménez, H.I. Valdemoro, C. Ballesteros, E. Bosom, A. Sánchez-Arcilla.(2017). Impacto del Cambio Climático sobre la costa catalana.Vulnerabilidad y adaptación. *Laboratori d'Enginyeria Marítima. Universitat Politècnica de Catalunya*. <https://docplayer.es/24077638-Impacto-del-cambio-climatico-sobre-la-costa-catalana-vulnerabilidad-y-adaptacion.html> [14/09/2022]

Caroline Hallin. (2019) Long-term beach and dune evolution Development and application of the CS-model. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/figure/Schematization-of-the-Bruun-rule-A-sea-level-rise-SSLR-cause-a-shoreline-retreat-equal_fig5_333237684 [15/09/2022]

NASA, The Intergovernmental Panel on Climate Change, Sea Level Projection Tool. <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool> [13/09/2022]

Alvar Garola, UxiaLópez-Dóriga, José A.Jiménez. (2022) The economic impact of sea level rise-induced decrease in the carrying capacity of Catalan beaches (NW Mediterranean, Spain). *Laboratori d'Enginyeria Marítima. Universitat Politècnica de Catalunya. Ocean and Coastal Management*. <https://www.sciencedirect.com> (p.1).[28/08/2022]

CIIRC. Centre Internacional d'investigació dels Recursos Costaners. 2010. Estat de la zona costanera a Catalunya. Resum Executiu. Generalitat de Catalunya, Barcelona. http://www.igc.cat/web/files/igc_costa_resum_executiu_ca.pdf [14/04/2022]

IPCC, 2021. Climate Change 2021. The physical Science Basis. (p.12) [20/09/2022]

LLISTAT DE FIGURES

Figura 2.1: Taula amb la numeració dels trams compresos en la província de Barcelona. Taula extreta del CIIRC 2010 de l'Estat de la zona costanera de Catalunya.....	2
Figura 2.2: Fotografia de les delimitacions de cadascun dels trams mitjançant una fotografia aèria. Imatge extreta del CIIRC 2010 de l'Estat de la zona costanera de Catalunya.....	9
Figura 2.3: Taula amb les variables mitjanes característiques de les platges per trams. Trobem el diàmetre mitjà, d_{50} : la desviació estàndard σ , altura de la berma B i la pendent representada per $\tan\beta$	10
Figura 2.4: Taula amb les valors mitjans de les taxes evolutives de cada un dels trams de la província de Barcelona durant 1995 fins 2004	11
Figura 2.5: Imatges des de satèl·lit. Imatge A, Tram 13 on s'aprecia la presència de ports esportius. Imatge B, Tram 7 fotografia de Sitges s'observa la presència de moltes platges curtes i encaixades. Captures de pantalla de Google Maps.	11
Figura 3.1: Taula amb els valors de C_p en vers al grau de saturació corresponents a cada valor. Taula extreta durant el curs d'apunts de classe.....	13
Figura 3.2: Dibuix de les dimensions d'un 3x3 i imatge d'aquest. Captura de Pantalla extreta dels apunts de classe.....	14
Figura 3.3: Figura que mostra la diferència del perfil amb l'augment del nivell del mar. Figura de ResearchGate.....	16
Figura 4.1: Diagrama de flux de l'estudi	17
Figura 4.2: Exemple de la Platja de la Barceloneta, TRAM 9. Representat a la captura de pantalla estan encerclades i subratllades les variables (referència, altura de berma, d_{50} , evolució mitja i profunditat de tancament que en aquest cas no n'hi ha) utilitzades per cada una de les platges. Captura de pantalla del CIIRC 2010 apartat; 'fitxa descriptiva' de la platja buscada en concret.....	19
Figura 4.3: Captura de pantalla de la web de Sea Level del IPCC en el punt de Barcelona.....	21
Figura 4.4: Captura de pantalla d'ArcGIS de la capa de municipis i els noms corresponents a cadascun.	23
Figura 4.5: Captura de pantalla d'ArcGIS de la platja Botigues de Sitges on s'observa la línia rígida de Sitges	24
Figura 4.6: Captura de pantalla d'ArcGIS del contorn rígid de la platja de Botigues de Sitges juntament amb la línia de costa d'aquesta	25
Figura 4.7: Captura de pantalla d'ArcGIS dels primers 25 m platja Botigues de Sitges.....	26
Figura 4.8: Captura de pantalla d'ArcGIS amb totes les línies paral·leles. S'observa el retrocés de les línies de costa durant els anys	27

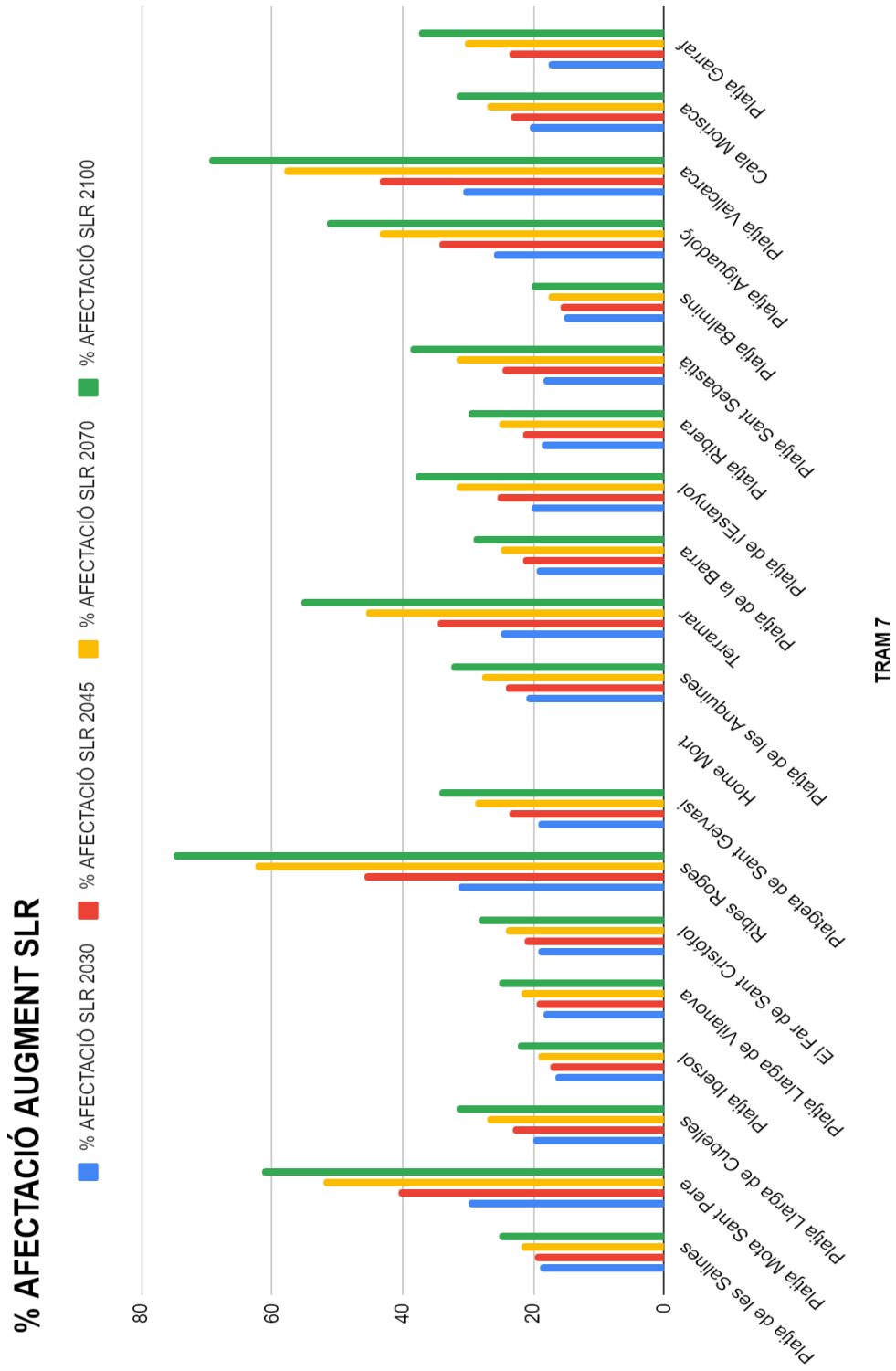
Figura 4.9: Fotografia on s'aprecia com ArcGIS produeix superfícies amb diferents elements. En el nostre estudi tenim el cap de LINE INPUT. Imatge extreta del manual d'ajuda de l'ArcGIS	28
Figura 4.10: Polígons creats amb les capes; línia rígida i línies de retrocés. Captura de pantalla d'ArcGIS	29
Figura 4.11: Polígons creats amb les capes; línia rígida i línia costa. Captura de pantalla d'ArcGIS	29
Figura 4.12: Imatge de com representa ArcGIS les superfícies de la capa de polígons entre la línia rígida i la de retrocessos en una taula d'atributs.	30
Figura 4.13: Imatge de com representa ArcGIS les superfícies de la capa de polígons entre la línia rígida i la de costa en una taula d'atributs.....	30
Figura 5.1: Gràfica del comportament temporal de les platges desaparegudes a 2030.....	34
Figura 5.2: Exemples gràfiques amb anomalies	36
Figura 5.3: Gràfica superfície en vers augment nivell del mar de la NASA	38

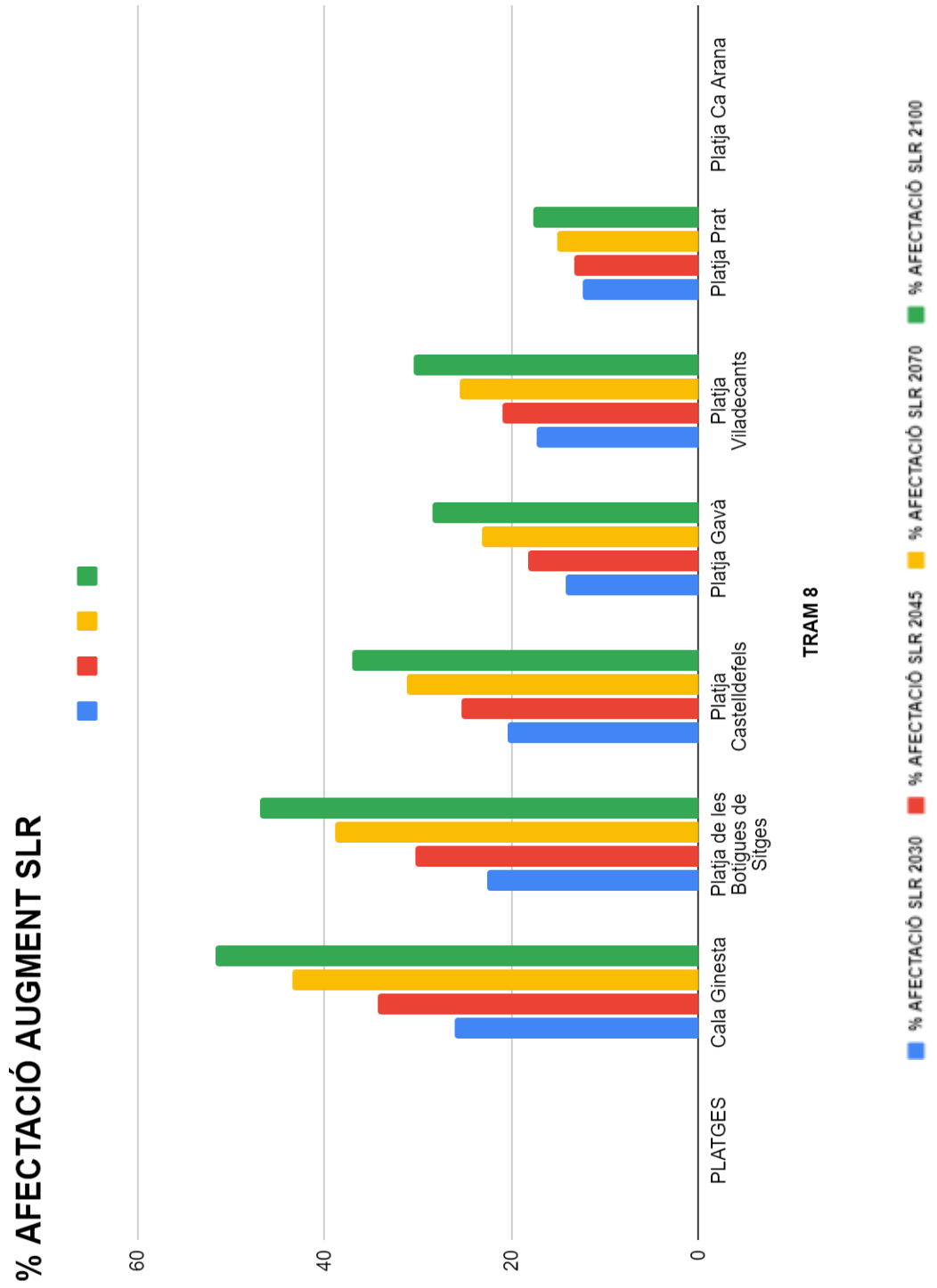
LLISTAT TAULES

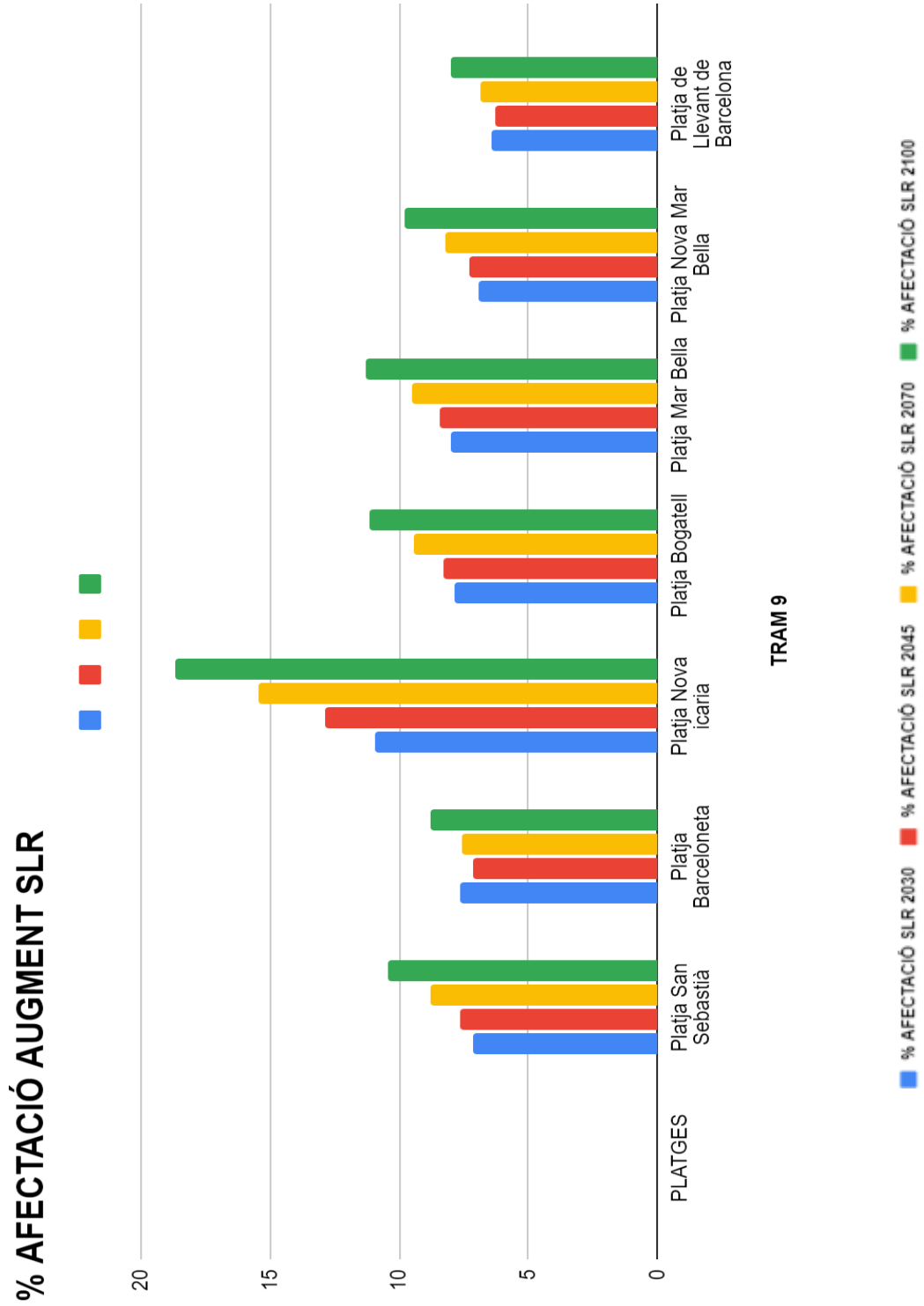
Taula 2.1: Tram 7 Cubelles - Garraf.....	3
Taula 2.2: Tram 8 Port Ginesta - Port Barcelona.....	4
Taula 2.3: Tram 9 Ciutat Barcelona.....	4
Taula 2.4: Tram 10 Port Badalona - Port Masnou	5
Taula 2.5: Tram 11 Port Masnou - Port Premià	5
Taula 2.6: Tram 12 Port Premià - Port Mataró.....	6
Taula 2.7: Tram 13 Port Mataró - Port Balís	6
Taula 2.8: Tram 14 Port Balís - Port D'Arenys.....	7
Taula 2.9: Tram 15 Port D'Arenys - Port Blanes.....	8
Taula 5.1: Platges desaparegudes.....	35

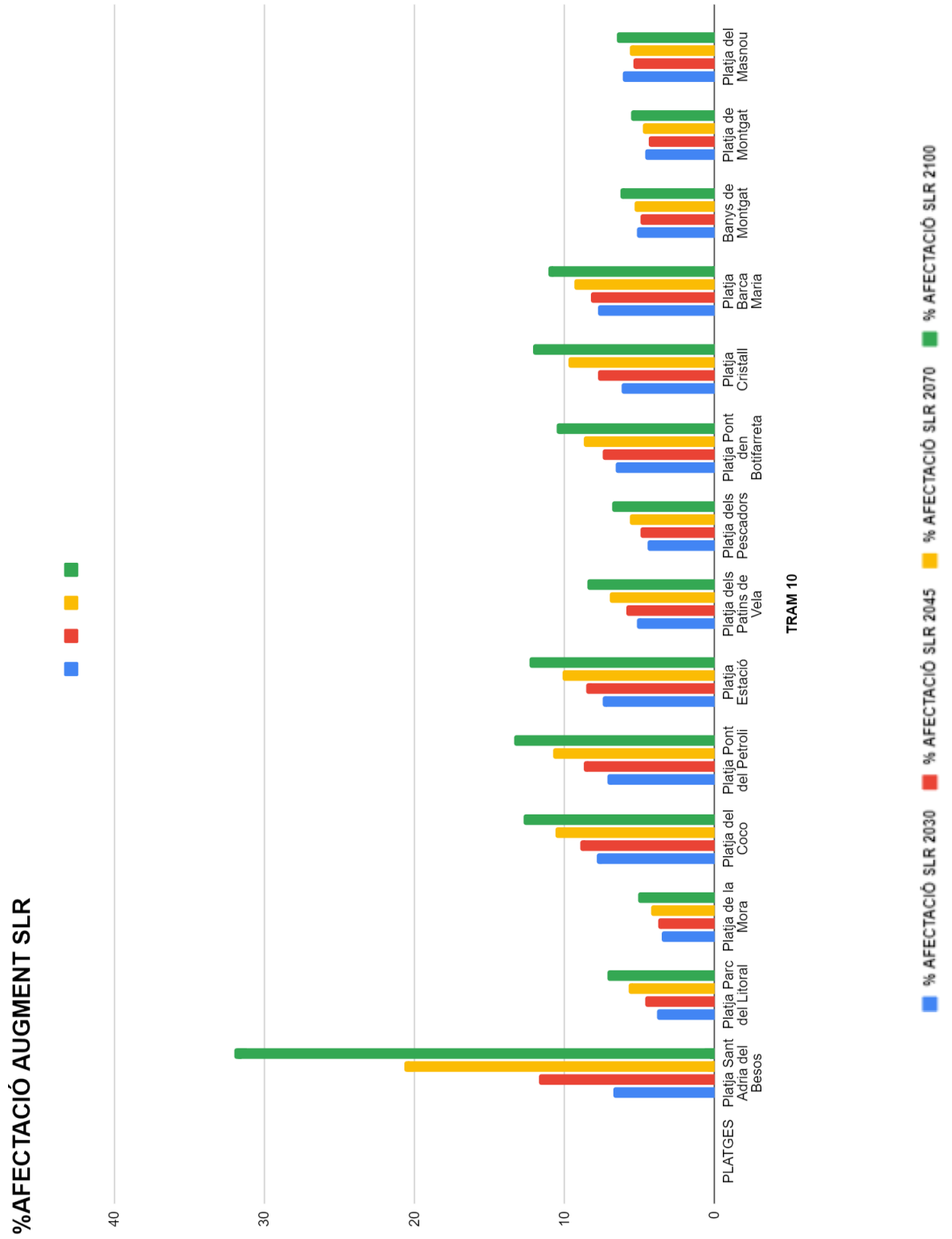
ANNEX A - Percentatges de l'afectació del canvi climàtic on s'agafen les taxes d'evolució de les platges + l'augment del nivell del mar corresponent a cada any en vers a si no tinguéssim canvi climàtic, és a dir només amb taxes d'evolució per les platges.

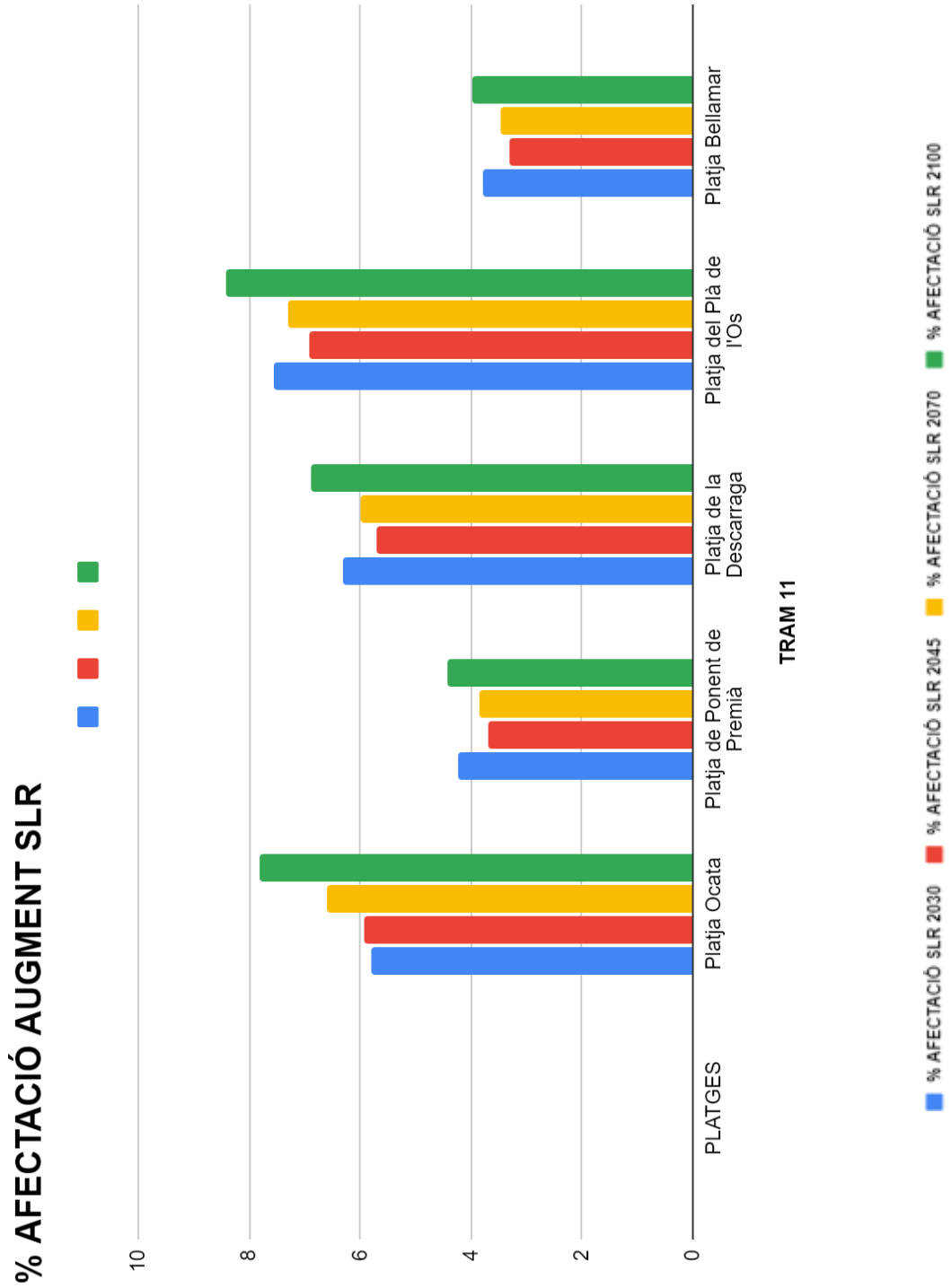
Gràfics de barres en columnes per cada una de les platges corresponent al seu tram.

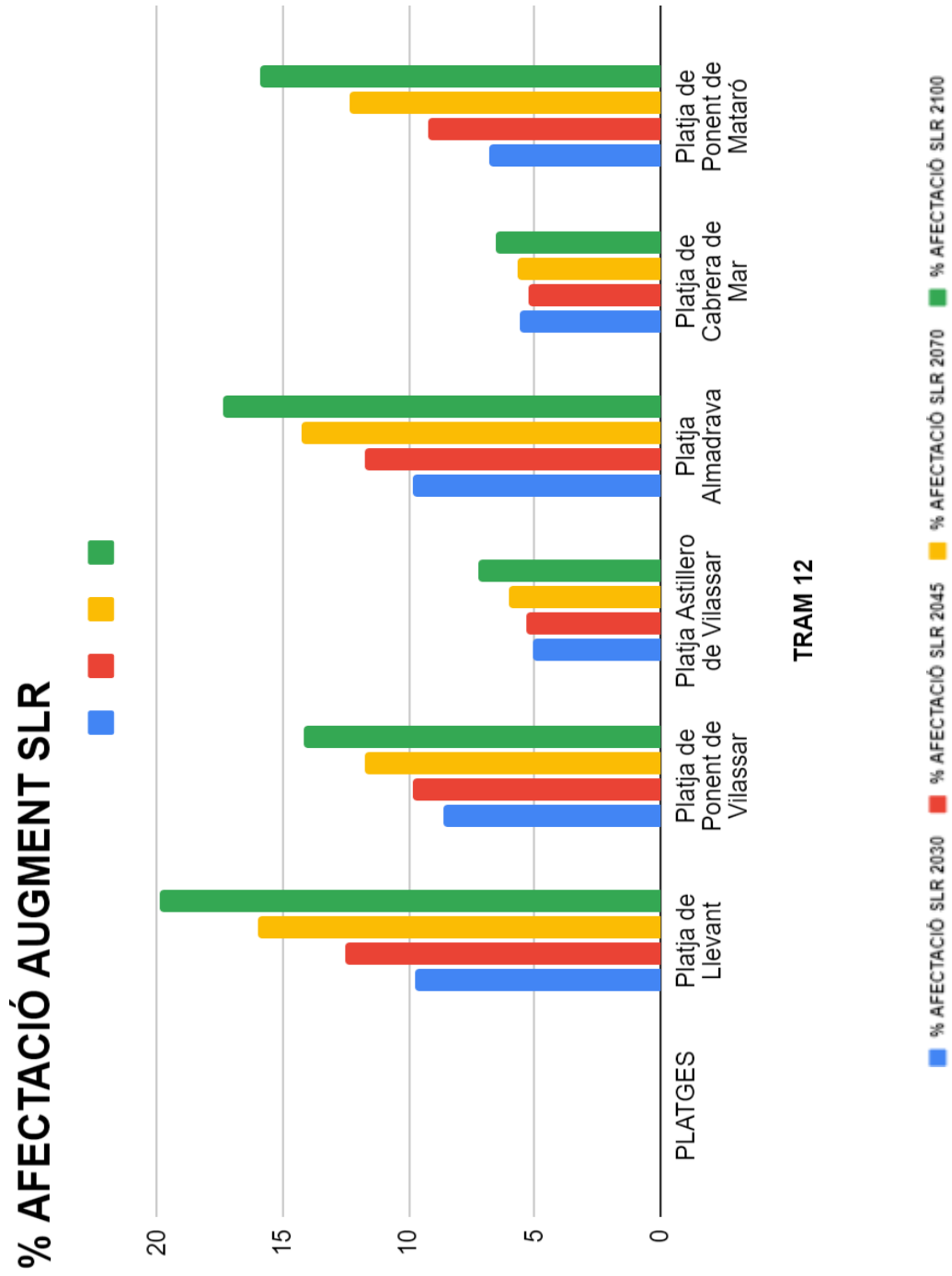


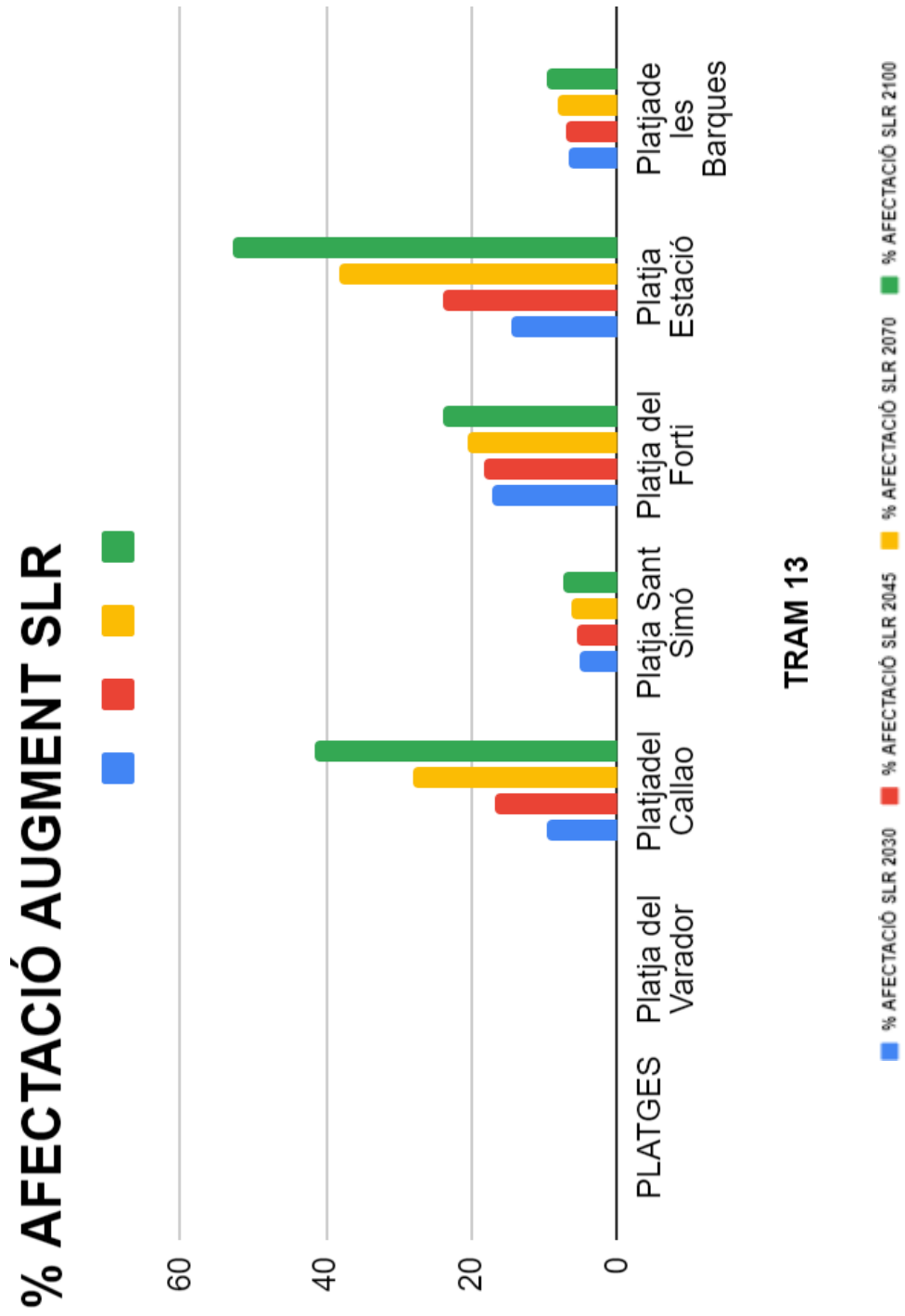


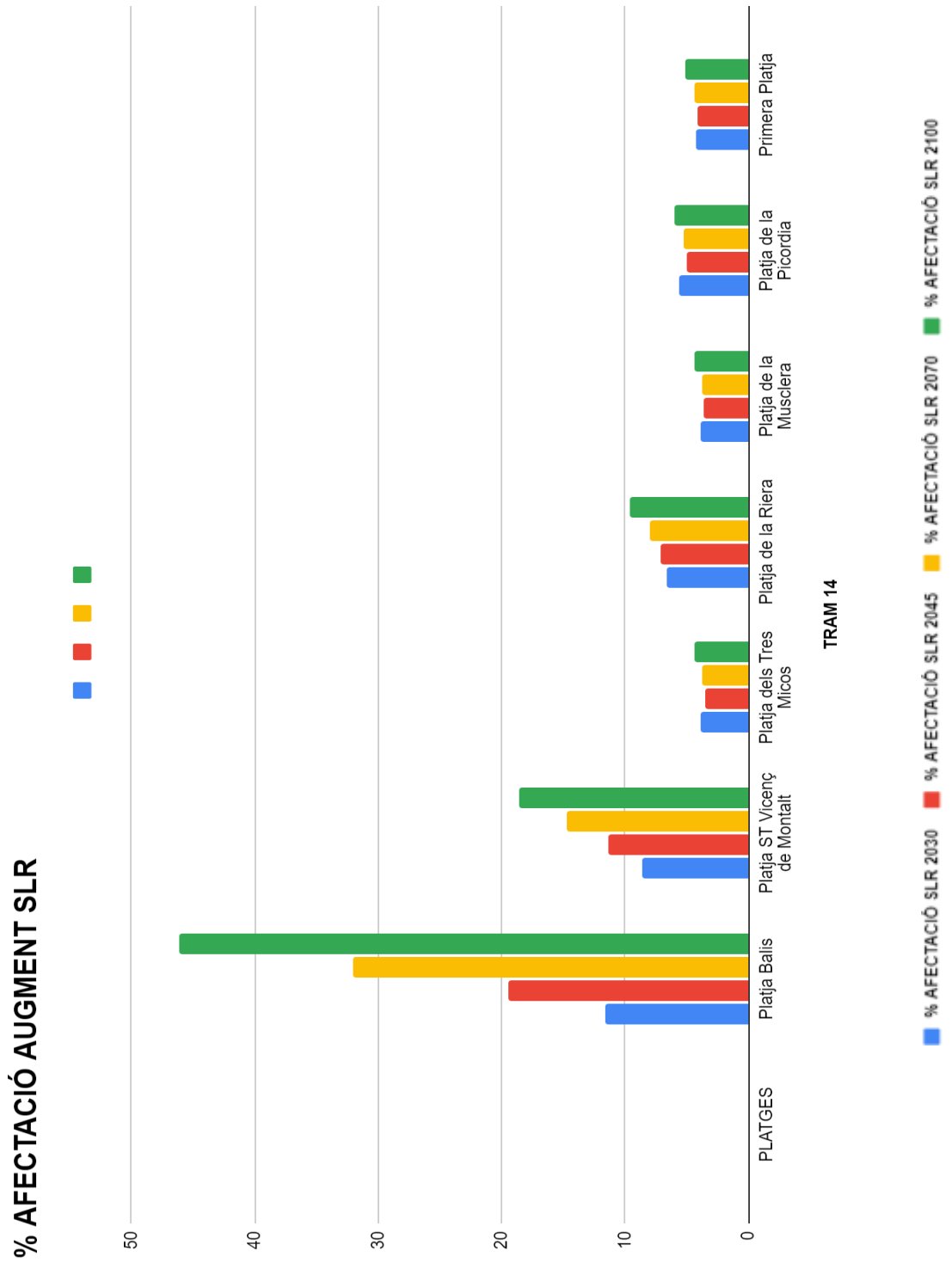


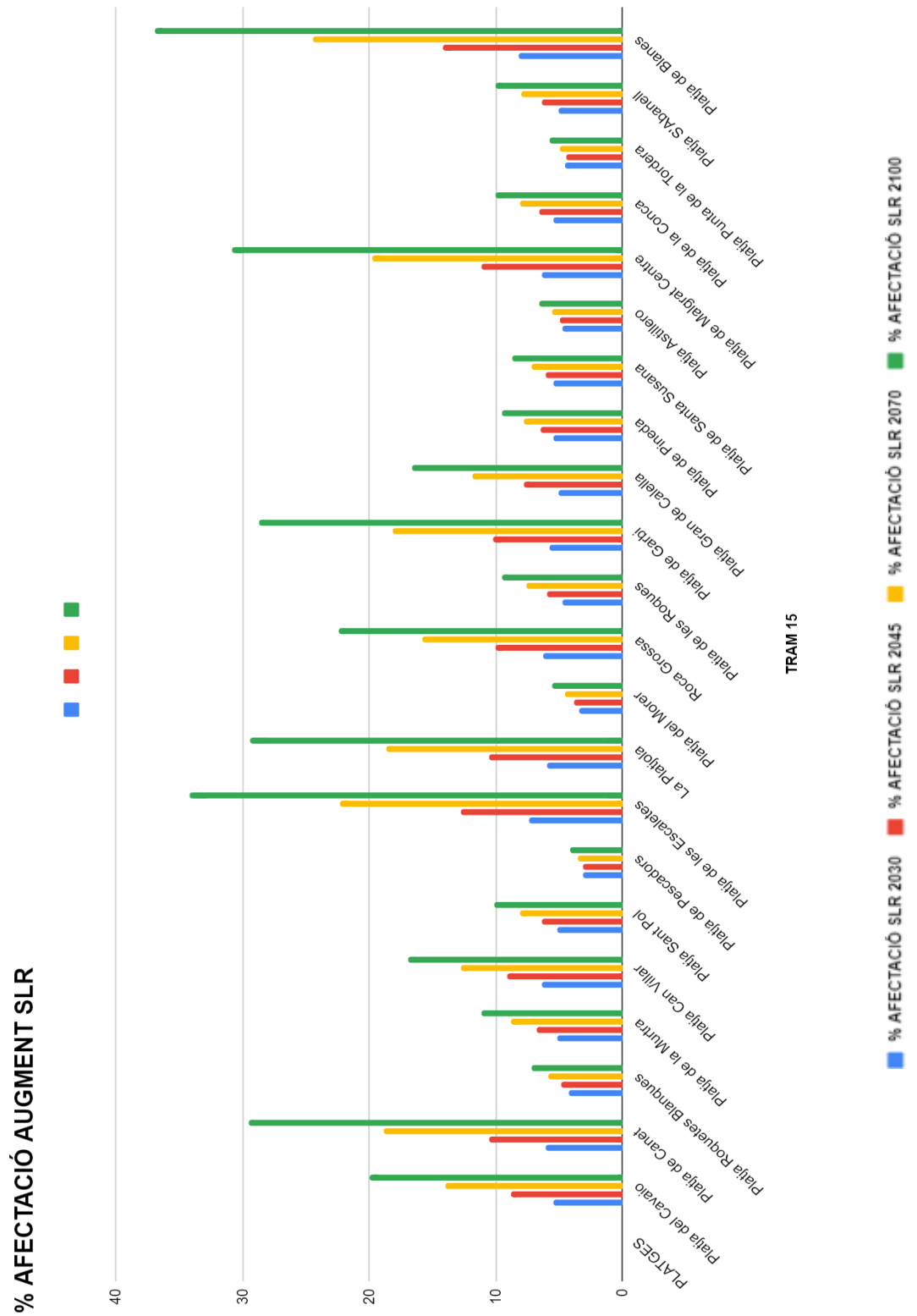








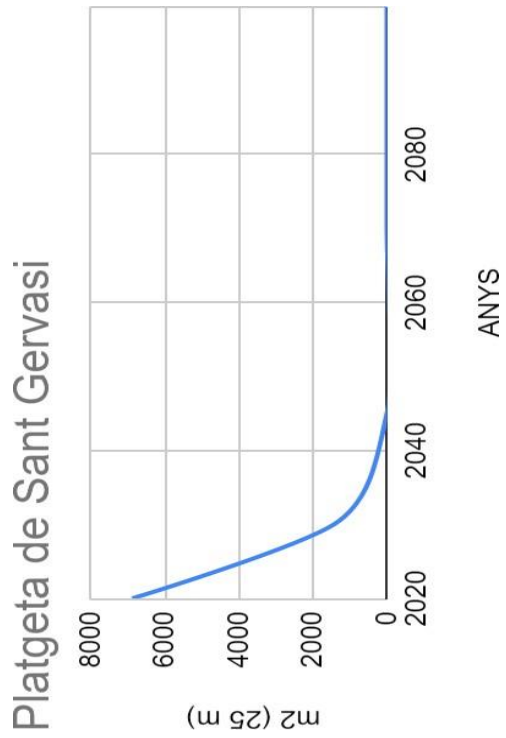
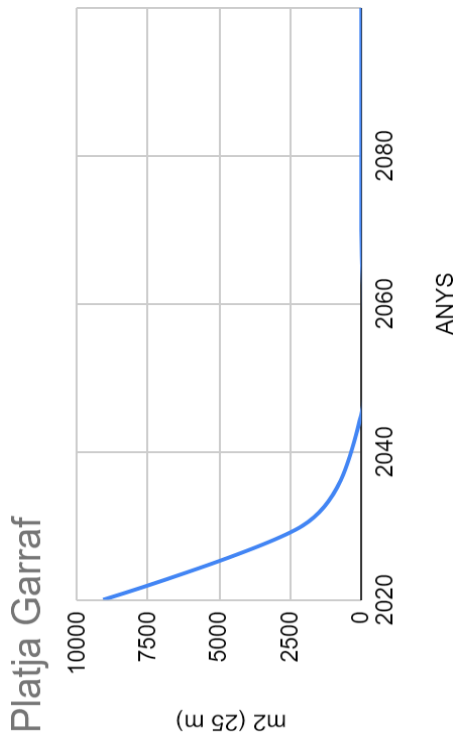
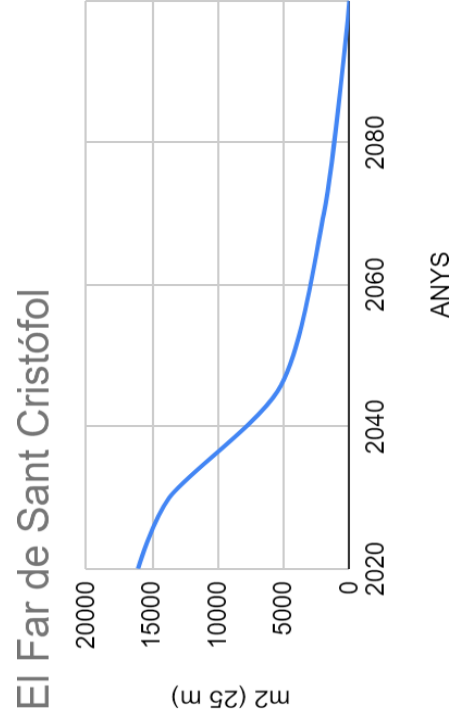
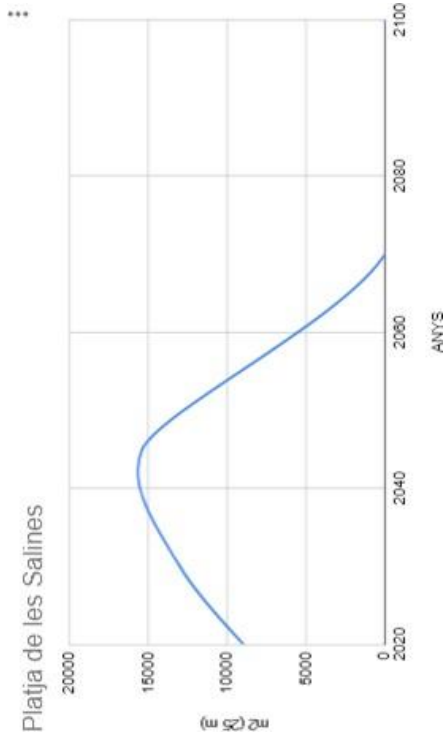


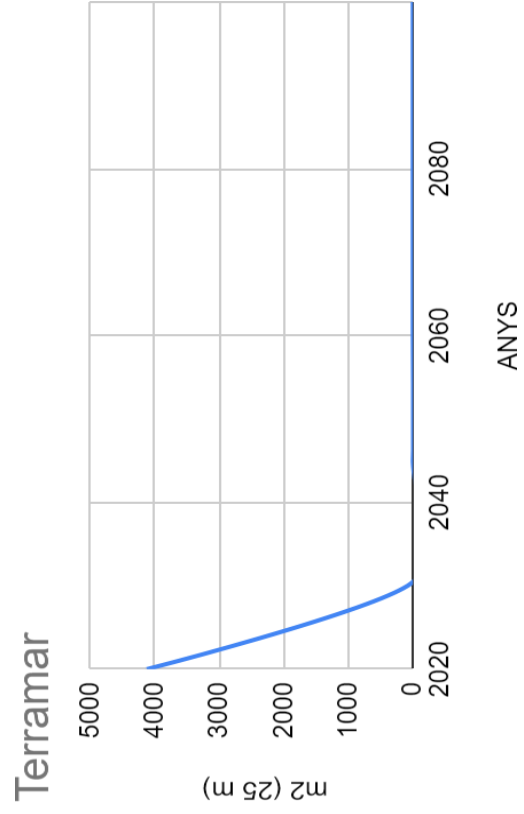
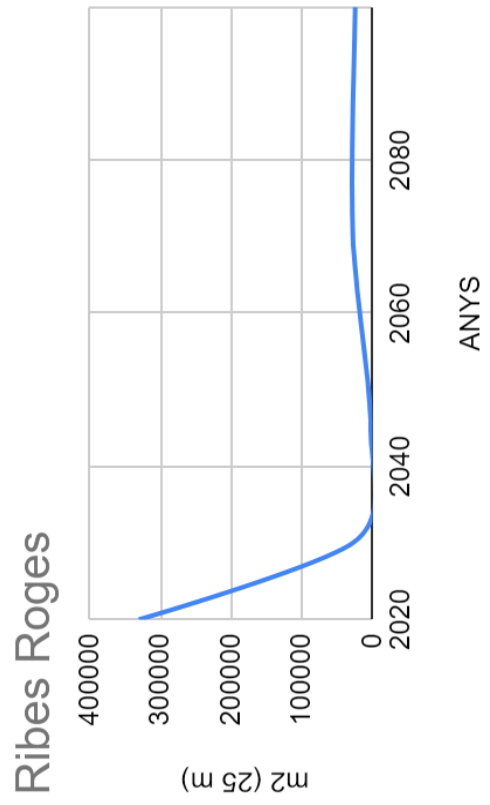
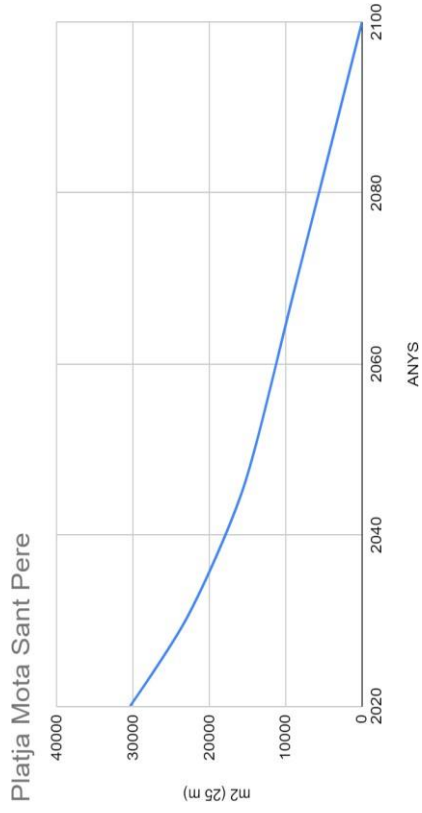
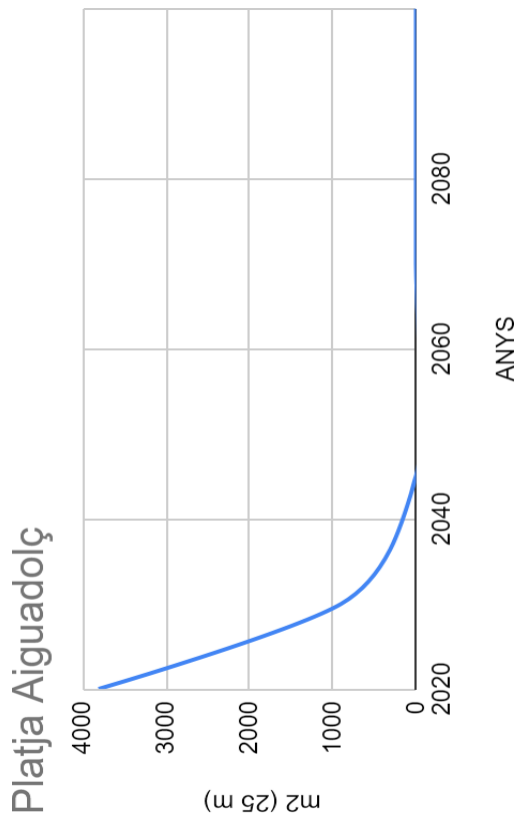


ANNEX B - Gràfics dels . dels primers 25 m de costa respecte a diferents horitzons de temps (2020, 2030, 2045, 2070 i 2100) per cada una de les platges i en els seus trams corresponents.

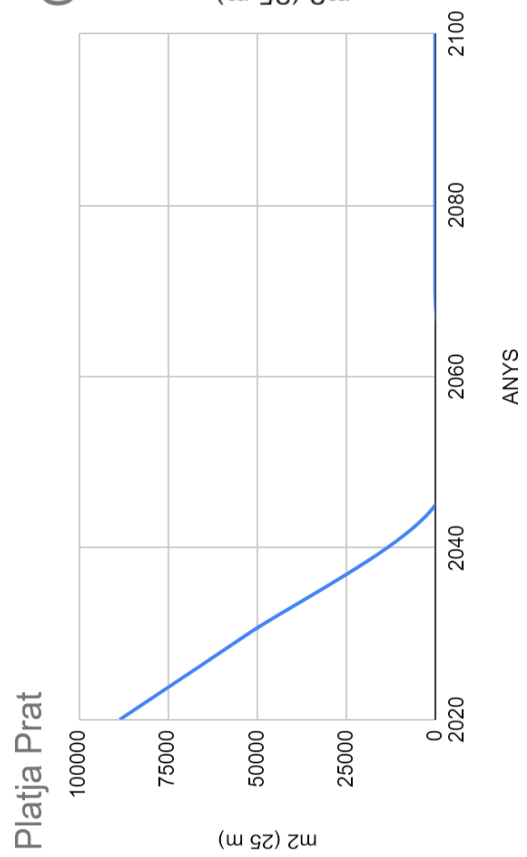
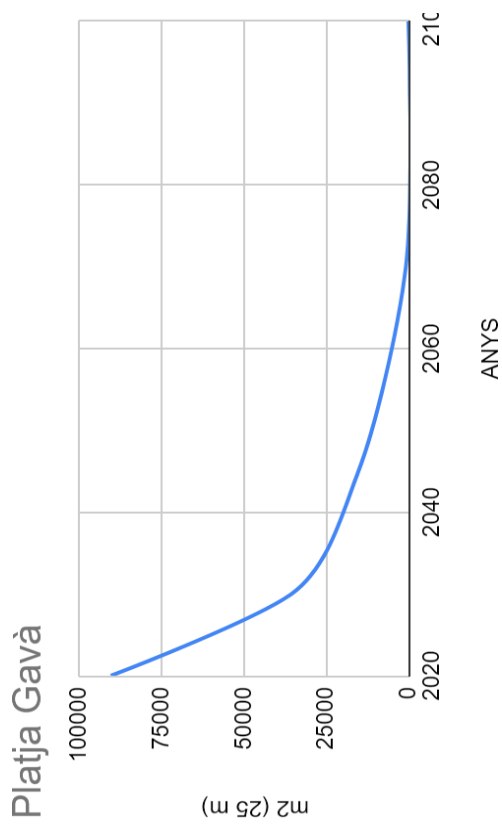
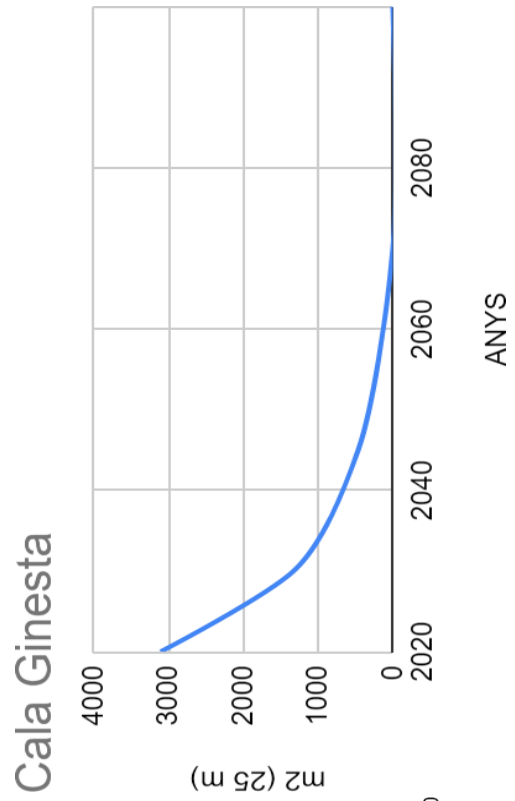
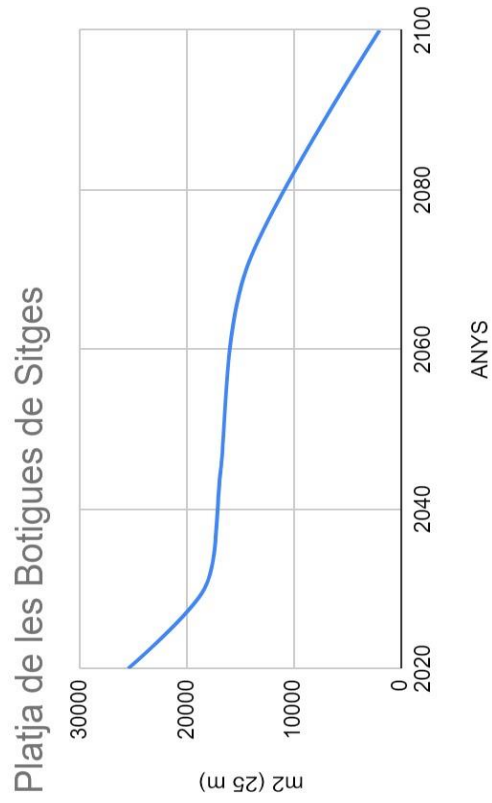
Les gràfiques d'usuaris són proporcionals a la de superfície, per tant les gràfiques d'usuaris presenten la mateixa comportament que la de superfície.

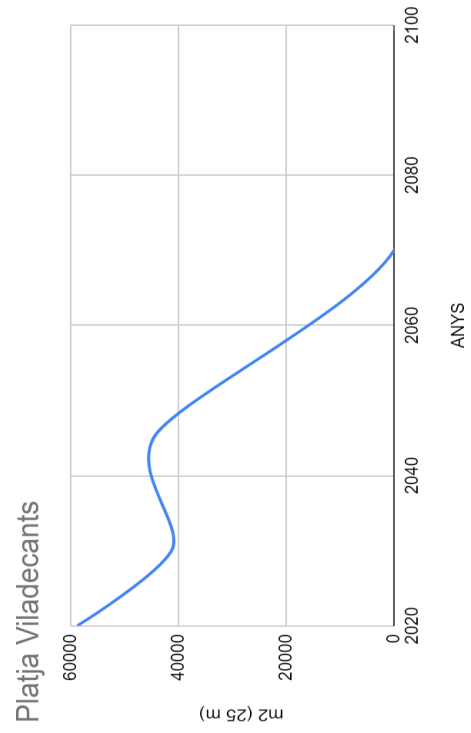
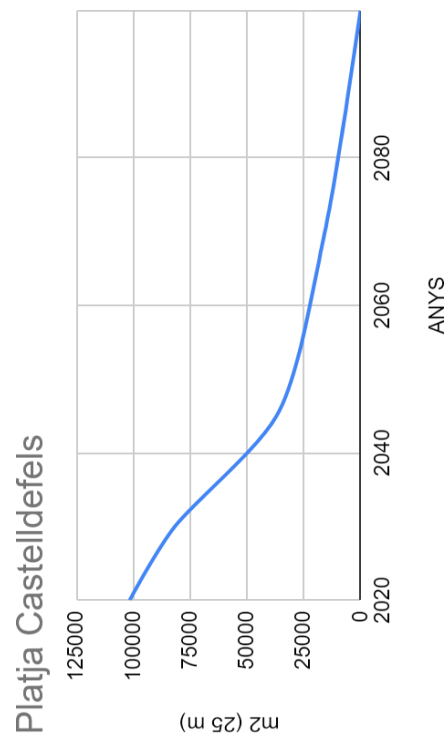
TRAM 7: Cubelles Garraf



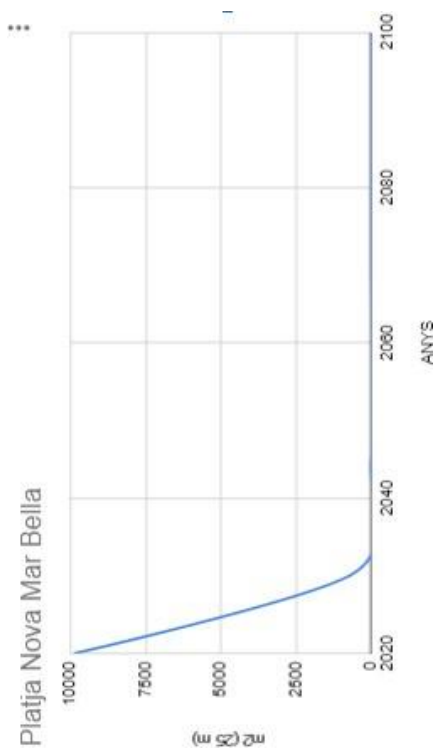
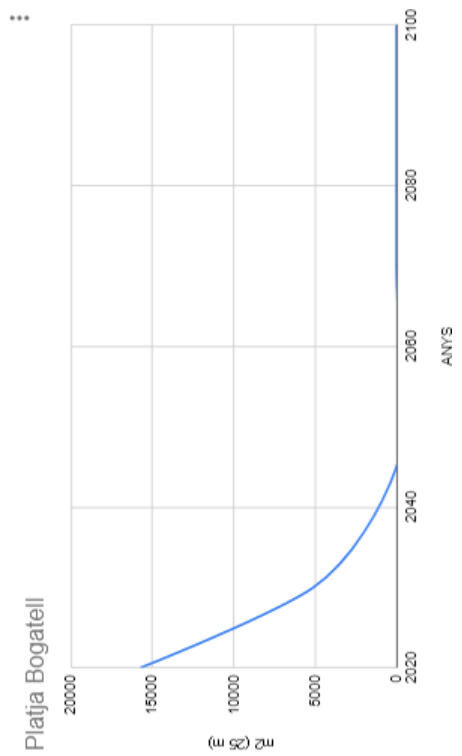
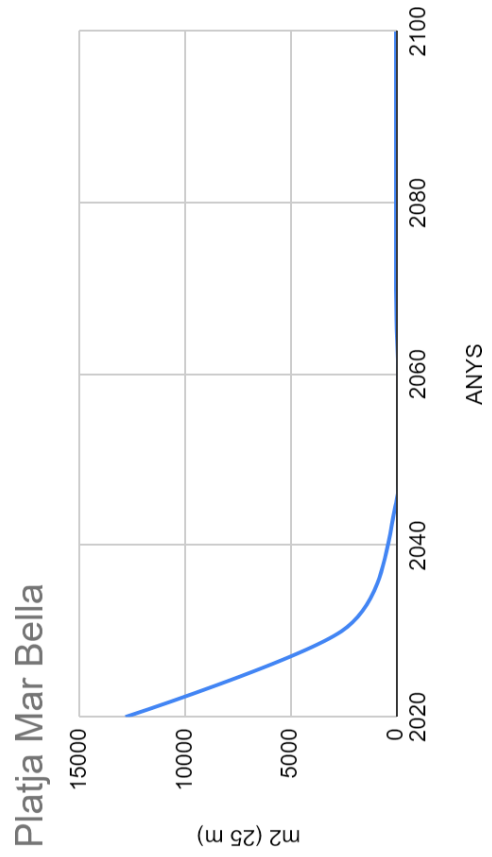
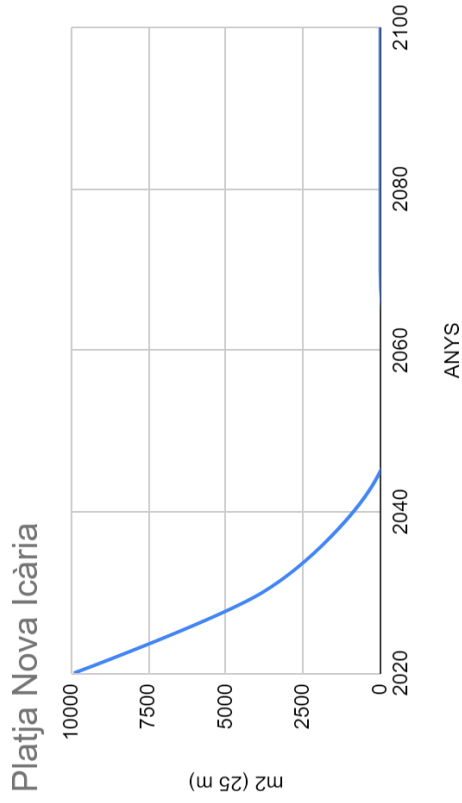


TRAM 8 Port Ginesta -Port BCN

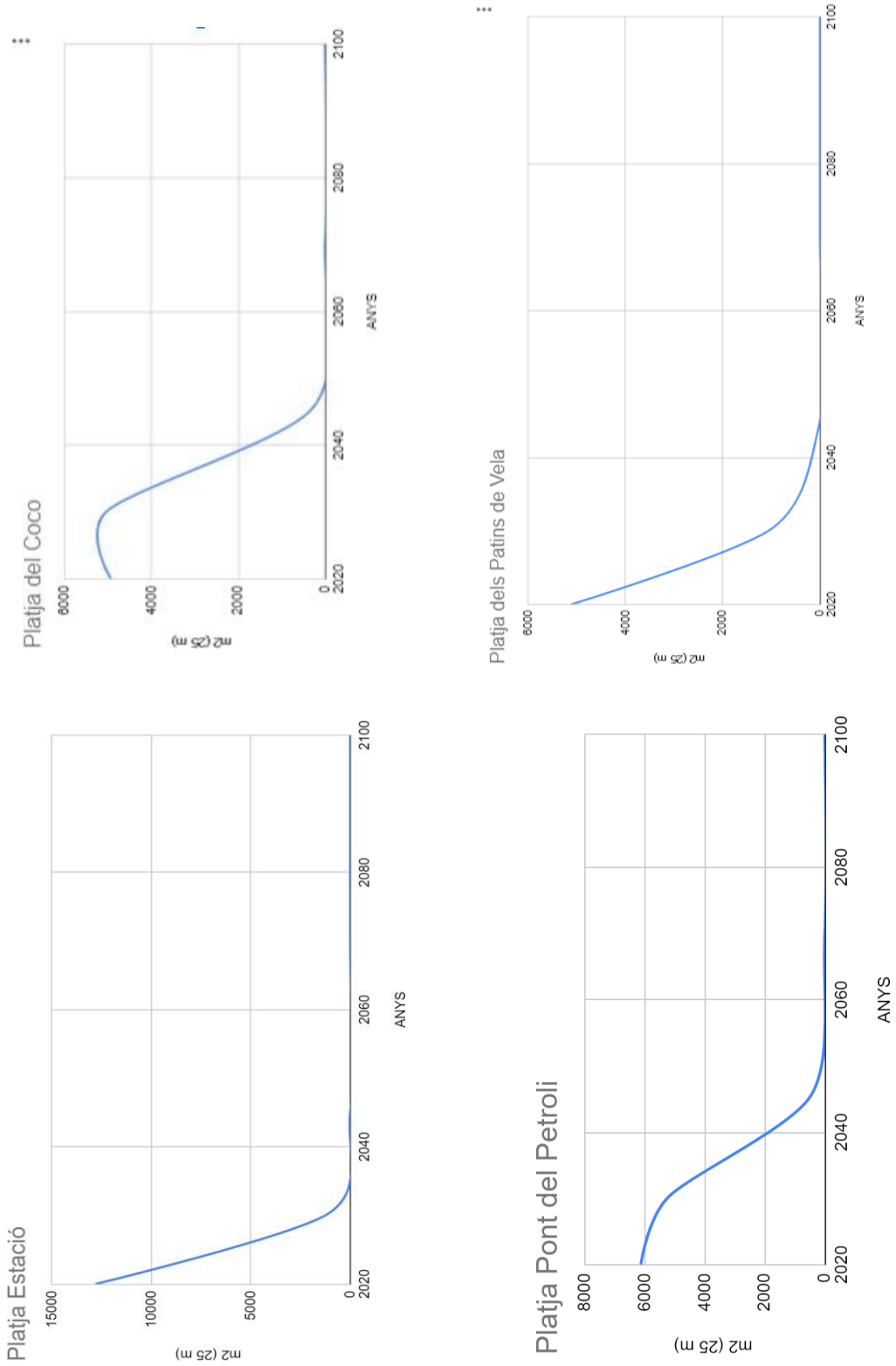




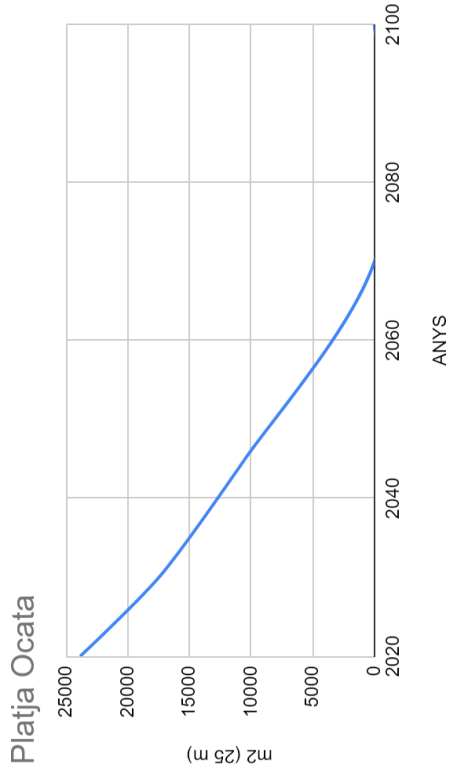
TRAM 9 Ciutat BCN



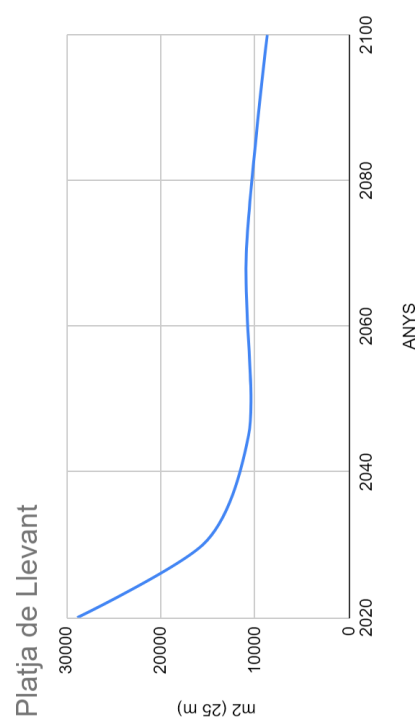
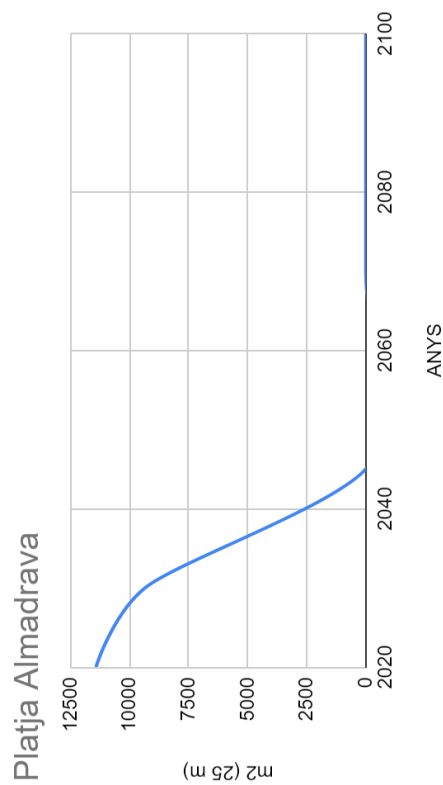
TRAM 10 Port BDN - Port Masnou



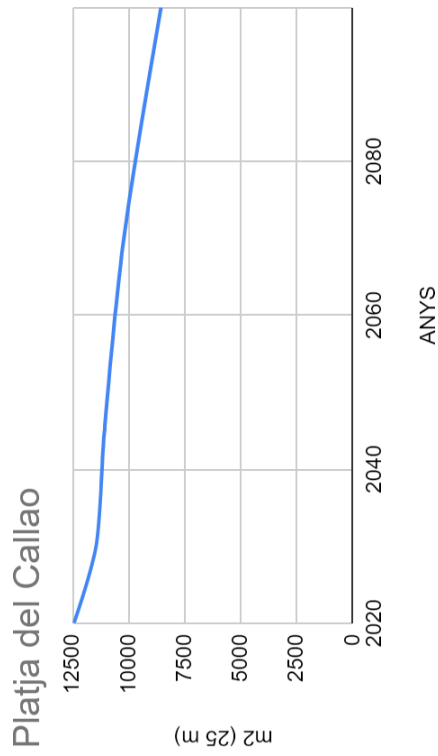
TRAM 11 *Port Masnou - Port Premià*



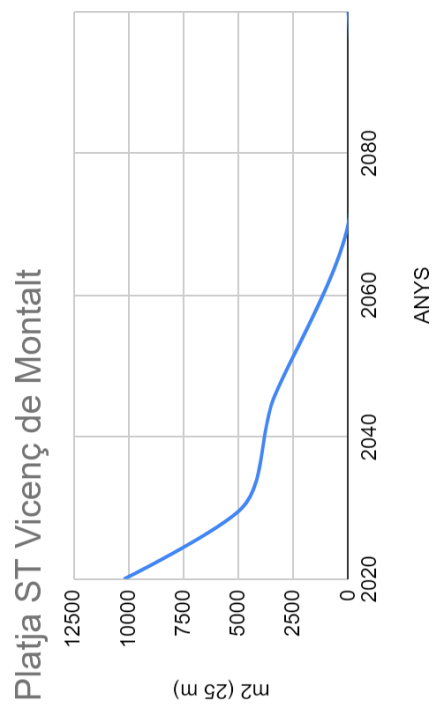
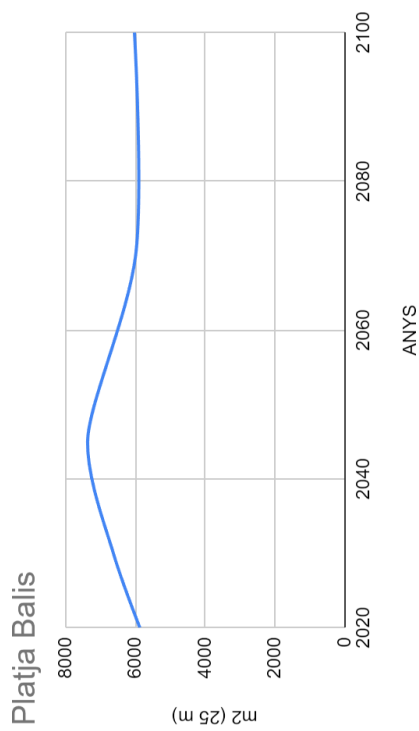
TRAM 12 *Port Premià- Port Mataró*

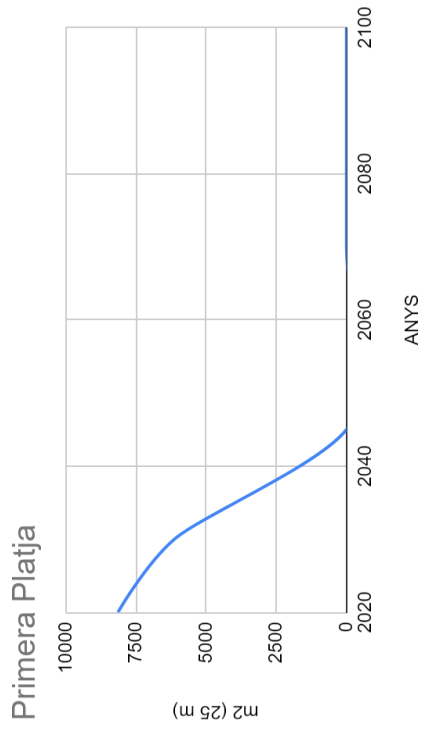


TRAM 13 Port Mataró - Port Balis

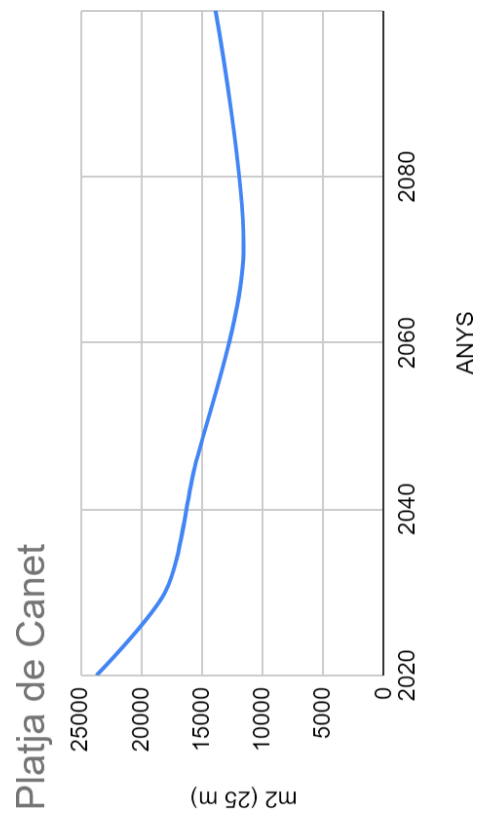
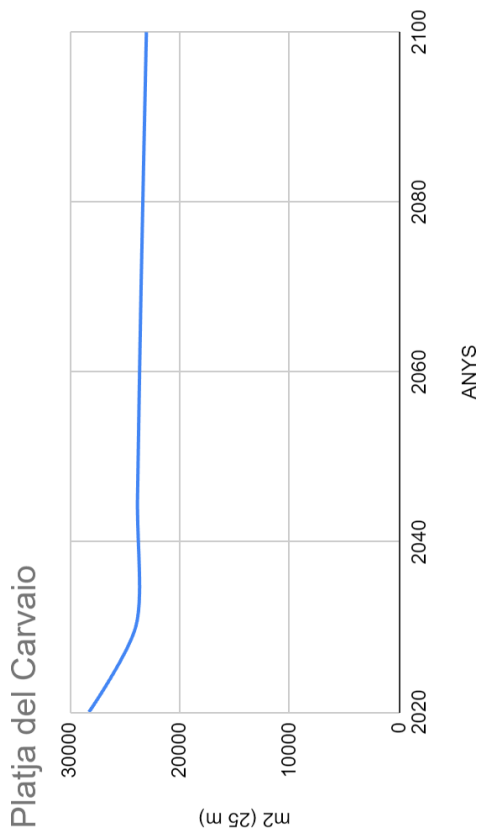


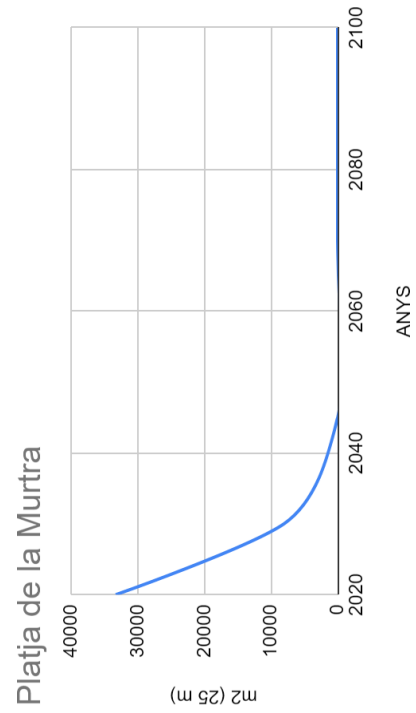
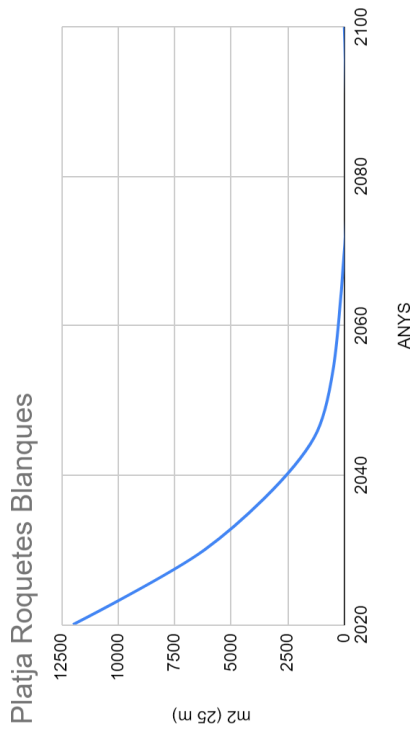
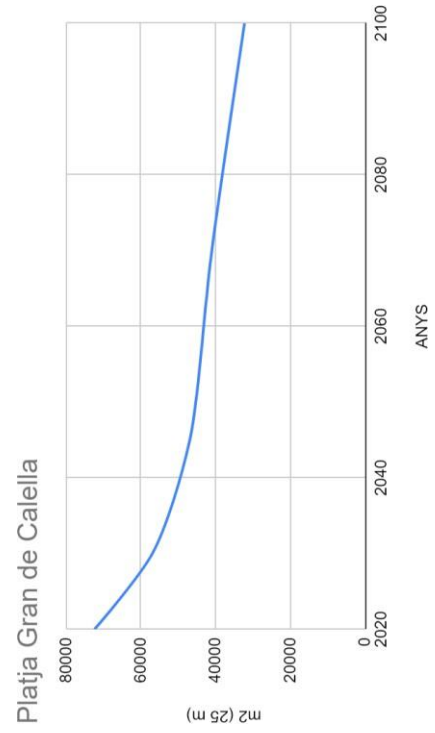
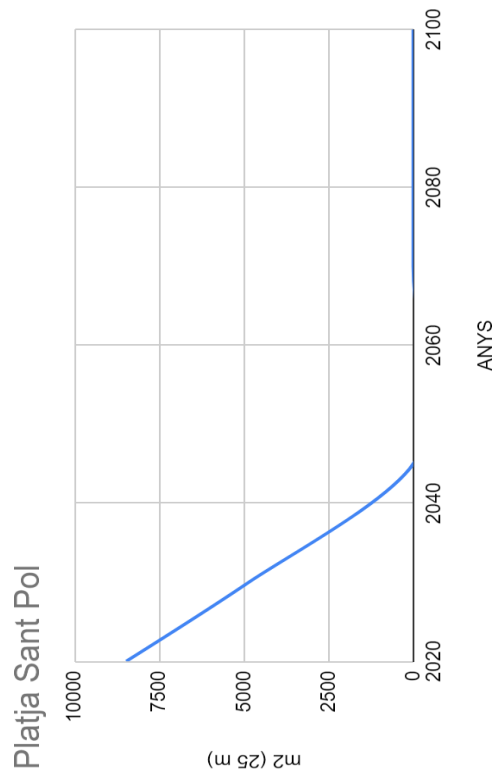
TRAM 14 Port Balís - Port D'arenys

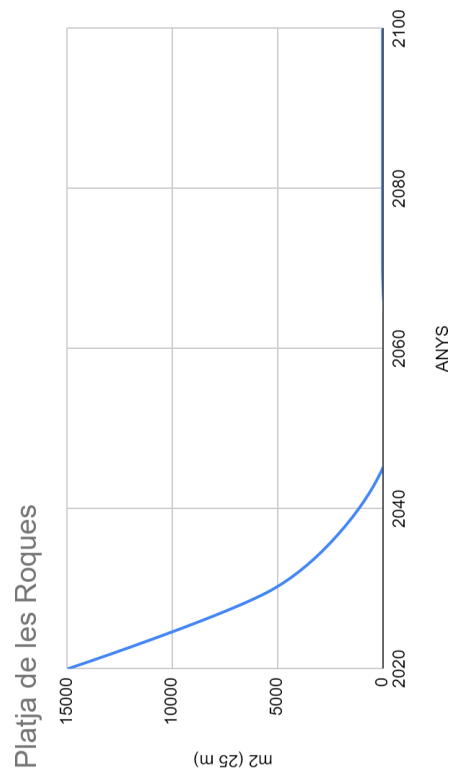
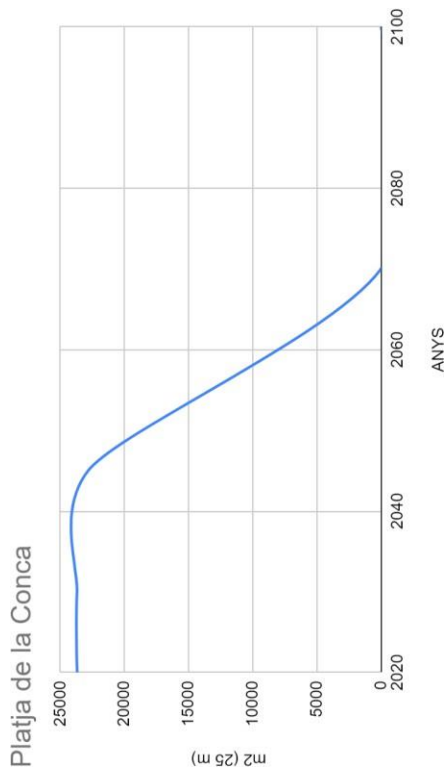
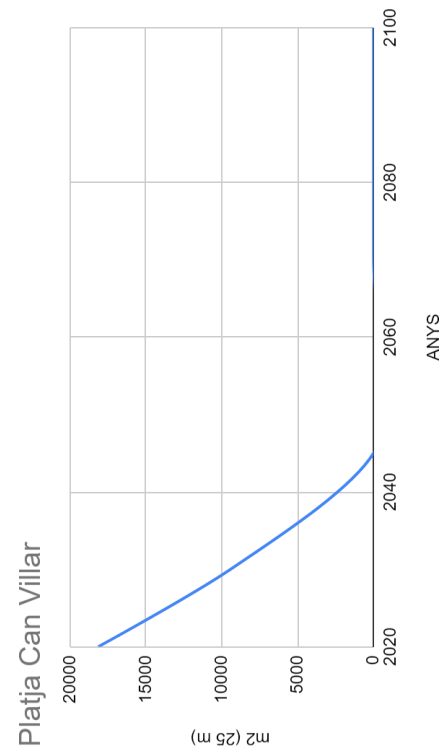
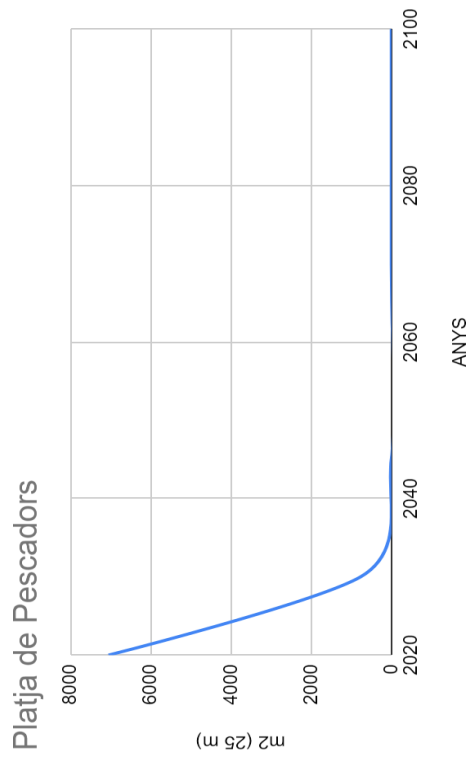


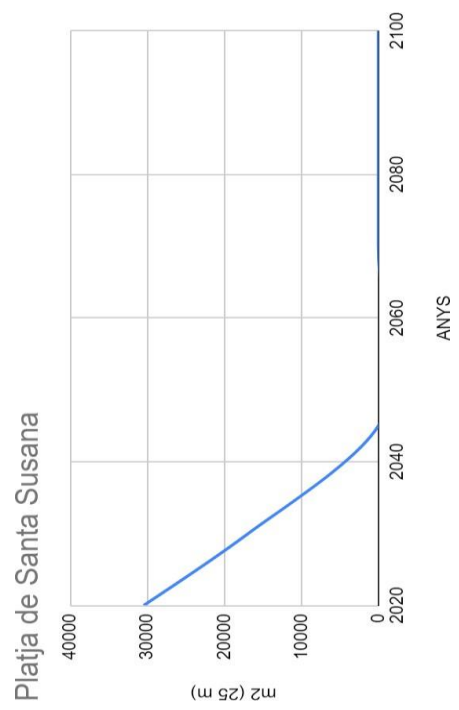
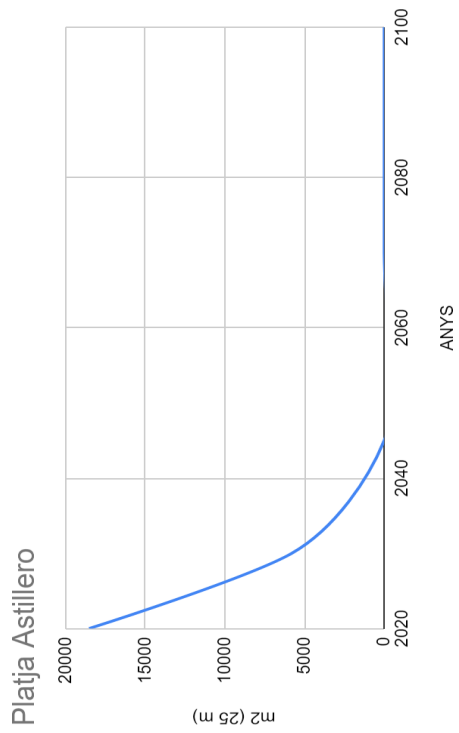
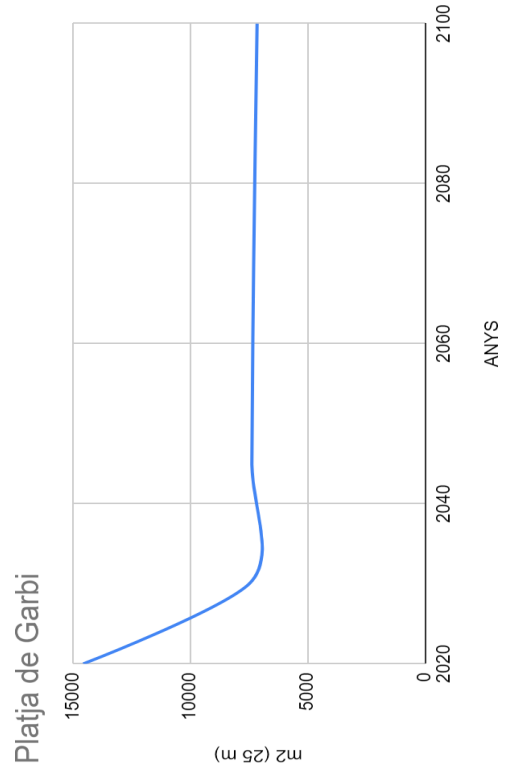
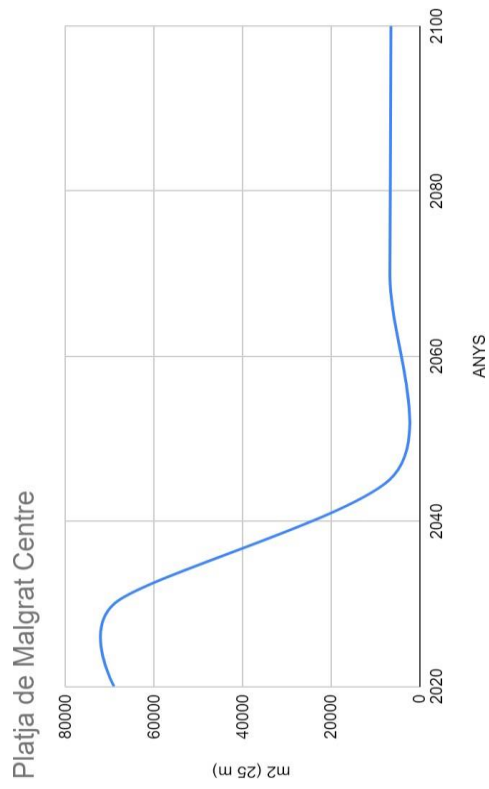


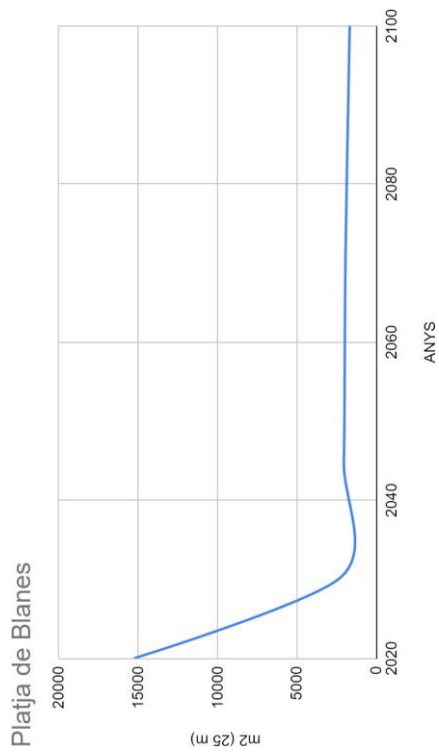
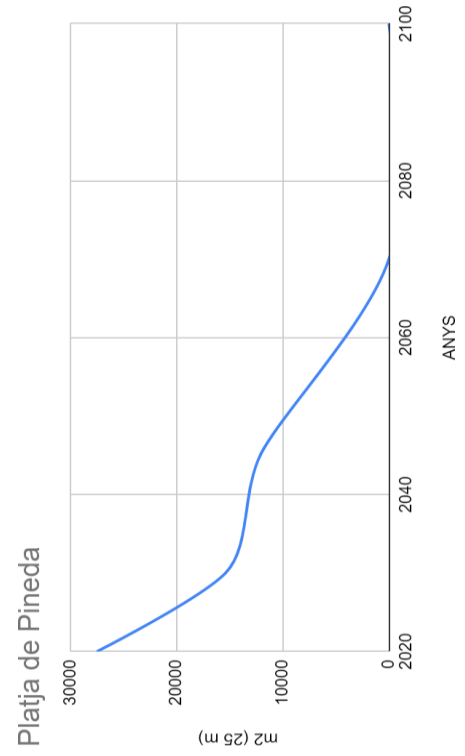
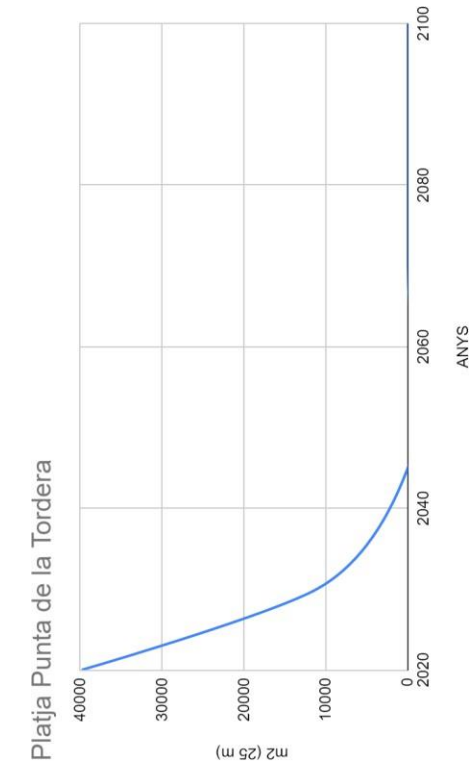
TRAM 15 Port Arenys - Port Blanes











ANNEX C - Taules amb nombre usuaris en els primers 25 m per a diferents horitzons temporals de cada una de les platges i en el seu tram corresponent.

TRAM 7 *Cubelles - Garraf*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja de les Salines	1495	2169	2567	0	0
Platja Mota Sant Pere	5069	3860	2627	1418	0
Platja Llarga de Cubelles	1729	0	0	0	0
Platja Ibersol	572	0	0	0	0
Platja Llarga de Vilanova	136	0	0	0	0
El Far de Sant Cristòfol	2677	2281	909	324	0
Ribes Roges	55086	4618	417	4628	4039
Platgeta de Sant Gervasi	1147	239	0	0	0
Home Mort (NO DATA D50)	811	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA
Platja de les Anquines	842	0	0	0	0
Terramar	686	14	0	0	0
Platja de la Barra	2098	0	0	0	0
Platja de l'Estanyol	2092	0	0	0	0
Platja Ribera	2537	0	0	0	0
Platja Sant Sebastià	771	0	0	0	0
Platja Balmins	760	0	0	0	0
Platja Aiguadolç	635	150	0	0	0
Platja Vallcarca	484	0	0	0	0
Cala Morisca	445	0	0	0	0
Platja Garraf	1513	345	0	0	0

TRAM 8 *Port Ginesta -Port BCN*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Cala Ginesta	517	221	77	0	0
Platja de les Botigues de Sitges	4239	3051	2797	2403	325
Platja Castelldefels	16923	13615	6150	2615	0
Platja Gavà	15026	5906	2532	135	0
Platja Viladecans	9783	6874	7433	0	0
Platja Prat	14736	8742	0	0	0
Platja Ca L'arana (NO DATA D50)	3834	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA

TRAM 9 *Ciutat BCN*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja Sant Sebastià	4181	0	0	0	0
Platja Barceloneta	4184	0	0	0	0
Platja Nova Icària	1652	636	0	0	0
Platja Bogatell	2623	852	0	0	0
Platja Mar Bella	2133	431	0	0	0
Platja Nova Mar Bella	1648	122	0	0	0
Platja de Llevant de Barcelona	1545	0	0	0	0

TRAM 10 *Port BDN - Port Masnou*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja Sant Adria del Besos	314	0	0	0	0
Platja Parc del Litoral	0	0	0	0	0
Platja de la Mora	760	0	0	0	0
Platja del Coco	822	843	62	0	0
Platja Pont del Petroli	1020	876	90	0	0
Platja Estació	2135	210	0	0	0
Platja dels Patins de Vela	852	177	0	0	0
Platja dels Pescadors	2416	0	0	0	0
Platja Pont de la Botifarreta	2053	0	0	0	0
Platja Cristall	3560	0	0	0	0
Platja Barca Maria	1489	0	0	0	0
Banys de Montgat (unificació)	3023	0	0	0	0
Platja de Montgat (unificació)	-	-	-	-	-
Platja del Masnou	2433	0	0	0	0

TRAM 11 *Port Masnou - Port Premià*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja Ocata	3975	2909	1747	0	0
Platja de Ponent de Premià	0	0	0	0	0
Platja de la Descàrrega	0	0	0	0	0
Platja del Pla de l'Os	0	0	0	0	0
Platja Bellamar	1300	0	0	0	0

TRAM 12 *Port Premià- Port Mataró*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja de Llevant	4809	2590	1781	1822	1450
Platja de Ponent de Vilassar	2687	0	0	0	0
Platja Astillero de Vilassar	0	0	0	0	0
Platja Almadrava	1904	1558	0	0	0
Platja de Cabrera de Mar	7357	0	0	0	0
Platja de Ponent de Mataró	899	0	0	0	0

TRAM 13 *Port Mataró - Port Balis*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja del Varador (desapareguda)	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA
Platja Del Callao	2072	1908	1846	1702	1425
Platja Sant Simó	3471	0	0	0	0
Platja del Fortí	0	0	0	0	0
Platja Estació	750	0	0	0	0
Platja De les Barques	780	0	0	0	0

TRAM 14 *Port Balis - Port D'arenys*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja Balis	979	1105	1228	999	1004
Platja ST Vicenç de Montalt	1700	807	574	0	0
Platja dels Tres Micos	7561	0	0	0	0
Platja de la Riera	2286	0	0	0	0
Platja de la Musclera	1249	0	0	0	0
Platja de la Picòrdia	947	0	0	0	0
Primera Platja	1357	1022	0	0	0

TRAM 15 Port Arenys - Port Blanes

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja del Cavaio	4708	4000	3973	3918	3838
Platja de Canet	3946	3004	2598	1931	2312
Platja Roques Blanques	1998	1029	223	0	0
Platja de la Murtra	5542	1341	0	0	0
Platja Can Villar	3022	1570	0	0	0
Platja Sant Pol	1411	809	0	0	0
Platja de Pescadors	1174	128	0	0	0
Platja de les Escaletes	899	0	0	0	0
La Platjola (desapareguda)	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA
Platja del Morer	4226	67	0	0	0
Roca Grossa (unificació)	-	-	-	-	-
Platja de les Roques (unificació)	2490	860	0	0	0
Platja de Garbí	2423	1245	1228	1215	1190
Platja Gran de Calella	12066	9483	7816	6837	5381
Platja de Pineda	4575	2560	2017	0	0
Platja de Santa Susanna	5070	2813	0	0	0
Platja Astillero	3087	967	0	0	0
Platja de Malgrat Centre	11518	11516	1150	1127	1087
Platja de la Conca	3946	3948	3804	0	0
Platja Punta de la Tordera	6636	1853	0	0	0
Platja S'Abanell	12578	584	0	0	0
Platja de Blanes	2547	401	344	327	282

ANNEX D: Característiques de les platges.

Efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació de les platges de Catalunya

	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
TRAM 7	Platja de les Salines	GAVG001	0,144	2,5	6,35	1,1
Cubelles - Garraf	Platja Mota Sant Pere	GAVG002	0,146	0,3	6,35	0,8
	Platja Llarga de Cubelles	GAVG003	0,195	1,4	6,35	0,8
	Platja Ibersol	GAVG004	0,186	2,5	6,35	0,9
	Platja Llarga de Vilanova	GAVG005	0,176	2,3	6,35	0,6
	El Far de Sant Cristófol	GAVG009	0,158	1,8	6,35	1,6
	Ribes Roges	GAVG008	0,149	0	6,35	1
	Platgeta de Sant Gervasi	GAVG006	0,184	1	6,35	2,3
	Home Mort	GASI011	-NO DATA	0,7	6,35	-NO DATA
	Platja de les Anquines	GASI013	0,164	1,5	6,35	1
	Terramar	GASI014	0,196	0,3	6,35	1,1
	Platja de la Barra	GASI015	0,172	1,7	6,35	1,2
	Platja de l'Estanyol	GASI017	0,226	0,8	6,35	1,1
	Platja Ribera	GASI019	0,229	1,4	6,35	0,6
	Platja Sant Sebastià	GASI021	0,303	0,6	6,35	0,8
	Platja Balmins	GASI022	0,186	2,74	6,35	1,2
	Platja Aiguadolç	GASI023	0,155	0,5	6,35	1,4
	Platja Vallcarca	GASI024	0,161	0,1	6,35	0,6
	Cala Morisca	GASI025	0,192	1,5	6,35	0,5
	Platja Garraf	GASI026	0,321	0,6	6,35	0,9

Efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació de les platges de Catalunya

TRAM 8	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port Ginesta -Port BCN	Cala Ginesta	GASI027	0,176	0,5	6,35	0,7
	Platja de les Botigues de Sitges	GASI028	0,22	0,5	6,35	0,9
	Platja Castelldefels	BLCS029	0,213	0,9	6,35	1,1
	Platja Gavà	BLGA030	0,39	0,8	6,35	1,4
	Platja Viladecants	BLVD031	0,26	1,1	6,35	1,1
	Platja Prat	BAPL032	0,313	2,2	6,35	1,1
	Platja Ca Arana	BAPL033	NO DATA	0	6,35	NO DATA

TRAM 9	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Ciutat BCN	Platja San Sebastià	BABA034	0,878	2,2	6,35	0,14
	Platja Barceloneta	BABA035	0,271	4,9	6,35	2,6
	Platja Nova icaria	BABA036	0,461	1,4	6,35	1,4
	Platja Bogatell	BABA037	0,467	2,4	6,35	2,5
	Platja Mar Bella	BABA038	0,467	2,5	6,35	2,1
	Platja Nova Mar Bella	BABA039	0,573	2,5	6,35	2,2
	Platja de Llevant de Barcelona	BABA040	0,515	3,6	6,35	1,9

Efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació de les platges de Catalunya

TRAM 10	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port BDN - Port Masnou	Platja Sant Adria del Besos	BAABA041	1,416	0	6,35	2,8
	Platja Parc del Litoral	BAABA042	1,878	1,3	6,35	2,5
	Platja de la Mora	BABD043	1,415	2,5	6,35	2,6
	Platja del Coco	BABD044	0,58	1,7	6,35	2,4
	Platja Pont del Petroli	BABD045	0,964	1,2	6,35	1,3
	Platja Estació	BABD046	0,975	1,6	6,35	0,22
	Platja dels Patins de Vela	BABD047	0,975	1,7	6,35	3,1
	Platja dels Pescadors	BABD048	1,0194	2,1	6,35	3,3
	Platja Pont den Botifarreta	BABD049	0,688	1,8	6,35	2,8
	Platja Cristall	BABD050	1,071	1,1	6,35	2,1
	Platja Barca Maria	BABD051	0,558	2,4	6,35	1,5
	Banyes de Montgat	MAMO052	0,64	4,1	6,35	1,8
	Platja de Montgat	MAMO053	0,741	4,1	6,35	1,9
	Platja del Masnou	MAMS054	0,324	7	6,35	1,4

TRAM 11	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port Masnou - Port Premià	Platja Ocata	MAMS055	0,763	2,9	6,9	1,9
	Platja de Ponent de Premià	MAPM056	0,578	7,3	6,9	1,4
	Platja de la Descarraga	MAPM057	0,419	6	6,9	1
	Platja del Plà de l'Os	MAPM058	0,343	5,5	6,9	1,1
	Platja Bellamar	MAPM059	0,612	7,3	6,9	2

Efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació de les platges de Catalunya

TRAM 12	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port Premià-Port Mataró	Platja de Llevant	MAPM060	0,644	0,9	6,9	2,1
	Platja de Ponent de Vilassar	MAVM061	0,654	1,6	6,9	1,6
	Platja Astillero de Vilassar	MAVM062	0,953	2,5	6,9	2,4
	Platja Almadrava	MAVM063	0,538	1,3	6,9	2,2
	Platja de Cabrera de Mar	MACB064	0,538	4,5	6,9	2,2
	Platja de Ponent de Mataró	MAMT065	1,258	0,7	6,9	1,8

TRAM 13	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port Mataró - Port Balis	Platja del Varador	MAMT066	NODATA	2,9	6,9	
	Platjadel Callao	MAMT067	1,01	0	6,9	1,9
	Platja Sant Simó	MAMT068	1,019	2,4	6,9	2,1
	Platja del Forti	MAMT069	0,19	2,2	6,9	1,4
	Platja Estació	MAAL070	0,587	0	6,9	1,4
	Platjade les Barques	MAAL071	0,811	2,4	6,9	1

TRAM 14	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port Balis - Port Arenys	Platja Balis	MAAL072	0,834	0	6,9	1,5
	Platja ST Vicenç de Montalt	MASV073	0,812	0,8	6,9	2,1
	Platja dels Tres Micos	MACE074	0,85	5,1	6,9	2
	Platja de la Riera	MACE075	0,711	2,4	6,9	1,89
	Platja de la Musclera	MAAM076	0,765	5,3	6,9	2,3
	Platja de la Picordia	MAAM077	0,42	7	6,9	1
	Primera Platja	MAAM078	0,922	4,1	6,9	1,8

Efecte del canvi climàtic sobre el grau d'ocupació de les platges de Catalunya

TRAM 15	PLATGES	REF. CIIRC 2010	D50 [mm]	TAXES EVOL.[m/a]	PROF. TANCAMENT [m]	BERMA [m]
Port Arenys - Port Blanes	Platja del Cavaio	MAAM079	1,8	0,2	6,9	3,1
	Platja de Canet	MACM080	1,423	0	6,9	4,7
	Platja Roquetes Blanques	MASP081	1,558	1,6	6,9	2,7
	Platja de la Murtra	MASP082	1,327	0,9	6,9	3,6
	Platja Can Villar	MASP083	1,415	0,5	6,9	2,3
	Platja Sant Pol	MASP084	1,504	1,1	6,9	2,3
	Platja dels Pescadors	MASP085	1,643	3,3	6,9	1,9
	Platja de les Escaletes	MASP086	1,398	0	6,9	2,6
	La Platjola	MASP087	1,842	0	6,9	2,8
	Platja del Morer	MASP088	1,842	1,9	6,9	2,8
	Roca Grossa	MASP089	1,677	0,2	6,9	2,2
	Platia de les Roques	MACL090	1,677	1,1	6,9	2,2
	Platja de Garbi	MACL091	1,824	0	6,9	3,2
	Platja Gran de Calella	MACL092	1,756	0,3	6,9	3,8
	Platja de Pineda	MAPM093	1,111	1,5	6,9	2,65
	Platja de Santa Susana	MASS094	1,049	1,8	6,9	2,5
	Platja Astillero	MAMM095	0,957	2,7	6,9	2,6
	Platja de Malgrat Centre	MAMM096	1,8	0	6,9	2,3
	Platja de la Conca	MAMM097	1,333	1,3	6,9	2
	Platja Punta de la Tordera	MAMM098	0,906	3,5	6,9	2,1
	Platja S'Abanell	SEBL099	1,398	1,1	6,9	2,9
	Platja de Blanes	SEBL100	1,153	0	6,9	2,8

ANNEX E: Percentatges en tant per u dels usuaris perduts en els diferents horitzons temporals.

TRAM 7 Cubelles - Garraf

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja de les Salines</i>	1	0,45	0,72	-1	-1
<i>Platja Mota Sant Pere</i>	1	-0,2	-0,64	-0,85	-1
<i>Platja Llarga de Cubelles</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Ibersol</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Llarga de Vilanova</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>El Far de Sant Cristòfol</i>	1	-0,15	-0,66	-0,88	-1
<i>Ribes Roges</i>	1	-0,92	-0,99	-0,92	-0,93
<i>Platgeta de Sant Gervasi</i>	1	-0,79	-1	-1	-1
<i>Home Mort (NO DATA D50)</i>	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA
<i>Platja de les Anquines</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Terramar</i>	1	-0,98	-1	-1	-1
<i>Platja de la Barra</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja de l'Estanyol</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Ribera</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Sant Sebastià</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Balmins</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Aiguadolç</i>	1	-0,76	-1	-1	-1
<i>Platja Vallcarca</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Cala Morisca</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>Platja Garraf</i>	1	-0,77	-1	-1	-1

TRAM 8 Port Ginesta -Port BCN

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Cala Ginesta	1	-0,57	-0,85	-1	-1
Platja de les Botigues de Sitges	1	-0,28	-0,34	-0,43	-0,92
Platja Castelldefels	1	-0,2	-0,64	-0,85	-1
Platja Gavà	1	-0,61	-0,83	-0,99	-1
Platja Viladecans	1	-0,3	-0,24	-1	-1
Platja Prat	1	-0,41	-1	-1	-1
Platja Ca L'arana (NO DATA D50)	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA

TRAM 9 Ciutat BCN

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
Platja Sant Sebastià	1	0	0	0	0
Platja Barceloneta	1	0	0	0	0
Platja Nova Icària	1	-0,62	0	0	0
Platja Bogatell	1	-0,68	0	0	0
Platja Mar Bella	1	-0,8	0	0	0
Platja Nova Mar Bella	1	-0,93	0	0	0
Platja de Llevant de Barcelona	1	0	0	0	0

TRAM 10 *Port BDN - Port Masnou*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja Sant Adria del Besos</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja Parc del Litoral</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja de la Mora</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja del Coco</i>	1	0,03	-0,92	0	0
<i>Platja Pont del Petroli</i>	1	-0,14	-0,91	0	0
<i>Platja Estació</i>	1	-0,9	0	0	0
<i>Platja dels Patins de Vela</i>	1	-0,79	0	0	0
<i>Platja dels Pescadors</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja Pont de la Botifarreta</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja Cristall</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja Barca Maria</i>	1	0	0	0	0
<i>Bany de Montgat (unificació)</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja de Montgat (unificació)</i>	-	-	-	-	0
<i>Platja del Masnou</i>	1	0	0	0	0

TRAM 11 *Port Masnou - Port Premià*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja Ocata</i>	1	0	-0,27	-0,56	0
<i>Platja de Ponent de Premià</i>	0	-1	-1	-1	0
<i>Platja de la Descàrrega</i>	0	-1	-1	-1	0
<i>Platja del Pla de l'Os</i>	0	-1	-1	-1	0
<i>Platja Bellamar</i>	1	0	-1	-1	0

TRAM 12 Port Premià- Port Mataró

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja de Llevant</i>	-0,46	-0,63	-0,62	-0,7	0
<i>Platja de Ponent de Vilassar</i>	-1	-1	-1	-1	0
<i>Platja Astillero de Vilassar</i>	-1	-1	-1	-1	0
<i>Platja Almadrava</i>	-0,18	-1	-1	-1	0
<i>Platja de Cabrera de Mar</i>	-1	-1	-1	-1	0
<i>Platja de Ponent de Mataró</i>	-1	-1	-1	-1	0

TRAM 13 Port Mataró - Port Balis

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja del Varador (desapareguda)</i>	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA
<i>Platja Del Callao</i>	1	-0,08	-0,11	-0,18	-0,31
<i>Platja Sant Simó</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja del Fortí</i>	0	0	0	0	0
<i>Platja Estació</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja De les Barques</i>	1	0	0	0	0

TRAM 14 *Port Balis - Port D'arenys*

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja Balis</i>	1	-0,87	-0,75	0,02	0,03
<i>Platja ST Vicenç de Montalt</i>	1	-0,53	-0,66	0	0
<i>Platja dels Tres Micos</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja de la Riera</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja de la Musclera</i>	1	0	0	0	0
<i>Platja de la Picòrdia</i>	1	0	0	0	0
<i>Primera Platja</i>	1	-0,25	0	0	0

TRAM 15 Port Arenys - Port Blanes

PLATGES	USUARIS 2020	USUARIS 2030	USUARIS 2045	USUARIS 2070	USUARIS 2100
<i>Platja del Cavaio</i>	1	-0,15	-0,16	-0,17	-0,17
<i>Platja de Canet</i>	1	-0,24	-0,34	-0,51	-0,51
<i>Platja Roques Blanques</i>	1	-0,48	-0,89	-1	-1
<i>Platja de la Murtra</i>	1	-0,76	-1	-1	-1
<i>Platja Can Villar</i>	1	-0,48	-1	-1	-1
<i>Platja Sant Pol</i>	1	-0,43	-1	-1	-1
<i>Platja de Pescadors</i>	1	-0,89	-1	-1	-1
<i>Platja de les Escaletes</i>	1	-1	-1	-1	-1
<i>La Platjola (desapareguda)</i>	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA	NO DATA
<i>Platja del Morer</i>	1	-0,98	-1	-1	-1
<i>Roca Grossa (unificació)</i>	-	-	-	-	-
<i>Platja de les Roques (unificació)</i>		-1	-1	-1	-1
	1	-0,65	-1	-1	-1
<i>Platja de Garbí</i>	1	-0,49	-0,49	-0,5	-0,5
<i>Platja Gran de Calella</i>	1	-0,21	-0,35	-0,43	-0,43
<i>Platja de Pineda</i>	1	-0,44	-0,56	-1	-1
<i>Platja de Santa Susanna</i>	1	-0,45	-1	-1	-1
<i>Platja Astillero</i>	1	-0,69	-1	-1	-1
<i>Platja de Malgrat Centre</i>	1	-1	-0,9	-0,9	-0,9
<i>Platja de la Conca</i>	1	-1	-0,04	-1	-1
<i>Platja Punta de la Tordera</i>	1	-0,72	-1	-1	-1
<i>Platja S'Abanell</i>	1	-0,95	-1	-1	-1
<i>Platja de Blanes</i>	1	-0,84	-0,86	-0,87	-0,87