



**L'illa de calor als nuclis urbans de Lloret de
Mar i Tossa de Mar (Costa Brava)**

Autor

Adrià Ribas Sastre

Tutors

**Anna Ribas Palom
Albert Llausàs Pascual**

2023

Universitat de Girona

Facultat de Lletres

**Grau en Geografia, Ordenació del Territori i
Gestió del Medi Ambient**

“Los barrios pobres sufren mucho más que los
barrios ricos los riesgos del cambio climático y estos
riesgos añadidos de las islas de calor”

- Javier Martín Vide, 2023 -

ÍNDEX DE CONTINGUTS

AGRAÏMENTS	6
RESUM.....	7
1. INTRODUCCIÓ	9
1.1 HIPÒTESIS I OBJECTIUS.....	9
2. METODOLOGIA	10
3. EL FENOMEN DE L'ILLA DE CALOR.....	12
3.1 L'ESTUDI DEL CLIMA URBÀ	12
3.2 L'ESTUDI DE L'ILLA DE CALOR	14
3.2.1 Antecedents.....	14
3.2.2 Tipologies	16
3.2.3 Causes.....	17
3.2.4 Característiques	18
3.2.5 Conseqüències.....	19
4. CONTEXTUALITZACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI.....	20
4.1 ANALITZANT LA BRAVESA DE LA COSTA BRAVA	20
4.2 DETALLANT L'ESCALA D'ESTUDI: DE LA COSTA BRAVA A LLORET DE MAR I TOSSA DE MAR.....	22
4.2.1 Lloret de Mar	22
4.2.2 Tossa de Mar.....	27
5. CARACTERITZACIÓ DELS TRANSSECTES TÈRMICS	31
5.1 LLORET DE MAR.....	31
5.1.1 Transsecte 1	31
5.1.2 Transsecte 2	32
5.1.3 Transsecte 3	32
5.1.4 Transsecte 4	32
5.1.5 Transsecte 5	32
5.1.6 Transsecte 6	32
5.1.7 Campanya hivernal.....	33
5.1.8 Campanya estival	33
5.2 TOSSA DE MAR.....	33
5.2.1 Transsecte 1	34
5.2.2 Transsecte 2	34
5.2.3 Transsecte 3	34
5.2.4 Transsecte 4	34
5.2.5 Transsecte 5	34
5.2.6 Transsecte 6	35
5.2.7 Campanya hivernal.....	35
5.2.8 Campanya estival	35

6. RESULTATS.....	36
6.1 EXPOSICIÓ I VULNERABILITAT	36
6.1.1 Nombre d'habitants	37
6.1.2 Vulnerabilitat	38
6.1.2.1 Població major de 65 anys	38
6.1.2.2 Població femenina.....	40
6.1.2.3 Nivell educatiu	41
6.1.2.4 Renda per habitant	43
6.1.2.5 Comportament energètic	44
6.1.2.6 Refugis climàtics	46
6.1.2.7 Vulnerabilitat total	47
6.1.3 Capacitat adaptativa	49
6.1.3.1 Marc Estratègic de Referència d'Adaptació al Canvi Climàtic (ESCACC).....	50
6.1.3.2 Plans d'autoprotecció.....	51
6.2 ILLA DE CALOR URBANA	53
6.2.1 Cas del 28 de desembre de 2022	53
6.2.1.1 Situació sinòptica	53
6.2.1.2 Lloret de Mar	54
6.2.1.3 Tossa de Mar.....	55
6.2.2 Cas del 15 de febrer de 2023.....	57
6.2.2.1 Situació sinòptica	57
6.2.2.2 Lloret de Mar	58
6.2.2.3 Tossa de Mar.....	59
6.2.3 Cas del 6 d'abril de 2023	61
6.2.3.1 Situació sinòptica	61
6.2.3.2 Lloret de Mar	62
6.2.3.3 Tossa de Mar.....	63
6.2.4 Cas del 9 de juny de 2023	65
6.2.4.1 Situació sinòptica	65
6.2.4.2 Lloret de Mar	66
6.2.4.3 Tossa de Mar.....	67
7. DISCUSSIÓ.....	69
8. PROPOSTES D'ADAPTACIÓ	74
8.1 L'INCREMENT DE LA VEGETACIÓ EN ÀREES URBANES	74
8.2 LA MODIFICACIÓ DELS MATERIALS DE L'ENTORN URBÀ	76
8.3 EL DISSENY URBÀ	77
8.4 LA REDUCCIÓ DE LA CALOR ANTROPOGÈNICA	77
8.5 SISTEMES DE PREVENCIÓ I ALERTA	78
8.6 ALTRES MESURES	79
9. CONCLUSIONS.....	80
BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	82

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Instrumental utilitzat en el treball de camp	11
Figura 2. Mapa de localització de Lloret de Mar	23
Figura 3. Evolució de la població de Lloret de Mar pel període 1900-2021.....	24
Figura 4. Mapa de l'estructura urbana de Lloret de Mar.....	25
Figura 5. Mapa de localització de Tossa de Mar	27
Figura 6. Evolució de la població de Tossa de Mar pel període 1900-2021	28
Figura 7. Mapa de l'estructura urbana de Tossa de Mar	29
Figura 8. Visió global dels transectes de Lloret de Mar	31
Figura 9. Visió global dels transectes de Tossa de Mar.....	33
Figura 10. Nombre d'habitants a Lloret de Mar	37
Figura 11. Nombre d'habitants a Tossa de Mar	37
Figura 12. Població major de 65 anys a Lloret de Mar	38
Figura 13. Població major de 65 anys a Tossa de Mar.....	39
Figura 14. Població femenina a Lloret de Mar	40
Figura 15. Població femenina a Tossa de Mar	40
Figura 16. Població amb estudis inferiors a l'ESO a Lloret de Mar	41
Figura 17. Població amb estudis inferiors a l'ESO a Tossa de Mar	42
Figura 18. Renda per habitant a Lloret de Mar.....	43
Figura 19. Renda per habitant a Tossa de Mar	43
Figura 20. Comportament energètic dels edificis a Lloret de Mar	44
Figura 21. Comportament energètic dels edificis a Tossa de Mar	45
Figura 22. Presència de refugis climàtics de vegetació a Lloret de Mar	46
Figura 23. Presència de refugis climàtics de vegetació a Tossa de Mar	46
Figura 24. Vulnerabilitat total a Lloret de Mar	47
Figura 25. Vulnerabilitat total a Tossa de Mar	48
Figura 26. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 28-29 de desembre de 2022	53
Figura 27. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 28 de desembre de 2022 ...	54
Figura 28. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 28 de desembre de 2022	55
Figura 29. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 15-16 de febrer de 2023	57
Figura 30. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 15 de febrer de 2023	58
Figura 31. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 15 de febrer de 2023.....	59
Figura 32. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 6-7 d'abril de 2023	61
Figura 33. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 6 d'abril de 2023	62
Figura 34. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 6 d'abril de 2023	63
Figura 35. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 9-10 de juny de 2023	65
Figura 36. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 9 de juny de 2023.....	66
Figura 37. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 9 de juny de 2023	67
Figura 38. Mapa de risc de Lloret de Mar	72
Figura 39. Mapa de risc de Tossa de Mar.....	73

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Criteris demogràfics i econòmics escollits per comparar els dos municipis	10
Taula 2. Criteris urbans i turístics escollits per comparar els dos municipis.....	10
Taula 3. Criteris naturals escollits per comparar els dos municipis	10
Taula 4. Característiques de les illes de calor superficial i atmosfèrica	17
Taula 5. Criteris a considerar per analitzar l'exposició i la vulnerabilitat de Lloret de Mar i Tossa de Mar	36
Taula 6. Criteris d'exposició i vulnerabilitat a Lloret de Mar	36
Taula 7. Criteris d'exposició i vulnerabilitat a Tossa de Mar	36
Taula 8. Mesures d'adaptació sectorials per als àmbits que influeixen en l'illa de calor	51
Taula 9. Mesures de responsabilitat individual que es poden dur a terme en onades de calor	52

AGRAÏMENTS

Aquest treball és la culminació de set mesos de feina. Durant aquest transcurs temporal s'ha passat per moltes fases: tensió, nervis, alegria, desconcert... Al final, però, ha valgut la pena, sobretot una vegada es veien els primers resultats. És en aquest instant quan moltes de les hores dedicades a realitzar treball de camp prenen sentit. S'ha de dir que en algunes mostres de dades es va dubtar de la fiabilitat, sobretot la relativa al febrer, i en aquest moment entrava la por al cos. No obstant, quan s'analitzaven altres criteris tot quadrava i la por es convertia en satisfacció. M'he demostrat a mi mateix que tot el coneixement après al llarg del grau ha tingut una translació pràctica que pot ajudar a millorar la qualitat de la vida de la població. Puc dir, satisfet, que en aquest treball he unit les meves dues passions: la climatologia i la vessant pràctica per millorar la qualitat de vida a partir de l'estudi d'un risc climàtic.

No obstant, res d'això hauria estat possible sense determinades persones. En primer lloc, m'agradaria agrair la oportunitat que en el seu moment em va donar la doctora Anna Ribas. El treball conforma una part del projecte d'investigació liderat per la meua tutora, i que porta per nom *Adaptación a los riesgos asociados al cambio climático en espacios turísticos del litoral mediterráneo: percepción, incentivos y barreras (RISKadapT)*. Sabent la importància que pot tenir m'ha tocat implicar-m'hi el màxim possible, i puc dir que ho he aconseguit. Alhora, en tot moment m'ha assessorat sobre el que creia millor pel treball i durant tot el procés ha anat fent aportacions a fi que el resultat fos el millor possible. És cert, però, que les circumstàncies van provocar que a mig treball tingués un nou tutor: l'Albert Llausàs Pascual. També m'agradaria agrair la valentia que va tenir per agafar un treball a mig fer sense haver-hi estat des de l'inici. Tanmateix, des del primer moment la seva implicació va ser màxima i em va anar fent les rectificacions necessàries per assegurar que el resultat fos el més òptim.

És cert, però, que sense l'ajut inicial dels doctors Gerard Taulé Codinach i Javier Martín Vide el treball hauria estat més difícil. Ells dos em van ajudar mitjançant els seus consells sobre com prendre les dades, ja fos en el sensor que s'adaptaria millor o en les recomanacions a l'hora de realitzar el treball de camp. Gràcies a aquest coneixement vaig dissenyar els transsectes i la manera com recolliria la informació.

També m'agradaria agrair a la meua família el seu acompanyament durant les quatre campanyes de presa de mostres realitzades. És important destacar que en aquest treball les dades s'havien de mesurar en un període de temps posterior a la posta de sol. En el cas de l'hivern no era gaire difícil, però per les dues campanyes estivals s'arribava a casa a la matinada. Van sacrificar hores de la seva son amb la finalitat d'ajudar-me, i això té un valor enorme. Prendre les dades sense la seva ajuda hauria estat molt difícil i perillós perquè mentre es fa el treball de camp s'ha d'estar atent a molts *inputs*, que poden posar en perill la seguretat viària.

Finalment, m'agradaria agrair al Departament de Geografia les facilitats que m'han donat per tal que aquest treball fos una realitat. Sense el sensor de temperatura i humitat que em van cedir hauria estat impossible realitzar el treball. També el meu sincer agraïment al *Ministerio de Educación y Formación Profesional* pel suport econòmic atorgat a la convocatòria de *Becas de Colaboración 2022*.

RESUM

L'illa de calor urbana és un dels fenòmens més estudiats dins la climatologia urbana pel gran impacte que té sobre la població, especialment la més vulnerable. Dit fenomen, que acaba provocant que el centre de la ciutat experimenti un augment de temperatura respecte la perifèria durant la nit, s'està magnificant per l'augment de la freqüència i intensitat de les onades de calor. Per comprovar si es compleix a tots els nuclis urbans s'ha estudiat a Lloret de Mar i Tossa de Mar (Costa Brava), i se n'ha fet una comparació.

La finalitat última és millorar la qualitat de vida de la població en els dos municipis analitzant les mesures d'adaptació vigents i proposant-ne de noves. Per això, s'han dissenyat sis transectes per municipi, de tal manera que s'aconseguís una representació completa de tot el nucli urbà i la perifèria. Totes les dades s'han recollit mitjançant un termohigròmetre. Els resultats han acabat mostrant que Lloret de Mar presenta una illa de calor amb un comportament típic, on el màxim tèrmic es troba en els punts amb major activitat antròpica i carrers més estrets. En canvi, a Tossa de Mar l'illa de calor té un comportament típic a l'estiu, mentre que a l'hivern queda modificada per les condicions meteorològiques degut a la influència del massís de l'Ardenya.

En els dos casos, i amb condicions meteorològiques estables, s'ha arribat a una intensitat màxima d'illa de calor de 4°C-5°C, i amb el màxim tèrmic en els sectors més concorreguts i, alhora, vulnerables. A fi d'atenuar aquest efecte es proposen un seguit de mesures. Les que tindrien més incidència sobre la població serien l'augment del verd urbà, modificar els materials urbans i apostar per reduir la calor antropogènica.

Paraules clau: illa de calor urbana, onada de calor, Costa Brava, Tossa de Mar, Lloret de Mar, confort tèrmic, estrès tèrmic, justícia social.

RESUMEN

La isla de calor urbano es uno de los fenómenos más estudiados en la climatología urbana por el gran impacto que tiene en la población, especialmente la más vulnerable. Dicho fenómeno, que acaba provocando que el centro de la ciudad sufra un aumento de temperatura respecto la periferia durante la noche, está siendo magnificado por el aumento de la frecuencia y intensidad de las olas de calor. Para comprobar si se cumple en todos los núcleos urbanos se ha estudiado en Lloret de Mar y Tossa de Mar (Costa Brava), y se ha hecho una comparación.

La finalidad última es mejorar la cualidad de vida de la población en los dos municipios analizando las medidas de adaptación vigentes y proponiendo nuevas. Para ello, se han diseñado seis transectos por municipio, de tal modo que se consiguiese una representación completa de todo el núcleo urbano y la periferia. Todos los datos han sido recogidos mediante un termohigrómetro. Los resultados han acabado mostrando que Lloret de Mar presenta una isla de calor con un comportamiento típico, donde el máximo térmico se ubica en los puntos con mayor actividad antrópica y calles más estrechas. Por el contrario, la isla de calor en Tossa de Mar presenta un comportamiento típico en el verano, mientras que en invierno se encuentra modificada por las condiciones meteorológicas debido a la influencia del macizo de la Ardenya.

En los dos casos, y con condiciones meteorológicas estables, se ha llegado a una intensidad máxima de isla de calor de 4°C-5°C, y con el máximo térmico en los sectores más concurridos y, al mismo tiempo, vulnerables. Con la finalidad de minimizar el efecto se proponen unas medidas. Las que tendrían más incidencia sobre la población serían el aumento del verde urbano, modificar los materiales urbanos y apostar para reducir el calor antropogénico.

Palabras clave: isla de calor urbano, ola de calor, Costa Brava, Tossa de Mar, Lloret de Mar, confort térmico, estrés térmico, justicia social.

ABSTRACT

The urban heat island is one of the most studied phenomena in urban climatology due to the great impact it has on the population, especially the most vulnerable. This phenomenon, which ends up causing the centre of the city to experience an increase in temperature compared to the periphery during the night, is being magnified by an increase of frequency and intensity in heat waves. In order to check whether it is fulfilled in all urban areas, Lloret de Mar and Tossa de Mar (Costa Brava) have been studied, and a comparison has been made.

The ultimate purpose is to improve the quality of life of the population in the two municipalities by analysing the existing adaptation measures and proposing new ones. For this reason, six transects have been designed per municipality, in such a way as to achieve a complete representation of the entire urban core and the periphery. All data has been collected using a thermohygrometer. The results have shown that Lloret de Mar presents a heat island with a typical behaviour, where the thermal maximum is found in the points with greater human activity and narrower streets. On the other hand, in Tossa de Mar the heat island has a typical behaviour in the summer, while in the winter it is modified by the weather conditions due to the influence of the massif de l'Ardenya.

In both cases, and with stable weather conditions, a maximum heat island intensity of 4°C-5°C has been reached, with the thermal maximum in the most crowded and, at the same time, vulnerable sectors. In order to mitigate this effect, a series of measures are proposed. The ones that would have the most impact on the population would be the increase in urban greenery, modifying urban materials and reducing anthropogenic heat.

Key words: urban heat island, heat wave, Costa Brava, Tossa de Mar, Lloret de Mar, thermal comfort, thermal stress, social justice.

1. INTRODUCCIÓ

El canvi climàtic d'origen antròpic està essent un dels principals *centres d'acció* del període actual, més conegut com a Antropocè. Els fenòmens climàtics són cada vegada més freqüents, imprevisibles i d'elevada *magnitud*. Per a la ciència geogràfica hi ha un element que està essent clau en la percepció de la magnitud d'aquests fenòmens: l'ocupació humana de l'espai. Aquesta acció augmenta la *intensitat* dels fenòmens. És aquí on entra una variable climàtica que s'acaba traduint en un fenomen extrem si es prolonga en el temps i passa d'un cert llinar: la calor. Aquesta variable perllongada en el temps i accentuada en magnitud acaba provocant una **onada de calor**, la qual pot estar més o menys accentuada en funció d'un seguit de variables antròpiques, que pot magnificar el fenomen de l'**illa de calor urbana (ICU)**. Així doncs, en el present treball s'incidirà en aquest fenomen, sobretot a partir del fet urbà.

Una vegada introduït el fenomen cal estudiar-lo en un o varis casos d'estudi. No totes les àrees urbanes serveixen, sinó que ha de ser un espai que ha de reunir unes determinades condicions que el facin atractiu a l'estudi: preferentment a Catalunya, vulnerable als efectes del canvi climàtic, amb una elevada ocupació humana i heterogeni en condicions antròpiques i naturals. Sortosament, a Catalunya hi ha una àrea que reuneix totes aquestes condicions: la **Costa Brava**. Ja s'ha augmentat un xic l'escala, però encara continua sent una àrea massa extensa per poder estudiar el fenomen en una mateixa presa de dades. Per a la finalitat, per tant, s'ha d'escollir dos municipis per comparar l'illa de calor per una mateixa nit. Els municipis han de comptar amb unes característiques diferents des del punt de vista social, urbà, econòmic, turístic i natural. Els dos escollits són, de nord a sud: **Tossa de Mar i Lloret de Mar**. Tanmateix, per a realitzar aquest estudi no es parteix de zero. Alguns exemples són els estudis portats a terme per María del Carmen Moreno Garcia i Juan Antonio Serra Pardo, els quals ja van estudiar el fenomen de l'illa de calor a Lloret de Mar; i l'estudi efectuat per l'Institut del Medi Ambient de la Universitat de Girona, en el qual s'analitzava els efectes del canvi climàtic a la Costa Brava.

1.1 Hipòtesis i objectius

Una vegada se sap que es tractarà el fenomen de l'illa de calor cal acabar d'afinar uns objectius i hipòtesis. L'objectiu general és caracteritzar el comportament de l'illa de calor urbana a Lloret de Mar i Tossa de Mar, i fer-ne una comparació. Per això es compararà la morfologia i intensitat de l'illa de calor mitjançant quatre mostres de dades. A partir d'aquest objectiu es plantegen un seguit d'objectius específics referits a l'illa de calor:

- Identificar els factors que són cabdals per al seu comportament.
- Posar en relleu com l'illa de calor afecta la població en base a la seva exposició i vulnerabilitat.
- Comprovar quines mesures hi ha en vigor per minimitzar els seus efectes.
- Proposar mesures d'adaptació per a la població.

D'aquests objectius se'n desprenen unes hipòtesis. És esperable que trets geogràfics propis de cada un dels dos municipis siguin cabdals per diferenciar el comportament de l'illa de calor. Es pot teoritzar que a Tossa de Mar el massís de l'Ardenya influiria en el fenomen i, en canvi, el fet que Lloret de Mar estigui més obert modificaria la morfologia de l'illa de calor. També és d'esperar que els sectors urbans més vulnerables seran els més afectats. Aquestes hipòtesis s'utilitzaran com a eix vertebrador del treball. L'assoliment dels objectius ha de permetre millorar la qualitat de vida de la població que habita en aquests municipis.

2. METODOLOGIA

Amb la finalitat d'aconseguir els objectius proposats és necessari determinar una metodologia de treball que desveli com es durà a terme l'estudi. Per començar serà necessari triar els criteris que permetin diferenciar els dos municipis. A les taules 1, 2 i 3 es comparen diverses característiques que, anteriorment, s'han identificat com a claus pel fenomen de l'illa de calor pels dos municipis.

CRITERIS DEMOGRÀFICS/ECONÒMICS				
Municipi	Població censada (2021)	Població flotant (2021)	Densitat de població (2021)	RFDP (2019)
Lloret de Mar	38.402 habitants	5.731 habitants	788,4 hab/km ²	12.300 €
Tossa de Mar	5.930 habitants	2.792 habitants	153,7 hab/km ²	14.200 €

Taula 1. Criteris demogràfics i econòmics escollits per comparar els dos municipis. Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.

CRITERIS URBANS/TURÍSTICS			
Municipi	Densitat urbana	Tipologia de municipi	Model turístic
Lloret de Mar	Alta	Hoteler	Heliotròpic
Tossa de Mar	Mixta	Residencial	Heliotròpic

Taula 2. Criteris urbans i turístics escollits per comparar els dos municipis. Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.

CRITERIS NATURALS		
Municipi	Ubicació natural	Àrees verdes
Lloret de Mar	Encaixat - Obert	No
Tossa de Mar	Encaixat	Sí

Taula 3. Criteris naturals escollits per comparar els dos municipis. Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.

Una vegada s'han vist els criteris utilitzats per definir els casos d'estudi és hora de definir com s'estructurarà el treball. En primer lloc serà necessari contextualitzar i donar antecedents de què és la climatologia urbana i el fenomen de l'illa de calor per tenir una base prou sòlida a fi de realitzar el treball. Tot seguit es procedirà a presentar la macroàrea on s'emmarquen els dos municipis, és a dir, la Costa Brava; així com també s'aportarà una visió dels dos municipis des del punt de vista urbanístic i turístic. A partir de tota aquesta base teòrica ja es podrà desenvolupar el treball de camp.

La manera com s'estructurarà el treball de camp és a partir de dues campanyes: una d'hivernal i una d'estival. Per a cada campanya s'anirà dues vegades a cada municipi per prendre dades tèrmiques. Cal mencionar que les dades es prendran en situacions anticiclòniques perquè és el moment en què l'illa de calor es mostra millor. Per a la campanya hivernal s'anirà a l'àrea d'estudi al desembre i al febrer, mentre que per a la campanya estival s'hi anirà a l'abril i al juny. En cada campanya de presa de dades s'esperen resultats diferenciats, entre altres raons perquè la pressió antròpica diferirà.

Per a cada municipi s'establiran sis transsectes tèrmics que recorrin el municipi des de la perifèria fins a la perifèria contrària a la inicial passant per un punt central del municipi. Cal remarcar que tots els transsectes es tallaran al punt central del municipi. S'espera tenir una representació completa de cada municipi. Dits transsectes es dividiran en dos grups de tres i cada grup serà utilitzat una vegada a la campanya hivernal i estival. Les mostres s'agafaran passada una hora i mitja de la posta de sol, atès que és el moment en què l'illa de calor es mostra millor. En cada presa de dades es recollirà, mitjançant una gravació en format àudio, les diferents situacions que puguin influir al propi exercici.

També cal tenir en consideració que, a mesura que es vagin apropant els mesos estivals, ja a partir de Setmana Santa, les influències antròpiques seran majors perquè començarà l'època de turisme heliòtric. D'aquesta manera s'observarà si les condicions ambientals i humanes influeixen, o no, en l'illa de calor. Per acabar de mostrar bé els efectes de l'illa de calor es cartografiaran les dades preses mitjançant l'ús de programari GIS. La manera com s'elaboraran els mapes serà a partir de la interpolació de les dades obtingudes per a cada mes i campanya. El mètode d'interpolació escollit és l'*Inverse Distance Weighting* (IDW), el qual dona més pes als valors propers al punt amb la dada real. D'aquesta manera, doncs, el pes de cada mostra és inversament proporcional a la distància des del punt a partir del qual s'ha pres la mostra. En definitiva, els punts propers a la mostra presenten valors més semblants a la mostra que no pas els llunyans.

Cal esmentar que el transectes es recorreran amb automòbil mitjançant l'aparell *MeteoTracker Smartphone* (vegeu la figura 1). Dit aparell és adequat per a la realització del treball de camp per la seva baixa inèrcia, el gran rang operatiu (treballa del -40°C a 125°C i del 0% al 100% d'humitat relativa) i el poc marge d'error ($\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ i $\pm 2\%$ d'humitat). La velocitat del vehicle oscil·larà entre 20 km/h i 50 km/h, que és la velocitat màxima permesa als nuclis urbans dels respectius municipis i a la qual la presa de dades és més òptima segons les especificacions de l'aparell de mesura.



Figura 1. Instrumental utilitzat en el treball de camp. A l'esquerra, l'instrument i a la dreta la ubicació de l'instrument al sostre del vehicle, tal i com va emplaçat durant el treball de camp. Autor: Adrià Ribas.

Amb les dades ja preses caldrà observar quins són els punts més conflictius des del punt de vista d'afectació a la població d'ambdós municipis i estudiar-ne l'exposició, vulnerabilitat i capacitat d'adaptació actual. Com a criteri d'exposició s'agafarà la quantitat de població per seccions censals, mentre que els criteris de vulnerabilitat, també per seccions censals, seran la proporció de població major de 65 anys, de població femenina, el nivell educatiu, la renda per habitant, la presència de vegetació i el consum energètic dels edificis. Per cada criteri es dissenyaran mapes temàtics quantitius amb una llegenda dividida per intervals partint de la mitjana. Cal remarcar que s'ha considerat com a mitjana un interval que comprèn la xifra mitjana i valors un xic superiors i inferiors. Normalment s'ha agafat un marge que oscil·la entre $\pm 0,25$ i ± 1 . Alhora, s'han dissenyat un parell de mapes en els quals s'han combinat l'exposició i vulnerabilitat total. S'ha partit de valors que oscil·len entre l'1 i el 5, essent el 5 la xifra que indica major exposició/vulnerabilitat i l'1 menor exposició/vulnerabilitat. Tan bon punt s'han classificat els dos indicadors amb les xifres s'han sumat i ha sortit el mapa combinat. Una vegada es tinguin unes conclusions fermes serà moment de proposar mesures d'adaptació convenientment contextualitzades.

3. EL FENOMEN DE L'ILLA DE CALOR

Per a obtenir una base sobre la qual partir és necessari caracteritzar allò que es vol estudiar: l'illa de calor. Abans, però, cal emmarcar aquest fenomen com quelcom que acaba generant un clima pròpiament urbà. I és que per la interacció entre el clima i la ciutat es pot afirmar que la urbanització acaba generant modificacions al clima regional.

3.1 L'estudi del clima urbà

Tal i com es resumeix a *Clima y confort en las ciudades: la ciudad de Valencia* d'Alejandro José Pérez Cueva (2001), el clima urbà és el conjunt de trets i modificacions climàtiques induïdes per l'existència i activitats de la ciutat. D'aquesta manera, les ciutats modifiquen el clima local generant un clima propi. Aquest interès per l'estudi del clima urbà s'anirà desenvolupant al llarg del segle XX amb la climatologia urbana, que és una de les disciplines que intenta comprendre els vincles entre el clima i els diferents components naturals i artificials que configuren els ambients urbans. Tanmateix, no cal passar per alt que la percepció sensorial del clima urbà ja ve des de l'antiguitat. Durant l'època dels romans i els grecs ja es coincidia en què l'aire de la ciutat era diferent a l'aire de les zones rurals. Per exemple, a les odes d'Horaci ja apareixen referències a la contaminació. A partir d'aquest moment hi va haver molts indicadors de com l'activitat humana urbana acabava afectant les condicions climàtiques. El cas més notori, segurament, és el de Londres a la Primera Revolució Industrial, durant la segona meitat del segle XVIII, quan les fàbriques van "tacar" tota la ciutat i la combustió del carbó era la seva principal font d'energia. Dita combustió i el fum de les fàbriques va acabar generant modificacions molt significatives, com és la presència del boirum fotoquímic, que en aquell moment no se sabia exactament què era, el qual va enterbolir l'aire de la ciutat provocant que la població hagués d'anar amb màscares per evitar els gasos.

Com apunta Juan Antonio Serra Pardo (2015) a *El fenómeno de la isla de calor en dos ciudades turísticas. Los casos de Ibiza y Lloret de Mar*, si ens centrem en el segle XX s'observa l'aparició d'abundant bibliografia sobre el clima de les ciutats, fet que mostra l'interès de nombrosos investigadors en conèixer la influència de l'ésser humà en el medi ambient i, en particular, les alteracions o modificacions climàtiques antropogèniques en les ciutats. L'aparició de nous mètodes a partir del desenvolupament de noves tecnologies ajudarà als investigadors. A l'any 1937 es publica la primera obra sobre el clima de la ciutat, que és *Das Stadtklima* de Kratzer. Després de la II Guerra Mundial el creixement de les ciutats i les àrees metropolitanes és enorme, així com la industrialització, fet que multiplica les investigacions sobre el clima urbà, sobretot a Europa, Estats Units i Japó. Per altra banda, l'assumpció dels problemes provocats per la contaminació de l'aire va impulsar un interès per investigar i conèixer amb detall els processos atmosfèrics urbans, cosa que marca l'inici de la climatologia urbana. Cal destacar que l'any 1958 Gordon Manley fa un estudi del clima urbà a Londres i observa una diferència tèrmica entre la ciutat i la zona rural. Dita obra és publicada a la revista *Quarterly Journal of the Royal Meteorology Society*. Aquesta és la primera obra que ja cita el fenomen de l'illa de calor. Als anys setanta apareixerà la primera obra en detall sobre l'estudi del clima d'una ciutat. Dita obra és la de Londres, per part de Chandler (1965). També resulta destacable la celebració d'un simposi sobre el clima urbà a l'any 1968 a Brussel·les per part de la Organització Meteorològica Mundial. En aquests anys es faran algunes referències en obres de clima general, encara que fins als anys setanta i vuitanta no apareixeran obres que continguin resums de clima urbà, com és el cas dels encarregats per la Organització Meteorològica Mundial a Chandler (1970) i a Oke (1979-1980), o les de Landsberg (1981).

Un treball que mereix especial atenció és el de Lowry (1977), qui va establir les bases teòriques per la investigació en el camp de la climatologia urbana. Va proposar un model en què el valor d'una variable climàtica mesurada a la ciutat resulta la suma del clima regional, les modificacions climàtiques introduïdes per la presència de la ciutat i l'alteració produïda per la pròpia ciutat. Als anys setanta s'ha de destacar la utilització de nous mètodes i tècniques per l'estudi del clima urbà. Així, es comencen a utilitzar sensors remots en satèl·lits, i en menor freqüència en avions, per investigar la temperatura superficial dels carrers, cases, parcs o camps.

Amb aquest context, als anys vuitanta i noranta del segle passat és quan més es desenvolupen els estudis de climatologia urbana. Arnfield (2003) presenta una revisió sobre la investigació en climatologia urbana en les dues últimes dècades del segle passat. En aquesta revisió l'autor realitza una classificació dels treballs en tres grans temàtiques: avenços conceptuals en climatologia urbana, processos del clima urbà a petita escala i la ICU. Per la primera temàtica es destaquen alguns avenços que han ajudat a entendre l'atmosfera de la ciutat, com la utilització de l'escala per entendre els diferents modes en què els elements de la superfície urbana interactuen amb les capes atmosfèriques adjacents a la ciutat. Així, comença a utilitzar conceptes com *urban canyon* (UC), *urban canopy layer* (UCL)¹, *urban boundary layer* (UBL)² i *roughness sublayer*³. Sens dubte, però, en aquesta temàtica destaca la idea de l'existència de diverses illes de calor urbanes. A la segona temàtica s'agrupen els treballs segons si se centren en la turbulència atmosfèrica o en els intercanvis energètics i hídrics. En tot cas, Arnfield destaca els importants avenços en el coneixement dels balanços energètics en les àrees suburbanes que es van produir durant els seus anys. Finalment, es menciona la definició d'una equació per poder establir el balança hídric urbà, la qual és utilitzada per Grimmond i Oke (1991). La tercera temàtica és la ICU (illa de calor urbana). En un primer grup menciona els estudis que observen la ICU en diferents ciutats de diferents regions del planeta; un segon grup de treballs que centra l'interès en els aspectes que determinen la seva magnitud i estructura; i un tercer grup que ajunta el treballs que presenten models de simulació numèrica i la observació a partir de sensors remots. L'illa de calor urbana és més coneguda en ciutats de latitud mitjana que no en ciutats de latituds altes i tropicals.

A la primera dècada del segle XXI la disciplina es consolida gràcies als avenços conceptuals aconseguits. A part, en aquest segle cal destacar l'avenç en la tecnologia, sobretot en els ordinadors, el *software* i els satèl·lits; fet que permetrà la realització d'un major nombre d'estudis, l'aparició de nous models i mètodes de simulació per l'estudi del clima urbà i que la climatologia urbana cada vegada tingui un caràcter més aplicat. Alguns autors van assenyalar que el gran desenvolupament dels estudis sobre el clima urbà obeïa a la necessitat de conèixer els fonaments físics, biològics o químics de l'atmosfera urbana per poder-los integrar en models de predicció i qualitat de l'aire; a l'increment de l'interès per la sostenibilitat i el desig d'incorporar elements d'eficiència energètica en les ciutats i les edificacions durant els primers anys del nou segle; a la preocupació per la salut en relació a la qualitat de l'aire o a l'**estrès tèrmic**; o a la dispersió de substàncies tòxiques en les ciutats.

¹ Capa d'aire urbà que va des de la superfície fins al nivell dels sostres de les edificacions on els processos d'intercanvi d'energia i els processos de corrents d'aire venen controlats a nivell de microescala.

² Capa de l'atmosfera urbana que se situa sobre els teulats dels edificis, que va des de l'atmosfera, i que deixa d'estar afectada per la superfície urbana on els processos operen a una gran escala espacial i temporal.

³ Capa situada sobre la horitzontal de les superfícies on les corrents provenen de la interacció d'esteles i columnes de calor, humitat i contaminació, quedant afectada per elements de rugositat (com els edificis).

A grans trets, els temes tractats en els primers anys del segle, assenyalats per Roth (2007), no semblen diferir molt respecte als dels anys anteriors, assenyalats per Arnfield (2003). Més bé sembla que es tracten els mateixos grans temes, on l'avenç de les tècniques per l'evolució tecnològica sembla ajudar a obrir el camp d'estudi dins aquestes temàtiques, en especial al que es refereix a la generació de models cada vegada més complexos que són capaços de treballar amb un major nombre de variables i que busquen un caràcter més aplicat a aquests estudis. Un exemple d'això últim el trobarem en el treball d'Alcoforado *et al.* (2010), on es mostra la importància de la informació climàtica per la planificació urbana. En els últims anys el tema del canvi climàtic anirà agafant més protagonisme pel fet que les ciutats són considerades especialment sensibles pel gran nombre de persones que hi viuen i perquè pot agreujar els problemes introduïts pel clima urbà.

3.2 L'estudi de l'illa de calor

3.2.1 Antecedents

El fenomen de l'illa de calor es posiciona com un dels millors exemples sobre com l'activitat humana impacta sobre el clima local. Es tracta de l'element més significatiu del clima urbà, la principal conseqüència de la modificació de les temperatures atmosfèriques en les àrees urbanes i l'efecte més estudiat de la modificació climàtica provocada per la urbanització. Segurament el primer autor en tractar-la de manera concisa és Tim R. Oke, tal com destaca John Arnfield en la seva participació a la Sisena Conferència Internacional en Clima Urbà (2006). Oke realitza, ja als anys 60 i 70, obres que ajuden a conformar part del cos teòric pel desenvolupament de l'estudi. Els seus treballs serviran per identificar els factors que afavoreixen l'aparició de la ICU i les seves principals característiques.

Com s'ha comentat anteriorment, l'any 1958, Manley ja cita la *urban heat island* a la ciutat de Londres. En aquesta obra vincula aquest fenomen com el causant de l'augment de la temperatura de l'aire de les ciutats respecte a les àrees rurals. Aquesta seria la primera definició que s'ha fet d'illa de calor. D'altres definicions més complertes es troben a partir dels anys 90 i, en especial, al segle XXI. Algunes definicions més complertes són les de Voogt (2008), qui defineix l'illa de calor com "...el nombre que se usa para describir el calor característico tanto de la atmosfera como de la superficie en la ciudad (o área urbana) comprobada con sus entornos no urbanizado" (p.85). Moreno García (1993) assenyalava que el fenomen de l'illa de calor "...consiste en que las ciudades suelen ser, especialmente de noche, más cálidas que el medio rural o menos urbanizado que las rodea" (p.85). Smith *et al.* (2013) afirmen que l'illa de calor "...se define como la diferencia en el gradiente térmico, que existe entre áreas urbanas y su entorno rural o natural, donde la ciudad es comparativamente más caliente" (p.85). Així doncs, el fenomen de l'illa de calor sembla venir definit pel contrast tèrmic entre les ciutats i els seus voltants. Un contrast tèrmic que ve caracteritzat, especialment, per ser nocturn per presentar la seva major intensitat en el centre de les ciutats, on sol existir una edificació més densa i compacta.

Una vegada feta una definició i emmarcament base es comentaran alguns estudis precedents sobre l'illa de calor a Catalunya. El primer treball a mencionar és la tesi doctoral de Juan Antonio Serra Pardo, publicada l'any 2015, en la qual va analitzar i comparar el fenomen de l'illa de calor a les ciutats turístiques d'Eivissa i Lloret de Mar mitjançant transectes tèrmics. A la tesi es volia observar si hi havia una relació directa entre l'activitat turística i el fenomen o, pel contrari, no era així.

Per això es va agafar dues ciutats tan turístiques del litoral mediterrani. A més a més, ambdues ciutats mostren dos períodes de l'any contraposats, com són l'estiu i l'hivern, en els quals la influència turística és, també, contraposada. Va recollir dades en dues campanyes anuals -estival i hivernal- entre els anys 2010 i 2014 i va aconseguir una base de dades de 12.400 valors tèrmics a Eivissa i 11.360 valors tèrmics a Lloret de Mar. L'anàlisi de les dades va mostrar la existència d'una illa de calor moderada en ambdues ciutats, amb les intensitats màximes a l'estiu. A Eivissa el fenomen presentava una intensitat mitjana de 3,6°C, una intensitat màxima de 7,5°C i una configuració espacial concèntrica. A Lloret de Mar la intensitat mitjana va ser de 3,3°C, la intensitat màxima de 6,6°C i la configuració espacial era semicircular amb el nucli sobre el front litoral del centre històric de la ciutat. No es va poder demostrar que l'activitat turística influís en la intensitat del fenomen, però sí semblava influir en la configuració espacial.

El segon que cal destacar és l'article sobre l'illa de calor de Lloret de Mar que van fer, l'any 2017, María del Carmen Moreno García i Juan Antonio Serra Pardo al *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. En el treball es va evidenciar i caracteritzar el fenomen per a Lloret de Mar utilitzant un seguit de transectes tèrmics en quatre campanyes anuals entre juliol de 2010 i març de 2014, ja fos hivern o estiu. A l'anàlisi els van sortir 11.360 valors tèrmics, els quals van evidenciar una illa de calor urbana amb una intensitat mitjana de 3,3°C i una intensitat màxima de 6,6°C. El centre de l'illa se situava al sector litoral de la ciutat i part del barri del nucli antic. En canvi, els barris residencials tenien valors decreixents. El sector de Fenals presentava el mateix comportament que els altres barris residencials perquè comparteixen característiques morfològiques urbanes. Els sectors urbans perifèrics del nord de la ciutat, El Rieral i l'àrea industrial de l'avinguda Vidreres, es van mostrar com els sectors més freds de la ciutat per la penetració de l'aire rural. En ocasions es van detectar punts de frescor que coincidien amb sectors amb menor densitat edificatòria. La comparació de les campanyes estivals i hivernals va constatar les diferències estacionaries. A l'estiu es va registrar una intensitat mitjana un xic més elevada que a l'hivern (3,5°C vers els 3,1°C) i el nucli del fenomen presentava una major superfície perquè s'estenia cap al sector turístic al voltant de l'avinguda Just i Marlés, així com el perfil tèrmic mostrava com el màxim tèrmic es desplaçava del passeig Camprodon al passeig Agustí i Font, ja a prop de l'avinguda Just i Marlés. El turisme i l'augment de població estacional, per tant, era la causa de l'increment de calor antropogènica a l'estiu.

Finalment, el tercer treball citat serà la tesi doctoral de Gerard Taulé Codinach, publicada l'any 2021, en la qual va analitzar el clima urbà de Girona mitjançant transectes tèrmics. El període de recollida de dades va ser de l'any 1998 a l'any 2014, tot i que també va agafar dades d'anys anteriors (fins a 1911) i posteriors (fins a 2021). Per ajudar-se amb els transectes tèrmics va beneficiar-se de 48 observatoris. Com a conclusions va observar que la intensitat màxima de l'illa de calor era de 12,1°C, xifra que superava l'illa de calor teòrica per a Girona tenint en compte els seus habitants, i que era de 6,6°C. Aquest augment tan notori es devia a l'embassament d'aire fred d'alguns indrets rurals i a la compacitat del nucli urbà. El nucli més càlid de la ciutat de Girona abastava el sud del Barri Vell i gran part de l'Eixample.

A l'hivern l'illa de calor assolida el seu màxim d'intensitat amb 6,2°C, mentre que de juliol a octubre es produïa la intensitat menor, encara que amb onades de calor intenses es podia arribar a una illa de calor superior als 10°C. Aquestes xifres donaven una intensitat mitjana de 5,1°C. També va observar que l'illa de frescor urbana diürna superava els 4°C en dies serens i anticiclònics. El Barri Vell enregistrava les temperatures més baixes de la ciutat durant els migdies com a conseqüència de la geometria dels carrers i per l'escàs trànsit automobilístic.

Així doncs, aquests són alguns dels precedents més importants que s'han fet a Catalunya. Són d'especial importància els dos primers perquè tracten ciutats litorals amb una pressió turística estival molt rellevant i pel tractament previ de Lloret de Mar. D'aquesta manera es podrà constatar si hi ha hagut canvis o, pel contrari, l'illa de calor analitzada en el present treball es manté similar a la ja estudiada durant el període 2010-2015. El treball de Gerard Taulé és especialment interessant per la seva metodologia i la inclusió de gran varietat de fenòmens meteorològics a l'estudi.

3.2.2 Tipologies

En general, els experts assenyalen l'existència de dos tipus d'illes de calor urbana, encara que hi ha autors com Voogt (2008) que fan referència a tres tipus. Els dos principals són:

1. Illa de calor superficial o *surface heat island*: Aquesta indica la diferència entre la temperatura de les superfícies urbanes (voreres, edificis, paviment...) i de les superfícies suburbanes.
2. Illa de calor atmosfèrica o *atmospheric heat island*: Aquesta fa referència a la diferent temperatura que presenta l'aire urbà respecte l'aire rural. Alguns experts assenyalen la existència de dos subtipus d'illa de calor atmosfèrica en funció de la capa de l'atmosfera urbana. Aquests dos subtipus són:
 - Illa de calor del pal·li urbà o *canopy layer urban heat island*: El pal·li urbà és la capa d'aire de les ciutats més propera a la superfície, on les persones viuen, que s'estén des del sòl fins les copes dels arbres o els teulats de les edificacions. Aquesta és la que s'observa amb més facilitat, la que ha estat més estudiada i a la que se sol fer referència quan es parla, en general, d'illa de calor urbana.
 - Illa de calor de la capa límit urbana o *boundary layer urban heat island*: La capa límit urbana comença a la part alta dels edificis fins aquella part de l'atmosfera que ja no es veu influenciada pels canvis tèrmics introduïts per la ciutat, normalment entre 1 quilòmetre i 1,5 quilòmetres d'altitud.

Cal destacar que entre els dos tipus d'ICU existeixen diferències en la forma en què es generen, en les tècniques utilitzades en la seva identificació i temàtica, així com en les mesures de mitigació que s'han d'implantar (vegeu la taula 4).

Característiques	Illa de calor superficial	Illa de calor atmosfèrica
Ritme temporal	- Present durant el dia i la nit - Major intensitat durant el dia i a l'estiu	- Dèbil o inexistent durant el dia - Major intensitat durant la nit o després de la posta de sol i a l'hivern
Pics d'intensitat	- Gran variació espacial i temporal - Durant el dia de 10°C a 15°C - Durant la nit de 5°C a 10°C	- Poca variació - Durant el dia de -1,8°C a 3°C - Durant la nit de 7°C a 12°C

Mètode d'identificació	- Mètode indirecte: teledetecció	- Mètode directe: estacions meteorològiques fixes i transectes
Representació	- Imatge tèrmica	- Mapes d'isotermes - Gràfics tèrmics

Taula 4. Característiques de les illes de calor superficial i atmosfèrica. Elaboració pròpia a partir de les dades de Serra Pardo, J.A. (2015). *El fenómeno de la isla de calor en dos ciudades turísticas. Los casos de Ibiza y Lloret de Mar*. [Tesi doctoral, Universitat de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa (TDX).

3.2.3 Causes

Segons Serra Pardo (2015), les causes que generen el fenomen són diverses, però totes vinculades al fet pròpiament urbà. Aquestes són:

1. Un major emmagatzemament de calor a la ciutat (*Thermal storage*) degut a les propietats tèrmiques i calorífiques dels materials de construcció urbans i la seva devolució a l'atmosfera durant la nit. Durant el dia aquests materials, que impermeabilitzen la superfície urbana, es van escalfant progressivament i durant la nit es van refredant, encara que ambdues accions ocorren de manera lenta. Per aquest motiu, l'aire urbà, en contacte amb els materials de construcció, es refreda lentament durant la nit. Aquesta diferència en el refredament explica, en part, la major intensitat nocturna del fenomen.
2. La disminució de l'evaporació degut a la substitució de la superfície natural originària per un sòl pavimentat i l'eficàcia dels sistemes de drenatge urbans. Aquests elements afavoreixen que es produeixi una ràpida escorrentia de l'aigua després de la precipitació, però també genera l'eliminació de l'aigua de la superfície impedit la possibilitat d'emmagatzemat d'aquesta al sòl i que la seva evaporació refresqui l'ambient.
3. La producció de calor antropogènica (*Anthropogenic heat*) provinent de les diferents activitats i processos de combustió que es porten a terme a les àrees urbanes, tals com la generació de calefacció i la refrigeració procedent d'aires condicionats, entre d'altres.
4. Una menor pèrdua del calor sensible (*Sensible heat*) degut a la reducció de la velocitat del vent. Els edificis, amb la seva àmplia varietat de formes i estructures, es converteixen en un element pertorbador dels fluxos aeris. La rugositat que ofereixen les edificacions genera una sèrie d'alteracions en el vent, entre les quals destaca la reducció de la seva velocitat per una major resistència que ofereix la presència dels edificis.
5. Un augment de l'absorció de radiació solar (*Long-wave and Short-wave radiation*) degut a l'efecte de captura que produeix la geometria que presenten els carrers i els edificis, fet que contribueix a un albedo⁴ relativament baix. La radiació solar incident pateix múltiples reflexions en les façanes i en el sòl, quedant atrapada entre els carrers.
6. Una disminució de calor durant la nit per irradiació com a conseqüència, també, de les característiques geomètriques dels carrers i edificis, que redueixen el factor de visió del cel. D'aquesta manera queda menor superfície lliure de cel a la qual la irradiació nocturna pot tornar. La irradiació rebota en els anomenats "canyons urbans" i queda retinguda en els edificis.

⁴ L'albedo és el percentatge de radiació solar reflectida per una superfície. Pel que respecte als albedos urbans s'estima que són d'una mitjana del 15% més baixos que els de la resta d'àrees rurals.

7. Un augment de la radiació d'onada llarga (*long-wave radiation*) que és absorbida i remesa cap al sòl per la contaminació atmosfèrica urbana. La radiació d'onada llarga és emesa del sòl cap a l'atmosfera, però la capa de contaminants a l'atmosfera urbana la retè i torna cap al sòl. Això impedeix el pas de la radiació d'onada llarga cap a nivells atmosfèrics superiors i la seva pèrdua a l'espai, així que la temperatura augmenta.

3.2.4 Característiques

Segons Serra Pardo (2015), l'illa de calor presenta unes característiques intrínseques: la intensitat, la forma o configuració i la localització del màxim tèrmic. Dites característiques es poden veure modificades i afectades en cada ciutat en funció de factors temporals (fan referència al moment del dia i a l'època de l'any), meteorològics (relatius a l'estat del temps), geogràfics (fan referència a la localització de la ciutat i la seva topografia) i urbans (relatius a les característiques urbanes de cada ciutat).

En primer lloc, la intensitat o magnitud del fenomen s'obté mitjançant la diferència màxima observada, en un moment determinat, entre la temperatura d'un punt del centre de la ciutat i un altre de la seva perifèria. Varia segons l'hora del dia. De forma genèrica, la màxima intensitat es produeix dues o tres hores després de la posta de sol, mentre que la mínima es produeix al migdia. La causa de la màxima es troba en la diferent taxa de refredament de les superfícies urbanes i rurals, atès que el camp es refreda més ràpid que la ciutat per la inèrcia tèrmica de la ciutat. Cal destacar que en grans ciutats la diferència pot perdurar fins l'albada i afectar les temperatures mínimes. Alhora, l'estació de l'any també condicions la intensitat. Els màxims valors solen donar-se a l'hivern, en latituds mitjanes, mentre que a l'estiu es produeixen valors menors perquè el calor antropogènic és major a l'hivern degut a la menor influència de la radiació d'onada curta i a la necessitat de la calefacció. La màxima intensitat també es veu influïda per factors meteorològics, sobretot per la velocitat del vent i la nuvolositat; factors urbans com la quantitat de població o el dia de la setmana per la diferent activitat antròpica que es pot donar; i factors geogràfics que acaben incidint en el clima regional o microclima.

En segon lloc, la forma o configuració espacial sol quedar reflectida gràficament mitjançant la disposició corresponent d'isotermes en un mapa. La forma del fenomen no depèn tant de les condicions meteorològiques concretes com sí dels factors de tipus urbà, és a dir, les característiques morfològiques de la ciutat. Així, es pot extrapolar que hi ha tantes configuracions espacials com morfologies diferents de ciutats, tot i que no és del tot correcte perquè hi ha trets que solen ser repetitius en diferents morfologies urbanes. L'enclavament de la ciutat, juntament amb la trama i les característiques intraurbanes, condicionaran la configuració de l'illa de calor. La configuració típica que mostra el fenomen vindria donada per un mapa d'isotermes on la distribució de les isolínies sigui més o menys concèntrica, assenyalant un màxim de temperatura al centre i una progressiva disminució a l'allunyar-se del centre. Malgrat tot, la presència d'infraestructura verda i blava a la ciutat pot modificar aquest patró. Per últim cal assenyalar la influència exercida pels rius o canals a escala local.

En tercer lloc, la localització del màxim tèrmic és una altra de les característiques del fenomen, és a dir, guarda relació amb la distribució espacial del fenomen. La localització del màxim tèrmic ve donada per factors urbans (els mateixos que per a la configuració espacial), meteorològics i l'estació de l'any.

Pel que respecte als factors meteorològics cal comentar que, segons la situació sinòptica i la direcció el vent, la localització del màxim pot desplaçar-se a sotavent del flux dominant. Un factor geogràfic a tenir en compte és la presència del mar en el cas de ciutats costeres, i el factor estacional que introdueix una nova modificació, ja que el màxim en aquestes ciutats se sol desplaçar cap a la costa durant l'estació freda, quan les aigües marines són més càlides que el continent.

3.2.5 Conseqüències

Finalment, segons Serra Pardo (2015), el fenomen de l'illa de calor acaba generant unes conseqüències que queden recollides a continuació:

1. Les conseqüències meteorològiques es concreten en la formació d'un fenomen de convecció urbana, produït per l'escalfament de la ciutat que, a la vegada, pot afavorir la formació de núvols i, fins i tot, la precipitació. La disminució de la freqüència i duració de les nevades a les àrees urbanes o de la presència de neu en ciutats fredes és un altre dels efectes meteorològics destacables.
2. La principal conseqüència de tipus econòmic deriva del major o menor consum energètic que se sol produir a les ciutats. On hi hagi el màxim tèrmic, per exemple, a l'hivern requeriran de menys sistema de calefacció, mentre que a l'estiu poden requerir de més ventilació mitjançant sistemes d'aire condicionat. Cal destacar que els aparells d'aire condicionat funcionen amb bombes de calor que expulsen aire càlid a l'exterior, el qual es converteix en calor sensible i retroalimenta l'illa de calor fent més intens el fenomen.
3. Les conseqüències biològiques es refereixen al creixement de plantes i arbres a la ciutat. L'efecte tèrmic de l'illa de calor allarga el període lliure de gelades a l'àrea urbana, no produint-se gelades de primavera molt tardanes o gelades de tardor molt prematures. Així, algunes espècies vegetals floreixen abans a la ciutat; a part que algunes espècies vegetals exòtiques o tropicals poden créixer i proliferar en parcs i jardins urbans. L'ambient urbà més càlid pot atraure també a algunes espècies d'aus i ocells.
4. Les conseqüències bioclimàtiques sobre els éssers humans per la influència del fenomen sobre el **confort tèrmic**. De manera general, en climes freds o temperats durant l'hivern existeixen efectes positius perquè suposa un increment del confort tèrmic dels ciutadans. Quan aquest fenomen es combina amb onades de calor intenses i prolongades, o en zones de climes àrids, s'agreuja l'estrès tèrmic, fet que pot ocasionar problemes sanitaris sobre la salut de les persones i, fins i tot, morts per agreujament de malalties cardiorespiratòries. L'avaluació de l'impacte en la salut de les illes de calor urbanes en 93 ciutats europees, entre juny i agost del 2015, va concloure que el 4,3% dels morts a l'estiu eren degut a l'efecte illa de calor, és a dir, 6.700 morts prematures anuals a les ciutats estudiades (Vilardell Gómez, 2023). Alhora, durant el període estival les nits tropicals i tòrrides poden tenir major freqüència perquè l'illa de calor impedeix que la temperatura disminueixi durant la nit.
5. Pèrdua de la qualitat de l'aire per la major presència de gasos d'efecte hivernacle. I és que l'illa de calor afavoreix l'alliberament de gasos d'efecte hivernacle pel consum energètic que s'ha de produir per fer-li front. Això pot derivar en complicacions del quadre clínic (trastorns respiratoris) de malalts crònics, nens petits i persones grans. A més a més, si aquesta conseqüència s'uneix a episodis d'estrès tèrmic o a situacions de calma atmosfèrica on l'aire no circula l'empitjorament de l'aire és més sever.

4. CONTEXTUALITZACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

Abans d'entrar pròpiament en l'anàlisi dels diversos transsectes és convenient establir els fonaments sobre l'àrea d'estudi, que és la Costa Brava, i els dos municipis analitzats en profunditat. D'aquesta manera es podrà entendre el motiu pel qual s'ha volgut centrar l'estudi en aquest tram de la costa catalana.

4.1 Analitzant la bravesa de la Costa Brava

Catalunya és un país que compta amb 580 quilòmetres de litoral, els quals es poden dividir en funció de diferents classificacions. N'és un exemple la divisió que feia Serra i Canals l'any 1992, en la qual dividia el litoral català en quatre grans unitats morfològiques: el sistema litoral dels Pirineus (entre la frontera amb França i el Cap de Begur), el sistema litoral de les Serralades costaneres (des del Cap de Begur fins el límit septentrional del delta de l'Ebre), el sistema litoral del delta de l'Ebre i el sistema litoral de la Cadena Ibèrica (des del delta de l'Ebre cap al sud). Tanmateix, aquesta no serà la classificació utilitzada en el present treball, sinó que s'acudirà a la classificació que divideix la costa catalana en tres trams que comparteixen característiques morfològiques: la Costa Brava (de Blanes a la frontera amb França), la Costa Central (del delta de la Tordera a Cubelles) i la Costa Daurada (del Baix Penedès fins a la frontera amb la Comunitat Valenciana). De tots aquests trams se centrarà l'atenció en el primer: la Costa Brava.

En primer lloc, cal contextualitzar-la com a conseqüència de l'emplaçament dels Pirineus, els quals acaben de manera abrupta al Mar Mediterrani. Malgrat tot, també es distingeix una part sorrenca, amb aiguamolls, corresponent a dues zones deltaïques al·luvials (la Muga i el Fluvià, al Golf de Roses, i el Ter i Daró, a la badia de Pals). Aquest tram costaner està caracteritzat pels forts vents del sector nord (normalment tramuntana), els quals, juntament amb els corrents de deriva litoral, modelen i distribueixen els materials fluvials transportats pels quatre rius principals. Els indrets de costa rocallosa (nord del Cap de Creus i península del Cap de Creus, el Montgrí i les Illes Medes) estan molt afectats pels forts temporals de llevant i tramuntana.

Si es detalla més, la Costa Brava es pot classificar en diverses unitats de paisatge que són bastant homogènies en característiques (Martí Llambrich, 2005):

- *Cap de Creus*: Es localitza de Portbou a Roses. Presenta una costa molt articulada amb l'alternança de caps, cales i badies. La costa és principalment alta i rocosa, amb la presència de penya-segats de 20 metres a 40 metres i excepcionalment de 100 metres al Cap de Creus, i està modelada en roques metamòrfiques foliades (sobretot esquistos, genis i marbres propis dels Pirineus en els seus contraforts més orientals) i algunes roques calcàries al Cap Norfeu. En tot cas, predominen els processos d'erosió diferencial per la diferent duresa dels materials. També és possible trobar-hi platges de sorra i de còdols, encara que amb forma de petites cales. Finalment, els pobles estan localitzats a la costa.
- *Plana litoral de l'Empordà*: Es localitza de Roses a Empúries. Presenta una costa progradant amb platges de sorra, que són llargues i obertes. Es tracta de costa baixa per la presència de la Muga i el Fluvià, que han generat una gran plana al·luvial. En aquestes platges s'hi troba dunes, maresmes i llacunes, aquestes últimes amb tendència a colmar-se i, en conseqüència, s'hi sol urbanitzar (com és el cas d'Empuriabrava). En aquest sector els pobles tradicionals estan localitzats a l'interior, a excepció de Roses.

- *Massís del Montgrí*: Transcorre de l'Escala fins a l'Estartit. Es tracta d'una costa alta rocosa per la presència del relleu prepirinenc del Montgrí. En conseqüència, predominen els penya-segats modelats en roques calcàries. Tanmateix, no està tan articulada com el Cap de Creus perquè la roca calcària és menys dura i, per tant, s'erosiona més fàcilment. Com a conseqüència de la naturalesa calcària es donen processos càrstics que generen coves marines. Les platges són de fons de badia i cales.
- *Plana litoral del Baix Ter*: Es localitza entre l'Estartit i Palafrugell. És una costa de tipus progradant amb platges de sorra, que són llargues i obertes. La presència del tram baix del Ter ha propiciat aquesta plana al·luvial. Com a la costa baixa de la Badia de Roses hi fan acte de presència les dunes, maresmes i llacunes; alhora que els pobles tradicionals queden localitzats a l'interior. Les llacunes, però, són més reduïdes en nombre i superfície. Les dunes presenten una alçada de 2 metres a 4 metres i estan molt escorades a la costa per la intensa urbanització de la primera línia de costa.
- *Muntanyes de Begur*: Es localitza entre de la cala de Sa Riera (Begur) a Palafrugell. Es tracta d'una costa articulada i bastant retallada per la seva modulació sobre roques ígnies (granitoides) del sòcol hercinià i pissarres. En l'alternança de capes i cales hi ha imponents penya-segats, com és el cas del Far de Sant Sebastià. És dels únics trams de la Costa Brava on es pot trobar un paisatge molt forestal amb la presència de pins, alzines i alzines sureres. Cal mencionar que els pobles tradicionals estan localitzats a l'interior.
- *Corredor de Palafrugell-Palamós-Calonge*: Recorre el tram de Palafrugell a Platja d'Aro. Consisteix en un tram de costa baixa amb platges sorrenques de sorra gruixuda per l'erosió del granit, malgrat que en un punt hi ha un sector de costa rocosa, pel contacte de l'apèndix més oriental de les Gavarres amb el mar, que divideix la badia de Palafrugell de la badia de Platja d'Aro. En aquesta zona hi ha costa baixa perquè és a la plana al·luvial formada per la riera de l'Aubi, la riera de Calonge i el Ridaura. Les platges d'aquest sector tenen espigons per prevenir l'erosió que ocasiona els corrents de deriva litoral. Els pobles tradicionals queden localitzats a l'interior amb l'excepció de Palafrugell, que és un port pesquer històric.
- *Massís de Cadiretes-l'Ardenya*: Es localitza entre s'Agaró i Blanes. Torna a aparèixer una costa alta i rocosa conformada per diversos penya-segats modelats en roques ígnies (granodiorites) típiques del massís de l'Ardenya. Entre els penya-segats es van intercalant varies cales i platges encaixades. Malgrat tot, com que el massís de l'Ardenya no entra perpendicular a la costa aquesta no queda tan articulada. Finalment, els pobles tradicionals queden localitzats a la línia de costa. És en aquest últim tram de la Costa Brava on es troben els dos casos d'estudi: Tossa de Mar i Lloret de Mar.

Analitzat el component més físic de la Costa Brava, és moment d'analitzar el component humà. I és que les illes de calor són, moltes vegades, hereves del model turístic, que a la Costa Brava va esclatar als anys 50 i 60 per l'anomenat *desarrollismo económico* (Fraguell Sansbello *et al.*, 1997). El govern franquista, amb voluntat de modernitzar el seu territori, va impulsar un seguit d'estratègies per revertir la fràgil situació econòmica en la qual es trobava Espanya després de la Segona Guerra Mundial. La Costa Brava va ser un dels sectors afavorits amb la promoció del turisme heliotròpic, fins aquell moment inusual a l'àrea d'estudi. Cal destacar, però, que aquest primer model de turisme era anomenat *fordista* o tradicional. Com a conseqüència, l'economia va començar a canviar de manera notable des d'una economia primària, basada en els recursos pesquers i l'agricultura de les planes al·luvials, a una economia terciària, basada en els serveis que generava la nova activitat. Malgrat tot, va ser un moment de dinàmiques oposades: mentre la costa s'anava omplint de turistes que venien a gaudir del paisatge i els serveis de la zona, la riquesa cultural i el patrimoni natural i històric anaven decaient. Si la primera etapa de promoció de l'activitat turística no va ser suficient, l'any 1992, amb l'arribada de la flama olímpica al port d'Empúries, la transformació va ser encara major, ja amb un model turístic contemporani o *postindustrial*. Va començar un procés urbanístic fins avui dia implacable, amb la contínua urbanització de la primera línia de costa i dels relleus perifèrics amb urbanitzacions que solen servir per allotjar segones residències. En poques paraules es pot dir que la creixent rigidització de la costa va ser conseqüència de les expectatives de creixement tan marcades a la zona. La conjunció del territori, l'urbanisme, la oferta, la demanda i l'administració van ser els elements dinamitzadors de la situació.

4.2 Detallant l'escala d'estudi: de la Costa Brava a Lloret de Mar i Tossa de Mar

4.2.1 Lloret de Mar

La ciutat de Lloret de Mar s'ubica al sud de la Costa Brava (vegeu la figura 2), precisament a la costa de Cadiretes-l'Ardenya, ja a l'anomenada Selva Marítima (comarca de la Selva). Des del punt de vista geogràfic es troba a les coordenades 41°42' N i 2°50' E i presenta el nucli a una altitud mitjana de 5 metres sobre el nivell del mar. Es podria pensar que el municipi s'adapta a la Riera de Lloret, però aquesta va ser canalitzada i soterrada per tal de permetre un creixement sense restriccions. Segons les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya, l'any 2021 comptava amb 38.402 habitants i una població flotant de 5.731 habitants. Donada la superfície de 48,71 km² representa una densitat de població, per a l'any 2021, de 788,4 hab./km². De tota la població un 15,07% està en edat jove, és a dir, dels 0 als 14 anys, un 69,36% està en edat adulta (dels 15 als 64 anys), el 13,81% es troba a la franja envellida (de 65 a 84 anys) i l'1,76% restant s'ubica a la franja de població molt envellida (més de 85 anys). Amb aquests resultats surt una campana d'edat regressiva típica dels països europeus que es troben a la cinquena etapa de la transició demogràfica. Des del punt de vista administratiu queda limitat, per la franja litoral, amb Blanes pel sud-oest i amb Tossa de Mar pel nord-est, mentre que per l'interior queda limitat per Vidreres i Maçanet de la Selva pel nord, i amb Tordera pel nord-oest.

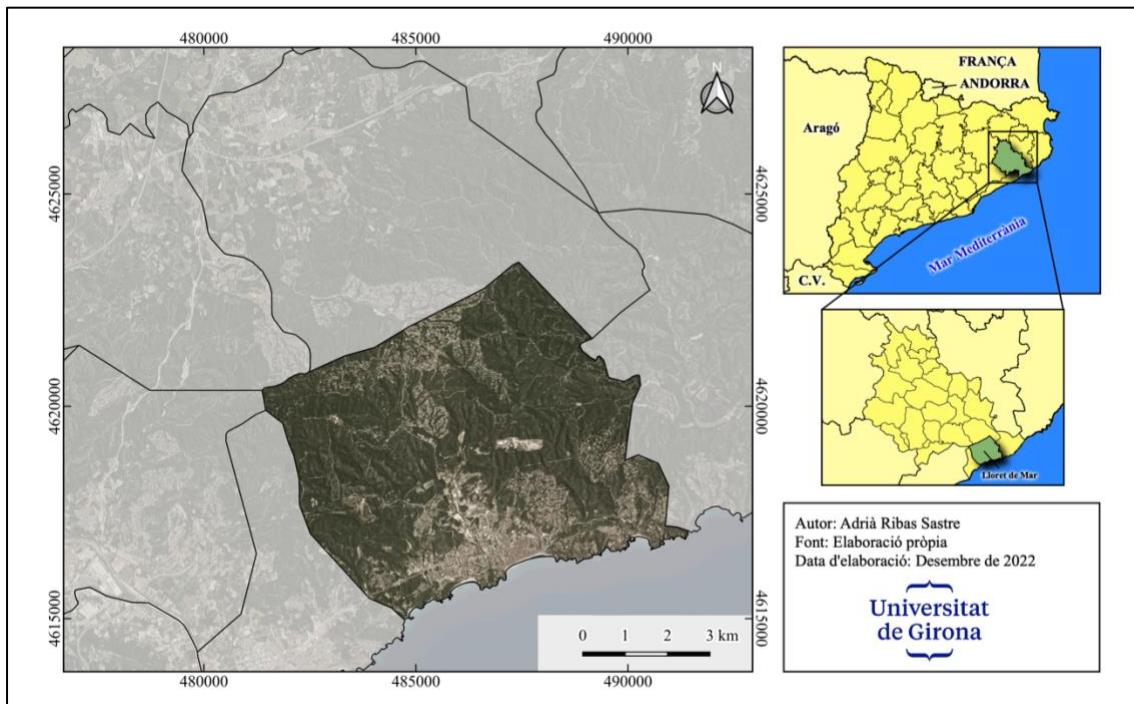


Figura 2. Mapa de localització de Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

Segons Moreno García *et al.* (2017), des del punt de vista climàtic la situació geogràfica del municipi determina que la ciutat tingui un clima mediterrani litoral. Aquest es caracteritza per unes temperatures suaus, sense forts calors o freds, degut a la proximitat d'una gran massa d'aigua, com és el Mar Mediterrani, la qual es presenta càlida gran part de l'any i introdueix un efecte termoregulador, especialment durant l'hivern. Durant els 6 mesos més freds, d'octubre a març, la mitjana d'hores de sol diàries a Lloret de Mar és de sis i les temperatures oscil·len entre els 12°C i els 22°C de màxima, i entre els 4°C i els 12°C de mínima, amb una temperatura mitjana de l'aigua que se situa en els 12°C. Durant els mesos més càlids, d'abril a setembre, la mitjana d'hores de sol diàries és de nou i les temperatures oscil·len entre els 20°C i 31°C de màxima, i entre els 8°C i 18°C de mínima. Pel que respecte a les precipitacions la mitjana anual és de 467 mm, amb els màxims a la primavera i la tardor per la configuració de baixes pressions i gotes fredes que acaben desenvolupant situacions de llevant per la temperatura del Mar Mediterrani.

Segons Domènech i Moner (1992), si entrem en la història del poblament del municipi cal remuntar-nos fins el segle III a.C., ja que s'han trobat vestigis d'assentament humans en el Puig del Castellet i Montbarbat. Durant tot aquest temps Lloret de Mar és un municipi rural i de població dispersa. No obstant, no és fins al segle XIV que s'acaba formant el nucli original que dona lloc a Lloret de Mar amb l'emplaçament de l'església parroquial. Ja a la història més contemporània el nucli original de la ciutat, just davant la platja, mostra una ciutat que ha mantingut una intensa relació amb el mar. Aquesta relació va adquirir la seva màxima expressió amb el comerç marítim amb les colònies d'Amèrica (gràcies a l'auge de la marina de vela), fet que va desenvolupar una important activitat econòmica de drassanes i d'intercanvi. Aquesta activitat va permetre acumular grans fortunes a varis residents del municipi, els quals van impulsar la transformació urbana del nucli i el seu creixement.

En un inici els comerciants enriquits, els naviliers i els “americanos” van construir petits palauets neoclàssics, modernistes i eclèctics a partir de l’enderrocament de les cases velles. Una vegada es van perdre les colònies, aquest dinamisme va desaparèixer i no va tornar a recuperar-se fins que van arribar els turistes atrets per les platges de Lloret de Mar, ja als anys trenta del segle passat. En primera instància aquests turistes eren de Barcelona, els quals van conformar urbanitzacions amb xalets. Poc a poc el turisme es va anar internacionalitzant degut a la important tasca de promoció turística que es va realitzar des de la localitat i el boom turístic.

Lloret de Mar va ser pionera en el turisme europeu dels anys 50 convertint-se, així, en un dels destins de turisme heliotròpic més importants d’Espanya. L’activitat turística ha estat, precisament, un dels factors que ha generat les transformacions territorials més agressives del municipi. El boom turístic dels anys 60 va significar un canvi qualitatiu en els usos del sòl i, en molts casos, sense planificació prèvia. Les antigues cases senyoriales es van enderrocar i es van construir hotels i instal·lacions de serveis. En poc temps els especuladors del sòl van ocupar part del sòl del terme municipal per suplir la demanda. Sota la influència d’aquesta activitat s’ha anat urbanitzant el territori i poc a poc s’han anat consumint tots els espais lliures del casc urbà. Alhora, s’han anat ocupant noves àrees del municipi en forma de nous barris o urbanitzacions seguint l’esquema de ciutat-jardí promocionada per Ebenezer Howard a principis del segle XX. A la figura 3 es pot observar l’evolució de la població al municipi des de l’any 1900, la qual respon a totes les dinàmiques mencionades.

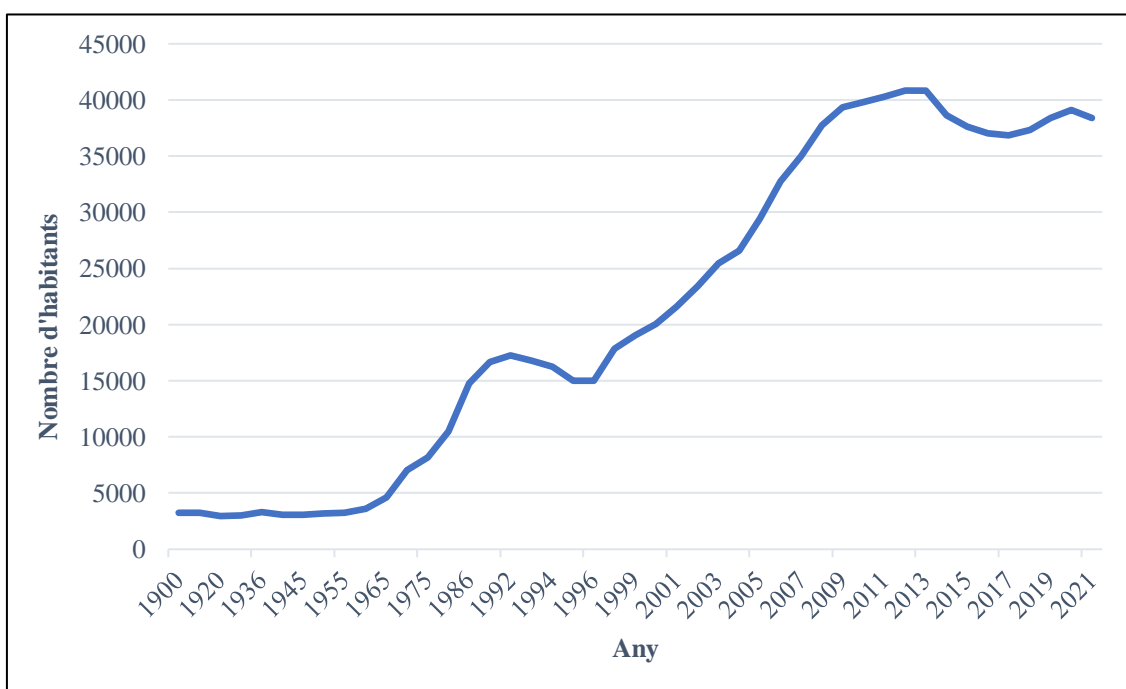


Figura 3. Evolució de la població de Lloret de Mar pel període 1900-2021. Elaboració pròpia a partir de les dades de l’Institut d’Estadística de Catalunya.

D’aquesta manera, la morfologia urbana que presenta Lloret de Mar en l’actualitat està caracteritzada per l’enorme impacte que ha generat el turisme, i que acaba afectant en l’illa de calor generada. Aquest impacte turística ha provocat un ràpid creixement de la ciutat en pocs anys, de tal manera que s’ha fet la transició accelerada d’un poble turístic de costa a ser una ciutat turística.

Dit canvi queda ben exemplificat en l'evolució demogràfica que ha experimentat en els últims anys, la qual ve caracteritzada per un creixement de la seva població. Dit creixement ha estat possible gràcies a la immigració nacional del sud i sud-oest, la qual ha generat barris perifèrics sense planificació prèvia i amb grans mancances en infraestructures i serveis urbans bàsics, atès que aquests barris es van elevar amb la finalitat de donar una ràpida resposta a l'arribada de dits nous residents. Part de la urbanització poc planificada del municipi es va fer amb el Pla General de 1966, el qual era poc precís en com havia de créixer el municipi i en les limitacions, de tal manera que el consumidor ho interpretava com volia. Ja al 1985 es va aprovar el nou Pla, el qual ja suposava una eina de treball més seriosa. Malgrat tot, la urbanització poc planificada va continuar fins a configurar el paisatge actual.

Segons Moreno García *et al.* (2017), l'estructura urbana del municipi queda definida, a grans trets, per cinc unitats (vegeu la figura 4):

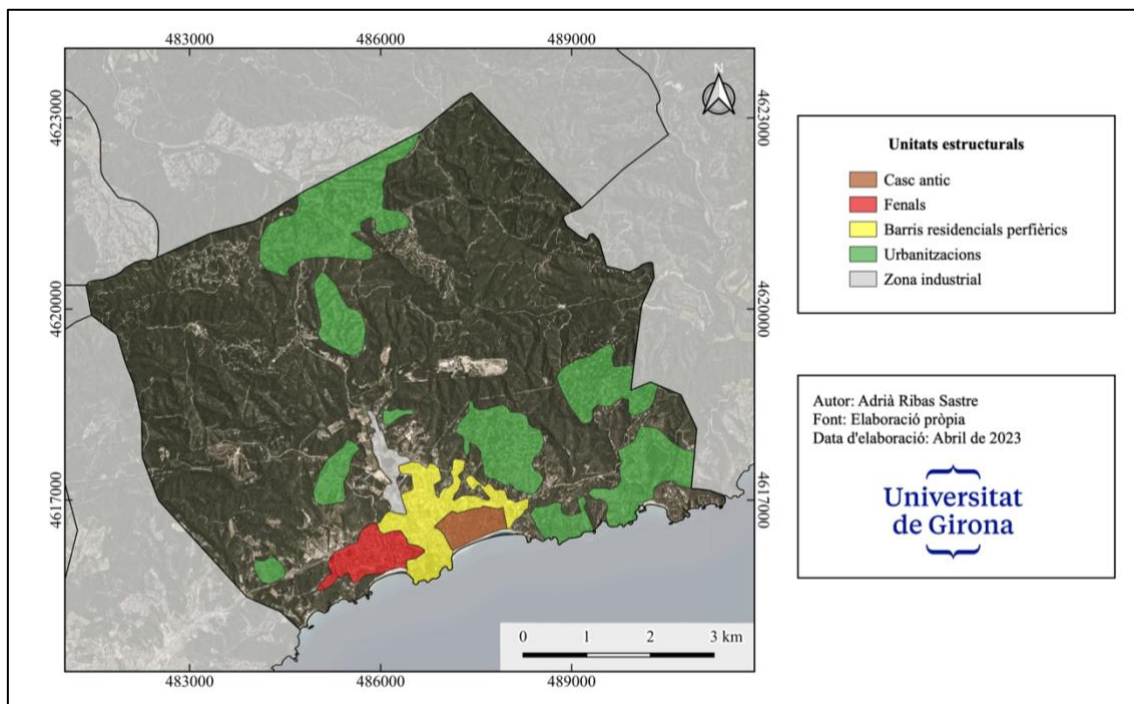


Figura 4. Mapa de l'estructura urbana de Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

1. *Casc antic*: En aquest sector es troben el barri del Nucli Antic i el barri de la Riera. És aquí on es va fundar la ciutat i on es va concentrar la població de Lloret de Mar fins als anys seixanta. Està caracteritzat per una urbanització compacta amb una elevada densitat d'edificis i, en conseqüència, pocs espais lliures. Alhora, també presenta una elevada densitat residencial, d'aproximadament 140 hab./Ha. Els carrers són estrets i una gran part peatonals. Aquí es concentra 2/3 parts dels serveis i de la oferta turística del municipi, incloent gran part dels equipaments municipals educatius, socials, sanitaris i de l'administració pública, entitats bancàries, gran part del comerç (sobretot en els sectors peatonals), hotels, bars, restaurants i discoteques, entre d'altres.

2. *Barris residencials perifèrics*: Els barris que conformen aquesta unitat són els de Mas Arboç-Sant Quirze, El Rieral, Puigventós, Can Sabata, Can Carbó, El Molí, Can Ribalaigua, Mas Vilà, Mas Ballell, Can Ballell, el barri de Pescadors, Cala Banys i Can Coll. Dins d'aquesta unitat estan presents els barris perifèrics al centre antic, alguns dels quals es desenvoluparen sense una planificació adequada i amb un dèficit important de serveis. Així doncs, es tracta de barris de “recent” construcció que s'ubiquen al perímetre del casc antic. Presenten una alta densitat residencial, però una baixa activitat terciària (només alguns hotels). Aquests barris mostren una urbanització més moderna, ja amb un trama ortogonal i uns carrers més amples. Aquesta estructura comprèn tots els sectors d'expansió de la ciutat des dels anys 70. Tanmateix, també es poden ubicar sectors de baixa densitat residencial i una topografia amb forts pendents, com els de Can Coll i Cala Banys; o simplement amb una baixa densitat residencial com Sant Quirze.
3. *Fenals*: Aquest sector, que coincideix amb el barri del mateix nom, és el segon més poblat i el que major extensió presenta. Està compost per una barreja d'usos residencials (tan principals com secundària), turístics (destinat a un sector més familiar) i comercial. Aquest ampli sector es troba una mica desconnectat del casc antic degut a la orografia, ja que el relleu del sector del castell el separa. Aquest fet, juntament amb la presència de la platja, ha provocat un creixement urbà independent al de la resta del casc antic. A la zona més pròxima a la platja es donen uns usos característics de zona turística, amb la presència de grans hotels, edificacions de segona residència, bars, restaurants i botigues de *souvenirs*; cap a l'interior, ja a prop de l'avinguda vila de Blanes, es donen usos més residencials, amb edificis de nova construcció i poca activitat terciària. Aquesta avinguda, una de les principals vies d'entrada a la ciutat, actua com a pol d'atracció de superfície comercials (amb cadenes de supermercat com Dia, Consum i Eroski) i gasolineres. Per últim, cal mencionar que aquest sector presenta una trama regular amb la presència d'avingudes i carrers amples.
4. *Zona industrial*: Als afores de Lloret de Mar, a la carretera C-63 que porta a Vidreres, es troba un petit sector que coincideix amb les característiques de polígon industrial. Es tracta de la única àrea de la ciutat que presenta dita particularitat.
5. *Les urbanitzacions*: En el municipi existeixen nombroses urbanitzacions disperses pel terme municipal. Aquestes signifiquen 1/3 part de la superfície urbanitzada del municipi. Es tracta de petites àrees urbanes de baixa densitat, majoritàriament destinades a segones residències i amb importants dèficits de serveis. Les principals urbanitzacions són: Santa Clotilde, Condado del Jaruco, Roca Grossa, la Montgoda, Lloret Verd, Lloret Residencial, La Creu de Lloret, Lloret Blau, Els Pinars, Turó de Lloret i Mas Romeu Residencial.

4.2.2 Tossa de Mar

El municipi de Tossa de Mar queda escurat al sud de la Costa Brava, ja a la costa de Cadiretes-l'Ardenya, a la Selva Marítima (comarca de la Selva), tal com s'observa a la figura 5. De fet, queda encaixat i aïllat entre el Mar Mediterrani i el massís de l'Ardenya. Des del punt de vista geogràfic es troba a les coordenades 41°43' N i 2°55' E, amb el nucli a una altitud mitjana de 6 metres sobre el nivell del mar. En aquest cas, la Riera de Tossa sí que ha influït en l'estructuració urbana i com ha crescut el municipi; alhora que influeix en el clima local. Segons les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya, a l'any 2021 comptava amb 5.930 habitants i una població flotant de 2.792 habitants.

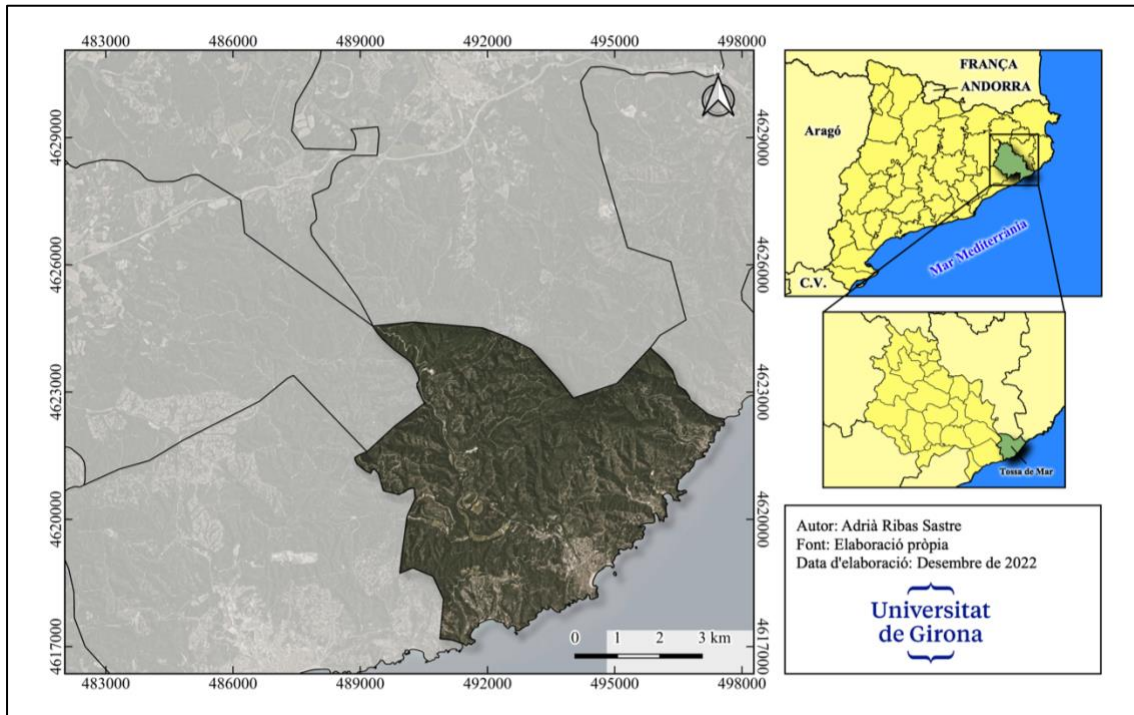


Figura 5. Mapa de localització de Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

Donada la superfície de 38,58 km² surt una densitat de població, per a l'any 2021, de 153,7 hab./km². De tota la població un 12,48% està en edat jove, és a dir, dels 0 als 14 anys, un 67,77% està en edat adulta (dels 15 als 64 anys), el 16,96% es troba a la franja envellida (de 65 a 84 anys) i l'2,78% restant s'ubica a la franja de població molt envellida (més de 85 anys). Amb aquests resultats surt una campanya d'edat regressiva típica dels països europeus que es troben a la cinquena etapa de la transició demogràfica. Des del punt de vista administratiu queda limitat, per la franja litoral, amb Lloret de Mar per l'oest, mentre que per l'interior queda limitat per Llagostera i Vidreres pel nord, i amb Santa Cristina d'Aro per l'est.

Des del punt de vista climàtic la seva ubicació geogràfica provoca que tingui un clima mediterrani litoral. Com ocorre a Lloret de Mar, aquest es caracteritza per unes temperatures suaus, sense forts calors o freds, degut a la proximitat d'una gran massa d'aigua, com és el Mar Mediterrani, la qual es presenta càlida gran part de l'any i introdueix un efecte termoregulador, especialment durant l'hivern. Tanmateix, cal destacar que el massís de l'Ardenya condiciona el clima del municipi perquè l'encaixa entre el propi massís i el Mar Mediterrani. Així doncs, la temperatura s'estabilitza més perquè la massa d'aire queda retinguda. Per aquest motiu s'observarà més suavitat en les temperatures mitjanes.

De totes maneres, sí que a la zona més freda del municipi, que és la zona esportiva ubicada al nord-oest, la temperatura és més freda per la presència de vegetació densa sumada al pas de la Riera de Tossa, la qual canalitza les temperatures. Segons l'Atles Climàtic de Catalunya (2008), durant els 6 mesos més freds, d'octubre a març, la mitjana d'hores de sol diàries a Tossa de Mar és de sis i les temperatures oscil·len entre els 17°C i els 22°C de màxima, i entre els 7°C i els 14°C de mínima, amb una temperatura mitjana de l'aigua que se situa en els 12°C. Durant els mesos més càlids, d'abril a setembre, la mitjana d'hores de sol diàries és de nou i les temperatures oscil·len entre els 19°C i 27°C de màxima, i entre els 9°C i 17°C de mínima. Pel que respecte a les precipitacions la mitjana anual és de 645 mm.

Segons Lleonart i Fabrelles *et al.* (1987), ja des de l'any 996 es té documentació del municipi, ja que en aquest any hi ha constància del primer document on s'esmentava el municipi sota el nom llatí de *Torsa*, que correspon al *Turissa* d'un mosaic trobat en les primeres excavacions fetes a la vila l'any 1914. Amb aquest antecedent ja es pot comentar el poblament del municipi. I és que la població ha tingut un creixement lent, amb estancaments prolongats: al quinquenni 1365-1370 es tenien documentats 81 focs (400 habitants) i al 1553 hi havia 102 focs (aproximadament 500 habitants), mentre que al 1718 només havien augmentat fins a 564 habitants. Al llarg del segle XVIII es conegué un fort augment, ja que es va assolir un pic de 1.303 habitants al 1787, el qual va augmentar a 2.105 habitants al 1877. Tanmateix, a partir d'aquest moment, i durant la primera meitat del segle XX, la població va disminuir lentament, en gran part pel declivi de l'activitat tapera. La recuperació es va donar a la dècada del 1960 gràcies als llocs de treball que va generar el turisme heliotròpic, sobretot en el sector de la construcció. Tot l'exposat fins el moment queda reflectit a la figura 6.

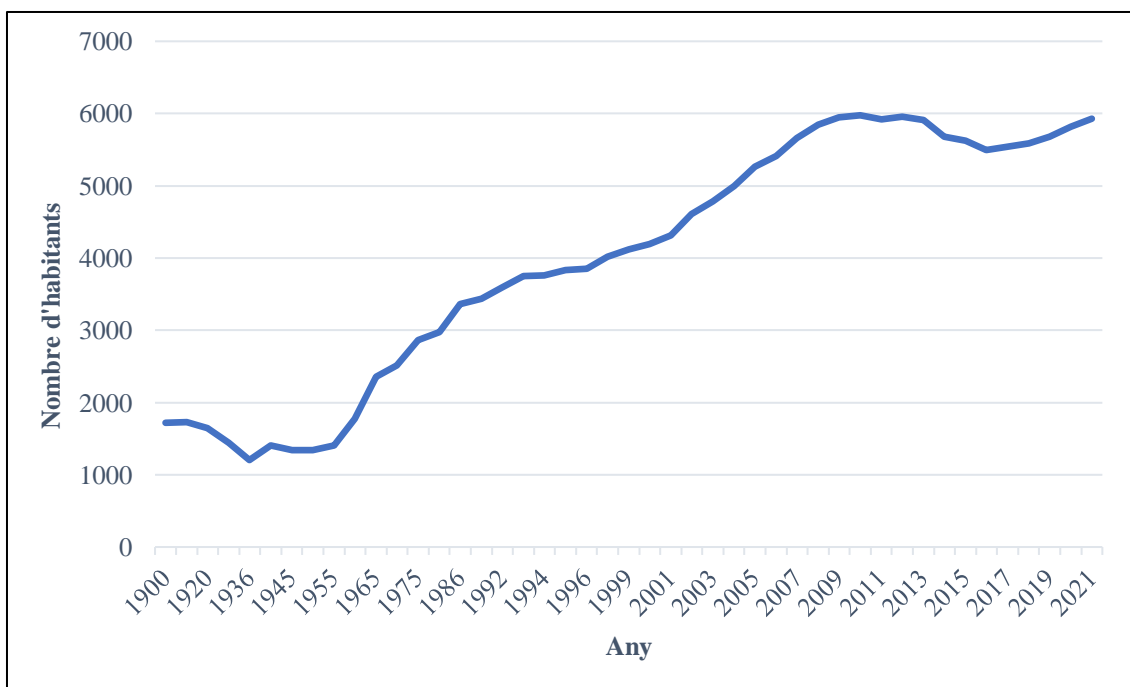


Figura 6. Evolució de la població de Tossa de Mar pel període 1900-2021. Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya.

La important activitat turística del terme explica la dominància de la població ocupada en el sector dels serveis. Cal mencionar que l'agricultura i la ramaderia han estat escasses, malgrat que es mantenen algunes petites explotacions al sector planera de la vall baixa de la Riera de Tossa. La pesca, una de les activitats predominants juntament amb la navegació de cabotatge, va caure en regressió davant l'auge del turisme. També és important de mencionar la importància que va assolir l'activitat industrial a mitjans del segle XIX gràcies a la indústria tapera (amb 10 fàbriques a l'any 1842), malgrat que avui dia és quasi inexistent. Tanmateix, els inicis del turisme al municipi ja abans de la Guerra Civil va canviar el paradigma. Dita activitat es va reforçar a la dècada de 1950. Avui dia l'oferta turística és ben palesa amb varies tipologies d'allotjament i una gran quantitat de residències secundàries repartides en diverses urbanitzacions que han canviat la fesomia del terme municipal, així com amb instal·lacions esportives i de lleure. Si se centra l'atenció en la morfologia urbana es veurà un clar vincle amb les diferents activitats econòmiques que han dominat al municipi al llarg dels segles. La vila de Tossa queda alçada davant la badia del mateix nom, en part enfilada al promontori del cap de Tossa (60 metres d'altitud sobre el nivell del mar), i presenta dues parts ben diferenciades: la Vila Vella, emmurallada, i la Vila Nova, zona d'expansió. A banda dels dos nuclis resta un barri de pescadors, el qual queda integrat a la urbanització moderna

L'estructura urbana del municipi queda definida per cinc grans unitats (vegeu la figura 7):

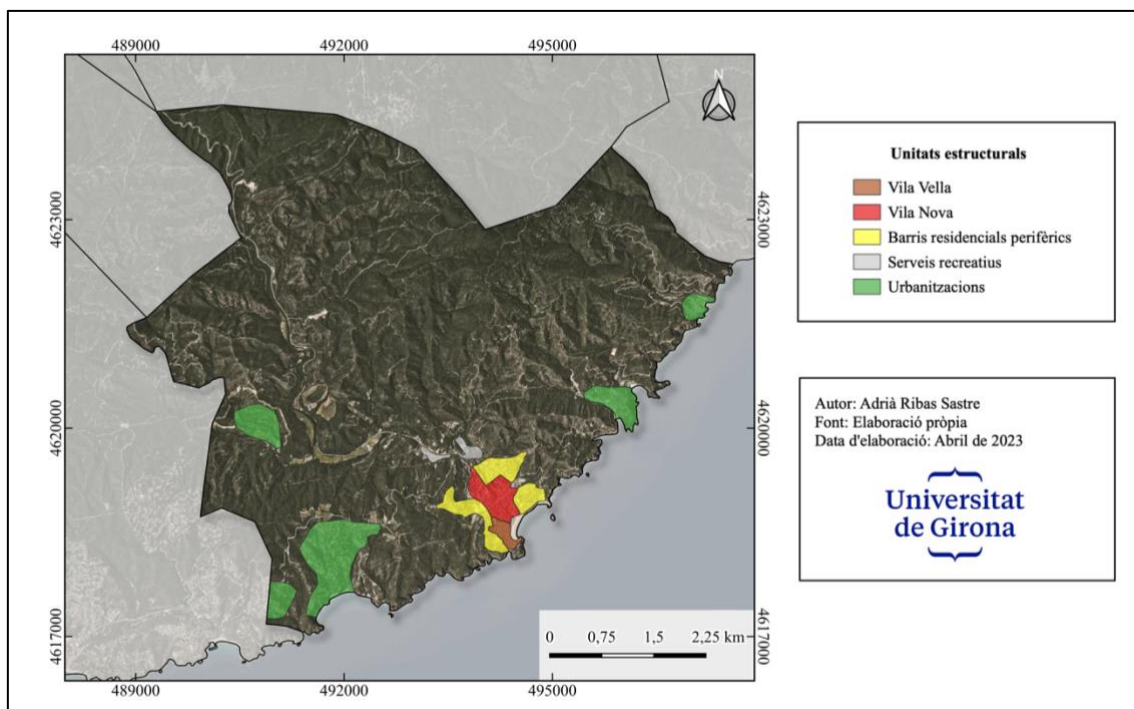


Figura 7. Mapa de l'estructura urbana de Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

1. *La Vila Vella:* Es tracta d'un recinte emmurallat del segle XII ubicat al costat esquerra de la Riera de Tossa. Al promontori ja hi havia hagut un poblat ibèric, i es creu que dins el clos fortificat n'hi va haver un altre en època romana. S'observa com aquesta configuració enlairada responia a l'objectiu de tenir suficient visió del perímetre. El recinte actual conserva tres grans torres cilíndriques: la torre del Codolar (també dita de l'Homenatge), la torre de les Hores i la torre de Joanàs. Entre aquestes hi ha quatre torres més petites intercalades.

A la Vila Vella hi ha les restes de la primitiva església parroquial d'estil gòtic alçada al segle XIV. Sigui com sigui, aquest sector és el nucli original del municipi, el qual avui dia queda quasi totalment peatonalitzat i només obert a vehicles privats dels veïns. Dins aquest entramat tan dens de carrers s'hi ha emplaçat serveis de restauració i botigues per donar resposta a l'auge turístic. Així doncs, hi predomina l'ús residencial i l'ús terciari.

2. *La Vila Nova*: Prolongació de la Vila Vella vers el costat dret de la Riera de Tossa. Avui dia està continuada pel sector on s'aixequen hotels i blocs d'apartaments. És un sector que, per tant, té usos terciaris en els quals es barregen els allotjaments amb locals de restauració i comerç local. No obstant, encara preserva, a la part més antiga, alguns edificis i cases fortificades del segle XVI i la nova parròquia de Sant Vicenç, la qual va ser construïda entre els anys 1775 i 1776. Juntament a aquests edificis també s'hi ubica l'església del Socors, esmentada ja al 1625. En general, però, a la Vila Nova predominen els edificis d'estil modernista.
3. *Barris residencials perifèrics*: En aquest sector s'hi engloben el barri de Sa Roqueta (antic barri de pescadors), el barri de Miramar i el barri de la Mar Menuda. Aquests barris tenen usos ben diferents. Tots tres barris tenen usos diferents.
El barri de Sa Roqueta, al trobar-se a prop de la Vila Vella, presenta un ús terciari, el barri de Miramar sí que està enfocat a un ús residencial de primera i segona residència, i el barri de la Mar Menuda divergeix entre un ús residencial de primera i segona residència, i un ús turístic amb la presència d'algun allotjament hotelier. En tots tres casos són barris ubicats en pendents i que s'han anat menjant espai a la muntanya (com és el cas del barri de Miramar) o a la costa (com és el cas del barri de Sa Roqueta i el barri de la Mar Menuda).
4. *Les urbanitzacions*: En el municipi existeixen nombroses urbanitzacions que s'estenen per tot el terme municipal. Es tracta de zones residencials, normalment destinades a segones residències, i ubicades en zones muntanyoses del massís de l'Ardenya o a la interfase entre el massís i la costa. Aquestes urbanitzacions són: Cala Llevador, Canyelles, la Fermina, Martossa, Platja Brava, la Pola i Giverola, la Punta Oest de Llorell, Salionç, Sant Eloi, Sant Grau i Santa Maria de Llorell. De totes, les més importants són Santa Maria de Llorell, la Pola i Giverola, i Salionç.
5. *Zona de serveis recreatius*: Al nord-oest del municipi, en concret a la carretera GI-681 que porta a Llagostera, s'hi troba una petita zona de serveis recreatius amb l'emplaçament del camp de futbol municipal, la piscina coberta, el poliesportiu, una zona de pícnic al Parc de Sa Riera i una petita zona dedicada al comerç automobilístic. Cal destacar que per la presència de la Riera de Tossa i la vegetació més densa es tracta de la zona més freda del terme municipal.

5. CARACTERITZACIÓ DELS TRANSECTES TÈRMICS

Feta la contextualització de la regió d'estudi, es comentaran els transectes dissenyats i la manera com s'organitzaran per al treball de camp. Cal comentar que tots els transectes han estat dissenyats amb la finalitat que cobreixin tot el nucli urbà i les seves perifèries més pròximes on l'efecte de l'illa de calor encara es pot percebre.

5.1 Lloret de Mar

En total s'han dissenyat sis transectes que recorren un total de 31,50 quilòmetres pel nucli urbà i els barris perifèrics del municipi (vegeu la figura 8).

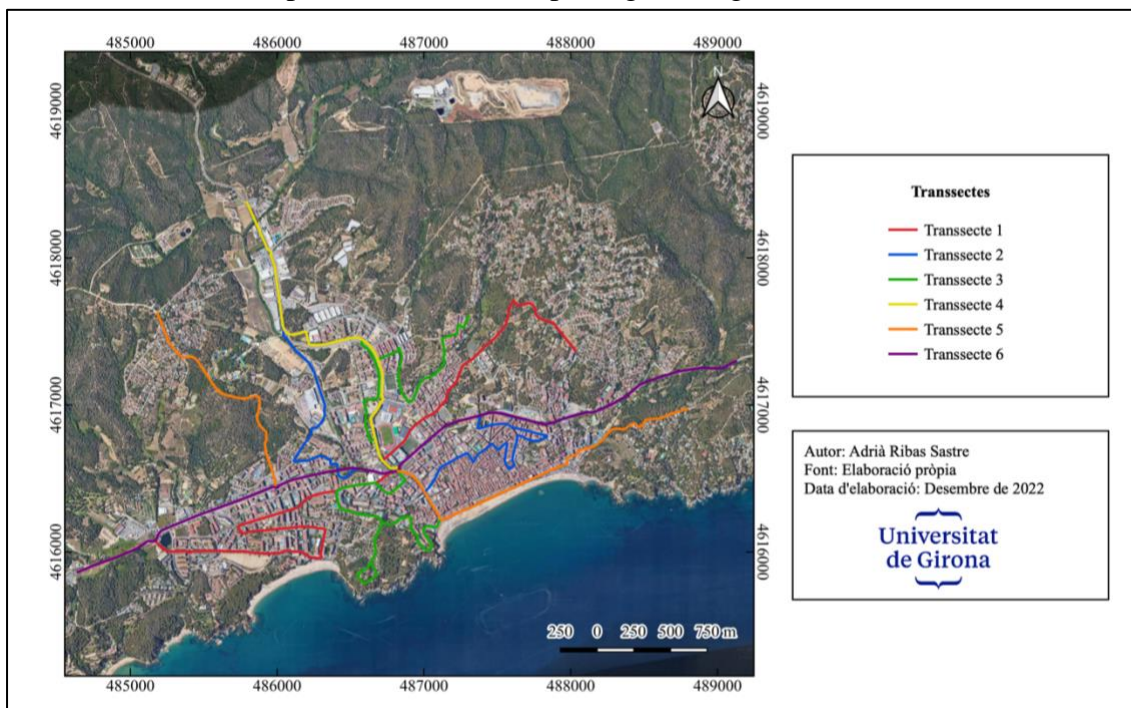


Figura 8. Visió global dels transectes de Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

5.1.1 *Transecte 1*

Presenta una longitud de 5,98 quilòmetres i va de l'oest al nord-est. L'inici se situa a la carretera GI-682 venint des de Blanes cap a Lloret de Mar, pocs metres després de la rotonda que serveix per desviar-se cap a Santa Cristina. El final s'ubica a la urbanització de la Roca Grossa, al nord-est del nucli urbà. L'interès d'aquest transecte resideix en el seu pas pel sector turístic de Fenals i part del seu sector residencial. Acte seguit enllaça amb el punt neuràlgic de la ciutat pel que respecte al trànsit, i que és la rotonda propera a l'estació d'autobusos. A més, s'inclouen diferents àrees que suposen interrupcions a l'edificació com són el camp de futbol, la pista d'atletisme i tot un seguit de parcs a mesura que ens apropem a la urbanització de la Roca Grossa, on ja torna l'edificació residencial.

5.1.2 Transsecte 2

Presenta una longitud de 7 quilòmetres, essent el més llarg i el que desperta més interès perquè passa pel nucli antic (almenys pels carrers que no estan pacificats), on l'edificació és més densa. Es pot dir que travessa el municipi de nord a est. L'inici se situa a la carretera C-63 venint de Vidreres cap a Lloret de Mar, pocs metres després de la intersecció que serveix per desviar-se cap a la urbanització de Mas Romeu Residencial. El final s'ubica a la carretera GI-682 que porta cap a Tossa de Mar. L'interès d'aquest transsecte rau en el seu pas per l'àrea industrial i serveis comercials al llarg de l'avinguda de les Alegries i, acte seguit de la rotonda neuràlgica del municipi, en el pas pel nucli antic, que és la zona més densificada des del punt de vista d'edificis.

5.1.3 Transsecte 3

Presenta una longitud de 5,61 quilòmetres i transcorre de nord-est a sud. L'inici se situa al barri de Can Ballell, en el seu extrem més septentrional, i el final es troba a la glorieta que separa l'avinguda Just Marlés del passeig marítim. L'interès d'aquest transsecte radica en què els seus dos extrems transcorren per zones elevades amb vegetació (en el cas de l'inici) i amb l'efecte de la costa (en el cas del final). Just després de baixar del barri de Can Ballell enllaça amb l'avinguda del Rieral, just al costat de la Riera de Lloret, i on últimament s'ha situat el creixement urbanístic de la ciutat per a una funció residencial. Després de la rotonda central es desvia cap a l'extrem oriental de Fenals per endinsar-se al barri de Cala Banys, on les pinedes de pi blanc es barregen amb l'ús urbà, alhora que la proximitat a la costa pot influir en la temperatura.

5.1.4 Transsecte 4

Presenta una longitud de 3,06 quilòmetres essent el transsecte més curt, i recorre el municipi de nord a sud, quasi de manera transversal. L'inici se situa a la glorieta que separa l'avinguda de Just Marlés del passeig marítim, mentre que el final es troba on comença el transsecte 2, és a dir, a la carretera C-63 anant de Lloret de Mar cap a Vidreres. L'interès d'aquest transsecte rau en el seu pas l'avinguda Just Marlés, on s'acumulen part dels serveis turístics (*souvenirs*, hotels, bars, restaurants i discoteques), així com en el seu pas per l'avinguda del Rieral, on l'ús és ben diferent al de l'inici.

5.1.5 Transsecte 5

Presenta una longitud de 4,92 quilòmetres i va de nord-oest a sud-est. L'inici se situa al final de la urbanització del Condado del Jaruco i el final a la urbanització de la Montgoda. L'interès d'aquest transsecte rau en el seu inici i final en dos urbanitzacions ubicades a altures diferents i en entorns diferents, ja que la primera es troba enlairada al nord-oest del nucli urbà i la segona es troba en una altitud decreixent vers la costa, just a primera línia. Entre aquests dos extrems passa per la GI-682 fins enllaçar amb la rotonda central, on es desvia cap a l'avinguda Just Marlés i recorre tot el front marítim fins al final. Així doncs, també permet captar si en el front marítim hi ha diferència tèrmica vers les perifèries.

5.1.6 Transsecte 6

Presenta una longitud de 4,92 quilòmetres i recorre el municipi d'oest a est en forma quasi rectilínia. L'inici se situa en el mateix lloc que el transsecte 1, és a dir, a la carretera GI-682 venint des de Blanes cap a Lloret de Mar, pocs metres després de la rotonda que serveix per desviar-se cap a Santa Cristina. El final s'ubica a la carretera GI-682 que porta cap a Tossa de Mar, com el cas del transsecte 2.

L'interès d'aquest transsecte radica en el seu pas per tota la GI-682, en la qual es troba, dins el municipi, l'avinguda de Blanes i l'avinguda de Tossa. Dites avingudes són les més transitades de la ciutat perquè tenen una funció de redistribució del trànsit, a part d'exercir com a "cinturons de ronda" perquè uneixen dos de les tres grans vies d'entrada i sortida de la ciutat.

5.1.7 Campanya hivernal

Per a la campanya hivernal cal separar el grup de transsectes que seran mesurats durant el desembre i el grup de transsectes que seran mesurats durant el febrer. Per al mes de desembre es mesuraran el transsecte 1, el transsecte 3 i el transsecte 4; mentre que per al febrer es mesuraran el transsecte 2, el transsecte 5 i el transsecte 6.

5.1.8 Campanya estival

Per a la campanya estival cal separar el grup de transsectes que seran mesurats durant el mes d'abril i el grup de transsectes que seran mesurats durant el juny. Per al mes d'abril es mesuraran el transsecte 1, el transsecte 3 i el transsecte 4; mentre que per al juny es mesuraran el transsecte 2, el transsecte 5 i el transsecte 6.

5.2 Tossa de Mar

En total s'han dissenyat sis transsectes que recorren un total de 16,86 quilòmetres pel nucli urbà i els barris perifèrics del municipi (vegeu la figura 9).

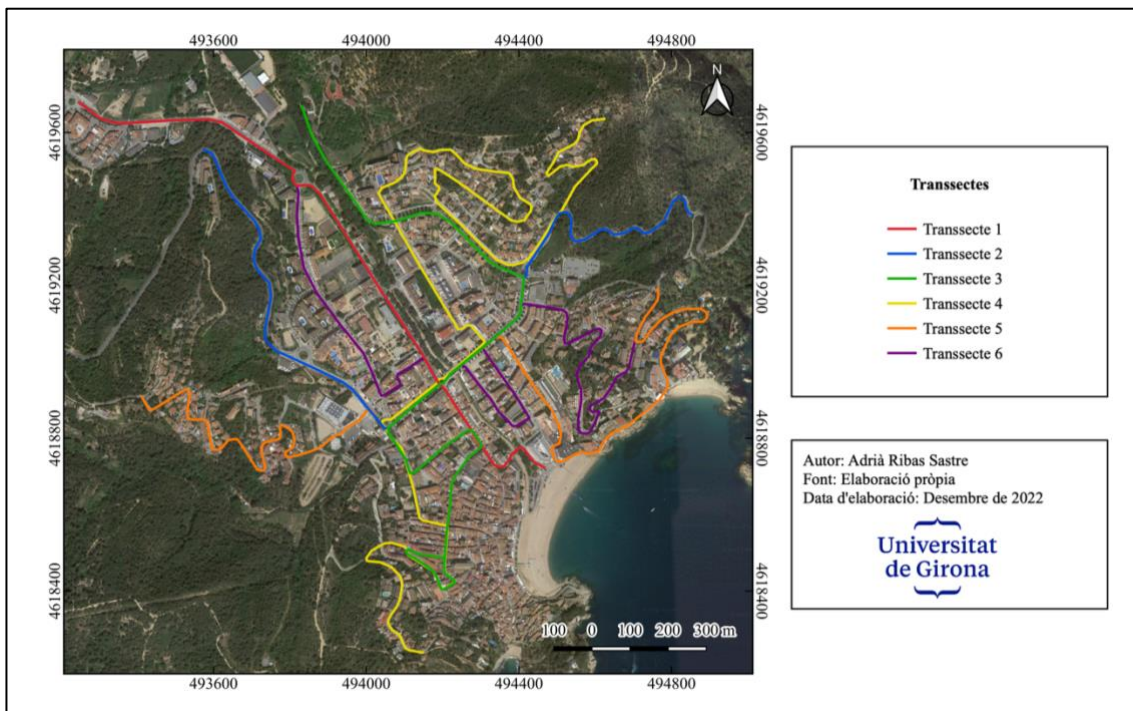


Figura 9. Visió global dels transsectes de Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

5.2.1 *Transsecte 1*

Presenta una longitud de 1,76 quilòmetres i creua el municipi de nord-oest a sud. L'inici es troba a la carretera GI-681, just després de la rotonda que permet desviar-se cap a la petita zona de comerç dedicada al sector automobilístic. El final es troba a la glorieta que separa l'avinguda de Palma de la Platja Gran. Creua tot el municipi per l'avinguda Catalunya i l'avinguda Costa Brava, situades al marge dret de la Riera de Tossa, passant per l'encreuament central del municipi, on es troba la superfície comercial de Palou. Així doncs, és especialment interessant per observar si la riera canalitza les temperatures.

5.2.2 *Transsecte 2*

Compren una longitud de 2,23 quilòmetres i travessa el nucli urbà de nord-oest a est. L'inici s'ubica a la carretera GI-682 que porta cap a Lloret de Mar i el final a la GI-682, però en el tram que porta cap a Sant Feliu de Guíxols, just a la intersecció amb el carrer Manuel Vila, que és la via de sortida pels residents al barri de la Mar Menuda. Dit transsecte comença en un tram de carretera envoltat per pinedes de pi pinyer, les quals poden amortir la temperatura. Acte seguit s'endinsa cap a l'avinguda de Ferran Agulló passant per l'encreuament neuràlgic, al voltant de la qual hi ha tot tipus de serveis comercials i de restauració, així com zones que interrompen la trama d'edificació (com aparcaments). Al final retorna a la carretera GI-682 on, de nou, entra en joc l'efecte de la vegetació, en aquest cas suredes.

5.2.3 *Transsecte 3*

Abarca una longitud de 2,45 quilòmetres i recorre el municipi de manera transversal, de nord a sud. El seu inici es troba al sud de la zona poliesportiva i a prop del càmping de Can Martí, mentre que el final s'ubica a la Vila Vella. L'interès d'aquest transsecte prové del fet que comença a la zona que s'ha denominat com la més freda del municipi, que és l'àrea poliesportiva i el càmping Can Martí. A partir d'aquí s'enllaça amb l'avinguda Joan Maragall, que es troba al voltant d'usos residencials. Acte seguit s'agafa l'avinguda de Ferran Agulló i s'acaba a la Vila Vella passant per l'encreuament neuràlgic, on hi ha la major densificació edificatòria del municipi i està quasi tot pacificat.

5.2.4 *Transsecte 4*

Recorre un total de 4 quilòmetres essent el transsecte més llarg, el qual va de nord-est a sud-oest. El seu inici s'ubica al sector residencial al nord-est del nucli urbà, en una zona un xic més elevada, mentre que el final es troba al punt més elevat del barri de Sa Roqueta, a sobre de la Vila Vella. Aquest transsecte és important perquè, a part de ser el més llarg, torna comença a un sector enlairat de poca densitat edificatòria i amb espais verds, mentre que a mesura que s'endinsa cap al barri de Sa Roqueta la densitat edificatòria va incrementat i els espais verds es redueixen considerablement; alhora que la pressió antròpica guanya pes per tots els serveis que s'ofereixen a aquest últim barri.

5.2.5 *Transsecte 5*

Comprèn una distància total de 2,94 quilòmetres anant de l'oest al sud-est del nucli urbà. Comença al final del barri de Miramar que, com el transsecte anterior, és un barri perifèric a una altitud major al nucli urbà, i acaba al barri de la Mar Menuda, ja a tocar de la costa. El transsecte és important perquè els seus dos extrems estan contraposats en altitud i posició respecte al mar, però també perquè passa pel front marítim, fet que permetrà saber si aquest modifica el comportament de l'illa de calor. A part, en el passeig marítim hi ha un seguit de locals de restauració que fan augmentar la pressió antròpica.

5.2.6 Transsecte 6

La longitud del sisè transsecte és de 3,35 quilòmetres i travessa el municipi de nord-oest a sud-est. El seu inici es localitza en el mateix lloc que en el transsecte 1, és a dir, a la carretera GI-681, just després de la rotonda que permet desviar-se cap a la petita zona de comerç dedicada al sector automobilístic. El final es troba al mateix lloc que al transsecte 5, al barri de la Mar Menuda. Dit transsecte és interessant perquè comença a la petita zona de serveis automobilístics i enllaça amb l'avinguda Puerto Rico, on la trama urbana queda tallada per algunes zones obertes. Després d'arribar a l'encreuament central del municipi s'endinsa cap al sector hotelier just davant del front marítim, amb una densitat edificatòria considerable i carrers estrets, i finalment remunta cap al barri de la Mar Menuda, on les zones verdes guanyen presència.

5.2.7 Campanya hivernal

Per a la campanya hivernal cal separar el grup de transsectes que seran mesurats durant el desembre i el grup de transsectes que seran mesurats durant el febrer. Per al mes de desembre es mesuraran el transsecte 1, el transsecte 2 i el transsecte 3; mentre que per al febrer es mesuraran el transsecte 4, el transsecte 5 i el transsecte 6.

5.2.8 Campanya estival

Per a la campanya estival cal separar el grup de transsectes que seran mesurats durant l'abril i el grup de transsectes que seran mesurats durant el juny. Per al mes d'abril es mesuraran el transsecte 1, el transsecte 2 i el transsecte 3; mentre que per al juny es mesuraran el transsecte 4, el transsecte 5 i el transsecte 6.

6. RESULTATS

6.1 Exposició i vulnerabilitat

Donat que la pretensió del treball és analitzar un risc cal entrar en detall en les altres dues variables que, junt amb la magnitud del mateix, influeixen en els impactes sobre la població i les activitats humans que aquest pot arribar a ocasionar l'exposició i la vulnerabilitat. Segons Anna Ribas, l'exposició es defineix com la posició relativa dels elements, població i béns materials i immaterials pel que fa a l'esdeveniment natural extrem. Per altra banda, la vulnerabilitat es defineix com el conjunt de característiques d'una persona, bé material o element del medi natural en relació a la seva capacitat de preveure, fer front, resistir i recuperar-se de l'impacte d'un fenomen físic extrem. Aquests dos elements són claus per saber les diferències que es poden donar en l'impacte de l'illa de calor. A les taules 5, 6 i 7 es resumeixen els factors que es tindran en compte per analitzar l'exposició i la vulnerabilitat.

EXPOSICIÓ			
Criteri	Unitat administrativa d'anàlisi	Font de les dades	Any
Nombre d'habitants	Secció censal	Idescat	2022
VULNERABILITAT			
Criteri	Unitat administrativa d'anàlisi	Font de les dades	Any
Població ≥ 65 anys	Secció censal	Idescat	2022
Gènere	Secció censal	Idescat	2022
Nivell educatiu	Secció censal	INE	2020
Renda per habitant	Secció censal	INE	2020
Refugis climàtics	Secció censal	NDVI	2022
Comportament energètic	Secció censal	Hipermapa	2022

Taula 5. Criteris a considerar per analitzar l'exposició i la vulnerabilitat de Lloret de Mar i Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

Secció censal	Població	Homes	Pes relatiu	Dones	Pes relatiu	65 anys o més	Pes relatiu	ESO i inferior	Pes relatiu	Renda per habitant	Consum energètic	NDVI
17095001001	3107	1594	51,30	1513	48,70	453	14,58	1562,82	50,3	9595,98	210,5	0,143
17095001002	2695	1357	50,35	1338	49,65	437	16,22	1414,88	52,5	8771,39	201,52	0,045
17095001003	2119	1076	50,78	1043	49,22	353	16,66	1051,02	49,6	8884,76	203,72	0,098
17095001004	3267	1667	51,03	1600	48,97	371	11,36	1326,40	40,6	9175,82	185,82	0,207
17095002001	2899	1510	52,09	1389	47,91	451	15,56	1574,16	54,3	8514,44	222,96	0,062
17095002002	2498	1246	49,88	1252	50,12	485	19,42	1428,86	57,2	8462,73	192,72	0,05
17095002003	3087	1504	48,72	1583	51,28	656	21,25	1497,20	48,5	10793,4	226,83	0,218
17095003001	2104	1076	51,14	1028	48,86	388	18,44	1066,73	50,7	11143,73	225,21	0,249
17095003002	3379	1729	51,17	1650	48,83	617	18,26	1659,09	49,1	10842,22	628,59	0,266
17095003003	2907	1512	52,01	1395	47,99	394	13,55	1895,36	65,2	8759,89	197,86	0,137
17095003004	2597	1338	51,52	1259	48,48	417	16,06	1399,78	53,9	10706,48	241,45	0,265
17095004001	2810	1491	53,06	1319	46,94	477	16,98	1365,66	48,6	10486,27	241,21	0,268
17095004002	2420	1204	49,75	1216	50,25	371	15,33	1568,16	64,8	8999,64	192,49	0,079
17095004003	1756	849	48,35	907	51,65	259	14,75	897,32	51,1	10655,98	175,01	0,117
17095004004	1296	637	49,15	659	50,85	102	7,87	650,59	50,2	10573,84	166,55	0,078

Taula 6. Criteris d'exposició i vulnerabilitat a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

Secció censal	Població	Homes	Pes relatiu	Dones	Pes relatiu	65 anys o més	Pes relatiu	ESO i inferior	Pes relatiu	Renda per habitant	Consum energètic	NDVI
17202301001	1522	819	53,81	703	46,19	299	19,65	672,72	44,2	11364,36	254,74	0,249
17202301002	1848	975	52,76	873	47,24	356	19,26	875,95	47,4	11333,81	221,72	0,21
17202301003	2586	1258	48,65	1328	51,35	523	20,22	1264,55	48,9	11859,93	201,81	0,276

Taula 7. Criteris d'exposició i vulnerabilitat a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

6.1.1 Nombre d'habitants

A continuació es farà l'anàlisi de l'exposició als dos municipis. Cal esmentar que per aquest criteri s'ha escollit l'exposició física, és a dir, el nombre d'habitants.

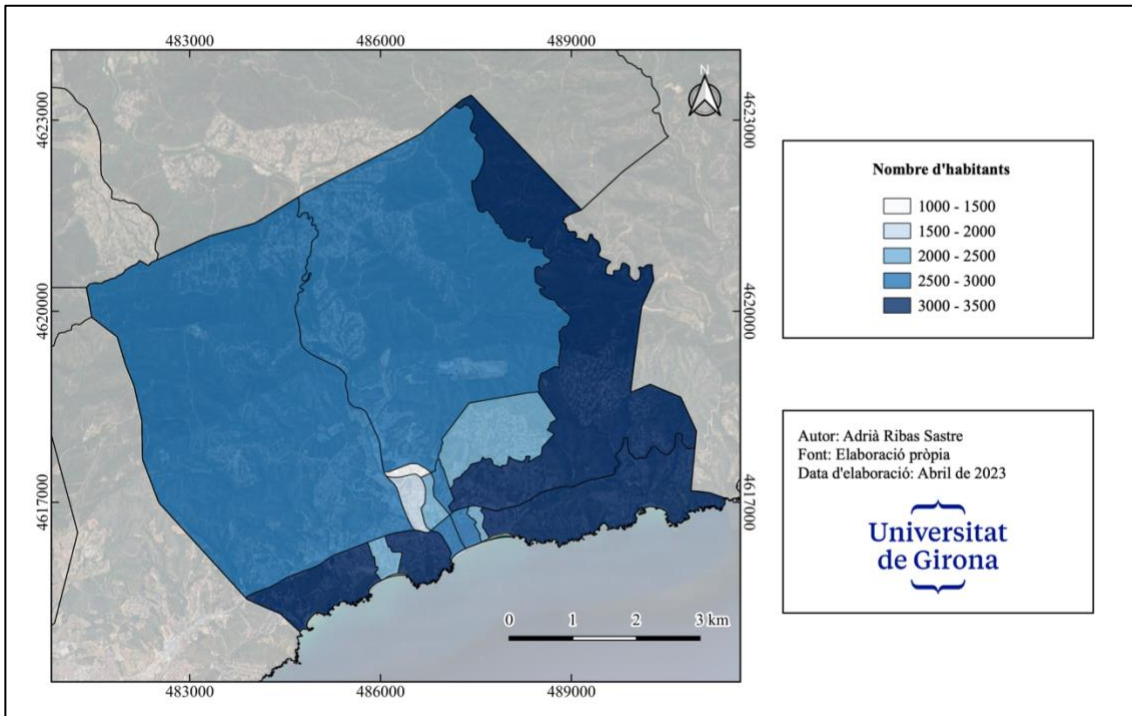


Figura 10. Nombre d'habitants a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

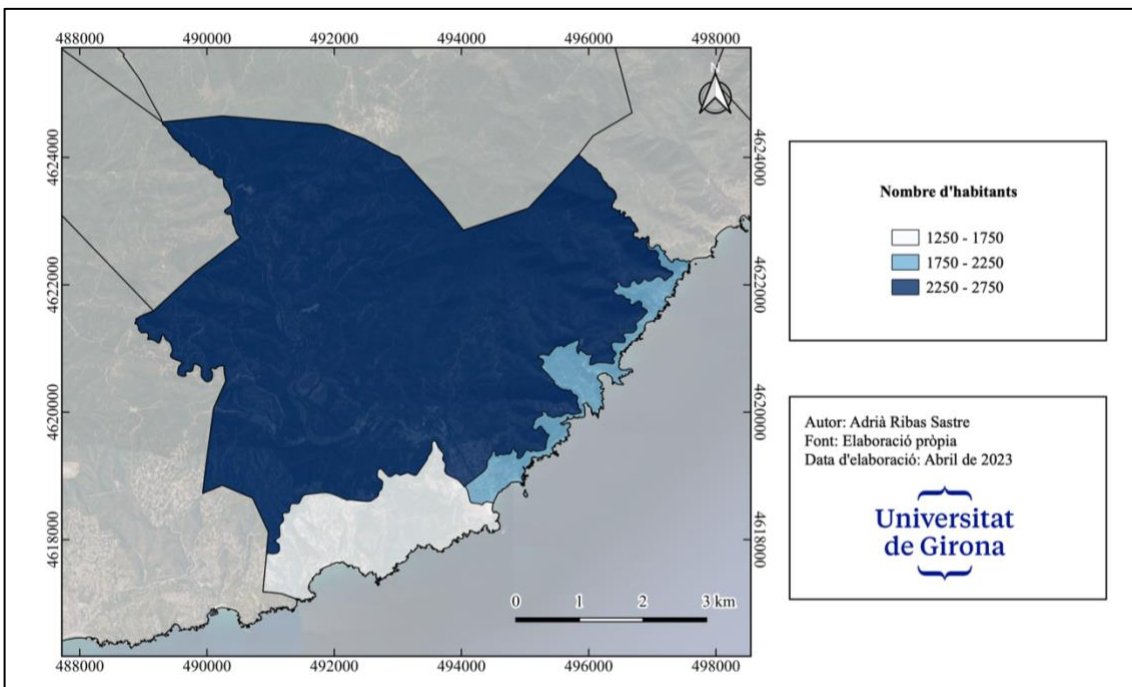


Figura 11. Nombre d'habitants a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

En el cas de Lloret de Mar (vegeu la figura 10) s'observa com la major quantitat de població es troba a la façana litoral, més concretament al barri de Fenals (3.267 habitants), al barri de Cala Banys (3.107 habitants) i a la urbanització oriental de la Montgoda (3.087 habitants). A part, a la urbanització muntanyenca de Turó de Lloret, ubicada a la falda occidental del massís de l'Ardenya, també hi ha gran quantitat de població (3.379 habitants). Així doncs, es fa palesa la importància de la litoralització de la població en forma de segones residències. La mínima quantitat de població es troba al barri d'El Rieral (1.296 habitants), Can Sabata (1.756 habitants) i Mas Vilà (2.420 habitants), i a la urbanització de Roca Grossa (2.104 habitants). Per tant, és a la interfase entre el litoral i les urbanitzacions a les vessants muntanyoses on menys població s'hi troba. En canvi, al nucli antic la població oscil·la entre els 2.500 i 3.000 habitants per secció censal.

A Tossa de Mar (vegeu la figura 11) la població es concentra a les urbanitzacions de les faldes del massís de l'Ardenya. Per tant, el fenomen de les segones residències s'evidencia de manera notòria i, alhora, també s'evidencia l'expulsió de la població cap a les afores del nucli urbà per la massificació d'aquest amb infraestructures i allotjaments turístics. A les urbanitzacions litorals de la Pola i Giverola, i Salionç la població oscil·la entre els 1.750 i 2.250 habitants permanents. Malgrat tot, és en èpoques turístiques quan la població creix. Finalment, a la Vila Vella i els barris/urbanitzacions occidentals del municipi la població presenta els mínims amb quantitats que oscil·len entre els 1.250 i 1.750 habitants.

6.1.2 Vulnerabilitat

6.1.2.1 Població major de 65 anys

A continuació es farà l'anàlisi de la població major a 65 anys d'edat per ambdós municipis, atès que és el sector poblacional, en termes d'edat, més vulnerable.

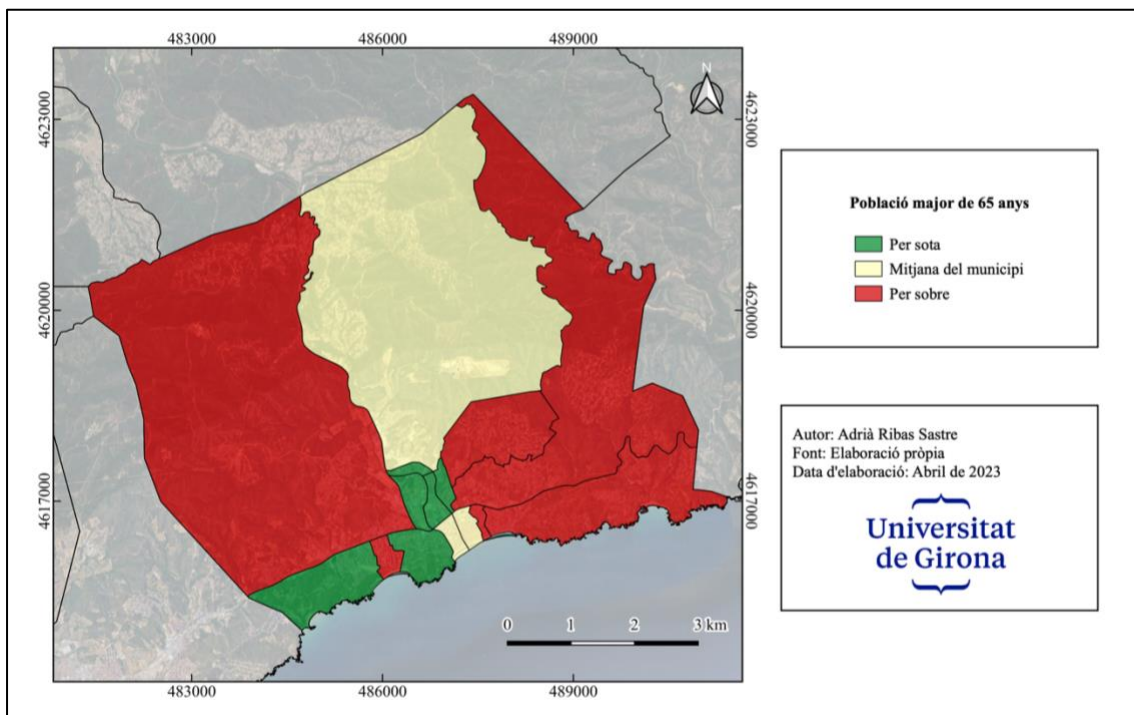


Figura 12. Població major de 65 anys a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

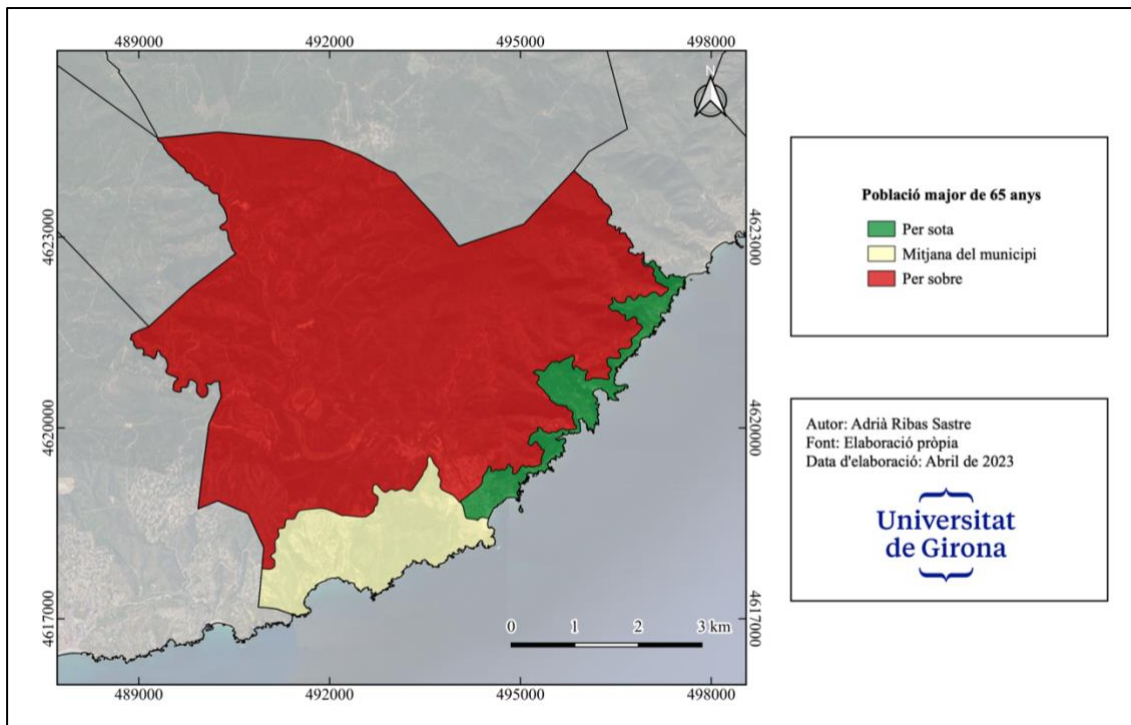


Figura 13. Població major de 65 anys a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

En termes d'edat s'ha triat analitzar el grup de població major de 65 anys (vegeu la figura 12), donat que és la més vulnerable a les altes temperatures per qüestions fisiològiques. S'ha de partir de la base que la mitjana de població en aquesta franja d'edat al municipi és del 15,99%, la qual és semblant a les urbanitzacions de Lloret Residencial, la Creu de Lloret, Mas Romeu Residencial i els Pinars (16,06%) i a les seccions censals del casc antic (16,22% i 15,56%). On cal posar la mirada, però, és on el percentatge és major a la mitjana, que és en el cas de les urbanitzacions de la Montgoda (21,25%), Turó de Lloret (18,26%), Roca Grossa (18,44%) i Lloret Verd (16,98%). El motiu rau en què són urbanitzacions amb segones residències que amb el pas del temps s'han convertit en primeres residències pels propietaris. Segurament es tractava de població que les va comprar quan eren joves i al fer-se gran han vingut a viure de forma permanent aquí. En canvi, a la façana litoral i nucli urbà els percentatges no arriben al 15,5% perquè hi viu la població jove que treballa al municipi o població amb un major nombre de fills.

Al municipi de Tossa de Mar (vegeu la figura 13) el percentatge de població major de 65 anys és del 19,78%. Comparativament a Lloret de Mar s'observa un percentatge més elevat perquè és un municipi de caràcter més residencial. Aquest percentatge és semblant al nucli urbà i urbanitzacions occidentals (19,65%). A la secció censal formada per les urbanitzacions de la falda del massís de l'Ardenya el percentatge és un xic superior (20,22%) perquè es tracta de població ja estabilitzada en urbanitzacions amb habitatges que han adquirit el rol de principals amb el pas del temps pels antics estiuiejants. En canvi, a les urbanitzacions orientals de la Pola i Giverola, i Salionç el percentatge és inferior, amb un 19,26%.

6.1.2.2 Població femenina

En aquest apartat s'analitzarà el percentatge de població femenina a cada municipi perquè és un sector que sol ser més vulnerable que el masculí.

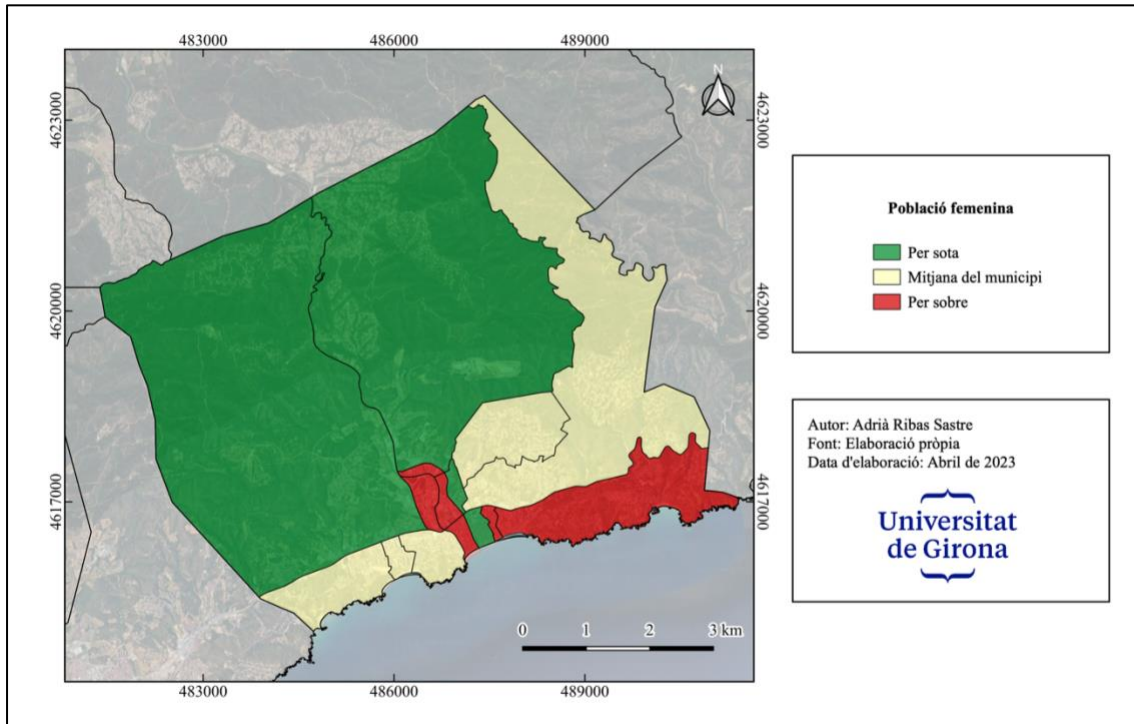


Figura 14. Població femenina a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

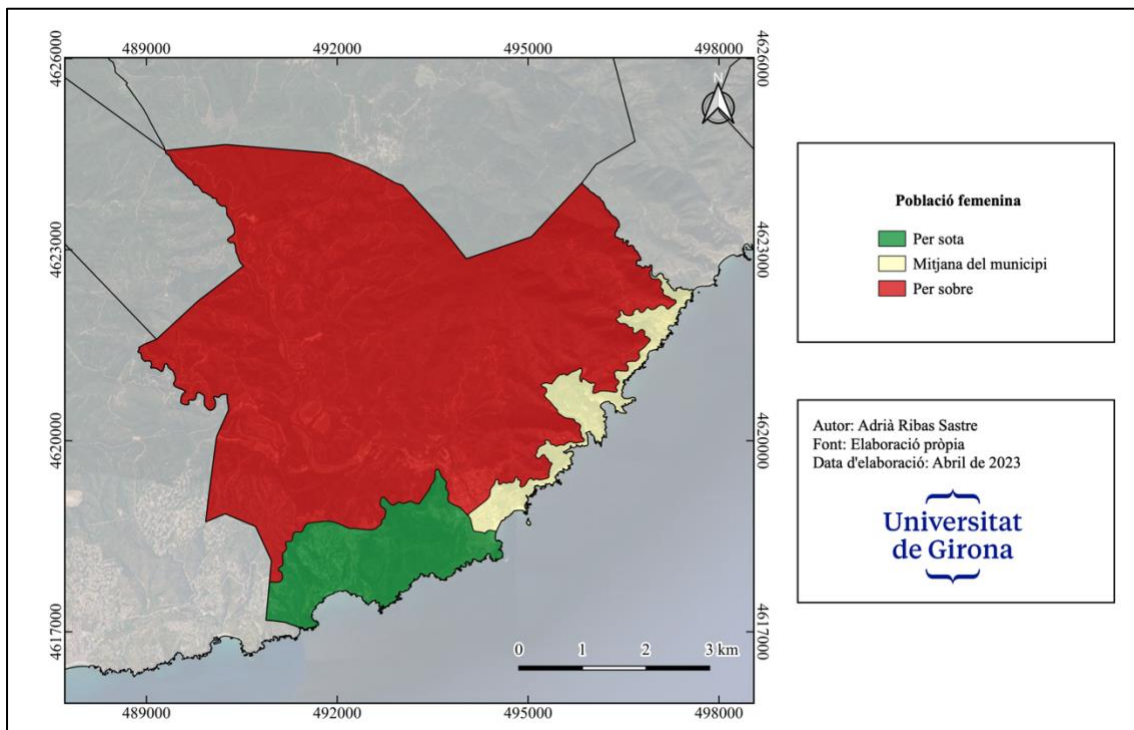


Figura 15. Població femenina a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

Si es fa l'anàlisi del percentatge de dones a Lloret de Mar (vegeu la figura 14) s'ha de tenir en compte que la mitjana és del 49,18%. Aquesta xifra s'aproxima al sector de Fenals i Cala Banys (48,97% i 48,7%, respectivament), a la urbanització de Roca Grossa (48,86%) i al Turó de Lloret (48,83%). De totes maneres, on cal incidir més és en les seccions on la xifra és major a la mitjana. En aquest cas es tracta de la urbanització de la Montgoda (51,28%), el Rieral (50,85%), Can Sabata (51,65%), el Mas Vilà (50,25%) i el casc antic (49,65%). Si s'analitza es veu que són les seccions del nucli urbà, és a dir, on viu la gent jove que treballa als diferents serveis del municipi i on hi ha més fecunditat. A les urbanitzacions el percentatge no arriba al 48,5%, és a dir, per sota la mitjana.

En el cas de Tossa de Mar (vegeu la figura 15) la mitjana de població femenina és del 48,76%, inferior a Lloret de Mar. A les urbanitzacions orientals de la Pola i Giverola, i Salionç la mitjana és semblant amb un 47,24%, mentre que a les urbanitzacions occidentals i la Vila Vella és inferior (46,19%). En canvi, a les urbanitzacions als peus del massís de l'Ardenya el percentatge és superior amb un 51,35%, motiu que indica com Tossa de Mar té un caràcter més residencial que Lloret de Mar, ja que les xifres superiors són a les afores i no al nucli.

6.1.2.3 Nivell educatiu

Un altre factor de vulnerabilitat és el nivell educatiu, especialment per al tram de població que no té la ESO, ja que això sol indicar menys coneixements per actuar.

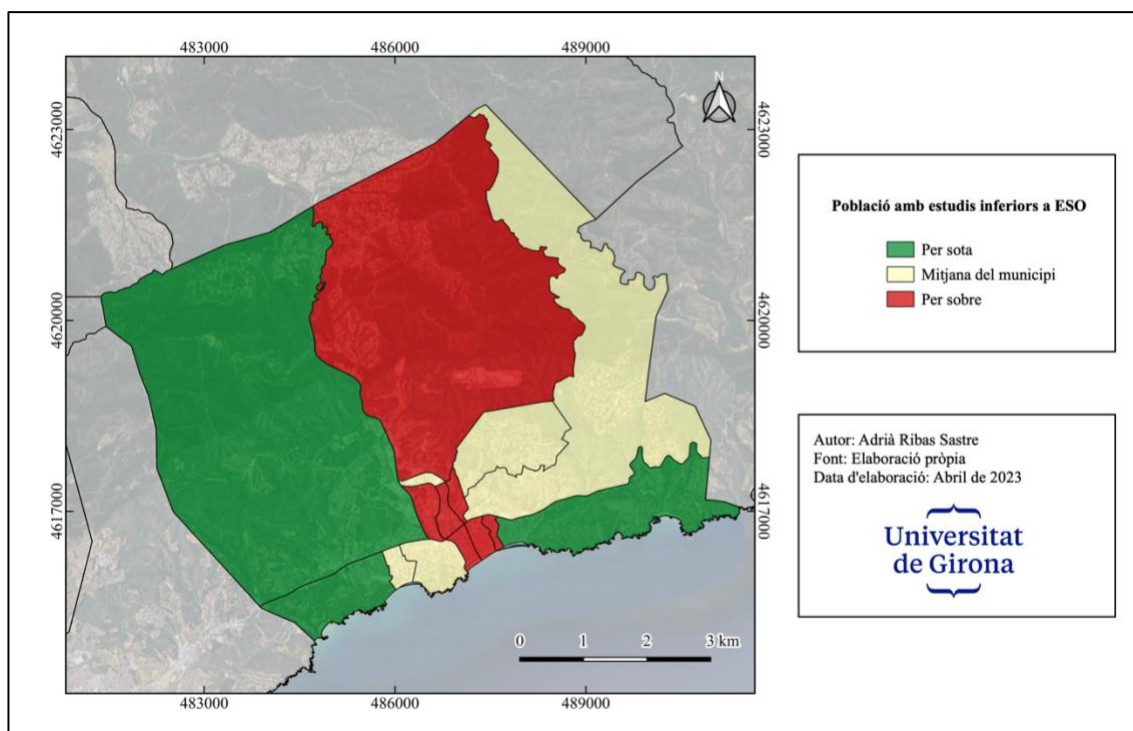


Figura 16. Població amb estudis inferiors a l'ESO a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

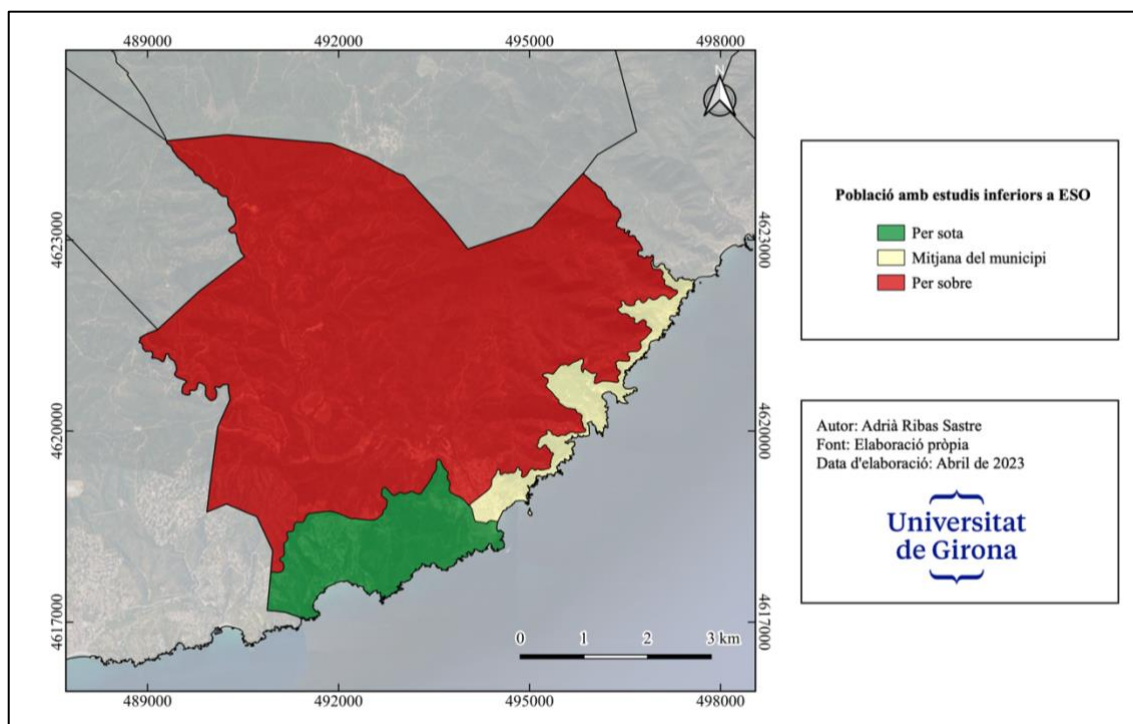


Figura 17. Població amb estudis inferiors a l'ESO a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

La següent variable analitzada és el nivell d'instrucció de la població. I és que cal tenir en compte que el nivell educatiu influeix en la sensibilització i informació que es pugui tenir sobre com actuar en èpoques de calor intensa agreujada per l'efecte de l'illa de calor urbana. En el cas de Lloret de Mar (vegeu la figura 16) la mitjana de població amb estudis inferiors a l'ESO és del 50,2%. Dita xifra és semblant al Turó de Lloret (49,1%), Roca Grossa (50,7%), el barri del Rieral (50,2%) i Cala Banys (50,3%). On rau el major interès és a les seccions censals on la xifra és superior, ja que això indica un percentatge de població més elevada amb pocs estudis i, per tant, poca informació sobre com actuar. Les seccions on la xifra és superior són les del casc antic i la resta de nucli urbà, ja que en aquestes zones el percentatge ascendeix del 55% al 65%, essent més elevada al barri del Mas Vilà amb un 65,2%. En canvi, a les urbanitzacions costaneres de la Montgoda, la Martossa i Fenals, i a la urbanització muntanyenca de Lloret Verd les xifres són inferiors a la mitjana. Aquest fet indica que la població que habita al nucli urbà, i que treballa als diferents serveis turístics, presenta nivells d'instrucció més baixos que els residents a les segones residències de les urbanitzacions.

En canvi, a Tossa de Mar (vegeu la figura 17) la mitjana de població amb un nivell baix d'instrucció és del 48,2%, xifra que és semblant a la secció censal que comprèn les urbanitzacions orientals de la Pola i Giverola, i Salionç (47,4%). A les urbanitzacions ubicades a les faltes del massís de l'Ardenya la xifra és 48,9%, essent més alta que a la resta del municipi i, per tant, amb una vulnerabilitat major. Segurament es deu a que la població és més adulta i abans es deixaven els estudis abans. Finalment, al nucli urbà és on la xifra és inferior, amb un 44,2%.

6.1.2.4 Renda per habitant

El següent criteri a analitzar és la renda per habitant, que és interessant per relacionar-la amb la capacitat de minimitzar les temperatures extremes.

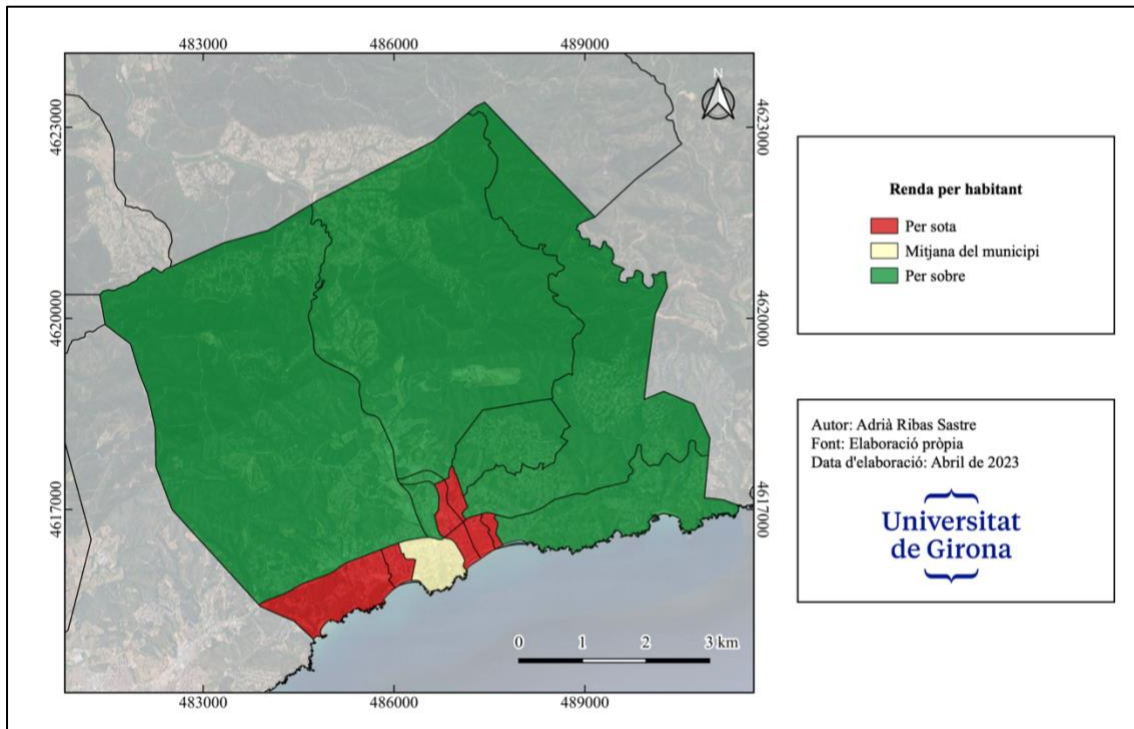


Figura 18. Renda per habitant a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

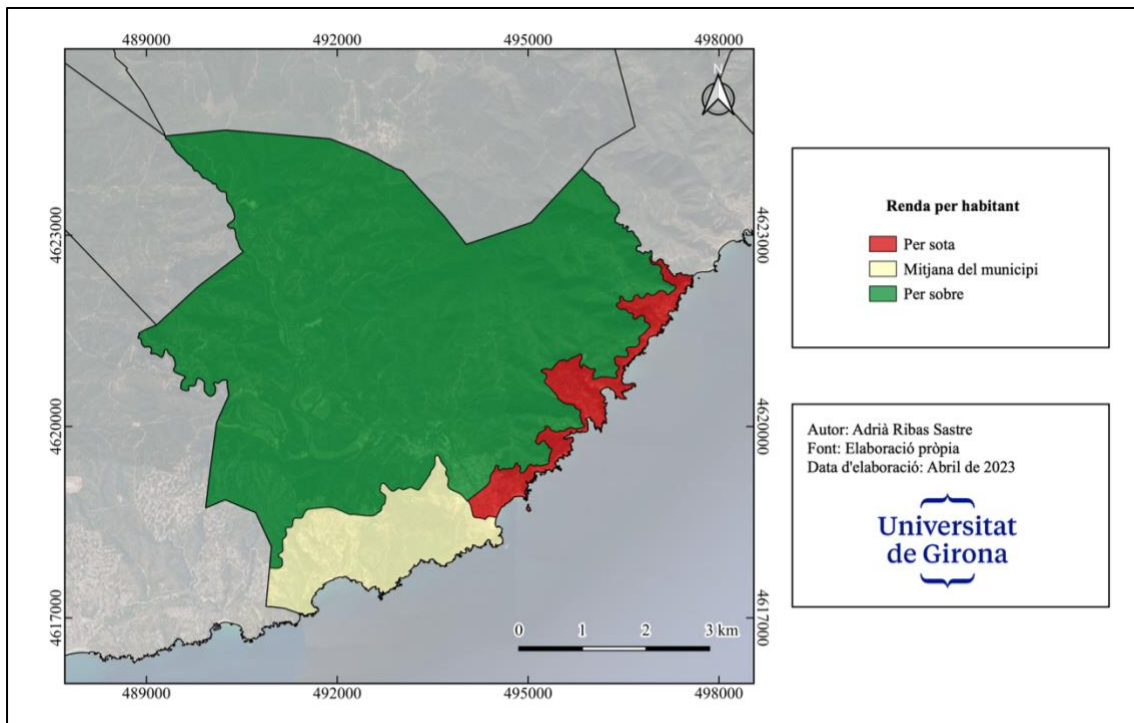


Figura 19. Renda per habitant a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

Una nova variable molt interessant a l'hora d'estudiar la vulnerabilitat és la renda per habitant, que mostra el nivell adquisitiu i, per tant, permet fer una aproximació als mitjans que la població té per minimitzar els efectes de l'illa de calor als seus habitatges. Per començar, a Lloret de Mar (vegeu la figura 18) la mitjana municipal és de 9.757,77€, essent un dels municipis amb menor renda de Catalunya, i que ha estat criticat per aquest tema en varies ocasions. És un reflex de com els municipis turístics són, moltes vegades, els que menys renda per habitant tenen perquè es desenvolupen molt pel turisme i no per a la població resident. En tot cas, la mitjana s'aproxima al barri de Cala Banys (9.595,98€), mentre que al sector de Fenals (9.175,82€) i a les seccions censals del nucli urbà i el casc antic és inferior a la mitjana (difícilment arriben als 9.000€ amb la majoria entre 8.500€ i 8.750€). La correlació entre la baixa renda per habitant i el baix nivell d'instrucció és total, i és curiós observar com es dona just a les seccions censals on més activitat turística hi ha. Així doncs, on s'espera que l'illa de calor sigui major és on hi ha menys recursos per combatre la calor. En canvi, a les urbanitzacions costaneres i muntanyenques és on la renda per habitant és superior a la mitjana amb unes xifres que oscil·len entre els 10.500€ i els 11.000€. On s'espera que la calor sigui menor és on més recursos hi ha per combatre-la, en gran part per la presència de segones residències que són propietat de famílies amb recursos econòmics.

A Tossa de Mar la mitjana és ostensiblement més elevada que a Lloret de Mar, amb una mitjana municipal de 11.519,37€. A la figura 19 s'observa que la xifra és semblant al nucli urbà (amb una mitjana d'11.300€) i és superior a les urbanitzacions del massís de l'Ardenya (11.859,93€). En canvi, a les urbanitzacions costaneres de la Pola i Giverola, i Salionç és inferior, tot i que sensiblement respecte la mitjana.

6.1.2.5 Comportament energètic

El criteri del comportament energètic és essencial, atès que d'aquest se'n despenja el confort tèrmic. Dit element és cabdal per entendre els impactes dels episodis de temperatures extremes.

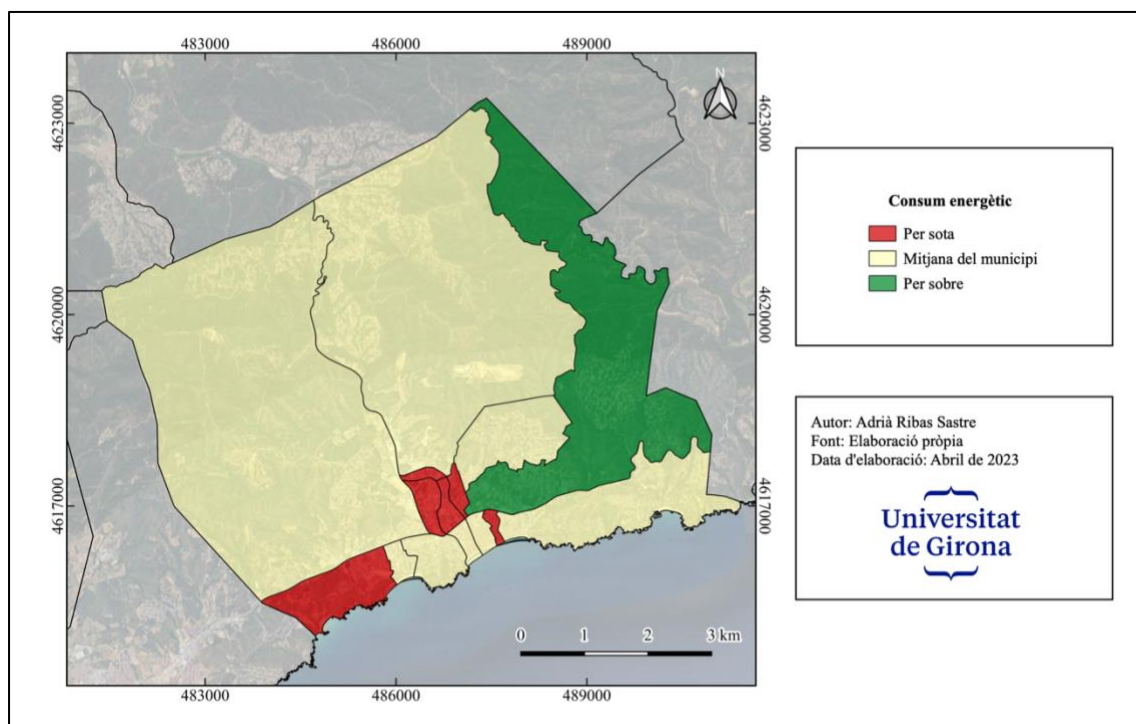


Figura 20. Comportament energètic dels edificis a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

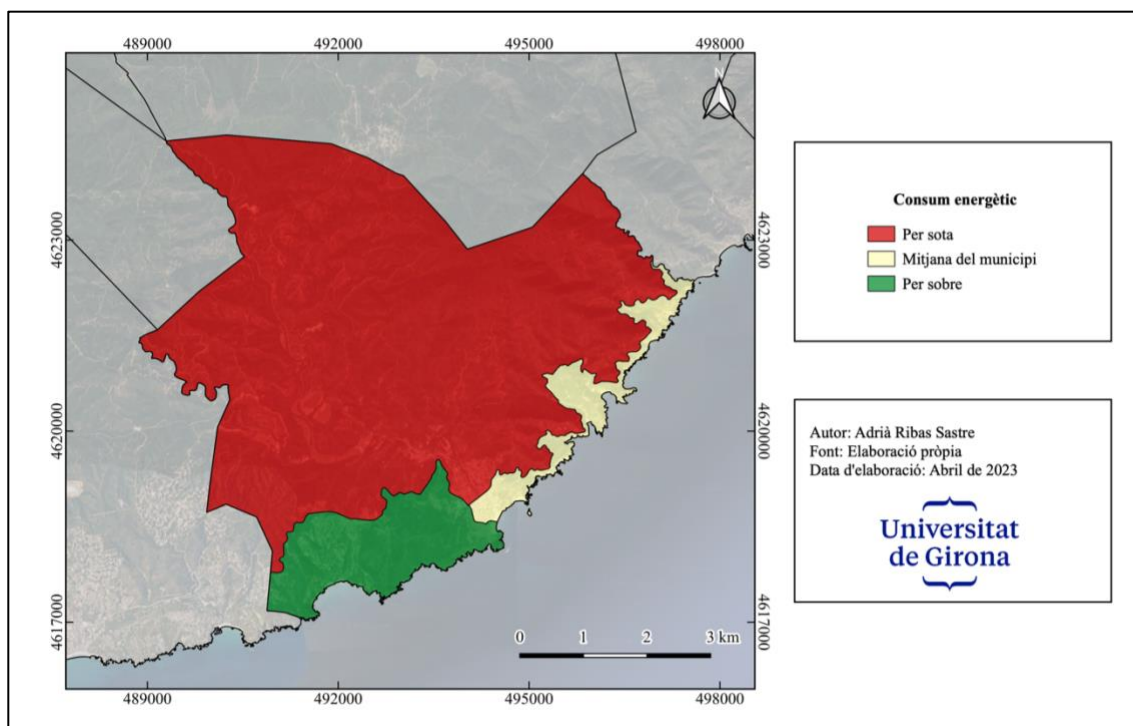


Figura 21. Comportament energètic dels edificis a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

Relacionant-ho amb la renda per habitant es pot extrapolar la següent variable, que és el comportament energètic dels edificis en base al seu consum energètic. I és que d'aquesta dada se'n pot analitzar el confort tèrmic, que és clau per combatre l'illa de calor. A Lloret de Mar (vegeu la figura 20) el consum energètic mitjà dels edificis és de 234,16 kWh/m², xifra que s'aproxima a Lloret Verd (241,21 kWh/m²), la secció censal conformada per Mas Romeu Residencial, els Pinars, Lloret Residencial i la Creu de Lloret (241,45 kWh/m²), la Roca Grossa (225,21 kWh/m²), la Montgoda (226,83 kWh/m²), el barri de Cala Banys (210,5 kWh/m²) i el casc antic (aproximadament 211 kWh/m² entre les dues seccions censals). En canvi, on més vulnerabilitat hi ha i, per tant, menys confort tèrmic degut a què no hi ha tants recursos per poder combatre la calor és a Fenals (185,82 kWh/m²), i als barris interiors del nucli urbà (se situen entre 160 i 190 kWh/m² amb la xifra més baixa al barri del Rieral). És just en aquestes seccions censals on la renda per habitant era més baixa. L'única secció censal on el consum està per sobre la mitjana és al Turó de Lloret amb 628,59 kWh/m², de tal manera que es corrobora que a les segones residències, amb major renda per habitant, el confort tèrmic també augmenta.

A Tossa de Mar la mitjana de consum energètic és més baix que a Lloret de Mar amb 226,09 kWh/m². Aquesta xifra pot ser producte de menor presència d'establiments d'oci i restauració. Segons la figura 21, la mitjana és molt semblant a les urbanitzacions de la Pola i Giverola, i Salionç (221,72 kWh/m²). En canvi, a la Vila Vella i les urbanitzacions occidentals al nucli urbà la xifra és major, amb 254,74 kWh/m². Finalment, a les urbanitzacions ubicades als peus del massís de l'Ardenya el consum és inferior amb 201,81 kWh/m². Com que la renda per habitant està ben repartida per tot el municipi es pot dir que el confort tèrmic és elevat.

6.1.2.6 Refugis climàtics

L'últim criteri a ser analitzat és la presència de refugis climàtics en ambdós municipis, és a dir, si hi ha vegetació abundant en forma de parcs, jardins...

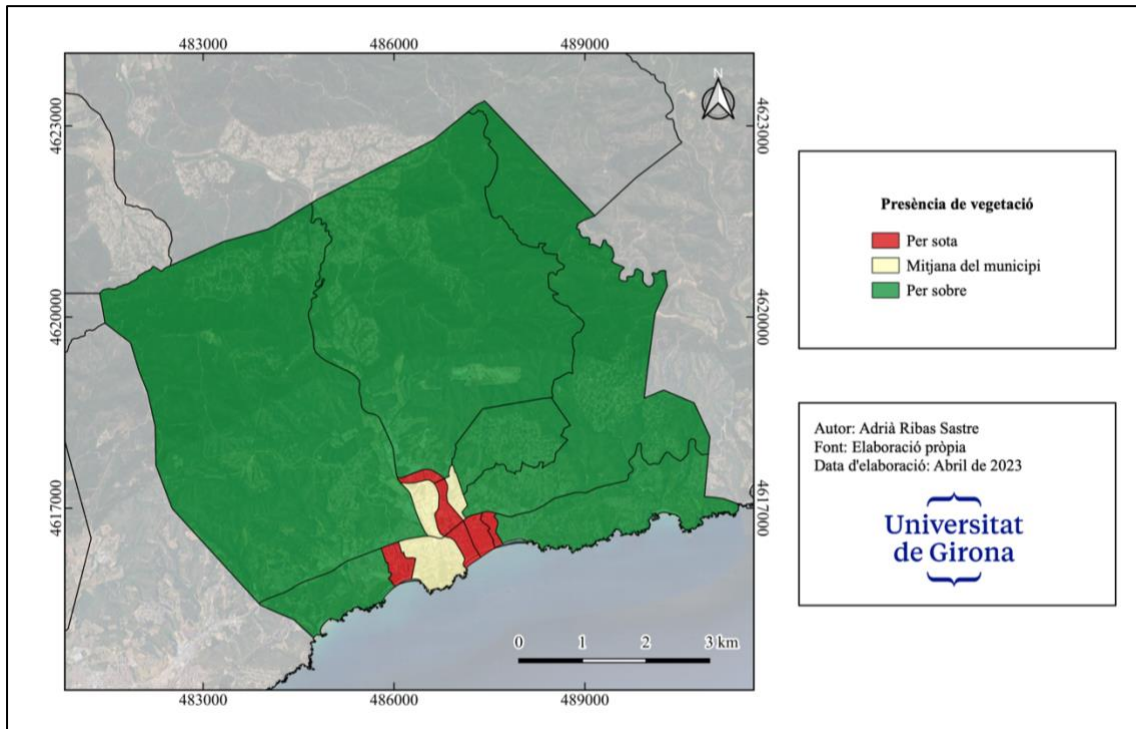


Figura 22. Presència de refugis climàtics de vegetació a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

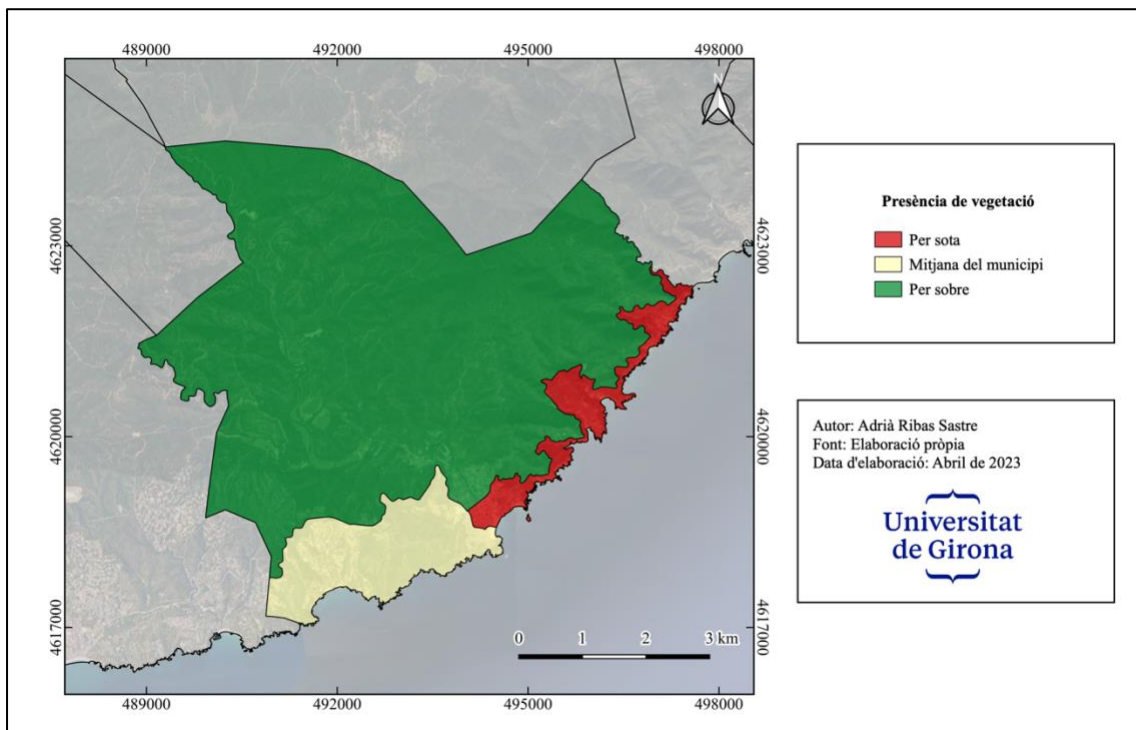


Figura 23. Presència de refugis climàtics de vegetació a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

La següent variable a analitzar és la presència de refugis climàtics de vegetació, atès que aquesta dada també és important per augmentar el confort tèrmic de la població. Per calcular aquesta variable s’ha utilitzat l’índex NDVI, que es calcula amb les bandes 4 i 8 del satèl·lit Sentinel-2. Aquest índex permet saber la presència de vegetació a les diferents zones amb una xifra que va de -1 a 1. Com més positiu més presència de vegetació i viceversa. A Lloret de Mar (vegeu la figura 22) la mitjana és de 0,152, xifra que es pot considerar que s’aproxima a la de les seccions censals Cala Banys (0,143), el Mas Vilà (0,137) i Can Sabata (0,117). Aquests són els únics reductes amb presència de vegetació notòria al nucli urbà, ja que la resta del nucli està per sota de la mitjana amb xifres que difícilment arriben a 0,09. Així doncs, en el nucli urbà és difícil trobar parcs o zones amb vegetació que serveixin de refugi els dies de molta calor degut a una urbanització molt gran. En canvi, a les afores, ja als peus del massís de l’Ardenya, la xifra és superior a la mitjana amb xifres que se situen entre 0,2 i 0,3. Aquesta xifra s’entén per grans extensions de boscos d’esclerofil·les típiques de la terra baixa catalana.

A Tossa de Mar (vegeu la figura 23) la xifra mitjana és ostensiblement més elevada que a Lloret de Mar, atès que la xifra és de 0,245. A aquí l’enclavament del municipi en ple massís de l’Ardenya afavoreix major presència de vegetació. Aquesta xifra és molt semblant a la Vila Vella i les urbanitzacions occidentals amb 0,249. En canvi, a la Pola i Giverola, i Salionç és inferior amb 0,21 perquè la urbanització és major i, al trobar-se arran de costa, predomina la roca nua perquè la salinitat de l’ambient dificulta l’emplaçament de vegetació frondosa. A les urbanitzacions als peus del massís de l’Ardenya i la meitat nord-occidental del municipi la xifra és superior (0,276) per l’efecte del propi massís i perquè la zona de serveis recreatius és un refugi climàtic molt bo.

6.1.2.7 Vulnerabilitat total

Finalment s’analitza la vulnerabilitat total de cada municipi sumant tots els criteris exposats anteriorment.

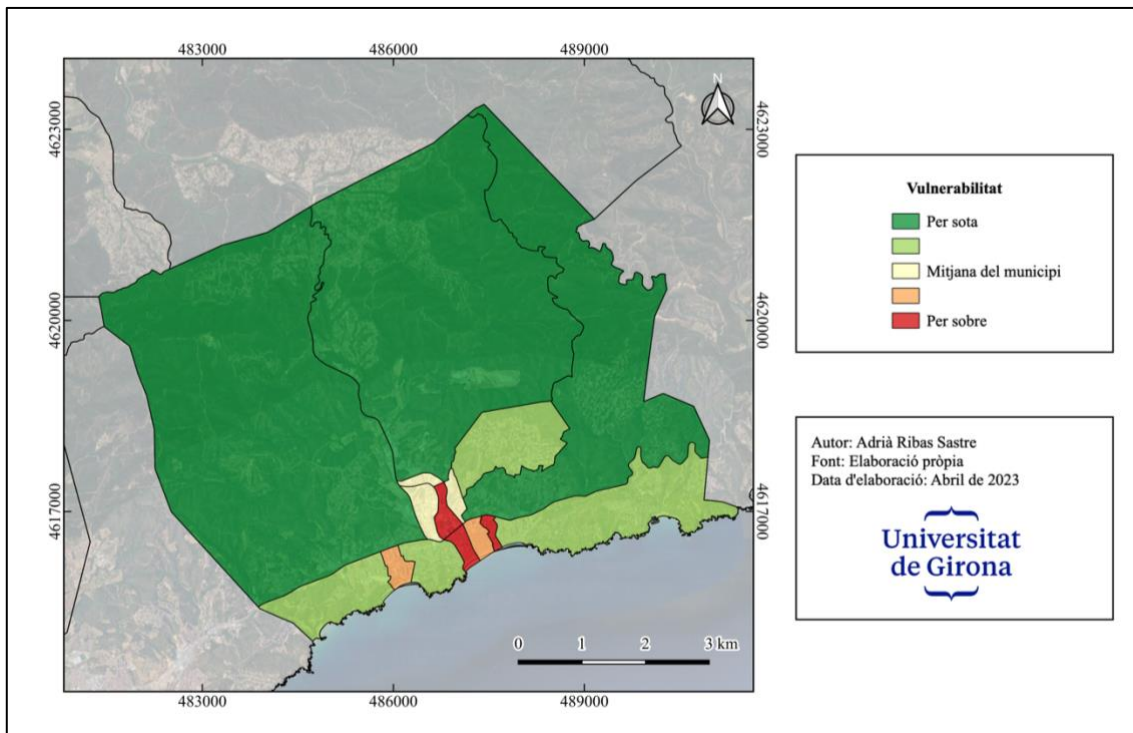


Figura 24. Vulnerabilitat total a Lloret de Mar. Elaboració pròpia.

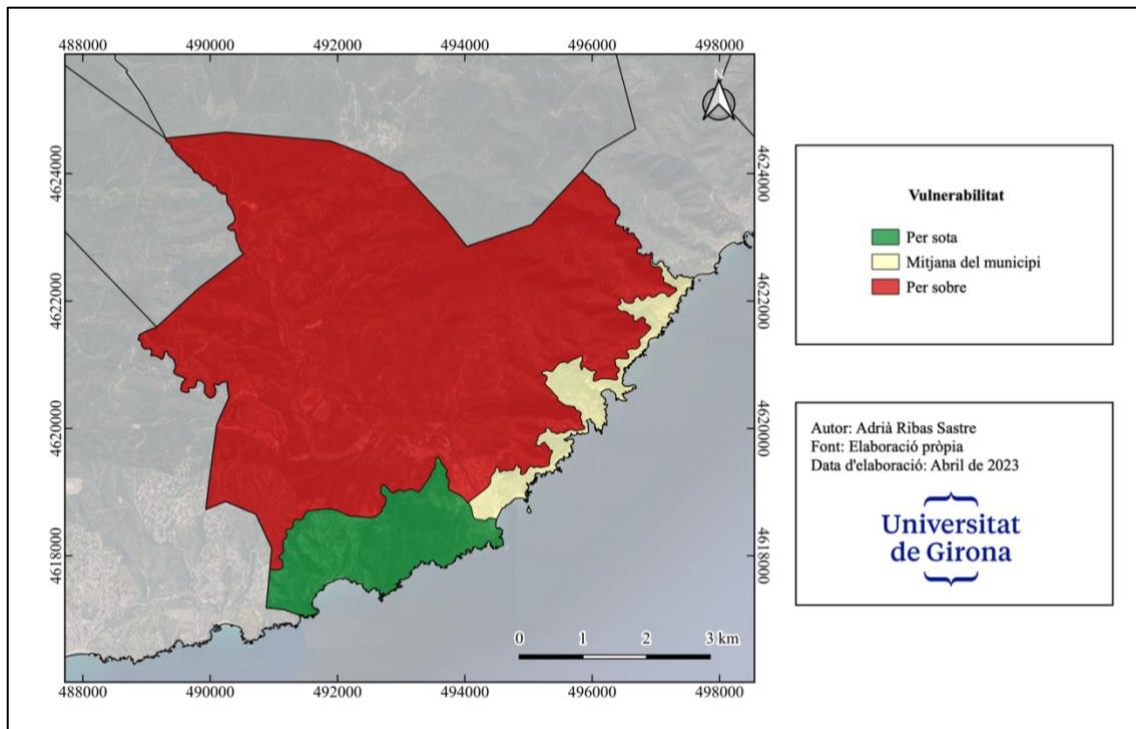


Figura 25. Vulnerabilitat total a Tossa de Mar. Elaboració pròpia.

De la combinació de tots els criteris de vulnerabilitat comentats fins al moment en surt el mapa de vulnerabilitat total de cada municipi. Aquest ja mostra quines zones són les més susceptibles a patir els efectes de l'illa de calor i, per tant, les zones prioritàries d'actuació amb polítiques públiques. Pel que fa a Lloret de Mar (vegeu la figura 24) s'observa que la vulnerabilitat es manté en la mitjana del municipi als barris del Rieral, Can Sabata i el Mas Vilà, a la interfase entre el nucli urbà i les afores. Aquesta és més baixa a la urbanització de la Roca Grossa, la Montgoda, el barri de Cala Banys i Fenals; mentre que on més baixa és de tot el municipi és a les urbanitzacions situades al massís de l'Ardenya, ja a la perifèria del terme municipal. Aquestes són Lloret Verd, el Turó de Lloret, Mas Romeu Residencial, els Pinars, Lloret Residencial i la Creu de Lloret. És aquí on els criteris comentats eren més favorables per la instal·lació de segons residents amb alt poder adquisitiu o per segons residents que al jubilar-se s'han convertit en residents habituals. En canvi, on cal posar el focus és on la vulnerabilitat és més alta. I, com els criteris semblaven indicar, és al cas antic i la zona poliesportiva del centre del nucli urbà. Aquí hi viu la població que treballa als serveis turístics de la ciutat. A part, l'elevada densitat edificatòria provoca que la calor hi quedi retinguda, així que, junt amb les condicions econòmiques de la població, la vulnerabilitat augmenta de forma elevada.

A Tossa de Mar, en canvi, ja s'ha anat observant que la vulnerabilitat és inferior que a Lloret de Mar (vegeu la figura 25). S'ha fet una política mitjançant la qual s'ha limitat la proliferació de serveis turístics i que s'ha integrat amb la població local. De la combinació dels diversos criteris acaba sortint que la vulnerabilitat és mitjana a les urbanitzacions costaneres de la Pola i la Giverola, i Salionç. En canvi, a les urbanitzacions occidentals i la Vila Vella la vulnerabilitat és inferior a la mitjana. Finalment, a les urbanitzacions als peus del massís de l'Ardenya és superior a la mitjana. És destacable com en el nucli urbà s'ha sabut mantenir la densitat edificatòria. Això, juntament amb la presència de parcs i zones de vegetació extenses, fan de Tossa de Mar un municipi que cal seguir com exemple.

6.1.3 Capacitat adaptativa

Vista l'exposició i vulnerabilitat cal comentar la capacitat adaptativa. De fet, aquest punt és vital, ja que d'això en depèn que els sectors més vulnerables comentats a l'apartat 6 tinguin opcions per disminuir la sensació tèrmica. Segons Anna Ribas, es parla de capacitat adaptativa quan es fa èmfasi en la capacitat d'una persona o comunitat determinada per aprendre de les experiències passades i preparar-se millor per reduir els impactes dels esdeveniments extrems futurs.

En aquest apartat, primer es farà una anàlisi de les mesures d'adaptació actuals mitjançant el DUPROCIM (Document Únic de Protecció Civil Municipal), que és el document d'abast municipal que descriu els riscos municipals i determina el procediment d'actuació quan es dona algun dels riscos descrits. No obstant, aquest document no és obligatori per a tots els municipis catalans, sinó que només l'han de tenir els municipis que compleixen els següents supòsits:

1. Els municipis amb més de 20.000 habitants i els que sense arribar a aquesta població tenen la consideració de turístics o els que són considerats de risc especials per la seva situació geogràfica o la seva activitat industrial, segons la Comissió de Protecció Civil de Catalunya, han d'elaborar i aprovar plans bàsics d'emergència municipal, i és potestatiu en la resta de municipis.
2. Els municipis afectats per riscos objecte de plans especials degudament aprovats pel Govern estan obligats a incorporar en els seus plans d'actuació municipal les previsions derivades del pla especial en allò que els afecti.
3. Els municipis no previstos en els supòsits anteriors que estiguin afectats per riscos concrets diferents dels riscos objecte de plans especials poden elaborar i aprovar els corresponents plans específics municipals.

En els dos casos d'estudi del present treball hi ha l'obligació de realitzar aquests plans d'emergència. Tanmateix, la obligatorietat va entrar en vigor amb el Decret 155/2014, de 25 de novembre; és a dir, abans d'aquest any era una recomanació. Es pot donar el cas que ambdós municipis tinguin plans anteriors a aquest any i que, per tant, no inclogui tots els riscos o tots els procediments. Val a dir que si existeix algun pla per a cada municipi no es descriurà les mesures d'actuació i adaptació sobre la ICU, sinó que serà sobre el fenomen climatològic de les onades de calor o temperatures extremes, el qual agreuja l'illa de calor elevant la sensació tèrmica. Una vegada s'hagi analitzat la vigència o no dels plans d'emergència s'elaborarà una part més prepositiva de mesures d'adaptació.

És destacable observar que en cap dels dos municipis hi ha el DUPROCIM elaborat. És més, només tenen un Pla Bàsic d'Emergència Municipal (PBEM) que té una data de validació anterior al 2014. El PBEM de Lloret de Mar continua vigent des de l'any 2006 i el PBEM de Tossa de Mar continua vigent des de l'any 2010. Es pot suposar que el motiu de la desactualització d'ambdós municipis rau en què la redacció del DUPROCIM suposaria un fre al desenvolupament urbanístic i, en conseqüència, turístic; però és una hipòtesis. Els documents de protecció civil que s'han de redactar des de l'any 2014 han d'integrar mesures per adaptar els municipis als riscos ambientals posant molt èmfasi en mesures contra el canvi climàtic, el qual els agreuja. Una segona problemàtica és que el PBEM dels dos municipis no es pot trobar i, per tant, no es pot analitzar. Dit document s'hauria de trobar al portal de dades obertes de cada ajuntament, al CIDO (Cercador d'Informació i Documentació Oficials) o al registre general de plans de protecció civil de Catalunya, però només es localitzen les aprovacions inicials. Així doncs, s'ha de recórrer a analitzar estratègies autonòmiques per analitzar què diuen a nivell municipal.

6.1.3.1 Marc Estratègic de Referència d'Adaptació al Canvi Climàtic (ESCACC)

Aquest document estratègic va suposar el primer escrit sobre polítiques d'adaptació al canvi climàtic a Catalunya en la seva versió per al període 2013-2020. En aquest s'analitzarà el que s'ha publicat recentment, i que va ésser efectiu per al període 2021-2030. Dit document, que està redactat per l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic com a òrgan tècnic del Govern de la Generalitat de Catalunya, constitueix el marc estratègic de referència de l'adaptació al canvi climàtic a Catalunya. No obstant, s'emmarca en un context d'acords i compromisos sobre polítiques d'adaptació al canvi climàtic que van des de l'àmbit internacional fins a l'escala local. Aquest context està configurat per normatives, acords, plans, estratègies i d'altres mecanismes d'adaptació al canvi climàtic i que han estat establerts en diferents nivells governamentals, com podria ser l'Acord de París adoptat a la Conferència de les Parts (COP) de 2015, els 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), el Pacte Verd Europeu o l'Acord del Govern de la Generalitat de declaració d'emergència climàtica de l'any 2019. A més a més, a diferència de l'ESCACC20, aquest últim ha estat confeccionat amb l'ajut de la participació ciutadana a fi d'obtenir més objectius i mesures d'adaptació i mitigació.

L'ESCACC30 no és només un document prepositiu, sinó que comença amb un apartat de diagnòstic dels impactes derivats del canvi climàtic en tres grans sectors: sistemes naturals, àmbits socioeconòmics i territoris. Cada sector està subdividit en els corresponents àmbits. Una vegada ha fet la diagnòstic sí que proposa mesures i accions d'adaptació per als diversos riscos. Cal explicitar que en el treball es comentaran les mesures enfocades a les onades de calor i augment de les temperatures, que són els riscos que modifiquen la sensació de calor propiciada per l'illa de calor. Els àmbits sectorials en els quals se centrarà l'anàlisi seran l'energia, la salut, el turisme i l'urbanisme i habitatge. Totes les mesures proposades per l'ESCACC30 queden recollides a la taula 8.

Àmbit	Impactes	Mesures d'adaptació
Energia	<ul style="list-style-type: none"> - Augment de les necessitats de refrigeració - Risc de desproveïment energètic per l'augment del preu - Augment de les desigualtats socials 	<ul style="list-style-type: none"> - Millorar el coneixement sobre els impactes del canvi climàtic en la capacitat potencial de producció d'energies renovables - Millorar el coneixement sobre els impactes del canvi climàtic en la funcionalitat dels sistemes de generació, transport, emmagatzematge i distribució de l'energia - Millorar el coneixement sobre els impactes del canvi climàtic en la demanda d'energia i impulsar mesures de millora de la resiliència - Identificar quins són els impactes dels episodis climàtics extrems sobre els consumidors més vulnerables - Incorporar les mesures d'adaptació a la planificació energètica de Catalunya
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - Increment de les hospitalitzacions i la mortalitat per impactes sobre la salut (augment de la pressió arterial i la freqüència cardíaca) - Afavoriment de les taxes de desenvolupament, supervivència i reproducció dels mosquits transmissors de malalties de transmissió vectorial 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir l'efectivitat de les actuacions de vigilància i control sanitari de l'aigua i dels aliments davant els impactes del canvi climàtic - Prevenir, vigilar i controlar les malalties transmeses per vectors - Millorar la qualitat de l'aire per complir amb els nivells d'emissions contaminants recomanats per l'Organització Mundial de la Salut i reduir l'impacte de la contaminació atmosfèrica en la salut, especialment en la dels grups de risc més vulnerables - Reduir l'impacte de temperatures extremes en la salut, especialment en la dels grups de risc més vulnerables

	- Augment de la contaminació atmosfèrica	- Millorar la generació i la transferència de coneixement sobre els impactes del canvi climàtic en la salut
Turisme	- Pèrdua de confort climàtic	- Impulsar el canvi cap a un model de turisme més sostenible, menys consumidor de recursos i respectuós amb la població i el territori - Impulsar la desestacionalització i diversificació de l'oferta turística - Millorar la generació i la transferència de coneixement sobre els efectes del canvi climàtic en el turisme
Urbanisme/ Habitatge	- Increment de la demanda energètica i de climatització - Accentuació del fenomen de l'illa de calor urbana	- Millorar la governança de l'adaptació al canvi climàtic entre els diferents instruments de planificació amb la incidència territorial i de paisatge - Assolir que la planificació amb incidència territorial incorpori l'adaptació al canvi climàtic - Integrar l'adaptació al canvi climàtic en la planificació urbanística - Integrar l'adaptació al canvi climàtic en la urbanització dels espais públics - Integrar l'adaptació al canvi climàtic en el sector de l'edificació - Impulsar el coneixement, la formació i divulgació dels impactes del canvi climàtic i de les mesures d'adaptació en la planificació urbanística entre els actors públics i privats i vinculats al sector i a la ciutadania

Taula 8. Mesures d'adaptació sectorials per als àmbits que influeixen en l'illa de calor. Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic. (2023). *Marc estratègic de referència d'adaptació al canvi climàtic per a l'horitzó 2030 (ESCACC30)*. Editorial Hawkins.

Com es pot observar, aquest document està plantejat de manera jeràrquica, de tal manera que les accions són plantejades a escala autonòmica i cada municipi les té com a referència i pot decidir o no aplicar-les al seu territori. Per aquest motiu es tracta d'accions que molt sovint són generalistes i cada municipi les ha de contextualitzar al seu marc territorial. En el cas de Lloret de Mar i Tossa de Mar aquestes són bones directrius per redactar el seu DUPROCIM.

6.1.3.2 Plans d'autoprotecció

Una altra mesura que es pot estudiar és les accions de responsabilitat individual o d'autoprotecció. Tot i que siguin recomanacions que fa la Generalitat de Catalunya es poden estendre a nivell local, encara que es basin en el comportament de cada persona. En tot cas, són mesures que si es realitzen serveixen per adaptar-se en moments d'onades de calor o temperatures anòmalament altes.

Abans de definir algunes accions que es recomanen es farà una definició sobre què vol dir l'autoprotecció. I és que es defineix com el conjunt de mesures implantades en un determinat àmbit exposat a una o diverses situacions de risc, destinades a preveure, prevenir i controlar-ne el risc, donar resposta adequada a les emergències i garantir la integració d'aquestes actuacions a les del sistema públic. Per a les onades de calor el públic més vulnerable és la gent gran, les dones embarassades, els treballadors a l'exterior i els esportistes. Aquests són els grups més propensos a patir hipertèrmia, que és l'augment anormal de la temperatura corporal a causa de l'exposició a temperatures ambientals elevades. A més a més, les persones grans tenen un seguit de factors de risc que les fan encara més vulnerables.

Aquests factors de risc són problemes de circulació perifèrica, malalties neurodegeneratives, malalties cròniques, excés de medicaments i sobrepès o manca de pes exagerats. Els síndromes que s'està patint hipertèrmia solen tenir en comú els següents patrons: rampes a les cames, esgotament, mal de cap, vòmits i mareig, malestar i miàlgies, i febre. Per combatre la hipertèrmia es mostra la taula 9, on es troben les principals mesures que es poden adoptar en cas d'onada de calor.

Àmbit	Consells
Al carrer	<ul style="list-style-type: none"> - Portar una gorra o un barret - Utilitzar roba lleugera, de colors clars i que no sigui ajustada - Caminar per l'ombra, estar sota un para-sol quan s'estigui a la platja i descansar en llocs frescos del carrer o en espais tancats que estiguin climatitzats - Portar aigua i beure'n sovint - Mullar-se una mica la cara i, fins i tot, la roba - Evitar sortir a les hores de més calor i evitar les activitats físiques intenses
Al cotxe	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar viatjar amb cotxe durant les hores de més calor i portar sempre líquids per hidratar-se - No deixar mai els nens ni les persones especialment vulnerables a l'interior del vehicle amb les finestres tancades; així com els animals de companyia - Aturar-se periòdicament per descansar i refrescar-se en viatges llargs - Fer una atenció especial als canvis sobtats de temperatura que es produeixen en entrar i sortir del vehicle
Als àpats	<ul style="list-style-type: none"> - Fer menjar lleugers, evitar els menjars molt calents i els que aporten moltes calories - Prendre aliments rics en aigua perquè ajudaran a recuperar les sals minerals perdudes per la suor - Beure molta aigua i suc de fruita al llarg del dia, encara que no es tingui set - No prendre begudes alcohòliques
A casa	<ul style="list-style-type: none"> - Durant el dia tancar les persianes de les finestres on toca el sol - A la nit obrir les finestres de casa per refrescar-la - Estar-se a les habitacions més fresques - Recórrer a algun tipus de climatització. Si no se'n té mirat de passar com a mínim dues hores al dia en llocs climatitzats - Refrescar-se sovint amb dutxes, tovalloles mullades amb aigua... - Beure aigua fresca de forma regular encara que no es tingui set - Si es tenen animals de companyia procurar que no s'estigui al sol i hidratar-lo
Ajudar als altres	<ul style="list-style-type: none"> - Si es coneix a gent gran o malalta que viu sola s'ha de mirar de visitar-los un cop al dia, ajudar-los a seguir aquests consells i, si pren medicació, revisar amb el seu metge si aquestes pot influir en la termoregulació i si s'ha d'ajustar o canviar - Si es troba a alguna persona amb els efectes de la deshidratació cal avisar urgentment als serveis mèdics o al 112, traslladar-lo a un indret més fresc i donar-li aigua, mullar-lo i ventar-lo fins que arribin els professionals de la salut

Taula 9. Mesures de responsabilitat individual que es poden dur a terme en onades de calor. Elaboració pròpia a partir de les dades de la Generalitat de Catalunya.

6.2 Illa de calor urbana

Feta tota la contextualització, i amb el treball de camp realitzat, s'exposaran els corresponents resultats. Abans de tot, però, per a cada campanya es mostrarà un mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) per caracteritzar la situació sinòptica d'aquell dia. Després del comentari meteorològic es procedirà a mostrar la configuració espacial del fenomen de l'illa de calor i la intensitat que presenta.

6.2.1 Cas del 28 de desembre de 2022

6.2.1.1 Situació sinòptica

En el mapa de superfície (vegeu la figura 26) s'aprecia com existeix una advecció d'oest per un bloqueig anticiclònic al sud del continent europeu. La isohipses, paral·leles en sentit oest-est, denoten l'advecció mencionada. Es tracta de la típica circulació zonal provocada per la disposició quasi rectilínia del *Jet Stream*. Aquesta situació porta calma atmosfèrica i vents aponentats tendint a ser de garbí. A Escòcia, en canvi, hi ha emplaçada una zona de baixes pressions per la presència d'una massa d'aire freda. Degut al bloqueig anticiclònic, però, dites baixes pressions no poden desplaçar-se cap a la Península Ibèrica, però al nord-oest (Galícia i Astúries) hi ha la possibilitat que arribin cues frontals amb precipitacions. Per la proximitat al mar la humitat era molt elevada, sempre compresa entre el 85% al centre de Lloret de Mar i el 100% a les afores, i entre el 90% i el 100% a Tossa de Mar. Aquest fet enterbolia l'ambient per la presència d'algunes boires formades per advecció, ja que el punt de rosada es trobava entre els 12°C i 13°C.

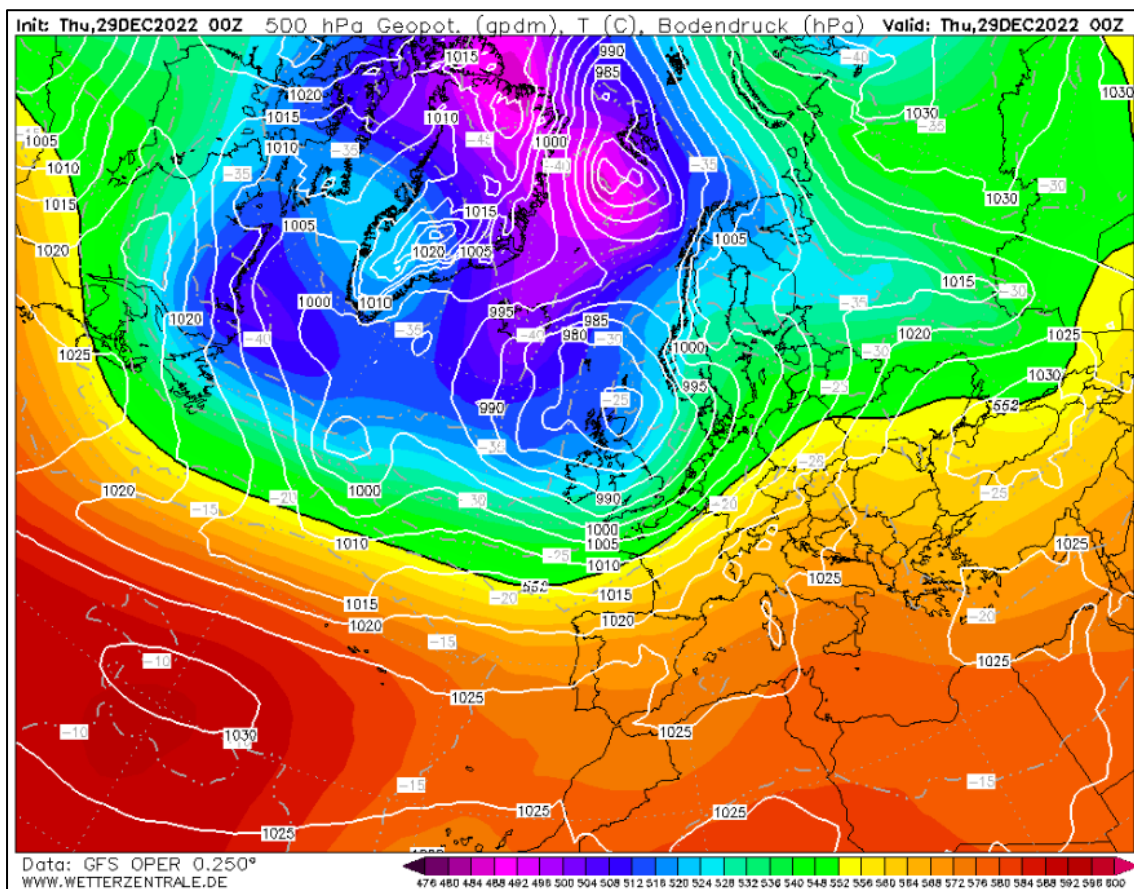


Figura 26. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 28-29 de desembre de 2022. Extret de Wetterzentrale.

6.2.1.2 Lloret de Mar

Configuració espacial

El mapa tèrmic de la ICU (vegeu la figura 27) permet veure dos centres tèrmics marcats per la isoterma de 13°C-14°C. El primer centre s'ubica al sector de Fenals i el segon al tram final de l'avinguda Just Marlés, just a la seva intersecció amb el Passeig Marítim i l'extrem més occidental de la Platja de Lloret de Mar, fins i tot agafant el sector oriental del barri de Cala Banys. A partir d'aquí s'observa com al nucli urbà del municipi predomina la isoterma de 12°C-13°C, a excepció del carrer que porta al barri de Can Ballell, on s'hi troba una isoterma de 11°C-12°C.

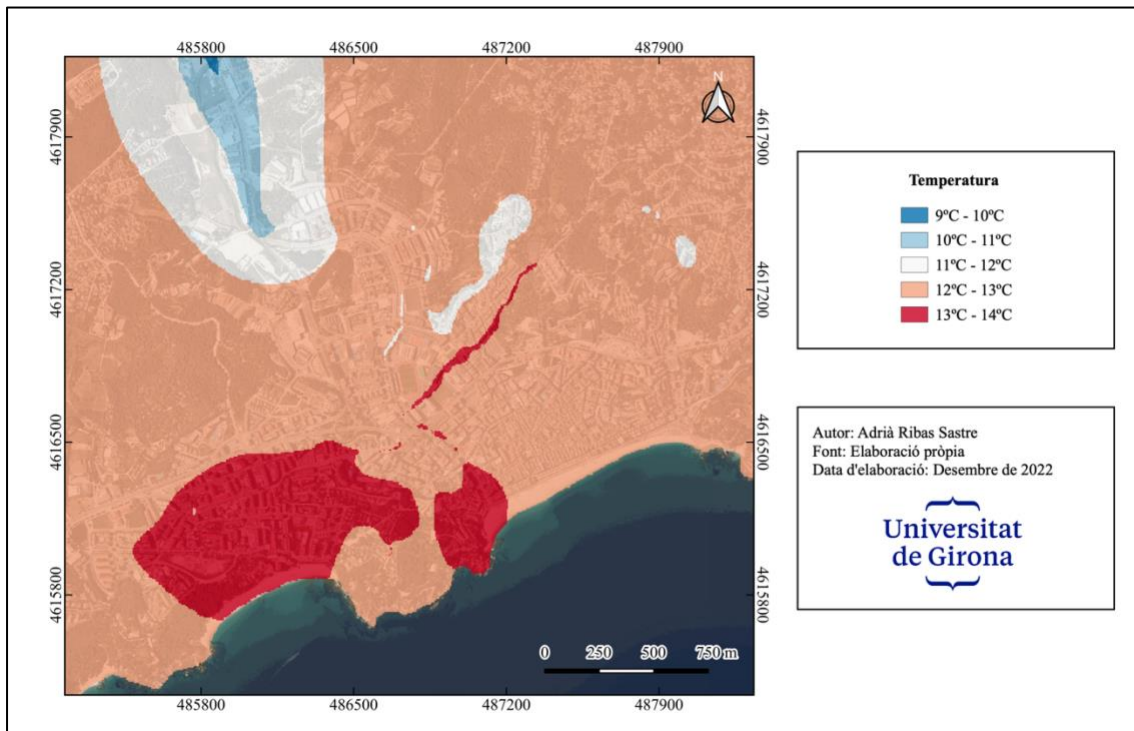


Figura 27. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 28 de desembre de 2022. Elaboració pròpia.

Una vegada se surt del municipi a través de C-63 direcció Vidreres ja es troben isoterms relatives a temperatures més fresques. S'ubica un primer anell conformat per una isoterma de 11°C-12°C que agafa des de l'inici de l'avinguda del Rieral fins al final. Dins dita zona es conforma una altra isoterma de 10°C-11°C, la qual agafa l'entorn més immediat de la C-63, just al sector del polígon. Finalment, ja al tram de la C-63 que s'ubica al límit septentrional del polígon es troba el sector més fred amb una isoterma de 9°C-10°C, just abans de la intersecció que porta a la urbanització de Mas Romeu Residencial.

En aquest cas es veu com els factors que determinen la configuració de l'illa de calor i el màxim tèrmic són antròpics, atès que els màxims es donen al sector de Fenals i a la confluència de l'avinguda Just Marlés amb el passeig marítim. És en aquestes zones on més activitat antròpica s'estava donant en aquesta jornada, sobretot per la presència de trànsit rodat i per l'entramat il·luminat. De fet, al sector de Fenals es pot al·ludir més al trànsit rodat, mentre que el màxim tèrmic del passeig marítim amb l'avinguda Just Marlés es pot entendre per l'entramat il·luminat, tot i que també per la presència de vehicles. No obstant això, cal tenir en compte que la presència de mar provoca que el màxim tèrmic es trobi proper a la costa perquè la temperatura del mar és més càlida que la del continent.

Intensitat

En aquesta jornada hi va haver una intensitat de 3,9°C. El mínim valor, de 9,62°C, es va registrar a la C-63, just abans de la intersecció a la urbanització de Mas Romeu Residencial. El màxim valor, de 13,52°C, es va registrar al sector de Fenals.

6.2.1.3 Tossa de Mar

Configuració espacial

El mapa tèrmic de la ICU (vegeu la figura 28) mostra un gran centre tèrmic que comprèn l'extrem més septentrional de la Vila Vella i l'extrem meridional de la Vila Nova, just a sobre l'avinguda de Ferran Agulló. Al tractar-se de l'estació hivernal l'activitat es concentra en aquest punt, sobretot pel trànsit rodat de vehicles. A més a més, en aquest punt de l'avinguda s'hi troben els principals comerços del municipi, on els ciutadania va a comprar. En aquest punt la temperatura oscil·la entre els 14,175°C i els 14,4°C.

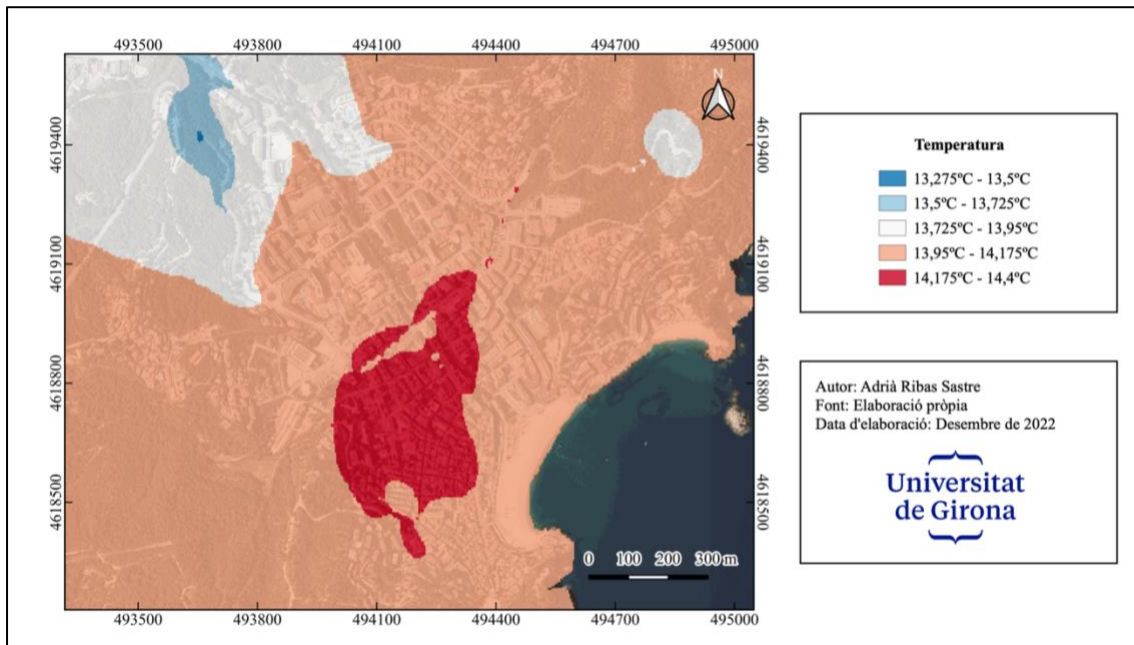


Figura 28. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 28 de desembre de 2022. Elaboració pròpia.

Si anem desplaçant l'òptica cap a la resta del municipi la isoterma s'ubica clarament entre els 13,95°C i els 14,175°C. Aquesta monotonia es trenca a la GI-682 direcció Sant Feliu de Guíxols, en la intersecció per dirigir-se cap al barri de la Mar Menuda. A aquí la isoterma s'ubica entre els 13,725°C i els 13,95°C. Dita isoterma també es fa notable a mesura que ens anem allunyant del municipi direcció Llagostera, a la GI-681, i a la GI-682 direcció Lloret de Mar. A aquestes dues zones cal sumar-hi la zona de serveis recreatius on hi ha el Parc de Sa Riera amb els diversos equipaments esportius. La frondosa vegetació en aquest punt fa que sigui un sector més ombrívol on la temperatura és més fresca. Cal destacar que a la GI-682 direcció Lloret de Mar s'hi troba la isoterma de 13,5°C a 13,725°C, la qual s'estén fins a un sector de la GI-681. A més a més, en un determinat punt de la GI-682 és on s'ubica la isoterma de temperatura més baixa, la qual va dels 13,275°C als 13,5°C. Sia com sia, les temperatures més baixes es fan paleses a la perifèria nord-occidental del terme municipal per la influència del massís de l'Ardenya i per la menor activitat antròpica.

Per a aquesta jornada l'illa de calor va estar clarament afectada per factors geogràfics i meteorològics. Com s'ha mencionat en el comentari de la situació sinòptica de la jornada, la humitat relativa per a Tossa de Mar es trobava entre el 90% i el 100% a tot el municipi amb un punt de rosada que estava entre els 12°C i els 13°C. A part, era un dia totalment típic de situacions anticiclòniques, amb cel totalment serè i sense vent. És en aquestes ocasions quan la boira té un gran efecte regulador de l'illa de calor urbana. El fet que Tossa de Mar estigui encaixada als peus del massís de l'Ardenya genera que les boires per advecció quedin retingudes i facin acte de presència a tot el terme municipal, mentre que a un municipi més obert, com Lloret de Mar, la boira es dissipa fàcilment. Així doncs, en el cas de Tossa de Mar la boira va actuar com una barrera que interceptava la calor que, en forma de irradiació, havia de retornar a l'atmosfera. Aquest fet explica el motiu pel qual a Tossa de Mar la temperatura municipal va ser ostentament més elevada que a Lloret de Mar i perquè la intensitat de l'illa de calor quasi no va arribar al grau de temperatura, com s'observarà a continuació.

Intensitat

En aquesta jornada hi va haver una intensitat de 0,92°C. El valor mínim, de 13,44°C, es va registrar a la carretera GI-682 direcció Sant Feliu de Guíxols. El valor màxim, de 14,36°C, es va registrar a l'extrem més septentrional de la Vila Vella, quasi en contacte amb l'avinguda de Ferran Agulló. Com es pot observar la intensitat per aquesta jornada és significativament més baixa a la de Lloret de Mar (de 3,9°C) i no arriba al grau positiu.

6.2.2 Cas del 15 de febrer de 2023

6.2.2.1 Situació sinòptica

En el mapa de superfície (vegeu la figura 29) s'observa com existeix una advecció d'oest per la presència d'un bloqueig anticiclònic al sud-oest del continent europeu. Les isohipses, disposades de sud-oest a nord-est, denoten aquesta advecció. A les latituds corresponent a la Península Ibèrica i el mediterrani occidental hi ha una dorsal anticiclònica que porta un temps estable amb vents de ponent i garbí, encara que febles. Al nord del continent europeu, ja a Escòcia i la Península Escandinava, hi ha ubicada una zona de baixes pressions que porta precipitacions.

En aquesta configuració meteorològica els dos municipis analitzats gaudeixen de temps estable, encara que el dia de la presa de dades hi havia la presència de núvols baixos i mitjans amb un lleuger vent de garbí. La humitat a Lloret de Mar es trobava entre el 85% i el 98%, mentre que a Tossa de Mar oscil·lava entre el 73% i el 94%. Com que el punt de rosada estava entre els 6°C i 7°C, i en cap cas es va arribar a aquestes temperatures, no hi havia presència de boires costaneres. Sí que cal esmentar que aquesta setmana es sortia d'una setmana prèvia amb baixes pressions, així que cal esmentar el fenomen de la inversió tèrmica com un element a tenir en compte per possibles variacions en l'illa de calor.

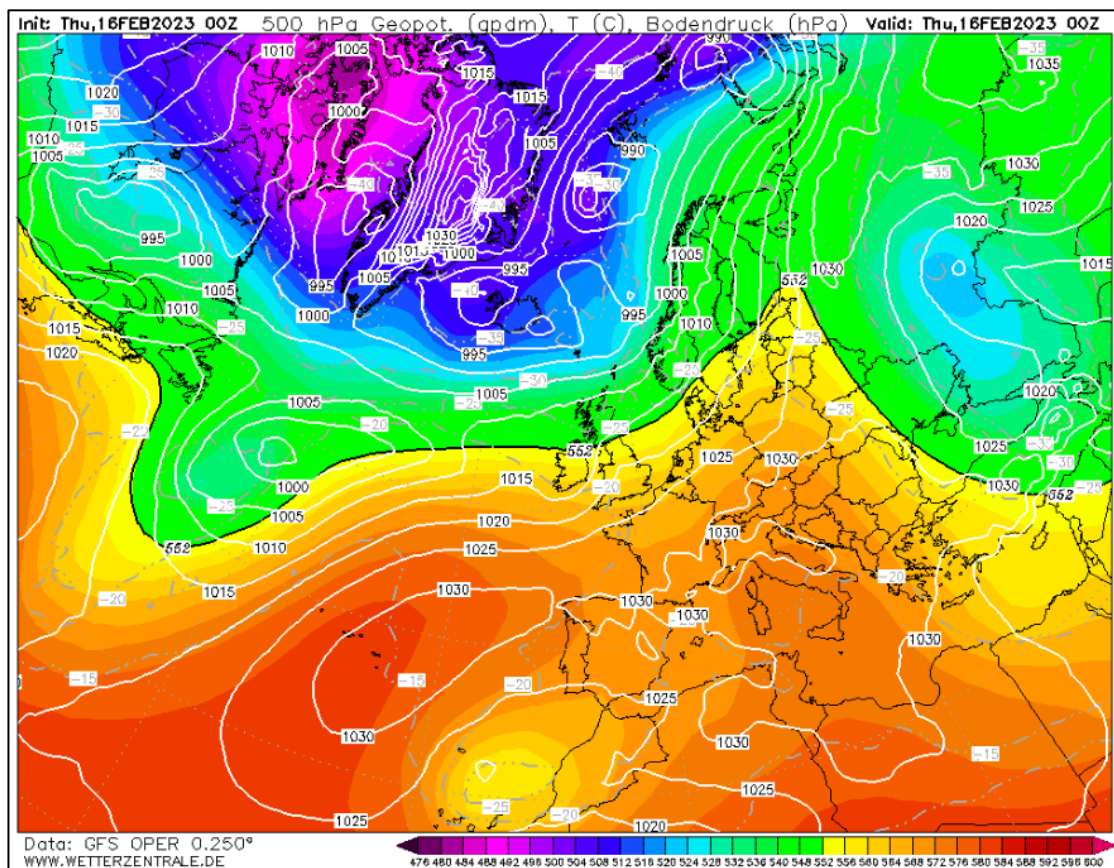


Figura 29. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 15-16 de febrer de 2023. Extret de Wetterzentrale.

6.2.2.2 Lloret de Mar

Configuració espacial

El mapa de la ICU per al dia 15 de febrer de 2023 (vegeu la figura 30) mostra dos màxims tèrmics molt ben definits. El primer, i més extens, s'ubica a l'extrem oriental del passeig marítim, ja en la confluència del casc antic amb la urbanització de la Roca Grossa. En aquest punt la isoterma se situa entre els 9°C i els 10°C, així com al segon màxim tèrmic, que es troba a l'avinguda Vila de Tosa al seu pas pel camp de futbol municipal.

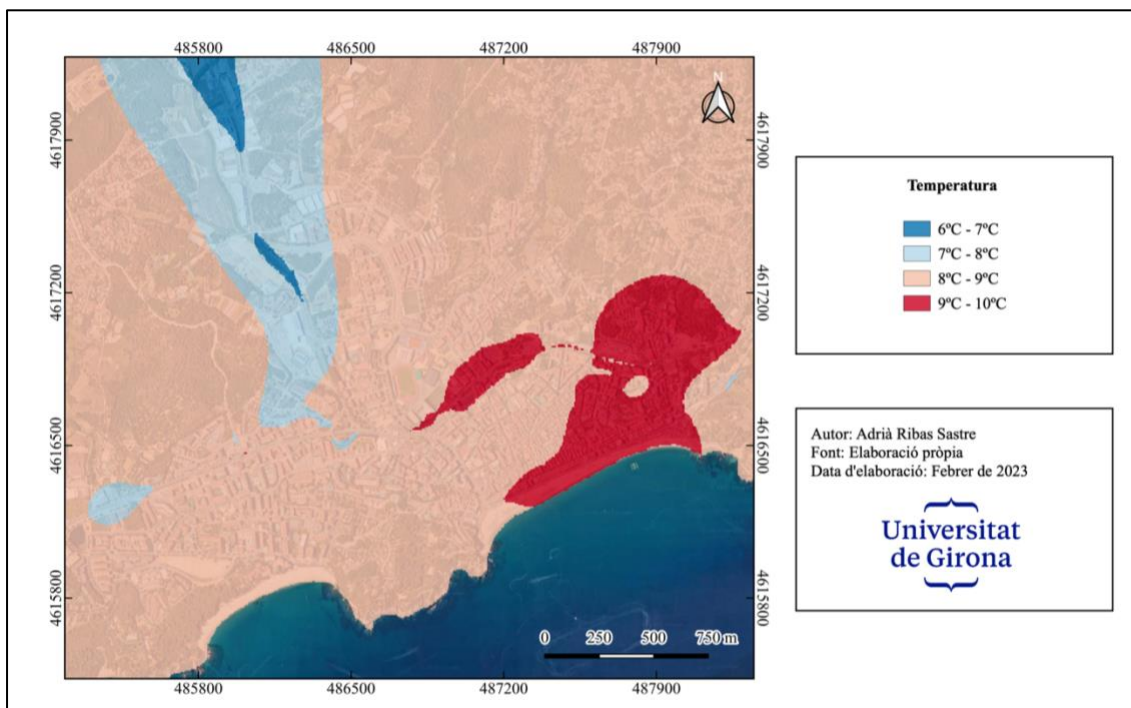


Figura 30. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 15 de febrer de 2023. Elaboració pròpia.

No és fins arribar a la C-63 anant cap a Vidreres que trobem isoterms de 7°C a 8°C. A aquí la temperatura ja és més baixa perquè es tracta de la perifèria, on l'activitat antròpica és baixa més enllà de la que pugui generar l'emplaçament d'establiments comercials com els supermercats (Esclat, Lidl...). Tanmateix, és a la perifèria i, per tant, la temperatura disminueix. A mesura que la distància respecte el nucli urbà augmenta, ja a la zona industrial direcció Vidreres, la temperatura baixa fins als 6°C-7°C. De totes maneres, cal destacar una isoterma de 7°C a 8°C a l'avinguda Vila de Blanes al seu pas pel sector de Fenals, just en el seu final occidental. Pel que respecte a la resta del municipi la temperatura oscil·la entre els 8°C i 9°C de manera estable.

En aquesta jornada l'illa de calor i el màxim tèrmic ve determinat per factors meteorològics i urbans, més que no pas per factors antròpics. En primer lloc, el màxim tèrmic es troba proper a la costa perquè a l'hivern la temperatura del mar és més elevada que la del continent, així que la temperatura aquí sol ser més elevada. En segon lloc, en aquesta jornada hi havia vent de garbí, que per lleuger que fos acaba influenciant el comportament de l'illa de calor. És així com el màxim tèrmic es troba a sotavent del vent dominant, és a dir, el garbí.

Finalment, el factor urbà acaba influenciant clarament l'illa de calor, ja que el màxim tèrmic també es troba al casc antic, on els carrers entre edificis són estrets i els edificis, per les seves característiques més antigues, deixen menor superfície lliure de cel. Així doncs, la irradiació rebota en els "canyons urbans" i queda retinguda en els estrets carrers que separen les edificacions.

Intensitat

Per a aquest dia la intensitat va ser de 3,6°C i, per tant, molt semblant a la jornada del desembre. El mínim valor, de 6,35°C, es va situar a la C-63 direcció Vidreres, just abans de la intersecció cap a la urbanització Mas Romeu Residencial. Pel contrari, el màxim valor, de 9,95°C, es va registrar a l'extrem oriental del passeig marítim, just a la glorieta que permet desviar-se cap a la Cala de Sa Caleta.

6.2.2.3 Tossa de Mar

Configuració espacial

Per a la jornada del 15 de febrer de 2023 (vegeu la figura 31) es distingeixen dos màxims tèrmics i un tercer nucli que es podria considerar màxim tèrmic per les seves característiques. El primer s'ubica al nord-est, just al punt més elevat del barri de Sa Roqueta, el segon es troba a la glorieta ubicada al costat de la petita zona de polígon/serveis dedicats a l'automoció. En aquest cas el màxim tèrmic es troba aquí perquè hi havia activitat antròpica derivada del treball. El tercer màxim tèrmic, malgrat no estar tan definit com els dos primers, es troba al barri de Miramar. En tots tres casos la isoterma és de 10°C a 10,5°C, i està envoltada d'una isoterma de 9,5°C a 10°C. Envoltant cada màxim tèrmic, i coincidint amb les zones més elevades del terme municipal, s'hi ubica la isoterma de 9°C a 9,5°C.

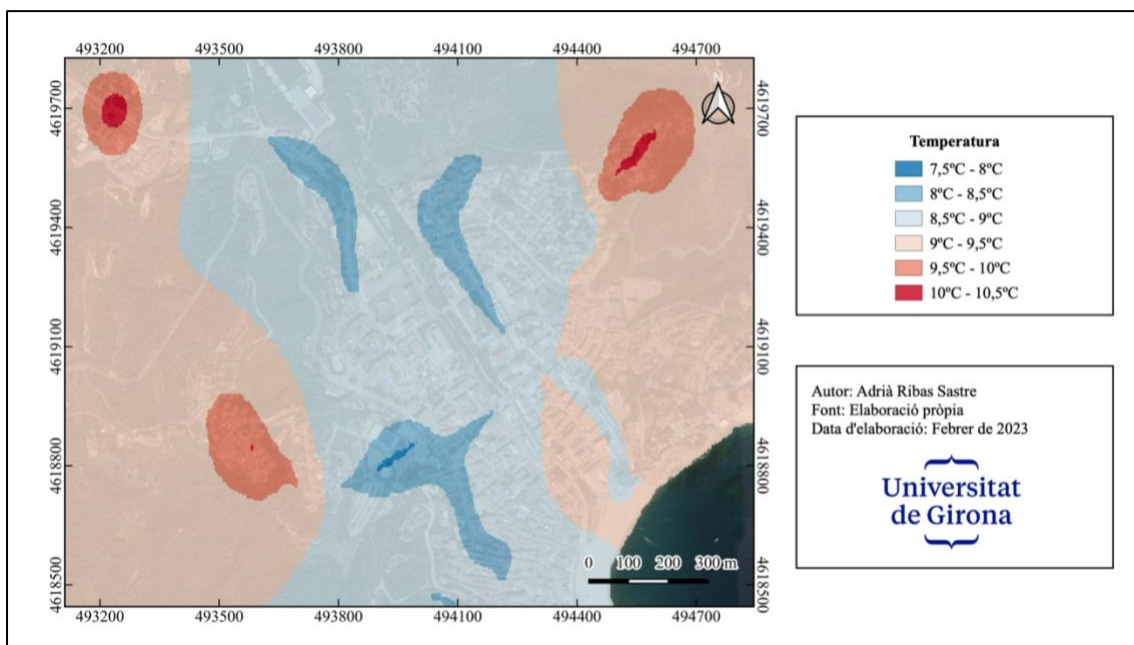


Figura 31. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 15 de febrer de 2023. Elaboració pròpia.

Paradoxalment, a les zones pròpiament urbanes del terme municipal, i coincidint amb les zones més baixes des del punt de vista altitudinal, s'hi troben les temperatures més baixes. És un resultat que sobta, donat que on teòricament hauria d'existir l'illa de calor o situar-se les temperatures més elevades és on es troben les temperatures més baixes. La majoria del casc urbà presenta una temperatura de 8,5°C a 9°C. Entre la GI-681 i l'inici de l'avinguda de Puerto Rico en el seu extrem septentrional, la zona baixa del barri de Sa Roqueta, i l'extrem més occidental de l'avinguda de Ferran Agulló endinsant-se cap a la Vila Vella és on es troben les isoterms de 8°C a 8,5°C. Finalment, el mínim tèrmic, de 7,5°C a 8°C, queda comprès entre l'edifici de l'Esclat i l'estació d'autobusos del municipi.

Per a aquesta jornada els factors que van influir en la atípica configuració de l'illa de calor són factors antròpics, geogràfics i meteorològics. El màxim tèrmic de la glorieta ubicada al costat de la zona de serveis dedicats a l'automoció ve donat clarament per l'alta activitat antròpica en contraposició a la resta del municipi, que aquella jornada estava buit d'activitat antròpica. En canvi els altres dos màxims tèrmics s'intueix que venen condicionats per factors geogràfics i meteorològics. Cal esmentar que aquella jornada hi havia condicions anticiclòniques, però venint d'una setmana anterior amb depressions constants arribant a Catalunya. És just en aquestes condicions d'anticicló hivernal després de depressions quan la inversió tèrmica es fa més notòria. Alhora, és de nit quan més es deixa notar l'efecte de la inversió tèrmica. Just en aquesta jornada hi havia inversió tèrmica perquè el gradient tèrmic vertical era negatiu (concretament de -0,5°C a -1°C/100 metres). Això vol dir que cada en 100 metres de d'ascens d'altitud la temperatura augmenta a raó de 0,5°C a 1°C, generant que a cotes més baixes la temperatura sigui inferior que a cotes altes. A aquesta inversió tèrmica se li ha d'afegir la presència del massís de l'Ardenya com a element que retè la temperatura i que ha fet de Tossa de Mar un municipi on les urbanitzacions i barris es troben a altituds majors a 100 metres. La conjunció de barris i urbanitzacions elevades amb la inversió tèrmica permet explicar el motiu pel qual en aquesta jornada el màxim tèrmic es trobava a les zones més elevades i, en canvi, a les zones urbanes de les cotes baixes hi havia els mínims tèrmics.

Intensitat

La intensitat per aquesta jornada va ser de 2,73°C. El valor mínim, de 7,85°C, es troba entre l'Esclat i l'estació d'autobusos, just al Carrer Lluís Companys. En canvi, el valor màxim, de 10,58°C, s'ubica a la glorieta ubicada al costat de la petita zona de polígon/serveis dedicats a l'automoció.

6.2.3 Cas del 6 d'abril de 2023

6.2.3.1 Situació sinòptica

En el mapa de superfície (vegeu la figura 32) s'entreveu una situació anticiclònica per a tota la Península Ibèrica. La manca d'isohipses indica una jornada de temps molt tranquil amb la presència de vents variables. Els vents més notoris provenen de nord-oest, encara que al litoral mediterrani dominen vents de garbí i, al vespre, vents de terral propis d'aquesta època de l'any. La influència de l'anticicló ubicat a occident de l'Oceà Atlàntic arriba fins la Península Ibèrica creant una dorsal anticiclònica i frenant el pas a les baixes pressions que freqüenten Groenlàndia i Islàndia. Dita situació pot provocar tempestes d'evolució diürna a la dorsal humida catalana, encara que el més predominant sigui una jornada assolellada i serena al conjunt del territori català.

En aquesta configuració meteorològica els dos municipis analitzats gaudeixen de temps estable, encara que el dia de la presa de dades va fer acte de presència el vent de terral propi d'aquesta època de l'any. La humitat a Lloret de Mar es trobava entre el 83% i el 92%, igual que a Tossa de Mar. Com que el punt de rosada estava entre els 7°C i 8°C, i en cap cas es va arribar a aquestes temperatures, no va aparèixer boira.

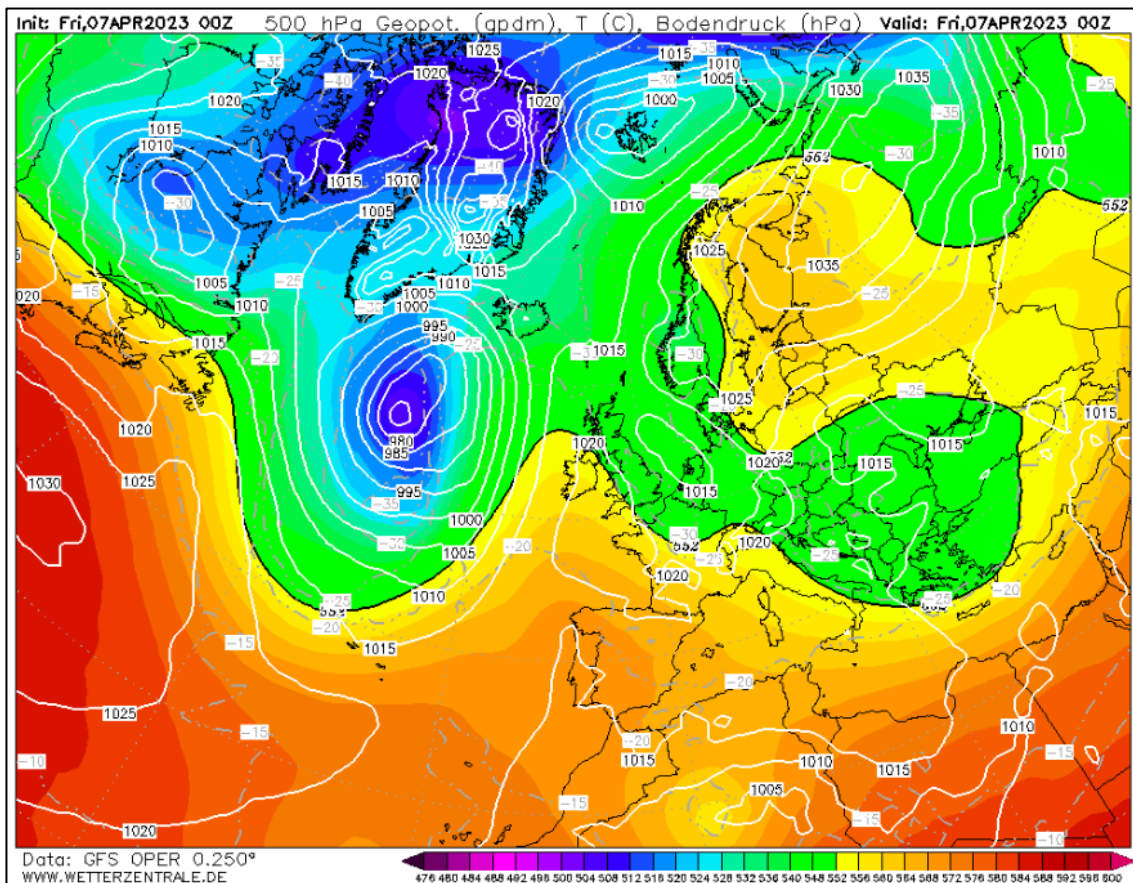


Figura 32. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 6-7 d'abril de 2023. Extret de Wetterzentrale.

6.2.3.2 Lloret de Mar

Configuració espacial

A la jornada del 6 d'abril de 2023 (vegeu la figura 33), és a dir, durant Dijous Sant de la Setmana Santa, es mostra un màxim tèrmic molt ben definit a la urbanització nord-oriental de la Roca Grossa. En aquest màxim tèrmic la temperatura oscil·la entre els 11°C i 12°C just a l'avinguda de la Roca Grossa, que és el principal carrer que la vertebrava. Al voltant d'aquest màxim tèrmic apareix una isoterma de 10°C a 11°C que agafa la resta de la urbanització. A la confluència del sector de Fenals amb el barri de Cala Banys es troba un petit màxim tèrmic de 10°C a 11°C. La resta del municipi es troba sota la influència de la isoterma que va dels 9°C als 10°C, tot i que el màxim d'aquesta isoterma es trobaria a la confluència de l'avinguda Just Marlés amb el passeig marítim.

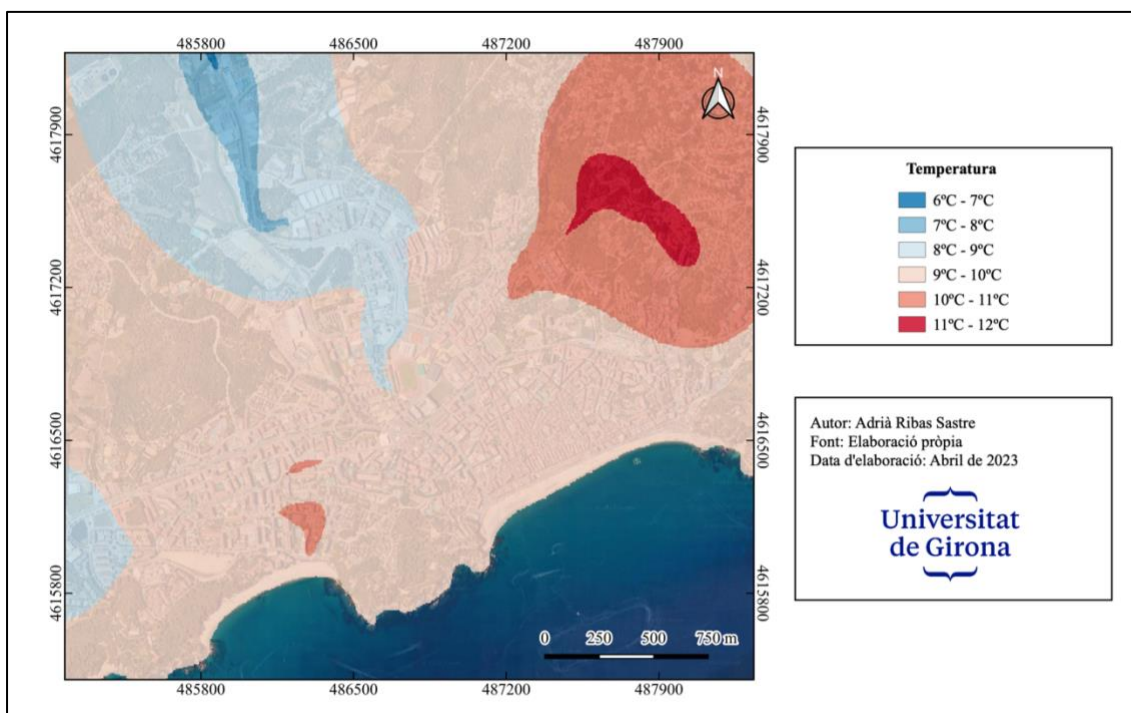


Figura 33. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 6 d'abril de 2023. Elaboració pròpia.

Per buscar temperatures més baixes cal desplaçar l'òptica cap a les afores del nucli. La isoterma de 8°C a 9°C es troba a dos llocs: a la GI-682 direcció Blanes, just a la glorieta que porta cap a la urbanització de Santa Cristina, i a la C-63 direcció Vidreres, tot resseguint el polígon industrial. De fet, és en aquesta última zona on les isoterms baixen a mesura que ens anem allunyant del polígon cap a Vidreres. A aquí ja es troben temperatures de 7°C a 8°C i el mínim tèrmic de 6°C a 7°C just a la intersecció que porta cap a Mas Romeu Residencial.

Els principals factors que influeixen en la ICU d'aquesta jornada són antròpics i urbans, tot i que els primers tenen major pes. Cal comentar que les dades van ser preses durant la Setmana Santa i, més precisament, Dijous Sant, data clau perquè significava el preludi d'un pont de quatre dies que la població aprofita per anar de viatge. Així doncs, l'activitat antròpica aquests dies era molt més elevada que un dia normal, fet que ja es deixava entreveure amb l'obertura de locals d'oci nocturn.

Dita activitat generava molta contaminació lumínica que, juntament amb l'elevat trànsit en aquella nit, va fer augmentar la temperatura a llocs com el sector de Fenals i l'avinguda Just Marlés. Tanmateix, sobta el màxim tèrmic a la urbanització de Roca Grossa. I és que les segones residència ja estaven ocupades i, per tant, els serveis en aquestes es van posar en marxa juntament amb tot l'enllumenat. Aquest fet va ser clau per l'augment de temperatura a dita urbanització respecte la resta. A part, cal comentar que a la pujada cap a aquesta urbanització des del nucli urbà es va tenir l'incident d'un camió de la brossa. Per tant, es pot donar la hipòtesi que els gasos que pogués desprendre dit camió de manera continua sobre l'aparell que pren les dades van influir en la temperatura fent-la augmentar, ja que les contínues parades i arrancades augmenten la combustió del vehicle en un carrer bastant tancat on els gasos no poden escapar fàcilment.

Intensitat

La intensitat per aquesta jornada va ser de 4,93°C. El valor mínim, de 6,72°C, es troba a la intersecció de la C-63 que porta cap a la urbanització de Mas Romeu Residencial. En canvi, el valor màxim, de 11,65°C, s'ubica a l'avinguda de la Roca Grossa, en la urbanització homònima.

6.2.3.3 Tossa de Mar

Configuració espacial

Per la jornada del 6 d'abril de 2023 (vegeu la figura 34) s'aprecia un màxim tèrmic d'11,5°C a 12,5°C a la Vila Vella, just la zona del municipi que aquest dia estava més ocupada des del punt de vista antròpic. A la resta del municipi la isoterma s'ubica entre els 10,5°C i els 11,5°C, a excepció del sector que recorre la Riera de Tossa. És aquí on la isoterma es troba entre els 9,5°C i 10°C perquè el propi curs d'aigua canalitza les temperatures i les refresca. En canvi, a mesura que es ressegueix la carretera GI-681 direcció Llagostera la temperatura va baixant perquè la influència antròpica es dissipa degut a menor contaminació lumínica i per una major obertura de l'ambient. A part, cal remarcar que en aquest punt el massís de l'Ardenya refresca les temperatures per la presència de vegetació, la qual reté molta humitat afavorint un ambient més frescal.

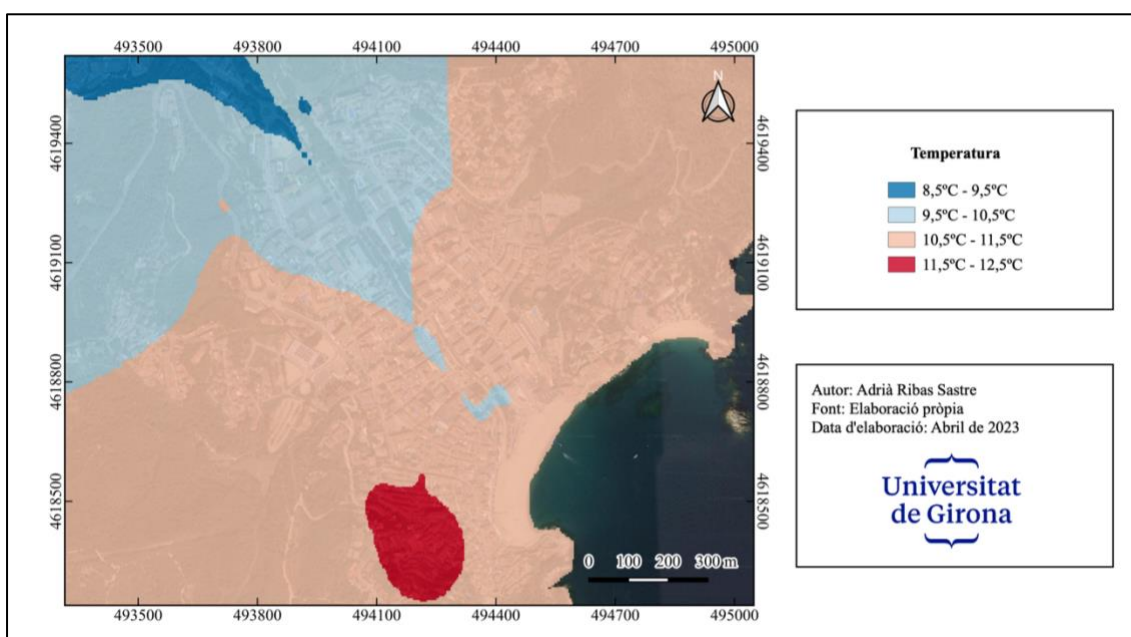


Figura 34. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 6 d'abril de 2023. Elaboració pròpia.

Així doncs, una vegada s'arriba a la petita zona de serveis automobilístics la temperatura disminueix, de tal manera que s'hi ubica el mínim tèrmic de 8,5°C a 9,5°C. Dit mínim tèrmic s'amplia fins la zona de serveis esportius i recreatius, on la frondosa vegetació en combinació amb la Riera de Tossa generen un ambient més fresc perquè s'esmoreeix la temperatura.

Els principals factors que expliquen les temperatures en aquesta jornada són antròpics, geogràfics i urbans. Gràcies a la combinació d'aquests tres es pot explicar el perquè de les temperatures. En primer lloc, al tractar-se d'una jornada festiva de Setmana Santa la influència antròpica era molt més intensa que en les dates hivernals. És a la Vila Vella on hi havia la major activitat de vehicles i persones per la ubicació de serveis de restauració i oci que en aquell moment estaven plens de turistes. A més a més, el fet que la Vila Vella presenti carrers molt estrets amb edificis que s'aixequen de manera vertical afavoreix la retenció de les temperatures i que la calor no pugui escapar. En canvi, les temperatures més baixes es troben al voltant de la Riera de Tossa perquè la massa d'aigua esmoreeix les temperatures i suavitza l'ambient. És un clar exemple de com la infraestructura blava pot ajudar a disminuir la calor urbana. Ja no és només la influència de les masses d'aigua, sinó que la vegetació, és a dir, infraestructura verda, també fa aquest efecte d'esmoreïment mitjançant la retenció d'humitat i la generació de zones ombrívols. Per això a mesura que s'endinsa cap al massís de l'Ardenya les temperatures disminueixen, així com a la zona de serveis esportius i recreatius de les afores. Finalment, cap a les afores l'activitat antròpica és ínfima en comparació amb la Vila Vella i la Vila Nova, on es concentra tota l'oferta de recreació, i la disposició més oberta dels edificis dissipa les temperatures.

Intensitat

La intensitat per aquesta jornada va ser de 3,15°C. El valor mínim, de 8,93°C, es troba a la zona de serveis automobilístics de les afores del municipi, just a la carretera GI-681 direcció Llagostera. Per l'altra banda, el valor màxim, de 12,08°C, s'ubica a la Vila Vella, més concretament a les immediateses de la parròquia de Sant Vicenç.

6.2.4 Cas del 9 de juny de 2023

6.2.4.1 Situació sinòptica

En el mapa de superfície (vegeu la figura 35) s'observa un domini anticiclònic a tot el continent europeu i, en especial, a la Península Ibèrica. L'anticicló ubicat a l'Oceà Atlàntic, que conforma el centre d'acció de l'Anticicló de les Açores, frena els fronts polars, que queden estancats a Groenlàndia. De manera més concisa el continent europeu es veu en ple pantà baromètric, ja típic dels mesos estivals. No domina cap situació atmosfèrica i no es preveuen vents dominants. Aquesta situació acaba portant a dies assolellats durant el matí i el creixement de núvols d'evolució diürna a les principals serralades del territori català, les quals poden arribar fins al litoral al final del dia.

Durant la presa de dades hi havia la presència de núvols baixos a Tossa de Mar, en gran part per la presència del massís de l'Ardenya, ja que van quedar presos en aquesta zona. En canvi, a Lloret de Mar la nit era serena. En els dos casos la humitat es trobava al voltant del 85%-90% degut a les precipitacions que havien caigut a la tarda d'aquell mateix dia. El punt de rosada era de 19°C-20°C, i com que no es va arribar a aquesta temperatura no van aparèixer boires.

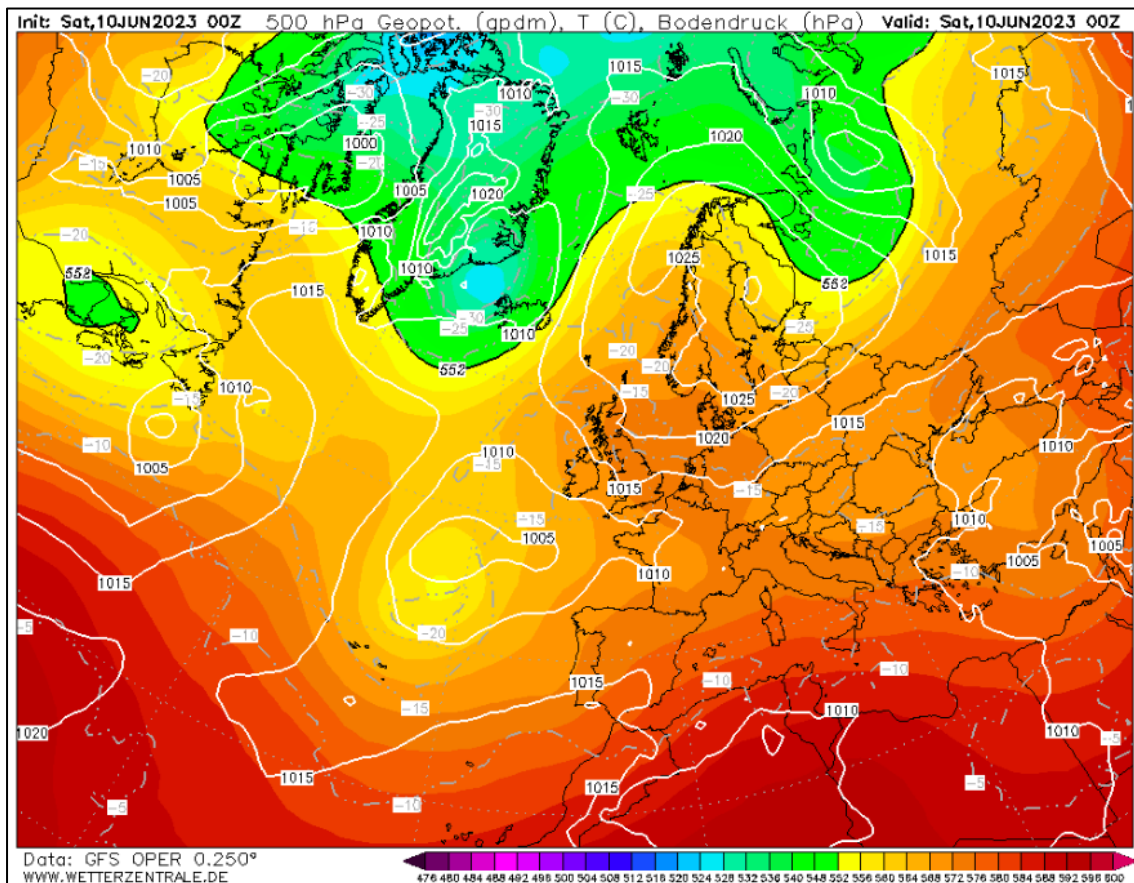


Figura 35. Mapa del temps en superfície i en altura (500 hPa) del 9-10 de juny de 2023. Extret de Wetterzentrale.

6.2.4.2 Lloret de Mar

Configuració espacial

Per la jornada del 9 de juny (vegeu la figura 36) s'observa un màxim tèrmic ben definit al llarg de l'avinguda Vila de Blanes, just al seu pas pel sector urbà de Fenals. Dit màxim tèrmic es troba comprès entre els 23°C i 23,5°C, i es deu a la presència de molt de trànsit rodat per dita carretera degut a l'arribada de la temporada alta al municipi. Alhora, els negocis del voltant la carretera estaven en ple funcionament provocant molt presència humana i el ple funcionament de l'enllumenat públic. Al voltant d'aquest màxim tèrmic, i ja agafant Fenals, es troba una isoterma de 22,5°C a 23°C pel trànsit rodat dins el propi sector i l'enllumenat. Aquesta isoterma també agafa tot el casc antic, l'avinguda Just i Marlés, el passeig marítim i els habitatges en direcció a la urbanització de la Roca Grossa. A la resta del nucli urbà la isoterma s'ubica entre els 22°C i els 22,5°C, essent la isoterma dominant al municipi.

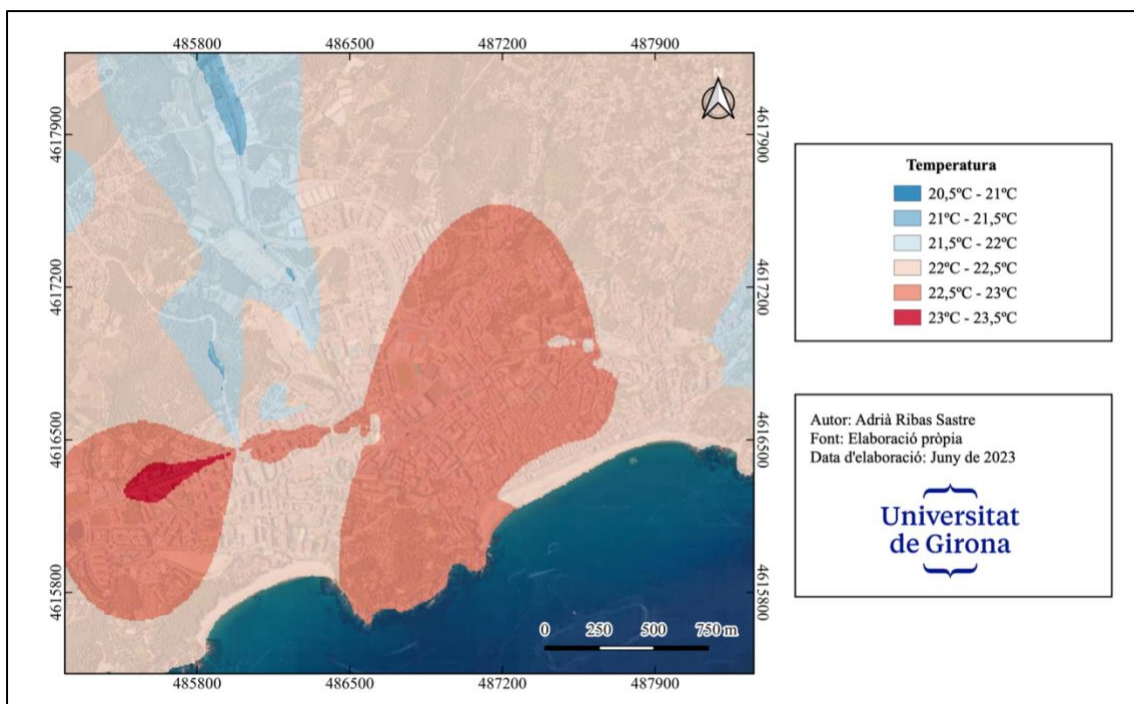


Figura 36. Configuració de la ICU a Lloret de Mar pel dia 9 de juny de 2023. Elaboració pròpia.

A mesura que es va en direcció al polígon industrial, ja cap a Vidreres per la C-63, és on les isotermes baixen, ja entre els 20,5°C i els 22°C. A aquí el trànsit rodat era mínim i l'enllumenat molt tènue. De fet, és aquí on es troba el mínim tèrmic, amb la isoterma de 20,5°C a 21°C.

Els dos factors que expliquen les temperatures per aquesta jornada són antròpics i urbans. Les isotermes més elevades es troben als sectors on el trànsit rodat era més freqüent i on l'oci nocturn ja estava en màxim funcionament. A l'avinguda de Blanes el trànsit era molt elevat i això acabava generant molts gasos d'efecte hivernacle que augmentaven la temperatura. Alhora, l'enllumenat públic també estava tot encès, i juntament amb els locals d'oci nocturn i tota l'acció antròpica que això comporta, fent que la temperatura incrementés.

A l'avinguda Just i Marlés també és destacable tota l'acció antròpica que hi havia a la matinada, en gran part perquè és el principal carrer que aglomera la majoria dels locals d'oci nocturn. Tanmateix, la temperatura no va enfilar-se tant com a l'avinguda de Blanes perquè el trànsit rodat era menor, fent que el trànsit es converteixi en un dels factors claus per elevar la temperatura. En canvi, al casc antic la isoterma de 22,5°C a 23°C s'explica perquè és una zona molt densament urbanitzada i amb edificis molt junts, de tal manera que els carrers són molt estrets i es deixa poca visió de cel. Això produeix que la temperatura quedi retinguda als carrers i no es pugui escapar.

Intensitat

La intensitat per aquesta jornada va ser de 2,45°C. El valor mínim, de 20,83°C, es troba a la GI-682, just abans de la intersecció que permet anar cap a la urbanització de Canyelles. En canvi, el valor màxim, de 23,28°C, s'ubica a l'avinguda Blanes, just en el seu pas pel sector de Fenals.

6.2.4.3 Tossa de Mar

Configuració espacial

Per la jornada del 9 de juny (vegeu la figura 37) es pot visualitzar un màxim tèrmic conformat per la isoterma de 23,2°C a 23,6°C al carrer de Sant Antoni, ja dins la Vila Vella, i un altre màxim tèrmic conformat per la mateixa isoterma a l'avinguda de Ferran Agulló en la seva meitat occidental. La resta del nucli urbà es troba comprès entre els 22,8°C i els 23,2°C, atès que la màxima activitat antròpica es trobava en aquests dos punts, tot i que a la Vila Vella s'hi ha de sumar el factor urbà.

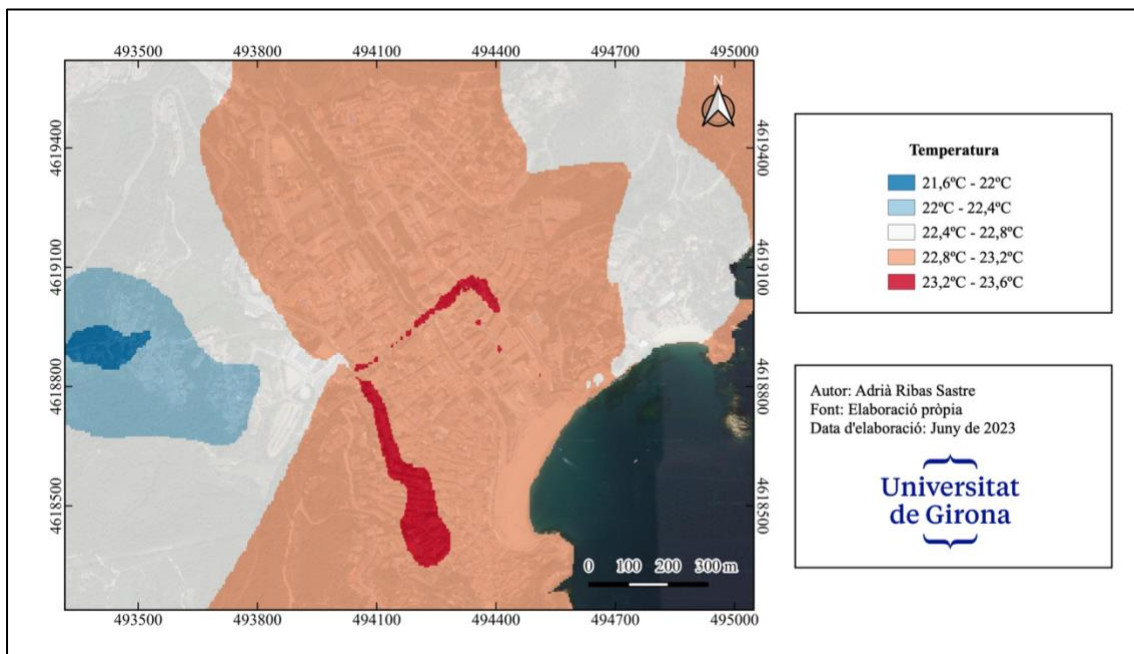


Figura 37. Configuració de la ICU a Tossa de Mar pel dia 9 de juny de 2023. Elaboració pròpia.

Per l'altra banda, les temperatures més baixes es localitzen a les afores del nucli urbà, tal com és esperable en la configuració mitjana de l'illa de calor. A més a més, es tracta de zones amb més vegetació fent que la temperatura es redueixi perquè la esmorteixen amb l'evapotranspiració.

La isoterma de 22,4°C a 22,8°C es troba a l'àrea forestal compresa entre el barri de la Mar Menuda i el barri de Sa Roqueta, i l'àrea forestal ubicada entre l'extrem occidental del nucli urbà i el barri de Miramar. De fet, a mesura que es va remuntant cap al barri de Miramar la temperatura va descendint fins a trobar el mínim tèrmic de 21,6°C a 22°C, just a l'extrem nord-occidental de dit barri perquè és on la massa forestal és més frondosa.

Els factors que expliquen l'illa de calor per aquesta jornada són antròpics, urbans i geogràfics. En primer lloc, on més activitat antròpica hi havia i, per tant, més trànsit rodat i locals de restauració oberts (amb la il·luminació que aquests generen) era a l'avinguda de Ferran Agulló. Així doncs, el màxim tèrmic en aquest sector es deu a aquests factors. En canvi, a la Vila Vella el màxim tèrmic s'explica més pel factor urbà, atès que es tracta d'un sector amb carrers molt estrets i tancats per edificis que deixen poca visibilitat del cel obert. Això acaba revertint en la temperatura, donat que difícilment s'escapa dels carrers i es manté bastant la temperatura que els materials han absorbit durant el dia. A aquests carrers tan estrets se'ls anomena "canyons urbans" pel fet que la temperatura queda canalitzada al llarg dels carrers, ja compresos entre els edificis més verticals. Finalment, els mínims tèrmics es deuen als factors geogràfics i, més precisament, la presència de vegetació i altitud. El barri de Miramar conforma una de les zones de major altitud de la zona municipal edificada, amb aproximadament 110 metres d'altitud. Si no es donen condicions d'inversió tèrmica, com era el cas en aquella jornada, a major altitud la temperatura disminueix perquè hi ha menys capa d'aire, és a dir, menys gasos que absorbeixen energia calorífica i la capa d'aire s'expandeix degut a una menor pressió. Si a aquest fet se li suma la presència de vegetació més abundant en aquest sector la temperatura disminueix respecte les zones més baixes del municipi. La vegetació és essencial per reduir la temperatura perquè reté CO₂, un gas que reté molta energia calorífica, i refresca l'ambient mitjançant l'evapotranspiració.

Intensitat

La intensitat per aquesta jornada va ser de 1,54°C. El valor mínim, de 21,82°C, es troba a l'extrem nord-occidental del barri de Miramar, ja en el camí que porta a la GI-682 direcció Lloret de Mar. Per l'altra banda, el valor màxim, de 23,36°C, s'ubica a la Vila Vella, més concretament entre la Plaça de les Nacions Sense Estat i l'Ajuntament del municipi.

7. DISCUSSIÓ

Una vegada s'han comentat els diferents resultats obtinguts al llarg de les quatre mostres es farà una discussió en la qual s'entrecreuaran aquestes dades amb els resultats obtinguts pels que fa a l'exposició i vulnerabilitat. Abans de tot, però, és convenient anotar que entre la presa de dades de Tossa de Mar i Lloret de Mar hi havia, per cada dia analitzat, un desfasament d'una hora, essent les dades de Lloret de Mar les segones a ser recollides. Aquest fet és interessant d'anotar perquè el prolongament en la presa de dades permet que a Lloret de Mar els resultats siguin un xic més acurats, atès que permet un major refredament de l'ambient i que, consegüentment, l'illa de calor es mostri de millor manera amb conseqüències sobre la intensitat.

En tots els casos s'han observat morfologies diferents perquè, com s'ha comentat al marc teòric, hi ha tantes morfologies d'ICU com morfologies urbanes i factors es donen (geogràfics, urbans, antròpics, meteorològics...). Per la jornada del 28 de desembre de 2022 es va observar el màxim tèrmic al sector de Fenals i la intersecció de l'avinguda Just i Marlés i la platja principal, a Lloret de Mar, i entre l'avinguda de Ferran Agulló i la Vila Vella, a Tossa de Mar. En canvi, els mínims tèrmics es van ubicar als afores del nucli urbà, en els dos municipis al polígon, tot i que a Tossa de Mar amb una lleugera tendència a desplaçar-se vers la carretera GI-682 direcció Lloret de Mar. S'ha de remarcar que les dues intensitats van variar ostensiblement en els dos municipis, deixant clar que Tossa de Mar pateix els efectes de quedar encaixat pel massís de l'Ardenya. I és que dit orogen actua de barrera fent que les situacions meteorològiques difereixin de Lloret de Mar, a només 10 quilòmetres del municipi, però ja més obert. Per això en aquesta jornada la intensitat de Tossa de Mar va ser de només 0,92°C en comparació amb els 3,9°C de Lloret de Mar, ja que al primer hi havia la presència de boires que persistien perquè el massís de l'Ardenya impedia que es dispersessin.

Per la jornada del 15 de febrer de 2023 es va observar com, de nou, a Tossa de Mar els factors meteorològics acaben modificant molt l'illa de calor, ja que, a diferència de Lloret de Mar, hi havia inversió tèrmica, la qual es confirmava amb un gradient tèrmic vertical negatiu. Així doncs, l'illa de calor va sobresortir del convencional fent que el màxim tèrmic es trobés al barri de Sa Roqueta i al barri de Miramar, ja en els punts més elevats del nucli urbà. A Lloret de Mar el comportament de la ICU va ser normal, atès que el màxim tèrmic es trobava a l'extrem oriental del passeig marítim, ja a la confluència del casc antic i la urbanització de la Roca Grossa. El mínim tèrmic va variar molt entre els dos municipis, atès que a Tossa de Mar es trobava entre la GI-681 i l'inici de l'avinguda de Puerto Rico en el seu extrem septentrional, la zona baixa del barri de Sa Roqueta, i l'extrem més occidental de l'avinguda de Ferran Agulló endinsant-se cap a la Vila Vella; és a dir, als punts altitudinals més baixos. En contraposició, a Lloret de Mar el mínim tèrmic es localitzava a les afores, de nou en el polígon. Les intensitats, que no la morfologia, van ser més pròpies de l'illa de calor típica, amb 2,73°C a Tossa de Mar i 3,6°C a Lloret de Mar.

Durant la jornada del 6 d'abril de 2023, en ple Dijous Sant i ja donant un incipient inici a la temporada turística, els resultats van donar una illa de calor poc esperada a Lloret de Mar. Mentre que a Tossa de Mar el màxim tèrmic era a la Vila Vella, on més activitat hi havia i on els edificis retenien la calor, a Lloret de Mar es va ubicar a la urbanització de la Roca Grossa coincidint amb la presència de trànsit rodat de població flotant que ja s'establí a les segones residències.

En ambdós casos, el mínim tèrmic es tornava a trobar a les afores, just al polígon de cada municipi deixant una intensitat de de 4,93°C a Lloret de Mar i 3,15°C a Tossa de Mar.

En l'última jornada de presa de dades, ja el 9 de juny de 2023 i a l'inici de la temporada alta, l'illa de calor va deixar morfologies típiques i esperables per a municipis turístics. El màxim tèrmic es trobava a les zones més ocupades antròpicament, tot i que amb una important explicació per factors urbans i geogràfics, i el mínim tèrmic a les afores o zones més elevades. Per això a Tossa de Mar el màxim tèrmic era a la Vila Vella, just en el carrer de Sant Antoni, i a Lloret de Mar a l'avinguda de Blanes en el seu pas per Fenals. En canvi, el mínim tèrmic es trobava a la zona més elevada del barri de Miramar a Tossa de Mar i a Lloret de Mar al polígon. En tot cas, la intensitat va ser de 1,54°C per Tossa de Mar i de 2,45°C per Lloret de Mar.

Si es comparen els resultats obtinguts a Lloret de Mar amb els observats durant el període 2010-2015 per María del Carmen Moreno García i Juan Antonio Serra Pardo la intensitat mitjana és un xic superior (3,72°C vers els 3,3°C de l'estudi anterior) i la intensitat màxima a la qual s'ha arribat en aquest treball és inferior (4,93°C vers els 6,6°C de l'estudi anterior). Alhora, el màxim tèrmic també es troba situat al sector litoral de la ciutat i part del barri del casc antic, tal com ocorria en l'estudi anterior. És cert, però, que en aquest treball el màxim tèrmic també s'ha mobilitzat a l'avinguda Just i Marlés, Vila de Blanes i la urbanització de la Roca Grossa, però responent sempre a factors antròpics. Sí que és cert que en aquest màxim tèrmic també s'ha localitzat al sector de Fenals durant la mostra de dades del desembre, mentre que a l'estudi anterior aquest sector no estava inclòs dins cap màxim tèrmic. Pot ser que la resposta es trobi en la diferent influència antròpica entre els dos estudis. Un aspecte que no ha variat ha estat el mínim tèrmic, que en aquest estudi també s'ha localitzat als barris perifèrics del nord de la ciutat i l'àrea industrial ubicada a la C-63 direcció Vidreres.

En aquest estudi també s'ha mostrat diferències entre la campanya hivernal i estival, tot i que a la inversa del que s'havia observat a l'estudi predecessor. A l'últim estudi durant l'estiu la intensitat mitjana era major (3,5°C vers els 3,1°C de l'hivern), mentre que en aquest estudi a l'hivern la intensitat mitjana ha estat sensiblement superior (3,75°C vers els 3,69°C estivals). Es pot suposar que els factors antròpics han estat claus per la diferència d'intensitat entre els dos estudis, ja que poden haver ocasionat que durant l'hivern el contrast d'activitat antròpica fos més acusada entre el centre i la perifèria.

És cert, doncs, que Tossa de Mar, a diferència de Lloret de Mar, es troba molt més afectat per les condicions meteorològiques degut al seu encaixament pel massís de l'Ardenya. Tot i que els dos municipis es trobin a només 10 quilòmetres de distància l'illa de calor pot diferir moltíssim per la mateixa jornada, fent que a Lloret de Mar sempre es presenti bastant regular i que a Tossa de Mar variï en forma i sigui molt irregular, fins el punt que quedi minimitzada per situacions com la boira o invertida de la situació típica per la inversió tèrmica. De totes maneres, i si es comparen aquestes dades amb altres municipis més interiors, al litoral l'illa de calor és menys rellevant per l'efecte termoregulador del mar i la intensitat es redueix. En canvi, a les ciutats interiors, com pot ser Girona, aquest efecte es dilueix fent que les intensitats puguin arribar fins als 10°C (Taulé Codinach, 2021). Un altre factor meteorològic és el vent, el qual afecta als dos municipis d'igual manera. És així com el màxim tèrmic es trobarà a sotavent del vent dominant en dies que aquest sigui important, tal com va ocórrer a Lloret de Mar el dia 15 de febrer de 2023.

No obstant, també és important el factor urbà, el qual actua d'igual manera als dos casos d'estudi. Durant la majoria de jornades en què la ICU no estava alterada per factors meteorològics (sobretot abril i juny) el màxim tèrmic es trobava proper o dins el casc antic de cada municipi. A les causes de la ICU (apartat 3.2.3) ja es va comentar que les característiques geomètriques dels carrers i edificis poden reduir el factor de visió del cel. En els cascs antics és on més estrets són els carrers pel model urbanístic que es va utilitzar al construir-se (normalment un model ortogonal que posteriorment es densificava donant lloc a un model orgànic). Així doncs, són sectors molt densificats urbanísticament, de tal manera que la visió del cel és baixa i la calor hi queda retinguda.

Finalment, és clar que el factor antròpic també té un pes molt important en la consolidació de la ICU. Tanmateix, entre els dos casos d'estudi cal comentar que a Lloret de Mar és molt més present que a Tossa de Mar, en gran part perquè aquest últim es veu molt més influenciat per factors meteorològics, geogràfics i urbans (així es com ha quedat demostrat durant la campanya hivernal, mentre que a la campanya estival les diferències han estat menors respecte Lloret de Mar). Al municipi de Lloret de Mar s'ha demostrat en cada presa de dades que el màxim tèrmic es desplaça en funció d'on es trobi la població. A la campanya hivernal s'ubicava on resideix la ciutadania, sobretot a Fenals. En canvi, a la campanya estival ja es desplaçava cap a les urbanitzacions limítrofes al nucli urbà, al llarg de l'avinguda Just i Marlés per l'oci nocturn i les conseqüències que genera a nivell lumínic, i l'avinguda de Blanes pel trànsit rodat. A Tossa de Mar és cert que durant la campanya estival el màxim tèrmic també es trobava en consonància amb la influència antròpica, atès que solia ser a l'avinguda de Ferran Agulló pel trànsit rodat i a la Vila Vella anant cap a la Platja Gran.

Com s'ha comentat, a Lloret de Mar la ICU sol tenir el seu centre a les parts més turístiques durant la campanya estival i a les parts habitades per població permanent a la campanya hivernal. És així com els barris residencials perifèrics que fan de transició entre el nucli urbà i la perifèria, Fenals, el casc antic, el passeig marítim, l'avinguda de Just i Marlés, l'avinguda de Blanes i la urbanització de Roca Grossa són els punts amb màxims tèrmics en les diferents preses de dades. I és aquest fet el que té greus conseqüències sobre la població, atès que és en aquestes zones on coincideixen la major exposició i vulnerabilitat (vegeu la figura 38).

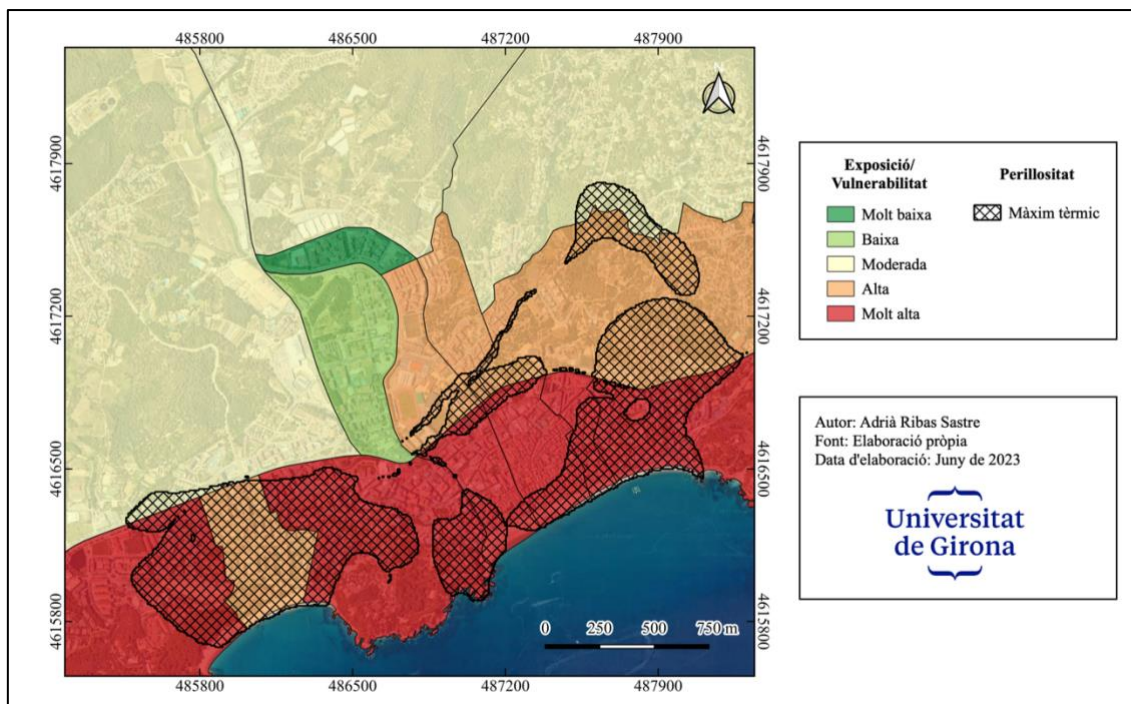


Figura 38. Mapa de risc de Lloret de Mar combinant exposició, vulnerabilitat i perillositat. Elaboració pròpia.

Entre els sectors anomenats hi viuen 24.944 persones, és a dir, el 64,96% del total. És precisament a la urbanització de la Roca Grossa i l'extrem oriental del passeig marítim on la població de més edat és superior a la mitjana, fet que també s'ajunta amb una xifra superior a la mitjana de població femenina, encara que aquesta última és més elevada als barris perifèrics del Rieral, Can Sabata i el Mas Vilà. A aquest últim factor també se li ha de sumar el casc antic. De fet, al casc antic i els tres barris perifèrics mencionats és on també hi ha una gran vulnerabilitat en termes d'instrucció, atès que aglomera els majors percentatges en població poc instruïda de tot el municipi. Un altre criteri és la renda per habitant, que es troba amb una xifra inferior a la mitjana a Fenals, el casc antic els barris perifèrics mencionats. Tanmateix, la renda per habitant s'ha d'agafar amb pinces perquè pot portar a explicacions poc acurades al ser un element fortuït o uns pocs casos poden disparar la mitjana, ja sigui pel llinar superior o inferior. El consum energètic també és inferior a la mitjana als barris perifèrics i a Fenals, però, en canvi, hi ha major presència de vegetació que la mitjana municipal. És al casc antic on la vegetació escasseja perquè està quasi tot densament edificat. Tots aquests criteris junts acaben fent del casc antic la zona més vulnerable de tot el municipi i, paradoxalment, és on més s'hi emplaça el màxim tèrmic, en gran culpa pel factor urbà i antròpic.

Per l'altra banda, a Tossa de Mar els màxim tèrmics difereixen molt entre la campanya hivernal i la campanya estival per la seva ubicació geogràfica. Tot i estar a només 10 quilòmetres de l'altre municipi analitzat la meteorologia està condicionada pel massís de l'Ardenya. El primer dia de la campanya d'hivern hi havia boira baixa i el segon dia de la mateixa campanya inversió tèrmica, que són situacions molt freqüents durant l'hivern i, sobretot, en situacions anticiclòniques de pantà baromètric. És per això que en aquests dos dies va sortir una illa de calor anòmla, tot i que cada vegada queda més palès que Tossa de Mar és un municipi on l'illa de calor és irregular i no segueix un patró semblant per les canviants situacions meteorològiques.

Tot el nucli urbà, fins i tot les parts més elevades, haurien de preparar-se per estar sota el màxim tèrmic durant la campanya hivernal, ja que en funció de la meteorologia aquest es pot desplaçar per tot el nucli (vegeu la figura 39).

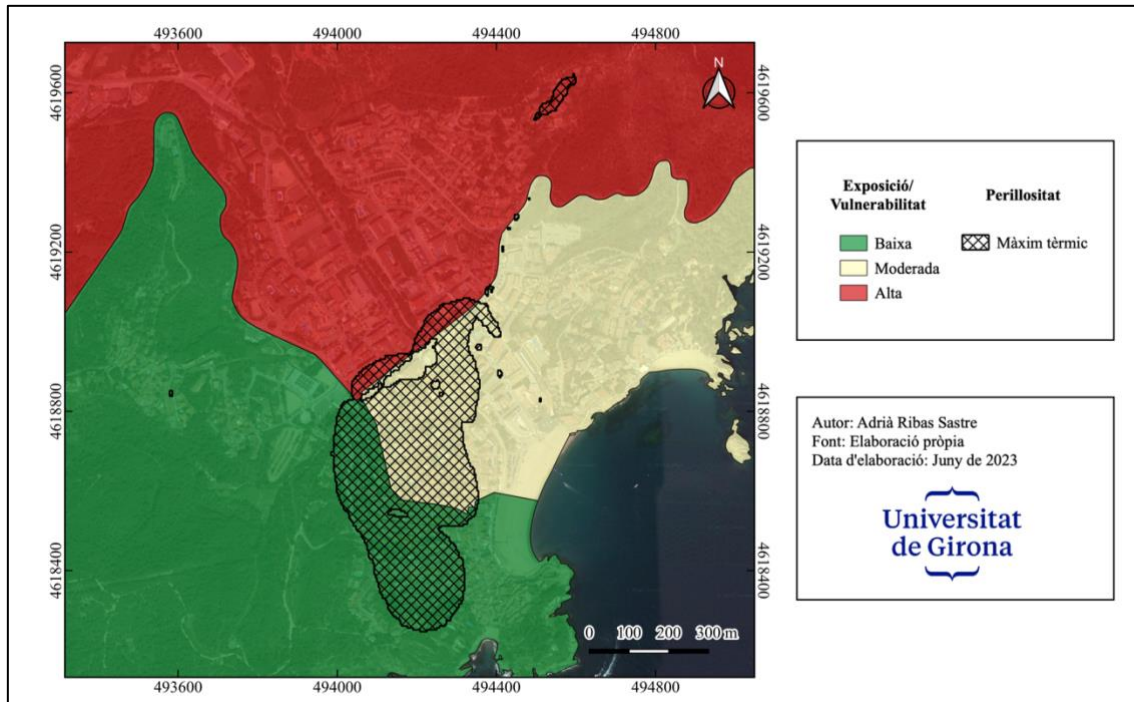


Figura 39. Mapa de risc de Tossa de Mar combinant exposició, vulnerabilitat i perillositat. Elaboració pròpia.

Sí que durant la campanya estival el màxim tèrmic va ser més esperable, ja que es va localitzar a l'avinguda de Ferran Agulló i la Vila Vella, just on més influència hi ha del factor antròpic i el factor urbà. No obstant, en aquestes zones la exposició és baixa, ja que hi viuen 1.522 persones, és a dir, el 25,67%. Cal recordar que Tossa de Mar augmenta la seva població en quasi el 50% durant la temporada alta i, per tant, molta població viu a les urbanitzacions del massís de l'Ardenya i de la Pola i la Giverola, i Salionç. En el sector més afectat pel màxim tèrmic en la campanya estival la vulnerabilitat és baixa o en la mitjana municipal, ja que tots els criteris se situen en aquesta franja.

D'aquí que sigui un municipi a seguir d'exemple, ja que han sabut planificar-ho de tal manera que on més afecta l'illa de calor menys vulnerable sigui la població. De totes maneres, això es deu a que Tossa de Mar s'ha especialitzat en un turisme residencial, que sol viure a les urbanitzacions repartides per tot el municipi, i que no hi visqui quasi població dedicada a l'hostaleria perquè el preu del sòl es dispara. No obstant això, s'ha de tenir precaució amb aquest turisme perquè dona molt menys dinamisme econòmic i social que el turisme hotelier que presenta Lloret de Mar, fent que al final no reverteixi sobre la població local. El fet que el municipi tingui vegetació repartida per tot el nucli urbà amb arbrat i parcs, així com la riera de Tossa, la qual canalitza la temperatura i la refresca, fa que hi hagi suficients recursos com per refrescar-se en èpoques de calor extrema.

En general, doncs, es tracta de dos municipis molt diferenciats en l'illa de calor urbana generada i en els efectes sobre la seva població. Segurament el model de turisme implementat a cada municipi (l'hoteler a Lloret de Mar i el residencial a Tossa de Mar) ha acabat tenint una translació directa en l'illa de calor, tot i que en els dos el factor urbà acaba tenint, també, un pes molt important. Per aquest motiu les polítiques destinades a adaptar cada municipi a l'illa de calor i a reduir la vulnerabilitat han d'anar enfocades de diferent manera. Mentre que a Lloret de Mar sí que han de mirar per actuacions molt més enfocades a la primera línia de costa (en especial a Fenals, el casc antic, els barris perifèrics i el passeig marítim), a Tossa de Mar es pot ser més laxa perquè actualment ja hi ha bones mesures per reduir la població.

8. PROPOSTES D'ADAPTACIÓ

En aquest darrer apartat es durà a terme una part més propositiva per tal d'adaptar als dos municipis a l'illa de calor urbana. Es tracta de diverses estratègies orientades a reduir la vulnerabilitat i, consegüentment, la sensibilitat de la població. Segons Anna Ribas, la sensibilitat es defineix com les característiques internes o propietats dels elements exposats pel que fa a les seves característiques biològiques, físiques, socials, econòmiques i culturals que puguin agreujar o atenuar els efectes de l'exposició i, per tant, dels impactes.

Cal tenir en compte que l'illa de calor urbana és resultat de la calor antropogènica i la calor indirecta. En canvi, la calor directa és la que prové de la radiació solar i actuar sobre aquesta és més difícil i no tant efectiu com actuar sobre les altres dues. La calor antropogènica és resultat de les activitats humanes, mentre que la calor indirecta depèn de la radiació solar, el disseny urbà i les propietats dels materials urbans. Actuar sobre la calor antropogènica és més senzill, mentre que actuar sobre la calor indirecta resulta més complicat, encara que actuant sobre aquesta última és quan arriben millors resultats per reduir l'illa de calor urbana. Així doncs, gran part de les mesures d'adaptació es relacionen amb la disminució del major escalfament urbà, especialment durant les èpoques més càlides. Cal tenir en compte, però, que la reducció de la calor urbana pot comportar efectes adversos durant l'hivern. Cal assenyalar que moltes de les estratègies de reducció de la ICU que proposaré sorgeixen d'àmbits com la planificació urbana, l'arquitectura, el paisatgisme, l'enginyeria o la mobilitat. Alhora, s'ha vist que algunes d'aquestes estratègies porten associats beneficis econòmics i ambientals reduint la demanda d'energia, reduint la contaminació atmosfèrica i els gasos d'efecte hivernacle i millorant la salut i confort humà a les ciutats.

Cal destacar que aquestes mesures s'hauran d'aplicar a les zones/seccions censals més vulnerables de cada municipi, ja sigui amb modificacions en els propis edificis o aprofitant planificacions urbanístiques per implementar-les.

8.1 L'increment de la vegetació en àrees urbanes

La vegetació té un gran paper en la regulació ambiental perquè reté les aigües atmosfèriques, contribueix a l'evapotranspiració, constitueix un filtre contra la contaminació i representa un gran regulador de l'intercanvi d'aire, calor i humitat amb la trama urbana. A part, també té beneficis psicològics per als habitants de la ciutat, donat que satisfan el desig d'apropar-se a la naturalesa i genera grans efectes terapèutics reduint la tensió i el cansament, entre d'altres. Els arbres i la vegetació redueixen la temperatura creant ombres i amb l'evapotranspiració i milloren la qualitat de l'aire generant oxigen, capturant CO₂ i filtrant partícules en suspensió.

Després de les hores de calor les àrees que tenen més vegetació poden seguir perdent calor gràcies a l'evaporació de l'aigua continguda en aquests ambients. Per exemple, als Estats Units d'Amèrica s'estima que els arbres prevenen, avui dia, al voltant de 1.200 morts relacionades amb la calor extrema (McDonald, 2019) i ajuden a evitar 670.000 malalties agudes respiratòries a l'any (Nowak *et al.*, 2014). Hi ha estudis que acaben afirmant que un terç de cobertura verda redueix un terç la mortalitat de les illes de calor (Vilardell Gómez, 2023).

La millora manera d'incorporar la infraestructura verda és desenvolupant obres o aprofitant plans urbanístics que estan contínuament refent-se. La vegetació es pot introduir amb noves zones verdes, plantant arbres selectivament en espais públics o privats i creant superfícies verdes. No obstant, cal tenir en compte que tampoc han de ser macroplantacions, ja que la vegetació també contribueix a la generació de certes partícules que poden contribuir a problemes de qualitat de l'aire i generant al·lèrgies. En tot cas, el millor seria seleccionar les espècies més adients, adaptades al clima local i que no generin al·lèrgies. De fet, ja hi ha casos de parcs urbans hipoal·lèrgics, com és el parc Federico García Lorca de Granada amb els til·lers (*Tilia*) i 80 espècies més d'arbres, arbustos i plantes (Yakovenko, 2023). Paloma Cariñanos, biòloga, va contribuir al desenvolupament d'aquest tipus de parcs i va desenvolupar l'índex d'al·lèrgia de zones verdes urbanes, el qual va de 0 a 1 i es creu que un valor superior a 0,3 ja provoca símptomes i problemes de salut als al·lèrgics. El parc Federico García Lorca va servir de prova pilot i el seu índex va arribar a només 0,14. Sempre s'hauria d'evitar el xiprer (*Cupressus sempervirens*), l'olivera (*Olea europaea*), l'auró blanc (*Acer campestre*), l'om (*Ulmus*) i el plàtan d'ombra (*Platanus x hispanica*); ja que, tot i ser molt barats com a arbres ornamentals, són altament al·lèrgics. A més a més, també s'hauria d'intentar plantar arbres de sexe femení, ja que reben el pol·len i no el deixen flotant a l'aire, i arbres fruiters que recorren als insectes per ser pol·linitzats. Així doncs, per als dos casos analitzats es podria recórrer al lledoner (*Celtis australis*), al taronger agre (*Citrus aurantium*), al llorer (*Laurus nobilis*) o altres espècies caducifòlies que generin una ombra compacta i de manera estratificada.

En primer lloc, els parcs i zones verdes dins la ciutat constitueixen illes de frescor, normalment amb diferències de temperatura de 4°C-5°C (Eliasson, 1996) respecte l'entorn urbà que els envolta. Factors com la dimensió del parc i el seu disseny poden revertir en generar parcs més frescals. A més a més, aquests espais són capaços d'estabilitzar les fluctuacions tèrmiques originades per les edificacions properes o influenciar sobre aquestes. En segon lloc, la plantació selectiva de diferent tipus de vegetació pot ajudar a generar ombres i incrementar l'evapotranspiració, fet que acaba evitant l'escalfament de les superfícies. Es pot aplicar en zones comunals dels edificis o en espais lliures artificialitzats: mentre que en els primers la vegetació redueix les seves necessitats de refrigeració, en els segons la vegetació pot evitar que superfícies nues (vies de comunicació, carrers amplis i parcs o places d'aparcament) absorbeixin tanta radiació i, per tant, eviten el seu escalfament. En tercer lloc, les superfícies verdes consisteixen en plantar vegetació a l'estructura del propi edifici, ja sigui sobre les parets (*green walls*) o en els sostres (*green roofs*). Aquestes actuacions busquen generar nous espais verds en zones urbanes on no hi ha espai lliure per les dues anteriors actuacions. Amb aquesta estratègia es redueixen les demandes energètiques evitant una que els materials dels edificis absorbeixin tanta radiació i disminuint les fluctuacions tèrmiques. Una altra funció que fan és la recol·lecció i aprofitament de l'aigua de la pluja, millora de la qualitat de l'aire i reducció de la càrrega tèrmica dels edificis.

Aquesta mesura d'adaptació és més important aplicar-la a Lloret de Mar que a Tossa de Mar, ja que el primer presenta un índex NDVI inferior al segon dins el propi nucli urbà (cal recordar que l'índex NDVI és de 0,152 de mitjana a Lloret de Mar i de 0,245 de mitjana a Tossa de Mar). Cal destacar que per implementar parcs en ple nucli urbà es necessitaria fer projectes de requalificació urbanística, fet que ho dificulta un xic. No obstant, cal apel·lar a l'enteniment polític. Sabent que és difícil, però, es podria remodelar les terrasses comunes dels edificis amb vegetació, de tal manera que els veïns d'aquell edifici tinguin la terrassa com un refugi climàtic.

8.2 La modificació dels materials de l'entorn urbà

Com que els materials juguen un rol molt important en el balanç tèrmic de l'ambient urbà és essencial utilitzar materials que ajudin a reduir la ICU i a millorar les característiques tèrmiques dels entorns urbans. Part dels materials de les ciutats són foscs, de tal manera que presenten un baix albedo i, consegüentment, generen una major demanda energètica per la refrigeració. Cal utilitzar materials “freds”, ja que aquests contribueixen a augmentar l'albedo i reduir l'absorció de radiació. Aquests materials es caracteritzen per una alta reflectància solar i una alta emissivitat d'infraroigs, és a dir, la superfície d'aquest material presenta una temperatura molt menor a qualsevol altra superfície feta amb materials “calents”.

La utilització de materials “freds” ha donat lloc a dues estratègies diferenciades en funció com s'apliquin als edificis: sostres freds (*cool roofs*) i paviments freds (*cool pavements*). Amb els sostres freds es vol pal·liar la problemàtica que suposen els sostres convencionals, i és que aquests absorbeixen entre el 85% i el 95% de l'energia solar rebuda, mentre que els sostres freds absorbeixen una xifra inferior al 35% (United States Environmental Protection Agency, 2008). Aquesta estratègia s'ha de diferenciar, també, en funció del pendent del sostre. Amb sostres de baix pendent s'opta per la utilització d'una pintura blanca, mentre que amb sostres d'elevat pendent (normalment observables des del carrer) s'opta per colors freds, ja que el color blanc pot generar problemes de reflex i enlluernament a la gent que camina pels carrers. Els sostres freds poden, alhora, incrementar el període de vida dels materials perquè es redueix el desgast provocat per la irradiació absorbida.

Per l'altra banda, els paviments freds busquen solucionar la problemàtica generada pels materials que es troben en part de les superfícies urbanes (sobretot asfalt i ciment). Aquests materials tenen un baix albedo i una gran capacitat d'emmagatzemar calor. Per regla general les superfícies fosques i rugoses tendeixen a absorbir més radiació solar, mentre que els materials freds, de colors clars, plans i de materials permeables, s'escalfen menys. Els materials freds acaben significat una reducció de la demanda elèctrica, la millorar de la qualitat de l'aire i l'aigua, així com de la seguretat viària. Es tracta, per tant, d'avançar cap a una ciutat de sòl tou, fred i permeable, atès que aquest s'emporta la calor latent a mesura que l'aigua s'evapora (Martín Vide, 2023).

Dita mesura d'adaptació és més fàcil d'implementar perquè requereix de modificacions en edificis i no de projectes associats a la planificació urbanística. Es pot dur a terme en els dos municipis sempre i quan no es malmetin aquells edificis antics del casc urbà que representin la identitat. Una manera com es podria implementar és canviar el material amb el qual estan fetes les voreres dels carrers on se sol ubicar el màxim tèrmic. Es podria utilitzar materials com rajoles de tons neutres o freds, i seria important que tinguessin els mínims gravats possibles.

Pel que respecte als sostres freds seria important buscar materials assequibles per les constructores, ja que això fomentaria el canvi. Algun exemple de material seria rajoles metàl·liques de tons neutres, polièster (especialment pels sostres amb pendent) o recobrir les teulades actuals amb recobriments immunes a la calor (com el material Ondulin). És al casc antic de Lloret de Mar on caldria modificar més els materials, sempre i quan l'estructura dels edificis ho permeti.

8.3 El disseny urbà

Com s'ha comentat, la distribució dels edificis i les estructures urbanes afecta la morfologia i formació de la ICU. El patró urbà pot facilitar un major emmagatzemant de calor urbana dificultant l'emissió de radiació a l'atmosfera, presentant materials amb alta càrrega tèrmica o amb edificis poc eficients energèticament i mal adaptats al clima.

Mitjançant la planificació urbana i l'arquitectura bioclimàtica es pot solucionar aquesta problemàtica. No obstant, les mesures d'aquest apartat només es poden aplicar en fases de planificació per una nova construcció, és a dir, amb visió a futur. Algunes d'aquestes mesures passen per un millor disseny de les geometries i proporcions dels carrers i edificis, ja que s'ha observat que els edificis amplis i de baixa altura presenten una menor càrrega tèrmica que els alts i estrets, alhora que donen major visibilitat del cel afavorint l'emissió de radiació nocturna i afavoreixen el pas de vents locals o brises. Juntament amb carrers amplis es pot reduir el consum energètic i millorar la il·luminació. De fet, Gago *et al.* (2013) afirmen que un millor disseny urbà podria reduir fins un 30% de les demandes energètiques dels edificis, reduiria les emissions de gasos d'efecte hivernacle i milloraria la qualitat de l'aire urbà.

Com s'ha comentat, aquesta estratègia és amb prospecció i, per tant, s'ha de tenir en compte per les futures planificacions urbanístiques. És aquí on el personal tècnic d'urbanisme dels dos municipis s'haurà de posar d'acord amb els serveis tècnics de medi ambient. Sabent que és una estratègia difícil de dur a terme seria necessari que es comencés per estratègies puntuals (modificacions dels materials de l'entorn urbà, augment de vegetació o sensibilització). De totes maneres, es podria fer una modificació puntual del POUM per augmentar l'amplada dels carrers en aquelles zones que estan per urbanitzar.

8.4 La reducció de la calor antropogènica

Part de calor antropogènica de les ciutats prové de les combustions de combustibles fòssils, derivat dels vehicles que circulen per la ciutat i la generació d'energia, i de la contaminació tèrmica, procedent dels equips de generació de calor o de refrigeració per arribar a un nivell òptim de confort tèrmic. No obstant, també prové de les pèrdues tèrmiques que presenten els edificis amb un aïllament tèrmic deficient. Les mesures per aquest apartat passen per reduir la presència de vehicles a les ciutats i millorar l'eficiència energètica i tèrmica dels edificis. Amb la finalitat de reduir els vehicles a la ciutat es pot apostar per una bona planificació de la mobilitat urbana, reduint el protagonisme del vehicle privat, apostant per mitjans de transport col·lectius (apostar pel transport públic o vehicles compartits) i per la mobilitat activa (desplaçament en bicicleta o a peu). Per això és fonamental una voluntat política ferma o una planificació estratègica de la ciutat. Per tal de millorar l'eficiència energètica i tèrmica es poden dur a terme accions voluntàries o legislatives. Les primeres volen controlar la producció de calor i la demanda de refrigeració. Cal reduir la calor difusa que generen els edificis, mitjançant el control de la producció de calor al seu interior.

Per controlar la producció de calor s'ha d'actuar sobre diverses fonts energètiques com són la il·luminació, els ordinadors i altres equips d'oficina i electrodomèstics.

Per la il·luminació s'ha d'apostar per bombetes de baix consum, és a dir, de "llum freda" o controlar la intensitat de la il·luminació en funció de la llum natural que entra de l'exterior, així com aprofitar molt més la llum exterior. Per als equips d'oficina seria bo renovar els que són més antics, ja que consumeixen més i generen més calor. Amb els electrodomèstics cal minimitzar-ne el seu ús en dies molt càlids o comprar-ne d'alta eficiència energètica.

Per altra banda, les mesures legislatives estan destinades a estimular l'estalvi energètic entre la ciutadania promocionant aquest estalvi en les fonts energètiques que depenguin de l'administració pública. Es tracta de mesures més orientades a la sensibilització, tot i que també passen per utilitzar sistemes més eficients o l'ús d'energies renovables. Aquestes mesures legislatives poden ser obligatòries o simples recomanacions. Es recomana que aquestes mesures vagin acompanyades de campanyes de conscienciació ciutadana per tal de fomentar un consum responsable.

La quarta mesura plantejada és més fàcil d'aplicar que les anteriors, ja que no requereix de projectes associats a la planificació urbanística. Es tracta de mesures destinades a la sensibilització de la població, és a dir, a la responsabilitat individual. Tanmateix, sí que caldria posar mà dura en limitar el nombre de vehicles que accedeixen als municipis afavorint un sistema de transport públic eficient o sistemes alternatius com bicicletes públiques. Alhora, es podria destinar una part dels fons *Next Generation* a subvencionar que els edificis de les zones més vulnerables i exposades als màxims tèrmics puguin canviar els seus sistemes de refrigeració i il·luminació per d'altres més eficients i útils contra les temperatures extremes. Aquesta actuació requereix de més urgència a Lloret de Mar, on el màxim tèrmic sí que s'ubica en zones municipals on la població és vulnerable.

8.5 Sistemes de prevenció i alerta

Una altra mesura que es pot tenir en consideració és la prevenció amb sistemes d'alerta d'onades de calor o períodes de temperatura extrema. En aquesta mesura es podrien encabir sistemes d'avisos i alertes per calor i per salut, reforçar la xarxa de vigilància de qualitat de l'aire, crear sistemes d'alerta per un increment d'admissions hospitalàries i mortalitat, i estendre la xarxa d'estacions meteorològiques urbanes (Martín *et al.*, 2022). Al final, la creació d'una base de dades freqüentment actualitzada i georeferenciada amb informació de grups vulnerables és essencial per augmentar la capacitat de reacció de les ciutats. Aquesta és una mesura que es va dur a terme pel projecte U-ADAPT!, el qual volia proporcionar una eina analítica per entendre, explicar i desenvolupar adaptacions a les condicions de calor extrema en zones urbanes.

S'ha vist que amb aquests sistemes es redueixen les morts, ja que segons l'anàlisi del *Heatwave Plan for England* més del 90% de morts (fins a l'any 2019) ocorrien fora de les alertes d'onades de calor essent eines molt efectives durant aquests períodes meteorològics (Williams *et al.*, 2019).

8.6 Altres mesures

Finalment es pot apostar per mesures alternatives que també indueixen a la reducció de la ICU. Si bé és cert que anteriorment s'ha comentat estratègies separades cal no oblidar que una gestió integrada passa per combinar-les en la mesura del possible. Si a més a més s'hi sumen estratègies com les que es comentaran en aquest apartat la gestió pot ser molt efectiva. I és que no cal oblidar algunes intervencions en l'espai públic com el disseny de places confortables, la construcció d'edificis per la gent vulnerable (biblioteques, casals d'avis...), la infraestructura blava i horts urbans. De fet, respecte als refugis climàtics es pot agafar la idea del que està fent l'Àrea Metropolitana de Barcelona mitjançant la xarxa metropolitana de refugis climàtics (XMRC) creada a l'any 2021, en la qual s'està cooperant amb els ajuntament per desenvolupar parcs i equipament que redueixin l'estrès tèrmic de la població més vulnerable. Des de la seva creació ja porten 74 refugis climàtics repartits entre els diversos municipis de la regió (Saavedra, 2023). No només es poden fer refugis climàtics per la població d'edat avançada, però, sinó que també per als més joves. L'Ajuntament de Barcelona va iniciar, al curs 2019-2020, el projecte *Urban Innovative Actions (UIA) Refugis Climàtics*, mitjançant el qual es van convertir 11 escoles de la ciutat en refugis climàtics. Enguany, aquest projecte s'ha integrat amb les polítiques públiques de l'Ajuntament a través del programa *Transformem els patis*, de tal manera que el projecte s'ha ampliat fins a 17 centres (Ajuntament de Barcelona, 2023).

Aquestes tres accions proposades no només actuen com a refugis climàtics, sinó que també afavoreixen la integració i convivència social, en especial els horts urbans i els casals d'avis o biblioteques. Es tracta de mesures en les quals s'afavoreix un albedo molt elevat perquè en cap cas es construeixen amb materials calents, sinó que s'aprofita el propi substrat. La infraestructura blava és essencial perquè a part de reduir la temperatura absorbint-la també genera efectes beneficiosos sobre la psicologia de la població apropant la naturalesa a la ciutat, així com permetent refrescar a la població.

No es tracta de grans obres, sinó de petits estanys, fonts o zones humides que es poden ubicar en places urbanes o sumar la infraestructura verda amb la infraestructura blava. Finalment, els horts urbans són multifuncionals: redueixen la temperatura perquè el sòl és el propi substrat, afavoreixen la cohesió social i poden formar part de l'activitat productiva fomentant el comerç local. Aquesta última mesura ajuda a fomentar les xarxes ciutadanes, que són organitzacions veïnals que poden ajudar molt en la capacitat d'adaptació de la ciutadania. Seria molt important a Lloret de Mar perquè la població és més heterogènia. Totes les mesures indicades serien un pas en ferm a fi de defensar la població més vulnerable de les altes temperatures i de l'illa de calor.

Fins i tot hi ha alguns autors, com Carmen Llassat, que defensen un canvi en la distribució poblacional mitjançant un esponjament de la població cap a les zones rurals (Llassat, 2023). D'aquesta manera s'evitaria que la població estigués tan exposada a les illes de calor de les grans ciutats i, per tant, s'evitarien problemes de salut. Tanmateix, també cal tenir en compte que a les zones rurals també hi ha illes de calor, però d'una intensitat molt menor.

9. CONCLUSIONS

En un inici es va plantejar el treball al voltant del comportament de l'illa de calor. Es volia observar si factors propis de cada municipi (geogràfics, urbanístics, turístics, demogràfics...) acabaven incidint en el comportament del fenomen. Per fer més contrastat l'estudi es va triar dos casos d'estudi de la Costa Brava que només estan separats per 10 quilòmetres, però amb condicions que difereixen bastant. Per una banda, Lloret de Mar es troba obert, amb un urbanisme d'alta densitat degut al model de turisme hotelier; per l'altra banda, Tossa de Mar està encaixat pel massís de l'Ardenya i presenta un model urbanístic més contingut en el nucli urbà perquè es basa en un model de turisme residencial, que acaba esquitxant urbanísticament les muntanyes del terme municipal.

Com bé es deia durant la caracterització de l'illa de calor, hi ha tantes morfologies d'illes de calor com municipis i factors que afectin els propis. Durant el treball aquesta premissa ha quedat àmpliament demostrada. La hipòtesi plantejada a l'inici del treball sobre que a Tossa de Mar el massís de l'Ardenya podia diferenciar el comportament de l'illa de calor s'ha corroborat. És així com, per aquest cas d'estudi, el factor geogràfic ha estat clau i ha provocat que, alhora, el factor meteorològic prengui molt més pes. Fenòmens hivernals típics (boires d'advecció per la diferència tèrmica entre el mar i la terra i inversió tèrmica) es mostraven molt més a Tossa de Mar que no a Lloret de Mar pel simple fet que l'orogen de l'Ardenya els confinava. En canvi, a Lloret de Mar la major obertura del municipi vers la Depressió Prelitoral fa que aquestes situacions hivernals es difonguin i no quedin concentrades al propi nucli. A part d'això cal no oblidar la influència que el model turístic té en els dos casos, atès que durant la campanya estival es marca molt més l'illa de calor a Lloret de Mar que no a Tossa de Mar pel fet que el turisme del primer cas es basa en l'oci nocturn (amb les conseqüències que acaba tenint sobre l'enllumenat, especialment a l'Avinguda Just i Marlés), mentre que el segon és un turisme residencial molt més familiar. És on més locals d'oci nocturn hi ha, en el cas de Lloret de Mar, on més puja la temperatura. De totes maneres, també és important l'augment de temperatura en els principals eixos viaris dels dos casos (l'Avinguda de Blanes a Lloret de Mar i l'Avinguda de Ferran Agulló a Tossa de Mar) pel trànsit rodat que hi ha.

Per altra banda, si hi ha un criteri que no difereix en els dos municipis pel que fa al comportament de l'illa de calor és l'urbà. Ha quedat demostrat que en el nucli antic de cada municipi és on la temperatura també presenta valors més elevats que les seves perifèries. El motiu es troba en què són zones urbanísticament plantejades sota un model orgànic, molt densificat, en el qual els carrers són estrets i hi ha poca visió de cel. En resum, la irradiació que hauria de retornar a l'atmosfera queda acumulada en els carrers.

Un altre objectiu que s'havia proposat a l'inici és el d'analitzar l'exposició i la vulnerabilitat per lligar-ho a l'illa de calor, en especial a l'emplaçament del màxim tèrmic. I és curiós observar com les dades han sortit diferents per als dos municipis. Mentre que a Lloret de Mar el màxim tèrmic es manté constant a les zones amb major exposició i vulnerabilitat (en especial el front litoral, el casc antic i els barris perifèrics), a Tossa de Mar tot el municipi hauria d'estar preparat per rebre el màxim tèrmic, en especial durant l'hivern, ja que la situació geogràfica fa que, com ja s'ha comentat, l'illa de calor tingui un comportament molt impredecible. D'aquesta manera, a Lloret de Mar està molt clar on actuar, mentre que a Tossa de Mar tot el nucli urbà i perifèries poden estar sota la influència del màxim tèrmic.

Si que és cert, però, que el model turístic implementat a cada municipi ha acabat tenint una translació directe en l'exposició i vulnerabilitat. A Lloret de Mar el turisme és clarament hotelier i centrat en l'oci nocturn, fent que els treballadors i la població més vulnerable hagi de viure en els sectors més assequibles (normalment els barris perifèrics). En canvi, a Tossa de Mar el model turístic és de caire més familiar i residencial, és a dir, la població acostuma a viure a urbanitzacions allunyades del nucli urbà. Quan l'activitat antròpica és elevada, especialment en l'època estival, sí que la temperatura augmenta en dites urbanitzacions, però no en gran magnitud. A més a més, la població que viu en les urbanitzacions acostuma a tenir més recursos per garantir el confort tèrmic, al contrari de Lloret de Mar. En aquest últim la població que habita les zones més afectades pel màxim tèrmic té dificultats per garantir el confort tèrmic fent que l'estrès tèrmic sigui molt elevat. En gran part, la responsabilitat recau sobre el model turístic desenvolupat, ja que es nodreix de la inversió estrangera i el capital no acaba revertint en la població local.

Com a conseqüència d'allò acabat d'exposar també es va plantejar l'objectiu d'analitzar les mesures d'adaptació, arribant a la conclusió que són molt més necessàries a Lloret de Mar que no a Tossa de Mar. Aquest últim ja té molta presència d'infraestructura verda i blava que actua de refugi climàtic, tot i que també es poden desenvolupar noves mesures per millorar el confort tèrmic. Tanmateix, a Lloret de Mar sí que són necessàries més mesures d'adaptació. S'ha vist que la legislació municipal en matèria de riscos ambientals, especialment onades de calor, és escassa o nul·la. No hi ha el DUPROCIM elaborat en cap dels dos casos d'estudi i el PBEM és inaccessible en línia, tot i que essent anterior a l'any 2014 per als dos casos es pot teoritzar que amb prou feines deu tractar el risc d'onada de calor. S'ha de recórrer a instruments impulsats a nivell català, amb l'ESCACC30 i els plans d'autoprotecció, per trobar mesures d'adaptació. De totes maneres, al tractar-se de documents d'abast català són recomanacions i en cap cas obligacions. És potestat dels ajuntaments dur a terme les accions mencionades o no fer-ho. Algunes mesures que es podrien contemplar en el cas de redactar ordenances per adaptar els municipis als riscos ambientals, en especial a les onades de calor dins el context climàtic actual, serien les proposades en el present document. Són especialment efectives les relacionades amb l'expansió del verd urbà i les modificacions en els edificis i paviments. Es tracta de millorar la ciutat i, alhora, la qualitat de vida de la seva ciutadania, en especial dels més vulnerables vers l'illa de calor: el nou risc ambiental producte de la urbanització desenfrenada.

Les ciutats són quelcom que sempre ha anat lligat a la història de la humanitat. Sense elles no s'hauria pogut desenvolupar la ciutadania perquè han estat essencials per garantir seguretat, el comerç i una mínima organització. No obstant, en el context actual de creixement demogràfic i migracions internes s'ha demostrat que les ciutats seguiran creixent, en especial les megaciutats. Ja en l'actualitat el 56% de la població hi viu, i de cares al 2050 s'espera que en sigui el 70% (Banco Mundial, 2022). És esperable que en aquestes megaciutats l'illa de calor es magnifiqui i per això és necessari actuar ja. Pel que respecte al present treball s'ha complert l'anàlisi desitjada, però surten noves vies d'estudi. Es podria mesurar la temperatura dins el període plenament estival, ja en episodis d'onades de calor, o, fins i tot, una vessant més tecnològica realitzant una comparació de les dades mesurades amb el termohigròmetre i un satèl·lit de molt alta resolució.

BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

- Ajuntament de Barcelona. (2018). *Pla Clima: resum executiu efecte illa de calor*.
- Ajuntament de Barcelona. (2023, juny 28). El projecte Refugis Climàtics converteix les escoles en espais més verds, confortables i sostenibles. *Sostenible*. Extret de <https://www.sostenible.cat/article/el-projecte-refugis-climaticos-converteix-les-escoles-en-espais-mes-verds-comfortables-i> (Consultat el 29/6/2023 i 30/6/2023)
- Alcoforado, M.J. *et al.* (2010). Planning with urban climate in different climatic zones. *Geographicalia*, 57, 5-39.
- Arnfield, A.J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1-26.
- Banco Mundial. (2022). *Desarrollo urbano*. Extret de <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20alrededor%20del,de%20habitantes%20E2%80%9494%20vive%20en%20ciudades> (Consultat el 3/7/2023)
- Barcelona Regional. (2017). *Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona: Capítol II - Onades de calor*.
- Chandler, T.J. (1965). *The climate of London*. Hutchinson, London.
- Chandler, T.J. (1970). *Selected bibliography on urban climate*. World Meteorological Organisation, TP 155, 276. Ginebra.
- Decret 155/2014, de 25 de novembre, pel qual s'aprova el contingut mínim per a l'elaboració i l'homologació dels plans de protecció civil municipals i s'estableix el procediment per a la seva tramitació conjunta. (DOGC, núm. 6759, 27-11-2014). Extret de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2014/11/25/155> (Consultat el 25/5/2023)
- Domènech i Moner, J. (1992). Lloret de Mar. *Quaderns de la revista de Girona*. Extret de https://issuu.com/ddgi/docs/lloret_de_mar/1 (Consultat el 15/2/2023)
- Eliasson, I. (1996). Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmospheric Environment* (30), 379-392.
- Fraguell Sansbello, R.M. *et al.* (1997). La Costa Brava ante los nuevos retos del turismo. *Estudios Turísticos*, 133, 77-96.
- Gago *et al.* (2013). The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 25, 749-758.

- García Barnés, H. *et al.* (2023, març 26). El mapa de la educación en España: descubre el nivel de estudios de tus vecinos, calle a calle. *El Confidencial*. Extret de https://www.elconfidencial.com/espana/2023-03-26/el-mapa-de-la-educacion-en-espana-descubre-el-nivel-de-estudios-de-tus-vecinos-calle-a-calle_3598890/ (Consultat el 4/4/2023, 5/4/2023 i 6/4/2023)
- Generalitat de Catalunya. (2008). *Mesures d'actuació ambiental per prevenir la calor*.
- Generalitat de Catalunya. (2023). *Calor intensa*. Extret de https://interior.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/proteccio_civil/consells_autoproteccio_emergencia/riscos_naturals/onada_de_calor/ (Consultat el 25/5/2023)
- Gran enciclopèdia catalana. (s.d.). *Tossa de Mar*. Extret de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0067064.xml> (Consultat el 15/2/2023)
- Grimmond, C.S.B *et al.* (1991). An evapotranspiration-interception model for urban areas. *Water Resources Research*, 27(7), 1739-1755.
- Institut d'Estadística de Catalunya. (s.d.). *El municipi en xifres: Tossa de Mar (Selva)*. Extret de <https://www.idescat.cat/emex/?id=172023> (Consultat el 13/2/2023 i 6/4/2023)
- Institut d'Estadística de Catalunya. (s.d.). *El municipi en xifres: Lloret de Mar (Selva)*. Extret de <https://www.idescat.cat/emex/?id=170950> (Consultat el 13/2/2023 i 6/4/2023)
- Landsberg, H.E. (1981). City climate. Dins de *World Survey of Climatology, 3: General Climatology*, Elvservier Scientific, 299-334.
- Landsberg, H.E. (1981). *The urban climate*. International Geophysics Series, 28. Academic Press, Nueva York.
- Llassat, M.C. (2023, juny 28). “Desplaçar molt més de les ciutats a les zones rurals és indispensable”. Dins de Solanes Calderón, M. (2023, juny 28). “Desplaçar molt més de les ciutats a les zones rurals és indispensable”. *Sostenible*. Extret de <https://www.sostenible.cat/entrevista/desplacar-molta-mes-gent-de-les-ciutats-a-les-zones-rurals-es-indispensable> (Consultat el 29/6/2023 i 30/6/2023)
- Lleonart i Fabrelles, J. *et al.* (1987). Tossa de Mar. *Quaderns de la revista de Girona*. Extret de <https://www.ddgi.cat/publicacions/l1ibre/9/tossa.html> (Consultat el 15/2/2023)
- Lowry, W.P. (1977). Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 16(2), 129-135.
- Manley, G. (1958). On the frequency of snowfall in metropolitan England. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, 48, 70-72.

- Martí Llambrich, C. (2005). *La transformació del paisatge litoral de la Costa Brava: anàlisi de l'evolució (1956-2003), diagnosi de l'estat actual i prognosi de futur*. [Tesi doctoral, Universitat de Girona]. Tesis Doctorals en Xarxa (TDX). Extret de <http://hdl.handle.net/10803/7899> (Consultat l'11/7/2023)
- Martín Vide, J. (2023, juny 28). “Londres, París o Los Angeles tenen illes de calor extremadament intenses”. Dins de Solanes Calderón, M. (2023, juny 28). “Londres, París o Los Angeles tenen illes de calor extremadament intenses”. *Sostenible*. Extret de <https://www.sostenible.cat/entrevista/londres-paris-o-los-angeles-tenen-illes-de-calor-extremadament-intenses> (Consultat el 29/6/2023 i 30/6/2023)
- Martín, Y. *et al.* (2022). U-ADAPT! Adaptación urbana al calor extremo. Dins de *XII Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología (AEC): Retos del Cambio Climático: impactos, mitigación y adaptación* (p. 697-707). Santiago de Compostela: AEC.
- McDonald, R. (2019). Trees in the US Annually Prevent 1.200 Deaths During Heat Waves. *Cool Green Science*. Extret de <https://blog.nature.org/2019/05/08/trees-in-the-us-annually-prevent-1200-deaths-during-heat-waves/> (Consultat el 28/6/2023)
- Moreno García, M. (1993). *Estudio del clima urbano de Barcelona: la “isla de calor”*. Solgraf, Barcelona.
- Moreno García, M. *et al.* (2017). La isla de calor en la ciudad de Lloret de Mar. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 73, 247-267.
- Noriega, D. (2023, juny 20). Las consecuencias de vivir en las “islas de calor” urbanas donde el termómetro marca hasta 11 grados más. *El Diario*. Extret de https://www.eldiario.es/sociedad/consecuencias-vivir-islas-calor-urbanas-termometro-marca-11-grados_1_10286971.html (Consultat el 29/6/2023 i 30/6/2023)
- Nowak, D.J. *et al.* (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 193, 119-129.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic. (2023). *Marc estratègic de referència d'adaptació al canvi climàtic per a l'horitzó 2030 (ESACC30)*. Editorial Hawkins.
- Oke, T.R. (1979). *Review of urban climatology 1973-1976*. World Meteorological Organisation, 169. Ginebra.
- Oke, T.R. (1980). *Bibliography of Urban Climate, 1977-1980*. World Meteorological Organisation, 45. Ginebra.
- Pérez Cueva, A.J. (2001). Clima y confort en las ciudades: la ciudad de Valencia. *Mètode*, 31. Extret de <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/clima-y-confort-en-las-ciudades-la-ciudad-de-valencia.html> (Consultat el 2/7/2023)

- Ribas Palom, A. *et al.* (2008). *Avaluació dels efectes del canvi climàtic a la Costa Brava*. Institut de Medi Ambient: Universitat de Girona.
- Roth, M. (2007). Review of urban climate research in (sub)tropical regions. *International Journal of Climatology*, 27(14), 1859-1873.
- Saavedra, B. (2023, juny 28). Refugis climàtics: una necessitat urgent per als més vulnerables. Dins de Solanes Calderón, M. (2023, juny 28). Refugis climàtics: una necessitat urgent per als més vulnerables. *Sostenible*. Extret de <https://www.sostenible.cat/reportatge/refugis-climaticos-una-necessitat-urgent-per-als-mes-vulnerables> (Consultat el 29/6/2023 i 30/6/2023)
- Serra i Canals, J.M. (1992). Morfologia submarina i litoral. A *Geologia II* (volum 2 Història Natural dels Països Catalans, p. 390-438).
- Serra Pardo, J.A. (2007). Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza. *Investigaciones científicas*, 44, 55-73. ISSN: 0213-4691.
- Serra Pardo, J.A. (2015). *El fenómeno de la isla de calor en dos ciudades turísticas. Los casos de Ibiza y Lloret de Mar*. [Tesi doctoral, Universitat de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa (TDX). Extret de <http://hdl.handle.net/10803/394094> (Consultat el 20/12/2022, 21/12/2022, 29/12/2022, 3/1/2023, 4/1/2023, 5/1/2023, 7/4/2023, 28/5/2023, 29/5/2023, 29/6/2023 i 30/6/2023)
- Servei Meteorològic de Catalunya. (2008). *Atles Climàtic de Catalunya 1961-1990*. Extret de https://www.meteo.cat/climatologia/atles_climatic/ (Consultat el 10/7/2023)
- Smith, P. *et al.* (2013). Distribución termal intraurbana en las ciudades de Santiago y Valparaíso. Análisis comparativo de sus factores explicativos. *Investigaciones Geográficas Universidad de Chile*, 46, 25-46.
- Tapia Gómez, M. (2022). Islas de calor urbanas. *Crítica urbana*, 26. Extret de <https://criticaurbana.com/islas-de-calor-urbanas> (Consultat el 25/4/2023)
- Taulé Codinach, G. (2021). *El clima urbà de Girona*. [Tesi doctoral, Universitat de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa (TDX). Extret de <http://hdl.handle.net/10803/674330> (Consultat el 20/12/2022, 21/12/2022, 29/12/2022, 3/1/2023, 4/1/2023 i 5/1/2023)
- United States Environmental Protection Agency. (2008). *Heat Island Compendium*. Extret de <https://www.epa.gov/heatlands/heat-island-compendium> (Consultat el 27/6/2023)
- Vilà i Bota, M. (1982). El poblament de la comarca de la Selva en Època Ibèrica: sistemes defensius. *Ausa*, 10(102-104), 231-238.
- Vilardell Gómez, J. (2023, juny 28). Les “illes de calor” risc creixent de les ciutats a l'estiu. *Sostenible*. Extret de <https://www.sostenible.cat/opinio/les-illes-de-calor-risc-creixent-de-les-ciutats-a-lestiu> (Consultat el 29/6/2023 i 30/6/2023)

Voogt, J. (2008). *Islas de Calor en Zonas Urbanas: ciudades más calientes*. American Institute of Biological Sciences.

Williams, L. *et al.* (2019). *Evaluation of the Heatwave Plan for England*. Policy Innovation and Evaluation Research Unit.

Yakovenko, M. (2023, juny 27). Parques hipoalergénicos: otro reto verde. *El País*. Extret de <https://elpais.com/eps/2023-06-25/parques-hipoalergenicos-otro-reto-verde.html> (Consultat el 28/6/2023)