

Nova contribució a l'estudi de l'illa de calor nocturna d'Inca

Cristòfol Rotger Pujadas,¹ Neus Lacomba Moreno,² Marc Aguiló Rodríguez³ i Gabriel Alomar Garau⁴

1) Estudiant de Geografia de la Universitat de les Illes Balears tofolgeo@gmail.com

2) Estudiant de Geografia de la Universitat de les Illes Balears neuslacomba99@gmail.com

3) Estudiant de Geografia de la Universitat de les Illes Balears marcaguilo10@gmail.com

4) Departament de Geografia de la Universitat de les Illes Balears gabriel.alomar@uib.es

doi: 10.3306/JELINCA.21.259

Paraules clau: illa de calor nocturna, Inca, clima urbà, microcontinentalitat.

Resum. *Es presenta un nou estudi del fenomen d'illa de calor urbana aplicat a la ciutat d'Inca, amb l'objectiu d'ampliar i verificar els resultats dels treballs precedents. A partir del mètode dels transsectes, s'ha mesurat la temperatura atmosfèrica en dues nits de les estacions solsticials de l'any meteorològic: una a l'hivern i una altra a l'estiu. Els resultats confirmen illes de calor nocturnes que manifesten diferències de temperatura de fins a 4,2°C —amb les consegüents variacions de la humitat atmosfèrica— entre la ciutat i el seu entorn rural. L'activitat típicament urbana d'Inca, l'amplada reduïda de certs carrers, l'altura dels edificis i l'estabilitat atmosfèrica són factors combinats que juguen a favor d'aquest increment tèrmic diferencial, més acusat a l'hivern i menys a l'estiu. Els resultats són d'utilitat per als treballs de planificació urbana amb criteris ambientals, i per a una millor gestió i planificació de la distribució del verd urbà.*

Keywords: Urban heat island, Inca, urban climate, microcontinentality.

Abstract. *A new study of the urban heat island applied to the city of Inca is presented with the aim of expanding and verifying the results of previous works. Using the transect method, temperature measurements were carried out during two different nights in the solstice seasons of the meteorological year: winter and summer. The results confirmed nocturnal heat islands with temperature differences up to 4.2°C —with the consequent variations in atmospheric humidity— between the central part of the city and its rural surroundings. The typically urban activity of Inca, the reduced width of certain streets, the height of the buildings and the atmospheric stability, are combined factors that play in favour of this differential thermal increase,*

more pronounced in winter and less in summer. The results are useful for urban planning works with environmental criteria, and improving the management and planning of urban greening.

1. INTRODUCCIÓ

Al present treball s'aborda l'estudi de l'illa de calor urbana de la localitat mallorquina d'Inca, estudi que pretén ampliar la base de dades tèrmiques dels treballs precedents, iniciats per Troya (2008) a propòsit de les VIII Jornades d'Estudis Locals de la localitat, fetes el mes de novembre de 2007 i posteriorment ampliades pel mateix Troya (2010 i 2011) i per Troya i Capó (2012). En tots ells es constaten illes de calor típiques a Inca, amb un centre destacat de calor al nucli antic de la ciutat. La densitat de punts de mesura emprats en aquests treballs pioners ha pogut ser millorada i ampliada en el cas del nostre estudi, cosa que ha permès afinar l'anàlisi de la distribució territorial de la calor urbana, i en definitiva sumar noves exploracions i noves dades a les que ja es tenen sobre el fenomen.

Certament, l'estudi de l'illa de calor urbana compta des de fa anys amb una àmplia i variada col·lecció de contribucions científiques, i totes mostren que les ciutats es comporten com unes àrees tèrmicament més càlides respecte del seu entorn rural, cosa que permet parlar d'un clima específicament urbà (Oke, 1973; Landsberg, 1981; Moreno, 1993). L'illa de calor nocturna es comença a produir poc després de la posta de sol, quan la temperatura de l'aire ha començat a disminuir. Aquesta disminució es produeix més acusadament en les àrees rurals que en les àrees urbanes, les quals tendeixen a conservar al seu interior, durant les hores nocturnes, la calor acumulada durant el dia i la generada per la mateixa activitat urbana. Aquest principi ha estat verificat en multitud de casos, tant d'abast mundial com regional. En el cas de les Balears, el fenomen ha estat estudiat, a Palma, per Ramis *et al.* (2002) i per Alomar-Garau i Llop-Garau (2018); a la vila d'Eivissa ha estat estudiat per Serra (2007), i per Troya i Capó (2012) a les poblacions de Lluçmajor, Campos, Pollença i sa Pobla.

2. ÀREA D'ESTUDI: INCA, CIUTAT MEDITERRÀNIA D'INTERIOR

La ciutat d'Inca està situada en la part centreoccidental de l'illa de Mallorca, dins la comarca del Raiguer, zona de transició entre el Pla i la serra de Tramuntana. La població estrictament urbana era l'any 2019 de 30.892 habitants (IBESTAT, 2020), per a una ciutat de 2,86 km² d'extensió (286,7 ha). A escala municipal, la població era de 33.319 habitants per a una superfície de 58,3 km². Amb aquestes dades, el municipi d'Inca constitueix el tercer de Mallorca amb més densitat de població (571,6 habitants per km²), només per darrere Palma (2.128,1 hab./km²) i Marratxí (686,6 hab./km²). Pel que fa al relleu, el terme municipal presenta elevacions com la del puig

de Santa Magdalena —287 m, la major dins del terme—, el putxet d'en Reure, el Serral de ses Monges, el puig de cal Senyor Pere i el puig de ses Talaies, aquest últim situat entre Inca i Selva, i en el qual s'ubica la urbanització de s'Ermita. La hidrografia apareix marcada pel pas de certs torrents, entre els quals destaca el de Can Tabou, canalitzat, que travessa el centre de la ciutat.

Per altra banda, quan s'escomet un estudi del clima urbà, és important considerar si la ciutat examinada és una ciutat litoral o es troba allunyada del mar, ja que el mar opera com un termoregulador, moderant les temperatures d'aquelles localitats pròpiament marítimes. Per contra, les àrees d'interior presenten normalment més oscil·lació diària de les temperatures diürnes i nocturnes en comparació amb les àrees litorals. En el cas d'Inca, la ciutat es troba allunyada uns 20 km del mar i, en conseqüència, té les típiques característiques d'una localització microcontinental. Amb dades de l'*Atlas climático de España* per al municipi, la pluviometria és de 569 mm de mitjana anual, mentre que la mitjana anual de temperatures és de 17,4°C. La mitjana anual de les mínimes és de 12,5°C, i de 22,2°C la mitjana anual de les màximes. La temperatura mitjana del mes més fred (gener) és de 10,2°C, mentre que la mitjana del mes més càlid (agost) és de 26,5°C. La diferència entre aquestes dues últimes mitjanes és de 16,3°C —en la ciutat litoral de Palma, en canvi, és menor, de 15,2°C, precisament perquè es tracta d'una localització marítima.

En relació amb la geografia humana, Inca és una ciutat residencial i administrativa, amb una gran oferta de serveis i negocis, cosa que es tradueix en un exponencial creixement poblacional i urbanístic al llarg dels darrers cent anys (Ginard i Estrany, 2012). El centre urbà històric ocupa un petit turó que s'estén de nord-oest (Serral de ses Monges) a sud-est, i presenta una destacable densitat edificatòria, amb carrers estrets i irregulars, flanquejats en general per cases baixes de tipologia tradicional d'entre dues i tres plantes. Aquesta estructura edificatòria apareix puntualment modificada per la presència de certs edificis plurifamiliars que arriben a assolir deu plantes.

A banda del nucli històric, formen part de l'eixample urbà d'Inca les barriades de Crist Rei —de planta quadrangular—, es Blanquer i So na Monda, zones on predominen els edificis unifamiliars i plurifamiliars. Són part caracteritzadora de la ciutat les zones de la Gran Via de Colom i la de Reis Catòlics, totes dues amb edificacions en general uniformes. Al sud es troba la zona del polígon industrial, format per grans naus. Així descrit, l'aspecte d'Inca és el d'una ciutat compacta amb una certa carència d'espais lliures verds a l'interior, que ha de suportar una relativa gran densitat de trànsit motoritzat, afavorida tant per la deficient connexió entre barriades com per l'activitat comercial, principalment en la Gran Via de Colom, la carretera de Selva, l'avinguda d'Alcúdia i l'avinguda Reis Catòlics.

3. METODOLOGIA

L'estudi de l'illa de calor nocturna d'Inca s'ha escomès a partir de la presa itinerant de la temperatura de l'aire al llarg d'un recorregut per les vies de circulació i places de la ciutat i la seva rodalia rural. Aquest recorregut ha estat planificat i dissenyat de tal manera que els punts de mesura cobreixen totes les barriades, en especial aquelles més diferenciades fisiogràficament, cosa que ha permès obtenir un mapa tèrmic de la ciutat. S'ha seguit, per tant, el conegut mètode dels transectes urbans, en aquest cas amb un vehicle de motor en la part exterior del qual s'hi ha acoblat el sensor extern d'un termohigròmetre digital Zelsio P330, amb una resolució de 0,1°C per a la temperatura i del 0,1 % per a la humitat atmosfèrica.

Les mesures s'han fet en dues dates diferents: 7 de desembre de 2019 (hivern) i 26 d'agost de 2020 (estiu). Ja que l'efecte de l'illa de calor es comença a notar, sobretot, poc després de la posta de sol, quan la temperatura de l'aire ha començat a disminuir, les mesures s'han fet sempre en horari nocturn, i sempre passades almenys dues hores després de l'ocàs (taula 1). Malgrat que conforma una unitat, el recorregut s'ha dividit en tres transectes diferents (figura 1) amb la finalitat de comparar tres distints escenaris geogràfics urbans. Això vol dir que l'inici i final de cada transecte s'han situat estratègicament a llocs diferents en la perifèria de la ciutat, tot i que els recorreguts s'han dissenyat de tal manera que conflueixin en la zona central del nucli de població. El primer transecte inclou 46 punts de mesura (5,3 km), el segon 33 punts (3,9 km) i el tercer 50 (6,4 km). Units tots tres, l'itinerari totalitza 129 punts i 15,6 km. Els valors de la intensitat de l'illa de calor (ICU) s'han obtingut i s'han tractat estadísticament tant per a cada transecte per separat com per al conjunt de punts de mesura considerats globalment. També s'han fet sengles representacions espacials —hivern i estiu— de les diferències tèrmiques consignades, aplicant en un Sistema d'Informació Geogràfica una interpolació IDW (ponderada per l'invers de la distància).

En tots els casos, la feina de camp s'ha fet en condicions atmosfèriques d'estabilitat (anticiclòniques) per tal d'evitar aquelles situacions que típicament produeixen interferències en els registres de temperatura i humitat. Així, en la distribució espacial de la temperatura urbana hi influeixen no només la configuració física de la ciutat —la topografia, l'altura i densitat de les edificacions, la trama dels carrers, el tipus de paviment— i la presència o absència de vegetació, sinó que també hi influeixen factors meteorològics com el vent i la nigulositat (Givoni, 1998), i òbviament, també la precipitació. Normalment, els vents moderats i forts modifiquen els valors de temperatura fent que disminueixi la intensitat de l'illa de calor, mentre que els níguls, si es presenten més o menys compactes, retarden el refredament nocturn de l'aire, de manera que l'illa de calor no es manifesta amb l'eficàcia esperada. En el cas del present treball, la presa de dades de la nit del 7 de desembre de 2019 es va fer en condicions òptimes d'anticicló, amb altes pressions (1023 hPa) sobre les Balears, cels estirats a Inca i vents fluixos

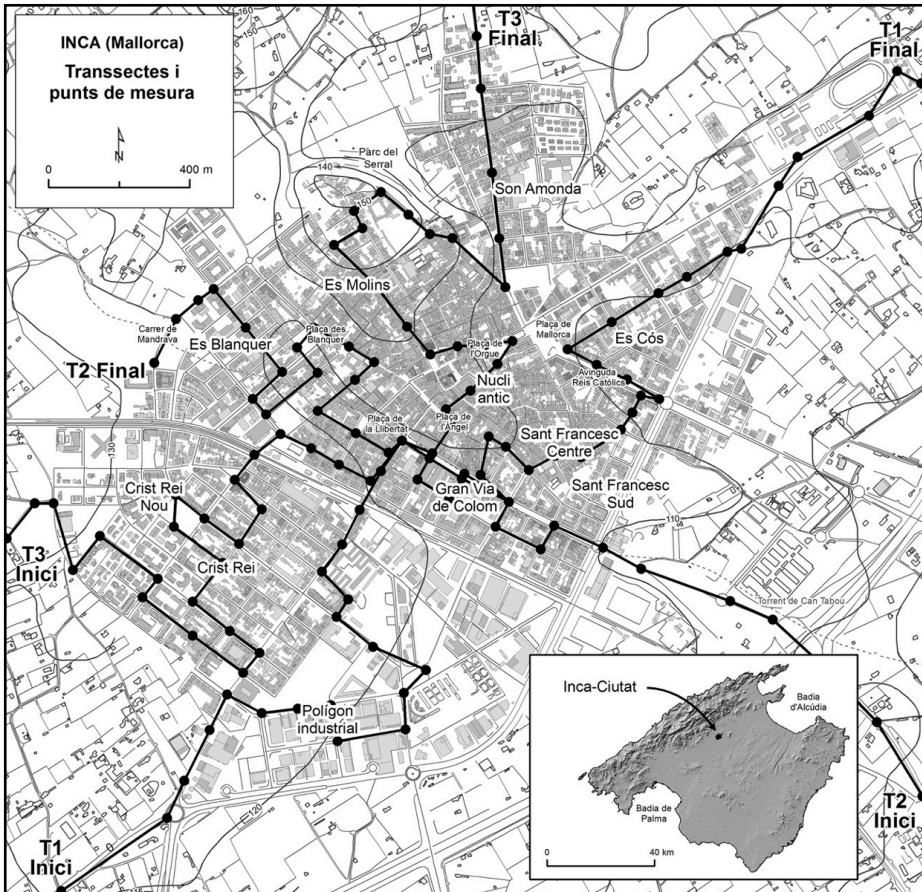


Figura 1. Recorregut i numeració dels transectes per la ciutat Inca. Els punts de mesura cobreixen les principals barrades

o en calma. Les mateixes condicions es donaren la nit del 26 d'agost de 2020, amb estabilitat atmosfèrica, pressions de 1014 hPa, cels estirats i vents fluïxos del sud i sud-oest.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

D'acord amb les mesures obtingudes en l'aplicació del mètode descrit, els resultats confirmen la presència d'una illa de calor (figura 2). El fenomen es consigna per a cadascuna de les dues mesures de camp i per a cadascun dels tres transectes considerats, tot i els matisos que a continuació s'especifiquen. La màxima intensitat d'illa de calor registrada és de 4,2°C, i s'assoleix la nit del 7 de desembre de 2019. Les mesures del 26 d'agost també constaten una illa de calor nocturna, tot i que d'intensitat menor: 3,0°C (taula 1). Aquests resultats primaris són coherents amb la hipòtesi segons la qual els dies relativament més freds de l'any (hivern) són més propicis per a l'establiment d'una illa de calor, ja que en condicions de fred augmenta la

combustió produïda per les calefaccions d'ús domèstic i augmenta, en general, l'activitat urbana, cosa que tendeix a augmentar la temperatura ambiental de la ciutat. Aquesta ICU es troba morfològicament centrada al centre històric de la ciutat. Així, als carrers estrets flanquejats per edificis de certa altura, i que a més a més estan a prop entre ells, s'obstaculitza la pèrdua de calor acumulada durant el dia, que queda relativament atrapada dins el carrer (Eliasson, 1994; Kolokotroni *et al.*, 2007), de manera que a la nit no es refreda tan ràpidament com als espais oberts.

Data	Transsecte	Hora local d'inici	T ^a màx. (°C)		T ^a mín. (°C)		Intensitat màx. ICU (°C)	
7 desembre 2019 (hivern)	Transsecte 1	20.45	11,5	11,5	8,3	7,3	3,2	4,2
	Transsecte 2	21.05	11,1		7,3		3,8	
	Transsecte 3	21.25	11,1		7,5		3,6	
26 agost 2020 (estiu)	Transsecte 1	22.30	27,3	27,3	25,1	24,3	2,2	3,0
	Transsecte 2	22.50	26,5		24,9		1,6	
	Transsecte 3	23.10	26,9		24,3		2,6	

Taula 1. Resum de resultats de la intensitat de l'illa de calor urbana (ICU) a Inca i valors tèrmics màxims i mínims registrats durant els recorreguts

En relació amb els valors d'intensitat de l'illa de calor del dia 7 de desembre de 2019, s'ha de dir que el valor de màxima intensitat —4,2°C— es considera un valor entre moderat i fort (és moderat quan oscil·la entre 2°C i 4°C, i fort entre 4°C i 6°C). A més d'això, es tracta d'un valor relativament coincident amb el que indica la fórmula d'Oke (1973 i 1987), dissenyada per calcular la intensitat d'illa de calor que es pot esperar, basada en un criteri poblacional. Per a una població urbana a Inca de 30.892 habitants (any 2019), la fórmula dona un valor d'intensitat màxima esperable de 4,9°C.

Ja que el present treball pretén ampliar l'estudi de l'illa de calor d'Inca i sumar-se als estudis precedents, és oportú referir-se als resultats obtinguts en aquests altres estudis i establir comparacions d'interès. En un primer treball de Troya, publicat el 2008 però amb dades de l'any 2007, es consignen uns valors d'illa de calor nocturna de fins a 5,3°C, que és la diferència entre el punt més fred mesurat en la zona perifèrica de Mandrava —al nord-oest de la ciutat— i el punt més càlid mesurat a la plaça de la Llibertat, el dia 1 de febrer de 2007. El mateix valor es va obtenir el dia 20 d'abril de 2007, amb la diferència que els punts més càlids de la ciutat es localitzaren a la Gran Via de Colom, la plaça de l'Àngel i la plaça de l'Orgue. En el cas de la present comunicació, la temperatura mínima de la nit del 7 de desembre —7,3°C— també s'obté al carrer perifèric de Mandrava, mentre que les màximes —

11,1°C i 11,5°C— s'obtenen de manera constant al llarg de l'avinguda dels Reis Catòlics (es Cós), a la Gran Via de Colom i, en general, a la barriada de Sant Francesc Centre. Pel que fa a l'estiu, en l'esmentat treball de Troya (2008) es consignen unes intensitats d'illa de calor de 4,2°C i 1,6°C els dies 27 i 2 d'agost de 2007, respectivament, que són els dies cronològicament més coincidents amb el dia 26 d'agost de 2020, en el qual es varen fer les mesures indicades en la present comunicació. En aquesta nit estival hem consignat una intensitat màxima d'illa de calor de 3,0°C, valor coherent amb la tesi de Moreno (1994) o de Montávez *et al.* (2000) segons la qual les condicions ambientals d'estiu no afavoreixen l'establiment d'una illa de calor tan intensa com ho pot fer en condicions ambientals d'hivern. Tanmateix, sobre l'estacionalitat de l'illa de calor no hi ha un consens clar, i altres autors assenyalen que pot ser més intensa a l'estiu (Kolokotroni i Giridharan, 2008; Klysik i Fortuniak, 1999). En el nostre cas, la temperatura mínima urbana d'estiu —24,3°C— s'obté en la rodalia de la barriada de Crist Rei Nou, a l'oest de la ciutat, mentre que la màxima —27,3°C— s'obté a Sant Francesc Centre.

Per conèixer les variacions i evolució de la temperatura al llarg dels transsectes urbans realitzats, és útil recórrer als perfils tèrmics de les gràfiques de la figura 3. Aquests mostren la variació de la intensitat de l'illa de calor urbana (ICU), mesurada en graus centígrads, des de l'inici del transsecte fins al seu final. En les gràfiques, les dades de temperatura s'han traduït a valors absoluts; s'ha reduït a 0 el valor de temperatura del punt d'inici de cada recorregut. En tots els casos s'aprecia amb claredat la formació d'una illa de calor típica, de morfologies més regulars en el transsecte 1, i més irregulars en el transsecte 3. El recorregut que millor detecta l'illa de calor és el del transsecte 2 a l'hivern (3,8°C de diferència entre el punt més fred i el més càlid), i el del transsecte 3 a l'estiu (2,6°C de diferència). Igualment, els tres perfils tèrmics mostren que la intensitat de l'illa de calor és menor a l'estiu que a l'hivern.

Les causes que provoquen una distribució de temperatures com les que es representen als mapes de la figura 2 i a les gràfiques de la figura 3 cal trobar-les, en primer lloc, en les diferents cobertes de sòl per les quals es desplaça el sensor: les cobertes amb sòls naturals, amb làmines d'aigua i amb vegetació es refreden amb més rapidesa que les cobertes artificials d'asfalt i sense coberta vegetal, que retenen calor. En segon lloc, la intensitat de l'illa de calor, un cop formada a l'interior de la ciutat, varia en funció de les diferents característiques viàries i edificatòries, i de les variacions topogràfiques del terreny. Els carrers estrets i de recorregut curt, flanquejats per edificis de certa altura, veuen incrementada la seva temperatura ambiental durant la nit perquè impedeixen una pèrdua eficaç de la calor acumulada durant el dia. Això, fins i tot a uns carrers que tenen molt poc trànsit rodat.

La major capacitat calorífica d'un nucli urbà històric d'aquestes característiques explica que tant al nucli antic d'Inca com a Sant Francesc Centre es consignin les màximes intensitats d'illa de calor —carrers Miquel

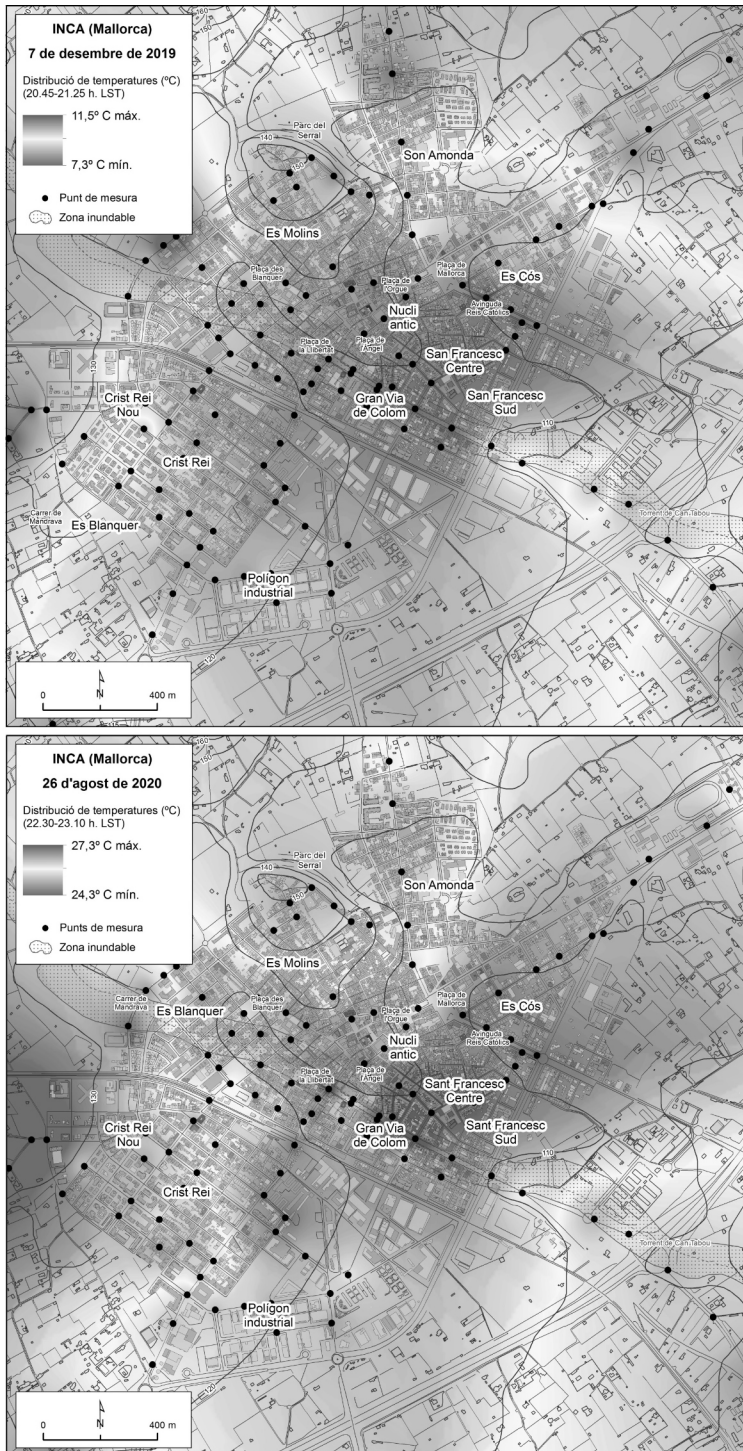


Figura 2. Morfologies de l'illa de calor urbana (ICU) el 7 de desembre de 2019 i el 26 d'agost de 2020

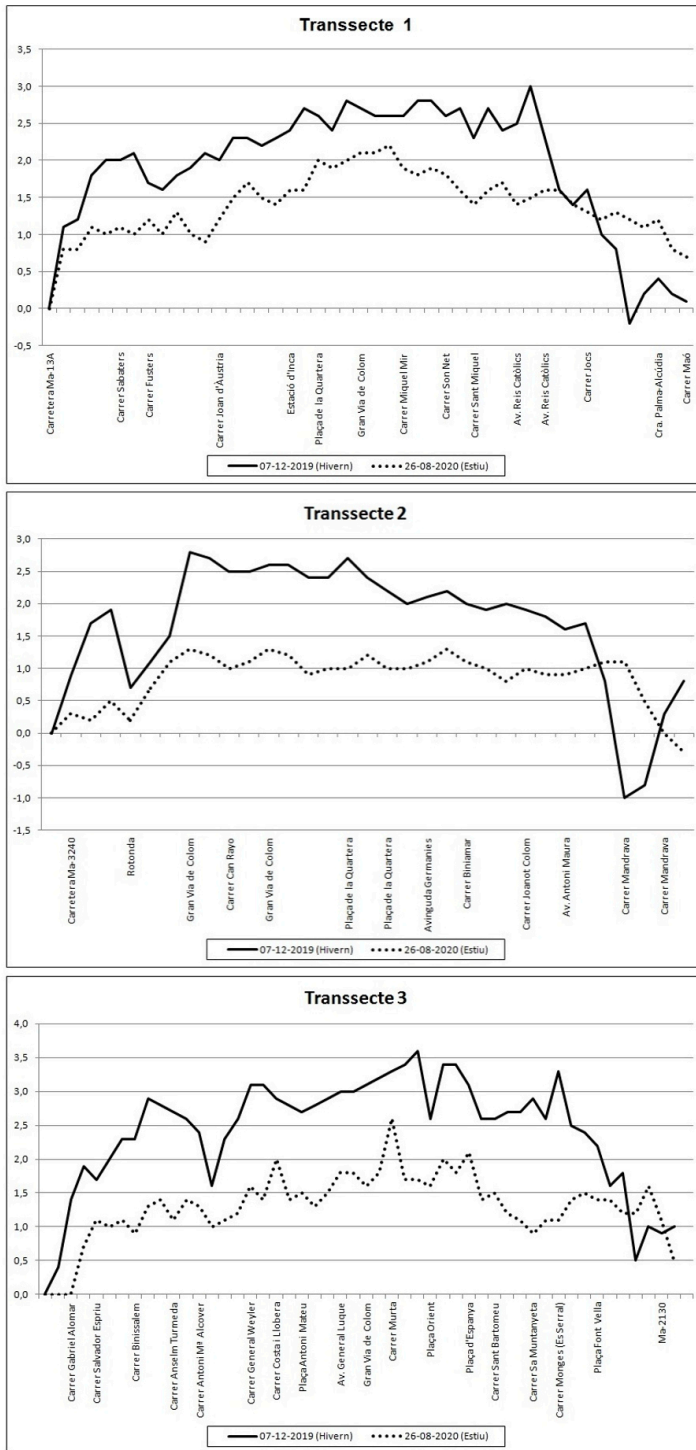


Figura 3. Perfils tèrmics dels transsectes 1, 2 i 3, a l'hivern i a l'estiu. Els eixos de l'esquerra mostren el rang de valors d'augment i disminució de temperatura (°C) relatiu al valor 0 de l'inici dels recorreguts

Mir, Son Net, Sant Miquel, del Vent. En canvi, les barriades de Crist Rei i Crist Rei Nou, malgrat que són zones urbanitzades i que suporten més trànsit motoritzat, es comporten tèrmicament com a àrees no tan càlides, perquè la densitat de les edificacions, en general unifamiliars i plurifamiliars amb presència de jardins domèstics, és molt menor que la que es pot trobar al nucli històric. Aquest nucli antic es troba caracteritzat per illetes relativament grans, al centre de les quals s'hi troben espais verds en forma de corral. Els valors que hem obtingut al sector central de Crist Rei contrasten amb els que presenta Troya (2011) en alguns dels seus mapes d'isotermes hivernals, en els quals l'autor assenyala, a Crist Rei, una zona secundària d'illa de calor. Tant en el nostre estudi com en els de Troya, un altre punt comparativament més càlid és, com s'ha dit, el de l'avinguda Reis Catòlics, circumstància que s'explica per ser una avinguda que suporta una gran activitat comercial i on el trànsit de vehicles de motor és relativament intens (Estrany i Vicenç, 2000; Galiano i Estrany, 2013). La coberta arbòria en aquesta via sembla que no té la influència esperada a l'hora de reduir les temperatures nocturnes de la zona.

En la part contrària a aquestes situacions es troben les barriades de l'exemple inquer més perifèriques, sobretot So na Monda, al sector septentrional, i es Molins o es Blanquer, barriades més occidentals. Es Blanquer es beneficia d'unes temperatures relativament menys càlides gràcies, probablement, a la influència topogràfica que té el pas del torrent de Can Tabou —també dit de Mandrava—, però també al fet que els carrers són més amples i els edificis són en general de dues plantes o una, i alguns amb corral. Si els tálvegs dels torrents tenen l'efecte de reduir la temperatura ambiental per acumulació d'aire fred, això no sembla que ocorri en el cas del torrent que transcorre soterrat per la Gran Via de Colom. Aquesta avinguda es comporta com una àrea clarament càlida, de manera que ni l'efecte topogràfic ni l'arbrat viari semblen suficients per corregir a la baixa els efectes de l'illa de calor. Així, l'escassetat de zones verdes dins les ciutats és un factor que juga en detriment de les possibilitats de mitigació dels efectes de l'illa de calor (Van Hove *et al.*, 2011; Sánchez Rodríguez, 2013). La vegetació urbana en qualsevol de les seves presentacions no només aporta un benefici social significatiu, sinó que té uns efectes ambientals sempre positius (Melaas *et al.*, 2016).

5. CONCLUSIONS

Aquesta comunicació aporta noves evidències sobre l'efecte illa de calor urbana de la ciutat d'Inca a partir d'una campanya de mesures nocturnes de temperatura fetes a la ciutat d'Inca entre 2019 i 2020. Els resultats indiquen la formació d'àrees diferencialment més càlides al nucli antic de la ciutat i Sant Francesc Centre, a més de les dues principals avingudes: Gran Via de Colom i avinguda Reis Catòlics. Les barriades limítrofes de l'exemple nord-occidental (es Blanquer, So na Monda), així com les de Crist Rei, es veuen significativament menys afectades pel fenomen. La diferència de

temperatura entre l'interior de la ciutat i la seva perifèria rural immediata arriba globalment als 4,2°C, cosa que suposa una intensitat d'illa de calor de caràcter moderat, clarament més acusada a l'hivern que a l'estiu. Les principals bombolles urbanes més càlides es formen en les zones de major densitat edificatòria i de carrers més estrets, on la pèrdua de calor durant la nit es retarda.

Així, el mètode dels transsectes urbans emprat al present treball i el disseny dels recorreguts, específic per a l'ocasió (tres itineraris en total, amb un total de 129 punts de mesura), ha permès constatar la presència d'una ICU ben definida. Futurs esforços es poden encaminar a la realització de noves campanyes que permetin comprovar l'evolució del fenomen a escales temporals més amples, aquelles amb les quals es puguin observar els presumibles efectes de l'escalfament global i del canvi climàtic. A llarg termini, aquest canvi s'espera que tingui un ampli impacte en els ecosistemes urbans, que experimentaran importants canvis estructurals. Aquestes alteracions posen de manifest la necessitat de desenvolupar més i millors zones verdes a l'interior de la ciutat, així com potenciar un transport sostenible i una major conscienciació ciutadana. Aquestes recomanacions requeriran noves actuacions de disseny urbà, tant en forma de projectes urbanístics nous com de rehabilitació dels espais existents.

6. BIBLIOGRAFIA

Alomar-Garau, G., i Llop-Garau, J. 2018. "La isla de calor urbana de Palma (Mallorca, Islas Baleares): avance para el estudio del clima urbano en una ciudad litoral mediterrània". Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 78; p. 392-418.

Eliasson, I. 1994. "Urban-suburban-rural air temperature differences related to street geometry". Physical Geography, 15; p. 1-22.

Estrany, J., i Vicenç, G. 2000. "La localització de l'activitat econòmica a Inca. Factors i característiques". V Jornades d'Estudis Locals d'Inca. Ajuntament d'Inca: Inca; p. 71-81.

Galiano, I., i Estrany, J. 2013. "Distribució geogràfica de l'activitat econòmica a Inca entre els anys 2000 i 2012". XIV Jornades d'Estudis Locals d'Inca. Ajuntament d'Inca: Inca; p. 127-140.

Ginard, A., i Estrany, J. 2012. "Un plànol del nucli urbà d'Inca (1808). Context històric i georeferenciació". XIII Jornades d'Estudis Locals d'Inca. Ajuntament d'Inca: Inca; p. 31-46.

Givoni, B. 1998. Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons, Inc.: USA.

Klysik, K., i Fortuniak, K. 1999. "Temporal and spatial characteristics of urban heat island of Łódź, Poland". *Atmospheric Environment*, 33; p. 3885-3895.

Kolokotroni, M.; Zhang, Y.; Watkins, R. 2007. "The London Heat Island and building cooling design". *Solar Energy*, 81; p. 102-110.

Kolokotroni, M., i Giridharan R. 2008. "Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer". *Solar Energy*, 82; p. 986-998.

Landsberg, H. E. 1981. *The urban climate*. Academic Press: New York.

Melaas, E. K.; Wang, J. A.; Miller, D. L.; Friedl, M. A. 2016. "Interactions between urban vegetation and surface urban heat islands: A case study in the Boston metropolitan region". *Environmental Research Letters*, 11(5); p. 1-11.

Montávez J. P.; Rodríguez, A.; Jiménez J. L. 2000. "A study of the urban heat island of Granada". *Int. J. Climatol.*, 20; p. 899-911.

Moreno, M. C. 1993. *Estudio del clima urbano de Barcelona: la «isla de calor»*. Editorial Oikos-Tau: Barcelona.

Moreno, M. C. 1994. "Intensity and form of the urban heat island in Barcelona". *International Journal of Climatology*, 14; p. 705-710.

Oke, T. R. 1973. "City size and the urban heat island". *Atmospheric Environment*, 7; p. 769-779.

Oke, T. R. 1987. *Boundary Layer Climates*. Routledge: London.

Ramis, C.; Perelló, J.; Gual, M. 2002. "La isla de calor urbana en Palma de Mallorca". *Revista española de física*, 16; p. 39-43.

Sánchez Rodríguez, R. (Ed.). 2013. *Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Serra, J. A. 2007. "Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza". *Investigaciones Geográficas*, 44; p. 55-73.

Troya López, J. A. 2008. "L'illa de calor nocturna a Inca". VIII Jornades d'Estudis Locals, Inca, 23 i 24 de novembre, 2007. Ajuntament d'Inca: Inca; p. 165-173.

Troya López, J. A. 2010. "Evaluación de la isla de calor nocturna en un núcleo urbano de tamaño mediano: Inca (Mallorca)". En Fernández García, Felipe; Galán Gallego, Encarna; Cañada Torrecilla, Rosa (Eds.). VII Congreso de la

Asociación Española de Climatología: clima, ciudad y ecosistemas. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, 7. Serbal: Barcelona; p. 575-586.

Troya López, J. A. 2011. L'illa de calor nocturna a Inca. Memòria del projecte d'investigació del Programa de Doctorat en Geografia de la Universitat de les Illes Balears. Departament de Ciències de la Terra. Tesina de doctorat inèdita.

Troya, J. A., i Capó, D. 2012. "L'illa de calor nocturna a diversos nuclis de població a Mallorca". XIII Coloquio Ibérico de Geografía. Respuestas de la Geografía Ibérica a la crisis actual. Meubook: Santiago de Compostela; p. 1175-1187.

Van Hove, B.; Steeneveld, G-J.; Jacobs, C.; Heusinkveld, B.; Elbers, J.; Moors, E.; Holtslag, B. 2011. Exploring the Urban Heat Island Intensity of Dutch Cities. Wageningen, Alterra, Alterra report 2170.

