

Treballs beneficiaris dels ajuts per al suport a la recerca en canvi climàtic a l'AMB

El paper de la infraestructura verda urbana en l'adaptació al canvi climàtic

Adrián Cabezas Vegas i Arnau Lluch Torrents

Article

El paper de la infraestructura verda urbana en l'adaptació al canvi climàtic

Luch, A. (BR), Cabezas, A. (BR), Motlleó, M. (BR), Cirera, J. (AMB) Savé, R. (IRTA), Lacort, E. (AMB)

Resum

Es preveu que en el territori de l'Àrea metropolitana de Barcelona el canvi climàtic provocarà una alteració del règim hídric i tèrmic, provocant a mode general un augment de la temperatura i una major freqüència dels episodis extrems de precipitació i de sequera, tot augmentant els riscos d'inundació i d'onades de calor. La necessitat d'adaptació de les ciutats als canvi climàtic és i serà cada vegada més necessària. La infraestructura verda urbana proveeix diversos serveis ecosistèmics, entre els quals la regulació tèrmica i hídrica, tot propiciant una disminució de l'efecte d'illa de calor, i ajudant en la prevenció de les inundacions. Per tal de reforçar aquest paper cal proporcionar coneixements i eines pràctiques per fer de la infraestructura verda urbana un actiu en l'adaptació i mitigació del canvi climàtic. La recerca realitzada aporta criteris per adaptar els espais verds al canvi climàtic i els resultats indiquen quins són aquells espais verds que poden ser més adequats per a l'aplicació d'aquests criteris.

Paraules clau: *Infraestructura Verda Urbana, adaptació al canvi climàtic, illa de calor, parcs urbans, regulació tèrmica i hídrica.*

Resumen

Se prevé que en el territorio del área metropolitana de Barcelona el cambio climático provocará una alteración del régimen hídrico y térmico, provocando a modo general un aumento de la temperatura y una mayor frecuencia de los episodios extremos de precipitaciones y de sequía, aumentando por tanto el riesgos de inundación y de olas de calor. La necesidad de adaptación de las ciudades al cambio climático es y será cada vez más necesaria. La infraestructura verde urbana provee diversos servicios ecosistémicos, entre los que se encuentran la regulación térmica e hídrica, propiciando una disminución del efecto de isla de calor, y ayudando a prevenir las inundaciones. Para reforzar este papel hay que proporcionar conocimientos y herramientas prácticas para hacer de la infraestructura verde urbana un activo en la adaptación y mitigación del cambio climático. La investigación realizada aporta criterios para adaptar los espacios verdes al cambio climático y los resultados indican cuáles son aquellos espacios verdes que pueden ser más adecuados para la aplicación de estos criterios.

Palabras clave: *Infraestructura Verde Urbana, adaptación al cambio climático, isla de calor, parques urbanos, regulación térmica e hídrica.*

Abstract

It is expected that in the territory of the metropolitan area of Barcelona climate change will cause an alteration of the water and thermal regime, generally causing an increase in temperature and a higher frequency of extreme episodes of precipitation and drought, flooding risk and heat waves. The need for adaptation of cities to climate change is and will be increasingly necessary. The urban green infrastructure provides various ecosystem services, including thermal and water regulation, leading to a decrease in the heat island effect, and helping to prevent flooding. To reinforce this role, knowledge and practical tools need to be provided to make urban green infrastructure an asset in climate change adaptation and mitigation. The research carried out provides criteria for adapting green spaces to climate change and the results indicate which green spaces may be more suitable for the application of these criteria.

Keywords: *Urban green infrastructure, adaptation to climate change, heat urban island, urban parks, thermal and water regulation.*

EL CANVI CLIMÀTIC: UN REPTA GLOBAL

El **canvi climàtic** és un dels grans reptes de la humanitat en aquest segle XXI, ja que incideix directament en el model de creixement i de desenvolupament que han seguit els països anomenats del primer món, basat en un consum energètic procedent de combustibles fòssils, que no és ni sostenible en el temps ni extrapolable a la resta de països de la Terra.

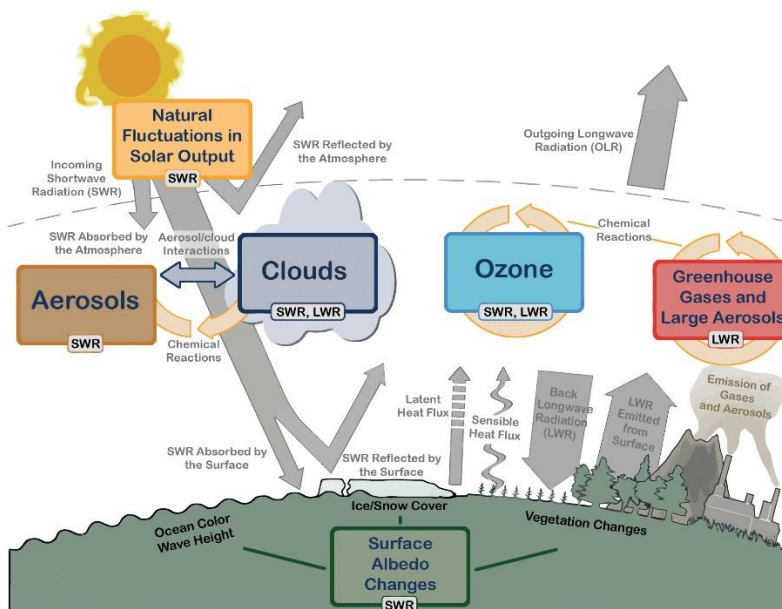
La comunitat científica internacional, a través del Grup Intergovernamental d'Experts sobre Canvi Climàtic (IPCC en anglès) ja ha advertit diverses vegades dels efectes negatius que el canvi climàtic comportarà sobre el medi ambient, els ecosistemes socioeconòmics i el benestar de les persones.

Des del 1990 l'IPCC publica Informes d'Avaluació que són el gran referent per saber l'estat del coneixement científic, tècnic i socioeconòmic del canvi climàtic, així com les seves causes, els seus potencials impactes i les estratègies de resposta.

El cinquè i darrer Informe de l'IPCC (AR5 – Fifth Assessment Report) publicat al 2014, conclou que el canvi climàtic és **inqüestionable** i que algunes de les seves conseqüències ja són visibles i que cal actuar urgentment.

L'increment en la generació de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), especialment el CO₂, i l'augment de la seva concentració a l'atmosfera, n'ha alterat el balanç energètic i com a conseqüència les característiques del clima. L'escalfament produït per l'increment de GEH no s'ha d'interpretar només com un canvi de la temperatura mitjana de la Terra, sinó també com una alteració profunda d'altres variables com la pluviometria, tant en quantitat com en distribució, els fenòmens meteorològics extrems, les sequeres, l'escalfament i l'acidificació dels oceans, l'increment del nivell del mar, el retrocés de les glaceres. Una alteració profunda que ja té com a conseqüència impactes evidents en la distribució de la flora i la fauna, la productivitat dels conreus, la disponibilitat d'aigua, la salut, i sobre nombroses activitats socioeconòmiques.

Imatge 1: Efecte hivernacle



Font: Intergovernmental Panel on Climate Change - Fifth Assessment Report, 2014.

IMPACTES I VULNERABILITATS DEL TERRITORI METROPOLITÀ ASSOCIATS AL CANVI CLIMÀTIC

Els impactes i vulnerabilitats futures (Pla de sostenibilitat de l'ÀMB. Canvi Climàtic) associades directa i indirectament al canvi climàtic que es poden produir a l'àmbit de l'àrea metropolitana engloben diferents sectors i sistemes, i amb magnituds molt diverses.

A continuació s'analitzen les possibles incidències del canvi climàtic sobre l'àmbit metropolità en relació als aspectes que es preveuen més rellevants. Els temes tractats:

a) Riscos associats al clima

Els riscos naturals més afectats pel canvi climàtic, és de preveure que siguin els que estan lligats de forma directa a la meteorologia i al clima (cal tenir present l'increment de temperatura propi del CC i a més la calor extrema de determinats estius, lo qual té o pot tenir una funció additiva), però també es poden veure afectats altres tipus de riscos, com són els riscos d'origen biològic, els riscos sobre la salut, i els riscos tecnològics.

A continuació es detallen els principals riscos associats al clima presents a l'àrea metropolitana:

- Les inundacions: són un risc hidrometeorològic mixt que ha de considerar diferents factors involucrats. Pel que fa a la part climàtica, el seu règim es pot veure alterat si es produeix un augment o una disminució de les pluges torrencials tant en quantitat com en intensitat, sobretot a l'estiu (inundacions locals i sobtades) i a la tardor (inundacions més generalitzades). Segons els diferents estudis climàtics, es preveu que la freqüència dels episodis extrems de precipitació augmentarà com a conseqüència del canvi climàtic. Tot i això, a l'AMB el risc d'inundació per riuades està força controlat, per l'alta artificialització del cursos finals del riu Besòs i Llobregat. Un altre risc d'inundació, sobretot a les planes del Baix Llobregat, pot ser a causa de l'increment del nivell del mar, al entrar l'aigua de mar per les antigues lleres del Llobregat (Sánchez-Arcilla et al. 2010).
- Les precipitacions intenses (molt relacionades amb les inundacions) no hi ha una tendència clara en les sèries de precipitació, però sí que es detecta una certa disminució de la precipitació a principis de la primavera, i una tendència positiva de la precipitació de tardor en punts de la costa central.
- En el cas dels episodis de temperatures extremes i onades de calor es tracta d'un risc d'origen exclusivament meteorològic, i en aquest cas hi ha un consens més gran respecte el seu augment a conseqüència del canvi climàtic.
- Pel que fa a la sequera els factors climàtics que més hi influeixen són la precipitació i la temperatura, però la humitat i el vent també són importants quan es tenen presents l'evapotranspiració i l'evaporació. Les estacions de primavera i tardor són les més importants a considerar pel que fa a la precipitació a Catalunya.

El canvi climàtic pot ocasionar destacades incidències sobre el conjunt del cicle hidrològic, tant pel que fa a la disminució de precipitacions, als cabals dels rius, a la demanda d'aigua i a la disponibilitat de recursos. Segons el Segon Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya (2010) i més recentment per l'Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya (2015) del Servei

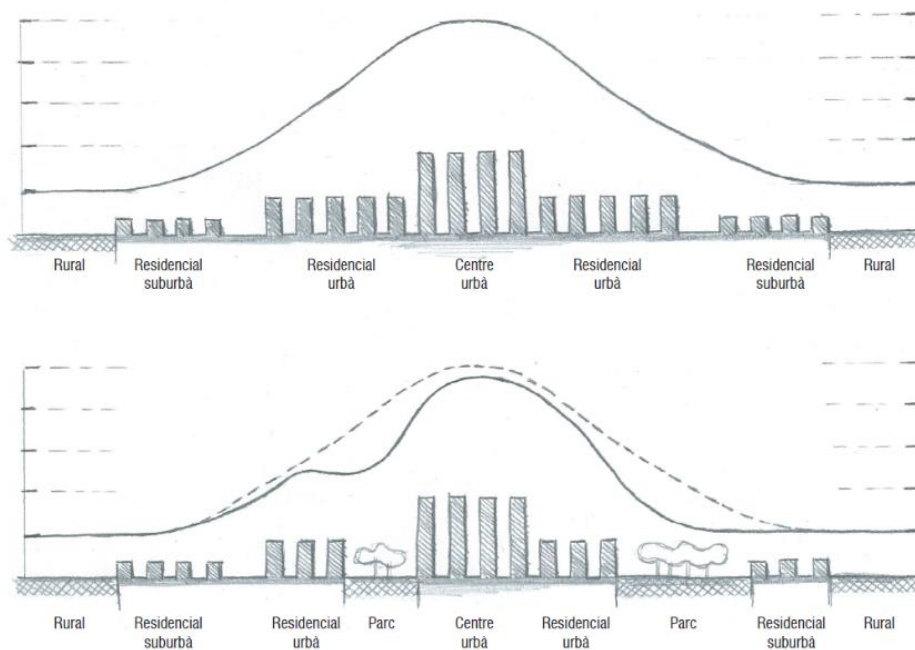
Meteorològic de Catalunya s'apunta cap a una progressiva reducció, no estadísticament significativa, de la precipitació amb estius més secs i llargs, més tempestuositat, unit a un augment de la temperatura. Això produirà en el cicle de l'aigua una disminució de la disponibilitat de l'aigua, circumstància que tindrà com a conseqüències una reducció i modificació del règim dels cabals del riu, una disminució de la recàrrega dels aqüífers, una modificació dels hidroperíodes a les zones humides i una pèrdua en la qualitat de l'aigua per alteració de processos lligats a cicles biogeoquímics.

La disminució de la disponibilitat de recursos hídrics tindrà una incidència directa sobre l'abastament de l'àrea metropolitana, que és on es concentra la major part de la població catalana, i on per cobrir les necessitats d'aigua d'aquest territori actualment ja hi ha un sistema complex que s'abasteix de conques de fora els límits de l'ÀMB.

b) Sistema urbà – illa de calor

L'asfalt, els edificis i el traçat de la xarxa viària modifiquen els balanços de radiació entre el sòl i l'aire, reduint l'evapotranspiració, augmentant l'escorrentia superficial i disminuint la velocitat del vent a la vegada que augmenta la seva turbulència. Tot això produeix el fenomen de la illa de calor, que es caracteritza per l'augment de temperatures a les ciutats en relació amb les àrees veïnes més fredes (Martin-Vide et al. 2003).

Imatge 2: Fenomen de la illa de calor



Font: © Barcelona Regional

INFRAESTRUCTURA VERDA URBANA

L'Estratègia Europea defineix la **Infraestructura Verda** com "una xarxa estratègicament planificada d'espais naturals i semi naturals i altres elements ambientals dissenyats i gestionats per oferir una àmplia gamma de serveis ecosistèmics. Inclou espais verds (o blaus si es tracta d'ecosistemes aquàtics) i altres elements clàssics en àrees terrestres (naturals, rurals i urbanes) i marines". Més enllà de constituir una xarxa d'espais verds interconnectats, fonamental per a la conservació de la biodiversitat, reporta un gran nombre de beneficis ambientals, socials i econòmics derivats de les múltiples funcions i serveis ecosistèmics que ofereix la natura, com són la regulació hídrica, el control de l'erosió, la depuració de l'aigua o la prevenció del canvi climàtic, entre d'altres.

En l'àmbit urbà, els beneficis que aporten les **Infraestructures Verdes** resulten especialment importants per la seva contribució a la salut i al benestar de la ciutadania. Entre els seus nombrosos beneficis destaquen la millora de la qualitat de l'aire, el temperament del micro i meso clima urbà i consegüent disminució de l'efecte "illa de calor urbana", la reducció de la contaminació atmosfèrica o la funció social i de convivència exercida pels espais verds urbans; tots ells aspectes relacionats amb el nivell general d'habitabilitat de les ciutats.

En aquests últims anys està canviant la forma en què el planejament urbà ha entès tradicionalment les àrees verdes, passant de ser concebudes com a dotacions amb una funció bàsicament d'equipament d'esbarjo, a ser considerades també, com a espais de naturalesa necessaris per al manteniment eficient del funcionalisme urbà.

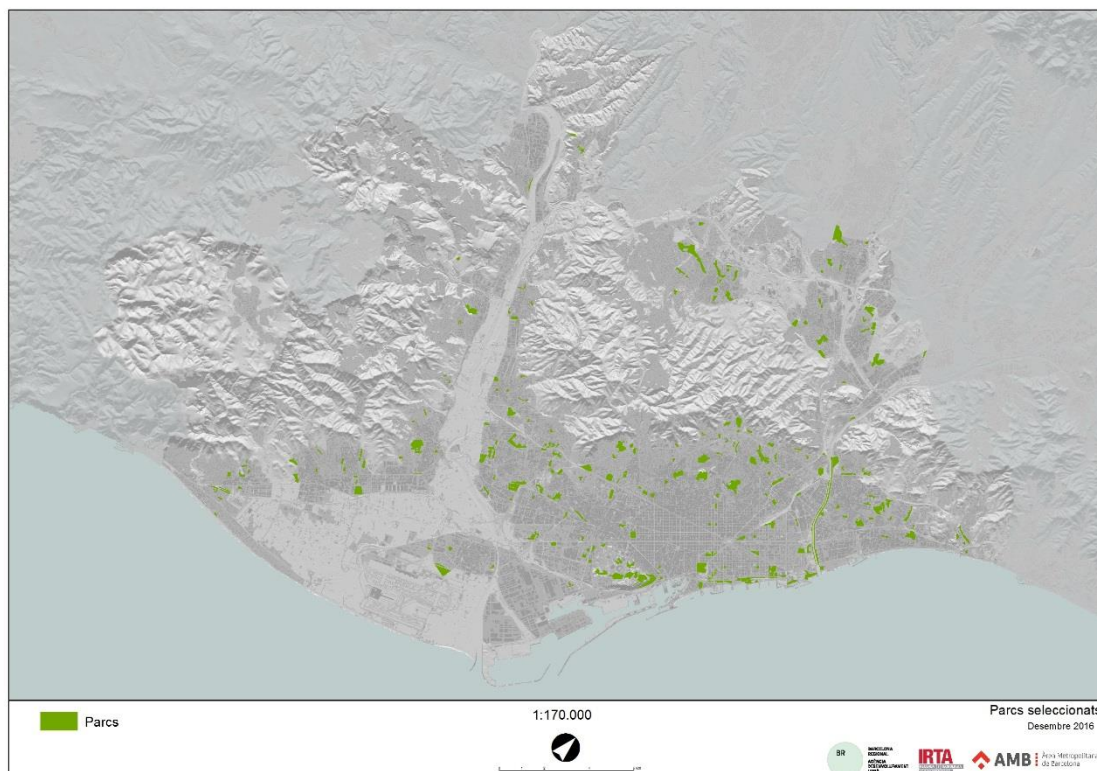
Dins d'aquesta nova concepció, pren força el terme d'**Infraestructura Verda** per referir-se a les zones verdes com a proveïdores de funcions i serveis socioecosistèmics, més enllà i junt amb les funcions recreatives i paisatgístiques. Els serveis ecosistèmics, també anomenats serveis socioambientals en els entorns urbans, són els beneficis que els humans obtenen dels ecosistemes, que contribueixen directament o indirectament al benestar de les persones i que són fonamentals per al funcionament del sistema de suport de la vida a la Terra. D'aquesta manera, es revaloritza el "verd urbà" i l'aprofitament dels múltiples beneficis (ambientals, socials i econòmics), que els espais verds de les ciutats són capaços d'oferir.

La **Infraestructura Verda Urbana** es concep així com una xarxa interconnectada i complementària de zones verdes que inclou a tots aquells elements destacats per la seva importància ambiental, paisatgística o patrimonial, així com als seus corresponents processos i fluxos ecològics. A l'integrar-se en un mateix sistema, aquests elements compleixen, a més d'una important funció de vertebració del territori urbanitzat, un paper fonamental en la millora de la qualitat ambiental de les ciutats. La configuració d'aquesta xarxa i la seva integració en el planejament urbanístic exigeix en molts casos replantejar la forma en què són pensats i gestionats els espais verds urbans.

El present estudi es centra principalment en una part important de la infraestructura verda urbana, com són els parcs i jardins urbans, no tenint-se en compte pel present estudi els arbres d'alineament i la vegetació dels edificis. Dintre dels espais verds urbans és fàcil designar com a parc un cert espai que compleixi les funcions essencials dels parcs, però en determinats casos quan parlem d'espais verds urbans, sovint la frontera entre espai verd, plaça i altres espais és difícil d'establir. Ens trobem que hi ha places dures que no classificaríem mai com a parc, però en canvi hi ha d'altres espais que també anomenem places, en els quals el verd urbà hi té un paper destacat i que per tant estan en el límit entre un parc urbà i una plaça. Una plaça amb una quantitat destacable de vegetació pot

proporcionar de manera significativa els serveis de regulació tèrmica i hídrica i cal tenir en compte aquests espais per tal de fer un estudi acurat dels esmentats serveis. Tots aquests espais, en major o menor mesura generen uns beneficis fonamentals per al desenvolupament de les ciutats. Per configurar la infraestructura verda urbana en el present estudi hem considerat els parcs, jardins i places amb una quantitat de verd urbà significativa de la xarxa de municipis de l'AMB.

Mapa 1: Parcs seleccionats de l'AMB



Font: © Elaboració pròpia

S'han seleccionat aquells parcs urbans dins de l'Àrea Metropolitana de Barcelona amb una superfície major de 1 Hectàrea. Es considera que les mesures d'actuació en els espais de més de 1 hectàrea poden donar uns resultats més satisfactoris i generar un impacte quantitativament més elevat en la regulació hídrica i tèrmica que aquells espais de menys de 1 hectàrea. Aquests parcs seran els susceptibles de portar a terme les diferents mesures d'adaptació per a la regulació hídrica i tèrmica en aquells casos que l'anàlisi ho determini. Així s'ha digitalitzat un a un cada parc de cada municipi que conforma l'AMB.

L'indicador d'espai verd per habitant mostra com la densitat de població influeix sobre la demanda d'espai públic en un territori determinat. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) proposa un mínim de 10 a 15 m² d'espais verds per habitant, plantejat com l'ideal per mitigar els impactes generats per la contaminació, complint una funció d'amortiment. En la següent taula es mostren per a cada municipi els indicadors d'espai verd, tenint en compte només els espais verds de més de 1 hectàrea.

Amb les característiques anteriorment descrites obtenim un total de 242 parcs urbans, que sumen 1.020 Hectàrees, repartits en els diferents municipis de l'àrea metropolitana de Barcelona:

Taula 1: Parcs seleccionats dins de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Municipi	Numero de parcs	Superfície (Ha)	Indicador d'espai verd (m2/hab)
Badalona	13	58,9	2,7
Badia del Vallès	1	1,15	0,8
Barberá del Vallès	4	32,2	9,9
Barcelona	95	394,9	2,4
Castellbisbal	2	6,1	4,9
Castelldefels	11	19,4	3,0
Cerdanyola del Vallès	6	27,2	4,7
Cornellà de Llobregat	9	43,1	5,0
El Prat de Llobregat	5	22,2	3,5
Esplugues de Llobregat	7	21,8	4,8
Gavà	4	14,1	3,0
l'Hospitalet de Llobregat	9	34,0	1,4
La Palma de Cervelló	1	2,0	6,8
Molins de Rei	5	12,8	5,1
Montcada i Reixac	4	22,4	6,5
Montgat	3	4,6	4,0
Ripollet	4	21,7	5,8
Sant Adrià de Besòs	6	34,9	9,7
Sant Andreu de la Barca	1	2,5	0,9
Sant Boi de Llobregat	6	30,3	3,7
Sant Cugat del Vallès	13	78,0	8,9
Sant Feliu de Llobregat	5	9,7	2,2
Sant Joan Despí	5	29,5	8,9
Sant Just Desvern	2	3,2	3,2

Sant Vicenç dels Horts	2	13,1	4,7
Santa Coloma de Gramanet	8	47,3	4,0
Santa Coloma de Cervelló	2	2,1	2,6
Tiana	1	6,2	7,4
Viladecans	8	25,7	3,9
Total	242	1020,9 Ha	3,2

Font: © Elaboració pròpia

Els municipis Begues, Cervelló, Corbera de Llobregat, el Papiol, Pallejà, Sant Climent de Llobregat i Torrelles de Llobregat no es troben en aquest llistat ja que no tenen parcs més grans que 1 Hectàrea.

Pel que fa a l'indicador d'espai verd per habitant, la taula mostra resultats relativament baixos per a la majoria dels municipis que conformen l'àrea metropolitana de Barcelona. Així doncs, destaquen els municipis de Barberà del Vallès, Sant Adrià del Besòs, Sant Cugat del Vallès, Sant Joan Despí amb valors propers als recomanats per l'OMS, encara que cap d'ells arriba als 10 m²/habitant mínims recomanats. Per contra, municipis densament poblats com Barcelona, Badalona i l'Hospitalet de Llobregat presenten valors baixos per a aquest índex.

CRITERIS D'ADAPTACIÓ DELS PARCS URBANS

Els parcs urbans juguen un paper important en la **mitigació dels efectes del canvi climàtic**, tant regulant i reduint la temperatura com afavorint la regulació hídrica, a través de diferents processos, que seran la base d'alguns dels criteris que es proposaran. En contraposició al concepte de illa de calor, podem considerar els parcs urbans com a illes fredes dins les ciutats per l'esmentat efecte que exerceixen en la regulació tèrmica.

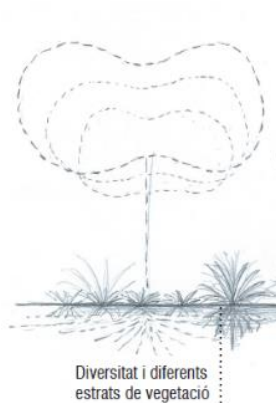
- 1- La vegetació dels parcs modera l'efecte de l'illa de calor tot afavorint el refredament a través de l'evapotranspiració i la reducció de la radiació sobre les superfícies urbanes.
- 2- Els parcs afavoreixen la generació de corrents d'aire que ajuden al refredament dels barris adjacents.

Així mateix els parcs urbans, poden contribuir de forma determinant a regular el cicle de l'aigua, que al seu torn també regula el cicle tèrmic, a les ciutats: disminuint la velocitat d'escorrentia de les aigües superficials, facilitant la infiltració i aprofitant l'aigua de pluja el màxim possible per a les necessitats del propi parc, reduint així el dimensionament de la col·lecció de l'aigua cap al clavegueram.

Els objectius de les següents propostes són la de **mitigar** les illes de calor urbanes, i **ajudar** a la regulació hídrica tot millorar les condicions i processos d'adaptació al canvi climàtic, a més de incrementar la resiliència del territori i reduir la seva vulnerabilitat. Algunes de les mesures d'adaptació proposades en el treball són:

- **Implantar una vegetació densa i amb diferents estrats.** Una elevada densitat de superfícies vegetals permet una major intercepció de l'aigua de pluja i la posterior evaporació. D'altra banda, espècies amb més capacitat d'absorció d'aigua del sòl, afavoreixen una major transpiració. Ambdós processos, permeten el refredament de l'aire dels entorns.

Imatge 3: Diferents estrats de vegetació



Font: Guia de criteris ambientals per al disseny de parcs urbans

- **Distribució de les zones arbrades per reduir o augmentar la insolació segons l'època** de l'any. En els perímetres dels parcs que delimiten amb façanes amb orientació Sud-Sud-Oest, habilitar zones de vegetació amb arbres caducifolis que a l'estiu protegiran de la insolació a les façanes i a l'hivern permetran que els rajos del sòl escalfin els edificis amb la consegüent reducció de la despesa en calefacció i per tant la

Imatge 4: Distribució de les zones arbrades

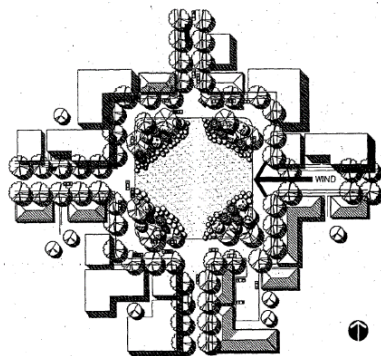


Figure 4. The open turf area in this urban park is a source of cool air that is carried into the surrounding area by prevailing breezes. Buffer plantings along the park boundary reflect the complex structure of the region's native plant associations.

Font: McPherson. Cooling Urban Heat Islands with sustainable landscapes

- **Creació de punts d'aigua i naturalització d'aquests.** L'aigua és un dels elements que contribueix al refredament. Tot i que en el clima mediterrani és un bé escàs convé intentar utilitzar punts d'aigua, tot tenint un sistema eficaç

d'emmagatzematge i drenatge (Sistema de Drenatge Sostenible). Els sistemes de drenatge s'expliquen amb deteniment a l'apartat de regulació hídrica.

Imatge 5: Naturalització de la bassa del Parc de Can Zam



Font: © Guia de criteris ambientals per al disseny de parcs urbans

- **Augmentar les zones verdes i enjardinades.** La vegetació resguarda el sòl de l'excessiva insolació i el protegeix de la compactació que provoca l'impacte directe de les gotes de pluja, en aturar i/o esmorteir la velocitat amb què cauen. En definitiva, amb l'augment de les zones verdes i enjardinades, s'incrementa l'estabilitat dels agregats i la coherència del sòl, protegint de l'impacte de les gotes d'aigua alhora que incrementem la capacitat d'infiltració i frenant l'escorrentia superficial.

Imatge 6: Prat secs i vegetació amb baix consum hídric en el Parc dels Pinetons (Ripollet)



Font: © Barcelona Regional

- **Implementar elements de drenatge sostenible.** Implementar en les superfícies pavimentades Sistemes de Drenatge Urbà Sostenible (SUDS), per tal de regular l'escorrentia que es pugui derivar d'aquestes superfícies impermeables, amb l'objectiu d'absorbir i/o retardar l'escolament d'aquesta aigua cap als sistemes convencionals de drenatge.

Imatge 7: Elements de drenatge sostenible que permeten difondre l'aigua pluvial al sòl



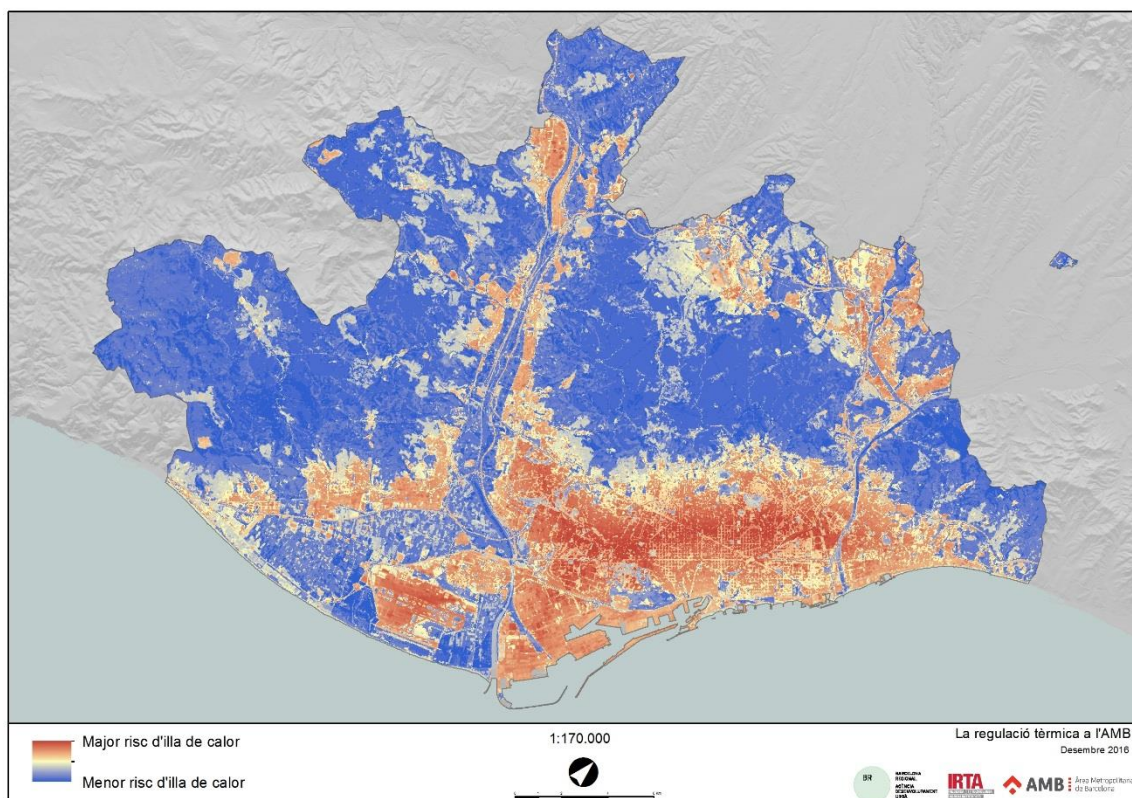
Font: © Guia de criteris ambientals per al disseny de parcs urbans

RESULTATS: LA REGULACIÓ TÈRMICA I HÍDRICA A L'AMB

L'efecte d'illa de calor a l'AMB es manifesta sobretot en aquelles zones urbanes més centríques i allunyades dels entorns forestals, agrícoles i del mar. Les zones forestals exerceixen un paper de refredament de l'ambient que es major com més densa és la vegetació.

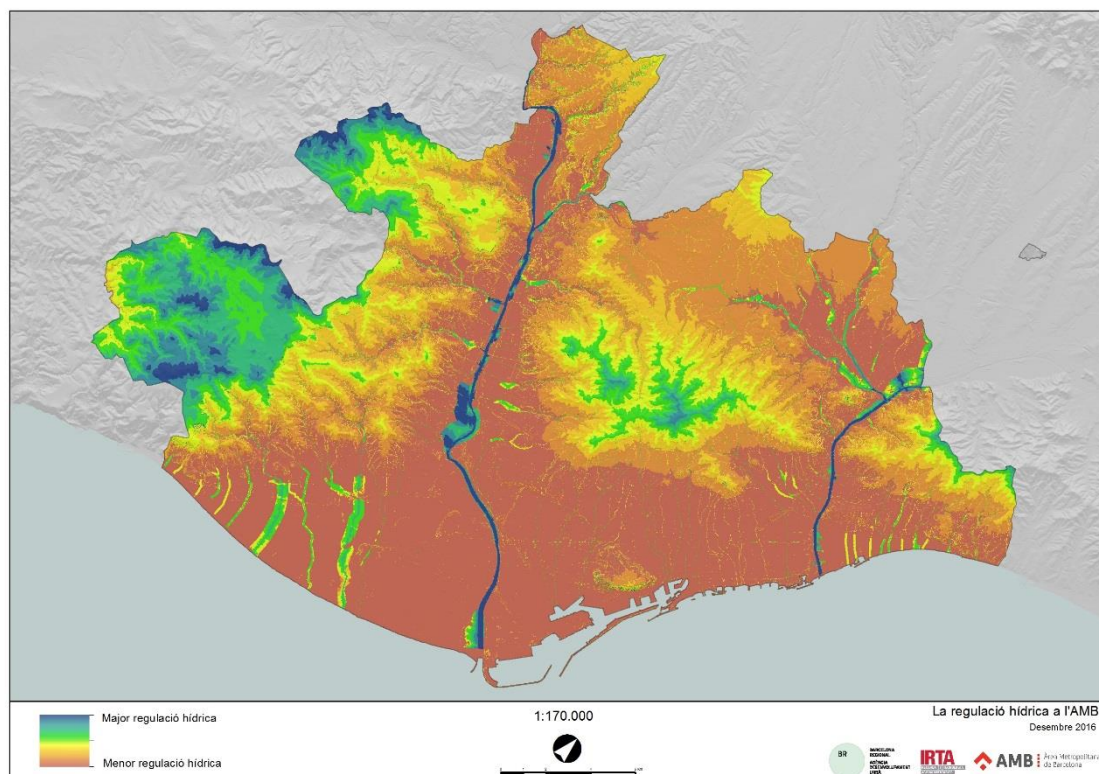
En el següent mapa es pot observar les grans diferències que existeixen entre les zones forestals de Collserola, el Garraf i les Muntanyes de l'Ordal, amb les zones urbanes del pla de Barcelona i de l'eix del Llobregat. També s'aprecia com les zones industrials de la zona franca i l'aeroport presenten un alt grau de risc d'illa de calor.

Mapa 2: Risc d'illa de calor a l'AMB



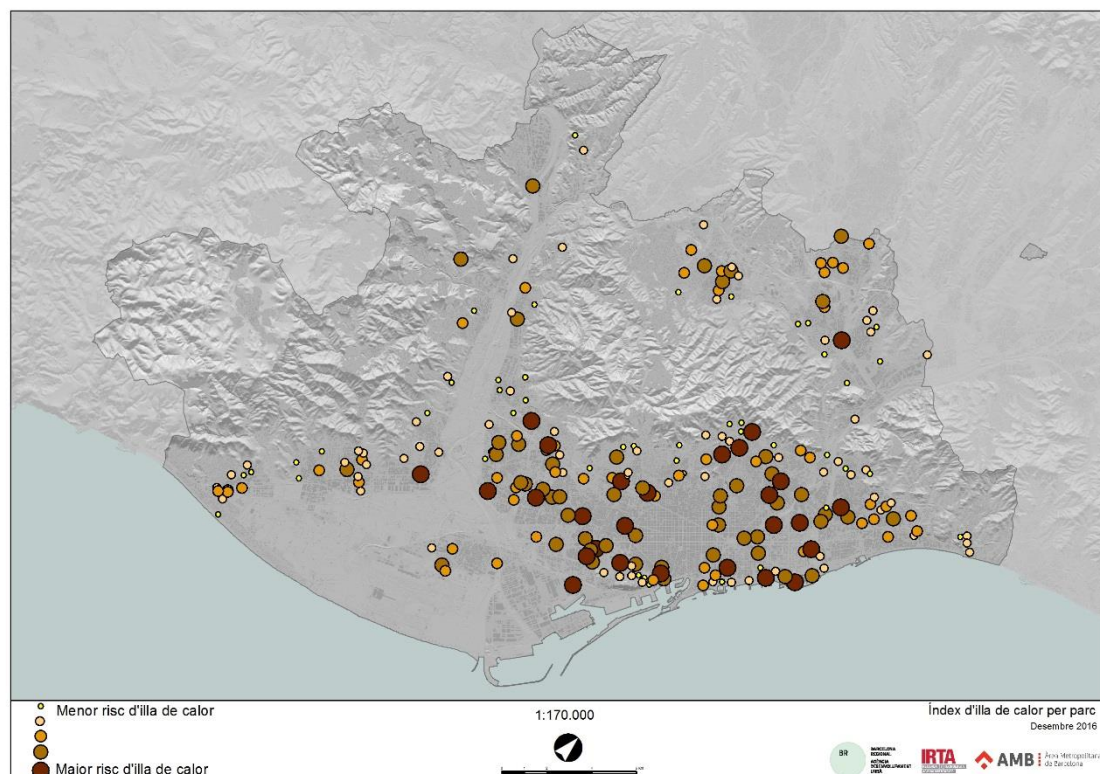
Font: © Elaboració pròpia

Pel que fa a les zones de regulació hídrica es concentren en zones molt concretes de la geografia. Són les zones properes als cursos fluvials les que tenen més potencial per a la regulació hídrica seguides de les zones de riera i de zones amb un pendent important o les capçaleres de rius i rieres. A l'AMB aquestes zones són els rius Llobregat i Besòs, algunes rieres i zones de pendent com els tres turons a Barcelona o la Muntanya de Montjuïc. També tenen un alt potencial les capçaleres situades en zones elevades de Collserola o el Garraf. En aquest últim cas, com que no existeixen parcs urbans en aquestes zones no tindran influència en les mesures aplicar.

Mapa 3: Regulació hídrica l'AMB

Font: © Elaboració pròpia

Per a cada un dels parcs de l'AMB s'ha generat l'índex d'illa de calor i de regulació tèrmica obtenint el següent mapa. Els parcs amb més índex d'illa de calor solen ser parcs cèntrics de la ciutat de Barcelona o les ciutats més properes immerses en el teixit urbà més dens com l'Hospitalet, o Cornellà de Llobregat. Alguns d'ells tenen molt poca cobertura vegetal, com per exemple la Plaça del Canòdrom, els Jardins de les Tres Xemeneies o els Jardins de l'AMB, a Barcelona, a bé tenen sòls impermeables per la presència d'edificacions dins el parc o de pistes esportives, com és el cas del parc del Masot. No necessàriament tots els parcs amb índexs alts presenten totes les característiques descrites però si unes quantes, o una d'elles de manera important.

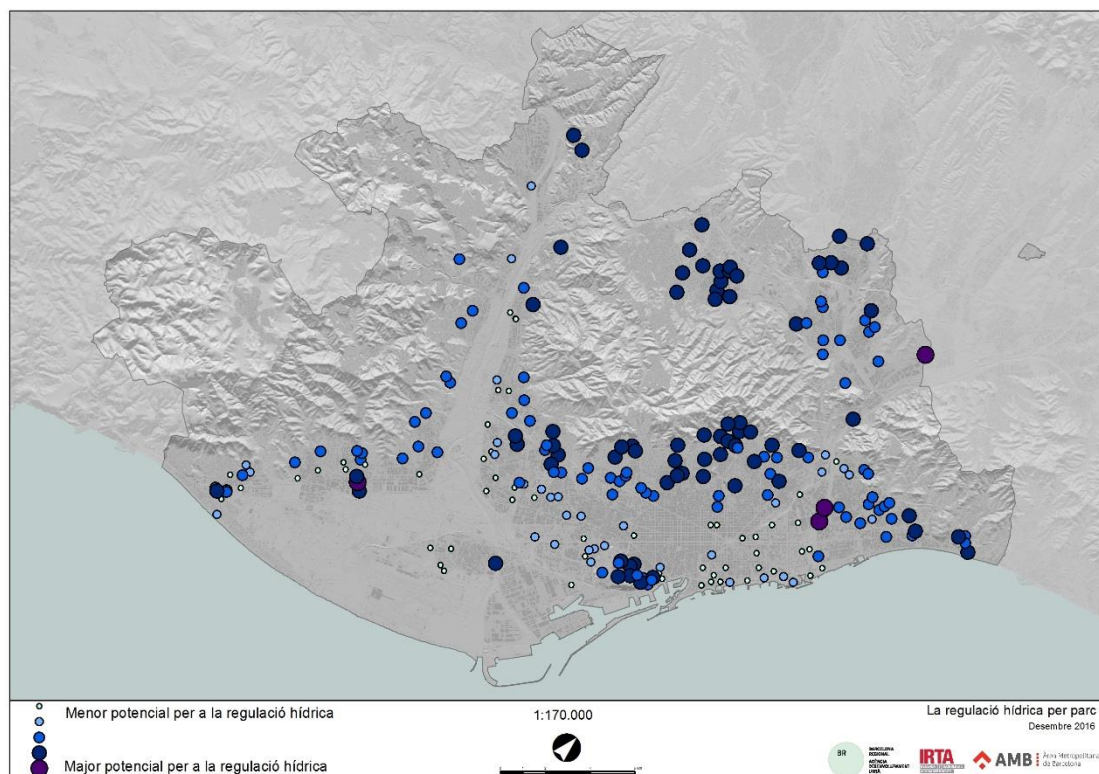
Mapa 4: Índex d'illa de calor per parc

Font: © Elaboració pròpia

Aquells parcs que presenten índexs més elevats es troben sovint en planes d'inundació fluvial del riu Besòs o Llobregat, o en zones de rieres. Són parcs com el Parc de les Aigües a Montcada i Reixac, el parc del Riu a el Prat de Llobregat o el parc de la Riera Canyadó a Badalona. Els espais que ocupen són zones molt antropitzades, on ja hi ha moltes mesures aplicades per prevenir inundacions com la canalització del riu amb la construcció de talussos. La majoria d'aquests parcs es troben per sobre d'aquests talussos pel que les mesures a aplicar es redueixen en bona part a millorar el drenatge, prevenint la inundació del propi parc mitjançant un augment de la vegetació, o captant l'aigua de les precipitacions per incrementar els nivells d'aigua dels aquífers o bé per l'emmagatzematge d'aquesta per ser utilitzada com a aigua de reg. Alguns dels parcs com el Parc de la Riera de Canyadó són exemples de bones pràctiques per a la regulació hídrica.

Altres parcs amb índex alts per a la regulació hídrica són parcs amb molt pendent, com el parc de Centre, al Papiol o el Jardí Botànic Històric. En el primer cas la presència de terrasses ja contempla la prevenció de riudades sobtades, però es podria augmentar la quantitat de vegetació a la part alta del parcs actualment només coberta de gespa.

Mapa 5: Potencial de cada parc per dur a terme mesures per a la regulació hídrica



Font: © Elaboració pròpia

PROPOSTES D'ACTUACIÓ ALS PARCS

Propostes per a la regulació tèrmica

Partint del mapa de risc d'illa de calor i dels valors obtinguts per a cada un dels parcs s'ha seleccionat el Parc del Masot per a fer propostes de possibles mesures a aplicar per a la regulació tèrmica, ja que és el parc amb un major índex d'entre els gestionats per l'AMB.

Imatge 8: Parc del Massot



De dimensions petites, el parc del Masot és, sobretot, un indret per a la pràctica esportiva, amb una zona arbrada paral·lela al riu Sec. Una construcció, de punta arrodonida, semblant a una proa de vaixell, articula els accessos i relaciona els diferents àmbits. És, també, un excel·lent mirador sobre el parc i la vila de Ripollet, el curs final del riu Ripoll, el turó de Montcada, la Serralada de Marina.

Font: © Arxiu imatges AMB

A la següent imatge s'indiquen les mesures numerades i seguidament se'n fa una descripció.

Imatge 9: Propostes de mesures a implementar al parc del Masot



Font: © Elaboració pròpia

1. Densificar la vegetació a la banda del parc que toca l'autopista tot plantant més arbres (espècies) i estratificant-la, respectant però el camí de pas.

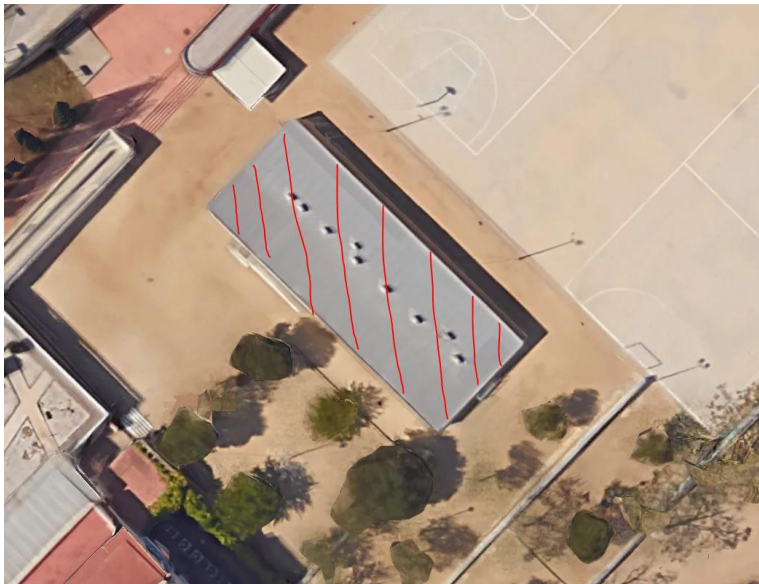
Imatge 10: Perímetre del Parc del Masot



Font: Google Stretview

2. Explorar la possibilitat de cobrir el sostre de l'edifici amb cobertes verdes, valorant l'aigua de reg disponible, i de l'edifici del centre mèdic (en cas que sigui competència de l'AMB). Una altra opció més barata és col·locar materials amb alt índex de reflexió, que estiguin separats uns quants centímetres del sostre de l'edifici per mantenir una capa d'aire que ajuda al refredament.

Imatge 11: Edifici del camp esportiu del parc del Masot



Font: Elaboració pròpia a partir d'imatges de Google Earth

3. Plantar al voltant de l'edifici vegetació herbàcia i arbustiva, respectant les entrades a l'edifici.

Imatge 12: Edifici del camp esportiu del parc del Masot



Font: Elaboració pròpia a partir d'imatges de Google Earth

4. Repavimentar els camps esportius amb paviments freds

Imatge 13: Camp esportiu del parc del Masot



Font: © Arxiu imatges AMB

5. Generar un punt d'aigua:

El punt d'aigua pot servir tant pel refredament de l'espai com per l'acumulació de l'aigua de pluja per regar.

Per recollir pluja estudiar la construcció de canalons al voltant d la pista esportiva que recollí l'aigua i la porti fins a la bassa. L'aigua recollida es pot canalitzar tant a la bassa com a un dipòsit d'aigua que serveixi per regar, ja que la bassa es pot naturalitzar i utilitzar per potenciar la biodiversitat del parc.

6. Densificar la vegetació (major estratificació en algunes zones) a la zones ja arbrades i a la banda que toca al Riu Sec, deixant sempre una franja amb bancs a primera línia per no obstaculitzar les vistes cap a la Serra de Collserola i al Turó de Montcada, ja que les vistes són un dels atractius que té el parc. L' arbrat seria preferible que seguessin espècies de ribera, amb sistemes radiculars extensos, tenint en compte que el parc es troba al costat del riu i que la zona podria ser inundable en un futur.

Imatge 14: Parc del Masot



Font: © Arxiu imatges AMB

7. Cobrir els murs que separen els camps de petanca amb vegetació (plantes enfiladisses) o substituir-los per murs vegetals. Els murs actuals són de color blanc absorbint poca radiació i per tant no seria un gran problema que només estiguessin coberts parcialment.

Imatge 15: Murs al Parc del Masot



Font: © Arxiu imatges AMB

8. Aparcament del CAP:

- Construir una coberta per a l'aparcament per tal de generar ombra. Es pot utilitzar plantes enfiladisses com ara la vinya, que a l'estiu fa ombra amb les fulles i a l'hivern per la fulla deixant passar la llum del sol.
- Repavimentar l'aparcament amb bioasfalt.

Imatge 16: Pàrquing del CAP



Font: Google Earth

9. Implementar un petit prat sec entre els vestuaris dels camp esportiu i el CAP deixant una zona de pas pels usuaris.

Imatge 17: Parc del Masot



Font: Elaboració pròpia a partir d'imatges de Google Earth

Propostes per a la regulació hídrica

Alhora de generar propostes per a la regulació hídrica s'ha vist que el territori metropolitana, fortament urbanitzat, possiblement està més adaptat a una bona regulació hídrica que a la regulació tèrmica. En bona part es deu a que els rius Llobregat i Besòs estan canalitzats des de fa anys i els diferents esdeveniments històrics de grans inundacions ha suposat la conscienciació sobre la importància de la regulació hídrica per prevenir danys humans i materials.

Per a les propostes d'actuació en relació a la regulació hídrica, s'han seleccionat dues tipologies de parcs diferents. En el primer cas les mesures són propostes per a un parc urbà de tipus fluvial (Parc de les Aigües), i en el segon cas s'ha seleccionat un parc de grans dimensions situat en ple nucli urbà

1.1.1. Parc de les Aigües

El parc amb un major índex de regulació hídrica és el **parc de les Aigües**. Aquest parc es troba molt proper al centre de Montcada, a recer del turó del mateix nom i damunt les fèrtils terres al·luvials del marge dret del Besòs, el Parc neix en un indret on les aigües han estat històricament generoses. Aquest paratge, vinculat a la presència de dos elements emblemàtics per a l'aprofitament de l'aigua (el rec Comtal i el recinte dels pous) i fragmentat pel pas del tren i el pont sobre la via, s'ha vist revalorat i dignificat amb la presència del Parc. La seva recuperació es completarà quan s'enderroqui el pont, es soterrin les vies per al pas del tren d'alta velocitat i es restauri definitivament el recinte dels pous.

A causa de la seva localització fluvial, aquest parc compta amb infraestructures especials de protecció contra les inundacions, com el mur del riu Besòs. No obstant això, es poden implementar altres mesures:

Imatge 18: Parc de les Aigües



Font: © Barcelona Regional

- **Homogeneïtzar i reenverdir les zones desproveïdes de vegetació.**

La part del parc al costat del riu es troba desproveïda de vegetació. Una part d'ella es mantindria sense vegetació (zona 1), ja que és utilitzada per a la celebració de diferents tipus de d'esdeveniments populars, però l'altra (zona 2) es consideraria la possibilitat d'augmentar les zones verdes i enjardinades, de manera que quedi homogènia amb la densitat de vegetació de les altres zones del parc. La presència de masses de vegetació denses o amb diversos estrats (arbori, arbustiu, herbaci), afavoreix la presència d'una major superfície per interceptar aigua de pluja facilitant l'evaporació de part de l'aigua i laminant el vessament d'aigua cap al sòl i cap a cotes més baixes.

Imatge 19: Mesures en el Parc de les Aigües



Font: © Elaboració pròpia

1.1.2. Parc de la Font Santa

El parc es troba al sud de la comarca del Baix Llobregat i la seva superfície ocupa tres termes municipals: Sant Joan Despí, Esplugues de Llobregat i Sant Just Desvern. El parc és al samontà, tradicionalment ocupat per les vinyes i els conreus de secà i avui totalment urbanitzat. El seu àmbit queda definit per la zona on conflueixen el torrent del Pont Reixat i la riera de la Font Santa que comença a la serra de Collserola i té un recorregut curt i amb fort pendent. El parc ja està dissenyat per tal de canalitzar les aigües d'aquestes dues rieres i per tant les propostes són complementàries a aquest disseny ja adaptar a l'orografia del terreny.

- **Habilitar terrenys absorbents a l'entorn de zones pavimentades o impermeables**

Estudiar la possibilitat d'instal·lació a la zona del pàrquing Sistemes de Drenatge Urbà Sostenible (SUDS), per tal de regular l'escorrentia que es pugui derivar d'aquestes superfícies impermeables, amb l'objectiu d'absorbir i/o retardar l'escolament d'aquesta aigua cap als sistemes convencionals de drenatge.

Imatge 20: Zona del pàrquing del Parc de la Font Santa



Font: Elaboració pròpia a partir d'imatges de Google Earth

- **Estudiar la possibilitat d'establir estructures de vegetació en estrats (arbori, arbustiu, herbaci) a la zona on només hi hagi gespa.**

La presència de masses de vegetació denses o amb diversos estrats (arbori, arbustiu, herbaci), afavoreix la presència d'una major superfície per interceptar aigua de pluja facilitant l'evaporació de part de l'aigua i laminant el vessament d'aigua cap al sòl i cap a cotes més baixes.

Imatge 21: Possibles estructures de vegetació en estrats



Font: Elaboració pròpia

CONCLUSIONS I PROPOSTES DE FUTUR

Els resultats del treball permeten tenir a l'abast un seguit d'eines pràctiques útils per treballar cap a l'adaptació dels parcs urbans al canvi climàtic en matèria de regulació hídrica i regulació tèrmica. Per una banda s'han recopilat diverses mesures d'adaptació a partir de bibliografia científica i experiències pràctiques a diverses parts del món. Per altre banda s'ha generat la cartografia per tal de saber quins són els punts del territori on seria més adequats implementar aquestes mesures. I finalment s'han inventariat tots els parcs de l'AMB de més de una hectàrea, gestionats o no per l'AMB, amb els índex d'illa de calor i de regulació tèrmica de tal manera que es pot generar una prioritització de parcs on realitzar actuacions partint dels índexs obtinguts, així com decidir quines serien les possibles mesures a portar a terme.

Aquells parcs urbans on seria més adequat aplicar mesures per a la regulació tèrmica són parcs urbans que complexin totes o algunes de les següents característiques: parcs centrals de la ciutat de Barcelona o les ciutats limítrofes, amb poca cobertura vegetal, una alta cobertura de sols impermeables i amb edificacions.

Els parcs on es podrien implementar mesures per a la regulació hídrica corresponen a parcs situats per una banda en zones fluvials del Besòs i del Llobregat i algunes rieres, i per l'altre en zones de pendent com els tres turons a Barcelona. S'ha observat que aquells parcs amb major índexs de regulació hídrica ja tenien implementacions per a aquesta regulació.

Mentre que es poden fer moltes propostes diverses per a millorar l'efecte d'illa de calor, les propostes són més reduïdes pel que fa a la regulació hídrica ja que ja hi ha forces mesures ja implementades. Històricament la problemàtica de les inundacions ha estat molt més atesa i hi ha molta més conscienciació social que amb la problemàtica de l'illa de calor. Això es pot deure a que a l'AMB i a Catalunya existeixen molts episodis històrics d'inundacions importants amb conseqüències materials i humanes molt aparatoses, mentre que els efectes de l'illa de calor o de les onades de calor sovint no són tant visibles ni traumàtiques a nivell social i mediàtic. En certa manera el control de les inundacions té un recorregut històric amb molt més bagatge, mentre que la prevenció de les altes temperatures i de l'illa de calor històricament no ha tingut un pes social, mediàtic i polític tant destacat.

El present treball s'ha centrat en les mesures per adaptar els parcs urbans al canvi climàtic, i tot i que en les propostes s'ha mirat de tenir en compte alguns aspectes econòmics i socials a nivell general, caldria un estudi més complert i exhaustiu per tal de generar propostes pels diferents parcs, contemplant també altres criteris com la viabilitat econòmica dels projectes, l'afectació de les mesures en l'ús social del parc, o la coordinació amb d'altres projectes a portar a terme en el parc, com campanyes de participació i educació ambiental, o mesures per incrementar la biodiversitat en els parcs.