

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

Resum executiu

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	5
2. METODOLOGÍA	6
2.1. Regulació tèrmica.....	6
2.2. Regulació hídrica.....	7
2.3. Parcs analitzats	7
3. RESULTATS	8
3.1. Criteris per la regulació tèrmica.....	8
3.2. Criteris per la regulació hídrica.....	9
3.3. Cartografia de la regulació hídrica i la regulació tèrmica	9
4. DISCUSSIÓ.....	12
5. CONCLUSIONS	14

1. INTRODUCCIÓ

Paraules clau: adaptació al canvi climàtic, parcs urbans, infraestructura verda, illa de calor, regulació hídrica.

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. 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.

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 ecosistèmics**. Entre els seus nombrosos beneficis destaquen el temperament del micro i meso clima urbà i consegüent disminució de l'efecte "illa de calor urbana", la reducció de la contaminació atmosfèrica, l'increment de la biodiversitat 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. D'aquesta manera, l'aplicació del concepte d'Infraestructura verda a l'àmbit urbà està suposant la revalorització del "verd urbà".

El **canvi climàtic** pot ocasionar destacades incidències sobre el conjunt del cicle hidrològic, ja que genera i generarà sequeres més o menys pronunciades en el temps i espai i amb diverses freqüències d'aparició, lo qual es atribuïble al significatiu increment de la temperatura i per tant de la demanada evaporativa i a la reducció no significativa de la precipitació junt amb increment de la tempestuositat (Segon i Tercer Informes del Canvi Climàtic en Catalunya, 2010, 2016).

L'augment de temperatura general, es pot fer encara més pales en les ciutats degut a l'**efecte d'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, incrementant o reduint l'albedo segons sigui el color dels edificis i vials, 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 de àrees veïnes (Martin-Vide et al. 2003).

El Pla de Sostenibilitat de l'AMB (2014) descriu un seguit d'impactes i riscos associats al canvi climàtic que es poden produir a l'àmbit de l'AMB, pel que fa al règim hídric i a l'augment de les temperatures. Es preveu que la freqüència dels episodis extrems de precipitació augmentarà, hi haurà 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. Així mateix hi ha un consens ampli sobre l'augment de temperatures com a conseqüència del canvi climàtic.

L'objectiu del present treball és valorar mesures per adaptar els parcs urbans als efectes del canvi climàtic en matèria de regulació tèrmica i regulació hídrica. També, s'analitza el règim tèrmic i hídric l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) mitjançant sistemes d'informació geogràfica (SIG), per tal de detectar aquells parcs urbans on pot ser més necessari, adequat o efectiu d'aplicar les mesures per ajudar a adaptar el territori al canvi climàtic. Com a objectiu necessari i complementari per dur a terme l'estudi cal també la digitalització de tots aquells parcs urbans de l'AMB. Cal, doncs, proporcionar coneixements i eines pràctiques per fer de la infraestructura verda urbana un actiu en l'adaptació i mitigació del canvi climàtic.

2. METODOLOGÍA

Per establir els criteris a aplicar als parcs per a la regulació tèrmica i la regulació hídrica s'ha realitzat una recerca bibliogràfica, tant en articles de caràcter científic, com en actuacions portades a terme o proposades en diferents ciutats del món. Cal fer esment que part d'aquests criteris són complementaris i sinèrgics entre si i per tant exerceixen funcions tant per la regulació hídrica com per la tèrmica.

Per tal de detectar les zones més susceptibles per l'adaptació dels parcs al canvi climàtic s'ha realitzat un anàlisi amb ArcGis 10.3. En aquest s'han detectat els "punts calents" tant en matèria de regulació hídrica com en regulació tèrmica mitjançant la realització de un mapa de riscos.

Així mateix per determinar quins són els parcs on seria més adequats aplicar les mesures per a la regulació tèrmica i hídrica, s'han digitalitzat tots els parcs de l'AMB de més de una hectàrea i s'han creuat amb els mapes de riscos de regulació hídrica i regulació tèrmica.

2.1. Regulació tèrmica

L'objectiu és generar una cartografia que representi la susceptibilitat del territori de patir l'efecte d'illa de calor a la AMB, essent les zones de més risc aquelles on posteriorment es podran aplicar a priori amb major eficiència els criteris proposats d'adaptació al canvi climàtic en els parcs urbans.

En primer lloc s'ha generat cartografia diversa de 4 variables que posteriorment ha estat unificada i extrapolada en un sol mapa d' illa de calor. Aquestes variables són les següents:

- **Permeabilitat del sòl**

Com a norma general la permeabilitat del sòl afavoreix la retenció d'aigua al sòl i evita la pèrdua d'aigua per escolament. En general, els terrenys permeables tenen menys capacitat de retenció de calor que els sòls urbans impermeables i en conseqüència tenen un efecte de refredament de l'ambient.

- **Densitat vegetació**

La vegetació interactua amb la climatologia urbana de diverses formes. D'una banda, mitjançant el procés d'evapotranspiració la vegetació influeix sobre el flux de calor latent, rebaixant la temperatura de l'aire de la zona en emprar part de l'energia disponible per l'evaporació. D'altra banda augmenta l'albedo de la ciutat, fent que un major percentatge de la radiació incident sigui reflectida a l'atmosfera, augmentant la conductivitat tèrmica cap a terra i provocant ombra sobre el terra i sobre els edificis, reduint l'acumulació de energia a la superfície, la qual cosa evita un augment de la temperatura i redueix la despesa energètica en els edificis, que al seu torn, disminueix l'emissió de calor des dels edificis.

- **Distància als entorns agroforestals i marítims**

Com que l'efecte d'illa de calor es produeix en els nuclis urbans, com més a prop ens trobem dels entorns agroforestals i marítims menys sever serà aquest efecte, o, dit d'una altra manera, menys risc d'illa de calor tindrem i menys necessitat d'actuació. Això és així, ja que tant les zones verdes com les masses d'aigua tenen un efecte refrescant, regulador de les condicions ambientals, en aquest cas a les ciutats.

- **Albedo**

L'albedo varia amb el tipus de cobertes terrestres, color, humitat, contingut en matèria mineral i orgànica, i l'estat de la superfície. Per exemple els sòls amb tonalitats clares posseeixen un albedo més gran que els foscos. Així doncs les zones amb un menor albedo tindran més risc d'efecte d'illa de calor mentre que un major albedo propicia un menor escalfament.

Combinant la informació d'aquestes quatre variables s'ha generat la cartografia de l'efecte de l'illa de calor a l'AMB.

2.2. Regulació hídrica

Amb el següent anàlisi es pretén conèixer aquells àmbits d'interès per a la regulació hídrica, és a dir, aquelles zones que per les seves característiques hidrogeològiques mereixen especial atenció per dur a terme les mesures d'adaptació al canvi climàtic.

Les àrees d'interès per a la regulació hídrica venen determinades en gran mesura per tres factors territorials definits en els següents apartats:

- **Alçada sobre el nivell del mar**

El curs alt i les capçaleres dels rius i majoritàriament rieres en l'AMB, són zones en que hi ha un part important de l'aportació hídrica total a les conques dels cursos d'aigua. essent zones prioritàries per implementar les mesures d'adaptació al canvi climàtic pel que fa a regulació hídrica.

- **Pendent**

El pendent regula la velocitat del flux hídric i per tant de l'erosió i la distribució de l'aigua en la conca.. Intervencions en les zones de pendent elevat permeten atenuar els possibles efectes de una avinguda reduint els processos erosius i el risc d'inundació

- **Zones planes susceptibles de ser inundades**

Els eixos d'escorrentia i les zones inundables properes acumulen quantitats destacables d'aigua i poden jugar un paper important en episodis de pluges torrencial i inundacions. Per tant les actuacions en aquets tipus d'espais poden ajudar molt a la regulació hídrica. En el cas de l'AMB es localitzen en zones planes properes als rius.

2.3. Parcs analitzats

S'han seleccionat aquells parcs urbans dins de l'Àrea Metropolitana de Barcelona amb una superfície major 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 en que l'anàlisi ho determini. Així s'ha digitalitzat un a un cada parc de cada municipi que conforma l'AMB.

3. RESULTATS

Els resultats se divideixen en tres parts. Per una banda els criteris d'adaptació dels parcs urbans al canvi climàtic en matèria de regulació tèrmica i regulació hídrica fruit de la cerca bibliogràfica. Per altre banda la cartografia dels mapes de riscos d'illa de calor i del mapa de regulació hídrica i finalment els resultats obtinguts per a cada parc. D'aquesta manera s'obtenen aquells parcs on seria més adient o eficient implementar les mesures ja que són parcs que es troben en zones amb potencial risc d'illa de calor o en zones on la regulació hídrica pot ser més eficient.

3.1. Criteris per la regulació tèrmica

Per mitigar els efectes d'illa de calor es poden dur a terme els següents criteris d'adaptació:

- **Criteris per a la vegetació:**

Implantar una vegetació densa per augmentar l'evapotranspiració. Es recomanable que la vegetació tingui un elevat potencial d'evapotranspiració, com ara vegetació de fulla caduca.

Distribució de les zones arbrades que al generar zones de temperatura diferent, s'afavoreixin els corrents d'aire.

Distribució de les zones arbrades per reduir o augmentar la insolació segons l'època de l'any.

- **Criteris d'ordenació dels espais:**

Generació de zones d'ombra.

Disminució de les zones pavimentades.

Generació de punts d'aigua i naturalització d'aquests.

Murs i separacions entre espais.

- **Criteris per a Equipaments i Edificis:**

Zones de joc i d'esport.

Encerclar els edificis de l'interior del parc amb arbres i vegetació.

Construir els edificis amb cobertes vegetals o amb materials que retinguin poc la calor.

- **Criteris per a l'ús social dels parcs:**

Actuacions als parcs que potenciïn l'ús social per part dels ciutadans com instrument per incentivar costums més sostenibles.

3.2. Criteris per la regulació hídrica

- **Criteris per a la vegetació:**

Augmentar les zones verdes i enjardinades.

Dotar els espais amb pendents elevats de vegetació apta per fixar el sòl i reduir la velocitat d'escorrentia.

Seleccionar espècies de vegetació que s'adaptin a les diferents condicions edafoclimàtiques de l'AMB.

- **Criteris per al disseny de xarxes de serveis i instal·lacions:**

Implementar a les superfícies pavimentades sistemes de drenatge urbà sostenible (SDUS).

- **Criteris per als sòls:**

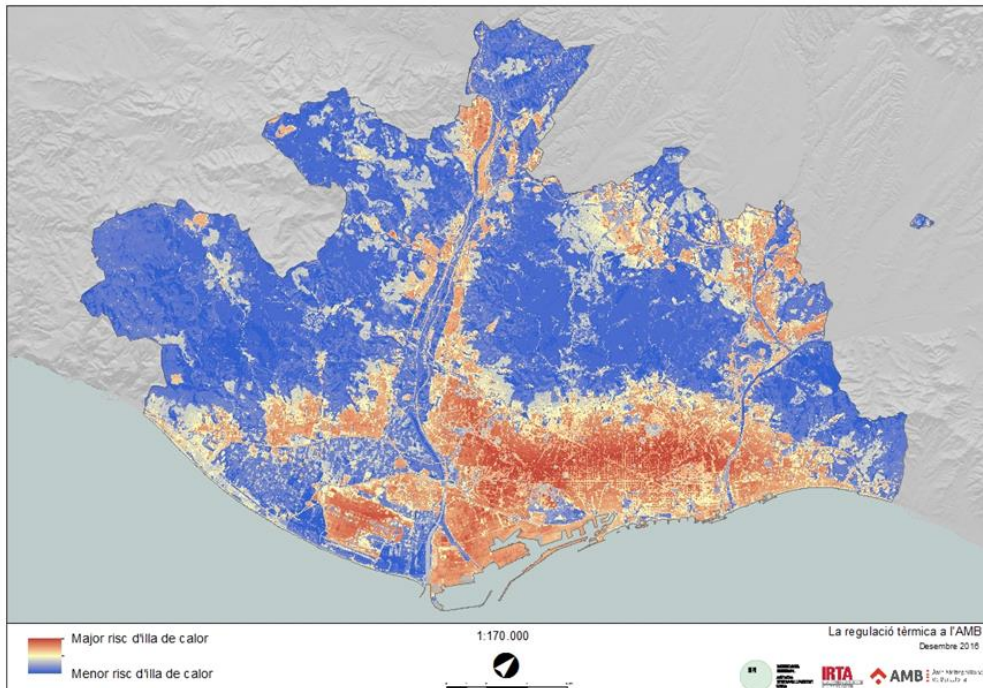
Substituir l'asfalt i el formigó per superfícies poroses (pavimentació permeable).

- **Criteris per la ordenació del verd urbà:**

L'aprofitament dels petits espais residuals de la trama urbana.

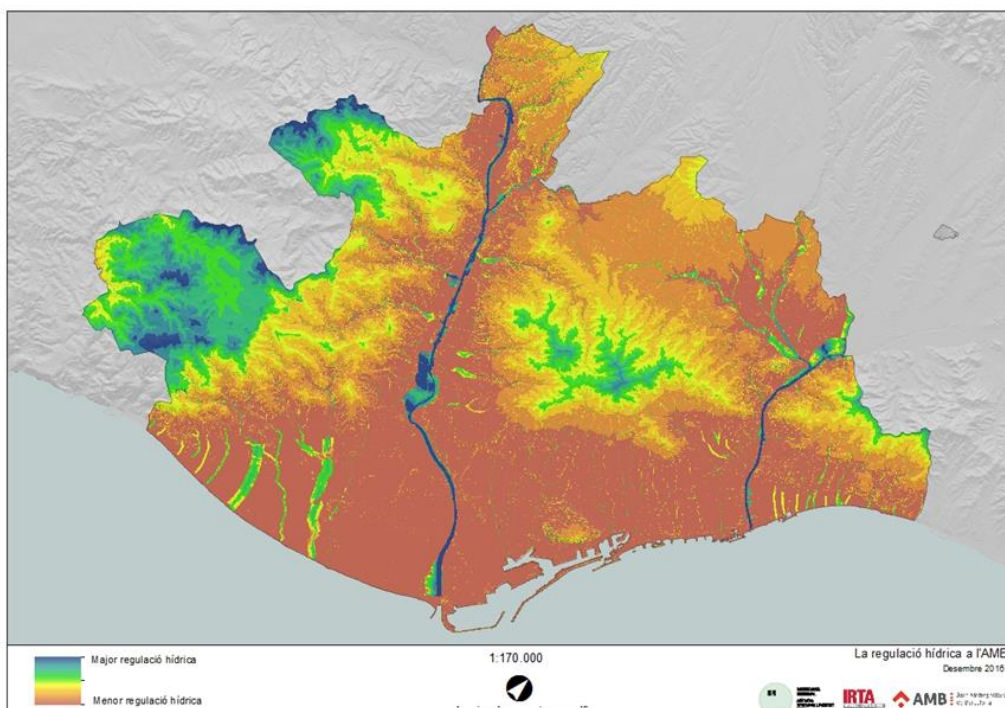
3.3. Cartografia de la regulació hídrica i la regulació tèrmica

En el cas de la regulació tèrmica, el resultat és un mapa de risc potencial d'illa de calor, on apareixeran les zones més susceptibles d'adoptar mesures d'adaptació al canvi climàtic. Les zones amb més risc d'illa de calor són les zones urbanes més cèntriques, especialment a Barcelona i municipis del voltant, les zones industrials, destacant la de la zona franca i la de Sant Andreu de la Barca, i la zona de l'aeroport.

Mapa 1: Índex de risc d'illa de calor

Font: Elaboració pròpia a partir de mapa cobertes del sol del CREAM i mapa d'albedo

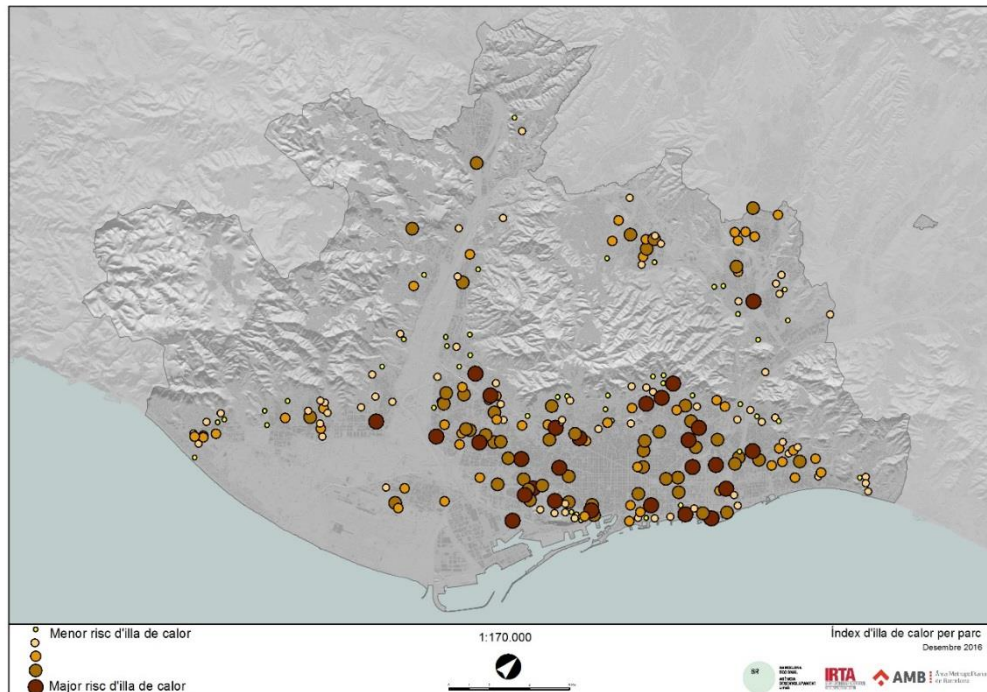
Pel que fa a la regulació hídrica, el mapa reflexa tres zones importants per a la regulació hídrica: zones inundables, capçaleres dels rius i rieres, i zones de pendent elevat. Les zones fluvials dels rius Llobregat i Besos, les zones de riera i aquelles zones amb més pendent, com els tres turons a Barcelona i la muntanya de Montjuïc són les zones on les mesures a aplicar als parcs podrien ser més adequades. Les zones de capçalera també serien adequades però no existeixen parcs urbans en aquestes zones.

Mapa 2: Índex de regulació hídrica

Font: Elaboració pròpia a partir de mapa cobertes del sol del CREAM i mapa d'albedo

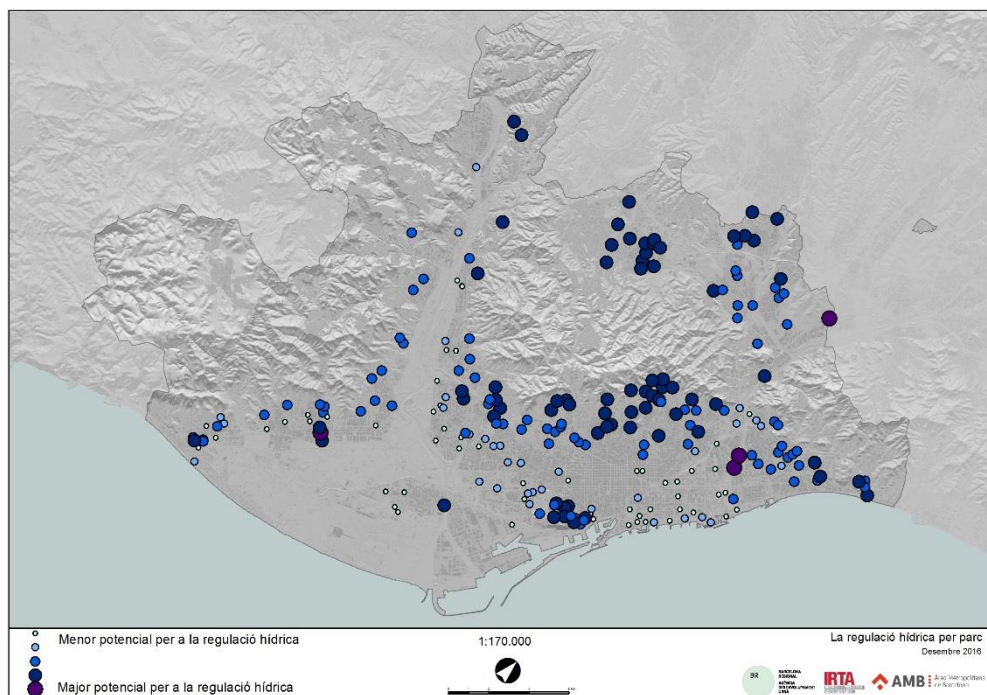
Partint del mapa de regulació tèrmica i de regulació hídrica s'ha obtingut un mapa dels parcs segons l'índex del risc d'illa de calor i l'índex de regulació tèrmica

Mapa 3: Índex de risc d'illa de calor



Font: Elaboració pròpia a partir de mapa cobertes del sol del CREAM, model digital d'elevacions de l'ICGC i mapa d'albedo

Mapa 4: Índex per a la regulació hídrica



Font: Elaboració pròpia a partir de capes de l'Agència Catalana de l'aigua, i l'ICGC.

4. DISCUSSIÓ

En general els parcs urbans amb més índex de risc d'illa de calor presenten unes certes característiques que poden afavorir l'efecte d'illa de calor. Solen ser parcs centrals 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, gestionats per l'AMB. No necessàriament tots els parcs amb índexs alts presenten totes les característiques descrites però si unes quantes, o una d'elles de manera important.

Per contra els parcs que presenten índexs més baixos es situen a prop de les masses agroforestals de l'AMB (el Garraf, Collserola, la Serralada de Marina, el Parc Agrari del Baix Llobregat i l'Ordal), en alguns casos a prop del mar (alguns parcs del Litoral de Barcelona i de Montgat), i en d'altres a la muntanya de Montjuïc.

A nivell dels parcs gestionats per l'AMB, uns dels que presenten un més elevat índex d'illa de calor presenten són el Parc del Masot i els Jardins de l'AMB. El primer presenta poca cobertura vegetal, 2 edificis i una pista esportiva cosa que pot afavorir l'efecte d'illa de calor mentre que els Jardins de l'AMB estan situats en ple teixit industrial de la zona franca amb molt poca vegetació arbòria i arbustiva.

Pel que fa a la regulació hídrica, 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 els que tenen 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 riuades sobtades, però es podria augmentar la quantitat de vegetació a la zona més elevada del parc on actualment només hi ha una coberta de gespa. La gespa evita erosió, genera evapotranspiració i ajuda a infiltrar aigua. Cal però seleccionar espècies amb pocs requeriments hídrics (plantes C4).

Proposta d'actuació al parc del Masot (regulació tèrmica)

Partint dels criteris d'adaptació dels parcs urbans a l'illa de calor es proposen actuacions a portar a terme al Parc del Masot en matèria de regulació tèrmica, ja que és el parc amb un índex més elevat entre els gestionats per a l'AMB.

Imatge 1: Proposta actuació al Parc del Masot, Ripollet.

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, que a més generarà una barrera sònica que faci més agradable l'ambient.
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).
3. Plantar al voltant de l'edifici vegetació herbàcia i arbustiva, respectant les entrades a l'edifici.
4. Repavimentar els camps esportius amb paviments freds.
5. Generar un punt d'aigua.
6. Densificar la vegetació (major estratificació en algunes zones) a la zones ja arbrades i a la banda que toca al Riu Sec.
7. Cobrir els murs que separen els camps de petanca amb vegetació (plantes enfiladisses) o substituir-los per murs vegetals.
8. Aparcament del CAP: repavimentar l'aparcament i construir una coberta amb plantes enfiladisses per generar ombra.
9. Implementar un petit prat sec entre els vestuaris dels camp esportiu i el CAP deixant una zona de pas pels usuaris.

5. CONCLUSIONS

Els 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.

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.

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.

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 complet 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.