

2015

# PRIMERA CARACTERITZACIÓ ECOLÒGICA DELS ESPAIS INTERSTICIALS I DE MARGE DE L'ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA

PSAMB

# Primera caracterització ecològica dels espais intersticials i de marge de l'Àrea Metropolitana de Barcelona



2015

*Primera caracterització ecològica dels espais intersticials i de marge  
de l'Àrea Metropolitana de Barcelona*

Autors: Joan Pino, Anna Guàrdia (CREAF)

Desembre 2015



# Índex

---

<b>1. Introducció</b>	1
<b>1.1. La infraestructura verda i els espais oberts metropolitans</b>	1
<b>1.2. El paper dels espais intersticials i de marge en la infraestructura</b>	2
<b>2. Objectius</b>	3
<b>3. Mètodes</b>	3
<b>3.1. Definició dels EIM</b>	3
<b>3.2. Delimitació dels EIM</b>	4
3.2.1. La informació de base: el MCSC	4
3.2.2. Criteris topològics bàsics	6
3.2.3. Criteris topològics addicionals	7
3.2.4. El cas del verd urbà i viari	8
<b>3.3. Caracterització i valoració dels EIM</b>	9
3.3.1. Caracterització	9
3.3.2. Criteris de valoració	11
<b>4. Resultats</b>	17
<b>4.1. Caracterització dels EIM</b>	17
<b>4.2. Valoració dels EIM</b>	20
<b>5. Cas d'estudi: el paper dels EIM en el desplegament de la infraestructura verda de l'AMB</b>	24
<b>5.1. Anàlisi general</b>	25
<b>5.2. Anàlisi de detall</b>	29
<b>6. Discussió</b>	31
<b>7. Propostes de futur</b>	33
<b>8. Bibliografia</b>	34
<b>Mapes</b>	
<b>Annex</b>	



## 1. Introducció

### 1.1. La infraestructura verda i els espais oberts metropolitanans

El maig de 2013, la Comissió Europea va publicar la comunicació *Infraestructura Verda –Millora del Capital Natural d'Europa* (COM/2013/0249 final), aprovada pel Parlament Europeu el mateix any. Defineix la infraestructura verda com una “xarxa estratègicament planificada d'espais naturals i seminaturals d'altres característiques ambientals, dissenyada i gestionada per oferir una àmplia gamma de serveis ecosistèmics”. Per tant, el concepte d'**infraestructura verda** fa especial èmfasi en la provisió de serveis ecosistèmics. Aquesta ha de ser el resultat de la integració de les anomenades “solucions naturals” en l'ordenació i el desenvolupament territorial, que han de vetllar pel manteniment de la qualitat i la quantitat dels espais verds, el seu rol multifuncional, i la seva interconnexió (Tzoulas et al. 2007).

Tanmateix, els conjunt de components de la infraestructura verda del territori pot contribuir a aquesta provisió de serveis ecosistèmics de maneres molt diverses. La base per al manteniment de les funcions ecosistèmiques són, òbviament, les grans peces d'hàbitats naturals i seminaturals del territori (Flores et al. 1998, Li et al. 2005). Ara bé, els espais oberts urbans i periurbans incrementen, de vegades notablement, el total d'infraestructura verda en àrees especialment necessitades d'aquesta, com és el cas de les àrees i regions metropolitanans, i poden contribuir notablement a la provisió de serveis ecosistèmics i a la conservació de la diversitat biològica en aquests territoris. Són, d'altra banda, clau per la provisió de serveis ecosistèmics de proximitat, atès que es concentren en les àrees de màxima demanda d'aquests.

Barcelona i la seva àrea metropolitana no són alienes a aquest canvi de paradigma, i han estat objecte de diversos treballs recents que emfasitzen el paper dels espais oberts urbans i metropolitanans en la prestació de serveis ecosistèmics i en la conservació de la biodiversitat (Chaparro & Terradas 2009; Pino & Başnou 2013; Başnou et al. 2014; Baró et al. 2014). Recentment també, l'Ajuntament de Barcelona ha desenvolupat el Pla del Verd i de la Biodiversitat 2020 (2013). Aquest instrument estratègic de planificació té com objectius bàsics contribuir al desenvolupament de la infraestructura verda per a la potenciació de la biodiversitat i la provisió de serveis a la

població, fent de Barcelona un referent del tractament del verd urbà. Entre els punts clau del Pla del Verd destaquen la posada a punt de directrius per a l'ampliació i millora del verd urbà en les seves diverses modalitats i la millora de les connexions entre els diversos espais i amb d'altres elements de la infraestructura verda regional, com ara els espais naturals de la perifèria de Barcelona.

### ***1.2. El paper dels espais intersticials i de marge en la infraestructura verda metropolitana***

A l'hora de planificar la infraestructura verda dels territoris metropolitans, els gestors s'enfronten, però, a un problema important: la fragmentació dels espais oberts derivada de la transformació antròpica del paisatge (Pino & Başnou 2013). Les dinàmiques territorials metropolitanes porten a una progressiva ocupació dels espais lliures per àrees urbanitzades i infraestructures de transports, responsables d'una fragmentació creixent d'aquests espais oberts que, al seu torn, comporta un aïllament progressiu de les diverses peces (Forman et al. 2003; Marull & Mallarach 2005; Forman 2008). Aquests dos factors tenen conseqüències molt important sobre la qualitat i la funcionalitat dels espais oberts (Farhig 2003). La mida escassa de les peces redueix la capacitat d'acollir espècies i processos ecològics responsables de les funcions i els serveis dels ecosistemes. D'altra banda, la reducció de la mida augmenta l'efecte marge i, per tant, la influència de l'entorn transformat sobre aquestes peces d'hàbitat, cosa que incrementa llur alteració per pressions diverses (contaminants, freqüentació, invasions biològiques, etc.). D'altra banda, cal esmentar la important pèrdua de connectivitat ecològica que presenten aquestes clapes a causa de la seva mida i aïllament, al qual hi col·labora l'artificialització del paisatge i, especialment, la proliferació d'infraestructures que incrementen l'efecte barrera.

Bona part d'aquests espais oberts són, per tant, de dimensions reduïdes i es troben confinats per àrees urbanes i infraestructures o adjacents a aquestes, constituint els anomenats **espais intersticials i de marge (EIM)**. Malgrat les seves característiques els poden atorgar, *a priori*, un valor relativament baix a l'hora de planificar la infraestructura verda metropolitana, poden constituir una proporció notable del nombre i la superfície dels espais oberts en territoris metropolitans com l'AMB. A més, depenent de la seva posició espacial al territori (com ara prop de corredors fluvials,

àrees protegides, etc.) poden esdevenir rellevants o molt rellevants per a mantenir i potenciar la funcionalitat dels espais oberts metropolitans, actuant d'espais passera o d'esmoreïment dels impactes a espais més grans i ben conservats, o col·laborant en el manteniment de funcions i serveis ecosistèmics clau com ara el cicle de l'aigua (mantenint, per exemple, àrees no asfaltades que permeten la infiltració de l'aigua de pluja). Per tant, el seu paper en el desplegament de la infraestructura verda metropolitana podria ser molt rellevant, especialment si s'hi duen a terme actuacions de restauració i desfragmentació adequades. No obstant, la importància i funcionalitat d'aquests espais són força desconegudes, en part pel poc interès que han suscitat fins ara i en part perquè la seva delimitació necessita de cartografia precisa i actualitzada.

## **2. Objectius**

L'objectiu general del present treball és, per tant, **aprofundir en el coneixement de la importància i la tipologia dels espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona** que, fins el moment, romanen desconeguts. Aquest objectiu es concreta en els següents objectius específics:

- Identificació i delimitació dels EIM de l'AMB a partir d'una definició conceptual d'aquests espais i de la posada a punt de cartografia suficientment precisa i actualitzada
- Caracterització i valoració d'aquests espais, a partir de cartografia prèvia de les cobertes i els hàbitats de l'AMB i d'indicadors de conservació de la biodiversitat i de servei ecosistèmic posats a punt en treballs precedents (Pino & Bañou 2013, 2014; Bañou et al. 2014)

## **3. Mètodes**

### **3.1. Definició dels EIM**

Entenem per espais intersticials i de marge (EIM) tots aquells **espais oberts que es troben envoltats d'àrees construïdes o infraestructures de transport, o adjacents (és a dir, situades a una distància màxima) a aquestes.**

**Els EIM poden aplegar tipologies d'espais molt diferents**, com ara restes d'hàbitats naturals i seminaturals, conreus periurbans, espais denudats i revegetats espontàniament per comunitats ruderals i exòtiques, o espais verds en el sentit més estricte. Això fa que les seves condicions ambientals i de gestió siguin molt diverses. En la major part de casos es tracta d'espais abandonats de la gestió, tot i que poden ser molt freqüentats o fins i tot utilitzats pels particulars (cas dels horts periurbans). En d'altres poden ser inaccessibles pels particulars però són objecte de gestió periòdica, com és el cas del verd viari dels nusos de moltes autopistes i autovies.

**Dins dels EIM es consideren també les peces del verd urbà, però és obvi que aquestes han de rebre una consideració especial.** Estrictament són EIM, per la seva situació immersa o adjacent a àrees construïdes i infraestructures de transport, però es tracta d'espais intensament gestionats i utilitzats. Més enllà de la seva composició, sovint dominada per cobertes vegetals ornamentals poc naturals (en l'accepció més estricta del terme), la seva condició d'EIM limita les seves possibilitats d'acollir biodiversitat i de sustentar funcions ecosistèmiques de rellevància. Per aquest motiu, els hem inclòs en l'estudi tot i que diferenciant-los en una categoria pròpia.

### **3.2. Delimitació dels EIM**

#### **3.2.1. La informació de base: el MCSC**

El CREAFA ha coordinat diverses edicions de l'anomenat Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC; [www.creaf.uab.es/mcsc/](http://www.creaf.uab.es/mcsc/)). Es tracta d'una cartografia de cobertes del sòl d'alta resolució espacial (escala 1:2000), obtinguda per fotointerpretació sobre ortoimatges de l'ICC de tot Catalunya. A la seva darrera edició (2009), el mapa compta amb 5 nivells de llegenda i més de 200 categories en el seu nivell més detallat, cosa que posa de manifest l'elevada resolució temàtica del mapa.

Amb tot, els territoris metropolitans es caracteritzen pel seu elevat dinamisme socioeconòmic, cosa que determina canvis notables en l'estructura i la composició del seu paisatge. Catalán et al. (2003) van detectar canvis importants en les cobertes del sòl de la Regió Metropolitana de Barcelona entre 1993 i 2000, a partir de dues edicions consecutives del MCSC. Atès que la darrera edició del MCSC data de 2009, hom ha cregut oportú dur a terme una actualització d'aquest mapa amb les imatges més

recents. Per a aquest propòsit s'han fet servir imatges de 2014, que eren les més recents disponibles per a l'AMB a l'inici d'aquest estudi.

Sobre aquestes imatges s'ha dut a terme una nova fotointerpretació de l'AMB, destinada a revisar i actualitzar el MCSC de 2009. S'han recollit tant els canvis en el territori (Figura 1) com les àrees no suficientment treballades (com ara polígons no construïts dins d'una matriu construïda, i que no s'havien diferenciat el 2009; Figura 2). En total s'han afegit o modificat unes 3195 ha, equivalents a més del 30% de la superfície total d'EIM (vegeu Taula 2), un 5.5% de l'AMB i un 9.5% del conjunt d'espais oberts.

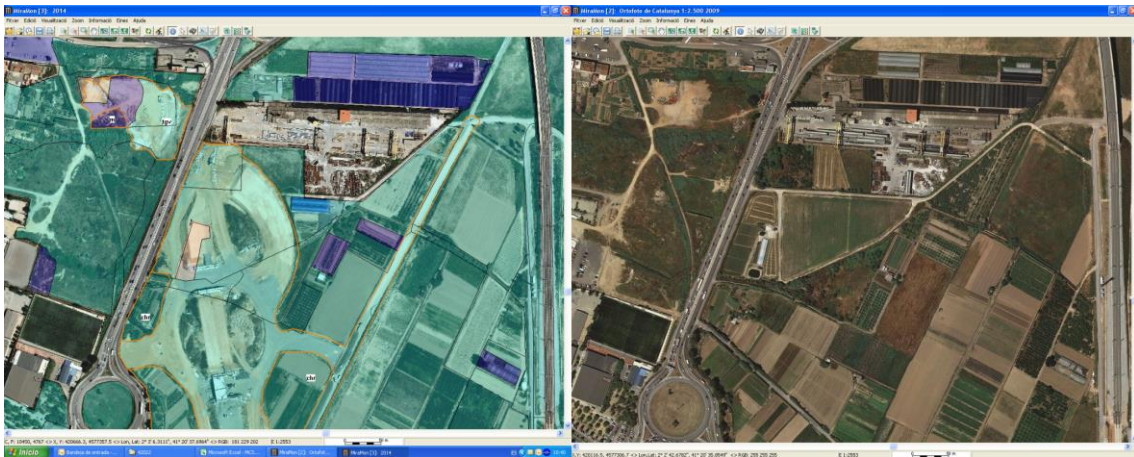


Figura 1. Exemple de canvis produïts en les cobertes entre el 2009 (dreta) i el 2014 (Esquerra).

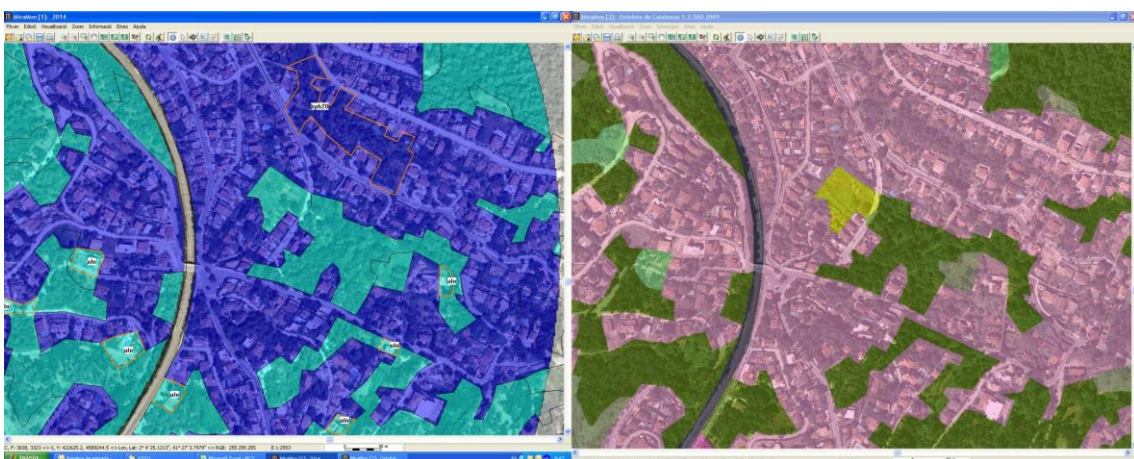


Figura 2. Exemple de delimitació d'un polígon de coberta segura (en taronja) que ha quedat englobat en una zona construïda. Imatge de 2009 (dreta) i 2014 (Esquerra).

En funció del MCSC hom ha considerat **tres grups d'EIM (Taula 1 de l'Annex)**:

- La **xarxa bàsica**, formada per polígons de les cobertes bàsiques, que aplega els EIM que aporten la major part de funcions i serveis ambientals i ecosistèmics. Inclou el verd viari (i ferroviari) que, tanmateix, ha estat objecte d'una fotointerpretació específica (apartat 3.2.4).
- El **verd urbà**, equivalent a la primera però amb característiques diferencials (especialment en la seva gestió, manteniment), i amb un focus en la provisió de serveis a la població.
- La **xarxa complementària**, formada per polígons d'altres cobertes que es poden incorporar a la xarxa bàsica amb determinades mesures correctores i de restauració.

### **3.2.2. Criteris topològics bàsics**

Un cop actualitzada la informació de base i seleccionades les categories de cobertes que poden formar part dels diversos grups d'EIM, hem procedit a la selecció dels polígons en funció de tres criteris bàsics:

- **La mida dels polígons.** Per criteri expert s'ha considerat una mida màxima d'1 km<sup>2</sup> (100 ha); com a mida mínima s'han fet servir els 500 m<sup>2</sup>, que corresponen a la mida mínima cartografiada al MCSC. La mida dels polígons s'obté directament d'un camp de la base de dades d'aquests.
- **El seu grau de confinament per infraestructures de transport o àrees construïdes.** Aquest criteri s'ha aplicat en el cas dels espais intersticials. S'ha partit de la selecció de polígons d'1 km<sup>2</sup> i corresponents a les categories d'EIM **fusionades entre sí**, i d'una capa ràster dels espais construïts. Mitjançant un procediment específic que ha inclòs diverses eines del SIG MiraMon s'ha obtingut, llavors, el percentatge del perímetre d'aquests polígons ocupat per espais construïts i infraestructures de transport. Per criteri expert s'han considerat com a espais intersticials aquells que tenien més d'un 80% del seu perímetre ocupat per aquestes categories (Figura 3).
- **La seva proximitat a infraestructures de transport o àrees construïdes.** Aquest criteri s'ha aplicat en el cas dels espais de marge. S'ha partit d'una primera

revisió bibliogràfica, centrada en diversos processos ambientals propis del marge de l'espai construït i de les infraestructures de transport, que posa de manifest que aquests processos s'estenen fins a uns 500 m de la vora d'aquests espais (Taula 1). Mitjançant eines del SIG MiraMon s'han posat a punt, llavors, *buffers* específics de 500 m al voltant dels polígons d'espais construïts i d'infraestructures de transport, i s'han seleccionat els polígons d'espais bàsics, complementaris i de verd urbà, **per separat**, que quedaven dins d'aquests *buffers* (Figura 4).

Taula 1. Distàncies mitjanes que assoleixen diversos processos ambientals dels marges de les àrees construïdes i de les infraestructures de transport.

Procés ambiental	Distància límit	Referència
Freqüentació humana	100 (500) m	Guirado et al. (2006) Guirado et al. (2007)
Invasions	100 (500) m	Guirado et al. (2006) Guirado et al. (2007)
Temperatura del sòl	20 m	Delgado et al. (2007)
Temperatura de l'aire	10 m	Delgado et al. (2007)
Soroll	500 (1000) m	Forman et al. (2003)
Contaminants locals (NO <sub>x</sub> )	200 (500) m	Forman et al. (2003)

### 3.2.3. Criteris topològics addicionals

La selecció dels polígons inclosos a l'AMB o als *buffers* de 500 m genera alguns artefactes propis de la superposició d'objectes gràfics amb límits no coincidents. Això fa, per exemple, que dins d'aquests àmbits s'incloguin fragments de polígons que s'estenen majoritàriament fora dels àmbits esmentats. Per tal de reduir aquest efecte, s'han considerat dos criteris topològics addicionals en la selecció de polígons d'EIM:

- **Proporció de més del 50% del polígon dins l'AMB.** Combinant la capa d'EIM i un ràster de l'AMB (amb transferència de camps estadístics del segon la primera), s'ha obtingut la proporció de l'àrea de cada polígon d'EIM que queda dins de l'AMB, i s'han seleccionat aquells polígons amb un valor superior a 0.5.
- **Proporció de més del 50% del polígon original dins el buffer de 500 m.** A cada polígon de la capa d'EIM s'han afegit, en camps temàtics específics, l'identificador gràfic i l'àrea dels polígons originals, és a dir, els d'abans de ser retallats pel buffer. Per consultes SQL sobre les bases de dades s'han

seleccionat, llavors, aquells polígons originals els fragments dels quals dins del *buffer* cobreixen més d'un 50% de la seva àrea total.

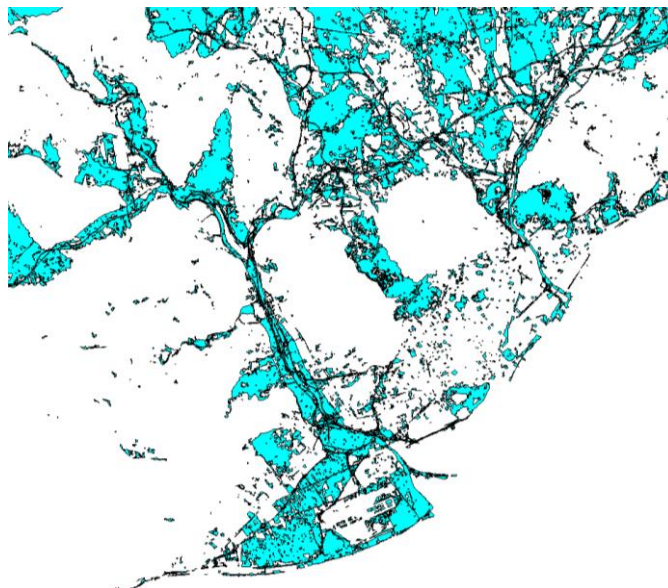


Figura 3. Exemple de mapa amb els espais intersticials amb les categories de la xarxa bàsica i el verd urbà (àrees blau clar).

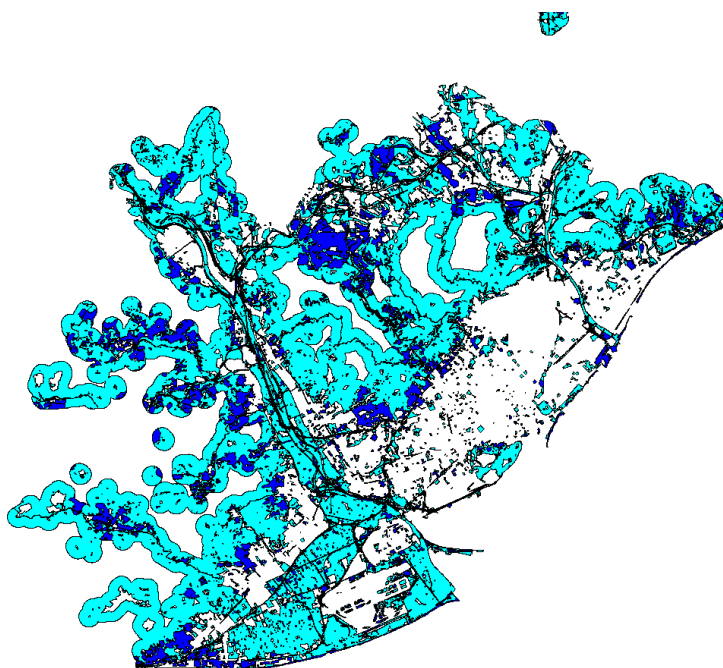


Figura 4. Exemple de mapa amb els espais de marge. Buffer de 500 m amb les categories de la xarxa bàsica i el verd urbà (blau clar) i les de la xarxa complementària (blau fosc).

### **3.2.4. El cas del verd urbà i viari**

Tal com s'ha comentat a l'apartat 3.1, els espais del verd viari (incloent el ferroviari) són inclosos dins la xarxa bàsica d'EIM, i els del verd urbà són considerats a un nivell equivalent a aquesta tot i que són objecte d'un tractament especial. Segons la definició

del MCSC, les categories de verd urbà, verd viari i verd ferroviari són cobertes amb vegetació d'aspecte més o menys enjardinat que són objecte de manteniment i gestió (sega, reg,...) i que poden tenir en molts casos un origen més o menys natural mentre que en d'altres no. Tanmateix, el MCSC no dóna una informació detallada de quin tipus de vegetació es tracta i és per això que, donada la importància d'aquestes cobertes a la xarxa d'EIM, hem cregut oportú dur a terme una fotointerpretació específica d'aquestes categories. Per fer aquesta fotointerpretació, partim de la selecció de polígons obtinguda a partir de l'aplicació dels criteris topològics. Sobre aquesta selecció s'han seleccionat al seu torn les tres cobertes de verd abans esmentades. Dins dels polígons seleccionats s'ha procedit a fotointerpretar el contingut en funció de les següents categories, respectant sempre els criteris de l'MCSC en quan a la mida mínima de coberta de 500 m<sup>2</sup>: arbrat dens, arbrat clar, matollar, matollar de ribera, prats o herbassars, horts, sòl nu, sòl pavimentat, i aigua. Com a resultat, s'han obtingut capes dels polígons de verd urbà i verd viari (inclòs el ferroviari) amb una informació més detallada sobre aquestes cobertes.

Finalment, s'han combinat els polígons fotointerpretats de verd urbà i viari amb la selecció inicial de polígons d'EIM (vegeu un esquema de tot el procediment a la Figura 5). Per les seves característiques, el verd urbà s'ha deixat com una categoria d'EIM independent, mentre que el verd viari s'ha incorporat a la xarxa bàsica. Les tres capes es presenten conjuntament (Mapa 1) i per separat (Mapa 2).

### **3.3. Caracterització i valoració dels EIM**

#### **3.3.1. Caracterització**

Els polígons de les xarxes Bàsica i Complementària han estat caracteritzats (i) a partir de la seva coberta dominant (obtinguda del MCSC actualitzat, reclassificat al nivell 3 de llegenda) i (ii) de l'hàbitat dominant (segons la Cartografia dels Hàbitats a Catalunya 2012). Ambdues dades han estat obtingudes per combinació i transferència de camps estadístics. Els polígons de Verd Urbà han estat caracteritzats a partir de les dades obtingudes de la fotointerpretació específica (apartat 3.2.2).

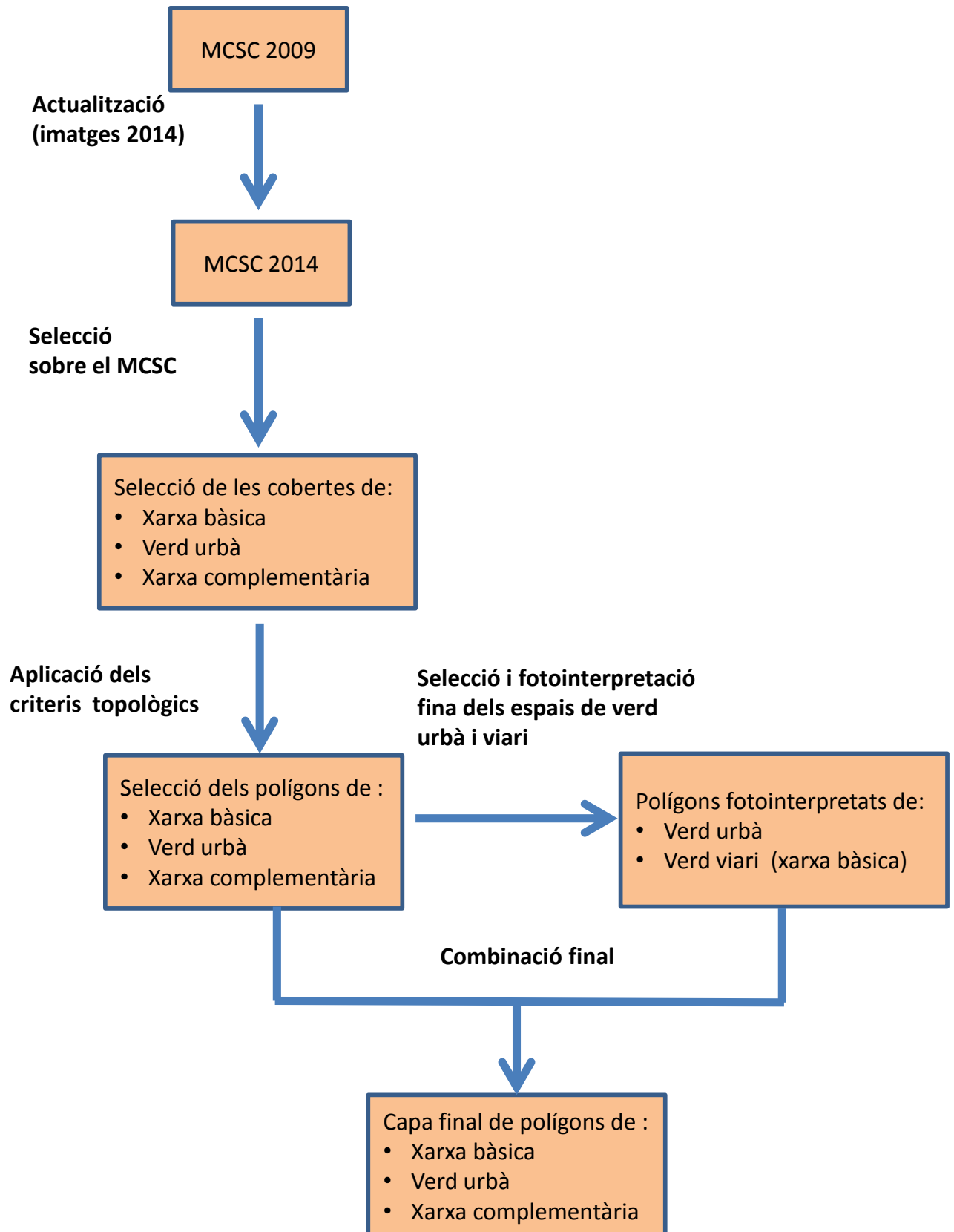


Figura 5. Esquema del procés d'obtenció dels EIM.

### **3.3.2. Criteris de valoració**

#### **Àrea**

La mida dels polígons determina en gran part la capacitat funcional dels hàbitats que contenen, tal com ha posat reiteradament de manifest l'ecologia del paisatge (Forman 1995). Com és ben sabut, la mida dels hàbitats condiona la quantitat d'espècies i la mida de les poblacions dels diversos organismes que pot acollir (Mc Arthur & Wilson 1967; Hanski 1999; Fahrig 2003), però també l'heterogeneïtat espacial i la potència dels processos ambientals (Forman 1995). En conseqüència, hem cregut especialment oportú incloure la mida de les clapes d'EIM com a primer indicador de la qualitat d'aquests (Mapa 3). Per tal de reduir la gran variabilitat en la mida dels polígons, el mapa mostra una transformació logarítmica de les seves àrees (en m<sup>2</sup>).

#### **Valor dels hàbitats inclosos als polígons**

Tradicionalment, els hàbitats d'un territori han estat valorats per un conjunt d'indicadors que reflecteixen una sèrie de criteris més o menys consensuats entre els diversos experts. A Catalunya hom compta amb una primera proposta de valoració dels hàbitats realitzada sobre la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (CHC), a escala 1:50.000 (Marull et al. 2004). Malgrat aquests indicadors han estat pensats per hàbitats relativament ben conservats, hem incorporat a la valoració dels EIM dos indicadors cartogràfics d'aquesta proposta. El primer correspon a característiques intrínseques dels hàbitats (IIH) i el segon a les corològiques (IIC). Ambdós han estat actualitzats sobre la versió de 2012 de la CHC.

L'índex d'interès intrínsec dels hàbitats (IIH; Mapa 4) és adimensional i es basa únicament en plantes vasculars (espècies i sintaxons). Correspon a la mitjana de 5 criteris amb una escala de valoració d'1 a 10:

- Riquesa florística
- Raresa florística (nombre d'elements florístics i fitocenològics rars, amenaçats o endèmics).
- Àrea d'implantació; (superfície mitjana dels polígons d'un determinat hàbitat), Dóna més valor als hàbitats de mida intrínsecament petita, més susceptibles a l'alteració per causes diverses, que a la resta.

- Estadi successional; es divideix en quatre nivells: inicial, poc madur, força madur, madur, amb valors de 1 a 4, respectivament.
- Fragilitat (vulnerabilitat) dels hàbitats; es refereix a la susceptibilitat que tenen els organismes a la pertorbació “no predictable”, generalment d’origen antròpic. Es valora de 1 a 4, amb la següent casuística: hàbitats amb la presència molt assegurada, fins i tot tendència a l’extensió; unitats que es mantenen; unitats força amenaçades i unitats particularment amenaçades.

L’índex d’interès corològic (Mapa 5) és també adimensional i correspon a la mitjana de 5 paràmetres, també en una escala d’1 a 10:

- Valor biogeogràfic, que dóna més valor als hàbitats propis d’àrees biogeogràfiques més petites.
- Extensió territorial de l’hàbitat, que valora especialment els hàbitats d’extensió reduïda.
- Diversitat topogràfica, que valora especialment els hàbitats més restringits a una determinada topografia (obtinguda combinant dades d’altitud i exposició)
- Agregació espacial, que valora especialment els hàbitats de distribució més agregada, i per tant més vulnerables a pertorbacions locals.
- Excentricitat espacial, que mesura el grau de perifèria de cada polígon d’hàbitat respecte del centre de distribució d’aquest, destacant per tant les peces més allunyades de l’òptim ecològic.

### ***Estabilitat***

Un dels factors clau per a garantir la conservació de la biodiversitat i la provisió de serveis ecosistèmics és l’estabilitat dels hàbitats al llarg del temps. Un estudi recent a l’AMB (Pino & Başnou 2013) corrobora que el valor de la biodiversitat d’aquest territori es relaciona fortament amb els canvis experimentats en les cobertes del sòl els darrers 50 anys. Diversos estudis del CREAM també posen de manifest que l’estabilitat dels hàbitats influeix en la conservació de la biodiversitat, tant nativa (Başnou et al. 2015a) com exòtica (Pino et al. 2006; Başnou et al. 2015b).

Tanmateix, la valoració d’aquesta estabilitat es veu dificultada per la manca de cartografia. Calen sèries cartogràfiques que incloguin edicions en diverses dates al llarg d’un període suficientment llarg i, alhora, amb prou coherència metodològica per a ser

comparables entre sí. A Catalunya, només la sèrie cartogràfica del MCSC és prou coherent al llarg de les diverses dates disponibles per a l'AMB. Per aquest territori hom compta amb edicions de 1993, 2000, 2005 i 2009, a les quals cal sumar el Mapa de Cobertes de 1956 de la província de Barcelona desenvolupat dins del SITxell de la Diputació de Barcelona. Degut a la seva coherència entre dates, hem utilitzat aquesta sèrie cartogràfica per a valorar l'estabilitat dels hàbitats a l'AMB, malgrat no és una cartografia suficientment detallada pel que fa a les diverses tipologies d'hàbitats.

Per tal de suplir aquesta mancança proposem valorar de forma quantitativa els canvis en la naturalitat dels polígons d'EIM, a partir dels mapes de cobertes de tres dates prou contrastades (1956, 2000 i 2014). Les cobertes del sòl de nivell 3 d'aquests mapes han estat classificades en sis categories de naturalitat (Taula 2 de l'Annex). Posteriorment s'ha calculat un índex de naturalitat per polígon tal com segueix:

$$N = \sum p_i \cdot n_i$$

On  $p_i$  és la superfície de cada coberta inclosa dins del polígon dividida per l'àrea total d'aquest, i  $n_i$  el valor de naturalitat d'aquesta coberta (vegeu-ne un exemple a la Figura 6). A partir dels diversos mapes de naturalitat s'ha calculat l'increment per a tot el període d'estudi (1956-2014; Mapa 6) i per a les dues dates més recents (2000-2014; Mapa 7).

### ***Accessibilitat***

Bona part dels serveis ambientals i ecosistèmics de la infraestructura verda d'un territori depenen de si són realment accessibles als usuaris potencials, de manera que només quan hi ha una bona accessibilitat a tals serveis es pot parlar de demanda satisfeta i per tant de serveis pròpiament dits (Başnou et al. 2014). Treballs recents assenyalen, per exemple, l'accessibilitat als parcs com el factor més important en la decisió de la població d'utilitzar la zona verda (Wang et al. 2015). Tanmateix, l'accessibilitat es un concepte complex, ja que té components geogràfics però també socioculturals. A més, les dificultats metodològiques per a la mesura d'aquest concepte són també molt importants. En un treball previ (Başnou et al. 2014) vam posar a punt de diversos indicadors d'accessibilitat en la seva accepció geogràfica.

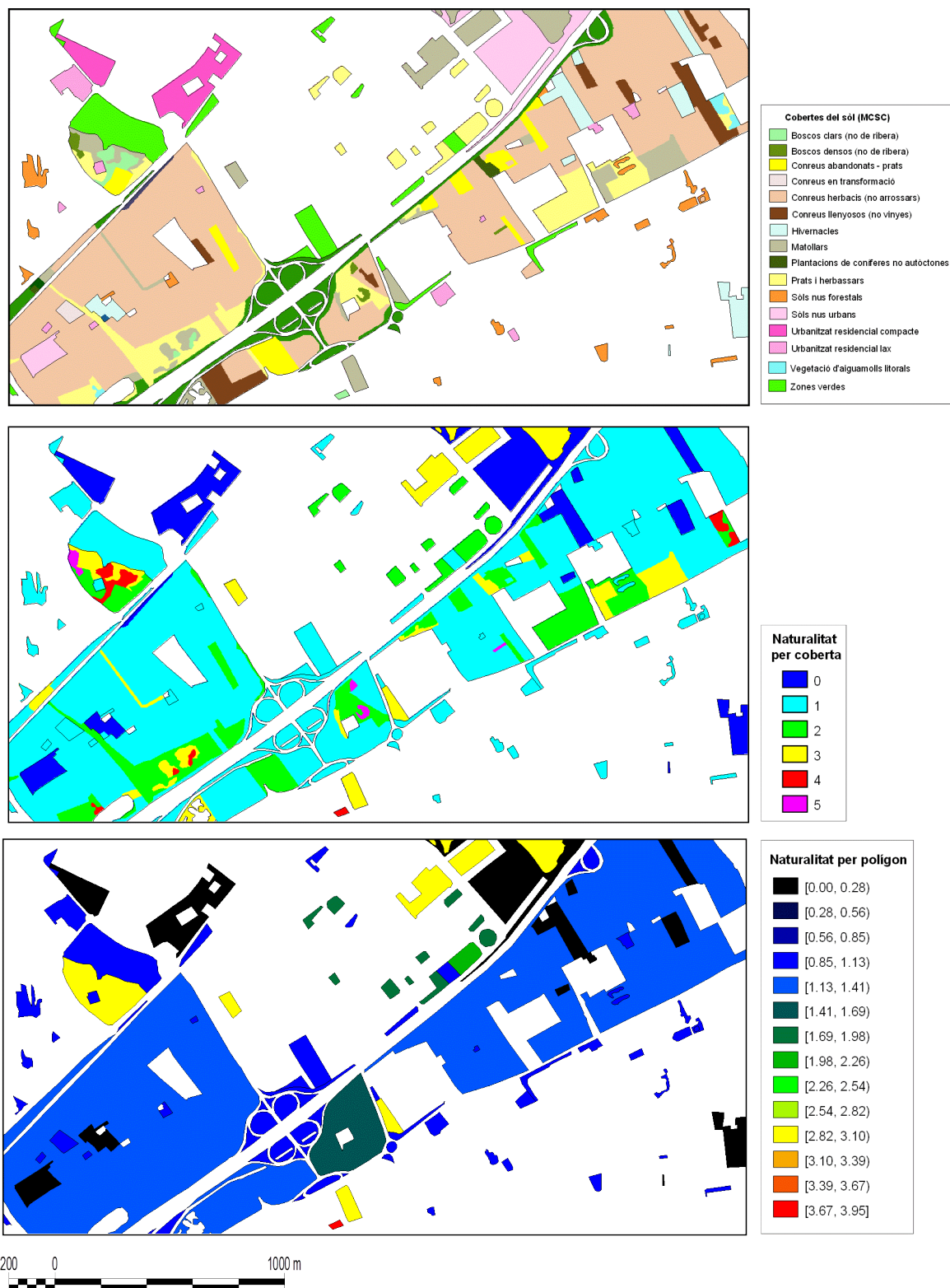


Figura 6. Esquema del procés d'obtenció de l'índex de naturalitat. Es parteix de les cobertes del MCSC (Nivell 3, a dalt), les quals són reclassificades a categories de naturalitat (al mig). Després es calcula la mitjana per polígon, a partir dels valors de cada coberta ponderats per la superfície relativa d'aquestes (a baix). Es mostra l'exemple de la C-32 al seu pas per Gavà.

Estudis recents semblen indicar que la proximitat als parcs es la variable més important entre les dimensions geogràfiques de l'accessibilitat a la infraestructura verda, especialment per a determinats segments de la població (els nens, les persones grans o els discapacitats amb problemes locomotors). Per a ells, l'accessibilitat a distàncies curtes ("neighbourhood walking") és especialment rellevant. Per aquest motiu hem seleccionat de Başnou et al. (2004) un indicador d'accessibilitat especialment centrat en el "neighbourhood walking": l'accessibilitat a les diverses àrees verdes de l'AMB per a la població situada a un radi d'1 km al voltant d'aquestes àrees (A1k). El càlcul s'ha dut a terme amb les eines del SIG MiraMon, mitjançant la modelització cartogràfica de la fórmula següent:

$$A1k = \sum D * e^{-rd}$$

On D correspon a la densitat de població per a cada punt del territori dins del radi d'influència seleccionat, i d a la distància euclidiana a la que es troba del punt de la infraestructura verda analitzat. Es tracta d'un índex adimensional, on el paràmetre r és una constant que depèn del radi d'influència analitzat (1km en aquest cas) i que fa que l'accessibilitat sigui molt propera a zero en el límit d'aquest radi. Per combinació de capes s'ha obtingut el valor mitjà d'A1k per a cada polígon dels EIM (Mapa 8). També es presenta un mapa addicional amb només les xarxes bàsica i complementària (Mapa 9) per tal d'emfasitzar la poca accessibilitat de molts d'aquests espais (a diferència dels espais del verds urbà, molt accessibles)

### ***Altres funcions ecosistèmiques***

En la valoració dels EIM també s'han considerat altres criteris de rellevància en la valoració de la infraestructura verda en general però menys adequats per a la xarxa d'EIM, per les característiques dels espais que les integren.

#### *Connectivitat*

La connectivitat ecològica és, probablement, la propietat clau de l'anomenat paisatge funcional, aquell que té a veure amb la conservació dels processos biològics, ecològics i ambientals en general a diverses escales, des dels organismes als biomes sencers (Lindenmayer & Fischer 2006). Amb tot, però, és de preveure que els EIM tindran, per la seva fragmentació enmig d'una matriu força antropitzada, valors de connectivitat

molt baixos, per bé que les diferències entre les diverses peces poden ser d'interès per a la gestió d'aquests espais.

A Catalunya existeix una tradició notable en l'elaboració d'índexs de connectivitat. En un informe previ (Pino & Başnou 2014) es va presentar l'Índex de Connectivitat Terrestre (ICT) de l'AMB, un índex de connectivitat ecològica a escala de paisatge que va ser desenvolupat en el marc del Pla Territorial Sectorial de Connectivitat Ecològica. Es tracta d'un índex que mesura la connectivitat ecològica del paisatge en el seu conjunt. Més recentment (Baró et al. 2015) aquest índex ha estat millorat amb la incorporació de models de connectivitat específics per a determinats grups d'organismes: els ocells i els mamífers (Brotons *et al.* 2004). Així s'ha construït un Índex Integrat de Connectivitat de la província de Barcelona (IIC; Mapa 10), índex adimensional corresponent a la mitjana de tres mapes: (i) la connectivitat dels mamífers; (ii) la connectivitat mitjana dels ocells (mitjana dels mapes corresponents als ocells forestals, d'espais oberts i agrícoles) i (iii) l'ICT. Tots tres han estat prèviament estandarditzats entre 0 i 1 (vegeu Baró et al. 2015 per a més detalls).

#### *Fixació de C*

El carboni és un element clau del cicle de la matèria als ecosistemes i, alhora, intervé en la regulació climàtica del planeta per la seva implicació en l'efecte hivernacle. Les emissions antròpiques de carboni són un dels motors més importants del canvi climàtic en què estem immersos. Això ha comportat que els estocs i el segrest de carboni siguin un factor clau a considerar en les estratègies de mitigació d'aquest canvi (com ara les anomenades REDD+, *Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation*), i s'incorporin sense excepció en les propostes de serveis ecosistèmics (Tratalos et al. 2007). Aquesta incorporació es veu, tanmateix, limitada per la qualitat de les dades disponibles, que influeix en la resolució quantitativa i cartogràfica dels indicadors proposats.

Barcelona Regional i el CREAM han desenvolupat un model altament precís i robust dels estocs de C als boscos i matollars de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, en el marc d'un treball de posada a punt de diversos indicadors de serveis ecosistèmics a l'AMB (Başnou et al. 2014). Aquest model pren com a informació de base una capa LiDAR de

tota l'AMB especialment precisa (4 polsos /m<sup>2</sup>), produïda per l'Institut Cartogràfic i Geogràfic de Catalunya (ICGC). Es van seleccionar, en primer lloc, els polsos corresponents a àrees de bosc i matollar, fent servir el MCSC com a pauta espacial de selecció. Després es van generar diversos estadístics dels polsos inclosos en cada píxel de 20 m (n=1600) de l'AMB, i es van combinar amb la veritat terreny provinent d'un seguit de parcel·les (n=81) de boscos i matollars, a les quals es van aplicar diverses equacions al·lomètriques per a obtenir l'estoc de C. Mitjançant mètodes de regressió (GLM) es van obtenir, finalment, models cartogràfics (amb un píxel de 20 m) dels estocs de C (en T/ha) existents actualment (2014) als boscos i matollars de l'AMB (Mapa 11). Cal tenir present que bona part dels EIM no tindran valor per a aquest indicador, atès que no són dominats per cobertes llenyoses, i alguns de les que sí les tenen (com ara els del verd urbà i viari) tindran estimacions relativament grolleres atès que no van comptar amb parcel·les de mostreig específiques. Per tant, es tracta d'un indicador parcial que només pot ser utilitzat per valoracions complementàries.

## **4. Resultats**

### **4.1. Caracterització dels EIM**

La xarxa d'espais seleccionats (Mapes 1 i 2) és formada per un total de 6750 polígons, distribuïts en 2622 a la xarxa bàsica, 1504 al verd urbà i 2621 a la xarxa complementària (Taula 2). Aquests espais representen un total de 10742 ha (4718 de la xarxa bàsica, 1816 del verd urbà i 4206 de la xarxa complementària), que equivalen a un 16.8% de tota l'AMB i a un 28.8% de la infraestructura verda en sentit ample (incloses les urbanitzacions).

Taula 2. Nombre de polígons i superfície total dels diversos components d'EIM: la xarxa bàsica, xarxa complementària i el verd urbà.

<b>Components</b>	<b>n</b>	<b>ha</b>
Xarxa bàsica	2622	4718
Xarxa complementària	2624	4208
Verd Urbà	1504	1816
Total	6750	10742

Pel que fa a les cobertes del sòl (Nivell 3 de la llegenda del MCSC, Taula 3), la xarxa bàsica és dominada pels matollars (30.2%) i els prats i herbassars (18.5%), seguides pels els conreus herbacis (14.7%), els boscos densos (18.8%) i el verd viari (12.4%). La xarxa complementària és clarament dominada pel verd que forma part de l'urbanitzat residencial compacte (52.3% de la superfície total) i l'urbanitzat residencial lax (33.6%).

Taula 3. Percentatge de les principals cobertes del sòl (MCSC, Nivell 3) als polígons de la xarxa bàsica i complementària i al verd urbà (Nota: s'han eliminat aquelles cobertes amb menys de 10 ha a la xarxa d'EIM)

<b>Coberta del Sòl (MCSC N3)</b>	<b>Xarxa bàsica</b>	<b>Xarxa complementària</b>	<b>Verd urbà</b>	<b>Total</b>
Boscos clars (no de ribera)	1.39	0.00	0.00	0.61
Boscos densos (no de ribera)	12.81	0.00	0.00	5.61
Boscos densos de ribera	0.28	0.00	0.00	0.12
Conreus abandonats - prats	0.64	0.00	0.00	0.28
Conreus herbacis	14.72	0.00	0.00	6.45
Conreus llenyosos (no vinyes)	3.99	0.00	0.00	1.75
Hivernacles	0.00	1.99	0.00	0.78
Lleres naturals	0.00	0.97	0.00	0.38
Matollars	30.18	0.00	0.00	13.23
Platges	0.00	2.22	0.00	0.87
Prats i herbassars	18.49	0.00	0.00	8.10
Rius	2.51	0.00	0.00	1.10
Sòls nus forestals	0.00	5.40	0.00	2.12
Sòls nus urbans	0.00	3.48	0.00	1.36
Urbanitzat residencial compacte	0.00	52.32	0.00	20.50
Urbanitzat residencial lax	0.00	33.63	0.00	13.18
Vegetació d'aiguamolls litorals	0.34	0.00	0.00	0.15
Vies de ferrocarril	1.83	0.00	0.00	0.80
Vinyes	0.23	0.00	0.00	0.10
Zones industrials i comercials	0.22	0.00	0.00	0.10
Zones verdes urbanes	0.00	0.00	100.00	16.99
Zones verdes viàries	12.35	0.00	0.00	5.41

Segons la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (CHC, Taula 4), un 39.4% de la superfície de la xarxa bàsica correspon a àrees urbanes i industrials, inclosa la vegetació ruderal associada. Hi tenen una certa rellevància els conreus abandonats (12.8%), els fruiterars, principalment de regadiu (9.3%), les àrees urbanitzades amb claps importants de vegetació natural (6.9%), els llits i marges de rius, o vores d'embassaments sense vegetació llenyosa densa (6.5%) i els conreus herbacis extensius de secà (5.7%). A la Xarxa complementària hi dominen, de nou, les àrees

urbanes i industrials, inclosa la vegetació ruderal associada (42.8% de la superfície total) i les àrees urbanitzades amb claps importants de vegetació natural (39.1%). Hi tenen també una mínima rellevància els conreus abandonats (3.9%), els conreus herbacis intensius (hortalisses, flors, maduixeres, etc.; 2.3%) i els fruiterars alts, predominantment de secà (2.2%). A causa de les seves petites dimensions espais del verd urbà queden majoritàriament inclosos a les àrees urbanes i industrials (77.2%) i només un 12.8% són etiquetats com a grans parcs i jardins.

Taula 4. Percentatge dels principals hàbitats (CHC) als polígons de la xarxa bàsica i complementària i al verd urbà (Nota: només s'ha tingut en compte l'hàbitat principal de cada polígon, i s'han eliminat aquells hàbitats amb menys de 10 ha a la xarxa d'EIM).

	Xarxa bàsica	Xarxa complementària	Verd urbà	Total
Alzinars (boscos o màquies de <i>Quercus ilex</i> ) de terra baixa	0.85	0.24	0.08	0.48
Àrees urbanes i industrials, inclosa la vegetació ruderal associada	39.40	42.76	77.17	47.13
Àrees urbanitzades, amb claps importants de vegetació natural	6.89	39.09	4.06	18.98
Canyars de vores d'aigua	0.92	0.04	0.21	0.46
Canyissars	0.58	0.01	0.02	0.26
Conreus abandonats	12.79	3.91	2.12	7.51
Conreus herbacis extensius de regadiu o de contrades molt plujoses	2.43	0.23	0.13	1.18
Conreus herbacis extensius de secà	5.71	1.40	1.27	3.27
Conreus herbacis intensius: hortalisses, flors, maduixeres, etc.	3.85	2.26	0.04	2.58
Fruiterars alts, predominantment de secà.	0.61	2.21	0.08	1.14
Fruiterars, principalment de regadiu: sobretot conreus de rosàcies ( <i>Pyrus malus</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Pyrus communis</i> , etc.)	9.30	0.73	0.22	4.41
Ginestars de ginesta vera ( <i>Spartium junceum</i> )	0.72	0.25	0.20	0.45
Grans parcs i jardins	0.61	0.24	12.76	2.53
Llistonars (prats secs de <i>Brachypodium retusum</i> ), i prats terofítics calcícoles, de terra baixa	0.68	0.01	0.00	0.30
Llits i marges de rius, o vores d'embassaments, sense vegetació llenyosa densa	6.49	1.09	1.05	3.46
Matollars (estepars i brolles) silicícoles de terra baixa	0.49	0.12	0.03	0.27
Pedreres, explotacions d'àrids i runam	0.33	0.14	0.03	0.21
Pinedes de pi blanc ( <i>Pinus halepensis</i> ) amb sotabosc de brolles calcícoles, de les contrades mediterrànies	0.52	0.28	0.00	0.34
Pinedes de pi blanc ( <i>Pinus halepensis</i> ) amb sotabosc de màquies o garrigues	4.36	2.52	0.17	2.93
Pinedes de pi blanc ( <i>Pinus halepensis</i> ) sense sotabosc llenyós	0.30	0.30	0.07	0.26
Pinedes de pi blanc ( <i>Pinus halepensis</i> ), amb sotabosc de brolles silicícoles, de terra baixa	0.31	0.12	0.00	0.18
Platges arenoses nues o amb vegetació nitròfila de teròfits	0.23	1.43	0.04	0.67
Prats sabanoides d'albellatge ( <i>Hyparrhenia hirta</i> ), de vessants solells de les contrades marítimes	1.60	0.23	0.25	0.84
Vinyes	0.02	0.37	0.00	0.15

Cal posar de manifest les discrepàncies existents entre les caracteritzacions fetes a partir de les cobertes del sòl i dels hàbitats. Això és degut a diferències de resolució espacial (1:5000 pel MCSC per 1:25000 de la CHC) i temàtica (molt més elevada a la CHC) entre ambdues cartografies, i al fet que el MCSC és obtingut exclusivament per fotointerpretació mentre que la CHC compta amb un extens treball de camp. L'escassa resolució de la CHC fa que, sovint, l'assignació dels hàbitats corresponents a cada polígon no sigui del tot coherent. Per tant, aquesta informació només pot ser utilitzada de forma complementària al MCSC per a caracteritzar els EIM. No obstant això, aquesta informació més grollera permet posar de manifest el context general de paisatge en que es troben la majoria d'EIM. Sovint reflecteix la poca funcionalitat i la gran vulnerabilitat que tenen aquests espais, però per l'altra obre una sèrie d'expectatives per a la seva gestió, per exemple en el marc d'iniciatives urbanes com el Pla del Verd i la Biodiversitat de Barcelona, o metropolitanes com el PSAMB.

#### **4.2. Valoració dels EIM**

Els mapes 3 a 11 recullen la distribució dels valors dels diversos indicadors de qualitat dels EIM. Pel que fa a la distribució de mides, s'observa un clar biaix cap els polígons de mida més petita (Figura 7), com era d'esperar en aquesta mena d'espais. També com era d'esperar, els espais de verd urbà són menors que els de les altres dues xarxes.

La resta d'indicadors només s'han avaluat per a les xarxes bàsica i complementària perquè es consideren poc adients per a valorar els espais de verd urbà (Figura 8). Les mitjanes d'aquests dos grups s'han comparat mitjançant el test de Wilcoxon, un test no paramètric especialment adequat quan les dades tenen una distribució que s'aparta molt de la normal (cosa evident a les distribucions de mides de la Figura 7).

Mitjançant aquest test s'han obtingut valors significativament diferents per als espais de la xarxa bàsica i els de la complementària en tots els indicadors avaluats, considerant un nivell de significació de  $p < 0.001$ . Els espais de la xarxa bàsica mostren valors mitjans més elevats pel que fa als indicadors de valor dels hàbitats (IIH i IIC), els estocs de C i la connectivitat. Cal, però, posar de manifest els valors relativament baixos o fins i tot molt baixos de tots aquests indicadors per a ambdues xarxes d'EIM (vegeu mapes 4, 5, 9 i 10). Òbviament, això és conseqüència de la tipologia dels

hàbitats que comprenen aquestes xarxes i, també, del seu confinament o proximitat a àrees urbanes i infraestructures de transport (cas de la connectivitat; Figura 8). Els EIM més grans es localitzen en àrees relativament poc urbanitzades, com ara el delta i la vall baixa del Llobregat i la plana del Vallès (Mapa 3).

Alguns d'aquests espais són també els que tenen els valors d'IIH i d'ICC més elevats. Pel que fa a l'IIH (Mapa 4), els valors més elevats apareixen a la llera del Llobregat i de la riera de Rubí, a la zona de confluència d'ambdós cursos fluvials. Aquestes àrees són ocupades per comunitats herbàcies i arbustives amb un valor natural notable, degut a la seva riquesa d'espècies i a la presència d'algunes plantes amb un cert interès de conservació. També destaquen algunes àrees limítrofes de Collserola, ocupades per llistonars (prats secs de *Brachypodium retusum*), i prats terofítics, i matollars (estepars i brolles) de terra baixa. Totes aquestes comunitats es caracteritzen per una elevada riquesa d'espècies de plantes i d'insectes. Finalment, cal destacar alguns fragments de comunitats de maresma i de dunes al delta del Llobregat, les quals tenen un reconegut valor natural a causa de la riquesa i la raresa de les espècies que les integren. Cal esmentar alguns canyissars i jonqueres dels sectors de Can Sabadell i les Filipines, i les dunes del litoral de Gavà. Pel que fa a l'IIC (Mapa 5), destaquen diverses peces especialment concentrades al delta del Llobregat. Alguns d'aquests EIM es concentren al Parc Agrari i són dominats per conreus de regadiu i per les seves comunitats ruderals associades. Es tracta d'hàbitats relativament localitzats al litoral i per tant força agregats i localitzats biogeogràficament, relativament poc diversos pel que fa a llur topografia. També destaquen altres hàbitats localitzats a la línia litoral i per tant molt restringits geogràficament, com ara diverses peces de canyissars, jonqueres i canyars, localitzades a les vores de l'antiga llera del Llobregat i a les maresmes del sector Remolar-Filipines-Can Sabadell. I, encara, cal destacar les diverses peces de comunitats de platja i duna, força localitzades des del punt de vista espacial i biogeogràfic per raons òbvies. De nou, però, cal posar aquests resultats en qüestió. Degut a les diferències de resolució entre la CHC i el MCSC, l'assignació dels valors dels índexs IIH i IIC (que es deriven espacialment de la CHC) als polígons d'EIM (que provenen del MCSC) no és sempre perfecta. Llavors, especialment en polígons petits immersos en d'altres de més grans, el valor de l'IIH o l'IIC pot correspondre al d'aquests darrers. En

conseqüència, polígons de la xarxa complementària corresponents a hàbitats poc valuosos poden tenir un valor intrínsec o corològic elevat, que en realitat correspon al d'hàbitats adjacents inclosos a la xarxa bàsica.

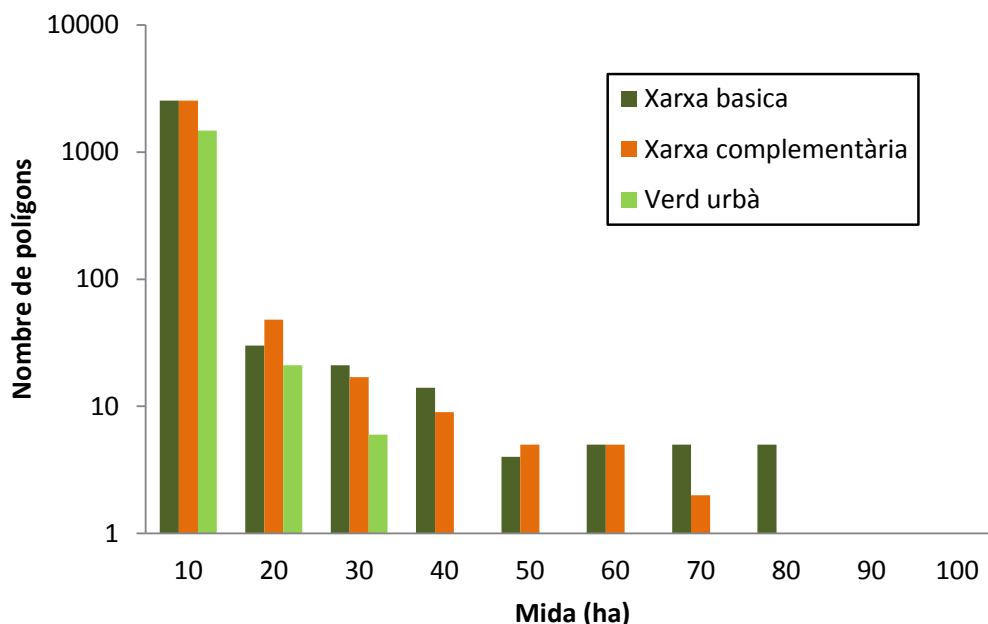


Figura 7. Freqüència de mides dels EIM de la xarxa bàsica i complementària a l'AMB.

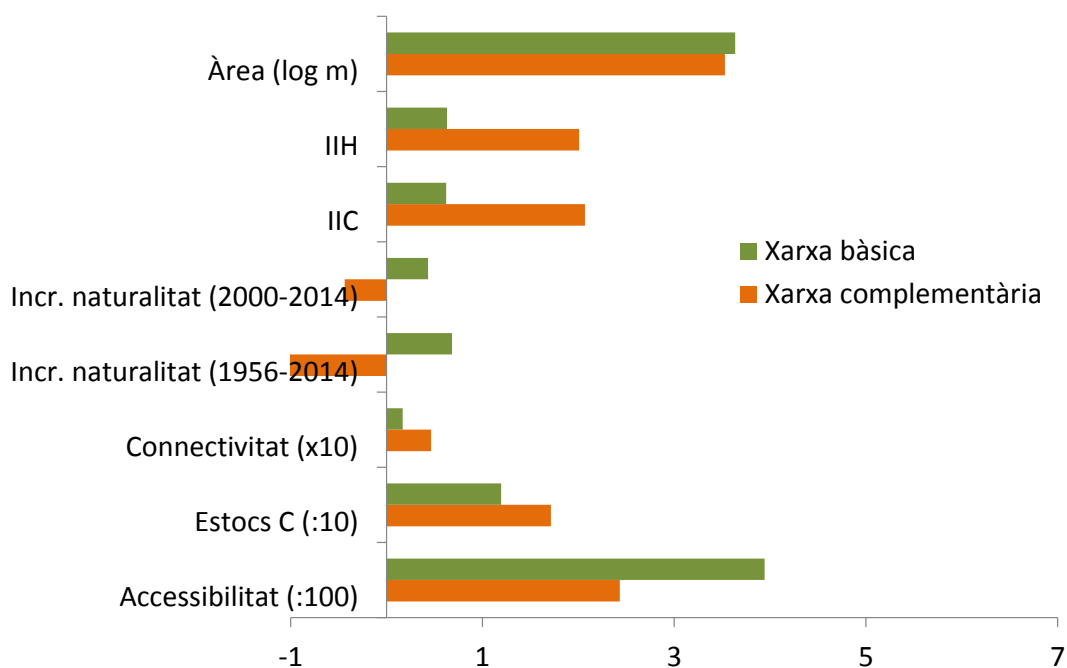


Figura 8. Valors mitjans dels diversos criteris de valoració dels EIM corresponents a la xarxa bàsica i complementària. En tots els casos, els valors d'aquestes dues xarxes són significativament diferents per al test de Wilcoxon (significació:  $p < 0.001$ )

Potser més interessants són les diferències en l'estabilitat al llarg del temps dels polígons d'ambdues xarxes (mapes 6 i 7): mentre els espais de la xarxa bàsica mostren en general una pèrdua de la naturalitat, cosa que indica una degradació dels seus hàbitats, els de la xarxa complementària s'han mantingut més o menys estables o s'han renaturalitzat lleugerament. En qualsevol cas, estem parlant d'uns valors intrínsecs (IIH) i corològics (IIC) força baixos, com també correspon als hàbitats inclosos en aquests polígons, tret d'algunes àrees costaneres del la vall baixa i el delta del Llobregat i de l'obaga de Collserola. Contràriament als indicadors anteriors, l'accessibilitat és més elevada als espais complementaris que als bàsics, com és d'esperar atesa la seva distribució més propera o fins i tot immersa a les àrees urbanes. El mapa d'accessibilitat (Mapa 8) posa de manifest un patró, altrament lògic, de concentració d'aquesta als espais intersticials de la ciutat de Barcelona i municipis adjacents, dominats per polígons de la xarxa complementària i del verd urbà. Si s'extreuen els polígons d'aquesta darrera categoria (Mapa 9), immersos en la trama urbana i per tant molt accessibles, es destaca la importància dels espais de la perifèria de Barcelona i ciutats adjacents, tant de la xarxa bàsica com de la complementària.

Els valors mitjans de connectivitat de les diverses peces d'EIM són baixos o molt baixos (Mapa 10), resultat totalment esperable atesa la tipologia dels EIM. Només alguns polígons relativament grans i situats en paisatges predominantment forestals (Collserola, Ordal) o agrícoles (delta del Llobregat) mostren valors una mica més elevats. Pel que fa als estocs mitjans de C, ja s'ha comentat que només es tenen dades de boscos i matollars. En general, els valors dels EIM són baixos tret d'algun espai a la plana del Vallès, als fondals de Bellaterra (Mapa 11).

Per les seves característiques, la xarxa de verd urbà i de verd viari i ferroviari ha estat objecte d'una anàlisi fotointerpretació específica (vegeu-ne un exemple al Mapa 12). L'anàlisi de les cobertes resultants (Taula 5) mostra diferències notables en la composició d'aquests dos tipus d'espais verds. La xarxa d'espais verds urbans és integrada per 1816.9 ha, entre les quals predominen les cobertes arbrades clares (41.8% de la superfície total) i denses (31.2%). A molta distància trobem formacions herbàcies i arbustives lligades a ambients humits o de ribera (11%) i superfícies construïdes. La xarxa d'espais verds viaris és formada per 667.1 ha distribuïdes

majoritàriament en cobertes arbustives (47.3%) i d'arbrat clar (24.6%), mentre que els prats i herbassars (13.7%) i l'arbrat dens (10.3%) tenen una presència més secundària. Destaca en tot cas la poca presència d'ambients aigualosos i de ribera. Cal remarcar que l'estat ecològic d'aquests espais és molt poc conegut, i encara ho és menys la seva contribució al manteniment de funcions ecosistèmiques, tot i que se suposa que aquesta contribució és molt menor. En tot cas, l'estudi posa de manifest la importància d'ambdues xarxes dins del conjunt d'EIM: en termes de superfície, el verd urbà representa gairebé un 17% i el verd viari un 6.2% dels EIM.

Taula 5. Nombre de polígons i superfície, en ha i en percentatge, de les diverses tipologies de verd viari als EIM de l'AMB.

	Verd urbà		Verd viari	
	ha	%	ha	%
Aigua	5.37	0.30	0.81	0.12
Arbrat clar (5-20%cc)	760.23	41.84	164.13	24.60
Arbrat dens (>= 20%cc)	567.51	31.24	68.94	10.33
Construït	142.62	7.85	6.50	0.97
Horta familiar	3.70	0.20	1.95	0.29
Matollar	61.66	3.39	315.71	47.34
Ambients de ribera	199.09	10.96	0.19	0.03
Prats i herbassars	52.90	2.91	91.61	13.73
Sòl nu	0.00	0.00	17.24	2.59
Altres	23.78	1.31	0.00	0.00
Total	1816.86	100.00	667.08	100.00

## 5. Cas d'estudi: el paper dels EIM en el desplegament de la infraestructura verda de l'AMB

Com a exemple d'aplicació es presenta una anàlisi preliminar de la possible contribució dels EIM a l'establiment d'un sistema d'espais oberts que garanteixi el desplegament de la infraestructura verda a l'AMB. Això passa per (i) analitzar a una escala general la relació dels EIM amb el règim del sòl i especialment amb la xarxa d'espais protegits, que són els nodes bàsics d'aquesta infraestructura; i (ii) avaluar la millora de la connectivitat que aporten els EIM a escala de detall. La connectivitat ecològica és una propietat clau de l'anomenat paisatge funcional, aquell que té a veure amb la conservació dels processos biològics, ecològics i ambientals en general a diverses

escales, des dels organismes als biomes sencers (Lindenmayer & Fischer 2006 i Calabrese & Fagan 2004). Per tant, la infraestructura verda ha de proporcionar les condicions per a la connectivitat ecològica de poblacions, comunitats i ecosistemes. La mesura d'aquesta connectivitat és complexa i compta amb una llarga història de modelització, també a casa nostra (vegeu Mallarach & Germain 2006). Al cas de l'AMB, hem optat per fer servir una accepció més aviat estructural (Calabrese & Fagan 2004), relacionada amb el patró espacial dels hàbitats al paisatge, complementada però amb alguns elements funcionals estimats a partir de les poques dades disponibles, i que s'ha concretat en l'Índex Integrat de Connectivitat de la província de Barcelona.

### 5.1. Anàlisi general

En primer lloc s'ha avaluat la relació dels EIM amb el règim del sòl i la xarxa d'espais protegits. En el primer cas s'ha fet una simple combinació espacial de la capa vectorial dels EIM amb la capa de règim del sòl del PGM (més el PGOU d'alguns municipis no inclosos a aquest) mitjançant eines SIG (vegeu resultats a la Taula 6). Es constata que **bona part dels EIM formen part del sòl urbà (SU)**, especialment al verd urbà (94.5% de la superfície total d'aquest) però també de la xarxa complementària (80.6% de la superfície d'aquesta). També a la xarxa bàsica hi ha un 38.5% de la superfície total en règim urbà. **El segueix en importància el sòl no urbanitzable (SNU)**, que ocupa un 28.9%, un 13.3% i un 2.9% de les xarxes bàsica i complementària i del verd urbà, respectivament. El sòl urbanitzable no desenvolupat (SUND) i el desenvolupat (SU) concentren, respectivament, un 11.3 i un 6% de la superfície total d'EIM, amb percentatges variables segons la tipologia d'aquests.

Taula 6. Percentatge d'EIM dins les diverses categories de règim del sòl del PGM.

Règim del sòl	Xarxa bàsica	Xarxa complementària	Verd urbà	Total
SNU	28.4	13.3	2.9	18.1
SUD	10.7	2.5	1.7	6.0
SUND	22.3	3.6	0.9	11.3
SU	38.5	80.6	94.5	64.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

La relació dels EIM amb el règim del sòl i la xarxa d'espais protegits s'ha avaluat combinant separatament la capa dels EIM amb les capes de la Xarxa Natura 2000

(Generalitat de Catalunya) i amb la dels límits dels parcs i altres espais amb pla espacial (com el Parc Agrari) de la Diputació de Barcelona. S'ha preferit avaluar aquests dos grups per separat perquè els seus límits se solapen però no són totalment coincidents. Probablement per la seva condició d'espais confinats o del marge d'àrees construïdes i d'infraestructures, **la presència d'EIM als espais protegits és notablement baixa** (taules 7 i 8). S'observa que, tret del Parc Agrari del Baix Llobregat (que té unes característiques molt diferents de la resta), els parcs de la Diputació contenen una proporció molt baixa d'EIM. El Parc Agrari concentra un 11.6% de la superfície dels EIM de la xarxa bàsica, mentre que la resta d'EIM hi tenen una presència negligible com a la resta de parcs (Taula 7). D'altra banda, menys d'un 95% dels diversos tipus d'EIM queden inclosos dins els diversos espais de la xarxa Natura 2000 de l'AMB (Taula 8).

Taula 7. Superfície d'EIM dins de la xarxa de parcs de la Diputació de Barcelona

<b>Parcs de la Diputació de Barcelona</b>	<b>Xarxa bàsica</b>	<b>Xarxa complementària</b>	<b>Verd urbà</b>
<b>Superfície (ha)</b>			
Fora dels parcs	4045.6	3894.9	1814.0
Agrari del Baix Llobregat	543.0	131.6	1.8
Collserola	119.0	89.6	0.0
Garraf	5.7	1.8	0.0
Serralada Litoral	0.0	0.0	0.0
Serralada de Marina	2.5	87.2	0.0
Total	4715.8	4205.1	1815.8
<b>Superfície (%)</b>			
Fora dels parcs	85.79	92.62	99.90
Agrari del Baix Llobregat	11.51	3.13	0.10
Collserola	2.52	2.13	0.00
Garraf	0.12	0.04	0.00
Serralada Litoral	0.00	0.00	0.00
Serralada de Marina	0.05	2.07	0.00
Total	100.00	100.00	100.00

Malgrat que la major part dels EIM es troba fora dels espais naturals protegits, la seva posició respecte d'aquests i en relació amb la connectivitat del territori els pot aportar un paper rellevant en la connexió d'aquests espais i en el reforçament dels fluxos ecològics en algunes àrees de connectivitat baixa. Cal destacar la **concentració d'EIM de les xarxes potencial i complementària a les vores dels espais naturals protegits** (Figura 9; Mapes 12 i 13). Un 40% i un 58% de les peces que integren la xarxa d'EIM es

troben, respectivament, a menys de 500 m i d'1 km del marge de la xarxa d'espais protegits (Figura 9), mentre que el percentatge de peces situades a menys de 2 km arriba pràcticament al 80%.

**La concentració d'EIM és especialment rellevant a les vores del parc de Collserola i dels espais protegits del delta** (Parc Agrari i Reserves Naturals; Mapa 13). Es tracta d'espais particularment pressionats per àrees urbanes i infraestructures, i això els fa especialment vulnerables a la freqüentació i l'aïllament, cosa que es reflecteix en la baixa connectivitat d'aquestes àrees (Mapa 14). **A Collserola** cal destacar el rosari d'EIM al vessant vallesà del parc, que actua a mena de *buffer* amb el paisatge altament transformat de la plana del Vallès. També cal destacar la presència d'EIM complementaris (àrees residencials amb abundància d'àrees verdes) al vessant de Barcelona del parc i, especialment, EIM diversos en punts clau de les valls del Llobregat i el Besòs (estret de Montcada i confluència del Llobregat amb la riera de Rubí), on aquests espais poden articular corredors precaris amb els espais protegits veïns.

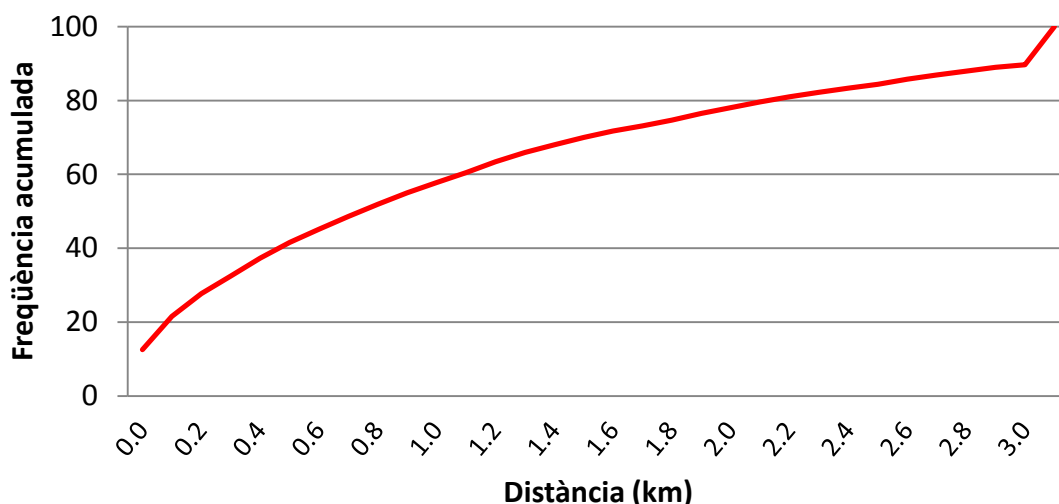


Figura 9. Freqüència acumulada (en %) de polígons de la xarxa d'EIM en relació amb la distància al marge dels espais naturals protegits de l'AMB (xarxa de Parcs de la Diputació de Barcelona i xarxa Natura 2000).

**Al delta del Llobregat** cal destacar el paper dels EIM en la connexió del Parc Agrari del Baix Llobregat amb la vall baixa del riu i amb els espais Natura 2000 de les Serres del Litoral central. I, especialment, cal esmentar la connexió de les reserves naturals del delta amb el parc agrari i, a través del riu i els EIM de les vores de l'A-2 i la B-10, amb la vall Baixa i Collserola. Són connexions extremadament precàries però que poden

haver estat determinants en l'arribada recent de certes espècies al delta, com la guineu (*Vulpes vulpes*) o el senglar (*Sus scrofa*), o l'exòtic visó americà (*Neovison vison*). I, en tot cas, és notable el paper que pot jugar aquesta xarxa d'EIM per a connectar Montjuïc, l'antiga llera del riu i diverses àrees del voltant de l'aeroport amb la vall del Llobregat i els espais protegits de la serralada Litoral.

Taula 8. Superfície d'EIM dins de la xarxa Natura 2000

<b>Espais de la Xarxa Natura 2000</b>	<b>Xarxa bàsica</b>	<b>Xarxa complementària</b>	<b>Verd urbà</b>
<b>Superfície (ha)</b>			
Fora dels espais	4532.6	4076.8	1815.3
Delta del Llobregat	26.3	24.0	0.4
Montserrat-Roques Blanques- riu Llobregat	25.4	1.7	0.0
Riu Congost	0.0	0.0	0.0
Serra de Collserola	119.0	89.5	0.0
Serres del Litoral central	11.6	10.4	0.0
Serres del litoral septentrional	0.9	2.7	0.0
Total	4715.7	4205.1	1815.7
<b>Superfície (%)</b>			
No protegit	96.12	96.95	99.98
Delta del Llobregat	0.56	0.57	0.02
Montserrat-Roques Blanques- riu Llobregat	0.54	0.04	0.00
Riu Congost	0.00	0.00	0.00
Serra de Collserola	2.52	2.13	0.00
Serres del Litoral central	0.25	0.25	0.00
Serres del litoral septentrional	0.02	0.06	0.00
Total	100.00	100.00	100.00

D'altra banda, el Mapa 14 posa de manifest **el paper complementari que pot jugar la xarxa de verd urbà en la millora de la connectivitat ecològica al pla de Barcelona i àrees limítrofes del Llobregat i el Besòs**. Convenientment renaturalitzats o restaurats, aquests EIM poden millorar les connexions d'aquestes valls fluvials amb el vessant sud de Collserola, en una zona amb valors de connectivitat particularment baixos. Cal recordar que alguns organismes com ocells passeriformes, rapinyaires i quiròpters utilitzen el corredor entre la serralada Litoral i el mar per a les seves migracions estacionals (Pino & Bañou 2013), i que cada cop troben més dificultats per a fer aquestes migracions. El verd privat residencial, que forma part dels EIM complementaris, ajuda a articular un corredor d'espais verds al llarg del flanc sud del parc de Collserola. És evident, però, que la funcionalitat d'aquest corredor tant esquemàtic resta condicionada a un treball fi de planificació, a escala de detall, que

reforci les connexions entre les diverses peces i el tractament de la matriu subjacent, i que potencii la recuperació ecològica dels hàbitats que contenen a través de la seva gestió i restauració.

## **5.2. Anàlisi de detall**

En tot cas, la cartografia i caracterització dels EIM s'ha revelat especialment valuosa per a l'anàlisi i el tractament del territori a aquestes escales de detall. Als mapes 15 a 19 es mostra el cas de la confluència del torrent de Can Duran i el riu Ripoll, entre Ripollet i Montcada i Reixac. Aquest punt forma part de l'anomenat Espai Agroforestal de Llevant (EAL), un conjunt d'espais agrícoles i forestals que constitueixen una connexió, certament cada cop més precària, entre la serralada Prelitoral i la Litoral. L'EAL s'estén des de Sant Llorenç del Munt fins a les serres de Marina i Collserola passant per la plana del Vallès, a través de les valls del Ripoll, el Tenes i la Riera de Caldes fins la confluència dels rius Ripoll i Besòs. Forma part dels municipis de Caldes de Montbui, Castellar del Vallès, Montcada i Reixac, Palau-solità i Plegamans, Polinyà, Sabadell, Santa Perpètua de Mogoda, i Sentmenat. Entre els anys 2000 i 2001, aquests municipis van signar un acord per a la protecció i ordenació d'aquests espais.

El Pla Territorial Metropolità de Barcelona (PTMB 2010) reconeix el paper important del sistema d'espais lliures de l'EAL com a estructurador del territori metropolità, amb una funció mixta de corredor ecològic i separador urbà. L'EAL és, a més, un territori situat estratègicament entre els principals eixos de connectivitat proposats a l'Avantprojecte de Pla Territorial Sectorial de Connectivitat Ecològica de Catalunya (Minuartia 2012; Mapa 14). D'altra banda, els espais que l'integren proveeixen serveis ecosistèmics clau a bona part de la població de la plana del Vallès, com ara la provisió d'aliments però també els serveis recreatius i de lleure que cada cop més demana la població. L'estat de conservació i la problemàtica d'aquests espais ja va ser objecte d'una anàlisi específica (Pino et al. 2001). Amb tot, la seva funcionalitat ecològica s'ha vist disminuïda progressivament durant la darrera dècada, a causa del desenvolupament urbanístic i del desplegament d'infraestructures (Mapa 16).

Cal destacar especialment el límit meridional de l'EAL, on conflueixen el pla de Reixac i el riu Ripoll a través del torrent de Can Duran (Mapa 16). El pla de Reixac és una de les

darreres peces de grans dimensions de l'AMB amb un predomini dels conreus de secà i dels erms. Això el fa especialment interessant per la conservació de moltes espècies pròpies d'hàbitats oberts que mostren tendències poblacionals regressives, com diversos ocells. Hi destaquen les poblacions de perdiu (*Alectoris rufa*), i la presència de nombrosos rapinyaires que utilitzen el pla com a zona d'alimentació. La combinació d'aquests hàbitats amb petites zones humides i retalls de bosc es tradueix en una biodiversitat elevada: s'han esmentat 151 espècies d'ocells (55 de reproductores), 2 espècies de peixos, 4 d'amfibis, 6 de rèptils i 14 de mamífers (Pino et al. 2001).

La confluència del torrent de Can Duran amb el riu Ripoll és, a més, un veritable coll d'ampolla en la connexió de la serralada prelitoral i la litoral a través de l'EAL. Aquest punt ja ofería una connexió molt precària amb els espais naturals protegits de la serralada Litoral en el moment de constitució de l'EAL (Pino et al. 2001). Durant els darrers vint anys, però, la situació s'ha agreujat notablement a causa del desenvolupament dels polígons industrials de la Ferreria i de Can Duran a banda i banda del Ripoll (Mapa 17). Actualment, la connexió nord només es pot articular a través del torrent de Can Duran i d'una sèrie d'erms adjacents i, secundàriament, del verd viari adjacent al vial sobre la C-58 que connecta el sud de Cerdanyola amb els polígons industrials de Montcada i Reixac (Mapa 18). La connexió sud entre la serra de Collserola i el riu Ripoll, menys precària, s'estableix a través del contracte entre diversos espais agrícoles i forestals de Collserola i diversos trams de la riera de Sant Cugat. Secundàriament, aquesta connexió també es pot establir a través dels espais que voregen el nus de carreteres entre Cerdanyola i Montcada i Reixac i vials d'accés a la C-58. En tot aquest àmbit, la connexió es recolza en un conjunt d'EIM que pertanyen a la xarxa bàsica i a la complementària (Mapa 19). Es tracta, en tot cas, de polígons amb un estat de conservació precari i valors dels principals indicadors baixos o molt baixos, però amb una posició estratègica. Amb tot, però, falten dades de detall (passos subterranis, etc.) obtingudes al camp o de cartografia específica que ajudin a determinar les opcions reals de connexió a través d'aquestes peces.

## **6. Discussió**

El present treball representa la **primera contribució coneguda al coneixement dels anomenats espais intersticials i de marge (EIM) de l'AMB**. Les seves aportacions conceptuals i metodològiques han permès definir per primer cop aquest conjunt d'espais, delimitar-los cartogràficament amb precisió, i valorar-los a partir de criteris posats a punt en treballs previs (Pino & Başnou 2013, 2014; Başnou et al. 2014; Baró et al. 2015).

La delimitació dels EIM es basa en la cartografia de les cobertes del sòl més precisa i recent disponible per a l'AMB: el mapa de cobertes del sòl de Catalunya (MCSC 2009). No obstant això, aquest mapa ha hagut de ser actualitzat i revisat amb les imatges més recents disponibles a inicis de l'estudi (2014), abans de la seva utilització, i aquest procés ha afectat més d'un 30% de la superfície d'EIM finalment inclosos. I cal remarcar que aquest procés d'actualització s'ha quedat curt, ja que alguns dels espais intersticials inclosos a l'estudi poden haver canviat substancialment durant el darrer any (cas d'algunes àrees de Viladecans, entre la C-32 i el límit urbà), per bé que les ortoimatges corresponents encara no són disponibles. Això evidencia el dinamisme extrem del paisatge metropolità en general i dels EIM en particular, i la necessitat de comptar amb una cartografia de les cobertes del sòl suficientment precisa i actualitzada de forma periòdica. D'altra banda, la caracterització i valoració dels EIM s'ha dut a terme amb informació cartogràfica prèvia (recollida a Pino & Başnou 2013, 2014; Başnou et al. 2014; Baró et al. 2015) posada a punt per a d'altres propòsits. Això fa que la valoració d'aquests espais no sigui prou precisa.

En qualsevol cas, el present treball posa de manifest, per primer cop, la importància d'aquests espais a l'AMB. Tenint en compte els criteris topològics emprats (àrea inferior a 100 ha, situació a menys de 500 m de les àrees urbanes i infraestructures de transport, i perímetre envoltat en més d'un 80% per aquestes infraestructures), **el conjunt d'EIM ocupa més de 10000 ha, les quals corresponen a més d'un 16% de la superfície de l'AMB i més d'un 28% dels seus espais lliures**. Aquesta xifra dóna compte de la importància quantitativa d'aquests espais en un paisatge tant pressionat com és el de les àrees metropolitanes, on **el desplegament d'una infraestructura verda suficientment robusta i funcional haurà de comptar amb totes les peces**

**aprofitables dels diversos tipus de verd (natural, seminatural i urbà).** La Comissió Europea defineix la infraestructura verda com una “xarxa estratègicament planificada d’espais naturals i seminaturals d’altres característiques ambientals, dissenyada i gestionada per oferir una àmplia gamma de serveis ecosistèmics”. A les àrees urbanes i metropolitanes, hom assumeix que aquesta infraestructura verda haurà d’incloure, necessàriament, molts elements notablement allunyats dels estàndards tradicionals. D’altra banda, però, aquests petits espais **poden esdevenir estratègics per al manteniment de determinades funcions** (com ara la connectivitat). I en tot cas, sovint **destaquen pel seu caràcter multifuncional**, ja que proporcionen serveis molt diversos (permeabilitat del sòl, refugi de petites comunitats d’insectes, ocells i micromamífers, usos socials diversos com ara horts i espais de lleure, etc.) en una superfície reduïda.

**Més de 6500 ha dels EIM de l'AMB corresponen a l’anomenada xarxa bàsica i al verd urbà**, integrada per cobertes que, suposadament, poden proporcionar funcions i serveis als ecosistemes i als ciutadans metropolitanos, i que poden hostatjar una biodiversitat rellevant. Amb tot, el seu estat de conservació pot ser en molts casos deficient, i sovint s’ha degradat en temps recents tal com indiquen els indicadors de canvi de naturalitat. El seu caràcter d’EIM, envoltats per infraestructures o propers a les àrees urbanes i a les vies de comunicació, també els fan susceptibles de patir una forta alteració dels seus valors naturals a causa de la degradació ambiental, la freqüentació antròpica i l’efecte barrera d’infraestructures i àrees urbanes. Per tant, probablement caldran mesures de restauració i de desfragmentació a escala d’hàbitat i de paisatge, integrades en les anomenades solucions naturals (*nature-based solutions*) que promou la Comissió Europea per al reverdiment de ciutats i àrees metropolitanes i la millora del proveïment de serveis ecosistèmics a la població (EC 2015).

Dins d’aquest context, un dels conjunts d’EIM amb més potencial per a proveir funcions i serveis ecosistèmics a través d’aquestes solucions naturals són els formats pel verd urbà i viari que constitueixen, respectivament, prop del 17% i el 6.2% de la superfície d’EIM (vegeu-ne un exemple al Mapa 13). La seva proximitat als ciutadans els prefigura com a grans proveïdors de serveis recreatius i culturals, però també poden hostatjar una biodiversitat rellevant i poden contribuir al manteniment de processos ecològics regionals com la connectivitat ecològica o l’establiment de xarxes

tròfiques. Amb tot, cal aprofundir en el coneixement de la composició i el grau de naturalitat d'aquests espais per tal de valorar aquesta contribució al manteniment de la biodiversitat i a la provisió de funcions i serveis ecosistèmics, i això passa necessàriament per treball de camp amb experts.

Cal esmentar a més l'existència d'un conjunt d'espais amb cobertes notablement més alterades, **que conformen la xarxa complementària** i que poden jugar un paper rellevant en aquesta xarxa d'EIM. Sovint, però, **són més interessants pel seu potencial que per la seva contribució real** a la conservació de la biodiversitat i de processos ecològics, i a la provisió de serveis ecosistèmics. En alguns casos es tracta d'espais inclosos dins de grans peces de la xarxa bàsica, o de la resta d'espais oberts no inclosos dins dels EIM, cosa que fa que la seva restauració pugui contribuir a millorar la qualitat general dels espais oberts de l'AMB. Caldria analitzar cas per cas la conveniència d'incloure aquests espais complementaris en la xarxa bàsica d'EIM, un cop efectuades les mesures de correcció d'impactes i de restauració que de ben segur precisaran.

## **7. Propostes de futur**

En definitiva, el treball defineix els anomenats espais intersticials i de marge (EIM), fa una primera anàlisi de la seva distribució i tipologia, i en valora l'estat a partir d'informació prèvia. També destaca la potencialitat d'aquests espais per a la planificació de la infraestructura verda a l'AMB a un gran nivell de detall; i alhora, però, el seu dinamisme extrem. Per tant, l'ús dels EIM en la planificació dels espais oberts de l'AMB precisarà, necessàriament, d'una actualització de la informació disponible, tant pel que fa a la delimitació cartogràfica com a la composició, estructura i funcionament dels diversos espais inclosos. Això es pot concretar en una sèrie de propostes no mútuament excloents:

- **Es recomana, d'una banda, l'actualització periòdica de la cartografia de les cobertes del sòl del territori metropolità**, en particular del MCSC que ha demostrat ser especialment adequat per a l'estudi dels EIM. L'anàlisi de cartografia per a les diverses dates (com ara 2009-2015, amb les darreres dues versions del mapa) és essencial per a entendre la ràpida transformació del paisatge metropolità i, especialment, les dinàmiques d'aparició dels EIM. Aquesta tasca es faria per fotointerpretació sobre les

ortoimatges de 2015 per al conjunt del territori metropolità, un cop aquestes estiguin disponibles.

- També **es proposa millorar la caracterització i valoració de les diverses peces d'EIM**. Som conscients que, fins el moment, aquesta tasca s'ha fet prenent com a base indicadors cartogràfics previs, sovint poc adequats a aquest propòsit, relativament poc actualitzats i obtinguts a una resolució espacial massa grollera que genera artefactes quan es combina espacialment amb la capa d'EIM. Es proposa una aproximació més específica, basada en un primer treball de gabinet que posarà a punt indicadors de valoració específics i que es completarà amb visites de camp.

- Finalment, **es proposa avançar en la comprensió del paper dels EIM en el funcionament del paisatge metropolità, aprofundint en el cas de la connectivitat ecològica**. Continuant la línia de treball iniciada al punt 5, es proposa analitzar de forma precisa el paper dels EIM en la millora de la connectivitat dels espais oberts de l'AMB. En primer lloc es determinaran els punts crítics de la connectivitat de la xarxa d'aquests espais a tota l'AMB, a partir de cartografia (MCSC) els models de connectivitat desenvolupats en aquest treball i altres estudis previs (Barcelona Regional). Un cop seleccionats aquests punts s'avaluarà el paper que poden jugar els EIM en la millora de la connectivitat, mitjançant treball de gabinet complementat amb visites de camp.

## **8. Bibliografia**

Baró F, Başnou C, Brotons L, Gómez-Baggethun E, Guardia A, Melero Y, Pino J, Pla M (2015). Desenvolupament i cartografia d'un sistema d'indicadors de serveis ecosistèmics a la província de Barcelona en el marc del Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures (SITxell). Informe inèdit, Diputació de Barcelona.

Baró F, Chaparro L, Gomez-Baggethun E, Langemeyer J, Nowak DJ, Terradas J (2014) Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: The case of urban forests in Barcelona, Spain. *Ambio* 43: 466-479.

Başnou C, Iguzquiza J, Pino J (2015b) Examining the role of landscape structure and dynamics in alien plant invasion from urban Mediterranean coastal habitats. *Landscape and Urban Planning*. 136: 156-164.

Başnou C, Vayreda J, Pino J (2014) Serveis ecosistèmics de la infraestructura verda de l'Àrea Metropolitana de Barcelona: primera diagnosi. Informe inèdit, Barcelona Regional i Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Başnou C, Vicente P, Espelta JM, Pino J (2015a) Of niche differentiation, dispersal ability and historical legacies: What drives woody community assembly in recent Mediterranean forests?. *Oikos*, DOI: 10.1111/oik.02534.

Brotons L, Campeny R, Planas V, Rosell C (2004) Definició de la metodologia i assaig d'obtenció de mapes de connectivitat per als ocells forestals en el Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures (SITXELL) de les comarques de Barcelona. Informe Inèdit. Àrea d'Espais Naturals, Diputació de Barcelona.

Calabrese JM, Fagan WF (2004) A comparison shoppers' guide to connectivity metrics: trading off between data requirements and information content. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:529-536.

Catalan B, Sauri D, Serra P (2008) Urban sprawl in the Mediterranean? Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region (1993-2000). *Landscape and Urban Planning* 85: 174-184.

Chaparro L, Terradas J (2009) Serveis Ecològics del Verd Urbà a Barcelona. Informe inèdit, ajuntament de Barcelona.

COM/2013/0249 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital. European Union.

Delgado J D, Arroyo N L, Arevalo JR, Fernandez-Palacios JM (2007) Edge effects of roads on temperature, light, canopy cover and canopy height in laurel and pine forests (Tenerife, Canary Islands). *Landscape and Urban Planning*, 81, 328-340.

EC (2015) Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities. Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities. Publications Office of the European Union, Luxemburg.

Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487–515.

Flores A, Pickett ST, Zipperer WC, Pouyat RV, Pirani R (1998) Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region. *Landscape and urban planning* 39: 295-308.

Forman RTT (2008) *Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City*. Cambridge University Press, Cambridge/New York.

Forman RTT (1995) *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.

Forman RTT, Sperling D, Bissonette JA, Clevenger AP, Cutshall CD, Dale VH, Fahrig L, France R, Goldman CR, Heanue K, Jones JA, Swanson FJ, Turrentine T, and Winter TC (2003) *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, D. C.

Guirado M, Pino J, Rodà F (2006) Understorey plant species richness and composition in metropolitan forest archipelagos: effects of forest size, adjacent land use and distance to the edge. *Global Ecology and Biogeography* 15: 50-62

Guirado M, Pino J, Rodà F (2007) Comparing the role of site disturbance and landscape properties on understory species richness in fragmented periurban Mediterranean forests. *Landscape Ecology* 22: 117-129.

Hanski I (1999) *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford

Li F, Wang R, Paulussen J, Liu X (2005) Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landscape and urban planning* 72: 325-336.

Lindenmayer DB, Fischer J (2006) Tackling the habitat fragmentation panchreston. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 127-132

MacArthur RH, Wilson EO (1967) *The Theory of Island Biogeography*, N.J Princeton University Press, Princeton.

Mallarach JM, Germain J (2006) *Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Barcelona.

Marull J, Mallarach JM (2005) A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area. *Landscape Urban Planning* 71: 243–262

Minuartia (2012). Pla territorial sectorial de Connectivitat Ecològica de Catalunya (Avantprojecte). Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya.

Pino J, Andrés P, Germain J, Riera P, Bosch R, Rodà F (2001). Estudi de diagnosi i desenvolupament de l'Espai Agroforestal de Llevant . Document inèdit, CREAM.

Pino J, Seguí JM, Alvarez N (2006) Invasibility of four plant communities in the Llobregat delta (Catalonia, NE of Spain) in relation to their historical stability. *Hydrobiologia* 570: 257-263

Pino J, Başnou C (2013) Diagnosi de l'estat de conservació de la biodiversitat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Informe inèdit, Barcelona Regional i Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Pino J, Başnou C (2014) Anàlisi de les pressions sobre la biodiversitat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i de les seves tendències futures. Informe inèdit. Barcelona Regional i MMAMB.

PTMB (2010) Pla Territorial Metropolità de Barcelona. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

Tratalos J, Fuller RA, Warren PH, Davies RG, & Gaston KJ (2007) Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and urban planning* 83: 308-317.

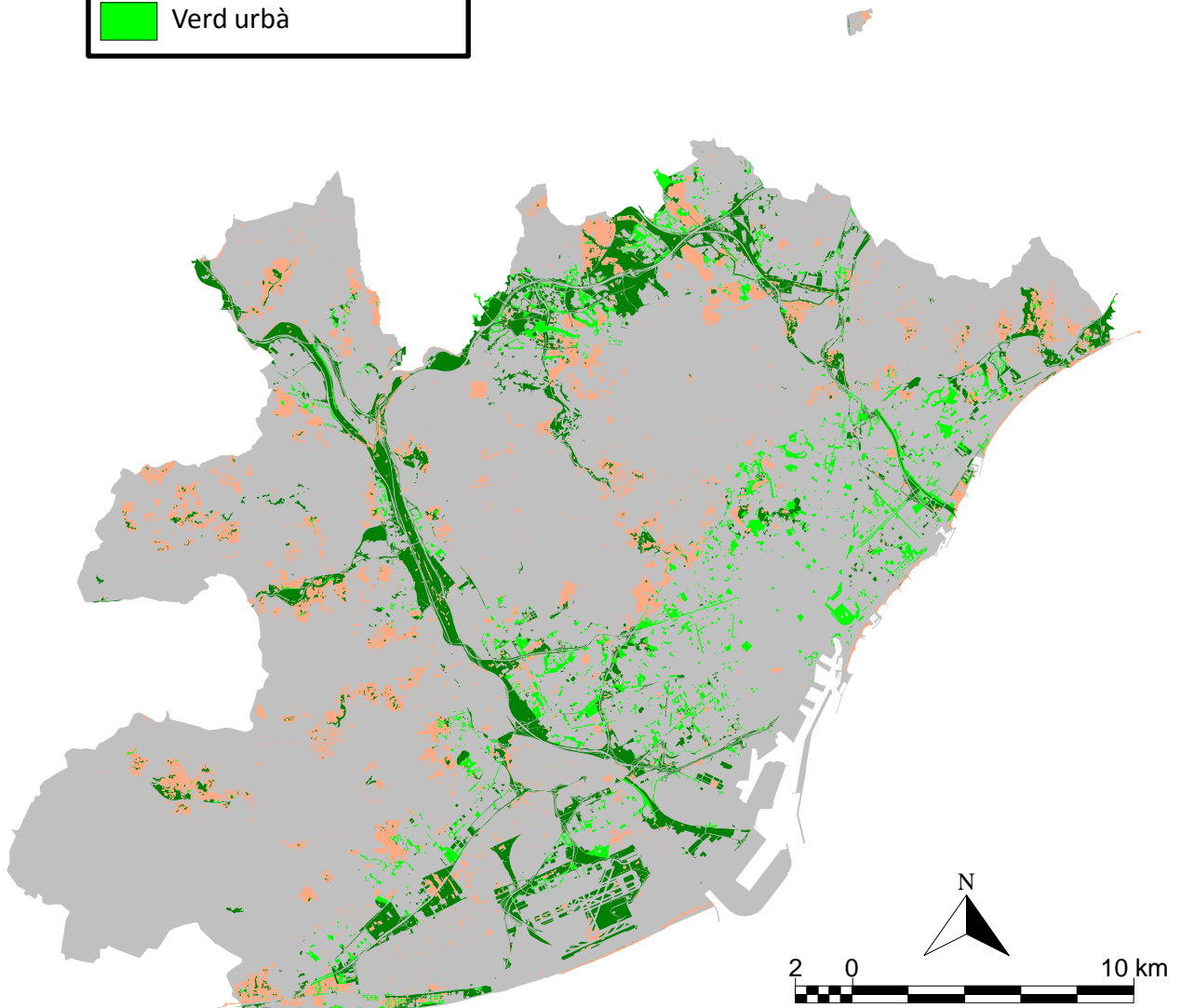
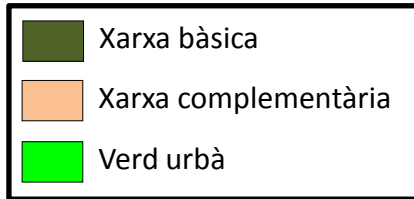
Tzoulas K, Korpela K, Venn S, Yli-Pelkonen V, Kaźmierczak A, Niemela J, James P (2007) Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning* 81: 167-178.

Wang D, Brown G, Liu Y (2015) The physical and non-physical factors that influence perceived access to urban parks, *Landscape and Urban Planning*, 133: 53–66.



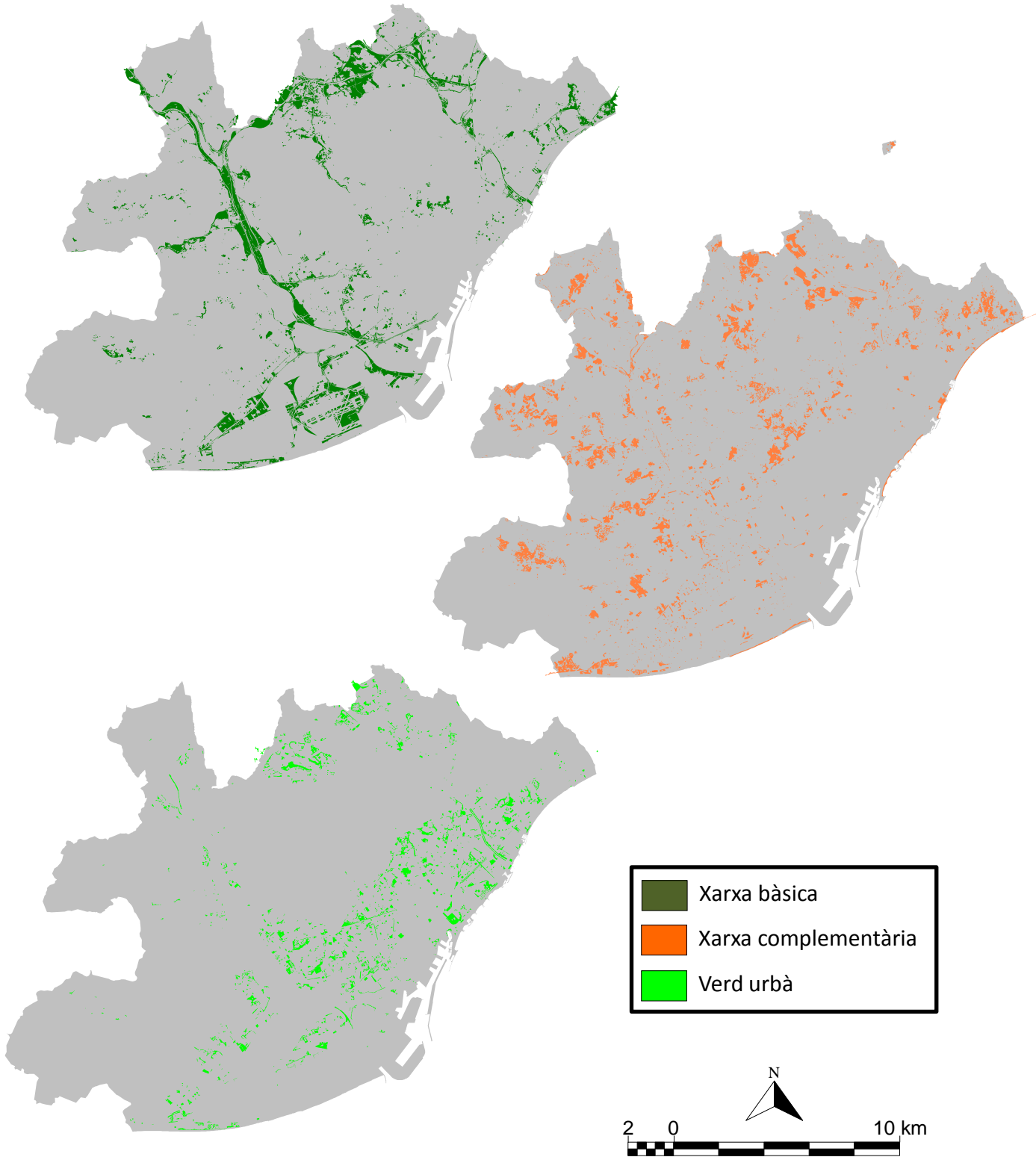






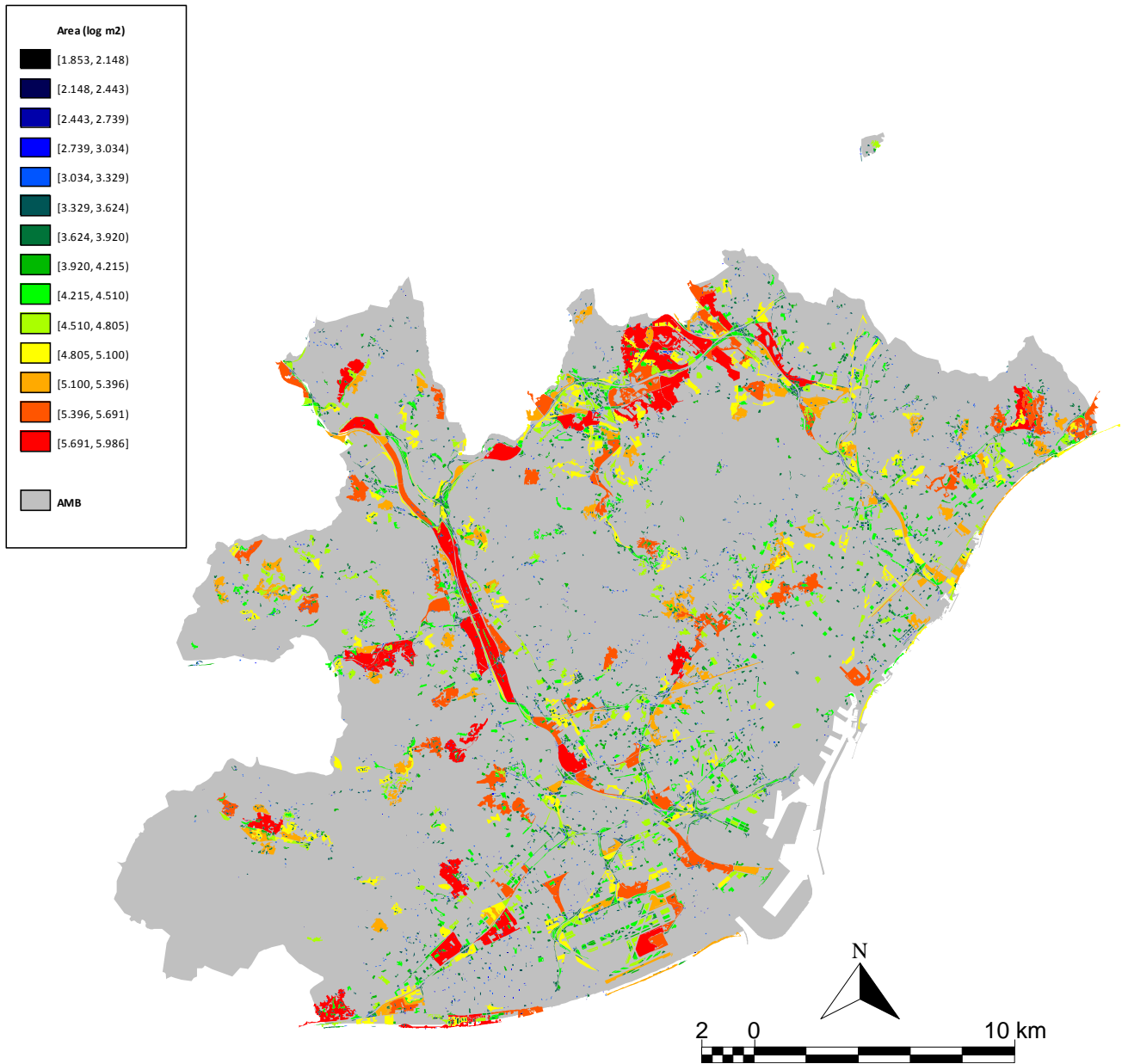
Mapa 1. Mapa conjunt de les xarxes bàsica, complementària i del verd urbà, que conformen els espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





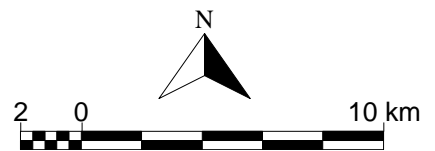
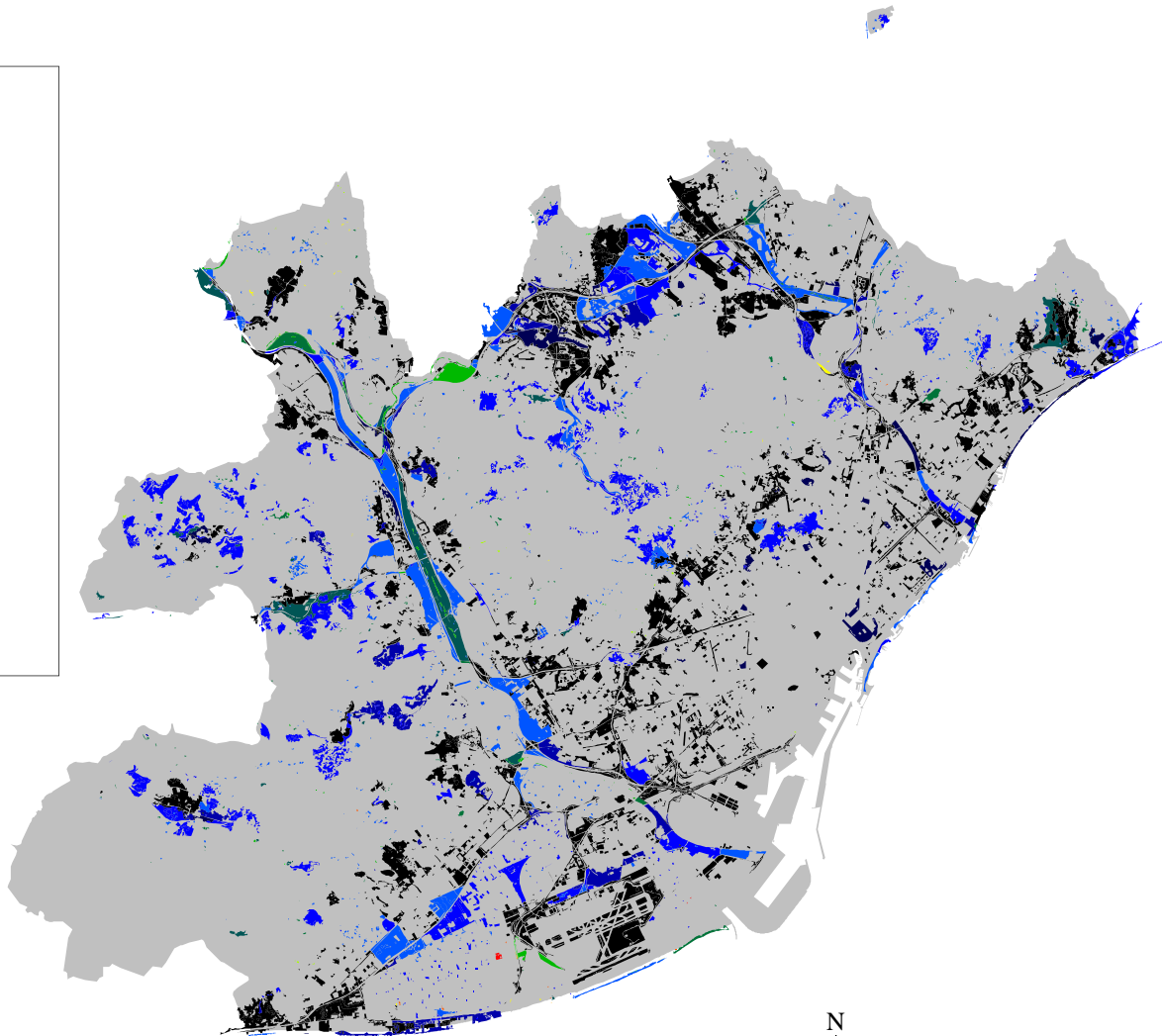
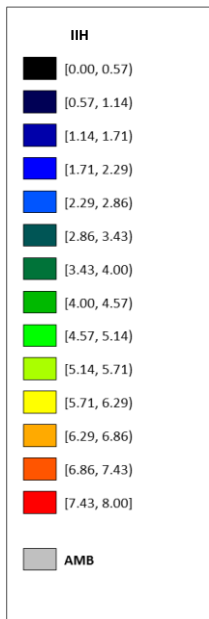
Mapa 2. Detall de les tres xarxes (bàsica, complementària i del verd urbà), que conformen els espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





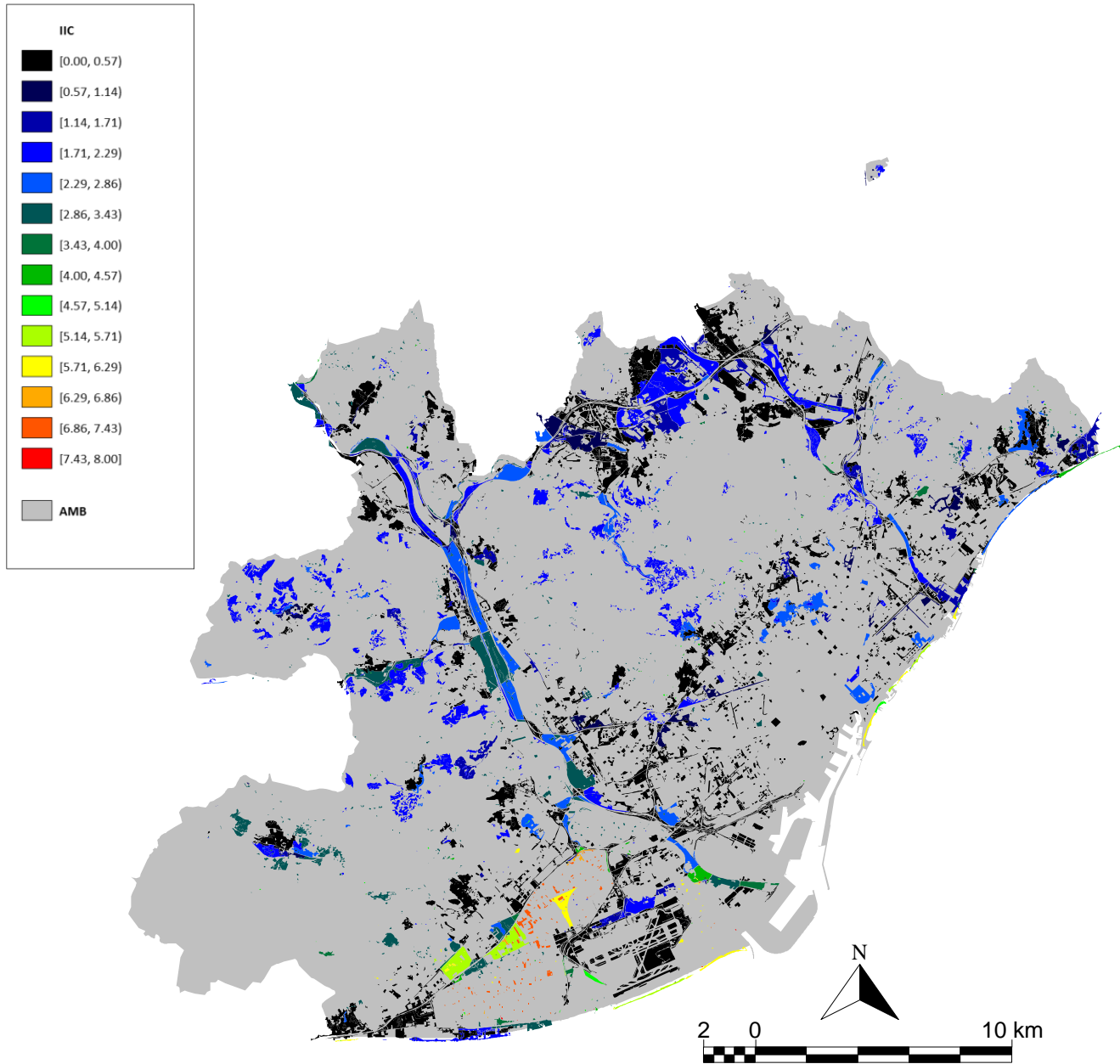
Mapa 3. Àrea (log) dels diversos espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





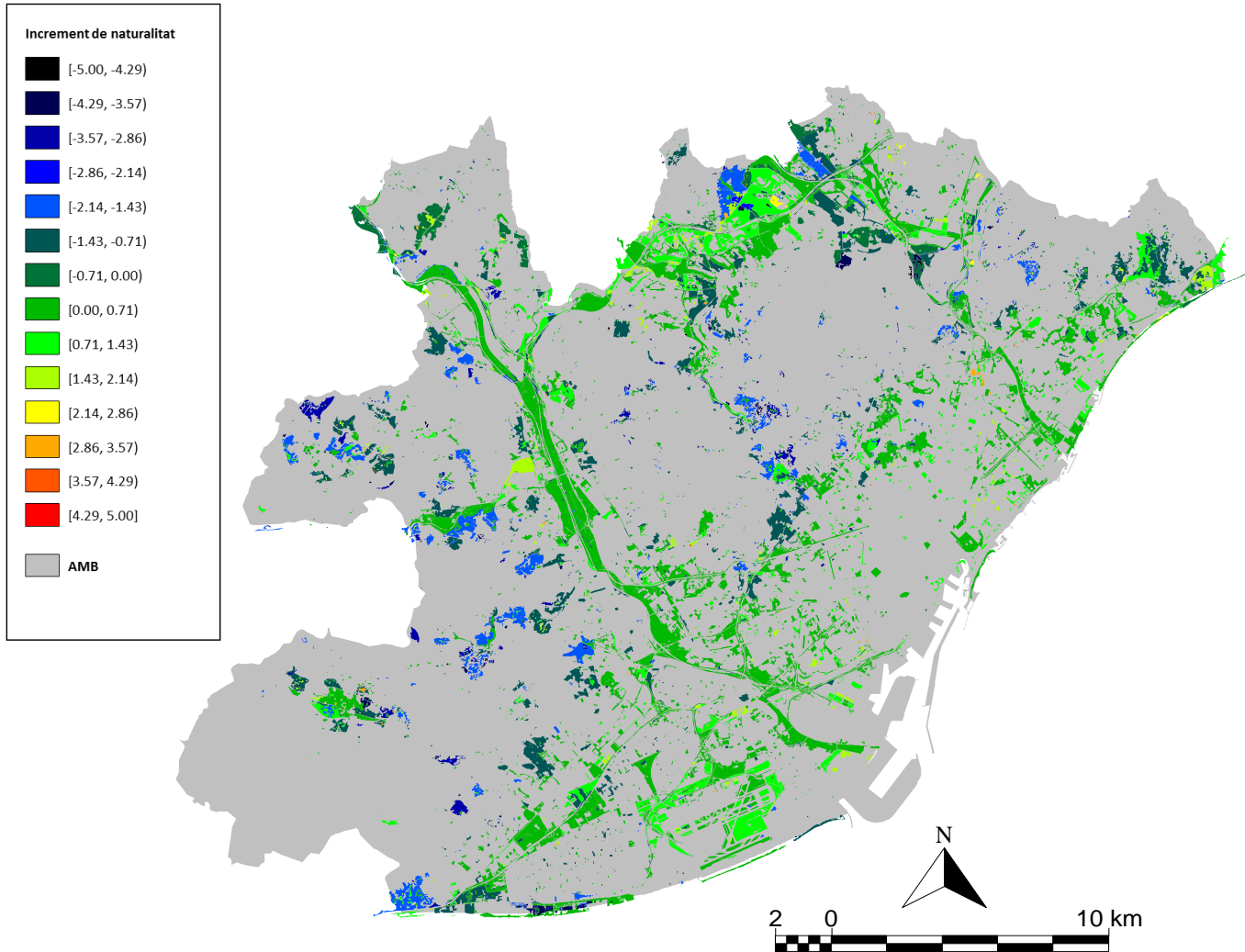
Mapa 4. Índex d'interès intrínsec dels hàbitats (IIH) dels polígons que integren la xarxa d'espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.





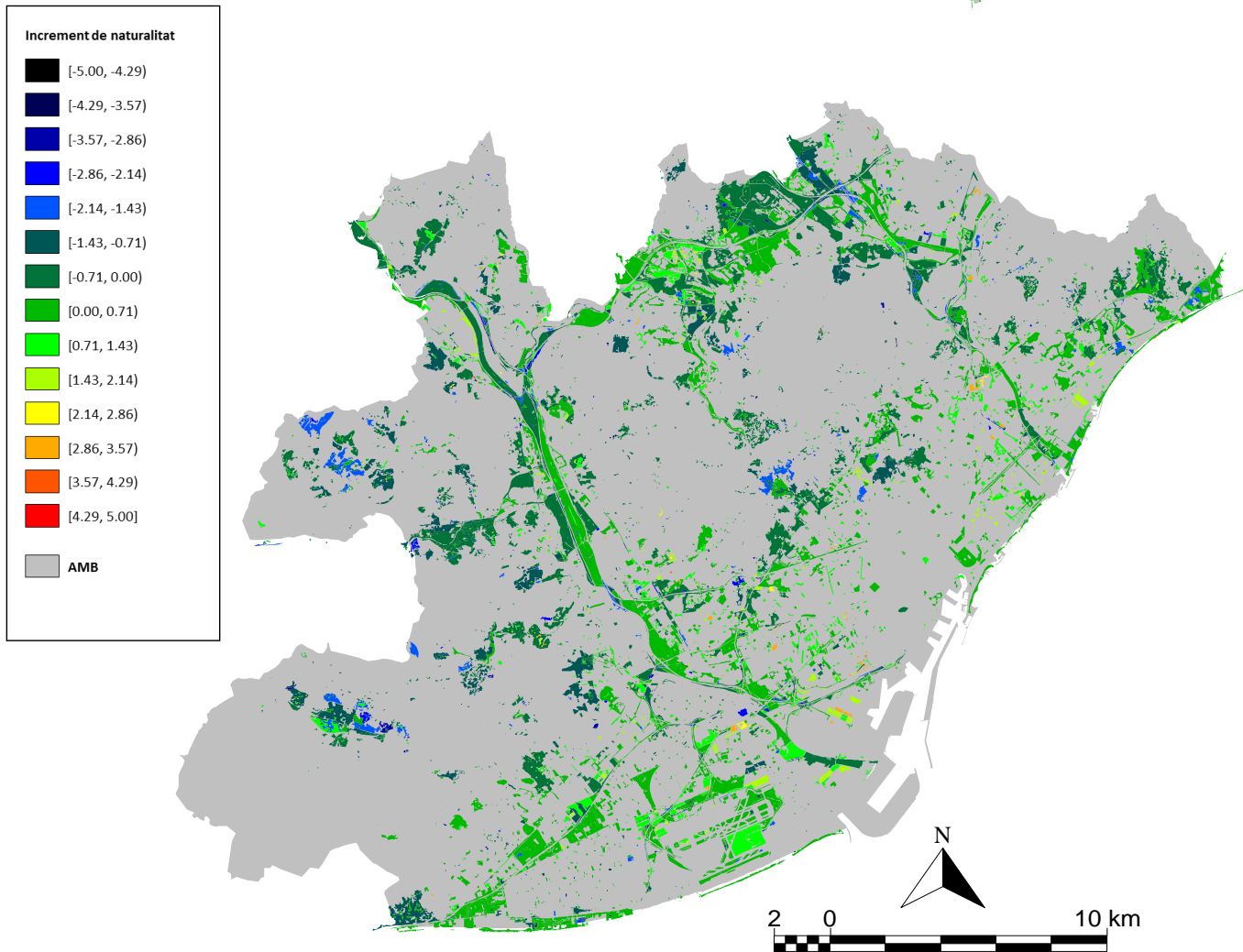
Mapa 5. Índex d'interès corològic dels hàbitats (IIC) dels polígons que integren la xarxa bàsica i complementària d'espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





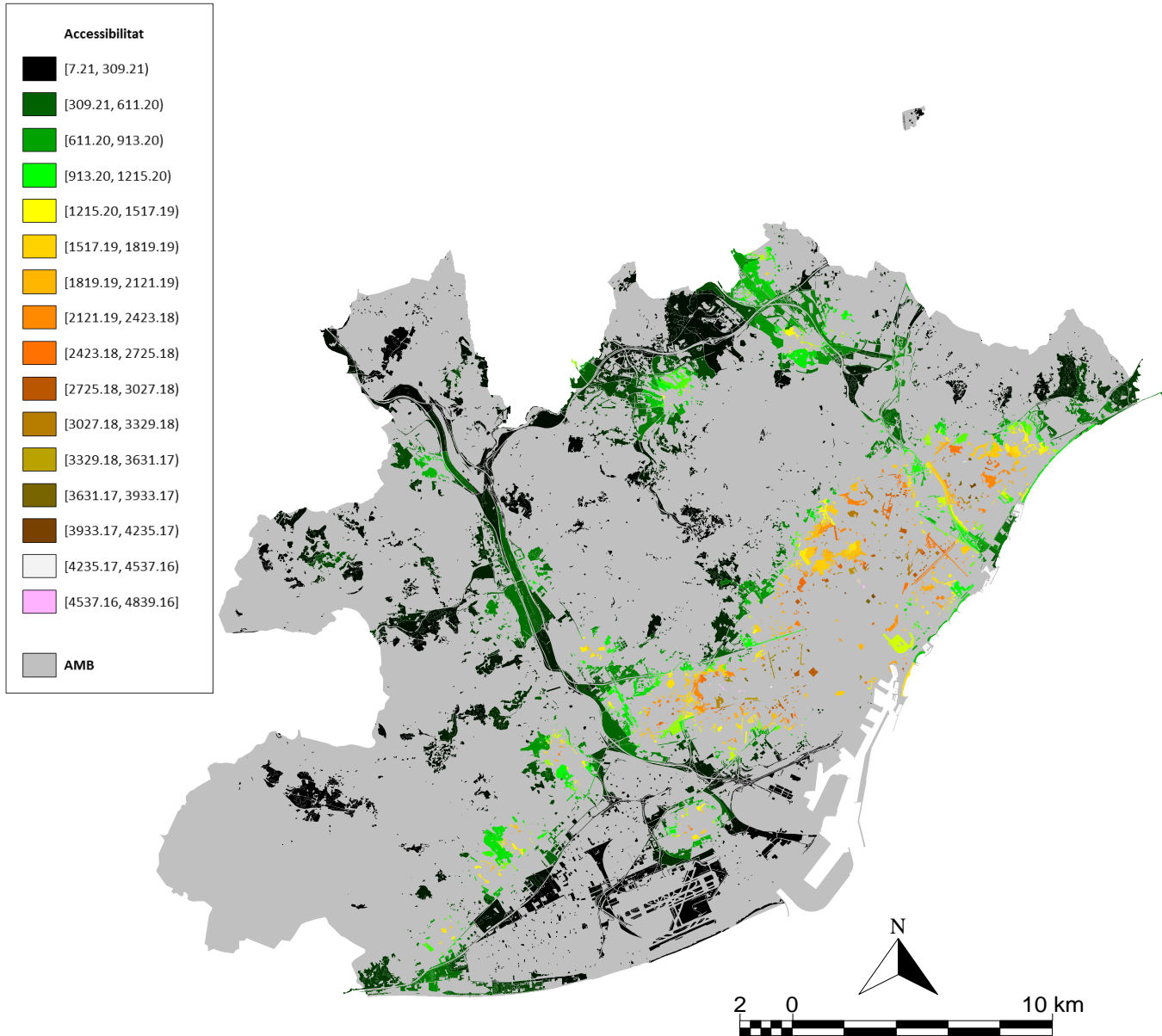
Mapa 6. Increment de la naturalitat entre 1956 i 2014 de les diverses peces de la xarxa d'espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





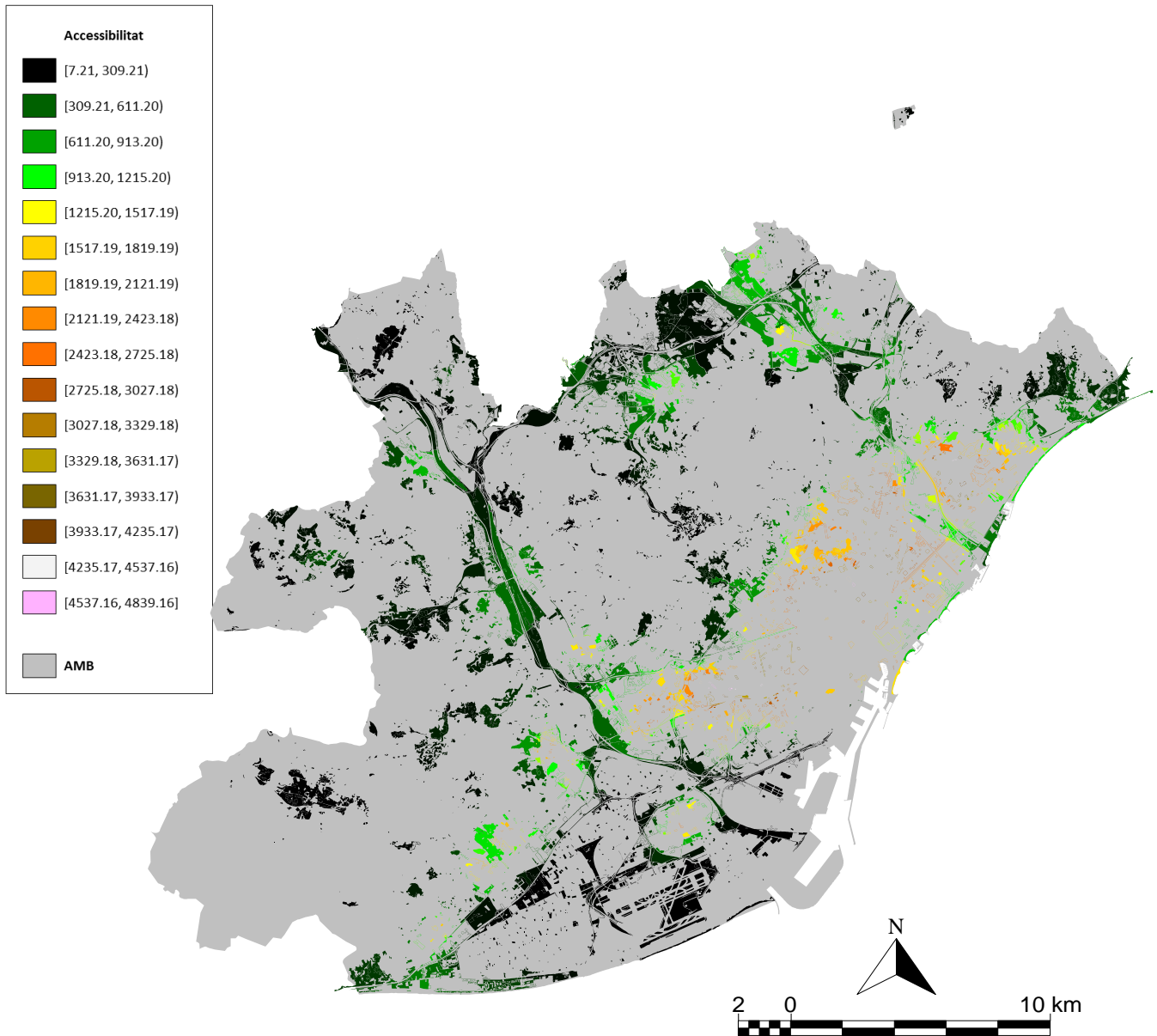
Mapa 7. Increment de la naturalitat entre 2000 i 2014 de les diverses peces de la xarxa d'espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





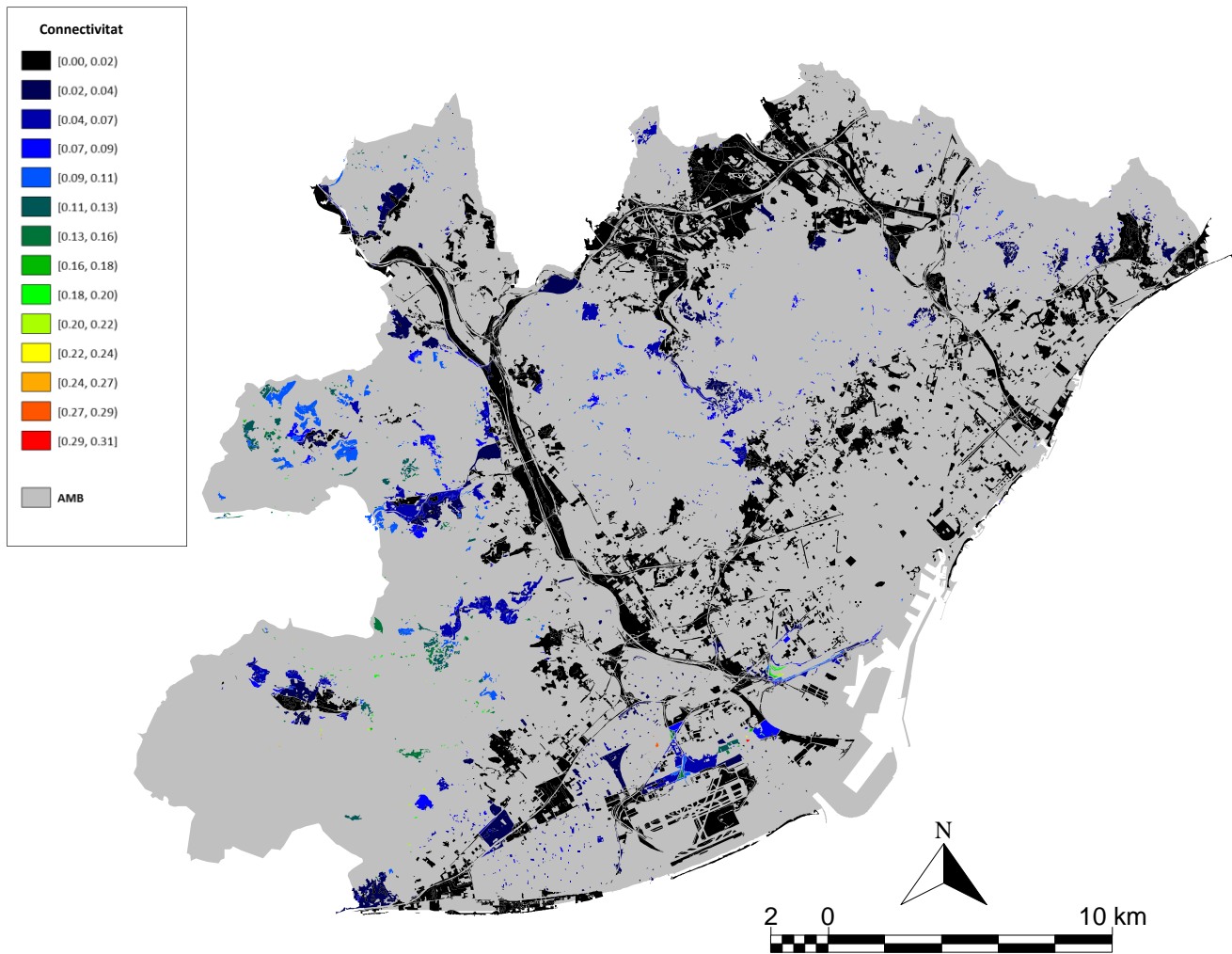
Mapa 8. Accessibilitat mitjana als diversos polígons del conjunt d'espais intersticials i de marge (EIM) en un radi d'1km, ponderada per la densitat de població (vegeu text)





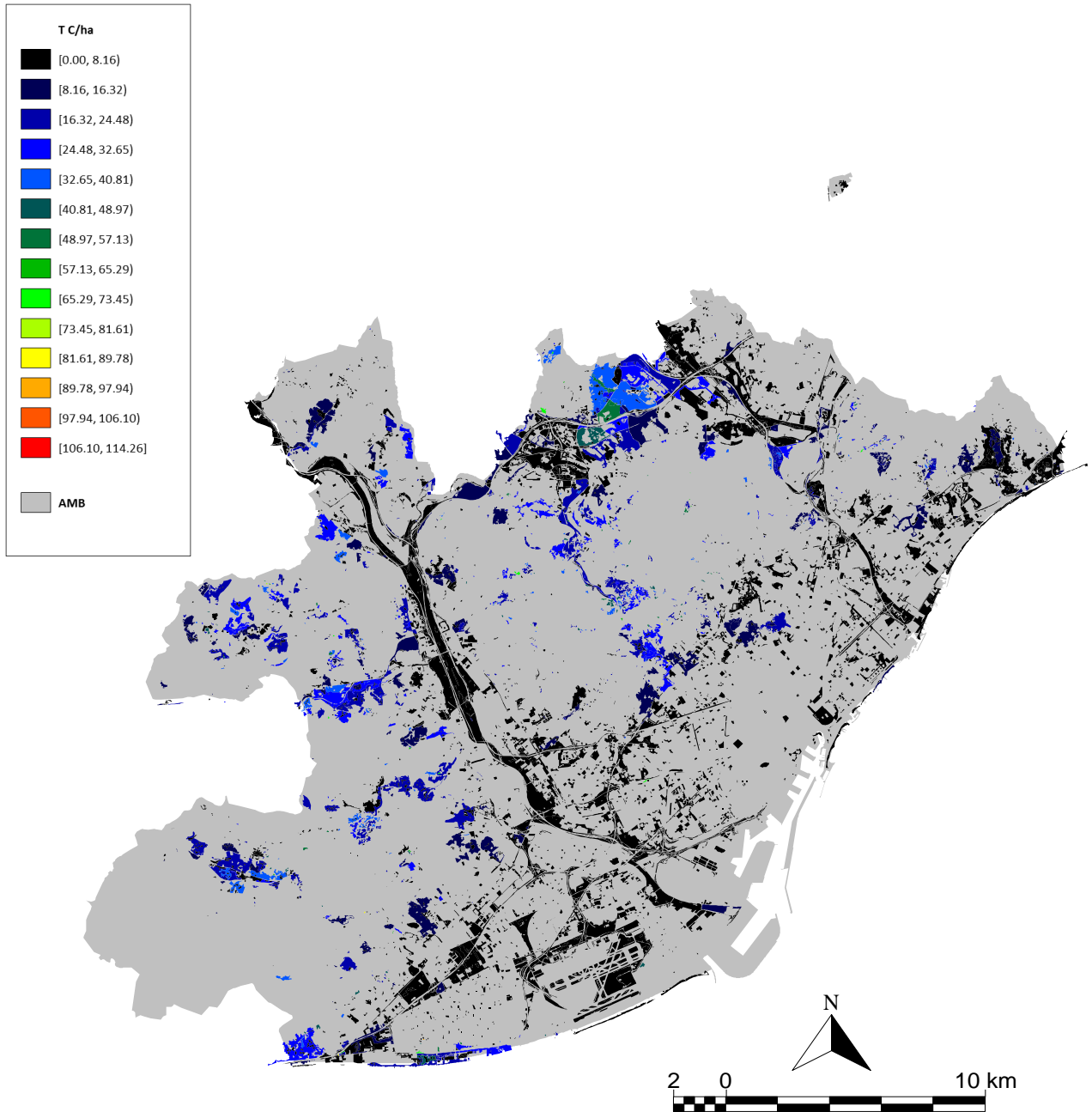
Mapa 9. Accessibilitat mitjana en un radi d'1km, ponderada per la densitat de població (vegeu text), als diversos polígons de la xarxa bàsica i complementària dels espais intersticials i de marge (EIM)





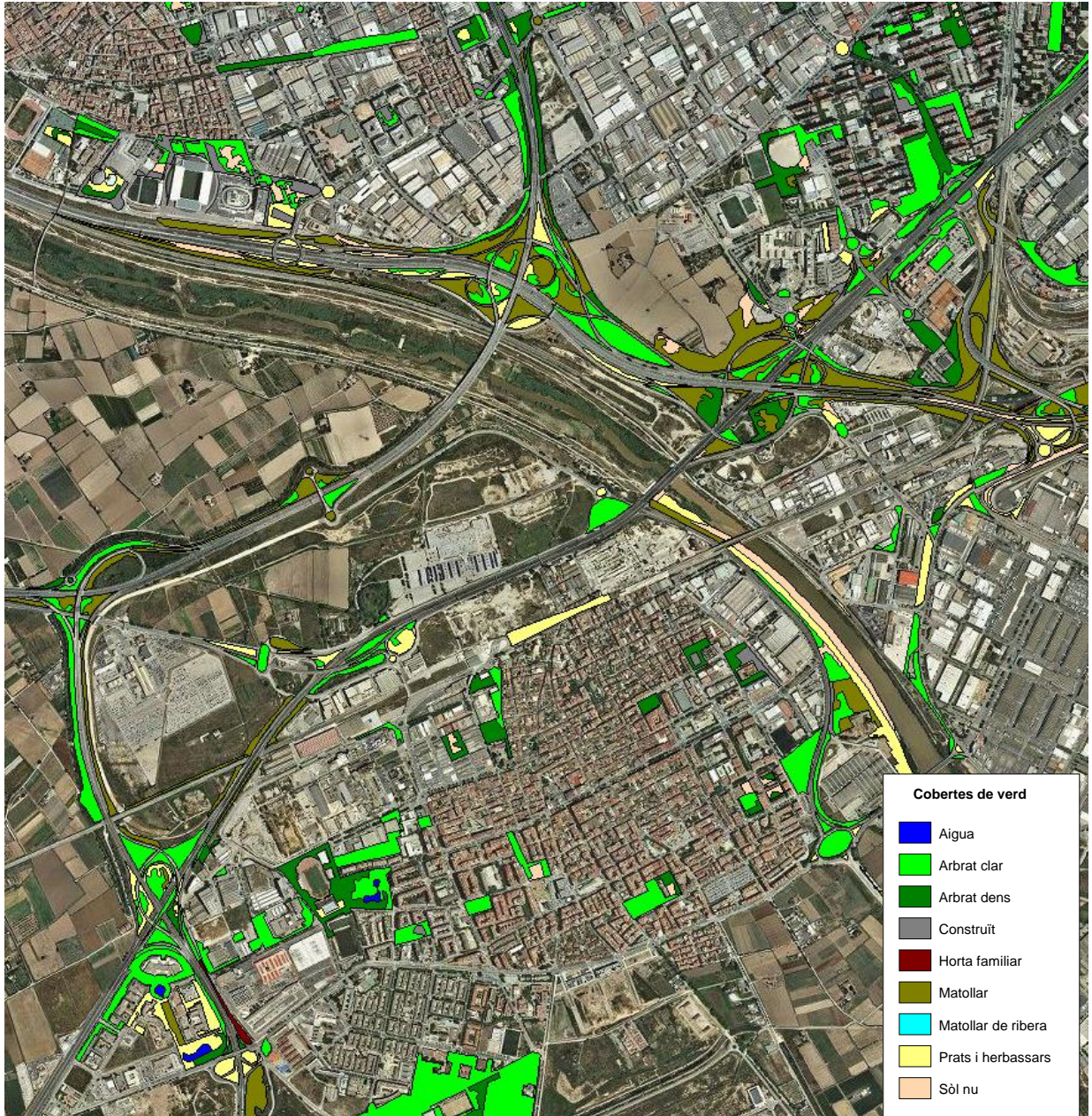
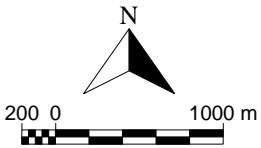
Mapa 10. Connectivitat mitjana de les diverses peces de la xarxa bàsica i complementària d'espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





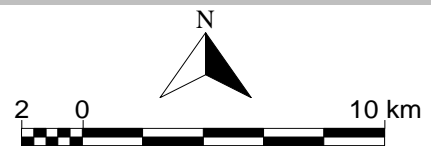
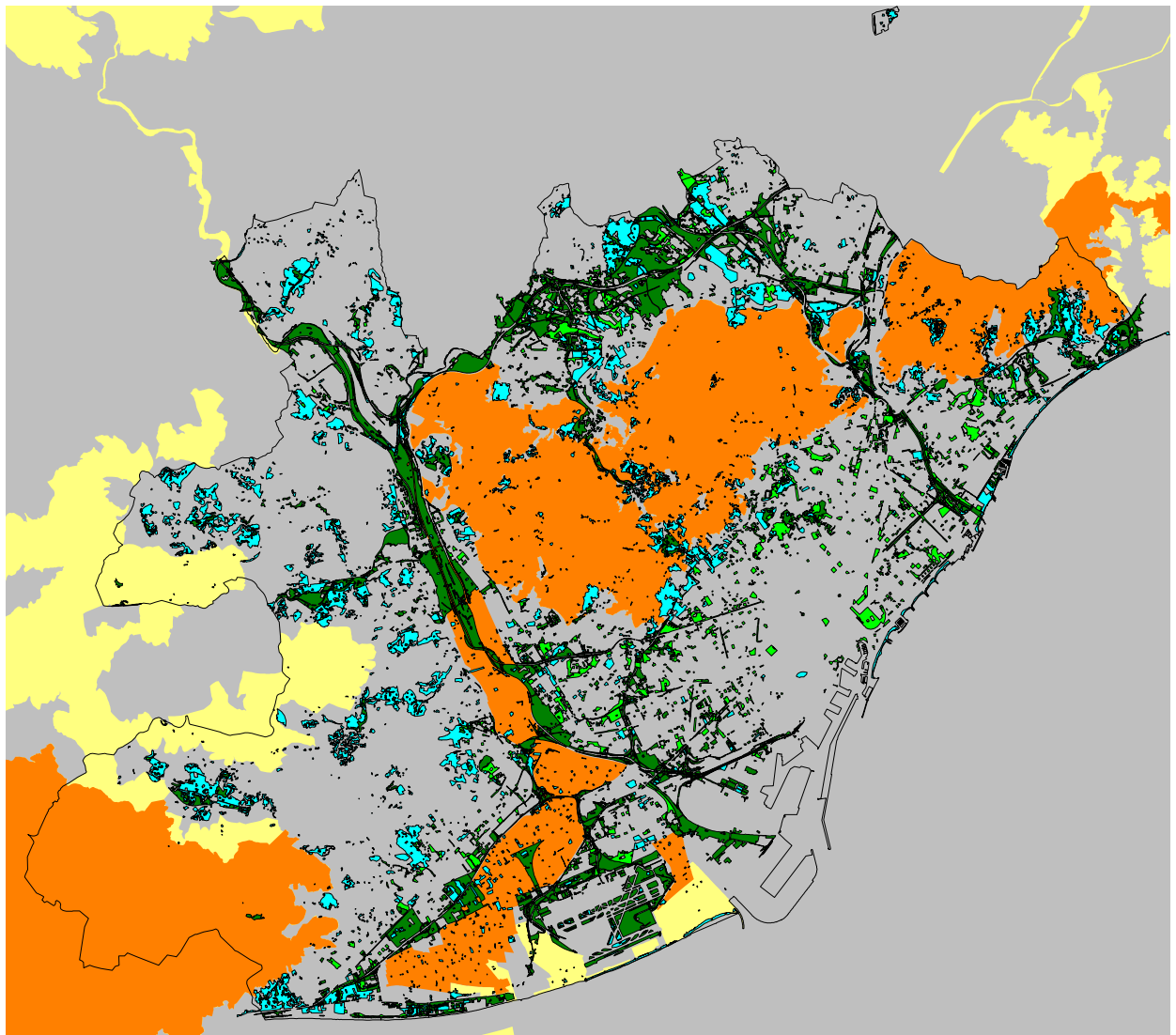
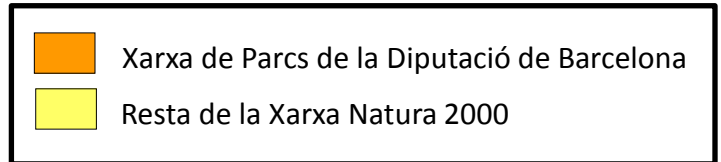
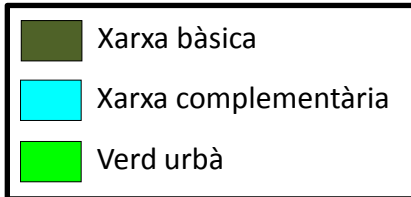
Mapa 11. Estocs mitjans de C (t/ha) de les diverses peces de la xarxa d'espais intersticials i de marge (EIM) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona





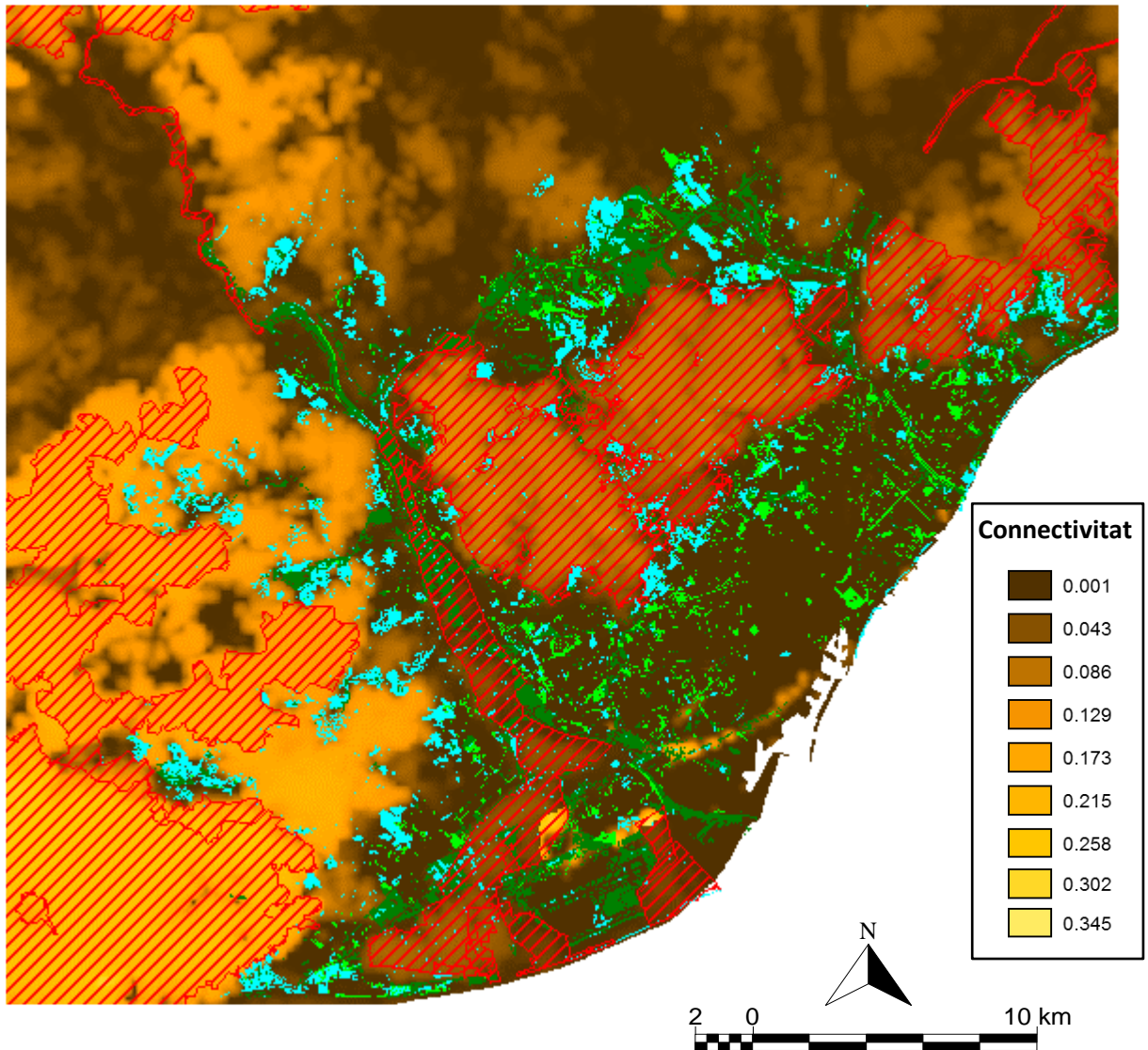
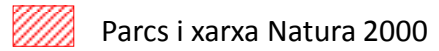
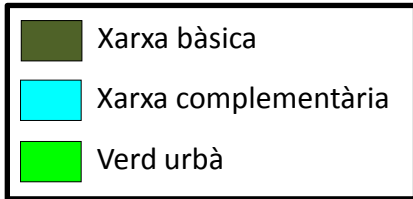
Mapa 12. Espais intersticials i de marge (EIM) corresponents al verd urbà i viari del nus del Llobregat i àrees adjacents, classificats segons la seva coberta del sòl.





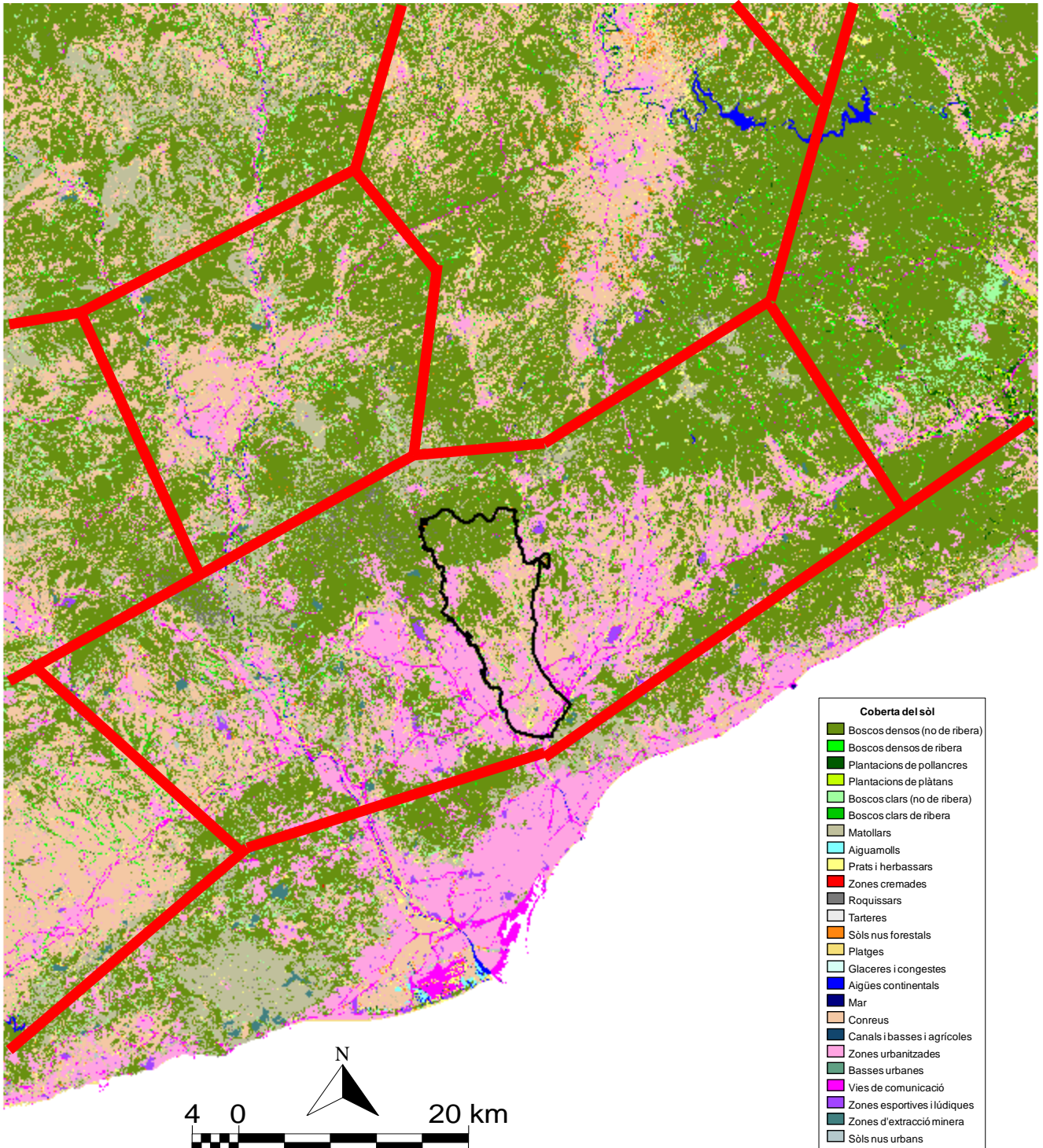
Mapa 13. Distribució dels espais intersticials i de marge (EIM) en relació amb la xarxa d'espais protegits de l'AMB





Mapa 14. Anàlisi general del paper dels espais intersticials i de marge (EIM) en la connectivitat ecològica de l'AMB. L'índex de connectivitat és donat per píxels de 25 m, en valors relatius al conjunt de la província de Barcelona, entre 0 (valor mínim) i 1 (valor màxim)

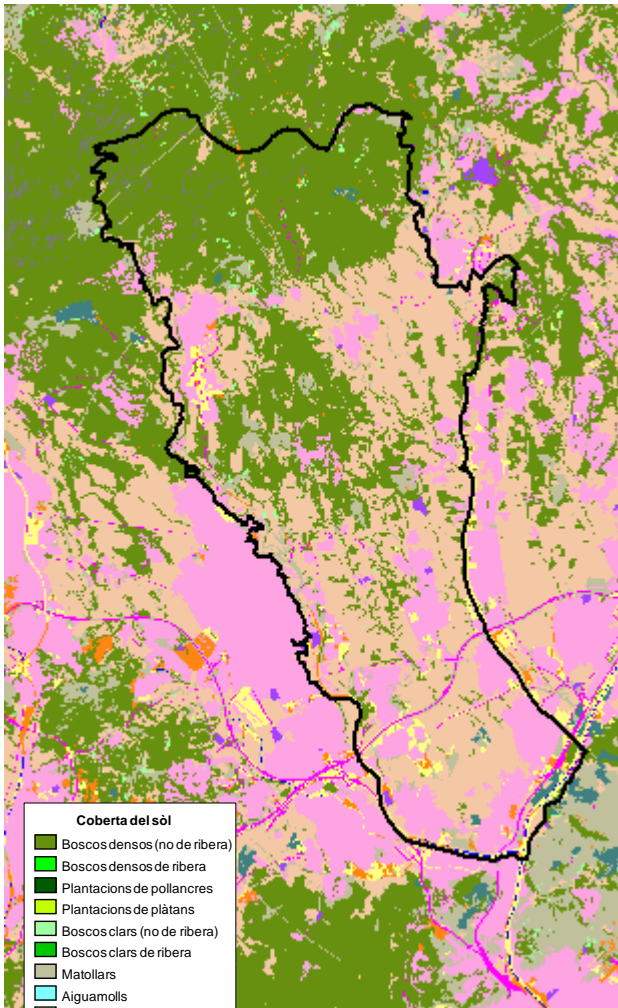




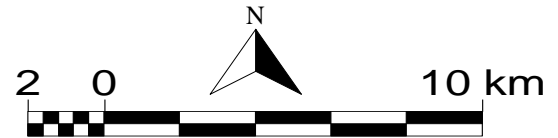
Mapa 15. Situació de l'Espai Agroforestal de Llevant (EAL, polígon negre) en relació amb els eixos estratègics (línies vermelles) proposats a l'Avantprojecte de Pla Territorial Sectorial de Connectivitat Ecològica de Catalunya (Minuartia 2012). Cobertes del sòl corresponents al MCSC de 2009 (nivell 2 de la llegenda).



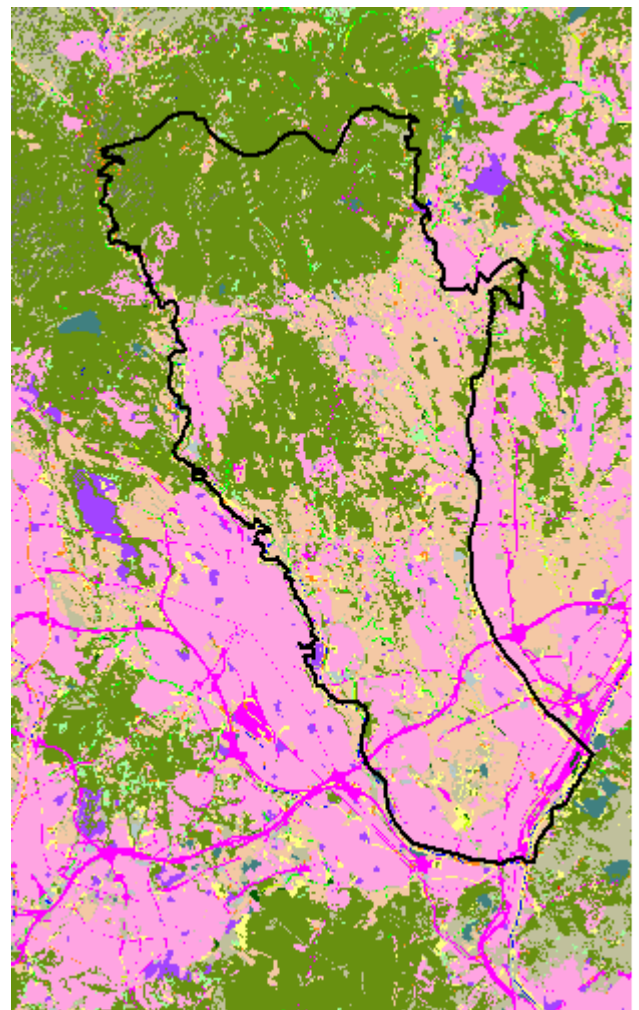
1997



Cobertura del sòl	
	Boscors densos (no de ribera)
	Boscors densos de ribera
	Plantacions de pollancre
	Plantacions de plàtans
	Boscors clars (no de ribera)
	Boscors clars de ribera
	Matollars
	Aiguamolls
	Prats i herbassars
	Zones cremades
	Roquissars
	Tarteres
	Sòls nus forestals
	Platges
	Glaceres i congestes
	Aigües continentals
	Mar
	Conreus
	Canals i basses i agrícoles
	Zones urbanitzades
	Basses urbanes
	Vies de comunicació
	Zones esportives i lúdiques
	Zones d'extracció minera
	Sòls nus urbans



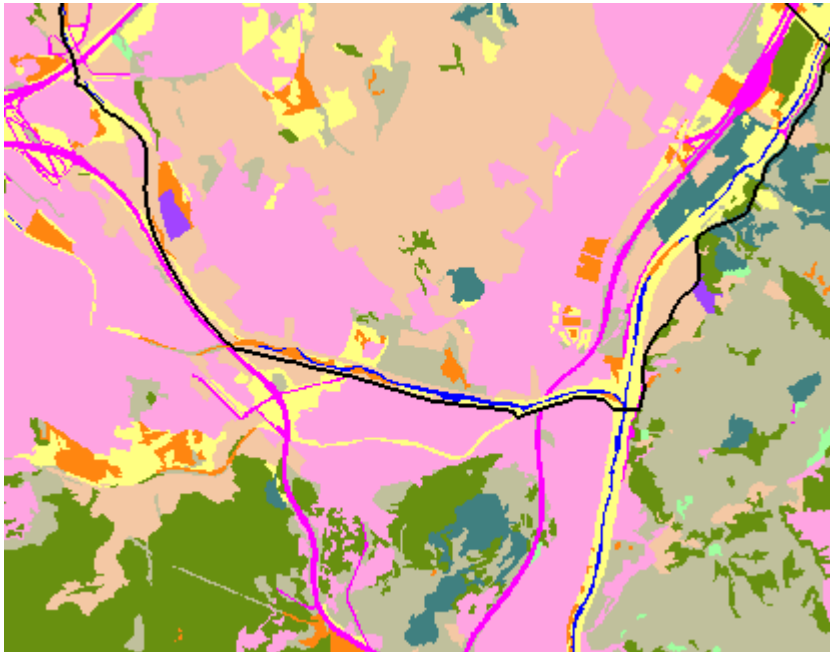
2009



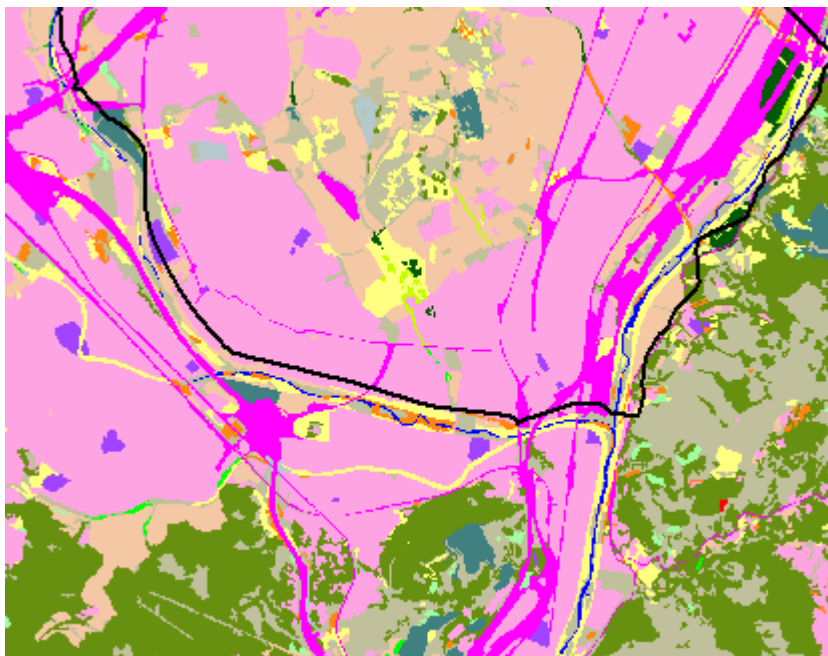
Mapa 16. Canvi en les cobertes del sòl a l'Espai Agroforestal de Llevant (EAL, polígon negre) entre 1997 i 2009. Font dels mapes: Pino et al (2001) i MCSC 2009 respectivament (nivell 2 de la llegenda).



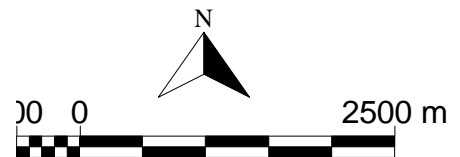
1997



2009

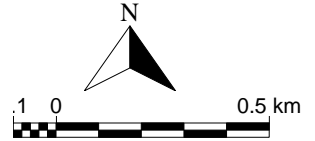


Coberta del sòl	
	Boscoss densos (no de ribera)
	Boscoss densos de ribera
	Plantacions de pollancre
	Plantacions de plàtans
	Boscoss clars (no de ribera)
	Boscoss clars de ribera
	Matollars
	Aiguamolls
	Prats i herbassars
	Zones cremades
	Roquissars
	Tarteres
	Sòls nus forestals
	Platges
	Glaceres i congestes
	Aigües continentals
	Mar
	Conreus
	Canals i basses i agrícoles
	Zones urbanitzades
	Basses urbanes
	Vies de comunicació
	Zones esportives i lúdiques
	Zones d'extracció minera
	Sòls nus urbans



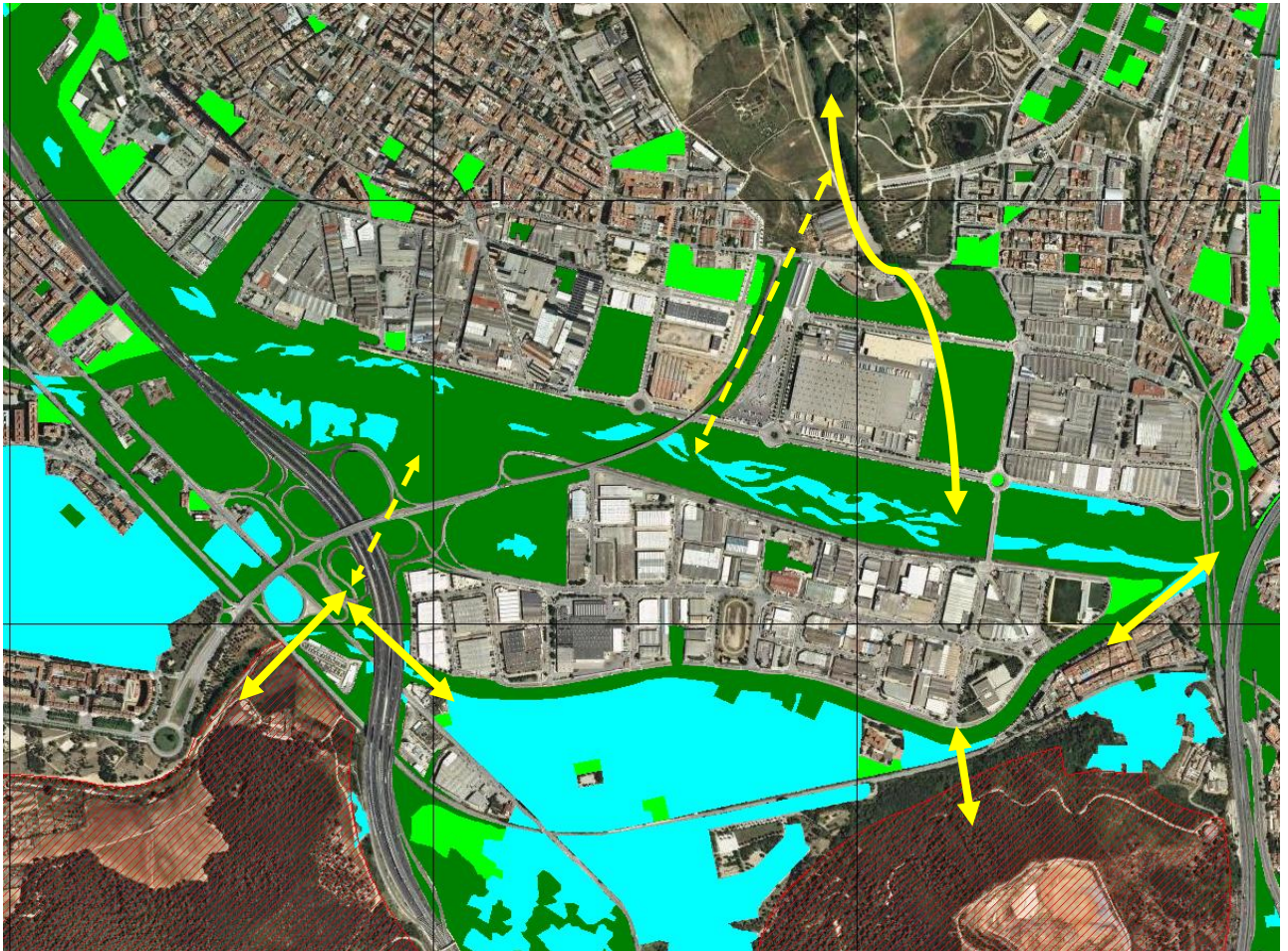
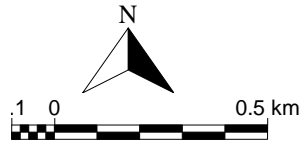
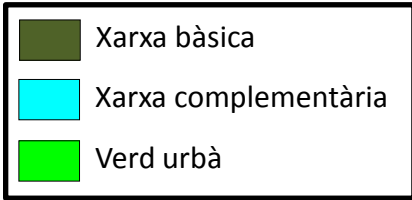
Mapa 17. Canvi en les cobertes del sòl a l'extrem meridional de l'Espai Agroforestal de Llevant (EAL, línia negra) entre 1997 i 2009. Font dels mapes: Pino et al (2001) i MCSC 2009 respectivament (nivell 2 de la llegenda).





Mapa 18. Anàlisi de detall del paper dels espais intersticials i de marge (EIM) en la connectivitat ecològica de l'AMB, a la confluència del torrent de Can Duran amb el riu Ripoll (Ripollet-Montcada i Reixac). Es marquen els principals espais lliures que poden connectar el pla de Reixac (o pla de Rocamora-Masrampinyo) amb la serra de Collserola i el riu Ripoll.





Mapa 19. Anàlisi de detall del paper dels espais intersticials i de marge (EIM) en la connectivitat ecològica de l'AMB, a la confluència del torrent de Can Duran amb el riu Ripoll (Ripollet-Montcada i Reixac). Es mostren els EIM de la xarxa bàsica, la complementària i el verd urbà. Les fletxes dibuixen els corredors principals (línia contínua) i secundaris (discontínua) per a connectar el pla de Reixac (o pla de Rocamora-Masrampinyo) amb la serra de Collserola i el riu Ripoll.



## Annex

Taula 1. Classificació se les categories del MCSC 2009 pels espais intersticials.

CAT_NIV_5 (MCSC)	CATEGORIA
Altres caducifolis ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Altres caducifolis (5-20%cc)	BÀSICA
Altres conreus herbacis	BÀSICA
Altres conreus herbacis abandonats - prats en zones agrícoles	BÀSICA
Altres conreus herbacis abandonats - prats en zones agrícoles en bancals	BÀSICA
Altres conreus herbacis abandonats regadiu no regat - prats en zones agrícoles en bancals	BÀSICA
Altres conreus herbacis en bancals	BÀSICA
Altres conreus herbacis en bancals en regadiu	BÀSICA
Altres conreus herbacis en regadiu	BÀSICA
Alzinar ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Alzinar (5-20%cc)	BÀSICA
Arboçar ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Arboçar (5-20%cc)	BÀSICA
Assentament agrícola residencial	BÀSICA
Bedollar ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Bosc caducifolis de ribera ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Bosc caducifolis de ribera (5-20%cc)	BÀSICA
Càmpings	BÀSICA
Camps de golf	BÀSICA
Canyars	BÀSICA
Conreus abandonats - boscos	BÀSICA
Conreus abandonats - matollars	BÀSICA
Conreus abandonats - prats en zones forestals	BÀSICA
Embassaments	BÀSICA
Franja de protecció d'alzina	BÀSICA
Franja de protecció de matollars	BÀSICA
Franja de protecció de pi blanc	BÀSICA
Franja de protecció de pi pinyer	BÀSICA
Franja de protecció de prats i herbassars	BÀSICA
Fruiters no cítrics	BÀSICA
Fruiters no cítrics abandonats - prats en zones agrícoles	BÀSICA
Fruiters no cítrics abandonats - prats en zones agrícoles en bancals	BÀSICA
Fruiters no cítrics abandonats regadiu no regat - prats en zones agrícoles	BÀSICA
Fruiters no cítrics en bancals	BÀSICA
Fruiters no cítrics en bancals en regadiu	BÀSICA
Fruiters no cítrics en regadiu	BÀSICA
Garroferars	BÀSICA
Garroferars abandonats - prats en zones agrícoles	BÀSICA

Garroferars en bancals	BÀSICA
Horta familiar	BÀSICA
Llacs i llacunes continentals	BÀSICA
Llacunes litorals	BÀSICA
Matollars	BÀSICA
Matollars de formacions de ribera	BÀSICA
Matollars en línies elèctriques	BÀSICA
Matollars en tallafocs	BÀSICA
Matollars procedents de tallades arreu	BÀSICA
Oliverars	BÀSICA
Oliverars en bancals	BÀSICA
Oliverars en regadiu	BÀSICA
Penya-segats marins	BÀSICA
Pineda de pi blanc ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Pineda de pi blanc (5-20%cc)	BÀSICA
Pineda de pi pinyer ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Pineda de pi pinyer (5-20%cc)	BÀSICA
Pineda de pinastre (5-20%cc)	BÀSICA
Plantacions de coníferes no autòctones	BÀSICA
Plantacions de pi blanc	BÀSICA
Plantacions de pi pinyer	BÀSICA
Plantacions de pinastre	BÀSICA
Plantacions de plàtans	BÀSICA
Plantacions de pollancre	BÀSICA
Plantacions d'eucaliptus	BÀSICA
Prats i herbassars	BÀSICA
Prats i herbassars en línies elèctriques	BÀSICA
Prats i herbassars en tallafocs	BÀSICA
Prats i herbassars procedents de tallades arreu	BÀSICA
Regeneració d'alzina	BÀSICA
Regeneració de pi blanc	BÀSICA
Regeneració de roure de fulla menuda	BÀSICA
Regeneració de roureda de roure martinenc	BÀSICA
Rius	BÀSICA
Roquissars	BÀSICA
Roureda de roure de fulla menuda ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Roureda de roure martinenc ( $\geq 20\%cc$ )	BÀSICA
Vegetació arbustiva de dunes i sorral	BÀSICA
Vegetació d'aiguamolls continentals	BÀSICA
Vegetació d'aiguamolls litorals	BÀSICA
Vegetació herbàcia de dunes i sorral	BÀSICA
Vinyes	BÀSICA
Vinyes abandonades - prats en zones agrícoles	BÀSICA
Vinyes en bancals	BÀSICA
Vivers	BÀSICA

Vivers agrícoles	BÀSICA
Vivers forestals	BÀSICA
Zones cremades	BÀSICA
Zones verdes ferroviàries	BÀSICA
Zones verdes viàries	BÀSICA
Parcs recreatius	VERD URBÀ
Parcs urbans	VERD URBÀ
Basses agrícoles	COMPLEMENTÀRIA
Basses urbanes	COMPLEMENTÀRIA
Cases aïllades	COMPLEMENTÀRIA
Conreus d'horta sota plàstic	COMPLEMENTÀRIA
Conreus en transformació	COMPLEMENTÀRIA
Habitatges unifamiliars	COMPLEMENTÀRIA
Hivernacles	COMPLEMENTÀRIA
Lleres naturals	COMPLEMENTÀRIA
Moviments de terres	COMPLEMENTÀRIA
Platges	COMPLEMENTÀRIA
Rompudes agrícoles	COMPLEMENTÀRIA
Sòl erosionat per agent natural	COMPLEMENTÀRIA
Sòl nu en línies elèctriques	COMPLEMENTÀRIA
Sòl nu en tallafocs	COMPLEMENTÀRIA
Sòl nu per acció antròpica	COMPLEMENTÀRIA
Urbanitzacions	COMPLEMENTÀRIA
Abocadors	CONSTRUÏT
Aeroports	CONSTRUÏT
Altres construccions	CONSTRUÏT
Àrees de servei en xarxa viària	CONSTRUÏT
Autopistes i autovies	CONSTRUÏT
Canals artificials	CONSTRUÏT
Carreteres	CONSTRUÏT
Cementiris	CONSTRUÏT
Centre urbà	CONSTRUÏT
Centres culturals	CONSTRUÏT
Centres penitenciaris	CONSTRUÏT
Centres religiosos	CONSTRUÏT
Colònies i nuclis aïllats	CONSTRUÏT
Complexos administratius	CONSTRUÏT
Complexos comercials i d'oficines	CONSTRUÏT
Complexos hotelers	CONSTRUÏT
Depuradores i potabilitzadores	CONSTRUÏT
Dessalinitzadores	CONSTRUÏT
Eixample	CONSTRUÏT
Equipaments educatius	CONSTRUÏT
Equipaments sanitaris	CONSTRUÏT
Estacions d'autobusos	CONSTRUÏT

Granges	CONSTRUÏT
Grans vials	CONSTRUÏT
Indústries aïllades	CONSTRUÏT
Infraestructures elèctriques	CONSTRUÏT
Naus d'ús agrícola	CONSTRUÏT
Plantes de tractament	CONSTRUÏT
Polígon industrial ordenat	CONSTRUÏT
Polígon industrial sense ordenar	CONSTRUÏT
Serradores	CONSTRUÏT
Sòls nus urbans no edificats	CONSTRUÏT
Telecomunicacions	CONSTRUÏT
Vies de ferrocarril	CONSTRUÏT
Zones d'aparcament	CONSTRUÏT
Zones d'esport	CONSTRUÏT
Zones d'extracció minera	CONSTRUÏT
Zones portuàries	CONSTRUÏT
Zones urbanes en construcció	CONSTRUÏT

Taula 2. Valors de naturalitat assignats a les categories de cobertes del sòl ( Nivell 3 del MCSC).

<b>Categories del MCSC Nivell 3</b>	<b>Naturalitat</b>
Boscors densos (no de ribera)	5
Plantacions de coníferes no autòctones	3
Plantacions d'eucaliptus	3
Boscors tallats arreu	3
Boscors de ribera	5
Reforestacions recents	3
Plantacions de pollancre	3
Plantacions de plàtans	3
Boscors clars (no de ribera)	4
Boscors en franges de protecció	4
Boscors cremats	3
Matollars	3
Vegetació d'aiguamolls litorals	4
Vegetació d'aiguamolls continentals	4
Prats i herbassars	2
Roquissars	4
Lleres naturals	3
Sòls nus forestals	1
Vores d'embassaments	1
Pistes forestals i camins	1
Platges	1
Llacs i llacunes continentals	5
Llacunes litorals	5
Rius	5
Embassaments	4
Conreus llenyosos (no vinyes)	1
Vinyes	1
Conreus herbacis (no arrossars)	1
Conreus en transformació	1
Hivernacles	0
Piscifactories i conreus aquícoles a cel obert	0
Conreus abandonats - prats	2
Conreus abandonats - matollars	3
Conreus abandonats - boscors	4
Canals artificials	1
Basses agrícoles	1
Urbanitzat residencial lax	1
Urbanitzat residencial compacte	0
Zones industrials i comercials	0
Granges	0

Preses	0
Cementiris	0
Zones verdes urbanes	1
Basses urbanes	0
Autopistes i autovies	0
Carreteres	0
Aeroports	0
Vies de ferrocarril	0
Zones portuàries	0
Zones verdes viàries	1
Zones d'esport i lleure (excepte càmpings i camps de golf)	1
Càmpings	1
Camps de golf	1
Zones d'extracció minera	0
Salines	1
Abocadors	0
Sòls nus urbans	0