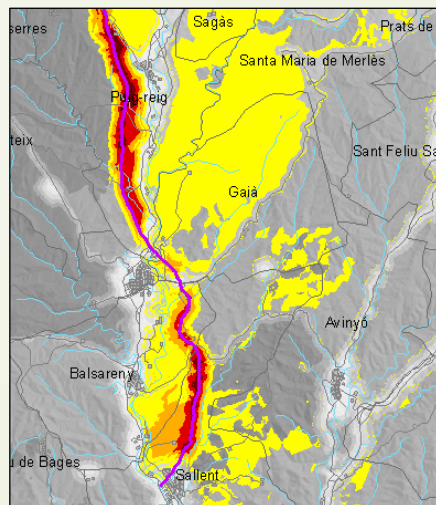


# APLICACIÓ DE NOVES METODOLOGIES PARAMÈTRIQUES EN L'AVALUACIÓ AMBIENTAL ESTRATÈGICA DE PLANS URBANÍSTICS I D'INFRAESTRUCTURES A LA REGIÓ METROPOLITANA DE BARCELONA



**Sara Pijuan**

Tutors :

Jesús Martínez (LIGIT)

Miguel Ángel Vargas (LIGIT)

Joan Marull ( Barcelona Regional)

**MÀSTER** 2005  
**en Tecnologies de la**  
**Informació Geogràfica**  
*Professionals per a la Societat de la Informació*



**Departament de Geografia**  
**Universitat Autònoma de Barcelona**



**BARCELONA**  
**REGIONAL**

# OBJECTIUS

## GENERAL

- Aplicar noves metodologies, basades en índexs socioecològics, en l'avaluació ambiental estratègica del planejament urbanístic vigent i de les infraestructures viàries i ferroviàries projectades a la Regió Metropolitana de Barcelona, mitjançant eines **SIG**.

## CONCRETS

- Realitzar una diagnosi ambiental de l'àmbit d'anàlisi (àmbit més extens que la RMB) mitjançant l'aplicació de les metodologies paramètriques.
- Avaluar l'impacte sobre la connectivitat ecològica, dels plans urbanístics vigents i de les infraestructures previstes.
- Determinar l'aptitud territorial i l'afectació en el model de mosaic territorial, dels plans urbanístics i d'infraestructures.
- Localitzar zones aptes per a l'emplaçament de nous assentaments compactes i propers a la xarxa ferroviària.

# CONTEXT

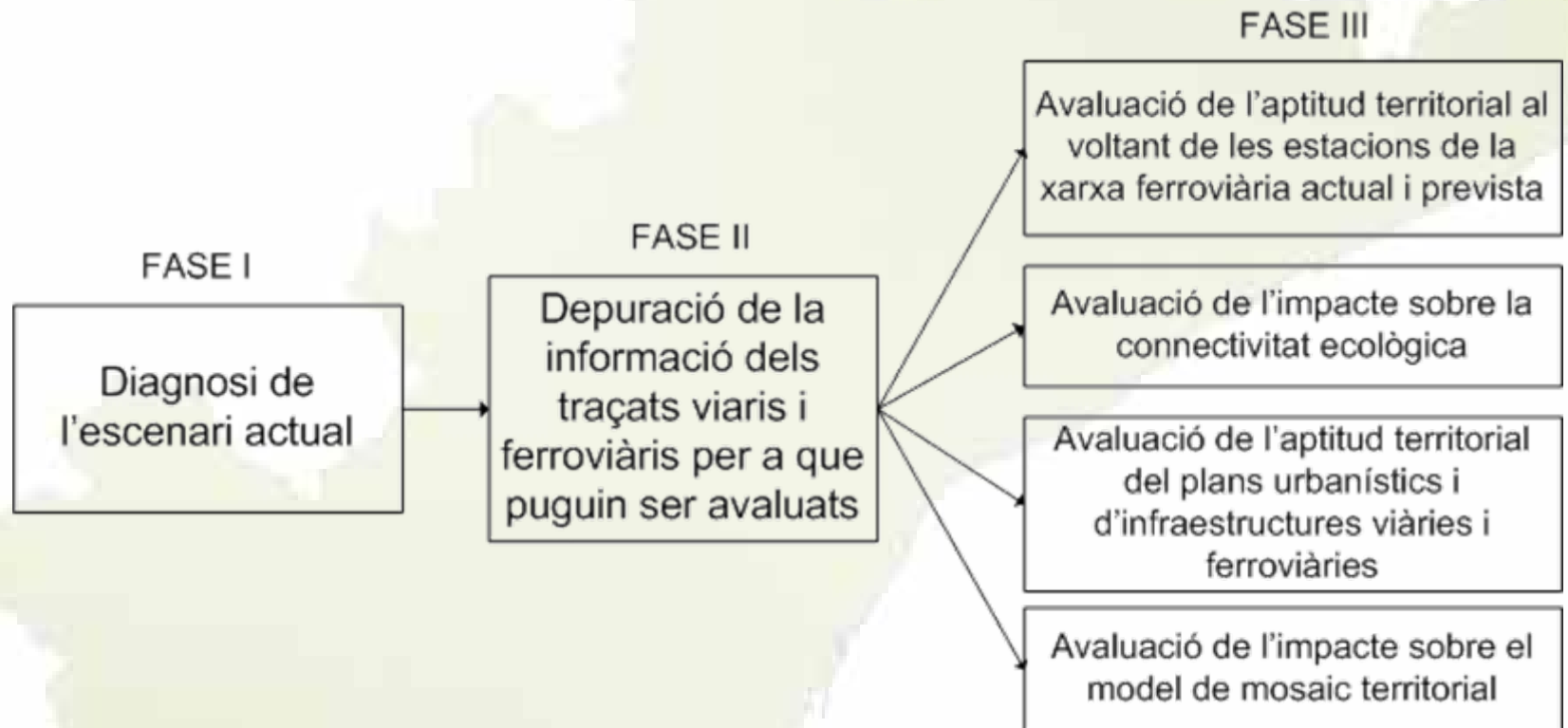
El projecte es troba dins el context de la **Regió Metropolitana de Barcelona**.

Tot i que es tracta d'un àmbit molt antropitzat, encara conserva una gran quantitat d'espais naturals, els quals, degut a les característiques de la regió, estan sotmesos a grans pressions com poden ser :

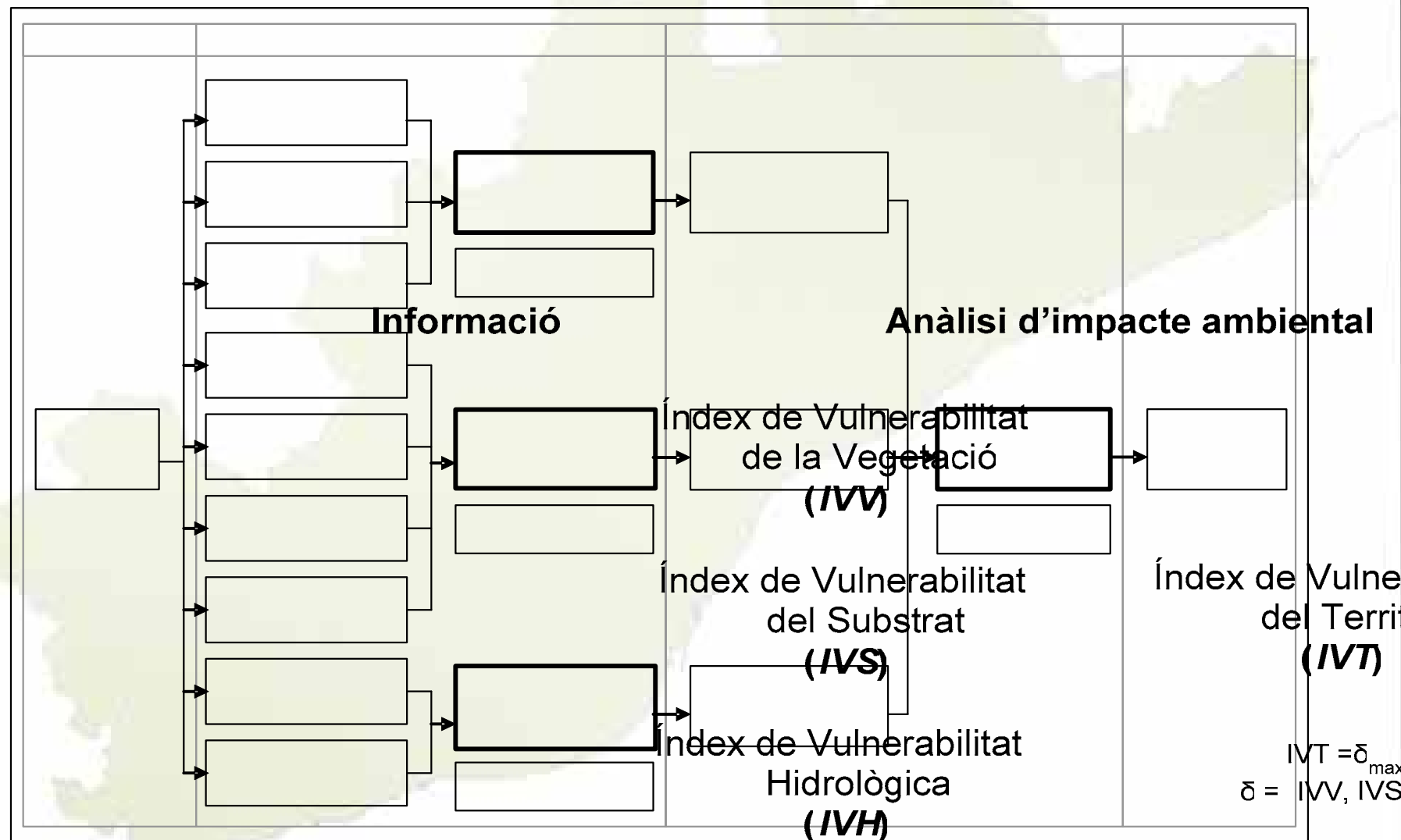
- Fragmentació dels espais naturals degut a la construcció de noves infraestructures viàries i ferroviàries, amb la conseqüent pèrdua de funcionalitat ecològica.
- Contaminació atmosfèrica : derivada de la preferència del transport privat al transport públic.

Per aquesta raó, s'ha volgut fer una avaluació de quin serà l'impacte ambiental dels plans urbanístics i d'infraestructures viàries i ferroviàries.

# FASES



# METODOLOGIES PARAMÈTRIQUES



Font : Barcelona Regional

Índex Intrínsec

# MODEL DE MOSAIC TERRITORIAL

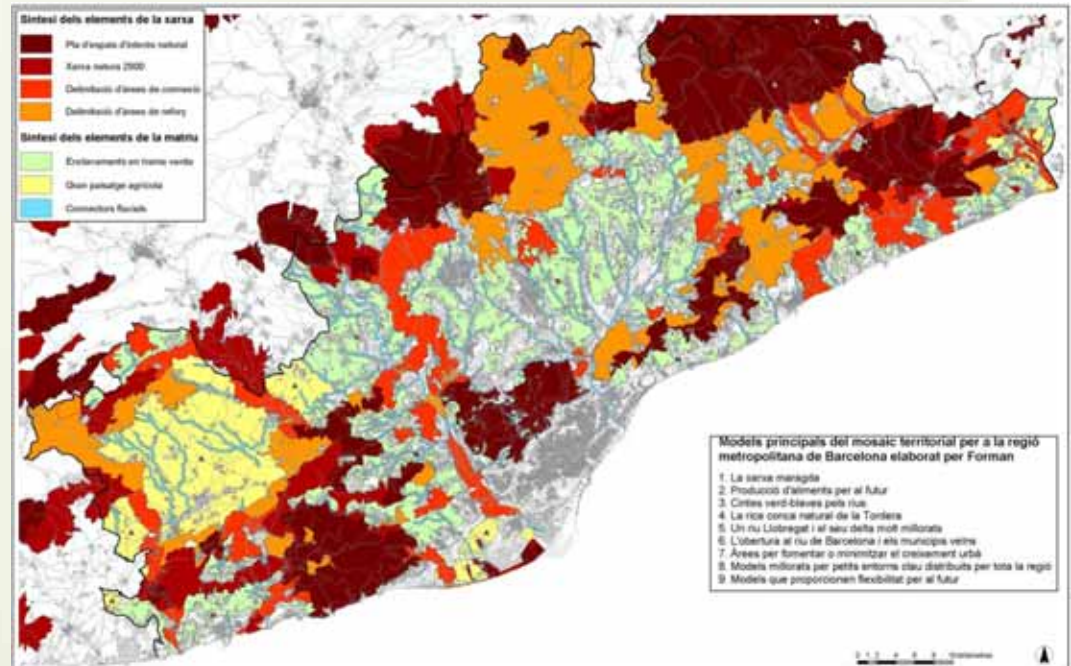
El model de mosaic territorial que es presenta, és el resultat final de la transposició de les propostes que R.T.T Forman inclou en el seu treball *"Mosaico territorial para la región metropolitana de Barcelona"*

El mosaic territorial el formen :

**La xarxa ecològica** : La formen espais naturals protegits o potencialment protegits i espais que afavoreixen la seva connexió i els reforcen.

**La matriu territorial** : La formen els espais que no es troben dins la xarxa ecològica ni estan transformats per usos urbans i corresponen a enclavaments ecològics a les

valls, el gran paisatge agrícola i els connectors fluvials.



# PROGRAMARI

El sistema informàtic emprat per a realitzar els processos d'anàlisi requerits en el treball, són els **Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG)**. S'ha utilitzat el software d'ESRI : **ARCGIS 9, ARCVIEW 3.2 i ARCINFO.**



Els SIG constitueixen una eina molt vàlida i eficaç per a aportar solucions a problemes geogràfics complexes ja que permeten :

- Disposar d'informació en bases de dades espacials ben estructurades.
- Superposar diferents capes d'informació espacial i treballar a diferents escales de treball.
- L'aplicació d'un gran nombre de tècniques d'anàlisi complexes, les quals es realitzen a gran velocitat, i l'automatització de processos repetitius
- Possibilitat de crear models que permetin representar la realitat de manera simplificada.
- Realitzar presentacions dels resultats, en forma de mapes i esquemes, que puguin ser utilitzats en el procés de planificació.

# INFORMACIÓ DE PARTIDA

## FONTS D'INFORMACIÓ

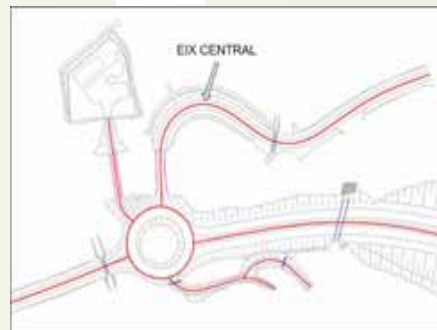
- **Barcelona Regional** : Índexs socioecològics i propostes de traçats de la xarxa viària i ferroviària.
- **Institut Cartogràfic de Catalunya** (ICC): Mapa comarcal de Catalunya 1:50000 i base topogràfica de Catalunya 1:50000
- **Institut d'estudis Regionals** (IER) : Sectors de planejament per l'any 2003 (rebuda el juny 2005). Elaborat per l'ICC i la direcció General d'Urbanisme.
- **CERBIV** (grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació) i departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya: Mapa d'Hàbitats 1:50000
- **Pla Director d'Infraestructures (PDI) 2001-2010 (ATM)** : Xarxa ferroviària prevista per al 2010.
- **Pla d'Infraestructures de transport de Catalunya (PITC)** : Propostes de traçats de la xarxa viària.



# INFORMACIÓ DE PARTIDA

## PREPARACIÓ BASES CARTOGRÀFIQUES AMB ELS TRAÇATS VIARIS

- Generar els ***eixos centrals*** dels traçats viaris i ferroviaris i definir quines zones estan soterrades (túnel).



- ***Catalogar la nova xarxa viària en funció de la tipologia*** : Autopistes/autovies, Nationals/Autonòmiques i Comarcals/Locals. Determinar quines vies de la xarxa viària són *eixos principals* i quines *accessos*.
- ***Catalogar la xarxa ferroviària en funció de l'escenari*** : Actual, PDI 2010 i 2015 (propostes de Barcelona Regional).
- ***Determinar el tipus d'actuació*** que es durà a terme en les vies, ja que es pot tractar d'una nova via o simplement d'una modificació de la via actual.
- ***Generació de ponts*** automàtica.

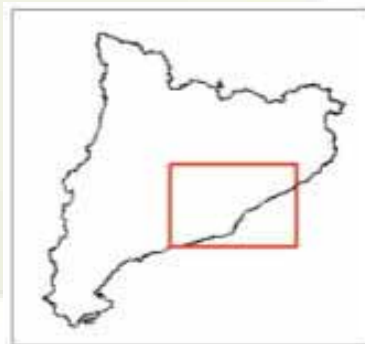


# MÈTODES D'ANÀLISI

## A) Diagnosi ambiental

La diagnosi de l'escenari actual té la finalitat de determinar quina és la situació actual pel que fa al medi físic, al medi ecològic, la seva funcionalitat, l'aptitud del medi a acollir actuacions de tipus antròpic i del Mosaic territorial.

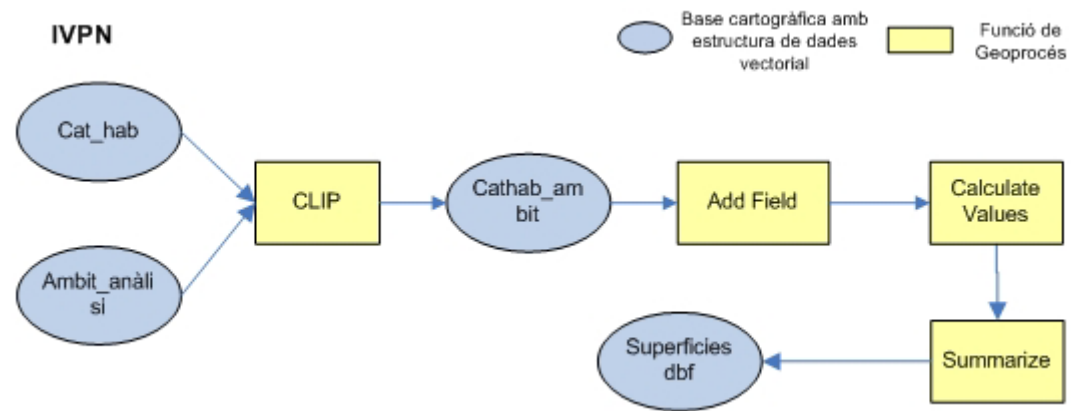
La diagnosi s'ha dut a terme en base a un àmbit d'anàlisi amb una extensió més gran que la RMB (també utilitzat per a el càlcul de l'ICE absolut), excepte en el cas de l'aptitud territorial (IAT) i del model de mosaic territorial perquè aquest àmbit es redueix a la RMB, ja que només es tenen dades per aquest àmbit.



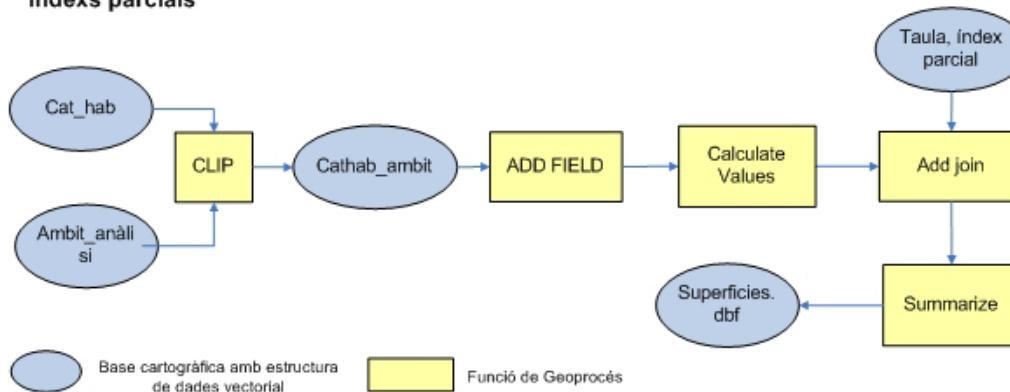
# MÈTODES D'ANÀLISI

## Diagnosi ambiental

### IVPN

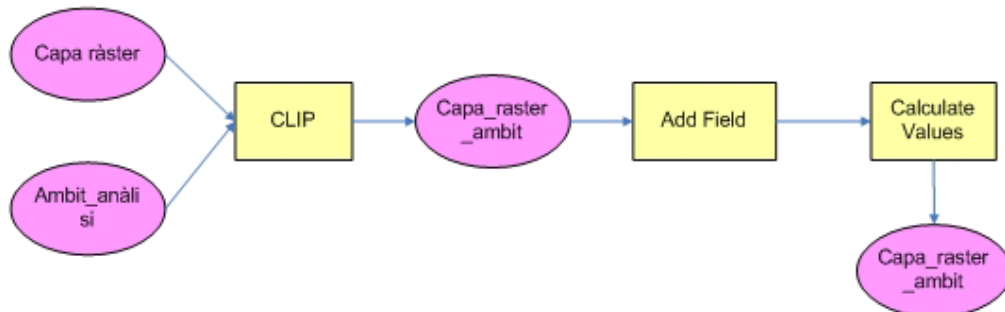


### Índexs parcials



### Dades ràster ( IVT i ICE )

matriu amb estructura de dades ràster      Funció de Geoprocés



### B) Avaluació de la connectivitat ecològica

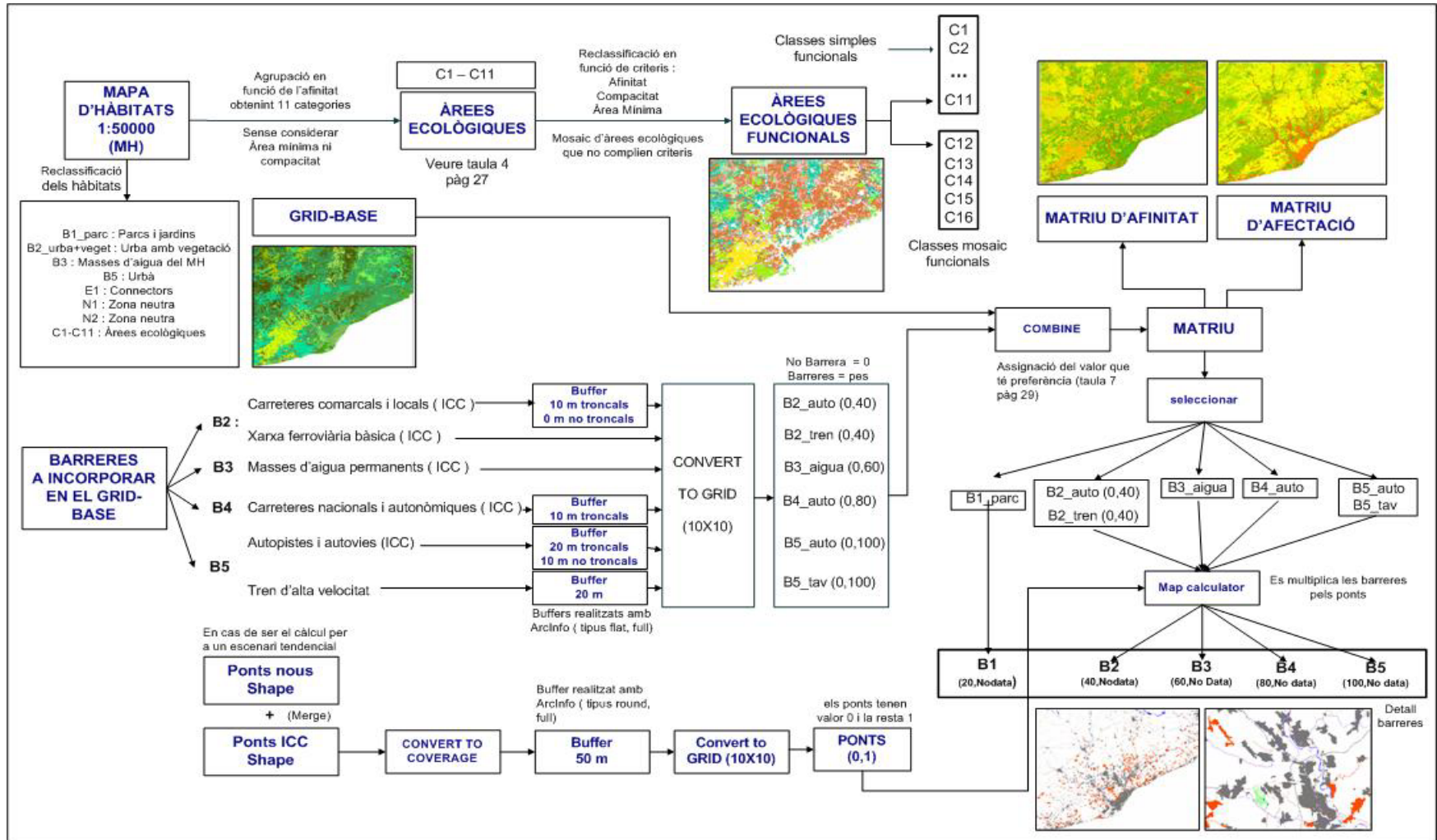
La **connectivitat ecològica** és la qualitat que permet el contacte entre diversos ecosistemes, comunitats, espècies o poblacions.

El **càlcul de l'ICEa** : a partir d'una rutina en llenguatge de programació **aml** (*ARC Macro Language*) per a ser utilitzat en **ArcInfo WorkStation**.

Abans d'executar l'aml, s'ha fet una **preparació prèvia de les bases cartogràfiques** que s'utilitzaran en el càlcul de l'ICEa.

S'ha volgut valorar quin és l'**impacte sobre la connectivitat de l'escenari tendencial**, en el que s'ha avaluat : el planejament urbanístic vigent, i de la xarxa viària i ferroviària prevista, per separat i del seu efecte global (en el cas de que es duguessin a terme totes les propostes).

## Preparació prèvia de les bases cartogràfiques



### C) Avaluació de l'aptitud territorial

#### C1) De l'escenari tendencial

S'han efectuat diversos processos d'anàlisi mitjançant les eines que proporcionen els SIG d'Esri.

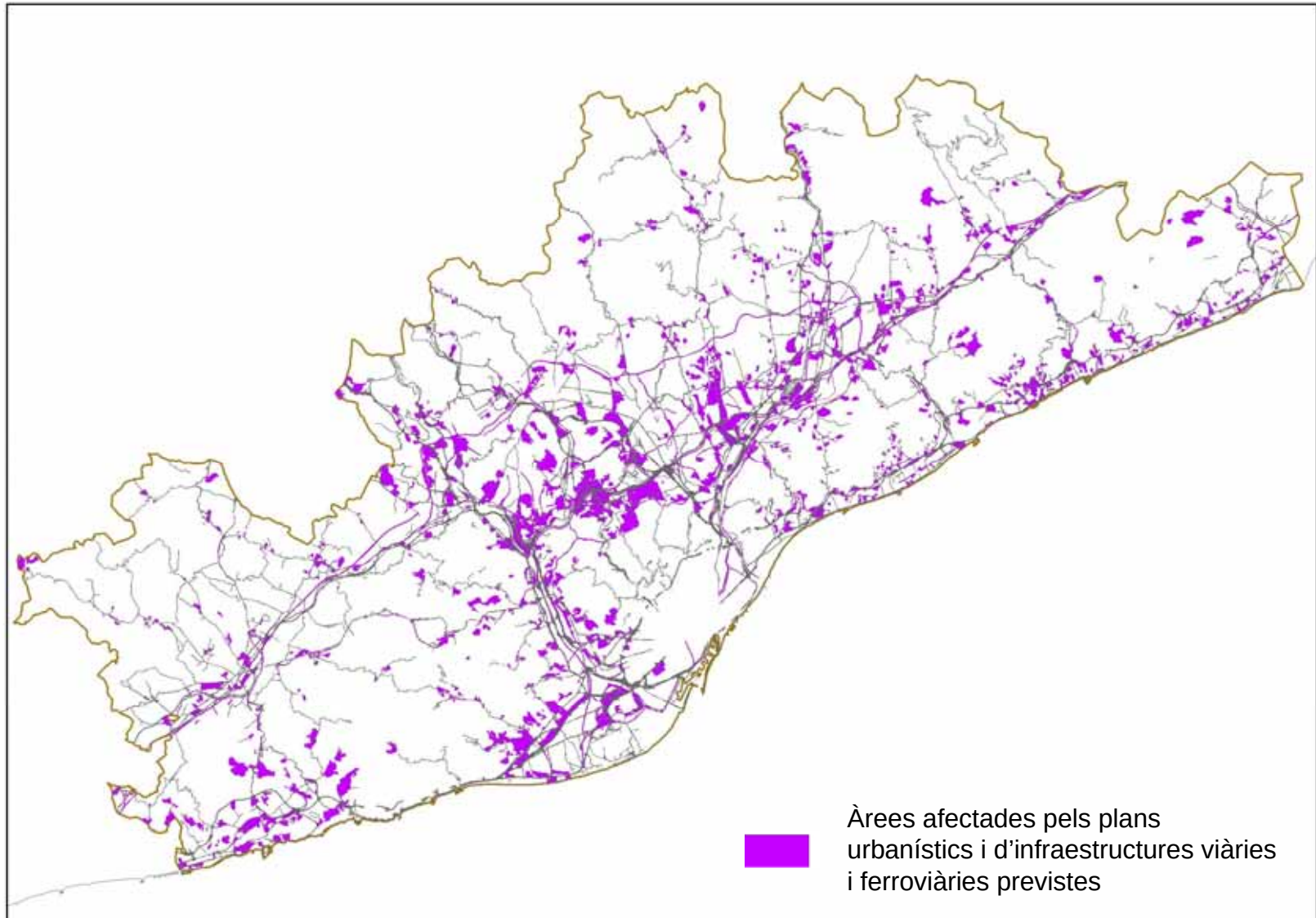
Per aquesta anàlisi es disposa de la base cartogràfica amb els valors de l'IAT i de les variables d'aptitud parcials, en **estructura de dades ràster** a una resolució de **30 x 30 m**.

Les anàlisis han consistit en la combinació de la informació inclosa en la base cartogràfica de l'IAT amb les zones afectades.

Aquestes zones d'afectació varien en funció de l'escenari tendencial que s'estigui avaluant.

| Tipus d'infraestructura     | Radi d'afectació (m) |
|-----------------------------|----------------------|
| Autovies / Autopistes       | 50                   |
| Nacionals/Autonòmiques      | 40                   |
| Comarcals/Locals            | 30                   |
| Xarxa ferroviària ordinària | 40                   |
| TAV                         | 50                   |





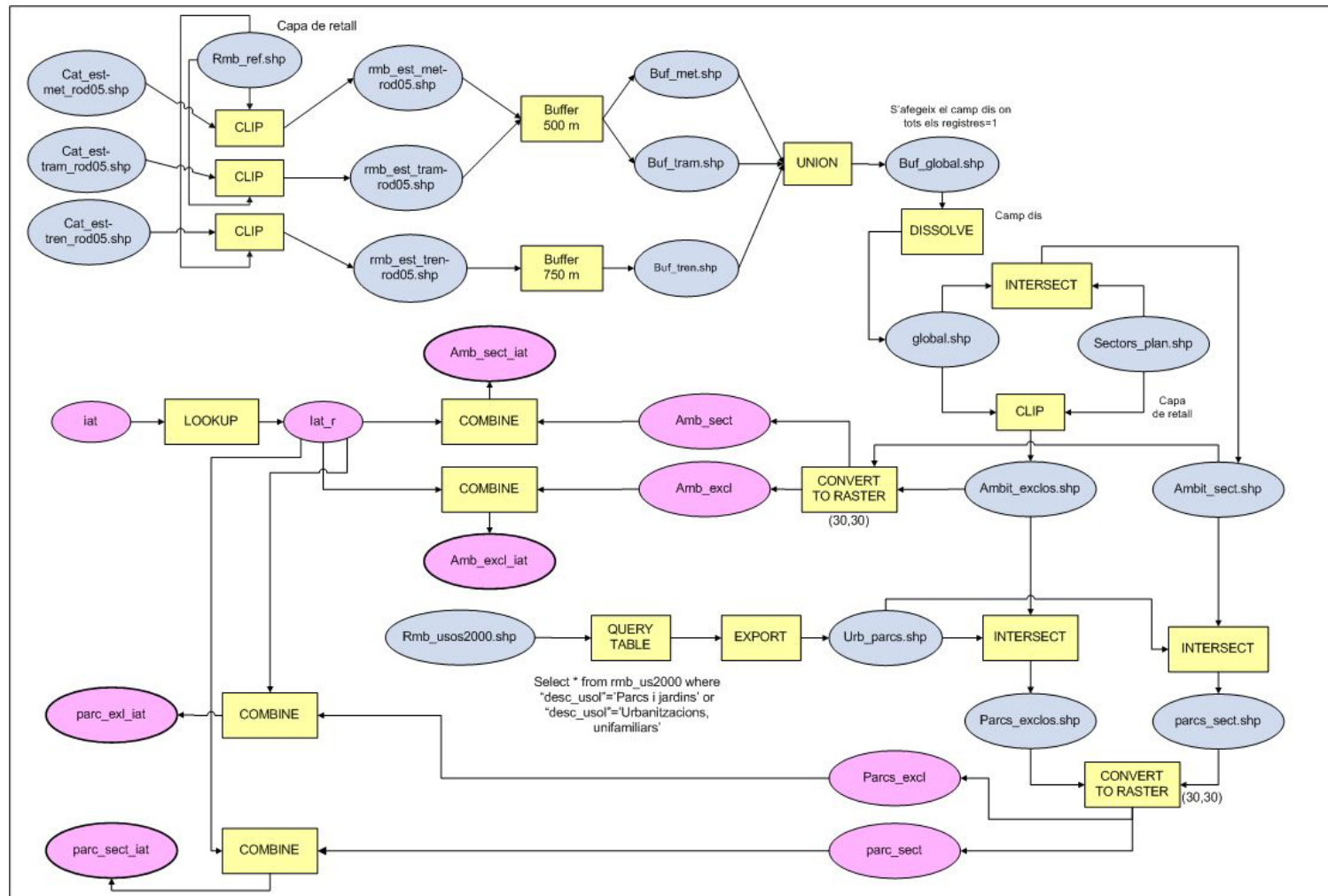
## **C2) Avaluació de l'aptitud territorial al voltant de les estacions de la xarxa ferroviària actual i prevista**

En aquest estudi, s'han realitzat un seguit de processos d'extracció, superposició i d'anàlisi de proximitat de les bases cartogràfiques, tant en estructura de dades vectorial com ràster.

La finalitat de les anàlisis ha estat :

- Localitzar zones aptes per a urbanitzar que es trobin en la zona d'influència de la xarxa ferroviària (al voltant de les estacions)
- Determinar quina superfície dels sectors de planejament urbanístic vigent es troba dins l'àmbit d'anàlisi de les estacions.





Procés d'anàlisi per obtenir les superfícies dels valors que pren l'IAT a l'àrea al voltant de les estacions de metro (500 m), tramvia (500 m) i tren (750 m), determinant quina superfície entra dins dels sectors de planejament vigent i d'urbanitzacions o parcs i jardins.

### D) Avaluació de l'afectació al model de mosaic territorial

Amb aquesta avaluació es pretén determinar quina és l'afectació del planejament urbanístic vigent i de les noves infraestructures sobre els espais naturals del model de mosaic territorial de la RMB.

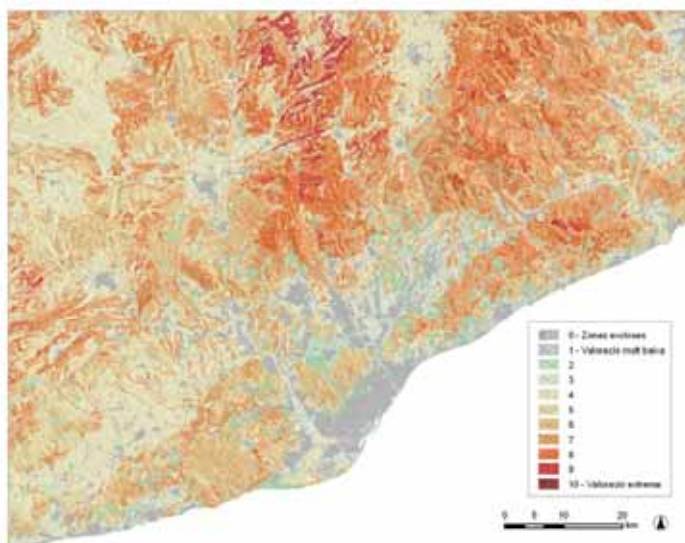
S'han dut a terme diverses anàlisis, principalment, de retall (clip) de la informació continguda en la **base cartogràfica del Mosaic Territorial** mitjançant l'àrea d'afectació considerada en cada escenari tendencial.

Les àrees afectades en cada escenari coincideixen amb les considerades en l'avaluació de l'Aptitud Territorial

# CONCLUSIONS : Diagnosi ambiental

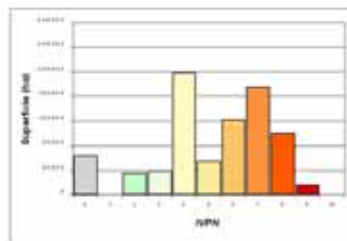
## ESQUEMA 1 DIAGNOSI DE L'ÀMBIT D'ANÀLISI VALOR DEL PATRIMONI NATURAL

### Índex del Valor del Patrimoni Natural (IVPN)

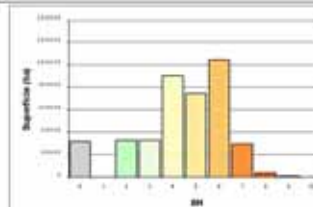


$$IVPN = 1 + 0.1(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10})$$
$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10}$$

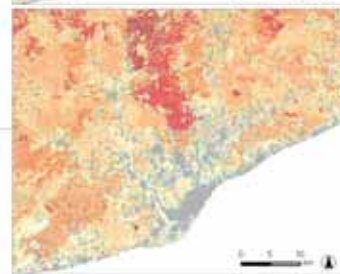
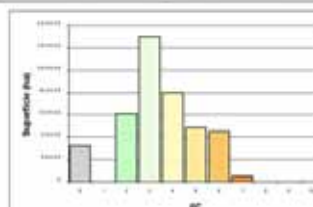
### Àmbit d'anàlisi



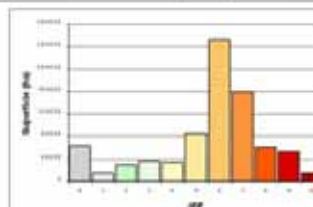
### Interès intrínsec dels hàbitats



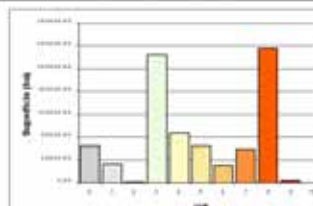
### Interès Corològic dels hàbitats



### Estructura ecopaisatgística



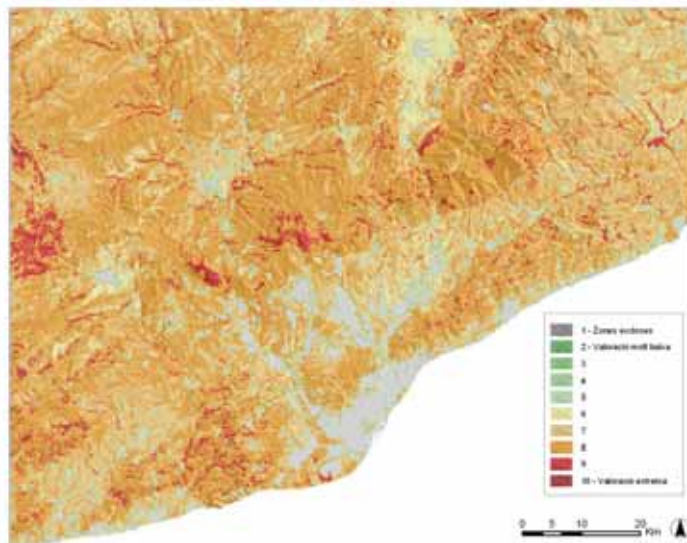
### Servei ecosistèmic



# CONCLUSIONS : Diagnosi ambiental

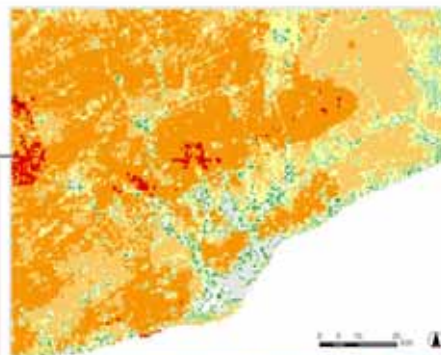
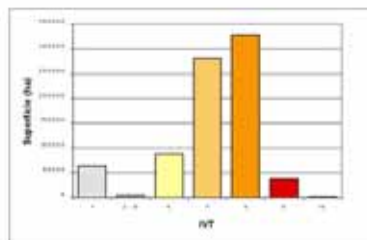
## ESQUEMA 2 DIAGNOSI DE L'ÀMBIT D'ANÀLISI VULNERABILITAT DE LA MATRIU TERRITORIAL

### Índex de Vulnerabilitat de la matriu territorial (IVT2)

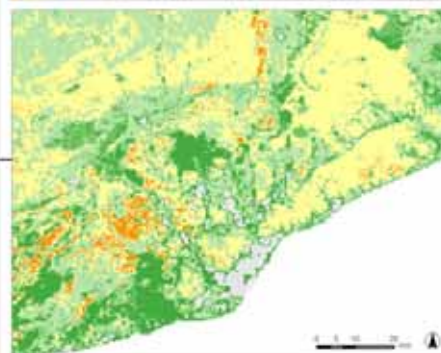
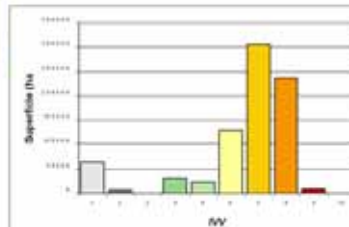


$IVT_2 = 5_{max}; 5 = (IVV, IVS, IVH)$

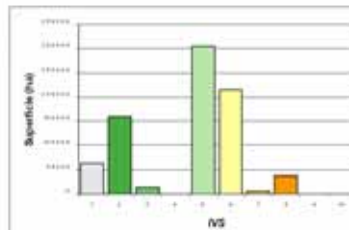
Àmbit d'anàlisi



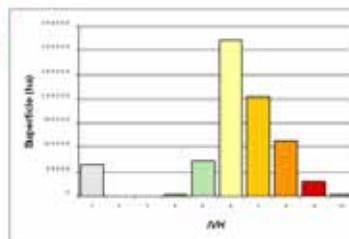
### Vulnerabilitat de la vegetació



### Vulnerabilitat del substrat



### Vulnerabilitat hidrològica

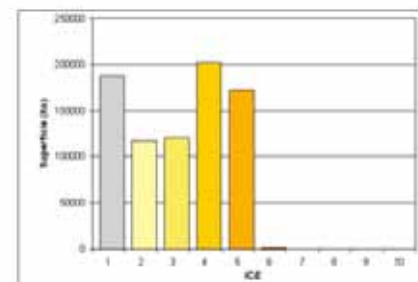
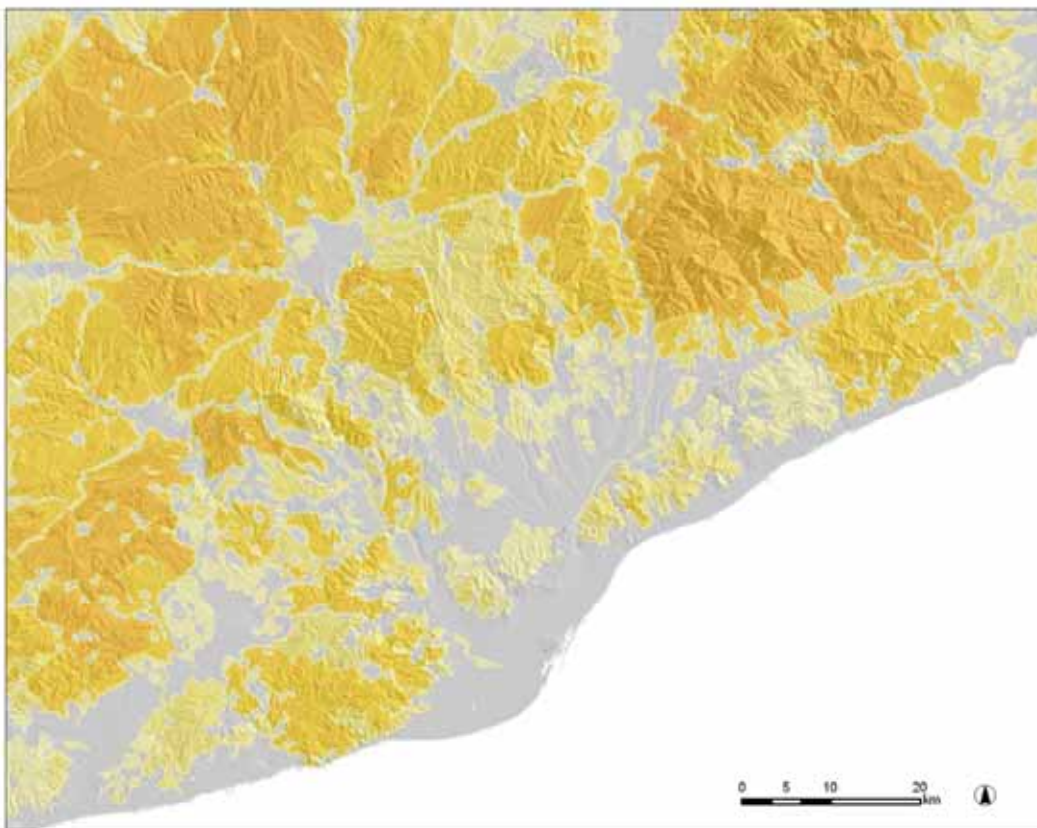




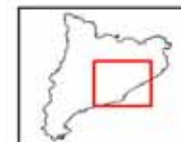
# CONCLUSIONS : Diagnosi ambiental

## ESQUEMA 3 DIAGNOSI DE L'ÀMBIT D'ANÀLISI CONNECTIVITAT ECOLÒGICA

Índex de Connectivitat ecològica (ICE)



$$ICE_s = \frac{\sum_{m=1}^{m=n} ICE_{s_m}}{m}$$
$$ICE_s = 10 - 9 \left( \frac{\ln(1+x_i)}{\ln(1+x_i)^2} \right)^2$$



## CONCLUSIONS : Diagnosi ambiental

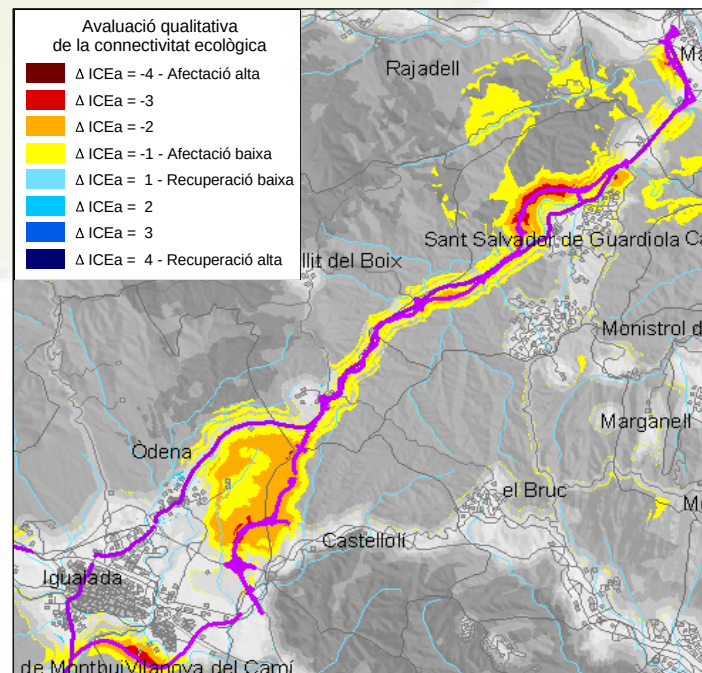
- L'àmbit d'anàlisi es tracta d'una **zona vulnerable** segons els valors que pren l'IVT, i que aquesta vulnerabilitat es deguda a factors hidrològics i a la vegetació.
- L'àmbit d'anàlisi es considera **d'alt valor patrimonial segons l'IVPN**, del qual el factor que més valor aporta és la seva estructura ecopaisatgística.
- Es tracta d'una zona que **no pren valors alts de connectivitat**. El valor màxim que s'obté de l'ICEa és de 6 (dels 10 possibles), que representa una valor de connectivitat mitjà.
- L'IAT, ha permès detectar 41, 09 % de l'àmbit són **aptes per a construir-hi**, tot i que si es té en compte el mosaic territorial, només el **3,9 % de la superfície de la RMB** seria apta ja que **no s'inclouris en cap dels elements de la xarxa ecològica o de la matriu territorial, ni en zones ja urbanitzades**. Aquest model atorga diferents graus de protecció del territori i en casos concrets, principalment en la matriu territorial, es poden aplicar diferents mesures projectuals

# CONCLUSIONS : Avaluació de la connectivitat ecològica

- L'avaluació de l'escenari tendencial ha permès detectar que el desenvolupament dels **sectors del planejament urbanístic** vigent seria la **principal causa de pèrdua de connectivitat** en l'àmbit d'anàlisi (47957 ha disminuirien el seu valor de l'ICEa actual). El desenvolupament de les infraestructures viàries previstes serien la següent causa que produiria més impacte sobre la connectivitat, ja que implicaria una pèrdua de connectivitat en 33598 ha de l'àmbit d'anàlisi.

L'actuació que **menys impacte** produiria **sobre la connectivitat** seria el desenvolupament de la **xarxa ferroviària prevista**, que implicaria que 17119 ha disminuïssin el seu valor de connectivitat.

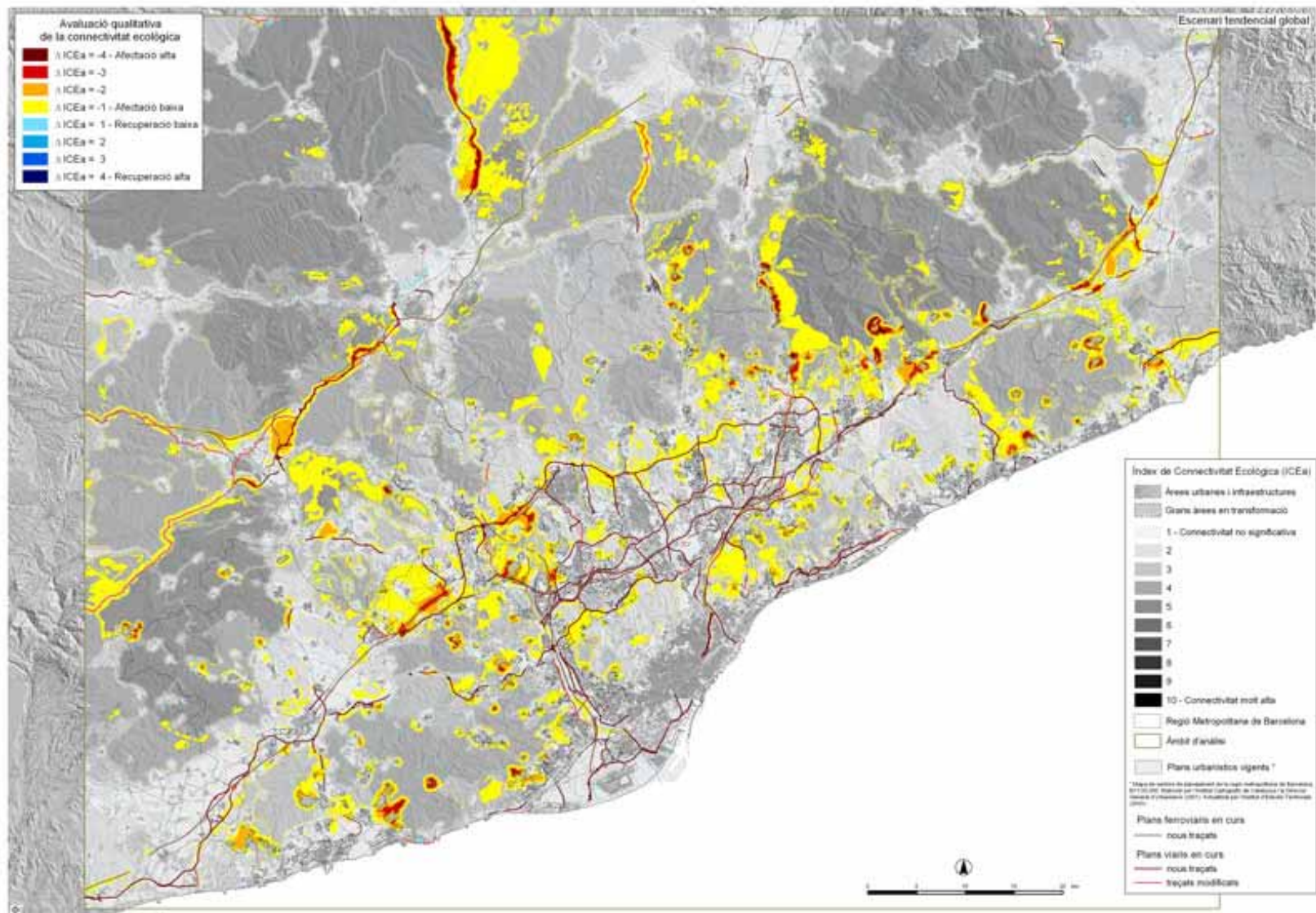
- En el cas de dur-se a terme tant el planejament urbanístic com les infraestructures viàries i ferroviàries, un total de 91725,56 ha perdrien connectivitat.



*Detall de l'impacte provocat per diversos trams de la xarxa viària previstos*



# CONCLUSIONS : Avaluació de la connectivitat ecològica



## CONCLUSIONS : Avaluació de l'aptitud territorial

• S'ha detectat que, en proporció a la superfície que afecta, la **xarxa ferroviària** és la que **menys aptitud territorial** presenta. Un 48,73 % de la seva superfície coincideix amb zones poc o gens aptes per a construir-hi.

La **xarxa viària** coincidiria en un 40,60 % amb zones poc o gens aptes.

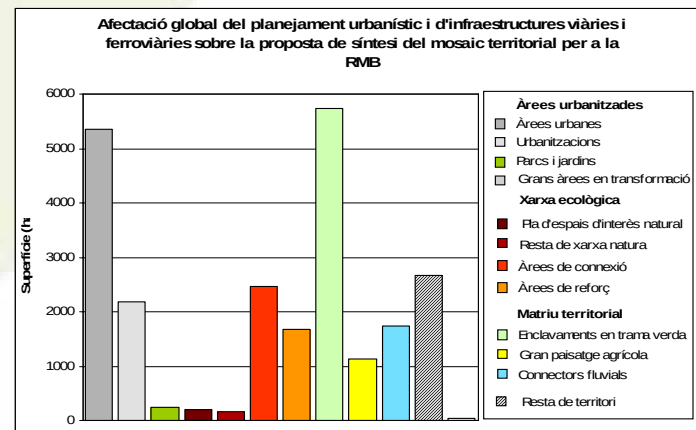
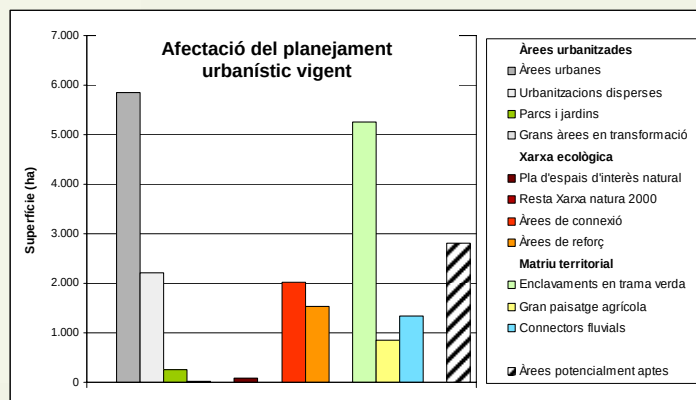
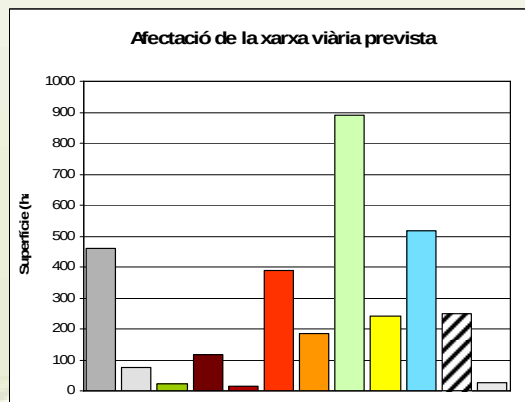
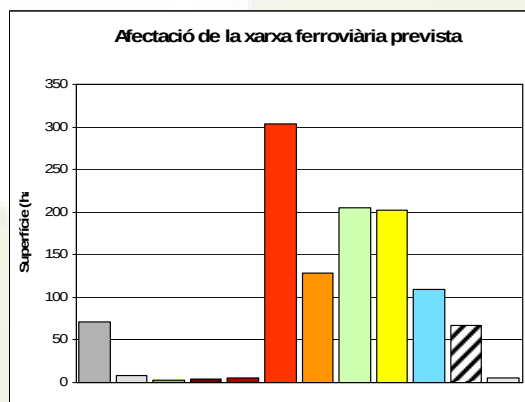
És el **planejament** el que **major aptitud** territorial presenta (en proporció a la superfície que afecta) ja que només el 27 % de la seva superfície coincideix amb zones poc o gens aptes per a urbanitzar.

• **L'aptitud global** de les infraestructures i del planejament, es pot considerar **bona**, ja que el 65,03 % de la superfície afectada correspon a zones aptes, tot i que cal dir que 7330 ha coincideixen amb zones poc aptes per a construir-hi.

# CONCLUSIONS : Afectació sobre el model de mosaic territorial

Pel que fa a l'afectació sobre el mosaic territorial, els **espais** que es veurien **més afectats** serien els de la **matriu territorial**, en especial els **enclavaments en trama verda**, localitzats en la plana del Vallès.

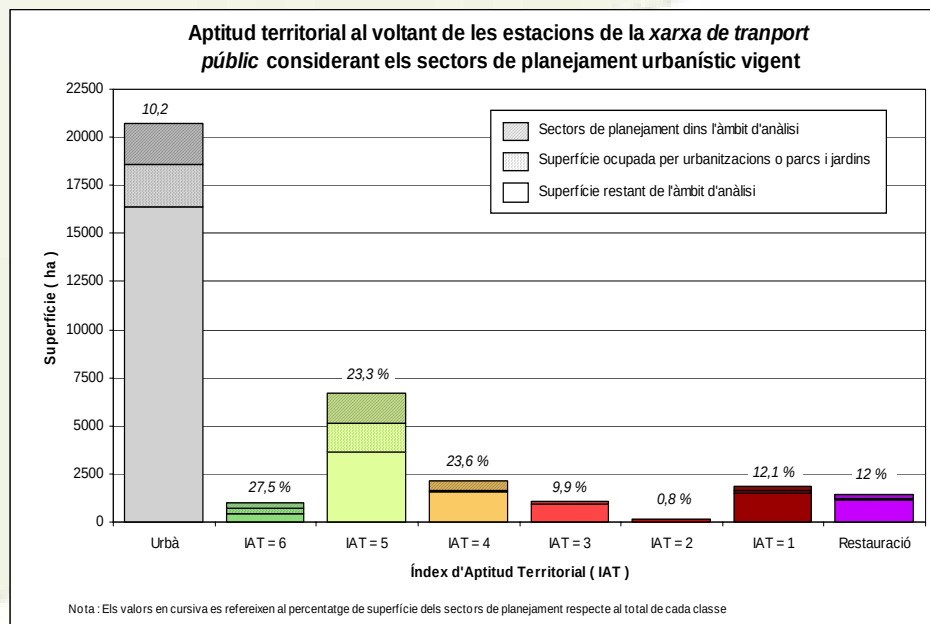
**També** es veuen afectats, en gran mesura, les **àrees de connexió**, derivat principalment del desenvolupament de la **xarxa ferroviària**.



# CONCLUSIONS : Aptitud territorial al voltant de les estacions ferroviàries

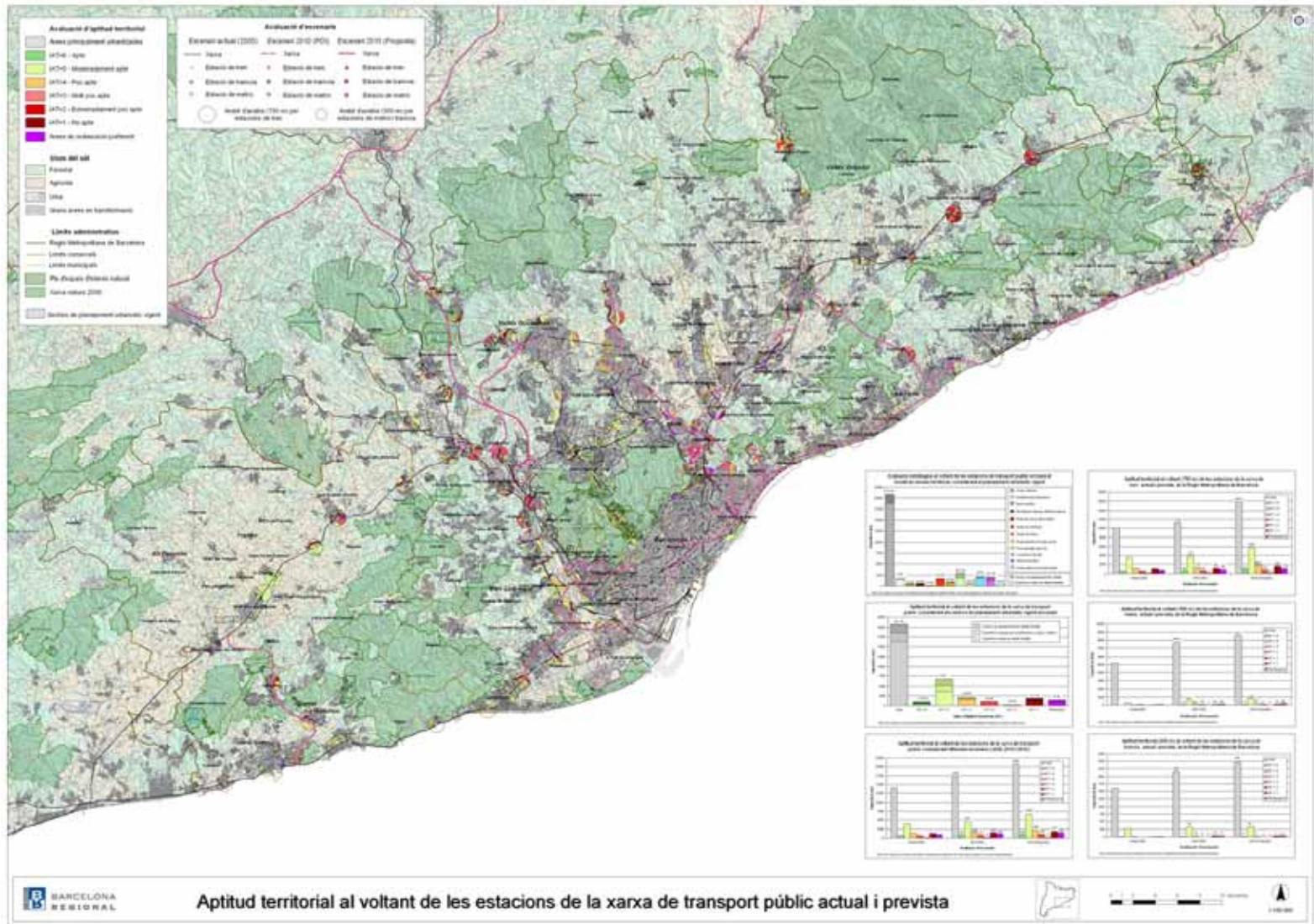
Pel que fa a l'estudi de l'aptitud territorial al voltant de la xarxa ferroviària, podem dir, que s'han detectat **4.077 ha** (descomptant les que ja estan previstes en el planejament urbanístic vigent) **aptes per a l'emplaçament de nous assentaments urbans** compactes i correctament comunicats per la xarxa ferroviària

|                 | Sectors           | Urbanitzacions o<br>Parcs i Jardins | Disponible |          |
|-----------------|-------------------|-------------------------------------|------------|----------|
|                 | superfície ( ha ) |                                     |            | Total    |
| Urbà            | 2109,32           | 2201,05                             | 16389,60   | 20699,98 |
| IAT = 6         | 272,35            | 294,33                              | 422,19     | 988,87   |
| IAT = 5         | 1549,32           | 1457,95                             | 3655,14    | 6662,41  |
| IAT = 4         | 503,39            | 38,38                               | 1591,04    | 2132,81  |
| IAT = 3         | 103,23            | 11,62                               | 931,71     | 1046,56  |
| IAT = 2         | 1,17              | 0,63                                | 153,01     | 154,81   |
| IAT = 1         | 221,32            | 74,81                               | 1530,40    | 1826,53  |
| Restau<br>ració | 168,04            | 120,35                              | 1117,02    | 1405,40  |





## CONCLUSIONS : Aptitud territorial al voltant de les estacions ferroviàries



# CONCLUSIONS

Finalment, el treball presentat demostra la utilitat de les metodologies paramètriques desenvolupades per a l'avaluació ambiental estratègica de plans i programes. Creiem, doncs, que el desenvolupament de criteris i eines d'anàlisi basats en els SIG, com les emprades en el present treball, poden ser de gran utilitat per a una planificació més sostenible del territori.