

ANÀLISI DE LA SOSTENIBILITAT DEL CREIXEMENT URBÀ A ESCALA MEGAREGIONAL EN L'ÀMBIT EURO-MEDITERRANI

Autora: Montserrat Valero

Tutors: Sònia Ambròs (LIGIT)

Francesc Coll (IERMB)

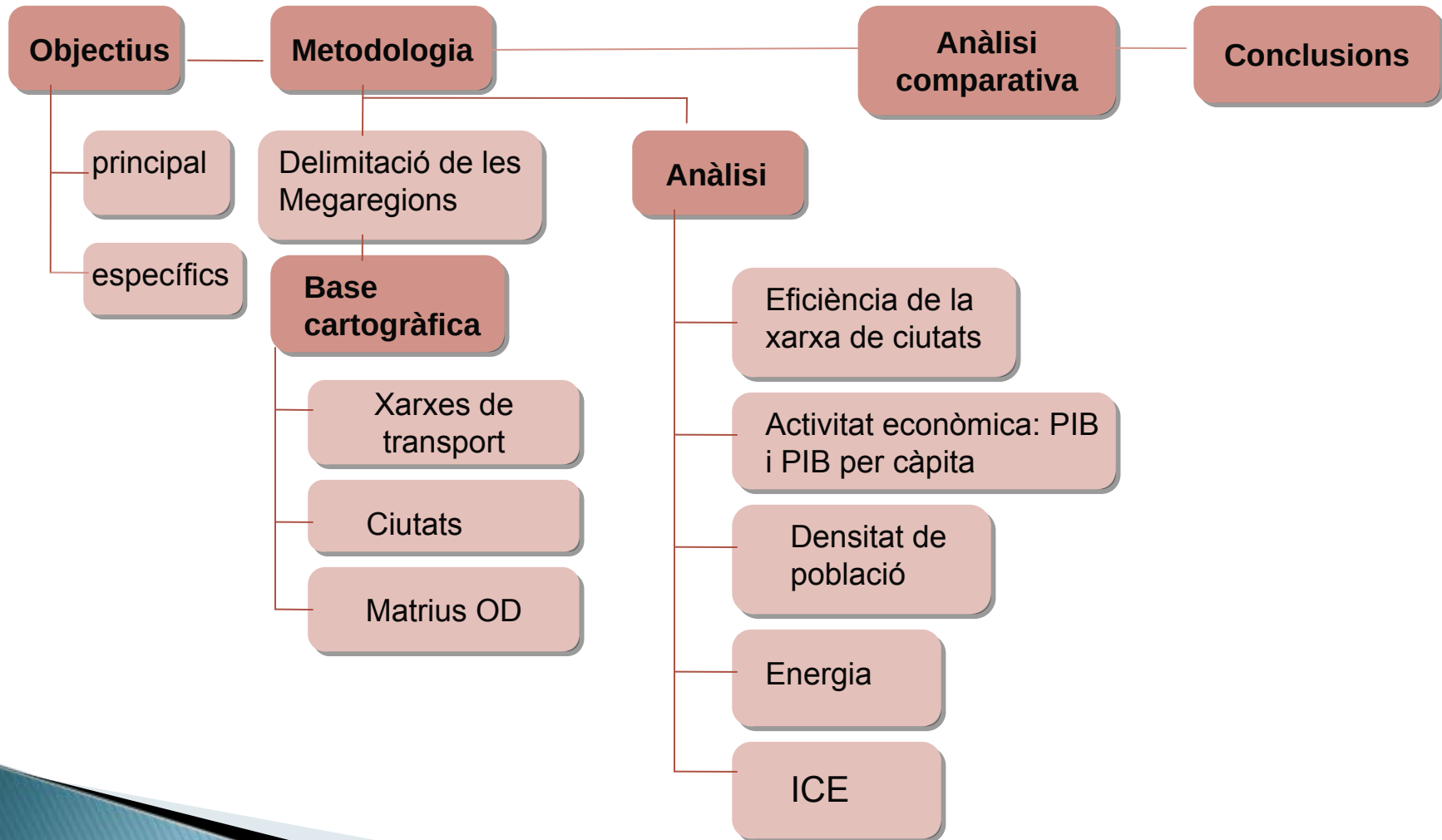
Introducció

- ▶ Projecte final de Màster:
 - Màster en Tecnologies de la Informació Geogràfica. 13 edició
 - Laboratori d'Informació Geogràfica i Teledetecció (LIGIT)
 - Departament de Geografia
 - Universitat Autònoma de Barcelona

Març de 2012.

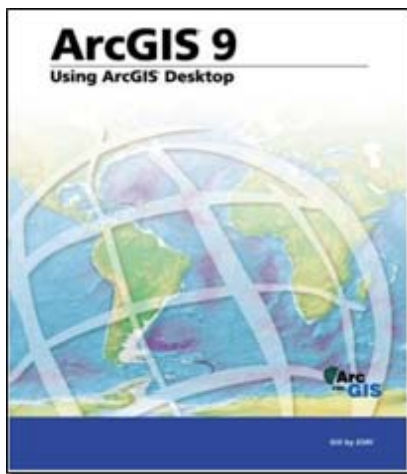
- ▶ Pràctiques realitzades en:
 - l'Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.

Fases del projecte



Programari

Base
cartogràfica



ArcGis 9.3

anàlisi



Excel



Access

1. Objectius

l'anàlisi de la sostenibilitat ambiental com a conseqüència de l'evolució de les xarxes de ciutats cap a Megaregions dins l'àmbit Euro-Mediterrani.

Objectius específics

- ▶ La **delimitació de les Megaregions** a l'àmbit Euro-Mediterrani pels anys 1992 i 2007
- ▶ La creació de la **base cartogràfica**
 - Cartografia de xarxes pels anys 1991-97 i 2005
 - Cartografia de les ciutats majors de 50.000 habitants pels anys 1989-95 i 2010
- ▶ Càlcul de les **distàncies** entre les ciutats d'una Megaregió
- ▶ Aplicació del **càlculs d'eficiència**

Objectius específics

- ▶ **Densitat de població i densitat urbana** de les Megaregions pels anys 1992 i 2007
 - Càlcul de la població de la Megaregió
 - Càlcul de la superfície de la Megaregió
 - Càlcul de la superfície urbana de la Megaregió
- ▶ **Activitat econòmica (PIB i PIB per càpita** de les Megaregions pels anys 1992 i 2007)
- ▶ **Energia**
 - **Consum d'energia primària**
 - **Emissions de CO₂**
- ▶ **Càlcul de l'índex de connectivitat ecològica.**

2. Metodologia

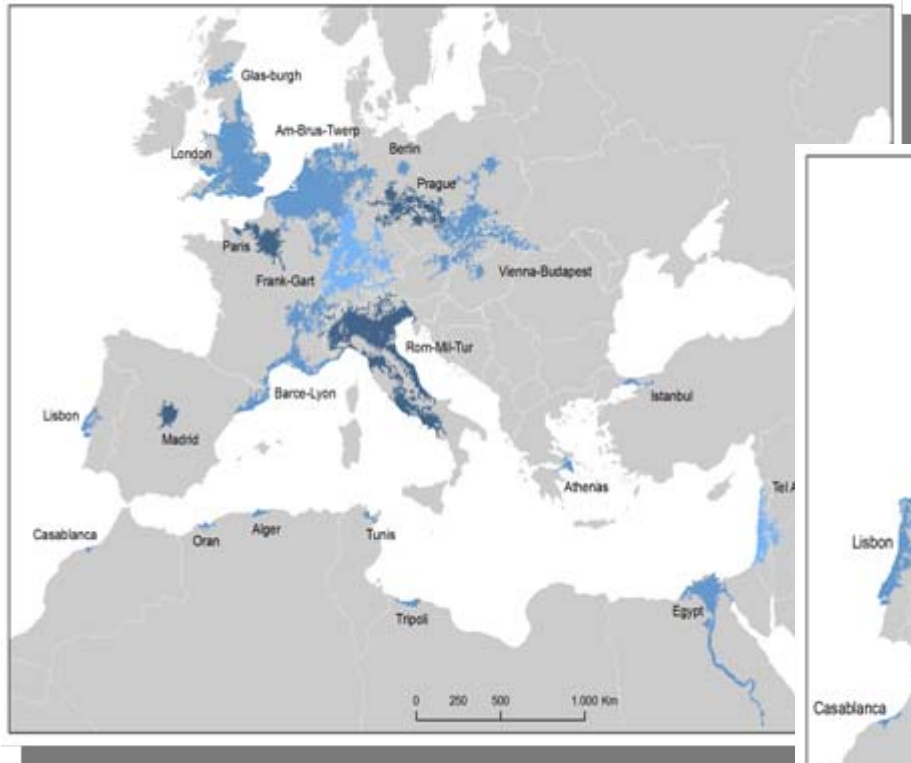
Delimitació de les Megaregions Euro-Mediterrànies

- ▶ **Objectiu:** delimitar les Megaregions (continuïtat de les xarxes urbanes)
- ▶ **Metodologia:** Basat en les teories de Florida et al (2007), el qual utilitza les dades de sensors satel·litaris que capten la llum de la superfície emesa per la terra com a resultat de les activitats humanes.

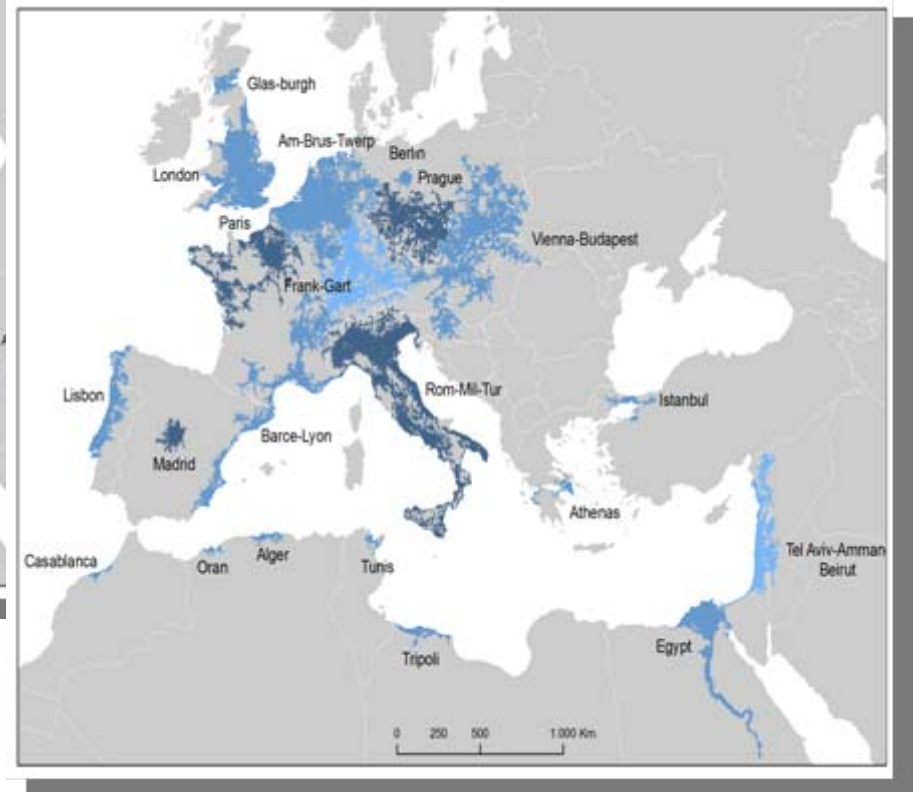


Límits de les Megaregions

Megaregions 1992



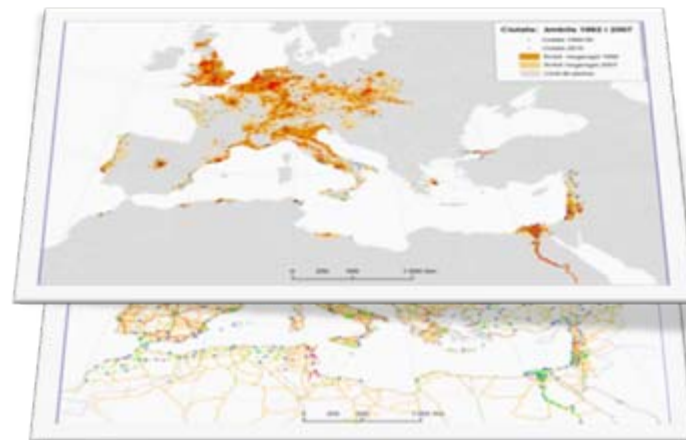
Megaregions 2005



2.1. Base cartogràfica

Xarxes de ciutats

- **L'Objectiu:** d'obtenir l'evolució de les xarxes de ciutats en l'àmbit Euro-Mediterrani per un període de 10 anys, per tal d'analitzar les dinàmiques territorials d'aquestes Megaregions.



- ▶ Les **bases cartogràfiques** creades han estat:
 - Xarxa de transport de l'any 1991-97 i de l'any 2005.
 - Ciutats majors de 50.000 habitants de les Megaregions del nostre àmbit d'estudi, pels anys 1989-95 i 2010.

Les xarxes de transports

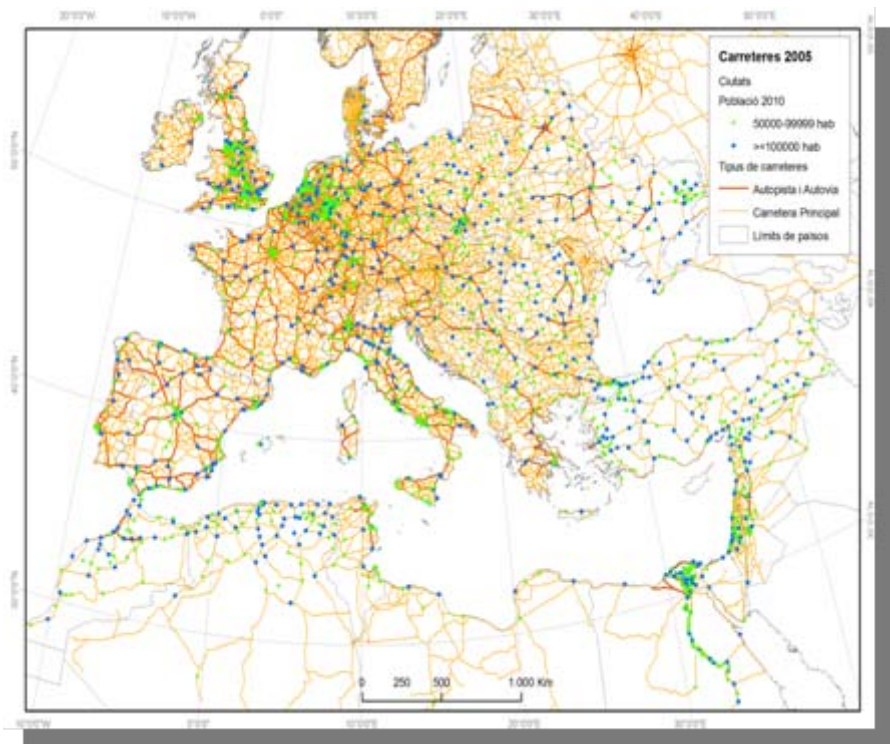
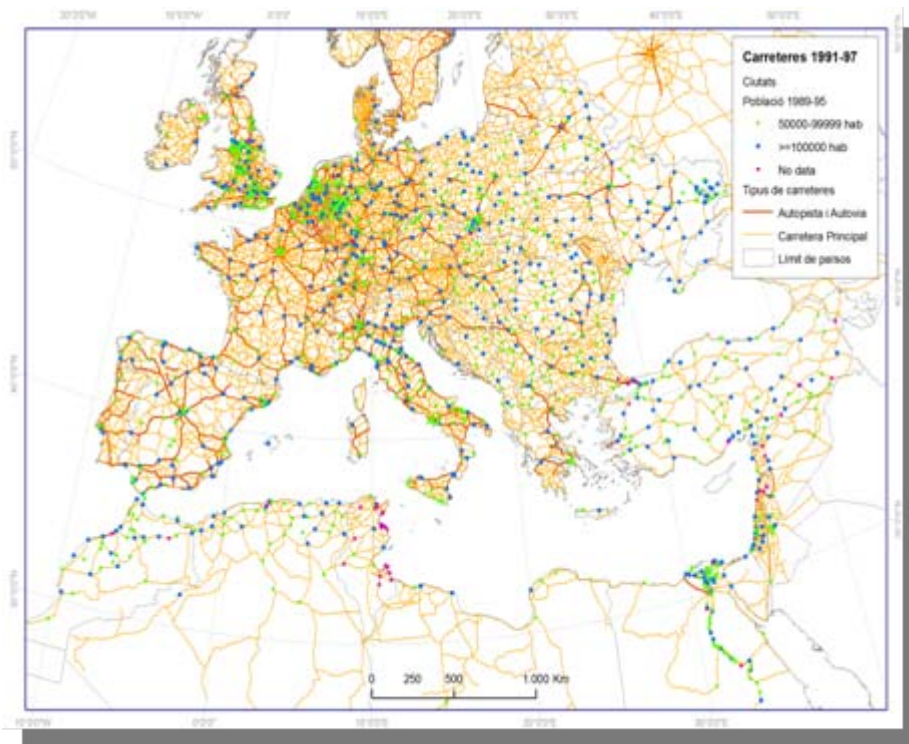
- ▶ **Objectiu:** crear la base cartogràfica de l'evolució de les xarxes de comunicacions
- ▶ **Metodologia:** digitalització a partir de la superposició de capes de dues bases cartogràfiques de diferents anys.
- ▶ **Les fonts** escollides per crear les bases cartogràfiques de les xarxes de transports s'han obtingut a partir de:

EUROPA		
Any base cartogràfica	Metodologia: Carreteres	Metodologia: Ferrocarrils
2005	S'ha obtingut de la font de Trans-tool	High speed: Trans-tool 2005 Convencional Line: Eurostat
1991-97	s'ha obtingut digitalitzant la font de Trans-tool de l'any 2005 a partir de la superposició de capa de la font de l'Eurostat 1991-97 tenint en compte només les categories Mortorway i Dualcarriage way.	S'ha obtingut de la font de l'Eurostat

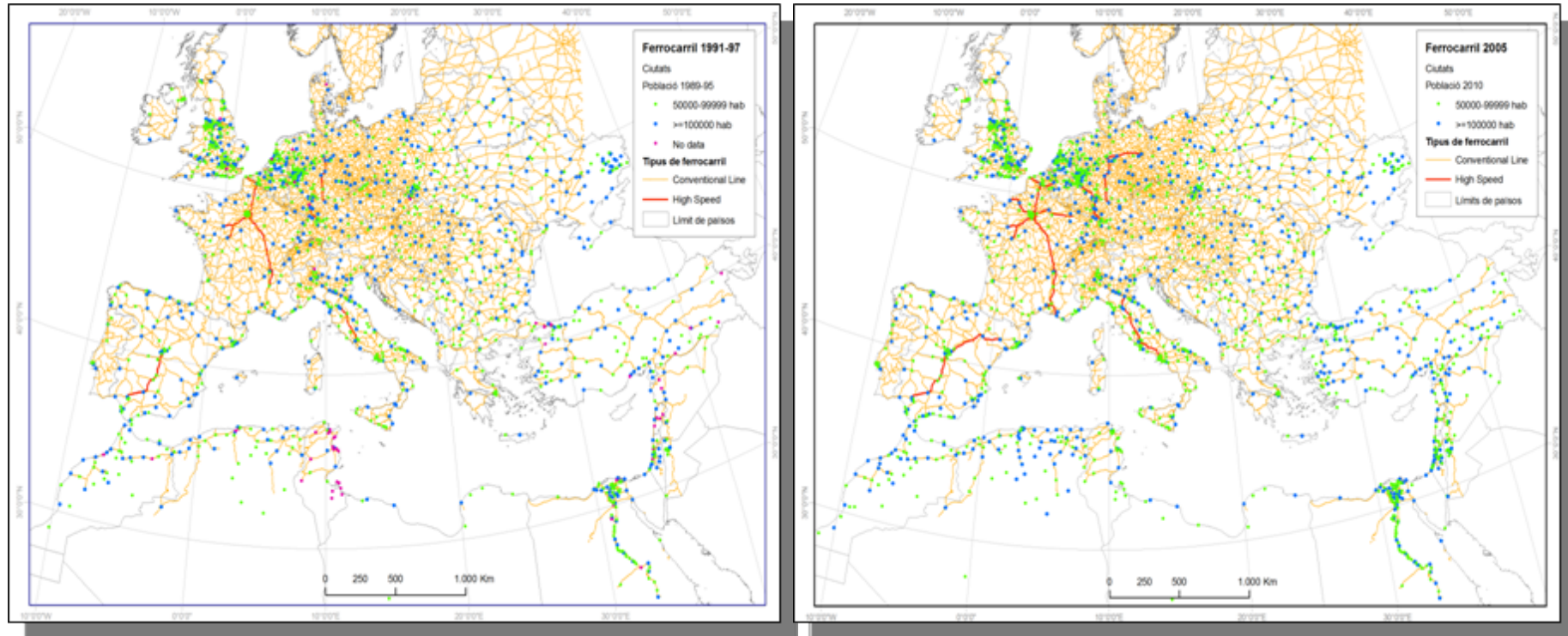
ISRAEL, PALESTINA, JORDÀNIA I LÍBAN		
Any base cartogràfica	Metodologia: Carreteres	Metodologia: Ferrocarrils
1992	Font de l'ESRI de 1992	Els ferrocarrils no han variat des de 1992 fins 2006, per tant s'ha utilitzat la Font d'UNSDI 2001
2006	s'ha obtingut digitalitzant la font d'ESRI de 1992 a partir del visor de World Street Map de 2006	Font d'UNSDI 2001

NORD-ÀFRICA		
Any base cartogràfica	Metodologia: Carreteres	Metodologia: Ferrocarrils
1994	s'ha obtingut digitalitzant la base cartogràfica de la font de l'UNSDI de l'any 2001 a partir de la superposició de capes de la font d'ESRI de 1994.	Els ferrocarrils no han variat des de 1992 fins 2006, per tant s'ha utilitzat la Font d'UNSDI 2001
2006	s'ha obtingut digitalitzant la base cartogràfica de la font de l'UNSDI a partir del visor de World Street Map.	Font d'UNSDI 2001

Mapa de carreteres



Mapa de ferrocarrils



Les ciutats

▶ **Objectiu:**

- Obtenir la base cartogràfica de les ciutats majors de 50.000 habitants de les Megaregions de l'àmbit d'estudi.

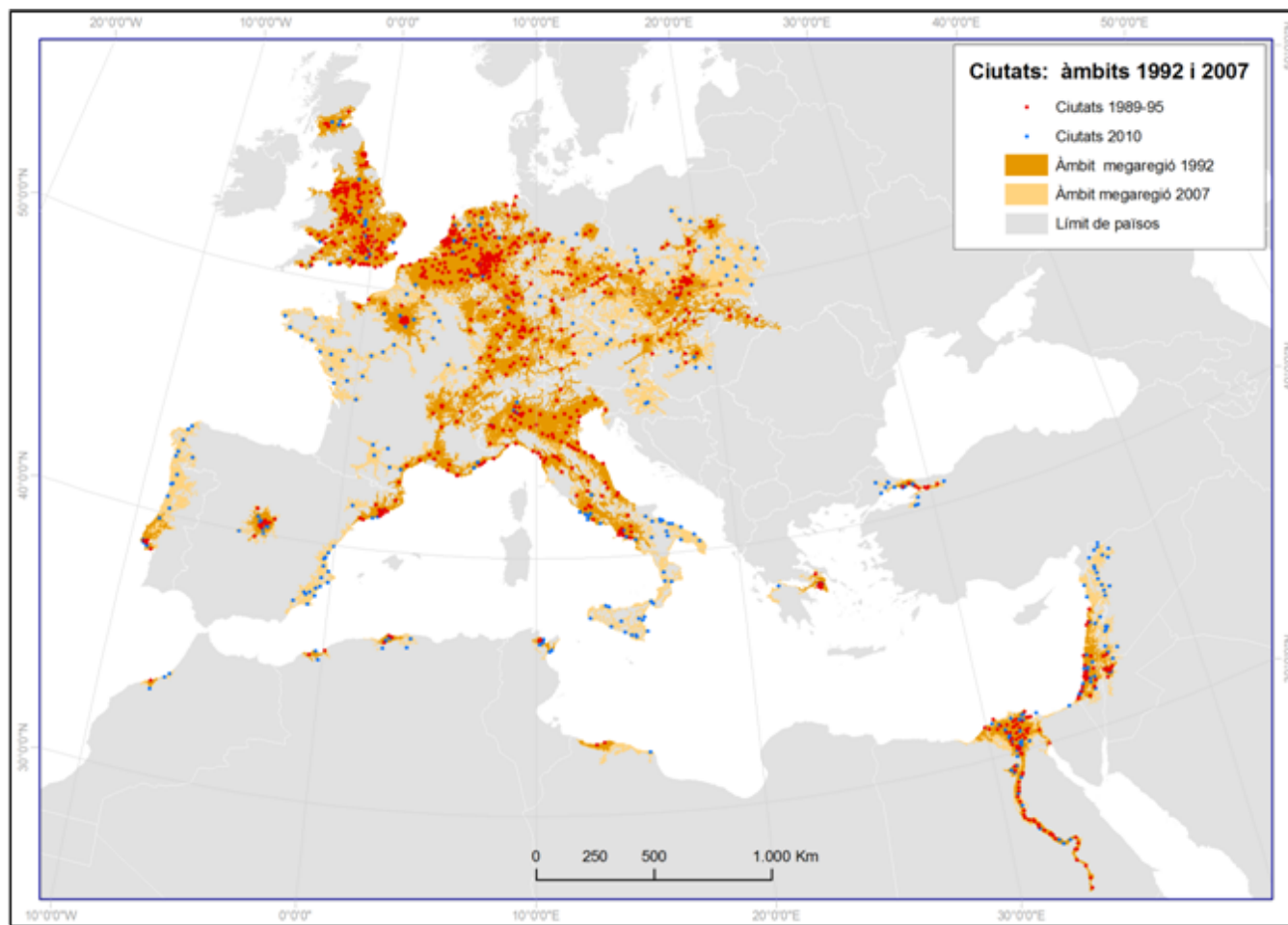
▶ **Metodologia:**

- Descarregar els nodes de les ciutats en Kml i passar-los a shp.
- Afegir, a la taula d'atributs del fitxer, el nombre de la població de les ciutats.

Geobase de dades i projecció

- ▶ Crear la Geodatabase i projectar la base cartogràfica
- ▶ Corregir els errors de la topologia de la base cartogràfica

Mapa de ciutats



Construcció de les matrius OD

▶ **Objectiu:**

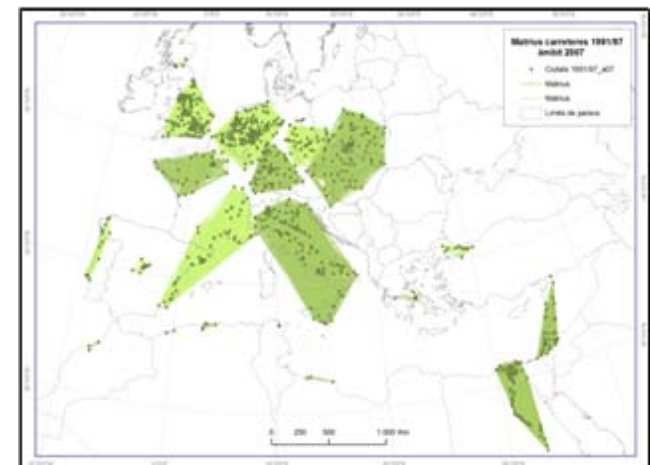
- ▶ Obtenir les distàncies entre les ciutats de cada Megaregió

Ciutats que es troben a menor distància de 10.000 m d'alguna xarxa

- ▶ Obtenir el valor euclidià de totes les connexions d'una Megaregió per calcular el valor normalitzat

▶ **Metodologia:**

Matriu OD amb d'Analyst Network d'ArcGis 9.3



2.2. Anàlisi

Eficiència de la xarxa

► **Eglob, eficiència global de la xarxa de ciutats**

Ens indica l'eficiència global de la xarxa de ciutats que hi ha en una Megaregió. Aquesta eficiència és el promig de la inversa de les distàncies de totes les connexions que hi ha en una Megaregió, tenint en compte totes aquelles connexions de cada node amb la resta de les ciutats de la mateixa Megaregió. Per tant, l'eficiència és inversament proporcional a la distància.

$$E_{\text{glob}}(G) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in G} \frac{1}{d_{ij}}$$

► **L, promig de les distàncies.**

És el promig de les distàncies de la xarxa de ciutats d'una Megaregió.

$$L = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} d_{ij}$$

d_{ij} = distància entre dos nodes

N, Nodes: són el nombre de ciutats que hi ha en cada Megaregió

Eficiència global i valor L

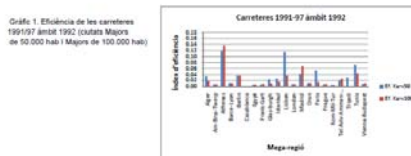
► Objectiu:

- Conèixer l'eficiència dels fluxos de les xarxes de ciutats de les diferents Megaregions.
- Conèixer l'evolució de les xarxes de ciutats.

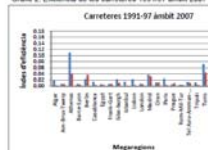
Taula 6. Eficiència de les carreteres 2005 àmbit 2007 (ciutats majors de 50 000 hab.)

Megaregio	Et. Xarx50	Et. Esc50	Normalitzada
Alger	0,0310	0,0411	0,7547
Am-B	0,0075	0,0092	0,8093
Althas	0,0965	0,1267	0,7618
Barce	0,0071	0,0089	0,8029
Berlin	0,0244	0,0281	0,8676
Casab	0,0177	0,0195	0,9070
Egypt	0,0071	0,0099	0,7145
Frank	0,0071	0,0089	0,7913
Glas	0,0235	0,0301	0,7800
Istamb	0,0176	0,0229	0,7609
Lisbon	0,0238	0,0313	0,7612
London	0,0077	0,0096	0,8078
Madrid	0,0331	0,0422	0,7840
Osaka	0,0177	0,0220	0,7989
Paris	0,0246	0,0331	0,7422
Prague	0,0061	0,0078	0,7635
Rom-Mi-Tur	0,0043	0,0054	0,7825
Tel Aviv-Amman-Berut	0,0106	0,0135	0,7600
Tripoli	0,0124	0,0129	0,9590
Tunis	0,0562	0,0640	0,8620
Viena	0,0061	0,0080	0,7716

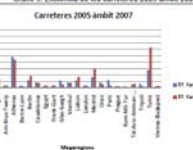
Taula 7. Eficiència de les carreteres 2005 àmbit 2007 (ciutats majors de 100 000 hab.)



Gràfic 2. Eficiència de les carreteres 1991/97 àmbit 2007

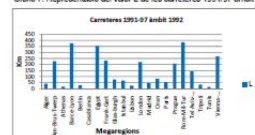


Gràfic 3. Eficiència de les carreteres 2005 àmbit 2007

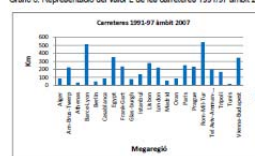
3.3.1.2. Valor de la L
Taula 13. Valor L de les Carreteres

Megaregio	L 1991-97	L 1991-97 a07	L 2005 a07
Alger	41,24	83,31	69,92
Am-Bur-Twerp	226,18	223,73	222,37
Althas	17,57	36,05	33,13
Barce-Lyon	374,58	513,44	514,32
Berlin	27,42	47,65	47,65
Casablanca	0	83,98	73,61
Egypt	353,64	363,65	330,01
Frank-Gart	231,36	234,13	233,05
Glas-burgh	77,06	77,04	82,27
Istanbul	67,63	135,74	134,30
Lisbon	25,07	277,46	249,98
London	220,71	220,51	219,78
Madrid	46,13	50,25	52,68
Osaka	82,68	82,68	65,18
Paris	55,40	252,89	257,03
Prague	205,91	232,48	235,46
Rom-Mi-Tur	384,92	540,98	550,51
Tel Aviv-Amman-Berut	142,61	200,31	265,13
Tripoli	34,89	169,48	169,48
Tunis	15,31	15,38	40,027
Viena-Budapest	269,25	345,69	353,26

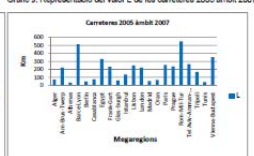
Gràfic 7. Representació del valor L de les carreteres 1991/97 àmbit 1992



Gràfic 8. Representació del valor L de les carreteres 1991/97 àmbit 2007

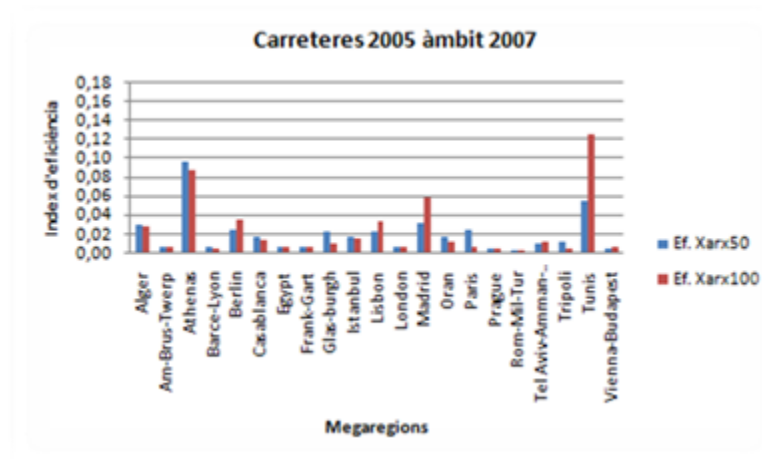
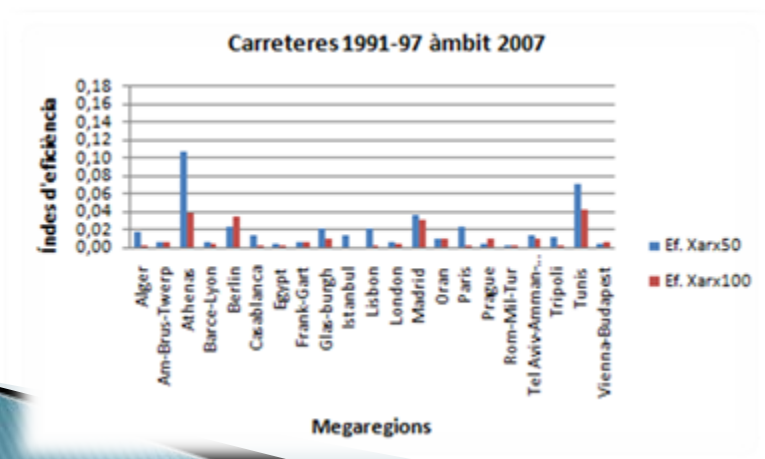


Gràfic 9. Representació del valor L de les carreteres 2005 àmbit 2007



Resultats

- ▶ Com més compacta és una Megaregió més eficient és la xarxa de les seves ciutats.
- ▶ L'eficiència de les Megaregions d'Europa estan més estancades que la d'Àfrica i Mig Orient.
- ▶ Hi ha més eficiència tenint en compte les ciutats majors de 50.000 hab que tenint només en compte les de 100.000 hab.
- ▶ Hi ha més eficiència amb la xarxa de carretera que amb la xarxa de ferrocarril.

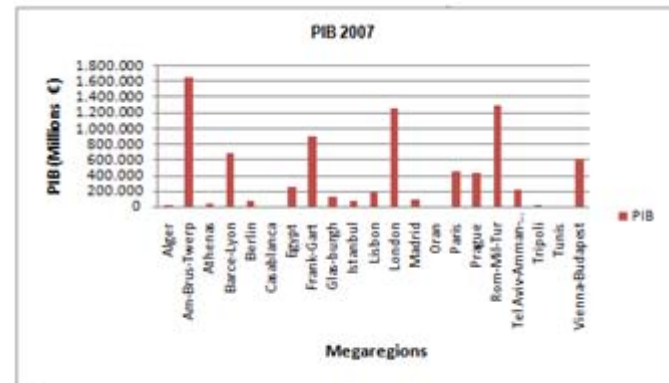
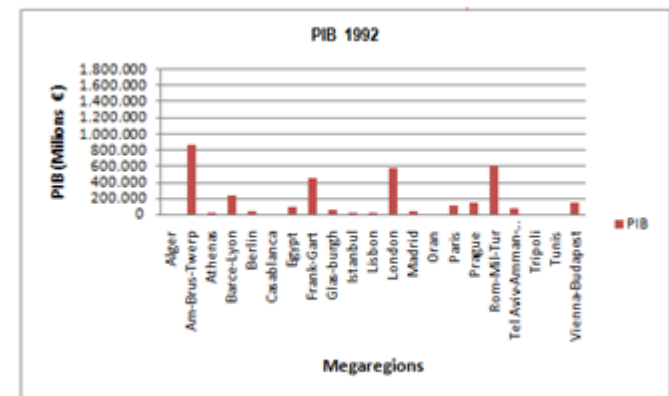


Activitat econòmica:

PIB de les Megaregions

- **El PIB de 1992 i 2005:** s'obté calculant el quocient del PIB que pertany a la Megaregió amb respecte el país sencer.

Megaregió	PIB 1992 (Millions €)	PIB 2007 (Millions €)
Alger	5.113,84	17.921,41
Am-Brus-Twerp	868.980,62	1.656.520,15
Athenas	23.378,55	47.215,82
Barce-Lyon	235.899,06	680.399,20
Berlin	36.227,00	68.139,86
Casablanca	4.467,62	11.347,67
Egypt	89.179,61	258.805,45
Frank-Gart	446.536,81	905.699,83
Glas-burgh	61.623,38	123.794,18
Istanbul	18.809,22	75.981,08
Lisbon	24.067,39	175.856,47
London	569.828,16	1.257.631,48
Madrid	38.559,61	100.351,58
Oran	1.573,58	3.361,63
Paris	117.347,90	454.814,70
Prague	139.071,55	441.263,49
Rom-Mil-Tur	588.317,74	1.291.433,37
Tel Aviv-Amman-Beirut	65.311,45	216.284,07
Tripoli	No data	21.659,75
Tunis	4.438,02	9.898,00
Vienna-Budapest	151.585,33	606.135,05



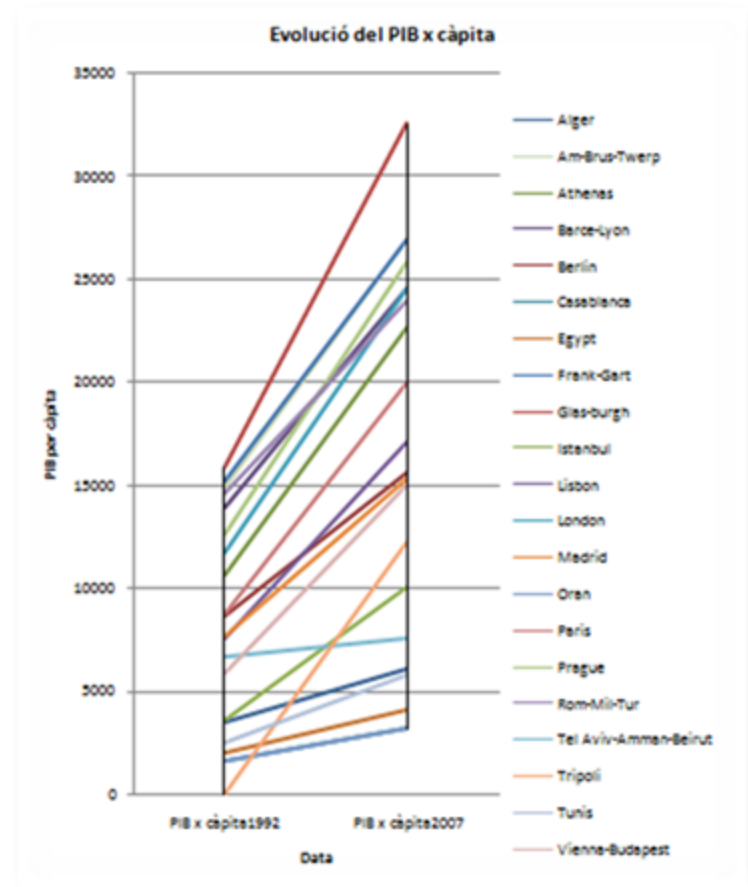
PIB per càpita de les Megaregions

► El PIB per càpita:

PIB Megaregió/ població Megaregió.

Resultats

- Les principals Megaregions d'Europa tenen major PIB per càpita.
- El PIB per càpita de les Megaregions d'Àfrica augmenten més que no pas les principals Megaregions d'Europa.



Població i densitat de la població

- ▶ **La població de la Megaregió:** s'obté calculant el quoficient de la població que pertany a la Megaregió amb respecte el país sencer.

Quoficient calculat a partir de les llums nocturnes dels satèl·lits

- ▶ **Densitat de població de cada Megaregió:**

superfície Megaregió/ població Megaregió

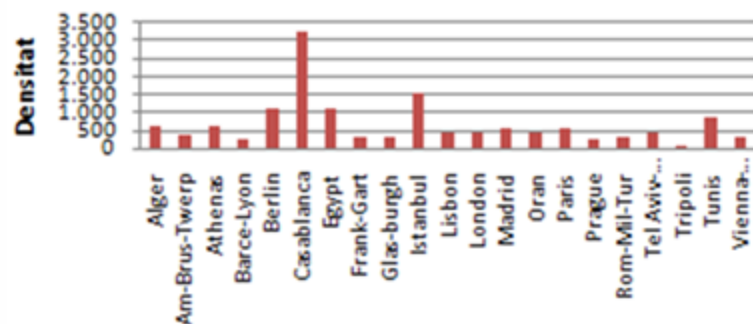
Resultats

- ▶ Les Megaregions de menor mida tenen una major densitat de població.
- ▶ Les Megaregions tenen menor densitat en l'any 2007 que en 1992, perquè en 2007 les Megaregions augmenten de mida.

Megaregió	Densitat 1992	Densitat 2007
Alger	663,76	551,66
Am-Brus-Twerp	423,14	388,82
Athenas	648,47	320,79
Barce-Lyon	321,72	274,83
Berlin	1.116,59	868,89
Casablanca	3.286,42	1.475,03
Egypt	1.162,71	1.139,52
Frank-Gart	390,50	317,79
Glas-burgh	390,93	363,56
Istanbul	1.549,52	904,28
Lisbon	503,96	281,50
London	480,85	490,22
Madrid	584,88	479,24
Oran	498,96	420,25
Paris	608,25	274,94
Prague	294,85	196,21
Rom-Mil-Tur	348,55	296,71
Tel Aviv-Amman-Beirut	469,28	539,78
Tripoli	125,82	191,55
Tunis	906,03	501,57
Vienna-Budapest	339,65	219,17

Densitat de població

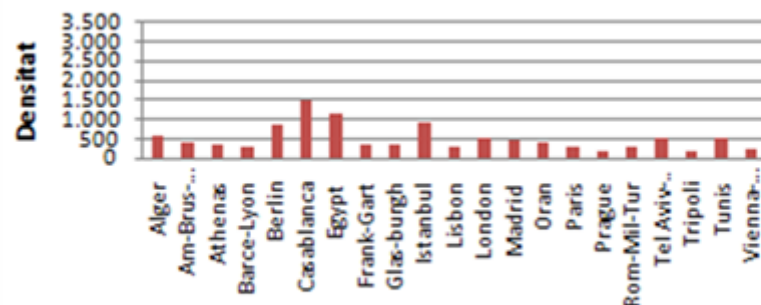
Densitat 1992



■ Densitat 1992

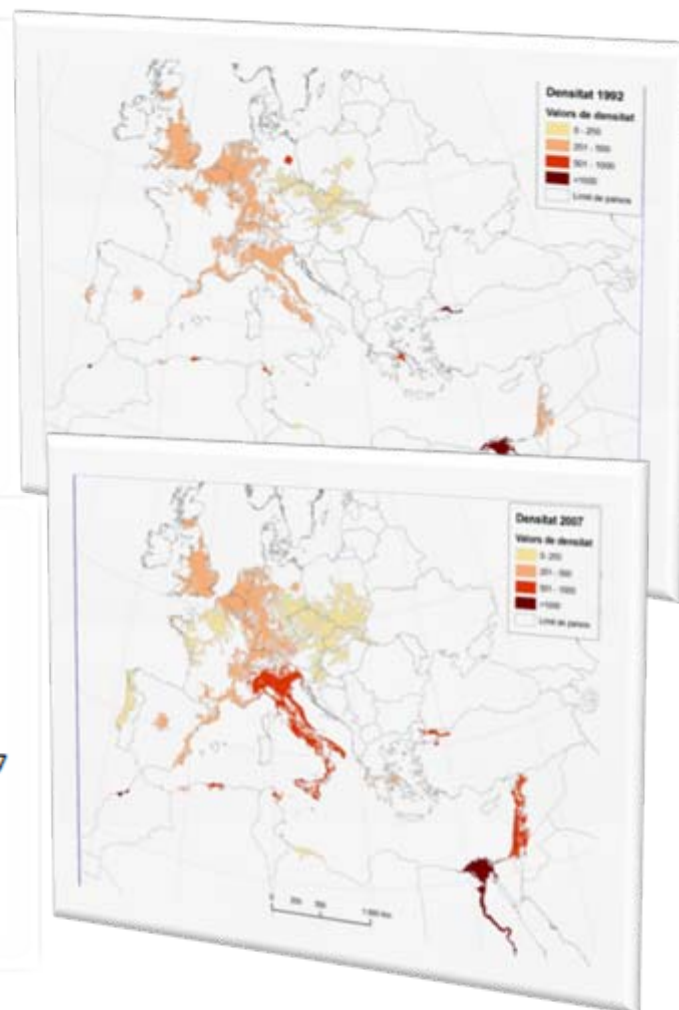
Megaregions

Densitat 2007



■ Densitat 2007

Megaregions



Densitat Urbana

► Densitat urbana:

Població total de la Megaregió/ l'àrea urbana de la Megaregió

Metodologia per trobar l'àrea urbana d'una Megaregió: suma del ràster d'usos del sòl amb ràster de les Megaregions.



Megaregió	Any 2006		Població Megaregió	Densitat urbana
	Àrea Megaregió (km ²)	Àrea urbana (km ²)		
Am-Brus-Twerp	158.272	22.243	61.538.701	2.766,65
Barce-Lyon	101.101	9.104	27.786.165	3.052,08
Berlin	5.024	1.190	4.365.377	3.668,38
Frank-Gart	105.913	9.280	33.658.373	3.626,97
Lisbon	36.587	2.661	10.299.324	3.870,47
Madrid	13.684	1.175	6.557.984	5.581,26
Paris	82.829	8.751	22.772.995	2.602,33
Prague	87.222	7.722	17.113.412	2.216,18
Rom-Mil-Tur	181.683	13.106	53.906.835	4.113,14
Vienna-Budapest	183.892	15.201	40.303.526	2.651,37

Megaregió	Any 1992		Població Megaregió	Densitat urbana
	Àrea Megaregió (km ²)	Àrea urbana (km ²)		
Am-Brus-Twerp	137.407	19.002	58.142.150	3.059,72
Barce-Lyon	52.552	5.283	16.907.197	3.200,07
Berlin	3.754	1.003	4.192.040	4.178,21
Frank-Gart	75.303	7.145	29.405.488	4.115,66
Lisbon	6.306	574	3.178.050	5.539,08
Madrid	8.663	609	5.066.866	8.323,80
Paris	22.156	3.369	13.476.295	3.999,81
Prague	37.269	4.097	10.989.033	2.682,11
Rom-Mil-Tur	115.655	9.414	40.311.346	4.282,07
Vienna-Budapest	75.628	8.150	25.687.242	3.151,94

Consum d'energia primària i emissions de CO₂

- **Metodologia:** basat en les dades que proporciona el sensor satel·litari DMSP-OL.

A partir dels valors de consum energètic es poden estimar les emissions de CO₂. Per fer-ho, es multiplica el consum d'energia primària (PEC) per un coeficient que depèn del mix energètic de cada país.

Resultats

- Les Megaregions d'Europa emeten més CO₂ i consumeixen més energia que la resta. Sobretot aquelles Megaregions més desenvolupades econòmicament.

Any	1992		2007	
Megaregió	CO ₂	CEP	CO ₂	CEP
Alger	4,6	77.548.955	9,4	157.627.504
Am-Brus-Twerp	638,7	11.341.491.698	699,0	13.294.613.570
Athenas	16,6	224.203.183	21,9	315.716.788
Barce-Lyon	107,5	2.698.709.022	201,4	5.082.299.836
Berlin	24,4	404.533.913	25,2	456.348.401
Casablanca	2,7	38.625.469	4,4	68.000.088
Egypt	74,4	1.193.731.284	139,8	2.489.588.675
Frank-Gart	259,7	4.833.450.255	292,7	5.923.670.487
Glas-burgh	46,6	791.543.962	42,9	749.164.744
Istanbul	12,3	199.552.452	29,0	480.291.752
Lisbon	12,2	204.673.966	58,0	1.112.457.848
London	431,1	7.319.364.998	435,4	7.610.803.320
Madrid	21,5	386.373.077	36,1	658.831.153
Oran	3,3	54.726.916	3,6	61.172.897
Paris	52,6	1.423.373.419	121,5	3.391.041.930
Prague	113,1	1.814.550.176	189,3	3.269.069.997
Rom-Mil-Tur	292,1	5.144.751.542	419,4	7.689.597.102
Tel Aviv-Amman-Beirut	50,8	723.386.936	120,9	1.790.262.415
Tripoli	3,5	49.867.221	16,6	247.521.805
Tunis	2,8	43.558.339	3,6	59.774.752
Vienna-Budapest	216,2	3.171.022.874	296,7	5.068.863.975

Index de Connectivitat Ecològica

► Índex de connectivitat

$$ICE_b = 10 - 9 (\ln (1 + x_i) / \ln (1 + x_t))^3$$

On x_t és el valor màxim teòric d'un model de distància de costos, calculat per classe d'àrea ecològica funcional. S'utilitza la representació node/connexió, on el centre de cada cel·la (p_i) es considera un *node* connectat a les cel·les adjacents. La matriu d'impedància (X_i) que requereix el model es calcula a partir d'una matriu d'afinitat respecte als usos del sòl (X_A) i l'afectació de barreres antropogèniques en l'espai circumdant (X_B).

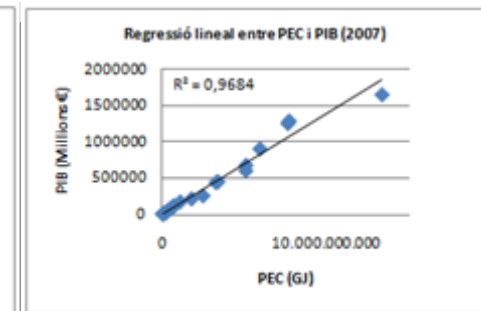
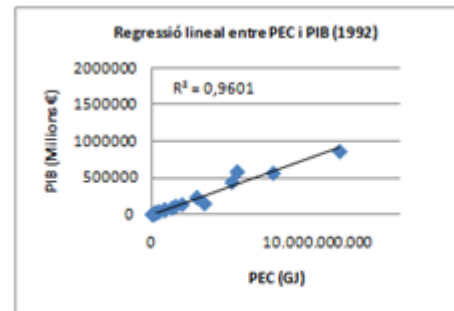
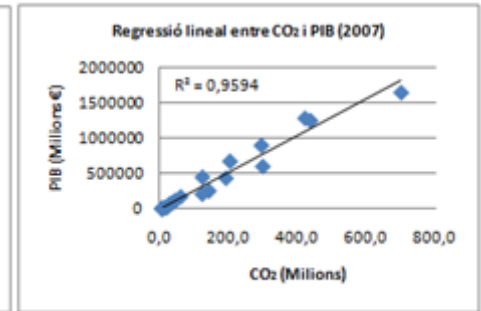
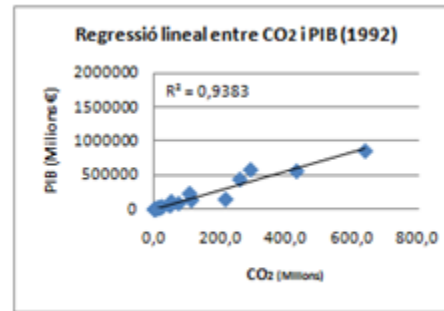
Resultats:

- Les Megaregions d'Am-Brus-Twerp i Berlin són les que tenen pitjor índex de connectivitat ecològica, perquè són les que tenen major sòl urbà.

Megaregió	1990	2000	2006
Am-Brus-Twerp	5,575	5,771	5,724
Barce-Lyon	6,945	7,044	6,795
Berlin	5,620	5,825	5,899
Frank-Gart	7,055	7,335	7,302
Lisbon	6,656	7,868	7,821
Madrid	6,390	6,250	6,096
Paris	6,235	6,359	6,055
Prague	6,484	6,913	6,853
Rom-Mil-Tur	6,056	6,456	6,398
Vienna-Budapest	6,555	6,998	6,901

3. Anàlisi Comparativa

- Aquelles Megaregions més desenvolupades i amb un major PIB, consumeixen més energia i emeten més CO₂.
- Com més augmenta el PIB d'una Megaregió més augmenta el consum d'energia primària i les emissions de CO₂.



Conclusions

- ▶ L'eficiència de la xarxa de ciutats d'una Megaregió és més alta com més compacta és la Megaregió.
- ▶ L'eficiència de les xarxes de ciutats està augmentant en aquelles Megaregions emergent, com són les proto-Megaregions d'Àfrica i la Megaregió de Tel Aviv-Amman-Beirut en Mig Orient.
- ▶ Aquelles Megaregions que consumeixen més energia i emeten més CO₂ són aquelles que tenen un valor del PIB més elevat.
- ▶ Les causes de què una Megaregió tingui major consum d'energia primària i més emissions de CO₂ no només és causat per un major nombre d'habitants, sinó que també juga un paper molt important el tipus d'activitat econòmica.
- ▶ Cal crear mesures perquè un major desenvolupament econòmic no hagi de comportar, necessàriament, un major impacte mediambiental.

MOLTES GRÀCIES