

XARXA DE CIUTATS

**El territori com a sistema: Implicacions per a un model de
desenvolupament sostenible**

Actuació 3.1.2

Desembre 2016

Estudi encarregat per:
Àrea Metropolitana de Barcelona



Redacció:
Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona (IERMB).



Direcció:
Joan Marull

Coordinació:
Elena Domene

Redacció:
Claudio Cattaneo
Elena Domene
Marta García
Joan Marull

Suport tècnic:
Francesc Coll (Servei Cartogràfic)
Jordi Llobet (Servei Informàtic)
Manel Pons (Servei Estadístic)
Elisabet Queralta (Servei Tècnic)
Núria Ruíz (Servei Estadístic)
Alicia Sánchez (Servei Estadístic)

Índex de continguts

Índex de continguts	3
1 Introducció i objectius	5
2 Indicadors de desenvolupament sostenible	8
3 Metodologia	17
3.1 Marc espacial i temporal, i fonts de dades	17
3.2 Selecció d'indicadors	21
4 Seguiment i avaluació dels indicadors	24
4.1 Escala megaregionals.....	24
4.1.1 Dinàmiques temporals.....	24
4.1.2 Relació entre els indicadors econòmics, socials i ambientals.....	35
4.1.3 Comparativa de la megaregió de Barcelona-Lió en relació a les altres megaregions.....	39
4.2 Escala metropolitana	42
4.2.1 Dinàmiques temporals.....	44
4.2.2 Relació entre els indicadors econòmics, socials i ambientals.....	78
4.2.3 Comparativa de la metròpolis de Barcelona amb la resta d'àrees metropolitanes	94
5 Conclusions	104
6 Referències bibliogràfiques	113
7 Annex metodològic	116
7.1.1 Índexs de desenvolupament més enllà del PIB	116
7.1.2 Taula de correspondències entre les unitats administratives NUTS 0, NUTS 3 i LAU	131
7.1.3 Llistat de referències bibliogràfiques d'aplicacions de llums nocturnes en estudis urbans amb una component socioambiental	133
7.1.4 Preparació de la base de dades a partir de sensors satel·litaris	134
7.1.5 Definició de les àrees metropolitanes (escala FUA)	136

1 Introducció i objectius

“As the world continues to urbanize, sustainable development challenges will be increasingly concentrated in cities” (UN, 2014).

En juliol de 2014 Nacions Unides anunciava que per primer cop més del 50% de la població mundial (un 54%) vivia en àrees urbanes, i la previsió era que augmentaria al 66% l'any 2050 (altres 2,5 milions de població urbana)¹. El continent europeu representa al voltant d'un 14% de la població urbana mundial (2014), mentre que la UE28 representa un 7% (2015)².

Les ciutats són motors importants de desenvolupament, ja que concentren la major part de l'activitat econòmica nacional, el comerç i el transport, i proporcionen enllaços crucials amb les zones rurals i amb altres ciutats. La vida urbana sovint s'associa amb nivells més elevats d'alfabetització i d'educació, major accés als serveis socials, i més oportunitats per a la participació cultural i política³. Tanmateix, el procés d'urbanització s'ha associat històricament amb altres transformacions econòmiques i socials importants, que han portat a una mobilitat geogràfica més intensa, major esperança de vida i l'envelliment de la població, així com a importants canvis a nivell socioambiental.

El desenvolupament dels sistemes urbans es fonamenta en una major eficiència energètica i de la xarxa de transport, el que incrementa l'aparició de dinàmiques socioeconòmiques que, al seu torn, incideixen en els processos ecològics i afecten el canvi global. Xarxes de ciutats més compactes i basades en economies del coneixement resulten més eficients en el consum de recursos i disminueixen l'entropia del sistema urbà, manifestada en una menor emissió per càpita de gasos d'efecte hivernacle i un menor impacte en el paisatge.

Així, el paradigma de les xarxes de ciutats suggereix implícitament estendre l'objecte d'anàlisi més enllà de les ciutats, abastant les respectives àrees metropolitanes. La importància d'aquest canvi d'escala és fonamental per ajudar a aconseguir resultats positius en termes d'eficiència econòmica i, probablement, de cohesió social i de qualitat ambiental.

El paradigma de les xarxes de ciutats

Les ciutats no són elements aïllats, sinó que es connecten entre si per formar sistemes i xarxes. Tradicionalment, els sistemes urbans s'han estudiat des d'un punt de vista jeràrquic⁴. D'acord amb aquesta aproximació, les dimensions urbanes reflectirien l'existència d'una jerarquia de béns i serveis, el que expressaria la mida del mercat. No obstant això, estudis posteriors han

¹ UN (2014).

² EU (2016).

³ UN (2014).

⁴ Christaller (1933).

demonstrat que algunes estructures urbanes són una barreja d'estructures jeràrquiques (verticals) i no jeràrquiques (horitzontals), en forma de 'xarxes de ciutats'⁵.

Les xarxes de ciutats s'han definit com un conjunt de relacions funcionals entre centres complementaris o similars, relacions que permeten l'aparició d'economies d'especialització (divisió del treball) o d'economies de sinergia (cooperació i innovació)⁶. En aquestes xarxes, les ciutats es beneficien dels avantatges econòmics que se'n deriven, no només de la seva pròpia dimensió urbana, sinó també de l'eficiència de tota la xarxa de relacions.

La globalització està fent evident la creixent interdependència de les xarxes socials, econòmiques i ambientals. El resultat és que les dimensions espacials que expliquen els processos més rellevants pel benestar de les persones no estan contingudes dins dels límits administratius tradicionals. Cada vegada més, la unitat geogràfica més apropiada d'organització social i de coordinació econòmica no és la ciutat, sinó que ho és l'àrea metropolitana i fins i tot la xarxa de ciutats que configura una 'megaregió'⁷.

Les megaregions són unitats econòmiques emergents, formades per centres metropolitans i les seves àrees d'influència⁸, resultat de la concentració de centres d'innovació, producció i consum⁹, que sobrepassen l'escala metropolitana. Una megaregió és, per tant, una aglomeració policèntrica de ciutats i del seu entorn menys dens. Aquestes representen una nova unitat funcional d'anàlisi que emergeix de l'expansió d'àrees metropolitanes, que no únicament augmenten la seva dimensió i es fan més denses, sinó que també creixen més enllà, unint-se amb altres metròpolis.

Encara que el desenvolupament de les xarxes de ciutats està fonamentat en la teoria de les economies d'aglomeració, i es focalitza l'atenció en el seu creixement econòmic, els processos sociometabòlics que se'n deriven poden accelerar el canvi global¹⁰.

Els beneficis potencials d'aquests sistemes de ciutats policèntrics no només són de natura econòmica, sinó que l'aglomeració urbana també pot aportar avantatges en termes de sostenibilitat ambiental i benestar social¹¹. Per tant, no ha de sorprendre que planificadors i polítics a tots els nivells administratius d'Europa hagin començat a desenvolupar polítiques per a recollir aquests pretesos beneficis del policentrisme¹².

⁵ Boix i Trullén (2007).

⁶ Pred (1977).

⁷ Ross (2009)

⁸ Florida (2008)

⁹ Florida et al. (2007)

¹⁰ Graz et al. (2008)

¹¹ Glaeser (2011)

¹² Vandermotten et al. (2008)

Barcelona i la seva metròpolis no han estat alienes a aquest interès^{13,14}. No obstant, les administracions competents i els processos de governança han tingut un èxit encara limitat en respondre als reptes de la sostenibilitat urbana a escala d'àrea metropolitana, i molt menys a escala megaregional.¹⁵

Des d'aquest punt de vista, l'estudi del procés de desenvolupament econòmic i de creació de riquesa, així com d'altres fenòmens socials i ambientals que se'n deriven, realitzat només a través de dades de la ciutat o del país, pot ser inadequat.

A part del tema de l'unitat d'anàlisi, també s'ha donat un reconeixement internacional de la necessitat de treballar amb indicadors de desenvolupament que siguin més inclusius –p.e. que el PIB- pel que fa als aspectes socials i ambientals del progrés, és a dir, que incorporin les diferents dimensions de la sostenibilitat: econòmica, social i ambiental.

Els indicadors econòmics com el PIB no van ser dissenyats per ser mesures integrals de la prosperitat i el benestar, i es necessiten indicadors adequats per a fer front als desafiaments globals del segle XXI, com el canvi climàtic, la pobresa, la desigualtat, l'esgotament de recursos, i la millora generalitzada de la salut i la qualitat de vida.

Els objectius d'aquest treball

L'objectiu general del present estudi és analitzar la relació entre variables socioeconòmiques, socioambientals i de forma urbana, a nivell de xarxes de ciutats (megaregions europees i les principals àrees metropolitanes que les encapçalen), el que hauria de permetre identificar factors estratègics per a un model de desenvolupament més sostenible.

Els objectius específics del treball són:

- i) Caracteritzar, en base a una sèrie d'indicadors de sostenibilitat, les megaregions europees i les principals àrees metropolitanes que les formen;
- ii) Analitzar els canvis socioeconòmics i socioambientals de les principals megaregions i àrees metropolitanes en els darrers vint anys;
- iii) Determinar les variables que han condicionat el desenvolupament d'aquestes xarxes de ciutats i desenvolupar una sèrie de models estadístics i matemàtics, que permetin analitzar, comprendre i difondre les relacions existents entre les dimensions social, econòmica i ambiental del desenvolupament urbà sostenible;
- iv) Identificar els factors estratègics per a un desenvolupament urbà sostenible de la metròpoli de Barcelona en el context del sistema europeu de ciutats.

¹³ Trullén et al. (2010)

¹⁴ Marull et al. (2013)

¹⁵ Wheeler, S. (2009)

2 Indicadors de desenvolupament sostenible

Disposar d'informació sistemàtica sobre la marxa de les economies és essencials per al disseny de les polítiques econòmiques, socials i ambientals. El Producte Interior Brut (PIB), una de les magnituds de la Comptabilitat Nacional més utilitzades per a mesurar el progrés de l'economia, mesura el valor de mercat dels béns i serveis finals produïts en un territori durant un període de temps determinat (un any). El nivell i ritme de creixement del PIB per càpita determina, en bona mesura, els recursos econòmics de què disposa una societat per gastar en sanitat, habitatges, educació o alimentació, així com per alleujar la pobresa, millorar el transport o combatre la contaminació. Per tot això, el PIB per càpita s'ha interpretat tradicionalment com una mesura aproximada del benestar d'una societat. A més, en disposar de mesuraments harmonitzats del PIB amb un extens abast temporal i geogràfic es poden fer comparacions, sense les quals qualsevol mesura del benestar resultaria difícilment interpretable.

Tanmateix, la relació entre el PIB per càpita i les altres components del benestar econòmic, social i ambiental no és directa ni immediata. Aquesta qüestió, que ha estat debatuda des dels orígens del mesurament del PIB, va tornar a tenir rellevància amb la crisi econòmica iniciada l'any 2008 i amb la fallida de la Cimera del Clima de Copenhague de 2009 d'aconseguir un acord internacional vinculant per reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) de l'economia global. A finals de 2009, la publicació de l'anomenat Informe Stiglitz-Sen-Fitoussi va contribuir a donar visibilitat al debat, recollint les principals deficiències del PIB i indicadors associats – Renda Nacional Bruta (RNB), i Renda Nacional Neta (RNN) – com a mesura de progrés i benestar social. L'RNB mesura els ingressos obtinguts pels residents d'un país, siguin generats al territori nacional o a l'estranger. L'RNN descompta la depreciació de la RNB.

Hi ha un reconeixement internacional de la necessitat de treballar amb indicadors de desenvolupament que, a banda de ser clars i atractius com el PIB, siguin més inclusius pel que fa als aspectes socials i ambientals del progrés, és a dir, que incorporin les tres dimensions de la sostenibilitat: l'econòmica, la social i l'ambiental. Els indicadors econòmics com el PIB no van ser dissenyats per ser mesures integrals de la prosperitat i el benestar social, i es necessiten indicadors adequats per mesurar el nivell de sostenibilitat ambiental i social de la marxa de les economies globals i així fer front als desafiaments del segle XXI, com el canvi climàtic, la pobresa, la desigualtat, l'esgotament dels recursos naturals no renovables dels que depèn el sistema econòmic, i la millora generalitzada de la salut i la qualitat de vida de la població mundial.

A continuació es fa un repàs d'una selecció dels índexs “més enllà del PIB”. S'han seleccionat els indicadors revisats en Pillarissetti i van den Bergh (2013) i van den Bergh i Antal (2014) que figuren, tots ells, a la iniciativa *Beyond GDP* (“Més enllà del PIB”) del Departament de Medi Ambient de la Comissió Europea¹⁶. A més, s'han inclòs d'altres que es consideren rellevants i

¹⁶ Tota la informació sobre la iniciativa Europea “Beyond GDP,” inclòs el recull de la CE indicadors, es troba disponible a: http://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/background_en.html.

que no havien estat inclosos als estudis abans citats per vàries raons. Per exemple, perquè han sortit recentment – l'Índex de Progrés Social Regional de la Comissió Europea –, o perquè els autors no van considerar-los – la Petjada Ecològica i l'Índex de Sostenibilitat Ambiental de la Universitat de Yale –.

Els índex aquí recollits es poden classificar en dues categories generals.¹⁷ En primer lloc hi ha els índexs que tracten d'ajustar o ampliar la comptabilitat econòmica nacional per reflectir millor l'exhauriment dels recursos naturals (no renovables) i la degradació del medi ambient – “comptabilitat verda nacional” –. Aquests són les anomenades “mesures verdes de la renda nacional” (PIB verds). En segon lloc, hi ha els enfocaments que han tractat de construir índexs, de vegades molt agregats, que capturin la petjada ecològica de l'activitat econòmica i/o el benestar que una nació obté del consum de recursos. En ambdós casos la intenció és mesurar la sostenibilitat ambiental i social del desenvolupament econòmic, a fi d'oferir millors indicacions polítiques per a la gestió a llarg termini, que les proporcionades per el limitat conjunt d'indicadors macroeconòmics derivats del PIB.

A la Taula 2.1 es revisa de forma resumida una mostra representativa, encara que no completa, d'índexs alternatius al PIB. Les abreviatures principals dels índexs i conceptes, i les correspondències a l'anglès, poden consultar-se a l'Apèndix Metodològic. A la Taula 2.2 es presenta amb més detall la definició de cada un dels índexs agregats, com es calcula, els factors ambientals i socials que inclou i l'escala a la que es mesura. Finalment, a la Taula 2.3 es presenta la llista de temes i indicadors parcials que s'utilitzen per construir els índexs revisats, classificats d'acord amb les tres dimensions del desenvolupament sostenible – econòmica, social i ambiental – i la governança.

En particular, es presenten aquells temes i indicadors parcials que s'inclouen en almenys dos dels índexs agregats de desenvolupament sostenible.¹⁸ D'aquesta manera es vol donar compte de quins han estat els indicadors més rellevants per tal d'incorporar-los, en la mesura en que la disponibilitat de dades ho permeti, en la selecció d'indicadors parcials que aquí s'analitzen a escala megaregional i metropolitana. Per tal de fer l'inventari de tots els temes i indicadors parcials, s'ha cercat la darrera edició disponible (marc conceptual més actualitzat) de cada un dels índexs agregats.

¹⁷ Atkinson et al. (2008).

¹⁸ Quan un dels índexs té en compte un tema rellevant, tot i que aquest tema es mesuri mitjançant més d'un indicador parcial, es comptabilitzarà només una vegada.

Taula 2.1. Resum de la selecció d'índexs agregats de progrés ambiental i benestar social.

Sigles	Nom	Font	Escala territorial	Dimensió ambiental	Dimensió social	Dimensió econòmica
• Mesures verdes de renda nacional						
IBES	Índex de Progrés Econòmic Sostenible	Daly i Cobb (1989); Daly (1991)	Nacional	√	√	√
IPG	Índex de Progrés Genuí	Redefining Progress (1995)	Nacional	√	√	√
IBNS	Índex de Benefici Net Sostenible	Lawn and Sanders (1999)	Nacional	√	√	√
INS	Ingrés Nacional Sostenible	Huetting et al. (1992), Gerlagh et al. (2002)	Nacional	√	-	√
EG	Estalvis Genuïns	World Bank (1997, 1999)	Nacional	√	√	√
IDH	Índex de Desenvolupament Humà	UNDP (1990)	Nacional	-	√	√
ISA	Índex de Sostenibilitat Ambiental	YCELP et al. (2001)	Nacional	√	√	
IPSR	Índex de Progrés Social Regional	EC-DGRUP (2016)	Regional (NUTS2)	√	√	
• Altres indicadors de progrés sostenible i benestar humà						
PE	Petjada Ecològica	Wackernagel i Rees (1996)	Totes			
IPF	Índex del Planeta Feliç	Marks et al. (2006)	Nacional	√	√	-
INASF	Índex de les Nacions Ambientament Sostenibles i Felices	Ng (2008)	Nacional	√	√	-
ISS/ICS	Índex de la Societat Sostenible/Índex de Ciutats Sostenibles	SSF (2009, 2015)	Nacional/ Ciutat	√	√	√
IRC	Índex de Responsabilitat-Capacitat	Baer et al. (2008)	Nacional	√		√
SFE	Índex de Sostenibilitat mitjançant l'Avaluació Difusa	Phillis et al. (2011)	Nacional	√	√	√

Notes: Selecció d'indicadors basada en Pillariseti i van den Bergh (2013) i van den Bergh i Antal (2014) revisada i ampliada per incloure altres índexs rellevants i novells.

Taula 2.2. Índexs agregats de progrés i benestar més enllà del PIB.

Indica- dor ¹	Què mesura?	Càlcul	Factors ambientals i socials	Escala
• Mesures verdes de renda nacional				
IBES, IPG, IBNS	L'ingrés "verd" d'un país a partir de les despeses de consum	Suma de tots els <i>ítems</i> positius i negatius. Càlcul en valor real. Tots els <i>ítems</i> es valoren en termes monetaris. Dóna compte diferents beneficis i costos socials i ambientals que escapen a la valoració de mercat. Les tècniques de valoració són la principal crítica	Dóna compte de les externalitats socials (incloent la desigualtat) i ambientals, l'exhauriment dels recursos naturals i la pèrdua d'ecosistemes	Nacional
INS	Si la producció d'una nació (treball i capital) és més o menys sostenible. Corregeix l'ingrés nacional net (NNI) per als costos d'ajustar l'ús de recursos naturals a un nivell no perjudicial	L'ingrés "verd" es calcula mitjançant l'adaptació d'un model d'equilibri general aplicat (EGA). Es tracta d'un model clàssic d'anàlisi de polítiques per estudiar les conseqüències d'una política que manté els estàndards ambientals. Les components bàsiques del model són: béns produïts al país per 27 sectors, dos factors primaris de producció: treball i capital, i tres tipus de consumidors: les llars privades, el govern i la resta del món (exportacions)	Dóna compte de les externalitats ambientals, exhauriment dels recursos naturals – un total de nou <i>ítems</i> ambientals valorats en equivalents de CO ₂ . El consum de les llars privades es divideix en 'subsistència' i 'luxe'	Nacional
EG	La riquesa global d'una nació (capital global). És a dir, si l'exhauriment dels recursos naturals domèstics està sent compensat	Es descompta de l'estalvi brut d'una nació la depreciació del capital físic, la despesa en educació, en energia, en minerals i la destrucció dels boscos i els dany del CO ₂ . Després això es divideix pel PIB de la nació a preus de mercat	Dóna compte de l'exhauriment dels recursos energètics, minerals i forestals, i si hi ha danys de CO ₂ . No obstant això, s'assumeix substitució perfecta entre els diferents tipus de capital (capital físic, natural i humà). Discrimina negativament els països més pobres	Nacional
IDH	El progrés social i econòmic d'una nació – discriminació poc acurada entre els països més rics	És un índex compost de quatre indicadors: esperança de vida en néixer, taxa d'alfabetització d'adults, taxa d'escolarització bruta i PIB (PPA) per càpita. S'estima un valor mínim (i un màxim) per a cada un dels quatre components – la normalització l'indicador	No dóna compte de les externalitats ambientals i l'exhauriment dels recursos naturals. Limitacions per capturar les diferències de benestar entre els països més rics	Nacional
ISA	El progrés sostenible dels països en relació amb els altres	És un índex compost de cinc components – estat dels sistemes ambientals, estrès dels sistemes ambientals, vulnerabilitat humana, capacitat social i institucional per fer front als problemes ambientals, i capacitat per gestionar problemes ambientals globals – que es mesuren a través de 65 variables agregades, al seu torn, en 22 indicadors. S'estima un valor mínim i un màxim per a cada una de les 65 variables, es calculen els 22 indicadors prenent la mitjana de les puntuacions de les variables i les components prenent la mitjana dels indicadors	Dóna compte de la qualitat dels sistemes ambientals (aire, sòl, ecosistemes i aigua), la capacitat tècnica i científica, el rigor en la gestió i les polítiques ambientals i el nivell de cooperació internacional. Pel que fa a la vessant social, l'índex dóna compte de si es cobreixen les necessitats bàsiques de salut i alimentació de la població	Nacional
IPSR	El benestar social a les 272 regions europees	Inclou 50 indicadors parcials, socials i ambientals, normalitzats a [0-100] per capturar tres dimensions del progrés social: necessitats bàsiques humanes, fonaments del benestar i oportunitat. 36 dels 50 indicadors procedeixen d'Eurostat	Es planteja com complementari a les mesures tradicionals de progrés econòmic i no inclou cap indicadors econòmic. S'inclouen indicadors de cobertura de les necessitats bàsiques: nutrició, habitatge, salut i benestar, educació, drets personals i llibertats. La dimensió ambiental es limita a només 8 indicadors de consum de CO ₂ , contaminació local de l'aire per PM i ozó troposfèric, % de persones que declaren haver experimentat problemes de contaminació, brutícia o soroll i % àrea protegida (Natura 2000)	Regional (NUTS2)
• Altres indicadors de progrés sostenible i benestar humà				
PE	Consum sostenible dels recursos naturals			
IPF	Quant benestar (felicitat) obté una nació pel seu consum de recursos	Inclou dades sobre el benestar experimentat ("ladder of life"), l'esperança de vida i la petjada ecològica de la nació. L'esperança de vida s'ajusta per al benestar experimentat – "Happy Life Years" (HLY) – i es divideix per la petjada ecològica. Els indicadors es normalitzen i es defineix un punt de referència de 100 punts (puntuació màxima)	L'HPI es calcula utilitzant els valors mitjans del benestar experimentat de la nació i de l'esperança de vida i, per tant, no reflectia la desigualtat. Recentment, però, s'han aplicat factors de correcció que integren la desigualtat. La dimensió ambiental ve capturada a través de la petjada ecològica (altre indicador agregat)	Nacional

3.1.2. SISTEMA DE CIUTATS

Taula 2.2. Índexs agregats de progrés i benestar més enllà del PIB.

Indica- dor ¹	Què mesura?	Càlcul	Factors ambientals i socials	Escala
INASF	Correcció de l'índex HPI. Mesura la quantitat d'HLY que una nació assoleix per a una persona mitjana menys els costos externs per càpita de la pertorbació ambiental	Els costos externs per càpita (CEPC) es resten a la mesura revisada d'HLY. L'índex HLY s'ajusta per reflectir la preferència que a la majoria de la gent preferiria un vida feliç, tot i que relativament curta, que el contrari. L'indicador de la petjada ecològica és substituït per una mesura de CEPC basada en les emissions de CO ₂ com a substitut dels costos ambiental externs. Aquesta mesura dels CEPC s'expressa en unitats comparables a la mesura ajustada dels costos d'HLY i corregeix la petjada ecològica, incloent-hi elements tant externs (imposats a la comunitat global) com no externs	Dóna compte dels costos externs per càpita (CEPC) en termes d'emissions de CO ₂ per càpita	Nacional
ISS, ICS	El rendiment d'una nació o ciutat en termes de benestar humà, ambiental i econòmic	Agregació de 24 indicadors bàsics en 7 (o 6 per a les ciutats) dimensions del benestar humà, ambiental i econòmic. Les puntuacions dels indicadors bàsics s'agreguen en qualificacions per les tres dimensions de benestar, utilitzant la mitjana geomètrica – evita la compensació de puntuacions baixes	Dóna compte de la distribució dels ingressos, la privació de necessitats i la igualtat de gènere. El consum d'energia, de recursos naturals (no) renovables, i el clima. Inclou el indicador petjada ecològica, així com l'índex GI del Banc Mundial.	Nacional i ciutat
IRC	Indicador d'obligació que captura les capacitats i responsabilitats diferenciades de les nacions per al canvi climàtic	L'indicador de Capacitats (C) és l'ingrés per càpita en PPA (riquesa econòmica de la nació). Es fixen llindars inferior i superior en 7.500\$ i 50.000\$, respectivament; els ingressos per sobre dels 50.000\$ es comptabilitzen com a capacitat nacional. L'indicador de Responsabilitat (R) ve donat per les emissions acumulades de CO ₂ de cada país des de 1990, és a dir, la suma de totes les emissions corresponents al consum per sobre del llindar de desenvolupament de 7.500\$ d'ingrés; es considera que aquestes emissions estan associades amb el consum bàsic o la supervivència $RCI = a R + b C$	Dóna compte de les capacitats i responsabilitats diferenciades de nacions riques i pobres envers al canvi climàtic	Nacional
SFE	Índex de sostenibilitat global en [0,1], on la sostenibilitat global d'una nació es considera una combinació de la sostenibilitat ecològica i social	Model basat en l'anàlisi estadística i el raonament difús en múltiples etapes que inclou sèries temporals per 75 indicadors bàsics, i que tradueix els indicadors quantitius, qualitius i mixtos en unitats comparables. La normalització [0, 1] es realitza per interpolació lineal entre valors sostenibles i no sostenibles dels indicadors, estipulats en acords internacionals, normes, lleis i reglaments i l'opinió d'experts	Dóna compte de dos components no correlacionades, ecològica i social. L'ecològica comprèn: la qualitat de l'aigua, la integritat de la terra, la qualitat de l'aire i la biodiversitat. La component social o humana consisteix en els aspectes polítics, el benestar econòmic, la salut i l'educació. A més a més, es va dur a terme una anàlisi de sensibilitat per determinar els aspectes més importants per a les autoritats	Nacional

Notes: Selecció d'indicadors basada en Pillarissetti i van den Bergh (2013) i van den Bergh i Antal (2014), però revisada i ampliada per incloure altres índexs rellevants i novells. (1) IBES (Índex de Benestar Econòmic Sostenible); IPG (Índex de Progrés Genuí); IBNS (Índex de Benefici Net Sostenible); INS (Ingressos Nacionals Sostenibles); EG (Estalvis Genuïns); IDH (Índex de Desenvolupament Humà); ISA (Índex de Sostenibilitat Ambiental); PE (Petjada Ecològica); IPSR (Índex de Progrés Social Regional); IPF (Índex de Planeta Feliç); INASF (Índex de Nacions Ambientament Sostenibles i Felices); ISS (Índex de la Societat Sostenible); SCI (Índex de Ciutats Sostenibles); IRC (Índex de Responsabilitat-Capacitat); SFE (Índex de Sostenibilitat mitjançant l'Avaluació Difusa).

Taula 2.3. Temes i indicadors parcials inclosos en els índexs agregats de progrés i benestar més enllà del PIB.

Dimensió / tema / indicador	IPG ¹	INS ²	EG ³	IDH ⁴	ISA ⁵	IPSR ⁶	PE ⁷	IPF ⁸	INASF ⁹	ISS ¹⁰	ICS ¹¹	IRC ¹²	SFE ¹³	Total
• Dimensió econòmica														
- Ingress nacional per càpita en PPA			1	1						1			1	4
PIB per càpita en PPA			*							*				
RNB per càpita en PPA				*									*	
- Inversió estrangera i endeutament	1									1	1		1	4
Inversió (neta) de capital estranger	*												*	
Deute públic com a percentatge del PIB	*									*	*		*	
- (Despesa en) consum personal i ingressos	1						1			1		1		4
- Innovació i recerca					1								1	2
- (Accés a) internet i les TICs					1	1							1	3
• Dimensió social														
- Creixement de la població					1					1			1	3
- Pobresa i desigualtat d'ingressos	1									1			1	3
- Benestar experimentat								1	1					2
- Esperança de vida en néixer				1		1		1	1	1			1	6
- Taxa de mortalitat infantil i morts prematures (<65 anys)					1	1							1	3
Taxa de mortalitat infantil				*	*	*							*	
Taxa de mortalitat <65 anys						*								
- Morts per malalties relacionades amb la pobresa i el subdesenvolupament					1								1	2
- (Inversió en) salut pública						1					1		1	3
- Malnutrició					1	1							1	3
- (Accés a) aigua potable i serveis bàsics de sanejament					1	1							1	3
- Educació i (inversió en) ensenyament			1	1	1	1				1	1		1	7
Taxa d'alfabetització				*							*			
Taxa d'escolarització (primària, secundària i/o tercer grau)				*	*	*				*			*	
Despesa en educació			*										*	
Abandonament de l'educació (secundària)						*					*			
Educació femenina					*								*	
- Desocupació										1	1		1	3
Taxa d'atur (desocupació com a percentatge de la mà d'obra)										*	*		*	
- Gènere i (des)ocupació						1				1	1		1	4
- Costos d'habitatge (cost oneros)	1					1								2
- Criminalitat	1					1					1			3
- Accidents (mortal) de trànsit	1					1								2
• Dimensió ambiental														
- Exhauriment dels recursos naturals no renovables	1		1											2
- Consum d'energia i intensitat energètica		1	1		1				1	1	1	1	1	8
- Emissions de CO ₂ i intensitat d'emissió		1	1		1				1	1	1	1	1	8
- Energies renovables					1					1	1		1	4
Producció d'energia de fonts renovables				*							*		*	
Consum d'energia de fonts renovables										*				
- Petjada Ecològica					1		1	1		1				4
- (Substàncies que) destrueixen la capa d'ozó	1	1											1	3
- Contaminació transfronterera		1			1								1	3
- pluja àcida (SO ₂)					*								*	
Concentració (o emissions) de SO ₂					*								*	
Acidificació		*			*									
- Qualitat de l'aire i emissions de contaminants locals urbans (PM, NO ₂ , COV, O ₃)		1			1	1					1		1	5
Concentració de PM		*			*	*								
Concentració de NO ₂					*						*		*	
Concentració (o emissions) de VOC i/o O ₃ troposfèric		*			*	*								
- Extracció i/o disponibilitat d'aigua					1					1			1	3
- Qualitat i tractament de les aigües	1	1			1	1					1		1	6

Taula 2.3. Temes i indicadors parcials inclosos en els índexs agregats de progrés i benestar més enllà del PIB.

Dimensió / tema / indicador	IPG ¹	INS ²	EG ³	IDH ⁴	ISA ⁵	IPSR ⁶	PE ⁷	IPF ⁸	INASF ⁹	ISS ¹⁰	ICS ¹¹	IRC ¹²	SFE ¹³	Total
Qualitat de les aigües (DBO, AETP, TPS)		*			*						*		*	
Tractament de les aigües	*					*							*	
- Eutrofització		1											1	2
Concentració de P		*											*	
- Residus perillosos					1								1	2
- Reciclatge de residus municipals					1						1		1	3
- Contaminació del sòl		1											1	2
- Desertificació		1											1	2
- Deforestació	1		1		1		1			1			1	6
- Àrees protegides					1	1							1	3
- Agricultura	1						1			1				3
- Consum de pesticides i fertilitzants					1								1	2
Consum de pesticides					*								*	
Consum de fertilitzants					*								*	
- Espècies amenaçades (mamífers, aus, amfibis, peixos, rèptils, plantes)					1								1	2
- Transport i mobilitat personal					1		1				1			3
- Àrea urbanitzada					1		1							2
• Governança														
- Llibertats civils i polítiques					1	1							1	3
- Corrupció					1	1							1	3
- Governança ambiental					1								1	2
Total	8	6	6	3	24	15	6	3	4	16	13	3	35	

Notes:

(1) IPG (Índex de Progrés Genuí), marc conceptual en Posner i Costanza (2011).

(2) INS (Ingressos Nacionals Sostenibles), marc conceptual en Gerlagh et al. (2002).

(3) EG (Estalvis Genuïns), marc conceptual de l'edició 2013 (darrera edició) (Bolt et al., 2002; World Bank, 2013).

(4) IDH (Índex de Desenvolupament Humà), marc conceptual de l'edició 2015 (darrera edició) (UNDP, 2015).

(5) ISA (Índex de Sostenibilitat Ambiental), marc conceptual de l'edició 2005 (darrera edició) (YCELP, 2005).

(6) IPSR (Índex de Progrés Social Regional), marc conceptual del pilot de setembre de 2016 (EU-SPI, 2016).

(7) PE (Petjada Ecològica), marc conceptual original en Wackernagel i Rees (1996).

(8) IPF (Índex de Planeta Feliç), marc conceptual de l'edició de 2016 (darrera edició) (NEF, 2016).

(9) INASF (Índex de Nacions Ambientalment Sostenibles i Felices), marc conceptual en Ng (2008).

(10) ISS (Índex de la Societat Sostenible), marc conceptual de l'edició de 2014 (darrera edició) (SSF, 2014).

(11) SCI (Índex de Ciutats Sostenibles), marc conceptual de l'edició de 2015 (darrera edició) (SSF, 2015).

(12) IRC (Índex de Responsabilitat-Capacitat), marc conceptual en Baer et al. (2008).

(13) SFE (Índex de Sostenibilitat mitjançant l'Avaluació Difusa), marc conceptual en Phillis et al. (2011).

Font: IERMB a partir de Posner i Costanza (2011), Gerlagh et al. (2002), Bolt et al. (2002), World Bank (2013), UNDP (2015), YCELP (2005), EU-SPI (2016), Wackernagel i Rees (1996), NEF (2016), Ng (2008), SSF (2014), SSF (2015), Baer et al. (2008), Phillis et al. (2011).

Tot seguit es fa un resum dels indicadors parcials que s'utilitzen per construir els índexs, segons les tres dimensions del desenvolupament sostenible.

Els indicadors econòmics

D'entre els indicadors de benestar i progrés econòmic, els que més s'han repetit entre índexs agregats, i per tant els més rellevants sota el nostre criteri, han estat les mesures dels ingressos nacionals i/o personals, essent contemplats en un total de set índexs diferents, si es consideren conjuntament.

Els ingressos d'un país han estat mesurants tant a partir del PIB per càpita en paritat de poder adquisitiu (PPA), com a partir de la renda nacional bruta (RNB) per càpita en PPA. El PIB dóna compte dels béns i serveis finals produïts per les unitats institucionals residents en el país – inclouen aquells que es compren com a consum final de les llars, consum de les entitats sense

ànim de lucre que serveixen a les llars i el govern, els actius fixos i les exportacions (menys les importacions) – sense que s'apliqui cap deducció per la depreciació de la maquinària, els edificis i altres productes utilitzats en la producció de capital.

La RNB es defineix com el PIB més els ingressos nets percebuts a l'estranger – salaris i rendes de la propietat – més els impostos nets i les subvencions rebudes de l'estranger. Els sous i salaris percebuts a l'estranger són els que es va guanyar pels residents que viuen i consumeixen essencialment dins el territori econòmic nacional, però que treballen a l'estranger (p.e. persones que viuen prop de les fronteres), o per a les persones que viuen i treballen a l'estranger només per períodes curts (treballadors estacionals).

Els indicadors d'endeutament-*versus*-recepció-de-fons-estrangers s'han inclòs en un total de quatre índexs agregats diferents. Per últim, els indicadors d'innovació – despesa pública en recerca i innovació, nombre d'investigadors científics, Índex d'Economia del Coneixement, etc. – i els d'accés a internet i les TICs s'han contemplat en dos i tres índexs diferents, respectivament.

Els indicadors socials

El llistat d'indicadors parcials socials és quelcom més extens. L'indicador que més s'ha repetit entre índexs agregats ha estat l'esperança de vida en néixer, contemplat en un total de sis índexs diferents. Altres indicadors dels més considerats han estat els relacionats amb la salut i el sanejament (en 4 índexs diferents) – taxa de mortalitat infantil, morts per malalties que es poden relacionar amb la pobresa i el subdesenvolupament (malalties infeccioses intestinals, malària, tuberculosi, xarampió, DPT,¹⁹ VIH/SIDA), malnutrició, inversió en la sanitat pública i accés a aigua potable i serveis bàsics de sanejament – i l'educació (en 7 índexs diferents).

Els indicadors de desocupació, taxa d'atur i taxa d'atur per gènere, s'han inclòs en tres i quatre índexs diferents, respectivament. Finalment, cal remarcar que els indicadors de pobresa i desigualtat, que es consideren rellevants sota criteri expert, s'han contemplat directament en tres dels tretze índexs agregats seleccionats, i indirectament en l'índex IPF, en el càlcul dels indicadors parcials de benestar experimentat i esperança de vida en néixer.

Els indicadors ambientals

Per últim, l'inventari d'indicadors ambientals és el més variat i extens. Els indicadors que més es comptabilitzen, és a dir els rellevants, han estat el consum d'energia primària (p.e. energia de fonts fòssils) i les emissions de CO₂ per càpita, inclosos en un total de vuit índexs agregats diferents, si es consideren conjuntament.

¹⁹ Diftèria, tos ferina i tètanus.

A continuació es troben els indicadors de qualitat de l'aire i d'exposició a contaminants locals urbans (en 5 índexs diferents), tals com concentració de partícules fines de diàmetre inferior a 10 µm (PM), diòxid de nitrogen (NO₂), compostos orgànics volàtils (COV) i ozó (O₃) troposfèric, que a més contribueix a la formació del *smog* fotoquímic. També es comptabilitzen en diversos índexs les emissions de contaminants que destrueixen la capa d'ozó i de diòxid de sofre (SO₂), que contribueix a la formació de la pluja àcida.

En tercer lloc de rellevància es troben els indicadors que donen compte de la qualitat i el tractament de les aigües, inclosos en un total de sis índexs agregats diferents. També es té en compte l'eutrofització de les aigües, i dos dels índexs agregats inclouen indicadors de la concentració de fòsfor (P) en les aigües.

Pel nombre d'inclusions en diferents índexs agregats, es consideren indicadors rellevants aquells relacionats amb la deforestació, inclosos en sis índexs diferents. A més, tres dels índexs agregats tenen en compte indicadors relatius a la proporció d'àrea natural protegida i les àrees silvestres.

Aquesta revisió dels índexs agregats de desenvolupament sostenible i dels indicadors parcials més rellevants que els integren ha servit per a fer una selecció d'indicadors que donin compte d'un concepte de sostenibilitat en el seu sentit més ampli, tenint en compte la dimensió social, econòmica i ambiental, i poder caracteritzar les megaregions i les àrees metropolitanes europees seleccionades, en base a les dades disponibles. La selecció dels indicadors es pot consultar el l'apartat 0.

3 Metodologia

3.1 Marc espacial i temporal, i fonts de dades

En aquest estudi es planteja treballar a nivell de xarxes de ciutats, unitats funcionals no administratives, que donen compte del funcionament dels sistemes urbans tant a escala megaregional (Mapa 3.1), com d'àrea metropolitana (Mapa 3.2).

Escala megaregional

Les megaregions són entitats geogràfiques que no es corresponen amb unitats administratives, així que no hi ha estadístiques oficials ajustades a les àrees que cobreixen. No obstant això, des de l'Àrea de Sostenibilitat de l'IERMB s'ha desenvolupat una metodologia que permet delinear megaregions i estimar un conjunt d'indicadors de sostenibilitat que representen les dimensions social, econòmica i ambiental. En concret, s'han utilitzat bases de dades de llums nocturnes (*night-time lights*, NTL) aportades pel sensor satel·litari nord-americà DMSP-OLS del NOAA-DGDN²⁰, amb l'objecte de delimitar les megaregions europees, i descriure la seva dinàmica al llarg del temps. Per a més informació sobre el desenvolupament metodològic de les dades de llums nocturnes aplicades a l'estudi de les megaregions es pot consultar l'Annex metodològic.

Per a delimitar les megaregions s'han utilitzat els següents criteris: 1.- Una megaregió està formada per una zona il·luminada contigua, amb més d'una gran ciutat o regió metropolitana, i més de 100 bilions de dòlars de Producte Regional Llum (PRL); 2.- Tenint en compte que una megaregió es caracteritza per tenir una contigüitat física dels assentaments humans, s'ha introduït un llindar mínim d'intensitat de la llum (DN=10) i una distància mínima entre àrees il·luminades (3 km). Segons Florida, hi ha 40 megaregions en el món (dotze europees), que cobreixen el 18 % de la població mundial i produeixen el 66 % de la seva activitat econòmica²¹.

Amb el propòsit de cobrir les darreres recessions econòmiques a Europa, es treballa amb un marc temporal de fins a vint-i-un anys (des del 1992 fins al 2012) pels que hi ha dades NTL proporcionades pel NOAA-DGDN. El marc geogràfic en el que s'emmarca aquest estudi són les dotze megaregions europees que formen part de la Unió Europea (UE-27).

A nivell de megaregions es parteix de la base de dades construïda a nivell de NUTS0 de l'Eurostat, i s'utilitza un mètode directe a partir de la proporció de les llums (SL) entre diferents territoris²². El mètode directe permet l'assignació de valors pels diferents indicadors a partir de la

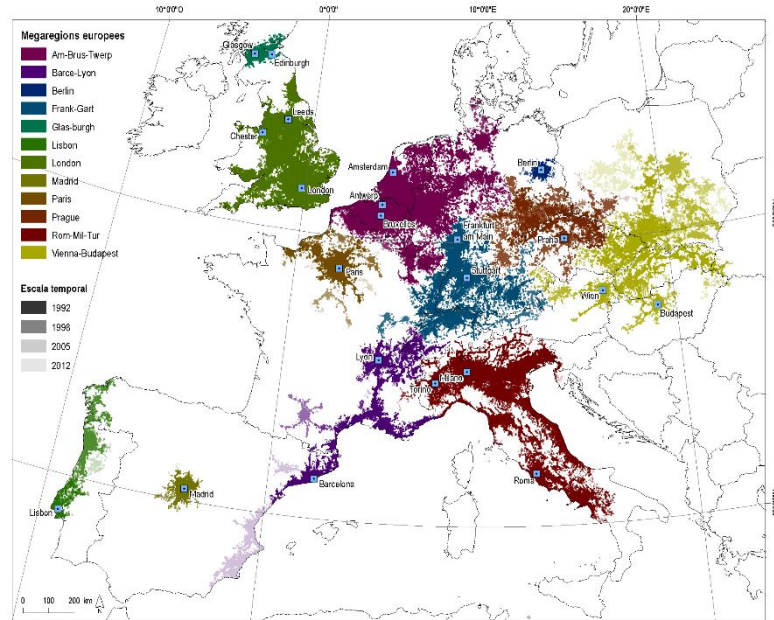
²⁰ Defence Meteorological Satellite Program - Operational Linescan System (DMSP-OLS), National Oceanic and Atmospheric Administration - National Geophysical Data Center (NOAA-DGDN).

²¹ Florida, R. (2008).

²² Aquest mètode ens permet estimar la dinàmica temporal dels indicadors seleccionats pel període de 1992-2012, en valors absoluts, basant-nos en les dades de país. Cal remarcar que aquestes estimacions estan subjecte als efectes de la saturació. Quan una megaregió pertany a varis països, el valor obtingut correspon al valor mig de cada país ponderat per la proporció de les llums que pertany a cada megaregió.

SL²³ a nivell de megaregions, i es basa en la relació existent entre la llum emesa per l'àrea d'una megaregió i els valors de l'indicador i la SL que es troba dins d'una determinada unitat territorial (NUTS0)²⁴.

Mapa 3.1. L'àmbit d'estudi. Megaregions a la Unió Europea (UE-27).



Font: IERMB.

Escala metropolitana

En 2011 l'OCDE i la UE (Eurostat i Comissió Europea-DG Regio) van acordar una metodologia comuna per definir l'àrea funcional de les metròpolis europees i de la resta de regions de l'OCDE²⁵²⁶, les denominades àrees funcionals urbanes (FUA) abans conegudes com *LUZ-larger urban zones*. Les FUA comprenen un centre urbà d'alta densitat de població (la ciutat) i la seva zona d'influència econòmica. Aquesta darrera es defineix a partir de la mobilitat obligada, és a dir, la proporció de persones que es desplacen diàriament a treballar al centre urbà des d'altres localitats pròximes o adjacents, i que formen part del mercat laboral del centre urbà. La metodologia no té en compte, a priori, els límits administratius de les ciutats tal i com es defineixen a nivell estatal o europeu, sinó que es permet que les FUA traspassin les fronteres administratives.

²³ Adaptat a partir de Doll et al. (2000) i de Doll (2008).

²⁴ Per exemple, la relació (β_{ij}) per a cada NUTS0 (i) s'obté de la suma de les intensitats de llum de tots els píxels que formen part d'una megaregió (j) d'un NUTS0 en particular (i) (L_{ij}), dividit per la suma de les intensitats de llum de tots els píxels de tota la NUTS0 (L_i). Llavors, el quocient obtingut per cada NUTS0 es multiplica per la variable (en referència a la mateixa unitat territorial) que desitja assignar, per exemple, la població (POP), que correspon a la totalitat de la NUTS0 (i). Finalment, l'addició dels valors obtinguts per a cada unitat territorial pertanyent a la mateixa megaregió, s'obté el valor de la megaregió j (POP_j). $\beta_{ij} = L_{ij} / L_i$, $\beta_{ij} \leq 1$ (1); $POP_{ij} = \beta_{ij} \times POP_i$ (2); $POP_j = \sum POP_{ij}$ (3).

²⁵ Dijkstra i Poelman (2012).

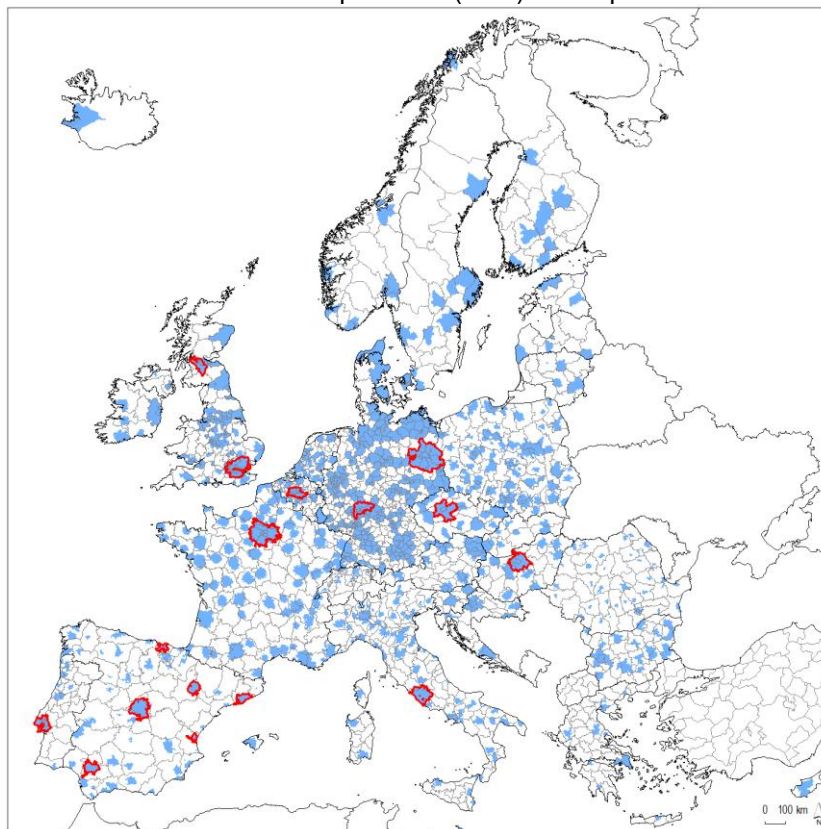
²⁶ OECD (2013).

Per a delimitar la zona funcional de les àrees metropolitanes s'utilitza una retícula de densitat de població que es superposa a la capa d'unitats administratives LAU2 (municipis europeus). A continuació, s'identifiquen els principals centres urbans i la seva zona d'influència, que compleixen amb els següents criteris: 1.- Un centre urbà està format per les cel·les contigües (d'1 km²) amb una densitat poblacional d'almenys 1.500 habitants per km²; 2.- Tenint en compte que una àrea metropolitana es caracteritza per tenir una contigüitat física dels assentaments humans, si queden cel·les buides dins del perímetre d'alta densitat del centre urbà, aquestes s'afegeixen si almenys cinc de les vuit cel·les que envolten una cel·la buida pertanyen a un mateix centre urbà²⁷; 3.- Només es consideren els clústers amb una població total mínima de 50.000 habitants i la resta es desestimen; 4.- La zona d'influència està formada per tots els municipis de fora del centre urbà amb almenys el 15% dels seus residents empleats treballant en un únic centre urbà. A Europa s'han identificat 828 àrees metropolitanes (Mapa 3.2) amb un centre urbà d'almenys 50.000 habitants de la UE28, Suïssa, Islàndia i Noruega (Eurostat, 2015). A l'Annex metodològic es descriuen de forma detallada els passos, criteris i excepcions utilitzats per definir les FUA europees.

Per l'anàlisi de les àrees metropolitanes europees s'ha decidit utilitzar la base de dades *OECD Metropolitan Database*, que mesura un conjunt d'indicadors econòmics, socials, ambientals i de forma urbana per les FUA de l'OCDE amb 500.000 habitants o més. Les dades disponibles cobreixen el període de temps que va des de 2000 a 2014, i inclouen els anys abans i després de la crisi econòmica que es va iniciar en 2008. No obstant això, el rang temporal pot variar entre les variables d'estudi, i es pot consultar en l'apartat següent, a la Taula 3.3. En total s'han seleccionat dotze àrees metropolitanes per a les anàlisis (vegeu la Taula 3.1). Les àrees metropolitanes objecte d'estudi són aquelles que es corresponen amb l'àrea metropolitana més poblada de cada una de les dotze megaregions europees. A més, per fer la comparativa a nivell nacional entre les dues àrees metropolitanes espanyoles que encapçalen una megaregió – Barcelona i Madrid – i la resta de metròpolis espanyoles de 500.000 habitants o més, s'han seleccionat les quatre àrees metropolitanes espanyoles amb més pes poblacional després de Barcelona i Madrid, que són: València, Sevilla, Bilbao i Saragossa (vegeu la Taula 3.2).

²⁷ Aquest procediment es repeteix fins que cap més cel·la s'afegeix al centre urbà d'alta densitat.

Mapa 3.2. L'àmbit d'estudi. Àrees metropolitanes (FUA) d'Europa.



Font: Eurostat.

Taula 3.1. Selecció de megaregions i àrees metropolitanes europees objecte d'estudi.

Megaregió (2009)	Àrea metropolitana (FUA, 2011)	OECD (codi base de dades)	Eurostat (codi base de dades)
1. Am-Brus-Twerp	1. Brussel·les	BE001	BE001L2
2. Barce-Lyon	2. Barcelona	ES002	ES002L2
3. Berlin	3. Berlin	DE001	DE001L1
4. Frank-Gart	4. Frankfurt am Main	DE005	DE005L1
5. Glas-Burgh	5. Glasgow	UK097	UK004L1
6. Lisbon	6. Lisboa	PT001	PT001L2
7. London	7. Londres	UK001	UK001L2
8. Madrid	8. Madrid	ES001	ES001L2
9. Paris	9. París	FR001	FR001L1
10. Prague	10. Praga	CZ001	CZ001L1
11. Rom-Mil-Tur	11. Roma	IT001	IT001L2
12. Vienna -Budapest	12. Budapest	HU001	HU001L2

Font: IERMB.

Taula 3.2. Selecció d'àrees metropolitanes espanyoles objecte d'estudi.

Megaregió (2009)	Àrea metropolitana (FUA, 2011)	OECD (codi base de dades)	Eurostat (codi base de dades)
2. Barce-Lyon	2. Barcelona	ES002	ES002L2
8. Madrid	8. Madrid	ES001	ES001L2
-	13. València	ES003	ES003L2
-	14. Sevilla	ES004	ES004L2
-	15. Bilbao	ES019	ES019L2
-	16. Saragossa	ES005	ES005L2

Font: IERMB.

3.2 Selecció d'indicadors

L'avaluació de la sostenibilitat sol requerir d'un conjunt d'indicadors que intenten copsar l'ample espectre al que es refereix aquest concepte. En el present estudi se seleccionen una sèrie d'indicadors classificats en les següents categories: demogràfics, socials, econòmics, ambientals i de forma urbana (Taula 3.3). Aquesta darrera categoria s'ha inclòs per capturar la dimensió urbana de la sostenibilitat.

La selecció dels indicadors s'ha realitzat tenint en compte la revisió prèvia dels índexs agregats de desenvolupament sostenible i dels indicadors parcials més rellevants que els integren (vegeu Apartat 2). En aquest revisió s'han seleccionat els indicadors revisats en Pillarissetti i van den Bergh (2013) i van den Bergh i Antal (2014) que figuren, tots ells, a la iniciativa *Beyond GDP* ("Més enllà del PIB") del Departament de Medi Ambient de la Comissió Europea²⁸. A més, s'han inclòs d'altres que es consideren rellevants i que no havien estat inclosos als estudis abans citats per raons vàries. Per exemple, perquè han sortit recentment – l'Índex de Progrés Social Regional de la Comissió Europea –, o perquè els autors no van considerar-los – la Petjada Ecològica i l'Índex de Sostenibilitat Ambiental de la Universitat de Yale –.

No obstant això, la selecció final dels indicadors que es mostra a la Taula 3.3 depèn en última instància de la disponibilitat de dades en cada àmbit d'estudi i és, per tant, més limitada. Finalment, s'ha de tenir en compte que la majoria dels índexs agregats de desenvolupament sostenible s'estimen a nivell nacional. Aleshores, per tal d'adaptar la selecció d'indicadors a l'escala d'estudi, l'escala urbana, s'ha inclòs una darrera categoria d'indicadors que capturen els fenòmens associats a la morfologia de les formes funcionals urbanes, i que comporten tant beneficis (formació d'economies d'aglomeració) com efectes secundaris negatius (p.e. *sprawl* o dispersió) per a la competitivitat i sostenibilitat de les àrees urbanes.

En particular, la selecció d'indicadors a escala megaregional compren les variables demogràfiques de població i de superfície (km² de l'àrea total) de les megaregions, que serveixen per definir-les. S'inclou, a més, la variable social d'ocupació (ocupats per 1.000 habitants). La dimensió econòmica s'analitza a través de quatre indicadors parcials: el PIB per càpita en PPA i la formació bruta del capital fix donen compte del progrés i benestar econòmics, mentre que les sol·licituds de patent (EPO) i el personal en R+D donen compte de la capacitat d'innovació. La dimensió ambiental es captura mitjançant els indicadors parcials de consum d'energia primària per càpita i d'emissions CO₂ per càpita. El consum d'energia primària inclou el petroli cru, els productes derivats del petroli, el gas natural i els gasos de manufactures, l'electricitat (i el calor derivat), els combustibles fòssils sòlids com el carbó, les energies renovables i els residus que cobreixen tot l'espectre del sector de l'energia des del subministrament a la transformació, i el consum final d'energia i les importacions netes d'electricitat (importacions menys exportacions).

²⁸ Tota la informació sobre la iniciativa Europea "Beyond GDP," inclòs el recull de la CE indicadors, es troba disponible a: http://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/background_en.html.

Per últim, els aspectes relacionats amb la forma urbana s'analitzen a través de l'indicador de densitat urbana (població per km² d'àrea urbana).

La selecció d'indicadors a escala d'àrea metropolitana compren les variables demogràfiques de població i de superfície (km² de l'àrea total) de les metròpolis, a més de la densitat de població (població per km² d'àrea total). La dimensió social s'analitza a través de quatre indicadors parcials: l'índex d'envelliment, la població en edat de treballar, la taxa d'ocupació i la taxa d'atur que no arriben a ser complementàries. Com a variables econòmiques s'inclouen el PIB per càpita en PPA i la productivitat laboral (indicadors de competitivitat econòmica), i les sol·licituds patent (EPO) (indicador de capacitat d'innovació). La dimensió ambiental es captura a través dels indicadors parcials: emissions de CO₂ per càpita, qualitat de l'aire local (població exposada a concentracions de partícules fines de diàmetre inferior a 2,5 µm, PM_{2,5}), i proporció d'espais verds per càpita. Finalment, la forma urbana i els aspectes relacionats amb l'ordenació del territori metropolità es capturen a través dels indicadors de densitat urbana (població per km² d'àrea urbana), policentrisme (nombre de nuclis urbans no contigus), concentració de la població al cor de la metròpoli, i índex de dispersió. Aquest darrer índex dóna compte de si el creixement poblacional que s'està donant en una àrea metropolitana és proporcional al creixement de la superfície de l'àrea, i d'aquesta manera es dóna compte de la incidència del fenomen urbà conegut com *urban sprawl* (dispersió).

Taula 3.3. Taula resum selecció d'indicadors.

	Bloc temàtic	Indicadors	Unitats	Rang temporal d'anàlisi	Font
Megaregions	Demogràfics	Població	per 1.000 habitants	1992-2012	Eurostat i IERMB
	Socials	Ocupació	ocupats/1.000 habitants	1992-2012	Eurostat i IERMB
	Econòmics	PIB per càpita en PPA	euros/habitant	1992-2012	Eurostat i IERMB
		Formació bruta del capital fix	milió d'euros/ habitant	1992-2012	Eurostat i IERMB
		Patents EPO	sol·licituds patent/ milió habitants	1992-2012	
		Personal en R+D	personal equiv. temps complet/ milió habitants	1992-2012	
	Ambientals	Consum d'energia primària per càpita	TEP/habitant	1992-2012	Eurostat i IERMB
		Emissions CO ₂ per càpita	tones CO ₂ /habitant	1992-2012	Eurostat i IERMB
	Forma urbana	Densitat urbana	habitants/ km ² d'àrea urbana	1992-2012	Eurostat i IERMB
Àrees metropolitanes	Demogràfics	Població	habitants	2000-2014	OCDE
		Densitat de població	habitants/km ²	2000-2014	OCDE
	Socials	Envel·liment	habitants >65 anys/ habitants 15-64 anys	2000-2014	OCDE
		Població en edat de treballar	habitants 15-64 anys	2000-2013	OCDE
		Taxa d'ocupació	ocupats/ habitants 15-64 anys	2000-2013	OCDE
		Taxa d'atur	aturats/ habitants 15-64 anys	2000-2013	OCDE
	Econòmics	PIB per càpita en PPA	US\$/habitant	2000-2012	OCDE
		Productivitat laboral	US\$/ocupats	2000-2012	OCDE
		Patents EPO	sol·licituds patent/ 10.000 habitants	2000-2008	OCDE
	Ambientals	Emissions de CO ₂ per càpita	tones CO ₂ /habitant	2000, 2005, 2008	OCDE
		Qualitat de l'aire	µg PM _{2.5} /m ³	2002, 2005, 2008, 2011	OCDE
		Espais verds	m ² d'espais verds/ milió habitants	2000-2014	OCDE
	Forma urbana	Densitat urbana	habitants/km ²	2000, 2006	OCDE
		Policentrisme	Nombre de nuclis	2000-14	
		Concentració de la població	%	2000-2014	OCDE
		Índex de dispersió	índex	2006	OCDE

Font: IERMB.

4 Seguiment i avaluació dels indicadors

4.1 Escala megaregionals

4.1.1 Dinàmiques temporals

A continuació es presenta un seguiment al llarg del temps (1992-2012) dels indicadors de sostenibilitat seleccionats (socials, econòmics i ambientals), amb l'objecte d'analitzar les dotze megaregions europees (EU27) i fer una avaluació comparativa pel que fa a la megaregió Barcelona-Lió.

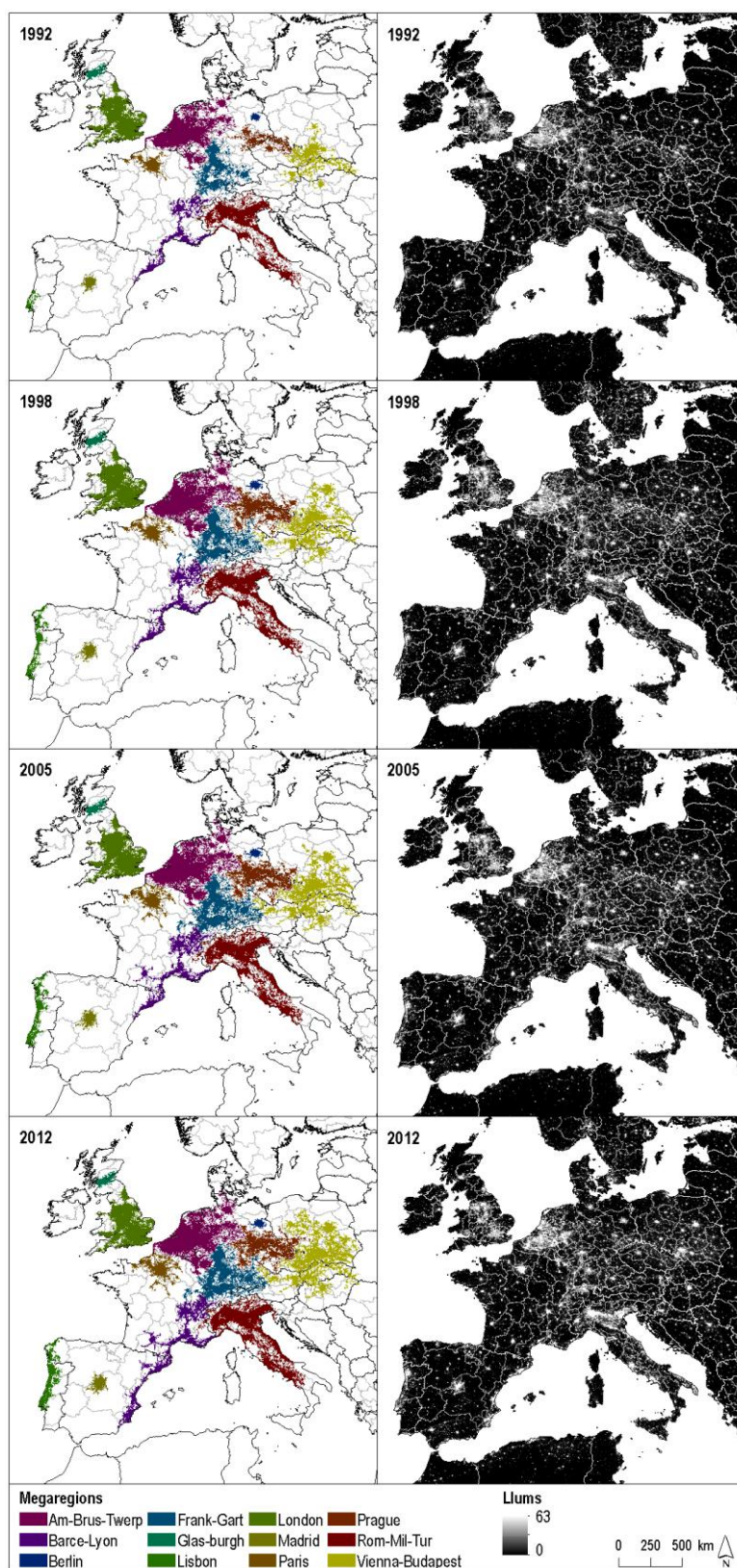
Es presenta la dinàmica espacial i temporal de les megaregions europees. En el Mapa 4.1. es mostra el creixement urbà de les megaregions en el període 1992-2012. En aquest període, les megaregions gairebé s'han duplicat en superfície (d'un total de 570.702 km² el 1992 a 934.309 km² el 2012). A l'EU27 es reconeixen una dotzena de megaregions:

- La megaregió més gran, no només per la seva extensió sinó també pel seu potencial econòmic, és la megaregió 'Am-Brus-Twerp', que travessa Amsterdam-Rotterdam, Ruhr-Colònia, Brussel·les i Anvers, i Lille, ocupant 160.840 km², amb una població de 60,8 milions de persones i un PIB estimat de 1.921.309 milions d'euros (2012).
- La segona més gran en extensió és la megaregió 'Vienna-Budapest', que a banda d'incloure les ciutats de Viena i de Budapest, abasta bona part del territori polonès. Ocupa 159.577 km², té una població de 35,7 milions de persones i un PIB de 693.960 milions d'euros (2012).
- La tercera més extensa és la megaregió italiana 'Rom-Mil-Tur' (140.606 km²), amb una superfície que inclou Milà, Roma i Torí, amb 43,9 milions de persones que produeixen 1.151.180 milions d'euros (2012).
- La megaregió alemanya 'Frank-Gart' que abasta Stuttgart, Frankfurt i Mannheim és la quarta en termes d'extensió (103.960 Km²), amb 28,6 milions de persones i una producció de 888.446 milions d'euros (2012).
- Segueix la megaregió britànica 'London' que s'estén des de Londres a través de Leeds, Manchester, Liverpool i Birmingham, amb 50,2 milions de persones i 1.340.108 milions d'euros en producció econòmica (2012).
- La sisena megaregió europea en extensió (88.934 km²) és la de Barcelona a Tolosa, Marsella i Lió, allargant-se fins a Múrcia pel sud d'Espanya (ja arriba fins Almeria), amb 27,3 milions de persones que produeixen 714.211 milions d'euros (2012).
- Després la megaregió 'Prague', que s'estén des de Praga fins a les ciutats alemanyes de Dresden, Leipzig i Nuremberg, amb 79.762 km², una població de 20,4 milions d'habitants i 555.007 milions d'euros (2012).
- La megaregió francesa 'Paris', és la vuitena en termes de superfície (39.327 km²), amb una població de 10,3 milions de persones i un PIB de 285.215 milions d'euros (2012).

- Segueix la megaregió portuguesa 'Lisbon', que s'estén fins a Oporto i arriba a abraçar territori espanyol fins a La Coruña, amb 32.241 km², 9,0 milions d'habitants i 185.649 milions d'euros (2012).
- L'altre megaregió britànica, 'Glas-Burg', abasta Glasgow i Edimburg, amb una superfície de 9.966 km² un total de 4,7 milions de persones, i 126.292 milions d'euros de PIB estimat (2012).
- La megaregió espanyola 'Madrid' és la onzena en termes de superfície amb una extensió total de 12.966 km², una població de 4,7 milions de persones i un PIB estimat de 113.451 milions d'euros (2012).
- Per últim, la més petita en extensió, és la megaregió alemanya 'Berlín', amb una superfície de 5.886 km², una població de 2,7 milions d'habitants i un PIB estimat de 83.970 milions d'euros (2012).

Barcelona-Lió és la sisena megaregió europea més extensa. Amb una superfície total de 47.452 km² el 1992, creix fins 88.934 km² el 2012 (Mapa 4.2). En aquest període 'Barce-Lyon' ha incrementat un 87,4%, i el creixement més gran ocorregut es va experimentar l'any 2008, quan part de la Comunitat Valenciana i de Múrcia es van incloure dins d'aquesta megaregió. En termes relatius, 'Barce-Lyon' és la quarta megaregió amb un increment de superfície major en aquest període, per darrere de les megaregions 'Lisbon', 'Viena-Budapest' i 'Prague'.

Mapa 4.1. El creixement de les megaregions europees i canvi d'intensitat lumínica; 1992-2012.



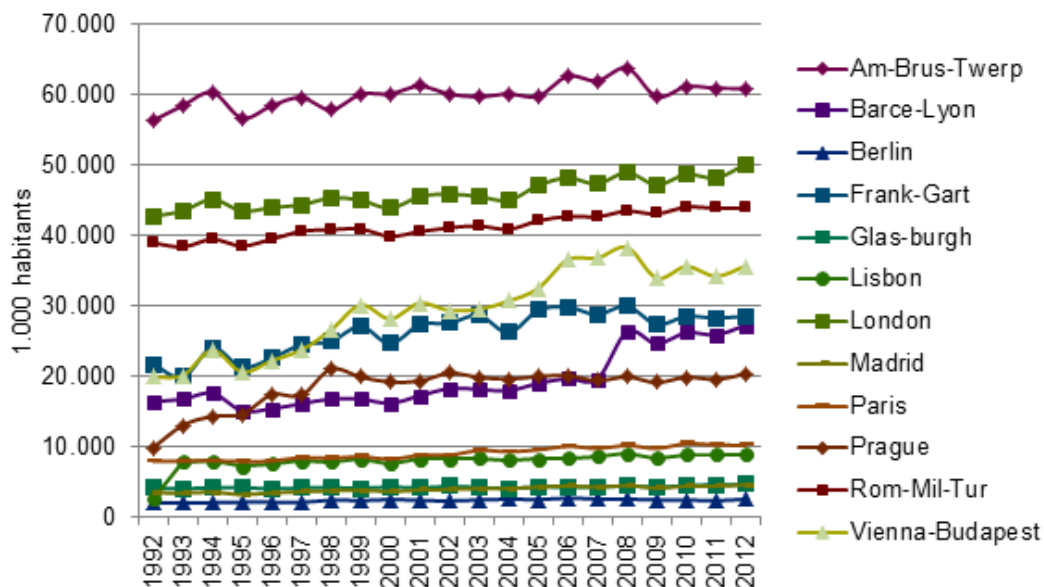
Font: IERMB, elaborat a partir de dades (NTL) del sensor satel·litari nord-americà DMSP-OLS (NOAA-DGDN)

Els indicadors demogràfics

Població

La població de les megaregions de la UE-27 està a prop dels 300 milions de persones el 2012 (Gràfic 4.1). La megaregió amb una població més elevada és 'Am-Brus-Twerp', seguida de 'London', 'Rom-Mil-Tur' i 'Vienna-Budapest'. 'Berlin', 'Madrid' i 'Glas-burg' són les megaregions amb menys població. El creixement de la població del conjunt de les megaregions europees en el període d'anàlisi (1992-2012) ha estat del 31%. Totes les megaregions europees experimenten taxes de creixement positives: destaquen 'Lisbon' i 'Prague' amb increments relatius més grans, i 'Am-Brus-Twerp', 'Glas-burg' i 'Rom-Mil-Tur', com les megaregions on menys ha augmentat la població. La megaregion Barcelona-Lió era la sisena en termes de població l'any 2012.

Gràfic 4.1. La població (per 1.000 habitants) de les megaregions europees; 1992-2012.



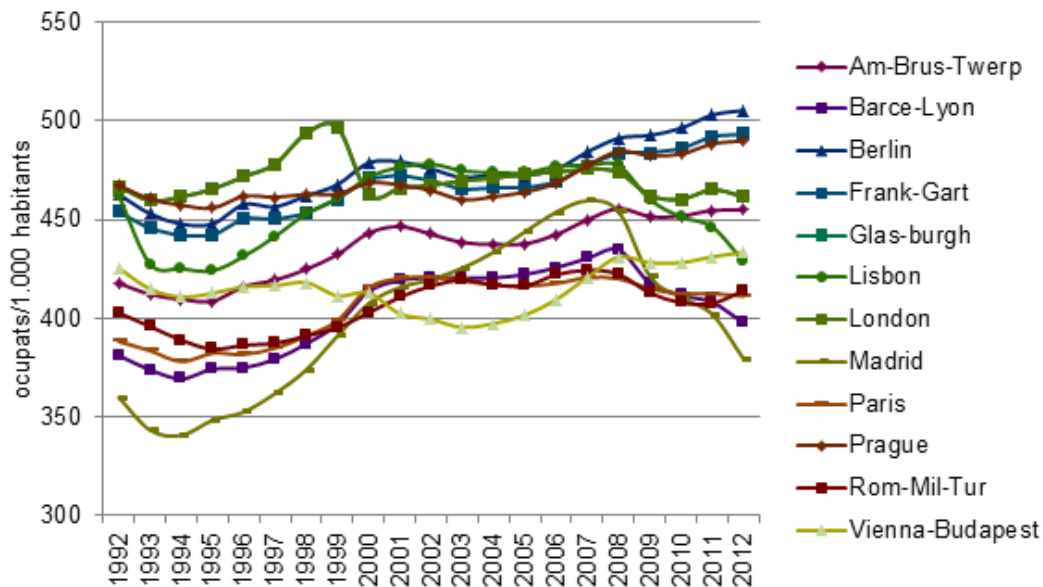
Font: IERMB

Els indicadors socials

Ocupació

El nombre d'ocupats del conjunt de les megaregions europees calculat a partir de dades estatals (NUTS0), ha augmentat en un 37% al llarg dels anys, passant de 97,19 milions d'ocupats en 1992 a 132,95 milions d'ocupats en 2012. La recessió econòmica del 2008 ha fet disminuir de forma dramàtica els ocupats per mil habitants en megaregions com 'Lisbon', 'Madrid', i també la megaregion Barcelona-Lió (Gràfic 4.2). Les megaregions que se situen majoritàriament en el Nord d'Europa continental, són les que millor han resistit la crisi econòmica en termes d'ocupació. Les megaregions 'London' i 'Glas-burg', amb un dels nivells d'ocupació més elevats de les megaregions europees presenten, però, un descens important.

Gràfic 4.2. El nivell d'ocupació (ocupats/1.000 habitants) de les megaregions europees; 1992-2012.



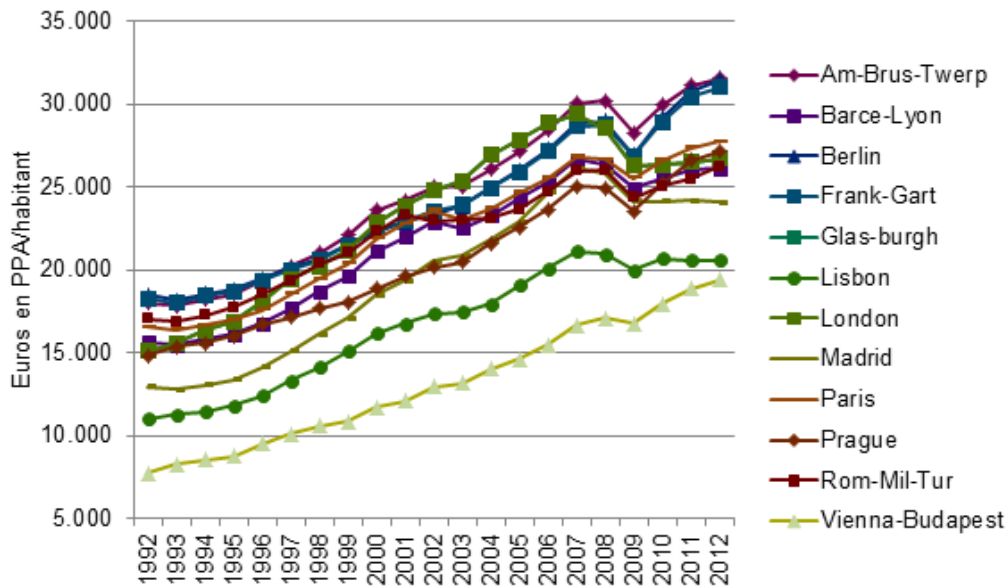
Font: IERMB

Els indicadors econòmics

Producte Interior Brut

El producte interior brut (PIB) del conjunt de les megaregions europees, estimat a partir de les dades estatals, ha experimentat un creixement progressiu en el període d'estudi, passant de 3.596.259 milions d'euros l'any 1992 a 8.058.803 milions d'euros l'any 2012. Les tres primeres megaregions amb un PIB per càpita més elevat són 'Am-Brus-Twerp', 'Frank-Gart' i 'Paris' (Gràfic 4.3). Les dades mostren els efectes de la crisi econòmica a partir del 2008 en la majoria de megaregions i, en general, una certa recuperació a partir d'aquest any. La megaregió Barcelona-Lió presenta un PIB per càpita comparativament baix, només per sobre de 'Madrid', 'Lisbon' i 'Vienna-Budapest'.

Gràfic 4.3. El PIB per càpita en PPA (euros /habitant) de les megaregions europees; 1992-2012.

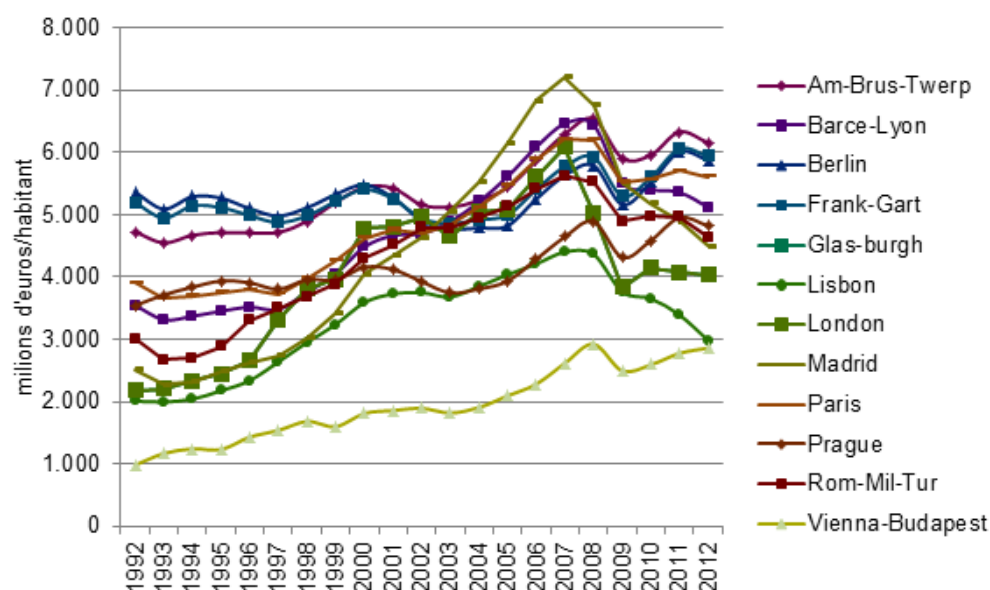


Font: IERMB

Formació bruta del capital fix

Un altre indicador econòmic interessant és la formació bruta del capital fix. En general, en valors absoluts es veu un increment en la inversió al llarg dels anys, amb un clar descens amb motiu de la crisi financera a partir de 2007-2008, en la majoria de megaregions. La megaregió Barcelona-Lió se situa la cinquena en termes de formació bruta del capital fix, doblant aquesta part de la inversió en el període analitzat (1992-2012). La formació bruta del capital fix per càpita (Gràfic 4.4), presenta una dinàmica semblant als valors absoluts, amb un creixement progressiu fins a 2007 en la majoria de megaregions, període a partir del qual hi ha una disminució de la inversió com a conseqüència de la crisi econòmica. Durant els anys previs a la crisi destaquen 'Barce-Lyon' i 'Madrid' com aquelles megaregions amb uns valors més alts de formació bruta del capital fix per càpita. Les megaregions 'Prague', 'Lisbon' i 'Viena-Budapest' són aquelles amb valors més baixos per aquest indicador.

Gràfic 4.4. Formació bruta del capital fix per càpita (milions d'euros/habitant) de les megaregions europees; 1992-2012.

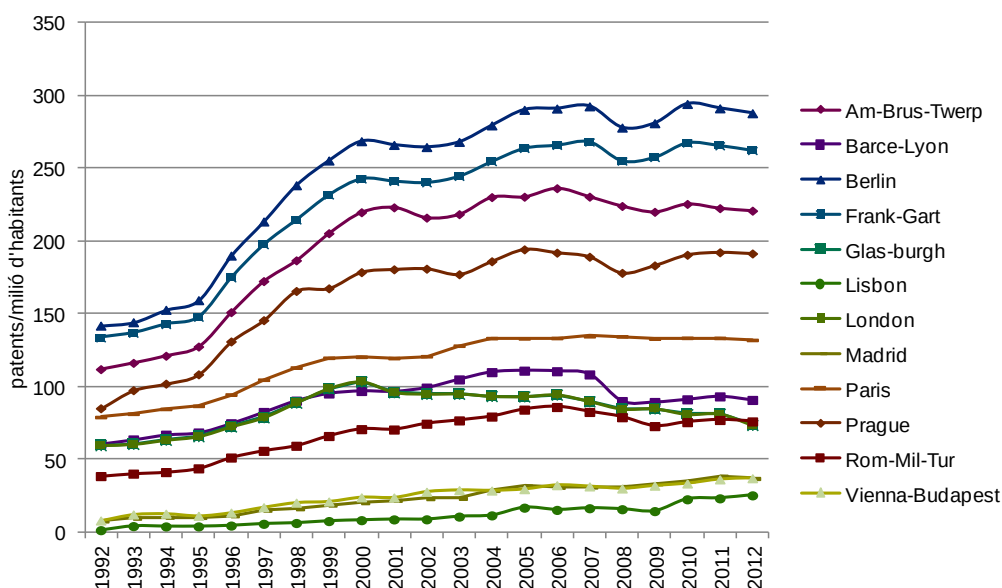


Font: IERMB

Patents EPO

La creació de patents EPO (European Patent Office) és un dels principals indicadors per avaluar la generació de coneixement d'una economia. Totes les megaregions experimenten un creixement progressiu en les sol·licituds de patents en el període d'estudi. En valor absolut, 'Am-Brus-Twerp' destaca per sobre de les altres megaregions pel que fa a la sol·licitud de patents, seguida de 'Frank-Gart'. Es dona un creixement progressiu del nombre de patents per càpita fins a 2007 en la majoria de megaregions (Gràfic 4.5) i a partir de 2008 en general es veu un descens degut a la recessió econòmica. En les megaregions alemanyes 'Berlin' i 'Frank-Gart', així com 'Am-Brus-Twerp' i 'Prague', que també ocupa una bona part del territori alemany, és on es donen més patents per habitant. La megaregió Barcelona Lió se situa la sisena en termes de sol·licituds de patents per càpita, per darrere de 'París'.

Gràfic 4.5. Les sol·licituds de patents EPO per càpita (patents/milió d'habitants) de les megaregions europees; 1992-2012.



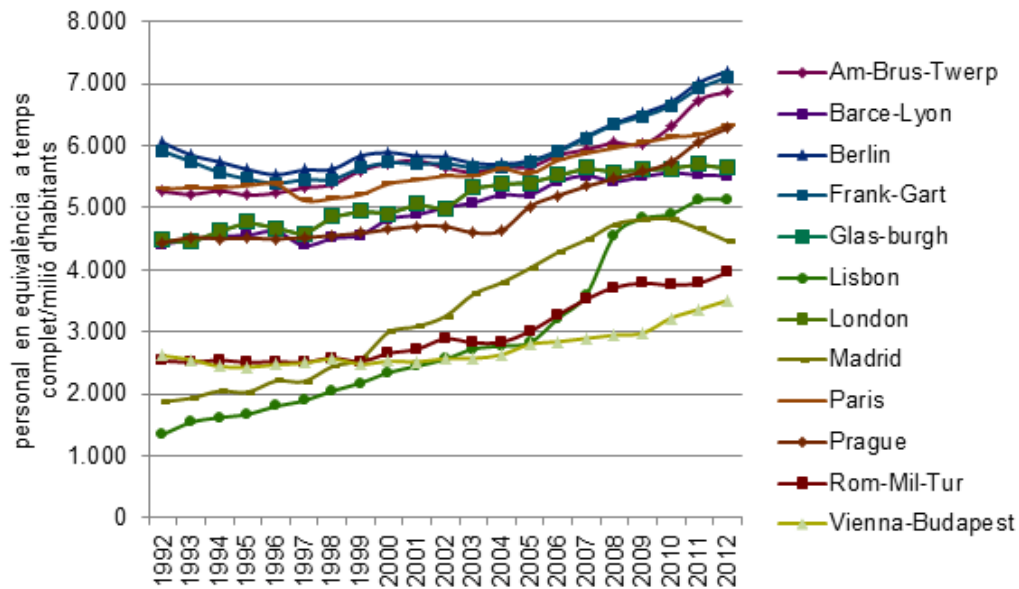
Font: IERMB

Personal en R+D

La quantitat de treballadors que es dediquen a recerca i desenvolupament (R+D) és un dels indicadors que mesura l'esforç en innovació; és el que s'anomena un indicador d'input en el procés innovador. Aquest es mesura en equivalència a dedicació plena.²⁹ El personal ocupat en R+D ha anat augmentant progressivament en les megaregions europees, passant d'un total de 969.758 en 1992 a un total de 1.661.069 en 2012. Els valors absoluts més elevats es donen en les megaregions 'Am-Brus-Twerp' i 'London'. En relació al personal en R+D per càpita, hi ha diferències molt significatives entre les diferents megaregions, que responen a la dinàmica del país (Gràfic 4.6). Les megaregions alemanyes, franceses i angleses, són les que més població ocupada tenen en R+D. Les megaregions amb menys personal dedicat a investigació per habitant són 'Madrid' (amb un important decreixement els darrers anys), 'Rom-Mil-Tur', 'Lisbon' i 'Vienna-Budapest'. En aquest sentit, la megaregió Barcelona Lió queda afavorida pel fet de compartir territori amb França, i presenta valors mitjans d'aquest indicador.

²⁹ El còmput del personal en equivalència a dedicació plena té en compte el personal que treballa a jornada completa en activitats d'R+D i la suma de fraccions de temps dedicats a activitats d'R+D del personal a dedicació parcial en R+D.

Gràfic 4.6. El personal en R+D (personal en equivalència a temps complet/milió d'habitants) de les megaregions europees; 1992-2012.



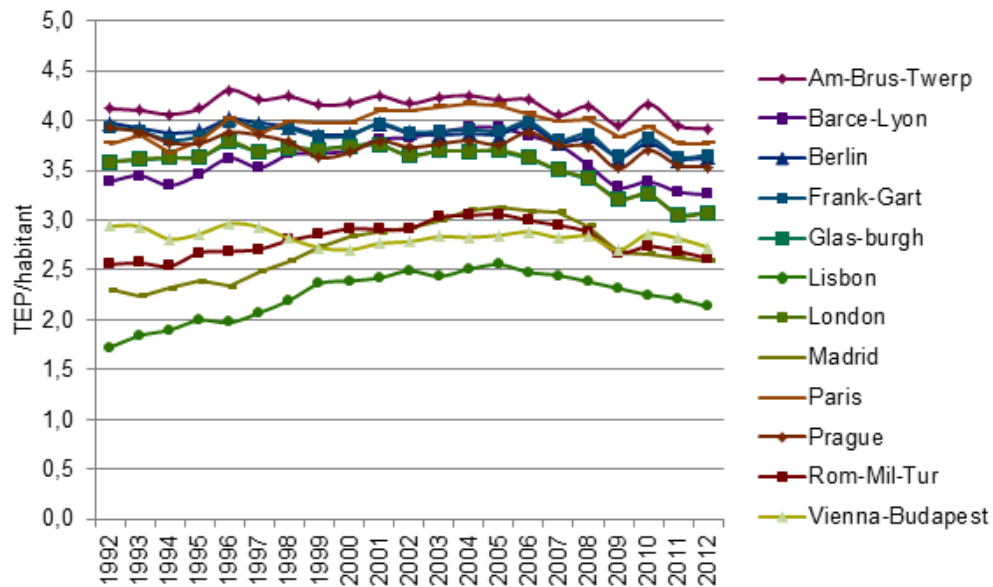
Font: IERMB

Els indicadors ambientals

Consum d'Energia Primària

El consum d'energia primària de les megaregions europees en aquests 21 anys, calculat a partir de les dades estatals, ha passat de 791 milions de TEP en 1992 a 966 milions de TEP en 2012. Això ha suposat un increment del 22%, que si es compara amb l'augment de la població que ha estat del 30% o amb el del PIB que ha estat del 124%, és un primer indicador de que hi ha hagut certa dissociació entre el consum d'energia i l'activitat econòmica a les megaregions europees tractades de forma global. Les megaregions que consumeixen més energia primària per càpita són 'Am-Brus-Twerp', 'Paris' i les dues alemanyes, 'Frank-Gart' i 'Berlin' (Gràfic 4.7). La megaregió Barcelona-Lió ocuparia la sisena posició en consum d'energia per càpita, amb una clara tendència decreixent.

Gràfic 4.7. El consum d'energia primària per càpita (TEP/habitant) de les megaregions europees; 1992-2012.

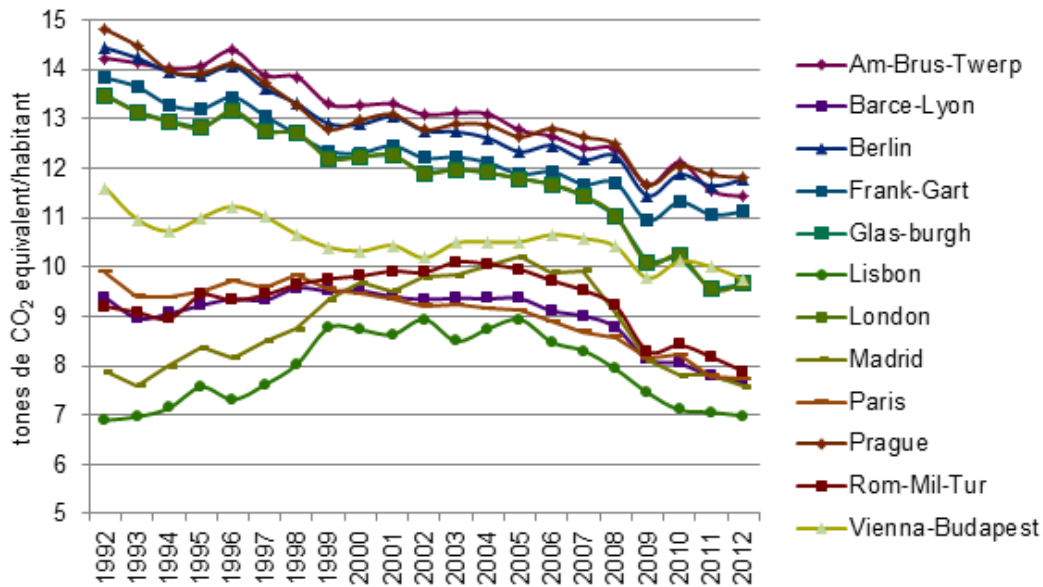


Font: IERMB

Emissions de CO₂

Un repte prioritari de la Unió Europea és disminuir les emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle (GEH) sense comprometre el desenvolupament econòmic. En conseqüència, un dels objectius principals marcats per l'Estratègia Europa 2020 és reduir les emissions de GEH (un 20% l'any 2020, respecte l'any 1990). En conjunt, les megaregions europees han augmentat un 4% les emissions de CO₂ (tones de CO₂ equivalent per habitant) entre 1992 i 2012, derivat també de l'increment ocorregut com a conseqüència de la inclusió d'altres territoris. No obstant això, en general s'observa una clara disminució de les emissions CO₂ per càpita (Gràfic 4.8). Les megaregions de 'Berlin', 'Prague' i 'Am-Brus-Twerp' presenten majors nivells de GEH per càpita, mentre que 'Barce-Lyon', 'Madrid' i 'Lisbon' són les que mostren menors emissions.

Gràfic 4.8. Les emissions de CO₂ per càpita (tones de CO₂ equivalent per habitant) de les megaregions europees; 1992-2012.

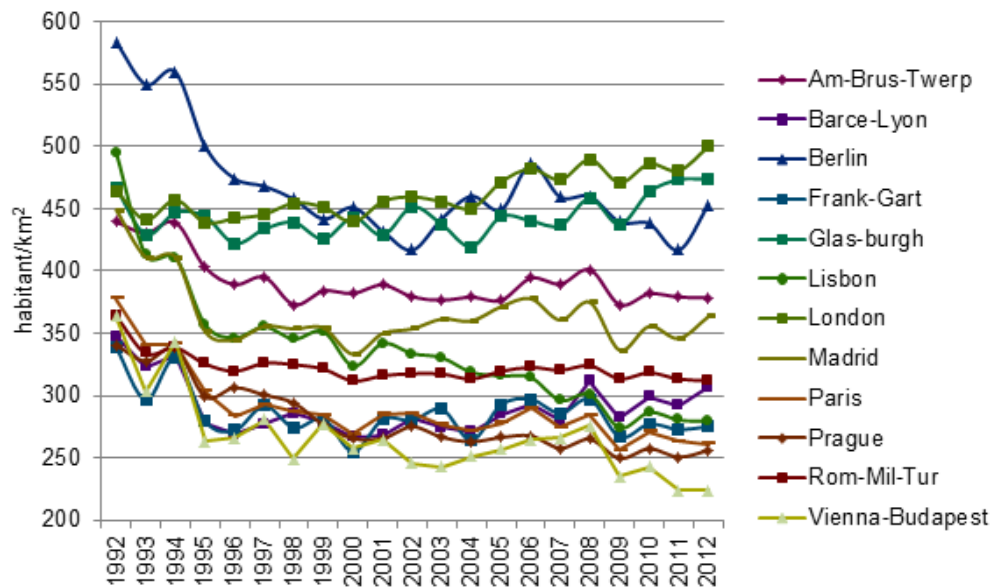


Font: IERMB

Els indicadors de forma urbana

Densitat urbana

Un indicador de forma urbana àmpliament utilitzat és la densitat urbana (població per superfície urbanitzada). En aquest cas, la densitat urbana s'ha calculat dividint la població de cada una de les megaregions entre l'àrea il·luminada obtinguda a partir de les dades satel·litàries (aquesta metodologia explica les fluctuacions en els resultats presentats). La densitat urbana és, per definició, superior a la densitat de població. La densitat urbana a les megaregions ha anat disminuint progressivament degut a la inclusió de nous territoris perifèrics, amb menys població per superfície (Gràfic 4.9). Les megaregions més densament poblades són 'London', 'Glas-Burg' i 'Berlin'. La megaregió Barcelona-lió presenta una densitat urbana moderada, comparable a la de 'Rom-Mil-Tur'.

Gràfic 4.9. La densitat urbana (habitants/km²) de les megaregions europees; 1992-2012.

Font: IERMB.

4.1.2 Relació entre els indicadors econòmics, socials i ambientals

La progressiva inclusió de les regions d'Europa dins de xarxes policèntriques de ciutats, els aporta un benefici econòmic significatiu. Les regions que més es beneficien econòmicament d'estar en una megaregió són les àrees perifèriques³⁰. Així, les megaregions tendeixen a augmentar en superfície i població, al temps que incrementen la seva activitat econòmica i el seu nivell d'innovació.

L'objectiu d'aquesta anàlisi és estudiar la relació entre el PIBpc i una sèrie de variables seleccionades per la seva capacitat potencial d'explicar el model socioeconòmic que segueixen les diferents NUTS3, en el període 1995-2010. El PIBpc és la variable que volem explicar en el model (variable dependent) a partir de la resta de variables explicatives (o independents) que serien: OCUp, PATpc, PECpc, DURB. A més, també es vol veure l'efecte del fet de pertànyer a una megaregió determinada i l'evolució en el temps.

Els resultats del model (veure taula següent) mostren que totes les variables incloses en l'anàlisi (OCUp, PATpc, PECpc, DURB) són significatives (en 'rosa') i serveixen per explicar el comportament del PIBpc en el període d'anàlisi. Les variables explicatives, més la variable anys (a_1995-2010) i la megaregió de pertinença (MEGREG) aporten un 75 % de la variància (R²) de la variable dependent, el que significa un valor prou alt. També s'observa un increment percentual de PIBpc més elevat a mesura que passen els anys. És a dir, l'increment del PIBpc ha

³⁰ Marull et al. (2013).

experimentat una tendència creixent al llarg del temps (escala de 'grisos'), excepte en els anys 2008 i 2009 on s'observa un canvi de tendència (en 'groc'). Les dades reflecteixen, per tant, els efectes de la crisi econòmica (2008, 2009) i una recuperació l'any 2010 al conjunt de les NUTS3 de l'EU-27.

Els resultats també mostren l'efecte de pertànyer a una megaregió sobre l'increment relatiu del PIBpc. Es dona un menor increment del PIBpc en el cas de les NUTS3 de les megaregions del Nord d'Europa ('Frank-Gart', 'Vienna-Budapest', 'Am-Brus-Twerp', 'Prague', 'Berlin', London i 'Glas-burgh'). En general, les NUTS3 que pertanyen a les megaregions anteriors, amb un PIBpc comparativament més alt, no es veuen tan beneficiades en el seu increment del PIBpc, respecte altres megaregions amb un PIBpc relativament més baix, com és el cas de les megaregions del Sud d'Europa (en 'verd'), entre les quals trobem Barcelona-Lió.

Taula 4.1. Model de regressió lineal del Producte Interior Brut per càpita (PIBpc)*.

	Coef.**	Std.	Err.	t
Cons.	3,411	0,047	71,94	0
OCUpc	0,859	0,008	102,71	0
PATpc	0,069	0,001	46,34	0
CEPpc	0,458	0,011	42,57	0
DURB	0,068	0,002	34,53	0
a_1995	-0,194	0,007	-27,54	0
a_1996	-0,176	0,007	-25,35	0
a_1997	-0,143	0,007	-20,78	0
a_1998	-0,131	0,007	-19,23	0
a_1999	-0,102	0,007	-15,07	0
a_2000	-0,056	0,006	-9,22	0
a_2001	-0,034	0,006	-5,72	0
a_2002	-0,002	0,006	-0,36	0,721
a_2003	0,003	0,006	0,46	0,645
a_2004	0,043	0,006	7,42	0
a_2005	0,074	0,006	12,79	0
a_2006	0,101	0,006	17,55	0
a_2007	0,159	0,006	28,02	0
a_2008	0,151	0,006	26,63	0
a_2009	0,138	0,006	23,9	0
a_2010	0,169	0,006	29,59	0
Frank-Gart	-0,039	0,006	-6,6	0
Vienna-Budapest	-0,105	0,009	-12,34	0
Am-Brus-Twerp	-0,016	0,005	-3,22	0,001
Prague	-0,180	0,007	-25,18	0
Berlin	-0,246	0,020	-12,37	0
Barce-Lyon	0,107	0,011	9,68	0
Madrid	0,189	0,032	5,96	0
Lisbon	0,032	0,014	2,29	0,022
Paris	0,085	0,014	5,93	0
Rom-Mil_Tur	0,281	0,008	37,44	0
London	-0,060	0,006	-9,88	0
Glas-Burgh	-0,047	0,013	-3,64	0
Resum del model				
N	15.624			
F(31, 15.592)	1.547		Prob > F	0,0000
R ²	0,7546		R ² -cor.	0,7542

* Nota 1: a) Variable depenent: logaritme natural de PIB per càpita (PIBpc). b) Totes les variables independents en logaritmes naturals; variables: ocupats per mil habitants (OCUpc), patents per milió d'habitants (PATpc), consum d'energia primària per càpita (CEPpc) i densitat urbana (DURB). (c) Estimadors del model d'efectes *within*; (d) Efectes fixos calculats sota la restricció que $\sum \alpha_i = 0$, de manera que els coeficients *dummy* representen desviacions de l'efecte mitjana del grup (*intercept*).

** Nota 2: En 'rosa' es destaquen les variables significatives per explicar el PIBpc. En escala de 'grisos' s'expressa l'increment percentual de PIBpc i en 'groc' el trencament de la sèrie degut a la crisi econòmica. En 'verd' s'identifiquen les megaregions que proporcionen un major increment relatiu de PIBpc a les regions que hi pertanyen. Font: IERMB.

Anàlisi de la resiliència davant la crisi econòmica

En aquests apartat es proposa un índex de resiliència ($R = I / T$), definit com la relació entre la intensitat de la recessió ('I'; increment anual negatiu del PIBpc, en valor relatiu) i el temps que dura la recessió ('T'; anys que triga en tornar a tenir un creixement anual positiu). D'aquesta manera, s'obté una relació entre les dues variables anteriors, de forma que es pot establir que les NUTS3 més resilientes són aquelles que es recuperen d'una pertorbació externa més elevada (decreixement del PIBpc) en el menor temps possible. Així doncs, valors més elevats de 'R' indiquen una major capacitat a recuperar-se davant pertorbacions externes.

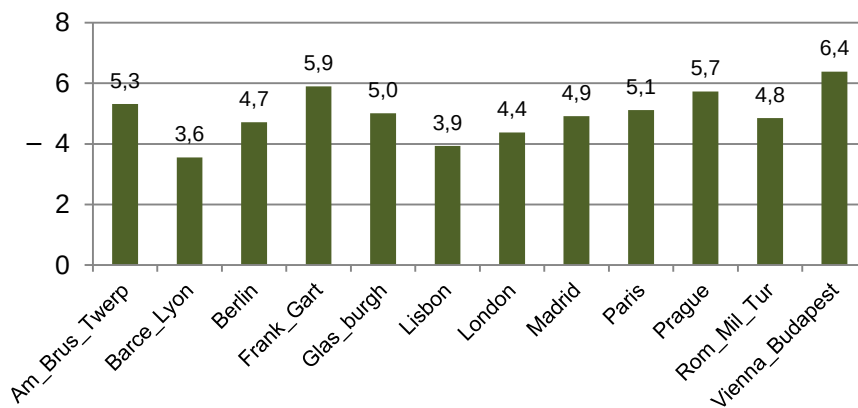
A continuació es presenten els resultats d'analitzar el comportament de 'I' (intensitat de la recessió), 'T' (durada de la recessió) i 'R' (resiliència en front la recessió) en el conjunt de les NUTS3 que pertanyen a les dotze megaregions europees (Gràfic 4.10,

Gràfic 4.11. Durada de la recessió (T). Valor promig del temps de durada de la recessió (increment negatiu de PIB per càpita) de les NUTS3 de la EU-27 en funció de la megaregió de pertinença; període 2006-2010.

i Gràfic 4.12, respectivament), en el període 2006-2010. S'observa valors de 'I' més elevats a les megaregions 'Vienna-Budapest', 'Frank-Gart' i 'Prague', i valors més baixos a 'Barce-Lyon' i 'Lisbon'. En canvi, s'observen valors inferiors de 'T' en les megaregions 'Berlin', 'Vienna-Budapest', 'Paris' i 'Frank-Gart'.

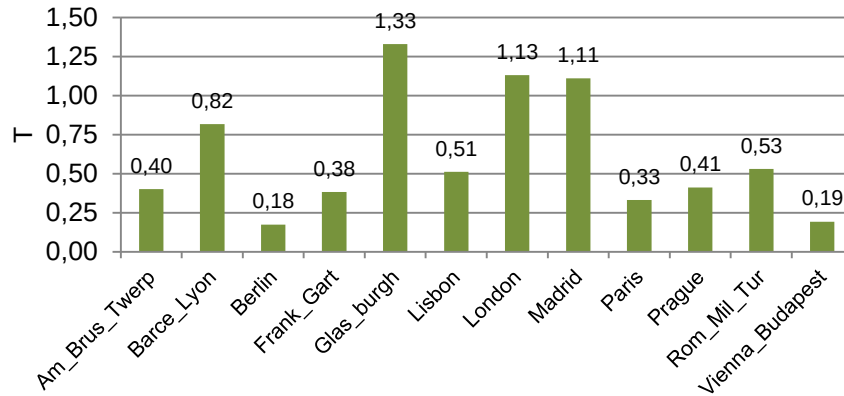
Això fa que les megaregions amb major resiliència ('R') davant la darrera recessió econòmica en el període analitzat (2006-2010), siguin les alemanyes ('Berlin' i 'Frank-Gart'), ja que van tenir un primer impacte força alt en el seu PIBpc però es van poder recuperar comparativament més ràpid. En canvi, les megaregions amb menor resiliència davant la crisi són 'Madrid', 'Lisbon' i 'Barce-Lyon'.

Gràfic 4.10. Intensitat de la recessió (I). Valor promig de l'increment anual negatiu del PIB per càpita (en valor relatiu) de les NUTS3 de la EU-27 en funció de la megaregió de pertinença (en percentatge); període 2006-2010.



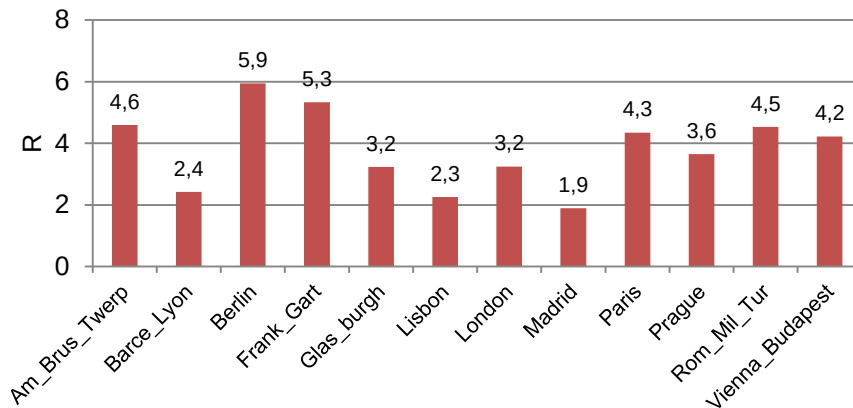
Font: IERMB

Gràfic 4.11. Durada de la recessió (T). Valor promig del temps de durada de la recessió (increment negatiu de PIB per càpita) de les NUTS3 de la EU-27 en funció de la megaregió de pertinença; període 2006-2010.



Font: IERMB

Gràfic 4.12. Índex de resiliència (R) davant la recessió econòmica. Valor promig de R (en valor relatiu) de les NUTS3 de la EU-27 en funció de la megaregió de pertinença; període 2006-2010.



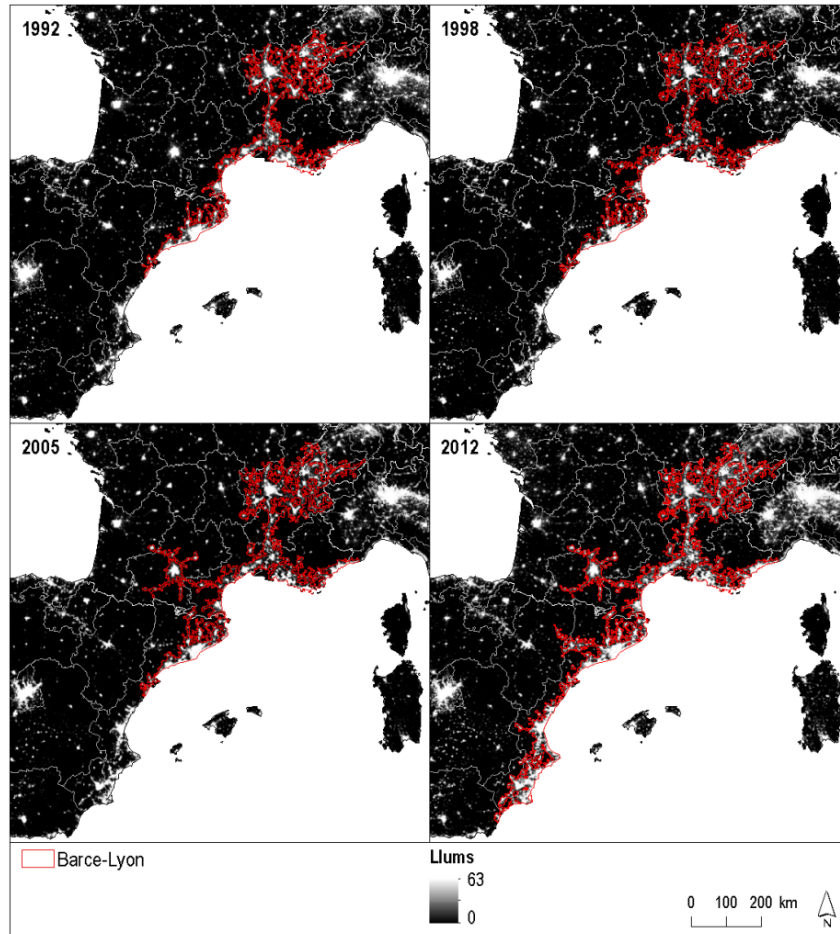
Font: IERMB

4.1.3 Comparativa de la megaregió de Barcelona-Lió en relació a les altres megaregions

En aquest apartat es presenta una anàlisi comparativa de la dinàmica de la megaregió Barcelona-Lió en relació a la resta de les megaregions europees (EU-27).

Segons els resultats anteriors la megaregió Barcelona-Lió era la sisena megaregió europea més extensa en superfície l'any 2012 (88.934 km²) i la sisena en termes de població, passant de 16,5 a 27,3 milions d'habitants en el període d'estudi (Taula 4.2). El creixement més gran es va experimentar l'any 2008, quan part de les comunitats Valenciana i de Múrcia es van incorporar a aquesta megaregió, que ja arriba fins Almeria (2012).

Mapa 4.2. El creixement de la megaregió Barcelona-Lió; 1992-2012.



Font: IERMB.

Pel que fa als indicadors socioeconòmics, tot i el creixement progressiu del PIB de la megaregió Barcelona-Lió (de 3.596.259 milions d'euros l'any 1992 a 8.058.803 milions d'euros l'any 2012), les dades mostren els efectes de la crisi econòmica a partir del 2008. L'any 2012, la megaregió Barcelona-Lió era la setena megaregió europea en PIB per càpita, la onzena en nivell d'ocupació (397,6 ocupats/1.000 habitants) i la cinquena en formació de capital fix (5.124 milions d'euros/habitant).

En quant als indicadors de coneixement-innovació, l'any 2012 la megaregió Barcelona-Lió se situava en la sisena posició pel que fa a la sol·licituds de patents (amb 90,6 patents/milió d'habitants), i en la vuitena en personal dedicat a R+D (5.518 en equivalència a temps complert/milió d'habitants). La megaregió de Barce-Lió té un total de 1.852 indústries creatives, essent la sisena de les dotze megaregions estudiades. Destaquen les indústries creatives 'Arquitectura i enginyeria', 'Software, videojocs i edició electrònica' i publicitat.

Per últim, Barcelona-Lió era la cinquena en consum d'energia primària (3,56 TEP/habitant) i la novena pel que fa a les emissions de gasos d'efecte hivernacle (7,67 tones de CO₂/habitant).

Taula 4.2. Indicadors seleccionats per la megaregió de Barcelona- Lió, 2012

Indicadors	Unitats	Resultats 2012	Posició 2012	Variació % 1992-2012
Superfície	km ²	88.996	6	87,4
Població	Milions hab.	27.321	6	65,5
PIB	Euros en PPA / hab.	26.141	7	52,1
Ocupació	Ocupats / 1.000 hab.	397,6	11	-9,4
Formació bruta del capital fix	Milions euros / hab.	5.124	5	53,3
Patents EPO	Patents / milió hab.	90,6	6	86,8
Personal en R+D	Personal en ETC / milió hab.	5.518	8	96,0
Consum d'energia primària	TEP / hab.	3,3	5	-3,9
Emissions de GEH	Tn de CO ₂ equivalent de petroli/hab	7,7	9	-18,3

Font: IERMB.

A continuació es fa una anàlisi per a comparar amb rigor estadístic l'evolució de la megaregió Barcelona-Lió en relació a la resta de megaregions europees, segons les principals variables d'anàlisi (PIBpc, Ocupc, PATpc, CEPpc i DEN). Per tal de desenvolupar aquest estudi, es fa un test estadístic de comparació de mitjanes agafant el valor mitjà de totes les NUTS3 de cada megaregió per cada una de les variables d'interès.

A la Taula 4.3 es remarquen en 'rosa' aquelles megaregions que tenen un valor mitjà de l'indicador significativament més elevat que el de la megaregió 'Barce-Lyon'; i en 'gris', aquelles megaregions amb un valor mitjà per l'indicador significativament més baix que el de 'Barce-Lyon'. Les megaregions no marcades no presenten diferències significatives en quant a l'indicador seleccionat respecte a 'Barce-Lyon'.

En resum, pel cas de 'Barce-Lyon' l'any 2010, la mitjana del PIBpc és significativament menor que la de les megaregions 'Frank-Gart' i 'París'. Pel que fa al indicador OCUp, el valor mitjà de 'Barce-Lyon' és significativament menor dels de 'Frank-Gart' i 'Prague'. En relació amb les PATpc, el valor mitjà de les NUTS3 de 'Barce-Lyon' és significativament inferior al de 'Frank-Gart'. En quant al CEPpc, la mitjana de 'Barce-Lyon' és significativament superior a les de 'Lisbon', 'Rom-Mil-Tur' i 'Vienna-Budapest'. Per últim, la densitat mitjana de les NUTS3 de 'Barce-Lyon', és significativament menor que la de 'London' i 'París'.

Taula 4.3. Comparació de mitjanes de PIB per càpita (PIBpc), ocupats per mil habitants (OCUpc), patents per milió d'habitants (PATpc), consum d'energia per càpita (CEPpc), densitat de població (DEN) i densitat urbana (DUR) de totes les NUTS3 de cada megaregió; 2010.

2010	PIBpc	OCUpc	PATpc	CEPpc	DEN	DENURB
No MEGREG	18.713	410,1	81,5	3,20	157	244
Am-Brus-Twerp	27.013	438,7	168,7	4,13	643	660
Barce-Lyon	23.806	400,9	113,6	3,56	193	273
Berlin	21.437	455,0	183,5	3,80	771	840
Frank-Gart	32.788	535,8	442,2	3,81	595	615
Glas-burgh	21.425	461,3	56,9	3,26	629	685
Lisbon	17.146	437,1	10,8	2,18	354	371
London	23.900	454,4	79,9	3,26	1.529	1.568
Madrid	25.187	429,3	36,1	2,67	417	476
Paris	34.623	440,1	199,3	3,93	3.815	3.870
Prague	24.986	513,7	202,6	3,77	553	569
Rom-Mil-Tur	25.519	417,3	79,8	2,74	268	304
Vienna-Budapest	20.485	455,8	44,4	2,98	548	592

Nota 1: Els resultats es basen en proves bilaterals que assumeixen variàncies iguals amb un nivell de significació del 0,05. Fent servir la correcció de Bonferroni, s'han ajustat les proves a les comparacions per parells dins 'una columna.

Nota 2: En 'rosa' es destaquen les megaregions que tenen un valor mitjà de l'indicador significativament més elevat que el de la megaregió Barcelona-Lió. En 'gris' les megaregions amb un valor mitjà per l'indicador significativament més baix que el de la megaregió de Barcelona-Lió. Les megaregions no marcades no presenten diferències significatives en quant a l'indicador seleccionat respecte a la megaregió de Barcelona-Lió.

Font: IERMB

4.2 Escala metropolitana

A continuació es presenta un seguiment al llarg del temps (2000-2014) dels indicadors de sostenibilitat seleccionats (socials, econòmics i ambientals), amb l'objecte d'analitzar les dotze àrees metropolitanes europees seleccionades, més les quatre espanyoles, i fer una avaluació comparativa pel que fa a l'àrea metropolitana de Barcelona.

- L'àrea metropolitana més gran, no només per la seva extensió sinó també pel seu potencial econòmic, és l'àrea francesa de Paris, àrea metropolitana més important de la megaregió de 'Paris'. Aquesta ocupa 12.089 km², té una població de 12,4 milions de persones i un PIB per càpita de 59.611\$ (2012).
- La segona més gran en extensió és la l'àrea metropolitana de Madrid, àrea metropolitana de referència de la megaregió de 'Madrid', que ocupa 11.538 km², té una població de 7,1 milions de persones i un PIB per càpita de 41.554\$ (2012).
- La tercera més extensa és l'àrea metropolitana britànica de Londres, la més important de la megaregió de 'London', amb una superfície (6.921 km²), amb 14,4 milions de persones, la més poblada de totes les àrees seleccionades, que produeixen un PIB per càpita de 53.976\$ (2012).
- La l'àrea metropolitana alemanya de Berlin, principal àrea metropolitana de la megaregió que de 'Berlin', és la quarta en termes d'extensió (6.176 Km²) i de població (4,4 milions de persones), però és la novena en termes de PIB per càpita amb 37.701\$ (2012).

- Segueix l'àrea metropolitana de Budapest, la més important de la megaregió de 'Vienna-Budapest', que amb 6.075 km² i amb 2,9 milions de persones és la onzena de les àrees metropolitanas seleccionades en producció econòmica (35.964 \$ per càpita) (2012).
- La sisena àrea metropolitana en extensió (5.686 km²) és l'àrea metropolitana italiana de Roma, la més important de la megaregió de 'Rom-Mil-Tur', amb 4,2 milions de persones que produeixen 46.581\$ per càpita, essent la cinquena més rica (2012).
- Després l'àrea metropolitana portuguesa de Lisboa, de la megaregió de 'Lisbon', amb 3.988 Km², és la setena en població amb 2,9 milions d'habitants i la darrera en termes de PIB per càpita amb 35.400\$ (2012).
- L'àrea metropolitana de Praga, de la megaregió de 'Prague', és la vuitena en termes de superfície (3.929 km²), amb una població de 1,9 milions de persones i un PIB per càpita de 45.266\$ (2012).
- Segueix l'àrea metropolitana alemanya de Frankfurt, que en aquest cas és la més important de la megaregió de 'Frank-Gart', amb 3.888 km², 2,5 milions d'habitants i un PIB per càpita de 56.828\$, el que la situa en la segona posició pel que fa a la producció (2012).
- L'àrea metropolitana de Brusel·les, la més poblada de la megaregió de 'Amb-Brus-Twerp', amb un total de 2,6 milions de persones i una superfície de 3.266 km², és la quarta en termes de producció econòmica, amb 53.208\$ per habitant (2012).
- L'àrea metropolitana de Barcelona, àrea de referència de la megaregió de 'Barce-Lyon', és la onzena en termes de superfície amb una extensió total de 1.362 km². Té una població de 3,9 milions de persones i un PIB per càpita de 36.125\$ que la situa en la novena posició pel que fa a la riquesa per càpita (2012).
- Per últim, la més petita en extensió és l'àrea metropolitana de Glasglow, que és la més poblada de la megaregió 'Glas-Burg', amb una superfície de 856 km² i una població de 0,96 milions d'habitants. Té un PIB per càpita de 39.222 \$ (2012).
- De la resta d'àrees metropolitanes espanyoles, la de Saragossa és la més extensa, seguida de Sevilla, València i Bilbao. La més poblada és la de València, seguida de Sevilla, Bilbao i Saragossa. Finalment, la més productiva en termes de PIB per càpita és la de Bilbao, per darrera de Madrid i davant de Barcelona. La segueixen Saragossa, València i Sevilla.

Així doncs, l'àrea metropolitana de Barcelona, referent de la megaregió Barcelona-Lió, és la onzena en termes de superfície, la sisena en termes de població (i per tant de les metròpolis més denses), i la desena en termes de PIB per càpita el 2012.

4.2.1 Dinàmiques temporals

Els indicadors demogràfics

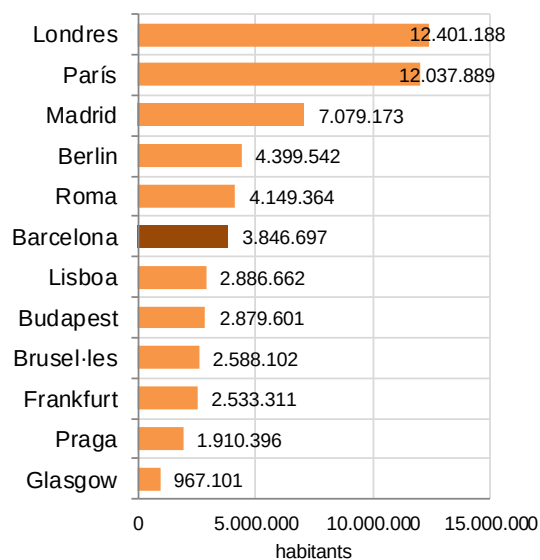
Població

Com ja s'ha explicat, en el present estudi s'analitzen les àrees urbanes de més de 500.000 habitants, és a dir, aquelles que concentren el gruix de la població urbana europea. A Europa, només Londres i París es consideren megaciutats amb més de 12 milions d'habitants cada una (Gràfic 4.13). Dos terços de les 16 àrees metropolitanes seleccionades tenen una població d'entre un i cinc milions d'habitants (Gràfic 4.13 i Gràfic 4.14). L'àrea metropolitana de Barcelona, amb quasi quatre milions d'habitants, és la sisena de la mostra de FUAs de megaregions europees (Gràfic 4.13) i la segona més gran de la mostra de FUAs espanyoles (Gràfic 4.14).

La importància en termes poblacionals de les diferents FUAs seleccionades varia molt (Gràfic 4.15 i Gràfic 4.16). Així, tres metròpolis representen més del 20% de la població total del país, i no són les més grans: Budapest, Lisboa i Brussel·les, en ordre decreixent. Totes tres tenen una població entre els 3 i 2,5 milions d'habitants. Altres quatre FUA concentren entre un 15 i un 20% de la població del seu país: Londres, París, Praga i Madrid, en ordre decreixent. Madrid representa un 15% de la població espanyola i Barcelona un 8% (més d'un 20% si les considerem conjuntament), i la distància amb la tercera i quarta ciutat espanyola més importants és força gran; València concentra al voltant d'un 4% de la població d'Espanya i Sevilla un 3%.

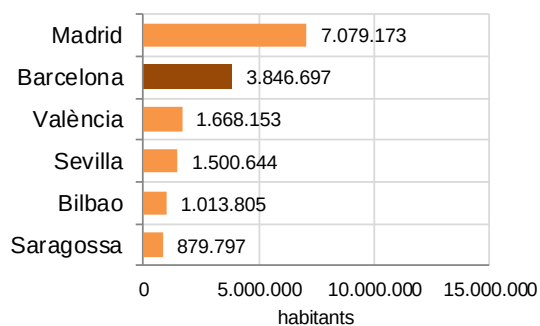
Algunes ciutats d'Europa, però, han experimentat un descens de la població en els últims anys, la majoria d'elles situades en els països amb baixa fertilitat d'Europa central, on la població general s'ha estancat o està en declivi (Gràfic 4.17). Aquest no és el cas de Barcelona, ni de les grans àrees urbanes espanyoles, amb l'excepció de Bilbao que creix a un ritme més lent que la resta i podria mostrar signes d'estancament (Gràfic 4.18).

Gràfic 4.13. Població. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2014



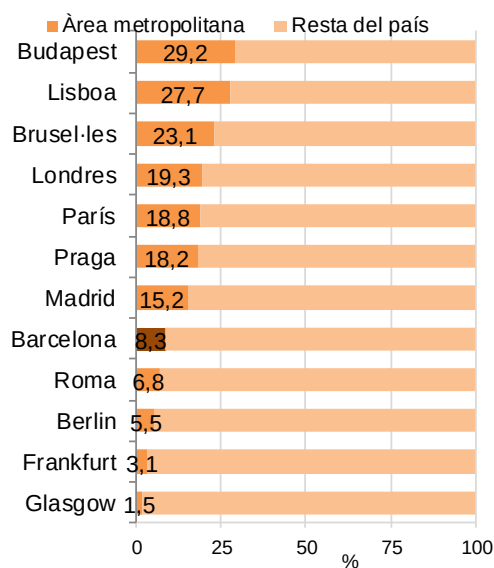
Font: OCDE.

Gràfic 4.14. Població. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2014



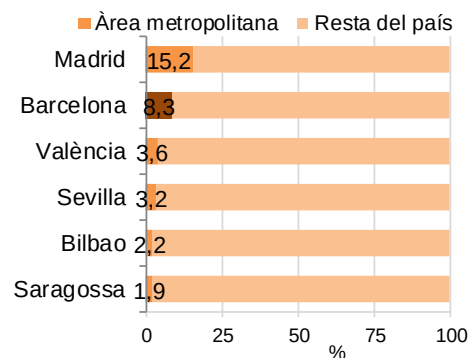
Font: OCDE.

Gràfic 4.15. Població respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades, 2014



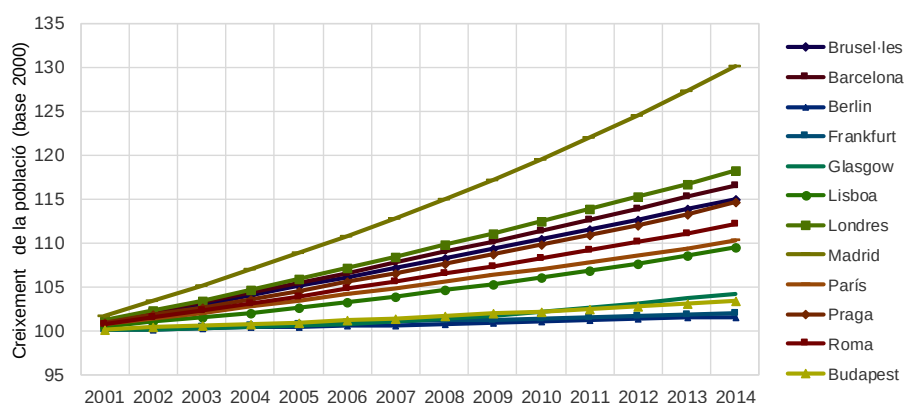
Font: OCDE.

Gràfic 4.16. Població respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2014



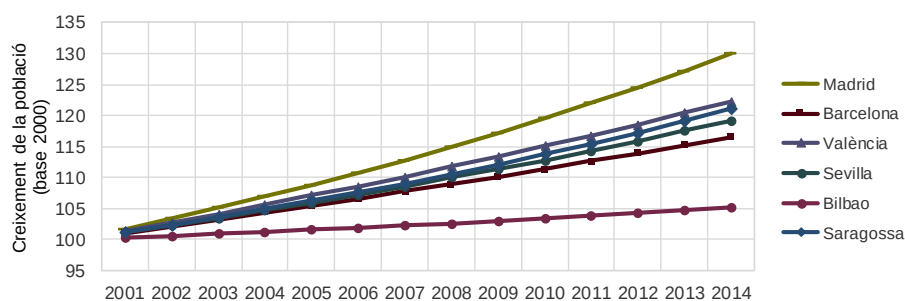
Font: OCDE.

Gràfic 4.17. Increment de la població en % (habitants). Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-2014



Font: OCDE.

Gràfic 4.18. Increment de la població en % (habitants). Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2000-2014



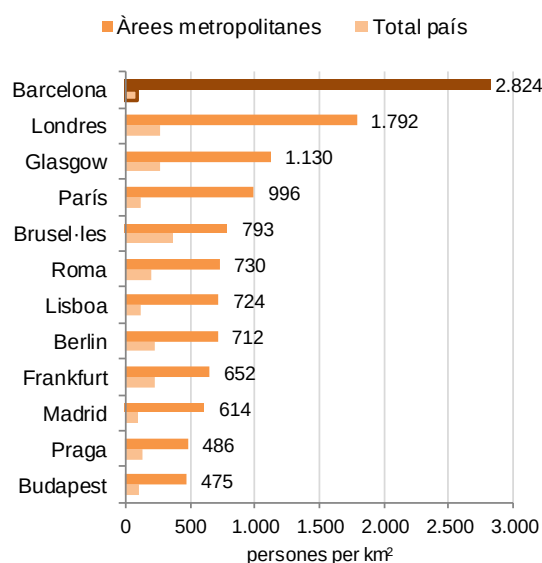
Font: OCDE.

Densitat de població

La densitat de població es calcula com el nombre de persones per unitat d'àrea, i és més elevada on més població es concentra per unitat de superfície. Des d'un punt de vista ambiental, la densitat de població s'associa amb un menor consum per càpita de recursos (energia i materials), i amb un transport i mobilitat més sostenibles, ja que es necessita certa densitat de població per a que el transport públic sigui cost-eficient. No obstant això, la concentració de població també comporta efectes secundaris. La degradació ambiental és més greu en àrees urbanes, per la contaminació de l'aire, el soroll, la mala qualitat d'aigua i la pèrdua de zones naturals, el que representa una càrrega per al benestar i la salut dels ciutadans i per a la seva qualitat de vida.

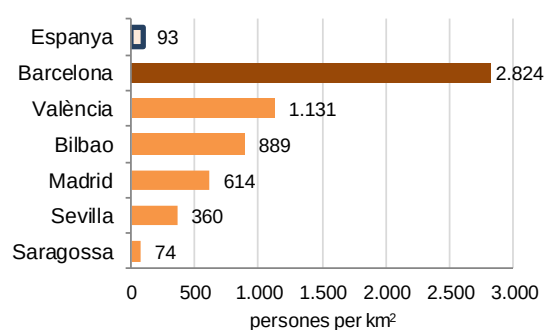
Com s'ha avançat, la concentració de població a les principals metròpolis és molt més gran que a la resta del territori (Gràfic 4.19 i Gràfic 4.20). Barcelona és de lluny l'àrea metropolitana amb una densitat de població més elevada (2.824 persones per km²), tant si es compara amb la selecció de FUAs de megaregions (Gràfic 4.21) com amb la resta de FUAs espanyoles (Gràfic 4.22). S'observa gran variabilitat entre metròpolis de mida similar, però que mostren densitats de població força diferents entre elles. Per exemple, les dues megaciutats, Londres i París, amb quelcom més de 12M d'habitants cada una, tenen densitats poblacionals de 1.792 habitants per km² en el cas de Londres, i tan sols de 996 habitants per km² en el cas de París (Gràfic 4.21). Les diferències també són grans en el cas nacional, per exemple entre València (1.131 hab/km²) i Sevilla (360 hab/km²) (Gràfic 4.22).

Gràfic 4.19. Densitat de població. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2014



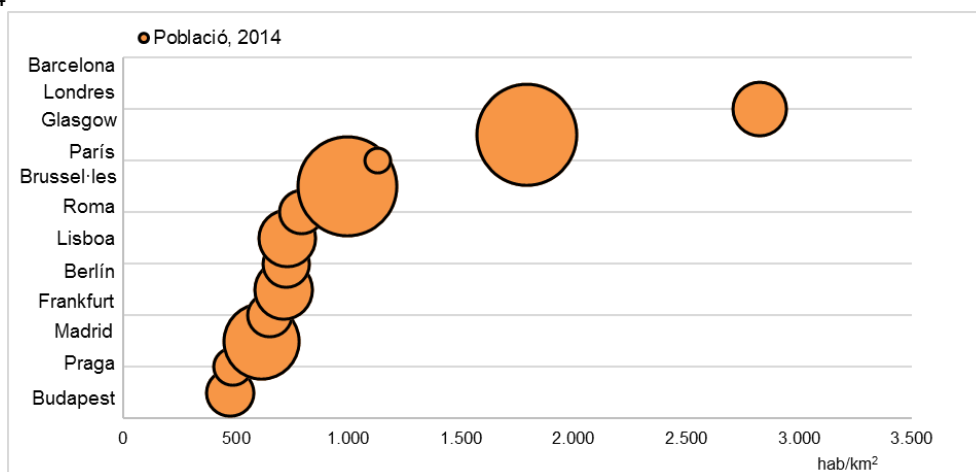
Font: OCDE.

Gràfic 4.20. Densitat de població. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2014



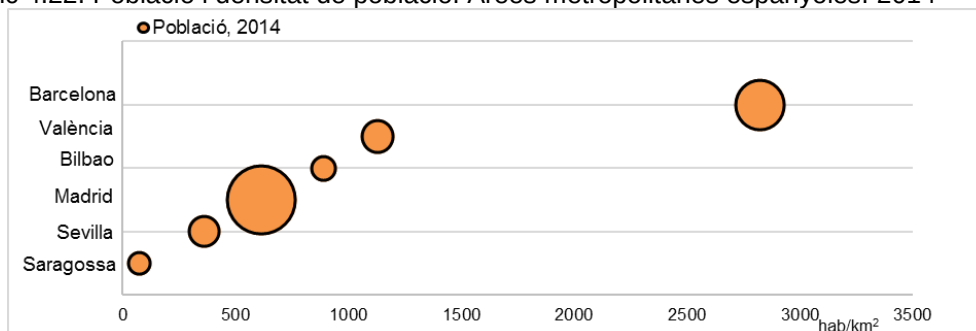
Font: OCDE.

Gràfic 4.21. Població i densitat de població. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2014



Font: OCDE.

Gràfic 4.22. Població i densitat de població. Àrees metropolitanes espanyoles. 2014



Font: OCDE.

Els indicadors socials***Envelliment***

L'envelliment de la població a les àrees metropolitanes és la ràtio entre la població d'edat avançada (més de 65 anys) sobre la població en edat de treballar (15-64 anys).

L'envelliment de la població i la urbanització s'han convertit, amb les seves particularitats, en les tendències socials dominants del segle XXI, la seva interacció crea problemes per a tot tipus de comunitats – des de les més aïllades a les més densament poblades.³¹ Les ciutats i les regions metropolitanes de les que formen part estan canviant. Per a l'any 2030, quan dos terços de la població mundial viurà en ciutats, les principals zones urbanes del món desenvolupat comptaran amb un 25% o més de la seva població amb 60 anys i més. De fet, en 2006, l'esperança de vida en néixer a la UE27 va ser una de les més altes del món – gairebé 76 anys per als homes i 82 anys per a les dones.³²

Aquest canvi demogràfic té implicacions per a gairebé tots els sectors de la societat, inclosos els mercats laborals i financers, la demanda de béns i serveis, com ara l'habitatge, el transport i la protecció social, així com les estructures familiars i les relacions intergeneracionals.³³ Això es combina amb les pressions que afecten a diferents tipus de localitats, amb l'impacte de la urbanització accelerada en algunes localitats i en altres amb la desindustrialització. L'envelliment de la població és particularment rellevant per als objectius d'eradicació de la pobresa, garantir una vida saludable i el benestar a totes les edats, la promoció de l'ocupació plena i productiva i el treball decent per a tothom, reduir les desigualtats, i fer de les ciutats espais inclusius, segurs, resilients i sostenibles.³⁴

En general s'observa, per a la nostra selecció de FUAs de megaregions europees, que la mitjana nacional ha anat augmentant en el període d'estudi (Gràfic 4.23). Només a Berlín l'índex d'envelliment és més gran que la mitjana nacional d'Alemanya i és, a més a més, l'àrea metropolitana amb una proporció més gran de població d'edat avançada (33%). A les dues megaciutats, Londres i París, és on la proporció de gent gran respecte de la població adulta és menys elevada: 18% i 20% respectivament. Pel que a les FUA espanyoles (Gràfic 4.24), Bilbao (32%) i Saragossa (28%) estan per sobre de la mitjana nacional (27%), i Barcelona està en la mitjana nacional. La resta estan per sota, sent Sevilla l'àrea metropolitana menys envellida.

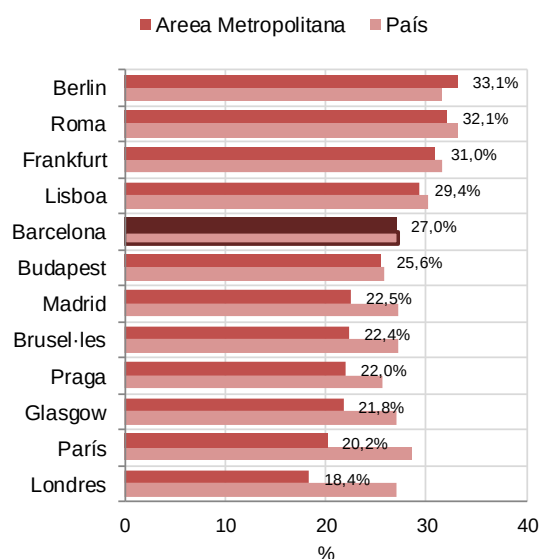
³¹ Phillipson (2011).

³² Eurostat (2010).

³³ UN (2015).

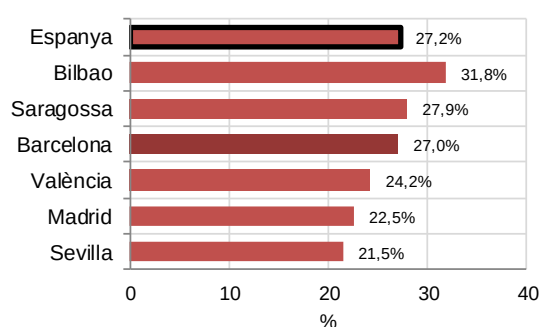
³⁴ Ibid.

Gràfic 4.23. Índex d'envelliment. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2014



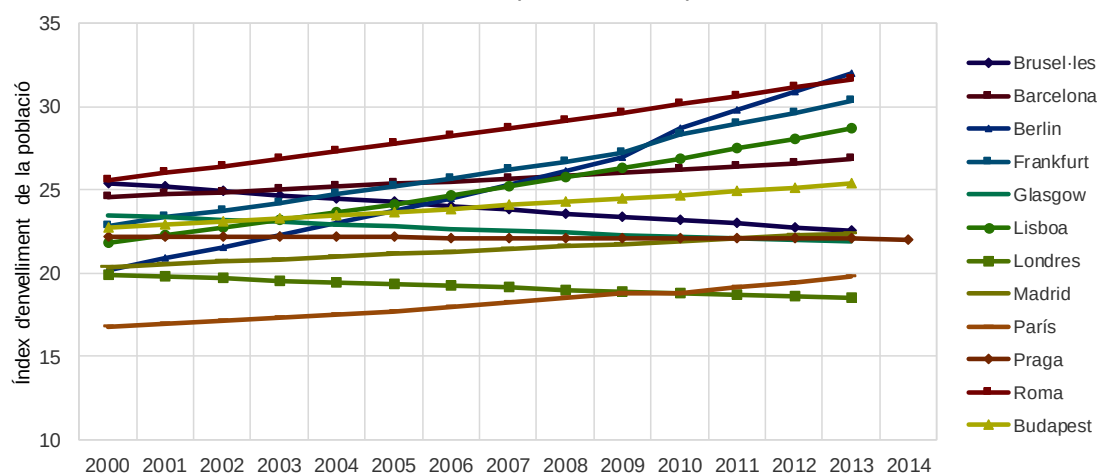
Font: OCDE.

Gràfic 4.24. Índex d'envelliment. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2014



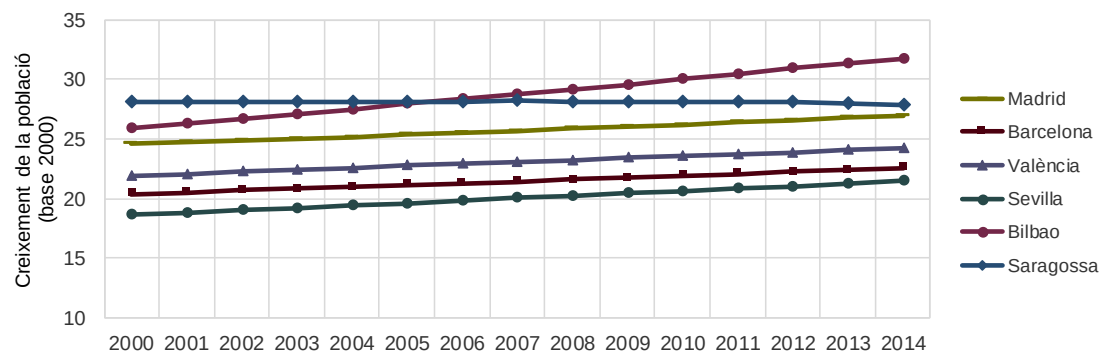
Font: OCDE.

Gràfic 4.25. Índex d'envelliment. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-2014



Font: OCDE.

Gràfic 4.26. Índex d'envelliment. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2000-2014



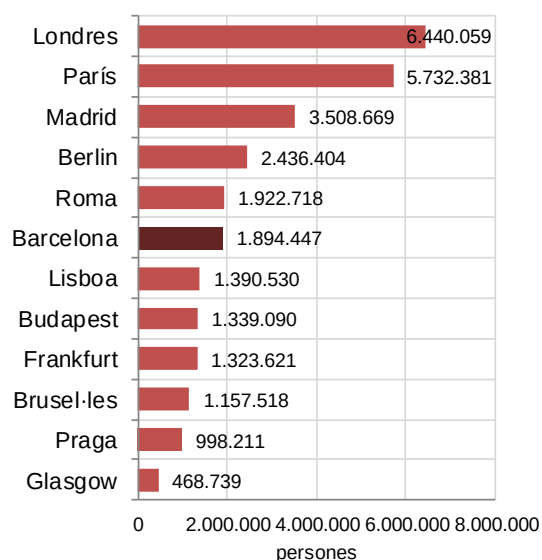
Font: OCDE.

Població en edat de treballar

La urbanització significa un augment en la proporció de persones que viuen en zones urbanes en comparació amb les que ho fan en zones rurals. Conforme un país es va industrialitzant, el nombre de persones que viuen en zones urbanes tendeix a augmentar. La majoria dels països econòmicament més desenvolupats es van industrialitzar als s.XVIII (Regne Unit) i s.XIX. Les persones, sobretot les persones en edat de treballar, van migrar de zones rurals (a causa de la mecanització en l'agricultura) a les àrees urbanes on hi havia ocupació en les noves fàbriques. La urbanització no ha cessat des d'aleshores i la mà d'obra s'aplega a les àrees metropolitanes més competitives on hi ha més oportunitats laborals.

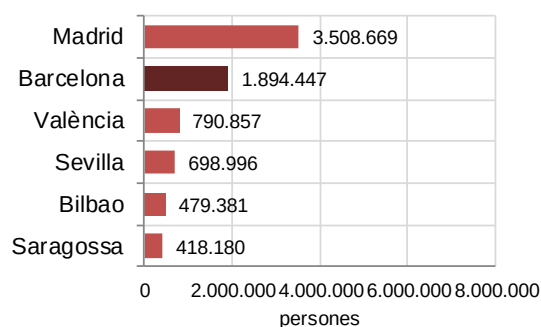
La població en edat de treballar a les àrees metropolitanes s'ha definit com la població amb edat entre 15 i 64 anys. Aquesta és la més gran a les dues megaciutats de Londres i París, i és força elevada a Madrid (Gràfic 4.27). A l'extrem oposat es troba Glasgow amb menys mà d'obra en edat de treballar. Barcelona, amb 1,9M de persones de 15-64 anys, és la segona ciutat amb més mà d'obra d'entre les FUA espanyoles, molt per sota de Madrid (Gràfic 4.28). No obstant això, és a la metròpolis de Budapest on la concentració de població en edat de treballar és més gran en termes relatius, i suposa un 31% de la mà d'obra hongaresa (Gràfic 4.27). La concentració de mà d'obra a les metròpolis espanyoles és més gran a Madrid, que aplega un 15% del total del país. Barcelona aplega un 8%.

Gràfic 4.27. Població en edat de treballar. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2013



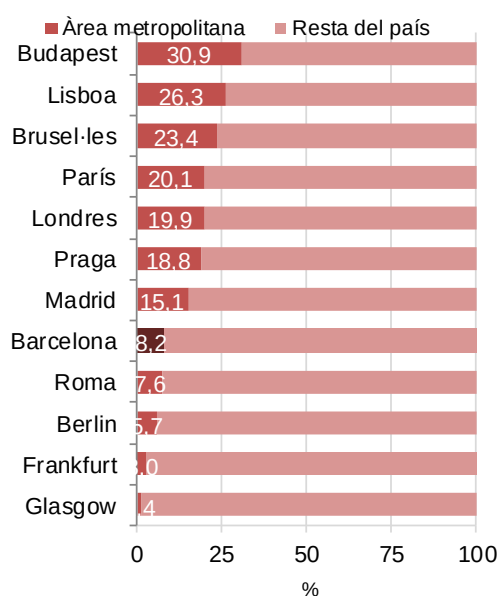
Font: OCDE.

Gràfic 4.28. Població en edat de treballar. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2013



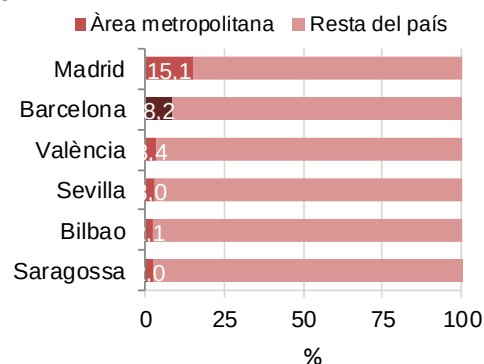
Font: OCDE.

Gràfic 4.29. Població en edat de treballar respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2013



Font: OCDE.

Gràfic 4.30. Població en edat de treballar respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2013



Font: OCDE.

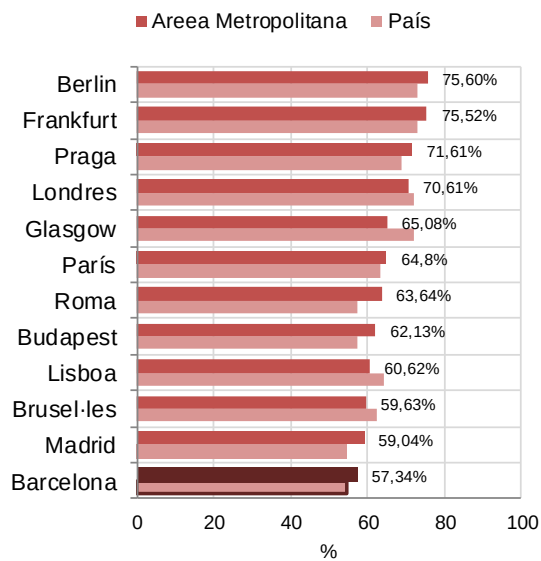
Ocupació

Les àrees metropolitanes són els motors de la creació d'ocupació en molts països a causa de les millors infraestructura i comunicació entre les empreses – concentració de l'activitat econòmica i creació d'economies d'aglomeració –, i d'un major nombre de treballadors altament qualificats. La creació d'ocupació és comparativament més elevada a les àrees metropolitanes més competitives, la qual cosa mobilitza a treballadors d'arreu del territori nacional i del món, donant lloc a un mercat laboral global. La concentració d'oportunitats laborals a les àrees metropolitanes més competitives provoca un efecte crida que fa que es mobilitzin treballadors més i menys especialitats, cosa que crea desigualtats en l'ocupació. Aquest és un dels problemes inherents a la concentració de treballadors que s'ha vist agreujat arran de la crisi economia amb la conseqüent destrucció de llocs de treball a partir del 2008, i que a més està molt relacionat amb l'augment desmesurat de l'atur a les regions del sud d'Europa – Espanya, Portugal i en menor mesura Itàlia –.

La taxa d'ocupació, calculada com el total de la població ocupada entre el total de la població en edat de treballar (població de 15-64 anys), és més elevada a les àrees metropolitanes alemanyes de Berlín i Frankfurt (76%), a Praga i a les dues metròpolis de Regne Unit: Londres i Glasgow (Gràfic 4.31). A la cua es troben les àrees metropolitanes de Barcelona (57%) i Madrid (59%). La resta d'àrees metropolitanes espanyoles seleccionades, també tenen una taxa d'ocupació més baixa. Destaca Sevilla amb només un 46% de la població ocupada (Gràfic 4.32).

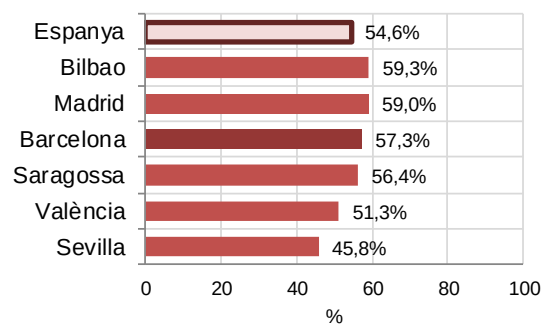
La desacceleració de l'economia a partir del 2008 ha conduït a la destrucció de llocs de treball en els anys que segueixen. Les àrees metropolitanes on s'han perdut més llocs de treball són les d'Europa del sud (Espanya i Portugal). En canvi, les dues metròpolis alemanyes de Frankfurt i Berlín van crear llocs de treball.

Gràfic 4.31. Taxa d'ocupació. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2013



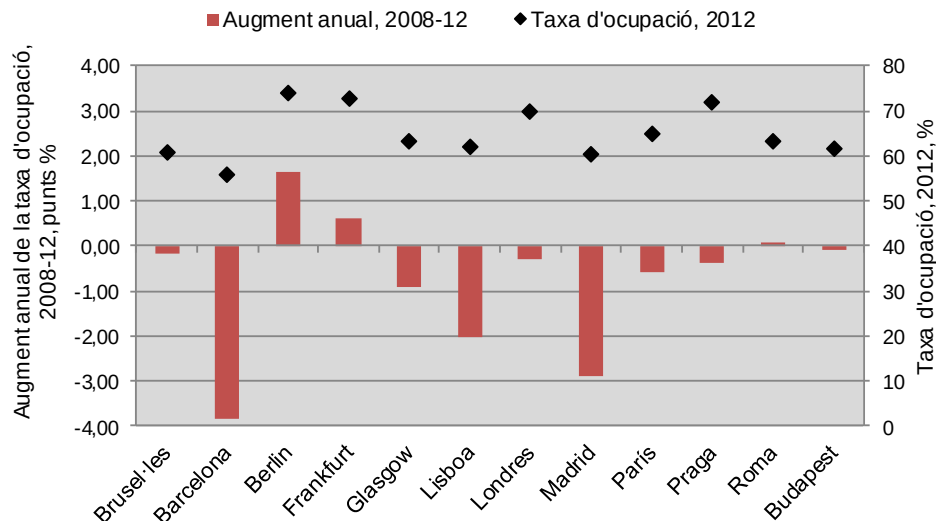
Font: OCDE.

Gràfic 4.32. Taxa d'ocupació. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2013



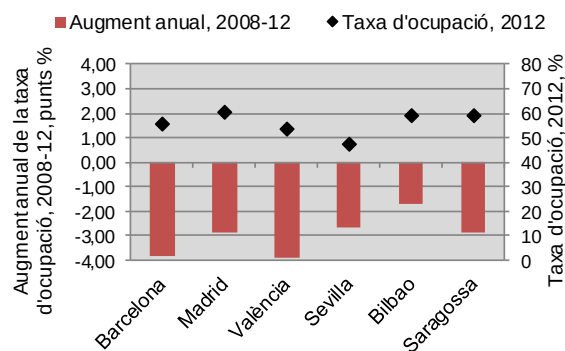
Font: OCDE.

Gràfic 4.33. Augment anual de la taxa d'ocupació en punts percentuals. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2008-12



Font: OCDE.

Gràfic 4.34. Augment anual de la taxa d'ocupació en punts percentuals. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2008-12



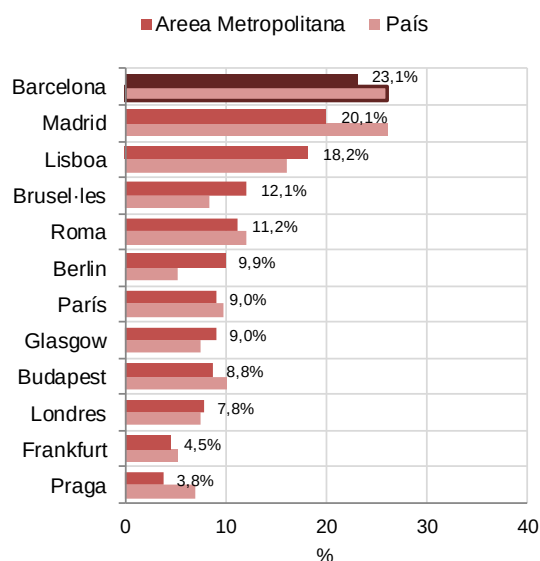
Font: OCDE.

Atur

En molts països i àrees metropolitanes, el mercat laboral s'ha vist afectat per la crisi econòmica, i les conseqüències encara persisteixen en alguns territoris. Tot i que les àrees metropolitanes poden ser el motor de la generació de llocs de treball, també és on la competència és més forta. En les economies amb una proporció elevada de població en situació de sub-ocupació abans d'una recessió econòmica és on més llocs de treball es poden perdre i on més pot créixer l'atur. S'ha de remarcar que la temporalitat de l'ocupació és notablement elevada a Espanya i Portugal segons dades d'Eurostat. Així, de les dotze àrees metropolitanes de megaregions, les dues espanyoles (Barcelona i Madrid) són les que presenten unes taxes d'atur més elevades, per sobre del 20% (Gràfic 4.35). Les segueixen les àrees metropolitanes d'altres països del Sud d'Europa com Lisboa (18%) i Roma (11%), i també Brussel·les (12%). La resta d'àrees metropolitanes de megaregions tenen un atur inferior al 10%.

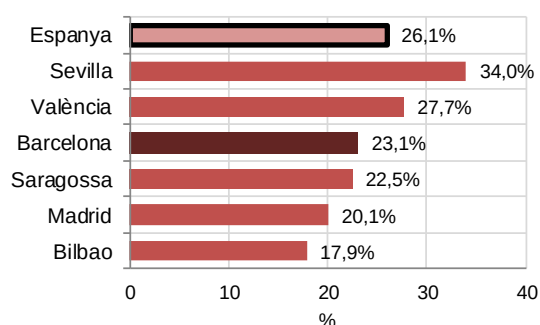
Set de les dotze àrees metropolitanes seleccionades tenen una taxa d'atur més baixa que la mitjana del país: Barcelona, Madrid, Roma, París, Budapest, Frankfurt i Praga (Gràfic 4.35). En canvi Lisboa, Brussel·les, Berlin i les dues àrees metropolitanes de Regne Unit (Londres i Glasgow) presenten taxes d'atur per sobre de la mitjana nacional. Pel que fa a les espanyoles, totes, menys Sevilla i València, presenten taxes d'atur més baixes que la mitjana nacional (Gràfic 4.36). Les àrees metropolitanes que més han vist augmentar la seva taxa d'atur arran de la crisi econòmica (període 2008-2012) són Barcelona, Madrid i Lisboa (Gràfic 4.37). A nivell nacional aquestes han estat, en ordre descendent, València i Sevilla, essent Sevilla la que presenta una taxa d'atur més elevada al 2012 (32%).

Gràfic 4.35. Taxa d'atur. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2013



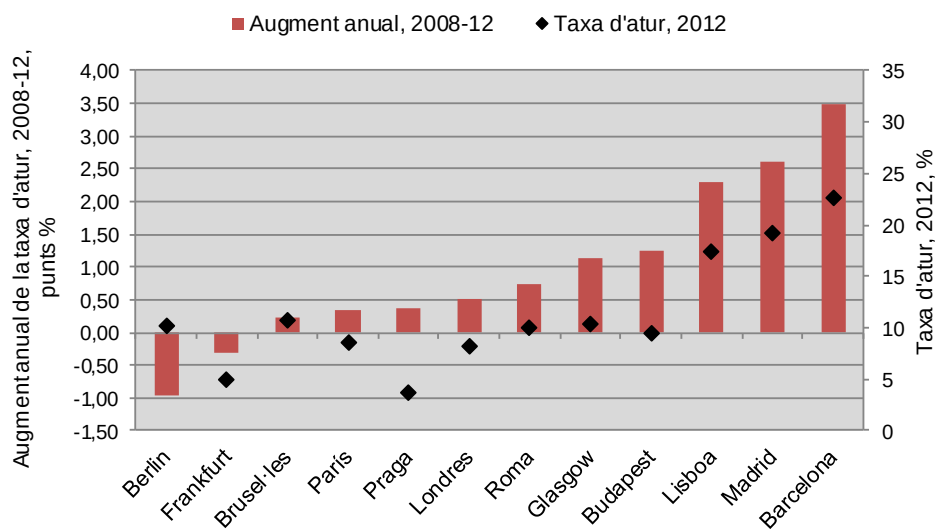
Font: OCDE.

Gràfic 4.36. Taxa d'atur. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2013



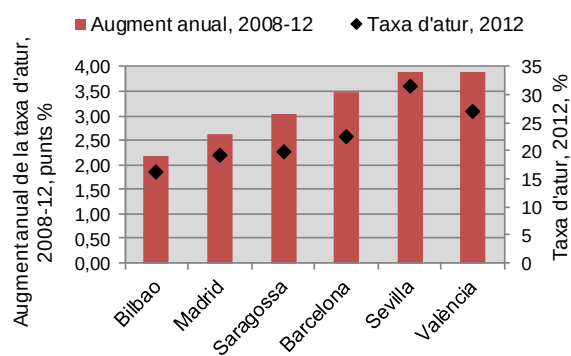
Font: OCDE.

Gràfic 4.37. Augment anual de la taxa d'atur en punts percentuals. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2008-12



Font: OCDE.

Gràfic 4.38. Augment anual de la taxa d'atur en punts percentuals. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2008-12



Font: OCDE.

Els indicadors econòmics***Producte interior brut***

Les estimacions del PIB de les àrees metropolitanes s'expressen en milions de dollars EE.UU. a preus constants i paritat de poder adquisitiu (PPA) constant. Les metròpolis més competitives i riques de la mostra de FUAs de megaregions europees són les dos megaciutats, París i Londres, i les àrees metropolitanes de Frankfurt i Brussel·les, totes elles amb un PIB per càpita per sobre de 50.000\$ (Gràfic 4.39). A l'altre extrem es troben les FUA de Lisboa, Budapest i Barcelona amb un PIB al voltant de 36.000\$. La FUA de Madrid, en sisè lloc, representa la mediana.

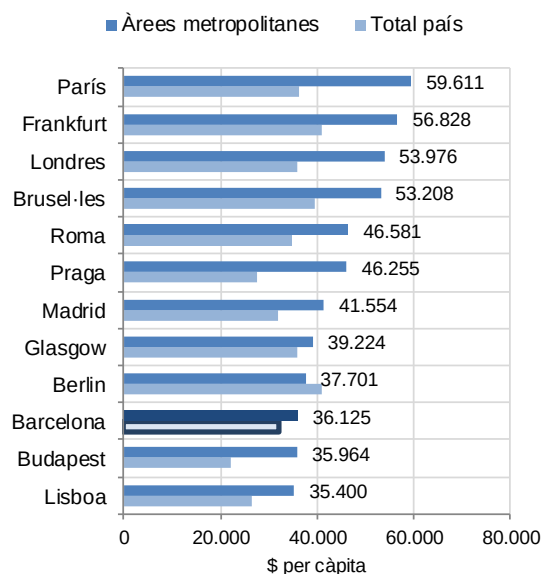
Les àrees metropolitanes tendeixen a ser més riques que la resta de l'economia. Les diferències més grans es donen a les dues àrees metropolitanes dels països d'Europa de l'est, Praga i Budapest, i a les megaciutats de París i Londres (Gràfic 4.39 i Gràfic 4.37). El PIB per càpita de Praga és un 68% més alt que el de República Txeca, i el PIB per càpita de Budapest és un 63% més alt que el d'Hongria. A París-França la diferència és d'un 65% i a Londres-Regne Unit d'un 50%. A la mostra de FUAs de megaregions europees, només Berlín té un PIB per càpita per sota de la mitjana nacional alemanya.

Pel que fa a les FUA espanyoles seleccionades, existeix prou més variació. Les grans ciutats (Madrid i Barcelona) junt amb Bilbao i Saragossa tenen un PIB per càpita per sobre de la mitjana nacional (Gràfic 4.40). En canvi, el PIB per càpita de València i Sevilla es troba per sota. Les diferències són més elevades als extrems. El PIB de Madrid és un 30% més alt que l'espanyol, el de Bilbao un 19% i el de Barcelona un 13%. A l'extrem oposat, el PIB de Sevilla és un 20% més baix que l'espanyol i el de València un 11%.

El paper de les àrees metropolitanes en el creixement del PIB nacional pot ser bastant diferent. En la mostra de FUAs de megaregions europees, destaca Budapest. El PIB per càpita de la metròpolis representa el 48% del PIB nacional, quasi bé la meitat de la riquesa del país. A l'altre extrem trobem el cas paradigmàtic de les metròpolis alemanyes, i és que el 50% de la riquesa d'Alemanya es troba més o menys repartida entre 24 àrees metropolitanes de 500.000 habitants o més.

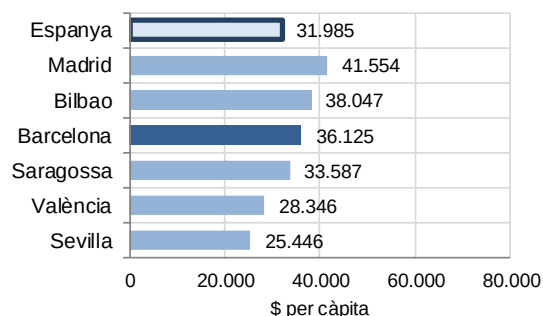
Si ens fixem en l'evolució del PIB per càpita a les megaregions europees (Gràfic 4.43), totes excepte Berlín van patir una recessió econòmica al període 2008-2012; el descens del PIB a Barcelona va ser el més acusat. Abans de la crisi, però, totes les economies metropolitanes creixien. El creixement mitjà al període 2000-2008 va ser notablement gran a les àrees metropolitanes de nova adhesió, Praga i Budapest, i a la ciutat industrial de Glasgow.

Gràfic 4.39. Producte interior brut per càpita respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2012



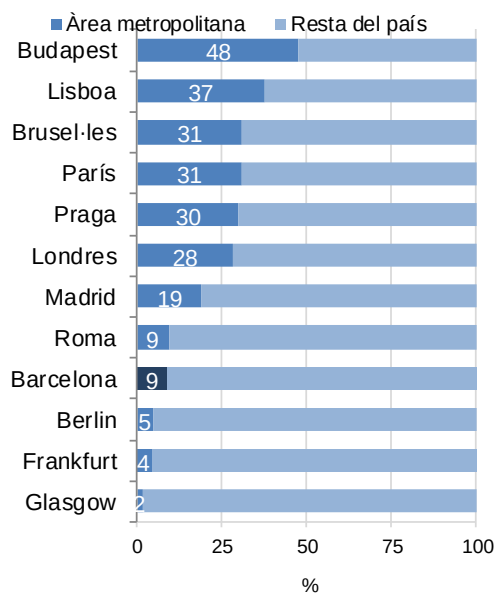
Font: OCDE.

Gràfic 4.40. Producte interior brut per càpita respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2012



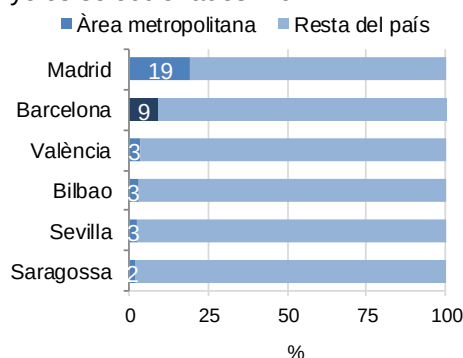
Font: OCDE.

Gràfic 4.41. Producte interior brut respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2012



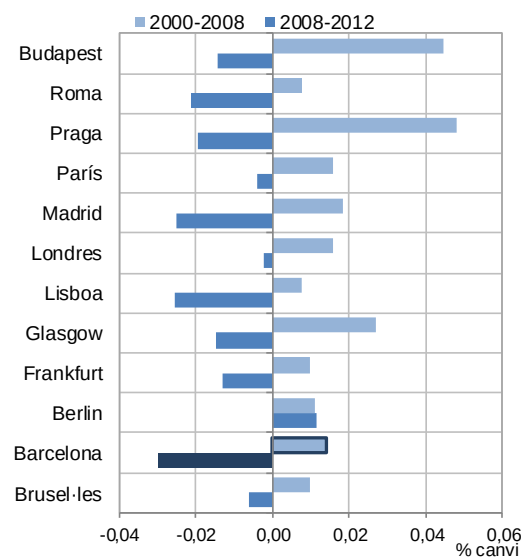
Font: OCDE.

Gràfic 4.42. Producte interior brut respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2012



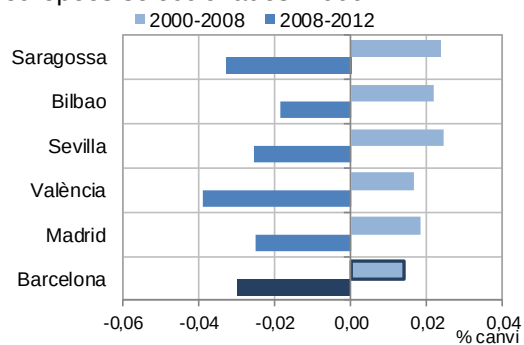
Font: OCDE.

Gràfic 4.43. Canvi mitjà anual del producte interior brut per càpita. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-12



Font: OCDE.

Gràfic 4.44. Canvi mitjà anual del producte interior brut per càpita. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-12



Font: OCDE.

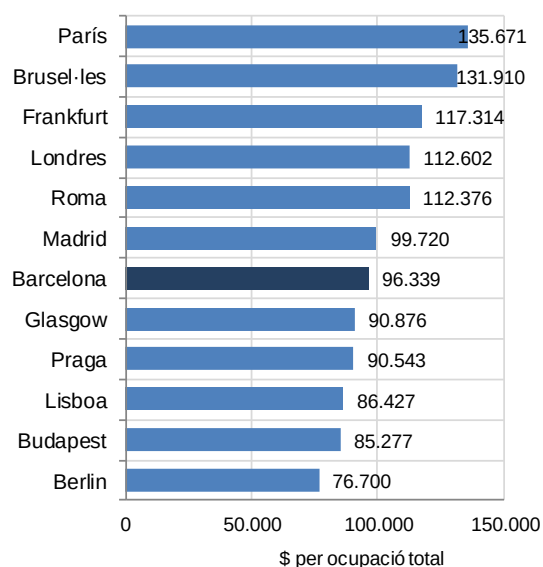
Productivitat laboral

La productivitat laboral s'estima en aquest treball com la ràtio entre el PIB i el nombre total de treballadors, i és el que produeix de mitjana un treballador remunerat.

Les àrees metropolitanes tendeixen a ser més productives que altres regions a causa d'un major nombre de treballadors (en particular de treballadors qualificats), millor infraestructura i connexions entre les empreses, factors que en general es refereixen com els "beneficis d'aglomeració". Els millors resultats en productivitat en 2012 es van obtenir a París i Londres (les megaciutats), a Brussel·les, a Frankfurt i a Roma (Gràfic 4.45); per sobre dels 100.000\$ per treballador. Aquestes són també les àrees metropolitanes amb un PIB per càpita més elevat. Pel que fa al nombre de treballadors, en 2012 París en tenia 5.212.138 i Londres 5.795.508; les que més. En canvi Brussel·les, Frankfurt i Roma en tenien 1.022.973, 1.223.354 i 1.690.041 treballadors, respectivament. Finalment, Berlín es situa a la cua amb la productivitat més baixa, tot i que tenia 2.156.147 treballadors en 2012, la qual cosa es deu a un PIB baix.

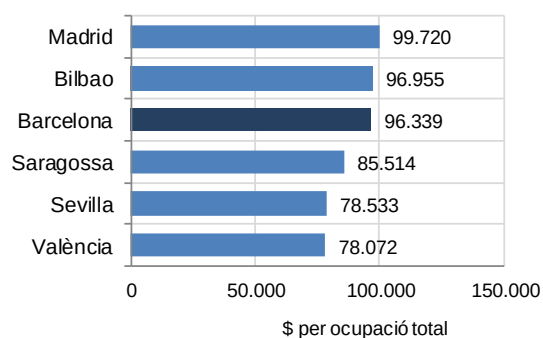
D'entre les àrees metropolitanes espanyoles seleccionades, Madrid va tenir la productivitat més elevada en 2012, de gairebé 100.000\$ per treballador. La segueixen Bilbao i Barcelona. A Bilbao la productivitat és de quasi 97.000\$ per treballador i, en canvi, el seu PIB no és dels més elevats, uns 38.000\$ per càpita.

Gràfic 4.45. Productivitat laboral Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2012



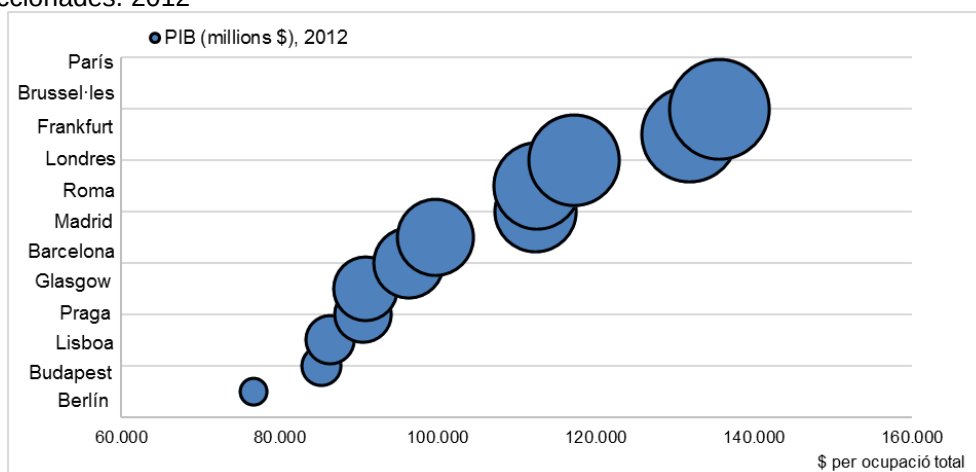
Font: OCDE.

Gràfic 4.46. Productivitat laboral. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2012



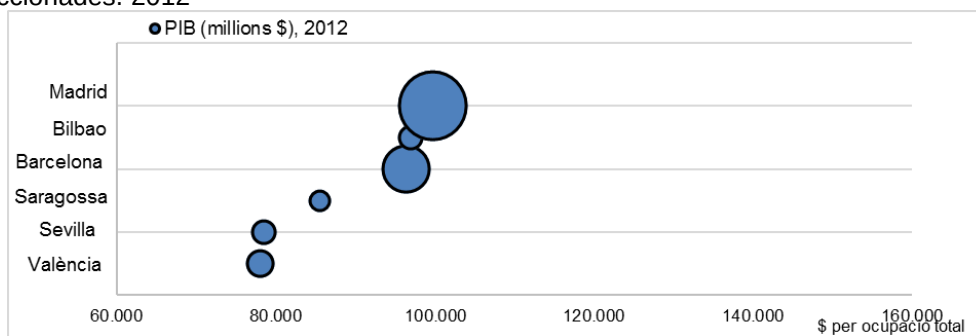
Font: OCDE.

Gràfic 4.47. Producte interior brut i productivitat laboral. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2012



Font: OCDE.

Gràfic 4.48. Producte interior brut i productivitat laboral. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2012



Font: OCDE.

Patents EPO

La innovació – la creativitat, el coneixement i l'accés a la informació – és un reconegut motor que impulsa el creixement econòmic. La innovació, entesa com les patents sol·licitades dins d'un territori, es troba molt concentrada en uns quants països, i és en algunes àrees metropolitanes on es desenvolupen la majoria de les activitats d'innovació que poden estar lligades a la indústria i la recerca científica: invents i innovacions tecnològiques. Hi ha, doncs, un aspecte econòmic de la innovació, observable en la forma en com contribueix a la iniciativa empresarial, millora la productivitat i promou el creixement econòmic.

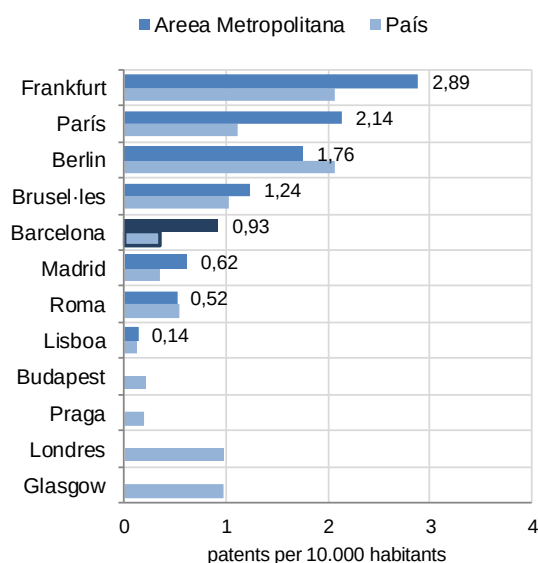
Malauradament no es disposa de dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow per comparar-les amb la resta. De la selecció de FUAs de megaregions, a Frankfurt és on més sol·licituds de patents es van enregistrar 2,9 per 10.000 habitants (Gràfic 4.49). Frankfurt és el major centre financer i de serveis d'Europa, i és una de les principals localitzacions per a les empreses internacionals. La segueixen París amb 2,1 sol·licituds de patent per 10.000 habitants i Berlín amb 1,8. A l'altre extrem es troba l'àrea metropolitana de Lisboa amb 0,1 sol·licituds de patent per 10.000 habitants.

La FUA Barcelona és la cinquena en innovació d'entre les FUA de megaregions, i la primera de FUA espanyoles, amb 0,9 sol·licituds de patent per 10.000 habitants (Gràfic 4.49 i Gràfic 4.50). La segueixen Saragossa, Madrid i València, que està al nivell de Roma. Les altres FUA espanyoles estan a bastant distància, tot i estar per sobre del nivell de Lisboa (amb menys sol·licituds de patent).

Si ens fixem en el pes relatiu de les àrees metropolitanes en la innovació (Gràfic 4.51Gràfic 4.52), es pot veure com París és el principal motor de la innovació a França (Gràfic 4.51). Les sol·licituds de patent a la capital francesa suposen el 36% del total del país. La innovació tant a Brussel·les com a Lisboa suposa el 28% del total de Bèlgica i Portugal, respectivament. A Espanya, el 45% de totes les sol·licituds de patent es fan a les dues àrees metropolitanes principals (24% a la FUA Madrid i 21% a la FUA Barcelona) (Gràfic 4.52).

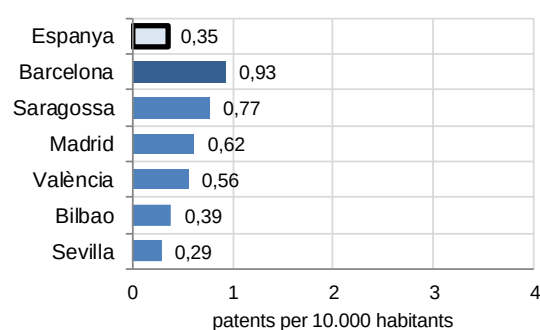
Pel que fa a l'evolució de l'activitat innovadora (Gràfic 4.53 i Gràfic 4.54), tot i les fluctuacions anuals, en general, la innovació en 2008 és més gran que en el 2000. Tanmateix, s'observen patrons més irregulars, per exemple en Lisboa – amb marcades fluctuacions anuals i un pronunciat ascens a partir del 2004 –, Barcelona i Madrid (Gràfic 4.53), però també a Bilbao i València (Gràfic 4.54).

Gràfic 4.49. Sol·licituds de patent per 10.000 habitants respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2012



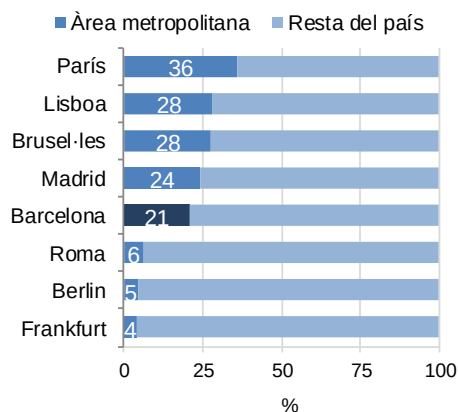
Nota: No es tenen dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow.
Font: OCDE.

Gràfic 4.50. Sol·licituds de patent per 10.000 habitants respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2012



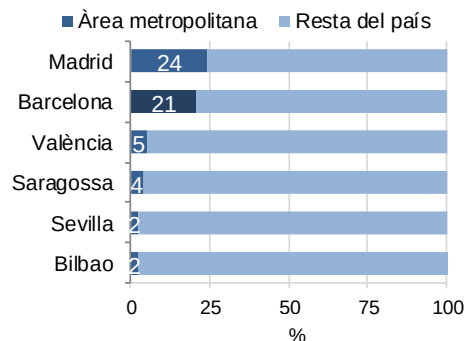
Nota: No es tenen dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow.
Font: OCDE.

Gràfic 4.51. Sol·licituds de patents respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2008



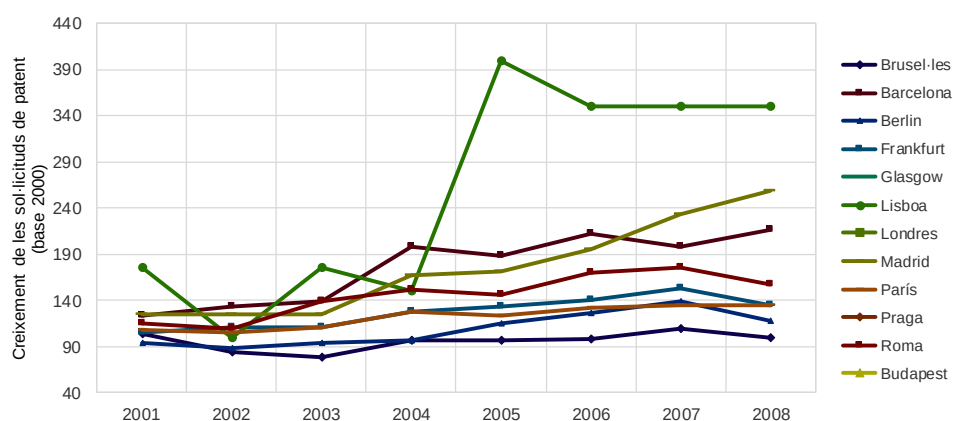
Nota: No es tenen dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow.
Font: OCDE.

Gràfic 4.52. Sol·licituds de patent respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2008



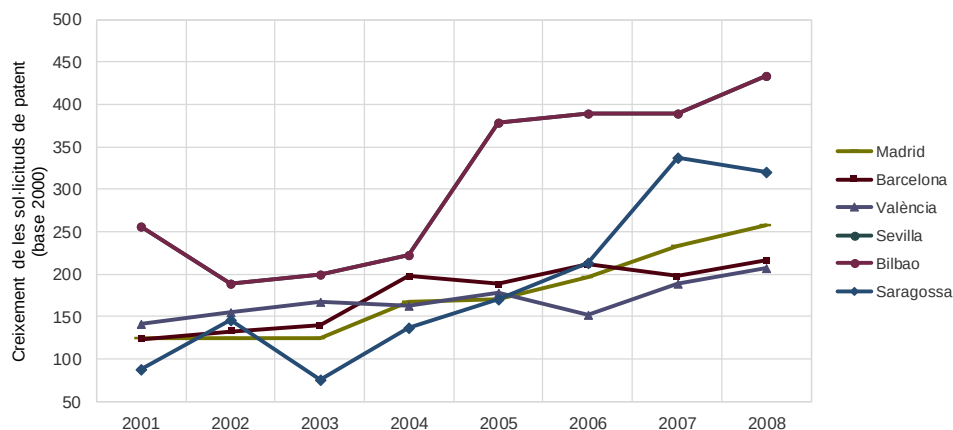
Nota: No es tenen dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow.
Font: OCDE.

Gràfic 4.53. Increment de les sol·licitud de patent en %. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-08



Nota: No es tenen dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow.
Font: OCDE.

Gràfic 4.54. Increment de les sol·licitud de patent en %. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2000-08



Nota: No es tenen dades per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow.
Font: OCDE.

Els indicadors ambientals***Emissions de CO₂***

Les emissions locals de diòxid de carboni (CO₂) tenen un impacte global a nivell de canvi climàtic. El CO₂ està considerat un dels gasos d'efecte hivernacle (GEH) a reduir per la seva contribució a l'escalfament global, i per l'elevada concentració de fons que ja existeix d'aquest gas a l'atmosfera, i que s'ha anat acumulant des de la industrialització de les economies occidentals amb la utilització de fonts fòssils d'energia.

A les àrees metropolitanes es dóna un balanç que és deficitari pel que fa al consum d'energia i les emissions de CO₂ associades. Així, les àrees metropolitanes es consideren grans consumidores de energia i grans productores d'emissions de CO₂. No obstant això, en termes relatius (per càpita) les àrees metropolitanes, sobretot aquelles compactes amb una elevada densitat de població, presenten una eficiència energètica i d'emissions comparativament més gran que altres zones residencials o rurals amb un patró urbanístic dispers de baixa densitat. És per aquest motiu que, en termes generals, les ciutats (compactes) es consideren una forma relativament sostenible d'assentament humà.

Es disposa de dades d'emissions de CO₂ per als anys puntuals: 2000, 2005 i 2008. Les estimacions de les emissions de CO₂ (en tones) en les àrees metropolitanes s'expressen per càpita (dividit per la població). L'OECD utilitza, per fer les estimacions, la base de dades mundial d'emissions EDGAR (versió 4.1), desenvolupada pel Joint Research Centre de la Comissió Europea³⁵.

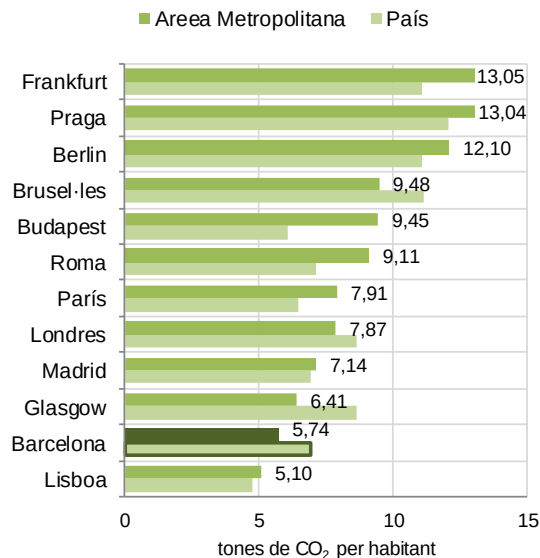
D'entre les FUA europees que encapçalen megaregions, a Frankfurt, Praga i Berlín és on es registren més emissions de CO₂ per càpita (Gràfic 4.55), per sobre de les 10 tones de CO₂ per habitant. A l'extrem oposat se situen Lisboa i Barcelona. A nivell nacional, Bilbao i Madrid són les grans emissores (per sobre de la mitjana nacional) (Gràfic 4.56), i la resta de metròpolis se situen el rang de les 5-6 tones de CO₂ per habitant. Per entendre aquestes dades s'ha de tenir en compte la base energètica i l'activitat tant industrial com humana que té lloc al territori. Com s'ha dit abans, l'urbanisme més compacte o més dispers també hi té un paper rellevant.

Pel que fa als grans sectors d'emissió (Gràfic 4.57), destaca la contribució generalitzada del transport. El sector del transport està encara lluny de desvincular-se del consum de combustibles fòssils derivats del petroli, i això és fa palès en les emissions de CO₂ associades. Les emissions derivades de l'energia són més elevades a les metròpolis alemanyes i a les d'Europa de l'est, Budapest i Praga, que depenen en gran mesura del gas natural en el cas d'Hongria i del carbó en República Txeca.

³⁵ La metodologia emprada, en essència, suma els valors d'emissió estimats a l'EDGAR per les cel·les de 0,1 per 0,1 graus que queden dins dels límits de les àrees metropolitanes.

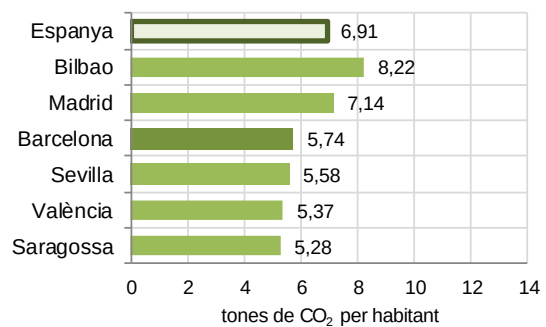
Per últim, el pes de les emissions metropolitanes de Budapest respecte al total del país és el més elevat (Gràfic 4.58) i representa un 44%. A Budapest la segueixen Lisboa (28%) i París (23%). A l'extrem oposat es troba Glasgow. Les seves emissions només suposen un 1% de les de Regne Unit. A nivell nacional, les emissions de CO₂ de Madrid representen un 15% i les de Barcelona un 7% (la meitat aproximadament) (Gràfic 4.59).

Gràfic 4.55. Emissions de CO₂ per càpita respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2008

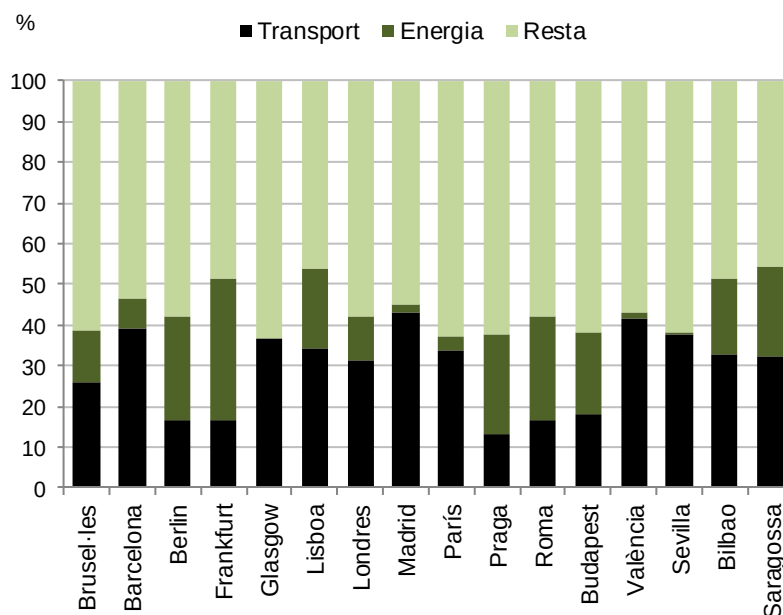


Nota: Les dades d'emissions de CO₂ a les àrees metropolitanes són càlculs de l'OCDE basats en les dades globals d'emissions per satèl·lit.
Font: OCDE.

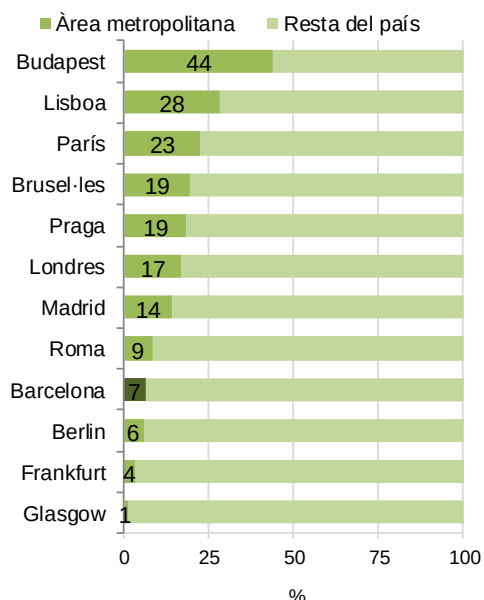
Gràfic 4.56. Emissions de CO₂ per càpita respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2008



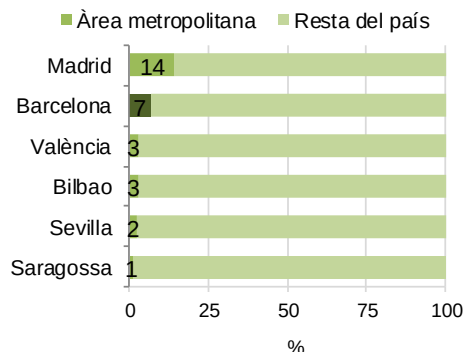
Nota: Les dades d'emissions de CO₂ a les àrees metropolitanes són càlculs de l'OCDE basats en les dades globals d'emissions per satèl·lit.
Font: OCDE.

Gràfic 4.57. Percentatge d'emissions de CO₂ derivades dels sectors del transport i l'energia, 2008

Nota: Les dades d'emissions de CO₂ a les àrees metropolitanes són càlculs de l'OCDE basats en les dades globals d'emissions per satèl·lit.
Font: OCDE.

Gràfic 4.58. Percentatge d'emissions de CO₂ respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2008

Nota: Les dades d'emissions de CO₂ a les àrees metropolitanes són càlculs de l'OCDE basats en les dades globals d'emissions per satèl·lit.
Font: OCDE.

Gràfic 4.59. Percentatge d'emissions de CO₂ respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2008

Nota: Les dades d'emissions de CO₂ a les àrees metropolitanes són càlculs de l'OCDE basats en les dades globals d'emissions per satèl·lit.
Font: OCDE.

Qualitat de l'aire

Les àrees metropolitanes tenen seriosos problemes de pol·lució de l'aire. La conformació compacta de les ciutats – l'altura dels edificis, l'amplada de les vies, etc. – afavoreixen l'acumulació de contaminants derivats del trànsit (més elevat degut a la concentració de població), la construcció i l'activitat industrial. A les àrees metropolitanes hi ha més persones que respiren l'aire contaminat, cosa que converteix la pol·lució local de l'aire en un problema de salut pública. La qualitat de l'aire s'estima a través l'exposició de la població a la contaminació de l'aire amb partícules fines de diàmetre menor a 2,5 microns ($PM_{2,5}$) (mitjana anual) expressada en micrograms per metre cúbic ($\mu\text{m}/\text{m}^3$).

Per compilar estimacions de contaminació de l'aire en una àrea metropolitana s'utilitzen les dades satel·litàries d'exposició global a $PM_{2,5}$ proporcionades per van Donkelaar et al. (2014), que integren la informació de múltiples satèl·lits amb observacions anuals en el període 1998-2012.³⁶ Per al seu càlcul es segueixen una sèrie de passos. En primer lloc es sumen els valors ponderats de $PM_{2,5}$ a les cel·les d' 1km^2 de la retícula que cauen dins dels límits de l'àrea metropolitana. En segon lloc, es divideix aquest valor agregat per la població total de l'àrea metropolitana, així s'obté la mitjana d'exposició a $PM_{2,5}$ en una àrea metropolitana. S'han estimat les concentracions pels anys puntuals 2002, 2005, 2008 i 2011.

La contaminació de l'aire és un determinant important per la salut de la població. L'OMS estima que l'any 2012 al voltant d'1 de cada 8 morts s'atribueixen a l'exposició a la contaminació de l'aire, pel que és el major factor de risc ambiental per a la salut.³⁷ Les partícules més perjudicials per a la salut són les més fines ($PM_{2,5}$), que inclouen contaminants com ara sulfats, nitrats i carboni negre que poden penetrar i allotjar-se al interior profund dels pulmons i passar al sistema cardiovascular. L'exposició crònica a les partícules agreuja el risc de desenvolupar cardiopaties i pneumopaties, així com càncer de pulmó.

La contaminació amb partícules comporta efectes sanitaris fins i tot en molt baixes concentracions; de fet, no s'ha pogut identificar cap llindar per sota del qual no s'hagin observat danys per a la salut. Per tant, els límits de la directriu de 2005 de l'OMS s'orienten a aconseguir les concentracions de partícules el més baixes possibles. Per $PM_{2,5}$ s'estableixen els límits: $10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ de mitjana anual i $25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ de mitjana en 24h. Tot i això, el valor límit de mitjana anual establert per la Unió Europea és de $20\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$.

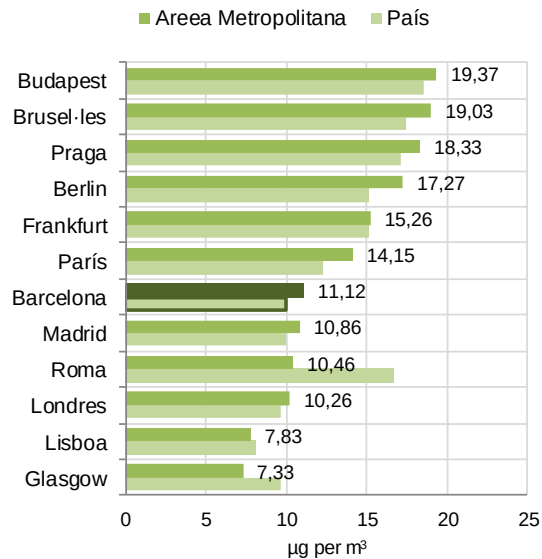
La qualitat de l'aire és en general més baixa a les àrees metropolitanes (Gràfic 4.60 i Gràfic 4.61). Budapest i Brussel·les són les àrees metropolitanes de megaregions europees on la qualitat de l'aire és més pobre, amb concentracions de $PM_{2,5}$ al voltant de $19\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (per sota del límit de la UE). Les segueixen Praga, Berlín, Frankfurt, París i Barcelona. A Roma la concentració de $PM_{2,5}$

³⁶ Brezzi i Sanchez-Serra (2014).

³⁷ OMS (2016).

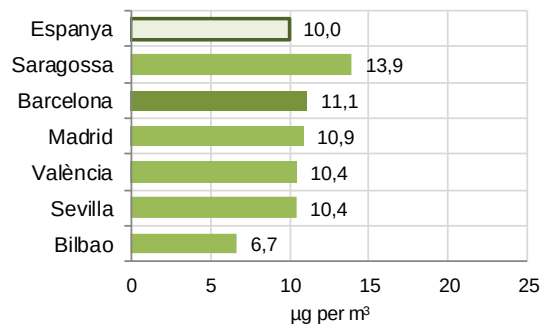
és notablement inferior que la mitjana anual del país. Per últim, només a Glasgow i Lisboa es compleix la recomanació de la OMS de mantenir el nivell de $PM_{2,5}$ per sota dels $10 \mu g/m^3$ de mitjana anual. A les metròpolis espanyoles seleccionades es compleix la normativa europea. No obstant això, només a Bilbao la concentració de $PM_{2,5}$ (mitjana anual) està per sota del nivell de $10 \mu g/m^3$ recomanat per la OMS, i és inferior a la mitjana anual espanyola.

Gràfic 4.60. Exposició mitjana a la contaminació de l'aire amb $PM_{2,5}$ respecte al total del país. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2011



Nota: Estimacions basades en dades d'imatges.
Font: OCDE.

Gràfic 4.61. Exposició mitjana a la contaminació de l'aire amb $PM_{2,5}$ respecte al total del país. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2011



Nota: Estimacions basades en dades d'imatges.
Font: OCDE.

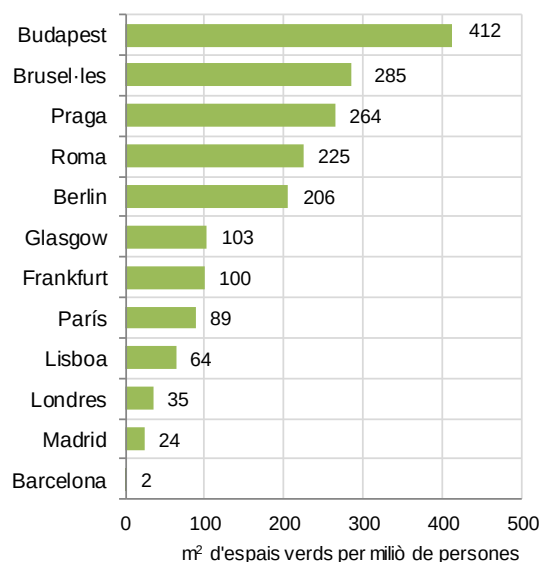
Zones verdes

La proporció de zones verdes en un àrea metropolitana s'estima a partir de MODIS M CD12Q1 (Moderate Resolution Imagery Spectroradiometer), Mapa de Cobertes de l'any 2000. Es pren la superfície de sòl coberta per vegetació, boscos i parcs en 2000 i es divideix entre la població de l'àrea metropolitana multiplicada per un milió.

La infraestructura verda urbana juga un paper clau en el manteniment de la qualitat ambiental a les metròpolis. Alguns dels serveis ecosistèmics que presten les zones verdes urbanes inclouen la purificació de l'aire i la regulació de la temperatura pels boscos, la producció d'aliments en horts urbans, a més d'una varietat de serveis culturals que milloren la qualitat de vida i la salut física i mental dels habitants, com ara la recreació, els esports, l'apreciació estètica, les experiències espirituals, el sentit del lloc i la cohesió social.^{38,39}

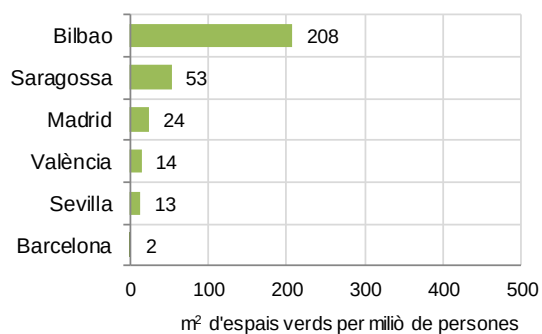
D'entre les àrees metropolitanes de megaregions europees, destaca Budapest amb més de 400 m² d'espais verds per milió d'habitants (Gràfic 4.62). La segueixen Brussel·les, Praga, Roma i Berlín amb valors entre 300-200 m². A l'extrem oposat es troben les dues metròpolis espanyoles: Madrid amb 24 m² d'espais verds per milió d'habitants i Barcelona amb només 2 m². Pel que fa a les metròpolis espanyoles seleccionades (Gràfic 4.63), Bilbao és la única amb valors d'espais verds similars als de les ciutats d'Europa central i de l'est.

Gràfic 4.62. Zones verdes per milió d'habitants. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2014



Font: OCDE.

Gràfic 4.63. Zones verdes per milió d'habitants. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2014



Font: OCDE.

³⁸ TEEB (2011).

³⁹ Gómez-Baggethun (2013).

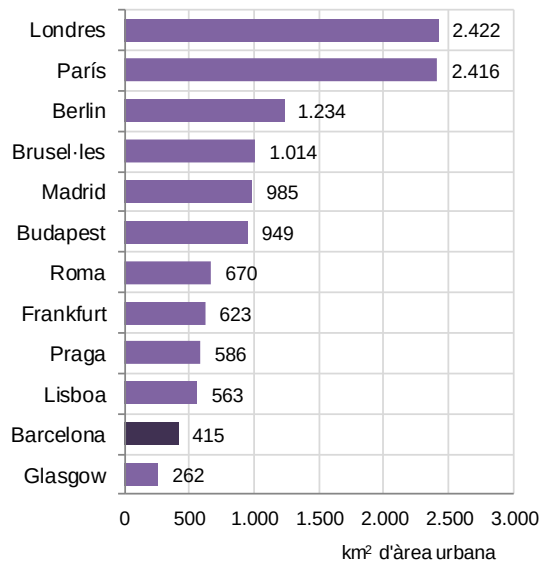
Els indicadors de forma urbana***Densitat urbana***

La densitat urbana és un element definitori dels diferents patrons d'urbanisme (grau de compactació–dispersió urbana) i una de les principals variables explicatives de la sostenibilitat urbana. La concentració de població afavoreix un elevat grau de cohesió: intercanvis i noves relacions comunicatives entre persones i sectors d'activitat amb efectes positius en la competitivitat econòmica de les àrees metropolitanes (creació d'economies d'escala), la creació d'ocupació, l'eficiència energètica dels processos productius i el transport, i la dotació d'infraestructures i equipaments. No obstant això, existeixen efectes secundaris negatius derivats de la concentració de població, com són la pobra qualitat de l'aire (concentració de contaminants locals) i del paisatge (baixa proporció d'espais verds) i la generació de residus.

L'àrea urbanitzada es defineix com la superfície coberta per edificis o infraestructures per a l'ús urbà. Inclou, per exemple, edificis residencials i no residencials, les principals carreteres, vies fèrries i centres esportius. Les dades es van obtenir a partir d'imatges de satèl·lit de resolució espacial mitjana i s'han de prendre com estimacions aproximades. Les fonts de dades que utilitza l'OECD són els següents: Corine Land Cover per a Europa (2000-06), desenvolupat per l'Agència Europea del Medi Ambient i l'Agència Espacial Europea. La densitat urbana es defineix com la població de l'àrea metropolitana dividida entre l'àrea urbanitzada, i ens pot donar una idea de la petjada ecològica d'una metròpolis, ja que mesura el consum de sòl (urbanitzat) per persona. Només es disposa de dades puntuals pels anys 2000 i 2006 d'àrea urbanitzada i densitat urbana.

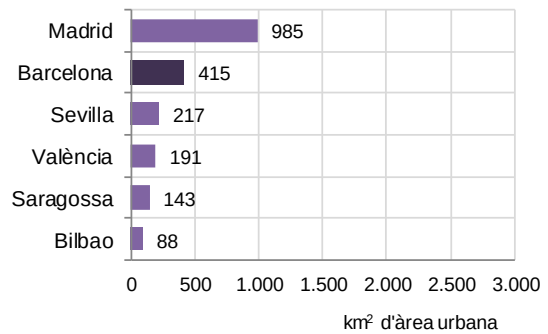
L'àrea urbanitzada és la més elevada, per sobre dels 2.000 km², a les dues megacities: Londres i París (Gràfic 4.64). Les segueixen Berlín, Brussel·les, Madrid i Budapest amb al voltant de 1.000 km². A l'extrem oposat destaca Glasgow, amb la menor àrea urbanitzada de les FUA de megaregions europees. A continuació es situa Barcelona amb quasi bé el doble d'àrea urbanitzada que Glasgow. Pel que fa a la densitat urbana (població per àrea urbanitzada), les metròpolis d'Europa del sud són les que presenten valors més elevats: Barcelona (amb més densitat urbana), Madrid, Roma i Lisboa (Gràfic 4.66). Es tracta de ciutats compactes, mediterrànies en la seva majoria. A l'altre extrem es troben les ciutats de Brussel·les, Budapest i Praga, les més disperses de la mostra. D'entre les FUA espanyoles seleccionades (Gràfic 4.65), Bilbao és de lluny la que té menys àrea urbanitzada i la que presenta una densitat urbana més elevada (Gràfic 4.67). Barcelona és la segona amb més densitat urbana, i Madrid és la segona amb menys densitat urbana.

Gràfic 4.64. Àrea urbana en km². Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2006



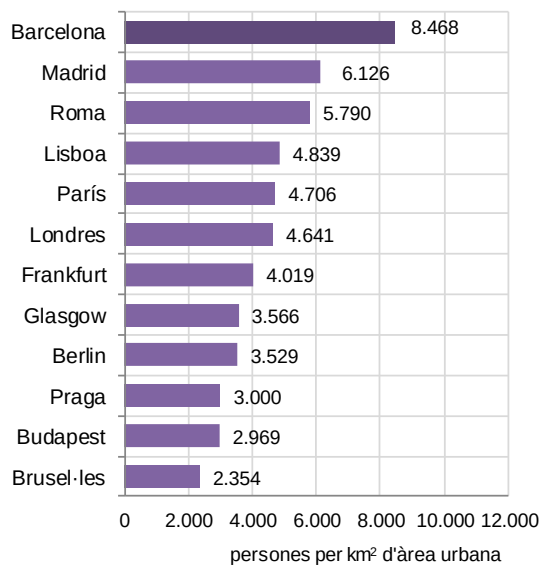
Font: OCDE.

Gràfic 4.65. Àrea urbana en km². Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2006



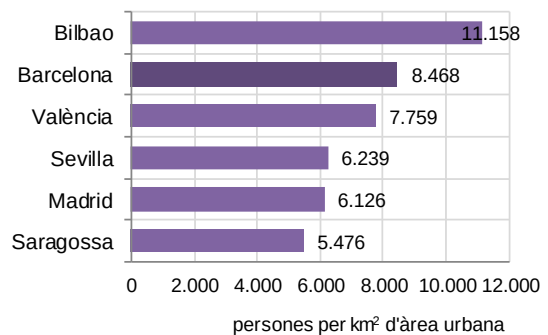
Font: OCDE.

Gràfic 4.66. Densitat urbana. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2006



Font: A partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.67. Densitat urbana. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2006



Font: A partir de dades de l'OCDE.

Policentrisme

L'indicador de policentrisme es refereix al nombre de centres urbans no contigus en una àrea metropolitana. El grau de policentrisme és un indicador de la morfologia urbana i l'organització territorial en una àrea metropolitana, i està molt relacionat amb la densitat urbana, la logística, el transport i la mobilitat sostenibles; desplaçaments de persones i mercaderies entre nuclis urbans. Hi ha molts estudis que tracten la qüestió de quina és la forma urbana més sostenible en termes de consum mínim d'energia i emissions derivats del transport i la mobilitat. Sovint s'han examinat les formes urbanes arquetípiques: ciutat monocèntrica o tradicional (del s. XIX), ciutat radial i ciutat multinucleada.

En les formes monocèntriques l'activitat econòmica i els llocs de treball es concentren al centre (*central business district o CBD*) i les residències s'estenen al seu voltant. Els treballadors es localitzen seguint un gradient radial invers de densitat consistent amb el criteri d'accessibilitat. Les connexions dins de la ciutat monocèntrica es serveixen fàcilment per mitjà d'una xarxa de transport radial: "ciutat radial." Les rutes radials permeten les connexions amb altres nuclis i centres perifèrics donant lloc a les anomenades "ciutats multinucleades", però afavoreixen la descentralització de la població, els serveis i l'ocupació, complicant el mapa de comunicacions. La descentralització també ha donat lloc a la formació d'estructures urbanes no cèntriques, assentaments suburbans de baixa densitat que es caracteritzen per la segregació d'usos (residencial i de treball), vinculats a l'ús excessiu del vehicle privat. A aquest fenomen se l'anomena dispersió o *sprawl*.⁴⁰

Els resultats empírics d'aquests primers estudis no proporcionen una conclusió clara sobre quina forma urbana és més eficient. Hi ha dubtes entre les formes monocèntriques i les policèntriques, perquè formes urbanes similars mostren diferències significatives en quant a l'eficiència en el transport.^{41,42,43} En les formes monocèntriques les distàncies de desplaçament són el mínim teòric. No obstant això, els estudis demostren que les formes multinucleades proporcionen oportunitats per escurçar els desplaçaments si s'aprofita la conformació urbana i s'optimitzen les opcions d'ubicació. Ara bé, sí que existeix un ampli consens en dir que en qualsevol cas les formes disperses i el *sprawl* es consideren desitjables.

Exemples de metròpolis multinucleades o policèntriques en són: les megaciutats de Londres, amb sis nuclis (la que més), i París amb cinc; Barcelona amb tres; Frankfurt, Glasgow, Lisboa, Madrid i Praga amb dos nuclis (Gràfic 4.68). Bilbao també té dos nuclis diferenciats (Gràfic 4.69). La resta de metròpolis es corresponen amb una conformació urbana monocèntrica o tradicional. Per tal d'aclarir en cada cas si la forma urbana és l'òptima en termes de densitat urbana i

⁴⁰ Kenworthy i Newman (1990).

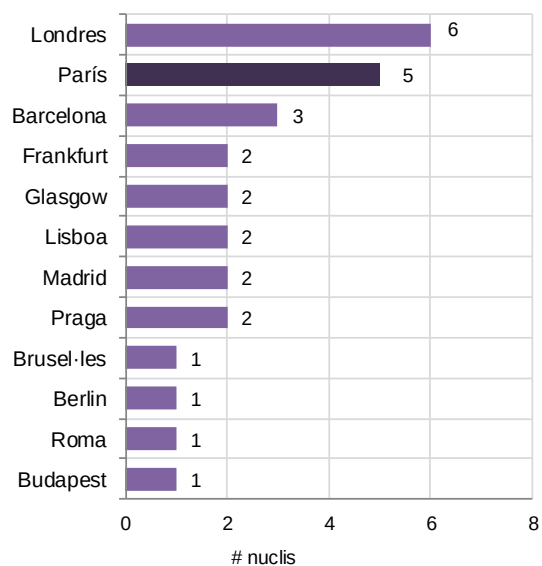
⁴¹ Ma i Banister (2007).

⁴² Bertaud (2002).

⁴³ Newman i Kenworthy (1999).

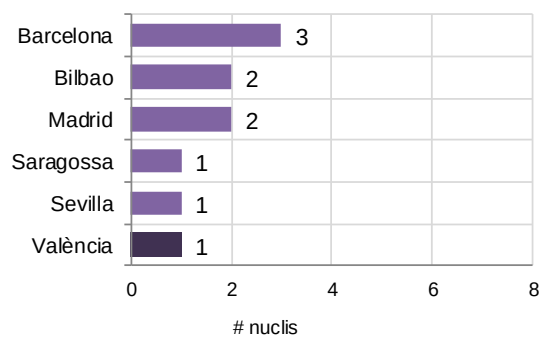
d'eficiència caldrà fer una anàlisi més profunda amb la resta d'indicadors ambientals i de forma urbana.

Gràfic 4.68. Policentrisme. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-14



Font: A partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.69. Policentrisme. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2000-14



Font: A partir de dades de l'OCDE.

Concentració de la població

La concentració de població s'estima per mitjà del percentatge de la població que viu als nuclis centrals (el cor de l'àrea metropolitana) sobre la població total metropolitana. Com s'ha avançat, la població es localitza seguint un gradient radial invers de densitat des del centre cap a la perifèria; la densitat és més elevada al centre i més baixa a la perifèria. La densitat urbana elevada s'associa amb consums més baixos d'energia i recursos, i amb una mobilitat més eficient i sostenible basada en els trajectes curts (de proximitat), el transport públic i els modes no motoritzats (a peu i en bicicleta).

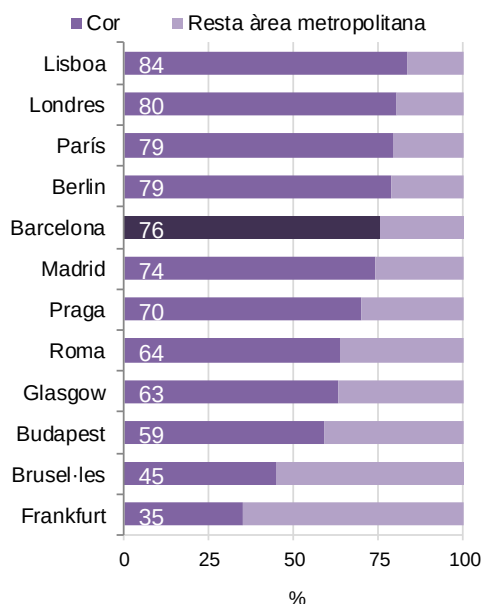
En general s'observa una elevada concentració de població (densitat) als nuclis centrals de les àrees metropolitanes seleccionades, tant a les megaregionals europees com a les espanyoles (Gràfic 4.70 i Gràfic 4.71). Deu de les dotze FUA europees ajunten més del 50% de la població total al nucli central de l'àrea metropolitana (Gràfic 4.70). Les dues megaciutats concentren, Londres el 80% de la població als seus centres, i París el 79%. Les excepcions són Frankfurt, on tan sols el 35% de la població resideix en un dels dos centres, i Brussel·les on hi resideix el 45% de la població. A més, Frankfurt destaca perquè les emissions de CO₂ per càpita (s'inclouen les emissions dels sectors del transport i l'energia) són les més elevades dins de la nostra mostra d'àrees metropolitanes.

A la mostra d'àrees metropolitanes espanyoles (Gràfic 4.71), València és la que concentra menys població al seu únic centre, el 48%. València, a més, destaca per l'elevada proporció d'emissions de CO₂ associades al sector del transport. A l'extrem oposat, Saragossa concentra el 80% de la població al nucli central. La segueixen Barcelona (76%) i Madrid (74%).

Pel que fa a l'evolució de la concentració (Gràfic 4.72 i Gràfic 4.73), s'identifiquen tendències a la baixa (augment de la dispersió), però també a l'alça (augment de la concentració). A les metròpolis de megaregions europees es distingeixen dos grups (Gràfic 4.72). El grup format per les àrees metropolitanes de Brussel·les (on més ha crescut), Frankfurt, Londres i Glasgow han augmentat la concentració al centre. En canvi, el grup format per Madrid (on més ha disminuït), Budapest, Roma, Praga, Barcelona, Berlin, Lisboa i París han patit els efectes de la descentralització i la població ha tendit dispersar-se. En general, a les ciutats més saturades és on els darrers temps la descentralització ha estat més acusada.

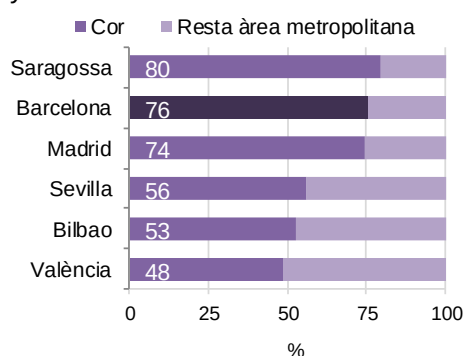
Si ens fixem ara en la selecció d'àrees metropolitanes espanyoles (Gràfic 4.73), totes han mostrat una tendència cap a la descentralització i la dispersió, que es fa sobretot palesa a Sevilla i Madrid; encara més a Sevilla que a Madrid.

Gràfic 4.70. Concentració de població al cor de l'àrea metropolitana. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2014



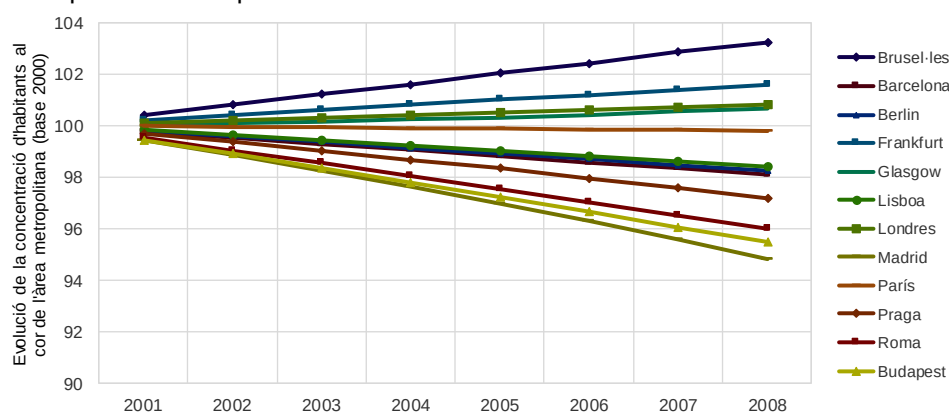
Font: A partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.71. Concentració de població al cor de l'àrea metropolitana. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2014



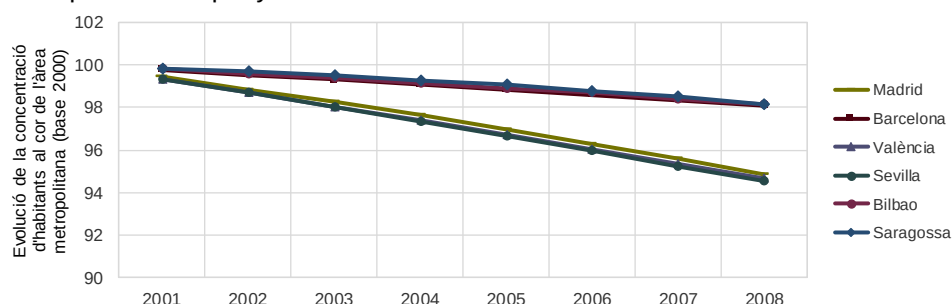
Font: A partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.72. Increment de la concentració de població al cor de l'àrea metropolitana en %. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2000-14



Font: OCDE.

Gràfic 4.73. Increment de la concentració de població al cor de l'àrea metropolitana en %. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2000-14



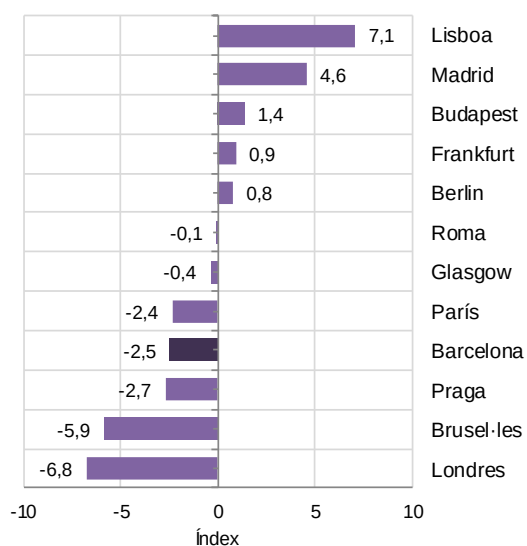
Font: OCDE.

Índex de dispersió

L'índex de dispersió (ID) mesura el creixement de l'àrea urbanitzada ajustat pel creixement de la població de la ciutat. Quan la població de la ciutat canvia, l>ID mesura l'augment de la superfície construïda en relació amb un punt de referència en el qual el nucli de població s'hauria incrementat en línia amb el creixement demogràfic, és a dir, com si hagués crescut proporcionalment. L'índex és igual a zero quan la població i la zona urbanitzada són estables en el temps. És major (menor) que zero quan el creixement de la superfície construïda és major (menor) que el creixement de la població, és a dir, la densitat de la zona metropolitana ha disminuït (ha augmentat). L>ID es mesura a partir de l'àrea urbanitzada i, de la mateixa manera, només es compta amb la dada puntual estimada per l'any 2006.

Roma i Glasgow han tingut un creixement quasi proporcional de la seva àrea urbanitzada i població en 2006 ($ID \approx 0$) (Gràfic 4.74). Les àrees megaregionals de Londres, Brussel·les, Praga i Barcelona tenen un $ID < 0$ (negatiu), el que indica que la població va augmentar més que la superfície urbanitzada en 2006 i, per tant, la densitat urbana va augmentar. A l'extrem oposat, Lisboa, Madrid, Budapest, Frankfurt i Berlín tenen un $ID > 0$ (positiu) en 2006. És a dir, la població es va dispersar, i la densitat urbana va disminuir, en 2006. Les metròpolis espanyoles seleccionades, totes excepte Barcelona, tenen un ID positiu que significa dispersió. El mateix que amb la concentració, en general, les ciutats amb més densitat urbana (més saturades) és on s'ha donat més dispersió de la població.

Gràfic 4.74. Índex de dispersió. Àrees metropolitanes europees seleccionades. 2006



Font: OCDE.

Gràfic 4.75. Índex de dispersió. Àrees metropolitanes espanyoles seleccionades. 2006



Font: OCDE.

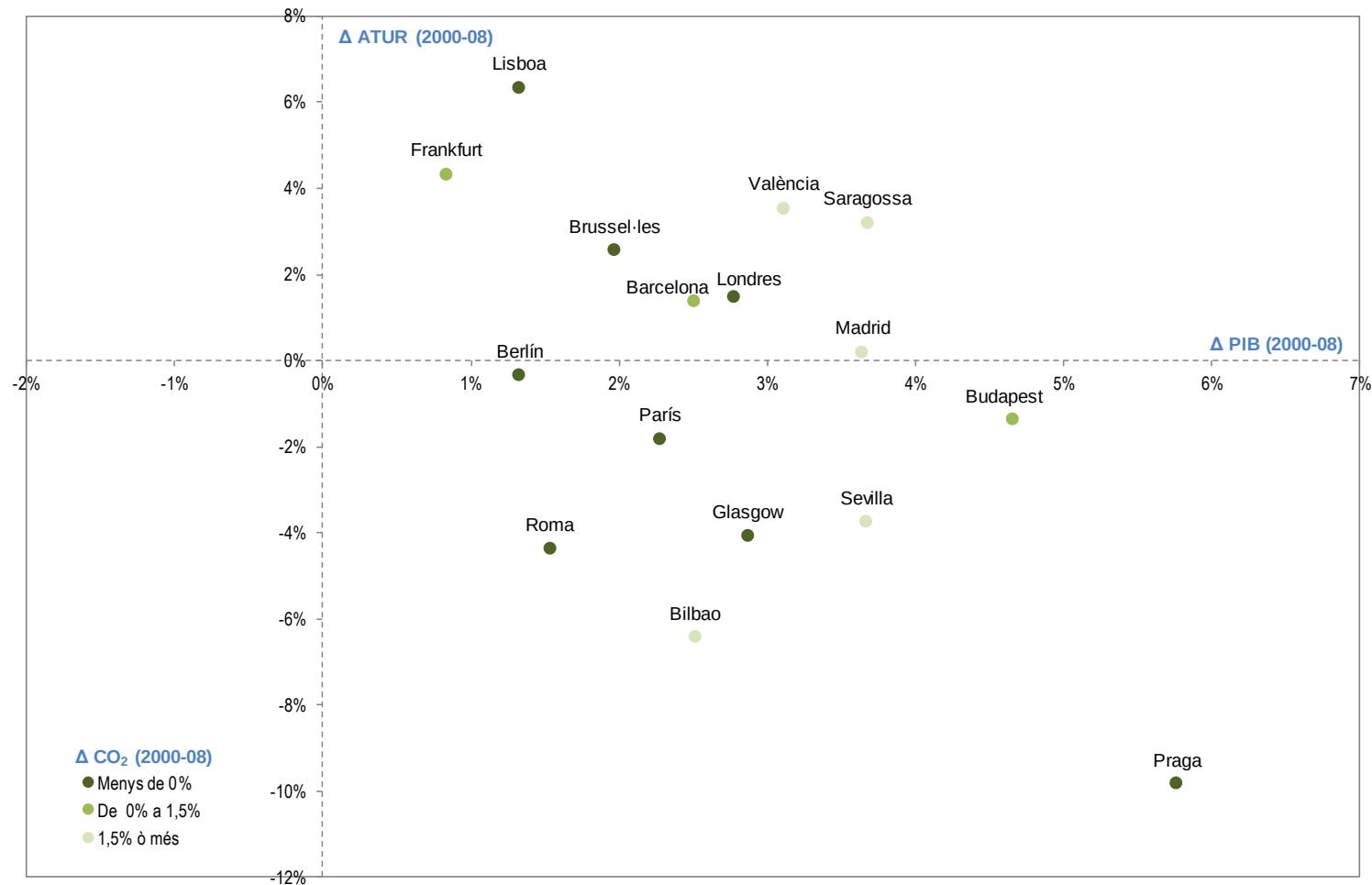
4.2.2 Relació entre els indicadors econòmics, socials i ambientals

A continuació s'analitzen les relacions entre els indicadors principals que representen els tres pilars de la sostenibilitat: econòmic (Δ PIB), social (Δ ATUR mesurat a partir del nombre de persones a l'atur) i ambiental (Δ CO₂). Els gràfics de tres i dos dimensions (Gràfic 4.76 i Gràfic 4.77) mostren on se situen els casos (àrees metropolitanes) en relació als indicadors social i econòmic – Δ PIB i Δ ATUR, respectivament – en els dos períodes “abans de la crisi” (2000-2008) i “durant la crisi” (2008-2012), cosa que facilita la identificació de tendències. A més a més, al Gràfic 4.76 de tres dimensions es mostra, mitjançant una escala de color, la dimensió ambiental (Δ CO₂). Per calcular l' Δ ATUR, l' Δ PIB i l' Δ CO₂ s'ha utilitzat el valor de l'increment mitjà anual per als períodes 2000-2008 i 2008-2012. Les emissions de CO₂ es calculen puntualment i estan disponibles les estimacions per als anys 2000, 2005 i 2008. L'estimació de l' Δ CO₂ per al període 2008-2012 “durant la crisi” no s'ha calculat, ja que no es compta amb un valor d'emissions de CO₂ que es pugui utilitzar de referència per a aquest període anòmal de crisi i recessió econòmica i qualsevol aproximació basada en el període precedent seria desencertada.

En el període 2000-2008 anterior a la recessió econòmica, els casos se situen emplenant només dos quadrants (Gràfic 4.76). El PIB de les àrees metropolitanes seleccionades no va créixer en cap cas. No obstant això, s'observen variacions tant negatives (resposta esperada) com positives en l' Δ ATUR. Els casos d'àrees metropolitanes situades al quadrant superior-dreta – Lisboa, Frankfurt, Brussel·les, Barcelona, Londres, València, Saragossa i Madrid – són casos on s'ha donat la situació: Δ ATUR i Δ PIB positius. És a dir, l'augment de l'activitat econòmica no ha suposat una disminució de la taxa d'atur en aquestes àrees metropolitanes. A Londres i a Saragossa, però, l'increment de l'atur no ha estat gaire elevat, i a Madrid l'atur s'ha mantingut més o menys constant. Pel contrari, els casos d'àrees metropolitanes situades al quadrant inferior-dreta responen a la situació esperada on l'augment de l'activitat econòmica (Δ PIB positiu) ha estat acompanyada per una disminució de la taxa d'atur (Δ ATUR negatiu), presumiblement per la creació de llocs de treball. Aquest són els casos de les àrees metropolitanes espanyoles – Bilbao i Sevilla –, Roma, París, Glasgow, Budapest i Praga. La disminució de l'atur a Berlín ha estat insignificant.

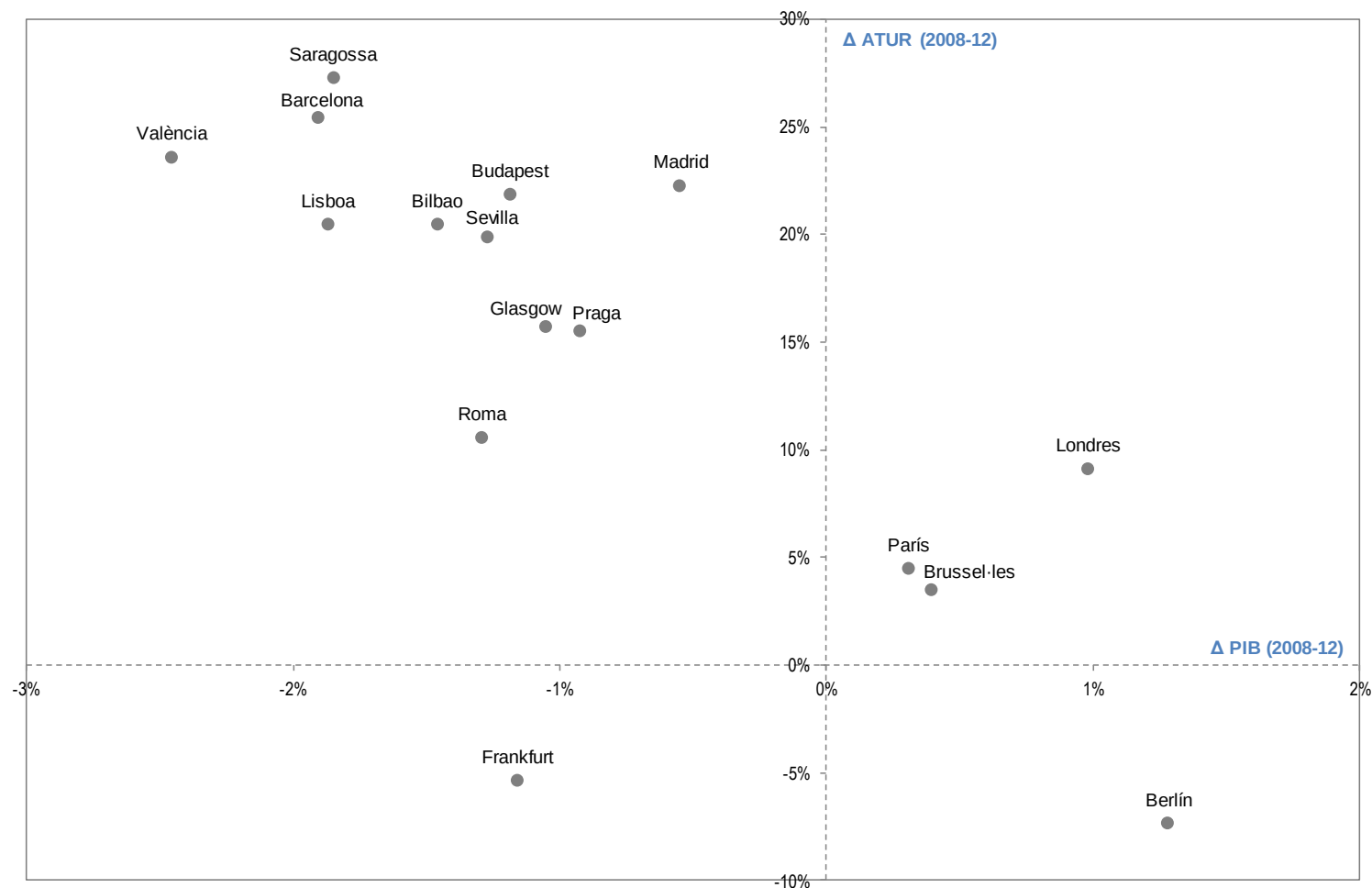
Pel que fa al comportament de les emissions de CO₂ en el període 2000-2008, aquestes van augmentar més a les metròpolis espanyoles de Saragossa (on més), Bilbao, Madrid, València i Sevilla (Δ CO₂ $\geq$ 1,5%). En Bilbao i Sevilla, però, l'augment de les emissions de CO₂ va anar acompanyat de creixement econòmic i d'una disminució del nombre de persones aturades. En un grup de tres ciutats – Barcelona, Frankfurt i Budapest – les emissions de CO₂ van créixer moderadament ($0,0\% < \Delta$ CO₂ $<$ 1,5%). A Budapest quasi bé es van mantenir constants. Per últim, en un grup de deu ciutats (amb color verd fosc) les emissions de CO₂ van disminuir. En quatre ciutats d'aquestes deu ciutats – Roma, París, Glasgow i Praga – la disminució de les emissions es va donar tot i l'increment de l'activitat econòmica i la reducció de l'atur.

En el Gràfic 4.77, període “durant la crisi” (2008-2012), es mostra la situació de les àrees metropolitanes pel que fa als indicadors social (Δ ATUR) i econòmic (Δ PIB). S’observen els quatre tipus de comportaments diferents possibles. En un grup de tres ciutats – les dues megaciutats, París i Londres, i Brussel·les – s’ha sostingut el creixement del PIB tot i la desacceleració generalitzada de les economies occidentals, però l’atur ha augmentat, sobretot a Londres. Només en un cas, el de Berlín, s’ha sostingut el creixement del PIB i s’ha disminuït l’atur (quadrant inferior-dreta). L’altre cas paradigmàtic, potser més interessant que l’anterior, és el de l’àrea metropolitana de Frankfurt, on la taxa d’atur ha disminuït tot i el decreixement del PIB metropolità. A la resta d’àrees metropolitanes s’ha donat una recessió econòmica i un conseqüent augment de la taxa d’atur, més acusada en les àrees metropolitanes d’Europa del sud i en Budapest. Destaquen els casos de València, Barcelona, Saragossa i Lisboa, on la disminució del PIB ha estat la més gran i l’augment de l’atur s’ha disparat.

Gràfic 4.76. Δ PIB, Δ ATUR i Δ CO₂ a les àrees metropolitanes. Període “pre-crisi” (2000-2008).

Notes: L' Δ ATUR, l' Δ PIB i l' Δ CO₂ en el període “abans de la crisi” han estat calculats com a l'increment mitjà anual per al període complet 2000-2008.(*) No es disposa de la taxa d'atur en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000. Per aquest motiu, l' Δ ATUR / l' Δ PIB / l' Δ CO₂ per a aquestes dues ciutats en el període “abans de la crisi” es calcula com a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.

Font: A partir de dades de l'OECD.

Gràfic 4.77. Δ PIB i Δ ATUR a les àrees metropolitanes. Període “durant la crisi” (2008-2012).

Nota: L' Δ PIB i l' Δ ATUR en el període “durant la crisi” han estat calculats com a l'increment mitjà anual per al període 2008-2012 per a totes les metròpolis.
 Font: A partir de dades de l'OECD.

A continuació s'analitzen en més detall les dinàmiques subjacents que regeixen el creixement econòmic, la creació de llocs de treball i la major sostenibilitat – en termes de disminució de les emissions de CO₂ – en les economies metropolitanes. D'aquesta forma es busquen respostes, mitjançant exemples, a preguntes rellevants com si és possible generar llocs de treball en condicions de recessió econòmica i amb polítiques ambientals restrictives que impliquin una reducció de les emissions de CO₂.

En primer lloc s'analitza la relació socioeconòmica creixement econòmic-creació de llocs de treball. Com les economies generen llocs de treball productius, i com s'absorbeix la mà d'obra, són qüestions importants per al desenvolupament. El creixement econòmic s'associa positivament amb la creació d'ocupació. El nivell i la qualitat de l'impacte, però, ve determinat pel context del país, la regió, o la metròpolis, els factors que transmeten l'impacte del creixement (p.e. la productivitat), així com per les polítiques complementàries.

La relació entre l'ocupació i el creixement de la productivitat té implicacions importants per a la transformació estructural, la trajectòria de creixement i desenvolupament d'una economia. La productivitat és la relació entre la quantitat de productes obtinguda per un sistema productiu i els recursos utilitzats per obtenir aquesta producció. Es tracta aleshores d'un indicador d'eficiència. La productivitat avalua la capacitat d'un sistema per elaborar els productes que són requerits i alhora el grau en què aprofiten els recursos utilitzats, és a dir, el valor agregat. Des del punt de vista del creixement, la situació desitjable és que el PIB augmenti com a conseqüència de l'efecte combinat de la creació d'ocupació i l'augment de la productivitat. La relació entre la creació d'ocupació, el PIB i la productivitat laboral és la següent:

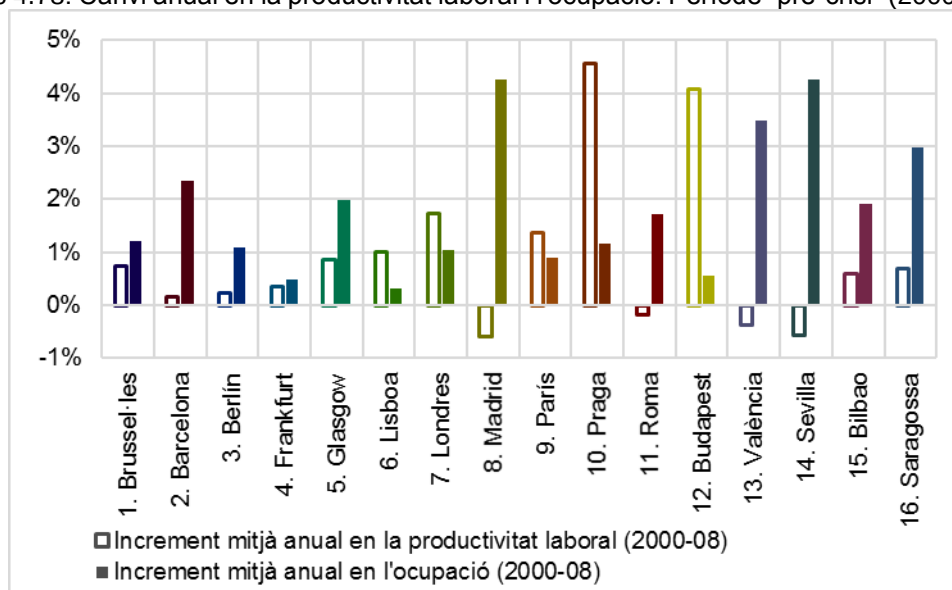
$$\Delta OCU = \Delta PIB - \Delta PL$$

La productivitat s'estima com la ràtio entre el PIB i el nombre total de treballadors remunerats. La condició per a què es crein llocs de treball és aleshores:

$$\Delta PIB > \Delta PL$$

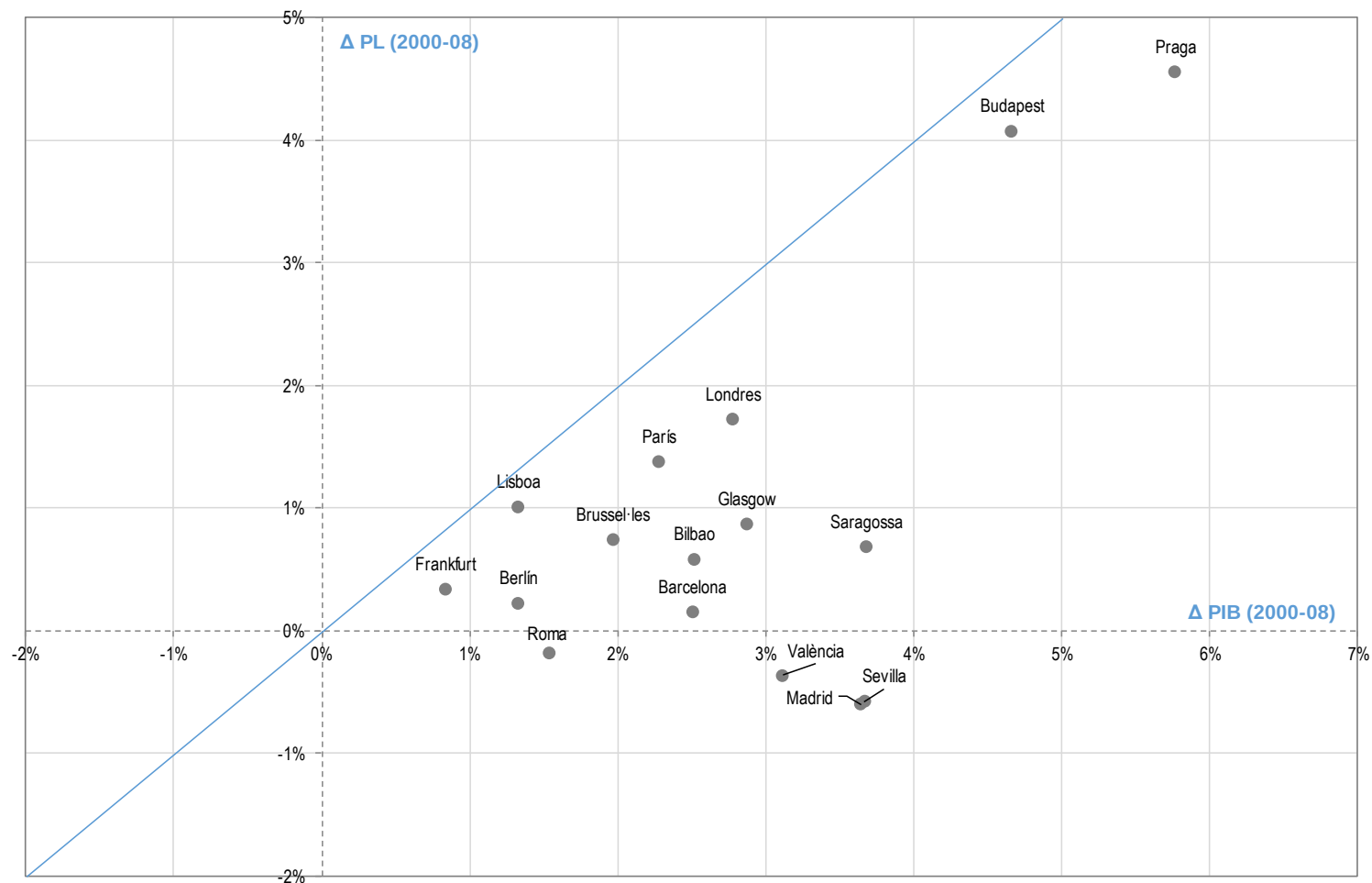
Si s'observa conjuntament l'evolució dels indicadors ΔOCU i ΔPL en les àrees metropolitanes seleccionades, tant en les megaregionals europees com en les espanyoles, en el període “pre-crisi” (anys 2000-2008) (Gràfic 4.78), es veu com l'ocupació va augmentar de forma generalitzada en totes les àrees metropolitanes, és a dir, es van crear llocs de treball. La productivitat laboral també va augmentar en la majoria dels casos amb algunes excepcions. A Madrid, Roma, Sevilla i València, on l'ocupació va créixer molt i l'eficiència de producció va baixar, es va generar menys valor afegit per treballador. No obstant això, totes les economies metropolitanes van créixer sense excepció (Gràfic 4.79). Al mateix gràfic, la línia blava que creua els eixos pel punt 0,0 marca la situació de pèrdua de llocs de treball. Per sota d'aquesta diagonal (baix-dreta) es troben les economies metropolitanes que van crear ocupació, que en aquest cas van ser totes.

Gràfic 4.78. Canvi anual en la productivitat laboral i l'ocupació. Període "pre-crisi" (2000-2008).



Notes: No es disposa de dades d'ocupació o productivitat laboral en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000. Per aquest motiu, les dades que es mostren per a aquestes dues ciutats en el període "abans de la crisi" corresponen a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.

Font: IERMB a partir de dades de l'OECD.

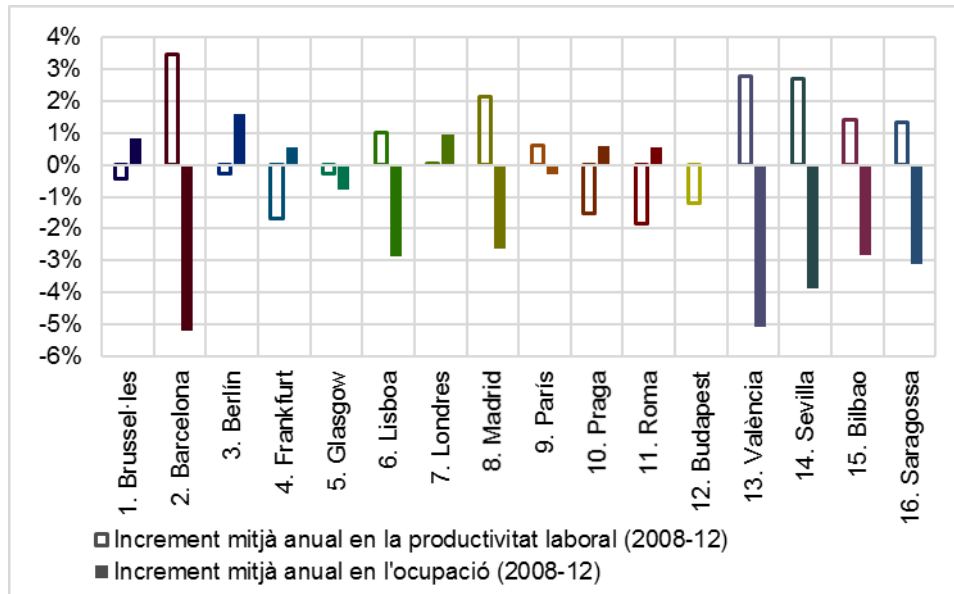
Gràfic 4.79. Δ PIB i Δ PL a les àrees metropolitanes. Període “pre-crisi” (2000-2008).

Notes: L' Δ PIB i l' Δ PL (productivitat laboral) en el període “pre- crisi” han estat calculats com a l'increment mitjà anual per al període 2000-2008. No es disposa de dades de productivitat laboral en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000. Per aquest motiu, l' Δ PIB / Δ PL per a aquestes dues ciutats en el període “abans de la crisi” es calcula com a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.

Font: IERMB a partir de dades de l'OECD.

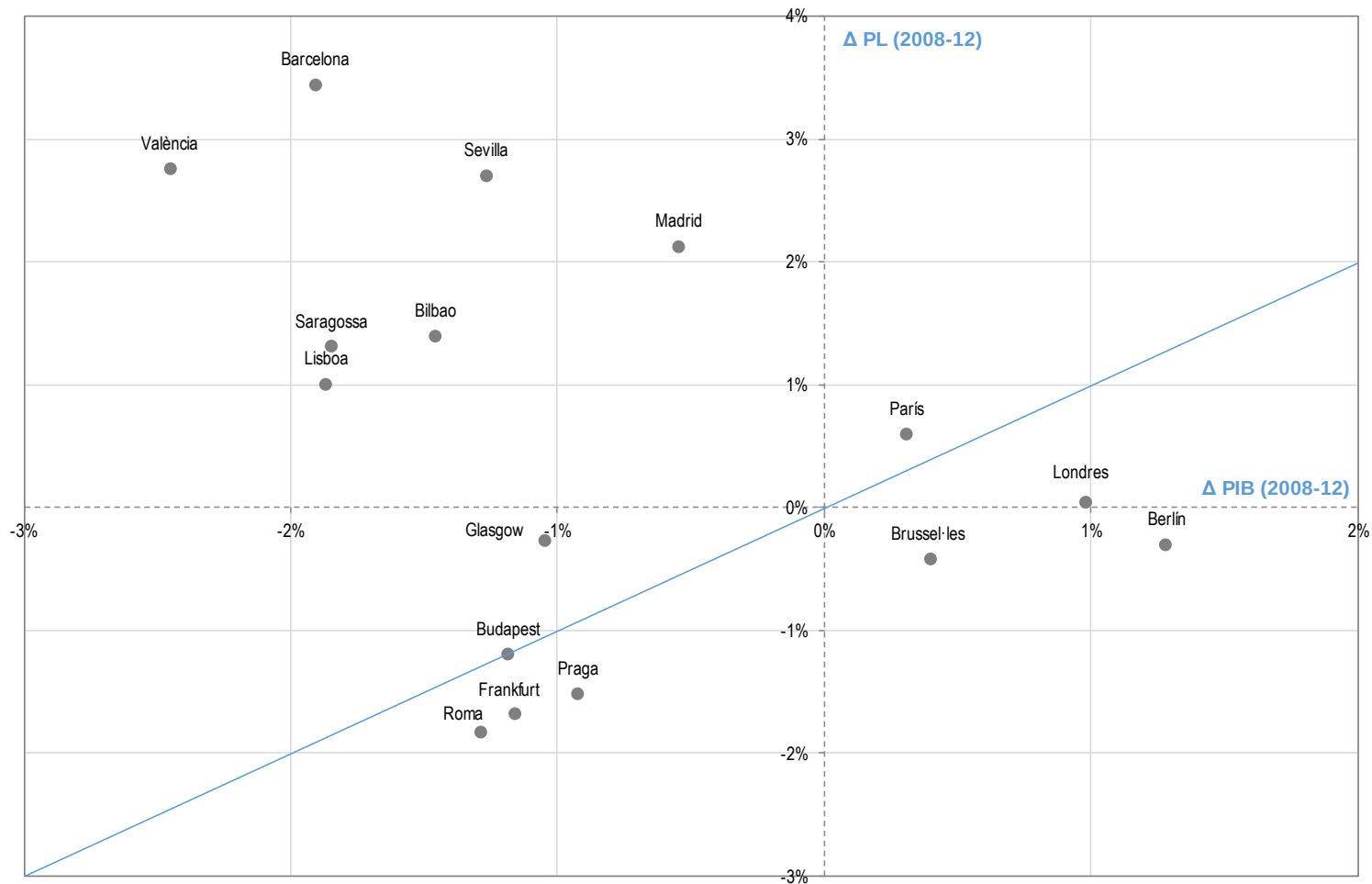
En canvi, en el període “durant la crisi” (2008-2012), l'evolució dels indicadors ΔOCU i ΔPL dona lloc a diverses casuístiques (Gràfic 4.80). En Barcelona, Lisboa, Madrid, València, Sevilla, Bilbao i Saragossa, i en menor mesura París on el PIB va créixer, l'ocupació va caure mentre que la productivitat laboral va augmentar. Tanmateix, en les economies metropolitanes del sud d'Europa (Espanya i Portugal) la caiguda de l'ocupació va ser molt més brusca que no pas l'augment de la productivitat. En aquestes economies metropolitanes, a causa de l'augment de la productivitat laboral, l'estancament econòmic és una seriosa amenaça per a l'ocupació. En un altre grup de metròpolis – Brussel·les, Berlín, Frankfurt, Praga, Roma i Budapest⁴⁴ – es va crear ocupació a costa de disminuir la productivitat laboral (situació inversa a l'anterior), cosa que estaria relacionada, en part, amb el fet que en aquestes metròpolis (i països) la seguretat laboral és millor i els treballadors estan més protegits. Finalment, en Glasgow l'ocupació van disminuir moderadament i la productivitat es va mantenir, mentre que en Londres es va augmentar l'ocupació mantenint constant la productivitat. És a dir, l'economia londinenca va créixer (Gràfic 4.81). En el Gràfic 4.81 les economies metropolitanes per sota de la línia diagonal blava (baix-dreta), on es troben Londres i París (les dues megaciutats), van crear ocupació tot i la crisi financera. Aquest és també el cas de Brussel·les i Berlín.

Gràfic 4.80. Canvi anual en la productivitat laboral i l'ocupació. Període “durant la crisi” (2008-2012).



Font: A partir de dades de l'OECD.

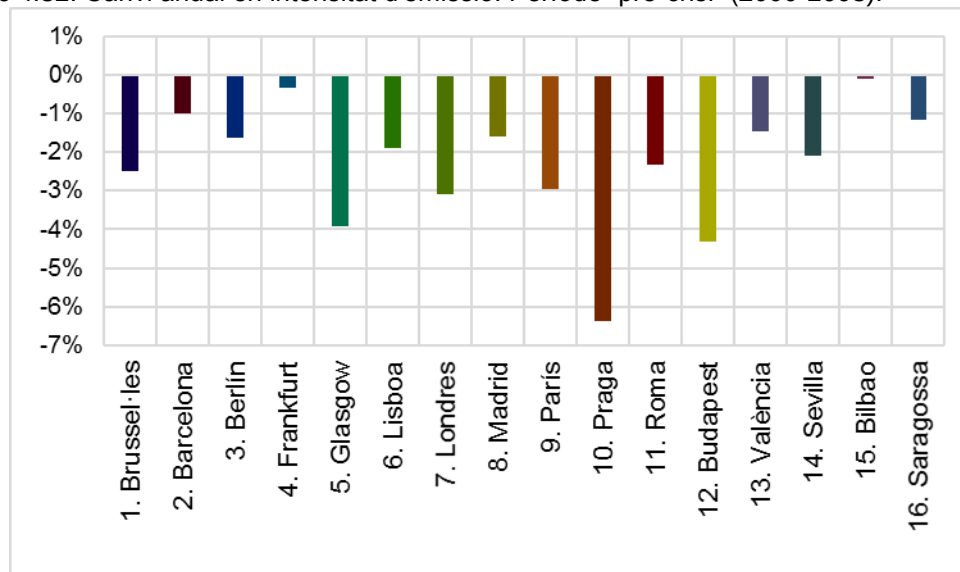
⁴⁴ A primera vista pot semblar que els resultats per a les àrees metropolitanes de Praga i Roma presentats al Gràfic 4.81 ($\Delta \text{PIB} / \Delta \text{PL}$ en el període “durant la crisi”, 2008-2012) siguin inconsistents amb els presentats al Gràfic 4.77 ($\Delta \text{PIB} / \Delta \text{ATUR}$ en el període “durant la crisi”, 2008-2012), perquè es van crear llocs de treball alhora que va augmentar l'atur. Això es deu a que la base laboral, és a dir, la població en edat de treballar va augmentar notablement en aquestes dues àrees metropolitanes de Praga i Roma.

Gràfic 4.81. Δ PIB i Δ PL a les àrees metropolitanes. Període “durant la crisi” (2008-2012).

Nota: L' Δ PIB i l' Δ PL (productivitat laboral) en el període “durant la crisi” han estat calculats com a l'increment mitjà anual per al període 2008-2012 per a totes les metròpolis.
 Font: IERMB partir de dades de l'OECD.

Per la seva relació directa i positiva amb el consum d'energia primària i les emissions de CO₂ associades, el creixement econòmic és una greu amenaça per al medi ambient. A continuació s'analitza la intensitat d'emissió en la producció, és a dir, les emissions de CO₂ per unitat de PIB (tones de CO₂ per dòlar) en el període “pre-crisi” (2000-2008) (Gràfic 4.82). Malauradament, no es disposen d'estimacions de les emissions de CO₂ metropolitanes en el període “durant la crisi” (2008-2012). Així doncs, l'anàlisi es limita al període “pre-crisi” (2000-2008), i no es podrà avaluar la incidència de la crisi en l'avenç ambiental.

Gràfic 4.82. Canvi anual en intensitat d'emissió. Període “pre-crisi” (2000-2008).



Nota: La intensitat d'emissió (Δ CO₂ per treballador) en les metròpolis de Berlín i Frankfurt es calcula com a l'increment mitjà anual en el període 2001-2008.

Font: A partir de dades de l'OECD.

En aquest període totes les economies metropolitanes van augmentar la seva eficiència ambiental de producció (Gràfic 4.82). Destaquen els casos de Praga i Budapest, que es van incorporar a la UE en la gran adhesió de 2004, on la intensitat d'emissió en la producció va millorar força. També ho va fer a les metròpolis de Regne Unit, Glasgow i Londres. Una millora en la intensitat d'emissió en la producció és positiu, ja que indica que les economies metropolitanes de la UE estarien evolucionant cap a un desacoblament del creixement econòmic (creació del PIB) i les emissions associades. Això significa que la producció de bens i serveis és més eficient, s'estalvien energia i recursos, i es redueix l'impacte ambiental (emissions) sense que a priori s'empitjori el benestar de la població. La millora de la intensitat energètica (i d'emissió) és la raó per insistir en el creixement econòmic i el desenvolupament sostenible.

S'analitzen ara les dinàmiques entre les emissions totals de CO₂, la intensitat d'emissions de CO₂ per treballador, i el creixement econòmic, per tal de cercar exemples on es constati un desacoblament dels factors socioeconòmics i ambientals que mostrin indicis d'un desenvolupament sostenible. Una disminució de les emissions de CO₂ per treballador és desitjable, ja que, representa una disminució de les emissions totals de CO₂ i de l'energia consumida per treballador. Una disminució de les emissions de CO₂ per treballador pot obrir el

camí a un desacoblament entre la creació d'ocupació (i de valor afegit), les emissions totals de CO₂ i el consum d'energia. No obstant això, si es creen llocs de treball (i valor afegit) a un ritme més ràpid que la disminució de les emissions de CO₂ per treballador, les emissions totals de CO₂ (i l'energia total consumida) es segueix augmentant. En detall, la relació entre els canvis en l'ocupació (creació d'ocupació), les emissions totals de CO₂ i la seva taxa metabòlica (CO₂ per treballador) és la següent:

$$\Delta OCU = \Delta CO_2 - \Delta CO_2 \text{ per treballador}$$

És a dir, la condició directa per a la creació d'ocupació si no es té en compte la component ambiental és la següent:

$$\Delta CO_2 > \Delta CO_2 \text{ per treballador}$$

Sota aquesta condició, però, la creació d'ocupació sempre comportarà un augment de les emissions de CO₂, situació que no és ambientalment desitjable. Si es formula la situació desitjable:

$$\Delta OCU = (-\Delta CO_2) - (-\Delta CO_2 \text{ per treballador})$$

aleshores, la condició per a la creació ambientalment sostenible d'ocupació seria la següent:

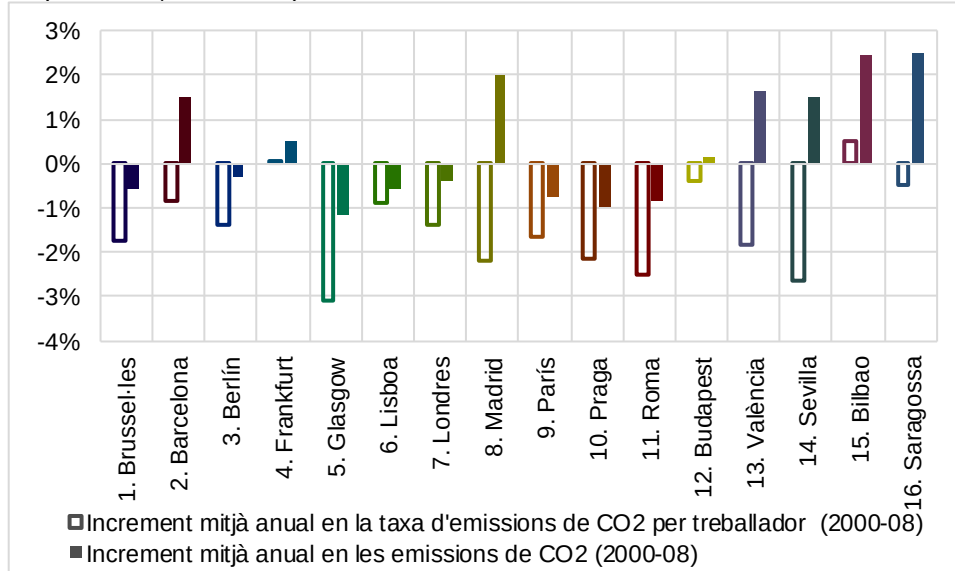
$$(-\Delta CO_2 \text{ per treballador}) > (-\Delta CO_2)$$

Al Gràfic 4.83 es mostra l'evolució dels indicadors ΔCO_2 i $\Delta CO_2 \text{ per treballador}$ en les àrees metropolitanes seleccionades, tant en les megaregionals europees com en les espanyoles, en el període “pre-crisi” (anys 2000-2008). Les emissions de CO₂ per treballador van disminuir (va millorar l'eficiència) en aquest període en totes les economies metropolitanes, excepte en Frankfurt, on es van mantenir constants, i en Bilbao, on van augmentar moderadament. No obstant això, totes les metròpolis espanyoles sense excepció van augmentar la quantitat total de CO₂ emès. És a dir, es va crear ocupació (i valor afegit) a un ritme més ràpid que la disminució de les emissions de CO₂ per treballador (menor millora de l'eficiència). Les emissions totals de CO₂ també van augmentar, tot i que en menor mesura, en Frankfurt, on també es va crear més ocupació.

Finalment, al Gràfic 4.84 es mostra la diagonal (línia blava), per sota de la qual (baix-dreta) es dona una situació de creació d'ocupació i valor afegit. Els casos se situen formant dos grups d'interès. En el grup de Berlín, Londres, París, Brussel·les, Praga, Roma i Glasgow, la disminució del CO₂ per treballador va ser més gran que la disminució que el CO₂ total emès. És a dir, es va crear ocupació sense per això agreujar les emissions absolutes de CO₂. En canvi, en el grup de metròpolis espanyoles format per València, Sevilla, Madrid, Saragossa i Barcelona les emissions per treballador van disminuir (va millorar l'eficiència), però les emissions totals van augmentar.

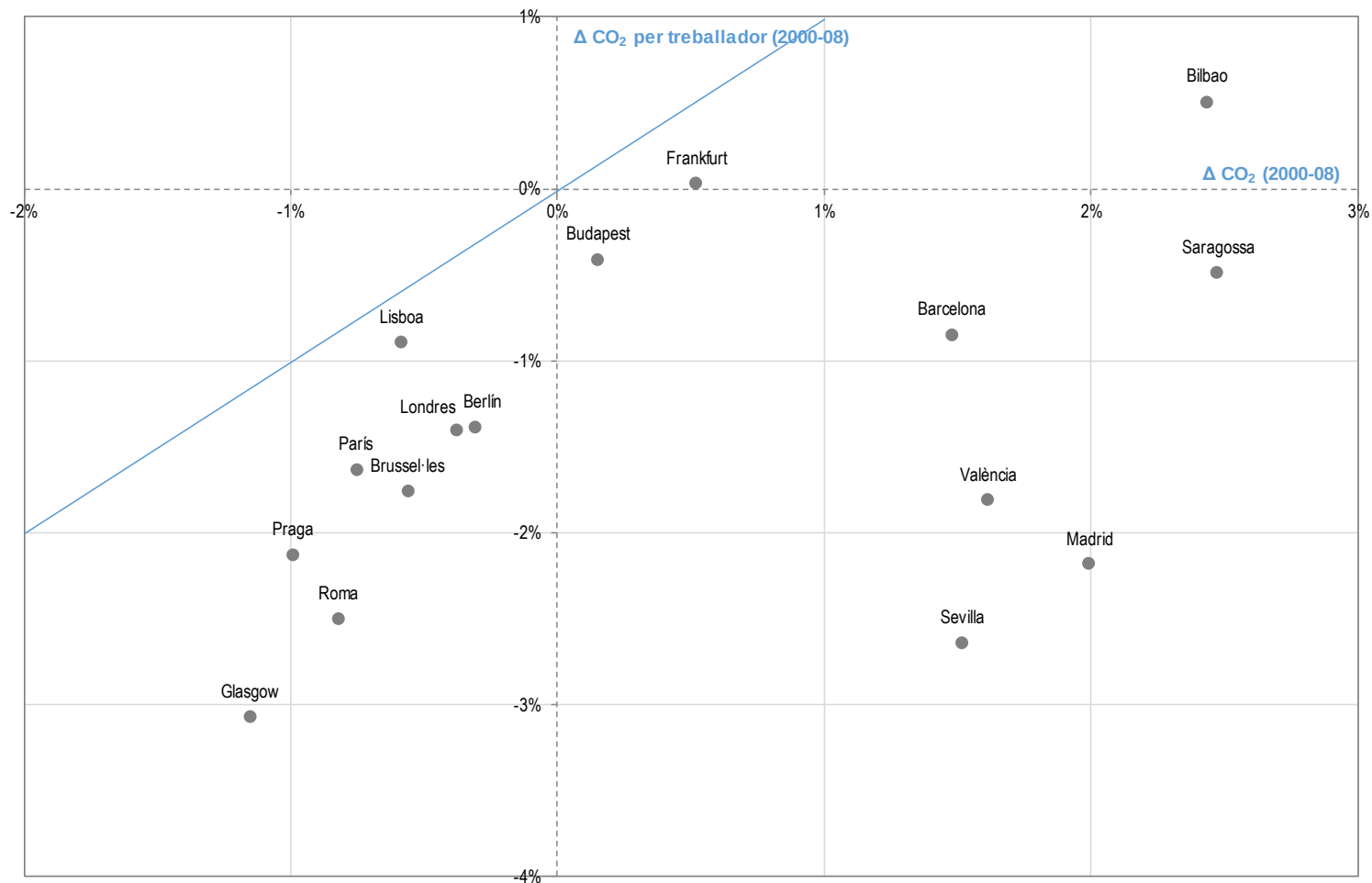
És a dir, el nombre de treballadors va créixer a un ritme més ràpid que l'eficiència (disminució de les emissions de CO₂ per treballador), i per això les emissions totals de CO₂ van augmentar. Per últim, en el període “pre-crisi” (2000-2008) la condició $\Delta CO_2 > \Delta CO_2 \text{ per treballador}$ es va complir a Bilbao, on la creació d'ocupació tampoc va complir el criteri de sostenibilitat.

Gràfic 4.83. Canvi anual en la taxa d'emissions de CO₂ per treballador i les emissions de CO₂. Període “pre-crisi” (2000-2012).



Nota: No es disposa de dades d'ocupació o productivitat laboral en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000. Per aquest motiu, les dades que es mostren per a aquestes dues ciutats en el període “abans de la crisi” corresponen a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.

Font: A partir de dades de l'OECD.

Gràfic 4.84. ΔCO_2 i ΔCO_2 per treballador a les àrees metropolitanes. Període “pre- crisi” (2000-2008).

Nota: L' ΔCO_2 per treballador i l' ΔCO_2 (total emissions de CO_2) en el període “durant la crisi” han estat calculats com a l'increment mitjà anual per al període 2000-2008. No es disposa de dades d'ocupació en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000. Per aquest motiu, l' ΔCO_2 per treballador / ΔCO_2 per a aquestes dues ciutats en el període “abans de la crisi” es calcula com a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.

Font: A partir de dades de l'OECD.

Una qüestió rellevant que s'ha de tenir en compte quan s'analitzen les emissions de CO₂ (o el consum d'energia) i la seva relació amb el PIB o amb l'ocupació és l'estructura sectorial de la producció i l'ocupació en l'economia. En general, en les economies occidentals, el pes relatiu dels sectors més intensius en consums d'energia i matèries com l'agricultura i la indústria s'ha anat reduïnt progressivament degut a una terciarització de l'economia. Així doncs, En canvi, el pes relatiu del sector terciari s'ha incrementat, cosa que contribueix a aquesta millora de l'eficiència. No es disposen de dades de sobre l'estructura sectorial de les economies metropolitanes, però sí dels països als que pertanyen (Taula 4.4). Cal anar en compte, però, quan s'analitza en el cas d'Hongria, ja que les dades de que es disposen només cobreixen la sèrie temporal 2008-2012 (període anòmal "durant la crisi").

Taula 4.4. Variació anual en l'ocupació (mitjana d'hores de treball en feines remunerades), el PIB i el consum d'energia primària, l'energia consumida per hora de treball remunerat i la productivitat laboral (PIB/hora treballada)

	Hores de treball	AGR	IND	SER	PIB	AGR	IND	SER	ENER	AGR	IND	SER	TME	PL
be	1,2%	-1,9%	0,2%	1,6%	2,3%	2,4%	0,9%	2,8%	0,9%	-1,7%	0,0%	2,0%	-0,2%	1,1%
de*	0,6%	-1,9%	-0,8%	1,4%	1,5%	0,3%	0,8%	1,9%	0,2%	100,0%	0,2%	0,4%	-0,5%	0,9%
es	0,3%	-2,5%	-3,1%	1,8%	1,3%	1,6%	-1,0%	2,4%	-0,2%	0,8%	-1,5%	0,9%	-0,5%	1,0%
fr	0,4%	-2,3%	-0,6%	0,9%	1,1%	0,2%	-0,2%	1,5%	-1,3%	0,7%	-3,0%	-0,3%	-1,7%	0,7%
it	0,1%	-3,2%	-0,7%	0,9%	1,3%	2,2%	0,5%	1,8%	1,1%	-0,4%	0,1%	2,1%	1,0%	1,2%
pt	-0,7%	-3,3%	-3,5%	1,0%	0,5%	4,3%	-1,6%	1,4%	-0,5%	-4,7%	-1,5%	1,0%	0,2%	1,2%
uk	0,8%	-1,8%	-1,1%	1,6%	2,7%	3,1%	0,4%	3,6%	-0,1%	-2,9%	-1,0%	0,6%	-0,9%	1,8%
cz	-0,2%	-3,0%	-0,6%	0,3%	2,6%	0,4%	2,6%	2,7%	-1,0%	-1,1%	-2,4%	0,9%	-0,8%	2,8%
hu**	-1,7%	-0,5%	-2,7%	1,3%	-2,0%	1,9%	-1,9%	-2,2%	-4,6%	-6,7%	-6,5%	-3,5%	-3,0%	-0,3%

Notes: "be" (Bèlgica) període 1995-2008. "de" (Alemanya) període 1995-2008. "es" (Espanya) període 2000-2013. "fr" (França) període 2003-2012. "it" (Itàlia) període 1995-2008. "pt" (Portugal) 2000-2011. "uk" (Regne Unit) període 1995-2008. "cz" (República Txeca) període 2000-2012. "hu" (Hongria) període 2008-2012. "TEM" (taxa metabòlica energètica) és l'energia consumida per hora de treball remunerat. "PL" (productivitat laboral) és el PIB/hora treballada.

(*) Comptabilitat de l'energia en l'agricultura desapareix a Alemanya.

(**) Anomalia en la comptabilitat d'energia per a l'any 2012 a Hongria.

Font: IERMB a partir de dades d'Eurostat.

Tal i com mostren les dades a nivell nacional, el fenomen de la terciarització de l'economia és una realitat als països de les àrees metropolitanes estudiades. Així, les economies d'aquests països de la UE depenen menys dels sectors productius, i més del comerç internacional per importar els bens de consum. Les seves economies materials han passat a caracteritzar-se per alts nivells de consum. La terciarització de les economies occidentals, com s'ha descrit en altres estudis socio-metabòlics⁴⁵, ha comportant la deslocalització dels sectors productius cap a països menys eficients (que utilitzen més energia i matèries per unitat de PIB). Aquest fet ha comportat una disminució general en l'eficiència energètica i material, amb el conseqüent augment de la pressió ambiental a nivell global.

⁴⁵ UNEP (2016).

Finalment, tant l'indicador d'ocupació, com les taxes d'eficiència utilitzades en aquestes anàlisis – productivitat laboral o emissions de CO₂ per treballador – es refereixen als llocs de treball creats (o destruïts), però no donen compte de la qualitat de l'ocupació creada (o destruïda). A continuació es presenten les variacions en la mitjana anual d'hores de treball remunerat (estimacions a nivell de país) en els dos períodes d'estudi, període “pre-cris” (2000-2008) i període “durant la crisi” (2008-2012) (Taula 4.5 i Taula 4.6, respectivament). Les hores de treball remunerat varien d'acord amb el que s'estableix a la legislació vigent en cada moment, però també degut a canvis en la temporalitat de l'ocupació. Per exemple, quan augmenta la proporció de treballadors a temps parcial es disminueix la mitjana anual nacional d'hores de treball remunerat.

Taula 4.5. Hores de treball acordades col·lectivament (mitjana anual). Període “pre-cris” (2000-2008)

País	Àrea metropolitana	2000-04	2005	2006	2007	2008	Mitjana (2000-08)
Bèlgica	Brussel·les	1.600,0	1.763,2	1.729,6	1.729,6	1.729,6	1.738,0
República Txeca	Praga	1.900,0	1.725,2	1.717,6	1.710,0	1.710,0	1.807,9
Alemanya	Berlín	1.600,0	1.666,3	1.658,8	1.650,6	1.650,6	1.656,6
	Frankfurt						1.656,6
Espanya	Madrid	1.700,0	1.747,9	1.740,2	1.697,9	1.715,8	1.725,5
	Barcelona						1.725,5
	València						1.725,5
	Sevilla						1.725,5
	Saragossa						1.725,5
	Bilbao						1.725,5
França	París	1.600,0	1.568,0	1.568,0	1.568,0	1.568,0	1.568,0
Hongria	Budapest	1.900,0	1.872,0	1.856,0	1.840,0	1.840,0	1.876,0
Itàlia	Roma	1.850,0	1.687,2	1.679,6	1.672,0	1.679,6	1.679,6
Portugal	Lisboa	1.700,0	1.712,0	1.707,5	1.707,5	1.699,9	1.706,7
Regne Unit	Londres	1.850,0	1.691,9	1.696,4	1.696,4	1.695,7	1.695,1
	Glasgow		9				1.695,1

Notes: S'utilitza la mitja anual nacional d'hores de treball remunerat com a referència per a les àrees metropolitanes seleccionades. Per als anys 2000-2004 només es disposa d'una estimació agregada (període 2000-2006) per grups de països. La mitjana per al període complet (2000-08) s'ha calculat a partir de les estimacions anuals (no agregades) dels anys independents 2005, 2006, 2007 i 2008 en tots els casos, excepte en els dos (Praga i Budapest) d'àrees metropolitanes de països de nova adhesió (entrada en la UE de República Txeca i Hongria en 2004) per als que sí que es té en compte la estimació agregada (període 2000-2006).

Font: Eurofound, European Observatory of Working Life (EurWORK), Working time developments, diversos anys.

Taula 4.6. Hores de treball acordades col·lectivament (mitjana anual). Període “durant la crisi” (2008-2012)

País	Àrea metropolitana	2008	2009	2010	2011	2012	Mitjana (2008-12)
Bèlgica	Brussel·les	1.729,6	1.729,6	1.729,6	1.729,6	1.738,8	1.731,4
República Txeca	Praga	1.710,0	1.702,4	1.702,4	1.717,6	1.710,0	1.708,5
Alemanya	Berlín	1.650,6	1.655,0	1.658,8	1.658,8	1.658,8	1.656,4
	Frankfurt						1.656,4
Espanya	Madrid	1.715,8	1.720,4	1.729,3	1.724,8	1.731,2	1.724,3
	Barcelona						1.724,3
	València						1.724,3
	Sevilla						1.724,3
	Saragossa						1.724,3
	Bilbao						1.724,3
França	París	1.568,0	1.594,9	1.601,6	1.580,6	1.573,5	1.583,7
Hongria	Budapest	1.840,0	1.856,0	1.848,0	1.864,0	1.848,0	1.851,2
Itàlia	Roma	1.679,6	1.679,6	1.694,8	1.679,6	1.679,6	1.682,6
Portugal	Lisboa	1.699,9	1.719,0	1.734,3	1.766,1	1.773,8	1.738,6
Regne Unit	Londres	1.695,7	1.694,9	1.705,5	1.697,3	1.701,8	1.699,0
	Glasgow						1.699,0

Nota: S'utilitza la mitja anual nacional d'hores de treball remunerat com a referència per a les àrees metropolitanes seleccionades.

Font: Eurofound, European Observatory of Working Life (EurWORK). Working time developments, diversos anys.

Per concloure, les anàlisis precedents demostren que no es poden extreure conclusions categòriques sobre el desenvolupament sostenible d'un territori basant-se tan sols en indicadors agregats, tals com el PIB i/o l'eficiència d'emissió (o l'eficiència energètica), perquè poden emascarar processos més profunds que tenen un efecte directe en el benestar social i el progrés sostenible, com són la destrucció de llocs de treball i l'augment absolut de les emissions de CO₂ i terciarització de l'economia (vegeu la Taula 4.7 i Taula 4.8).

Taula 4.7. Creixement econòmic, productivitat, creació d'ocupació, emissions de CO₂ i intensitat d'emissió en les economies metropolitanes. Període “pre-crisi” (2000-2008)

	Δ PIB	Δ IE	Δ PL	Δ OCU	Δ CO ₂ per treballador	Δ CO ₂
1. Brussel·les	↑	↓	+	++	--	-
2. Barcelona	↑	↓	+	++	-	--
3. Berlín	↑	↓	+	++	--	-
4. Frankfurt	↑	↓	+	+	≈	+
5. Glasgow	↑	↓	+	++	--	-
6. Lisboa	↑	↓	++	+	-	-
7. Londres	↑	↓	++	+	--	-
8. Madrid	↑	↓	-	++	--	--
9. París	↑	↓	++	+	--	-
10. Praga	↑	↓	++	+	--	-
11. Roma	↑	↓	-	++	--	-
12. Budapest	↑	↓	++	+	-	-
13. València	↑	↓	-	++	--	++
14. Sevilla	↑	↓	-	++	--	++
15. Bilbao	↑	↓	+	++	+	++
16. Saragossa	↑	↓	+	++	-	++

Notes: No es disposa de dades d'ocupació o productivitat laboral en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000.

Per aquest motiu, les dades que es mostren per a aquestes dues ciutats en el període “abans de la crisi” corresponen a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.

Font: A partir de dades de l'OCDE.

Taula 4.8. Creixement econòmic, productivitat, creació d'ocupació, emissions de CO₂ i intensitat d'emissió en les economies metropolitanes. Període "durant la crisi" (2008-2012)

	Δ PIB	Δ PL	Δ OCU
1. Brussel·les	↑	-	+
2. Barcelona	↓	++	--
3. Berlín	↑	-	++
4. Frankfurt	↓	--	+
5. Glasgow	↓	-	-
6. Lisboa	↓	++	--
7. Londres	↑	≈	+
8. Madrid	↓	++	--
9. París	↑	+	-
10. Praga	↓	--	+
11. Roma	↓	--	+
12. Budapest	↓	--	
13. València	↓	++	--
14. Sevilla	↓	++	--
15. Bilbao	↓	++	--
16. Saragossa	↓	++	--

Font: A partir de dades de l'OCDE.

4.2.3 Comparativa de la metròpolis de Barcelona amb la resta d'àrees metropolitanes

La base de dades OECD Metropolitan Database mesura un conjunt d'indicadors econòmics, ambientals, socials, de mercat de treball i demogràfics estimats per a les 281 àrees metropolitanes de l'OCDE (FUA amb 500 000 habitants o més). En aquest apartat s'analitza el rendiment de les àrees metropolitanes seleccionades pel que fa a un conjunt d'aquests indicadors, tot considerant dos períodes – T1 (c.2005) i T2 (c.2012) – que es corresponen amb els moments abans i durant de la crisi financera i posterior recessió econòmica que va tenir lloc al 2008. S'han seleccionat vuit indicadors que donin compte del desenvolupament urbà sostenible, d'acord amb el que s'ha explicat prèviament al marc teòric. Els indicadors seleccionats, així com altra informació rellevant (p.e. disponibilitat de les dades) es mostren a continuació, i es resumeixen a la Taula 4.9.

1. L'Activitat econòmica es mesura a partir del producte interior brut (PIB) per càpita. És a dir, la renda total d'un àrea metropolitana en un any es divideix per la seva població total en el mateix any.
2. La Innovació es mesura a partir de les sol·licituds de patent enregistrades per cada 10.000 habitants.

3. L'Ocupació plena es mesura a partir de la taxa d'atur, calculada com la proporció de la població activa que es troba a l'atur. Aquesta variable es presenta amb l'escala invertida de forma que quan més petita és la taxa d'atur, més a prop es troba un àrea metropolitana de garantir l'ocupació plena per als seus residents.
4. L'Equilibri demogràfic es mesura a partir l'índex de dependència de la gent gran, calculat com el rati de la població d'edat avançada (més gran que 65 anys) entre la població en edat de treballar (de 15 a 64 anys). Aquesta variable es presenta amb l'escala invertida per reflectir un equilibri demogràfic.
5. La Mitigació del canvi climàtic es mesura a partir de les emissions de CO₂ per càpita expressades en tones per habitant i any. Aquesta variable es presenta amb l'escala invertida per reflectir una menor contribució (mitigació) al canvi climàtic.
6. La Qualitat de l'aire es mesura utilitzant l'exposició de la població a la pol·lució atmosfèrica, calculada mitjançant la mitjana ponderada de partícules fines inhalades amb un diàmetre entre 2,5 i 10 micres (PM_{2,5}). Aquesta variable es presenta amb l'escala invertida de forma que quan menys població exposada a PM_{2,5}, millor és la qualitat de l'aire en un àrea metropolitana.
7. La presència de Zones verdes es mesura utilitzant la superfície de zones verdes urbanes en l'àrea metropolitana per milió d'habitants.
8. La Forma urbana es mesura a partir de la densitat urbana, calculada com la població dividida pel total d'àrea urbanitzada. L'àrea urbanitzada es defineix com la superfície coberta per edificis o infraestructures per a l'ús urbà i inclou, per exemple, edificis residencials i no residencials i les principals carreteres, vies fèrries i centres esportius.

Taula 4.9. Indicadors seleccionats i disponibilitat de dades en els períodes T1 (c.2005) i T2 (c.2012).

Dimensió/ Tema	Indicador	T1 (2005)	T2 (2012)	Escala invertida
• Econòmics				
Activitat econòmica	PIB per càpita (període de referència: 2010 (\$))	√	√	
Innovació ^{1,2}	Sol·licituds de patent per cada 10.000 habitants	√	2008	
• Socials				
Ocupació plena	Taxa d'atur (proporció de la població activa a l'atur (%))	√	√	√
Equilibri demogràfic	Rati de dependència de la gent gran (relació entre la població d'edat avançada (+ 65 anys) i la població en edat de treballar (15-64 anys))	√	√	√
• Ambientals				
Mitigació del canvi climàtic	Emissions de CO ₂ per càpita (tones)	√	2008	√
Qualitat de l'aire	Exposició mitjana a la contaminació de l'aire per PM _{2,5} estimada sobre la base de dades d'imatges (µg per m ³)	√	2011	√
Zones verdes	Zones verdes per milió de persones (m ² per milió de persones)	√	√	
• Urbà				
Forma urbana	Densitat urbana (persones per km ² d'àrea urbana)	2006	--	

Notes: (1) No es tenen dades de sol·licituds de patent per 10.000 habitants per les àrees metropolitanes de Budapest, Praga, Londres i Glasgow. (2) S'ha exclòs la dada de sol·licituds de patent per 10.000 habitants d'Eindhoven (Holanda) per tractar-se d'un valor extrem que impossibilita aconseguir amb el criteri de distribució normal de les dades.

Per a l'elaboració dels indicadors agregats per a les àrees metropolitanes es segueix el següent procediment:

1. Normalització: seguint l'OCDE (2014), cada indicador parcial es normalitza utilitzant el mètode min-max. Per cada indicador x , el mètode s'aplica obtenint els valors més petit (min) i més gran (max) del conjunt de ciutats europees (UE28), Suïssa i Noruega amb població igual o més gran que 500.000 habitants (vegeu llista a la Taula 4.10), i considerant conjuntament els dos períodes (T1 c.2005 i T2 c.2012).

S'aplica la següent fórmula:

$$Z_i = \left(\frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \right) \cdot 10$$

La normalització permet que tots els valors dels indicadors estiguin expressats entre 0 i 10, facilitant la comparació entre indicadors. A més, com per al càlcul del màxim i del mínim s'han tingut en compte simultàniament els valors dels dos anys, l'indicador no només ens dona la puntuació en termes de desenvolupament sostenible de l'àrea metropolitana respecte a la resta, sinó que també permet veure si el valor ha millorat o ha empitjorat entre el primer i el segon període.

2. En el cas dels indicadors de taxa d'atur, ràtio de dependència de la gent gran, emissions de CO₂ per càpita i Exposició mitjana a la contaminació de l'aire per PM_{2,5}, com que un valor més alt indicaria menys sostenibilitat, es procedeix a corregir l'índex de manera que sigui:

$$Z_i^b = 10 - Z_i$$

Per tant, un valor 10 indica també la millor situació en termes de desenvolupament sostenible. A la Taula 4.11 es mostren les mitjanes.

3. Mitjana europea: la llista de ciutats europees (UE28), Suïssa i Noruega amb població igual o més gran que 500.000 habitants s'ha utilitzat per calcular la mitjana europea (Taula 4.10).

Taula 4.10. Ciutats europees (UE28), Suïssa i Noruega amb P > 500.000 habitants utilitzades per calcular la mitjana europea.

Àustria (3)	Viena, Graz, Linz
Bèlgica (4)	Brussel·les, Anvers, Gent, Liege
República Txeca (2)	Praga, Brno, Ostrava
Suïssa (3)	Zuric, Ginebra, Basilea
Alemanya (24)	Berlín, Hamburg, Munic, Colònia, Frankfurt, Essen, Stuttgart, Leipzig, Dresden, Dortmund, Düsseldorf, Bremen, Hannover, Nuremberg, Bochum, Friburg, Augsburg, Bonn, Karlsruhe, Saarbrücken, Duisburg, Mannheim, Münster, Aquisgrà
Dinamarca (1)	Copenhaguen
Estònia (1)	Tallinn
Espanya (8)	Madrid, Barcelona, València, Sevilla, Saragossa, Màlaga, las Palmas, Bilbao
Finlàndia (1)	Hèlsinki
França (15)	París, Lió, Tolosa, Estrasburg, Bordeus, Nantes, Lille, Montpeller, Sant-Étienne, Rennes, Grenoble, Toulon, Marsella, Niça, Rouen
Grècia (2)	Atenes, Tessalònica
Hongria (1)	Budapest
Irlanda (1)	Dublín
Itàlia (11)	Roma, Milà, Nàpols, Torí, Palerm, Gènova, Florència, Bari, Bolonya, Catània, Venècia
Holanda (5)	La Haia, Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Eindhoven
Noruega (1)	Oslo
Polònia (8)	Varsòvia, Łódź, Cracòvia, Wroclaw, Poznan, Gdansk, Lublin, Katowice
Portugal (2)	Lisboa, Porto
Suècia (3)	Estocolm, Göteborg, Malmö
Eslovènia (1)	Ljubljana
República Eslovaca (1)	Bratislava
Regne Unit (15)	Londres, Birmingham (Regne Unit), Leeds, Bradford, Liverpool, Manchester, Cardiff, Sheffield, Bristol, Newcastle, Leicester, Portsmouth, Nottingham, Glasgow Edimburg,

Les diferències entre les metròpolis són notables (Taula 4.11 i Gràfic 4.85 a Gràfic 4.102). Per dimensions, les àrees metropolitanes de Frankfurt i París destaquen ambdues respecte a la resta de metròpolis, i en els dos períodes T1 (c.2005) i T2 (c.2012), en Activitat econòmica i Innovació (dimensió econòmica). A l'extrem oposat es troben les àrees metropolitanes menys competitives de Sevilla i València. La innovació és menor a Lisboa, on els dos anys s'han registrat menys sol·licituds de patent per 10.000 habitants, Sevilla i Bilbao. Tanmateix, no es disposa de dades

d'innovació per a les metròpolis del Regne Unit (Glasgow i Londres), ni per a les metròpolis d'Europa de l'est (Praga i Budapest).

Pel que fa a la dimensió social, Praga destaca en Ocupació plena tant al 2005 com al 2012, i Londres i París tenen els índexs de dependència de la gent gran més baixos als dos períodes. Les metròpolis d'Europa del sud (Espanya i Portugal), inclosa Barcelona, destaquen per l'elevada taxa d'atur en 2012.

Les metròpolis d'Europa del sud (Espanya i Portugal), però, emeten menys emissions de CO₂ que la resta (dimensió ambiental). Destaquen València al 2005 i Lisboa al 2012. A l'altre extrem, amb més emissions de CO₂ per habitant als dos períodes es troben Praga i Frankfurt. Pel que fa a la resta d'indicadors de la dimensió ambiental, la qualitat de l'aire és més bona a París, Londres i Sevilla en els dos anys seleccionats, i pitjor a Roma i Bilbao. Amb més presència de zones verdes urbanes destaca Budapest. A l'extrem oposat, amb menys superfície verda per habitant, destaquen les ciutats espanyoles de Barcelona (la que en té menys), Sevilla, València i Madrid.

Pel que fa a la dimensió forma urbana, les metròpolis espanyoles i les europees mediterrànies són les que tenen valors més elevats de densitat urbana. En 2005 destaca Bilbao amb el valor de densitat urbana més elevat d'entre les àrees metropolitanes amb 500.000 habitants de l'UE-28 + Suïssa + Noruega. A l'altre extrem trobem Brussel·les amb el valor més baix d'entre totes les metròpolis seleccionades. Remarcar que només es disposa d'una dada de densitat urbana per a tot el període estudiat, estimada per l'any 2006.

Taula 4.11. Indicadors de desenvolupament urbà sostenible. Mitjanes de les àrees metropolitanes, UE28, Suïssa i Noruega amb població ≥ 500.000 habitants.

		Activitat econòmica	Innovació	Ocupació plena*	Equilibri demogràfic*	Mitigació del canvi climàtic**	Qualitat de l'aire*	Zones verdes**	Forma urbana
1. Brussel·les	2005	7,90	1,31	7,49	6,75	7,22	4,73	7,78	0,65
	2012	7,91	1,37	7,43	7,21	7,38	5,07	7,69	0,65
2. Barcelona	2005	5,15	0,87	8,63	6,40	8,59	7,36	1,58	7,14
	2012	4,47	1,01	3,69	6,00	8,75	8,00	1,48	7,14
3. Berlín	2005	3,72	1,94	4,71	6,92	6,44	5,17	7,26	1,90
	2012	4,78	1,98	7,62	4,66	6,42	5,73	7,25	1,90
4. Frankfurt	2005	8,65	3,26	8,24	6,45	6,11	4,64	6,33	2,42
	2012	8,64	3,31	9,25	5,04	6,08	6,47	6,32	2,42
5. Glasgow	2005	5,44	--	8,58	7,21	8,39	9,50	6,40	1,94
	2012	5,09	--	7,54	7,46	8,50	9,40	6,37	1,94
6. Lisboa	2005	4,91	0,11	8,14	6,78	8,65	8,01	5,81	3,29
	2012	4,32	0,08	5,35	5,53	8,98	9,22	5,75	3,29
7. Londres	2005	7,71	--	8,91	8,30	7,77	6,96	5,11	3,08
	2012	8,06	--	8,23	8,53	7,97	8,32	5,00	3,08
8. Madrid	2005	6,00	0,40	8,67	7,73	8,05	7,65	4,72	4,66
	2012	5,56	0,65	4,77	7,38	8,24	8,10	4,54	4,66
9. París	2005	8,36	2,22	7,99	8,81	7,78	6,30	6,24	3,15
	2012	9,20	2,43	8,13	8,26	7,95	6,88	6,18	3,15
10. Praga	2005	5,73	--	9,56	7,41	5,76	3,13	7,68	1,34
	2012	6,51	--	9,68	7,43	6,08	5,33	7,59	1,34
11. Roma	2005	7,34	0,48	8,51	5,63	7,20	7,49	7,45	4,30
	2012	6,57	0,53	7,68	4,57	7,52	8,25	7,38	4,30
12. Budapest	2005	4,18	--	9,22	6,93	7,05	3,14	8,17	1,31
	2012	4,43	--	7,83	6,47	7,39	4,95	8,14	1,31
13. València	2005	3,49	0,48	8,12	7,22	8,75	7,21	3,98	6,39
	2012	2,90	0,58	2,29	6,86	8,88	8,25	3,85	6,39
14. Sevilla	2005	2,68	0,31	6,46	8,21	8,64	8,23	3,85	4,78
	2012	2,32	0,26	0,88	7,76	8,81	8,26	3,74	4,78
15. Bilbao	2005	4,87	0,32	8,16	5,58	7,61	8,64	7,30	10,0
	2012	4,85	0,38	5,68	4,64	7,84	9,64	7,26	10,0
16. Saragossa	2005	4,41	0,40	9,01	5,50	8,63	6,52	5,66	3,97
	2012	3,96	0,82	4,60	5,54	8,92	6,97	5,54	3,97
Mitjana UE-28 + Suïssa + Noruega (P≥500.000 hab)		2012	5,10	1,99	7,71	6,11	7,39	6,86	6,98
								2,44	

Notes: (*) escala invertida. (**) "Zones verdes" en escala logarítmica. (1) Criteri de "sostenibilitat tova" (compensació de les puntuacions baixes). (2) Criteri de "sostenibilitat forta" (s'intenta evitar la compensació de les puntuacions baixes).

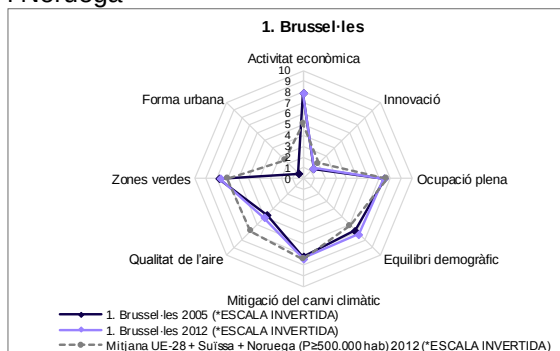
A continuació es compara l'evolució de l'àrea metropolitana de Barcelona en relació a les altres onze àrees metropolitanes que encapçalen les megaregions europees pel que fa als indicadors desenvolupament urbà sostenible. L'àrea metropolitana de Barcelona és situa a prop de la mitjana de les metròpolis l'UE-28 + Suïssa + Noruega en bona part de les dimensions de la sostenibilitat urbana (Gràfic 4.86). El valors són molt similars en els indicadors d'Activitat econòmica, Innovació i Equilibri demogràfic, i estan per sobre de la mitjana de les metròpolis

europea els indicadors ambientals de Mitigació del canvi climàtic (emissions de CO₂) i Qualitat de l'aire (concentracions de PM_{2,5}). Barcelona, però, obté la pitjor puntuació en proporció de zones verdes urbanes, molt per sota de la mitjana europea. Destaca l'elevada densitat urbana de Barcelona (indicador de forma urbana).

En termes dinàmics, entre els anys 2005 (T1) i 2012 (T2), el progrés sostenible de Barcelona-metròpolis ha disminuït. Tanmateix, s'han millorat els valors de Qualitat de l'aire (la millora més notable, de 7,4 a 8,0) i d'emissions de CO₂ (8,6 a 8,7). Ha empitjorat moltíssim l'indicador d'Ocupació plena (de 8,6 a 3,7), que se situa molt per sota de la mitjana de les metròpolis europees. També ha baixat l'activitat econòmica (de 5,1 a 4,5), que tot i estar a prop de la mitjana europea en 2012, es troba molt lluny dels valors de les àrees metropolitanes més competitives de les megaregions: París (9,2 l'any 2012), Frankfurt (8,6), Londres (8,1), Brussel·les (7,9) i Roma (6,6).

Per últim, es realitza la comparativa en termes de desenvolupament urbà sostenible de les sis àrees metropolitanes espanyoles de més de 500.000 habitants (Gràfic 4.97 a Gràfic 4.102). El progrés de Barcelona-metròpolis en el 2012 és més gran en Innovació. En canvi, està sensiblement per baix d'algunes metròpolis espanyoles en la resta de dimensions. Madrid destaca en Activitat econòmica, i Bilbao destaca en Ocupació plena i Qualitat de l'aire. Pel que fa a la Mitigació del canvi climàtic, en general, els valors d'emissions de CO₂ a les metròpolis espanyoles són elevats i tots estan per sobre de la mitjana de les europees.

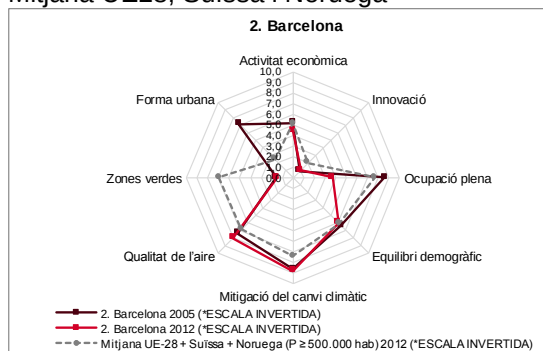
Gràfic 4.85. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.

Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

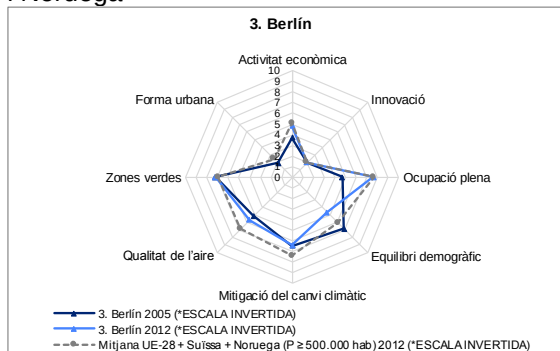
Gràfic 4.86. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.

Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

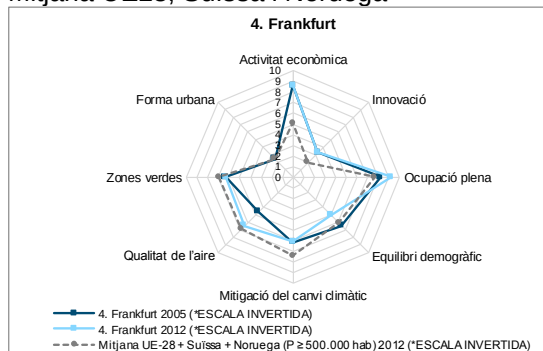
Gràfic 4.87. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.

Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

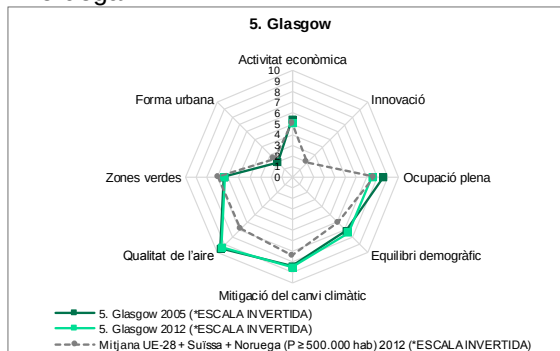
Gràfic 4.88. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.

Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

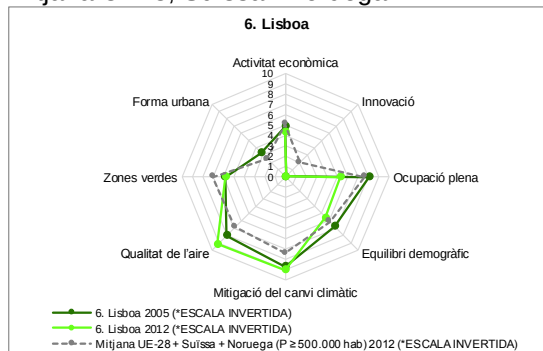
Gràfic 4.89. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.

Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

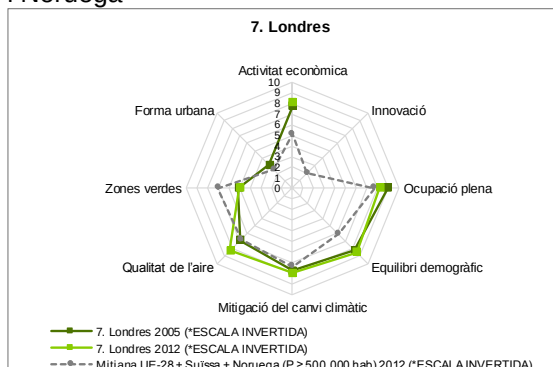
Gràfic 4.90. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.

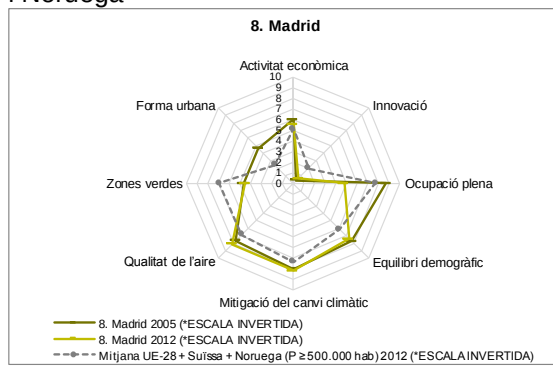
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.91. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



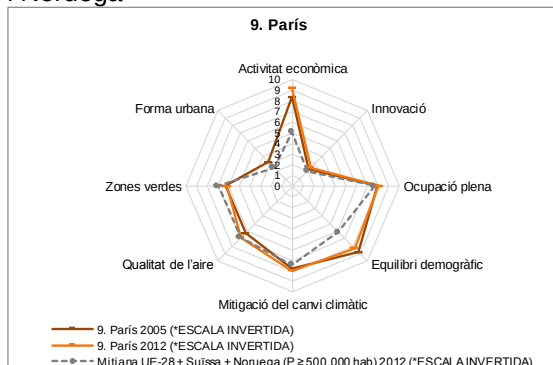
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.92. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



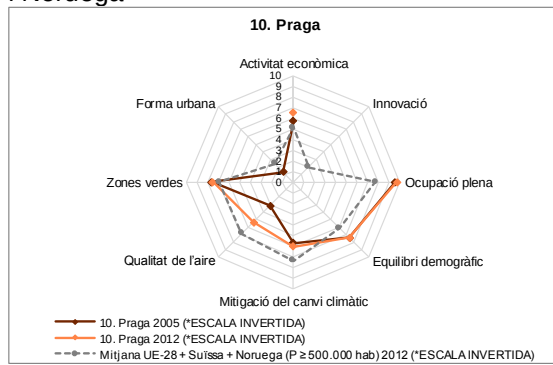
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.93. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



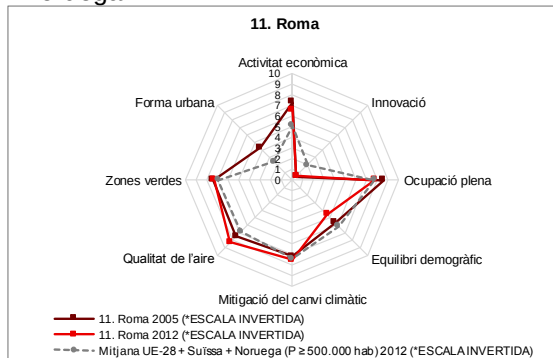
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.94. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



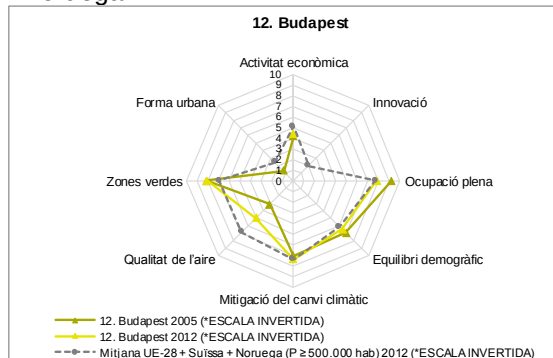
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.95. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



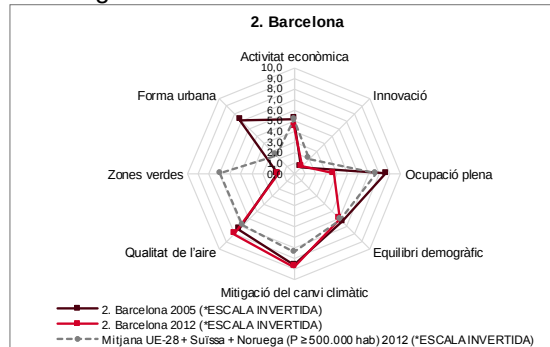
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.96. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



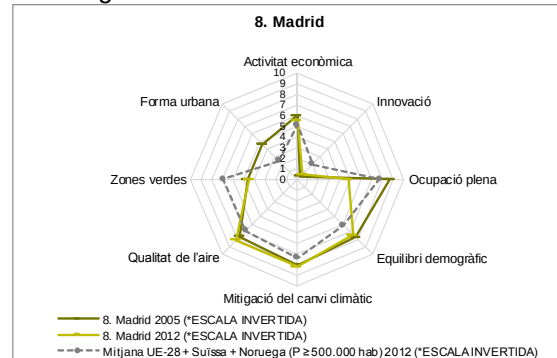
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.97. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



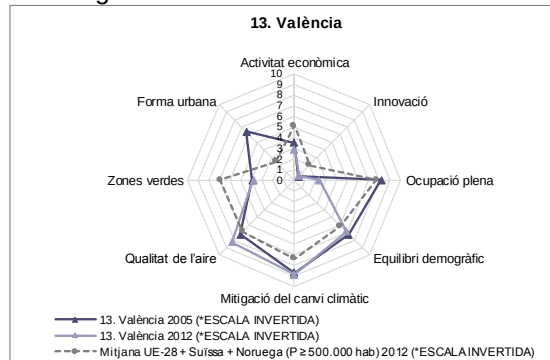
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.98. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



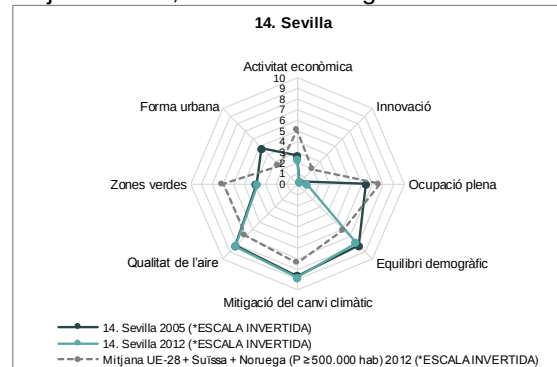
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.99. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



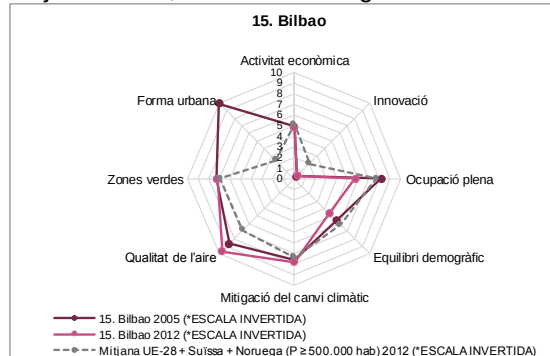
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.100. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



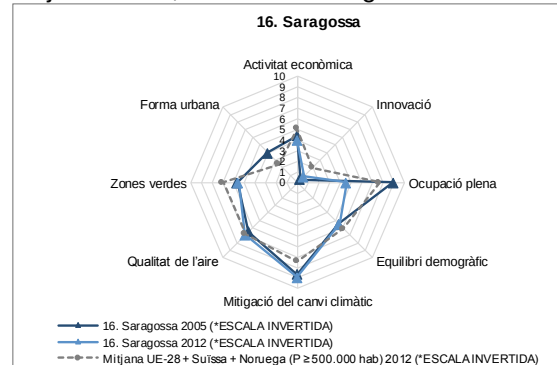
Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.101. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 4.102. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1, T2 i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega



Nota: "Zones verdes" en escala logarítmica.
Font: Elaborat a partir de dades de l'OCDE.

5 Conclusions

Els objectius principals d'aquest treball han estat tres: analitzar els canvis socioeconòmics i socioambientals de les megaregions europees i les seves principals àrees metropolitanes en les darreres dècades; determinar les variables que han condicionat el desenvolupament d'aquestes xarxes de ciutats; i analitzar els factors estratègics de competitivitat de la megaregió Barcelona-Lió i de l'àrea funcional metropolitana (FUA) de Barcelona.

- ✓ L'anàlisi de tretze índexs agregats de desenvolupament sostenible inclosos en la iniciativa de la Comissió Europea *Beyond GDP* ("Més enllà del PIB") ha donat com a resultat un inventari d'indicadors rellevants per capturar les tres dimensions de la sostenibilitat – econòmica, social i ambiental –, en el qual es basa la selecció dels indicadors que s'analitzen en aquest estudi a escala megaregional i d'àrea metropolitana. Addicionalment, s'ha inclòs una darrera categoria d'indicadors que capturen els fenòmens associats a la morfologia de les formes funcionals urbanes – ciutat compacta *versus* ciutat difusa –, i que comporten tant beneficis (p.e. economies d'aglomeració) com efectes disfuncions per a la competitivitat i sostenibilitat de les àrees urbanes.
- ✓ La proposta d'indicadors de desenvolupament urbà sostenible per a les megaregions i les àrees funcionals metropolitanes inclou el PIB per càpita en PPA, la formació bruta del capital fix, la productivitat laboral i les sol·licituds de patents (EPO) (dimensió econòmica). La dimensió social es captura mitjançant els següents indicadors: índex d'envelliment, taxa d'ocupació i taxa d'atur. La dimensió ambiental es captura mitjançant els indicadors parcials de consum d'energia primària per càpita, les emissions CO₂ per càpita i la concentració de partícules fines de diàmetre inferior a 2,5 µm (PM_{2,5}). Finalment, els aspectes relacionats amb la forma urbana s'analitzen a través de l'indicador de densitat urbana (població per km² d'àrea urbana).

Escala megaregional

Les conclusions més rellevants pel que fa a les megaregions europees:

- ✓ La progressiva inclusió de les regions d'Europa (NUTS3) en xarxes policèntriques de ciutats, les aporta un benefici econòmic estadísticament significatiu. Les regions que més es beneficien econòmicament d'estar en una megaregió són les àrees perifèriques, mentre que les àrees centrals, com ara Barcelona, augmenten la seva competitivitat. Així, les megaregions tendeixen a augmentar de superfície i població, al mateix temps que incrementen la seva activitat econòmica i el seu nivell d'innovació. No obstant, s'observa un estancament degut a l'actual crisi econòmica, especialment notori en el cas de la megaregió Barcelona-Lió, amb nivells de productivitat (PIB per càpita), innovació

(patents) i cohesió social (nivell d'ocupació), clarament inferiors al de les NUTS3 pertanyents a les megaregions més desenvolupades d'Europa.

- ✓ Un estudi comparatiu de les megaregions europees (mitjana de les NUTS3 que hi pertanyen-any 2010) mostra un PIB per càpita més elevat a 'Paris', 'Frank-Gart' i 'Am-Brus-Twerp' (34.623, 32.788 i 27.013 euros per habitant respectivament) (Taula 5.1). Les megaregions que presenten major nivell d'ocupació són 'Frank-Gart' i 'Prague' (535,8 i 513,7 ocupats per 1.000 habitants). Pel que fa a la innovació novament destaca 'Frank-Gart' (442,2 patents per milió d'habitants), molt per sobre de les altres megaregions, amb força dissociació entre activitat econòmica i consum d'energia primària (3,81 TEP per habitant), i amb una densitat urbana mitjana (273 habitants per km² d'àrea urbana).

Taula 5.1. Comparació de mitjanes de PIB per càpita (PIBpc), ocupats per 1.000 habitants (OCUpc), patents per milió d'habitants (PATpc), consum d'energia per càpita (CEPpc) i densitat urbana (DUR) de totes les NUTS3 pertanyents -o no- a les megaregions europees, i posició comparativa en relació a cadascun dels indicadors. 2010.

2010	PIBpc		OCUpc		PATpc		CEPpc		DUR	
<i>no megaregió</i>	18.713	12	410,1	12	81,5	7	3,20	12	244	13
Am-Brus-Twerp	27.013	3	438,7	8	168,7	5	4,13	1	660	5
Barce-Lyon	23.806	8	400,9	13	113,6	6	3,56	9	273	12
Berlin	21.437	9	455,0	6	183,5	4	3,80	5	840	3
Frank-Gart	32.788	2	535,8	1	442,2	1	3,81	4	615	6
Glas-burgh	21.425	10	461,3	3	56,9	10	3,26	10	685	4
Lisbon	17.146	13	437,1	9	10,8	13	2,18	13	371	10
London	23.900	7	454,4	5	79,9	8	3,26	11	1.568	2
Madrid	25.187	5	429,3	10	36,1	12	2,67	8	476	9
Paris	34.623	1	440,1	7	199,3	3	3,93	3	3.870	1
Prague	24.986	6	513,7	2	202,6	2	3,77	6	569	8
Rom-Mil-Tur	25.519	4	417,3	11	79,8	9	2,74	7	304	11
Vienna-Budapest	20.485	11	455,8	4	44,4	11	2,98	2	592	7

Font: IERMB.

- ✓ La megaregió Barcelona-Lió era la sisena megaregió europea més extensa en superfície en 2012 (88.934 km²) i la sisena en termes de població, passant de 16,5 a 27,3 milions d'habitants en el període d'estudi (Taula 5.2). El creixement més gran es va experimentar en 2008, quan part de les comunitats Valenciana i de Múrcia es van incorporar a aquesta megaregió. Barcelona-Lió era la setena megaregió europea en PIB per càpita (26.141 euros per habitant), la cinquena en formació de capital fix (5.124 milions d'euros per habitant), i la onzena en nivell d'ocupació (397,6 ocupats per 1.000 habitants). En 2012 la megaregió de Barcelona-Lió se situava en la sisena posició pel que fa a la sol·licituds de patents (90,6 sol·licituds de patent per milió d'habitants) i en la vuitena en personal dedicat a R+D (5.518 en equivalència a temps complert per milió d'habitants). Per últim, pel que fa a la dimensió ambiental, Barcelona-Lió era la cinquena en consum d'energia primària (3,56 TEP per habitant) i la novena en emissions de gasos d'efecte hivernacle (7,67 tones de CO₂ per habitant).

Taula 5.2. Indicadors seleccionats per la megaregió de Barcelona-Lió. 2012.

Indicadors	Unitats	Resultats 2012	Posició 2012	Variació % 1992-2012
Superfície	km ²	88.996	6	87,4%
Població	Milions hab.	27.321	6	65,5%
PIB	Euros en PPA / hab.	26.141	7	52,1%
Ocupació	Ocupats / 1.000 hab.	397,6	11	-9,4%
Formació bruta del capital fix	Milions euros / hab.	5.124	5	53,3%
Patents EPO	Patents / milió hab.	90,6	6	86,8%
Personal en R+D	Personal en ETC / milió hab.	5.518	8	96,0%
Consum d'energia primària	TEP / hab.	3,3	5	-3,9%
Emissions de GEH	Tn de CO ₂ equivalent de petroli / hab.	7,7	9	-18,3%

Font: IERMB

- ✓ El nivell d'ocupació, el grau d'innovació, el consum d'energia primària i la forma urbana es relacionen positivament amb al PIB per càpita, segons el model economètric emprat. Aquests resultats reforcen la hipòtesis de que les xarxes policèntriques de ciutats, estructurades de forma compacta, diversa i connectada en sistemes urbans megaregionals, permeten augmentar de forma eficient la seva activitat econòmica, principalment aquella vinculada a l'economia del coneixement i la inclusió social (ocupació).
- ✓ Les megaregions que basen el seu model socioeconòmic en un nivell d'innovació i d'ocupació més elevats, són més resilients davant períodes de recessió econòmica. Les megaregions amb major resiliència en el període analitzat (2006-2010) són les alemanyes ('Berlin' i 'Frank-Gart'), ja que van tenir un primer impacte força alt en el seu PIB per càpita però es van recuperar comparativament més ràpid. En canvi, les megaregions amb menor resiliència davant la crisi són 'Madrid', 'Lisbon' i 'Barce-Lyon'.

Escala metropolitana

A nivell d'àrees metropolitanes, els principals resultats es resumeixen a continuació:

- ✓ Un estudi comparatiu de les àrees funcionals metropolitanes mostra que Frankfurt i París destaquen respecte a la resta de metròpolis, i en els dos períodes T1 "pre-crisi" (c.2005) i T2 "durant la crisi" (c.2012), per l'elevada activitat econòmica (PIB per càpita) i capacitat d'innovació (dimensió econòmica) (Taula 5.3). Pel que fa a la dimensió social, Praga destaca en ocupació plena tant en 2005 com en 2012, i Londres i París tenen els índexs d'envelliment més baixos als dos períodes. Les metròpolis d'Europa del sud (Espanya i Portugal), inclosa Barcelona (Gràfic 5.1), destaquen per l'elevada taxa d'atur en 2012, però alhora emeten menys emissions de CO₂ que la resta (destaquen València al 2005 i Lisboa al 2012). A l'altre extrem, amb més emissions de CO₂ per càpita als dos períodes (T1 i T2) es troben Praga i Frankfurt. La qualitat de l'aire és més bona a París, Londres i Sevilla en els dos anys seleccionats, i pitjor a Roma i Bilbao. Amb més presència de zones verdes urbanes destaca Budapest i amb menys destaquen totes les ciutats espanyoles; Barcelona és la que en té menys. Per últim, en densitat urbana destaca

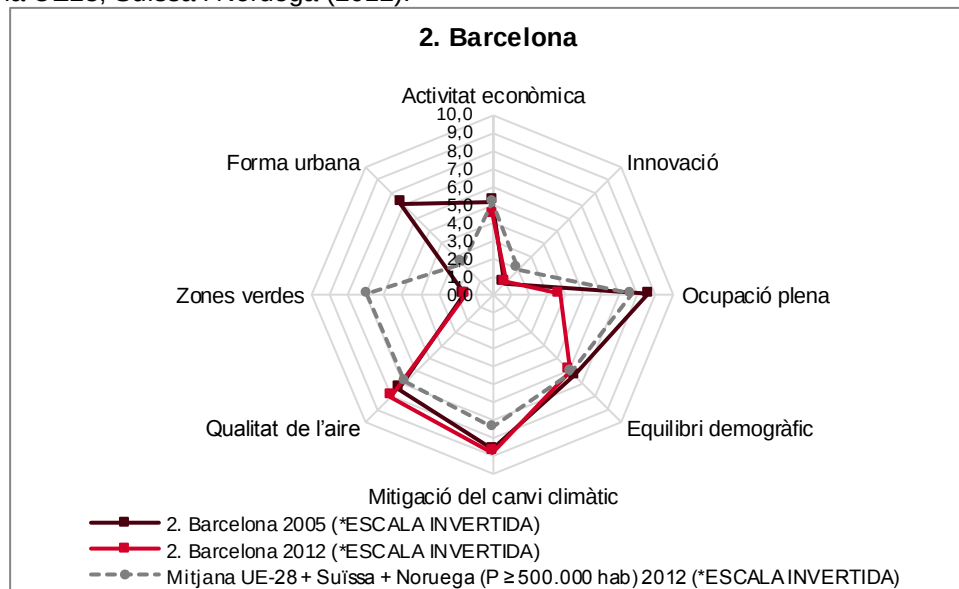
Bilbao amb el valor més elevat d'entre les àrees metropolitanes amb 500.000 habitants de l'UE-28 + Suïssa + Noruega.

Taula 5.3. PIB per càpita (PIBpc), sol·licituds de patent per 10.000 d'habitants (PATpctaxa d'atur (ATU), índex d'envelliment (ENV), emissions de CO₂ per càpita (EMIpc), qualitat de l'aire (AIR), zones verdes (VER) i densitat urbana (DUR) i posició en relació a la resta d'àrees metropolitanes. 2012.

	PIBpc \$/hab.	PAT sol·licituds de patent/10.000 hab.	ATU aturats/població 15-64 anys	ENV hab. >65 anys/hab. 15-64 anys	EMIpc tones CO ₂ /hab	AIR µg PM _{2.5} /m ³	VER m ² d'espais verds/milió hab.	DUR hab./km ² d'àrea urbana
	(2012)	(2008)	(2012)	(2012)	(2008)	(2011)	(2012)	(2006)
Brussel·les	53.208	1,2	10,8	22,8	9,5	19	291,2	2.354
Barcelona	36.125	0,9	22,6	26,6	5,7	11,1	2,3	8.468
Berlín	37.701	1,8	10,2	30,8	12,1	17,3	206,6	3.529
Frankfurt	56.828	2,9	5	29,6	13,1	15,3	100,5	4.019
Glasgow	39.224	N.D.	10,4	22	6,4	7,3	104,6	3.566
Lisboa	35.400	0,1	17,4	28,1	5,1	7,8	64,6	4.839
Londres	53.976	N.D.	8,3	18,6	7,9	10,3	36,1	4.641
Madrid	41.554	0,6	19,2	22,2	7,1	10,9	25,3	6.126
París	59.611	2,1	8,5	19,4	7,9	14,2	90,2	4.706
Praga	46.255	N.D.	3,6	22,1	13	18,3	270	3.000
Roma	46.581	0,5	10	31,1	9,1	10,5	228,8	5.790
Budapest	35.964	N.D.	9,5	25,1	9,5	19,4	414,7	2.969
València	28.346	0,6	27,1	23,9	5,4	10,4	14,7	7.759
Sevilla	25.446	0,3	31,6	21	5,6	10,4	13,5	6.239
Bilbao	38.047	0,4	16,3	30,9	8,2	6,7	209,3	11.158
Saragossa	33.587	0,8	19,8	28,1	5,3	13,9	54,7	5.476

Font: IERMB a partir de dades de l'OCDE.

Gràfic 5.1. Dimensions del desenvolupament urbà sostenible, T1 (c.2005), T2 (c.2012) i Mitjana UE28, Suïssa i Noruega (2012).



Font: IERMB a partir de dades de l'OCDE.

- ✓ En 2012 l'àrea funcional metropolitana de Barcelona era la onzena més extensa en superfície (1.362 km²) d'entre les metròpolis que encapçalen una megaregió europea, i la sisena en termes de població (Taula 5.4), passant de 3,3 a 3,8 milions d'habitants en el període d'estudi (2000-2012). La densitat urbana de Barcelona era la més elevada d'entre les metròpolis de megaregions europees i la segona d'entre les espanyoles amb

8.468 habitants per km² d'àrea urbana, només per sota de Bilbao. En 2012 la metròpoli de Barcelona era la desena en PIB per càpita (36.125\$ per habitant) d'entre les FUA megaregionals i tenia una taxa d'ocupació del 56% (la dotzena i darrera posició). Pel que fa a la innovació, Barcelona se situava en la cinquena posició amb 0,9 sol·licituds de patent per 10.000 habitants. Tanmateix, aquest darrer resultat s'ha de llegir amb cautela perquè no es disposa de dades de sol·licituds de patent en les àrees metropolitanes de Regne Unit (Londres i Glasgow), Praga i Budapest. En termes ambientals, Barcelona era la segona amb menys emissions de gasos d'efecte hivernacle (5,7 tones de CO₂ per habitant), la setena amb pitjor qualitat de l'aire (11,1 µg PM_{2,5} per m²), i la darrera en proporció de zones verdes (2,3 m² d'espais verds per milió d'habitants), d'entre les FUA megaregionals.

Taula 5.4. Indicadors seleccionats per l'àrea funcional metropolitana de Barcelona. 2012.

Indicadors	Unitats	Resultats 2012	Posició 2012	Variació % 2000-2012
Superfície	km ²	1.362	11	--
Població	hab.	3.759.240	6	13,9%
(Menys) envelliment	hab. >65 anys / hab. 15-64 anys	26,6	8	8,4%
Ocupació	Ocupats / població 15-64 anys	55,9	12	-11,0%
PIB per càpita	\$ en PPA / hab.	36.125	10	-0,9%
Patents EPO ¹	Sol·licituds de patent / 10.000 hab.	0,9	5	116,3%
(Menys) emissions de GEH	Tn de CO ₂ / hab.	5,7	2	3,2%
Qualitat de l'aire (bona)	µg PM _{2,5} / m ²	11,1	6	-24,9%
Zones verdes	m ² d'espais verds / milió hab.	2,3	12	-12,4%
Densitat urbana	hab. / km ² d'àrea urbana	8.468	1	--

Nota: No es disposa de dades de sol·licituds de patent en les àrees metropolitanes de Regne Unit (Londres i Glasgow), Praga i Budapest.

Font: IERMB

- ✓ Una anàlisi més detallada les dinàmiques subjacents que regeixen el creixement econòmic, la creació de llocs de treball i la disminució de les emissions de CO₂ en les economies metropolitanes posa de manifest que no es poden extreure conclusions categòriques sobre el desenvolupament sostenible d'un territori basant-se tan sols en indicadors agregats, tals com el PIB i/o l'eficiència d'emissió (desacoblament del creixement econòmic i les emissions associades). Aquests indicadors agregats poden emascarar processos més profunds que tenen un efecte directe en el benestar social i el progrés sostenible (Taula 5.5), com són la destrucció de llocs de treball i l'augment absolut de les emissions de CO₂ que, a més, es veuen potenciats per processos globals, tals com la terciarització de les economies europees i la deslocalització de la producció cap a països menys eficients.

Taula 5.5. Creixement econòmic (Δ PIB), productivitat (Δ PL), creació d'ocupació (Δ OCU), emissions de CO_2 (Δ CO_2) i intensitat d'emissió (Δ IE) en les economies metropolitanes. Període "pre-crisi" (2000-2008)

	Δ PIB	Δ IE	Δ PL	Δ OCU	Δ CO_2 per treballador	Δ CO_2
1. Brussel·les	↑	↓	+	++	--	-
2. Barcelona	↑	↓	+	++	-	--
3. Berlín	↑	↓	+	++	--	-
4. Frankfurt	↑	↓	+	+	≈	+
5. Glasgow	↑	↓	+	++	--	-
6. Lisboa	↑	↓	++	+	-	-
7. Londres	↑	↓	++	+	--	-
8. Madrid	↑	↓	-	++	--	--
9. París	↑	↓	++	+	--	-
10. Praga	↑	↓	++	+	--	-
11. Roma	↑	↓	-	++	--	-
12. Budapest	↑	↓	++	+	-	-
13. València	↑	↓	-	++	--	++
14. Sevilla	↑	↓	-	++	--	++
15. Bilbao	↑	↓	+	++	+	++
16. Saragossa	↑	↓	+	++	-	++

Notes: No es disposa de dades d'ocupació o productivitat laboral en les metròpolis de Berlín i Frankfurt l'any 2000. Per aquest motiu, les dades que es mostren per a aquestes dues ciutats en el període "abans de la crisi" corresponen a l'increment mitjà anual per al període 2001-2008.
Font: A partir de dades de l'OCDE.

Observacions finals

Tot i el reconeixement entre els planificadors i l'acadèmia de la importància de l'escala funcional pel que fa als principals reptes socioambientals de les zones urbanes, no existeix un consens sobre com definir aquestes àrees funcionals i quins han de ser els mecanismes per a governar-les. En aquest treball s'han utilitzat dues aproximacions metodològiques diferents per a la definició d'àrees urbanes funcionals. La primera, a escala megaregional, es basa en la continuïtat lumínica de les llums nocturnes i la seva relació amb l'activitat econòmica. La segona, a nivell d'àrees metropolitanes, es basa en la densitat urbana i els processos de mobilitat laboral.

A mode de síntesi es vol mostrar una primera anàlisi exploratòria de la relació entre les dinàmiques internes (valor i posició en relació a la resta d'àrees funcionals) que es donen a escala megaregional i metropolitana, calculades a partir d'aquestes dues metodologies.

Per fer-ho es mostra, per a una selecció d'indicadors, la correlació entre el mateix indicador per cada una de les escales (Taula 5.6 i Taula 5.7). Per exemple, es correlaciona el PIB de les dotze megaregions amb el PIB de les dotze àrees metropolitanes més poblades d'aquestes megaregions. Es vol analitzar així si les àrees metropolitanes més competitives són també aquelles que pertanyen a les megaregions més competitives, amb més ocupació, més innovació, menys emissions de CO_2 , i amb una major densitat urbana.

Taula 5.6. Població (POB), PIB per càpita (PIBpc), ocupats per 100 habitants (OCUp_c), patents per 10.000 d'habitants (PATpc), emissions de CO₂ per càpita (EMIpc) i densitat urbana (DUR) i posició en relació a la resta de megaregions europees. 2012.

Megaregió	PIB pc		OCUp ¹		PAT pc		EMIpc		DUR	
	€/habitant		Ocupats/100 habitants		sol·licituds patent/ 10.000 habitants		tones de CO ₂ per habitant		hab./km ²	
Am-Brus-Tw erp	31.555	1	45,49	6	2,21	3	11,43	10	382	4
Barce-Lyon	26.141	9	39,76	11	0,91	10	7,67	3	267	9
Berlin	31.458	2	50,53	1	2,88	2	11,77	11	451	1
Frank-Gart	31.039	3	49,34	2	2,62	4	11,12	9	255	12
Glas-burgh	26.722	6	46,17	4	0,73	7	9,66	6	443	2
Lisbon	20.585	11	42,88	8	0,25	12	6,99	1	324	6
London	26.722	7	46,17	5	0,73	6	9,66	7	439	3
Madrid	24.059	10	37,95	12	0,37	11	7,58	2	333	5
Paris	27.727	4	41,14	10	1,32	9	7,74	4	269	8
Prague	27.159	5	49,00	3	1,91	1	11,81	12	266	10
Rom-Mil-Tur	26.217	8	41,41	9	0,76	8	7,89	5	312	7
Vienna-Budapest	19.419	12	43,34	7	0,37	5	9,76	8	257	11

Nota: 1 Es calcula dividint el total d'ocupats entre la població total.

Font: IERMB a partir de llums nocturnes (NTL) i dades d'Eurostat.

Taula 5.7. Població (POB), PIB per càpita (PIBpc), ocupats per població en edat de treballar (15-64 anys) (OCUp_c), patents per 10.000 d'habitants (PATpc), emissions de CO₂ per càpita (EMIpc) i densitat urbana (DUR) i posició en relació a la resta d'àrees metropolitanes seleccionades. 2012.

Àrea metropolitana	PIB pc		OCUp ¹		PAT pc ²		EMI pc ²		DUR	
			Ocupats/població 15-64 anys		sol·licituds patent/10.000 habitants		tones de CO ₂ per habitant		hab./km ²	
Brusel·les	53.208	4	60,62	10	1,24	4	9,48	9	2.354	12
Barcelona	36.125	10	55,91	12	0,93	5	5,74	2	8.468	1
Berlin	37.701	9	73,79	1	1,76	3	12,10	10	3.529	9
Frankfurt	56.828	2	72,92	2	2,89	1	13,05	12	4.019	7
Glasgow	39.224	8	63,47	6	ND		6,41	3	3.566	8
Lisboa	35.400	12	62,16	8	0,14	8	5,10	1	4.839	4
Londres	53.976	3	69,89	4	ND		7,87	5	4.641	6
Madrid	41.554	7	60,55	11	0,62	6	7,14	4	6.126	2
París	59.611	1	65,12	5	2,14	2	7,91	6	4.706	5
Praga	46.255	6	72,02	3	ND		13,04	11	3.000	10
Roma	46.581	5	63,25	7	0,52	7	9,11	7	5.790	3
Budapest	35.964	11	61,48	9	ND		9,45	8	2.969	11

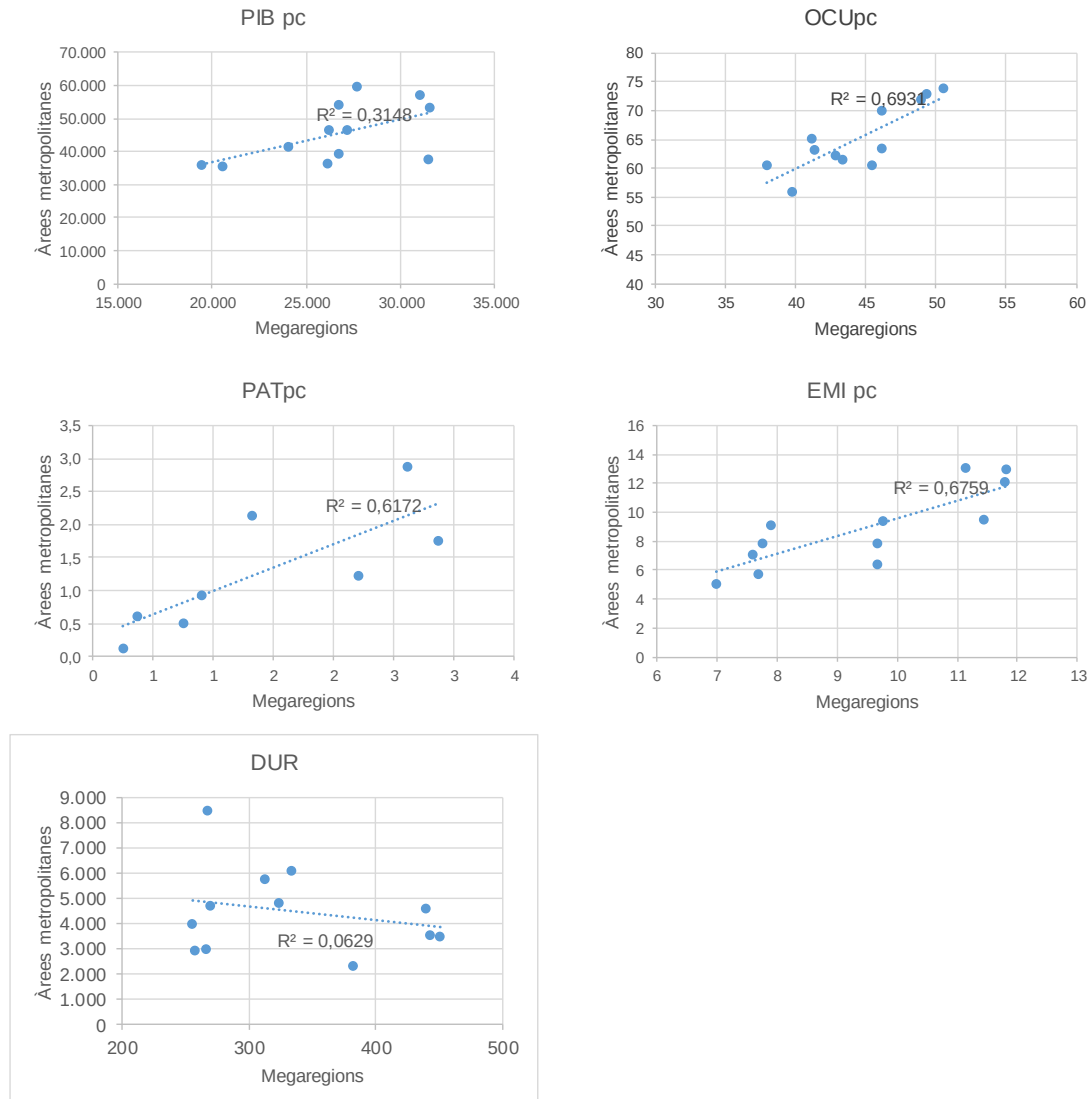
Nota: 1 Es calcula dividint el total d'ocupats entre la població de 15 a 64 anys. 2 Dades del 2008.

Font: IERMB a partir de dades d'OCDE.

Per a la nostra selecció de megaregions i d'àrees metropolitanes, les dades mostren que hi ha una correlació forta ($R^2 > 0,6$) entre l'escala megaregional i la metropolitana per a tres dels quatre indicadors analitzats (Gràfic 5.2): ocupació, innovació i emissions de CO₂. És a dir, en general, les àrees metropolitanes millor situades pel que fa a ocupació pertanyen a les megaregions que també presenten millor xifres d'aquesta variable. El mateix succeeix amb la innovació; molt concentra en certs punts del territori europeu (països i àrees urbanes concretes). En canvi, aquesta relació no és tan forta en el cas del PIB per càpita, és a dir, hi ha àrees metropolitanes molt potents en termes de PIB, que no pertanyen a megaregions tan potents en termes relatius. Aquí hi hauria altres aspectes específics del context metropolità que estarien afavorint uns processos més locals que no s'estarien donant a escala megaregional. Aquesta relació tampoc es dóna pel que fa a la densitat urbana. Aquí cal tenir present que una megaregió és una

aglomeració policèntrica de ciutats i del seu entorn menys dens, i que en canvi les ciutats que la formen poden tenir característiques ben diferents a l'àrea metropolitana de referència.

Gràfic 5.2. Gràfic de dispersió entre el valor global a nivell megaregional i el valor a nivell d'àrea metropolitana. 2012



Nota: Megaregions: Població (POB), PIB per càpita (PIBpc), ocupats per 100 habitants (OCUpc), patents per 10.000 d'habitants (PATpc), emissions de CO₂ per càpita (EMIpc) i densitat urbana (DUR) i posició en relació a la resta de megaregions europees. 2012; Àrees metropolitanes: Població (POB), PIB per càpita (PIBpc), ocupats per població en edat de treballar (15-64 anys) (OCUpc), patents per 10.000 d'habitants (PATpc), emissions de CO₂ per càpita (EMIpc) i densitat urbana (DUR) i posició en relació a la resta d'àrees metropolitanes seleccionades. 2012.

Font: IERMB a partir de llums nocturnes (NTL) i dades d'Eurostat (megaregions) i de dades d'OCDE (àrees metropolitanes).

Evidentment la relació entre les dinàmiques metropolitanes i les (mega)regionals és complexa i interdependent. El fet de pertànyer a una megaregió pot repercutir en el funcionament de l'àrea metropolitana, millorant la seva competitivitat econòmica i sostenibilitat social i ambiental. De la mateixa manera, l'elevat pes de l'àrea metropolitana en el funcionament de la megaregió pot influir en els resultats globals de la megaregió. Aquest ha estat un primera aproximació a la comprensió dels possibles beneficis mutus del funcionament d'aquestes dues unitats funcionals.

Precisament, el canvi d'escala que implica la dimensió megaregional hauria de ser el motor per guanyar i potenciar les economies d'escala que facilitin l'augment de productivitat i, al seu torn, permetin posar en marxa i impulsar el creixement econòmic de Barcelona, i del conjunt de Catalunya, i fer-ho creant ocupació de manera que augmenti la cohesió social i es redueixin novament els nivells de desigualtat, tot disminuint el consum de recursos i l'impacte ambiental.

Els mapes de les megaregions europees mostren la gran concentració de llum i per tant, de població i d'activitat econòmica a l'eix central d'Europa. Es posa de manifest el potencial d'assolir economies d'aglomeració en aquesta gran àrea i al mateix temps, la dificultat que pot representar per Barcelona la seva llunyania. El desenvolupament i enfortiment de la megaregió Barcelona-Lió, hauria de ser l'element estratègic per Barcelona, i també de Catalunya, per assolir nivells més elevats de productivitat, competitivitat, benestar social i qualitat ambiental.

En definitiva, els resultats del treball suggereixen actuar en cinc gran línies estratègiques.

- En apostar per un model de creixement inclusiu, en el que la productivitat econòmica no es faci en detriment del nivell d'ocupació (cohesió social). Aquest creixement inclusiu hauria de recolzar-se en ciutats ben organitzades i gestionades –un clar exemple ho ha estat tradicionalment el ‘model Barcelona’– i basar-se en el desenvolupament d'economies que tinguin com objectiu el benestar social.
- En potenciar la recerca i la innovació, amb l'objectiu de redreçar un model productiu basat en la construcció i el turisme cap a productes de major valor afegit, la indústria i l'exportació. Per aconseguir-ho caldrà destinar-hi els recursos necessaris i crear les condicions infraestructurals, però també socials, ambientals, etc. per atreure talent cap a una economia basada en el coneixement.
- Incidir en un desacoblament del creixement econòmic del consum de recursos (energia, aigua, materials) i mitigant el canvi climàtic, tot millorant la qualitat ambiental i el benestar de les persones, en línia amb l'Estratègia Europa 2020 que es fonamenta en impulsar una economia baixa en carboni. En aquest sentit, s'ha de posar atenció en la logística i el transport, amb l'objecte de tramar de manera eficient la xarxa policèntrica de ciutats, tot incentivant el transport i les economies d'aglomeració.
- En redefinir la governança a nivell megaregional, avançant cap a noves formes de coordinació entre els múltiples nivells administratius que afecten la megaregió, de manera que es beneficiïn tots els participants. Barcelona, per la seva història i bona imatge internacional, hauria de desenvolupar un rol de lideratge en la defensa dels interessos de la megaregió Barcelona-Lió a Europa i també a la Mediterrània.

En conseqüència, en un futur proper serà necessari redirigir les polítiques econòmiques i regionals (planejament urbanístic i d'infraestructures; polítiques energètiques i ambientals) cap a una millora de la sostenibilitat a escala d'àrea metropolitana i megaregional. Aquest objectiu serà estratègic per a un creixement econòmic inclusiu a Catalunya i l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

6 Referències bibliogràfiques

- Atkinson, G., Dietz, S., Neumayer, E., 2008. Handbook of sustainable development, Cheltenham, Northampton: Elgar: Edward Publishing.
- Baer, P., Kartha, S., Athanasiou, T., and Kemp-Benedict, E., 2008. The Greenhouse Development Rights Framework: The Right to Development in a Climate Constrained World. London: Heinrich Böll Foundation, Christian Aid, Berkeley: EcoEquity and Stockholm: the Stockholm Environment Institute).
- Bertaud, A., 2002. Note on transportation and urban spatial structure. Paper presented at the Annual Bank Conference on Development Economics, Washington, DC. Disponible a: <http://alain-bertaud.com>.
- Boix, R.; Trullén, J., 2007. Knowledge, networks of cities and growth in regional urban systems, Papers in Regional Science 86(4), pp. 551-574.
- Bolt, K., Matete, M., Clemens, M., 2002. Manual for Calculating Adjusted Net Savings, Environment Department, World Bank. Disponible a: <https://siteresources.worldbank.org/INTEEI/1105643-1115814965717/20486606/Savingsmanual2002.pdf>.
- Brezzi, M. and D. Sanchez-Serra (2014), "Breathing the Same Air? Measuring Air Pollution in Cities and Regions", OECD Regional Development Working Papers, 2014/11, OECD Publishing. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxrb7rkxf21-en>.
- Christaller, W., 1933. Die zentralen Orte in Süddeutschland, Jena: Gustav Fischer.
- Dijkstra, L., Poelman, H., 2012. Cities in Europe: The new OECD-EC definition, European Commission Regional and Urban Policy Working Paper. Disponible a: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf.
- EC-DGRUP, 2016. The EU Regional Social Progress Index: Methodological note, European Commission's Directorate-General for Regional and Urban Policy. Disponible a: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/information/maps/methodological_note_eu_spi.pdf. Wackernagel, Rees, 1996.
- EU, 2016. The EU in the world 2016, Eurostat Publications, Publications Office of the European Union. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/The_EU_in_the_world_-_population.
- Eurostat, 2010. Eurostat's population projection scenario — EUROPOP2008, convergence scenario.
- Florida, R., 2007. The Rise of the Mega-Region, Toronto: Martin Prosperity Institute.
- Florida, R., 2008. 'Who's your city? How the creative economy is making where to live the most important decision of your life', New York: Basic Books.
- Florida, R., Gulden, T., Mellander, C., 2007. The rise of the mega region. En J. L. Rotman School of Management, University of Toronto, Toronto: The Martin Prosperity Institute.
- Gerlagh, R., Dellink, R.B., Hofkes, M.W., Verbruggen, H., 2002. A measure of sustainable national income for the Netherlands. Ecological Economics 41: 157-174. World Bank, 2013. The Little Green Data Book 2013, Development Data Group, World Bank. Disponible a: <http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Little-Green-Data-Book-2013.pdf>.
- Glaeser, E., 2011. Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier, Croydon: Penguin Books.
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D.N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z., Kremer, P., 2013. Urban Ecosystem Services. En T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P.J. Marcotullio, R.I. McDonald, S. Parnell, M. Schewenius, M. Sendstad, K.C. Seto, C. Wilkinson (Eds.), Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities, pp. 175-251, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Grazi, F., van den Bergh, J.C.J.M., van Ommeren, J.N., 2008. An empirical analysis of urban form, transport, and global warming, Energy Journal 29(4), pp. 97-122.
- Kenworthy, J.R., Newman, P.W.G., 1990. Cities and transport energy: lessons from a global survey, Ekistics 34(4/5), pp. 258-268.

- Lang, R.E., Nelson, A.C., 2009. Megapolitan America: Defining and Applying a New Geography. En Ross (Ed.), Megaregions: Planning for the Global Competitiveness, pp. 107-126, Washington: Island Press.
- Ma, K., Banister, D., 2007. Urban spatial change and excess commuting, *Environment and Planning A* 39(3), pp. 630-646.
- Marull, J., Font, C., Boix, R., 2015. Modeling Urban Networks at Megaregional Scale: Are increasingly complex urban systems sustainable?, *Land Use Policy* 43, pp. 15-27.
- Marull, J., Galletto, V., Domene, E., Trullén, J., 2013. Emerging megaregions: a new spatial scale to explore urban sustainability, *Land Use Policy* 34, pp. 353-366.
- NEF, 2016. Happy Planet Index 2016 – Methods Paper. New Economics Foundation. Disponible a: https://static1.squarespace.com/static/5735c421e321402778ee0ce9/t/578dec7837c58157b929b3d6/1468918904805/Methods+paper_2016.pdf.
- Newman, P., Kenworthy, J., 1999 *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Washintong, DC: Island Press.
- Ng, Y.K., 2008. Environmentally Responsible Happy Nation Index: Towards an internationally acceptable national success indicator, *Social Indicators Research* 85, pp. 425–446.
- OECD, 2013. Definition of Functional Urban Areas (FUA) for the OECD metropolitan data base, OECD Regional Development Working Paper. Disponible a: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/Definition-of-Functional-Urban-Areas-for-the-OECD-metropolitan-database.pdf>.
- OMS (2016) *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Disponible a: <http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>.
- Phillipson, C., 2011. Developing Age-Friendly Communities: New Approaches to Growing Old in Urban Communities. In Settersten, R. and Angel, J.L. (Eds) *Handbook of the Sociology of Aging*. New York: Springer.
- Phillis, Y.A., Grigoroudis, E. and Kouikoglou, V.S., 2011. Sustainability ranking and improvement of countries, *Ecological Economics*, 70, pp. 542–553.
- Pillarisetti, J.R., van den Bergh, J.C.J.M., 2013. Aggregate indices for identifying environmentally responsible nations: an empirical analysis and comparison, *International Journal of Environmental Studies* 70(1), pp. 140-150.
- Posner, S.M., Costanza, R., 2011. A summary of ISEW and GPI studies at multiple scales and new estimates for Baltimore City, Baltimore County, and the State of Maryland. *Ecological Economics* 70 (11), pp. 1972–1980.
- Pred, A., 1977. *City-systems in advanced economies: past growth, present processes and future development options*, London: Hutchinson.
- Ross, C.L., 2009. *Megaregions: Planning for Global Competitiveness*, Washington: Island Press.
- SSF, 2014. Sustainable Society Index – SSI 2014. Disponible a: <http://www.ssfindex.com/>.
- SSF, 2015. Sustainable City Index – SCI 2015. Disponible a: <http://www.ssfindex.com/ssi2014/wp-content/uploads/pdf/Summary-SCI2015.pdf>.
- TEEB, 2011. *The economics of ecosystems and biodiversity. Manual for cities: Ecosystem services in urban management*, UNEP i la Comissió Europea.
- Trullén, J., 2014. La metròpoli de Barcelona i el model de creixement inclusiu. En *Anuari Metropolità de Barcelona 2013*, Cerdanyola del Vallès: IERMB-AMB.
- Trullén, J., Galletto, V., Boix, R., Marull, J., 2010. La Catalunya futura: bases econòmico-territorials del nou model de desenvolupament. Ampliant l'escala cap a la megaregió Barcelona-Lió, *Revista Econòmica de Catalunya* 62, pp. 46-63.
- Trullén, J., Marull, J., 2011. Aproximació econòmico-territorial a la Megaregió Barcelona-Lió, *Memòria Econòmica de Catalunya 2010*, Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona.
- UN 2015. *World Population Ageing 2015*, Report ST/ESA/SER.A/390, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Disponible a: http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2015_Report.pdf.

- UN, 2014. World Urbanization Prospects. UN DESA's Population Division. Disponible a: <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>.
- UNDP, 2015. Human Development Report 2015 – Rethinking Work for Human Development, United Nations Development Programme. Disponible a: http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report.pdf.
- UNEP, 2016. Global material flows and resource productivity - Assessment Report for the UNEP International Resource Panel, United Nations Environment Programme. Disponible a: http://unep.org/documents/irp/16-00169_LW_GlobalMaterialFlowsUNEReport_FINAL_160701.pdf.
- van den Bergh, J.C.J.M., Antal, M., 2014. Evaluating Alternatives to GDP as Measures of Social Welfare/Progress, WWWforEurope, Working Paper no 56, pp. 19. Disponible a: <http://www.foreurope.eu/>.
- Vandermotten, C., Halbert, L., Roelandts, M., Cornut, P., 2008. European planning and the polycentric consensus: wishful thinking?' Regional Studies 42, pp. 1205-1217.
- Wackernagel, M., Rees, W., 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. Illustrated by Phil Testemale. The new catalyst bioregional series, vol. 9. Gabriola Island, BC and Philadelphia, PA: New Society Publishers.
- Wheeler, S, 2009. Regions, megaregions and sustainability. Regional Studies, Vol. 43.6, pp. 863–876.
- YCELP, 2005. 2005 Environmental Sustainability Index – Benchmarking National Environmental Stewardship, Yale Center for Environmental Law and Policy ((YCELP)), Yale University, and the Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. Disponible a: http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/esi/ESI2005_Main_Report.pdf.

7 Annex metodològic

7.1.1 Índexs de desenvolupament més enllà del PIB

Les abreviatures principals dels índexs i conceptes comentats, així com les correspondències a l'anglès poden consultar-se aquí:

Abreviatures principals dels índexs i conceptes i correspondències a l'anglès

Mesures verdes de la renda nacional

IBES	Índex de Benestar Econòmic Sostenible	ISEW	Index of Sustainable Economic Welfare
IPG	Índex de Progrés Genuí	GPI	Genuine Progress Indicator
IBNS	Índex de Benefici Net Sostenible	SNBI	Sustainable Net Benefit Index
INS	Ingressos Nacionals Sostenibles	SNi	Sustainable National Income
EG	Estalvis Genuïns	GI	Genuine Savings
IDH	Índex de Desenvolupament Humà	HDI	Human Development Index
ISA	Índex de Sostenibilitat Ambiental	ESI	Environmental Sustainability Index

Altres indicadors de progrés sostenible i benestar

PE	Petjada Ecològica	EF	Environmental Footprint
IPSR	Índex de Progrés Social Regional	RSPI	Regional Social Progress Index
IPF	Índex del Planeta Feliç	HPI	Happy Planet Index
ERHNI	Índex de Nacions Ambientament Sostenibles i Felices	ERHNI	Environmentally Responsible Happy Nations Index
ISS	Índex de la Societat Sostenible	SSI	Sustainable Society Index
SCI	Índex de Ciutats Sostenibles	SCI	Sustainable City Index
IRC	Índex de Responsabilitat-Capacitat	RCI	Responsibility–Capacity Index
SFE	Índex de Sostenibilitat mitjançant l'Avaluació Difusa	SFE	Sustainability Index by Fuzzy Evaluation

TC	Teoria dels Capitals	CTA	Capitals Theory Approach
F	Sostenibilitat forta	W	Weak sustainability
T	Sostenibilitat tova	S	Strong sustainability

Mesures verdes de la renda nacional

Índex de Progrés Econòmic Sostenible

L'Índex de Progrés Econòmic Sostenible (IBES) (Daly i Cobb, 1989; Daly, 1991), i les seves versions revisades Índex de Progrés Genuí (IPG) (Redefining Progress, 1995) i Índex de Benefici Net Sostenible (IBNS) (Lawn and Sanders, 1999), mesuren l'ingrés “verd” d'un país a partir de les despeses en consum i no del PIB. Per calcular l'IPG d'un país, se sumen (beneficis) o se sostreuen (costos) a les despeses en consum privat les transaccions extretes dels comptes nacionals que es consideren rellevants per al benestar humà (Lawn, 2005). Així doncs, l'índex és la suma de tots els ítems positius i negatius. Aquests inclouen externalitats socials i ambientals que escapen a la valoració de mercat (Lawn, 2003), tals com els costos de la desigualtat, l'exhauriment dels recursos naturals i la pèrdua d'ecosistemes. Alguns dels ítems que originàriament es comptabilitzen – la llista ha anat variant darrerament –, són: la inversió neta de capital (+ / -), el cost (-) i els serveis (+) produïts per béns de consum duradors, els serveis produïts per les carreteres i autopistes (+), els serveis prestats pel treball voluntari (+) i els prestats pel treball no remunerat a les llars (+), el cost de les ruptures familiars (-), el cost dels

desplaçaments a la feina (-), el cost de la criminalitat i els accidents de tràfic (-), el cost de la subocupació (-), els costos de la contaminació de l'aigua i de l'aire (-), i dels danys ambientals a llarg termini com la destrucció de la capa d'ozó (-), els costos d'exhauriment dels recursos, i la pèrdua de terres de cultiu, d'aiguamolls i de boscos primaris (-) (Redefining Progress, 1995). Tots els ítems es valoren en termes monetaris, així com l'índex final, que es calcula generalment en valors reals i no nominals. Les tècniques de valoració monetària, encara defectuoses, són la principal limitació (i motiu de crítica) d'aquests índexs (Lawn, 2003, 2005; Neumayer, 2000).

Aquests índexs ha estat calculats per EEUU, Canadà, la majoria dels països europeus i escandinaus occidentals, Xile, Austràlia, Nova Zelanda, Japó, Xina, Índia, Vietnam i Tailàndia (Castañeda, 1999; Daly i Cobb, 1989; Hamilton, 1999; Kubiszewski et al., 2013; Lawn i Sanders, 1999; Stockhammer et al., 1987). A més, darrerament Posner i Costanza (2011) han estimat l'IPG a d'altres escales diferents de la nacional, en particular l'IPG ha estat calculat per la ciutat de Baltimore, el Comtat de Baltimore i l'Estat de Maryland.

Finalment, una qüestió fonamental que es deriva del càlcul d'aquests índexs és que són consistents amb l'anomenada “hipòtesi del llindar” (threshold hypothesis) que afirma que: “per a cada societat sembla que hi ha un període en el qual el creixement econòmic (mesurat de manera convencional) dóna lloc a una millora en la qualitat de vida, però només fins a cert punt – el llindar [al voltant dels 70s-80s] – a partir del qual, si hi ha més creixement econòmic, la qualitat de vida pot començar a deteriorar-se.” (Max-Neef, 1995, p. 117).

Índex Ingrés Nacional Sostenible (INS)

L'Índex Ingrés Nacional Sostenible (INS) el va proposar per primera vegada Hueting et al. (1992), i mesura la distància entre la producció i consum presents i les d'un nivell sostenible, donada la tecnologia actual i deixant que les variables socials essencials com l'ocupació quedin al nivell observat, excepte la població (de Boer i Hueting, 2004). Es corregeix l'ingrés nacional net (NNI), descomptant els costos que suposaria ajustar el consum de recursos naturals per part de l'economia a un nivell en que les funcions ambientals romandrien disponibles, ara i en el futur.

Per al seu càlcul, Gerlagh et al. (2002) van adaptar un model d'equilibri general aplicat (EGA), que és un model clàssic d'anàlisi de polítiques que normalment s'utilitza per estudiar les conseqüències (p.e. econòmiques) d'una política que té per objectiu mantenir uns certs estàndards ambientals. Les components bàsiques del model són: els béns produïts al país per 27 sectors, dos factors primaris de producció: treball i capital, i tres tipus de consumidors: les llars privades, el govern i la resta del món (exportacions). El consum de les llars privades es divideix entre consum de 'subsistència' i 'luxe.' El càlcul de l'índex INS es fa en dos passos. En primer lloc, es defineix l'ús sostenible dels recursos naturals i es compara amb l'ús real. Per a aquesta tasca s'estableixen uns estàndards ambientals – limitacions a la producció i el consum – que es basen en el coneixement científic sobre els nivells de contaminació i consum de recursos naturals que poden ser assimilats naturalment i no excedeixi la capacitat de regeneració de la Terra

(vegeu la Taula 2). Així doncs, quan hi ha incerteses en aquests respectes, l'INS recull aquesta component de subjectivitat. En segon lloc es calculen, utilitzant el model EGA, els canvis directes i indirectes en els ingressos nacionals derivats dels costos de reducció del consum i la contaminació. Els costos provenen dos conjunts d'accions diferents. El primer conjunt d'accions compren mesures tècniques per reduir la contaminació d'una determinada activitat econòmica i conservar les funcions naturals intactes. El segon conjunt d'accions compren la reducció en l'extracció i ús de recursos natural, sota la condició de mantenir el nivell d'ocupació constant. Els costos de reducció es consideren iguals als costos de conservació – inversió neta i costos de manteniment, respectivament –, i s'assumeix una preferència completa per la preservació de les funcions ambientals, independentment dels costos de les mesures correctores. En total s'inclouen nou ítems ambientals valorats en equivalents de CO₂ (Taula 7.1). El model no permet compensacions entre els ítems ambientals ni la substitució del capital natural pel capital manufacturat, sinó que és consistent amb la preservació dels estocs de capital crític – criteri de sostenibilitat “forta” –.

Taula 7.1. Estàndards ambientals per als Països Baixos, 1990.

Tema ambiental	Unitats	Base 1990	Estàndard ambiental	Reducció (%)
Efecte hivernacle	Bilions kg de CO ₂ equivalents	251	53	198 (-79%)
Destrucció de la capa d'ozó	Milions de kg de CFC11 equivalents	10,4	0,5	9,8 (-94%)
Acidificació	Bilions d'equivalents d'àcid	38,4	10,0	28,4 (-74%)
Eutrofització	Milions de P-equivalents	312	128	184 (-59%)
Partícules fines a l'aire	Milions kg PM10	440	240	200 (-46%)
Formació de smog	Milions kg de NMVOC	44	20	24 (-55%)
Lixiviats a l'aigua	Bilions d'AETP-equivalents	194	73	121 (-62%)
Deshidratació	% àrea afectada	100	0	100 (-100%)
Contaminació del sòl	# emplaçaments contaminats	600.000	0	600.000 (-100%)
CFC11: clorofluorocarboni 11				
P: fòsfor				
PM10: partícules fines de diàmetre entre 2,5 i 10 µm				
NMVOC: compostos orgànics volàtils diferents del metà (en anglès <i>non-methane volatile organic compounds</i>)				
AETP: potencials de toxicitat ecològica aquàtica (en anglès <i>aquatic ecological toxicity potentials</i>)				
kg AETP-equivalents: 1,4 kg-diclorobenzè				
Font: Reproduïda de Gerlagh et al., (2002) i traduïda				

Índex d'Estalvis Genuïns

L'Índex d'Estalvis Genuïns va ser desenvolupat per el Banc Mundial (World Bank 1997, 1999), i es basa en un indicador d'estalvi net ajustat (ENA) que s'obté restant la depreciació del capital físic (infraestructura) i l'exhauriment dels recursos naturals a l'estalvi brut, més el valor de la inversió en capital humà (educació) (Pillariseti, 2005):

$$EG = \frac{EIB - D_p + EDU - \sum R_{n,i} - PerjudiciCO_2}{PIB}$$

on EG és la taxa interior d'estalvi genuí, EIB és l'estalvi interior brut, D_p és la depreciació del capital físic, EDU és la despesa actual en educació i R_{n,i} és la renda de l'exhauriment de i capital natural (s'inclouen l'exhauriment de l'energia fòssil, dels recursos minerals i la desforestació), Perjudici CO₂ és el perjudici de les emissions de diòxid de carboni (que actualment s'estima en

20\$ americans per tona de carboni per el nombre de tones de carboni emès), i el PIB és el producte interior brut a preus de mercat.

La seva interpretació és tal que un EG negatiu indica que l'exhauriment del capital natural no està sent compensat per la inversió en capital físic o humà, mentre que un EG positiu indica una compensació en termes generals de capital global i l'addició d'aquest capital global a la riquesa del país. Com a tal, l'EG es basa en la interpretació de la sostenibilitat "tova" que assumeix una substitució perfecta entre els diferents tipus de capital, físic, natural i humà, cosa que ha estat objecte de crítica, ja que fins ara no hi ha base empírica que sostingui que es possible la substitució total del capital natural per capital manufacturat perquè no es poden reproduir les funcions ambientals ecosistèmiques. A més d'aquesta limitació conceptual, Pillarisetti (2005) troba altres limitacions empíriques addicionals. Com que l'EG depèn del PIB, els països amb elevats ingressos obtenen valors més alts d'EG que els països amb menys ingressos (països en vies de desenvolupament). A més a més, per a una majoria de països desenvolupats, la despesa en educació actua com una variable predominant en el càlcul de l'EG, ja que la inversió en educació és més gran en termes relatius que la renda de l'exhauriment dels recursos naturals i el perjudici per les emissions de CO₂: $EDU/PIB \gg Rn,i/PIB$ i $EDU/PIB \gg CO_2/PIB$, fet que emmascara si el desenvolupament d'un país amb PIB alt és (in)sostenible. Les implicacions són la formulació de recomanacions polítiques enganyoses basades en els resultats d'aquest indicador.

L'EG està disponible, en la seva edició de 2013, per més de 200 països (World Bank, 2013).

Índex de Desenvolupament Humà (IDH)

Nacions Unides és l'altre organisme supranacional que ha desenvolupat el seu indicador de progrés. L'Índex de Desenvolupament Humà (IDH) és un agregat de quatre indicadors, l'esperança de vida en néixer, la taxa d'alfabetització d'adults, la taxa bruta d'escolarització i el PIB per càpita ajustat a preus de mercat (UNDP, 1990).

L'altre organisme intergovernamental que ha desenvolupat el seu propi índex de progrés és Nacions Unides. L'Índex de Desenvolupament Humà (IDH) es va presentar a l'Informe sobre Desenvolupament Humà de 1990. Es tracta d'un índex compost de quatre indicadors: l'esperança de vida en néixer, la taxa d'alfabetització d'adults, la taxa bruta d'escolarització, i el (log) PIB per càpita ajustat per Paritat de poder adquisitiu (PPA) (UNDP, 1990). Es diu que l'índex mesura tres tipus de privació: la privació en l'esperança de vida, en l'alfabetització i en nivell d'ingressos per dur una vida decent.

Per construir l'índex agregat primer es normalitza cada indicador parcial utilitzant el mètode min-màx. Per a cada indicador x , s'obtenen els valors més petit (min) i més gran (màx) d'entre el conjunt de dades dels països analitzats, i s'aplica la fórmula:

$$I_i = \left(\frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \right)$$

Així tots tres indicadors parcials s'expressen en unitats comparables entre 0 i 1, i donen la puntuació en termes de privació d'un país respecte a la resta. En aquell moment, els valors màxims o eren l'esperança de vida en néixer de 78 anys de Japó, una taxa d'alfabetització d'adults del 100%, i la mitjana oficial de la "línia de pobresa" de nou països industrialitzats – Austràlia, Canadà, la República Federal d'Alemanya, Holanda, Noruega, Suècia, Suïssa, el Regne Unit i els Estats Units –, ajustada per paritat de poder adquisitiu, uns 4.861\$ (UNDP, 1990).

A continuació, els tres indicadors s'agreguen prenent la mitjana simple dels indicadors i sumant-los:

$$I_j = \sum_{i=1}^3 I_{ij}$$

Finalment, es calcula com la unitat menys l'índex mitjà de la privació:

$$IDH = 1 - I_j$$

L>IDH suposa un avanç respecte al PIB, tot i que s'ha criticat àmpliament. Les crítiques es refereixen, principalment, a la selecció dels indicadors i l'arbitrarietat en els procediments de normalització i agregació dels mateixos, les limitacions de l'índex per capturar les diferències de benestar entre els països més rics, i el fet que no tingui en compte la sostenibilitat ambiental (England, 1998; Moran et al, 2008; Neumayer, 2001; Noorbakhsh, 1998). Pel que fa la inclusió de la sostenibilitat en l>IDH, Neumayer (2001) proposa combinar els indicadors IDH i EG per comprovar si un país està "hipotecant les opcions de les generacions futures." En canvi, Moran et al. (2008) proposen combinar l'HDI amb la petjada ecològica (PE) com a indicador de la demanda humana sobre la biosfera. S'argumenta que un IDH de no menys de 0,8 i una petjada ecològica menor que la biocapacitat disponible a nivell mundial per persona representen els requisits mínims per al desenvolupament sostenible.

Índex de Sostenibilitat Ambiental (ISA)

Per últim, l'Índex de Sostenibilitat Ambiental (ISA), després Índex de Progrés Ambiental (IPA), va ser desenvolupat pel Centre de Dret i Política Ambiental (YCELP en les seves sigles en anglès) de la Universitat de Yale (YCELP et al., 2001). El primer pilot de l'ISA es va presentar al Fòrum Econòmic Mundial del 2000 i examinava, utilitzant dades del CIESIN (Center for International Earth Science Information Network de la Universitat de Columbia), cinc components principals de 56 països a través de 65 variables agregades, al seu torn, en 20 indicadors (Bisbort, 2003). Les cinc components de l'ISA eren: 1) l'estat dels sistemes ambientals, com l'aire, el sòl, els

ecosistemes i l'aigua; 2) l'estrès dels sistemes esmentats; 3) la vulnerabilitat humana (cobrir les necessitats bàsiques de salut i alimentació); 4) la capacitat social i institucional per fer front als problemes ambientals; i 5) la capacitat de respondre a les exigències de la gestió ambiental global. La raó de ser de l'ISA és, d'una banda, l'avaluació del desenvolupament sostenible en un sentit ampli, i d'altra, facilitar el seguiment a través d'una millora de la “comptabilitat verda” nacional – que es mesurin regularment les 65 variables ambientals fonamentals. Des d'aleshores l'estructura de l'índex s'ha anat simplificant, i en 2002 es va llançar l'IPA, amb un altre enfocament consistent en dos objectius principals: monitoritzar la qualitat dels ecosistemes i l'exposició de la població a nivell insalubres de contaminants.⁴⁶

L'ISA avaluava el progrés sostenible dels països en relació amb els altres. Així doncs, en la seva versió original, les 65 variables es normalitzen per facilitar la seva agregació. Es calcula la puntuació Z (valor mínim mitja, dividit per la desviació estàndard) per a aquelles variables per les quals els valors observats alts signifiquen alts nivells de sostenibilitat ambiental. Per a les variables on valors alts es corresponen amb nivells baixos de sostenibilitat (per exemple, els nivells de contaminació) s'estandarditza dividint el valor de la mitjana menys la desviació estàndard. A continuació, els 22 indicadors es calculen prenent la mitjana de les puntuacions Z de les variables i, finalment, l'índex es calcula prenent la mitjana dels 22 indicadors convertint aquest valor a un percentil normal estàndard, evitant així que la mitjana més alta i la més baixa es corresponguin amb als nivells màxims i mínims de sostenibilitat, respectivament.

Índex de Progrés Social Regional (IPSR)

L'Índex de Progrés Social Regional (IPSR) va ser presentat per la Direcció General de Política Regional i Urbana de la Comissió Europea molt recentment, al febrer de 2016, i ha estat en fase d'opinió pública fins al passat mes d'octubre. Es planteja com un indicador agregat del benestar social a les 272 regions europees (nivell NUTS2), complementari a les mesures tradicionals de progrés econòmic. L'IPSR es basa en l'estructura de l'Índex de Progrés Social mundial (Figura 7.1), que publica cada any des de 2014 la think tank Social Progress Imperative, però aquest s'ha adaptat a la UE amb indicadors extrets principalment de dades d'Eurostat. Inclou 50 indicadors parcials, socials i ambientals, normalitzats a [0-100] per capturar tres dimensions del progrés social: Necessitats Bàsiques Humanes, els Fonaments del Benestar i l'Oportunitat.

⁴⁶ Disponible a epi.yale.edu.

Figura 7.1. Dimensions i components de l'IPSR.

UE-index de Progrés Social Regional			
Dimensions	Necessitats Bàsiques Humanes	Fonaments del Benestar	Oportunitat
Components	Nutrició i atenció mèdica bàsica	Accés al coneixement bàsic	Drets personals
	Aigua i sanejament	Accés a la informació i la comunicació	Llibertat personal i d'elecció
	Habitatge	Salut i benestar	Tolerància i inclusió
	Seguretat personal	Sostenibilitat de l'ecosistema	Accés a l'educació superior

Font: Reproduït de EC-DGRUP (2016) i traduït.

La selecció dels indicadors es basa en quatre principis: 1) són indicadors exclusivament socials i ambientals (cap indicador econòmic s'inclou); 2) mesuren resultats i no aportacions ("inputs"); 3) són rellevants per a totes les regions; i 4) cobreixen temes que poden ser abordats directament des de la intervenció política. Addicionalment s'han de complir els requisits estadístics: la disponibilitat d'una sèrie temporal i la credibilitat de la font. 36 dels 50 indicadors procedeixen d'Eurostat, ja sigui directament des del lloc web o des de l'extracció ad hoc des del mòdul sobre benestar de l'Enquesta de la UE sobre les Condicions Socials i De Vida (EUSILC). Altres fonts són l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA), l'enquesta mundial Gallup World Poll, el Quality of Government Institute de la Universitat de Göteborg i l'Eurobaròmetre. Sempre que ha estat possible, s'ha fet una mitjana dels indicadors dels tres anys, 2011-2013, per suavitzar els canvis erràtics i limitar els problemes de valors perduts.

Els passos per calcular l'IPSR són:

1. Ajust de la cobertura dels indicadors a l'escala NUTS2, o si no NUTS1, mitjançant la "regla del 50%," es proporcionen puntuacions regionals (NUTS2) per a tots els països en totes les dimensions
2. Verificació de la consistència interna de les dades dins de cada component mitjançant una anàlisi de components principals (ACP)
3. Normalització dels indicadors [0,100]
4. Agregació de les puntuacions parcials dels indicadors i components per estimar l'índex global

Pel que fa a la normalització dels indicadors, s'estableixen valors mínims i màxims per a cada un basats en: (a) valors teòrics utòpics o distòpics quan és rellevant; (b) els valors màxims i mínims de la sèrie temporal quan estan disponibles; i (c) directrius o dades de projecció. L'anàlisi ACP s'utilitza per avaluar quin és el millor conjunt d'indicadors per descriure una component en particular. En la situació ideal cada component ha de mostrar una compatibilitat rellevant amb un únic factor ACP que ha de ser el que expliqui la major part de la variabilitat. A més, tots els indicadors han de contribuir més o menys en la mateixa mesura i amb la mateixa orientació al factor més rellevant. Finalment, per estimar la puntuació de l'índex global s'utilitzen dos mètodes d'agregació: la mitjana aritmètica per estimar la puntuació de cada component i la mitjana

generalitzada de totes les components i dimensions per estimar l'índex global; d'aquesta manera s'eviten les compensacions de puntuacions dolentes i bones.

Altres indicadors de progrés sostenible i benestar

Petjada Ecològica (PE)

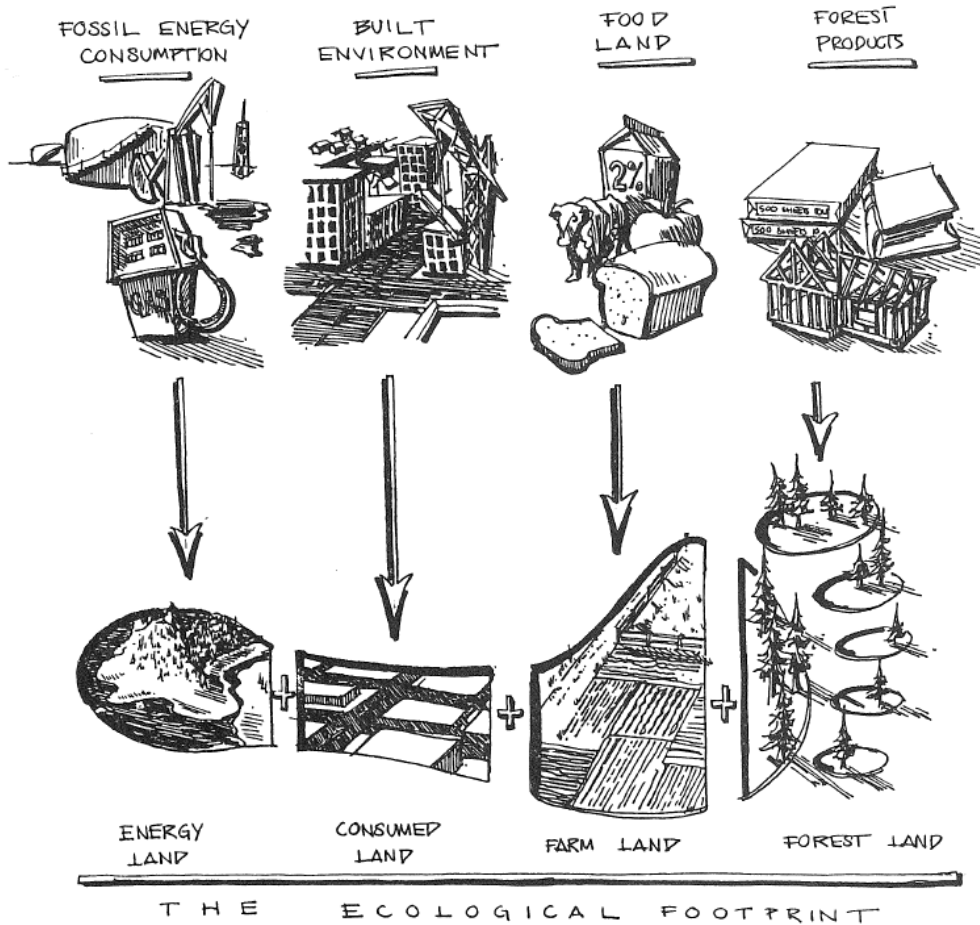
La Petjada Ecològica (PE) (Wackernagel i Rees, 1996) d'una població s'estima mitjançant el càlcul de la quantitat d'àrea de terra i aigua productives que es requereix de forma contínua per produir tots els béns consumits, i per assimilar tots els residus generats, per aquella població. Els béns consumits contenen, incorporada, una certa quantitat d'energia i aigua, que és la que s'ha utilitzat en la seva producció. Així doncs, es suposa que per cada unitat de material o energia consumits, tant de forma directa com indirecta (incorporada en els productes), es requereix una certa quantitat que de terra productiva en una o més categories d'ecosistemes per proporcionar els fluxos de recursos, i els embornals de residus, que es corresponen amb aquell consum. Per determinar la superfície total de terra productiva necessària per mantenir un cert patró de consum, s'han d'estimar l'ús de sòl de cada categoria important de consum, inclòs el consum directe d'energia (electricitat, gas, etc.) i d'aigua. Amb aquesta finalitat, s'utilitzen les categories generals de béns de consum que proporcionen les estadístiques nacionals o regionals. En la forma original de la PE (Wackernagel i Rees, 1996), es consideraven cinc categories principals:

1. Aliments
2. Habitatge
3. Transport
4. Béns de consum
5. Serveis

La metodologia de càlcul de la PE consta dels següents passos. Primer, s'estima el consum anual d'"articles" de cada categoria general d'una persona mitjana a partir de les dades agregades nacionals, dividint el consum total pel nombre d'habitants. Segon, es corregeix el consum mitjà anual per càpita per incloure el comerç: $c' = \text{producció} + \text{importacions} - \text{exportacions}$. Tercer, s'estima la superfície de terra "apropiada" per càpita (aa) per a la producció de cada article general de consum: $aa_i = c_i / p_i$. On c_i és el consum mitjà anual en GJ (energia) o kg (materials) per habitant i p_i és la productivitat mitjana o rendiment de la terra en kg per hectàrea.⁴⁷ El consum d'articles de cada una de les categories generals es relaciona a l'appropriació de terra d'un tipus d'ecosistema particular amb una certa productivitat associada (vegeu la Figura 7.2).

⁴⁷ El rendiment de les terres s'obté de la mitjana mundial.

Figura 7.2. Conversió del consum a àrea de terra productiva.



Font: Wackernagel i Rees, 1996.

Aleshores es calcula la PE total de la persona mitjana (la PE per càpita). Es sumen totes les àrees de terra d'ecosistemes apropiades (aa_i) per tots els articles comprats (n) en la seva cistella anual de la compra de béns i serveis de consum:

$$PE_{pc} = \sum_{i=1}^n aa_i$$

Finalment s'obté la (PE_p) de la població d'estudi, multiplicant la PE mitjana per càpita per la mida de la població (N): $PE_p = N(PE_{pc})$.

Índex del Planeta Feliç (IPF)

L'Índex del Planeta Feliç (IPF) (Marks et al., 2006) el produeix la *think tank* britànica New Economics Foundation (NEF). Es va posar en marxa el 2009, i en l'edició de 2012 es va calcular per 151 països, en comparació amb els 143 països de l'edició de 2009. L'IPF mesura quant benestar (o felicitat) obté una nació pel seu consum de recursos. És a dir, es considera que l'activitat econòmica ha de ser sostenible i alhora incrementar el benestar social. L'índex inclou dades sobre l'esperança de vida, el benestar experimentat i la petjada ecològica (PE) d'un país:

$$IPF = \delta \times \frac{((\text{Benestar experimentat} + \alpha) \times \text{Esperança de vida}) - \gamma}{(\text{Petjada Ecològica} + \beta)}$$

L'IPF es calcula utilitzant els valors mitjans per al país del benestar experimentat, l'esperança de vida i la PE. Els indicadors parcials es normalitzen i es defineix un punt de referència de 100 punts (puntuació màxima); l'IPF varia entre 0 (mínim) i 100 (màxim). Primer s'ajusta l'esperança de vida mitjana d'un país al benestar experimentat, el que NEF anomena els "anys feliços de vida" (Happy Life Years, HLY), i el resultat es divideix per la PE. El benestar experimentat s'avalua a través d'una pregunta anomenada l'"escala de la vida" de l'enquesta mundial Gallup World Poll. Es demana als enquestats que imaginin una escala, on el 0 representa la pitjor vida possible i el 10 la millor vida possible, i que responguin a quin esglaió de l'escala senten que es troben actualment. L'esperança mitjana de vida en néixer es pren dels informes de Nacions Unides per l'Índex de Desenvolupament Humà (IDH).

La constant (α) s'afegeix a la puntuació de l'escala de la vida, de manera que el coeficient de variància per l'escala a través de tot el conjunt de dades sigui igual al de l'esperança de vida. A més, una constant (γ) es resta dels HLY (esperança de vida ajustada per l'escala de la vida) per assegurar que un país amb una puntuació a l'escala mitjana de 0 o una esperança de vida de 25 anys o menys puntuï 0 d'IPF. L'índex es pondera per donar progressivament puntuacions més altes a les nacions amb PE més baixes. Així doncs, una constant (β) s'afegeix a la PE per assegurar que el seu coeficient de variació sigui igual al del HLY ajustat. Finalment, una quarta constant (δ) es multiplica al resultat global per tal de garantir que un país amb una puntuació mitjana a l'escala de 10, una esperança de vida mitjana de 85 i una PE per càpita de 1,78 g ha (equivalent a one planet living) obtingui una puntuació d'IPF de 100 punts.

El fet que l'IPF es calculi utilitzant els valors mitjans de benestar experimentat i esperança de vida d'un país, no reflecteix la desigualtat. Per aquest motiu, a l'edició de 2016, la darrera edició publicada recentment, s'inclou com a novetat uns ajusts del benestar experimentat i l'esperança de vida per a la desigualtat. Aquests ajusts es basen en l'índex d'Atkinson, que també utilitza l'UNDP per calcular l'esperança de vida per l'IDH:

$$\text{Índex d'Atkinson per l'esperança de vida} = 1 - \frac{\text{Mitjana geomètrica de l'esperança de vida}}{\text{Esperança de vida mitjana}}$$

Aquest fórmula s'utilitza per l'ajust dels dos indicadors parcials, esperança de vida i benestar experimentat.

Tot i les millores, la dimensió ambiental de l'IPF es captura a través de la PE, altre indicador agregat amb les seves limitacions particulars ja discutides.

Índex de les Nacions Ambientalment Sostenibles i Felices (INASF)

L'Índex de les Nacions Ambientalment Sostenibles i Felices (INASF) (Ng, 2008) és una correcció de l'IPF, i mesura la quantitat d'HLY d'un ciutadà mitjà d'un país menys els costos ambientals associats al consum de recursos – els costos externs per càpita. Ng (2008) proposa dos tipus de correccions. En primer lloc, ajustar l'indicador HLY per reflectir la preferència que a la majoria de la gent preferiria un vida feliç, tot i que relativament curta, que el contrari. És a dir, s'atorga (més) importància al benestar experimentat front a l'esperança de vida. En segon lloc, l'indicador de la PE és substituït per una mesura de CEPC basada en les emissions de CO₂ com a substitut dels costos ambientals externs, fins que aquests es puguin estimar de forma fiable. Les dades d'emissions s'han pres dels indicadors dels Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni estimats pel Departament d'Afers Econòmics i Socials de les Nacions Unides. L'índex quedaria de la següent manera:

$$INASF = HLY_{revisat} - Costos\ externs\ per\ càpita\ (CEPC)$$

on $HL Y_{revisat} = (Satisfacció\ de\ vida - 5) \times 0,1 \times Esperança\ de\ vida$, per tal de convertir la satisfacció de vida (benestar experimentat) a escala 0–1 i evitar la neutralitat del valor central (5) en l'escala 0–10. Els CEPC són la ràtio de les emissions de CO₂ per càpita d'un país i la mitjana mundial.

Un país que obté un HLY elevat i uns CEPC baixos, obté també un elevat INASF. A més, la mesura dels CEPC s'expressa en unitats comparables a la mesura ajustada dels costos d'HL Y⁴⁸ i corregeix la PE, capturant elements tant externs (costos ambientals imposats a la comunitat global) com domèstics (benestar de la població resident). Ng (2008) argumenta que la felicitat o el benestar és probablement l'objectiu personal més important, però que a nivell nacional i global, i per assegurar el benestar futur, s'han de tenir en compte la sostenibilitat ambiental del sistema econòmic i els costos imposats als altres. Així doncs, es considera que la variable més important en aquest cas, el factor limitant, és la pertorbació causada als sistemes naturals de suport vital.

Índex de la Societat Sostenible (ISS)

L'Índex de la Societat Sostenible (ISS) és un índex a escala de país que produeix anualment (període 2006-2014) la think tank Sustainable Society Foundation (Holanda) (SSF, 2009). L'índex es calcula per a 151 països de tot el món i considera les tres dimensions del desenvolupament sostenible: el benestar humà, ambiental i econòmic. L'estructura bàsica de l'ISS compren 21 indicadors parcials o bàsics que donen compte de set dimensions del benestar humà, ambiental i econòmic (vegeu la Taula 7.2). Entre els indicadors parcials seleccionats s'inclouen la PE com a indicador de consum sostenible (12), i l'índex EG del Banc Mundial (18). Les puntuacions dels indicadors parcials es normalitzen a escala 0-10. Per cada indicador parcial s'estableix un valor

⁴⁸ Els detalls metodològics es poden consultar a Ng (2008).

mínim i un màxim que es corresponen amb objectius de sostenibilitat.⁴⁹ A continuació, s'agreguen en qualificacions per les tres dimensions de benestar, utilitzant la mitjana geomètrica per evitar la compensació de les puntuacions baixes, i així respectar el criteri de sostenibilitat “força.” Finalment, les tres qualificacions de benestar s'agreguen, seguint la mateixa metodologia, per obtenir l'índex global ISS.

Taula 7.2. Estructura de l'ISS per l'any 2014.

Benestar humà	Benestar ambiental	Benestar econòmic
<i>I Necessitats Bàsiques</i>	<i>IV Recursos Naturals</i>	<i>VI Transició socio-tècnica</i>
1. Alimentació suficient	10. Biodiversitat	17. Agricultura ecològica
2. Aigua suficient	11. Recursos hídrics renovables	18. Estalvis genuïns
3. Sanejament segur	12. Consum	<i>VII Economia</i>
<i>II Desenvolupament Personal i Salut</i>	<i>V Clima i energia</i>	19. PIB
4. Educació	13. Consum d'energia primària	20. Ocupació
5. Vida sana	14. Reserves d'energia	21. Deute públic
6. Igualtat de Gènere	15. Energies renovables	
<i>III Societat ben equilibrada</i>	16. Gasos d'efecte hivernacle	
7. Distribució dels ingressos		
8. Creixement de la població		
9. Bona governança		

Font: Reproduït de Sustainable Society Foundation (www.ssfindex.com/ssi) i traduït.

Recentment, aquest índex ha estat adaptat a l'escala ciutat o metròpoli, mitjançant l'Índex de Ciutats Sostenibles (ICS). L'ICS inclou 24 indicadors i 6 dimensions del benestar humà, ambiental i econòmic (vegeu la Taula 7.3). L'índex es va calcular pels 403 municipis holandesos en l'any 2015. El procediment per estimar les qualificacions parcials de les tres dimensions i l'índex global ICS és el mateix que per l'ISS, ja descrit. Es calculen les puntuacions en una escala d'1 a 10 per a cada un dels 24 indicadors. S'agreguen les puntuacions, de nou d'1 a 10, per a les tres dimensions i finalment l'índex global s'estima en base a les mitjanes geomètriques.

Taula 7.3. Estructura de l'ICS per l'any 2015.

Benestar humà	Benestar ambiental	Benestar econòmic
<i>I Necessitats Bàsiques</i>	<i>IV Medi Ambient i Natura</i>	<i>VIII Treball</i>
1. Pobresa	9. Qualitat de l'aigua	20. Ocupació
2. Educació	10. Qualitat de l'aire	21. Atur juvenil
3. Seguretat econòmica (ingressos)	11. Naturalesa	22. Llocs de treball
<i>II Desenvolupament Personal i Salut</i>	<i>V Recursos</i>	<i>VII finances públiques</i>
4. Igualtat de Gènere	12. Residus domèstics	23. Ràtio de solvència
5. Salut	13. Reciclatge	24. Tributació immobiliària
6. Esport	<i>VI Clima i Energia</i>	
<i>III Desenvolupament Social</i>	14. Consum d'energia	
7. Participació ciutadana	15. Reserves d'energia	
8. Seguretat	16. Gasos d'efecte hivernacle	
	17. Energies renovables	
	<i>VII Transport</i>	
	18. Mobilitat personal	
	19. Emissions de CO ₂ del transport	

Font: Reproduït de Sustainable Society Foundation (www.ssfindex.com/ssi) i traduït.

⁴⁹ Els indicadors i la metodologia de normalització (valors min-max) per cada indicador, així com les fonts d'informació utilitzades poden consultar-se a www.ssfindex.com/ssi/calculation-methodology/.

Índex de Responsabilitat-Capacitat (IRC)

L'Índex de Responsabilitat-Capacitat (IRC) (Baer et al., 2008) es basa en els principis de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (CMNUCC) de que tots els països han de respondre d'acord amb les seves “responsabilitats comunes, però diferenciades, i les seves respectives capacitats.” L'índex es defineix com una simple suma ponderada de responsabilitat i capacitat:

$$IRC = aR + bC$$

L'indicador de Capacitat (C) és l'ingrés per càpita en paritat de poder adquisitiu, que es considera un indicador de la riquesa i els recursos d'un país. S'imposen dos llindars, un per sota de 7.500\$ i un per sobre de 50.000\$. Els ingressos per sobre dels 7.500\$ es comptabilitzen com a capacitat nacional a un ritme augment constant, fins que s'arriba al llindar d'ingressos superior als 50.000\$. Els ingressos per sobre dels 50.000\$ es comptabilitzen com a capacitat nacional. El llindar d'ingressos superior de 50.000\$ PPA s'ha escollit perquè representa el nivell d'ingressos de l'1% de la població mundial més rica. El llindar desenvolupament de 7.500\$ PPA representa un nivell d'ingressos moderadament per sobre del llindar de pobresa general que s'ajusta als costos de vida.

L'indicador de Responsabilitat (R) ve donat per les emissions acumulades de CO₂ de cada país des de 1990, i reflecteix la contribució directa d'un país al canvi climàtic. Es calcula com la suma de totes les emissions corresponents al consum per sobre del llindar de desenvolupament de 7.500\$. Es considera que les emissions per sota del llindar de desenvolupament estan associades amb el consum bàsic o la supervivència i, per tant, no es comptabilitzen.

Els coeficients dels pesos, a i b, han de sumar 1. En el cas de referència a = 0,5 i b = 0,5, és a dir, Capacitat i Responsabilitat es ponderen per igual, però altra ponderació pot ser igualment defensable: des d' a = 1 i b = 0 (IRC = R), fins a = 0 i b = 1 (IRC = C) (Pillarissetti i van den Bergh, 2013).

Índex de Sostenibilitat mitjançant Avaluació Difusa (ISAD)

Pel que fa a l'Índex de Sostenibilitat mitjançant Avaluació Difusa (Phillis et al., 2011), el càlcul és complicat. S'utilitza un model que s'anomena SAFE (“Sustainability Assessment by Fuzzy Evaluation”) per avaluar les sèries temporals de 75 indicadors parcials a través de lògica difusa – funcions del tipus “si..., aleshores...” (“if-then”). Els indicadors parcials es codifiquen i agreguen en variables compostes utilitzant regles simples “if-then” que reflecteixen el coneixement científic i les normes i estàndards ambientals internacionals. Aquesta metodologia té l'avantatge que permet incorporar variables qualitatives, ja que es poden transposar a regles “if-then.” De manera addicional, es realitza una anàlisi de sensibilitat per identificar aquells indicadors parcials que

més afecten la sostenibilitat. Les variables resultants capturen diversos aspectes ambientals i socials i, finalment, es proporciona un índex general de sostenibilitat en escala 0–1.

L'estructura conceptual de l'índex és la següent. Es considera que la sostenibilitat general (OSUS) d'un país ve donada per dues components principals: la sostenibilitat ecològica (ECOS) i la sostenibilitat social o humana (HUMS). La component ecològica inclou quatre components secundàries: la qualitat de l'aigua (WATER), la qualitat de la matriu territorial (LAND), la qualitat de l'aire (AIR) i la biodiversitat (BIOD). La dimensió humana de la sostenibilitat inclou els aspectes polítics (POLIC), el benestar econòmic (WEALTH), la salut (HEALTH) i l'educació (KNOW).

Els passos per calcular l'índex són:

1. Recollida de dades disponibles
2. La normalització dels indicadors en [0,1]
3. Suavització exponencial
4. Imputació de dades
5. Avaluació difusa de la sostenibilitat
6. Anàlisi de sensibilitat per facilitar la presa de decisions

La normalització [0,1] es realitza per interpolació lineal entre valors dels indicadors sostenibles i no sostenibles estipulats en els acords internacionals i normes, lleis i reglaments, i l'opinió d'experts. El mètode de suavitzat exponencial s'utilitza per incorporar a l'anàlisi la variable temporal.

Bibliografia

- Baer, P., Kartha, S., Athanasiou, T., and Kemp-Benedict, E., 2008. The Greenhouse Development Rights Framework: The Right to Development in a Climate Constrained World. London: Heinrich Böll Foundation, Christian Aid, Berkeley: EcoEquity and Stockholm: the Stockholm Environment Institute).
- Bisbort, A., 2003. The environmental sustainability index: A new paradigm for global decision making. *Environment Yale Magazine: The Journal of the School of Forestry & Environmental Studies* 2(1), pp. 3–11.
- Castañeda, B.E., 1999. An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile, *Ecological Economics* 28(2), pp. 231–244.
- Daly, H., Cobb, J., 1989. *For the common good*. Boston: Beacon Press.
- Daly, H.E., 1991. Environmental macroeconomics. In: R. Costanza (ed.) *Ecological Economics: The science and Management of Sustainability*, New York: Columbia University Press.
- de Boer, B., Hueting, R., 2004. Sustainable National Income and multiple indicators for sustainable development. En *OECD, Measuring sustainable development: Integrated economic, environmental and social frameworks*, OECD Publishing. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264020139-6-en>
- EC-DGRUP, 2016. The EU Regional Social Progress Index: Methodological note, European Commission's Directorate-General for Regional and Urban Policy. Disponible a: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/information/maps/methodological_note_eu_spi.pdf.
- England, R.W., 1998. Measurement of social well-being: Alternatives to gross domestic product, *Ecological Economics* 25, pp. 89–103.
- Gerlagh, R., Dellink, R.B., Hofkes, M.W., Verbruggen, H., 2002. A measure of sustainable national income for the Netherlands. *Ecological Economics* 41: 157-174.

- Hamilton, C., 1999. The genuine progress indicator methodological developments and results from Australia, *Ecological Economics* 30(1), pp. 13–28.
- Hueting, R., 1992. Calculating a Sustainable National Income: a practical solution for a theoretical dilemma. In: A. Franz and C. Stahmer (eds.) *Approaches to Environmental Accounting*, Heidelberg: Physica-Verlag.
- Kubiszewski, I., Costanza, R., Franco, C., Lawn, P., Talberth, J., Jackson, T., Aylmer, C., 2013. Beyond GDP: Measuring and achieving global genuine progress, *Ecological Economics* 93, pp. 57–68.
- Lawn, P. and Sanders, R., 1999. Has Australia surpassed its optimal macroeconomic scale: finding out with the aid of 'benefit' and 'cost' accounts and a sustainable net benefit index, *Ecological Economics* 28, pp. 213–229.
- Lawn, P.A., 2003. A theoretical foundation to support the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator (GPI), and other related indexes, *Ecological Economics* 44(1), pp. 105–118.
- Lawn, P.A., 2005. An assessment of the valuation methods used to calculate the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator (GPI), and Sustainable Net Benefit Index (SNBI), *Environment, Development and Sustainability* 7, pp. 185–208.
- Marks, N., et al., 2006. *The Happy Planet Index*. London: New Economics Foundation. Disponible a: <http://www.happyplanetindex.org>.
- Max-Neef, M., 1995. Economic growth and quality of life – a threshold hypothesis, *Ecological Economics* 15, pp. 115–118.
- Max-Neef, M., 1995. Economic growth and quality of life, *Ecological Economics* 15, pp. 115–118.
- Moran, D.D., Wackernagel, M., Kitzes, J.A., Goldfinger, S.H., Boutaud, A., 2008. Measuring sustainable development — Nation by nation, *Ecological Economics* 64(3), pp. 470–474.
- Neumayer, E., 2000. On the methodology of ISEW, GPI and related measures: some constructive suggestions and some doubt on the 'threshold' hypothesis, *Ecological Economics* 34(3), pp. 347–361.
- Neumayer, E., 2001. The Human Development Index and sustainability: A constructive proposal. *Ecological Economics* 39(1), pp. 101–114.
- Ng, Y.K., 2008. Environmentally Responsible Happy Nation Index: Towards an internationally acceptable national success indicator, *Social Indicators Research* 85, pp. 425–446.
- Noorbakhsh, F., 1998. A modified human development index. *World Development* 26, pp. 517–528.
- Phillis, Y.A., Grigoroudis, E. and Kouikoglou, V.S., 2011. Sustainability ranking and improvement of countries, *Ecological Economics*, 70, pp. 542–553.
- Pillarisetti, J.R., 2005. The World Bank's 'genuine savings' measure and sustainability, *Ecological Economics* 55, pp. 599–609.
- Pillarisetti, J.R., van den Bergh, J.C.J.M., 2013. Aggregate indices for identifying environmentally responsible nations: an empirical analysis and comparison, *International Journal of Environmental Studies* 70(1), pp. 140–150.
- Posner, S.M., Costanza, R., 2011. A summary of ISEW and GPI studies at multiple scales and new estimates for Baltimore City, Baltimore County, and the State of Maryland. *Ecological Economics* 70 (11), pp. 1972–1980.
- Redefining Progress, 1995. *Gross production vs genuine progress. Excerpt from the Genuine Progress Indicator: Summary of Data and Methodology*, San Francisco, Redefining Progress.
- SSF, 2014. *Sustainable Society Index – SSI 2014*. Disponible a: <http://www.ssfindex.com/>.
- SSF, 2015. *Sustainable City Index – SCI 2015*. Disponible a: <http://www.ssfindex.com/ssi2014/wp-content/uploads/pdf/Summary-SCI2015.pdf>.
- Stockhammer, E., Hochreiter, H., Obermayr, B., Steiner, K., 1997. The index of sustainable economic welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of the Austrian (revised) ISEW calculation 1955–1992, *Ecological Economics* 21(1), pp. 19–34.
- UNDP, 1990. *Human Development Report 1990*, New York & Oxford, Oxford University Press.
- UNDP, 1990. *Human Development Report 1990*, New York & Oxford: Oxford University Press.
- Wackernagel, M., Rees, W., 1996. *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. Illustrated by Phil Testemale. The new catalyst bioregional series, vol. 9. Gabriola Island, BC and Philadelphia, PA: New Society Publishers.*
- World Bank, 1997. *Expanding the measure of wealth*. Washington, DC, World Bank.
- World Bank, 1999. *World development indicators 1999*. Washington, DC, World Bank.

World Bank. 2013. The little green data book 2013. Washington, DC: World Bank. doi: 10.1596/978-0-8213-9814-2.

YCELP (2001). 2001 environmental sustainability index. Yale Centre for Environmental Law and Policy (YCELP), Center for International Earth Science Information Network, and The World Economic Forum, New Haven: YCELP.

7.1.2 Taula de correspondències entre les unitats administratives NUTS 0, NUTS 3 i LAU

A la següent Taula 7.4 es mostren les correspondències entre les unitats administratives NUTS 0, NUTS 3 i LAU, sent aquesta darrera la unitat fonamental que conforma les àrees metropolitanes tal i com es defineixen per EC-Eurostat i l'OECD.

Taula 7.4. correspondències entre les unitats administratives NUTS 0, NUTS 3 i LAU (unitats a partir de les quals es formen les àrees metropolitanes FUA).

NUTS 0	NUTS 1		NUTS 2		NUTS 3		LAU 1		LAU 2	
BE	Gewesten / Régions	3	Provincies / Provinces	11	Arrondissements / Arrondissements	44	-		Gemeente n / Communes	589
BG	Зони (Zoni)	2	Райони (Rajoni)	6	Области (Oblasti)	28	Общини (Obshtini)	265	Населени места (Naseleni mesta)	5259
CZ	Území	1	Regiony soudržnosti	8	Kraje	14	Okresy	77	Obce	6251
DK	-	1	Regioner	5	Landsdeler	11	Kommuner	99	Sogne	2143
DE	Länder	16	Regierungsbezirke	38	Kreise	402	Verwaltungsgemeinschaften	1268	Gemeinden	11086
EE	-	1	-	1	Groups of Maakond	5	Maakond	15	Linn, vald	213
IE	-	1	Regions	2	Regional Authority Regions	8	Counties, Cities	34	Electoral Districts	3441
EL	Μεγάλες Γεωγραφικές Περιοχές (Megales Geografikes Perioches - Great Geographical Areas)	4	Περιφέρειες (Periferies - Regions)	13	Ομάδες Περιφερειακών Ενοτήτων (Omades Periferiakon Enotiton - Groups of Regional Units)	53	Δήμοι (Dimoi - Municipalities)	326	Δημοτικές / Τοπικές Κοινότητες (Dimotikes / Topikes Koinotites - Municipal / Local Communes)	6132
ES	Agrupació de comunitats Autònomes	7	Comunitats i ciutats Autònomes	19	Províncies + illes + Ceuta, Melilla	59	-		Municipis	8125
FR	Z.E.A.T + DOM	9	Régions + DOM	27	Départements + DOM	101	Cantons de rattachement	3785	Communes	36680
HR	-	1	Regija	2	Županija	21	-		Gradovi i općine	556
IT	Gruppi di regioni	5	Regioni	21	Provincia	110	-		Comuni	8094
CY	-	1	-	1	-	1	Επαρχίες (Eparchies)	6	Δήμοι, Κοινότητες (Dimoi, koinotites)	615

3.1.2. SISTEMA DE CIUTATS

LV	-	1	-	1	Statistiskie reģioni	6	-	Republikas pilsētas, novadi	119
LT	-	1	-	1	Apskritis	10	Savivaldybės	Seniūnijos	548
LU	-	1	-	1	-	1	Cantons	Communes	105
HU	Statistikai nagyrégiók	3	Tervezési-statisztikai régiók	7	Megye + Budapest	20	Statistikai kistérségek	Települések	3154
MT	-	1	-	1	Gzejjer	2	Distretti	Kunsilli	68
NL	Landsdelen	4	Provincies	12	COROP regio's	40	-	Gemeenten	390
AT	Gruppen von Bundesländern	3	Bundesländer	9	Gruppen von Gemeinden	35	-	Gemeinden	2100
PL	Regiony	6	Województwa	16	Podregiony	72	Powiaty i miasta na prawach powiatu	Gminy	2478
PT	Continente + Regiões Autónomas	3	Grupos de Entidades Intermunicipais + Regiões Autónomas	7	Entidades Intermunicipais (Comunidades Intermunicipais + Áreas Metropolitanas) + Regiões Autónomas	25	Concelhos - Municípios	Freguesias	3092
RO	Macroregiuni	4	Regiuni	8	Judet + Bucuresti	42	-	Comuni + Municipii + Orase	3181
SI	-	1	Kohezijske regije	2	Statistične regije	12	Upravne enote	Občine	212
SK	-	1	Oblasti	4	Kraje	8	Okresy	Obce	2928
FI	Manner-Suomi, Ahvenanmaa / Fasta Finland, Åland	2	Suuralueet / Storområden	5	Maakunnat / Landskap	19	Seutukunnat / Ekonomiska regioner	Kunnat / Kommuner	336
SE	Grupper av riksområden	3	Riksområden	8	Län	21	-	Kommuner	290
UK	Government Office Regions; Country	1 2	Counties (some grouped); Inner and Outer London; Groups of unitary authorities	40	Upper tier authorities or groups of lower tier authorities (unitary authorities or districts)	173	Lower tier authorities (districts) or individual unitary authorities; Individual unitary authorities or LECs (or parts thereof); Districts	Wards (or parts thereof)	10310
EU-28		9 8		27 6		134 3			11849 5

BE: Bèlgica, **BG:** Bulgària, **CZ:** República Txeca, **DK:** Dinamarca, **DE:** Alemanya, **EE:** Estònia, **IE:** Irlanda, **EL:** Grècia, **ES:** Espanya, **FR:** França, **HR:** Croàcia, **TU:** Itàlia, **CY:** Xipre, **LV:** Letònia, **LT:** Lituània, **LU:** Luxemburg, **HU:** Hongria, **MT:** Malta, **NL:** Països Baixos, **AT:** Àustria, **PL:** Polònia, **PT:** Portugal, **RO:** Romania, **SI:** Eslovènia, **SK:** Eslovàquia, **FI:** Finlàndia, **SE:** Suècia, **UK:** Regne Unit.
DOM: Département d'outre-Mer
Z.E.A.T.: Zone économique d'aménagement du territoire
COROP: Coördinatie Commissie Regionaal Onderzoeksprogramma
LEC: Local Enterprise Company
 Font: Eurostat.

7.1.3 Llistat de referències bibliogràfiques d'aplicacions de llums nocturnes en estudis urbans amb una component socioambiental

Taula 7.5. Relació de referències bibliogràfiques d'aplicacions de llums nocturnes en estudis urbans amb una component socioambiental.

Camp	Autors	Títol
Suma de llums. Tendències nacionals	Elvidge, et al., (2013)	"National Trends in Satellite Observed Lighting: 1992-2012"
Població	Lung et al., (2013)	"Human population distribution modelling at regional level using very high resolution satellite imagery"
	Sutton, et al., (2010)	"Using DMSP OLS Imagery to Characterize Urban Populations in Developed and Developing Countries",
	Townsend and Bruce, (2010)	"The use of night-time lights satellite imagery as a measure of Australia's regional electricity consumption and population distribution"
	Zhuo, et al., (2009)	"Modelling the population density of China at the pixel level based on DMSP/OLS non-radiance-calibrated night-time light images"
	Amaral, et al., (2006)	"DMSP/OLS night-time light imagery for urban population estimates in the Brazilian Amazon"
	Amaral, et al., (2005)	"Estimating population and energy consumption in Brazilian Amazonia using DMSP night-time satellite data"
	Harvey, (2002)	"Estimating census district populations from satellite imagery: some approaches and limitations"
	Sutton, et al., (2001)	"Census from Heaven: an estimate of the global population using night-time satellite imagery"
	Lo, (2001)	"Modeling the Population of China Using DMSP Operational Linescan System Nighttime Data"
	Sutton, (1997)	"Modeling population density with night-time satellite imagery and GIS"
	Sutton, et al., (1997)	"A Comparison of Nighttime Satellite Imagery and Population Density for the Continental United States"
Extensions urbanes	Zhang and Seto, (2013)	"Can night-time light data identify typologies of urbanization? A Global Assessment of Successes and Failure Remote Sensing"
	Ma, et al., (2012)	"Quantitative estimation of urbanization dynamics using time series of DMSP/OLS nighttime light data: A comparative case study from China's cities"
	Zhang and Seto, (2011)	Mapping urbanization dynamics at global and regional scales using multi-temporal DMSP/OLS night-time light data.
	Sutton, et al., (2010)	"Darkness on the Edge of Town: Mapping Urban and Peri-Urban Australia Using Nighttime Satellite Imagery"
	Elvidge, et al (2009)	"Global Urban Mapping Based on Nighttime Lights"
	Sutton, et al., (2009)	"Paving the planet: impervious surface as proxy measure of the human ecological footprint"
	Elvidge, et al., (2007)	"Global distribution and density of constructed impervious surfaces"
	Small, et al., (2005)	"Spatial analysis of global urban extent from DMSP-OLS nighttime lights"
	Henderson, et al., (2003)	"Validation of urban boundaries derived from global night-time satellite imagery"
	Sutton, (2003)	"A scale-adjusted measure of .Urban sprawl. using nighttime satellite imagery ",
	Imhoff, et al., (1997)	"A Technique for Using Composite DMSP/OLS 'City Lights' Satellite Data to Accurately Map Urban Areas"
Activitat econòmica	Wu et al., (2013)	"Exploring factors affecting the relationship between light consumption and GDP based on DMSP/OLS nighttime satellite imagery"
	Henderson, et al., (2012)	"Measuring Economic Growth from Outer Space"
	Zhao, et al., (2011)	"Net primary production and gross domestic product in China derived from satellite imagery"
	Chen and Nordhaus, (2011)	"Using Luminosity data as proxy for economic statistics "
	Ghosh et al., (2010)	"Shedding light on the global distribution of economic activity"
	Zhao, et al., (2010)	"Net primary production and gross domestic product in China derived from satellite imagery"
	Sutton, et al., (2007)	"Estimation of gross domestic product at sub-national scales using nighttime satellite imagery"
	Doll, et al., (2006)	"Mapping regional economic activity from night-time light satellite imagery"
	Elvidge, et al., (1997)	"Relation between satellite observed visible - near infrared emissions, population, and energy consumption"

3.1.2. SISTEMA DE CIUTATS

Consum d'Energia i Emissions de GEH	Oda, and Maksyutov, (2011)	"A very high-resolution (1km× km) global fossil fuel CO ₂ emission inventory derived using a point source database and satellite observations of nighttime lights"
	Ghosh et al., (2010)	"Creating a Global Grid of Distributed Fossil Fuel CO ₂ Emissions from Nighttime Satellite Imagery"
	Letu et al., (2010)	"Estimating energy consumption from night-time DMPS/OLS imagery after correcting for saturation effects"
	Raupach, et al., (2010)	"Regional variations in spatial structure of nightlights, population density and fossil-fuel CO ₂ emissions"
	Kiran Chand, et al., (2009)	"Spatial characterization of electrical power consumption patterns over India using temporal DMSP-OLS night-time satellite data"
	Doll, et al.,(2000)	"Night-time imagery as a tool for global mapping of socio-economic parameters and greenhouse gas emissions"
	Saxon, et al., (1997)	"Satellite Surveillance of National CO ₂ Emissions From Fossil Fuels"
Consum d'aigua	Zhao, et al., (2011)	"Relationships Between Satellite Observed Lit Area and Water Footprints"
Pobresa i benestar social	Ghosh, et al., (2013)	"Using Nighttime Satellite Imagery as a Proxy Measure of Human Well-Being"
	Elvidge, et al., (2012)	"The Night Light Development Index (NLDI): a spatially explicit measure of human development from satellite data"
	Wen, et al., (2012)	"Poverty assessment using DMSP/OLS night-time light satellite imagery at a provincial scale in China"
	Elvidge et al., (2009)	"A Global Poverty Map Derived from Satellite Data"
	Noor, et al., (2008)	"Using remotely sensed night-time light as a proxy for poverty in Africa"
	Ebener, et al., (2005)	"From wealth to health: modeling the distribution of income per capita at the sub-national level using nighttime lights imagery"
Economia informal	Ghosh, et al., (2010)	"Informal Economy And Remittance Estimates of India Using Nighttime Imagery"
	Ghosh, et al., (2009)	"Estimation of Mexico's Informal Economy and Remittances Using Nighttime Imagery"
Megaregions	Marull J., Galletto, V., Domene, E., Trullén, J., (2013)	"Emerging megaregions: A new spatial scale to explore urban sustainability"

Font: IERMB.

7.1.4 Preparació de la base de dades a partir de sensors satel·litaris

Durant el segle XX, la major eficiència energètica i de la xarxa de transport es va traduir en el desenvolupament de grans xarxes urbanes, que actualment es poden delimitar gràcies a sensors satel·litaris. Les bases de dades de llums nocturnes (NTL) actualment disponibles (1992-2012) proporcionen una imatge de l'extensió de les xarxes de ciutats al llarg del temps.

Hi ha diverses metodologies per definir les megaregions, que es basen principalment en dades censals i en un conjunt estructurat de criteris (com ara les xarxes de transport, el creixement demogràfic i el consum de sòl⁵⁰). En el present treball s'utilitzen les bases NTL per monitoritzar la dinàmica urbana a escala megaregional. Un dels beneficis d'utilitzar NTL, davant de les estadístiques nacionals, és que permet delimitar i estimar indicadors per unitats d'anàlisi.

Les fortes relacions existents entre la intensitat de llums nocturnes (*sum of lights*, SL) i l'activitat antròpica estan ben documentades (veure una selecció de referències bibliogràfiques a l'Annex metodològic) i s'han fet servir com indicadors de població⁵¹, de forma urbana⁵², de creixement

⁵⁰ Lang, R.E.; Dhavale, D. (2005). Ross, C.L. (2009). Dewar, M.; Epstein, D. (2007)

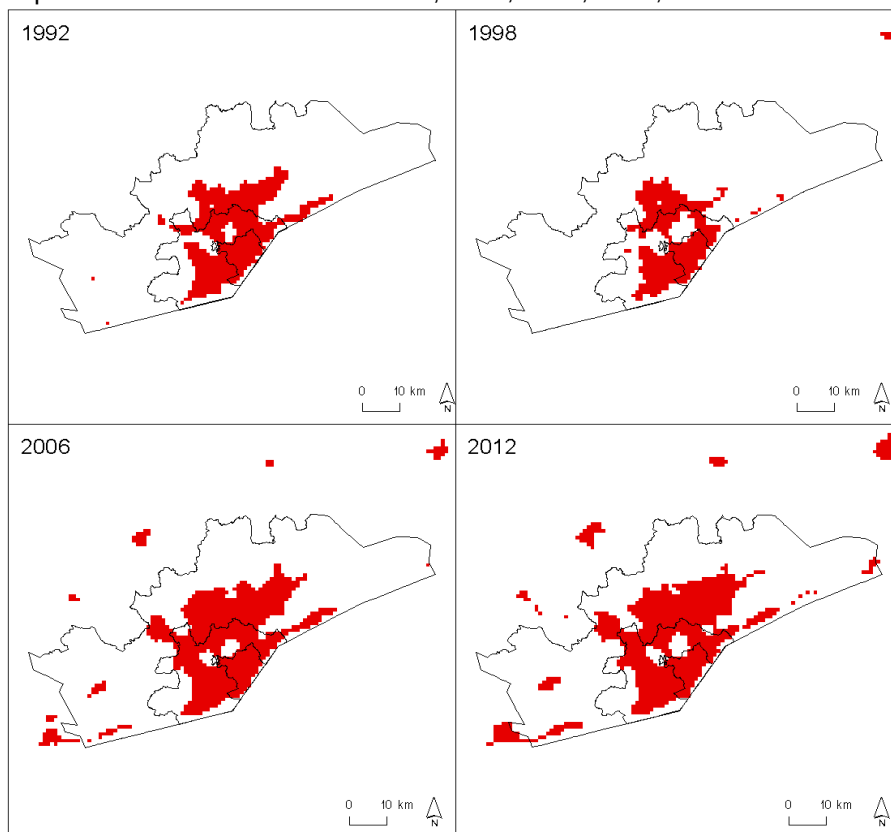
⁵¹ Lung, T.; et al. (2013)

⁵² Zhang, Q.; Seto, K.C. (2013)

econòmic⁵³, de consum de recursos⁵⁴ o d'emissions de gasos d'efecte hivernacle⁵⁵, i com un primer intent d'il·lustrar la desigualtat social⁵⁶, tant a nivell nacional com regional.

No obstant, una de les principals limitacions de les NTL pel càlcul d'indicadors de sostenibilitat és la saturació lumínica⁵⁷, el que fa que aquestes dades siguin menys precises a mesura que augmentem l'escala geogràfica (p.e. la seva eficàcia seria major a escala megaregional i disminuiria a nivell regional, metropolità i finalment local; Mapa 7.1).

Mapa 7.1. Exemple de saturació en els centres urbans. Regió Metropolitana de Barcelona, Àrea Metropolitana de Barcelona i Barcelona; 1992, 1998, 2006, 2012.



Font: IERMB.

Per a delimitar les megaregions i estimar els indicadors de sostenibilitat, primer s'ha de procedir a una sèrie de tasques de pre-procesament de les bases NTL (veure figura següent). Aquestes tasques inclouen l'elecció de les millors dades satel·litàries disponibles, la depuració de les dades (p.e. l'eliminació de les llums derivades de les flamarades de gas), la intercalibració de les dades

⁵³ Wu, J. et al. (2013).

⁵⁴ Letu, H.; et al. (2010)

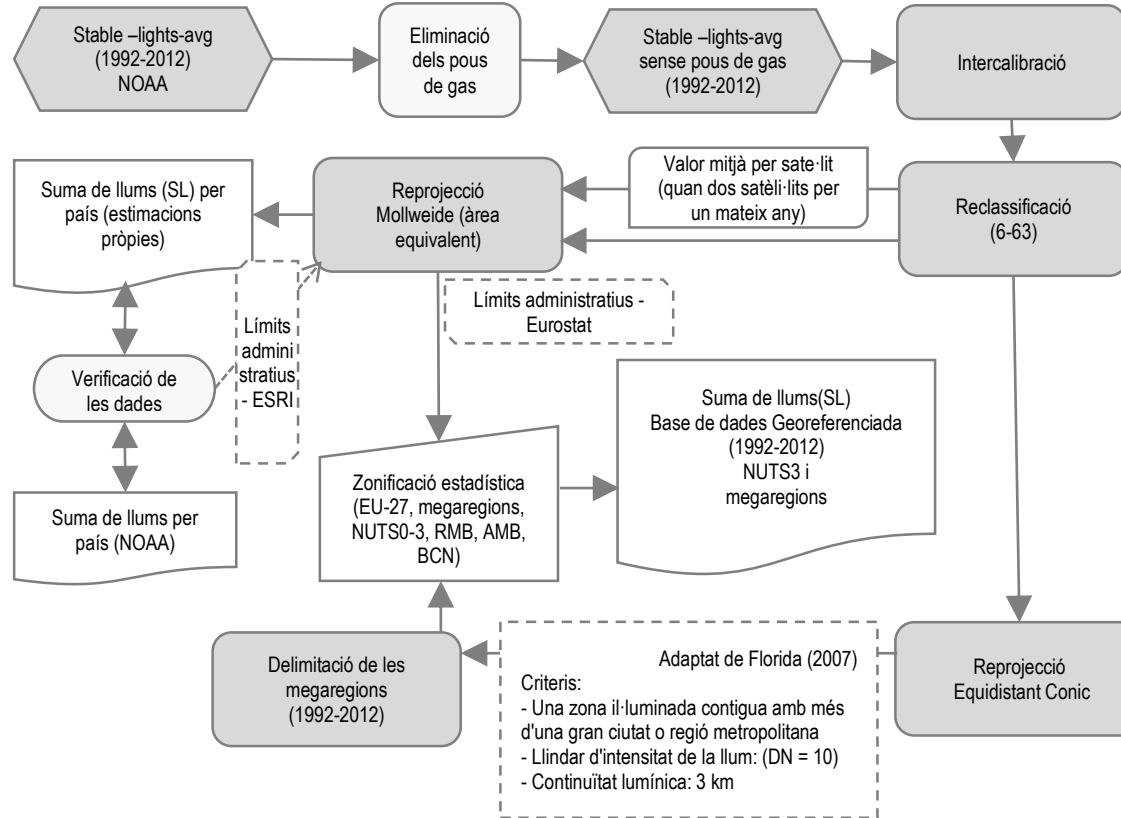
⁵⁵ Ghosh, T. et al. (2010).

⁵⁶ Elvidge, C.D. et al. (2012)

⁵⁷ La saturació de píxels en les dades de DMSP-OLS podria reduir la correlació entre l'activitat socioeconòmica i les dades de llum nocturnes. Aquest problema es deu a baixa resolució radiomètrica del sensor OLS. Com la lluminositat del sensor OLS varia entre 10^{-1} i $10.8 \text{ W} \times \text{cm}^{-2} \times \text{sr}^{-1} \times \text{um}^{-1}$ durant el funcionament normal, els píxels amb lluminositat superior a $10.8 \text{ W} \times \text{cm}^{-2} \times \text{sr}^{-1} \times \text{um}^{-1}$ (que sovint existia en els centres de les grans ciutats) no es poden distingir. Les dades del DMSP-OLS tenen valors de píxel que van de 0 a 63. A causa de les raons abans esmentades, als píxels saturats se'ls hi dona el valor de 63. Aquest efecte pot introduir inexactituds en les estimacions dels indicadors que hi estan relacionats (PIB, consum energètic, etc) en algunes àrees, sobretot en els centres densos de les grans ciutats amb forta il·luminació artificial.

per poder-les fer comparables entre els diferents anys (p.e. diferents sensors satel·litaris), la re-projecció de les dades per tenir-les amb el mateix sistema geogràfic de referència, el càlcul d'un valor mitjà per aquells anys pels que hi ha diversos satèl·lits i la verificació de les dades.

Figura 7.3. Esquema metodològic de l'ús de llums nocturnes satel·litàries (NTL) per l'anàlisi del desenvolupament urbà a nivell megaregional



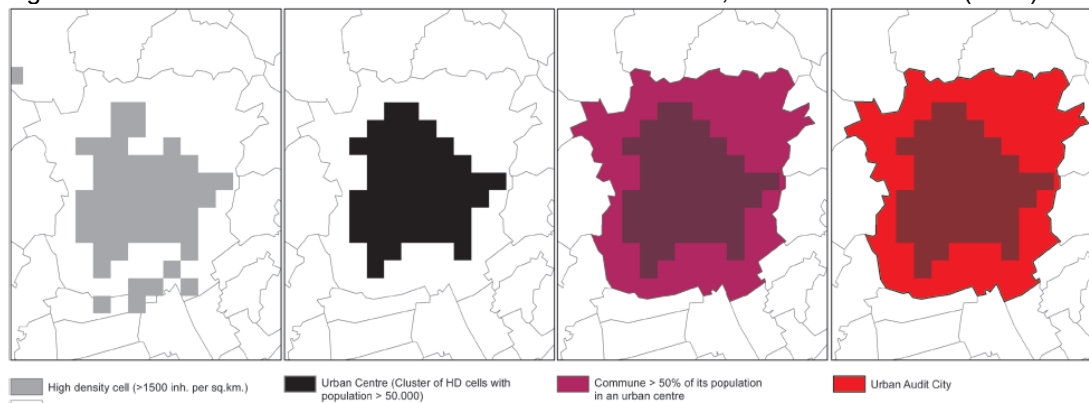
Font: IERMB.

7.1.5 Definició de les àrees metropolitanes (escala FUA)

En 2011 l'OECD i la UE (Eurostat i Comissió Europea-DG Regio) va acordar una metodologia comuna per definir les àrees urbanes i que dona lloc a les denominades àrees funcionals urbanes (FUA) (Dijkstra & Poelman, 2012; OECD, 2013). Les FUA comprenen la ciutat o centre urbà i la seva zona d'influència econòmica o zona de commuting que ve donada per la mobilitat obligada (desplaçaments a la feina). La metodologia d'identificació utilitzada es basa en el tamany i la densitat poblacional, i a priori no té en compte els límits administratius de les ciutats definits a nivell nacional. Consta dels següents tres passos (vegeu la Figura 7.4):

1. Identificació dels centres urbans (cel·les d'alta densitat).
2. Assignació de població a un centre urbà.
3. Identificació de les zones d'influència a través de la mobilitat obligada (zones de commuting).

Figura 7.4. Com es defineix una FUA – cel·les d'alta densitat, centre urbà i ciutat (Graz).



Font: Dijkstra & Poelman, (2012).

Una retícula de densitat de població es superposa a la capa d'unitats administratives LAU2 (municipis europeus). S'identifiquen, aleshores, els principals "centres urbans" i ciutats, i la seva zona de commuting. Els passos, criteris i excepcions es descriuen a continuació de forma detallada.

Identificació dels centres urbans (cel·les d'alta densitat)

Els centres urbans són identificats mitjançant una retícula de densitat de població. Primer es seleccionen les cel·les contigües (d'1 km²) amb una densitat poblacional d'almenys 1.500 habitants per km², i després es reomplen els buits, creant agrupacions o "clústers d'alta densitat." Les cel·les buides dins del clúster d'alta densitat s'omplen utilitzant la regla de la majoria de forma iterativa. La regla de la majoria vol dir que si almenys cinc de les vuit cel·les que envolten una cel·la buida pertanyen a un mateix clúster d'alta densitat aquesta cel·la buida s'afegirà al clúster. El procediment es repeteix fins que cap més cel·la s'afegeix al clúster.

Només els clústers amb una població mínima de 50.000 habitants es defineixen com a "centre urbà." La resta es desestimen.

Les dades de la retícula de població (1 km²) per als països europeus prové del conjunt de dades Corine Land Cover, produït pel Joint Research Centre (JRC) i l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA). Per a tots els països no europeus, l'OECD recull les dades de població del projecte Landscan desenvolupat pel Oak Ridge National Laboratory. A més a més, a Canadà i Estats Units, on diverses àrees metropolitanes es desenvolupen d'una manera menys compacta, s'estableix un llindar de densitat poblacional més baix de 1.000 habitants per km².

Assignació de població a un centre urbà

En aquest pas es tenen en compte els límits administratius locals. A nivell europeu, la unitat fonamental utilitzada són les divisions administratives: LAU2 i LAU1 (només en cas que no s'hagin definit LAU2 en un determinat territori nacional). L'acrònim LAU fa referència a "Local

Administrative Unit.” En molt casos les àrees LAU2 coincideix amb les delimitacions municipals establertes per els països.

La regla general és que un municipi es defineix com a part d'un centre urbà si almenys el 50% de la població del municipi viu dintre del clúster d'alta densitat (definit al pas 1). No obstant això, en ocasions cal fer ajustos. Dijkstra & Poelman, (2012) descriuen les diferents casuístiques que es donen dins de l'UE i els tres tipus d'ajustos que s'han aplicat: (1) “el centre urbà és molt més gran que la ciutat principal;” (2) “encaix amb el nivell polític;” i (3) “centres urbans propers a llindar de 50.000 habitants.”

Pel que fa al primer cas, “el centre urbà és molt més gran que la ciutat principal,” es resol de tres maneres: 1a) creació d'una “gran ciutat” (greater city); 1b) cobrir un únic centre amb múltiples ciutats; i 1c) una combinació d'aquestes dues aproximacions.

La creació d'una gran ciutat o greater city es va dur a terme amb deu capitals de països i altres 23 ciutats grans. Aquest és el cas per exemple de Barcelona, Bilbao, París, Lisboa i Greater London. En la Taula 7.6 es mostren, per a la selecció de ciutats europees i estatals objecte d'aquest estudi, el nombre de ciutats dintre de la gran ciutat. En disset casos, però, la gran ciutat conté una única ciutat (tots els casos inclosos).

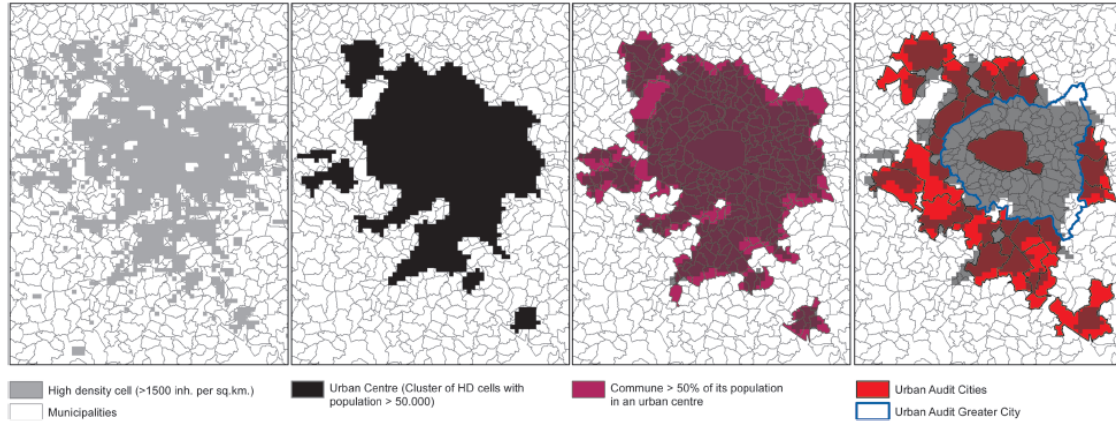
Taula 7.6. Selecció de grans ciutats objecte d'aquest estudi.

País	Codi gran ciutat	Nom gran ciutat	Capital de país?	Nombre de ciutats en la gran ciutat
Espanya	ES002K1	Barcelona	No	10
Espanya	ES019K1	Bilbao	No	3
França	FR001K1	París	Sí	1
Portugal	PT001K1	Lisboa	Sí	6
Gran Bretanya	UK001K1	Greater London	Sí	33

Font: Taula adaptada de Dijkstra & Poelman, (2012).

L'opció de cobrir un únic centre amb múltiples ciutats no s'ha donat en cap de les ciutats seleccionades per a l'estudi. No obstant això, per exemple en el cas de París el que sí que s'ha fet ha estat una combinació d'ambdues aproximacions: gran ciutat i múltiples ciutats cobrint un únic centre urbà. El centre urbà de París està cobert per una gran ciutat i diverses ciutats veïnes més petites (Figura 7.5).

Figura 7.5. Cel·les d'alta densitat, centre urbà, ciutats i gran ciutat (París).



Font: Dijkstra & Poelman, (2012).

Pel que fa al segon cas, “encaix amb el nivell polític,” es crea una metodologia detallada per tal d’homogeneïtzar els tamanyes d’àrea de les unitats LAU2. Així doncs, depenent del cas, un centre urbà pot perdre un quants municipis adjacents (la ciutat ha de mantenir, però, un 75% de la seva població), o bé guanyar-ne.

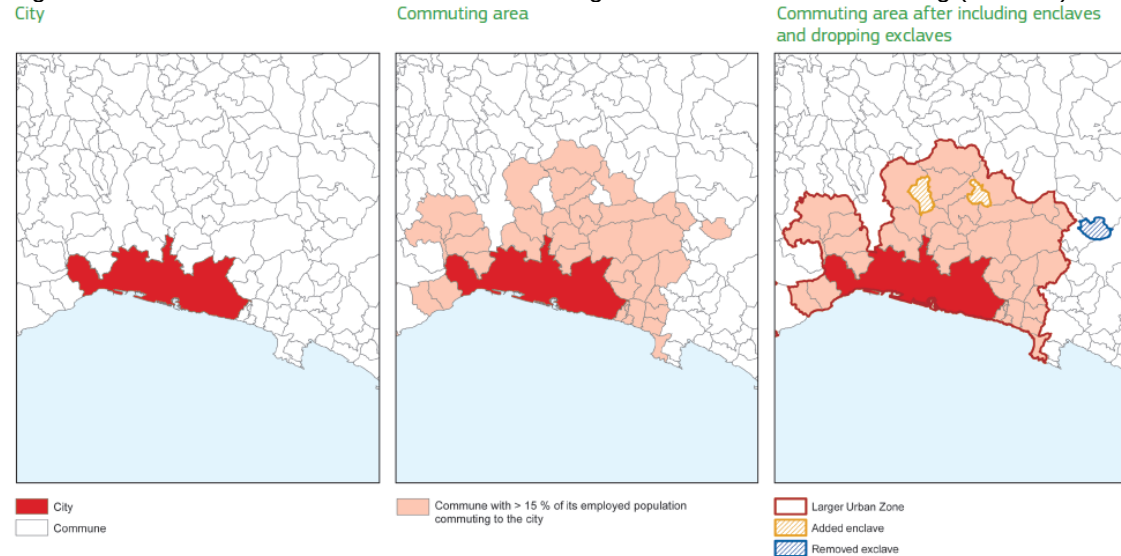
La metodologia utilitzada per estimar la població a les cel·les de la retícula tendeix a subestimar les cel·les de població amb una moderada a alta densitat i a sobreestimar les cel·les amb una baixa densitat de població. Així en el darrer cas, “centres urbans propers a llindar de 50.000 habitants,” es va contactar als instituts nacionals d’estadística per tal d’ajustar la selecció dels centres urbans petits.

Identificació de les zones d’influència a través de la mobilitat obligada

Fins aquí, el que s’ha tingut en compte per crear el “centre urbà” ha estat les cel·les contigües d’alta densitat i els municipis adjacents amb 50% o més de la seva població dintre del clúster d’alta densitat (continu urbà). En ocasions, però, les àrees metropolitanes es desenvolupen de forma policèntrica i contenen nuclis densament poblats que, tot i estar separats físicament, estan integrats econòmicament. L’últim pas de la metodologia consisteix a descriure la zona d’influència de les àrees metropolitanes (OECD, 2013).

La zona d’influència es pot definir com la “zona d’atracció de treballadors” de fora del centre urbà densament poblat. S’inclouen, així, tots els municipis amb almenys el 15% dels seus residents empleats treballant en un únic centre urbà (Figura 7.6).

Figura 7.6. Com es defineix la zona de commuting – ciutat i zona de commuting (Genova).



Font: Dijkstra & Poelman, (2012).

Els percentatges de mobilitat obligada es van calcular en base a les dades recollides per Eurostat en la Ronda Cens de 2001 celebrada a SIRE (sistema d'informació infra-regional europea), per a la majoria dels països (Dijkstra & Poelman, 2012).

Particularitats de les bases de dades d'àrees metropolitanes de l'OECD i la UE

La base de dades de l'OECD inclou 29 països i 1.179 FUA de diferent mides (OECD, 2013) i es troba disponible públicament a <http://stats.oecd.org/Index.aspx?Datasetcode=CITIES>. Recull una selecció de variables socioeconòmiques i ambientals amb freqüència anual per a les 275 FUA de països de l'OECD amb una població major o igual a 500.000 habitants. L'estimació de les dades socioeconòmiques i ambientals es fa a través de metodologies de càlcul amb SIG (Milego & Ramos, 2016; Piacenti & rosina, 2012). Les fonts d'on s'extreuen les dades es detallen a OECD (2013).

La base de dades de la UE, disponible al portal web d'Eurostat, inclou 828 (grans) ciutats amb un centre urbà d'almenys 50.000 habitants de la UE (inclosa Croàcia), Suïssa, Islàndia i Noruega. Les dades sobre les ciutats europees van ser recollides en l'Auditoria Urbana (Urban Audit) i en el projecte Large City Audit. L'Auditoria Urbana compren 162 variables i 61 indicadors a nivell de FUA i ciutat (Eurostat, 2015). Els indicadors es deriven de les variables recollides pel Sistema Estadístic Europeu. Les dades es publiquen en 20 taules dins de 2 grups principals, més una taula per l'enquesta de percepció (nivell ciutat).

Referències

Dijkstra, L., Poelman, H., 2012. Cities in Europe: The new OECD-EC definition, European Commission Regional and Urban Policy Working Paper. Disponible a: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf.

- Eurostat, 2015. Urban audit Reference Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS), Eurostat Database. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/urb_esms.htm.
- Milego, R., Ramos, M.J., 2006. Espon 2013 Database, Espon Publishing.
- OECD, 2013. Definition of Functional Urban Areas (FUA) for the OECD metropolitan data base, OECD Regional Development Working Paper. Disponible a: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/Definition-of-Functional-Urban-Areas-for-the-OECD-metropolitan-database.pdf>.
- Piacentini, M., Rosina, K., 2012. Measuring the Environmental Performance of Metropolitan Areas with Geographic Information Sources, OECD Regional Development Working Paper. Disponible a: http://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/measuring-the-environmental-performance-of-metropolitan-areas-with-geographic-information-sources_5k9b9ltv87jf-en.