



Forma urbana i infraestructures de transport: teoria, evidència empírica i el cas de Barcelona

Miquel-Àngel Garcia-López, Universitat Autònoma de Barcelona. Institut d'Economia de Barcelona

1. Introducció

Les ciutats, des dels seus orígens, han jugat un paper crucial en el desenvolupament econòmic i humà. Un paper cada vegada més important i que és acompanyat per un procés de transformació de la ciutat. Els límits de la ciutat real ja no se circumscriuen en les seves fronteres administratives. Tampoc no coincideixen amb el contínuum construït. Aquests límits han de buscar-se en la intensitat dels fluxos de persones, mercaderies i informació que es produeixen en diferents parts de l'espai metropolità, tot i que pertanyin a diferents unitats administratives.

En aquest sentit, diferents disciplines acadèmiques, entre les quals l'economia urbana, posen el seu focus d'atenció en la ciutat real i proposen mètodes per definir-la i delimitar-la territorialment. L'enfocament més comú se serveix dels patrons de mobilitat residència-treball (*commuting*) per definir la ciutat en termes de mercat de treball local (Duranton, 2015). D'altres, a causa de la manca de dades de mobilitat, han optat per utilitzar informació de les imatges de satèl·lit per delimitar àrees urbanes segons la intensitat lumínica nocturna (Henderson, Squires, Storeygard i Weil, 2018, Dingel, Miscio i Davis, 2021) o la cobertura del sòl (Chowdhury, Bhaduriy i Mckee, 2018, Baragwanath, Goldblatt, Hanson i Khandelwal, 2021). Més recentment, alguns dels mètodes proposats incorporen l'ús de dades geolocalitzades i individuals dels mateixos edificis (Arribas-Bel, Garcia-López i Viladecans-Marsal, 2021, Bellefon, Combes, Duranton, Gobillon i Gorin, 2021). Per a una revisió més exhaustiva de les últimes aportacions, vegeu Duranton (2021) i Duranton i Rosenthal (2021).

Un element clau de la ciutat és la seva organització interna. L'anomenada *forma urbana* o *estructura espacial urbana* fa referència al grau de concentració de la població i de l'activitat econòmica, i la seva distribució espacial en el territori metropolità (Anas, Arnott, i Small, 1998). Les ciutats monocèntriques (Figura 1a) són les que presenten un únic centre important d'activitat econòmica i població (*Central Business District*, CBD), a partir del qual es distribueix la resta de l'activitat econòmica i de la població en assentaments amb densitats més baixes i que es redueixen a mesura que s'incrementa la distància al centre. Les ciutats policèntriques (Figura 1b) són aquelles amb diversos centres importants que són capaços d'articular i influenciar la localització de la resta d'agents en el territori. Aquests centres poden ser del mateix ordre i importància (CBDs) o bé poden ser de rang diferent i mantenir una relació jeràrquica (un CBD i un o diversos subcentres). Per últim, les ciutats disperses (Figura 1c) són aquelles que no tenen centres i, per tant, sense concentracions importants d'activitat econòmica i amb una població amb nivells baixos de densitat.

La forma urbana de les ciutats ha estat profundament estudiada per l'economia urbana. Des d'un punt de vista teòric, el model monocèntric, inicialment desenvolupat per Alonso (1964), Mills (1967) i Muth (1969), i posteriorment unificat per Brueckner (1987) i reformulat per Duranton i Puga (2015), constitueix la pedra angular a partir de la qual s'han proposat models més complexos en què el monocentrisme, el policentrisme i la dispersió són formes urbanes d'equilibri possibles que resulten de la intensitat de les forces centrípetes i centrífugues que entren en joc a la ciutat i que també justifiquen la seva existència. En el cas de l'activitat econòmica, la seva localització a dins de la ciutat està directament relacionada amb les interaccions entre les economies d'aglomeració¹ i els costos de transport de mercaderies i de persones que fomenten l'emergència d'estructures monocèntriques i policèntriques (Fujita i Ogawa, 1982). La pauta de localització de la població està estretament relacionada amb la localització de l'activitat econòmica i els llocs de treball associats,

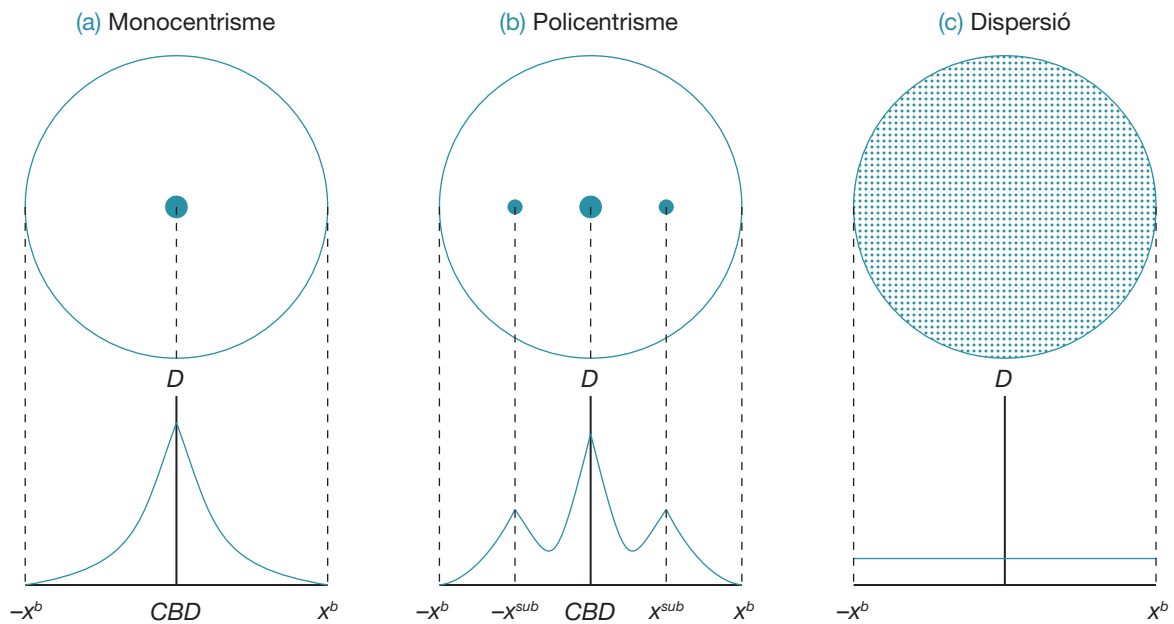
1. La necessitat de contactes presencials, els intercanvis d'informació, les externalitats tecnològiques o la varietat de productes en el consum de béns, entre altres, són exemples de fonts d'economies d'aglomeració que fomenten la formació de centres d'activitat econòmica (Anas *et al.*, 1998).



així com amb els costos de transport que han de suportar les famílies en els seus desplaçaments residència-treball. En aquest sentit, localitzacions més allunyades impliquen costos de desplaçament més grans i, com a compensació, menors preus per unitat de metre quadrat de l'habitatge, que n'incentiven el consum. En ambdós casos, per tant, les infraestructures de transport de la ciutat condicionen els costos de transport de mercaderies i persones i juguen un paper molt important en la determinació de la forma urbana de la ciutat.

Figura 1

Tipologies de forma urbana



D'una altra banda, les infraestructures de transport representen una part molt important de l'economia i, més en concret, grans quantitats de diners són destinades al transport per carretera i ferrocarril. Per exemple, en l'àmbit de la Unió Europea, el 1992 es va establir el programa Trans-European Transport Network (TEN-T) amb l'objectiu de millorar la infraestructura viària i ferroviària de la Unió (vegeu la Decisió del Consell 93/629/EEC). El cost total estimat d'aquest programa entre 2021 i 2030 se situa en 500 bilions d'euros, si només es considera la xarxa principal, i en 1,5 bilions d'euros si es considera la xarxa integral (Unió Europea, 2018). A més, el transport ha estat tradicionalment l'element més important dels Fons Estructurals i d'Inversió Europeus (24 % entre 2007 i 2013 i 20 % entre 2014 i 2020) i altres instruments de finançament, com els Fons de Cohesió i els Fons Connecting Europe, que s'han utilitzat principalment per donar suport a projectes TEN-T (Vassallo i Garrido, 2019). Donada la magnitud d'aquestes inversions, és important avaluar acuradament els impactes que generen les infraestructures de transport.

Aquest monogràfic és una síntesi de la literatura internacional teòrica i empírica més rellevant que ha tractat la relació entre la forma urbana i les infraestructures viàries i ferroviàries. Primer, en l'apartat 2 considerem l'impacte de les millores del transport sobre el conegut fenomen de suburbanització de la població. A continuació, en l'apartat 3, s'aborda la descentralització de l'activitat econòmica i l'emergència de subcentres d'ocupació que afavoreixen o reforcen formes urbanes policèntriques. En l'apartat 4 s'examina el fenomen recent de l'*sprawl* del sòl residencial. Finalment, l'apartat 5 recull una revisió de la literatura empírica que ha estudiat aquests temes en el cas de la Barcelona metropolitana. Per acabar, es presenta un resum de les principals conclusions que es poden derivar de la literatura estudiada.



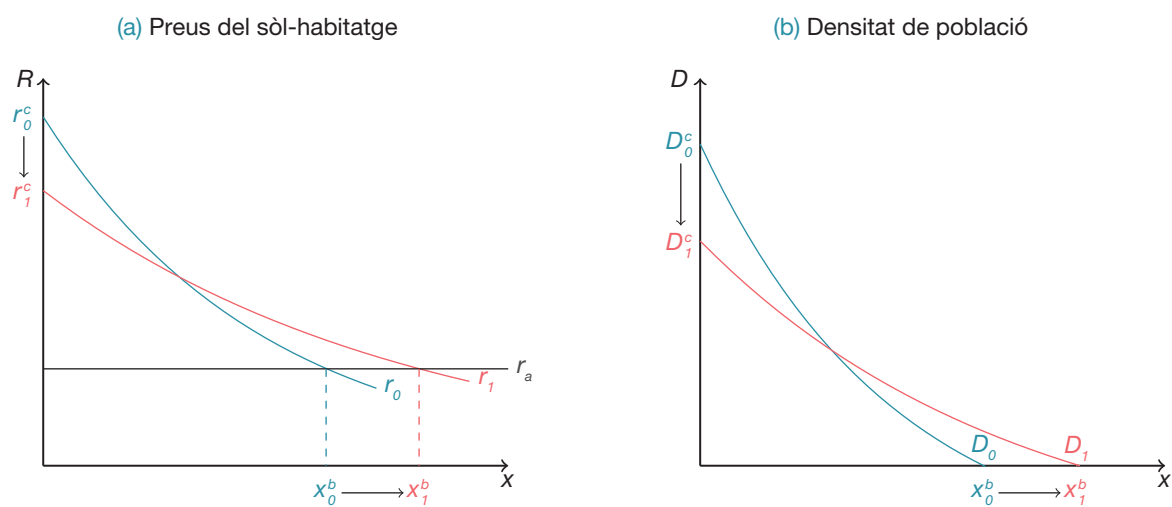
2. Suburbanització de la població

2.1. Teoria

Des de la segona meitat del segle xx, la majoria de les grans ciutats del món han estat sotmeses a un procés de suburbanització de la població caracteritzat per l'abandonament i/o pèrdua de pes del centre (CBD) en favor de localitzacions més perifèriques, suburbanes. Factors com l'abaratiment dels costos de transport, l'augment de la renda de les famílies, l'elevat preu del sòl i de l'habitatge o la mateixa planificació urbana explicarien aquests canvis en les pautes de localització de la població.

Figura 2

Suburbanització i millores en les infraestructures de transport



L'economia urbana ha estudiat aquest fenomen i el rol que juguen les infraestructures de transport. Treballs teòrics basats en el model monocèntric com el de Muth (1969), Brueckner (1987) o, més recentment, Baum-Snow (2007a) mostren que les millores en les infraestructures de transport² permeten reduir els costos marginals dels desplaçaments i, com a conseqüència, més sòl és accessible amb el mateix cost de desplaçament. En el centre, el preu del sòl-habitatge es redueix (Figura 2a) i per un efecte preu augmenta el consum de sòl-habitatge. Donat que la renda mitjana neta (després de costos de transport) augmenta, el consum de sòl-habitatge també ho fa per un efecte riquesa. Ambdós efectes, per tant, allunyen la població del centre i redueixen la densitat central (Figura 2b). En la zona suburbana, l'arribada de nova població fa augmentar el preu del sòl-habitatge (Figura 2a) i la densitat de població (Figura 2b). Si es manté el preu del sòl agrari constant, la ciutat s'expandeix i el sòl per a usos residencials s'incrementa (Figures 2a i 2b).

2.2. Evidència empírica

Empíricament, hi ha diversos estudis realitzats sobre la relació entre la millora de les infraestructures de transport i la suburbanització de la població. Els més recents, però, són els que han considerat el problema de la causalitat inversa, segons la qual la construcció i localització d'infraestructures de transport no és aleatòria, sinó que també depèn de l'evolució i la localització de la població: els planificadors poden voler servir zones amb un creixement de la població previst elevat o, alternativament, zones amb perspectives pobres.

2. Per simplificar, es considera que les rendes de les famílies es mantenen constants. Canvis en els ingressos dels individus generen canvis espacials similars als de les millores en el transport.



El treball seminal de Baum-Snow (2007b) és el primer en abordar aquesta qüestió i va considerar 139 àrees metropolitanes dels Estats Units i va analitzar l'impacte de la construcció de la xarxa interestatal d'autopistes entre 1950 i 1990. Per endreçar el problema de la causalitat inversa, l'autor fa ús de la tècnica econòmica de les variables instrumentals i, concretament, del Pla Nacional d'Autopistes Interestatals de 1947 per predir *exògenament* la xarxa d'autopistes. Aquest pla no pateix el problema de la causalitat inversa perquè es va dissenyar amb l'objectiu de connectar les principals ciutats del país, sense tenir en compte les pautes de mobilitat dins aquestes àrees metropolitanes i, més important, sense considerar els processos de suburbanització ja existents el 1947 ni els futurs. A partir d'aquesta tècnica i d'un model teòric propi (Baum-Snow, 2007a), es dissenya una estratègia empírica que mostra com la penetració de les autopistes en les ciutats centrals nord-americanes explicaria un 9 % de la reducció en la població dels centres entre 1950 i 1990³.

Treballs posteriors han seguit aquesta estratègia empírica per estudiar l'impacte de les infraestructures de transport sobre els processos de suburbanització arreu del món. Garcia-López, Holl i Viladecans-Marsal (2015a) estudien 77 àrees metropolitanes espanyoles entre 1960 i 2011. Utilitzen l'antiga xarxa de vies romanes i la de les carreteres de postes borbòniques de 1760 per predir la xarxa d'autopistes, i els autors es troben amb resultats similars al cas nord-americà: la construcció d'autopistes que surten de les ciutats centrals va provocar un descens del 8-9 % de la població central (per autopista) en els 50 anys estudiats.

Es disposa de dos treballs que van més enllà dels anteriors al considerar no només l'impacte de les autopistes, sinó també el del tren. Garcia-López, Pasidis, i Viladecans-Marsal (2015b) centren l'estudi en 579 ciutats europees entre 1961 i 2011, fan ús de les carreteres de postes europees de 1810 i del ferrocarril de 1870 per predir la xarxa d'autopistes i la xarxa ferroviària del període, respectivament, i troben que només les autopistes afecten la suburbanització de la població: cada nova autopista hauria provocat una caiguda promig del 5 % de la població central en les ciutats europees.

L'estudi de Baum-Snow, Brandt, Henderson, Turner i Zhang (2017) se centra en 257 ciutats xineses entre els anys 1990 i 2010. Utilitzen la infraestructura de transport de 1962 per predir la de 1990-2010, i els autors troben que les autopistes afecten la suburbanització de la població de dues formes diferents. Primer, com en els treballs anteriors, observen que la penetració de les autopistes en les ciutats centrals provoca una reducció de la població central (del 4 %). Segon, i això és una novetat de l'estudi, les autopistes que circumval·len les ciutats centrals també afavoreixen la suburbanització: cada autopista de circumval·lació va provocar un descens del 20 % de població central. Per últim, igual que en el cas europeu, l'estudi no troba evidència empírica favorable que els trens exerceixin un efecte suburbanitzador sobre la població de les ciutats centrals.

3. Descentralització de l'activitat econòmica i policentrisme

3.1. Teoria

Tal com s'indicava anteriorment, el model monocèntric també explica la localització de l'activitat econòmica dins de les ciutats. El treball de Mills (1967) és pioner en aquest sentit perquè introdueix el rol de les economies d'aglomeració per justificar l'existència del CBD: les empreses competeixen per localitzar-se en aquest sòl central que és escàs perquè es poden beneficiar d'aquestes economies d'aglomeració (força centrípeta). Al mateix temps, han de suportar uns costos de transport dels seus béns més elevats i compensar els seus treballadors per desplaçaments residència-treball més llargs (força centrífuga). Com a resultat, en el CBD es localitzen empreses que poden fer front a uns preus del sòl elevats i amb uns nivells elevats de densitat. A partir d'aquest CBD, el preu del sòl i la densitat de llocs de treballs es redueix a mesura que augmenta la distància

3. En el cas hipotètic d'una ciutat central circular, una autopista que creués la ciutat de punta a punta provocaria una caiguda del 18 % (=9 % × 2 rajos d'autopista) de la població central.



al CBD (Figura 1a). En aquest sentit, els costos de transport-desplaçament es veuen compensats per preus menors del sòl (a l'estil del model monocèntric de la població).

Treballs com els de Fujita i Ogawa (1982), Lucas i Rossi-Hansberg (2002) i Ahlfeldt, Redding, Sturm i Wolf (2015) van més enllà i proposen modelitzar directament les economies d'aglomeració (en comptes de pressuposar la seva existència en un punt específic de la ciutat, el CBD). Això permet als autors avaluar millor el resultat en termes de forma urbana de les diferents intensitats d'interacció entre economies d'aglomeració (força centrípeta) i costos de transport (força centrífuga). En aquest tipus de model *endogen* de ciutat, qualsevol forma urbana és possible: el monocentrisme (Figura 1a), el policentrisme (Figura 1b) i la dispersió (Figura 1c).

Tant en el model monocèntric estàndard com en els models endògens de ciutat (monocèntrica), qualsevol millora en la infraestructura de transport que representi un estalvi en els costos associats, generarà un procés de descentralització de l'activitat econòmica. Aquest procés, similar al de la suburbanització de la població, es caracteritza per una relocalització de l'activitat econòmica des del centre, que perd importància, cap a àrees més perifèriques de la ciutat. Com a resultat, els preus del sòl i la densitat d'activitat econòmica es redueixen en el centre i s'incrementen en la perifèria (a l'estil de les Figures 2a i 2b).

Figura 3

Millores en les infraestructures de transport i subcentres de descentralització

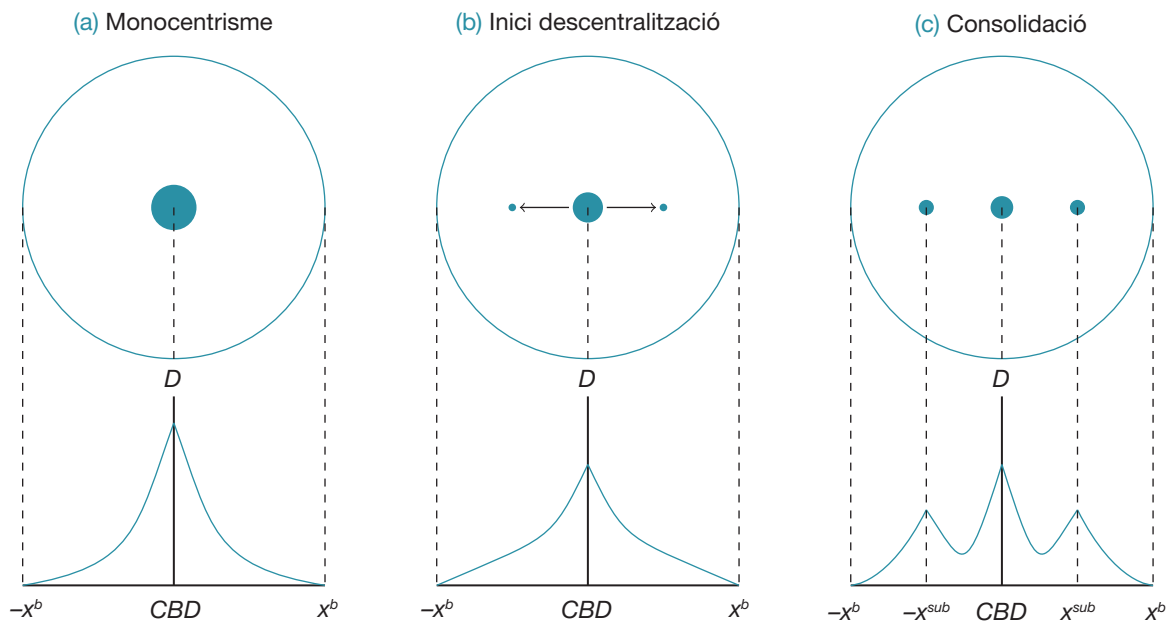




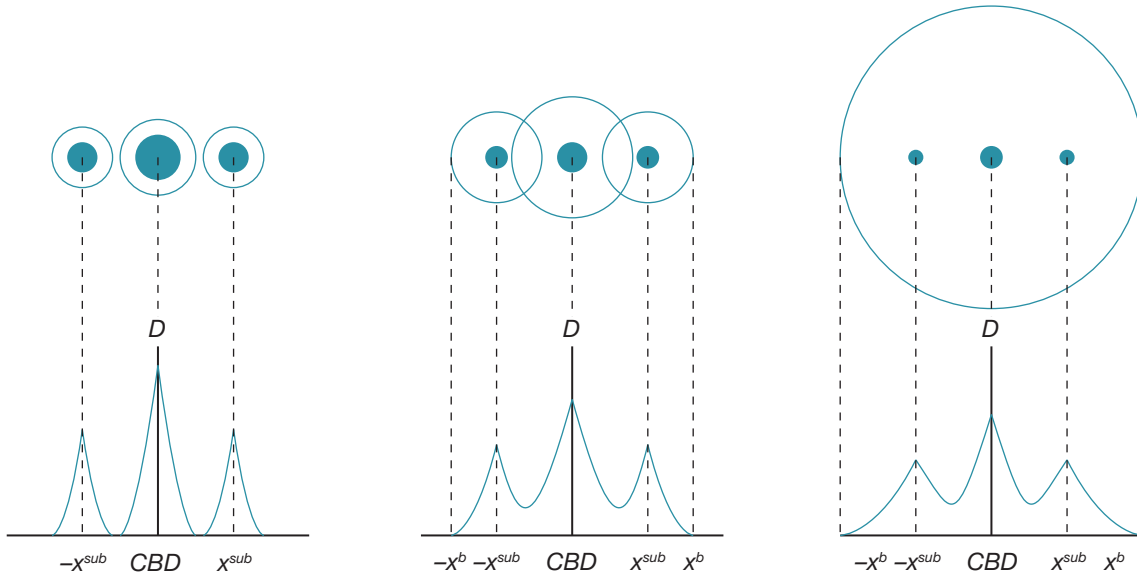
Figura 4

Millores en les infraestructures de transport i subcentres d'integració

(a) Ciutats monocèntriques aïllades

(b) Iníci integració

(c) Consolidació ciutat policèntrica



La descentralització de l'activitat econòmica produïda per les millores en la infraestructura de transport, pot donar origen a una ciutat amb una forma urbana policèntrica quan les economies d'aglomeració del CBD es poden reproduir més enllà d'aquest centre. La Figura 3 mostra l'evolució d'una ciutat que inicialment és monocèntrica (Figura 3a), que es veu afectada per un procés de descentralització de l'activitat econòmica cap a dues localitzacions de la perifèria de la ciutat (Figura 3b) i que, amb el pas del temps, es consolida com una ciutat policèntrica amb un CBD i dos subcentres⁴ (Figura 3c).

El policentrisme també pot ser el resultat d'un procés d'integració d'àrees metropolitanes (Figura 4). En aquest sentit, diverses ciutats monocèntriques podrien *convivre* aïlladament les unes de les altres (Figura 4a). Unes millores en la infraestructura de transport podrien iniciar processos de descentralització de l'activitat econòmica (i de la població) en les tres ciutats i el solapament de les seves àrees metropolitanes (Figura 4b). Amb el pas del temps, les àrees serien completament integrades i es consolidaria una ciutat policèntrica amb un CBD i dos subcentres (Figura 4c).

3.2. Evidència empírica

La literatura empírica sobre el tema confirma el paper de les infraestructures de transport i les seves millores en els processos de descentralització de l'activitat econòmica. En el cas dels Estats Units, Baum-Snow (2010, 2020) complementen el treball sobre població de 2007 amb l'anàlisi de l'impacte de la construcció de la xarxa d'autopistes interestatals entre 1960 i 2000 en els desplaçaments residència-treball i, en particular, en la descentralització de la població treballadora i de l'activitat econòmica. Adreçant el problema de la causalitat inversa amb la tècnica de variables instrumentals i el Pla Nacional d'Autopistes Interestatals de 1947, l'autor troba que cada autopista construïda va propiciar una reducció del 14 % de la població treballadora de les ciutats centrals i que va desplaçar cap als suburbis un 6 % dels llocs de treball. A més, les autopistes també són responsables d'una caiguda en els desplaçaments des dels suburbis cap a la ciutat central i d'un augment dels desplaçaments dins els suburbis. Conjuntament, els resultats sobre població, activitat econòmica i desplaçaments residència-treball indiquen que la forma

4. Com a alternativa, es podria formar una ciutat policèntrica amb tres CBDs o amb dos CBDs i un subcentre.



principal amb què les autopistes van provocar disminucions de la població de les ciutats centrals, va ser persuadir els que havien viscut i treballat en les ciutats centrals a viure i treballar en les zones suburbanes.

En el cas de la Xina i les 257 ciutats esmentades anteriorment, Baum-Snow *et al.* (2017) troben que ferrocarrils i autopistes van afectar la descentralització de l'activitat econòmica entre 1990 i 2010. Concretament, cada línia radial de ferrocarril hauria reduït el 20 % del VAB de manufactura de les ciutats centrals, mentre que les autopistes de circumval·lació haurien desplaçat el 50 % cap als suburbis. De la mateixa manera, les autopistes radials haurien provocat la descentralització de llocs de treball de serveis, els ferrocarrils radials, la de la manufactura, i les autopistes de circumval·lació, la descentralització d'ambdós grans sectors.

Tal com Duranton i Puga (2015) assenyalen, l'evidència empírica sobre els determinants del policentrisme és molt escassa i, de fet, només hi ha dos treballs que analitzen el rol de les infraestructures de transport en l'emergència de subcentres d'activitat econòmica. El primer treball és el de McMillen i Smith (2003), que fa ús de dades desagregades espacialment per identificar subcentres de llocs de treball en 62 ciutats dels Estats Units i estudiar la connexió entre transport i subcentres. Pel fet que només fan ús de dades per a 1990, l'estudi se centra en els factors relacionats amb el nombre de subcentres i no amb la seva formació. Els resultats que obtenen confirmen la relació positiva entre les infraestructures de transport (i els costos associats) i el nombre de subcentres, tal com prediu el model de Fujita i Ogawa (1982). Aquesta relació, no obstant això, no és de causalitat, ja que els autors no adrecen el problema de causalitat inversa entre les dues variables: és possible que el planificador construeixi una major/menor infraestructura de transport allà on hi ha un major/menor nombre de subcentres.

El segon treball està centrat en la ciutat de París. Garcia-López, Hémet i Viladecans-Marsal (2017a) estudien l'impacte de les millores en les infraestructures de transport i, en particular, del ferrocarril sobre la formació de subcentres d'activitat econòmica entre 1968 i 2010. En primer lloc, els autors mostren que la descentralització de l'activitat econòmica del període va reforçar la naturalesa policèntrica de París amb creixements tant en el nombre de subcentres com en el dels llocs de treball que concentren. En segon lloc, adrecen el problema de la causalitat inversa fent ús d'informació històrica de la xarxa ferroviària (1870) per predir la xarxa ferroviària entre 1968 i 2010. Els resultats que obtenen mostren clarament l'impacte positiu d'aquest tipus d'infraestructura en la formació de subcentres. Concretament, els autors sostenen que la presència d'una estació de tren augmenta la probabilitat que un municipi suburbà esdevingui (part d'un) subcentre en un 5 % i que un augment del 10 % en la proximitat del municipi a una estació suburbana provoca un augment del 3 % en la seva probabilitat de esdevenir (part d') un subcentre. Quan es diferencia entre el tren suburbà convencional i el RER (Réseau Express Régional), els efectes del RER són molt superiors: la presència d'una estació de RER i el fet d'aproximar-se un 10 % a una estació de RER, augmenten la probabilitat d'esdevenir (part d'un) subcentre en un 10 % i un 5 %, respectivament.

4. *Sprawl* residencial

4.1. Teoria

L'*sprawl* i la suburbanització són conceptes coneguts que, tot i estar relacionats, difereixen. Tal com s'indicava anteriorment, la suburbanització fa referència als canvis en les pautes de localització de la població dins de les ciutats i, en particular, a un canvi de localització de la població de les ciutats centrals cap als seus suburbis. En termes de desenvolupament del sòl residencial, aquesta relocalització pot seguir diferents pautes. En primer lloc, la població suburbanitzada pot establir-se als suburbis en sòls residencials prèviament desenvolupats, augmentant la seva intensitat d'ús, però sense canviar la pauta espacial inicial del sòl residencial (Figura 5a). En segon lloc, es pot desenvolupar nou sòl residencial al costat de desenvolupaments anteriors, amb l'ampliació de la ciutat de manera contínua i compacta (Figures 5b i 5c). Finalment, els nous desenvolupaments de sòl residencial poden estar més fragmentats, dispersos i aïllats en la perifèria (Figura 5d). Per bé

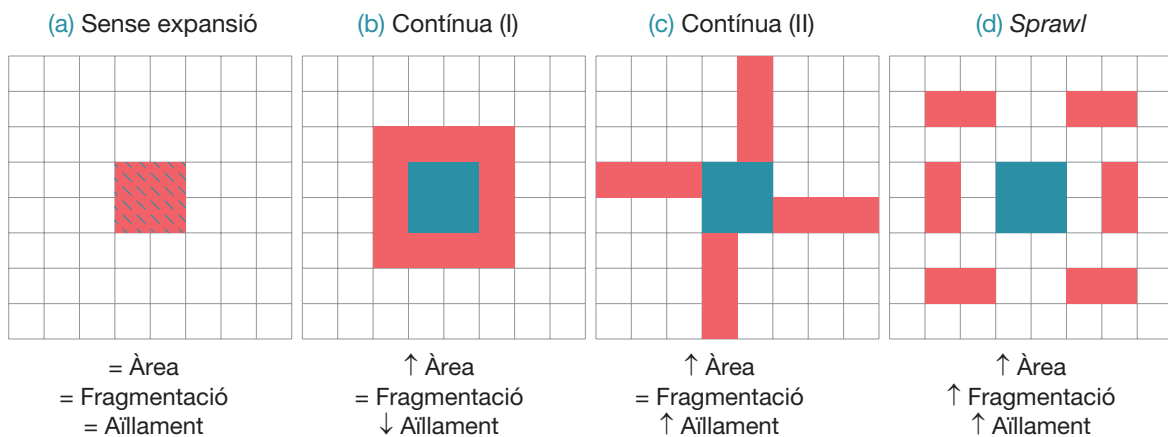


que les primeres pautes espacials estan relacionades amb el desenvolupament de sòl de forma compacta, l'última descriu una pauta d'*sprawl*.

Com destaquen Ahlfeldt i Pietrostefani (2019) i OECD (2018), l'*sprawl* és al centre del debat polític a causa dels seus impactes econòmics, ambientals i socials. Les ciutats europees han estat tradicionalment assentaments amb una densitat més alta i amb un sòl residencial més continu que les ciutats nord-americanes. No obstant això, les ciutats europees eren més compactes a mitjan dels anys cinquanta que avui. Concretament, entre el 1990 i el 2012, el sòl residencial d'aquestes ciutats va augmentar un 12 % i la seva densitat va disminuir un 3 %. El nou sòl residencial desenvolupat està més fragmentat i el nombre de parcel·les residencials s'ha incrementat un 17 %. Atès que aquestes tendències s'acceleren, hi ha certa preocupació sobre la compacitat futura de les ciutats europees (Couch, Leontidou i Petschel-Held, 2007, Arribas-Bel, Nijkamp i Scholten, 2011).

Figura 5

Possibles pautes d'expansió residencial



Nota: Les àrees en blau fan referència al sòl residencial desenvolupat inicialment (seguint una pauta contínua i compacta). Les àrees vermelles fan referència als nous assentaments residencials.

Des d'un punt de vista teòric, el model monocèntric *pur* no considera una pauta de localització associada a l'*sprawl*. Això és degut a la caracterització que es fa de la infraestructura de transport. Aquesta es defineix com de tipus radial, no limitada per accessos, que abasta tota la ciutat de la mateixa manera i, com a tal, proporciona el mateix grau d'accessibilitat al CBD des de qualsevol punt de la ciutat situat a la mateixa distància d'aquest centre. Aquesta distribució espacial homogènia i contínua de la infraestructura de transport condueix a (1) un desenvolupament continu (i no fragmentat) de sòl per a usos residencials i (2) una reducció homogènia de la intensitat d'ús del sòl (és a dir, de la densitat de població) a mesura que ens allunyem del CBD.

Anas i Moses (1979) i, en particular, Baum-Snow (2007a) amplien el model monocèntric en considerar dues infraestructures de transport que competeixen. En primer lloc, la infraestructura de transport *clàssica* del model monocèntric, basada en una xarxa densa de carreteres radials que connecten homogèniament el territori amb el CBD. En segon lloc, una xarxa ferroviària d'alta velocitat (Anas i Moses, 1979) o una xarxa d'autopistes (Baum-Snow, 2007a) basades en corredors radials dispersos localitzats només en determinades zones de la ciutat. Depenent del cost dels modes de transport alternatius, els autors troben que la població es localitza al llarg del corredors *ràpids*, on augmenten el preu del sòl-habitatge i les densitats a prop dels corredors, i es redueixen en altres zones. Tal com mostren Anas i Moses (1979) a través de diversos exemples gràfics, el sòl residencial de la ciutat, la seva grandària i la seva forma depenen de la grandària i de la forma de les seves xarxes de transport.

En els estudis esmentats, el sòl residencial de la ciutat encara és continu (i no fragmentat) perquè els autors assumeixen que es pot accedir a autopistes i ferrocarrils des de qualsevol punt de la



xarxa. Per contra, si suposem que només es pot accedir a aquestes infraestructures a través dels seus punts d'accés (rampes d'autopistes i estacions de ferrocarril), la població i el sòl residencial tendiran a localitzar-se al voltant d'aquests accessos (i no al llarg de tota la infraestructura) i, com a resultat, el desenvolupament del sòl residencial serà de forma fragmentada (i no contínua). Per tant, el grau de fragmentació del sòl residencial també depèn de les xarxes de transport i, concretament, de la seva tipologia d'accessos.

4.2. Evidència empírica

Tot i que diversos estudis han documentat el fenomen de l'*sprawl* residencial als Estats Units (Brueckner i Fansler, 1983, Burchfield, Overman, Puga i Turner, 2006, McGrath, 2005, Paulsen, 2012), la Xina (Deng, Huang, Roxell i Uchida, 2008), Europa (Oueslati, Alvanides i Garrod, 2015, Garcia-López, 2019) i, fins i tot, per a tot el món (Angel, Parent i Civco, 2012), la literatura sobre els seus determinants i, en particular, sobre els efectes del transport continua sent escassa.

La majoria dels treballs estudien l'impacte del transport (costos) sobre la grandària de les ciutats en termes de superfície desenvolupada. En una mostra de 40 àrees urbanes dels Estats Units el 1970, Brueckner i Fansler (1983) no troben cap efecte significatiu del transport mesurat amb el percentatge de llars que disposen d'automòbils i el percentatge de viatgers que utilitzen el transport públic. Per contra, McGrath (2005) emprà tècniques de dades de panell amb una mostra de 33 grans ciutats dels Estats Units entre 1950 i 1990 i troba un efecte negatiu significatiu de l'IPC del transport privat. Al centrar-se en regions xineses, Deng *et al.* (2008) detecten efectes positius significatius de la densitat d'autopistes sobre la superfície construïda de nuclis urbans el 1988, 1995 i 2000. De la mateixa manera, Oueslati *et al.* (2015) troben efectes positius significatius en la densitat regional d'autopistes de 282 ciutats europees en els anys 1990, 2000 i 2006.

Només Oueslati *et al.* (2015) estudien l'impacte del transport en el grau de fragmentació del sòl mesurat com a relació entre el nombre de parcel·les de sòl urbà i la superfície total desenvolupada. A diferència dels seus resultats sobre el sòl desenvolupat, no troben cap efecte significatiu de la densitat d'autopistes sobre el grau de fragmentació de la ciutat.

Burchfield *et al.* (2006) i Angel *et al.* (2012) estudien l'impacte de les infraestructures de transport en el percentatge de sòl no desenvolupat que envolta les parcel·les de sòl desenvolupat. Utilitzant la densitat de carreteres suburbanas com a variable rellevant, Burchfield *et al.* (2006) no troben cap efecte significatiu en 275 àrees metropolitanes dels Estats Units entre 1976 i 1992. En canvi, Angel *et al.* (2012) troben que un major nombre d'automòbils en propietat fomenta desenvolupaments compactes i, com a resultat, redueix el grau d'aïllament en 120 ciutats del món. Els autors suggereixen que aquest resultat sorgeix quan el transport privat complementa el transport públic (ferrocarrils, autobusos) i els nous desenvolupaments de sòl residencial es concentren al voltant dels seus punts d'accés (estacions de ferrocarril, parades d'autobús).

Per últim, el treball de Garcia-López (2019) se centra en 579 ciutats europees entre 1990 i 2012 i millora l'evidència empírica prèvia. Primer, al considerar les diferents dimensions de l'*sprawl* residencial: àrea, fragmentació i aïllament. Segon, en utilitzar variables que mesuren directament les infraestructures de transport: quilòmetres d'autopistes i quilòmetres de línies de ferrocarril. Tercer, al corregir problemes de causalitat inversa fent ús de la tècnica de variables instrumentals i, en particular, dels quilòmetres de calçades romanes, carreteres de postes de 1810 i línies de ferrocarril de 1870 per predir les xarxes d'autopistes i ferrocarrils europeus del període estudiat. Els resultats obtinguts mostren clarament un efecte positiu i significatiu de les infraestructures de transport sobre l'*sprawl* residencial: augments en els estocs d'autopistes i ferrocarrils causen augments en la superfície desenvolupada com a sòl residencial (augment de l'àrea), en el nombre de parcel·les residencials (augment del grau de fragmentació) i en els percentatges de sòl no desenvolupat que hi ha al voltant de les parcel·les residencials (augment del grau d'aïllament) similars als exposats en la Figura 5d.



5. El cas de Barcelona

5.1. La ciutat

La ciutat de Barcelona és un molt bon exemple de com la delimitació i la forma urbana de les ciutats poden ser diferents segons com es defineixi el concepte de ciutat. Per exemple, si només es consideren definicions administratives, la ciutat de Barcelona es pot associar al seu municipi, a l'Àrea Metropolitana Barcelona (AMB, 37 municipis) o a la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB, 164 municipis). Precisament, aquesta última definició coincideix amb la que s'obté de considerar els fluxos econòmics i laborals entre els municipis que la integren i, en conseqüència, ha estat la més utilitzada en els estudis que des de la perspectiva de l'economia urbana han analitzat i caracteritzat la forma urbana de la ciutat.

L'any 2019, la Barcelona metropolitana (la RMB) tenia una població de més de 4,8 milions d'habitants, una extensió geogràfica de 2.464 km² amb un radi d'uns 55 km i una densitat bruta total de 1.937 habitants per km². La RMB ha estat definida com una regió urbana discontinua, parcialment dispersa, complexa i diversa (Font, Llop i Vilanova, 1999). Conté un municipi central, Barcelona, amb més d'1,6 milions d'habitants, una primera corona metropolitana extremament densa i urbanitzada amb grans blocs d'habitatges, i una segona corona que combina l'ús residencial (amb nivells de densitat significativament inferiors als de la primera corona) amb l'ús industrial. Més enllà de la segona corona, es pot trobar un grup de ciutats mitjanes i alguns corredors metropolitans on es barregen els usos rurals i urbans. En altres paraules, la RMB inclou una regió central, Barcelona i les seves ciutats adjacents, i sis comarques que convergeixen en falca i on conviuen ciutats mitjanes amb més de mil anys d'antiguitat i d'altres amb un desenvolupament econòmic més recent.

La Barcelona metropolitana s'articula al voltant d'una xarxa de transport marcadament radial que connecta el centre metropolità amb les principals aglomeracions de població i d'activitat econòmica de la regió metropolitana (Figura 6). El sistema viari principal es basa en més de 500 km de carreteres principals ràpides i d'alta capacitat (A2, AP2, AP7, C16, C32, C33, C58, C60, B10 i B20) amb accés limitat per rampes (entrades-sortides). Tot i que les primeres autopistes daten de final dels anys seixanta i començament dels setanta, no és fins als vuitanta que s'impulsa la construcció d'aquest tipus de vies a escala estatal, amb el Plan General de Carreteras de 1983, i en l'àmbit català, amb el Pla de Carreteres de Catalunya de 1985. El primer pla es va centrar en connectar les ciutats espanyoles més grans amb Madrid, per tal d'alleugerir la congestió dels trams més conflictius (Holl, 2011). El segon pla es va centrar en connectar les ciutats catalanes metropolitanes i no metropolitanes amb Barcelona per tal de millorar els seus nivells d'accessibilitat i contenir el creixement metropolità. Des de començament dels noranta fins a l'actualitat, s'han realitzat millores a la xarxa que han passat per l'ampliació d'autopistes (per exemple, C32 Nord i A2), la construcció de nous accessos (per exemple, AP7 Nord), la construcció de noves autopistes (per exemple, C32 Sud, C33 i C60) o la construcció de les Rondes de Dalt (B20) i Litoral (B10).

El sistema ferroviari de la RMB es basa en una xarxa de metro i diverses línies ferroviàries (FGC i RENFE) (Figura 6). El metro presta servei al municipi de Barcelona i a alguns municipis de la conurbació (del CBD). Les línies de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya donen servei a Barcelona, a alguns municipis del CBD i a algunes comarques més properes a Barcelona. Les línies de ferrocarril de RENFE formen part del sistema ferroviari nacional i connecten Barcelona amb altres municipis de la regió (serveis metropolitans de curta distància) i la resta del país (serveis de llarga distància). La primera línia de ferrocarril es va inaugurar el 1848 i connectava Barcelona i Mataró, un dels seus principals subcentres. La xarxa bàsica es va completar durant la segona meitat del segle XIX i la majoria de les estacions que no eren de metro es van construir durant aquest període. La primera línia de metro es va inaugurar el 1924 i la majoria de les seves estacions actuals es van construir abans dels Jocs Olímpics del 1992. No obstant això, en els darrers anys s'ha impulsat el creixement de la xarxa ferroviària, sobretot la de metro.

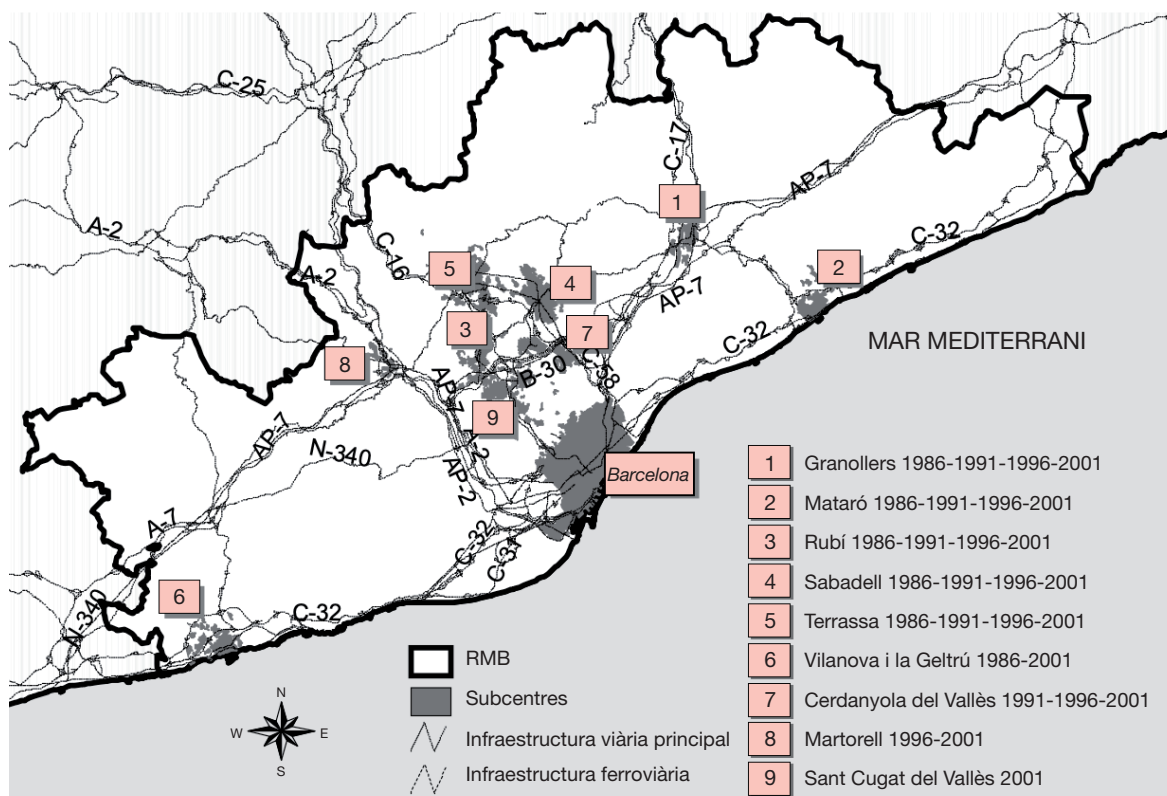
5.2. Forma urbana

Barcelona també ha estat definida com una ciutat policèntrica. En aquest sentit, diversos estudis han utilitzat mètodes de l'economia urbana per identificar (sub)centres d'activitat econòmica i de població en la Barcelona metropolitana. Els treballs de Muñiz, Galindo i Garcia-López (2003), Muñiz, Garcia-López i Galindo (2008), Garcia-López i Muñiz (2010) i Garcia-López (2010), entre d'altres, mostren una forma urbana amb un gran centre d'activitat econòmica i de població, Barcelona i la seva conurbació, i diversos subcentres d'activitat econòmica i població (Figura 6). Alguns d'aquests subcentres, com Mataró i Terrassa, inicialment eren ciutats *independents* que amb el temps van quedar integrades en el mercat de treball local de Barcelona. Per contra, altres ciutats com Cerdanyola o Martorell van esdevenir subcentres com a conseqüència de la descentralització de l'activitat econòmica des de l'àrea central.

Conjuntament, Barcelona i els seus subcentres són capaços d'articular tot el territori metropolità. És a dir, la localització de la població i de l'activitat econòmica a la resta de la ciutat pren com a referència aquests centres. Com a resultat, les densitats de població i d'activitat econòmica són més grans en aquests centres i es redueixen a mesura que augmenta la distància envers ells (a l'estil de la Figura 1b). Muñiz *et al.* (2008), Garcia-López i Muñiz (2010), Garcia-López (2010) i Garcia-López (2012a) verifiquen empíricament aquestes afirmacions i estimen l'impacte de les distàncies al CBD (Barcelona) i als subcentres sobre les densitats. Garcia-López i Muñiz (2010) utilitzen dades de llocs de treball localitzats de 1986 i 2001 a escala municipal. Muñiz *et al.* (2008), Garcia-López (2010) i Garcia-López (2012a) fan ús de dades de població de la secció censal per a 1991 i 2001/06.

Figura 6

La Barcelona metropolitana: forma urbana i infraestructures de transport.



Muñiz *et al.* (2008), Garcia-López (2010) i Garcia-López i Muñiz (2010) també estudien la relació entre la infraestructura de transport i la localització de la població i de l'activitat econòmica a la RMB. Sense distingir entre la xarxa viària i la ferroviària, els tres treballs incorporen la distància de



la infraestructura de transport més propera al seu model de regressió (on també hi ha les distàncies al CBD i als subcentres). Els resultats mostren com les densitats de població i les d'activitat econòmica són més grans a prop de les principals infraestructures de transport i es redueixen a mesura que se n'allunyen.

En conjunt, els resultats sobre els centres i sobre les infraestructures de transport demostren empíricament la influència de CBD, subcentres i xarxes de transport en les pautes de localització intrametropolitana dels agents econòmics en la Barcelona metropolitana.

5.3. Canvis en la forma urbana i infraestructures de transport

La Barcelona metropolitana, tal com s'indicava anteriorment, des dels anys vuitanta ha experimentat millores substancials en la infraestructura de transport que, segons els estudis, explicarien part dels canvis en la seva forma urbana.

El treball de Garcia-López (2012b) és el primer en la literatura en considerar una única ciutat per estudiar la relació de causalitat entre les millores en les infraestructures de transport i la suburbanització de la població. Concretament, se centra en el cas de la Barcelona metropolitana (RMB) formada per Barcelona municipi, com a centre, els subcentres de població identificats per Garcia-López (2010) i la resta del territori metropolità. El treball utilitza dades de població d'àmbit de secció censal entre 1991 i 2006, i fa ús de tècniques econòmiques per estimar l'impacte dels canvis en la proximitat als accessos d'autopistes (rampes) i de ferrocarrils (estacions). Per resoldre l'esmentat problema de la causalitat inversa, l'autor fa ús de variables instrumentals en què les distàncies a les infraestructures històriques de transport (calçades romanes, carreteres principals i ferrocarrils del segle XIX) prediuen els canvis en les infraestructures modernes.

Els resultats obtinguts verifiquen els comentats anteriorment de Baum-Snow (2007b) i Garcia-López *et al.* (2015a), entre d'altres, en l'àmbit d'interciutat: les millores en autopistes també han incentivat la suburbanització de la població a Barcelona i han propiciat una caiguda de les densitats centrals.

D'una altra banda, l'estudi també aporta resultats nous a la literatura. En primer lloc, el transport ferroviari afavoreix el creixement de la població en localitzacions del CBD properes a les estacions. Segon, les millores en autopistes i ferrocarrils han afavorit el creixement de la població de les zones suburbanes, en particular, en zones situades més enllà dels subcentres. Tercer, el creixement de la població es produeix a prop de les noves infraestructures de transport i lluny de les velles.⁵

A conclusions similars arriben Muñoz *et al.* (2008) i Garcia-López (2010) utilitzant mètodes econòmics sense tenir en compte ni resoldre el problema de causalitat inversa entre infraestructures de transport i densitats. Tal com es comentava en aquest mateix apartat, aquests autors estimen l'impacte de la proximitat als centres i a les infraestructures de transport sobre la densitat de població en diferents anys. Amb la comparació de coeficients estimats per a cada any, aquests autors troben evidència empírica indirecta sobre el creixement suburbà de la població a prop de subcentres i infraestructures.

Pel cas de la descentralització de l'activitat econòmica i la formació de subcentres, el treball de Garcia-López i Muñoz (2010) aporta evidència empírica indirecta sobre la influència de les infraestructures de transport. En aquest sentit, sense corregir el problema de la causalitat inversa, els autors observen que el creixement dels llocs de treball es produeix a prop de subcentres i d'infraestructures de transport. És més, l'aparició de nous subcentres d'activitat està estretament vinculada a l'expansió de les infraestructures de transport que permeten millorar el grau d'accessibilitat d'aquests subcentres de la ciutat.

Per últim, en termes d'*sprawl* residencial, el treball de Garcia-López (2012a) també explora la influència de centres i infraestructures de transport sobre els canvis en les pautes de localització

5. Aquests resultats són similars als que dos anys després van obtenir Garcia-López, Hémet i Viladecans-Marsal (2017b) en el seu estudi sobre l'àrea metropolitana de París. En aquest sentit, el creixement de la població també es dirigeix cap a les noves estacions del ferrocarril que es construeixen en les zones suburbanes allunyades dels subcentres.



del sòl residencial dins la Barcelona metropolitana. Sense corregir el problema de la causalitat inversa i considerant només la dimensió d'àrea del fenomen, el treball mostra que entre 1991 i 2006 el sòl residencial de la ciutat va créixer a prop dels subcentres i de les infraestructures de transport.

En conjunt, tots aquests resultats apunten en una mateixa direcció: les infraestructures de transport han determinat la forma urbana de la Barcelona metropolitana, així com els canvis que ha experimentat en les últimes dècades en termes de suburbanització de la població, descentralització de l'activitat econòmica i policentrisme, i *sprawl* residencial.

6. Conclusions

La forma urbana d'una ciutat està directament relacionada amb els seus resultats econòmics, mediambientals i socials. Potenciar els resultats positius i reduir els negatius passa per l'aplicació de polítiques que permetin redirigir la forma urbana de la ciutat. El pas previ necessari en la formulació d'aquestes polítiques és l'estudi i coneixement dels determinants d'aquesta forma urbana.

En aquest monogràfic hem fet un repàs a la literatura que ha estudiat la forma urbana tant des del punt de vista teòric com des de l'empíric en el context de l'economia urbana. En concret, hem analitzat el paper jugat per les (milliores en les) infraestructures del transport viari i ferroviari en (els canvis en) les pautes de localització de la població i de l'activitat econòmica en entorns urbans. A més, hem revisat l'evidència empírica disponible per a la Barcelona metropolitana.

Els resultats teòrics i empírics són clars i rotunds: les decisions d'on viure, treballar, consumir o produir depenen crucialment de les infraestructures de transport i, per tant, qualsevol canvi en aquestes afectarà les pautes de localització dels agents econòmics.

Concretament, les milliores en les infraestructures de transport incentiven processos de suburbanització de la població i de descentralització de l'activitat econòmica allí on els centres tradicionals perden població i activitat econòmica en favor d'àrees més suburbanes.

Aquesta suburbanització-descentralització pot ser concentrada al llarg de les (noves) infraestructures de transport i/o dels seus accessos (rampes, estacions). En aquest últim cas, a mesura que passi el temps algunes d'aquestes concentracions esdevindran subcentres i, per tant, donaran pas a una forma urbana policèntrica. En aquesta *nova* forma urbana, tant els (sub)centres d'activitat econòmica com les infraestructures de transport articularien la localització de població i empreses en la resta del territori metropolità.

Per últim, les milliores en les infraestructures de transport també incentiven un major *sprawl* residencial, és a dir, l'aparició d'un patró de consum de sòl residencial de més baixa densitat, fragmentat i amb un major grau d'aïllament respecte a la resta d'assentaments residencials.

En l'actualitat, alguns dels problemes més greus que afecten les ciutats estan precisament associats a les infraestructures de transport i al seu ús: la congestió viària i la pol·lució. El disseny de polítiques públiques amb l'objectiu de mitigar aquests problemes hauria de tenir en compte també cadascun dels efectes considerats en aquest monogràfic.

Referències

- Ahlfeldt, Gabriel i Elisabetta Pietrostefani. 2019. The economic effects of density: A synthesis. *Journal of Urban Economics* 111: 93–107.
- Ahlfeldt, Gabriel M., Stephen J. Redding, Daniel M. Sturm i Nikolaus Wolf. 2015. The economics of density: Evidence from the Berlin wall. *Econometrica* 83(6): 2127–2189.



- Alonso, William. 1964. *Location and Land Use. Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anas, Alex, Richard Arnott i Kenneth A. Small. 1998. Urban spatial structure. *Journal of Economic Literature* 36(3): 1426–1464.
- Anas, Alex i Leon N. Moses. 1979. Mode choice, transport structure and urban land use. *Journal of Urban Economics* 6(2): 228–246.
- Angel, Shlomo, Jason Parent i Daniel L Civco. 2012. The fragmentation of urban landscapes: global evidence of a key attribute of the spatial structure of cities, 1990–2000. *Environment and Urbanization* 24(1): 249–283.
- Arribas-Bel, Daniel, Miquel-Àngel Garcia-López i Elisabet Viladecans-Marsal. 2021. Building(s and) cities: Delineating urban areas with a machine learning algorithm. *Journal of Urban Economics* 125: 103217.
- Arribas-Bel, Daniel, Peter Nijkamp i Henk J. Scholten. 2011. Multidimensional urban sprawl in Europe: A self-organizing map approach. *Computers, Environment and Urban Systems* 35(4): 263–275.
- Baragwanath, Kathryn, Ran Goldblatt, Gordon Hanson i Amit K. Khandelwal. 2021. Detecting urban markets with satellite imagery: An application to India. *Journal of Urban Economics* 125: 103173.
- Baum-Snow, Nathaniel. 2007a. Suburbanization and transportation in the monocentric model. *Journal of Urban Economics* 62(3): 405–423.
- Baum-Snow, Nathaniel. 2007b. Did highways cause suburbanization? *The Quarterly Journal of Economics* 122(2): 775–805.
- Baum-Snow, Nathaniel. 2010. Changes in transportation infrastructure and commuting patterns in US metropolitan areas 1960–2000. *American Economic Review Papers & Proceedings* 100: 378–382.
- Baum-Snow, Nathaniel. 2020. Urban Transport Expansions and Changes in the Spatial Structure of U.S. Cities: Implications for Productivity and Welfare. *The Review of Economics and Statistics* 102(5): 929–945. url https://doi.org/10.1162/rest_a_00855.
- Baum-Snow, Nathaniel, Loren Brandt, J. Vernon Henderson, Matthew A. Turner i Qinghua Zhang. 2017. Roads, railroads and decentralization of chinese cities. *Review of Economics and Statistics* 99(3): 435–448.
- Brueckner, Jan K. 1987. Urban areas with decentralized employment: Theory and empirical work. In E.S. Mills (ed.) *Handbook of Regional and Urban Economics Vol. 2: Urban Economics*. Amsterdam: North-Holland, 821–845.
- Brueckner, Jan K. i David A. Fansler. 1983. The economics of urban sprawl: Theory and evidence on the spatial sizes of cities. *Review of Economics and Statistics* 65(3): 479–482.
- Burchfield, Marcy, Henry G. Overman, Diego Puga i Matthew A. Turner. 2006. Causes of sprawl: A portrait from space. *The Quarterly Journal of Economics* 121(2): 587–633.
- Chowdhury, Pranab K. Roy, Budhendra L. Bhaduriy i Jacob J. Mckee. 2018. Estimating urban areas: New insights from very high-resolution human settlement data. *Remote Sensing Applications Society and Environment*, 10: 93–103.
- Couch, Chris, Lila Leontidou i Gerhard Petschel-Held. 2007. *Urban Sprawl in Europe: Landscapes. Land-Use Change and Policy*. Blackwell Publishing Ltd. de Bellefon, Marie-Pierre, Pierre-Philippe Combes, Gilles Duranton, Laurent Gobillon, and Clément Gorin. 2021. Delineating urban areas using building density. *Journal of Urban Economics* 125: 103226.
- Deng, Xhiangzheng, Jikun Huang, Scott Roxell i Emi Uchida. 2008. Growth, population and industrialization, and urban land expansion in China. *Journal of Urban Economics* 63: 96–115.
- Dingel, Jonathan I., Antonio Miscio i Donald R. Davis. 2021. Cities, lights, and skills in developing economies. *Journal of Urban Economics* 125: 103174.
- Duranton, Gilles. 2015. Delineating metropolitan areas: Measuring spatial labour market networks through commuting patterns. In Tsutomu Watanabe, Ichihiro Usegi, and Arito Ono (eds.) *The Economics of Interfirm Networks*. Springer, Tokyo, 107–133.
- Duranton, Gilles. 2021. Classifying locations and delineating space: An introduction. *Journal of Urban Economics* 125: 103353.
- Duranton, Gilles i Diego Puga. 2015. Urban land use. In Gilles Duranton, J. Vernon Henderson, i William C. Strange (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics Volume 5*. Amsterdam: North-Holland, 467–560.
- Duranton, Gilles i Stuart S. Rosenthal. 2021. Special issue on delineation of urban areas. *Journal of Urban Economics* 125: 103352.



- European Union, European Court of Auditors. 2018. Towards a successful transport sector in the EU: Challenges to be addressed. *Landscape review* 9: 1–59.
- Font, Antoni, Carles Llop i Josep Maria Vilanova. 1999. *La construcció del territori Metropolità. Morfogenesi de la regió urbana de Barcelona*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Mancomunitat de Municipis, Barcelona.
- Fujita, Masahisa i Hideaki Ogawa. 1982. Multiple equilibria and structural transition of nonmonocentric urban configurations. *Regional Science and Urban Economics* 12(2): 161–196.
- Garcia-López, Miquel-Àngel. 2010. Population suburbanization in Barcelona, 1991-2005: Is its spatial structure changing? *Journal of Housing Economics* 19(2): 119–132.
- Garcia-López, Miquel-Àngel. 2012a. Policentrismo y suburbanización en Barcelona. *Architecture, City and Environment* 18: 55–68.
- Garcia-López, Miquel-Àngel. 2012b. Urban spatial structure, suburbanization and transportation in Barcelona. *Journal of Urban Economics* 72(2–3): 176–190.
- Garcia-López, Miquel-Àngel. 2019. All roads lead to Rome ? and to sprawl? Evidence from European cities. *Regional Science and Urban Economics* 79(C): 103467.
- Garcia-López, Miquel-Àngel, Camille Hémet, and Elisabet Viladecans-Marsal. 2017a. Next train to the polycentric city: The effect of railroads on subcenter formation. *Regional Science and Urban Economics* 67(C): 50–63.
- Garcia-López, Miquel-Àngel, Camille Hémet i Elisabet Viladecans-Marsal. 2017b. How does transportation shape intrametropolitan growth? An answer from the Regional Express Rail. *Journal of Regional Science* 57(5): 758–780. url <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jors.12338>.
- Garcia-López, Miquel-Àngel, Adelheid Holl i Elisabet Viladecans-Marsal. 2015a. Suburbanization and highways in Spain when the Romans and the Bourbons still shape its cities. *Journal of Urban Economics* 85(C): 52–67.
- Garcia-López, Miquel-Àngel i Ivan Muñiz. 2010. Employment decentralisation: Polycentricity or scatteration? The case of Barcelona. *Urban Studies* 47(14): 3035–3056.
- Garcia-López, Miquel-Àngel, Ilias Pasidis i Elisabet Viladecans-Marsal. 2015b. Express deliver to the suburbs? Transportation effects in heterogeneous European cities. Working Paper 2015/22, Institut d’Economia de Barcelona.
- Henderson, J. Vernon, Tim Squires, Adam Storeygard i David Weil. 2018. The global distribution of economic activity: Nature, history, and the role of trade. *The Quarterly Journal of Economics* 133(1): 357–406.
- Holl, Adelheid. 2011. Factors influencing the location of new motorways: Large scale motorway building in Spain. *Journal of Transport Geography* 19(6): 1282–1293.
- Lucas, Robert E. i Esteban Rossi-Hansberg. 2002. On the internal structure of cities. *Econometrica* 70(4): 1445–1476.
- McGrath, Daniel T. 2005. More evidence on the spatial scale of cities. *Journal of Urban Economics* 58(1): 1–10.
- McMillen, Daniel i Stefani C. Smith. 2003. The number of subcenters in large urban areas. *Journal of Urban Economics* 53(3): 321–338.
- Mills, Edwin S. 1967. An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. *American Economic Review* 57: 197–210.
- Muñiz, Ivan, Anna Galindo i Miquel-Àngel Garcia-López. 2003. Cubic spline population density functions and satellite city delimitation: The case of Barcelona. *Urban Studies* 40(7): 1303–1321.
- Muñiz, Ivan, Miquel-Àngel Garcia-López i Anna Galindo. 2008. The effect of employment sub-centres on population density in Barcelona. *Urban Studies* 45(3): 627–649.
- Muth, Richard F. 1969. *Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- OECD. 2018. *Rethinking Urban Sprawl*. url <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/9789264189881-en>.
- Oueslati, Walid, Seraphim Alvanides i Guy Garrod. 2015. Determinants of urban sprawl in European cities. *Urban Studies* 52(9): 1594–1614.
- Paulsen, Kurt. 2012. Yet even more evidence on the spatial size of cities: Urban spatial expansion in the US, 1980–2000. *Regional Science and Urban Economics* 42(4): 561–568.
- Vassallo, José Manuel i Laura Garrido. 2019. *Research for TRAN Committee - EU funding of transport projects*. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussel-les.