

Un estàndard de carreteres i ferrocarrils

Manel Larrosa, arquitecte
Fem Vallès

Quan mesurem equipaments, com escoles, hospitals o policia, podem acudir a estàndards com aules, llits, o agents per mil habitants. I encara podem també dividir la despesa del pressupost per habitant, ja que ambdues vies d'anàlisi i comparació són adients. En canvi, quan mesurem carreteres o ferrocarrils, es fa difícil fer-ho en km, o euros, per habitant. Tothom és coneixedor del fet i per això s'acostumen a presentar dos índexs: quilòmetres lineals de xarxa per habitant i quilòmetres de xarxa per superfície (km²), els quals resulten, però, incomprensibles, perquè ambdós apareixen amb dinàmiques molt oposades. Per exemple, a Luxemburg hi ha molts km de xarxes per superfície, però pocs per habitant i a la Sibèria és a l'inrevés. I similarmet succeeix entre Madrid i Ossa, les dues províncies de major contrast de població.

Quan comparem despesa educativa, sanitària o de seguretat, la mesura anual és vàlida perquè la despesa corrent pesa molt respecte la inversió plurianual, la qual només és una fracció de la despesa corrent. En canvi, en inversions de xarxes lineals, com carreteres o ferrocarrils, la inversió es pot fer en un moment concret i el seu ús s'allarga durant anys, per tant, una perspectiva d'una sola anualitat queda sense sentit. Aquest fet impulsa a poder comparar en termes de dotació territorial, o d'estoc acumulat.

Parlem de carreteres, autovies i autopistes, de ferrocarrils convencionals i d'alta velocitat, però no de ports ni aeroports, que són infraestructures puntuals (no lineals) en les quals, a més, les taxes cobreixen bona part dels serveis i les inversions. En canvi, en les xarxes lineals, l'elevada despesa de creació en origen comporta dificultats de comparació i d'establiment de criteris d'equitat, si es mesuren sense la perspectiva d'un període de dècades. Per acabar-ho d'adobar, sovint s'ha fet el plantejament que les regions més desenvolupades (amb més PIB) demanden més infraestructures, i la rèplica immediata per part de la resta és reivindicar més infraestructures per a poder assolir major desenvolupament.

És correcte separar les inversions entre equipaments i infraestructures i, en aquestes, entre les lineals i les puntuals, ja que una suma de tot plegat és poc il·lustrativa. Pot tenir sentit de debat econòmic, però no a escala territorial. Si els ports i aeroports són portes, les carreteres i ferrocarrils són les columnes vertebrals de la societat urbana, no pas simples vies de pas de llarg recorregut. Serveixen pel al llarg recorregut, però la seva primera lògica és local, com demostren la seva imbricació a la urbanització i al territori servit.

1. Una fórmula matemàtica

Per tot aquest panorama, seria recomanable poder anar a un concepte de dotació en xarxes lineals, que ens permeti comparar països petits i regions grans, àmbits densos i territoris deshabitats i, fins i tot, territoris planers amb d'orografies complexes, on és molt més car de fer vies de comunicació. És això possible amb una dispersió tant extrema de casos?. La resposta és que sí, i una solució immediata és fer la mitjana geomètrica dels dos índexs abans esmentats: longitud de xarxa per habitant i longitud de xarxa per superfície. La ponderació geomètrica funciona prou bé entre dos índexs de comportaments diferenciats, com un equilibri de criteris antagònics. Aquesta ponderació geomètrica apareix a alguns informes de la Unió Europea. Aquest índex conjunt funcionaria com a dotació sintètica, com a disponibilitat gradual aconseguida al llarg d'anys i seria poc útil per a una mesura anual, conjuntural, d'un pressupost. En alguns casos són molts els decennis, com en el ferrocarril i de moltes carreteres, la dotació inicial dels quals prové sovint del segle XIX, o en les autopistes, que ja compten amb un origen de més de cinquanta anys de vida a la majoria de llocs.

L'expressió sintètica de l'índex és: **$F = \text{km} / \sqrt{[\text{hab} \times \text{km}^2]}$** . Plantegem amidar amb les unitats en km de longitud de xarxa, milions d'habitants i km^2 de superfície.

L'equilibri matemàtic podria ser una fórmula convencional, justa a manca d'altra, però aquí defensarem que es tracta, a més, d'una fórmula amb ple valor geogràfic, tant teòric com pràctic i que és una fórmula fractal perquè funciona a diferents escales de dimensió territorial i de població.

2. Un comportament geogràfic

El punt de partida, per a una comparació en termes d'espai, seria admetre que un territori homotètic en configuració manté el mateix valor de dotació per a una població constant. Podem constatar, en la configuració gràfica següent, que l'índex es mantindria idèntic. Podem dir que els seus residents ordenarien la seva regió amb una idèntica lògica funcional.

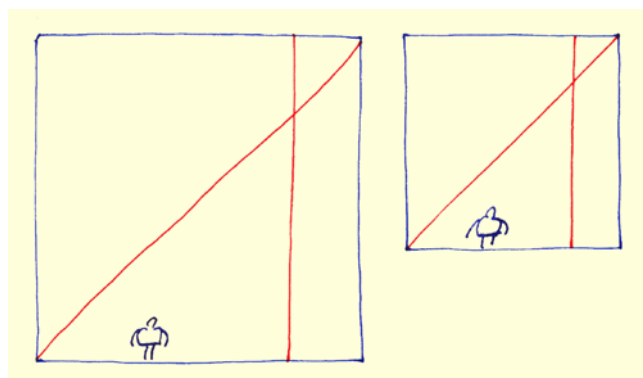


Fig. 1: territoris homotètics

Dit d'una altra manera, si un país que creix de forma homotètica (si la imatge es manté en proporció) amb la mateixa població, manté el valor de la dotació. En aquest sentit, una regió assoliria una dotació doble si manté la població i la superfície, però dobla la longitud de la seva xarxa. D'aquest primer cas es dedueix que la xarxa és molt més cara (per habitant) en una regió gran que en una de petita, per servir a la mateixa població.

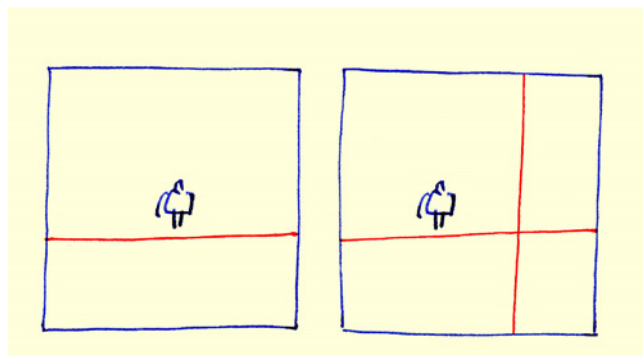


Fig. 2: doble dotació

Alguns altres supòsits ja són menys intuïtius. Dins del mateix espai, doblar la població no implica haver de doblar la longitud de la xarxa per a mantenir la mateixa dotació, sinó que aquesta només haurà d'augmentar un 41% (la rel de 2). En canvi, caldria doblar la xarxa si, simultàniament, es doblés població i superfície, per a mantenir el mateix valor de dotació.

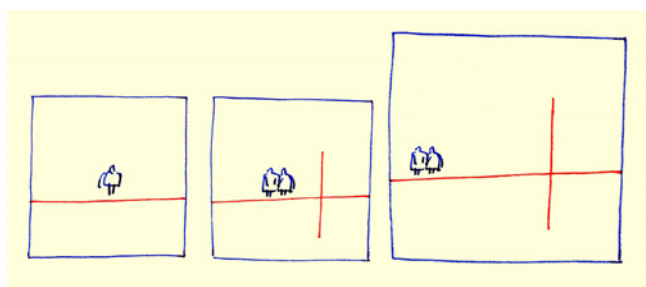


Fig. 3: igual dotació

Algunes il·lustracions són indicatives d'una realitat que sovint és intuïtiva, però que de vegades no ho és tant. La subjectivitat, o la impressió immediata, pot traïr la racionalitat, per exemple, en una reivindicació política.

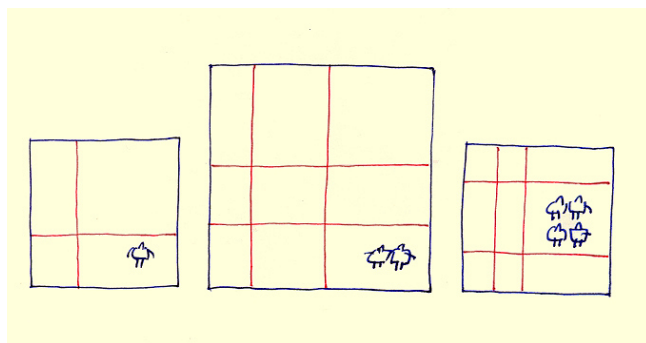


Fig. 4: creixements

El cas del primer país (superior esquerra) assoliria una dotació de 2, el central una de 2,82 (amb doble superfície, doble població i xarxa $4\sqrt{2}$ respecte el primer model) i el tercer, de la dreta, també presenta una dotació 2 (per a 4 vegades més de població, idèntica superfície i xarxa doblada respecte el primer cas). En síntesi, les xarxes no han de créixer linealment

segons la població o la superfície, sinó amb la combinació d'ambdós factors.

Alguns detalls més del comportament de l'índex són interessants com quan, per exemple, addicionem dues o més regions per a fer-ne una sola de major.

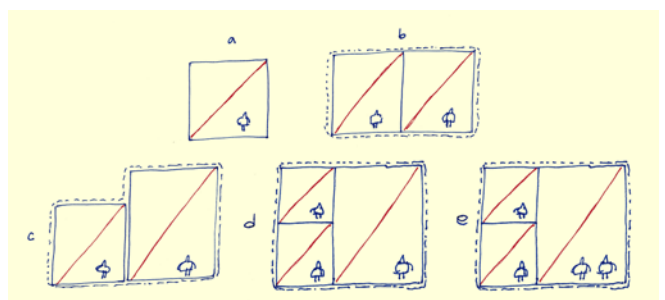


Fig. 5: sumes territorials

Taula 1: comportament dels índexs de dotació en sumes de territorials

dibuix		població	superfície	long. xarxa	índex
a	territori 0	1	1	1,41	1,41
b	territori 1	1	1	1,41	1,41
	territori 2	1	1	1,41	1,41
	territori 1+2	2	2	2,83	1,41
c	territori 3	1	1	1,41	1,41
	territori 4	1	2	2	1,41
	territori 3+4	2	3	3,41	1,39
d	territori 3	1	1	1,41	1,41
	territori 4	1	1	1,41	1,41
	territori 5	1	4	2,83	1,41
	territori 3+4+5	3	6	5,66	1,33
e	territori 3	1	1	1,41	1,41
	territori 4	1	1	1,41	1,41
	territori 6	2	4	2,83	1,00
	territori 3+4+6	4	6	5,66	1,16

La regió a) assoliria un índex de 1,41 per a una població d'1, una superfície de 1x1 quilòmetres, amb una xarxa de 1,41km. La regió b) estaria formada per dues províncies idèntiques, cadascuna amb el mateix índex 1,41 i la regió suma mantindria el mateix valor de dotació. En canvi en les regions c) i d), tot i estar formades de províncies cadascuna amb el mateix índex de partida, aquest s'altera quan es calcula per al conjunt, perquè la població es manté sempre unitat, però no la superfície ni la longitud de xarxa. La menor densitat de població, i de km lineals de xarxa respecte la superfície, fa baixar l'índex conjunt. Podem constatar, doncs, que aquesta sensibilitat seria una mostra de la riquesa del comportament de l'índex. En el cas

e), major població (respecte d) implica un índex local baix (al territori 6, el conjunt). Podem afirmar, en general, que l'agregació amb els veïns permet a la regió densa gaudir de la xarxa veïna si s'hi agrega.

3. Dotació de xarxes a Europa

Establerta la mecànica de càlcul de les dotacions, passarem a analitzar la comparació dels estats europeus. Els índexs, ordenats per a un conjunt de països europeus, i de major a menor dotació d'autopistes (i autopistes) -esquerra- i de ferrocarrils -dreta-, mesurats segons els coeficients, o pesos, 0,5 en població i superfície i a escala d'estat, es presenten la següent taula:

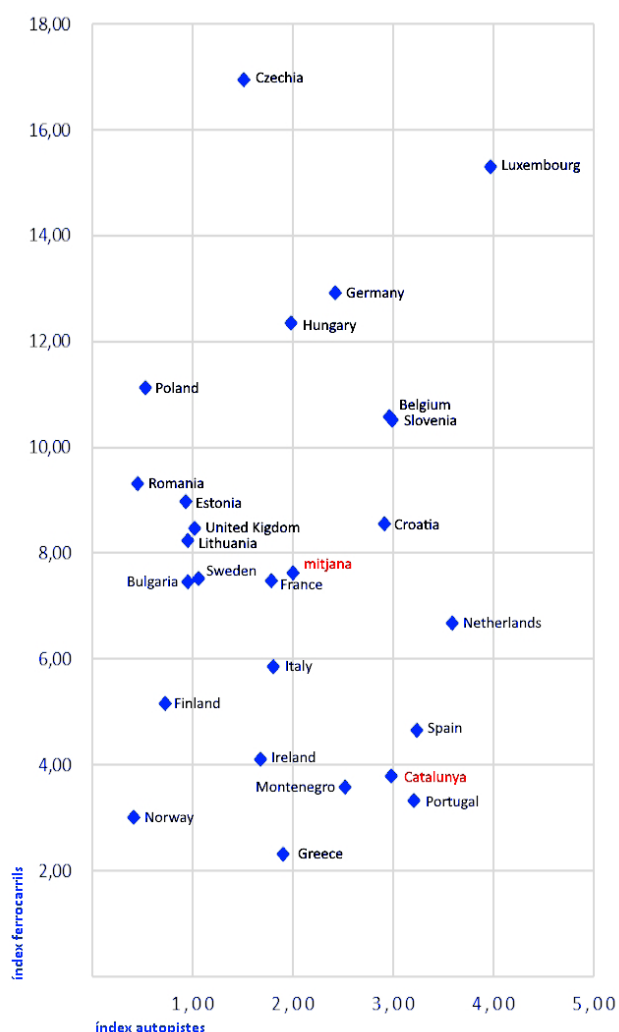
Taula 2: Valors index de la xarxa de ferrocarrils i autopistes per als països d'Europa, a data 2022, ordenat primer per autopistes i després per ferrocarrils.

	índex autopistes	índex ferrocarrils		índex autopistes	índex ferrocarrils
Luxembourg	3,97	15,31	Czechia	1,51	16,94
Netherlands	3,60	6,68	Luxembourg	3,97	15,31
Spain	3,24	4,65	Germany	2,43	12,93
Portugal	3,21	3,32	Hungary	1,99	12,35
Slovenia	2,99	10,53	Poland	0,53	11,12
Catalunya	2,98	3,79	Belgium	2,96	10,59
Belgium	2,96	10,59	Slovenia	2,99	10,53
Croatia	2,92	8,55	Romania	0,45	9,31
Montenegro	2,52	3,58	Estonia	0,94	8,98
Germany	2,43	12,93	Croatia	2,92	8,55
mitjana	2,00	7,63	United Kingdom	1,03	8,48
Hungary	1,99	12,35	Lithuania	0,95	8,25
Greece	1,90	2,32	mitjana	2,00	7,63
Italy	1,80	5,86	Sweden	1,06	7,52
France	1,79	7,48	France	1,79	7,48
Ireland	1,68	4,10	Bulgaria	0,95	7,45
Czechia	1,51	16,94	Netherlands	3,60	6,68
Sweden	1,06	7,52	Italy	1,80	5,86
United Kingdom	1,03	8,48	Finland	0,73	5,17
Bulgaria	0,95	7,45	Spain	3,24	4,65
Lithuania	0,95	8,25	Ireland	1,68	4,10
Estonia	0,94	8,98	Catalunya	2,98	3,79
Finland	0,73	5,17	Montenegro	2,52	3,58
Poland	0,53	11,12	Portugal	3,21	3,32
Romania	0,45	9,31	Norway	0,41	3,01
Norway	0,41	3,01	Greece	1,90	2,32

Font: Eurostat, elaboració pròpia. Dades europees de 2022, i excepcionalment en algun cas de 2021, segons les dades contingudes a la font. Manquen països, per manca d'alguna de les dues, o d'ambdues dades. Hem inclòs Catalunya a efectes de comparació, tot i que la nostra situació no és gaire diferent de l'espanyola. El valor de la mitjana dels estats és la dels valors presents a la taula, no el de la seva agregació com si fos un sol territori.

La representació gràfica dels valors de la taula il·lustra encara millor el perfil que han pres els diferents països a l'hora d'estructurar-se interiorment amb xarxes de comunicacions vials i ferroviàries.

Figura 6: representació gràfica de les dotacions de ferrocarrils i autopistes als estats d'Europa (dades de la Taula anterior).



La conclusió és molt evident, a Catalunya ens situem en cotes altes de xarxa viària bàsica i baixes en xarxa ferroviària. Aquí hi juguen dècades d'història i opcions que comencen en el segle XIX, pel que fa a ferrocarrils i des de la

postguerra mundial per a les autopistes. Alguns països s'han incorporat ràpidament a la dotació mitjana d'autopistes, però la dotació ferroviària no s'improvisa, és més històrica.

El balanç ens indica que si volem ser més europeus, hem de convergir en ferrocarrils, ja que alguns ens queden molt lluny, Alemanya, o tot el centre Europa, però és que quasi tots ens superen, ja que quedem també endarrerits respecte els meridionals com Itàlia i França. I una altra evidència seria que els països europeus, amb els que ens emmirallem, es construeixen més amb ferrocarrils que no amb autopistes, ja que en la vertical (ferrocarrils) els valors de dotació són molt més elevats (índex extrem de quasi 17) que en l'horitzontal (xarxa vial, amb quasi 4). És a dir, hi ha més de quatre cops més de xarxa ferroviària que vial bàsica. En la mesura que, segons a les dades estadístiques, l'índex compta "vies de ferrocarril" (no línies) podem considerar que en les autopistes no separen mai els dos sentits, cosa que en ferrocarrils sí fem, ja que n'hi ha de via única o de via doble (i de més), per la qual cosa, hem de llegir que com, a mínim, la dotació europea sempre dobra (no multiplica per 4) en ferrocarrils la dotació de les autopistes.

I sí, a Catalunya la dotació d'autopistes ens l'hem pagat majoritàriament per peatge directe, o a l'ombra, per tal d'assolir una dotació que, en el context espanyol, tampoc no se situa a la mitjana sinó per sota. Com tampoc anem sobrats de ferrocarrils, tot i l'esforç que es va fer al segle XIX. Totes aquestes autopistes i ferrocarrils, al llarg dels anys, han creat la seva pròpia demanda. Més enllà de les anàlitzes econòmiques que es fan en els estudis per a la seva implantació. Aquí l'òrgan ha creat la funció, tot i que en el nostre context sempre s'ha cregut més en xarxa viària que en ferroviària. Així doncs, si hem

de pensar el país en termes de futur, de saber on som i on són la resta de països europeus, assistim a una lliçó que permetria planificar per a crear un país diferent, allunyats de la immediatesa de les anàlisis, les quals, sovint barroeres, acostumen a determinar massa freqüentment que no se justifiquen més ferrocarrils.

4. És Fractal el món de les xarxes?, una realitat geogràfica

Analitzats els països com a unitat, esbrinarem ara la seva realitat interna. A la Taula següent s'expressen els valors de la correlació de Pearson per a diverses xarxes de determinats països en relació a les seves regions internes. La correlació expressa la relació entre la longitud de les xarxes i les dades de població i superfície segons l'índex. El millor ajust s'ha obtingut, en

general, per a valors ajustats entre superfície i població, amb pesos relatius diferents de 0,5, però de suma unitat. Es constata que l'ajust és superior amb aquesta previsió, que tanmateix no se separa gaire de l'empat a 0,5 (rel quadrada) dels dos factors de superfície i població. La conclusió és que les xarxes del món es comportarien molt regularment en relació a un índex de dotació de caràcter fractal i que ho farien en el conjunt de les regions d'un estat.

Plantegem, doncs, una ampliació del model i passar de dos coeficients 0,5 a combinacions de suma unitat, per a plantejar que podem trobar casos on l'extensió de les xarxes s'explicaria per una major component de població o, alternativament, de superfície. En segon lloc passem a analitzar la homogeneïtat de dotació a l'intern dels estats, en funció de les seves regions.

Taula 3: Valors de les correlacions (Pearson) entre longitud de les xarxes d'autopistes i de ferrocarrils a diversos països d'Europa en relació als productes de població i superfície per a exponents 0,5 i per a exponents òptims en correlació, respecte les seves regions, any 2021.

	Nombre de regions (NUTS2)	índex regional mig d'autopistes	Correlaci (Pearson) $p=0,5, s=0,5$	Correlació òptima autopistes	per $p=$	per $s=$
Bèlgica	11	3,0	0,918	0,933	0,4	0,6
Bulgària	6	0,9	0,869	Ídem.		
Txèquia	8	1,6	0,558	Ídem.		
Dinamarca	5	2,9	0,887	0,904	0,4	0,6
Alemanya	9 (de 38)	2,7	0,974	0,978	0,3	0,7
Irlanda	3	1,7	0,688	1	0,8	0,2
Grècia	13		—	—		
Espanya	17 (+2)	3,4	0,943	0,974	0,3	0,7
França	22 (+5)	1,7	0,795	0,806	0,4	0,6
Itàlia	21	2,3	0,882	0,891	0,3	0,7
Lituània	2	1,0	1,000	Ídem		
Hongria	8	2,2	0,690	0,696	0,4	0,6
Països Baixos	12	3,8	0,959	0,965	0,4	0,6
Àustria	9	2,2	0,965	0,969	0,4	0,6
Polònia	17	0,6	0,545	0,705	0,9	0,1
Portugal	5 (+2)		—	—		

Romania	8	0,5	0,081	0,134	0,1	0,9
Eslovènia	2	3,0	1,000	Ídem		
Eslovàquia	4	2,1	0,572	0,578	0,3	0,7
Finlàndia	5	1,2	0,103	—		
Suècia	8	1,4	0,071	0,915	0,8	0,2
Suïssa	7	2,9	0,961	0,973	0,6	0,4
Sèrbia	4	1,5	0,434	0,560	0	1
Turquia	26	0,5	0,144	0,7	0,9	0,1

	Nombre de regions (NUTS2)	índex regional mig de línies de ferrocarril	Correlació (Pearson) p=0,5, s=0,5	Correlació òptima ferrocarrils	per p=	Per s=
Bèlgica	11		—	—		
Bulgària	6	5,1	0,895	0,905	0,3	0,7
Txèquia	8		0,859	0,883	0,2	0,8
Dinamarca	5		—	—		
Alemanya	9 (de 38)	9,1	0,955	0,962	0,3	0,7
Irlanda	3	3,0	0,977	0,991	0,6	0,4
Grècia	13	1,8	0,865	0,914	0,3	0,7
Espanya	17 (+2)	3,3	0,894	0,945	0,2	0,8
França	22 (+5)	4,2	0,802	0,792	0,4	0,6
Itàlia	21	4,5	0,930	0,931	0,4	0,6
Lituània	2		—	—		
Hongria	8	8,6	0,935	0,957	0,2	0,8
Països Baixos	12	4,0	0,921	Ídem		
Àustria	9		—	—		
Polònia	17	6,2	0,759	0,787	0,6	0,4
Portugal	5 (+2)	3,4	0,663	0,887	0,1	0,9
Romania	8	5,3	0,781	0,864	0	1
Eslovènia	2	5,9	1,000	Ídem		
Eslovàquia	4	7,0	0,999	Ídem		
Finlàndia	5	4,8	0,999	Ídem		
Suècia	8	6,6	0,876	0,927	0,4	0,6
Suïssa	7		—	—		
Sèrbia	4		—	—		
Turquia	26	1,5	0,525	0,56	0,4	0,6

Font: dades de l'EUROSTAT, dades 2021. Elaboració pròpia. "—" expressa sense dades a la font. Les regions són els NUTS2 i, entre parèntesi, consten el nombre de regions sense dades, o exteriors a Europa, no considerades (si s'inclouen Canàries, però no els arxipèlags atlàntics portuguesos, ni tampoc Ceuta i Melilla). Per a Alemanya les dades de la font són per a 9 dels 38 NUTS2.

Aquesta taula està construïda amb la voluntat d'assolir el límit màxim en la correlació, la qual cosa s'ha fet tot ajustant els coeficients de superfície i població, però la realitat numèrica ens diu que, en general, les correlacions es mantenen igualment molt altes (només una mica menors) si partim dels paràmetres 0,5.

- En conjunt, són més altes les correlacions en ferrocarrils que en autopistes, però, per països, hi ha dues grans situacions, amb correlació alta i significativa, o sense.
- Els països més desenvolupats prenen correlacions més altes i correspondrien a dotacions més històriques, particularment en ferrocarril, on els països del centre i de l'est guanyen correlació. Els països sense correlació significativa són d'un grau de desenvolupament econòmic inferior.
- Es pot guanyar major correlació tot ajustant els coeficients de població i superfície, i tant en autopistes com en ferrocarrils, el comportament general és en favor de major pes superficial.
- Aquestes dades són exclusivament europees, però la comparació feta amb els Estats Units revela similars comportaments d'homogeneïtat entre els seus estats, per tant, aquest no seria un comportament exclusivament europeu.
- Es pot deduir de tot plegat, que hi hauria una tendència dels estats a establir un equilibri intern entre les seves regions, amb un lliniar de dotació que pot diferir respecte d'un estat veí, però amb tendència a fer-ho uniformement dins. En termes geogràfics, les regions es comportarien com a realitats fractals en la seva organització a través d'infraestructures lineals d'autopistes i ferrocarrils. Fractal signi-

ficaria immune a l'escala de població i dimensió superficial i dues regions del mateix estat tendrien a compartir model.

- Una molt elevada correlació no significa plena igualtat, però és un fet significatiu que aparegui en obres decidides per motius funcionals, sense una explícita voluntat igualitària, i és rellevant que el model, tot i que igualitari, prengui valors índex diferents segons els estats. En tot cas, és major la dispersió de dotacions entre estats que el propi repartiment en el seu interior.
- En conjunt, l'ús de coeficients 0,5 seria correcte en temes comparatius, ja que, en situacions consolidades, la desviació a altres coeficients (per exemple: 0,4/0,6) seria petita en l'explicació de la correlació i en els efectes sobre la longitud de les xarxes.

L'anàlisi de les xarxes a moltes regions ens indica que no hi ha realment una casuística diferent segons més paràmetres, per exemple: regions de costa, respecte regions interiors, o muntanyoses respecte planes, com regions amb població concentrada o dispersa. És a dir, no ens calen més variables que les dues aportades per a explicar els valors de xarxa. En totes elles, el valor de l'índex referit només al total de la població i de la superfície apareix suficient per a descriure la realitat amb un elevat grau d'aproximació. Podrien haver-hi, doncs, més variables, però explicarien realtivament poc. Potser en les regions muntanyeses hi ha menys xarxa, perquè hi ha menys població, però el territori apareix idènticament definit. Ara bé, les regions més grans i despoblades resulten més cares en la implantació de xarxa, per la qual cosa, l'objectiu d'igualar la dotació esdevé un fet solidari entre regions, si per part de l'estat es tendeix a la igualació de la seva dotació.

La realitat geogràfica, mostrada a la Taula precedent, ens diu que els diferents estats tenen a assolir la mateixa dotació interna en el conjunt de cada una de les seves regions. Segurament es va començar per unes però, a la llarga, podem comprovar com totes acaben assolint dotacions similars en les quals no es pot distingir entre realitats de desenvolupament diferent, entre regions amb mar o sense, entre planes i muntanyoses, entre agrícoles i industrials. Potser els serveis ferroviaris, o el nombre de carrils en els vials difereixen, però l'esquema físic geogràfic de la implantació manté una regularitat destacada. A tots els països analitzats, que són el conjunt d'Europa, la conclusió és que l'acció d'integració per part de l'estat (central o descentralitzat) aporta, al final, una dotació similar, encara que l'agent impulsor hagi estat múltiple, com és el cas de l'Estat central i les regions. Una altra cosa serà si l'esforç ha estat similar o descompensat en-

tre agents, però la dinàmica territorial emmarca una dotació molt comparable. I no tots els estats arriben a la mateixa dotació, ni ho fan en els dos grans camps de xarxa bàsica vial i de ferrocarrils, però sí que ho fan amb unitat dins d'ells en cada xarxa.

5. Una aplicació a les espanyes

Sabem que els delimitacions regionals poden ser mot arbitràries o simplement administratives, a no ser que siguem en una illa o en una vall clarament definida. Per aquest fet, podem desconfir de les delimitacions i, a finals del segona part, hem vist com l'agregació d'espais podria ajustar els valor dels índexs de dotació. Per aquest fet, en el cas de les CCAA espanyoles el càlcul és lleugerament diferent si es fa a escala de províncies o de CCAA, o del conjunt de l'estat, com ens mostra la taula següent.

Taula 4: Quilòmetres de xarxa tipus, per a una dotació de xarxa=1, a partir dels productes geomètrics (coeficients 0,5) de població i superfície, per a les CCAA i per províncies.

CCAA	Població	Superfície (km2)	km xarxa per a dotació =1, per CCAA	km xarxa per a dotació=1, per províncies	% xarxa per CCAA	% xarxa per prov.	diferencial
Andalusia	8.424.102	87.597	859	830	19,9%	20,0%	-0,1%
Aragón	1.346.293	47.720	253	236	5,9%	5,7%	0,2%
Astúries	1.081.487	10.602	107	107	2,5%	2,6%	-0,1%
Cantabria	593.121	5.321	56	56	1,3%	1,4%	-0,1%
Cast.-La Mancha	2.115.334	79.462	410	401	9,5%	9,7%	-0,2%
Castilla y León	2.558.463	94.227	491	478	11,4%	11,5%	-0,2%
Catalunya	7.539.618	32.091	492	418	11,4%	10,1%	1,3%
Com. Valenciana	5.117.190	23.254	345	336	8,0%	8,1%	-0,1%
Extremadura	1.109.367	41.635	215	214	5,0%	5,2%	-0,2%
Galícia	2.795.422	29.575	288	269	6,7%	6,5%	0,2%
Madrid	6.489.680	8.028	228	228	5,3%	5,5%	-0,2%
Múrcia	1.470.069	11.314	129	129	3,0%	3,1%	-0,1%
Navarra	642.051	10.390	82	82	1,9%	2,0%	-0,1%
País Basc	2.184.606	7.230	126	119	2,9%	2,9%	0,0%

Rioja, La	322.955	5.045	40	40	0,9%	1,0%	0,0%
Balears, Illes	1.113.114	4.992	75	75	1,7%	1,8%	-0,1%
Canàries	2.126.769	7.447	126	126	2,9%	3,0%	-0,1%
Ceuta	82.376	19	1	1	0,0%	0,0%	0,0%
Melilla	78.476	13	1	1	0,0%	0,0%	0,0%
Total	47.190.493	505.962	4.324	4.147	100,0%	100,0%	0,0%

Nota: unitats dels productes: milions d'habitats, km² de superfície i km lineals de xarxes. Dades: INE, elaboració pròpia.

Hem calculat, per als productes de població i superfície, quina seria la demanda de xarxa per a una dotació=1. La columna productes ens diu els km de xarxa que hi correspondria, per exemple d'autopistes o de ferrocarrils. Per a un índex=2 les quantitats es doblarien (les dotacions reals són, de fet, superiors). En el càlcul per províncies, hem fet el compte per cada una individualment i es presenten per suma a les seves CCAA. Els resultat ens diuen:

- El càlcul, sigui per províncies com per CCAA, és força coincident. En les CCAA de diverses províncies el resultat conjunt integra realitats diferents de partida.
- Noti's que per CCAA la demanda conjunta (4.324km) és superior a per províncies soltes (4.147km), resultat d'una integració territorial de moltes CCAA que no són uni-provincials. Tot Espanya, considerada com una sola realitat funcional, demanaria arribar als 4.886km (productes les seves dimensions totals, càlcul no present a la taula).
- El model revela que les comparacions entre espais es poden fer a diverses escales (CCCAA o províncies) i que, ahora, el model és sensible, tant a l'estabilitat com a la integració de realitats diferenciades (províncies veïnes amb densitats diferents).
- El cas de Catalunya demana més xarxa si es considera tota ella un sol espai funcional, i aquest fet és visible a quasi totes les

CCAA de més d'una província.

- El cas de Madrid, en la mesura que és CCAA uni-provincial, queda perjudicat en aquesta comparació, quan la seva realitat és que s'integra funcionalment, com a mínim, amb Toledo i Guadalajara i, en el límit, amb tota Castella - La Mancha. Llavors, el seu valor de demanda augmentaria. La integració amb Toledo i Guadalajara demanaria 515km (quan per separat en sumarien 388km. Si la unitat és de Madrid i tota Castella - La Mancha, la demanda passa a 868km, quan per províncies soles serien 630km. Queda clar que el pes de Madrid irradia a la seva perifèria i, de fet, les xarxes existents actuals ho demostren.
- Aquest joc de contrastos ens podrien portar a desconfiar de la versemblança de l'índex presentat, però el seu comportament és clar en els casos més simples (els exemples gràfics inicials) i aquesta base no ens hauria d'allunyar de l'acceptació de la complexitat i a refiar-nos només de la intuïció. És a dir, l'índex és mostra sensible a l'àmbit funcional que apliquem, perquè no és el mateix una població que es mou en un àmbit limitat, que el seu increment movent-se, a més, en un àmbit major. Amb aquestes precaucions, doncs, és possible analitzar la distribució de la xarxa real a Espanya, que fem seguidament.

6. Dotació de xarxa bàsica vial a Espanya

Taula 5: Dotacions de xarxa bàsica vial (autopistes i autovies) en el conjunt de les CCAA, xarxes de competència estatal, autonòmica, diputacions i consell insulars, a data 2021.

CCAA	Població	Superf. (km ²)	km xarxa bàsica	dotació
Andalusia	8.424.102	87.597	2.913	3,39
Aragón	1.346.293	47.720	886	3,50
Astúries	1.081.487	10.602	466	4,35
Balears, Illes	1.113.114	4.992	206	2,76
Canàries	2.126.769	7.447	405	3,22
Cantabria	593.121	5.321	258	4,59
Cast. -La Mancha	2.115.334	79.462	1.858	4,53
Castilla y León	2.558.463	94.227	2.531	5,15
Catalunya	7.539.618	32.091	1.616	3,29
Com. Valenciana	5.117.190	23.254	1.468	4,26
Extremadura	1.109.367	41.635	775	3,61
Galícia	2.795.422	29.575	1.240	4,31
Madrid	6.489.680	8.028	979	4,29
Múrcia	1.470.069	11.314	703	5,45
Navarra	642.051	10.390	446	5,46
País Basc	2.184.606	7.230	628	5,00
Rioja, La	322.955	5.045	185	4,58
Total	47.029.641	505.930	17.563	3,60
			mitjana:	4,22
			desviació:	0,81
			Pearson:	0,96

Font: Anuaris del Ministeri de Transports i dades de l'INE. Elaboració pròpia. Nota: les diferències amb la taula europea, es deuen a les fonts estadístiques diverses i a la conceptualització que incorpora, o no, les carreteres en un estàndard proper a les autovies, sense ser-ho del tot.

Les dotació regional de la xarxa ens indica:

- Les dades del conjunt de la xarxa actual a les CCAA espanyoles indica un índex mig de 4,22,

amb una desviació estàndard que no arriba a la unitat (0,81). Els índexs senyalen valors màxims a Múrcia, Navarra, seguides de Castella Lleó, Castella - La Mancha, País Basc, Cantàbria i Rioja. Els menors índexs es produeixen a les Illes Balears i Canàries. A nivell peninsular, el mínim correspon Catalunya, a no massa distància d'Andalusia i l'Aragó.

- Si les dotacions s'haguessin valorat en km/hab, o km/km², entre el màxim i el mínim valor, i en ambdós casos, hi hauria un quocient de 6,56 vegades de desproporció. En els valors índexs avaluats, aquesta diferència és de 1,98 vegades i haurien estat dispars. Hi ha diferència, però aquesta resulta més manejable i subjecte a una entesa racional, a partir de l'índex definit.
- Es pot constatar que els valors majors corresponen a les comunitats forals, que elles soles s'han gestionat la xarxa, i al centre peninsular, amb l'excepció de Múrcia que ha optat per un model intensiu. Les perifèries queden menys dotades que el centre peninsular i queda clara l'opció de la centralització i la radialitat. Els arxipèlags per la seva dimensió fragmentada tampoc no demanen una intensitat massa elevada.
- Aquesta dotació suma les diferents administracions i, en el cas català, suma les poques obres ministerials, les vies de l'estat en concessió privada i de la Generalitat en igual règim, així com els peatges a l'ombra.
- Els valors de Madrid s'ha de comparar amb els del seu veïnat. Si fem el càlcul conjunt de Madrid i Castella - la Mancha, el seu índex conjunt seria de 3,27, poc superior a Catalunya, però obrat en base ministerial i molt lliure de peatge.
- Es pots sostenir que hi ha hagut, en conjunt, una certa unitat de dotació, o convergència, però també es pot veure que les diferències

s'expliquen per raons administratives i polítiques i per una lluita de territoris segons qui ha decidit les inversions.

- La correlació de Pearson, entre la mitjana geomètrica de població y superfície, respecte la dimensió lineal de les xarxes és de 0,96, un valor elevat. No obstant aquesta correlació augmenta al màxim de 0,97 per a coeficients

0,6 de superfície i 0,4 de població, amb la qual cosa es demostra que hauria estat més el factor espai que el de població el que hauria guiat l'actuació. Tanmateix, les dimensions de xarxa que correspondrien als coeficients 0,6/0,4 no variarien massa el repartiment de la xarxa segons 0,5/0,5 (una desviació estàndard del 10%).

6. Dotació de xarxa ferroviària a Espanya

Taula 6: Dotacions de les xarxes ferroviàries en el conjunt de les CCAA, de competència estatal, a data 2021, respecte els quilòmetres de vies (no de línies).

CCAA	Xarxa d'Alta Velocitat, km de via única i de doble (x2)	Xarxa general, km via única i de doble (x2)	dotació d'Alta Velocitat	dotació de xarxa general	dotació total
Andalusia	883,38	2.203,08	1,03	2,56	3,59
Aragón	542,71	1.192,87	2,14	4,71	6,85
Astúries	-	772,22		7,21	7,21
Balears, Illes	-	-			
Canàries	-	-			
Cantàbria	-	343,82		6,12	6,12
Cast.-La Mancha	1.538,21	1.767,64	3,75	4,31	8,06
Castilla y León	973,39	2.550,01	1,98	5,19	7,18
Catalunya	894,10	1.625,82	1,82	3,31	5,12
Com. Valenciana	860,58	654,39	2,49	1,90	4,39
Extremadura	223,06	524,17	1,04	2,44	3,48
Galícia	398,88	1.198,32	1,39	4,17	5,55
Madrid	384,40	920,00	1,68	4,03	5,71
Múrcia	78,37	202,04	0,62	1,57	2,17
Navarra	-	270,77		3,32	3,32
País Basc	48,12	540,37	0,38	4,30	4,68
Rioja, La	-	110,78		2,74	2,74
Total	6.825,17	14.876,30	1,40	3,05	4,45
mitjana:			1,67	3,86	5,08
desviació:			0,95	1,56	1,79
Pearson:			0,74	0,86	0,87

Font: Anuaris del Ministeri de Transports i dades de l'INE. Elaboració pròpia. La Taula presenta els quilòmetres de via, no els de línia, per això la longitud de les vies dobles de la font s'ha multiplicat per dos.

La xarxa ferroviària espanyola és de titularitat estatal, excepte alguns serveis que hi ha a Catalunya (388,0km), País Basc (254,2km) i Balears (159,2km), que no apareixen en la taula anterior. La Taula s'expressa en quilòmetres de via, no de línies (ídem. en els tres valors no estatals referits), ja que hi ha trams de via única i trams de doble, repartits desigualment a les regions. Referir-ho a vies unifica la valoració a un únic criteri.

Les dotació regional de la xarxa ens indica:

- La dotació de vies d'interès general, les més històriques, és poc més dues vegades i mitja la de l'AV, la xarxa més recent, la qual cosa representa un valor elevat en aquesta.
- En xarxa general els màxims són a Astúries, degut a les xarxes mètriques històriques (més de 475km) i ibèriques (193km), seguides de Cantàbria, les dues Castella i l'Aragó.
- Les dotacions màximes es produeixen, per suma de les dues xarxes, a Castella - La Mancha, Castella i Lleó, Astúries i Aragó. Madrid i Galícia estan en posició avançada i Catalunya se situaria just per sobre la mitjana.
- En general, la xarxa catalana es vista com elevada en dotació, fruit de l'herència històrica i de la traça de l'AV que enllaça les quatre capitals provincials, però, tot i aquests fets, podem valorar que la seva dotació se situa just a la mitjana.
- Les màximes dotacions en AV són a Castella - La Mancha, perquè per aquest espai es fa el lligam amb Andalusia i València des del Madrid radial. Segueix en dotació Castella i Lleó.
- La correlació de Pearson entre la longitud de la xarxa general i els productes de po-

blació i superfície, a coeficients 0,5, arriba a 0,86, mentre que l'AV en queda per sota a 0,74, fruit de la seva major irregular distribució. El conjunt de les dues xarxes augmenta la correlació fins 0,87, segurament per la seva major magnitud conjunta que fa més homogènia la distribució. Els coeficients òptims per a la xarxa general serien de 0,24 per població i 0,76 per a superfície, amb la qual cosa la correlació pujaria a 0,92. Els coeficients desiguals, respecte els iguals de 0,5, suposen una variació estàndard del 26% en els xarxes corresponents respecte les empatades a 0,5, fet que afavoreix la dimensió de l'espai. La xarxa obeeix més, doncs, a consideracions d'homogeneïtzació geogràfica que de servei a les poblacions, en el que usualment entenem per política d'estat uniformador. Les menors correlacions que mostra la xarxa ferroviària respecte els coeficients empatats, i comparada amb la xarxa vial, ens mostra una xarxa més política, fruit d'una imposició de model, que de vincle amb les realitats d'espai i gent. Però, tanmateix, seguim dins un model de referència que mesura la realitat.

8. Equitat política

De la mateixa manera que un estat social no pot admetre dotacions escolars i hospitalàries amb diferències notables en els seu si, perquè atemptarien al criteri d'equitat i de la solidaritat mínima entre regions, la dinàmica dotacional en els països desenvolupats planteja la possibilitat de formular un objectiu d'equitat en la dotació de xarxes d'infraestructures lineals. Aquest fet suposa poder superar el debat estèril del pressupost any per any, o les comparacions sense fonament i acceptar la via de l'acord en l'establiment d'una dotació equitativa, perquè aquest és un fet objectivable entre territoris amb diferències graus de població i dimensió territorial. I qui diu àmbits administratius (països, regions...) també es pot parlar de parts d'un territori respecte la resta (perifèries metropolitanes respecte el seu centre, per exemple). Si un estàndard educatiu o hospitalari acaba essent un objectiu i un factor de control polític, també en xarxes podríem usar un concepte geogràfic clar per a endreçar el debat polític i per a poder-nos comparar-nos amb la resta del món, perquè tampoc té sentit assolir dotacions que superen els veïns, quan els costos de creació i manteniment d'aquestes xarxes són extraordinaris.

Catalunya amb el mínim d'autovies i autopistes lliures promogudes per l'estat

L'índex de dotació territorial de xarxa bàsica vial estatal sense peatge (autopistes i autovies), a dates 2013 (amb concessions encara vigents a l'AP7, AP2 i d'altres) i a 2021 (finalitzades les principals concessions) posa de relleu Catalunya situada al final de la cua, només superada per les dues CCAA forals, on l'estat no actua.

Taula 7: Dotació de xarxa bàsica sense peatge promoguda per l'Estat, dotació mesurada segons l'índex fractal definit.

Índex d'Autovies lliures, de l'estat, any 2013		Índex d'Autovies i Autopistes lliures de l'estat, any 2021	
Cantàbria	4,10	Castilla y León	4,71
Castilla y León	3,64	Cantàbria	4,62
Castilla - La Mancha	3,40	Rioja, La	4,53
Astúries	3,31	Castilla - La Mancha	4,00
Extremadura	2,86	Astúries	3,72
Aragó	2,57	Aragó	3,45
Múrcia	2,33	Múrcia	3,40
Madrid	2,21	Galícia	3,34
Comunitat Valenciana	2,12	Comunitat Valenciana	3,29
Galícia	2,01	Extremadura	2,94
Total	1,86	Madrid	2,79
Andalusia	1,76	Total	2,49
Rioja, La	1,17	Andalusia	2,21
Catalunya	0,83	Catalunya	1,80
Navarra	0,00	Navarra	0,47
País Basc	0,00	País Basc	0,00

Font: Anuaris del Ministeri de Transports i dades de l'INE, elaboració pròpia.

Catalunya ha doblat el seu índex de xarxa lliure d'autovies i autopistes estatals lliures de peatge, a resultes de l'alliberament de l'AP7 i l'AP2 amb la seva reversió a l'estat, però continua a la cua de la dotació d'aquestes xarxes en l'ordre de les CCAA i molt allunyada de la mitjana. L'estat no ha ofert un tracte equitatiu ni igualitari a Catalunya. I, a més, gaudir de xarxes en concessió s'ha assolit pagant les tarifes i ajudant, via impostos, a la creació de la resta de la xarxa gratuïta.

Mes enllà de la xarxa bàsica d'autopistes i autovies, en els grans territoris (CCAA) de l'estat, les xifres de longitud de les xarxes convencionals que depenen directament de l'estat són les següents (dades 2021), incloses les carreteres *nacionales*.

Taula 8: Carreteres convencionals que depenen directament de l'estat a les CCAA.

CCAA	població	superfície, km ²	carreteres convencionals, km	dotació
Andalusia	8.424.102	87.597	1.619	1,88
Aragón	1.346.293	47.720	1.671	6,59
Astúries	1.081.487	10.602	459	4,29
Balears, Illes	1.113.114	4.992	—	
Canàries	2.126.769	7.447	—	
Cantàbria	593.121	5.321	324	5,77
Cast.-La Mancha	2.115.334	79.462	2.120	5,17
Castilla y León	2.558.463	94.227	3.419	6,96
Catalunya	7.539.618	32.091	884	1,80
Com. Valenciana	5.117.190	23.254	786	2,28
Extremadura	1.109.367	41.635	1.071	4,98
Galícia	2.795.422	29.575	1.432	4,98
Madrid	6.489.680	8.028	98	0,43
Múrcia	1.470.069	11.314	135	1,05
Navarra	642.051	10.390	—	
País Basc	2.184.606	7.230	—	
Rioja, La	322.955	5.045	251	6,22
Total	47.029.641	505.930	14.295	2,93

Font: Anuari del Ministeri de Transports i dades de l'INE, elaboració pròpia.

La distribució de les carreteres de l'estat, de dimensió convencional, al marge de les de gran capacitat, ofereix un panorama estrictament decantat al centre peninsular, ja que les do-

tacions màximes són a Castella, Aragó, Rioja i Extremadura, les grans planes centrals, però també a Cantàbria. Madrid obté una dosi baixa, fruit que la majoria són autovies no incloses en aquesta apartat. La perifèria queda molt clarament relegada, amb Múrcia, Catalunya i Andalusia. No consten les dues comunitats forals, que assumeixen la totalitat de la xarxa, ni els arxipèlags per un tracte específic. És visible que en traspàs de carreteres, en el naixement de l'Espanya autonòmica, l'estat es va reservar una funció de travar el conjunt. La correlació entre xarxa i territori (població/superfície) és baixa (0,49), però alta (0,91) entre xarxa i extensió superficial.

La distribució de les xarxes estatals convencionals i de major capacitat (analitzades més amunt, produeix una major concentració a la *meseta* central, en detriment de la perifèria, com és el cas de Catalunya i, en menor mesura, d'Andalusia. I la província de Madrid gaudeix d'un entorn molt dotat. Hauria de ser exigible, i a compensar, aquest greuge de desinversió fruit d'un estat no equitatiu. A les CCAA forals ja s'ho paguen d'inici i als arxipèlags el ministeri fa convenis, així, doncs, hauriem de planejar un tracte d'equitat. La major presència de carreteres *nacionales* a càrrec del Ministeri impacta també en el finançament ordinari de Catalunya via un finançament de complement en el centre peninsular.

El tracte d'equitat partiria de la següent pregunta: quina inversió ha deixat de fer el ministeri a Catalunya al llarg dels darrers quaranta anys i què significaria netejar aquest dèficit, valorat en quilòmetres de xarxa bàsica? Si ens situem en l'orde de 2 a 2,5 valors índexs de menys de dotació mitjana respecte la inversió estatal a la resta de les espanyes, podem valorar molt directament que aquest fet, traduït a

quilòmetres de xarxa deguda, no feta, el dèficit equivaldria a una dimensió de 980 a 1230km quilòmetres que, òbviament, no hem de fer en xarxa viària. No s'ha de fer, perquè ja ens l'hem feta i ens situem a cotes altes de dotació estàndard, tot i que es poden realitzar en determinats punts de millora i complement, però sí que es podrien realitzar en altres inversions com, per exemple, ferroviàries, les qual assolirien un canvi enorme en termes de país. Aquest seria el país que hem pagat i no rebut. Ho hem pagat i seria d'equitat superar aquest dèficit, a no ser que el paper de Catalunya es redueixi a ser una reserva, una mina, d'ingressos fiscals per a l'estat, sense correspondència amb cap tipus de retorn equitatiu. I es tractaria d'un tracte solidari, no solament per l'aportació fiscal de Catalunya, sinó també pel fet de ser una regió més densa que la mitjana, que fa que la nostra demanda de xarxa per habitant seria menor que la mitjana espanyola. Aquesta és la dimensió de la justícia del cas.

En síntesi

Fariem bé de parlar de dotacions de xarxes lineals, en temes d'un debat endreçat que ens orientaria a escala espanyola i mundial.

Annex1 : El Principi Hologràfic

En les preocupacions actuals de la Física s'ha formulat l'anomenat Límit Hologràfic segons el qual per a determinats fenòmens físics, en les magnituds que els desenvolupen en les tres dimensions de l'espai, la seva variació no seria funció del canvi de volum sinó de la variació de la superfície del perímetre els conté.

En un cert símil en el nostre model de xarxes, essent la dotació una realitat que es produeix en dues dimensions -l'espai-, resulta que ens ofereix un cas semblant respecte dels elements lineals, d'una sola dimensió, que són les xarxes lineals.

El territori, respecte de la dotació de xarxes, obeeix a un paràmetre (l'índex fractal) que no es manté constant en relació a la superfície sinó respecte del seu perímetre, una longitud. L'índex F, en termes estàndards (per a pesos de població i superfície = 0,5) es mesura respecte la longitud perimetral en una superfície equivalent i quadrada. Per aquest camí, l'escala de l'espai no resulta ser un factor extern imposat, sinó que resulta pròpia, una derivació de fet estudiat. Al costat de la dimensió lineal de la xarxa, la població seria un element sense dimensió espacial, com un punt, o punts. En síntesi, un fenomen de dues dimensions explicat en una, la lineal.

Annex 2: Sobre l'equilibri territorial

El concepte d'equilibri territorial és d'origen més polític que geogràfic. Parteix d'una voluntat de dotació dels serveis de manera homogènia, com per exemple igual dotació d'hospitals o escoles en totes les poblacions, al marge de la seva grandària, tot tenint en compte, però, que determinats serveis necessitaran una certa escala de població per a ser oferts.

Com hem vist, la situació és més complexa quan parlem d'equilibri territorial en el cas de les infraestructures lineals, com carreteres o ferrocarrils, en les quals la component de la superfície del territori hi compta amb pes propi. Però hem vist que hi ha camins de tractament i mesura de la dotació.

La Llei Fractal de les infraestructures lineals afirma que en un conjunt de territoris vinculats per una organització mútua (tipus Estat, administració conjunta, factors de cultura sobre el concepte de les xarxes o identitat en l'organització de la urbanització), com és el cas de les regions a l'interior del mateix Estat, existeix un índex homogeni amb una molt elevada correlació que determina la longitud d'una xarxa de cada Regió.

Entenem per territori el conjunt articulat d'espai i poblament. Ambdues components les hem representat a través de la superfície i la població. Tot i ésser dues variables, el cert és que degut a les correlacions obtingudes amb la longitud de les xarxes se'n deriva que aquestes dues variables són molt representatives.

El fet del lligam estret entre les tres variables (longitud de la xarxa, superfície i població) suposa que dues d'elles determinen la tercera. Per a superfície i població donades, hom obté la xarxa que cal. De la mateixa manera que, per a una àrea i una xarxa conegudes hom pot saber la població que és capaç de sostenir, tot seguint el mateix model de les regions veïnes i compreses dins del mateix àmbit (normalment l'Estat).

Equilibris territorials

La Llei Fractal exposada, és possible en diverses expressions, en funció dels exponents o pesos que determinen la component superfície i la component població. Per tant, no estem mai davant d'una única solució. Per a pesos majors de 0,5 en la població, la concentració d'aquesta determina una major dotació, un servei que prima la densitat.

En el cas invers, major pes de 0,5 per a la superfície, implica que les xarxes es fan més en funció de l'espai que de les poblacions assentades.

La xarxa de camins rurals és un exemple d'aquesta últim tipus de xarxa, de la mateixa manera que les xarxes de Metro ho són del cas primer. En el límit, les xarxes en base a un pes màxim de la superfície llaurarien homogeniament el territori i el farien semblant un camp agrícola i les xarxes en funció exclusivament de la població serien com els carrers de les ciutats, interiors a ella i aliens a l'extens territori del seu fora. La dotació d'escoles i hospitals venen a ser d'aquest tipus.

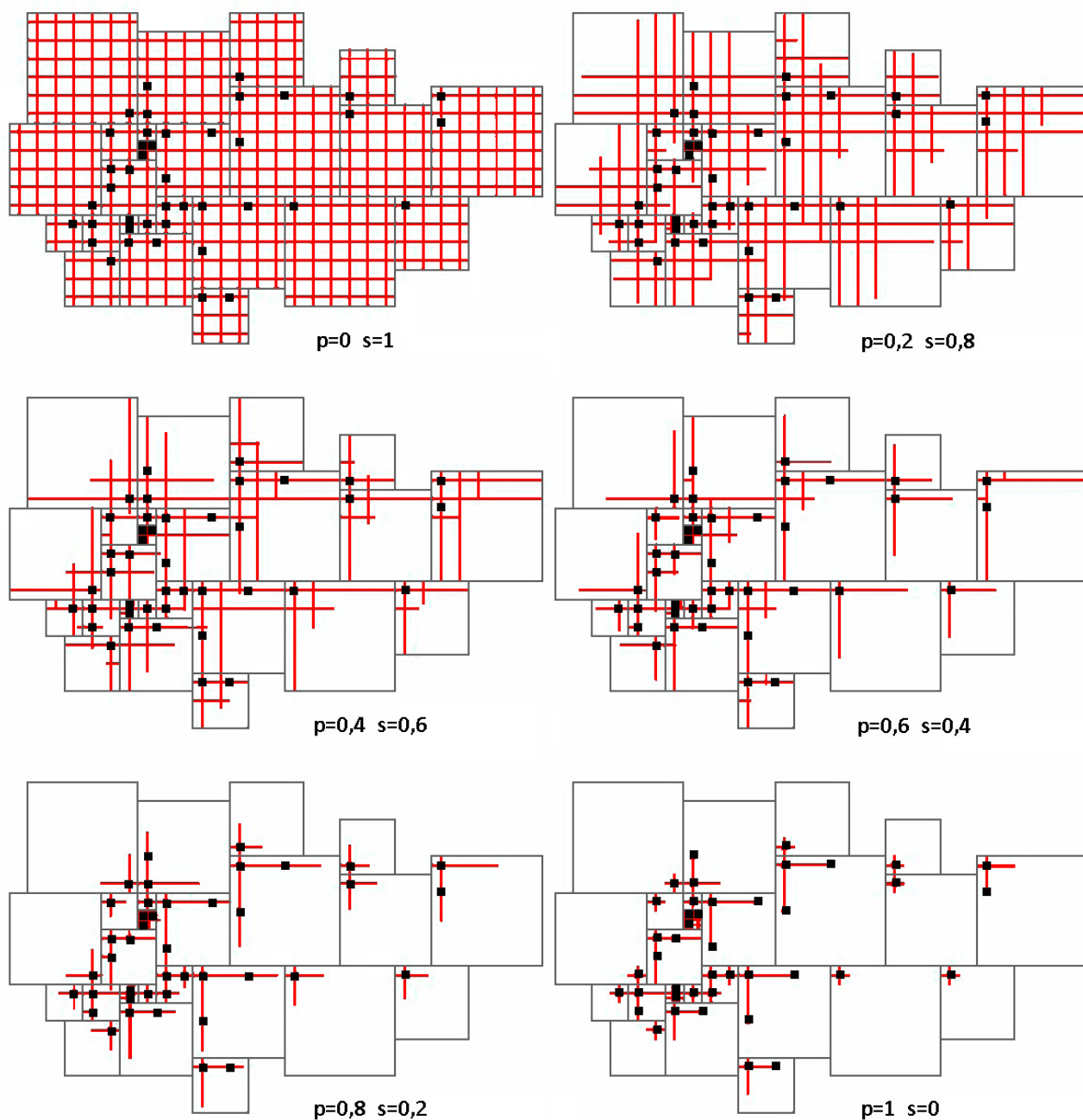
La figura següent mostra el cas de diversos territoris ordenats segons uns tipus de xarxes que oscil·len entre el pes màxim de la superfície, en un extrem, i el de la població en l'altra, a partir de seguir canvis de decimals en cada successió. La seqüència s'ha representat en sis salts.

Són visibles els exemples que llauen el territori, en el cas de $p=0/s=1$, fins arribar al d'unes xarxes plenament interiors, alienes a la superfície per al cas de $p=1/s=0$.

Cada imatge parcial de la figura representa un conjunt de regions que foment un territori conjunt, regions de diferents magnituds superficials i de població. Els ordres de magnitud de la superfície de les regions van de 1 a 36 (6x6 unitats), mentre que els de població comprèn de 1 a 3 nuclis per regió.

El resultat visual són uns mapes virtuals, un conjunt de **geografies** realitzades des d'uns pocs paràmetres geomètrics. El resultat és versemblant de la impressió que hom obté de diferents cartografies reals de territoris més o menys urbanitzats. Però, més enllà del grafisme, és l'elevada correlació dels casos reals el que justifica la versemblança dels dibuixos.

Figura 7: Planta d'un conjunt de regions amb equilibri territorial cadascun respecte les xarxes que les ordenen, definides en funció d'un seguit de parells de coeficients per a població i superfície, amb suma 1.



A la realitat de les xarxes, els valors que es situen a l'entorn del cas central ($p=0,5$ i $s=0,5$) són les més freqüents per a les xarxes usals (per exemple, autovies i autopistes), tot i que es poden desplaçar fins paràmetres de 0,4 o 0,6. Tanmateix, els efectes gràfics- o territorials- de coeficients 0,4/0,6, o 0,6/0,4, produeixen panorames força similars.

En xarxes, doncs, no hi ha un únic equilibri territorial, i podem plantejar diferents opcions territorials equilibrades. En tot cas, els resultats estadístics del compliment de la Llei ens permeten posar de relleu que la variable de la longitud de les xarxes queda extraordinàriament lligada a les variables de població i superfície servides en tots els països estudiats.

Infraestructures i demanda

Es poden construir les xarxes en funció de la demanda?

L'existència d'una Llei Fractal en els territoris per a la dotació de xarxes implica que aquestes assoleixen un model fix, aliè a la consideració de la "demanda", entesa aquesta com a exclusivament lligada a la població. Si es partís d'aquesta "demanda", el factor superfície desapareixeria i hom podria proposar més xarxes (carreteres, autovies, o Metro, per exemple..), en funció d'una pressió de la clientela.

Sovint aquesta "pressió de demanda" sol·licita carreteres per a conflictes molt particulars, o confon el paper de la xarxa bàsica amb la secundària, o demana més Metro en els llocs on ja n'hi ha un teixit dens que es vol fer, simplement, més complex. Aquests esbiaixats plantejaments serien insuficients, almenys des d'un punt de vista que partís de la consideració d'equilibri territorial que es deriva de la Llei Fractal, així com d'altres anàlisis formals possibles.

El factor demanda explicaria, en canvi la densitat dels serveis que usen una infraestructura. Això valdria tant per a la IMD (Intensitat Mitjana Diària de trànsit) per a una carretera, com per a la freqüència dels combois en les línies fèrries. La Llei ens indica que el traçat de la xarxa és independent de la intensitat del servei que es fa en ella i que entre ambdós aspectes, traçat i flux, hi ha un marge molt gran de flexibilitat. Com a corol·lari, hom podria deduir que els mètodes de disseny de xarxa basats exclusivament en proposar més xarxa només en funció de la demanda (concentració de la població, per exemple) no serien vàlids sense la consideració territorial que combina població i superfície organitzada. En síntesi, les xarxes no serveixen solament a la demanda, sinó que organitzen el territori.

Aquesta conclusió no és gens genèrica ni abstracte, sinó que esdevé molt punyent. Posaria en crisi, en particular, moltes de les pràctiques actuals de disseny de, per exemple, carreteres o ferrocarrils, en els paràmetres conjunturals que avui sofrem. Com a alternativa, aspectes deixats de banda, com la possibilitat d'una major dotació de xarxa ferroviària suburbana, el ferrocarril a l'escala de país, així com la presa en consideració del model conjunt de la vialitat en tota la seva jerarquia, etc. se situarien en primer nivell del debat sobre les infraestructures que són necessàries.

És obvi que les carreteres no s'han traçat mai en funció solament de la possible IMD que circularia per elles, sinó que hi ha pesat en la decisió un aspecte bàsic de connexió territorial. La IMD pot justificar la categoria de la carretera, o la seva reforma, però mai del tot la seva traça i així es veu quan la major part de les carreteres suporten intensitats molt baixes.

La separació del titular de les línies fèrries i dels

operadors del material mòbil va en la línia de la consideració de que també són coses diferents la creació o justificació de la xarxa i els serveis que en ella operen. Aquests serveis no poden determinar la dimensió de la xarxa la qual, com hem vist, té una lògica que és clarament territorial.

Planejament territorial

Si entenem per territori la conjunció d'espai i poblament i que aquests dos factors estan molt ben representats per la superfície i població, llavors és possible plantejar-se la possibilitat de l'ús d'aquesta Llei en la planificació territorial.

Molt sovint, per no dir sempre, els Plans Territorials han fet una proposta demogràfica per una banda i una proposta d'infraestructures per l'altra. L'existència d'una Llei Fractal ens permetria, en canvi, la coherència i la interrelació en les propostes, de manera que demografia i infraestructures quedessin completament vinculades i l'una ser condició i motiu d'oportunitat de l'altra. Això hauria de ser una condició possible, almenys en la perspectiva del planejament territorial, que és a mig termini. Aquest possible equilibri hauria de ser un dels principals mecanismes de coherència interna d'un Pla Territorial.

El radical equilibri entre infraestructures, població i superfície territorial posa en evidència un nexa que sempre ha estat objecte de voluntat planificadora. L'existència d'un índex permet disposar d'un important factor de proposta i control. Per una banda, permet comparar territoris, en els quals volem assolir llindars semblants o distanciar-nos-en i, per l'altra, permet un instrument per a quadrar en termes d'equilibri territorial intern una proposta de planejament.

Si el pla fos, per exemple, el Pla Territorial General de Catalunya, llavors les implicacions d'una proposta d'assentament de població sobre el territori haurien d'expressar-se en una dotació en xarxes que permetés aconseguir-ho. I la comprovació d'equilibri entre opcions demogràfiques i xarxes d'infraestructures caldria contrastar-la, si no al nivell de les comarques, sí al llindar de les regions interiors de Catalunya. La rotunditat dels valors amb que la Llei d'expressa en els Estats estudiats implicaria clarament que dins d'un país cal assegurar aquesta igualtat en el valor índex o, dit d'una altra manera, en una expressió en termes d'equilibri territorial futur i finalista, objecte central del planejament. O sigui, si un Pla no parteix del lligam entre infraestructures i demografia, quina altra cosa pot objectivar com a futurible?. De fet, el planejament urbanístic a escala urbana ha partit sempre d'estàndards de zonificació, com per exemple m², o %, de verd per barri o per habitant. Aportar cultura de mesura al planejament territorial esdevindria un fet fàcilment escalable a la recerca de major objectivitat.

Òbviament hi haurà altres qüestions, com la preservació d'ambiental, opcions agrícoles, etc., però actualment el gran objectiu d'un Pla no és cap altre que la determinació del seu model urbà, model que és el d'un conjunt de nuclis i les seves relacions. En aquest punt, no es poden reduir les opcions a simples definicions demogràfiques preteses si no es resol l'instrument precís que hi l'ha d'aconduir. I aquest instrument, vist el paper de les infraestructures i la confiança política i econòmica que hi ha dipositada en elles, ha de ser resolta de manera coherent.

La gran pregunta és si és possible convergir en termes estructurals i fer-ho en base a infraestructures diferents, sabut que aquestes

són les bases d'aquella. Segurament no es pot portar al límit d'un determinisme absolut el fet del lligam entre infraestructura i estructura, però segurament tampoc no hi ha una independència completa, ja que altrament els conceptes serien totalment mancats de fonament. Més directament, hom pot convergir estructuralment amb Europa a nivell de model econòmic, social, ambiental i fer-ho des de dotacions infraestructurals clarament diferents?. La resposta sembla que hauria de ser negativa i que el marge de discussió és el grau de diferència que és possible tolerar per a resultats que es volen convergents.

Avui dia, a Catalunya i a Espanya ens caldria doblar la xarxa de ferrocarrils per a equiparar-nos amb les regions més poblades de l'Europa de referència. Això sense tenir en compte que la tendència futura és la d'augmentar l'actual dotació ferroviària per a disminuir el transport per carretera i el seu negatiu impacte ambiental.

Si de convergir amb Europa es tracta, és evident que hem d'aspirar una dotació semblant en termes infraestructurals. En aquest camp sovint optem intuïtivament per més autopistes en un objectiu que, de fet, ja tenim assolit plenament. Si les nostres economies i societats han de ser cada vegada més integrades, difícilment admetriem que hem de disposar de menys escoles, hospitals, o autopistes. Pel que fa al ferrocarril tampoc no hi ha cap excusa, a menys que opinem que en aquests països hi ha una elevada dotació que és fruit d'una relíquia històrica que avui és prescindible. Si el ferrocarril no ha de jugar cap paper en el futur europeu tindrien raó els seus detractors, però si en aquests països el ferrocarril és ara una infraestructura de futur i una raó essencial del seu caràcter territorial, ens cal assumir plenament que hem de fer el salt des de la nostra dotació a la seva, com en altres equipaments i infraestructures tenim clar de fer-ho.

Hi ha territori subdesenvolupat sense ferrocarril, però no hi ha territori europeu sense. I no hi ha integració estructural amb Europa en base a un model territorial clarament contrastat.

Conclusió

La consideració de l'equilibri territorial planteja que és possible una homogeneïtat interna en el tractament de les infraestructures i que aquestes formen un equilibri entre la població i la superfície territorial a través d'una Llei. Aquesta Llei constata una dinàmica real d'integració econòmica i social de les regions dins d'un àmbit conjunt, com ho és un Estat.

En tot cas, l'economia que sustenta una dotació homogènia d'infraestructura a l'interior d'un Estat és una *economia política*, un ideal estructural.

Finalment, sobre la independència entre PIB regional i dotació d'infraestructures -autopistes, per exemple- es pot comprovar que no hi ha un lligam entre major PIB i més dotació a partir dels líndars que hi ha presents a les principals regions europees. Degut a la homogeneïtat de la dotació interna als diferents Estats, es mostra també que sovint, les regions amb més dotació són regions poc poblades i que realitzen funcions de pas en cruïlles clau. Les regions de més població i que fan també funcions de pas no destaquen precisament per una major dotació (excepte alguna d'alemanya, com Düsseldorf). Amb tot, la major dotació pot esdevenir una "capacitat d'oferta" que afavoreixi el creixement de les regions de cruïlla de pas i que parteixen d'una major dotació pel fet de la seva situació estratègica. Cert que cal sempre un mínim de dotació, però no major dotació implica major desenvolupament, ni es crea riquesa només amb xarxes, com aquí sovint hem cregut durant anys.