

APLICACIÓ METODOLÒGICA DE LA TEORIA DE GRAFOS A LA XARXA DE CARRETERES D'EIVISSA

Joana M. SEGUÍ PONS

1- INTRODUCCIO.

Durant la dècada dels cinquanta, les ciències socials i entre elles la geografia, es veuran afectades per una vertadera "revolució científica" provocada per l'apropament professional, durant la Segona Guerra Mundial, de diversos i heterogenis camps del saber (**Gómez Mendoza**, 1981), pel corrent filosòfic neopositivista que sorgí durant els anys trenta en torn al grup de Berlín i al Cercle de Viena. A partir dels anys cinquanta, per tant, es durà a terme al sí del que Khun anomena **ciència normal** una revolució científica, un canvi de paradigma, quan apareguin tota una sèrie de problemes, les solucions dels quals no puguin esser resoltes en termes del paradigma vigent (**Kuhn**, 1975).

Una de les característiques metodològiques més importants d'aquest nou corrent neopositivista, serà el monisme científic, baix la influència de la Física, característica que oposarà fonamentalment a aquests científics dels positivistes biològics decimonònics. Aquest fet destruirà la dualitat del mètode científic, que serà únic i igualment vàlid per a les ciències socials i per les ciències físiques i naturals. Inicialment utilitzaren indistintament el mètode inductiu i el deductiu, decantant-se els filòsofs neopositivistes pel darrer, a rel de la crítica Popperiana (**Capel**, 1981).

La finalitat de totes les ciències positives serà elaborar un cos teòric de lleis que permetin "explicar" el món per a poder preveure fenòmens i en darrer terme dominar-lo.

La geografia no serà aliena a tot aquest corrent, i les dues fites més significatives en aquest sentit seran: en primer lloc l'article de **Schaefer** "Excepcionalismo en Geografía" (1952), i posteriorment l'obra "Theoretical Geography" de **Bunge** (1962).

Shaefer fou el primer en rompre el silenci metodològic i la continuïtat historicista-descriptiva en que estava sumida la geografia, afirmant la necessitat de que la nostra disciplina assolís el caràcter nomotètic i deductiu de les demés ciències. En aquest sentit, estam d'acord en que "el valor del empirismo inductivo como sistema científico nos parece nulo. Sin embargo usado como palanca, como punto de partida, como forma de tantear la realidad para formular leyes e hipótesis generales y ulteriormente como piedra de toque de la validez de las mismas; usado así... a través de la observación geográfica sobre el terreno... y más allá de eclecticismos académicos, sigue poseyendo una gran utilidad". (**Quintana**, 1981, pag 15).

Al cap de deu anys d'haver-se publicat l'article de Schaefer apareix l'obra ja esmentada de W. Bunge. Una de les obres teòriques més fonamentals de la nova geografia, juntament amb "Explanation in Geography" (1969), de **David Harvey**. En aquests moments la revolució quantitativa ja estava consolidada.

2- L'ESPAI I LA GEOGRAFIA QUANTITATIVA.

El concepte de la geografia com a ciència de l'espai no és un concepte propi de la geografia quantitativa, sino que ha tengut una importància capital en la història del pensament geogràfic (Hettner, Hartshorne, Schaefer, per posar alguns exemples) al llarg de tendències molt diverses, i fins i tot, oposades. Per tant, i al menys en part,

la història de la geografia pot considerar-se com a la història del concepte d'espai, en tant que l'espai és un concepte organitzatiu bàsic en la metodologia geogràfica. Malgrat tot, i encara que els geògrafs recorren freqüentment a llenguatges espacials formals per a discutir problemes geogràfics, no hi ha hagut un debat metodològic suficient damunt la naturalesa de l'espai com a concepte organitzador (**Harvey**, 1983, pag 219). Emperò és tan important aquesta qüestió que tota la filosofia de la geografia depèn del desenvolupament d'un marc conceptual que permeti manejar la distribució d'objectes i fenòmens a l'espai.

La geometria euclidiana va dominar, com a quasi totes les demés disciplines, dins la geografia, fins al punt d'esser l'únic llenguatge espacial apropiat per a discutir els problemes geogràfics, encara que la major part de vegades s'acceptàs aquest llenguatge, sense examinar la seva raó de ser.

Intimament lligat amb aquest llenguatge euclidià s'hi troba la concepció kantiana d'espai absolut, a on l'espai té valor per ell mateix, és un continent o receptacle. Aquesta concepció fou la causa del naixement de les nocions filosòfiques de Hettner i Hartshorne, sobre tot les que es refereixen al regionalisme i a la singularitat. Emperò fa cent anys, que aquestes idees kantianes de l'espai i la geometria no són acceptades per la filosofia de la ciència, degut al descobriment de les geometries no euclidianes a la primera part del segle XIX.

Encara que gran part de la filosofia de la geografia descansàs en torn als anys cinquanta en el concepte d'espai absolut, molts de treballs realitzats per geògrafs recorrien a concepcions relativistes de l'espai. Els geògrafs començaren a explorar llenguatges espacials diferents de l'euclidià, convençuts de que els nous podien proporcionar un

medi millor per a discutir els problemes geogràfics.

Aquestes concepcions en torn dels anys seixanta estaven en ple conflicte, i així l'oposició entre Hartshorne i Bunge, per exemple pot interpretar-se com a l'oposició entre un concepte d'espai absolut i un concepte d'espai relatiu.

Per tant, la geografia quantitativa, neopositivista, en ple període de ciència dura, fugirà de tot tipus de subjectivismes, utilitzant com a llenguatge i instrument d'un problema geogràfic les matemàtiques (**Beaujeu Garnier**, 1971, pag 50) i en concret la geometria, que són les matemàtiques de l'espai.

3- LA GEOGRAFIA QUANTITATIVA I LES XARXES DE TRANSPORT.

A partir de l'any 1950 es comença a perfilar el concepte de regió econòmica per part dels geògrafs i coetàniament per part dels economistes. Les monografies regionals franceses, per influència de Gottman, que passà la Segona Guerra Mundial als EEUU, comencen a reconèixer el paper important dels fets econòmics i financers, fins ara negligits pels geògrafs. Els economistes s'interessen per la distribució espacial dels fets econòmics a una escala inferior a la de l'estat, com n'és prova la publicació de **W. Isard** "Methods of Regional Analysis" (1960), (**Sole Sabaris**, 1975).

La nova regió, funcional, no ve definida per la seva homogeneïtat, sino pels fluxes econòmics que transcorren per unes vies de comunicació concretes. Si bé les anàlisis quantitatives s'havien centrat fonamentalment en el camp de la geografia urbana, les ciutats i les seves àrees d'influència, els estudis de les vies de comunicació en si, de les rutes de transport per les que transcorren els fluxes i la seva relació amb altres indicadors com la renda per càpita, el P.I.B.,... ha-

vien estat poc tengudes en compte.

Els primers estudis apareixen a la dècada dels seixanta, en plena "revolució", utilitzant metodologies diferents, des de l'anàlisi dimensional de la xarxa (**Ginsburg**, 1961) a l'aplicació de la teoria matemàtica de grafos a l'espai (**Garrison**, 1960), (**Burton**, 1962), (**Kansky**, 1963), (**Marble**, 1965), (**Mendvedkov**, 1967). **Is-sling** (1969). Aquesta teoria és una branca de la topologia a la que més s'ha recurrit, ja que a través d'ella es poden explicar molts de problemes geogràfics, particularment les relacions entre assentaments i xarxes de transport en funció de la propietat topològica, la seva connectivitat, en lloc de les seves dimensions (**Hagget**, 1975).

Encara que també s'han utilitzat matrius de connectivitat per a identificar la jerarquia de nodus mitjançant una anàlisi dels fluxes de comunicacions telefòniques (**Nystuen i Dacey**, 1961) (**Domanski**, 1970), i de connexions aèries (**Reed**, 1970); fins i tot s'ha utilitzat per a estudis urbans (**Pitts**, 1965), (**Nurace**, 1972), (**Tarchov**, 1975), (**Taylor**, 1975. 1976).

Les tècniques de grafos han estat popularitzades entre geògrafs interessats pels problemes dels transports, per Hagget i Chorley, així com per Taeffe i per Gauthier (**Potrykowski-Taylor**, 1982).

La topologia és una branca de la geometria que no conegué un desenvolupament real fins a finals del segle XIX. Encara que sigui una forma de geometria molt bàsica, perquè representa alguns dels conceptes d'espai més senzills, a l'actualitat està altament desenvolupada, ja que els teoremes de la topologia estan relacionats, malgrat la seva aparent indefinició, amb els resultats quantitius més precisos de les matemàtiques. Com diu **Harvey** (1983), al ser la topologia la ciència de les propietats holístiques dels ob-

jectes, i en particular de la connectivitat, podem esperar que se puguin aplicar els teoremes topològics a problemes geogràfics, en termes de connectivitat.

Els termes de la teoria de grafos es poden relacionar fàcilment amb objectes geogràfics primitius reals, al igual que els termes euclidians punt i línia, són vàlids per a problemes de la topografia. **Hagget** (1975) recorreix a una sèrie de termes topològics, com són: arbres, circuits, sendes... i agrupa les mesures en tres blocs: centralitat, connectivitat i forma, que són els que intentarem seguir al llarg de l'article, utilitzant alguns dels seus índex. Per tant, tots els fenòmens geogràfics que es puguin traduir en aquests termes intersubjectius, es poden descriure i analitzar recorrent a la topologia. D'aquesta manera la descripció i l'anàlisi de la xarxa de carreteres, per exemple, deixarà de fer-se amb qualificatius carregats de subjectivitat, i es durà a terme a través d'una sèrie de conceptes, i amb utilització de tècniques quantitatives (**Estébanez**, 1982) que no són utilitzades com a camuflatge, pretexte o simple resultat d'un enlluernament per una nova tècnica, sino com a llenguatge i instrument per arribar a l'explicació. Les especificitats i concreccions es substituiran per abstraccions. Les ciutats i carreteres passaran a ésser nodus o vèrtex i arcs o aristes (**Hagget**, 1975)

Estébanez Alvarez (1978) ha estat un dels pioners en desenvolupar teòricament i en aplicar al nostre país la teoria de grafos. **García Lorca** (1979) a Almeria, **Sabaté Martínez** (1979) a Madrid, i **Brunet Estarells** (1982) a Mallorca són, entre d'altres dels pocs estudis amb que comptam a nivell estatal.

4- METODOLOGIA, LES FONTS I EL SEU TRACTAMENT.

Quant a la metodologia, utilitzarem par tant un procés deductiu, partint d'una teoria "a priori", la de grafos que aplicarem a la realitat, realitzant a més anàlisis dimensionals de la xarxa, que permetran la seva explicació.

Creim en la utilitat pràctica de la teoria que aplicam, ja que els seus resultats, malgrat moltes de vegades puguin ésser intuïts sense necessitat d'aplicar-la, haurien d'ésser tenguts tal volta en compte a l'hora de localitzacions de futurs serveis de tota mena, dintre d'una política concreta d'ordenació territorial.

Com a punt de partida, el mapa **FIRESTONE** (1983), a escala 1:75.000, és l'eina fonamental damunt la que hem treballat. Les dades del mapa s'han hagut de completar i "actualitzar" amb informació del MOPU i del Consell d'Eivissa.

Els 20 nuclis de població considerats, extrets del **NOMENCLATOR** de 1981 són els que compten amb més de 300 habitants. Aquest umbral és el que millor s'adapta a les condicions d'aquest estudi, pel fet de que amb umbrals majors, com per exemple 500 habitants, nuclis que juguen un paper important en la configuració radial de la xarxa, com Sant Mateu o Santa Agnès, quedaven fora d'ella.

El **Nomenclator** adoleix d'un defecte, actualment greu, i és el de no estar actualitzat en quant a nuclis de població turístics, ja que no contempla com a tals tota una sèrie de nuclis costaners com: Portinatx, Cala Sant Vicent, Port de Sant Miquel, Talamanca... , amb gran preeminència de residències turístiques, però a on el pes d'una població permanent és prou important.

5- LA DISTRIBUCIO DELS ASSENTA- MENTS I LA XARXA DE CARRETERES.

Els municipis més poblats de l'illa són: Eivissa, que essent el de menor extensió, sols un 1'41% del total de l'illa, engloba el 41'83% de la seva població; seguit de Santa Eulàlia i de Sant Antoni, amb el 21'49% i el 20'23% respectivament del total de població de l'illa. Els tres municipis, amb un poc més de la meitat de l'extensió total de l'illa, concentren 50.918 habitants, o sia, més de les dues terceres parts de la seva població. Aquest fet es reflecteix forçosament en l'estructura viària de l'illa, potenciada en torn de la Vila i de Sant Antoni. Es la primera, la que conforma l'estructura radial de la xarxa, ja que la Vila és la Ciutat de les Pitiüses, el centre aglutinador més important, tant en població com en serveis. D'aquests n'és un exemple el de les línies regulars de passatgers per carretera que d'ella parteixen, i que representen el 64'29% del total de línies regulars de l'illa, tenint en compte que el percentatge augmenta encara més a l'estiu (Pla Director de Transports, 1980).

La xarxa de carreteres estatal (mapa 1) representa a Eivissa, el 39'51% del total de la xarxa considerada (taula 1), percentatge menor al que, representa pel conjunt de les Balears (Consell General Interinsular, 1983). Les carreteres municipals i particulars tenen una gran importància a Eivissa, ja que representen el 44'84% del total de l'illa. Aquest fet està molt lligat a la urbanització turística de tota la costa i per tant a la utilització de l'espai costaner com a espai d'oci, desencadenant-se els mecanismes de l'especulació dels terrenys i venda d'urbanitzacions amb infraestructura viària. Les carreteres locals, del Consell d'Eivissa, no arriben al 20% del total de les carreteres de l'illa. Compleixen una do-

ble funció, per una part la de comunicar nuclis desconectats per la xarxa estatal, com Santa Agnès, Sant Mateu o Es Cubells, i per altra la de cobrir i unir una sèrie de desconexions de la xarxa estatal.

Emperò és aquesta la que engloba les carreteres de major tràfec, i des de l'elaboració del Pla Director de Transports, a on es contempla el deficient estat de les mateixes, s'han duit a terme tasques d'acondicionament. Les més transitades són les comarcals Eivissa-Sant Antoni i Eivissa-Cala Portinatx, amb desviació a través d'una local estatal cap a Santa Eulàlia. La importància, de la primera, la C-731, que canalitza el 50% del tràfec insular (Pla Director de Transports, 1980) es deu al fet d'haver unit els dos nuclis turístics més importants de l'illa, ja que la major part del tràfec respon a les noves necessitats turístiques que comporten l'afluència de turismes d'altres províncies o estrangers, sobre tot des del funcionament dels vaixells-cangurs.

5.1. Jerarquia dels assenta- ments segons nodalitat.

En certa manera, podem dir que la distinta categoria de les carreteres condiciona la importància dels nuclis als que afecten. Per aquesta raó hem ponderat els nuclis, segons es tractà de carreteres comarcals (MOPU), locals (MOPU i Consell) o municipals i particulars (Villarino Pérez 1983). D'aquesta manera, nuclis com Sant Jordi o Sant Miquel, amb una confluència de vials similar a la d'Eivissa, tenen un valor inferior al de la capital, ja que es tracta de carreteres de menor categoria (taula 2, mapa 2). Es el nucli de Sant Rafel, a la cruïlla d'una comarcal i d'una local del Consell, el que figura a un ordre superior als d'Eivissa i Sant Antoni, pel fet d'esser ambdós nuclis terminals. Aquesta posició de Sant Rafel, com a nucli cèntric i a la confluència de la carretera més im-

portant de l'illa es reforçarà a l'hora de l'anàlisi dels índex de connectivitat i d'accessibilitat. Al pol oposat hi figuren nuclis com Sant Vicent o Sant Agustí, que queden molt al marge de la xarxa, pel fet d'esser nuclis terminals al mateix temps que la seva comunicació amb els altres està formada, fonamentalment per carreteres municipals i locals.

5.2. Índex de desviació.

Aquest índex expressa la distància ideal entre dos punts, o sia la distància en línia recta. Es el que els anglosaxons anomenen "**desiré lines**", es a dir "línies desitjades". (García Lorca 1979).

Per tant, si comparem les dimensions reals o sia els kilòmetres de la xarxa i les dimensions ideals, o sia la distància lineal entre nuclis, ens adonem de que el % de desviació 21,52% (taula 3) és molt similar al de la xarxa de carreteres de Mallorca (Brunet 1982).

La desviació més destacada és la de la carretera local del MOPU **RM 803** d'Eivissa a Sant Antoni, del 50% (Apèndix 1). que travessant el nucli de Sant Josep, esquivant tota una sèrie de turons d'altura considerable, com són el Puig Gros, la serra de ses Fontanelles, serra de Sa Murta..., seguida de la **RM 805**, que uneix la c-733 d'Eivissa a Portinatx, amb el far de Botafoch, per l'existència precisament de la badia de la Vila i del cap de Punta Grossa. Els percentatges de desviació menors són precisament per a les dues carreteres comarcals, que quasi linealment uneixen Eivissa amb Sant Antoni i amb Cala Portinatx.

5.3. Densitat de la xarxa.

Un dels primers estudis sobre dimensions de xarxes de transport, en concret del sistema ferroviari, fou el de Ginsburg (1961), ja esmentat anteriorment, a la seva obra "Atlas of economic development", a

on va relacionar, per a obtenir la densitat, la longitud de la xarxa per unitat de superfície. Posà de relleu el fet de que les xarxes de transport eren un indicador més del nivell de desenvolupament econòmic d'un país, ja que països com Gran Bretanya donaven índex de densitat elevats, superiors a la mitjana mundial, mentre països com Brasil donaven índex molt baixos. (Hagget 1976). A més d'aquest indicador (Kms/unitat de superfície), hem utilitzat igualment per a calcular la densitat, nodus/unitat de superfície, pel fet de que igualment hi sol haver una relació molt estreta entre el nombre de nodus i la xarxa de carreteres que els connecta.

Si analitzem el mapa 3, a on les isoaritmies o isopletes ens indiquen el nombre de nodus per cada 50,27 km² (1), veim com les zones amb densitats més elevades són les situades en torn a La Vila, a on s'assoleix el nombre màxim, 4, degut a la concentració en torn d'ella de Puig de'n Valls, Nostra Senyora de Jesus i Sant Jordi; una segona zona amb elevada densitat gira en torn de Sant Antoni, pel fet de que la situació de Ses Païsses i de Sant Agustí és molt propera a aquesta ciutat; i una tercera al N. de l'illa en torn de Sant Joan, Sant Miquel, Sant Vicent, Sant Mateu i Sant Llorenç, amb densitats menors que les dues anteriors. La resta de l'illa compta amb densitats molt baixes.

Si comparem aquests resultats amb el mapa 4a, a on les isoaritmies o isopletes ens indiquen el nombre de kilòmetres lineals per cada 28,27 Km² (2), veim com les densitats majors estan en torn a la badia de Sant Antoni de Portmany, seguida de la zona d'Eivissa i la seva àrea d'influència. Fet molt indicatiu de la importància turística d'aquests dos nuclis, en torn dels que s'hi concentren tota una sèrie d'urbanitzacions i de serveis, com per exemple l'Aeroport, que contempen la necessitat d'una xarxa més tu-

vida.

Amb densitats molt baixes hi figura tota la part N. de l'illa, excepte la zona de Portinatx i de Sant Miquel, la zona sudoccidental, i el buit situat entre l'àrea de Sant Antoni i la d'Eivissa, mentre a la costa oriental, i en torn de nuclis com Sant Carles o Santa Eulàlia, les densitats són molt més majors.

6-APLICACIO DE LA TEORIA DE GRAFOS A LA XARXA DE CARRETERES D'EIVISSA.

Com ja hem dit anteriorment, Haggett (1976) agrupa les mesures de la teoria de grafos en tres grans grups, les de connectivitat, les de centralitat i les de forma.

Connectivitat.

Per a l'anàlisi d'aquesta mesura, utilitzarem una sèrie d'índex que relacionen el nombre de nuclis de població (nodus), amb el nombre de carreteres que els uneixen (seccions internodals o arcs).

L'Index Beta (B), relaciona aquestes dues variables, i és una de les mesures més simples i més utilitzades per a calcular el grau de connectivitat d'una xarxa. Els valors d'aquest índex oscil·len entre 0 i 3, tenint en compte, que mantenint el nombre de nodus i augmentant el nombre d'arcs, la connectivitat serà major, i si arriba a 3 serà una connectivitat òptima.

$$B = \frac{a}{n}$$

$$\frac{30}{20} = 1,50$$

El valor d'aquest índex B superior a la unitat, ens indica que estam davant una xarxa complexa.

$$n^{\circ} \text{ciclomàtic} = a - (n-1) = 30 - (20-1) = 11$$

$$\alpha = \frac{n^{\circ} \text{ciclomàtic}}{2n - 5} =$$

$$= \frac{11}{2 \cdot 20 - 5} = \frac{11}{35} = 0,31$$

El número ciclomàtic indica el nombre de circuits que té la xarxa, en aquest cas són 11. Si el relacionam amb el nombre màxim de circuits que pot tenir la xarxa, 35, elaboram l'índex α , que ens indica que la xarxa de carreteres d'Eivissa sols té formats el 31% dels seus circuits possibles, no arriba a una tercera part. Aquesta mesura es completa amb la que dona l'índex γ , ja que a més arcs, amb més circuits comptaríem

$$n^{\circ} \text{màxim d'arcs de la xarxa} =$$

$$= 3(n-2) = 3(20-2) = 54 \text{ arcs}$$

$$\gamma = \frac{a}{3(n-2)} = \frac{30}{54} = 0,55$$

Aquest índex γ , ens indica que la xarxa d'Eivissa té sols el 55% d'arcs possibles, ja que per a completar-la en el seu nivell òptim, en mancarien 24 més.

Estam, per tant, davant una xarxa complexa, en la que els nivells de connectivitat oscil·len entre una tercera part i la meitat dels nivells òptims, segurament desitjables.

Centralitat i accessibilitat

Per a aquestes mesures, i malgrat a simple vista sigui bastant destacable quins són els nuclis més centrals i més accessibles, és necessari per a aconseguir una exactitud intersubjectiva aplicar una matriu binària dels 20 nuclis que componen la xarxa considerada. (Apèndix 2).

La centralitat, com a mesura de distància topològica, fou desenvolupada per Kóning l'any 1936 (Haggett 1975), i constitueix el nombre d'associats. Descríu el nombre

d'arcs des d'un nodus a un altre de la xarxa pel camí més curt. Els nodus amb un nombre associat menor, seran els que ocuparan el lloc central d'una xarxa. (Taula 4)

	<u>nº associats</u>	<u>frequència</u>
Eivissa	2	10
S.Rafel	3	1
NS.de Jesús, S. Josep, S. Joan, S.Llorenç, S. Miquel, Sta. Gertrudis, Puig d'en Valls	3	3

Es Cubells, Sant F. de Paula	3	4
------------------------------	---	---

	<u>nº associats</u>	<u>frequència</u>
S. Agustí, S. Carles, S. Mateu, S.Vicent	4	3
Sta. Eulàlia, Sta. Agnès	4	1
S. Antoni, S. Jordi, Ses Païsses	3	4

Es Eivissa la que té una centralitat major, seguida de Sant Rafel, per ocupar llocs molt privilegiats a la xarxa; Es Cubells i Sant Francesc de Paula, dos dels més marginals són els que tenen una centralitat menor.

L'Index Shimbels és un dels indicadors més utilitzats per a mesurar l'accessibilitat (apèndix 2)(Taula 5).

Index Shimbels

Eivissa, Sant Rafel	29
Sant Joan	31
Sta Gertrudis, Sant Llorenç	32
N.Sra Jesús, Puig d'en Valls, Sant Miquel	33
Santa Eulàlia	34

Sant Francesc de Paula	57
Es Cubells	54
Sant Mateu	50
Sant Agustí	49
Sant Vicent	48

Mentre Eivissa gaudia de la màxima centralitat, els valors millors d'accessibilitat els comparteix amb Sant Rafel. Analitzant el mapa 5, ens adonam de que la zona més accessible de l'illa és el centre, entre Santa Eulàlia, Sant Joan, Sant Miquel, Santa Gertrudis, Sant Josep i la Vila; aquests tenen les dues carreteres comarcals com a eixos vertebradors. Index menors són els de Sant Jordi, Sant Antoni i Santa Agnès. El tercer nivell, amb accessibilitats encara més inferiors, englobaria els de Sant Carles, Sant Vicent i Sant Mateu, a la part N i NE de l'illa, juntament amb Sant Agustí i Es Cubells, al SW Sant Francesc de Paula, constitueix el menys accessible de la xarxa.

Els valors d'accessibilitat es poden relacionar amb les condicions de connexió de cada un dels nuclis. (Taula 6).

nº de nodus connectats directament amb el de referència:

Sant Rafel	11
Sant Joan	10
Eivissa, Santa Gertrudis, Sant Llorenç	9
N.Sra Jesús, Puig de'n Valls, Santa Eulàlia, Sant Miquel	8

Es Cubells, S.Francesc de Paula, Sant Mateu	1
Sant Vicenç, Sta. Agnès	2
Sant Agustí, Sant Jordi	3
Ses Païsses, Sant Carles	4

Així es pot veure com els nuclis que tenen els Shimbels més elevats són els que connecten directament amb més poc nombre de nuclis. Sant Francesc de Paula, Es Cubells i Sant Mateu, sols connecten amb un sol nucli, mentre nuclis com Sant

Rafel, a la cruïlla de camins o Sant Joan, amb condicions de connexió directa molt elevades, pel fet de que per accedir-hi des de la major part dels nuclis de la xarxa se n'han de travessar pocs, són els que connecten directament amb més nombre de nodus. Aquests dos desplacen el d'Eivissa, pel fet de ser nucli terminal de carreteres, amb estructura radial entorn d'ella.

L'accessibilitat de la xarxa queda completada si tenim en compte les seves dimensions reals, és a dir, si realitzam una matriu binària en base a les distàncies kilomètriques de tots i cada un dels nodus (apèndix 3) de la xarxa respecte dels demés. (Taula 7).

Sant Rafel	250,80
Santa Gertrudis	269
Eivissa	269,40
N.Sra Jesús	284,30
Puig de'n Valls	286,80

Sant Vicent	512,60
Es Cubells	500,61
Santa Agnès	438,75
Sant Carles	421,30
Sant Joan	409,45

Dues són les característiques més importatnts que es destaquen davant aquestes dades. El fet de que sigui el nucli de Sant Vicent i no el de Sant Francesc de Paula els menys accessible en quant a kilòmetres de la xarxa, i per l'altra, el fet de que el nucli de Sant Joan, amb una accessibilitat topològica molt elevada i amb una connexió directa amb la meitat de nuclis de l'illa (10), queda aquí com un dels menys accessibles en valors reals, per la seva llunyania respecte dels demés.

Una de les característiques més importants de la xarxa de carreteres d'Eivissa és la seva estructura radial, i per tant adoleix d'una sèrie de defectes que aquest tipus de xarxa tenen. Les vies transversals únicament són les que connecten Sant Antoni, Sant Rafel i Santa Eulàlia,

la de Sant Miquel, Sant Joan, Sant Vicent i la de Santa Gertrudis-Sant Llorenç fins a la carretera de Sant Carles, totes les demés giren en torn de la Vila. Aquest fet provocarà una accessibilitat molt elevadaa nuclis com Sant Rafel o Eivissa, i no tant a Sant Antoni, però aquest compta amb una carretera en molt bon estat que l'uneix amb la Vila. Per altra part els nuclis perifèrics seran els menys accessibles.

Forma de la xarxa.

La forma de la xarxa és un concepte que segons Hagget (1975) és més difícil de captar.

Una de les maneres és a través del concepte de diàmetre, que és un índex poc significatiu en sí mateix, però que permet passar a una mesura més complexa i més útil de la forma de la xarxa.

El diàmetre mesura la longitud per extensió topològica del grafo, a través del recompte del nombre d'arcs que constitueixen el camí més curt entre els dos nodus més distants. Resultarà, idò, que els valors del diàmetre augmentaran a mesura que s'incrementi l'extensió del grafo, i disminuiran a mesura que millorin les connexions entre els nodus.

A la xarxa de carreteres d'Eivissa, i mesurant la longitud per extensió topològica, tenim 8 nuclis que compten amb diàmetre 4: Es Cubells, Sant Agustí, Sant Carles, Sant Francesc de Paula, Sant Mateu, Sant Vicent, Santa Eulàlia i Santa Agnès.

Si consideram les dimensions reals de la xarxa, veim com hi ha 11 camins que satisfan el diàmetre 4:

Es Cubells

-S. Carles	40,5
-S. Mateu	38
-S. Vicent	46,95
-Sta. Eulàlia	34,95

Sant Agustí

-S. Carles	30,95
-S. Mateu	27,15
-S. Vicent	38,20

Sant Carles

-S. Francesc de Paula 26,50

Sant Francesc de Paula

-S. Mateu 22

-S. Vicent 33,75

-Sta. Agnès 26

Tots ells corresponen als nuclis més perifèrics, i per tant amb una posició més marginal al si de la xarxa.

Altres índex són utilitzats per a mesurar la forma de la xarxa i són els que relacionen la longitud total de la mateixa amb el diàmetre real (Hagget 1976).

(Longitud total)

$$\frac{302,4}{46,95} = 6,44$$

(Longitud internodal)

$$\frac{197,05}{46,95} = 4,20$$

Estébanez (1978) per a determinar la forma de la xarxa realitza l'operació a l'inversa, relacionant el diàmetre amb la longitud total. Si l'índex té valor 1, indica que estam davant una xarxa lineal, en canvi com més baix sigui el valor, més ens apropam a una malla, o sia, a una xarxa complexa, com és el cas de la d'Eivissa.

(Longitud total)

$$\frac{46,95}{302,4} = 0,155$$

(Longitud internodal)

$$\frac{46,95}{197,05} = 0,238$$

A més de les mesures ja exposades es poden obtenir tota una sèrie d'índex que completen els anteriors (Estébanez, 1978).

$$\text{Eta} = \frac{L}{a}$$

$$\frac{L}{a} = \frac{302,4}{30} = 10,08 \quad (3)$$

$$\frac{L}{a} = \frac{197,5}{30} = 6,57 \quad (4)$$

$$\text{Zeta} = \frac{L}{n}$$

$$\frac{L}{n} = \frac{302,4}{20} = 15,12 \quad (3)$$

$$\frac{L}{n} = \frac{197,05}{20} = 9,85 \quad (4)$$

Una modificació de l'índex zeta és l'índex Iota, que es realitza amb el total de nodus ponderats. Una forma de ponderar-los és donar valor 1 als nuclis terminals, i multiplicar per dos el nombre d'arcs que conflueixen a un nucli (Apèndix 2).

$$\text{Iota} = \frac{L}{n. \text{ponderats}}$$

$$\text{Iota} = \frac{302,4}{86} = 3,516 \quad (3)$$

$$\text{Iota} = \frac{197,05}{86} = 2,29 \quad (4)$$

TALIA 1

Xarxa de carreteres d'Eivissa

	Comarcal	%	Local	%	Local	%	Municipal particular	%	Total
Kms. Carretera	43'50	14'38	76'00	25'13	47'30	15'64	135'60	44'84	302'40
Kms. Carretera intermodals	35'50	18'02	69'00	35'02	47'30	24'04	45'25	22'96	197'05

Font: Mapa Firestone 1:75.000

TALIA 2

Jeraquia dels assentaments segons nobilitat. (nº vials/nucli)

ENTITAT	Comarcal	Local	Local	Municipal	TOTAL	Comarcal	Local	Local	Municipal	TOTAL
1 Eivissa	2	1	-	1	4	6	2	-	1	9
2 Es Cubells	-	-	1	-	1	-	-	2	-	2
3 Ntra.Sra. de Jesús	-	-	1	1	2	-	-	2	1	3
4 Puig de'n Valls	-	-	-	2	2	-	-	-	2	2
5 Sant Agustí	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
6 Sant Antoni	1	2	-	2	5	3	4	-	2	9
7 Sant Carles	-	1	-	2	3	-	2	-	2	4
8 S.Francisc de Paula	-	2	-	-	2	-	4	-	-	4
9 Sant Jordi	-	3	-	1	4	-	6	-	1	7
10 Sant Josep	-	2	1	1	4	-	4	2	1	7
11 St. Joan B.	-	2	-	-	2	-	4	-	-	4
12 Sant Llorenç	-	-	-	2	2	-	-	-	2	2
13 Sant Mateu	-	-	1	-	1	-	-	2	-	2
14 Sant Miquel	-	1	-	3	4	-	2	-	3	5
15 Sant Rafel	2	-	2	-	4	6	-	4	-	10
16 Sant Vicent	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
17 Sta. Eulàlia	-	2	1	2	5	-	4	2	2	8
18 Sta. Gertrudis	-	1	1	1	3	-	2	2	1	5
19 Sta. Agnès	-	-	1	-	1	-	-	2	-	2
20 Ses Païsses	-	-	-	2	2	-	-	-	2	2

TAULA 3**Index de desviació**

Carreteres	Kms reals	Kms lineals	diferència (en km)	%
Comarcal	43,50	39,00	4,50	10,34
Local (O.P.)	76,00	58,15	17,85	23,49
Local (Consell)	47,30	38,10	9,20	19,15
Municipal, particular	135,60	101,21	34,42	25,38
Total	302,40	236,46	65,97	21,82

Font: Mapa Firestone 1:75.000

APENDIX 1 -Index de desviacio-

Carretera	Km reals	Km lineals	diferència (en km.)	%	nº ordre	nº ordre general
C-731 (O.P.)	15,0	12,750	2,25	15,00	1	28
C-733	28,5	26,250	2,25	7,89	2	32
Total	43,5	39,000	4,50	10,34	-	-
FM- 801 (O.P.)	7,5	5,700	18,00	24,00	5	17
FM- 802	5,5	5,700	- 0,20	-	-	-
FM- 803	22,5	11,250	11,25	50,00	1	1
FM- 804	11,5	11,100	0,40	3,48	7	35
FM- 805	2,0	1,275	0,725	36,25	3	7
FM- 810	12,0	11,625	0,375	3,13	8	36
FM- 811	10,0	8,100	1,90	19,00	6	23
FM- 812	3,0	2,200	0,80	26,67	4	15
D- C-731 a FM-801	2,0	1,200	0,80	40,00	2	4
Total	76,0	58,150	17,85	23,49	-	-
803- 1 (Consell)	6,0	4,875	1,125	18,75	5	24
812- 1	13,0	10,425	2,575	19,81	4	20
812- 2	6,8	5,775	1,025	15,07	6	27
810- 2	1,5	1,125	0,375	25,00	1	16
810- 1	12,5	9,900	2,60	20,80	2	18
804- 1	7,5	6,000	1,50	20,00	3	19
Total	47,3	6,000	1,50	19,45	-	-

Continuació APENDIX 1

Carretera	Km reals	Km lineals	diferència (en km.)	%	nº ordre	nº ordre general
Sant Antoni - 812-1	5,0	4,500	0,500	10,00	25	31
RM-812 - 812-1	7,0	4,575	2,425	34,64	8	9
RM-801 - Eivissa	4,0	3,375	0,625	15,63	21	26
C-731 - C-733	1,0	0,750	0,250	25,00	15	16
Puig de'n Valls - C-731	1,0	0,975	0,025	2,50	28	37
N.Sra.Jesus - Botafoch	3,0	1,875	1,150	38,33	4	5
Sant Miquel - C-733	8,75	6,000	2,750	31,43	12	12
Sant Llorenç - C-733	1,25	1,230	0,020	1,60	29	38
Sant Carles - RM-811	5,0	4,500	0,500	10,00	25	31
RM-811 - San Vicent	0,5	0,450	0,050	10,00	25	31
RM-803 - C-731	2,0	1,275	0,725	36,25	6	7
RM-803 - Sant Agustí	0,75	0,375	0,375	50,00	1	1
RM-803 - Sa Caleta	4,0	3,225	0,775	19,38	18	22
RM-803 - Vista Alegre	2,0	1,875	0,125	6,25	26	33
Cala Vadella - Sant Josep(1)	9,5	6,000	3,500	36,84	5	6
C.Vadella - Cra (1)	5,0	2,775	2,225	44,40	2	2
RM-803 - Cala Tarida (2)	6,0	4,125	1,875	31,25	13	13
Cra (2) - Port des Torrent	2,0	1,500	0,500	25,00	15	16
Port des Torrent - C-803	3,75	2,550	1,200	32,00	11	11
Sant Antoni - Cala Grassió	2,0	1,125	0,875	43,75	3	3
S.Miquel - Port de S.Miquel	4,0	2,550	1,450	36,25	6	7
S.Miquel-Penyal de s'Aguila	5,0	3,375	1,625	32,50	10	10
Sant Carles - Sant Jordi	3,5	2,250	1,250	35,71	7	8
Sta.Eulàlia-Platja d'es Canà	5,0	3,300	1,700	34,00	9	9
Sant Carles - Es Figueral	3,0	2,550	0,450	15,00	22	28
Es Viver - Platja de'n Bossa	2,5	2,250	0,250	10,00	25	31
Cra Es Viver/P. de'n Bossa - - Cra RM-801/Eivissa	0,85	0,750	0,100	11,76	24	30
Aeroport - Es Codolar	1,5	1,125	0,375	25,00	15	16
Cala Vadella - Cala Tarida	3,0	2,400	0,600	20,00	16	19
Cra S.Miquel/Port-Torre Mula	2,5	2,025	0,475	19,00	19	23
C-733 - Cala Portinatx	1,0	0,750	0,250	25,00	15	16
S.Eulàlia/Es Canà-Punta Arabí	2,0	1,500	0,500	25,00	15	16
Sta.Eulàlia - Puig Pep	2,0	1,500	0,500	25,00	15	16
810-1 - Cala Llonga	1,0	0,825	0,175	17,50	20	25
810-1 - Roca Llisa	2,75	2,625	0,125	4,56	27	34
N.Sra.Jesus/Botafoch-Talamanca	2,0	1,500	0,500	25,00	15	16
Port des Torrent - C-803	5,0	3,525	1,475	29,50	14	14
Santa Caterina Santa Caterina - Sant Llorenç	7,0	5,250	1,750	25,00	23	29
RM-810 RM-810 - Es Canà	2,5	2,475	0,025	1,00	30	39
Total	135,6	101,21	34,42	25,38	-	-

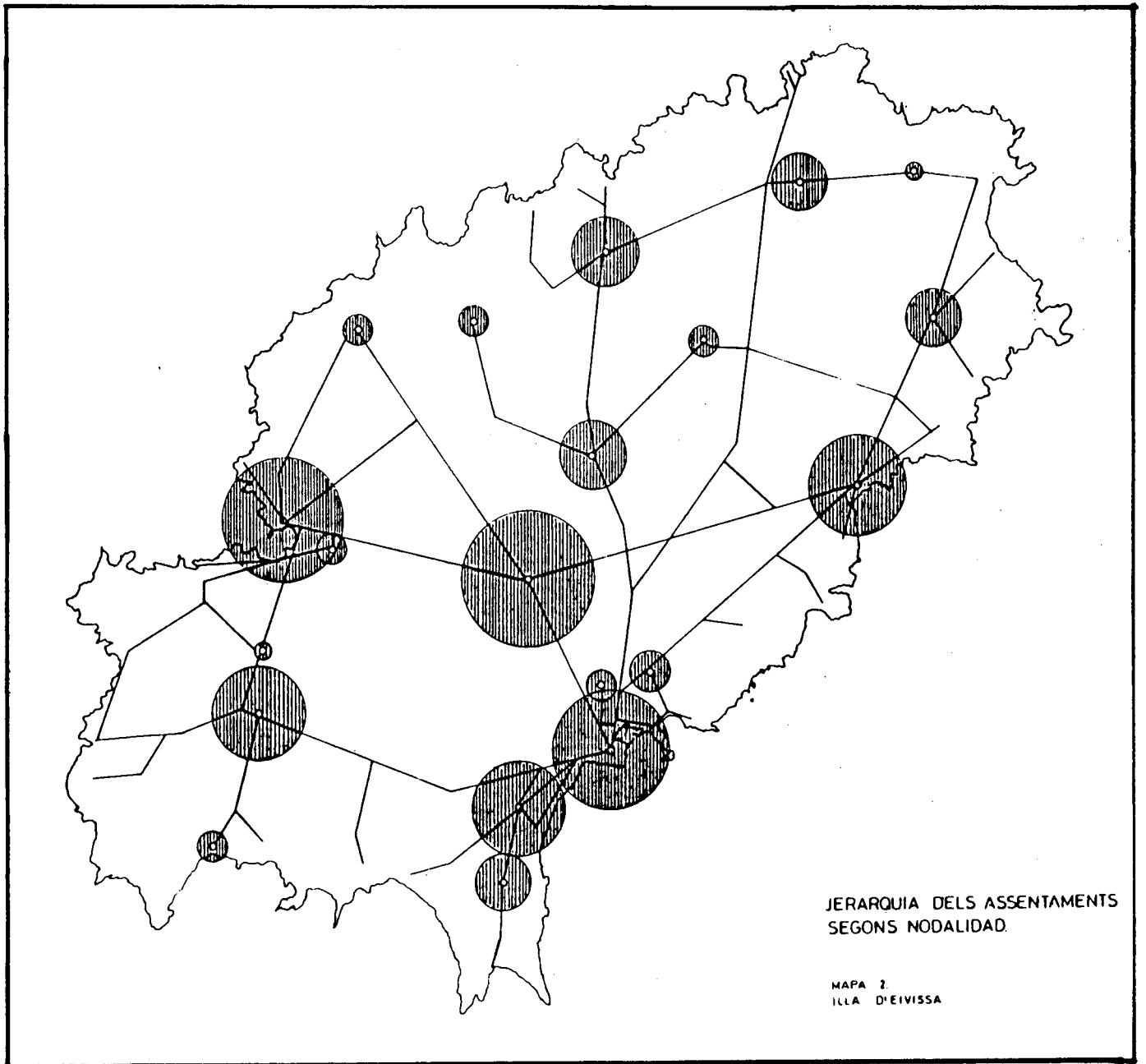
Font: Mapa Firestone 1:75.000, mesurat amb curvímetre

APPENDIX 2 -Accessibilitat topològica-

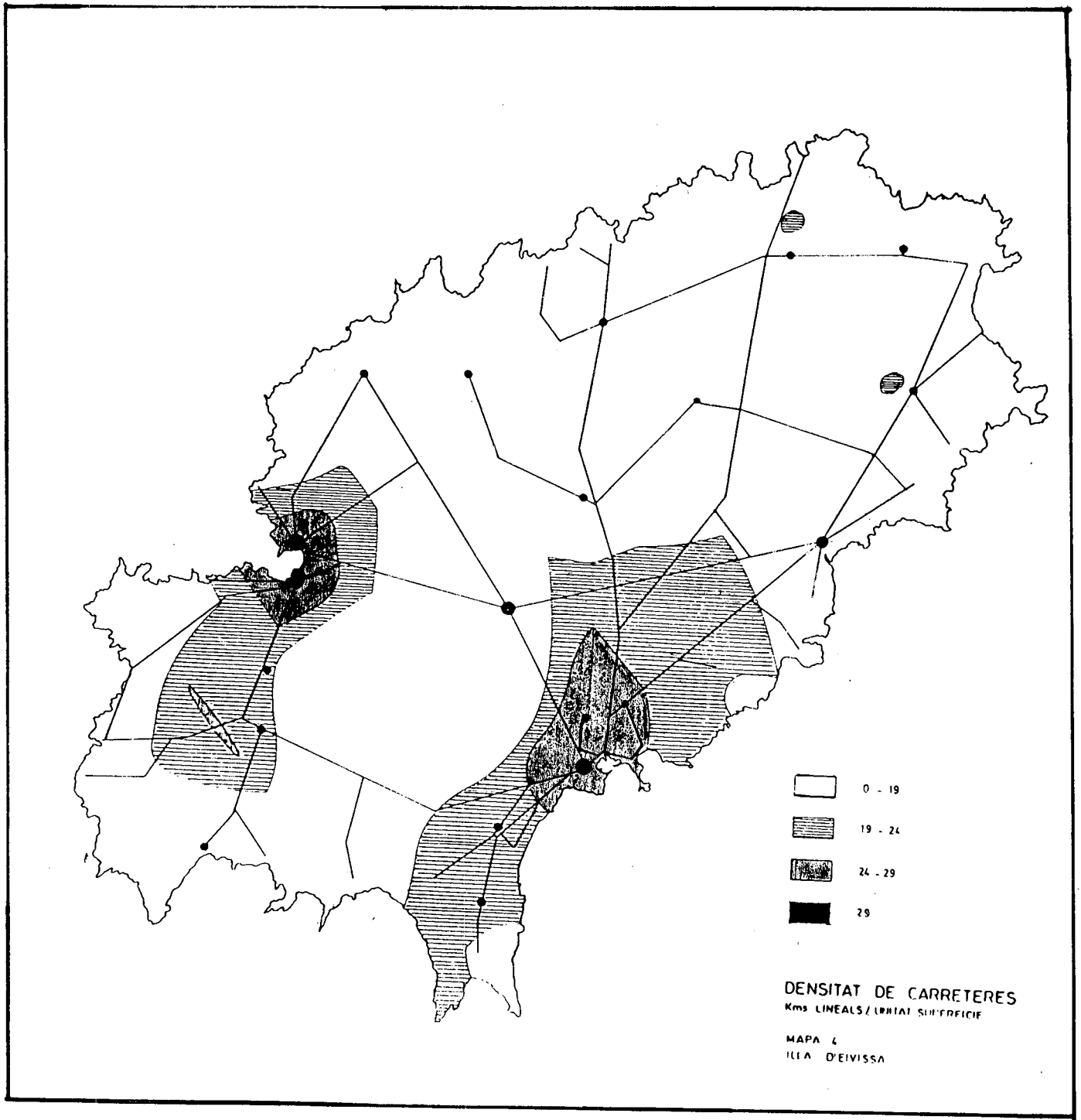
Nuclis de població	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	número	Index	nuclis
1 Eivissa	-	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	29	8
2 Es Cubells	2	-	3	3	2	2	4	3	2	1	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	4	54	1
3 Ntra.Sra. de Jesús	1	3	-	1	3	2	2	3	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	3	33	6
4 Puig de'n Valls	1	3	1	-	3	2	2	3	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	3	33	4
5 Sant Agustí	2	2	3	3	-	1	4	3	2	1	3	3	4	3	2	4	3	3	2	1	4	49	1
6 Sant Antoni	2	2	2	2	1	-	3	3	2	1	2	2	3	2	1	3	2	2	1	1	3	37	8
7 Sant Carles	2	4	2	2	4	3	-	4	3	3	1	1	3	2	2	1	1	2	3	3	4	46	4
8 S.Francesc de Paula	2	3	3	3	3	3	4	-	1	2	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	57	1
9 Sant Jordi	1	2	2	2	2	2	3	1	-	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	39	6
10 Sant Josep	1	1	2	2	1	1	3	2	1	-	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	3	35	6
11 St. Joan B.	1	3	1	1	3	2	1	3	2	2	-	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	31	4
12 Sant Llorenç	1	3	1	1	3	2	1	3	2	2	1	-	2	1	1	2	1	1	2	2	3	32	4
13 Sant Mateu	2	4	2	2	4	3	3	4	3	3	2	2	-	2	2	3	2	1	3	3	4	50	1
14 Sant Miquel	1	3	1	1	3	2	2	3	2	2	1	1	2	-	1	2	1	1	2	2	3	33	4
15 Sant Rafel	1	3	1	1	2	1	2	3	2	2	1	1	2	1	-	2	1	1	1	1	3	29	8
16 Sant Vicent	2	4	2	2	4	3	1	4	3	3	1	2	3	2	2	-	2	2	3	3	4	48	1
17 Sta. Eulàlia	2	4	1	1	3	2	1	3	2	2	1	1	2	1	1	2	-	1	2	2	4	34	6
18 Sta. Gertrudis	1	3	1	1	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	2	1	-	2	2	3	32	8
19 Sta. Agnès	2	3	2	2	2	1	3	4	3	2	2	2	3	2	1	3	2	2	-	2	4	43	1
20 Ses Païsses	2	2	2	2	1	1	3	3	2	1	2	2	3	2	1	3	2	2	2	-	3	38	4
Nº nodus connectats directament amb el de referència	9	1	8	8	3	5	4	1	3	6	10	9	1	8	11	2	8	9	2	4			86

ANNEX 3 -Accessibilitat en kilòmetres.

Nuclis de població	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total	
1 Eivissa	-	20'00	3'50	2'25	18'25	15'00	20'50	6'00	4'00	14'00	21'00	16'50	18'00	17'50	7'00	27'75	14'50	10'20	20'00	13'50	269'40	
2 Es Cubells	20'00	-	23'50	22'00	10'25	14'50	40'50	22'00	20'00	6'00	40'20	34'40	38'00	36'65	22'15	46'49	34'95	28'50	25'25	14'81	500'61	
3 Ntra.Sra. de Jesús	3'50	23'50	-	4'50	21'40	16'75	18'50	9'50	7'50	17'50	19'50	15'00	16'50	16'00	9'25	26'25	12'50	9'00	22'25	15'40	284'30	
4 Puig de'n Valls	2'25	22'00	4'50	-	18'90	14'75	21'50	8'25	6'25	16'25	22'00	17'50	19'00	18'50	6'75	28'75	15'50	11'50	19'75	12'90	286'80	
5 Sant Agustí	18'25	10'25	21'40	18'90	-	5'75	30'95	20'25	18'25	4'25	31'45	25'65	27'15	26'65	12'15	38'20	24'95	19'65	16'50	6'00	376'60	
6 Sant Antoni	15'00	14'50	16'75	14'75	5'75	-	26'80	21'00	19'00	8'50	27'30	21'50	23'00	22'50	8'00	34'05	20'80	15'50	8'75	2'75	326'20	
7 Sant Carles	20'50	40'50	18'50	21'50	30'95	26'80	-	26'50	24'50	33'70	14'50	10'25	23'80	23'80	18'80	8'25	6'00	16'25	31'80	24'95	421'30	
8 S.Francesc de Paula	6'00	22'00	9'50	8'25	20'25	21'00	26'50	-	2'00	16'00	27'00	22'50	22'00	23'50	13'00	33'75	20'50	16'50	26'00	19'15	355'40	
9 Sant Jordi	4'00	20'00	7'50	6'25	18'25	19'00	24'50	2'00	-	14'00	25'00	20'50	20'00	21'50	11'00	31'75	18'50	14'50	24'00	17'15	319'40	
10 Sant Josep	14'00	6'00	17'50	16'25	4'25	8'50	33'70	16'00	14'00	-	34'20	28'40	29'90	29'40	14'90	40'95	27'70	22'40	19'25	8'75	386'05	
11 St. Joan B.	21'00	40'20	19'50	22'00	31'45	27'30	14'50	27'00	25'00	34'20	-	6'75	20'25	9'25	19'30	6'75	14'50	12'75	32'30	25'45	409'45	
12 Sant Llorenç	16'50	34'40	15'00	17'50	25'65	21'50	10'25	22'50	20'50	28'40	6'75	-	13'50	19'55	13'50	13'50	10'25	6'00	26'50	19'15	340'90	
13 Sant Mateu	18'00	38'00	16'50	19'00	27'15	23'00	23'80	22'00	20'00	29'90	20'25	13'50	-	14'50	15'00	26'75	17'80	7'50	28'00	21'15	401'80	
14 Sant Miquel	17'50	36'65	16'00	18'50	26'65	22'50	23'25	23'50	21'50	29'40	9'25	19'55	14'50	-	14'50	16'00	17'30	7'00	27'50	20'65	377'70	
15 Sant Rafel	7'00	22'15	9'25	6'75	12'15	8'00	18'80	13'00	11'00	14'90	19'30	13'50	15'00	14'50	-	26'05	12'80	7'50	13'00	6'15	250'80	
16 Sant Vicent	27'75	46'95	26'25	28'75	38'20	34'05	8'25	33'75	31'75	40'95	6'75	13'50	26'75	16'00	26'05	-	14'25	19'50	40'05	33'15	512'60	
17 Sta. Eulàlia	14'50	34'95	12'50	15'50	24'95	20'80	6'00	20'50	18'50	27'70	14'50	10'25	17'80	17'30	12'80	14'25	-	10'30	25'80	18'95	337'85	
18 Sta. Gertrudis	10'50	28'50	9'00	11'50	19'65	15'50	16'25	16'50	14'50	22'40	12'75	6'00	7'50	7'00	7'50	19'50	10'30	-	20'50	13'65	269'00	
19 Sta. Agnès	20'00	25'25	22'25	19'75	16'50	8'75	31'80	26'00	24'00	19'25	32'30	26'50	28'00	27'50	13'00	40'05	25'80	20'05	-	11'60	438'75	
20 Ses Piïsses	13'15	14'81	15'40	12'90	6'00	2'75	24'95	19'15	17'15	8'75	25'45	19'15	21'15	20'65	6'15	33'15	18'95	13'65	11'60	-	304'91	
																					Total	7169'82



GRÀFIC 1
Escala aproximada 1 : 200.000



GRÀFIC 2
Escala aproximada 1 : 200.000

BIBLIOGRAFIA

- BEAUJEU-GARNIER, C. (1971): La géographie: methodes et perspectives. - Masson et Cie.- Paris.
- BRUNET ESTARELAS, P.J. (1980): "La red viaria de Mallorca. Estudio de la densidad de carreteras y aplicación de la teoría de los grafos". In revista Mayurqa nº19.- Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Palma de Mallorca.- Enero-Diciembre 1980.
- CAPEL SAEZ, H. (1981): Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea. - Barcanova, "temas universitarios".- Barcelona.
- CONSELL GENERAL INTERINSULAR (1983): Los transportes en las Baleares. - Banca March.- Palma.
- ESTEBANEZ ALVAREZ, J. (1978): "Esquema metodológico para el estudio de la estructura de las redes de transporte en España".- in Aportación Española al XXIII Congreso Internacional de Geografía (Julio-Agosto 1976).- Real Sociedad Geográfica.- Madrid.
- GARCIA LORCA, A. (1979): "La red de transportes de la provincia de Almería. Aplicación metodológica de la teoría de los grafos".- Paralelo 37.- Departamento de Geografía de la Universidad de Granada, Colegio Universitario de Almería.
- GOMEZ MENDOZA/MUÑOZ JIMENEZ/ORTEGA CANTERO (1982): El pensamiento geográfico Alianza Universidad.- Madrid.
- HAGGET, P. (1976): Análisis locacional en la geografía humana.- Gustavo Gili Barcelona.
- HARVEY, D. (1983): Teoría, leyes y modelos en geografía.- Alianza Universidad.- Madrid.
- KUHN, T. (1975): La estructura de las revoluciones científicas.- F.C.E. .- Madrid.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES TURISMO Y COMUNICACIONES - C.G.I. (1980): Plan director de transportes de las Islas Baleares.- I.N.F.C.O.
- PUYOL, R. - ESTEBANEZ, J. (1978): Análisis e interpretación del mapa topográfico.- Tebar Flores.- Madrid.
- QUINTANA PEÑUELA, A (1979): El sistema urbano de Mallorca.- Moll.- Palma.
- SABATE MARTINEZ, A. (1979): Estructura de la red de transportes de la región urbana de Madrid.- in Actas del VI Coloquio de Geografía.- A.G.E.- Palma.
- SCHAEFER, F.K. (1974): Excepcionalismo en Geografía.- Ediciones de la Universidad de Barcelona.- Barcelona.
- SOLE SABARIS, L (1975): "La regió: estudi i concepte".- In Miscelánea Pau Vila.- Societat Catalana de Geografia.- Barcelona.

- VALLES COSTA, R (1979): "La ciudad de Ibiza, centro de la red de comunicaciones interiores y las recientes transformaciones en la organización del espacio insular".- in Actas del VI Coloquio de Geografía.- A.G.F.- Palma.
- VILLARINO PEREZ, M. (1983): "Contribución al estudio de la organización espacial: el transporte por carretera y su aplicación en el caso de Galicia".- Geographica.- Zaragoza.
- POTRYKOWSKI, M./ TAYLOR, Z. (1982): "Tendencias actuales en la investigación sobre aspectos espaciales del transporte".- Estudios Geográficos, XLIII, 168.- Madrid.