

Sobre la comparació dels mapes en cartografia antiga

Albert BARELLA i MIRÓ
Societat Catalana de Geografia

Preàmbul

En aquest article s'examina el problema que es presenta quan es volen comparar entre ells diferents mapes antics d'un mateix país o territori i s'esmenten diverses tècniques d'interpretació de la similitud o la divergència entre els mapes. L'aplicació pràctica es basa sobre els mapes de Mallorca estudiats per Virginia Mascaró, qui aplicà l'anàlisi de components principals en l'anàlisi multivariada, tècnica que es compara amb una altra molt més senzilla desenvolupada per l'autor. La correlació trobada entre els resultats dels dos mètodes és de l'ordre de 0,96 a 0,97.

1. Introducció i antecedents

1.1. Quan es volen comparar mapes antics d'autors diferents ens trobem, en moltes ocasions, amb versions que discrepen no sols en les escales emprades, sinó també en la forma, per la qual cosa resulta difícil fer-ne una comparació i encara molt més quantificar, d'una manera o altra, les similituds i les divergències que existeixen entre els mapes. Com exemple, si ens referim al Principat de Catalunya, del qual disposem, potser, d'una certa tradició en relació a les temptatives de classificació dels mapes segons la forma, podem considerar dos tipus diferents de plantejament del problema: el primer es limita a una avaluació qualitativa dels trets generals dels mapes en relació amb la seva forma. Així Mn. Colomer¹ agrupà els mapes de Catalunya en cinc «famílies»: I. Cartografia primerenca (escola flamenco-holandesa del segle XVI); II. Figura estreta i alta; III. Perfil massa eixamplat; IV. Litoral panxut (escola sansoniana i derivats); V. Mapes rectificats.

Una altra manera de comparar qualitativament els mapes d'una escala similar fou emprada per Iglésies² i consistia a calcar el perfil dels mapes i sobreposar-los, la qual cosa permet copsar les analogies i les diferències així com les desviacions respecte dels mapes actuals.

1.2. La primera temptativa de quantificació de les desviacions entre diferents mapes i en relació amb els mapes actuals creiem que és la de l'autor^{3, 4} en uns treballs, sempre referits a mapes de Catalunya, en els quals s'analitzaren, respectivament, quinze i dos mapes,

El mètode aplicat es basa en la comparació de les distàncies existents des d'un punt de referència situat en un dels límits geogràfics de Catalunya i uns altres punts escollits de manera adient. En el cas que ens ocupa es tractava d'un conjunt de mapes heterogenis, en algun dels quals no figurava la Val d'Aran i en altres mancava el delta de l'Ebre, la qual cosa condicionà els punts de referència escollits. Per altra banda les escales dels mapes eren diferents car es tractava de cartes de grandàries diverses dins el context de «petit format» (les mides dels mapes anaven des de 83×123 mm a 358×380 mm). Per resoldre aquestes dificultats es procedí de la manera següent:

- a) Escollir un punt de referència. Aquest punt fou el poble de Senet, tocant a l'Aragó i a la Val d'Aran, que és cartografiat en alguns mapes i fàcil de localitzar en els altres.
- b) Prendre com a base de mesura la distància entre Senet i el Cap de Creus.
- c) Escollir uns punts de referència en el litoral: Cap de Begur, Blanes, Mataró, Barcelona i Tarragona i fixar com a extremitat meridional Tortosa.
- d) Mesurar les distàncies entre Senet i els punts indicats en el paràgraf anterior i referir-los a la base Senet-Cap de Creus.
- e) Afegir com a patró les mateixes distàncies en un mapa actual de mides semblants a les de les cartes estudiades.

En prendre com a base la distància entre dos punts i referir les altres mesures a aquesta distància, s'elimina el factor constituït per les diferents escales del mapes i en afegir les dades d'un mapa actual s'afavoreix la comparació amb els mapes correctes.

Una solució alternativa consistia a referir totes les mides i sempre basant-nos en la distància de Senet al Cap de Creus a les dades dels mapes actuals, afegint-hi la distància del Cap de Creus a Tortosa.

Exemple de les dues aproximacions figuren a les referències esmentades.^{3, 4} A la primera d'elles, corresponent a quinze mapes del Principat, es posaren de manifest els diferents tipus de deformació dels mapes (homogeneïtat dels mapes holandesos, deformació sansoniana, esclafament de certs mapes, etc.) d'una manera quantitativa suficient pels objectius cercats. Així, sense entrar en detalls que es troben en la referència,³ es vegé que els mapes holandesos de l'escola d'Ortèlius-Mercator tenen la majoria de coeficients entre 0,9 i 1 a excepció de la distància Senet-Tortosa (entre 0,8 i 0,88) mostrant l'esclafament de la zona del delta de l'Ebre cap a ponent característic d'aquest mapes. Els sansonians i derivats, presenten tots els coeficients, excepte els dos darrers, en general superiors a 1, la qual cosa és conseqüència de la forma panxuda del litoral. Els mapes més propers als actuals presenten els coeficients situats als voltants de l'unitat i, finalment els mapes aplanats com (com el d'Espinalt del 1781) els coeficients baixen prop de 0,70 a 0,80 per les distàncies de Senet a Tarragona i Tortosa i per sota de 0,90 en el cas de la cota Cap de Creus-Tortosa.

2. La tesi de Virgínia Mascaró

2.1. Virgínia Mascaró desenvolupà una tesi sobre el tema «Anàlisi de la Cartografia de Mallorca del segle XVIII»,⁵ en la qual foren estudiats 48 mapes de l'illa, que van de l'any

1650 a l'any 1864 (8 mapes del segle XVII, 32 del XVIII i 7 del XIX; majoritàriament doncs del segle XVIII). D'entre els mapes, n'hi ha un, com punt de referència (mapa núm. 1) actual.

La primera fase de l'anàlisi segueix una pauta inspirada en la tècnica de l'autor i consistí en amidar set distàncies concretes en cada mapa. Són les següents (Figura 1):

- a) Punta Negra de Sant Telm-Punta de Capdepera.
- b) Punta de Salines-Cap de Formentor.
- c) Illa de Dragonera-Cap de Formentor (en el cas de que la Dragonera quedi molt allunyada en el mapa i deformés la mida, o no hi fos, es considerarà la distància Punta Negra de Sant Telm-Cap de Formentor).
- d) Badia de Palma-Badia d'Alcúdia.
- e) Punta Negra de Sant Telm-Punta de les Salines.
- f) Punta de les Salines-Punta de Capdepera.
- g) Punta de Capdepera-Cap de Formentor.

Preses aquestes mides i calculada l'escala a partir del valor d'un grau d'arc de meridiana (latitud) per reconvertir les mides segons l'escala de cada mapa, Mascaró procedí a l'anàlisi mitjançant l'aplicació de la tècnica estadística de l'anàlisi multivariada (6 a 8), concretament l'anàlisi de components principals segons una tècnica d'Orloci⁶ que es troba programada en llenguatge BASIC (programa PCAR). No entrarem a descriure aquest mètode resumit a la tesi.⁵

El resultat d'aquest tipus d'anàlisi permeté a l'autora establir una classificació dels mapes segons el grau de perfecció o d'aproximació al mapa actual de referència. Els 47 mapes considerats restaren ordenats en 37 posicions. Hi hagué, en alguns casos, «empats» de posició de fins tres mapes (en realitat un de tres mapes i cinc de dos). Certs matisos implicats en la tècnica emprada els deixarem de banda.

2.2. Com segon punt interessant en la comparació dels mapes, Mascaró estudia la mesura de les superfícies en 46 dels mapes analitzats, a més de l'actual que serveix com patró de mesura; operació efectuada per planimetria, detallada en la tesi.⁵

Aquest estudi permet classificar els mapes segons la grandària en exemplars de superfície superior a la real i mapes en els quals l'illa presenta una superfície superior a la real i mapes en els quals l'illa presenta una superfície menor que la real. En definitiva, del col·lectiu estudiat, 16 mapes se situen per sota de la superfície real i 29 per sobre (respectivament un 35% i un 65%, en xifres rodones, del total).

2.3. Deixem de banda la resta de la tesi, que fa referència a altres aspectes qualitius i no dimensionals dels mapes.

3. Una tècnica alternativa

3.1. Sense treure cap mèrit al plantejament estadístic escollit per l'autora, de l'anàlisi multivariada, ni discutir-ne l'eficàcia (que potser encara podria aprofundir-se mitjançant l'anomenat «Cluster Analysis»^{7, 8} i la seva representació gràfica), per a establir una classificació dels mapes segons el seu grau de proximitat als mapes actuals, ens ha semblat que amb mitjans molt més senzills i fàcils d'aplicar —potser més empírics i menys científics— es podria arribar a uns resultats més o menys comparables amb els assolits per Mascaró tant pel que fa referència al «grau de perfecció» dels mapes com a la grandària o superfície sense fer ús del planímetre. En aquest segon aspecte és evident que la solució planimètrica sembla

que no es pot discutir quant a exactitud, però, malgrat tot, es pot arribar a una aproximació més o menys suficient sense emprar el planímetre.

3.2. La solució alternativa proposada es basa en les set mesures esmentades al paràgraf 2.1. i presenta dues vessants segons s'intenti establir una classificació segons la grandària o superfície o bé segons el diem-ne «grau de perfecció» o aproximació a la forma real. Els passos són els següents:

a) Establir el quocient entre cadascuna de les mides A a G de cadascun dels mapes i la corresponent del mapa núm. 1 de referència (mapa actual).

b) Per a cada mapa calcular la mitjana dels quocients de cadascuna de les set distàncies. Aquesta mitjana serà més o menys proporcional a la superfície. En el cas del mapa de referència serà igual a 1 i, per tant, els mapes que presenten una mitjana més gran que la unitat tindran, en teoria, una superfície més gran, en superfície, al més petit.

c) Les desviacions de cadascun dels mapes en relació amb la mitjana (1 en el mapa actual) ens donarà valors positius quan els mapes siguin més grans, en superfície, que el de referència i valors negatius en el cas contrari. Si prescindim del signe i arreglem els mapes des de la desviació més petita a la més gran tindrem una classificació que possiblement tingui quelcom a veure amb el que hem definit com «grau de perfecció» o acostament al mapa actual.

Com es pot observar aquesta tècnica és molt elemental i senzilla i no exigeix cap mena d'instrumental especial (ni ordinador ni planímetre). No pretén ser tan exacta com la modalitat adoptada per Mascaró, però pot ser suficient en molts casos.

4. Comprovació de la tècnica alternativa

4.1. S'ha fet amb els 48 mapes estudiats per Mascaró i partint de les mides que figuren al Quadre 1 (matriu de dades a l'Apèndix II, pàg. 120 del volum II de la tesi). Una vegada efectuats els càlculs esmentats al paràgraf 3.2. s'han obtingut, per cada mapa, la mitjana i la desviació en relació amb el mapa de referència. Aquestes dades figuren al Quadre 1 amb la indicació del mapa segons la numeració donada per Mascaró, els autors corresponents i les dates.

4.2. El pas següent ha estat l'establiment d'una correlació entre els resultats del quadre i els de la tesi de Mascaró. Hem de distingir entre el factor «grau de perfecció» i el factor «superfície».

4.2.1. *Grau de perfecció.* Les dades del Quadre 1 (desviació) s'han de comparar amb la classificació de la pàg. 36 del volum 1 de la tesi de Mascaró.⁵ Com que en aquest cas no hi ha valors numèrics sinó sols les posicions des del mapa més perfecte al més imperfecte, s'ha d'aplicar la correlació no paramètrica de Spearman^{9, 10} després d'arranjar les desviacions de major a menor prescindint del signe.

La millor manera de veure la correlació és mitjançant la gràfica corresponent (Figura 2). El càlcul del coeficient de correlació de Spearman, tenint en compte els «empats» de posicions, va donar $r=0,960$, molt elevat.

Es pot considerar, doncs, que el mètode alternatiu proposat dona un resultat bastant aproximat a l'emprat per Mascaró. Amb tot, hi ha alguns mapes que se separen un xic massa de la correlació i rebaixen, per tant, el coeficient. Sobre alguns d'aquests mapes la pròpia Mascaró en fa remarques particulars. Així, sobre el mapa 34 (Despuig, 1785), fa notar que, a causa de les seves grans dimensions, les mesures i la planimetria s'hagueren d'efectuar sobre un mapa a escala reduïda (que és el núm. 35), després de les reconversions adients. Tant el mapa 34 com el 35 es troben fora de l'alineació de la Figura 2.

Un altre mapa que discrepa és el 25 (Michelot, 1756). Aquesta carta presenta una distància D (Badia de Palma-Badia d'Alcúdia) molt curta (quocient 0,73). El mapa 27 (Nolin, 1762) té un perfil molt estafet amb una distància E (Punta Negra de Sant Telm-Punta de les Salines curta amb un quocient de 0,83 i la G (Punta de Capdepera-Cap Formentor) molt llarga amb un quocient de 1,31 respecte els mapes actuals.

4.2.2. *Superfície*. Com ja s'ha indicat abans, sembla que hi hauria d'haver una correlació entre la superfície planimetrada dels mapes i la mitjana de les set mides preses. Aquesta correlació es pot representar de dues maneres diferents. La primera consistiria a establir-la entre la superfície planimetrada i la mitjana (correlació numèrica) i la segona entre les posicions respectives mitjançant la tècnica d'Spearman, tal com s'ha fet amb el grau de perfecció dels mapes. La primera representació es dona a la Figura 3, i la segona a la Figura 4. Cal tenir en compte que Mascaró, per raons tècniques explicades a la tesi⁵, no va planimetrar els mapes 20 i 34 per la qual cosa les correlacions consten de no més de 46 parelles de valors (s'hi inclou el mapa 1 de referència).

En ambdues figures es pot comprovar l'existència d'una bona correlació entre les dues tècniques. Des del punt de vista explicatiu és més representatiu el gràfic de la fig. 3 (correlació numèrica) que el de la fig. 4 (correlació de posició). Així, en el primer dels dos gràfics es destaquen el mapa més gran amb diferència respecte els altres: el 3 (Sansón-Somer-Mariette, 1653) i el més petit: el 9 (Mut, 1683). Es poden observar, a més, dos grups de mapes molt semblants entre ells, l'un format per cartes de superfície menor que la real i l'altre per mapes molt propers al mapa de referència quant a superfície. En total segons la tècnica alternativa hi ha 33 mapes amb una superfície més gran que la real i 12 més petits. Respectivament un 73% i un 27% en xifres rodones, contra el 65% i el 35% trobats per Mascaró.

Els coeficients de correlació clàssic i no paramètric són del mateix ordre (0,966 i 0,963 respectivament) i el coeficient de correspondència és de 0,934. Totes les xifres són molt elevades i constitueixen un bon testimoni de l'eficàcia de la tècnica alternativa.

A la gràfica 3 s'han traçat els intervals de confiança per a un nivell de probabilitat del 95%. Sols els mapes 3 i 29 (López, 1773) es troben fora de límits. El primer ja s'ha esmentat que és desproporcionadament gran. En relació amb el segon, Mascaró en denuncia irregularitats en l'escala.⁵

La diferència entre els percentatges de mapes més grans i més petits trobada en comparar les dues tècniques pot ser deguda al fet que la tècnica alternativa tendeix a exagerar la superfície. Hi ha quatre mapes (4, 12, 36 i 47) que són considerats, amb la tècnica abreujada, més grans que el mapa actual, havent donat, per planimetria, una superfície més petita. Nogensmenys en el gràfic 4 de posicions els mapes 4, 36 i 47 ocupen les posicions veïnes al mapa de referència mentre que el 12 es desvia un xic més. Numèricament la diferència és de 0,01 mil km² pel mapa 36; 0,19 mil km² pel mapa 4 i de 0,14 mil km² pels mapes 12 i 47 per sota de la superfície real, mentre que les mitjanes estan per sobre (1,007 pel mapa 47; 1,017 pel mapa 4; 1,024 pel mapa 36 i 1,034 pel mapa 12).

Els mapes discrepants presenten alguna de les mides exagerades, que compensen les fluctuacions en menys d'altres. Així, en el mapa 4 (Sansón, 1653) la distància G és massa gran; en el mapa 12 (Fer, segle XVIII) ho són les mides C i D; en el mapa 47 (Dufour, 1862) les distàncies C i E i en el mapa 36 (Tofiño, 1786) la distància C.

4.2.3. Com es pot comprovar, la tècnica proposada, malgrat la seva simplicitat i el fet de no requerir estris especials, ha donat uns resultats molt satisfactoris, tant en relació amb l'arranjament dels mapes en ordre de perfecció o bé de superfície. En ambdós casos la correlació d'Spearman ha estat de l'ordre de 0,96 mentre que en el cas de la superfície, en

què s'ha pogut calcular el coeficient de correlació numèric, aquest ha esdevingut de l'ordre de 0,97, pràcticament igual que el de l'arranjament no paramètric.

5. Conclusions

5.1. Aquest treball presenta una tècnica senzilla per a la comparació dels mapes antics en l'aspecte que podem definir com grau de perfecció en relació amb els mapes actuals i l'aproximació de la superfície respecte de la real. Aquesta tècnica que fou ja esboçada en treballs previs de l'autor, no necessita instrumentació especial ni exigeix càlculs complicats.

5.2. La comprovació de l'eficàcia de la tècnica proposada s'ha fet sobre 48 mapes de l'illa de Mallorca, analitzats per Virgínia Mascaró emprant una tècnica més complicada basada en l'anàlisi les components principals i en la planimetria dels mapes i que pot ser considerada com més científica i possiblement més acurada: però que exigeix disposar d'ordinador amb el programari adequat i d'un planímetre.

5.3. La comparació estadística dels resultats ha demostrat l'existència de correlacions de l'ordre de 0,96 a 0,97 entre els dos mètodes, de la qual cosa es desprèn que la tècnica proposada sembla suficientment vàlida per a estudis de tempteig i de caràcter aproximat.

5.4. Cal destacar que el cas estudiat és complex i que la comparació entre mapes seria molt més planera amb perfils més regulars que el de l'illa de Mallorca del qual s'han observat interpretacions ben diferenciades, menys probables si es tracta d'altres territoris com, per exemple, el propi Principat.

Notes bibliogràfiques

- ¹ Mn. Ignasi Colomer. *Els cent primers mapes del Principat de Catalunya. Segles XVI-XIX*. R. Dalmau, Barcelona, 1966.
- ² Josep Iglésies «Síntesi de la Cartografia de Catalunya entre els segles XVI i XVIII», *Serra d'Or*, XIII, 139, 43-51, 1971.
- ³ Albert Barella. «D'Ortèlius a Güssefeld. Una anàlisi dels mapes de Catalunya de petit format, dels segles XVII i XVIII», *Memòries de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, 3a època, núm. 787, vol. XLIV, núm. 2, 19-88, 1977.
- ⁴ Albert Barella. «Dues interpretacions diferents de Catalunya a la cartografia francesa del segle XVII». *Revista Catalana de Geografia*, vol. VII, núm. 19, 9, 27-42, 1992.
- ⁵ Virgínia Mascaró. *Anàlisi de la Cartografia de Mallorca del segle XVIII*. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona, 1985. (Dos volums).
- ⁶ Lászlo Orloci *Multivariate Analysis in Vegetation Research*, 2a edició, Boston, Dr. W. Junk B.V. Publishers.
- ⁷ Sandro Sadocchi. *Manuale di Analisi Statistica Multivariata per le Scienze Sociali*, Franco Angeli Editori, Milano, 1981.
- ⁸ Pierre Lagnèlie. *L'analyse à plusieurs variables*, Vander, Bruxelles, 1975.
- ⁹ Alberto Barella. «Estadística Aplicada», *Manuales Técnicos A.I.T.A.*, núm. 8, Barcelona, 1969.
- ¹⁰ Sidney Siegel. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*, Mc Graw Hill Book Comp. Ltd., New York, Toronto, London, 1956.

Quadre 1

| Mapa núm. | Autor i data del mapa | Mitjana | Desviació |
|-----------|----------------------------------|---------|-----------|
| 1 | Referència Atlas Diàfora (1979) | 1 | 0 |
| 2 | Mut (1650) | 0,927 | -0,073 |
| 3 | Sanson-Soner-Mariette (1653) | 1,754 | +0,754 |
| 4 | Sanson (1653-55) | 1,017 | +0,017 |
| 5 | Dudley-Lucini (1661) | 1,343 | +0,343 |
| 6 | Sanson-Mariette (1663) | 1,326 | +0,326 |
| 7 | Levanto-Marino (1667) | 1,453 | +0,453 |
| 8 | Blaeu (1672) | 1,343 | +0,343 |
| 9 | Mut (1683) | 0,824 | -0,176 |
| 10 | Lotter (s. XVIII) | 0,906 | -0,094 |
| 11 | Bodenherr (s. XVIII) | 1,429 | +0,429 |
| 12 | Fer (s. XVIII) | 1,039 | +0,039 |
| 13 | Danckerts (s. XVIII) | 1,303 | +0,303 |
| 14 | Homann (s. XVIII) | 1,287 | +0,287 |
| 15 | Van Der Aa (1707) | 1,210 | +0,210 |
| 16 | Keulen (1708) | 1,304 | +0,304 |
| 17 | Cassini (1712) | 1,306 | +0,306 |
| 18 | Fer (1715) | 0,921 | -0,079 |
| 19 | Jaillet (1721) | 1,370 | +0,370 |
| 20 | Landaeta (1736) | 0,887 | -0,113 |
| 21 | Bellin (1740) | 0,937 | -0,063 |
| 22 | Ottens-Jaillet (1723-50) | 1,400 | +0,400 |
| 23 | Robert de Vaugondy (1723-86) | 1,171 | +0,171 |
| 24 | Sanson-Robert de Vaugondy (1750) | 1,181 | +0,181 |
| 25 | Michelot-Baemond (1756) | 1,064 | +0,064 |
| 26 | Bellin-Honann (1756) | 0,919 | -0,081 |
| 27 | Nolin (1762) | 1,157 | +0,157 |
| 28 | Roux (1764) | 1,094 | +0,094 |
| 29 | López (1773) | 1,297 | +0,293 |

| Mapa núm. | Autor i data del mapa | Mitjana | Desviació |
|------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|
| 30 | Zatta (1775) | 1,278 | +0,278 |
| 31 | Zatta (1778) | 0,946 | -0,054 |
| 32 | Espinalt (1779) | 1,093 | +0,093 |
| 33 | Prétot-Moithey-Hérault (1780) | 1,240 | +0,240 |
| 34 | Despuig-Ballester-Riutort-etc. (1785) | 1,118 | +0,118 |
| 35 | Despuig (reduït) (1785) | 1,064 | +0,064 |
| 36 | Tofiño (1786) | 1,084 | +0,084 |
| 37 | Net (1788) | 1,101 | +0,101 |
| 38 | Schaembl-Benedicti-Votesky (1790) | 1,306 | +0,306 |
| 39 | Depôt (1793) | 1,037 | +0,037 |
| 40 | López (1793) | 0,984 | -0,016 |
| 41 | López (1798) | 0,939 | -0,061 |
| 42 | Carte des Îles Baléares (1800) | 1,221 | +0,221 |
| 43 | Muntaner (1853) | 1,044 | +0,044 |
| 44 | Colin-Dauty-Emery (1830-35) | 0,946 | -0,054 |
| 45 | Radefeld (1844) | 1,123 | +0,123 |
| 46 | Alabern-Mabón (1846) | 0,994 | -0,006 |
| 47 | Dufour (1852) | 1,007 | +0,007 |
| 48 | Karacs-Heckenast (1864) | 0,999 | -0,001 |

Figura 1
Mapa de Mallorca actual (mapa núm. 1) Ed. Diafóra 1979

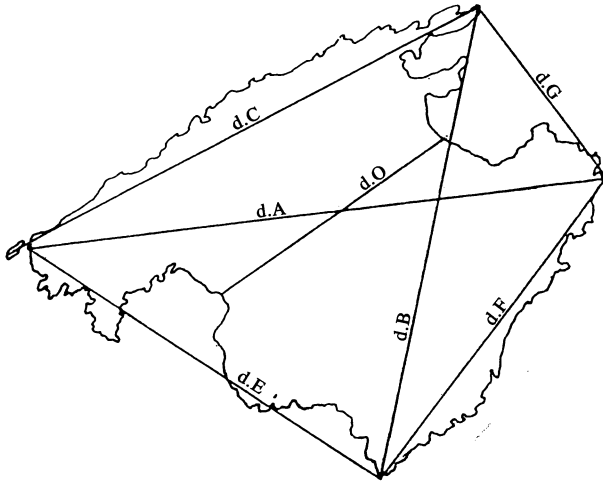


Figura 2
Grau de perfecció

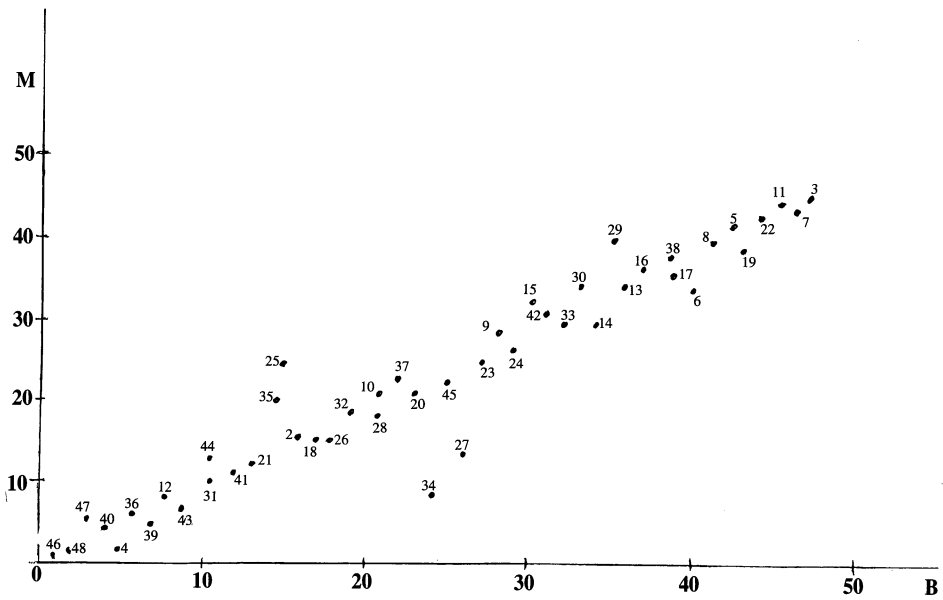


Figura 3
Superfície. Correlació

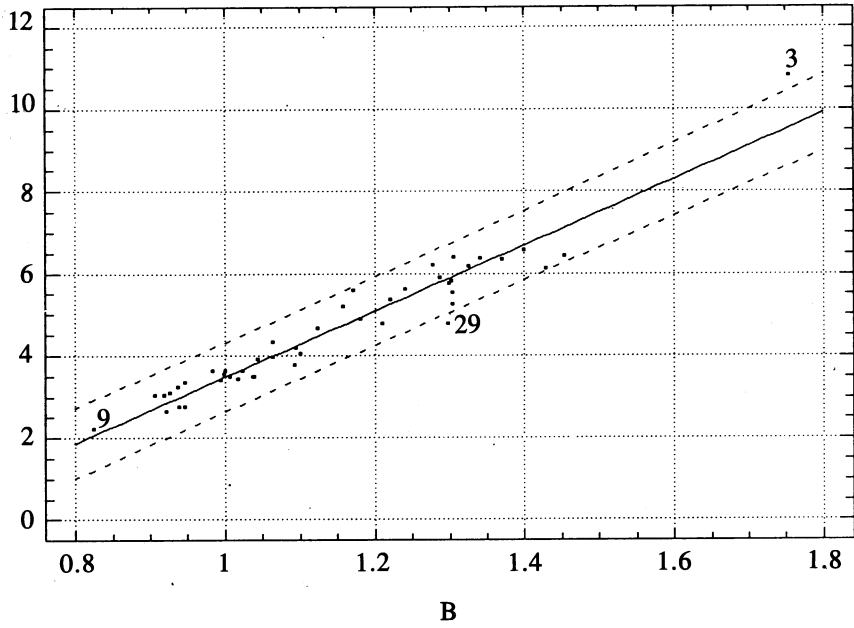


Figura 4
Superfície. Posicions

