

TRATAMIENTO DE UN FENOMENO DE MOVILIDAD URBANA
POR EL METODO DEL ANALISIS FACTORIAL EN COMPO-
NENTES PRINCIPALES Y SU APLICACION A PALMA

Ramón M. Garrido García

(Universidad Politécnica de Cataluña)

Joana Maria Seguí Pons

(Universitat de les Illes Balears)

1. INTRODUCCION Y JUSTIFICACION DE VARIABLES

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de la correlación entre la movilidad urbana de Palma y una serie de características físicas y sociales de la ciudad que, a nuestro modo de ver, intervienen o influyen en ella.

Al sernos totalmente imposible estudiar exhaustivamente todos los movimientos de todos los habitantes de la ciudad, hemos procedido al uso de la encuesta domiciliaria Origen-Destino, elaborada por TAET en 1981, con motivo de la revisión del P.G.O.U. de Palma. Dicha encuesta diferencia, como es habitual en este tipo de trabajos, el motivo del viaje, según sea de trabajo, compra, estudio y otros y el modo de transporte utilizado, ya sea el automóvil, el bus o la marcha a pie. Tanto el modo como el motivo del viaje, constituyen variables muy importantes a la hora de determinar la atracción que ejercen algunas zonas.

Las unidades de la encuesta las componen los treinta y siete barrios del P.G.O.U., que hemos agregado, para facilitar mejor su manejo, en doce zonas.

A las 24 variables de movilidad, hemos añadido 13 variables definatorias de las distintas zonas en las que hemos dividido el municipio. La elección de las mismas ha sido más dificultosa puesto que hemos tenido que acudir a las que nos proporcionaba el P.G.O.U., ya que nos era totalmente imposible elaborarlas de nuevo. Ello puede ser uno de los condicionantes más importantes con que hemos contado y, que comentaremos al final del trabajo, una vez analizados los resultados.

Hemos partido de variables muy básicas, como la población de derecho en 1981 y la población total, calculada con la oferta de plazas turísticas y ocupación media en los meses de temporada alta turística. La población constituye una variable fundamental para cada zona, ya que es ella la que se mueve y, por tanto, quedará demostrado el hecho de que, a mayor población, se da una mayor movilidad. Hecho no demasiado novedoso para el caso de Palma, puesto que ya se ha constatado en otros estudios.

Hemos escogido igualmente variables que pudieran estudiarse a partir de ella, como es la población activa, que constituye un factor determinante para los viajes con motivo trabajo (Valero, J. 1970) o la tasa de actividad y las que tuvieran relación con ella, como los puestos de trabajo de la zona o el índice $P.trabajo/P.derecho$. Los datos de estas dos últimas variables excluían los subsectores construcción y transportes, por ello, hemos aplicado, a la población activa y a la tasa de actividad, un índice ponderador, para que los datos fueran homogéneos.

Hemos considerado como variable o factor importante el de las plazas escolares, ya que interviene en la movilidad con motivo estudio y, que, a parte de la oferta total, hemos desagregado en guarderías, E.G. y E.M.

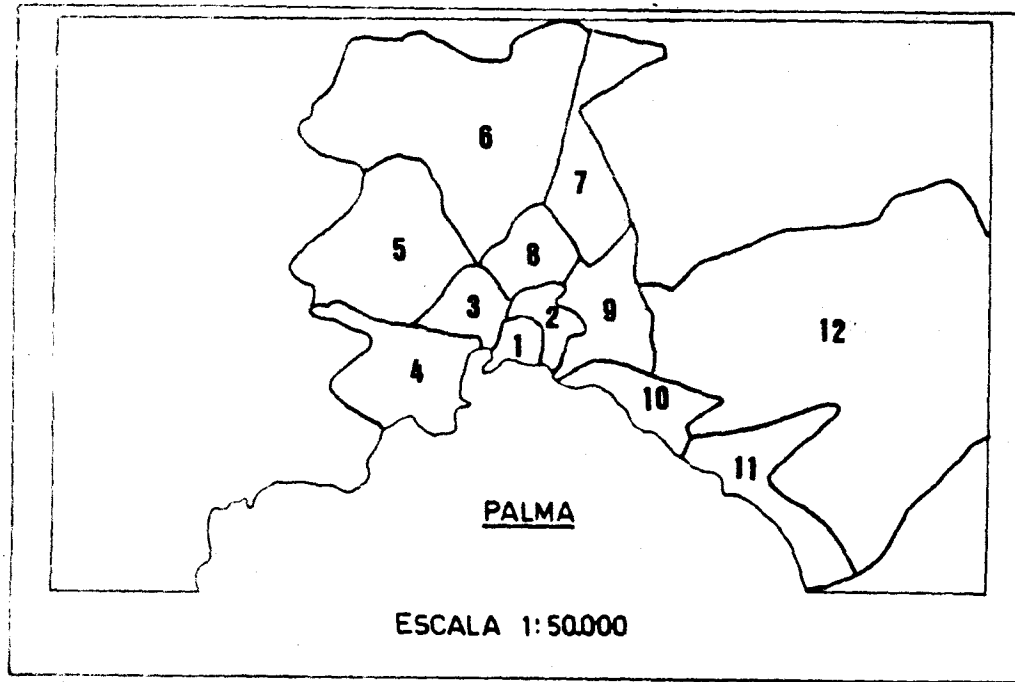
Las otras tres variables constituyen, la superficie urbanizada, o sea, el suelo edificado, con servicios dotacionales y con exclusión de usos especializados de cada una de las doce zonas, la densidad urbana y, como tercera, la distancia al CBD, o sea al centro de la ciudad, que en este caso es la zona 1.

Para obtener la variable distancia, hemos procedido a la triangulación del mapa 1:50.000 de Palma, obteniendo el punto de medio de cada una de las zonas en las que lo hemos dividido.

Somos conscientes de que en los estudios que se realizan para llevar a cabo las prognosis de tráfico o los estudios de movilidad, si bien la variable distancia al CBD, suele aparecer en casi todos ellos, también se tienen en cuenta otro tipo de variables como son, el número de automóviles, el nivel de ingresos o los usos del suelo.

En cuanto al número de automóviles, contábamos con el nivel de motorización en relación a los ingresos por familia y a la edad (TAET, 1981), pero no disponíamos de datos desagregados a nivel de zonas urbanas, por lo que no hemos podido considerar los datos.

La variable usos del suelo, al no poder ser introducida cuantitativamente, tiene su importancia porque a partir de ella pueden determinarse algunas de las características esenciales para evaluar la generación de viajes, como es, la densidad de población residencial, el número de puestos de empleo, los usos escolares, etc... Por tanto se trata de un factor imprescindible para los estudios de transporte, que es fuente de otros datos, cuantitativamente determinados, que intervienen en las fórmulas de correlación (Valero, J. 1970). Esta variable la hemos introducido en el presente estudio, a través de la densidad urbana, de la oferta escolar y de los puestos de empleo.



- 1 - CASCO ANTI
- 2 - ENSANCHE
- 3 - STA. CAT.
- 4 - PORTO PI
- 5 - VILETA
- 6 - ESTABLIMENTS
- 7 - POLIG. INDUST.
- 8 - AMANE CER
- 9 - POLIG. LEVANTE
- 10 - MOLINAR
- 11 - ARENAL
- 12 - SAN JORDI

Por todo ello, el trabajo que aquí presentamos, es un intento aproximativo de analizar la movilidad de Palma, y, forma parte de un trabajo más exhaustivo, que estamos llevando a término.

2. METODOLOGIA

Por todos es sabido, que la aplicación de las técnicas de análisis factorial, en cuanto a su desarrollo teórico, vienen tratándose y mejorándose por distintos autores, desde época que podemos considerar ya como lejana.

K. Pearson, en 1901, expone su método de los "ejes principales", pero realmente es C. Spearman, 1904, al que se le considera generalmente como el iniciador del método, siguiéndole principalmente para su desarrollo teórico y aplicativo: Burt, Thustone, Holzinger, Thomson, Harman, etc.

Si bien el método avanzaba en precisión matemática y fiabilidad de resultados, al igual que en su versatilidad, por el hecho de aplicarse a campos muy diversos de la investigación, se tenía la casi infranqueable dificultad de que a medida que los datos tratados exponían un hecho real, el número de variables a tratar, aún reduciéndolas a las más esenciales, hacían el proceso de cálculo prácticamente irrealizable de forma manual. Así vemos, como un problema resuelto anualmente en 1940, exigió 100 horas de trabajo de cálculo; en 1952, el mismo problema fue tratado en un ordenador ORDVAC, , tardando 40 minutos; en 1958 y con un IBM 704 se hizo en 8 minutos; en 1965, con un IBM 7094 se tardó sólo 2 minutos y en 1975, con un IBM 360, 8 segundos.

En el momento actual, con la gran profusión de los microordenadores, el tratamiento del método ha adquirido una mayor asequibilidad, pues, con la sola adaptación de los programas de los ordenadores más potentes, a los micro, tenemos la posibilidad del uso del análisis factorial. En este sentido, la obra de T. Foucart (1985) aporta listados de los programas de los métodos más fundamentales de dicho análisis, directamente transcribibles a un microordenador. Nosotros, hemos tenido acceso a una versión de los mismos.

El programa de análisis factorial en componentes principales, lo hemos modificado, para facilitar la introducción de un considerable número de variables, pues en nuestro caso la matriz de datos es de 12×37 . (tabla 1)

Es de significar, que incluso un microordenador tipo SPECTRUM 48 K, ha sido capaz de realizar dicho tratamiento, aunque necesitó para realizar el cálculo, un tiempo aproximado de seis horas.

¿Por qué hemos recurrido al análisis factorial?

Al analizar el hecho urbano, nos damos cuenta de la complejidad de los fenómenos que lo conforman y de la necesidad de identificar relaciones espa-

323.0 1

ZONAS	POBLACION DERECHO 1981	POBLACION TOTAL	SUPERFICIE	DENSIDAD	DISTANCIA CBD Kms	POBLACION ACTIVA	TASA DE ACTIVIDAD	PUESTOS TRABAJO	P.TRABAJO P.DERECHO	OPER.ES-COLAR TOTAL	OFERTA GUARDERIAS	OFERTA E.G.B.	OFERTA E.M.
1	21.761	24.602	127,7	170,41	0	6.155	28,25	18.280	84,00	6.026	1.957	2.825	1.244
	78.046	78.046	281,6	277,15	1,15	17.847	22.86	16.823	21,56	14.179	2.950	6.780	4.449
	45.778	45.778	192,8	237,44	2,00	13.791	30,12	6.489	14,17	18.596	3.554	10.449	4.593
1	13.450	52.679	275,8	48,77	3,75	4.578	34,04	8.824	65,61	3.609	866	2.260	483
5	16.015	16.015	289,8	55,26	4,90	4.582	28,61	2.146	13,40	6.265	1.285	4.510	470
6	5.606	7.246	134,6	41,65	7,10	1.513	27,00	575	10,26	1.104	364	740	0
7	13.049	13.049	119,0	109,67	5,60	4.298	32,94	10.276	78,75	2.380	595	1.785	0
9	23.637	23.637	165,0	143,25	2,60	6.633	28,06	1.834	7,76	5.897	1.470	3.740	687
9	48.266	48.266	341,5	141,34	2,90	14.806	30,67	4.297	8,90	15.659	2.900	9.250	3.505
10	10.297	14.496	118,5	86,89	4,05	3.135	30,44	6.605	64,14	2.835	645	2.110	81
11	8.011	52.745	273,4	21,99	8,8	2.566	42,69	8.710	144,90	1.322	295	940	81
12	8.656	8.656	134,4	64,40	10,20	2.542	29,36	1.550	17,91	2.099	459	1.520	121

TABLA 1 (cont.)

A PIE FOR.	A PIE S/M	A PIE TOTAL	BUS FOR.	BUS S/M	BUS TOTAL	COCHE FOR.	COCHE S/M	COCHE TOTAL
23.307	20.965	44.272	12.819	323	13.142	22.456	1.093	23.549
14.333	35.120	49.453	4.821	539	5.360	14.349	5.380	19.729
7.295	29.058	36.353	8.467	1.587	10.054	9.583	4.100	13.683
927	3.846	4.773	2.553	334	2.887	6.882	1.731	8.613
922	10.273	11.195	3.179	447	3.626	3.058	985	4.043
64	2.532	2.596	306	52	358	1.311	367	1.678
428	6.868	7.296	1.726	175	1.901	8.528	1.562	10.090
1.558	12.403	13.961	1.432	434	1.856	6.069	829	6.898
8.559	31.631	40.190	2.898	261	3.159	6.002	2.229	8.231
182	5.885	6.067	618	4	622	1.698	155	1.853
172	3.931	4.103	1.468	938	2.406	2.229	854	3.083
49	551	5.559	829	4	833	3.700	807	4.507

TABLA 1 (final)

NO	TRABAJO	TRABAJO	ESTUDIO	ESTUDIO	ESTUDIO	COMPRA	COMPRA	COMPRA	OTROS	OTROS	OTROS	TOTALES	TOTALES	TOTALES
	S/M	TOTAL	FOR.	S/M	TOTAL	FOR.	S/M	TOTAL	FOR.	S/M	TOTAL	FOR.	S/M	TOTAL
8	5.575	24.173	10.312	4.353	14.665	11.729	6.283	18.012	17.943	6.170	24.113	58.582	22.381	80.963
2	5.724	17.236	10.151	12.306	22.457	4.202	13.678	17.880	7.638	9.331	16.969	33.503	41.039	74.542
1	3.586	8.047	12.747	14.084	26.831	2.575	9.611	12.186	5.562	7.464	13.026	25.345	34.745	60.090
4	1.318	6.772	428	1.634	2.062	0	1.349	1.349	4.480	1.610	6.090	10.362	5.911	16.273
8	1.109	3.287	2.901	5.527	8.428	308	3.076	3.384	1.772	1.993	3.765	7.159	11.705	18.864
2	663	1.105	321	935	1.256	311	633	944	607	720	1.327	1.681	2.951	4.632
7	1.393	10.020	560	3.389	3.949	198	2.388	2.586	1.297	1.435	2.732	10.682	8.605	19.287
4	2.014	3.998	2.002	4.711	6.713	1.977	4.459	6.436	3.086	2.482	5.568	9.049	13.666	22.715
2	2.880	5.422	10.198	17.546	27.744	389	8.018	8.407	4.330	5.677	10.007	17.459	34.121	51.580
8	859	2.127	119	2.955	3.074	70	1.853	1.923	1.041	377	1.418	2.498	6.044	8.542
2	2.290	5.052	258	1.369	1.627	0	1.278	1.278	849	786	1.635	3.369	5.723	9.592
2	1.702	5.284	24	2.190	2.214	25	1.510	1.535	815	919	1.734	4.578	6.321	10.899

ciales básicas, que la mayor parte de las veces se encuentran escondidas debajo de los problemas observables. Encontrarlas, es una de las aportaciones más importantes de los métodos cuantitativos. (Merlin, P. 1973)

El análisis factorial, técnica muy utilizada en otras disciplinas como la psicología o la sociología, desde hace mucho tiempo, constituye una técnica de análisis estadístico, que detecta estas relaciones espaciales básicas, ya que su propósito es determinar a partir de las interrelaciones entre un gran número de variables, el menor número posible de factores, que pueden coincidir o no con las variables originales, cuya asociación con las variables originales las haga significativas de todas las interrelaciones derivadas (Bosque, J.-Fernández, F. 1979). Si todas las correlaciones entre un gran número de variables pueden explicarse en términos de la asociación de cada una de ellas con unos pocos factores, bien pueden tomarse ellos, como variables fundamentales (Solá-Morales, M. de, 1973):

El problema de la determinación del número óptimo de factores, no está resuelto (Ciceri, M. F. et al., 1977), no se da un criterio objetivo que nos lo resuelva, si bien la ordenación por valores propios decrecientes, es el usualmente seguido.

3. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

La técnica del análisis multivariado aplicado a la movilidad urbana, nos ha sintetizado las 37 variables introducidas en tres componentes principales, que, en su conjunto, nos explican el 90,389% de la varianza que existe entre ellas.

La primera y la segunda componentes nos explican el 83,952%, siendo el nivel de significación de la primera componente, del 66,397%, el de la segunda, del 17,556% y el de la tercera, del 6,436%.

Los valores propios obtenidos en el proceso de diagonalización de la matriz de datos son: 24,567; 6,496 y 2,381 para las tres primeras componentes.

Como el nivel de significación del 90,389% lo hemos considerado suficiente para nuestro análisis, los anteriores valores propios nos ofrecen la ordenación de las componentes escogidas.

Uno de los problemas más áridos, y, no por ello menos novedosos, con que nos hemos encontrado, ha sido la definición de dichas componentes. Tras el análisis de las correlaciones de las variables con las componentes, hemos definido la primera como "nivel de densidad urbana"; la segunda como "nivel de movilidad laboral" y la tercera componente la hemos definido como "nivel turístico".

Como es usual en el análisis factorial, si bien la primera componente tiene un alto nivel de significación cuantitativo, no nos ha ilustrado ningún elemento demasiado novedoso, al ser la misma muy ostensible en el hecho urbano. En cambio la segunda y la tercera componentes, son para nuestro análisis las más originales, dado que ellas han puesto de manifiesto características urbanas muy específicas de Palma, que se han ido configurando a partir de los años sesenta, con la entrada de Palma en la órbita turística y que se han ido acentuando en años posteriores.

3.1. Situación de las variables en las componentes

En el análisis gráfico de las componentes, hemos ideado un sistema que nos facilita mejor la distribución de las variables, descomponiendo la línea de la componente en dos, situando en el segmento A, las variables que caracterizan las zonas, y, en el B, las variables de movilidad:

Componente 1 "nivel de densidad urbana" (tabla 2, figura 1)

La definición de la componente principal nos viene dada por la disminución de la densidad conforme nos alejamos del CBD, o sea de la zona 1. Ello implica disminución de la población, y, como vemos, también, de la población activa. El fenómeno del descenso de la densidad del centro hacia la periferia, detectado en la mayor parte de ciudades, si bien no de manera homogénea, ha permitido formular una serie de modelos de distribución de la población llamados modelos de gradiente de densidad. Estos ponen de relieve la relación estadística entre la densidad de población y la distancia (C. Clark, 1951; Tanner-Sherratt, 1961; Newling, 1969):

En Palma, detectamos igualmente una correlación elevada entre el "nivel de densidad urbana" y la oferta escolar, sobretodo la de guarderías. Aunque con una correlación no tan alta, el número de puestos de trabajo disminuye a medida que nos alejamos del centro de la ciudad, sin embargo la tasa de actividad aumenta, debido al hecho de que en los barrios más periféricos vive población joven, mientras en el ensanche, y, sobretodo en el centro urbano, la población está más envejecida:

La variable superficie, en la componente 1, aparece incorrelacionada con el "nivel de densidad urbana", cuando, por su propia característica, debería tener un nivel de correlación más elevado. Ello nos lleva a la importante conclusión de que la ocupación del suelo en Palma no es homogénea, sino que cuenta con tipologías muy diversas. Esta cuestión ha sido observada empíricamente en nuestra ciudad por diversos autores y organismos, pero no "explicada" por un modelo matemático.

FACTORES PROPIOS	Coordenadas y correlaciones							
	Componente 1		Componente 2		Componente 3			
	Coord.	b ²	Coord.	b ²	Coord.	b ²		
0.175	-0.161	0.007	0.858	0.74	-0.41	0.17	-0.011	0.00
0.181	-0.112	-0.401	0.6	0.36	-0.296	0.08	0.619	0.38
0.095	-0.207	0.325	0.270	0.07	-0.528	0.28	0.502	0.25
0.183	-0.054	-0.103	0.309	0.83	-0.137	0.02	-0.159	0.03
-0.162	-0.035	0.102	-0.803	0.64	-0.090	0.01	0.157	0.02
0.175	-0.183	0.022	0.865	0.75	-0.467	0.23	0.034	0.00
-0.092	0.033	0.532	-0.454	0.21	0.085	0.01	0.806	0.65
0.130	0.215	0.220	0.646	0.42	0.556	0.31	0.339	0.11
-0.041	0.223	0.483	-0.201	0.04	0.570	0.32	0.745	0.55
0.167	-0.208	-0.005	0.828	0.68	-0.51	0.28	-0.005	0.00
0.184	-0.145	-0.033	0.911	0.85	-0.370	0.14	-0.051	0.00
0.150	-0.237	-0.013	0.744	0.85	-0.605	0.37	-0.020	0.00
0.176	-0.182	0.034	0.871	0.76	-0.463	0.21	0.053	0.00
0.178	0.161	-0.044	0.880	0.77	0.410	0.17	-0.067	0.00
0.189	-0.119	-0.012	0.936	0.88	-0.304	0.09	-0.018	0.00
0.198	-0.015	-0.039	0.981	0.96	-0.038	0.00	-0.060	0.00
0.162	0.173	0.015	0.801	0.64	0.441	0.19	0.023	0.00
0.090	-0.111	0.333	0.448	0.20	-0.283	0.08	0.514	0.26
0.163	0.151	0.052	0.808	0.65	0.384	0.15	0.081	0.01
0.160	-0.145	0.116	0.792	0.63	-0.369	0.30	-0.036	0.00
0.180	0.157	0.005	0.891	0.79	0.399	0.16	0.008	0.00
0.134	0.273	0.027	0.664	0.44	0.695	0.48	0.042	0.00
0.186	0.094	0.075	0.823	0.85	0.241	0.06	0.116	0.01
0.193	-0.055	-0.016	0.759	0.58	0.608	0.37	0.063	0.00
0.153	-0.232	-0.017	0.757	0.57	-0.141	0.02	-0.025	0.00
0.179	-0.154	-0.017	0.886	0.79	-0.392	0.15	-0.026	0.00
0.142	0.259	-0.092	0.702	0.49	0.661	0.44	-0.142	0.02
0.189	-0.108	-0.018	0.936	0.88	-0.276	0.08	-0.028	0.00
0.195	0.068	-0.060	0.967	0.94	0.174	0.03	-0.093	0.01
0.156	0.228	-0.032	0.773	0.60	0.581	0.34	-0.049	0.00
0.199	-0.054	-0.003	0.984	0.97	-0.138	0.02	-0.005	0.00
0.188	0.130	-0.023	0.931	0.87	0.332	0.11	-0.035	0.00
0.175	0.189	-0.025	0.869	0.75	0.482	0.23	-0.038	0.00
0.199	-0.129	-0.003	0.938	0.88	-0.328	0.11	-0.005	0.00
0.199	0.052	-0.017	0.988	0.98	0.132	0.02	-0.026	0.00

POBLACION MERECHO

POBLACION TOTAL
 SUPERFICIE
 DENSIDAD
 DIST AL CBS
 POBLACION ACTIVA
 TASA DE ACTIVIDAD
 PUESTOS DE TRABAJO
 PUESTOS TRAB/POB DER
 OBRERA ESCOLAR TOTAL
 QUINERIAS
 ENSEÑAN BASICA
 ENSEÑAN MEDIA

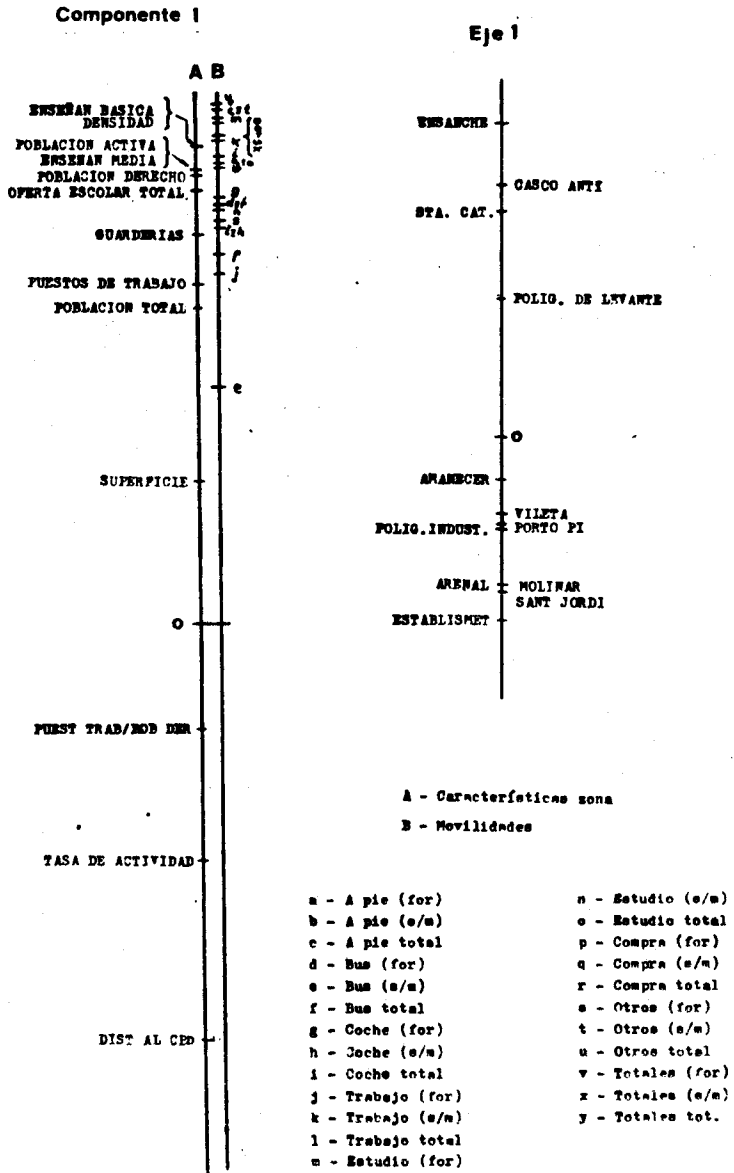
Coche (for)

A pie (a/m)
 A pie total
 Bus (for)
 Bus (a/m)
 Bus total
 Coche (for)
 Coche (a/m)
 Coche total
 Trabajo (for)
 Trabajo (a/m)
 Trabajo total
 Estudio (for)
 Estudio (a/m)
 Estudio total
 Compra (for)
 Compra (a/m)
 Compra total
 Otros (for)
 Otros (a/m)
 Otros total
 Totales (for)
 Totales (a/m)
 Totales tot.

SOMAS	Coordenadas y cos ²					
	Eje 1		Eje 2		Eje 3	
	Coord.	cos ²	Coord.	cos ²	Coord.	cos ²
GASCO ARTI	7.273	0.52	6.912	0.47	-0.579	0.00
ENSAMBLE	6.993	0.89	-1.202	0.02	0.170	0.00
STA. GEF.	6.326	0.72	-2.813	0.13	0.448	0.00
PORTO FI.	-2.458	0.49	0.663	0.04	1.574	0.20
VILEVA	-2.234	0.31	-1.234	0.15	-0.579	0.03
ESTABLIMENTS	-5.242	0.87	-0.119	0.00	-1.852	0.11
POLIO. IEDUST.	-2.632	0.23	1.504	0.17	0.138	0.00
AMARCON	-1.266	0.36	-0.730	0.09	-1.413	0.33
POLIO. LEVANTE	3.964	0.43	-3.951	0.43	-0.026	0.00
MOLLAR	-4.239	0.86	0.135	0.00	-0.772	0.03
ARENAL	-4.234	0.49	0.608	0.01	4.182	0.48
SAN JORDI	-4.451	0.62	0.228	0.00	-1.291	0.07

Table 2

Figura 1



Una de las premisas iniciales de partida, era constatar como el nivel de movilidad aumenta, a medida que crece la población. Ello ha quedado sobradamente demostrado puesto que la correlación entre el "nivel de densidad urbana" y todas las movilidades es muy elevada. Si bien, las más elevadas, se dan con los viajes que se realizan a pie dentro de las propias zonas, en coche y en bus, procedentes de zonas foráneas. Los motivos de viaje que más alta correlación obtienen con el "nivel de densidad urbana" son: otros en sí misma, los comerciales, tanto en las propias zonas, como totales, los de trabajo en sí mismas y los de estudio procedentes de otras zonas.

Componente 2 "nivel de movilidad laboral" (tabla 2, figura 2)

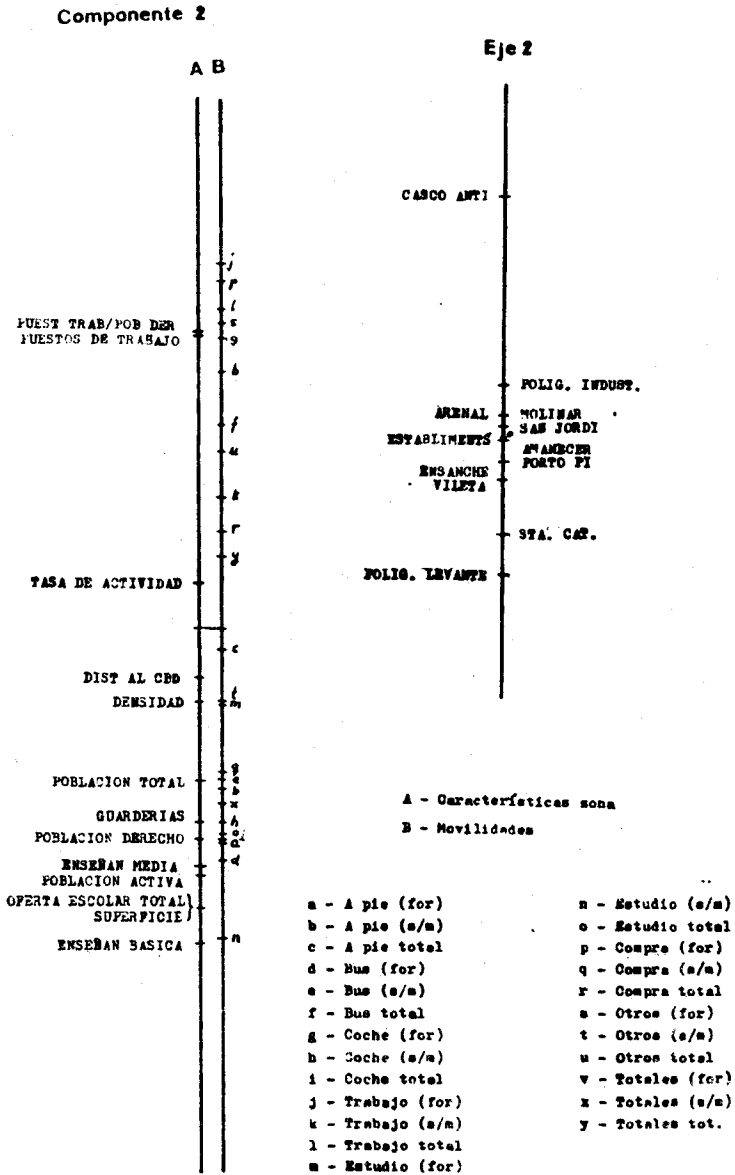
Esta segunda componente contrapone, de un lado, los P.trabajo/P.derecho y la oferta laboral, y, del otro, las variables de enseñanza, superficie y población. Ello nos indica que existe una correlación elevada entre el "nivel de movilidad laboral" y la oferta de puestos de trabajo, y, que se da una correlación inversa entre esta componente y la oferta escolar, la superficie, la población de derecho y la población activa. En este sentido, a mayor "nivel de movilidad laboral", se da una menor superficie urbanizada, y, ello es lógico, si tenemos en cuenta que se incluyen en ella dotaciones (educación) y se excluyen usos especializados, como comercios e industrias.

Esta contraposición entre trabajo y estudio, nos indica el grado de especialización funcional de la ciudad, fruto de la concepción urbanística de "zonning". La ciudad del trabajo se contrapone a la ciudad del estudio, más homogéneamente repartido y a la ciudad residencial, por ello, las necesidades de movilidad, en una ciudad con estas características, son tan elevadas.

Lo anteriormente dicho viene corroborado por las movilidades, según modos y motivos de viaje. El "nivel de movilidad laboral" se correlaciona con los viajes con motivo trabajo procedentes de zonas foráneas y totales, con los motivos compra foráneos y con otros, foráneos. Ello nos indica movilidades no generadas en las propias zonas, sino afitadas por ellas, siendo el coche el modo de transporte más utilizado, ya que los viajes en bus tienen una correlación mucho más baja.

La correlación inversa más elevada se da en esta componente con los viajes motivo estudio generados en la propia zona, hecho que nos ratifica la oposición trabajo-estudio anteriormente citada.

Figura 2



Componente 3 "nivel turístico" (tabla 2, figura 3)

La significación de la tercera componente es solamente del 6,436%, sin embargo constituye un residuo muy interesante en nuestro estudio, puesto que define una característica propia de nuestra ciudad, como es el ser una ciudad turística.

La tercera componente se correlaciona de forma elevada con la tasa de actividad, con los P.trabajo/P.derecho, con la población total, que incluye la oferta hotelera y con la variable superficie, ya que, a mayor "nivel turístico", mayor superficie urbanizada. Mantiene una correlación inversa, aunque baja, con la densidad, lo que significa que, a mayor "nivel turístico", se da menor densidad.

Con todo ello, el modelo matemático ha sido capaz de significarnos el fuerte carácter turístico de nuestra ciudad. Las movibilidades nos corroboran la fiabilidad del modelo utilizado, puesto que el único tipo de movilidad que se correlaciona con esta componente ha resultado ser el bus en la propia zona, que es prácticamente el único medio utilizado por la población turística.

3.2. Situación de las zonas

La posición de las zonas la hemos graficado en dos dimensiones a fin de facilitar mejor su posible comparación con los círculos de correlación (figuras 4; 5, 6) si bien el análisis lo hemos desarrollado eje por eje:

Eje 1 (figuras 7,8)

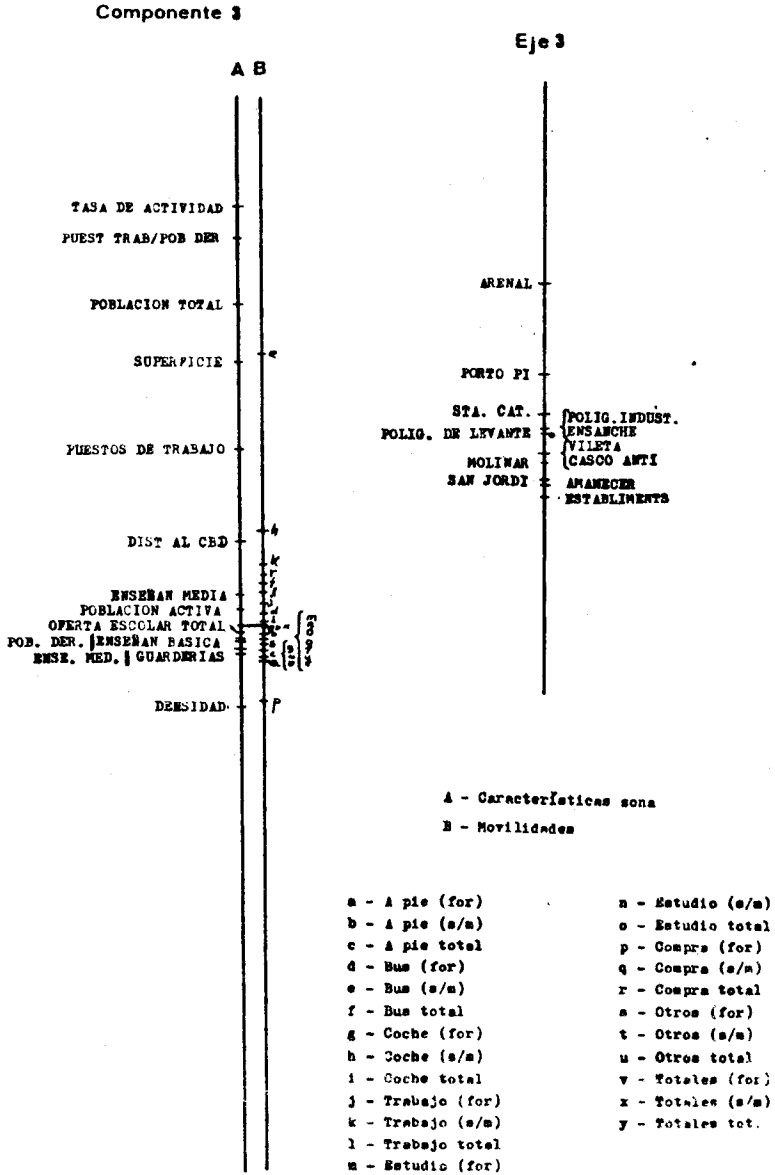
Proyectando las zonas sobre el eje 1, se pone de manifiesto una oposición entre el carácter de las zonas urbanas; el casco antiguo, el ensanche, Sta Catalina, y Pol. Levante, frente a las situadas en la periferia de la ciudad.

Contrastando los datos de las variables en la componente 1, vemos como las zonas con características urbanas son las que se encuentran más próximas al CBD, cuentan con mayor población y por tanto con mayor movilidad. La periferia urbana, que se opone en cuanto a características a las zonas anteriormente citadas, viene representada por Esbliments, Arenal, Molinar y S. Jordi.

Eje 2 (figuras 7,9)

Si proyectamos las zonas sobre el eje 2, la contraposición viene determinada, por una parte, por la zona del casco antiguo y en menor medida por el Pol. Industrial, la ciudad del trabajo, y, de otra, la ciudad residencial y de estudio, representada por las zonas Pol. Levante, Sta Catalina, Vileta y

Figura 3



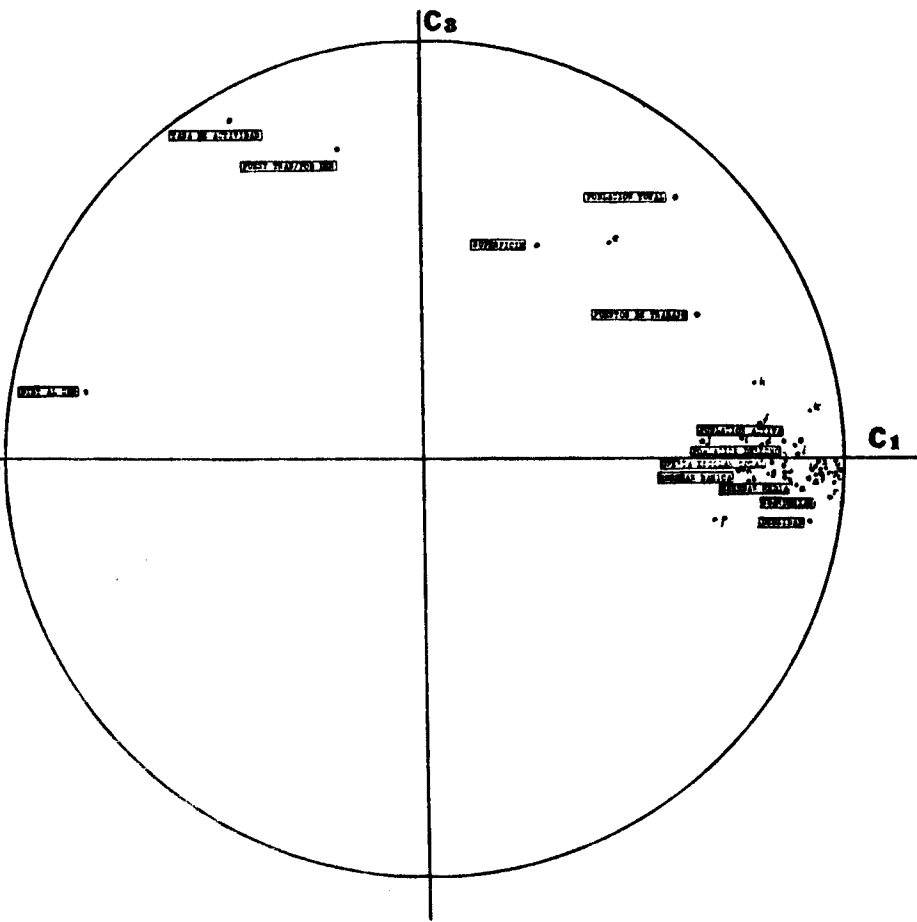
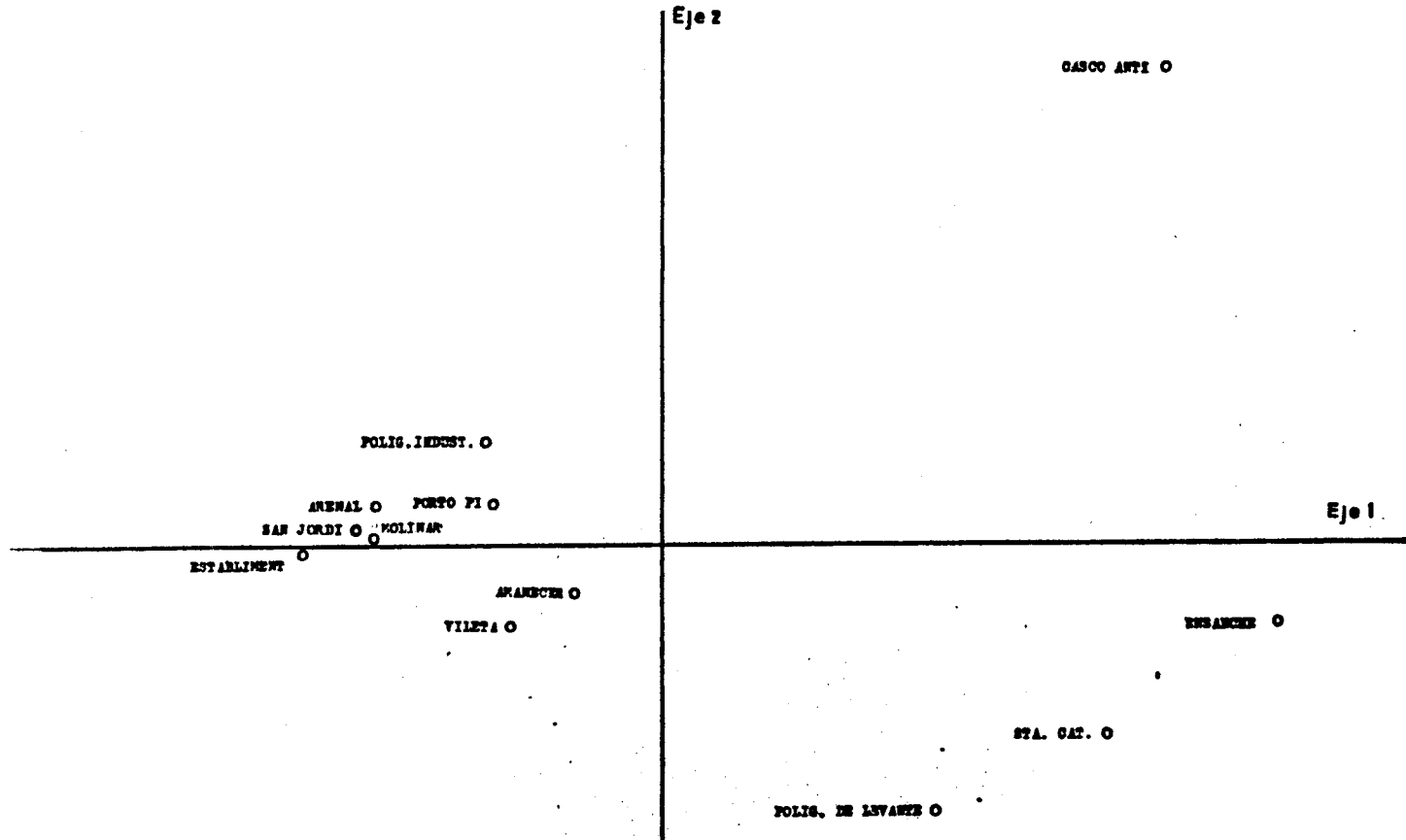


FIG 5

-191-



ensanche:

La ciudad del trabajo, es, igualmente, la que tiene una superficie urbanizada menor, puesto que cuenta con más usos especializados, mientras en la ciudad residencial y de estudio ocurre el fenómeno inverso.

La zona del casco antiguo, es la que cuenta con una mayor oferta laboral y es por ello, la que padece una mayor afluencia de automóviles, puesto que la movilidad por motivo trabajo, se realiza mayoritariamente en coche. Es esta zona, la que cuenta con mayor afluencia de viajes con motivo compra, procedentes de otras zonas, puesto que en ella se concentra uno de los focos comerciales más importantes de la ciudad. El casco antiguo recibe igualmente los viajes en bus procedentes de las zonas periféricas, debido a la estructura radial de la red de transporte público, e, igualmente, los viajes a pie, puesto que por ella se puede pasear, al contar con ejes peatonales:

Las zonas de Porto Pi, Arenal, S. Jordi y Molinar, que constituyen la periferia urbana, no tienen un carácter demasiado definido en este eje, lo que ratifica su situación real.

Eje 3 (figura 8,9)

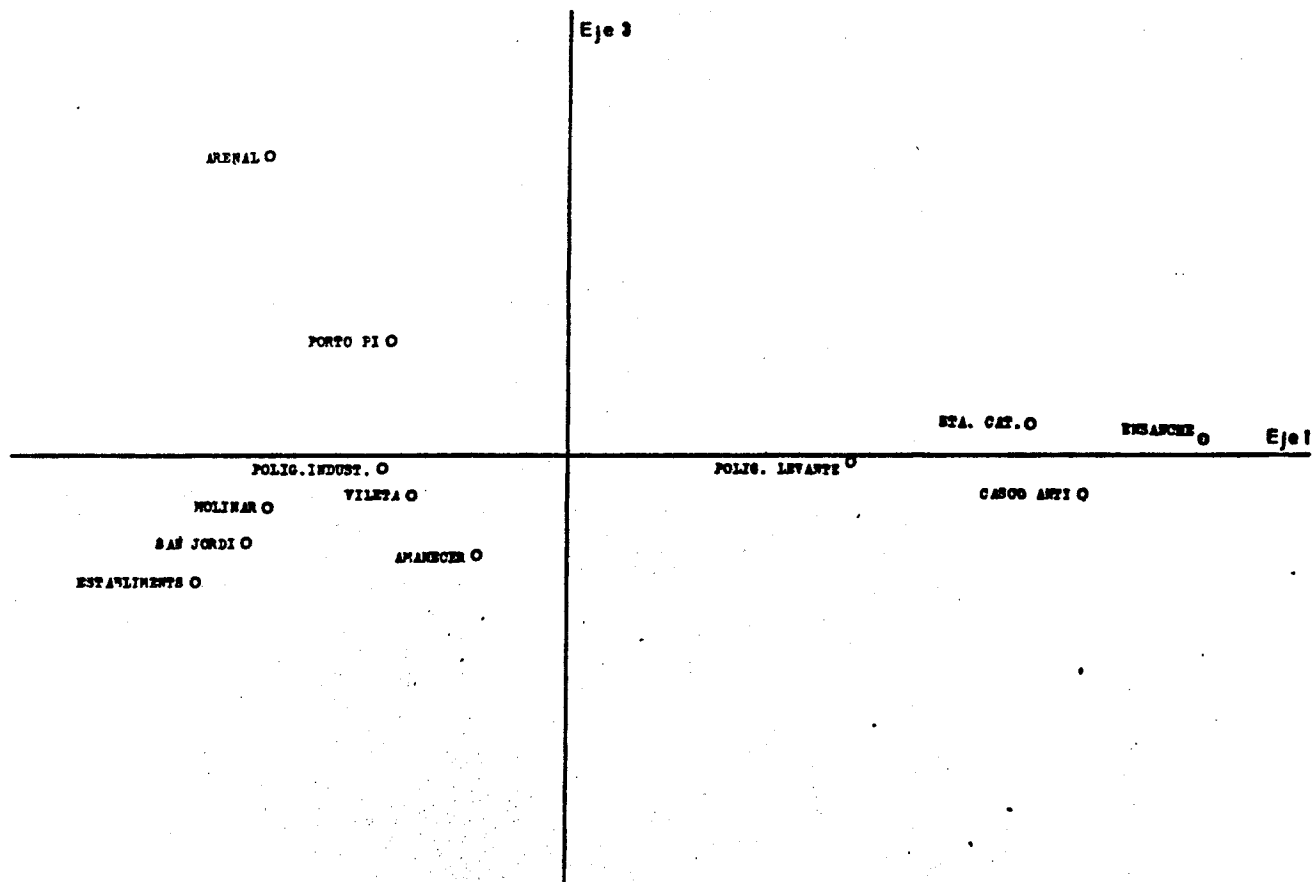
Este eje contraponen las zonas turísticas, con las que no poseen esta característica. Así vemos como las zonas de Porto Pi, en la costa de poniente y la del Arenal; en la costa de levante, se contraponen claramente a las de Establiments y S. Jordi, rurales, y, a otra zona semi-urbana, como es el Amanecer.

Al correlacionarse el movimiento en bus con el "nivel turístico", demostramos como la zona de Porto Pi i la del Arenal, son precisamente los puntos de destino turísticos de las dos líneas de transporte público más rentables de Palma.

En este eje, se ha puesto de manifiesto otro hecho importante, como es la existencia de una relación entre los viajes por motivo compra procedentes de otras zonas, hacia la zona del Amanecer, donde precisamente se ubica un hipermercado, que como en todas las ciudades, suele ubicarse, casi, en la periferia urbana.

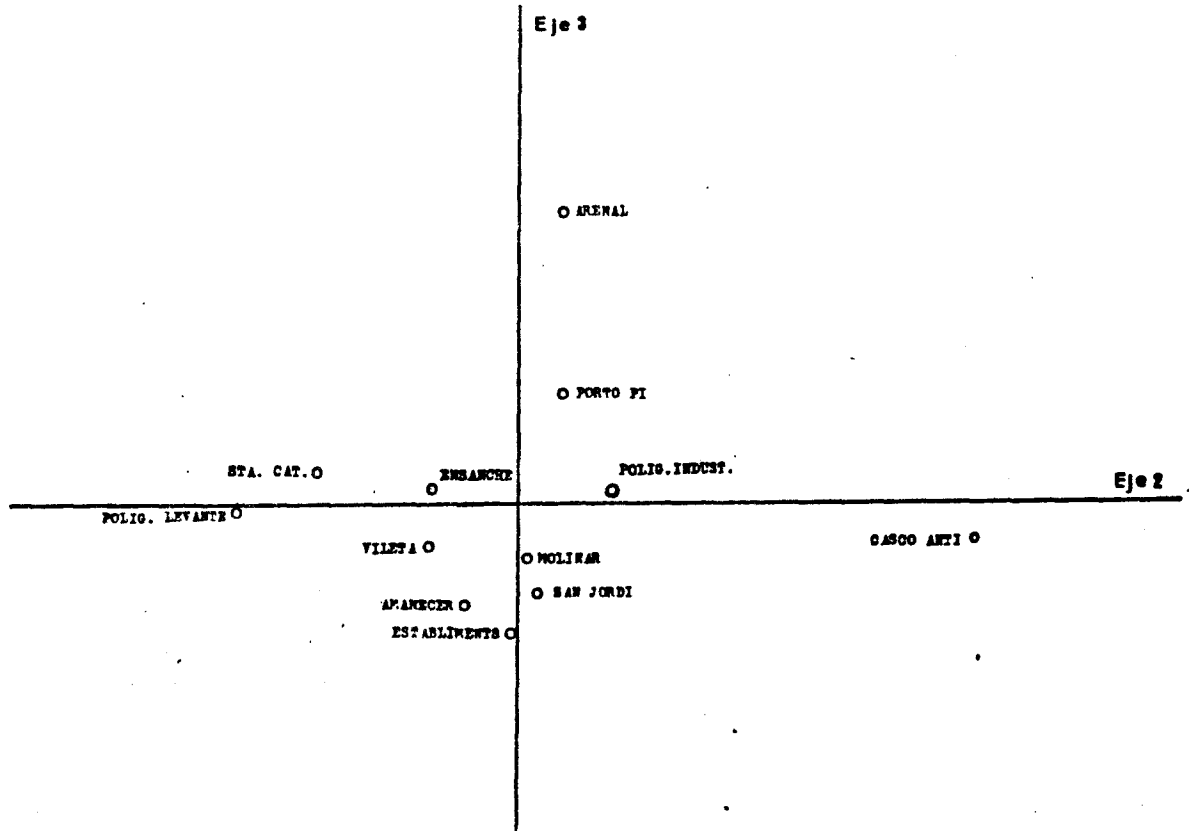
4. VALORACION CRITICA DEL MODELO

Utilizar un modelo matemático, en este caso, utilizar la técnica del análisis factorial en componentes principales, es un "lenguaje", que aporta la ventaja de obtener la correlación de todos los posibles emparejamientos de los datos introducidos, utilizando los atributos espaciales o variables consideradas en una serie de componentes finales.



SITUACIÓN DE LAS ZONAS

Figura 9



-764-

Por ello, la información transmitida en los resultados, no es diferente de la que se ha introducido, o sea, el modelo, nos pone de manifiesto las componentes, pero no las crea. Aquí estriba uno de los problemas fundamentales del estudio, el de la selección cuidadosa de las variables y de los individuos, que se realiza de modo subjetivo y que de su selección dependen los resultados. Con ello, enlazamos con otro problema fundamental, el hecho de la elección de variables está limitada por el volumen y por la calidad de los datos disponibles (Ciceri, M.F. et al., 1977) ¿Serían los resultados diferentes si introdujéramos más variables? ¿y si dividiéramos el espacio en unidades distintas? Por ello, estamos de acuerdo en cierto modo, con la afirmación que hace Ciceri, al decir, que ante el resultado del análisis factorial, nos encontramos más con la estructura de los datos, que no con la estructura del espacio real.

Para nuestro análisis, aunque la significación de las tres componentes sea lo suficientemente importante, el 10% de la varianza de los fenómenos, nos queda sin explicar y ello es un factor limitativo que hemos arrostrado durante todo el estudio.

Existen otro tipo de problemas que deben plantearse ante la aplicación de la técnica del análisis multivariado, como es el hecho de no existir relaciones lineales entre los fenómenos que cambian con el tiempo, como el crecimiento o la difusión, ya que todos los útiles de dicho análisis suponen una estructura lineal entre los datos, que en ocasiones no se da.

En el presente estudio, hemos pretendido demostrar solamente la validez, aunque con grandes restricciones, de un método matemático, el análisis factorial en componentes principales, para el estudio y sintetización de una serie de variables y de las existentes entre ellas.

BIBLIOGRAFIA

- ABELLAN GARCIA,A;MORENO JIMENEZ,A;VINUESA ANGULO,J.(1977): "Metodología Factorial para una caracterización de las ciudades españolas de tipo medio" Boletín de la Real Sociedad Geográfica.Tomo CXIII, 1-12.Madrid
- BOSQUE SENDRA,J;FERNANDEZ GUTIERREZ,F.(1974):" El análisis factorial y su utilización en Geografía".Cuadernos Geográficos, 4.Universidad de Granada
- BOSQUE SENDRA,J;FERNANDEZ GUTIERREZ,F.(1978): "Aportaciones metodológicas en la interrelación de la Geografía Factorial y la Geografía Electoral". V Coloquio de Geografía. Medio Físico,Desarrollo Regional y Geografía Granada .
- BROCARD,M.;PUMAIN,D.;REY,V.(1977):"Analyse de données : Traitements visuels et mathématiques".L'Espace Géographique, 4. Paris
- CABRER BORRAS,B.;PIQUERAS HABA,J.(1980): "Tipificación de la población activa de España: 1955-1975. Un ensayo de aplicación del análisis de componentes principales". Estudios Geográficos , XLI, 159. Madrid
- CAMPO MADRID?A. del (1983): "Una aplicación de ecología factorial al estudio de pautas espaciales de segregación social en el municipio de Madrid". Ciudad Y Territorio, 3-4/83, 57-58. Madrid
- CICERI,M.F.;MARCHAND,B.;RIMBERT,S.(1977): Introduction à l'analyse de l'espace Paris, Masson.
- DAUPHINE,A.(1973):"L'Analyse factorielle: ses contraintes mathématiques et ses limites en géographie".L'Espace Géographique, 1, Paris
- FERNANDEZ GUTIERREZ,F.(1978): "Consideraciones metodológicas y experimentales del análisis factorial en geografía". Cuadernos Geográficos,8 .Universidad de Granada.
- FOUCART T.(1985): Analyse factorielle.Programmation sur Micro-ordinateurs. Paris, Masson.
- GROUPE DUPONT (1975):"La distance a la ville:Essais d'analyses factorielles appliquées aux cas de Grenoble et de Montpellier".L'Espace Géographique ,4.Paris
- HARMAN,H(1980): Análisis factorial moderno. Madrid, Saltés
- MERLIN,P(1973): Méthodes quantitatives et espace urbain. Paris, Masson
- SOLA-MORALES RUBIO,M.de(1973) "Factorización de características de un Área suburbana"Revista de Geografía.Universidad de Barcelona
- VALERO CALVETE,J(1970): Transportes urbanos , Madrid , Dossat.
- YEATES,M (): An introduction to quantitative analysis in Human Geography. London, Mcgraw-hill Book Company.