

LA RED DE TRANSPORTES DE LA PROVINCIA DE ALMERIA: Aplicación Metodológica de la Teoría de Grafos

por ANDRES MIGUEL GARCIA LORCA *

SUMMARY: We focus our attention here in the analysis of the transport network of the province of Almería based upon the graph theory. We also furnish a number of analyzed data which allow us to understand the reality of communications within Almería's geographical space.

RESUME: La présente étude, a pour but d'analyser la structure du réseau de transports de la région d'Almería en base à la théorie de graphes. Il apporte aussi, une série de données analysées, qui permettent de comprendre la réalité des communications dans l'espace de la région d'Almería.

JUSTIFICACION.

El trabajo que a continuación presentamos, tiene como objetivo fundamental el aplicar la teoría de grafos a la red de transportes de la provincia de Almería. Paralelamente, pretendemos analizar desde otros planos la misma red a que nos hemos referido.

Ciertamente que el análisis que proponemos debería de plantearse a escalas mayores, cuanto menos a nivel regional, tendríamos así una visión de conjunto mas clarificadora antes de descender al estudio de las redes dentro de ámbitos más pequeños.

En otro sentido, fieles a nuestra línea de trabajo queremos completar aquellos aspectos que en las distintas monografías tienen como referencia el espacio almeriense han sido solamente esbozados o tratados bajo otra perspectiva.

Queremos advertir, que en aras a una mejor comprensión, hemos trascendido el ámbito provincial, considerando a dos localidades una murciana y otra granadina dentro del esquema provincial de los transportes. Señalamos también, que los nodos de la red se incardinan dentro de los núcleos más representativos demográficamente, ello no presupone que todos los núcleos esten representados.

Efectuadas las anteriores apreciaciones, solo nos resta señalar las principales líneas seguidas en el presente trabajo. Podemos pues determinar una primera apreciación referencial a los condicionamientos geográficos, para pasar después a presentar los distintos niveles de la red provincial sobre los que vamos a aplicar el modelo metodológico adoptado y en último lugar aplicaremos el modelo propuesto y las conclusiones a que llegamos.

Señalamos que las conclusiones a que llegamos en la aplicación del modelo metodológico propuesto, no tiene otro interés que el de constituir un ejercicio práctico de aplicación a una zona concreta como lo es el espacio administrativo de la provincia de Almería, de la teoría de grafos.

(*) Licenciado en Geografía, Universidad de Granada.

CONDICIONAMIENTOS GEOGRAFICOS DE LA RED DE TRANSPORTES.

La provincia de Almería, está situada en el vértice suroriental de la Península Ibérica. Su relieve adopta disposición zonal, fragmentando el espacio con igual estructura a la marcada por la configuración montañosa. La red hidrográfica termina de configurar los espacios a la vez que los articula.

Esta disposición del relieve que hemos señalado, hace que el acceso desde el interior del territorio peninsular sea muy dificultoso, aspecto por el cual nuestro espacio geográfico ha mantenido una situación de aislamiento que ha venido a constituir siempre el tópico definitorio de su realidad humana y económica. En otro sentido estas unidades del relieve almeriense, que ocupan más del 46% del espacio Provincial, están formando parte del conjunto de las Béticas, montañas jóvenes y de característica morfológicas y geológicas muy específicas y que no vamos a tratar por existir abundante bibliografía sobre el respecto. Dichos conjuntos, sitúan a más del 30,5% de las tierras almerienses en alturas superiores a los 1.000 metros. Como consecuencia la red natural de comunicaciones se articulará en base a los pasillos naturales y a la red hidrográfica, consecuentemente la ordenación de la red de transportes sigue la pauta marcada por la naturaleza, como lo demuestra una simple ojeada al mapa provincial. Ello implica una disposición de la red un tanto compleja, que está no obstante ordenada conforme a un eje longitudinal sobre el cual convergen las vías principales que adoptan una disposición paralela, sin facilidades de conexión entre sí por los obstáculos montañosos.

Creemos necesario señalar que la climatología de la Provincia, si bien se encuentra dentro del ámbito de los climas mediterráneos, está marcada por un carácter árido y subdesértico que lleva a alterar notoriamente el estado de la red, como de hecho ha ocurrido con la presencia de irregulares avenidas, que llegan incluso a destruir puentes y a borrar físicamente tramos importantes de la red viaria provincial.

Fuera del ámbito de lo físico, siguiendo un esquema humano, poblacional y económico, observaremos que la red se configura en base a estos presupuestos, los cuales se han ordenado conforme a las transformaciones introducidas por el hombre dentro del área almeriense.

De cualquier forma podemos inferir que el condicionante físico, va a determinar en gran parte la disposición estructural de la red de transportes.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ACTUAL RED DE TRANSPORTES.

La actual red de transportes se estructura a varios niveles, correspondiendo a cada uno de ellos una catalogación basada en criterios legales o en formulaciones de principios teóricos y que en términos generales no se suelen adecuar a la realidad, como se puede ver a la hora de analizar los anchos de vía por ejemplo. Justificamos esto por lo reciente de la clasificación de las redes (1977) y ciertamente que la unificación y adaptación a los nuevos criterios exigen un tiempo y por supuesto unas inversiones.

A nivel oficial, distinguimos cuatro niveles de red correspondiendo cada uno de ellos a las siguientes denominaciones:

- 1). — Red Nacional Básica
- 2). — Red Nacional Complementaria
- 3). — Red Regional
- 4). — Red de Caminos Vecinales

En los tres primeros casos las redes dependen de la Administración Central, siendo el cuarto caso dependencia de la Diputación Provincial. Estos niveles vienen a coincidir fundamentalmente con la anterior clasificación de Carreteras Nacionales, Comarcales y Locales (no hay variación en la denominación de Caminos Vecinales).

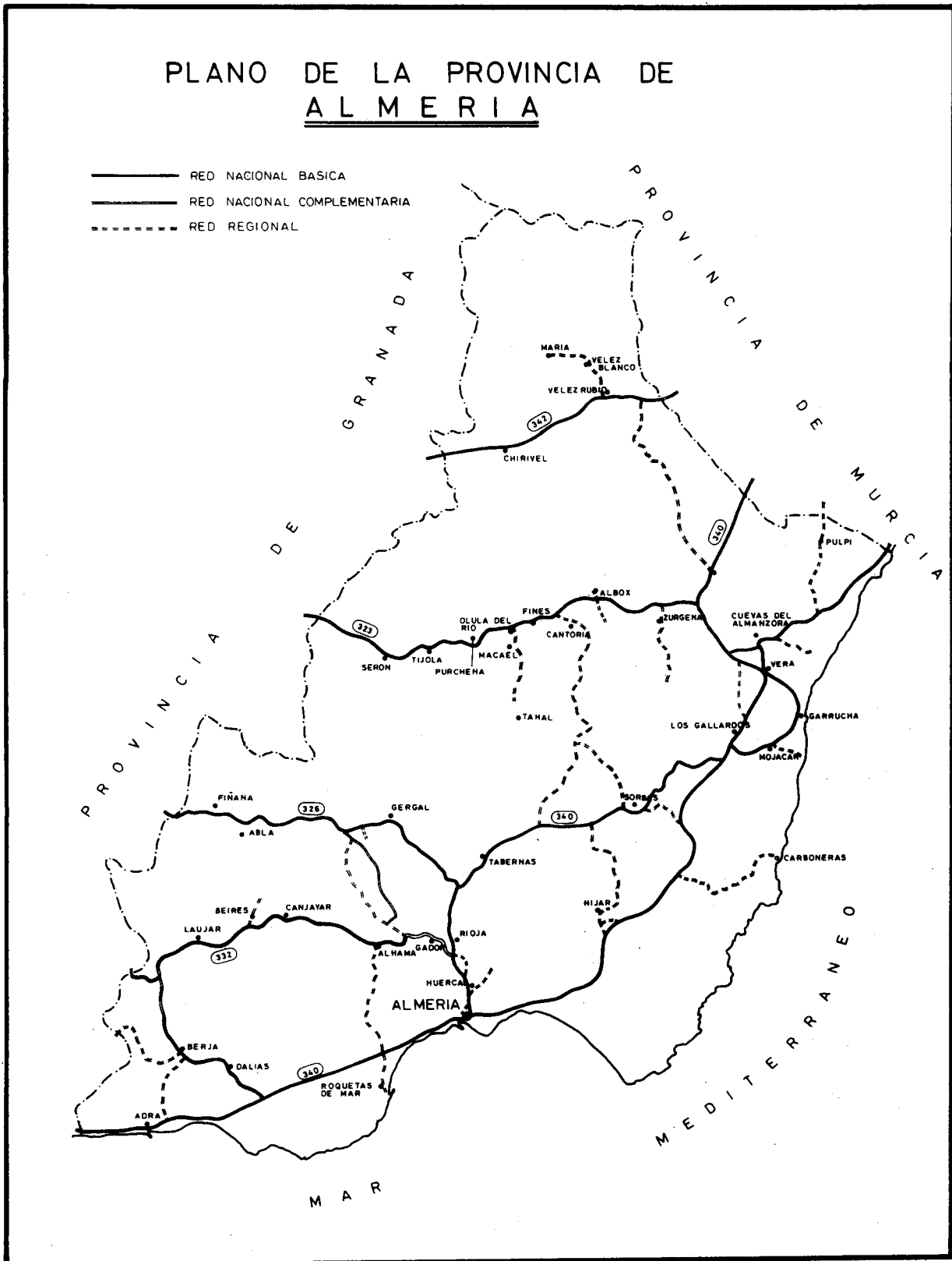


FIGURA 1.— Red estatal provincial de carreteras.

Nuestro estudio va a estar referido exclusivamente a las redes estatales, es decir a la Nacional Básica, Nacional Complementaria y Regional.. No pretendemos en ningún momento ignorar la importancia de la red de Caminos Vecinales; no sólo por que su longitud y expansión son mayores ya que articula a todos los municipios con el resto de la red. Solamente cuatro municipios de los 103 del conjunto provincial no tienen red de caminos vecinales, pero tienen servicio de las restantes redes. De hecho el prescindir de este cuarto nivel tiene solo una finalidad metodológica en orden a la practicidad del modelo elegido.

En términos generales, vamos a presentar una serie de datos que nos permitan situarnos dentro de la realidad de los distintos niveles de la red, tales como longitud, sección y estado.

La longitud de la red y su estructura por niveles. — El conjunto general de la red de transportes por carretera, excluido Caminos Vecinales, es de 1002,7 kms., estando estructurada su distribución en orden decreciente a la importancia del nivel. Dicho con otras palabras, el 27,75% del total de la red o lo que es lo mismo 278 km. corresponden a la red Nacional Básica. El 39%, 282 km. pertenecen a la red Nacional Complementaria. Por último el 63,86% a la red Regional, 446.7 km. Esto es así por que cada nivel de red ha de comportar una serie de características técnicas y estructurales que suponen una lógica reducción de longitudes en aras a una mayor calidad de red por kilómetro y por supuesto un mayor aforo.. Este dato es así mismo comprobable al analizar no solo los distintos niveles de pavimentación. Si bien todo el conjunto de la red está asfaltada, las mejores calidades se encuentran dentro de la red N.B., además de que los tiempos invertidos en recorrer tramos similares son favorablemente reducidos a nivel de la red N.B.

La sección de los distintos niveles de red. — Aspecto de fundamental importancia y que constituye un factor decisivo a la orden de homologar un nivel, es la sección de una vía. Como es bien sabido, la vía se divide en calzada y arcén, la calzada es subdividida a su vez en carriles.. Aclarado este término, señalamos, que la red Nacional Básica se pensó dotarla en la última clasificación, con dos carriles de 7 metros de ancho cada uno, más 2,50 metros de arcén respectivamente, lo que supone una vía de 19 metros de ancha, 14 m. de calzada y 5 de arcén. Este proyecto ha quedado en lo que respecta a nuestro espacio desechado por considerarlo la Administración económicamente inviable, como consecuencia se optó por carriles de 7 metros y arcenes de 1,5 metros. No obstante el criterio reductor de la administración, establece unos mínimos de 5 metros, con arcenes de 1 metro. Pero en términos generales se ha establecido, admitir carriles de 6 metros y arcenes de 1 metro pero en la red Regional.

Hemos de aclarar que no todo el conjunto de la red presenta en los momentos actuales un estado como el señalado en el anterior capítulo.

Estado general de la red. — Es muy poco lo que en términos reales se puede señalar y que no esté señalado en los mapas de "estado de pavimentos" de la Red Estatal de Carreteras, publicado por el MOPU referidos a 1979. Nosotros no obstante señalaremos a tenor informativo los siguientes porcentajes. En la red N.B. el 53% de la red se encuentra en buen estado, el 30% en regular estado y el 17% restante en mal estado. La red N.C. presenta los siguientes valores relativos a cada estado: así, el 39% de este nivel corresponde a los pavimentos en buen estado, el 57%, es decir más de la mitad de la red en este nivel, está en regular estado. Solamente el 4% está en mal estado. La Red R. tiene un 64% en buen estado, el 30% en regular y el 16% en mal estado. A nivel global podemos concluir con señalar que el 54% del conjunto de la red se encuentra en buen estado, el 37% en regular y el 9% en mal estado. A partir de estos datos hemos de considerar las medidas de accesibilidad y los tiempos en recorrer distancias y no solo en base a espacios.

ESQUEMA GENERAL DE LA RED

Pasamos a realizar un breve análisis de los distintos niveles de red:

La red Nacional Básica — Constituye la columna vertebral de la red de transportes de la provincia de Almería. Compuesta fundamentalmente de cuatro tramos, articula las distintas comarcas geoeconómicas con el esquema general de la red de transportes, trascendiendo el ámbito provincial para pasar al regional y nacional. Aspecto este último muy revisable pues no reúne unas condiciones equivalentes a otras áreas del Estado. Esquemáticamente distinguimos lo siguiente: a) Un eje transversal recorre el espacio almeriense constituido por la C.N.-340, que pone en contacto el Sur y Sureste peninsular con el Centro y Levante. Constituye sin lugar a dudas el tramo de mayor importancia en el actual momento si le añadimos el desdoble que recorre el Campo de Níjar, por la importancia económica de las áreas que sirve, dado que en ellas está concentrada la mayor fuente de riqueza actual y potencial. Desgajado de este eje constituido por la N-340, parte la N-342 y que tiene por objeto enlazar con la Depresión de Guadix y que constituye el camino tradicional de Andalucía. Igual que el tramo anterior la N-342 parte de la N-340, pero ya fuera del ámbito de nuestro espacio provincial, recorre el triángulo norte almeriense para enlazar con la N-342 en Guadix, cerrando así un circuito de transportes al que viene a completar la red N. Complementaria, fragmentando el espacio en nuevos circuitos.

La red Nacional Complementaria. — Es fundamentalmente una red de penetración para articular las distintas áreas geoeconómicas no recorridas por la red N.B., con dicha red. En esta red fundamentalmente, venimos a distinguir tres conjuntos básicos. El primero, constituido por la C-323 recorre el Valle del Almanzora a modo de canal colector poniendo en contacto dos tramos de la red N.B., el correspondiente a la N-340 y la N-342, estructurando así un circuito casi elíptico que incardina todo el tercio norte de la provincia. El segundo tramo constituido por la CC-332, recorre el valle del Andarax y Alpujarra almeriense enlazando con la N-340 en el Campo de Dalías, tras bordear el núcleo orográfico de Sierra de Gador. Sirve esta ruta además como elemento de enlace con la Alpujarra granadina, estableciendo un circuito de interés turístico-pintoresco así como económico de especial interés. El tercer conjunto de la red Nacional Complementaria, lo construyen dos pequeños circuitos triangulares que tienen como vértice común la localidad de Vera en el noroeste provincial, circuitando áreas económicas agrícolas-ganaderas, turísticas e industriales con salida al mar a través del puerto de Garrucha; zona ésta de antigua tradición minera (Complejo de Sierra Almagrera) presenta a nuestro juicio, unas perspectivas de desarrollo realmente esperanzadoras y que necesitan de una infraestructura viaria acorde con sus posibilidades.

La red Regional. — Como podemos apreciar en el mapa de carreteras, esta red cumple una función primordial, pues fragmenta los espacios intermedios constituyendo una serie de circuitos que van interaccionando áreas, comarcas y núcleos de población de cierta entidad con los otros dos niveles de redes y que pueden permitir un desarrollo de las zonas recorridas a la vez que cumplen una finalidad social. Realmente no todos los tramos guardan el mismo nivel de importancia dentro del conjunto provincial, como se puede desprender de un simplísimo análisis comparativo a la vista de cualquier mapa de la zona.

LA DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS REDES.

La distribución espacial de la red en función de la superficie servida, y a los municipios que sirve, es un dato objetivamente evaluador de la importancia y funcionalidad de una red de transportes, a grandes rasgos podemos señalar los siguientes aspectos tipificados por niveles de red.

Para el conjunto de la red Nacional Básica, hemos contabilizado un total de 29 municipios que son atravesados por dicha red que convertido en cifras operativas, nos arroja un total de 4.510,65 km. cuadrados de superficie a evacuar en esta red, lo que representa un 51.40% del conjunto de la superficie provincial.

La Red Nacional Complementaria recorre el espacio de 38 municipios, de los cuales solamente 9 son coincidentes con el paso de la red N.B. Lo que supone un alto grado de extensión superficial, es decir 3.252,69 km. cuadrados; si además consideramos que muchos de los municipios atravesados son de una entidad territorial más pequeña.

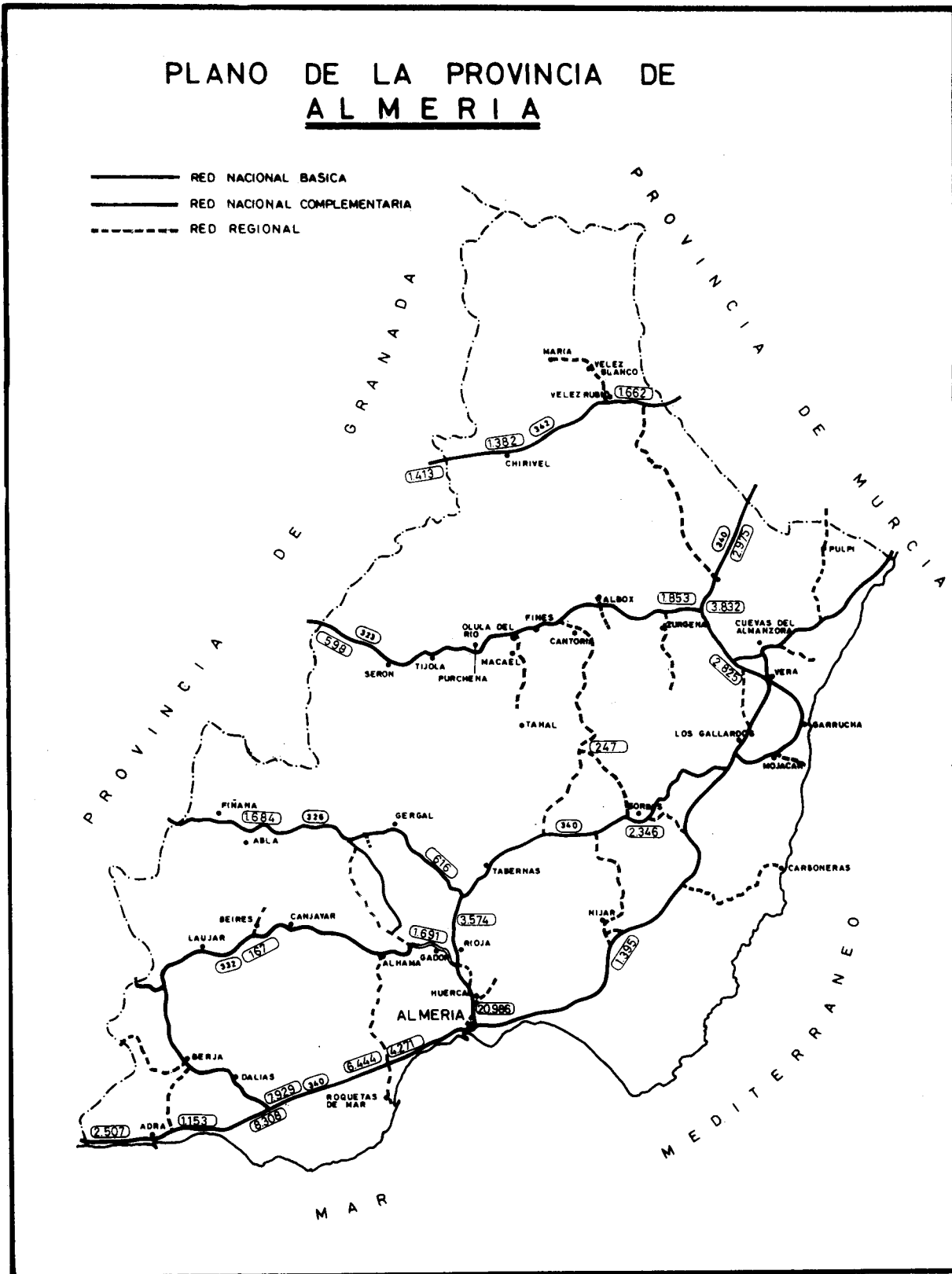


FIGURA 2. — Red provincial con indicación de las principales aforos, referidos a 1.977.

La red Regional como ya hemos indicado va completando circuitos y tramos y solamente recorre 10 municipios que no hayan sido atravesados por cualquiera de las otras redes..

En conjunto la red Estatal se extiende por 69 municipios de los 103 que componen el conjunto provincial. Sin extendernos mucho con el análisis de datos, podemos señalar que prácticamente la totalidad de los núcleos relevantes de población están comprendidos dentro del esquema de la red estatal.

LOS AFOROS DE LA RED ESTATAL.

Quizás el dato más objetivo en orden a medir la importancia de una red o de un tramo es el procedente de evaluar el aforo en uno a más puntos de la red viaria. El MOUP tiene instalados de forma permanente en puntos determinados de la red de carreteras, medidores del paso de vehículos en dicho punto. De forma más completa se efectúan evaluaciones anuales y ya de una forma general a toda la red se hacen los controles quinquenalmente, utilizando para su evaluación, funcionarios del servicio de carreteras que señalan el tipo de vehículo que pasa por el punto de control.

Nosotros utilizamos los datos facilitados por la Jefatura Provincial de Carreteras de Almería correspondiente a los años 1975 y 1977.

Teniendo como referencia el mapa simplificado de aforos (los datos realmente completos están referidos a más puntos de la red pero hemos preferido simplificar), observando globalmente los tres niveles de redes, podemos efectuar algunas conclusiones iniciales. En primer lugar, observamos que la mayor intensidad de circulación corresponde a la N-340, dado que nos viene a confirmar la importancia que ya le concedíamos. Todos sus controles superan el paso de 2.000 vehículos diarios de media, alcanzando la cota máxima en las zonas circundantes a la capital de la provincia que en épocas punta llega a los 35.000 vehículos de paso diario, si bien la media general en zonas de circunvalación es del orden de los 20.000 vehículos..

Siguiendo el orden de importancia numérica, el tramo Almería-Adra por la costa en esta carretera guarda una importancia de aforo a tenor con su nivel económico, sobre todo el tramo El Ejido-Almería con Roquetas-Parador. Es además el tramo posiblemente más rápido de la red.

Dentro de la red Nacional Básica, la N-342 sería la segunda vía en importancia de aforo, y ello es lógico pues dicho tramo corresponde al enlace entre las provincias de Granada y Murcia. Ciertamente notamos una gran diferencia de aforo entre la N-340 y ésta, pues el punto mínimo de la N-340, es mayor que el máximo de la N-342, hacemos notar que este tramo apenas si comporta tráfico provincial.

El último tramo a considerar dentro de la R.N.B. sería el correspondiente a la N-342, que constituye el enlace interior con la provincia de Granada, y es dentro de este conjunto el tramo de más débil intensidad de tráfico, pero no muy lejos de la N-342, pues ambas guardan gran similitud.

En la red Nacional Complementaria, es el tramo que recorre el Valle del Almanzora. Aquellos núcleos situados junto a explotaciones de canteras de mármol, es donde la intensidad media diaria es mayor con cifras que superan los 3.000 vehículos diarios, ello es lógico debido a la necesidad de transporte a media y corta distancia que plantean éste tipo de industria que tienen su origen en el mármol.

Queremos finalizar este aspecto señalando la importancia de aforos que representan algunos tramos de la red de Caminos Vecinales y que están reflejados en el mapa adjunto, soportando aforos equivalentes a tramos de la red estatal.

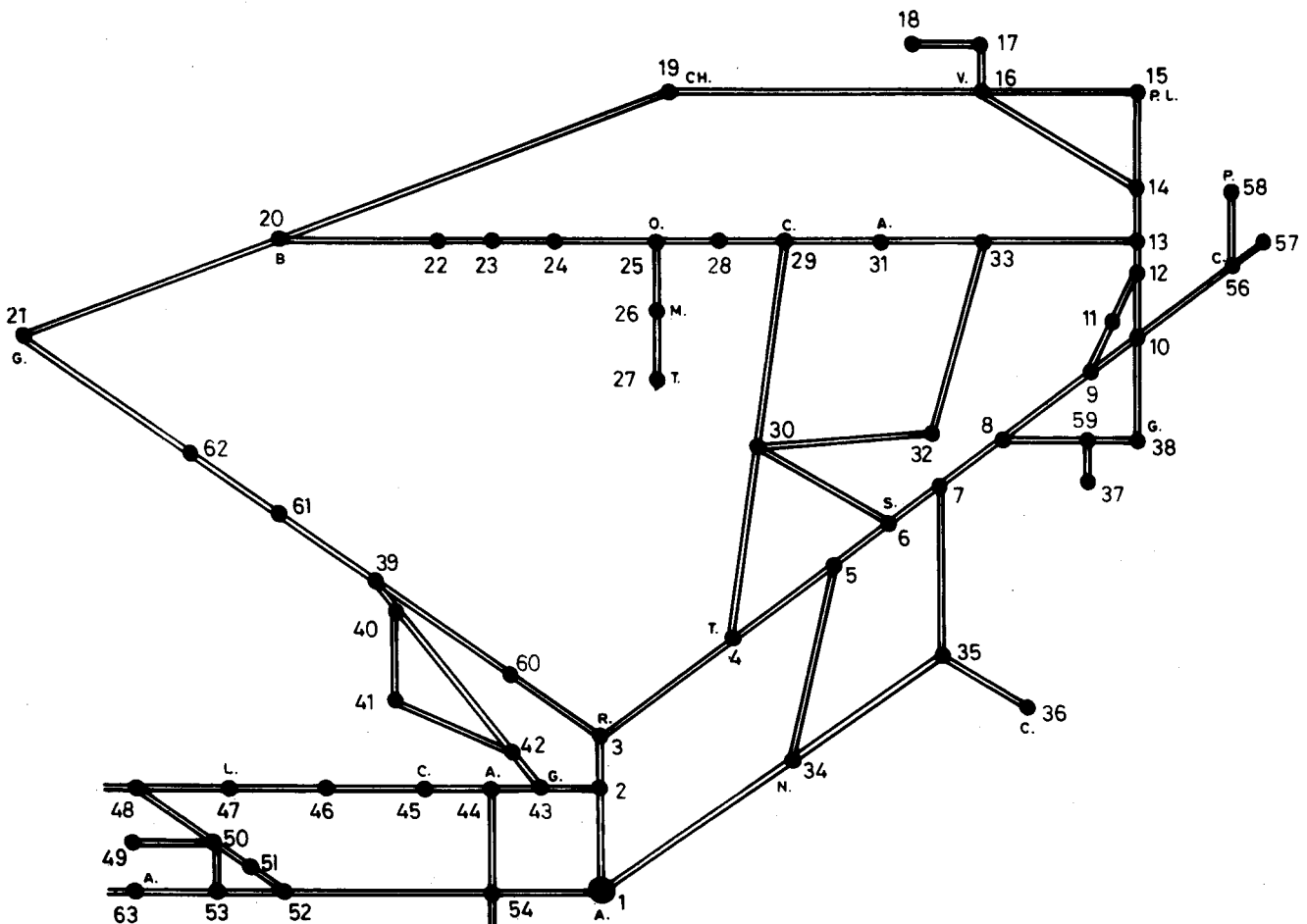
APLICACION DE LA TEORIA DE GRAFOS AL ESTUDIO DE LA RED DE TRANSPORTES

Desde hace ya algún tiempo, se vienen utilizando modelos topológicos en el estudio de las redes de transportes. En nuestro país el Dr. Estébanez ha recogido y aplicado esta línea metodológica en base a los planteamientos de Kansky en su trabajo "Esquema metodológico para el estudio de la estructura de las redes de transportes en España" publicado en el Boletín de la Real Sociedad Geográfica en 1976, así como en su obra conjunta con Brand. Basándonos en ambos trabajos y en la obra de H. Robinson and C.G. Bamford "Geography of Transport" hemos tratado de aplicar sus presupuestos a la red de transportes de la provincia de Almería, a modo de ejercicio metodológico no pretendemos en ningún momento pronunciarnos en orden a su utilidad aplicativa.

Como se puede observar en el gráfico (3) hemos reducido la red de transportes que ofrecíamos en el mapa (1) a un sistema de grafos, para lo cual se ha procedido a unificar tres niveles de redes en un conjunto coherente. Como se puede apreciar la red topológica trasciende fuera del ámbito administrativo de la Provincia de Almería, adentrándose unos kilómetros en las provincias limítrofes de Murcia y de Granada en aras a no vaciar de contenido el conjunto de la red provincial, que por otro lado quedaría incompleta y no relacionada.

El presente grafo trata de representar la comunicación existente entre 48 núcleos de población entre los más representativos de la provincia almeriense, que por supuesto están comunicados por alguno de los niveles de red. No nos cansamos de repetir el papel que representa la red de Caminos Vecinales en orden a una mejor comprensión de la estructura de la red, pero que su representación dentro del sistema elegido nos haría presentar un trabajo que escaparía del espacio de esta publicación y por ello de los objetivos de este trabajo. Aclarado ésto pasamos a señalar los aspectos más esenciales de nuestra aplicación metodológica.

FIGURA 3. — Mapa Topológico de la red provincial



“Número Ciclomático”. — Resulta de sustraer al número de arcos, el número de nodos menos uno.

$$\text{Número ciclomático} = a - (n - 1) = 77 - (63 - 1) = 15$$

El número de circuitos de nuestra red es de 15 como se puede también comprobar en el grafo Hemos de pensar forzosamente que 15 no sea el número suficiente ni necesario de circuitos para esta red. Pués para conocer el número de posibles circuitos empleamos el “Índice Alfa”.

“Índice alfa “. — Resulta de dividir el “número ciclomático” entre dos veces el número de nodos menos cinco.

$$\text{Índice alfa} = \frac{a - (n - 1)}{2n - 5} = \frac{77 - (63 - 1)}{126 - 5} = \frac{15}{121} = 0,12$$

Según el resultado, esta red solo tiene el 12% de los circuitos posibles, o lo que es igual, le faltarían unos 65 circuitos para completar la red.

Para matizar el “índice alfa” se suele emplear el “índice gamma”, que nos indica el número de arcos posibles del circuito.

“Índice gamma”. — Resulta de dividir el número de arcos del circuito entre el producto de tres, por el número de nodos menos dos

$$\text{Índice gamma} = \frac{a}{3(n - 2)} = \frac{77}{3(63 - 2)} = \frac{77}{183} = 0,42$$

Se trata de una red que solo tiene el 42% de los posibles arcos faltándole un total de 106 arcos que es lo que corresponde al 58% restante.

Concluyendo, podemos inferir de los anteriores índices que se trata la red de transportes de Almería, de una estructura compleja que presenta varios circuitos intercomunicados y que es susceptible de desarrollarse en más de un setenta por ciento para adquirir su nivel óptimo.

Accesibilidad.

Es claro que una simple ojeada al mapa topológico de la red de transportes almerienses, nos permite deducir que nodos son los más accesibles de la red. Pero conocer matemáticamente la accesibilidad, exige la confección de una matriz binaria en la entren en juego todos los nodos. Nosotros hemos escogido 48 entidades de población a partir de las cuales confeccionamos la matriz que adjuntamos

Como puede comprobarse, de la matriz reseñada inferimos el grado de accesibilidad de la red basándonos en tres tipos de resultados como lo son: “El número asociado”, “Índice de Shimbel”, “Índice de dispersión”, “índice Pi” o “Índice eta”, matizándose con índices del tipo de desvío, etc.

“Número asociado”. — es el número que indica la mayor distancia topológica de un nodo.

En nuestro caso son dos las localidades que presentan un número topológico asociado mas bajo, se trata de Uleila del Campo población situada en Sierra Filabres con 1.160 habitantes; su número asociado es de 8, lo que significa que el punto topológicamente más distante se encuentra a una distancia de 8 arcos. En tanto que los puntos con mayor número asociado son Chirivel y Laujar, con 19; localidades ambas que se hayan en los vertices extremos de la red.

Para completar los datos que nos aporta el anterior índice y determinar con un criterio más exacto y global se utiliza el índice de Shimbel.

Matriz de accesibilidad de los distintos nodos de la red

	1	2	4	6	8	10	11	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	41	43	44	45	46	47	50	51	52	53	54	55	56	58	60	61	62	I.S.	N.A.	
1 Almería	X	1	3	5	5	7	7	10	11	10	11	12	12	8	7	9	9	8	7	8	9	6	5	4	6	5	6	1	3	7	7	4	2	2	4	5	6	4	3	2	3	1	1	7	8	3	5	6	293	12	
2 Benahadux	1	X	2	4	6	8	8	11	12	13	14	13	7	6	10	8	7	6	7	6	7	8	5	4	3	5	4	5	2	4	8	8	3	1	2	3	4	5	4	3	2	3	9	10	2	4	5	256	14		
4 Tabernas	3	2	X	2	4	6	6	9	10	10	11	12	11	8	6	7	6	5	4	5	6	3	2	1	3	2	3	2	5	6	6	5	3	4	5	6	7	7	6	5	6	4	5	7	8	2	4	5	253	12	
6 Sorbas	5	4	2	X	3	4	4	7	8	8	7	6	5	4	5	6	3	2	1	3	2	3	2	1	3	2	3	2	4	4	7	5	6	7	8	9	9	8	7	8	6	7	5	6	4	6	7	261	10		
8 Los Gallardos	5	6	4	2	X	2	2	5	6	7	8	7	6	5	4	3	6	4	3	6	4	5	4	3	6	4	5	4	3	2	2	9	7	8	9	10	11	8	7	6	7	6	5	3	4	6	8	9	276	11	
10 Vera	7	8	6	2	X	2	3	4	4	5	6	5	11	12	10	9	8	7	8	9	6	5	4	3	6	5	4	3	1	11	9	10	11	12	13	11	10	9	10	8	9	10	5	6	3	4	6	8	9	280	13
11 Antas	7	8	6	4	2	X	3	4	4	5	6	5	11	12	10	9	8	7	8	9	6	5	4	3	6	5	4	3	1	11	9	10	11	12	13	11	10	9	10	8	9	3	4	8	10	11	332	12			
14 H.Overa	10	11	9	7	5	3	X	1	2	3	2	10	11	9	8	6	7	8	5	4	5	3	2	9	8	6	4	14	12	14	15	16	17	14	13	12	13	11	12	4	5	11	13	14	382	17					
15 Puerto Lumbresas	10	12	10	8	6	4	1	X	1	2	3	2	3	10	9	8	7	8	9	6	5	6	4	3	10	9	7	5	15	13	14	15	16	17	15	14	13	14	12	13	5	6	12	14	15	404	17				
16 Velez Rubio	10	12	10	8	6	4	1	X	1	2	3	4	10	11	9	8	7	8	9	6	5	6	4	3	10	9	7	5	15	13	14	15	16	17	15	14	13	14	12	13	5	6	12	14	15	378	17				
17 Velez Blanco	11	13	11	9	7	5	2	2	1	X	1	2	3	4	5	12	11	10	9	8	7	6	5	4	11	10	8	6	16	14	15	16	17	18	16	15	14	15	13	14	6	7	13	6	5	4	402	18			
18 María	12	14	12	10	8	6	3	2	1	X	3	4	5	12	11	10	9	10	11	8	7	6	5	12	11	9	10	17	15	16	17	18	19	17	16	15	16	14	15	7	8	14	7	6	4	471	19				
19 Chirivel	12	13	11	9	7	5	2	2	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	6	5	4	11	10	8	6	5	12	11	10	15	16	17	18	16	15	14	15	13	14	6	7	6	4	3	371	18				
20 Baza	8	7	8	8	10	11	11	10	3	2	3	4	1	X	1	2	3	4	5	6	7	6	7	8	9	10	11	14	12	6	7	8	9	10	11	12	11	10	11	9	10	12	13	5	2	345	14				
21 Guadix	7	6	6	8	11	12	12	11	4	3	4	5	2	1	X	2	3	4	5	6	7	6	7	8	9	10	11	14	12	6	7	8	9	10	11	10	11	12	11	10	9	10	13	14	4	2	346	15			
22 Seron	9	10	7	7	9	10	10	9	10	11	12	2	1	2	X	1	2	3	4	5	6	7	6	7	8	9	10	11	14	12	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	12	6	4	3	374	13			
23 Tíjola	9	8	6	6	8	9	8	9	10	11	3	2	3	1	X	1	2	3	4	5	6	8	7	6	7	8	9	12	10	8	9	10	11	12	13	12	11	12	13	14	13	12	10	11	7	5	4	363	14		
24 Purchena	8	7	5	5	7	8	7	8	8	9	10	4	3	4	2	1	X	1	2	3	4	5	4	5	6	7	8	10	8	9	10	11	12	13	12	11	12	11	10	11	9	10	9	10	7	6	5	323	12		
25 Otula	7	6	4	4	6	7	6	7	6	7	8	9	5	4	5	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	10	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	10	9	10	8	9	8	6	7	6	307	11		
26 Macael	8	7	5	5	7	8	7	8	8	9	10	6	5	6	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	10	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	10	9	10	8	9	8	6	7	6	307	11		
27 Tahal	9	8	6	6	8	9	8	9	10	11	7	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	10	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	10	11	9	10	9	10	7	8	7	341	11	
28 Fines	6	5	3	3	5	6	6	5	6	6	7	8	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	10	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	10	11	9	8	7	8	6	5	387	13	
29 Cantoria	5	4	2	2	4	5	4	5	5	6	7	8	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	10	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	10	9	8	7	8	6	5	270	10		
30 Ulella	4	3	1	1	3	5	5	6	6	6	8	7	7	8	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	11	10	9	8	7	6	7	4	6	8	249	9		
31 Albox	6	5	3	3	6	4	4	3	4	4	5	6	5	7	8	6	5	4	3	2	1	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	8	7	5	6	6	7	8	258	10		
32 Lubrín	5	4	2	2	4	4	4	3	4	4	5	6	5	7	8	6	5	4	3	2	1	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	8	7	5	6	5	7	8	247	9		
33 Purchena	6	5	3	3	5	3	3	2	3	3	4	5	4	8	9	7	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	10	8	7	5	6	4	6	7	247	9	
34 Níjar	1	2	2	2	4	6	9	10	10	11	12	11	10	8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	8	7	5	6	4	6	7	273	10	
36 Carboneras	3	4	5	3	3	5	8	9	10	11	10	11	10	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	8	7	5	6	7	8	296	11	
37 Mojácar	7	8	6	4	2	3	4	6	7	8	9	8	14	15	13	12	11	10	11	12	9	8	5	7	6	6	5	5	X	2	11	9	10	11	12	13	11	10	9	10	8	9	4	5	8	10	11	390	13		
38 Garrucha	7	8	6	4	2	3	4	5	6	10	6	12	13	11	10	9	8	9	10	11	12	8	7	6	5	5	6	4	5	2	X	11	9	10	11	12	13	11	10	9	10	8	9	4	5	8	10	11	350	13	
41 Alboloduy	4	3	5	7	9	11	11	14	15	16	17	7	6	5	7	8	9	10	11	12	8	7	6	8	7	8	5	7	11	11	X	2	3	4	5	6	7	6	5	6	4	5	12	13	3	03	4	350	17		
43 Gador	2	1	3	5	7	9	12	13	13	14	15	14	7	6	8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9	8	7	5	6	7	8	302	15	
44 Alhama	2	2	4	6	8	10	10	14	14	14	15	16	15	8	7	9	10	9	8	9	10	7	6	5	7	6	7	4	6	10	10	3	1	X	1	2	3	4	5	4	3	2	3	10	11	3	4	5	302	15	
45 Canjáyar	4	3	5	7	9	11	15	15	16	17	16	9	8	10	11	0	9	10	11	8	7	6	8	7	8	5	7	11	11	4	2	1	X	1	2	3	4	3	2	3	1	2	11	12	4	5	6	326	15		
46 Beires	5	4	6	8	10	12	16	16	16	16	18	17	10	9	11	12	11	10	11	12	9	8	7	9	8	9	6	8	12	12	5	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	3	4	13	14	6	7	8	416	18	
47 Laujar	6	5	7	9	11	13	17	17	17	18	19	18	11	10	12	13	12	11	13	14	12	11	10	9	10	8	9	6	8	12	12	5	3	2	1	X	1	2	3	4	5	6	3								

“Índice de Shimmel”. — Indica el número total de arcos que mantiene un nodo con el resto de la red, en el caso que nos ocupa, si observamos la matriz de datos, fácilmente se desprende que la localidad que tiene un índice más bajo es la más accesible. En el caso señalado en el párrafo anterior, es claro que la misma localidad ostenta el índice menor ya que solo necesita 229 arcos para acceder a todos los puntos de la red. De igual forma el índice más alto lo arroja el mismo caso, Chirivel.

“Índice de dispersión”. — Viene indicado por el número total de arcos de la red, obtenido por adición de los distintos índices de Shimmel. En nuestro ejemplo el índice es del orden 16.017 arcos para el conjunto de la red presentada.

Desde una perspectiva global, establecemos las siguientes consideraciones: Los datos proporcionados por la matriz confirman que las localidades más céntricas geográficamente son las más accesibles, entanto que las localidades situadas en los extremos de la red serían las menos accesibles, como en el caso de María-Chirivel-Laujar. Se aprecia un desplazamiento del eje de accesibilidad de la red hacia el este.

LA ACCESIBILIDAD EN BASE A LAS DISTANCIAS KILOMETRICAS ENTRE NODOS DE LA RED.

Hemos presentado una matriz binaria en el cuadro (6) en la que hemos considerado 12 nodos característicos, correspondientes a vértices extremos y centrales del esquema topológico de la red de transportes provinciales. Aplicando dicha matriz y contrastando los resultados. Se aprecia que la accesibilidad máxima, se sitúa en la zona sur-centro de nuestra provincia abarcando los municipios del valle bajo del Andarax, entre Benadux y Almería, con tendencia a ascender por el pasillo entre sierra Filabres y Alhamilla, manteniendo Sorbas una privilegiada posición. En oposición las distancias que expresan más alejamiento e inaccesibilidad se encuentra forzosamente en los vértices extremos de la red, como es el caso de Fiñana, Chirivel, Carboneras.

CUADRO (6)

MATRIZ DE ACCESIBILIDAD EN BASE A DISTANCIAS KILOMETRICAS.

	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	TOTAL
001 Almería		10	92	73	55	139	69	53	93	68	19	55	673
002 Benahadux	10		82	63	45	129	59	63	83	78	29	45	657
003 Vera	92	82		111	39	85	119	145	10	76	111	51	919
004 Fiñana	73	63	111		64	132	120	127	122	119	87	84	1102
005 Sorbas	55	45	37	64		121	104	108	25	49	74	14	696
006 Chirivel	139	129	121	132	121		129	192	131	160	158	130	1542
007 Laujar	69	59	119	122	104	129		39	142	137	73	104	1097
008 Adra	53	63	145	127	108	192	39		146	121	44	108	1146
009 Garrucha	93	83	10	122	25	131	142	146		77	112	52	993
010 Carboneras	68	78	76	119	49	160	137	121	77		87	63	1035
011 Roquetas	19	29	111	87	74	158	73	44	112	87		74	868
012 Uleila	55	54	51	84	111	130	104	108	52	63	74		780

INDICE DE DESVIO.

Expresa el "Índice de desvío", la distancia ideal entre dos puntos, es lo que se viene llamando por los anglosajones "desire lines" (líneas deseadas). Su formulación matemática viene expresada por el cociente entre la distancia actual por cien y la distancia en línea recta por uno.

$$\text{Índice de desvío} = \frac{\text{Distancia actual}}{\text{Distancia en línea recta}} \times \frac{100}{1}$$

Pasamos a exponer distancias e índices de distintos puntos de la red con relación a dos nodos básicos, uno de ellos representa a la Capital de la provincia y el otro al nodo más accesible de la red topológica, Uleila del Campo.

BASE ALMERIA

	Distancia real	Distancia ideal	Índice de D.
Huerca-Overa	115	76	151,31
Velez Rubio	164	96	170,83
Serón	127	56	226,78
Adra	53	50	106,92
Garrucha	93	68	136,32
Laujar	69	42	164,28
Chirivel	139	84	165,47
Cantoria	92	62	148,38
Uleila del Campo	55	44	125,00

BASE ULEILA DEL CAMPO

Cantoria	37	18	205,50
Zurgena	39	22	177,27
Sorbas	14	12	116,00
Albox	45	24	187,50
Laujar	104	66	157,57
María	127	60	211,60
Fiñana	84	56	150,00
Adra	108	88	122,72
Garrucha	52	36	144,44
Tabernas	25	24	104,00

Como se puede apreciar en los datos ofrecidos anteriormente, los muestreos efectuados y una vez aplicado el índice, nos sitúan en un ámbito cercano a la realidad, pero que es necesario verificar en base a otros conjuntos de datos. Realmente nos ofrece una dimensión interpretativa de la realidad geográfica, como a continuación se aprecia:

Vamos a presentar dos casos teóricamente iguales pero a los que el hombre ha dado soluciones diferentes y que sirven para precisar realmente el valor de un índice.

CASO 1. — Almería-Adra. — Su distancia real es de 53 km. en tanto que su distancia ideal se estima en 50 km., la desviación que presenta una vez aplicado el índice es de un 0,6 a pesar de que la carretera atraviesa una zona montañosa de acantilados sobre el Mediterráneo. Aquí la tecnología y el trazado de la red evitan que se pueda apreciar el obstáculo al aplicar este índice.

CASO 2.— Uleila-Cantoria.— Distancia real de 37 km. la distancia ideal estimada es de 18 km., índice de desviación del 105%. Es claro que la carretera debe evitar un obstáculo geográfico importante como en realidad se trata, pero en este caso el índice de desviación es sensible a esta matización por que el hombre no ha solucionado técnicamente el problema, bien por que no le interesa o por que le resulta dificultoso en exceso.

Con la exposición de estos dos casos a modo de ejemplo dejamos este aspecto señalado.

CUADRO (7)

MATRIZ DE TIEMPOS MEDIOS EMPLEADOS EN CUBRIR LA DISTANCIA ENTRE LOS PUNTOS SEÑALADOS

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Total
01 Vera		7	32	54	45	20	42	30	66	296
02 Garrucha	7		30	52	43	27	48	37	73	317
03 Sorbas	32	30		22	13	52	73	62	97	381
04 Tabernas	54	52	22		33	073	95	83	119	531
05 Uleila	45	43	13	33		65	86	74	109	469
06 Zurgena	20	27	52	73	65		22	10	46	315
07 Cantoria	42	48	73	95	86	22		12	24	402
08 Albox	30	37	62	83	74	10	12		36	344
09 Serón	66	73	97	119	109	46	24	36		570

MATRIZ DE TIEMPOS MEDIOS

Hemos querido ofrecer a la consideración del lector una matriz de tiempos medios empleados en hacer una serie de recorridos entre localidades recogidas en nuestro grafo. Si bien los tiempos han sido controlados, los datos solo tienen un valor indicativo. Queremos con ello ver la adecuación existente entre la realidad física y los planteamientos efectuados a partir de la aplicación de la teoría de grafos.

Comparemos la matriz (cuadro 5) con la (cuadro 7) y veamos que diferencias apreciamos entre los núcleos señalados. Mas creemos necesario que explicitemos un caso comparativo a modo de ejemplo.

De Uleila a Serón, según el mapa topológico, contabilizamos 8 arcos y de Vera a Serón tenemos 10 arcos. Observando la matriz de tiempos, apreciamos la diferencia de tiempos que existen entre el acceso a Serón desde Uleila o desde Vera, siendo el tiempo mas reducido desde ésta última localidad que desde la localidad topológicamente más cercana Uleila. Diferencia de 43 minutos que es deducible lógicamente en base no solo al índice de desviación si no al estado real de la vía.

Creemos que es aplicable el cálculo a todos los puntos para colegir resultados válidos en orden a la accesibilidad de los núcleos.

CONCLUSIONES.

El presente estudio como han podido apreciar constituye fundamentalmente un ejercicio práctico de aplicación de la teoría de grafos a un espacio concreto como lo es la provincia de Almería y su red de transportes. Ciertamente que también hemos precedido al ejercicio, de unas consideraciones y datos sobre la red de transportes en el ánimo que permita al lector llegar por si mismo a las conclusiones que considere oportunas.

Para nosotros, generalizando, señalaremos que nuestra red de transportes se trata de una red muy incompleta, como nos lo indican los distintos índices aplicados, haciéndose además necesario una serie de enlaces que interaccionen distintos ámbitos del espacio almeriense.

Mas lo que a nuestro juicio nos parece muy interesante, no es solo describir una realidad, sino manifestar las posibilidades de una red de transportes que partiendo de la base existente permita unificar el espacio y hacerlo trascender, proyectándolo sobre el conjunto regional y nacional, teniendo en cuenta circunstancias económicas, demográficas y sociales desde una perspectiva evolutiva, para lo cual este modelo se muestra ineficaz incluso desde la sola situación de análisis.

Si lo que pretendemos con la aplicación de este modelo metodológico, es el de construir un modelo de análisis cuantitativo simple, aplaudimos la idea. Ciertamente que podemos señalar que su uso hay que considerarlo de forma relacionada para análisis espaciales mas amplios, lo hemos hecho con referencia al espacio andaluz y los resultados nos han sido poco indicativos, por lo que no lo hemos reseñado en este artículo.

Hemos de constar que realmente el trabajo de campo en el estudio geográfico es junto con el resto del material, el dato a tener muy en cuenta. Esto no quiere decir que se desprecie en ningún momento el modelo utilizado pues es una valiosa herramienta de ayuda.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES.

- Jefatura Provincial de Carreteras del MOPU. — Mapa de Carreteras de la Provincia de Almería. 1978
- Jefatura Provincial de Carreteras del MOPU. — Datos estadísticos de aforos de la Red Estatal referidos a los años 1975 y 1977. Almería 1979.
- Jefatura Provincial de Carreteras del MOPU. — Estadística de la longitud y estado de la Red Estatal. Almería 1.979
- Instituto Nacional de Estadística. — Reseña estadística de la Provincia de Almería. Madrid 1979.
- H. Robinson and C.G. Bamford. — Geography of Transport. — Mac Donald and Evan Plymouth 1978.
- Estébanez Alvarez. — Esquemas metodológicos para el estudio de la estructura de las redes de transporte en España. Boletín de la Real Sociedad Geográfica. Madrid 1976.
- Estébanez y Brand. — El análisis Cuantitativo en Geografía. Madrid 1979
- Ruiz Martínez, A. — Andalucía Oriental: Posibilidades y limitaciones naturales de los transportes regionales. Cuadernos de Geografía de la Universidad de Granada, volumen 7 - Granada 1.977.
- Fitzgerald B.P. — Developments in Geographical Method. — Oxford University Press 1974.
- Abler R. and Adams J.S. Spatial Organisation. — Prentice Hall -1973
- Haggett P. and Chorley R. — Network Analysis in Geogrphy. — Arnold 1969.
- Lane, Powell and Preswood. — Analytical Transport Planning. — Duckworth. Cloucester C. 1974.
- Derruau. — Geografía Humana. — V. Vives Barcelona 1974
- Ferre Bueno, Emilio. — El Valle del Almanzora. — Almería 1979
- Puyol Antolín. — Almería un área deprimida del Sures-te español. — CSIC, Madrid. 1975.
- Instituto Geográfico y Catastral. — Mapa de la Provincia de Almería escala 1/200.000. — Madrid 1979.
- Instituto Geográfico y Catastral. Serie de mapas correspondientes a la provincia de Almería. escala 1/50.000.
- Chesnais, M. — Géographie des transports et analyse régionale. L'espace géographique N.º 3 - 1.975, PARIS