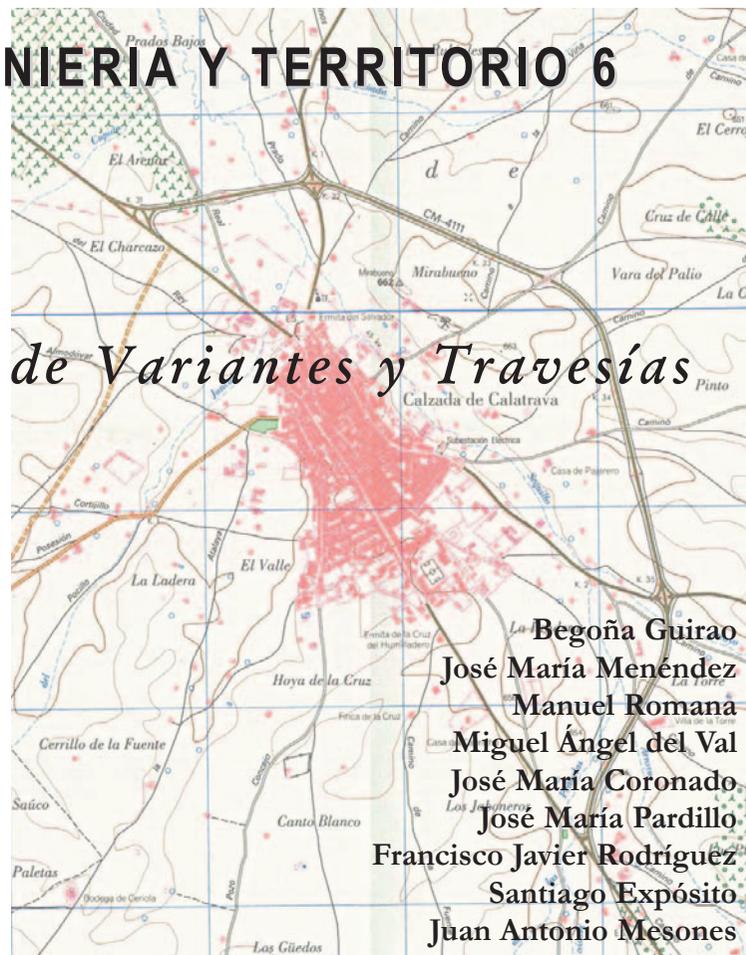


# CUADERNOS DE INGENIERIA Y TERRITORIO 6

## *Planificación y Diseño de Variantes y Travesías*



**Edita:** E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Castilla - La Mancha.

**Copyright:** ©2006, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
de Ciudad Real. Universidad de Castilla - La Mancha.

**ISBN:** 84-689-7192-8

**Imprime:** ANGAMA artes gráficas, s.a. - Tel.: 926 21 01 25 - CIUDAD REAL

**D.L.:**

**Imagen portada:** Variante de Calzada de Calatrava (Ciudad Real), puesta en servicio en 1994

*En recuerdo de Ana*

## PRESENTACIÓN

Desde la implantación, en septiembre de 1998, de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad de Castilla-La Mancha, los deseos de colaboración entre la Consejería de Obras Públicas y los distintos grupos de investigación de la Escuela de Caminos se han ido materializando paulatinamente en acuerdos concretos, no sin pocos esfuerzos por ambas partes. Con ello, la Universidad cumplía uno de sus objetivos básicos, la vocación de servicio a la sociedad, en particular a la sociedad más cercana a este Centro de formación: Castilla-La Mancha.

En mayo de 2005 la Consejería de Obras Públicas y la Universidad de Castilla-La Mancha, en concreto el Grupo de Transportes de la Escuela de Caminos firman un Convenio para realizar labores de investigación en materia de transporte y carreteras, que dirigirían los Profesores José María Menéndez y Begoña Guirao. No era la primera colaboración que este Grupo de Trabajo había desarrollado para la Consejería, pero sí la de más entidad y duración.

El análisis de variantes y travesías existentes es necesario para lograr una buena planificación integral de la red de carreteras. La Consejería de Obras Públicas está llevando a cabo actualmente, a través del Convenio de Colaboración anteriormente mencionado, un estudio de 168 travesías localizadas en la Red de Carreteras Autonómica (Básica, Comarcal y Local) distribuida en las 5 provincias (Toledo, Ciudad Real, Albacete, Cuenca y Guadalajara). Ello demuestra el interés que este tema despierta en la Consejería y la necesidad de evaluar el actual estado de las travesías de su red, de manera que se puedan plantear actuaciones concretas.

Esta publicación recoge algunas de las ideas básicas que deben acompañar a los técnicos en el proceso de toma de decisiones y el proyecto de variantes, así como algunas recomendaciones para acondicionar travesías ya existentes. La Consejería, por tanto, ha respaldado activamente la publicación de este libro y desea que iniciativas como ésta vean en el futuro también la luz.

**Roberto Puente Aguado**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Director General de Carreteras y Transporte  
Consejería de Obras Públicas  
Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha

## INTRODUCCIÓN

La presente publicación nació como consecuencia de la organización, en marzo de 2005, de un curso de postgrado de 30 horas lectivas dedicado a profundizar en los proyectos de variantes y travesías. El gran interés que el curso despertó, unido al elevado número de asistentes al mismo, ha propiciado que los profesores que impartieron clase hayan decidido reunir el contenido de sus ponencias en este documento. Se pretende que esta iniciativa pueda constituir una referencia útil para los profesionales que tengan que abordar, ante la construcción de una variante, los problemas derivados de la transformación de una travesía en una calle de una ciudad de pequeño tamaño.

En la planificación de circunvalaciones y travesías entran en juego no sólo los aspectos vinculados al trazado de vías, con la implantación de sus correspondientes nudos, sino también los aspectos territoriales, métodos de acondicionamiento del firme, proceso de expropiaciones, control de emisiones acústicas, cálculo de capacidad de las vías, métodos de previsión de la demanda de tráfico, etc. En consecuencia, el problema a resolver tiene un marcado carácter multidisciplinar y así se ha abordado en el curso, tal como puede observarse en la estructura del índice de este documento.

Se consideró conveniente, en la fase de estructuración de los contenidos que debían formar parte del curso, incluir además en el mismo una revisión de la evolución histórica de la construcción de variantes en nuestro país para que así el alumno pudiese entender las razones que justifican el trazado de las que ya existen. Esta revisión histórica se impartió el primer día del curso.

Por último, la presente publicación forma parte de la colección "Cuadernos de Ingeniería y Territorio", que edita la ETSI Caminos, Canales y Puertos de Ciudad Real, en concreto constituye el número 6 de esta colección. Estos *Cuadernos* se crearon con el ánimo de dar difusión a las actividades de investigación llevadas a cabo por los profesores de la ETSI Caminos de Ciudad Real, así como ciertos proyectos llevados a cabo por los alumnos. Creemos que éste constituye el foro más adecuado para la edición de este documento.

**Begoña Guirao Abad**  
**Manuel Romana García**

Directores del Curso  
"Planificación y Diseño de Variantes y Travesías"

- Condicionantes territoriales en el proyecto de una variante .....	11
- Evolución histórica de la planificación y construcción de travesías y variantes en España .....	29
- Tipología de nudos. La conexión con la ciudad .....	51
- Capacidad y nivel de servicio de una variante .....	61
- Capacidad y nivel de servicio de una travesía .....	71
- Capacidad y nivel de servicio en nudos no semaforizados .....	77
- Los firmes en las variantes y en las travesías .....	89
- Métodos de previsión de tráfico en travesías y variantes .....	105
- Expropiaciones y variantes de población .....	117
- Evaluación del impacto acústico de una travesía .....	131
- Acondicionamiento de travesías .....	143

## *Índice*



## **Condicionantes territoriales en el proyecto de una variante**

**José María Coronado Tordesillas**

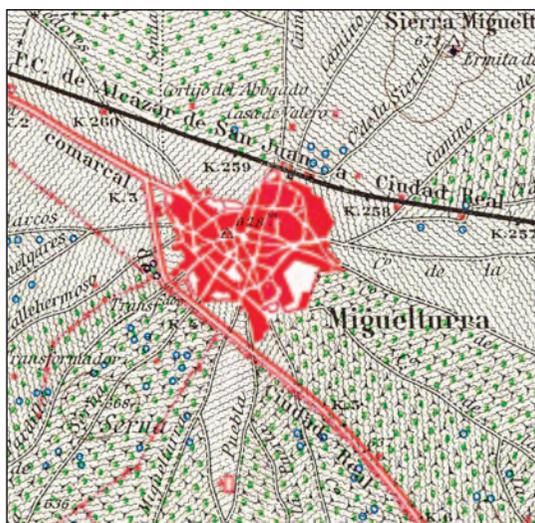
## 1. Introducción

Las variantes de carretera son un elemento clave en la estructura de los núcleos de población pequeños. Para muchos de ellos, la construcción de una variante de carretera tiene consecuencias similares a la llegada del ferrocarril, o a un plan de ordenación urbana. Sin embargo, por lo general, tanto la decisión de la construcción de una variante como su materialización, son decisiones tomadas desde fuera del núcleo, generalmente por la administración de carreteras competente. A pesar de los procesos de participación pública, muchas veces los municipios no tienen mucha opción a intervenir, en la mayoría de los casos, por la inexistencia de servicios técnicos adecuados para dialogar con los de la administración de carreteras.

En este sentido, parece claro que el tamaño de un núcleo es un factor decisivo a la hora de que los intereses de éste puedan entrar en competencia con los de la administración de carreteras. De hecho, mientras que en núcleos urbanos grandes, las redes de carreteras y el planeamiento urbano tienden a concertar soluciones, pese a la habitual preponderancia del planeamiento sectorial sobre el general, en municipios pequeños es frecuente que



*Fig. 1. Travesía de Puerto Lápice donde la carretera, el Camino Real de Andalucía del siglo XVIII en rojo, reutiliza la travesía del camino preexistente (de posible origen romano) en verde. Al este la variante construida con motivo de la Autovía de Andalucía.*



*Fig. 2. Carretera de Ciudad Real a Valdepeñas en los años 50. Obsérvese como la carretera se traza directamente por el exterior de la localidad, sustituyendo a la travesía de caminos históricos. Con el tiempo, se acaba convirtiendo en travesía.*

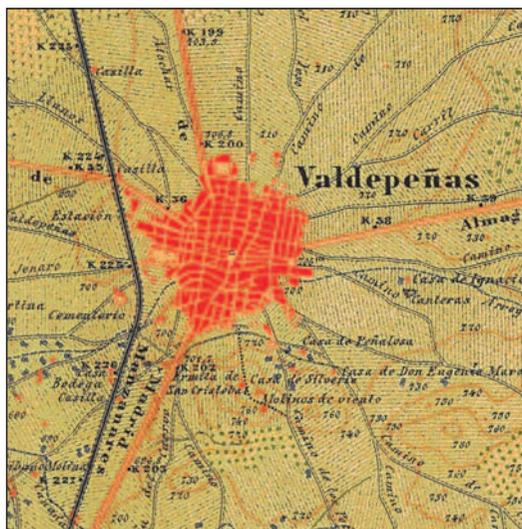
éstos se vean sometidos a los dictados de la ingeniería de carreteras.

Nos centraremos en este texto a las variantes en las que existe un desequilibrio entre la importancia de la carretera, alta, y la del núcleo, baja, por ser de pequeño tamaño. En cualquier caso, habrá referencias a situaciones más simétricas en este sentido.

Por esta importancia tan grande que desde el punto de vista territorial tienen las variantes, parece lógico que para su proyecto se tengan en cuenta ciertos condicionantes territoriales más allá de los de impacto ambiental o los puramente técnicos de trazado, intersecciones, velocidades de diseño, firmes, señalación, etc., que evidentemente son muy importantes, y nadie duda que todos los proyectos de variantes cumplirán.

## 2. Variantes y travesías como elementos territoriales

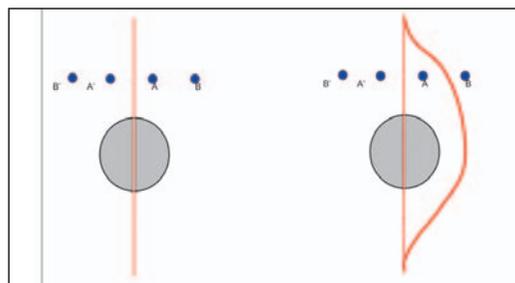
Para entender el papel de una variante y los efectos sobre los núcleos pequeños, es necesario detenerse a analizar el papel de la travesía en núcleo pequeño. En efecto, las travesías, desde el punto de vista del



**Fig. 3.** Valdepeñas (Cádiz) a finales del siglo XIX. Obsérvese la travesía (en el borde la ciudad histórica, el vértice geodésico se sitúa en el campanario de la iglesia) y los caminos y carreteras confluyendo en ella a través del núcleo.

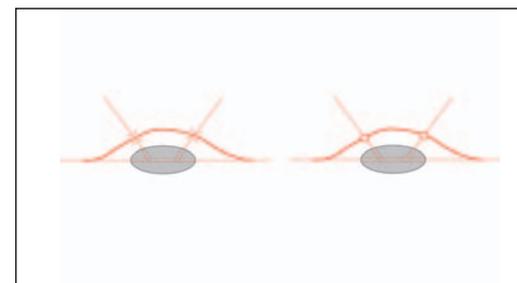
territorio, son un espacio singular, a la vez núcleo de población y a la vez carretera. Esta dualidad hace de ellas un espacio singular en el núcleo y un elemento fundamental de la estructura urbana, de importancia semejante a la plaza mayor, la iglesia o el ayuntamiento.

Analizando su origen, podemos encontrar dos tipos de travesías:



**Fig. 4.** Discriminación del territorio circundante. Los puntos A y A' y B y B' eran similares antes de la construcción de la variante, mientras que después, A queda mejor situado que A', mientras que B' queda mejor que B. Pero además, A queda mucho mejor que B cuando antes eran prácticamente iguales.

a) Las preexistentes al momento de construcción de la carretera (todas las carreteras que pasan por núcleos se construyeron entre la mitad del siglo XVIII y el primer cuarto del siglo XX). Estas travesías son ejes fundamentales de los núcleos desde su origen, en muchos casos, los núcleos han crecido alrededor de un camino preexistente del que la travesía forma parte. En este caso, la travesía puede tener fácilmente varios siglos de historia, tanto, o más, que el núcleo de población. La carretera reutiliza un pasillo ya existente a través del núcleo, que es su eje principal y dónde probablemente se encuentren residencias más relevantes así como los edificios representativos (Fig. 1).



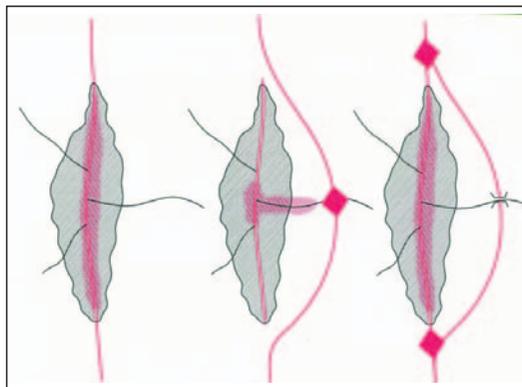
**Fig. 5.** Dos posibilidades de conexión del viario comarcal con la carretera tras la construcción de la variante. En el primer caso la travesía sigue siendo la columna vertebral del territorio a lo largo de la cual se organizaban los caminos, mientras que en el caso segundo, éstos se relacionan entre sí, y con la carretera principal, a lo largo de la variante.

b) Las travesías que en el momento de construirse la carretera son vías de borde del núcleo existente. Esta situación, más habitual de lo que pudiera pensarse, queda camuflada con el tiempo por el crecimiento del núcleo que acaba dejando esta travesía en posiciones relativamente centrales. En este caso, la travesía "solo" tendrá como mucho un par de siglos de antigüedad, por lo que es fácil que sobre ella se encuentren usos residenciales o industriales, equipamientos y, en menor medida, usos residenciales (Fig. 2).

Las travesías del primer tipo, y en menor medida las del segundo, desarrollan diversos papeles en relación con el núcleo:

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE VARIANTES Y TRAVESÍAS****E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. UCLM.**

**1.- Calle Mayor, eje principal.** Son generalmente la vía más importante, y una de las pocas que tienen un desarrollo continuo (sin quiebros), muchas veces por existir antes que el núcleo. Esa calle mayor



**Fig. 6.** Situación inicial y dos alternativas posibles a la construcción de una variante. En el centro, reubicando el acceso, con lo que la zona de influencia de la carretera cambia de lugar. A la derecha, solución compatible con la estructura del núcleo y el territorio. Fuente: Coronado (2002).

tiene, generalmente dos partes diferenciadas:

- la zona central de la travesía, la más antigua, suele acoger edificios representativos, comercio, y residencias de renta alta (casas palaciegas).

- las zonas extremas, más recientes, donde se han concentrado actividades vinculadas a la carretera (talleres, gasolineras, hostales y restaurantes), así como actividades industriales y comerciales en superficie grandes, lo que se ha dado en llamar industria escaparate.

**2.- Eje principal de las redes de caminos y carreteras que confluyen en ella.**

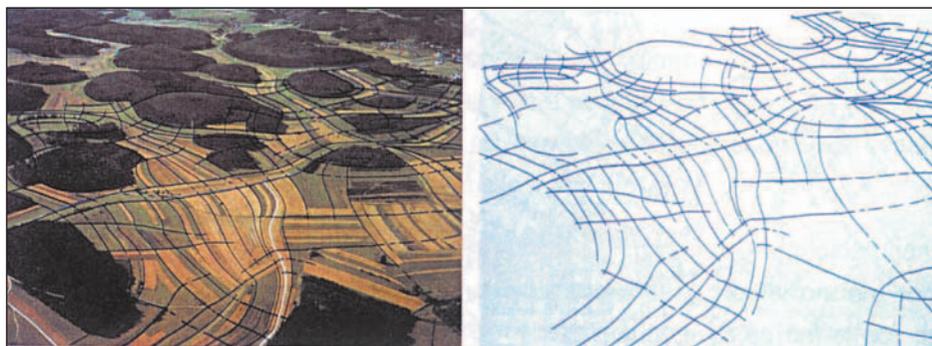
Todos los caminos y carreteras del territorio, acaban confluyendo, en su gran mayoría, en la carretera a la altura del núcleo, esto es, en la travesía (Fig. 3). Por ello, para

salir del núcleo (o llegar a él) en dirección a cualquier punto del territorio colindante se ha de pasar por la travesía.

**3.- Entradas y salidas de la localidad.**

Las travesías son el lugar de entrada y salida del núcleo, las puertas de la localidad. Dependiendo de a donde lleve la carretera, son el punto de salida hacia ciudades de rango superior (capitales provinciales o cabeceras de comarca) a donde se ha de acudir en busca de servicios, administración, etc. Por este motivo, son espacios muy visibles expuestos al tráfico de la localidad, donde es fácil que atraigan actividades por el valor añadido que el efecto escaparate aporta.

Esta claro que construir una variante de población desde el punto de vista de la carretera supone eliminar un punto conflictivo, bien por las inadecuadas características del trazado o sección transversal, bien por los conflictos con peatones, accesos, etc. Por ello, construir una variante equivale a desplazar el núcleo unos cuantos metros fuera de la carretera (aunque en realidad sea la carretera la que se desplaza). Si se construyen variantes sistemáticamente, carreteras que pasaban por los pueblos (anteriores por tanto al automóvil) se convierten en carreteras que no pasan por



**Fig. 7.** Vista aérea de un territorio y la de la trama territorial subyacente correspondiente. Fuente: TRI-CAUD, Pierre-Marie y CHANTELOUP, Gérard. *Geométrie de la Route...*, p. 55.

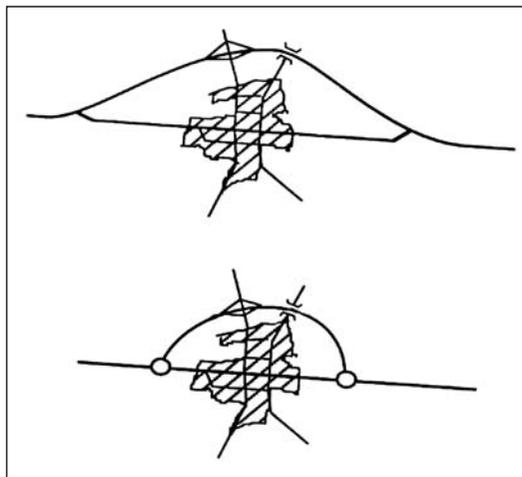


Fig. 8. Los dos esquemas para la circunvalación de un núcleo: arriba la variante, abajo, la ronda, más legible y coherente desde el punto de vista territorial. Fuente: TRICAUD, Pierre-Marie y CHANTELOUP, Gérard. *Geometrie de la Route.*

ningún pueblo, modelo similar al de las autopistas específicas para el automóvil (ver apartado de Fco. Javier Rodríguez).

Pero evidentemente, los núcleos son algo más que un obstáculo en la carretera, la decisión de construir variantes los clasifica en dos categorías: los núcleos importantes que son los extremos que une la carretera, y los prescindibles, que son los intermedios que se pretende apartar de la carretera. Evidentemente, prevalecen los núcleos importantes sobre los pequeños.

La construcción de la variantes supone, desde el punto de vista del núcleo variado:

-**la desaparición de la carretera.** Esto no sería especialmente grave, sería algo similar a lo que ocurre cuando se desmantela una línea de ferrocarril: algunos pueblos pierden el tren. Este caso sería como si los pueblos perdieran la carretera. Ahora bien, la carretera no desaparece sino que se desplaza. La travesía ya no es carretera (sigue siendo la salida del núcleo), por lo que desaparecen las posibles limitaciones al crecimiento sobre ella. Como la calle ya existe, la edificación de las parcelas colindantes se producirá antes o después.

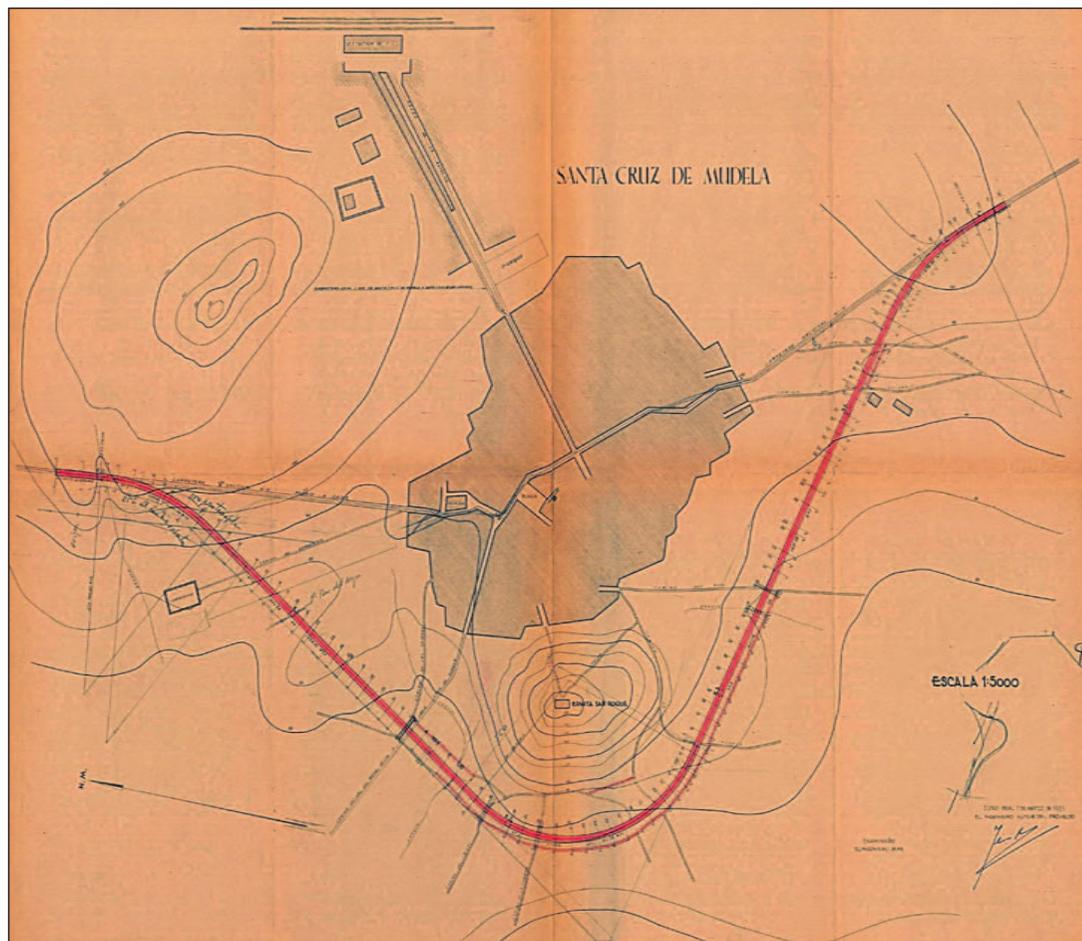
-**la aparición de una nueva carretera** (que sustituye a la desaparecida), a unos pocos metros del núcleo, bordeándolo. Esta nueva carretera que aparece en lo que antes era la trasera del núcleo, es una nueva línea, un nuevo borde en el territorio de una gran potencia. Tanta que, generalmente, desde el momento de su aparición comienza a condicionar el crecimiento del núcleo. En este sentido, será un parámetro fundamental la superficie disponible para el crecimiento del núcleo entre éste y la variante.

-**la aparición de unos puntos nuevos** donde confluyen carretera y núcleo. Esa intersección entre ambas realidades que antes se producía a lo largo de la variante, se produce ahora en los enlaces o intersecciones extremos (y centrales en caso de existir). Por tanto, estas zonas serán unos nuevos espacios de oportunidad en el territorio que las diversas actividades tenderán a ocupar.

- **la discriminación del territorio circundante.** La aparición de la nueva carretera favorece unos espacios y perjudica a otros, espacios que con anterioridad eran iguales ahora son diferentes (Fig. 4).

- **Cambio en los puntos de cruce entre la carretera y el resto de caminos y carreteras de la comarca.** Antes de la variante estos cruces se ubicaban a lo largo de la travesía dándole relevancia, mientras que después se encontrarán sobre la variante en caso de existir conexión con carreteras secundarias (Fig. 5).

- En algunos casos, cambios en la forma de funcionar del núcleo. En ocasiones, generalmente para simplificar y reducir las intersecciones sobre la variante, las conexiones extremas entre travesía y variantes desaparecen, para llevar el acceso al núcleo a través de alguna carretera



**Fig. 9.** Plano de la variante de Santa Cruz (1955). Obsérvese en rojo los caminos de servicio previstos para concentrar los caminos y reducir así el número de cruces. Se ha girado para situar el norte en la parte superior. Se trazó por detrás del cerro de San Roque para "defenderla" del crecimiento urbano, pero no se dudó en cortar el camino del cementerio.

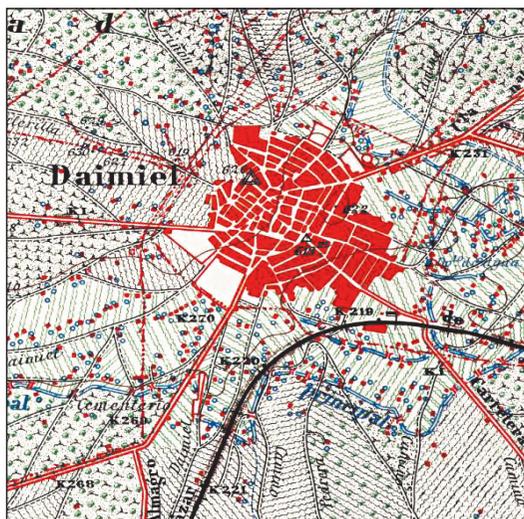
secundaria ubicada en el centro de la variante (Fig. 6). En este caso, núcleos que históricamente se han organizado a lo largo de la travesía donde se concentraba la actividad principal, pasan a reorientarse hacia la nueva entrada, dejando la travesía en fondo de saco, y degrada dentro de la jerarquía del viario urbano.

### 3. Algunos condicionantes territoriales al trazado de variantes

Se pasa a continuación a revista a algunos condicionantes que el territorio como lugar de asentamiento de actividades humanas impone al trazado de carreteras. A estos hay que añadir condicionantes económicos y técnicos (velocidades de diseño, secciones, firmes, etc.) así como otros relacionados con el medio natural, como impactos sobre el medioambiente, geología y geomorfología, etc. Evidentemente, una buena solución será aquella que concilie adecuadamente todos éstos condicionantes con los territoriales.

#### 3.1. Líneas de fuerza del territorio. El parcelario

Denominamos líneas de fuerza del territorio a una especie de campo de fuerzas ortogonal latente en el territorio, definido



**Fig. 10.** Daimiel antes de la variante. El río Guadiana se sitúa al norte y oeste del núcleo. La presencia del ferrocarril al sur será determinante para llevar la variante por el norte, pese a su mayor recorrido, para evitar construir obras de paso.

por la orientación del parcelario, las redes de caminos y las formas del relieve principalmente (Fig.7).

En zonas llanas, las líneas de fuerza del territorio suelen formar un campo radiocéntrico, con centro en el núcleo y que se extiende hacia las explotaciones agrarias del entorno. En esta situación, una variante convencional tangente en los extremos de la travesía, corta oblicuamente esta

trama, generando conflictos e incompatibilidades con ella.

Este es uno de los motivos por lo que en Francia se recomienda la construcción de carreteras de ronda, más parecidas a las rondas urbanas aunque separadas del núcleo, que a variantes. Estas carreteras de ronda ("rocades") son más compatibles con la trama territorial, al seguir las líneas de fuerza concéntricas del núcleo. Sus extremos, en lugar de ser tangentes a la carretera principal, son perpendiculares, situando rotondas como rótulas entre ambas. De esta manera, la carretera ronda queda perfectamente definida entre las rotondas extremas y la legibilidad del territorio es mucho mejor, al quedar separadas carretera, travesía y ronda. En una variante convencional, carretera y variante se integran en un único elemento de modo que los límites entre ambas no quedan del todo claros (Fig. 8).

Las carreteras ronda son recomendables para carreteras locales, o en zonas con fuerte dispersión, sobre todo cuando existen autopistas cercanas para el tráfico de largo recorrido como suele ser el caso de Francia. Cuando la carretera es única infraestructura disponible para el tráfico de largo recorrido, la opción variante convencional cobra más sentido.

Independientemente del tipo de obra, es recomendable analizar el parcelario así como sus orientaciones principales para, en la medida de lo posible, intentar adaptar el trazado. Otro factor que puede ser determinante es la densidad del parcelario, esto es, el tamaño de parcelas. En las zonas de parcelas más pequeñas se generarán mayores afecciones y aun mayor número de propietarios. En valles montañosos, generalmente los suelos del valle están más parcelados que los de las laderas, mientras que en las zonas llanas, la presencia de agua (vegas de ríos, regadíos, huertos, etc.) también favorece una parcelación de menor tamaño. Del mismo modo, las redes de caminos serán más densas allí donde la parcelación sea más fina, con estructuras radiocéntricas en zonas llanas, y vinculas al relieve en zonas de montaña.

### 3.2. El relieve

El relieve además de diferenciar zonas más fáciles desde el punto de vista constructivo por las que ubicar un trazado, separa zonas con diferentes usos del suelo. Se acaba de comentar como en valles montañosos, las zonas llanas suelen concentran actividades urbanas y agrícolas, mientras que las laderas de las montañas se dedican a la ganadería o a las explotacio-

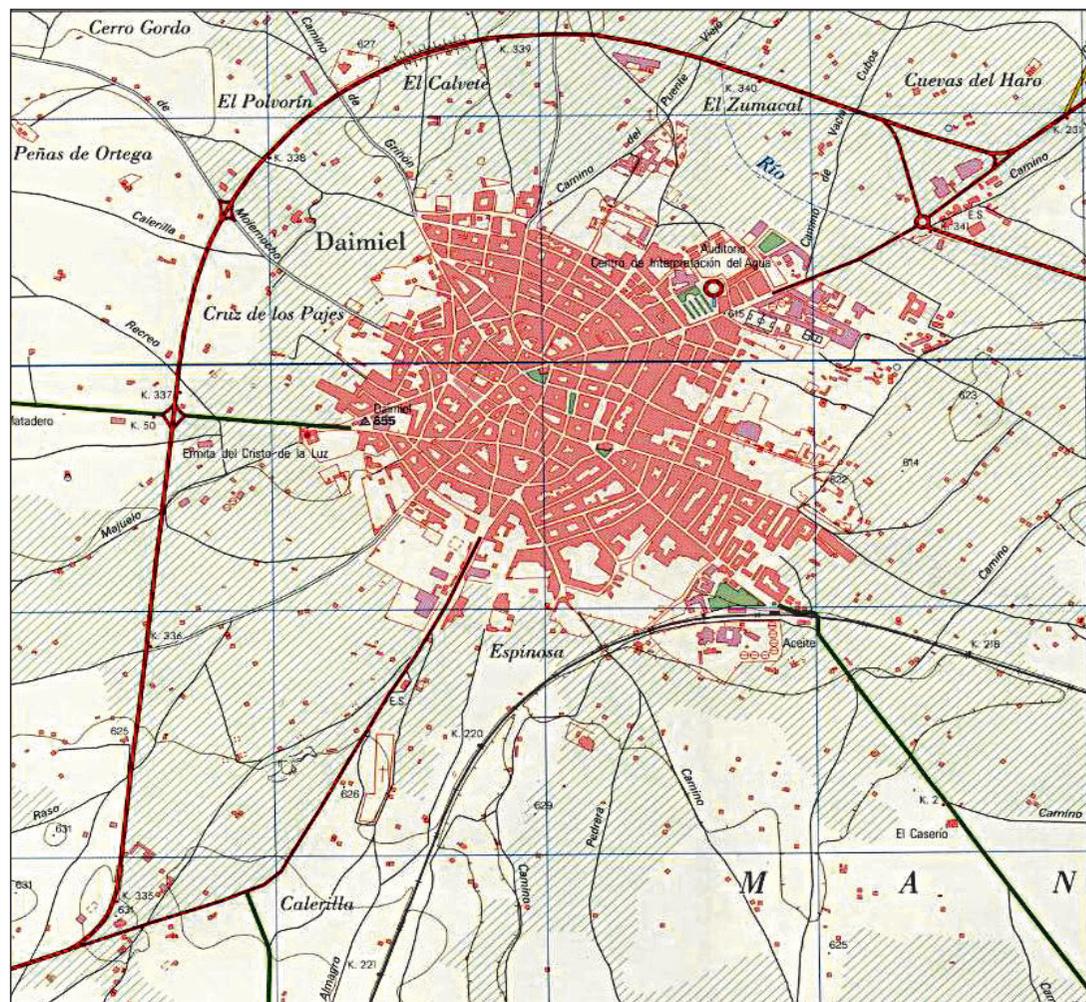


Fig. 11. Variante de Daimiel por el norte, cruzando gran cantidad de caminos que comunicaban el núcleo con las tierras regadas por el Guadiana, sus molinos y Parque Nacional de las Tablas.

nes forestales. Por este motivo, las charnelas de los valles son líneas especialmente interesantes para el trazado de las variantes al separar unos usos de otros (intensivos y extensivos).

De la misma manera, no parece adecuado trazar variantes por los espacios libres en las vegas fluviales situados entre los núcleos de población y los ríos, siendo más recomendable, si es posible, llevar el trazado hacia el interior por la charnela, o si esto no es posible, evaluar la posibilidad del cambio de lado cruzando el río.

En otros casos, puede ser interesante utilizar alguna forma del relieve para separar la variante del núcleo de población evitando así que su crecimiento llegue hasta la variante (Fig. 9).

### 3.3. Los usos del suelo, estructura urbana y la dispersión

Evidentemente, es necesario conocer con detalle la historia y estructura urbana del núcleo que va a ser variado. Situar los usos del suelo más importantes, zonas industriales, equipamientos más relevantes, etc. De esta manera, la variante tendrá más posibilidades de ser compatible con la ciudad.

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE VARIANTES Y TRAVESÍAS****E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. UCLM.**

Generalmente, convendrá llevar la variante cerca de los usos industriales existentes, aunque lo más habitual es que primero se construya la variante, y después, en el entorno de sus accesos se ubiquen los polígonos industriales.

Un equipamiento urbano que por su ubicación distante del núcleo puede dar problemas son los cementerios, ya que no parece una solución deseable interponer entre la ciudad y éste una barrera como pueda ser la variante.

Pero no solo es importante conocer la estructura urbana y distribución de los usos del suelo en el interior del núcleo, sino que puede ser todavía más importante conocer el territorio circundante. Valga el ejemplo de Daimiel para ilustrar este caso.

La variante de Daimiel se construye a principios de los años 80. En Daimiel se separan la N-430 con destino Manzanares hacia el este, de la N-420 con destino Puerto Lápice hacia el norte. Ambas llegan juntas por el suroeste provenientes de Ciudad Real. Al sur del núcleo se sitúa el ferrocarril, mientras que al norte y oeste se encuentra el río Guadiana.

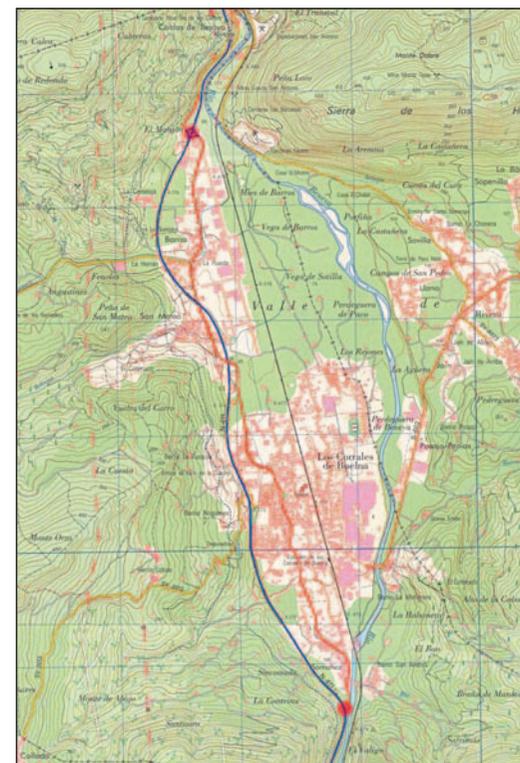
Históricamente la relación con el río ha sido intensa, ya que en su entorno se ubicaban tierras fértiles, así como un importante grupo de molinos hidráulicos. Por este motivo, desde el núcleo salen gran cantidad de caminos rurales hacia el río (Fig. 10).

En el momento de trazar la variante existían dos posibilidades:

**-opción sur.** El trazado sería más corto, conectando mejor con la N-340 y cruzando menos caminos. El inconveniente principal era el ferrocarril, ya que habría que cruzarlo dos veces, lo que obligaría a la construcción de sendas estructuras.

**-opción norte.** El trazado era más largo, obligando a bordear todo el pueblo en más de 180°. Además, se interponía entre el núcleo y el río por lo que habría de cruzar muchos caminos. Como contrapartida, no era necesario construir obras de paso (hay que recordar que en ese momento los cruces con caminos y otras carreteras se planteaban a nivel).

Puesto que el criterio que imperó fue el de no construir estructuras, la variante se trazó por el norte, resultando una variante plagada de cruces muy peligrosos por la



*Fig. 12. Trazado de la variante de Corrales de Buelna (Cantabria), redibujado en azul en el M.T.N. 1/25.000. Los puntos rojos muestran la ubicación de los enlaces con la antigua N-611, solo dos. En el norte se ha ubicado un polígono industrial lineal entre la carretera y el ferrocarril. Obsérvese como la ocupación dispersa en el valle obligó a ceñirse a la charnela y a hacer una variante de todo el territorio.*

intensidad del tráfico de tractores en los caminos. Probablemente, con los criterios

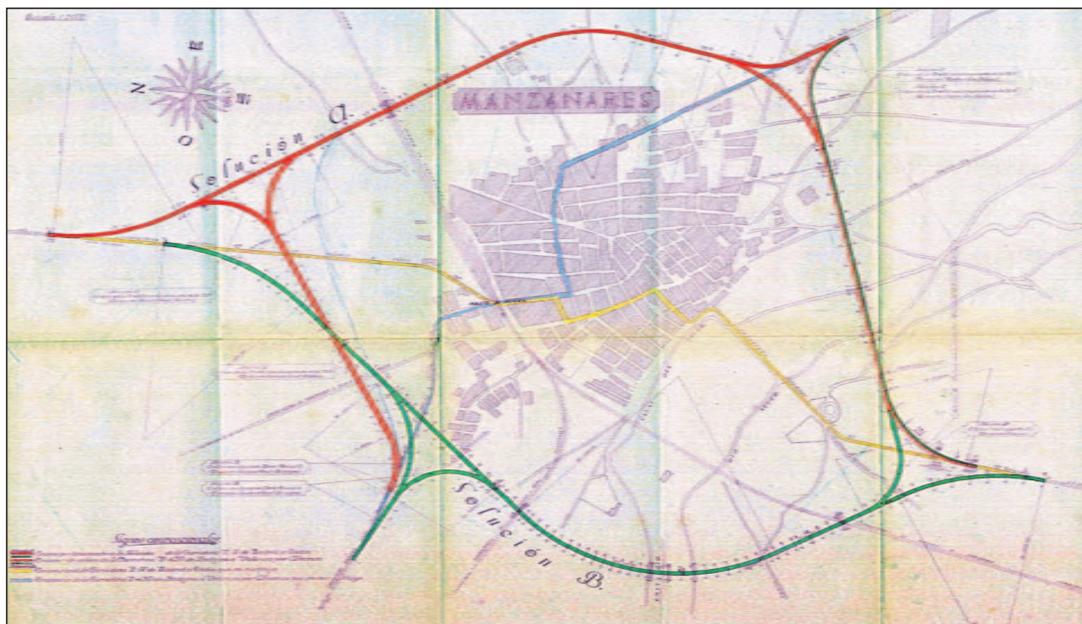


Fig. 13. Plano de las dos soluciones posibles para la variante conjunta de las carreteras N - IV y N - 430 en Manzanares a mediados de los años 50. La solución B (en verde) fue la que finalmente se construyó. Obsérvese además las dos travessías con el tramo común del paso a nivel.

actuales la variante iría por el sur, como de hecho se ha trazado recientemente la auto-  
vía A-43 (Fig. 11).

Otro factor clave de la estructura urbana y del territorio circundante que va a influir en el diseño de variantes es la dispersión. La dispersión es el fenómeno en el que gracias a la accesibilidad que el automóvil permite, usos de carácter urbano se ubican

en el suelo rústico circundante a los núcleos, principalmente sobre las carreteras y, en menor medida, los caminos. Así, en las periferias de las ciudades sobre el continuo agrícola, aparecen dispersas multitud de naves industriales, comercios, almacenes, residencias (que inicialmente eran secundarias pero cada vez son más las principales), etc. En estas circunstancias, el diseño de una variante deja de ser algo

sencillo, puesto que los límites entre lo urbano y lo rural ya no están claros. Por ello, es difícil encontrar el punto de inicio de la variante y, si se pretende no dejar actividades sobre la carretera, éste tendrá que alejarse del núcleo varios kilómetros, para bordear ese espacio ocupado por las actividades dispersas. Sin embargo como se verá en el apartado siguiente, este tipo de variantes alejadas no harán sino acelerar el proceso de dispersión.

En territorios donde la dispersión es grande, la construcción de variantes de núcleos de población es prácticamente inviable, ya que las áreas dispersas de un núcleo se solapan con las del siguiente. En estas circunstancias, las variantes ya no serán de un núcleo, sino de todo un territorio (Fig. 12).

### 3.4. Redes de carreteras y caminos del territorio

Como se ha indicado antes, las redes de carreteras y caminos generalmente convergen en la carretera principal a lo largo de la variante, que es eje distribuidor de la accesibilidad de la carretera en el territorio. La variante se cruzará (al mismo nivel o a distinto) con aquellos que lleguen al núcleo por el mismo lado en que se construya.

## PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE VARIANTES Y TRAVESÍAS

E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. UCLM.



En este sentido, es habitual que las variantes de una carretera principal sirvan a la vez como variantes de otras carreteras secundarias, para lo que evidentemente, habrá de existir conexión entre la variante y la carretera secundaria. El diseño de estos enlaces o intersecciones será clave a la hora de generar un nuevo sistema viario.

En ocasiones, cuando en un núcleo confluyen un par de carreteras importantes con sendas travesías, se puede aprovechar la construcción de la variante de una de ellas para, prologando un ramal, que ésta sirva también de variante para la otra carretera. Este es el caso de la variante de Manzanares construida en los años 50 con motivo del Plan de Modernización de carreteras (Fig. 13).

### 3.5. El ferrocarril

El ferrocarril es una barrera importante y que, por lo general, tiene en común con las variantes de carretera el hecho de bordear los núcleos pequeños en un buen tramo. Al contrario de las ciudades importantes donde el crecimiento urbano del último siglo ha dejado al ferrocarril en ubicaciones centrales (generando problemas de permeabilidad de barrios), en pueblos y ciudades pequeñas, la dinámica de creci-

22

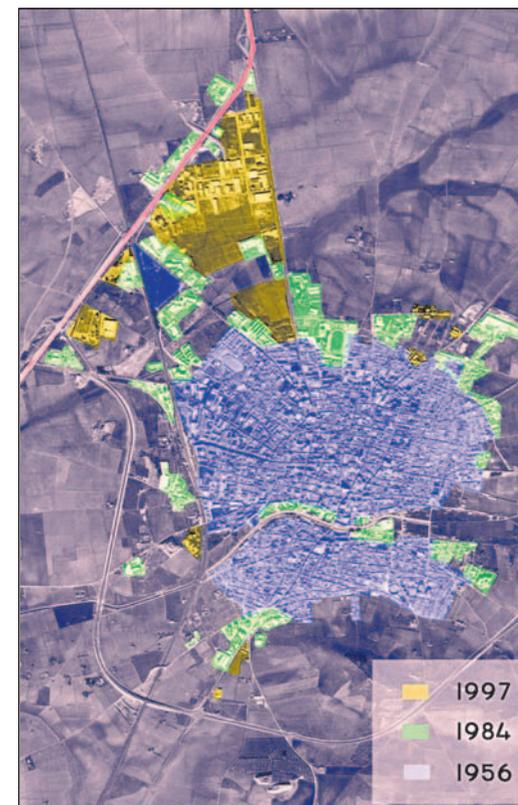
miento urbano, por lo general no ha sido lo suficientemente potente como para superar la barrera interpuesta por el ferrocarril.

En estas condiciones, cuando se plantea una variante de un núcleo ya bordeado por el ferrocarril, se ha de afrontar un dilema (ver el caso de Daimiel más arriba):

- trazado de la variante por el mismo lado donde ya se encuentra el ferrocarril. De este modo este actúa de barrera que permite aislar la variante del crecimiento urbano, y se evita dejar al núcleo completamente rodeado de infraestructuras, con el ferrocarril a un lado y la variante al otro.

- trazado de la variante por el lado contrario al ferrocarril, solución más sencilla al no tener que construir pasos a distinto nivel con el ferrocarril.

En principio, parece más interesante la primera opción, ya que se interfiere menos en el crecimiento del núcleo. Sin embargo, las carreteras atraen el crecimiento urbano, ya que aportan accesibilidad, actividad y efecto escaparate a los suelos próximos. Estas cualidades en un núcleo pequeño, donde como contrapartida sobra suelo indiferenciado, no son abundantes.



**Fig. 14.** Evolución de la ocupación de suelo en Manzanares. La variante y el ramal de la N-430 son aceptados como límites del crecimiento del núcleo. En la actualidad, se está urbanizando el espacio al norte entre la antigua carretera y la variante, y el nuevo PGOU prevé el crecimiento en el espacio más al oeste, confinado entre la variante y las dos líneas de ferrocarril. La variante ha hecho que el núcleo desborde la barrera ferroviaria, mientras que el crecimiento en la dirección contraria (donde no hay obstáculos) ha sido pequeño, y promovido por la construcción de equipamientos (hospital, piscinas, etc.)



Si se tiene en cuenta que la carretera va a atraer el crecimiento urbano, el hecho de situarla al otro lado del ferrocarril no hará sino favorecer el salto de esta barrera, lográndose lo que se quería evitar, esto es, la urbanización de espacios confinados entre la carretera y el ferrocarril, y separados por éste del núcleo (ver Fig. 14). Ahora bien, en ocasiones se opta a propósito por trazar al otro lado del ferrocarril para que la variante sirva de dinamizador de este crecimiento (suelen ser suelos céntricos pero poco y mal desarrollados) que se planifica al tiempo que la variante. Este fue caso de la variante de Logroño, aunque no es una solución habitual. Además, en núcleos pequeños la planificación, cuando existe, no llega a plantearse este tipo de problemas y, por lo general, no va más allá de la delimitación del suelo urbano.

Si se tiene en cuenta el crecimiento del núcleo, posiblemente sea más conveniente una variante al lado contrario del ferrocarril, para no incentivar el salto al otro lado de éste. En este caso, es fundamental que la superficie libre entre el núcleo y la variante sea suficiente para un crecimiento compacto y continuo durante suficientes años, sin ser demasiado grande de modo que no se favorezca la ruptura de la continuidad urbana entre el núcleo y nuevos

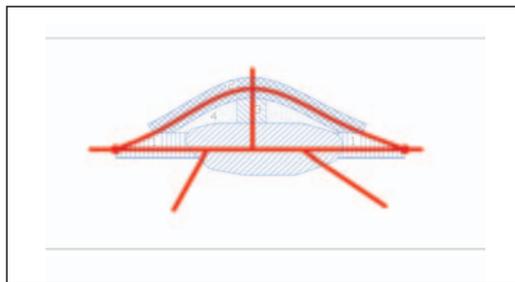


Fig. 15. Crecimientos asociados a una variante sin restricción de accesos.

desarrollos junto a la variante (ver apartado siguiente).

#### 4. Efectos territoriales de las variantes

Para construir buenas variantes desde el punto de vista del territorio es necesario entender los efectos que producen sobre el crecimiento de los núcleos variados. En este sentido, es necesario diferenciar dos tipos de variantes, construidas en periodos distintos.

##### *Variantes sin restricción de accesos.*

Hasta el Plan de Carreteras 83/91, e incluso en algunos casos después, la práctica totalidad de las variantes tenían las siguientes características:

- el trazado era relativamente cercano al borde urbano. Las variantes más anti-

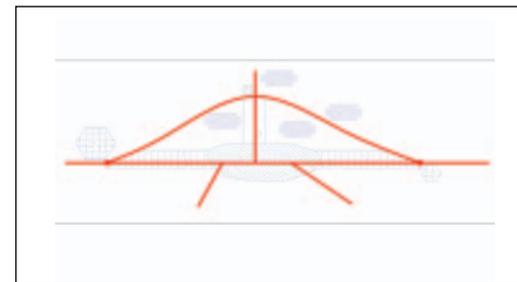


Fig. 16. Crecimientos asociados a una variante alejada del núcleo con restricción de accesos. Aparecen polígonos en el entorno de los enlaces, y dispersión en todo el territorio.

guas sobre todo, para no alargar el trazado más de lo imprescindible, se pegaban al borde urbano.

- se permitía (o toleraba) el acceso a la variante desde las parcelas colindantes, lo que favorecía la ubicación de actividades en ellas.

- la variante conectaba con todos los caminos rurales, lo que también favorecía el crecimiento sobre ellos.

- las conexiones con los extremos de la travesía y con el resto de carreteras se resolvían mediante intersecciones a nivel, que ocupaban relativamente poco espacio y, por lo general, permitían todos los movimientos.

- los trazados se adaptaban bastante al terreno. El trazado en planta era flexible y adaptable. Por este motivo, la cota roja no tenía valores importantes, y los movimien-

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE VARIANTES Y TRAVESÍAS****E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. UCLM.**

tos de tierra eran pequeños, con alturas de desmontes y terraplenes muy pequeñas.

Por todas las características descritas, la variante se integraba con facilidad en el territorio, por lo que éste se apropiaba con rapidez de ella, concentrando varios tipos de crecimientos: (ver Fig. 15)

1.- Crecimiento a lo largo de la travesía en busca de los puntos de acceso, ya que el control de la administración de carreteras desaparecía o se relajaba en este tramo. Hacia el núcleo aparecen usos residenciales, mientras que hacia la variante se ubican actividades industriales y comerciales.

2.- Crecimiento a lo largo de la variante, iniciado por actividades vinculadas a la carretera como hostelería, talleres, gasolineras, etc., y seguida después por actividades comerciales e industriales más vinculadas con el núcleo.

3.- Crecimiento a lo largo de otras carreteras perpendiculares que cumplan una nueva función como es la de salida hacia la carretera.

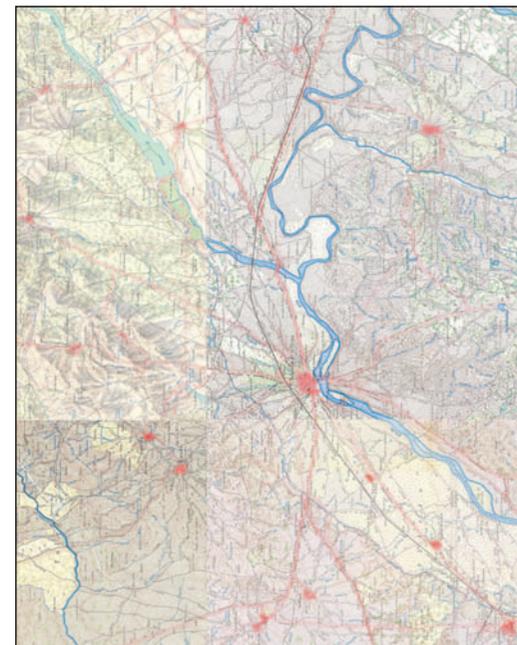
4.- Crecimiento urbano en el espacio entre el núcleo y la variante, principalmente con desarrollos residenciales. Puesto que la variante está relativamente próxima, este crecimiento será más o menos continuo y compacto.

En núcleos donde la dinámica de crecimiento ha sido importante, estas variantes han quedado totalmente integradas en la trama urbana puesto que sus características físicas arriba descritas lo permitían con facilidad (sirva el ejemplo de Albacete). Puede que ello sea una mala opción para la carretera, porque debe construirse una nueva variante, pero evidentemente para el núcleo es una situación muy positiva.

***Variantes con restricción de accesos.***

Para evitar que las variantes se convirtieran en travesías, se cambiaron los criterios de diseño de las mismas. Las características de estas variantes más defensivas son:

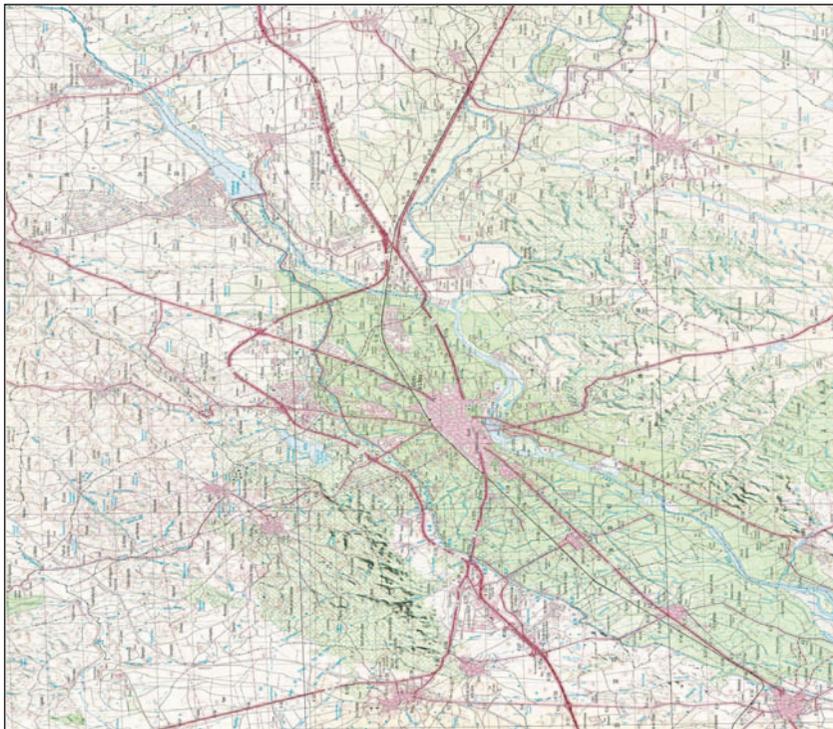
- Alejadas del núcleo, a distancias cada vez mayores. Da la sensación de que alejándose del núcleo se disuade a éste de acercarse a la variante, algo que, como se puede comprobar, sigue sucediendo.
- Con restricción de accesos a parcelas colindantes lo que frenaría el crecimiento en línea a lo largo de la variante.
- Consecuencia de lo anterior, con caminos de servicio para mantener la accesibilidad de estas parcelas.
- Con cruces con caminos (y en muchos casos carreteras) a distinto nivel y sin conexión.



**Fig. 17.** Talavera en los años 50 (original MTN 1/50.000). Obsérvese la concentración de la población en los núcleos y los poblados de repoblación de Instituto Nacional de Colonización como Talavera la Nueva.

- Enlaces con la travesía en los extremos y con otras carreteras. Estos enlaces son artefactos que ocupan mucho terreno, suponen una barrera y, en muchas ocasiones, no permiten todos los movimientos.

Con todas estas características resultan ser variantes muy alejadas del territorio (ese



*Fig. 18. Talavera y su entorno en la actualidad. Obsérvese la dispersión generalizada (en parte fomentada por la escasa disciplina urbanística) y el Polígono Industrial Torrehierro en el enlace oeste de la variante.*

donde se ubicarán tanto actividades vinculadas a la carretera como actividades comerciales e industriales más o menos independientes de ella, y más relacionadas con el núcleo.

3.- Crecimientos dispersos entre el núcleo y la variante y, en menor medida, al otro lado de ella, apoyándose en las carreteras que unen núcleo y variante y en los caminos intermedios.

El objetivo de alejarse del núcleo se cumple solo a medias, pero el resultado desde el punto de vista del núcleo es que variantes de este tipo aceleran los procesos de dispersión cada vez más potentes por sí solos (ver ejemplo de Talavera, Fig. 17 y 18).

Además, como las variantes están muy alejadas, pueden dar accesibilidad a suelos de núcleos próximos al que se variaba, lo que puede favorecer el crecimiento de estos núcleos pequeños, donde, generalmente, la disciplina urbanística es más laxa.

El resultado es que la ciudad compacta revienta atraída por las nuevas oportunidades aparecidas en el suelo rústico antes indiferente, como consecuencia de la variante.

era el objetivo) a las que las actividades se acercarán de manera diferente. Los crecimientos ahora serán:

1.- Al igual que en caso anterior, crecimiento a lo largo de la travesía en busca de los puntos de acceso, ya que el control de la administración de carreteras desaparecía o se relajaba en este tramo. Hacia el

núcleo aparecerán usos residenciales, mientras que hacia la variante se ubicarán actividades industriales y comerciales. La mayor distancia entre el núcleo y la variante hará estos crecimientos menos compactos.

2.- Crecimientos puntuales o en polígono en el entorno de los enlaces, hacia el interior o hacia el exterior de la variante,



## 5. Conclusiones

La construcción de una variante de carretera es un problema muy diferente dependiendo del punto de vista desde el que se aborde. Así algo que para una carretera puede ser un elemento más o menos sencillo de solución conocida, evitar el paso por un núcleo, para éste es algo fundamental que va a condicionar su desarrollo futuro. En núcleos pequeños (y también en los grandes) el proyecto de la variante puede tener implicaciones mayores incluso que la redacción de un Plan de Ordenación Municipal.

Hay que superar el enfoque de considerar el núcleo como el enemigo a batir, e intentar encontrar soluciones que optimicen la inversión (siempre importante) de la variante, no solo para la carretera, sino también para el núcleo. De esta manera, se facilitará la localización de polígonos industriales, parques tecnológicos, etc. de manera coordinada o al menos prevista por la carretera.

Por ejemplo, se pueden diseñar en laces con la capacidad suficiente para admitir el tráfico de pesados que el polígono atraerá. Puesto que estos polígonos aparecen en cualquier caso, mejor es preverlos desde el proyecto de la variante.

Es importante entender el papel de la travesía dentro del patrimonio territorial del lugar. La travesía suele explicar el núcleo y es un eje clave de la ordenación del entorno. Puesto que la construcción de la variante supone, en cierta medida, la sustitución de este eje, es necesario ser consciente de las consecuencias que puede tener interrumpir un itinerario histórico, o cambiar de ubicación el lugar de entrada y salida de un núcleo.

Es evidente que existen múltiples soluciones al problema de diseñar la variante de un núcleo. Por ello, hay que huir de recetas y soluciones estándar. Cada núcleo es diferente, cada carretera también. En ocasiones será más conveniente una variante tradicional, otras veces habrá que alejarse del núcleo. A veces será mejor una variante ronda e, incluso, la opción cero, la no variante puede ser una solución cuando sea factible la adaptación de la travesía mediante medidas de calmado tráfico.

El análisis de casos históricos muestra como, aunque en su día se pretendiera con una variante resolver un problema de forma definitiva, las dinámicas territoriales son fuertes y es un error considerar que las obras que construimos quedarán ahí para siempre sin modificación alguna. Por

ello, conviene hacer obras flexibles, adaptables cuando cambien las condiciones de manera que no dejen el futuro de los territorios y ciudades excesivamente hipotecados.

## 6. Bibliografía

CORONADO TORDESILLAS, José María. "Proyecto del Territorio: prescripciones territoriales a los proyectos de carreteras", Revista OP, Ingeniería y Territorio, nº 60, 2002, pp. 92 - 101.

CORONADO TORDESILLAS, José María. "Evolución de la relación entre carreteras y territorio: criterios territoriales de trazado. Los casos de los corredores Reinosa - Torrelavega (N-611) en Cantabria y Puerto Lápice - Santa Cruz de Mudela (N-IV) en Ciudad Real", Tesis Doctoral Inédita presentada en la ETSI de Caminos, C. y P., Universidad de Castilla - La Mancha, 2003.

EIZAGUIRRE GARAITAGOITIA, Xabier. La construcción del territorio dis-

***PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE VARIANTES Y TRAVESÍAS******E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. UCLM.***

perso: talleres de reflexión sobre la forma difusa. Edicions UPC, Barcelona, 2001.

GUIRAO ABAD, Begoña y CORONADO TORDESILLAS; José M. "Enlaces en autovía construidas por duplicación de calzadas: el caso de Manzanares sobre la N-IV", *CARRETERAS*, nº 124, Nov-Dic 2002, pp. 25 - 35.

HERCE VALLEJO, Manuel. Las formas de crecimiento urbano y las variantes de carretera. Tesis Doctoral inédita presentada en la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, UPC, 1999.

MARYLAND DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. When Main Street is a State Highway: Blending Function, Beauty and Identity. A Handbook for Communities and Designers, 2001.

MUNDFORD, Lewis. La carretera y la ciudad. Emecé, Buenos Aires, 1966 (1958).

NAVARRO VERA, José Ramón. "La

carretera y la ciudad: travesías en el siglo XIX", *ROP*, junio 1988, pp. 599 - 604.

SUAREZ SINOVA, Manuel. "La Edificación en las carreteras y el Urbanismo", *ROP*, 1945, pp. 416 - 422.

TRICAUD, Pierre-Marie y CHANTELOUP, Gérard. Geometrie de la Route et relation au site. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Region D'Ile-de-France, París, 2000.

UREÑA FRANCÉS, José María, CORONADO TORDESILLAS, José M. y ESCOBEDO CARDEÑOSO, Fernando. "Criterios territoriales para el trazado de vías de comunicación en valles lineales. Conclusiones del Estudio de los Distintos Trazados Construidos en el Corredor del Besaya en Cantabria, España". XIV Congreso Mundial de Carretera, Federación Internacional de Carreteras (IRF), París, 2001.

VALENZUELA MONTES, Luis Miguel. Accesos y Forma Urbana en las ciudades medias andaluzas. Tesis Doctoral inédita

presentada en la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada, 2000.