

CARRETERAS EN MEDIO URBANO

Pedro Puig-Pey Clavería *

El conflicto carretera-planeamiento urbano, o la ciudad entendida como un obstáculo al trazado viario, ha puesto de manifiesto la necesidad de un proyecto conjunto para la realización de los tramos urbanos de las vías, atendiendo a las peculiaridades específicas de estas últimas.

En España, las antiguas «Instrucciones de Carreteras» son ahora complementadas con las «Recomendaciones para el Planeamiento y Proyecto de Carreteras en Áreas Urbanas» del MOP. En ellas, el autor muestra cómo se abordan los aspectos básicos del encuentro carretera-ciudad: impacto, accesibilidad y capacidad estructurante de la vía.

HIGHWAYS WITHIN THE CITY

The conflict as between highways and town planning or, more bluntly, of the city seen as an obstacle to the road network, has made the call for a joint project for those parts of the latter running through built up areas imperative and this would require a taking into account of the proper character of each city as itself were it to prove effective.

The paper, having introduced the problem, makes reference to the long standing «Instrucciones de Carreteras-Regulation of Highway's» having been supplemented by the M. O. P's (Ministry of Public Work's) «Recomendaciones para el Planeamiento y Proyecto de Carreteras en Áreas Urbanas-Recomendations as to the Planning and Putting into Effect of Highways in Built-Up Areas». The way in which the basic problems of a highway-City confrontation are met under various headings: Impact, Access, Structuring Possibilities of Road, is gone into.

La acepción *carretera urbana* nunca ha tenido una definición precisa: por un lado, no existe una clara diferencia entre una carretera que discurre por un medio urbano y el conjunto de rondas, travesías y calles principales que constituyen la red principal de la ciudad. Por otro, una carretera en medio urbano puede no ser distinta ni en sus características geométricas ni en su concepción funcional de una carretera fuera de poblado. Esta última opinión es sostenida por numerosos profesionales y responsables sectoriales, y está justificada por una carencia de recomendaciones, normas y estudios específicos dedicados a este tipo de viario.

Pero ¿es realmente necesario hacer esta distinción e introducir el concepto «carretera en medio urbano» como uno más dentro del conjunto jerarquizado que constituye la red de infraestructura viaria? Personalmente, creo imprescindible introducir esta nueva categoría. El fin último de estas líneas será justificar esta afirmación e indicar las distintas especificidades que legitiman, para las carreteras en medio urbano, una concepción, planeamiento y proyecto distinto al de su homóloga, trazada fuera de poblado.

Breve revisión histórica

Las carreteras que discurren por ámbitos urbanos¹ no han tenido buena prensa entre algunos profesionales y responsables técnicos de las administraciones públicas. La ciudad se sue-

¹ Siempre que nos referimos al ámbito urbano, debe éste tomarse en su afección más amplia; es decir, ampliado

le ver como un *obstáculo al libre trazado de una nueva carretera* antes que como una realidad a la que la vía debe dar servicio. Durante los años setenta y parte de los ochenta no fueron pocos los proyectos de carreteras paralizados por las tremendas dificultades surgidas de la imposibilidad para liberar suelo, por incompatibilidades con el planeamiento urbanístico o, simplemente, por el enfrentamiento entre ayuntamientos y administraciones sectoriales con una distinta concepción funcional de la vía. Si a ello añadimos los mayores costes de las realizaciones urbanas, parecerá sensato concluir que, para muchos, construir una nueva carretera en medio urbano no ha sido un plato de gusto.

La apreciación de la ciudad como un punto negro que hay que eludir, rodear o superar arranca de antiguo y se basa en una concepción de la carretera muy cerrada en sí misma, sólo atenta en la fase de proyecto a los condicionantes externos sobre el trazado, de origen topográfico o geotécnico. Al contrario que otros países europeos, en los que la preocupación por las peculiaridades de un trazado en medio urbano se da ya en época tan temprana como los años sesenta y principios de los setenta², en España sólo se dispuso, durante más de veinticinco años, de la *Instrucción de Carreteras*³ y sus documentos complementarios (como las *Recomendaciones para el proyecto de Intersecciones* y las *Recomendaciones para el proyecto de Enlaces*). En todos estos textos no existen tratamientos específicos de las carreteras urbanas, que quedan diluidas en el conjunto del viario, sin diferenciarse unas de otras por el ámbito por el que discurren.

Si, como se ha dicho antes, la concepción del *proyecto* de una carretera urbana no ha sido distinta de la de una carretera fuera de poblado, en el ámbito del *planeamiento* no ha ocurrido lo mismo. Ya en los años sesenta asistimos a la concepción de las primeras *Redes Arteriales*, entendidas como forma de organizar las redes viarias urbanas de primer orden. Este planeamiento, basado generalmente en metodologías del tipo generación-atracción de tráfico, que excluían la evaluación de otros impactos externos no estrictamente funcionales, constituye un primer paso en el tratamiento de la carretera como parte del viario principal de la ciudad.

Los años ochenta asisten a una revisión en la concepción y proyecto de las carreteras urbanas⁴. La experiencia de su construcción en los últimos setenta, enmarcada en un período de crisis económica y de progresiva sensibilidad hacia los impactos ambientales de las infraestructuras, obliga a replantear la concepción tradicional de la carretera urbana e introducir en el proyecto *tres aspectos básicos*, no limitados a la idea estrictamente ingenieril de estas vías:

— Por un lado, se integran, en la fase de proyecto, estudios de impacto *ambiental* y se considera éste un condicionante principal en el trazado de la carretera.

— Se incorporan técnicas de análisis urbano y se propone la necesaria *coordinación con los equipos encargados de la planificación y gestión urbanística*.

— Por último, se desarrolla una más completa *participación pública*, resumida en la recomendación de aplicar en los proyectos urbanos sistemas de evaluación del tipo multicriterio.

La introducción de estos elementos nuevos permitirá tratar la carretera en medio urbano de manera distinta al resto de la red viaria. Hasta hace prácticamente dos años no existían en nuestro país recomendaciones o normas que tratasen los elementos particulares del diseño de las carreteras urbanas. Esta situación ha cambiado en poco tiempo; primero, con la publicación de dos recomendaciones para el proyecto de glorietas⁵; segundo, con la inclusión, en el Borrador de la nueva Instrucción de Trazado (3.1-IC), de un apartado dedicado a carreteras urbanas

a todo continuo urbano y suburbano, así como a los espacios clasificados como urbanizables y a los suelos que, sin ser urbanos o urbanizables, soportan tensiones para su urbanización.

² Podemos citar, entre otros, la primera edición del *Roads in Urban Areas*, manual de la Dirección de Transportes del Reino Unido, o *Les voies urbaines*, del SETRA francés.

³ Cuya Norma de Trazado 3.1-IC data de 1964.

⁴ Puede citarse, por ejemplo, en el Reino Unido el informe parlamentario Leitch (1978) que dio lugar, junto con otras experiencias, a la nueva versión del *Roads in Urban Areas* 1987. Asimismo, Francia ha publicado su nueva ICTAVRU para carreteras urbanas en 1989. Alemania y Suiza, entre otros países europeos, tienen recomendaciones publicadas en los años ochenta.

⁵ Dirección General de Carreteras, MOPU, 1988: *Recomendaciones sobre glorietas*. Dirección General de Transportes, Comunidad de Madrid, 1989: *Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas*.

y, por último, con la reciente redacción de dos documentos para el planeamiento y diseño de carreteras urbanas y suburbanas ⁶.

¿Por qué un diseño diferenciado de las carreteras urbanas?

Pero volvamos a la pregunta inicial: ¿Por qué tratar de forma especial el diseño de este tipo de vías?

Tres son, desde mi punto de vista, los condicionantes básicos que obligan a tratar específicamente este viario:

— En primer lugar, *el tráfico que circula por ellas*. Al contrario que en las carreteras fuera de poblado, los tráficos que circulan en medio urbano distan mucho de ser homogéneos. Las carreteras urbanas canalizan, por un lado, movimientos de media y larga distancia que atraviesan la ciudad o acceden a ella desde el exterior urbano y metropolitano. Por otro, recogen tráficos urbanos interiores con recorridos comparativamente más cortos. Tanto unos como otros tienen necesidades de movilidad distintas. Los viajeros de larga distancia y los que realizan movimientos suburbanos o metropolitanos son más exigentes que los viajeros estrictamente urbanos, en lo que a condiciones de velocidad y continuidad del itinerario se refiere. Siendo el tiempo de viaje un factor clave para ambos tipos de viajes, las mayores velocidades exigidas por los primeros obligan a considerar medidas de seguridad distintas de las del automovilista urbano, que puede admitir velocidades más reducidas.

Es imprescindible conocer, antes de abordar el diseño de una carretera urbana, el tipo de tráfico prioritario y los distintos tipos de circulación que es necesario compatibilizar. Ello nos llevará a decidir la ejecución de una vía especializada en tráficos de paso o de acceso, circulando a velocidades altas, con una geometría sensiblemente parecida a la de las carreteras fuera de poblado o, por el contrario, la construcción de una carretera polivalente que responda parcialmente a las necesidades de cada uno de los tipos de movimientos que canaliza, y en la que se puede buscar una sección transversal más estricta o la multiplicidad de enlaces e intersecciones.

En todo caso, el *Estudio de Tráfico*, entendido como caracterización de la intensidad y tipo de movimientos que se van a realizar en la carretera, es un instrumento indispensable para conseguir un adecuado dimensionamiento del tronco y nudos a proyectar.

— En segundo lugar, cabe citar el *impacto ambiental* como condicionante de suma importancia en el proyecto y construcción de la carretera que discurre por ámbito urbano.

Las condiciones de un trazado totalmente libre para el automóvil suelen verse restringidas por el medio que atraviesa. En general, y al contrario de lo que ocurre con las carreteras fuera de poblado, en las que son prioritarios los impactos sobre el medio natural, serán los impactos sobre las comunidades humanas los que puedan llegar a determinar la viabilidad del proyecto de una carretera.

En los impactos ambientales sobre el medio urbano se suelen distinguir dos categorías:

— Aquellos impactos físicos ocasionados por la construcción de la infraestructura (ocupación de suelo, afección a edificaciones existentes, efecto de barrera, etc.).

— Otros impactos generados por la circulación de vehículos (seguridad en los márgenes de la carretera, ruido o contaminación atmosférica).

La identificación y evaluación de impactos ambientales puede llegar a ser de similar importancia en las carreteras urbanas y en las carreteras fuera de poblado. Desgraciadamente, los manuales y recomendaciones para la evaluación de impactos se detienen poco en algunas afec-

⁶ Dirección General de Carreteras. MOPT, 1992: *Carreteras urbanas. Recomendaciones para su planeamiento y proyecto*. Dirección de Transportes. Comunidad de Madrid, 1991: *Recomendaciones para el diseño de vías suburbanas en la Comunidad de Madrid*.

ciones típicamente urbanas, como el efecto de barrera o el valor urbanístico de la ocupación de suelo de una nueva infraestructura.

Como en el Estudio de Tráfico, el *Estudio de Impacto Ambiental* de una carretera urbana debe ser un instrumento indispensable para la definición de los elementos básicos de proyecto. Es en el medio urbano donde adquiere especial importancia la intervención del análisis ambiental en la definición de alternativas y no como mero corrector *a posteriori* de la solución elegida.

Por último, y en tercer lugar, el trazado de una nueva carretera urbana o su simple acondicionamiento debe considerar la *mejora de accesibilidad* que genera sobre los suelos colindantes.

Siendo la accesibilidad uno de los factores de localización de actividades en medio urbano, no es necesario expresar la importancia que tendrá el diseño del tronco, nudos y sistemas de control de accesos de una carretera en relación con las previsiones urbanísticas de ubicación de nuevos usos o transformación de los existentes. Esta interrelación, que ha venido llamándose *capacidad estructurante de la vía*, es la clave para promover y potenciar el planeamiento y diseño conjunto de la vía y de sus espacios aledaños. Asimismo, esta interrelación ha sido tradicional fuente de conflictos entre las corporaciones locales y las administraciones de carreteras, conflictos que han ido progresivamente reduciéndose al aceptar mutuamente la necesidad de coordinación mutua, tanto en la fase de planeamiento como en la de proyecto.

Definición de carretera urbana

Con los presupuestos anteriores, podemos acotar ya el término *carretera urbana* atendiendo a las características que las distinguen de otras redes viarias:

— Las carreteras urbanas canalizan tráficos de medio y largo recorrido, de acceso y circunvalación de la ciudad. En ello se *diferencian del viario urbano de rango superior*. Como podrá verse, esta diferencia es tan sólo de grado, pues, a menudo, nos será difícil distinguir, por ejemplo en una penetración viaria, dónde acaba la carretera y empieza la calle. Esta diferencia suele venir determinada por la titularidad de la vía: llamamos «carretera» al viario de titularidad estatal o de las Comunidades Autónomas. Por el contrario, y a pesar de que a menudo cumplen funciones típicas de una carretera, no incluimos en esta categoría al viario municipal.

— Las carreteras urbanas canalizan circulaciones interiores al continuo urbano. En ello se distinguen de las *carreteras que discurren fuera de poblado*.

— Por último, y atendiendo al medio que atraviesan, podremos calificar de urbanas las carreteras que discurren por el continuo urbano, por zonas clasificadas urbanizables o por otros ámbitos en los que, o bien se generan impactos ambientales sobre comunidades urbanas limítrofes, o bien se producen tensiones de urbanización sobre los suelos a los que la carretera dota de una mayor accesibilidad.

Tipos de carreteras urbanas

El borrador de *Recomendaciones para el Planeamiento y Proyecto de Carreteras en Áreas Urbanas*, del MOPT, establece dos categorías básicas de viario, atendiendo a las funciones prioritarias que debe realizar la infraestructura:

Grupo A) Carreteras urbanas con *circulación continua de vehículos*, control de accesos, uso exclusivo para el automóvil y total separación con los movimientos peatonales. Estas carreteras dan prioridad clara a los movimientos de media y larga distancia, realizados a velocidades altas (entre 80 y 120 km/h) frente a otros movimientos de personas o vehículos de carácter local.

En este grupo de carreteras se encuentran:

Autopistas urbanas, que mantienen, como sus homólogas con trazado fuera de poblado, control total de accesos y nudos con diseño de enlace. Las autopistas urbanas tienen generalmente

Carreteras urbanas	V. proy. (km/h)	Denominación
Grupo A: Vías no convencionales (circulación continua)		
Autopistas urbanas	100	APU-100
	80	APU-80
Autovías urbanas.....	100	AVU-100
	80	AVU-80
Vías rápidas urbanas	80	VRU-80
Grupo B: Vías convencionales (circulación interrumpida)		
Vías arteriales	80	VAU-80
	60	VAU-60

Fuente: Borrador de Recomendaciones para el Planeamiento y Proyecto de Carreteras en Áreas Urbanas, MOPT.

un trazado en planta y sección transversal más estricto que las interurbanas para permitir una mejor inserción en el territorio urbano, reducir los impactos en el medio y primar la capacidad viaria frente a la velocidad.

Autovías urbanas: Como en el caso de las autopistas urbanas, mantienen exigencias de control de accesos similares a sus homólogas interurbanas.

Vías rápidas urbanas, o carreteras de calzada única que disponen de control de accesos. En medio urbano, estas vías suelen constituir la primera fase de una futura autovía o autopista.

Grupo B) Carreteras urbanas de características convencionales (*circulación interrumpida por intersecciones*, control parcial o ausencia de control de accesos, uso no exclusivo para vehículos automóviles y ausencia de una estricta segregación de peatones y vehículos). Las carreteras de este grupo se supeditan a las necesidades de la movilidad local y a las exigencias de su interacción con el medio urbano circundante que le impiden convertirse en una barrera para peatones y automovilistas con movimientos transversales. Denominamos estas carreteras como

Vías arteriales, carreteras convencionales de una o dos calzadas que pueden admitir funciones de acceso a los usos colindantes. Asimismo, admiten intersecciones y un grado de integración en el tejido urbano que garantice conexiones adecuadas al tráfico urbano que discurre por la vía. En las vías arteriales, la función prioritaria sigue siendo la circulación automóvil frente a la peatonal o al acceso a las actividades urbanas.

Peculiaridades en el proyecto de las carreteras urbanas

Las definiciones, clasificaciones y condicionantes expresados en apartados anteriores de poco servirían si no somos capaces de concretar las diferencias que distinguen el proyecto de una carretera urbana de otra trazada fuera de poblado. Este empeño puede caer en una simplificación excesiva: pensemos que como carreteras urbanas hemos incluido desde las autopistas a las vías arteriales, estas últimas cumpliendo a menudo funciones típicas de una calle. Una tipología tan heterogénea no nos permite proponer recomendaciones únicas para todas las carreteras urbanas. No obstante, sí podremos abordar su proyecto a la luz de unos criterios diferenciales del resto de la infraestructura viaria:

— *La carretera urbana suele responder a un trazado en planta y perfil longitudinal condicionado por la disponibilidad de suelo y por las alineaciones y rasantes de vías y edificaciones existentes en sus márgenes.*

Ello reduce la posibilidad de realizar un trazado de la carretera basado, principalmente, en las exigencias de máxima velocidad y consiguiente seguridad de los vehículos que circulan por la misma. A menudo, esta imposibilidad obliga, principalmente en las *vías arteriales*, a reconsi-

derar los parámetros básicos de trazado, como la *velocidad de proyecto*, reduciéndolos y adaptándolos a las nuevas exigencias impuestas por los márgenes de la vía. El siguiente cuadro presenta las velocidades de proyecto básicas propuestas en las Recomendaciones del MOPT.

Por su parte, el perfil longitudinal adquiere plena autonomía en el grupo de las *autopistas* y *autovías* al no depender, generalmente, de las rasantes de las edificaciones colindantes. La decisión de adoptar un perfil deprimido, a nivel del terreno o en terraplén influye notablemente en tres aspectos: la configuración y coste de los enlaces, el nivel del impacto de ruido e intrusión paisajística y, por último, la permeabilidad transversal.

En cuanto a las *vías arteriales*, un perfil longitudinal adecuado debe adaptarse al terreno y evitar problemas de ajuste en el borde de la carretera con las rasantes urbanas definidas por las edificaciones y los viales aledaños.

— *Es usual proyectar la sección transversal de una carretera urbana con dimensiones estrictas, al menos en alguno de sus tramos. Por ello, es esencial conocer el comportamiento de los automovilistas con anchuras de carril, arcén o mediana mínimos, así como determinar los problemas que pueden surgir en los tramos de transición a estas últimas desde secciones más holgadas.*

En las carreteras urbanas, la anchura disponible para el desarrollo de la sección transversal no suele ser todo lo amplia que cabría desear. A menudo existen obstáculos como alineaciones de edificación, zonas calificadas para otros usos en el planeamiento urbanístico, etc., que impiden un desarrollo holgado de la sección transversal tipo. Por esta razón, al concebir una nueva carretera o la ampliación de una existente, es de vital importancia el estudio de secciones estrictas, necesarias para salvar los puntos restrictivos que existan en el tramo. En el proyecto de la carretera es básico prever estas limitaciones y la forma en que se realiza la transición entre las secciones.

— *Carreles:*

Por encima de los 80 km/h de velocidad, los carriles óptimos son de 3,5 m de anchura, no siendo recomendables carriles de anchura superior. A velocidades de 80 km/h e inferiores, los carriles pueden ser más estrechos, llegando en zona urbana a tener 3 m de anchura e, incluso, 2,75 m en tramos de sección transversal estricta.

— *Arcenes:*

Los arcenes suelen ser de menor anchura que fuera de poblado. En autopistas, autovías y vías rápidas pueden plantearse arcenes exteriores inferiores a 2 m de anchura. Por otro lado, las llamadas *vías arteriales* pueden no tener arcén, que es sustituido por un carril de circulación adicional o por un carril de aparcamiento.

— *Medianas:*

Las medianas, separadores entre calzadas, pueden llegar a ser muy estrechas. Son recomendables medianas entre 1,5 y 3 m en zonas de anchura limitada, y hasta 6 m en el resto de los tramos urbanos donde no se prevea ampliar las calzadas. En vías arteriales en áreas muy urbanizadas son admisibles secciones de una calzada y cuatro carriles de circulación, con separadores de anchura mínima, similares a los de numerosas calles principales.

— *Nudos.*

Los nudos de una carretera urbana son, quizá, los elementos de más difícil diseño. La decisión sobre cómo realizar un nudo es compleja y necesita de conocimientos precisos del entorno físico en el que se encuentra, de las características geométricas y funcionales del viario que conecta y de los movimientos de vehículos que se prevén en el mismo.

Para la definición de un nudo urbano se deberán tener en cuenta, entre otros, los criterios siguientes:

— Maximizar la eficacia de la carretera al equiparar la capacidad vial en tronco y nudos. Es usual que sean los nudos, y no las secciones tipo, los que determinen los límites de capacidad de una carretera urbana.

- Maximizar la seguridad para automovilistas y peatones mediante un correcto diseño del nudo.
- Minimizar la ocupación de suelo en áreas donde éste sea escaso.
- Minimizar los impactos ambientales, en especial en ruido e intrusión visual en los alrededores del nudo.

Por último, un aspecto de gran importancia a tener en cuenta es la definición y diseño de los puntos de cambio de la funcionalidad de la carretera. Se trata, por ejemplo, del paso de una autopista a una vía arterial, o el cambio de un medio urbano denso a otro tipo de poblamiento más disperso. Estos puntos suelen encontrarse en los nudos y deben ser tratados de forma singular, de manera que rompan la homogeneidad y continuidad de los tramos viarios anterior y posterior.

— *Control de accesos.*

La aplicación de un control de accesos total o parcial a peatones y automovilistas es un instrumento que incide directamente sobre el funcionamiento de la carretera, la seguridad y las características de los itinerarios transversales. En las autopistas y vías rápidas urbanas, este control es total y prácticamente total en las autovías.

Por el contrario, en las vías arteriales, donde se prevén intersecciones a nivel con el viario transversal y cruces de peatones sobre la calzada, es necesario definir de una manera precisa los niveles de control de acceso para cada tramo de la carretera, los itinerarios peatonales, así como los puntos de cruce en la calzada principal.

— *Seguridad.*

Los problemas de seguridad que se presentan en las carreteras tienen características específicas para el medio urbano por las altas intensidades del tráfico y por la importancia de los flujos de peatones, lo que da lugar a un mayor número de atropellos. Asimismo, las zonas de transición de una sección interurbana a otra con características urbanas suelen ser puntos de mayor peligrosidad si no han sido debidamente diseñados. En todos los casos, la mejora de la seguridad se obtiene mediante un trazado adecuado de la carretera y de sus nudos y, sobre todo, con una correcta aplicación del tipo y nivel de control de accesos.

No obstante, en la seguridad de una carretera urbana es básica la percepción que el automovilista hace de esa vía. Errores muy comunes en el proyecto de estas carreteras son el mantenimiento de trazados y secciones muy holgadas, que estimulan la continuidad del itinerario interurbano en zonas donde las características de los nudos, la ausencia de control de accesos o la proximidad del entorno edificado obligan a mantener velocidades más reducidas y un nivel de atención distinto al de los recorridos fuera de poblado.

Por ello son importantes, en la concepción global de una carretera urbana, los cortes drásticos que ayuden al conductor a percibir un tipo de carretera distinto. Ello se consigue principalmente mediante la inserción de glorietas y, en menor medida, con cruces semaforizados u otros puntos singulares que marquen la transición de un trazado de autopista, autovía o vía rápida a otra de vía arterial.

— *Permeabilidad transversal.*

En el proyecto de una carretera urbana es imprescindible definir el grado de permeabilidad transversal para vehículos y peatones, así como el número y configuración de los cruces. Esta determinación afecta notablemente al nivel de peligrosidad de la carretera, a su funcionalidad y a las pérdidas de accesibilidad transversal sufridas especialmente por los peatones o por los usos del suelo colindantes al trazado viario.

— *Circulación de transporte colectivo.*

Las intensidades de circulación de autobuses en las carreteras urbanas suelen ser muy superiores a las que discurren por un medio rural. Estas intensidades suelen ser determinantes

en muchas vías de penetración a los centros de las grandes áreas urbanas. La normativa vigente impide la realización de paradas en las calzadas principales de autopistas y autovías, obligando a que éstas se dispongan en las vías de servicio. No obstante, la necesidad, en los corredores de penetración más congestionados, de dar prioridad a un transporte colectivo rápido y regular frente al automóvil puede conducir al diseño de carriles de circulación «Sólo Bus» y a la prevención de ramales exclusivos de entrada y salida, así como a la ubicación de paradas en posiciones más centrales que las situadas en vías de servicio.

— *Inserción de la carretera en el tejido urbano: Aspectos físicos y paisaje.*

Las decisiones sobre una adecuada integración de la carretera en el medio urbano tienen un aspecto físico y otro paisajístico.

Desde el punto de vista físico, la inserción de la carretera en un medio urbano o suburbano presenta numerosos problemas de compatibilidad con el terreno, con la edificación o con el viario urbano. El encaje en planta y en perfil longitudinal, así como una adecuada definición de la sección transversal deben ser complementados con un estudio detallado del borde de la carretera (talud en desmonte y terraplén, muros y borde de talud). El borde es el punto de contacto entre la carretera y su entorno, por lo que un estudio cuidadoso del mismo evitará impresiones de rotura o corte entre los dos.

Por otro lado, la integración paisajística ha sido a menudo desdeñada en el proyecto de carreteras. En los entornos urbanos esta integración adquiere suma importancia en la forma de impacto visual sobre las áreas residenciales.

— *Ruido.*

El ruido, junto con la contaminación del aire, constituye el impacto ambiental más característico de las carreteras urbanas. Si el segundo es difícil de tratar sin incidir sobre la intensidad de tráfico y el tipo de vehículo, el ruido es susceptible de ser drásticamente reducido mediante modificaciones en el trazado en planta y en el perfil longitudinal. Cabe, por último, la posibilidad de acudir a sistemas específicos de protección mediante pantallas de vegetación, pantallas anti-ruido o la cobertura de la carretera. Todos estos aspectos deben ser definidos en el proyecto.

— *Realización por fases.*

La decisión de actuar en una carretera urbana por fases condiciona notablemente algunos elementos de proyecto, que se deben prever para la situación definitiva y no para la transitoria. Tal es el caso de la sección transversal, estructuras de paso o ramales de entrada y salida a las calzadas principales. Todos estos aspectos deberán ser tenidos en cuenta en el proyecto redactado aunque sólo abarque una fase de las obras.

— *Construcción e impactos derivados de la misma.*

La construcción en medio urbano o suburbano presenta problemas de no escasa relevancia. A los impactos ambientales de ruido, circulación de vehículos pesados, vibraciones, etc., sobre el entorno inmediato puede añadirse la afección a servicios urbanos y los cortes del viario público. Todos estos aspectos, junto con la proscripción de sistemas constructivos que superen los umbrales admisibles de impacto, deben ser tenidos en cuenta en el proyecto de la carretera. Es de hacer notar, asimismo, la posibilidad de realizar los trabajos durante la noche, al objeto de afectar en la menor medida posible al tráfico urbano. □

* Pedro Puig-Pey Clavería, es Ingeniero de Caminos.

El presente artículo se basa en una ponencia presentada por el autor en la XVIII Semana de la Carretera, Sevilla, 1991.