

UNA CURIOSA INTERSECCION DE CARRETERAS (*)

Por MARCIAL MARTINEZ MARTINEZ

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

Se describe una intersección de carreteras poco usual, las causas que condujeron a ella, su capacidad práctica y las conclusiones que podrían deducirse de la experimentación a escala natural, como en este caso, al margen de consideraciones estrictamente teóricas.

Introducción.

Dentro del mundo de las carreteras, en general, y en la parcela de las intersecciones, en particular, es conocido de todos que cada caso es *único*.

Precisamente por ello, dentro de la Dirección General de Carreteras, no existen *normas*, sino tan sólo *recomendaciones* para el proyecto y construcción de las intersecciones o enlaces.

Si se dispone de espacio suficiente, tiempo y dinero, el proyectista puede perfectamente acogerse a ellas, y de acuerdo con la prognosis que se establezca del tráfico diseñar una intersección que funcionará correctamente incluso en la pésima hora punta.

No ocultaremos que, evidentemente, la solución posiblemente será muy costosa, y normalmente desemboca en un enlace a distinto nivel; lo mismo que un estudio a largo plazo de una carretera concluye en la necesidad de una autopista, por regla general.

Pero estos considerandos son muy teóricos, ya que todos los compañeros que desempeñan sus funciones dentro del ámbito de las carreteras convendrán con el autor de este artículo en que muy raras veces han podido realizar un proyecto de intersección sin cortapisas, ya sean técnicas, económicas o políticas.

El caso más frecuente suele ser el de mejora o acondicionamiento de una intersección construida hace mucho tiempo, proyectada cuando lo fue) para un tráfico que por su baja intensidad admitía cualquier solución, pero que

en las circunstancias actuales o bien ha sido declarado como punto negro por su peligrosidad o simplemente no funciona, provocando atascos y *colas* o viceversa, ya que si el conductor se irrita e impacienta puede provocar el accidente. Es decir, los accidentes pueden ser consecuencia simplemente de la alta densidad de vehículos; de la congestión, consecuencia del pésimo nivel de servicio.

Una curiosa intersección.

El caso que comentamos es la solución dada (fig. 3) a una intersección en el punto kilométrico 654,3 de la Carretera Nacional IV, de Madrid-Cádiz, en su travesía de El Puerto de Santa María (provincia de Cádiz).

En dicho punto, en una zona semiurbana, accedían casi simultáneamente un acceso directo desde el centro de la ciudad y una carretera-calle que aportaba tráfico no sólo de la ciudad, sino de otras poblaciones como Sanlúcar de Barrameda y Rota, CA-602 y CA-603 (fig. 1).

Claro es que la disposición adoptada de intersección (fig. 3) no es de por sí completa. Exige (fig. 2) un tramo de *trenzado* entre los dos ramales que acceden a la intersección, ya que estos dos ramales, siendo bidireccionales, sólo sirven a un origen o destino predeterminado, y, por consiguiente, la señalización y preseñalización debe ser lo suficientemente clara.

Comparando las figuras 1 y 2 pudo verse que la solución adoptada se logró prácticamente sin expropiar terreno y gracias a la colaboración municipal al pavimentar una calle y ordenar y ampliar dos intersecciones.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 31 de marzo de 1978.

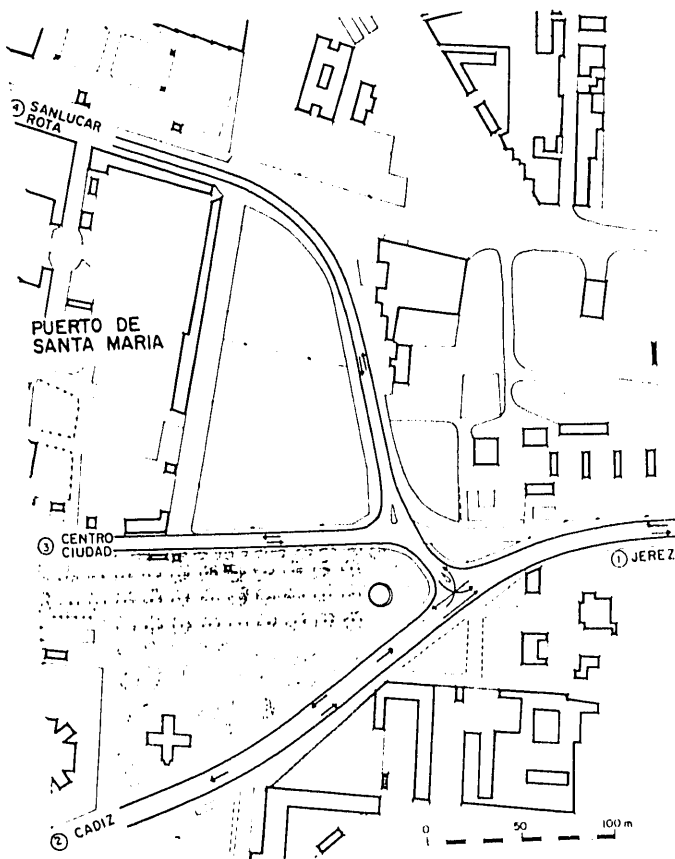


Fig. 1. — Estado primitivo.

Económicamente la solución fue muy satisfactoria, pues el total de la figura 3 y pavimentación del ramal 1-4 puede realizarse por millón y medio de pesetas (1975).

Esta intersección, si se observa en conjunto (fig. 2), puede asimilarse a una plaza circular (distorsionada) con doble sentido de circulación alrededor y con la característica de que la circulación interior se hace *a la inglesa*, es decir, dejando el centro de la plaza a su derecha y circulando en sentido horario. Esto concuerda con las modernas tendencias en materia de circulación urbana.

Evidentemente, puede extrapolarse, y pretender que esta disposición sería buena para cualquier intersección en T, sin más que a una determinada longitud del mástil de la T, establecer una zona de cruce, de trenzado. Pero ténganse en cuenta las circunstancias (léase tráfico) que deben concurrir para que una intersección típica no funcione o inversamente, deduzcamos cuál es la capacidad, por carril,

hora y movimiento que justifique el que la solución adoptada sea utilizable.

Un poco de historia.

La intersección original databa de 1964, y en aquellos tiempos las intensidades medias diarias de tráfico (I.M.D.) de la carretera N-IV en esa zona eran de 4.700 ó 3.600 vehículos por día, según considerásemos la zona hacia Jerez (1) o hacia Cádiz (2) y el tráfico restante de la intersección era del orden de los 1.700 vehículos/día (3 y 4).

Posteriormente, y aprovechando la existencia de tres carriles en N-IV, así como su desvanecimiento final, se habilitó el carril central como vía de espera con *stop* para el giro a la izquierda, 2 hacia 3, 4 y como carril de aceleración para la incorporación 3, 4 hacia 1 (figura 1).

El tráfico fue creciendo con el transcurso del tiempo, y si bien los accidentes en la in-

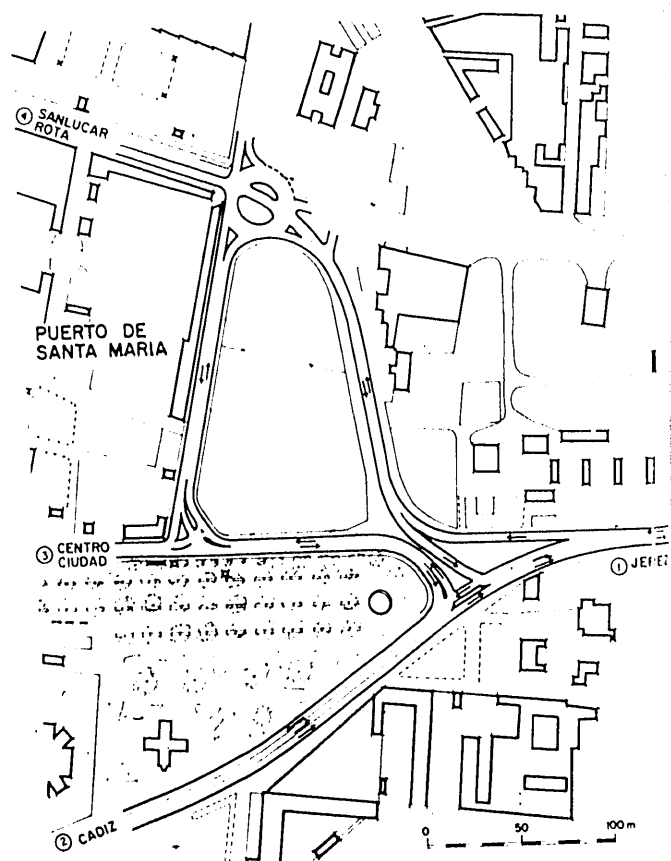


Fig. 2. — Estado actual.

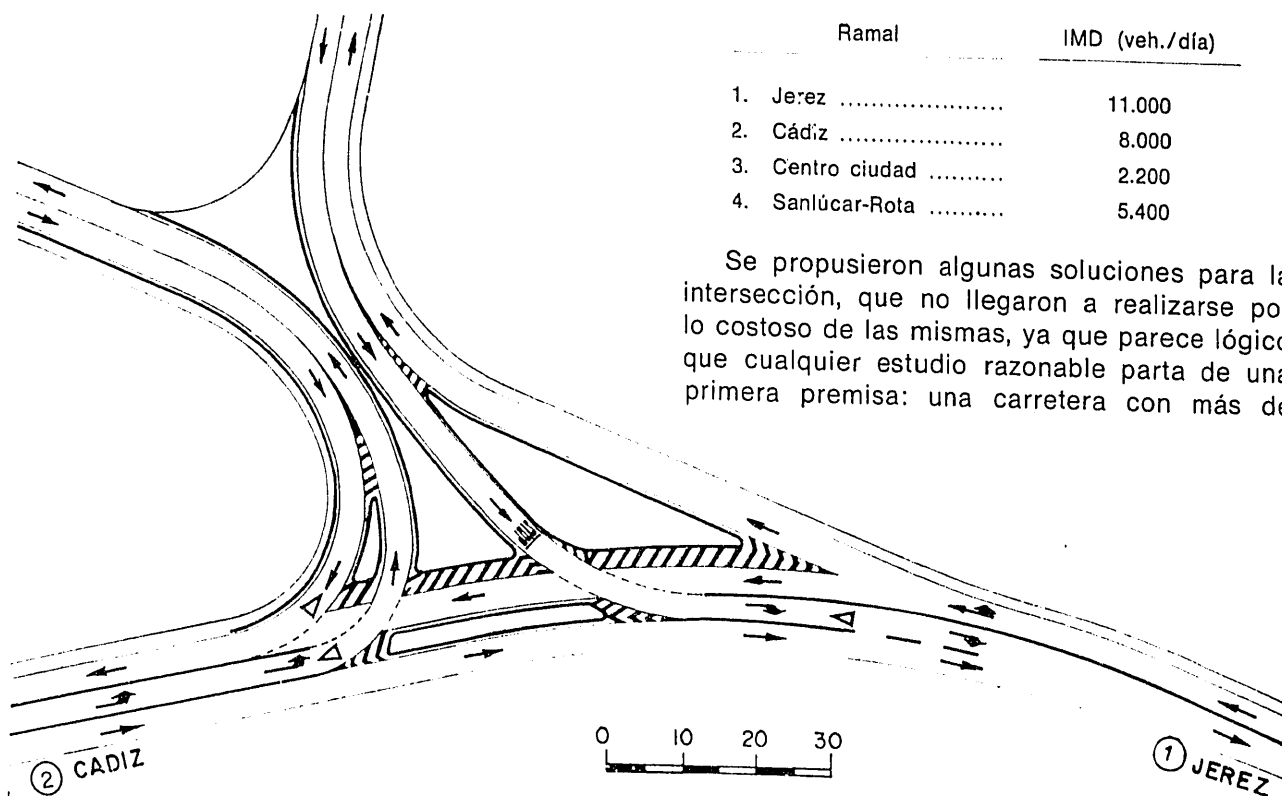


Fig. 3. — Detalle de intersección.

tersección no arrojaron cifras anormales (a lo sumo uno al año y por incumplimiento de *stop*), ya se notaba que la intersección era *incómoda*.

El motivo era claro, con esa disposición (figura 1) los vehículos que procedentes de 3 ó 4 (Puerto de Santa María o Sanlúcar, Rota) quisieran dirigirse hacia Jerez debían ceder el paso no sólo a los vehículos que circulasen de 1 hacia 2 (Jerez-Cádiz), sino también a los que viniendo de Cádiz (1) estuviesen parados en el carril central para dirigirse hacia 3 ó 4.

También, los vehículos que procedían de 4 (Sanlúcar y Rota) debían esperar no sólo a los que se dirigían al centro de la ciudad (3), sino a los que viniendo de allí les obstaculizaban el tránsito al llegar la *cola* de los que no habían salido aún a la carretera a esta segunda intersección.

Evidentemente, había que estudiar las densidades de tráfico en los diversos movimientos de la intersección, y tras un conteo (realizado en 1971) nos permitimos estimar simplificada-mente las I.M.D. de los diversos ramales.

10.000 vehículos/día no debe mantenerse con tan sólo dos carriles, tampoco es aconsejable acomodarse a los tres carriles existentes en la zona semiurbana, urge desdoblarla.

Pero al aumentar los *atascos* en la intersección, al crecer el tráfico, también creció el nerviosismo de los conductores, y los accidentes y su lesividad se dispararon.

En 1972 sólo hubo un accidente con un herido leve (por incumplimiento de *stop*).

En 1973, dos accidentes con un herido leve (por no respetar la prioridad y girar incorrectamente).

En 1974, tres accidentes con dos heridos y un muerto (por incumplimiento del *stop* los tres).

Simplificadamente, considerando una intersección en T, la evolución del tráfico podemos resumirla en vehículos por día:

Ramal	1964	1971	1972	1973	1974
1. Jerez	4.700	11.000	12.000	13.000	14.000
2. Cádiz	3.600	8.000	8.700	9.500	10.000
3-4. Centro ciudad, etc. ...	1.700	7.500	8.200	8.000	9.500

Una solución de emergencia.

En enero de 1975, al cerrarse el tráfico un viejo puente metálico que permitía a los habitantes de El Puerto de Santa María acceder a la carretera, por el camino más corto, hacia Cádiz, la intersección que comentamos se recargó aún más de vehículos, haciéndose la situación insoportable.

Entonces, se estudió el separar los movimientos 3, 4 hacia 1 de los 2 hacia 3, 4; y por supuesto alejar esa segunda intersección tan próxima a la primera.

Ese primer esquema corresponde al de la figura 3, y aunque en principio repugnaba por lo insólito, no se advertía motivo alguno por el que no pudiera aliviar la congestión y quizá presentar un nivel de servicio aceptable.

Naturalmente, como ya indicamos anteriormente, la solución no era completa, y necesitaba un tramo de unión entre los dos ramales, que se consiguió (fig. 2) habilitando una calle para tal fin.

Como puede apreciarse en las fotografías de las figuras 4 y 5, la intersección se fluidificó, desapareciendo prácticamente las colas, y aún hoy día sigue presentando un buen nivel de servicio (dentro del que presenta una carretera de dos carriles con una I.M.D. de más de 14.000 vehículos/día).

Los accidentes, una vez pasado el período

de adaptación de los usuarios, han vuelto a descender al primitivo índice de uno al año, siempre por incumplimiento del *stop*.

Capacidad de la intersección.

El 10 de octubre de 1975 se efectuó una encuesta de origen y destino, muy simplificada, en El Puerto de Santa María, aprovechándose para incluir preguntas sobre si se había utilizado la intersección que comentamos.

Con las debidas reservas respecto a veracidad, desconocimiento, etc., inherentes a la misma, y a grandes rasgos, podemos deducir:

1. El tráfico de paso (1 a 2, Jerez-Cádiz o viceversa) presentaba una densidad de 200 vehículos/hora/carril, alcanzándose incluso en *hora punta* (dieciocho a diecinueve horas) los 300 vehículos/hora/carril.

2. El tráfico de acceso (ya sea de entrada o salida de la intersección, y en cualquiera de cada uno de los cuatro carriles) presentaba una densidad de 100 vehículos/hora/carril, y en la *hora punta* indicada (dieciocho a diecinueve) de 150 vehículos/hora/carril.

Para mayor exactitud, citaremos que el número de vehículos encuestados de dieciocho a diecinueve horas fueron: (1) a (2) = 289; (2) a (1) = 318; (3) a (2) = 145; (4) a (1) = 155, etcétera (figs. 2 y 3), y que según otros datos de

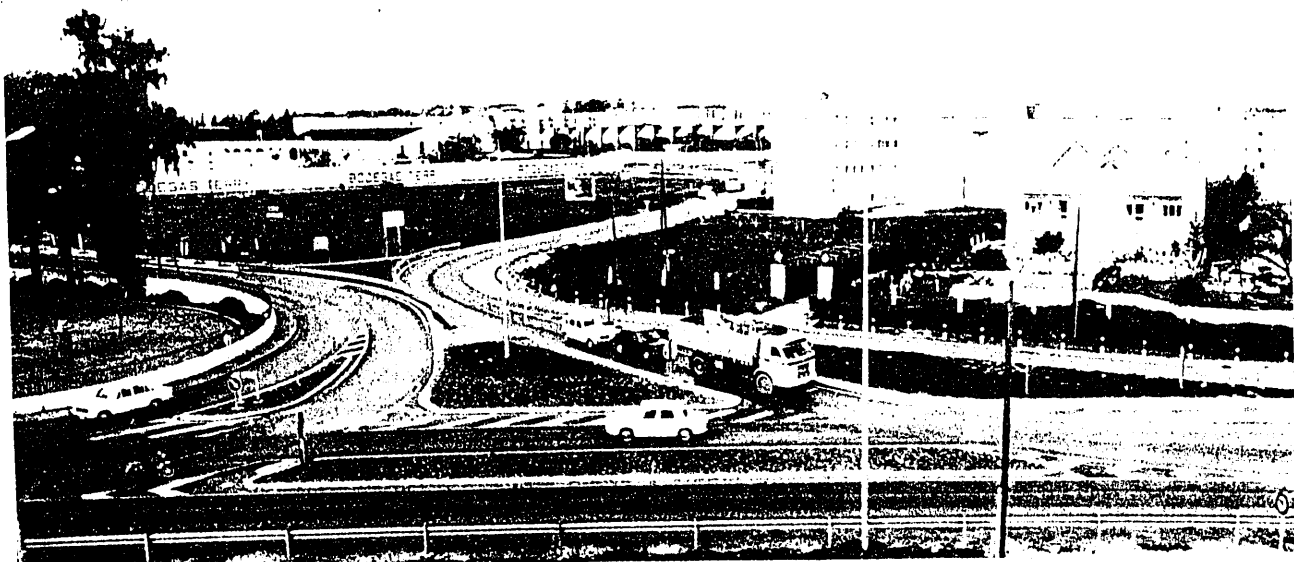


Fig. 4. — Fotografía tomada en febrero de 1976.

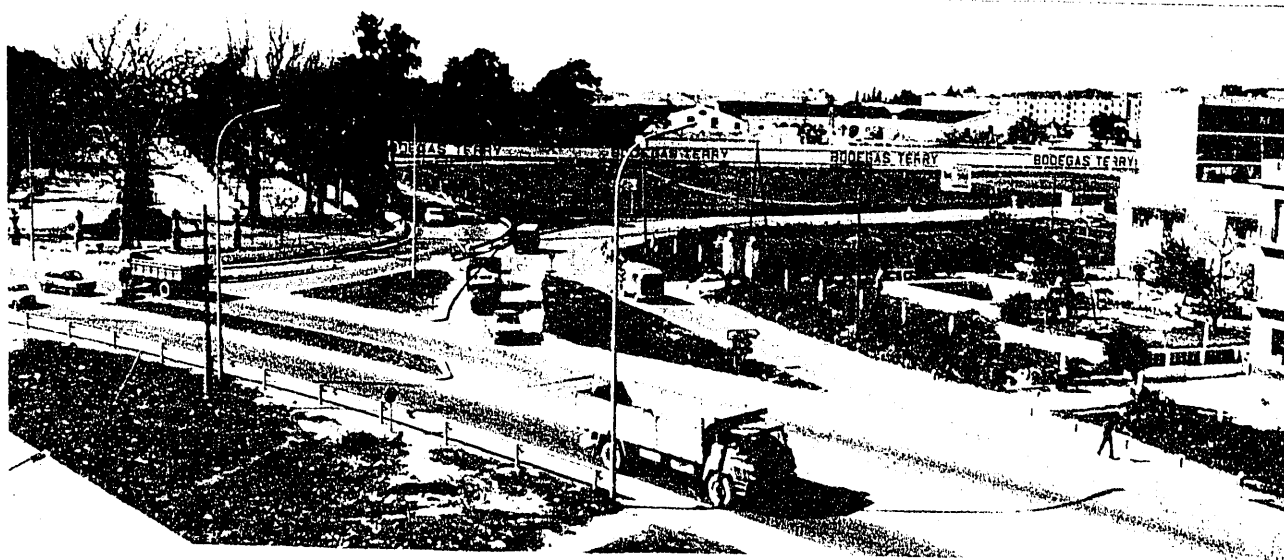


Fig. 5. — Fotografía tomada en febrero de 1976.

la encuesta puede cifrarse la I.M.D. de la carretera N-IV en un punto situado a 500 m de la intersección en 16.500 vehículos/día (según los datos de las estaciones de aforos CA-34 y CA-35, emplazadas a unos 3 Km hacia Jerez y Cádiz de la intersección, las I.M.D. de 1975 fueron de 13.686 y 13.529 vehículos/día, respectivamente).

Quizá a primera vista parezcan discordantes las cifras de las diversas intensidades de tráfico, pero su explicación es excesivamente compleja, a nuestro parecer, para estos comentarios.

Igualmente sería de desear poder establecer una prognosis y estimar cuándo llegaríamos a la saturación; pero intervienen en ello tantas variables que citaremos simplemente unas anécdotas que dan pie para desistir el abordar un planteamiento técnico:

El carril central, de giro a la izquierda (2 hacia 3, 4), presentaba un *stop* tanto primitivamente, como una vez acondicionada la intersección, y posteriormente, de acuerdo con las últimas directrices de la Dirección General de Carreteras, ha sido sustituido por un *ceda el paso*. Puede observarse que, salvo muy raras excepciones, todos los vehículos realizan *stop*.

Similarmente, el carril de incorporación por la izquierda (3, 4 hacia 2) con un *ceda el paso* desde su apertura, y a pesar de la nueva legis-

lación, es ignorado y puede verse cómo los vehículos marcan un *stop* perfecto.

No creamos que esto es un defecto *local*, nos sospechamos que salvo las honrosas excepciones de un alto porcentaje de conductores de las grandes poblaciones, este defecto está muy extendido, al menos en nuestro país.

La experimentación a escala natural.

Al margen de la intersección que comentamos, pero formando parte de la misma, existen una serie de detalles que conviene resaltar, relativos a dimensiones de radios y anchuras de pavimento.

Existe también un tema capital, que normalmente se menosprecia, y es la labor del replanteo. Creemos firmemente en la importancia no ya del metro, sino del decímetro e incluso del centímetro en el trazado de los bordillos y la pintura de las marcas viales.

Si no se dispone de un buen plano de replanteo con definición de puntos, incluso cada 1 ó 2 m, la labor del ingeniero a pie de obra o del ayudante de obras públicas (hoy ingeniero técnico) es fundamental.

Pero abandonando el tema del replanteo, que, por lo extenso, quizá fuese motivo para un artículo completo, centrémonos en observar el detalle de los carriles de giro (3) a (2) y viceversa (fig. 6).

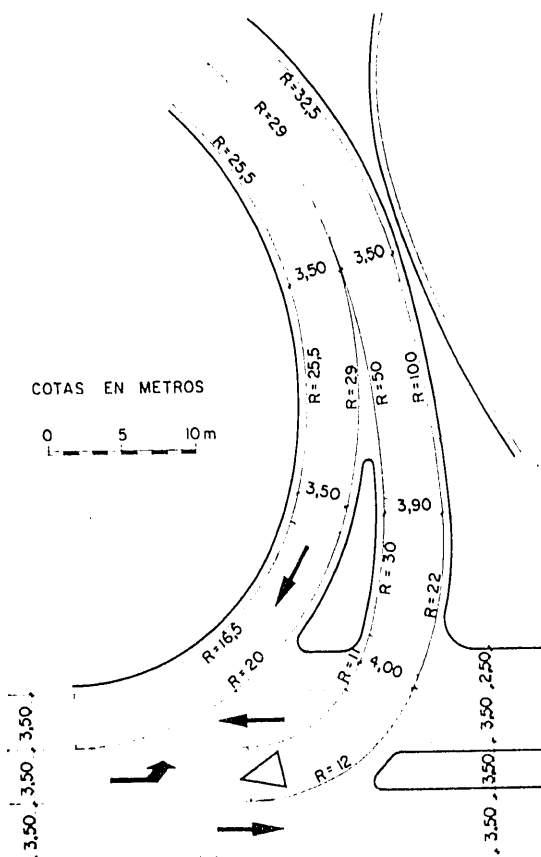


Fig. 6. — Detalle de radios y anchuras.

Parece imposible, de acuerdo con todas las recomendaciones y estudios teóricos, que en un carril de radio mínimo exterior de 12 m pueda inscribirse un vehículo articulado, sin efectuar maniobra (fig. 7).

En toda la intersección que comentamos y basándonos en la experiencia de estudiar y analizar diversas intersecciones, se ha adoptado el carril de 3,50 m (entendido como 350 cm) entre bordes de marcas viales. Respetamos y mantenemos un sobreancho de 0,50 m respecto al bordillo elevado, y tan sólo en el caso de descender a 12 m de radio exterior consideramos un sobreancho del carril de 0,50 m, es decir, ampliamos el carril hasta 4 m.

Creemos que si en una intersección uno de los objetivos es canalizar el tráfico, debe limitarse cuidadosamente la anchura de los carriles, ya que con ella podemos obtener un efec-

to secundario muy importante: limitar automáticamente la velocidad de los vehículos.

Por otra parte, habida cuenta que un turismo medio presenta 1,50 m de anchura, no parece aconsejable que la anchura entre obstáculos sea igual o superior a $0,50 + 1,50 + 1 + 1,50 + 0,50 = 5,50$ m; puesto que corremos el riesgo de que se circule en paralelo en carriles que presumimos unidireccionales y para una fila única.

Quizá se podría haber reducido la anchura de los carriles a partir de un radio superior (por ejemplo, 50 m) a 3 m, así como limitar la an-



Figura 7.

chura de los arcenes pero carecemos de experimentación al respecto y creemos que dado que las trayectorias de los vehículos ni son curvas circulares, ni clotoides perfectas, en vez de teorizar, deberíamos experimentar para poder deducir esos pequeños detalles que posiblemente sean más importantes de lo que pensamos.