

1.- INTRODUCCIÓN

En 1998 se produjeron en las rotondas partidas de la red de la Generalitat Valenciana un total de 73 accidentes con víctimas. Como resultado de éstos, 7 personas perdieron la vida, 46 resultaron heridas graves y 107 leves.

Asimismo, en 2001 hubo 25 accidentes con víctimas; con 3 víctimas mortales, 13 heridos graves y 32 heridos leves.

Como vemos, se aprecia una notable disminución del número de accidentes en este tipo de intersección en el período comparado.

El presente anexo tiene como objetivo profundizar en las circunstancias que han permitido esta reducción de la accidentalidad, a fin de mantener, o modificar en su caso, las directrices de actuación recogidas en el recién ejecutado PSV 2000/2001; y recoger las conclusiones obtenidas, para conocimiento de los técnicos de esta División de Carreteras, y de otras Administraciones con responsabilidad directa en la gestión de la infraestructura.



Toda precaución es poca, en espera de la inminente conversión en enlace de esta rotonda partida,

2.- ACCIDENTALIDAD COMPARADA ENTRE ROTONDAS PARTIDAS Y GLORIETAS

Ambos tipos de intersección permiten todos los movimientos posibles entre sus ramales. Debe ser esta circunstancia la que explica el que, pese a que tienen un funcionamiento completamente distinto, son contempladas como una misma tipología de intersección en los cuestionarios estadísticos de accidentes de circulación (merecería la pena que se modificase).

Teniendo en cuenta lo anterior, parece procedente establecer un análisis comparativo entre ambos tipos de intersección, con especial atención a su funcionamiento desde el punto de vista de la seguridad de la circulación.

En principio, uno de los principales inconvenientes de las glorietas es que penalizan el tráfico de la vía principal, obligando a ceder el paso, y forzando una reducción de velocidad, con una maniobra que puede resultar incómoda. También en principio, la rotonda partida puede resultar muy atractiva, dado que ofrece las mismas prestaciones que las glorietas, y además mantiene la prioridad para el tráfico de la vía principal.

Para poder establecer un análisis riguroso, se ha realizado el censo de cada uno de los dos tipos de intersección existentes en nuestras carreteras (descartando aquellas que forman parte de enlaces). Como dato representativo del tráfico se ha tomado el del ramal más transitado.

Los resultados se recogen en la siguiente tabla, en la que los Índices de Peligrosidad, Mortalidad y Lesividad utilizados son similares a los habitualmente adoptados, pero referidos a vehículos que circulan por la intersección:

- Índice de Peligrosidad de la intersección (IP): Número de accidentes con víctimas, producidos por cada cien millones de vehículos que han transitado por la intersección.
- Índice de Mortalidad de la intersección (IM): Número de víctimas mortales cada cien millones de vehículos que han transitado por la intersección.
- Índice de Lesividad de la intersección (IL): Número de víctimas cada cien millones de vehículos que han transitado por la intersección.

Provincia	Año	Tipo	Número	IMD (tronco)	Tráfico acumulado en tronco (millones)		Índices referidos a 10 ⁸ vh			Vehículos por accidente
					(vh/año)	%	IP	IM	IL	
Castellón	1998	RP	31	6.531	73.898.265	31%	10,8	0,0	16,2	1,89
		Glorieta	56	7.948	162.457.120	69%	2,5	0,0	2,5	1,33
		Total	87	7.443	236.355.385	100%	5,1	0,0	6,8	1,53
	2001	RP	23	4.131	34.682.300	9%	8,6	0,0	23,1	2,33
		Glorieta	97	9.908	350.806.064	91%	2,6	0,0	2,9	1,33
		Total	120	8.801	385.488.364	100%	3,1	0,0	4,7	1,53
Valencia	1998	RP	42	8.314	127.453.620	18%	12,6	0,0	29,0	2,05
		Glorieta	153	10.104	564.257.880	82%	1,9	0,0	3,0	1,44
		Total	195	9.718	691.711.500	100%	3,9	0,0	7,8	1,57
	2001	RP	45	6.047	99.321.975	13%	14,1	2,0	26,2	2,00
		Glorieta	163	11.010	655.030.265	87%	3,4	0,2	4,9	1,59
		Total	208	9.936	754.352.240	100%	4,8	0,4	7,7	1,68
Alicante	1998	RP	48	8.806	154.281.120	37%	31,8	4,5	71,9	2,05
		Glorieta	100	7.297	266.340.500	63%	3,4	0,0	4,5	1,32
		Total	148	7.786	420.621.620	100%	13,8	1,7	29,2	1,56
	2001	RP	31	10.513	118.952.770	19%	6,7	0,8	11,8	2,25
		Glorieta	151	9.226	508.508.691	81%	6,1	0,0	7,5	1,26
		Total	182	9.445	627.461.461	100%	6,2	0,2	8,3	1,43
GV	1998	RP	121	8.053	355.660.745	26%	20,5	2,0	45,0	2,01
		Glorieta	309	8.805	993.071.925	74%	2,4	0,0	3,3	1,38
		Total	430	8.593	1.348.732.670	100%	7,2	0,5	14,3	1,56
	2001	RP	99	7.000	252.957.045	14%	9,9	1,2	19,0	2,16
		Glorieta	411	10.095	1.514.345.020	86%	4,1	0,1	5,3	1,41
		Total	510	9.494	1.767.302.065	100%	4,9	0,2	7,2	1,55

Accidentalidad comparada Rotondas partidas/Glorietas (años 1998/2001)

Como se puede observar en la tabla, los índices analizados siguen siendo en el año 2001 más desfavorables en el caso de las rotondas partidas (IP dos veces superior, IL cuatro veces superior). Sin embargo se observa una disminución de las diferencias respecto al año 1998, debido sin duda a que se ha actuado (acondicionando o suprimiendo) en aquellas que acumulaban mayor accidentalidad.

El número medio de vehículos implicados por accidente es 2.16 en el caso de rotondas partidas, y 1.41 en glorietas. Simplificando, se podría decir que en las rotondas partidas todos los accidentes son colisiones entre dos vehículos, y en las glorietas se produce una colisión por cada tres accidentes (los otros dos serían invasiones de isleta o salida de vía).

3.- EFECTOS DEL PLAN DE SEGURIDAD VIAL 2000/2001 SOBRE LA ACCIDENTALIDAD EN ROTONDAS PARTIDAS

Con cargo al citado plan de seguridad vial PSV 2000/2001, se ha actuado sobre 26 rotondas partidas, según se describe en la siguiente tabla:

Modificación de rotondas partidas PSV/2001-2001	
Transformación a Rotonda Completa	18
Transformación a Enlace	1
Desaparece	7

La disminución de la accidentalidad entre 1998 y 2001, producida como resultado de las citadas actuaciones, queda reflejada en la siguiente tabla.

	Num RP	Accs c/ víctas	Muertos	H. Graves	H. Leves
Año 1998	48	73	7	46	107
Accs c/ víctas en 1998, en las RP modificadas en 2000/2001	26	47	4	26	75
Accs c/ víctas en 1998, en aquellas RP aún no modificadas en 2001	22	26	3	20	32
Año 2001	24	25	3	13	32

Accidentalidad en Rotondas partidas (años 1998/2001)

Como puede verse, de haberse mantenido constante la peligrosidad durante el período 1998/2001, el ahorro de accidentes como resultado de la actuación sobre rotondas partidas se puede cifrar en 47 accidentes con víctimas; que habrían supuesto 4 muertos, 26 heridos graves y 75 heridos leves.



4.- PROPUESTAS DEL PLAN DE SEGURIDAD VIAL 2003/2004 PARA SU APLICACIÓN A LAS ROTONDAS PARTIDAS EXISTENTES

Analizadas algunas rotondas partidas en las que no se ha actuado, pero que sí han sufrido un empeoramiento en algunos parámetros que afectan a la seguridad vial (aumento del tráfico, aumento de las velocidades en la vía principal, aumento del tráfico en las vías secundarias) se observa que se ha producido un incremento de su peligrosidad; por lo que siguen siendo válidas las conclusiones alcanzadas en el PSV 2000/2001 en lo concerniente a la actuación en este tipo de intersecciones.

En el citado PSV 2000/2001 se señalaba la incidencia de las altas velocidades e intensidades de tráfico sobre la accidentalidad. Las recomendaciones que en dicho documento se recogían, han sido retomadas por el Grupo de Trabajo de Seguridad Vial constituido a instancias de la Mesa de Directores Generales de Carreteras Autonómicas y Diputaciones Forales. Como consecuencia de la incorporación de datos de rotondas partidas de otras redes autonómicas, el citado grupo de trabajo ha elaborado una ficha que recoge resumidamente las principales conclusiones de su estudio, las cuales se adjuntan en este anexo.

Por cuanto se refiere a intensidad de tráfico, la citada ficha desaconseja en todo caso la construcción o mantenimiento de rotondas partidas cuyo tráfico principal sea superior a 7.500 v/d. Y lo desaconseja igualmente para IMD superior a 5.000 v/d, a no ser que el tráfico en las vías secundarias sea excepcionalmente reducido.

En las tablas anteriores, se comprueba que la IMD del total de rotondas partidas existentes en el año 2001 era 7.000 v/d; algo menor que el límite máximo de las recomendaciones. No obstante, de acuerdo con las conclusiones ya expuestas, procede identificar aquellas RP que (por su tráfico principal, o por su tráfico total en las vías secundarias, o por motivos de visibilidad o trazado) puedan convertirse en intersecciones peligrosas.

Tras el análisis individualizado de cada una de las RP existentes en 2001, considerando su accidentalidad y sus características, este plan de seguridad vial contempla la conversión o supresión de 41 de ellas.

Modificación de rotondas partidas PSV/2003-2004	
Transformación a Rotonda Completa	21
Transformación a Enlace	6
Desaparece	14

Tras estas actuaciones, las rotondas partidas que se mantengan en la red de la Generalitat serán aquellas cuya siniestralidad actual es reducida, y su intensidad de tráfico en el tronco (media inferior a 6.000 veh/d) y en las vías transversales lo suficientemente baja como para esperar un buen funcionamiento en materia de accidentalidad.

FICHA TÉCNICA: RECOMENDACIONES SOBRE ROTONDAS PARTIDAS

(Documento elaborado por el Grupo de Trabajo de seguridad vial, constituido a instancias de la Mesa de Directores Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, y la Asociación Española de la Carretera)

1.- INTRODUCCIÓN

Rotonda partida: Intersección giratoria en la que una de las carreteras afluentes dispone de prioridad de paso, y en la que los giros a izquierda se realizan rodeando alguna de las dos isletas semicirculares existentes en este tipo de intersección. Para diferenciarla de las rotondas completas, nos referiremos a estas últimas como glorietas.

Los datos de accidentes en carretera de los últimos años, en relación con la tipología del tramo en que se produce, señalan que entre un 25 y un 35 por ciento se producen en el entorno de intersecciones o accesos.

Estudios diferentes realizados por la Generalitat Valenciana y por el Ministerio de Fomento coinciden en señalar la rotonda partida entre las intersecciones de peor funcionamiento en materia de accidentalidad.

Además, la experiencia señala que los problemas que se presentan en estas intersecciones, cuando son debidos a una tipología inadecuada, tienen muy difícil solución. Y a la larga no queda más alternativa que su supresión o transformación en otro tipo de intersección.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Grupo de Seguridad Vial redactor de este documento¹ ha considerado conveniente poner a disposición de los ingenieros de carreteras estas recomendaciones.

2.- ÁMBITO

Rotondas partidas, no semaforizadas, situadas en zonas interurbanas de carreteras convencionales; tanto en lo referente a nueva implantación como a tratamiento de las existentes.

3.- NORMATIVA Y RECOMENDACIONES

En materia de intersecciones existen recomendaciones para el proyecto de enlaces, de glorietas, y de intersecciones en general. Aunque con carácter puntual pueden ser de aplicación a las rotondas partidas, éstas no están tratadas específicamente, a pesar de las especiales características que concurren en ellas.

En cuanto a normativa, la situación es parecida: No sólo no existe tratamiento específico de las rotondas partidas, sino que son prácticamente ignoradas por la misma.

No obstante, siendo de aplicación la normativa general de tráfico y carreteras, como en cualquier otro elemento del sistema viario, se consideran de especial interés las instrucciones 3.1 IC, 8.1 IC y 8.2 IC.

Las recomendaciones recogidas en esta ficha tratan de complementar lo recogido en la normativa vigente.

4.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIDENTALIDAD EN ESTE TIPO DE INTERSECCIONES

El interés de identificar la tipología más habitual de accidente estriba en que su conocimiento nos puede ayudar en la selección de medidas preventivas, o paliativas en su caso.

Los **accidentes más característicos** en rotondas partidas están relacionados con uno o varios de los siguientes factores:

- Alta velocidad en la vía principal (tronco).
- Alta intensidad en el conjunto de vías que concurren en la intersección.
- Insuficiente visibilidad de parada o cruce.
- Percepción errónea del tipo de intersección desde la carretera secundaria.

Si bien estos factores también pueden ser causa de producción de accidentes en otros tipos de intersección, en rotondas partidas son clave para descartar la construcción, o en su caso, decidir la supresión o modificación de una existente.

El **accidente más frecuente** se produce por colisión frontolateral entre dos vehículos, como combinación de un exceso de velocidad en la vía principal, e incumplimiento de la obligación de ceder el paso desde las carreteras secundarias. *En algunos casos este aparente incumplimiento puede ser en realidad una confusión o un error de cálculo.*

En vías de alta IMD aumenta la gravedad del accidente, con choque frontal y mayor número de vehículos implicados.

5.- ANÁLISIS COMPARATIVO CON GLORIETAS.

Las rotondas partidas y las glorietas, identificadas conjuntamente en los cuestionarios estadísticos de accidentes como “intersecciones giratorias”, ofrecen prestaciones similares, ya que en ambos tipos se permiten todos los movimientos entre las vías afluentes. Además, en el caso de las rotondas partidas, no se penaliza el tráfico de la vía principal, por tener éste la prioridad.

Estas dos circunstancias, probablemente expliquen el atractivo de este tipo concreto de intersección.

Analizado el funcionamiento de 120 rotondas partidas y 300 glorietas de la Comunidad Valenciana, se observan resultados mucho más favorables de estas últimas, desde el punto de vista de la accidentalidad.

Los siguientes datos resumen los resultados obtenidos:

--	--	--

	ROTONDA PARTIDA	GLORIETA
IP*	24,0	3,5
IM*	2,0	~ 0
IL*	56,0	5,0
Veh/ acdt	2,0	1,4

--	--	--

Donde IP*, IM* e IL* representan el número de accidentes con víctimas, víctimas mortales, o víctimas producidas, por cada cien millones de vehículos que han transitado por la intersección.

Al margen de los índices de accidentalidad, suficientemente significativos por sí mismos, hay que destacar el mayor número de vehículos implicados por accidente en las rotondas partidas. *En éstas, el accidente normal es colisión entre dos o más vehículos, y en glorietas es más frecuente la salida de vía.*

6.- DÓNDE ES DESACONSEJABLE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ROTONDA PARTIDA

Los criterios que siguen a continuación deben considerarse conjuntamente. Son también de aplicación para identificar rotondas partidas existentes que puedan clasificarse como potencialmente peligrosas.

6.1.- VISIBILIDAD

Como en cualquier otra intersección, hay que descartar puntos donde no se disponga de visibilidad de cruce superior a distancia de cruce mínima, según vigente 3.1 IC. No obstante, en el caso concreto de rotondas partidas, se recomienda que para la velocidad de cálculo de la misma se utilice la V^{99} (ó velocidad de proyecto más 20 km/h).

Para la carretera transversal hay que descartar puntos donde la visibilidad de parada sea inferior a la distancia de parada mínima.

6.2.- TIPOLOGÍA DE LAS INTERSECCIONES DEL ITINERARIO

En beneficio de la homogeneidad de un itinerario, o tramos bien diferenciados del mismo, hay que evitar combinar intersecciones de distinta tipología en cuanto a movimientos prioritarios se refiere, tales como enlaces, glorietas y rotondas partidas. *La falta de homogeneidad puede conducir a confusión en los usuarios de la vía, con el consiguiente incremento de riesgo.*

6.3 INTENSIDAD DE TRÁFICO

La siguiente tabla recoge unos criterios cuantitativos que pueden servir como primera aproximación para descartar la construcción de una rotonda partida, en función de la intensidad de tráfico de la carretera con prioridad (IMD), y la suma de las intensidades en las otras vías (IMD_s).

	IMD (en la vía principal)	CRITERIO PROPUESTO
CASO A	IMD > 7.500	No adecuada RP
CASO B	5.000 < IMD < 7.500	No adecuada RP ⁽¹⁾
CASO C	2.000 < IMD < 5.000	No adecuada si: IMD * IMD_s > 2.5 * 10⁶
CASO D	IMD < 2.000	Posible, si IMD_s < 1.250 ⁽²⁾

⁽¹⁾Excepcionalmente podría considerarse su implantación (por ejemplo, IMD_s muy baja, inferior a 50 vehículos diarios)

⁽²⁾ Salvo otras consideraciones, en este caso sería conveniente dar prioridad a la de mayor IMD.

No obstante su carácter cuantitativo, los cuatro rangos que se han establecido no deben considerarse estrictamente como definición de una función matemática, sino como un intento de trasladar órdenes de magnitud de las variables consideradas.

Sería más acertado utilizar intensidades horarias, en lugar de IMD. Por ello, ante distribuciones horarias atípicas, se puede utilizar una “IMD equivalente”, igual a diez veces la intensidad horaria punta.

7.- CRITERIOS DE DISEÑO DE ROTONDAS PARTIDAS

En aquellos casos en que tras el correspondiente análisis se ha decidido la construcción de una rotonda partida (o el mantenimiento de una existente), conviene considerar, entre otros, los siguientes factores a la hora del proyecto: percepción, geometría, carriles de cambio de velocidad, limitación de velocidad y señalización.

En la bibliografía recomendada se describen con mayor detalles los criterios contemplados en esta ficha.

7.1.- PERCEPCIÓN

Es importante que tanto el conductor que circula por la carretera prioritaria como el que circula por la vía secundaria perciban, con la suficiente antelación, la tipología de la intersección:

- En el primer caso (vehículos con prioridad), para que se prevea la posibilidad de otros vehículos cruzando la calzada.
- En el segundo caso (vehículos que han de ceder el paso), para evitar la posibilidad de confusión con otro tipo de intersección; fundamentalmente con glorieta, lo que puede conducir a un accidente muy grave.

En ambos casos puede utilizarse un cartel croquis de preaviso, de fácil comprensión, y que, fundamentalmente, no pueda ser confundido con el utilizado para glorietas. Algunas CCAA disponen ya de este tipo de cartel croquis. Convendría adoptar un modelo standard en beneficio de la homogeneidad.

7.2.- GEOMETRÍA EN PLANTA DE LA INTERSECCIÓN

Así como en glorietas se recomiendan isletas centrales circulares, para conseguir velocidad uniforme en la calzada anular, en rotondas partidas son aconsejables isletas semicirculares.

De esta forma, el conductor que accede a la calzada anular sin prioridad, puede hacer un cálculo correcto de la distancia disponible para frenado. Un error en este cálculo puede llevar a una detención invadiendo la vía principal, lo que puede suponer un accidente muy grave (que en general suele interpretarse erróneamente como “no respetar prioridad”).

Así mismo, cuando se prevean altas velocidades de aproximación a la rotonda partida desde las vías secundarias, se recomienda que dicha aproximación se diseñe con un trazado “sinuoso” y se dispongan isletas deflectoras, de manera que sirva para reducir la velocidad de los vehículos.

7.3.- CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Para salida desde el tronco a una vía secundaria:

Se debe contar siempre con cuñas de cambio de velocidad, de manera que se eviten los alcances; no se considera indispensable la existencia de carriles de deceleración, salvo en casos de alta IMD o altas velocidades.

Para incorporación a derechas al tronco, desde la vía secundaria:

Para las reducidas intensidades de tráfico habitualmente compatibles con este tipo de intersección, en general no resulta necesario carril de aceleración; pero sí una pequeña cuña para facilitar la maniobra de giro a vehículos pesados, evitando la invasión del carril contrario. Para una mejor visibilidad, si no existe carril de aceleración, la detención del vehículo ante el stop debe hacerse, siempre que sea posible, perpendicularmente al eje de la vía principal, y en ningún caso es recomendable un ángulo inferior a 70 grados.

Se ha comprobado que las cuñas de incorporación de longitud inferior a 30 metros o los carriles de aceleración de longitudes superiores a 200 metros dan buenos resultados, desde el punto de vista de la seguridad.

7.4.- LIMITACIÓN DE VELOCIDAD Y SEÑALIZACIÓN

Dado que la velocidad excesiva es una de las principales causas de accidentalidad en este tipo concreto de intersección, se debe propiciar una velocidad adecuada al paso por la intersección.

La limitación de velocidad, para ser “respetable” debe ser realista: esto es, se deben evitar limitaciones demasiado severas, que tienen como efecto su incumplimiento (y el desprestigio de la señalización en general). La limitación de velocidad es más respetada si se asocia, colocándola en el mismo poste, con la señal de peligro intersección.

Debe señalizarse siempre la prohibición de adelantar en la vía principal.

Es conveniente disponer medidas de balizamiento, como balizas cilíndricas y captafaros, delineando las semiisletas e isletas deflectoras, si las hay. En casos graves se pueden cebrear los arcenes, y crear una franja central, cebreada también, en la que se dispongan balizas cilíndricas en el eje, separando los dos sentidos de circulación y reduciendo la anchura de carril.

Para casos extremos, y en tanto se modifica la tipología de la intersección, se pueden utilizar mezclas asfálticas de gran sonoridad (tipo LB1). O disponer bandas sonoras en los dos sentidos de circulación, y a la distancia suficiente para que los conductores puedan moderar su velocidad antes de llegar a la zona de conflicto.