

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD VIAL EN GLORIETAS



Desarrollado por el grupo de trabajo de Seguridad Vial de la Mesa de Directores y Directoras Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales

Agradecimiento a los miembros del **Grupo de Trabajo de Seguridad Vial de la Mesa de Directores y Directoras Generales de carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales**

Título original:

Recomendaciones de Seguridad Vial en Glorietas

Diseño, Maquetación y Gestión Editorial:

JR Molinero & Servicios Integrales de Comunicación, sl.

Primera Edición:

Febrero 2026

ISBN: 978-84-129643-0-1

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO	6
3. BREVE ANÁLISIS DE SINIESTRALIDAD EN GLORIETAS	7
4. PRINCIPALES PROBLEMAS DE SEGURIDAD IDENTIFICADOS Y TABLAS PROBLEMA-SOLUCIÓN	9
5. PROPUESTA DE MEDIDAS DE MEJORA DE LA SEGURIDAD EN GLORIETAS	16
5.1. Criterios de disposición	16
5.2. Adecuación de la capacidad	18
5.3. Mejora del diseño geométrico de la glorieta y sus accesos	20
5.4. Señalización vertical, horizontal y balizamiento para la mejora de la seguridad vial en glorietas	28
5.4.1. Optimización de la señalización vertical	28
5.4.2. Mejora de las marcas viales	30
5.4.3. Adecuación del balizamiento	32
5.5. Tratamiento de obstáculos en el entorno de la glorieta	36
5.6. Soluciones basadas en iluminación	39
5.7. Consideraciones sobre cruces peatonales en glorietas	45
5.8. Consideraciones sobre ciclistas en glorietas	49
5.9. Soluciones para vehículos especiales	51
6. RECOMENDACIONES ADICIONALES RELATIVAS AL MANTENIMIENTO	56
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXO 1: EJEMPLOS PRÁCTICOS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN GLORIETAS	60

1. INTRODUCCIÓN

La Mesa de Directores y Directoras Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales encargó al Grupo de Trabajo de Seguridad Vial, a sugerencia de éste, la elaboración de unas **Recomendaciones de Seguridad Vial** en Glorietas, que den respuesta a los problemas que se encuentran en estos puntos singulares de la red viaria interurbana. Si bien el documento se ha concebido principalmente para su aplicación a las glorietas existentes, algunas de las recomendaciones que se incluyen son de aplicación para el diseño de nuevas glorietas, como complemento a los criterios que se establecen en las normativas.

Así, se persigue disponer de una referencia para mejorar la capacidad de respuesta a un problema de seguridad vial que se está presentando en las glorietas interurbanas de titularidad autonómica y foral, y también en la red provincial de carreteras, ante la falta de normativa y recomendaciones específicas para estos emplazamientos.

El Grupo de Trabajo de Seguridad Vial de la Mesa de Directores y Directoras Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales trabaja, desde su creación, por la mejora de la red viaria y la solución de los problemas existentes, muchos de ellos comunes a todas las redes autonómicas y forales (y, frecuentemente, provinciales).

Se define glorieta como el tipo especial de nudo, caracterizado porque los tramos que en él confluyen se comunican a través de un anillo en el que se establece una circulación rotatoria alrededor de una isleta central. Las trayectorias de los vehículos no se cruzan, sino que convergen y divergen: por ello el número de puntos de conflicto es más reducido que en otros tipos de nudo (Ministerio de Obras Públicas, 1989).

Más recientemente, la Guía de Nudos Viarios (Ministerio de Fomento, 2012) define glorieta como el tipo de intersección en el que las patas que en ella confluyen se comunican a través de una (o varias) calzadas anulares, en las que se establece una circulación prioritaria en sentido antihorario alrededor de una isleta central.

No se consideran glorietas propiamente dichas las denominadas glorietas partidas, en las que dos tramos, generalmente opuestos, se conectan directamente a través de la isleta central por lo que el tráfico que pasa de uno a otro no la rodea. Tampoco son glorietas aquellas intersecciones giratorias en las que rige la prioridad a la derecha.

Las glorietas han demostrado ser un elemento de diseño muy eficaz que da solución a distintas cuestiones relacionadas con el tráfico y la seguridad vial.



Banco de Imágenes Shutterstock

Entre sus beneficios cabe destacar que son capaces de calmar el tráfico, así como que resultan, por lo general, más seguras que otro tipo de intersecciones, debido a que las velocidades de acceso son menores, siempre que estén bien diseñadas; constituyen, además, una solución muy versátil, siendo posible su utilización tanto en situaciones de mucho como de escaso tráfico. Son elementos cuyo funcionamiento es conocido por los usuarios, en términos generales, comprendiendo que el vehículo que está dentro de la glorieta tiene prioridad sobre los que esperan para su incorporación. Sin embargo, es importante señalar que no siempre son la mejor solución, y que una excesiva utilización de las glorietas también puede generar problemas de capacidad, seguridad o de otro tipo. Además, se trata de un elemento donde el riesgo subjetivo percibido por el usuario desempeña un papel muy importante en la toma de decisiones, que pueden ser críticas en caso de un diseño inadecuado.

En este documento se incluyen, además de referencias a las normativas, algunas recomendaciones y sugerencias, que deben entenderse como buenas prácticas basadas en la experiencia; éstas pueden servir como base para la decisión sobre su aplicación, teniendo en cuenta las particulares condiciones de cada entorno y de cada vía.

Con relación a las referencias normativas, es preciso destacar las siguientes fuentes:

- Orden Circular 32/2012 - Guía de nudos viarios. Ministerio de Fomento, 2012.
- Recomendaciones sobre glorietas. Ministerio de Obras Públicas, 1989.
- Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas. Comunidad de Madrid, 1994.
- Orden Circular 3/2017, por la que se indica el procedimiento para establecer las condiciones geométricas, de circulación y de seguridad vial necesarias para la autorización de un nuevo acceso de actuaciones urbanísticas, vías y caminos públicos urbanos, equipamientos de servicios y otros bienes a una glorieta en una vía de titularidad de la Comunidad Autónoma de Galicia.

El documento consta de las siguientes partes:

- Una introducción que sirve de explicación a la necesidad de las recomendaciones.
- Un capítulo de objetivos establecidos.
- Un análisis simplificado de la siniestralidad en glorietas, debido a la escasez de datos estadísticos para realizar un análisis en detalle.
- Una valoración de los principales problemas de seguridad que pueden aparecer en glorietas, identificando sus posibles causas y planteando ámbitos de actuación para la búsqueda de soluciones.
- Un planteamiento de medidas de mejora de la seguridad en glorietas atendiendo a los principales ámbitos de actuación expuestos en el apartado anterior: disposición, capacidad, diseño geométrico, señalización vertical, señalización horizontal, balizamiento, iluminación, tratamiento de obstáculos, cruces peatonales, consideraciones sobre ciclistas y atención a vehículos especiales.
- Un conjunto de reflexiones sobre las prioridades de conservación en glorietas, obtenida de encuestas realizadas a grupos de interés.
- Un listado de bibliografía de referencia.
- Anexo con ejemplos prácticos de problemas existentes en glorietas y soluciones que se han implantado.
- Anexo con soluciones a situaciones excepcionales.

En cuanto al ámbito de aplicación, como se ha indicado anteriormente, las recomendaciones hacen referencia a glorietas en carreteras, especialmente en tramos interurbanos, principalmente para glorietas existentes. Aunque en principio se han concebido como ayuda para los problemas específicos para redes de tipo convencional, se contempla también su utilización en vías de doble calzada.

2. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO

Los objetivos de las Recomendaciones de Seguridad Vial en Glorietas figuran a continuación:

- **Proporcionar soluciones para mejorar los problemas existentes en las glorietas** de la red autonómica y foral, que pueden ser de aplicación en otro tipo de redes locales, orientadas al ámbito interurbano, si bien podrían aplicarse también al entorno peri-urbano.

Las soluciones se enmarcan en el ámbito del diseño, la eliminación de obstáculos, el equipamiento (señalización vertical, horizontal, balizamiento, iluminación), consideración de usuarios vulnerables, vehículos especiales, conservación, etc.

- **Facilitar criterios de diseño y explotación de nuevas glorietas** bajo la perspectiva de la mejora de la seguridad vial, complementarios a la normativa en vigor.
- **Mostrar soluciones en formato de fichas técnicas**, elaboradas a partir de la experiencia de los técnicos que gestionan las carreteras de titularidad autonómica y foral.



3. BREVE ANÁLISIS DE SINIESTRALIDAD EN GLORIETAS

Con el fin de caracterizar la siniestralidad registrada en las glorietas, se ha llevado a cabo un análisis estadístico de los últimos años disponibles que ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de siniestros con víctimas registrado en intersecciones de vías interurbanas se sitúa cada año entre el 25% y el 30%, mientras que el de víctimas mortales se encuentra en torno al 15%. El porcentaje de heridos hospitalizados en intersecciones de vías interurbanas asciende a un 20%.
- En intersecciones giratorias de vías interurbanas se producen uno de cada tres siniestros con víctimas que tienen lugar en intersecciones, si bien el porcentaje de los fallecidos se encuentra en torno al 19%.

La dificultad existente para extraer conclusiones en detalle de las cifras de siniestralidad en glorietas a partir de los datos estadísticos disponibles en los anuarios de la Dirección General de Tráfico llevó al planteamiento de un análisis específico en redes autonómicas, cuyas conclusiones se muestra a continuación:

Respecto a la tipología de los siniestros registrados en glorietas, un análisis detallado realizado en el Principado de Asturias (2019-2020) revela los siguientes hechos:

- La colisión en los cambios de carril, en las maniobras de salida o mientras se circula por el anillo suponen el mayor porcentaje de siniestros (20%-37%).
- Un porcentaje muy significativo de siniestros corresponde a alcances en los accesos a las glorietas (18%-30%).

En 2021 se llevó a cabo un estudio específico de seguridad vial de las glorietas de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid del que se obtuvieron dos conclusiones relevantes:

- Por un lado, se confirmó que la siniestralidad de usuarios vulnerables (vehículos de dos ruedas y peatones) es especialmente elevada en glorietas. Concretamente se encuentran involucrados en el 35% de los siniestros con víctimas en glorietas.

- Por otro lado, se constató que las glorietas en carreteras de doble calzada o con más de 5 carriles de acceso presentan una siniestralidad significativamente superior a las dispuestas en carreteras convencionales para intersecciones de dos o tres vías.

Uno de cada tres conductores implicados en siniestros en glorietas cometieron alguna infracción (Dirección General de Tráfico, 2022). Entre ellas, las más graves son la velocidad excesiva, la entrada sin respetar la prioridad, la indisciplina de carril, la salida cruzada desde el interior y la salida sin dar prioridad al ciclista.

El estudio realizado por la Dirección General de Tráfico, relativo a la siniestralidad en 2020, arroja los siguientes resultados:

- 7.104 siniestros con víctimas, 2 de cada 3 en vías urbanas.
- 61 fallecidos, 32 en vías interurbanas y 29 en urbanas.
- 433 heridos graves, 2 de cada 3 en zonas urbanas.
- 12.332 conductores implicados en siniestros, 2 de cada 3 en vías urbanas.

En carretera:

- El 20% no respetaba las normas y señales de prioridad.
- El 8% cometía infracción de velocidad.

En ciudad:

- El 19% no respetaba las normas y señales de prioridad.
- El 5% no mantenía la distancia de seguridad.

Figura 1: Datos de siniestralidad en glorietas en 2020

(Fuente: Glorietas: las imprudencias más peligrosas, DGT)



4. PRINCIPALES PROBLEMAS DE SEGURIDAD IDENTIFICADOS Y TABLAS PROBLEMA-SOLUCIÓN

En este capítulo se exponen los problemas de seguridad que suelen presentarse habitualmente en glorietas, junto con una propuesta de ámbitos de trabajo para su resolución; estas soluciones se amplían en el capítulo 5, relativo a propuestas de medidas de mejora de la seguridad:

- ✓ Alcances en los accesos.
- ✓ Colisión con isleta deflectora.
- ✓ Entrada en dirección contraria por incorrecto diseño geométrico (acceso demasiado tangente a la isleta central).
- ✓ Colisión con la isleta central.
- ✓ Colisiones de los vehículos que acceden a la glorieta con los que circulan por el anillo.
- ✓ Colisiones en los cambios de carril en el anillo, en las maniobras de salida o mientras se circula por el anillo.
- ✓ Vuelco de vehículos pesados en el anillo.
- ✓ Alcances dentro del anillo.
- ✓ Salida de calzada.
- ✓ Atropellos de peatones en el acceso al anillo.
- ✓ Atropellos de peatones en la salida del anillo.
- ✓ Accidentes con ciclistas.

Se muestran a continuación una relación entre las potenciales causas y planteamiento de soluciones posibles para los problemas de seguridad identificados anteriormente:

	Alcances en los accesos a las glorietas
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Exceso de velocidad	Propuestas de moderación de la velocidad y advertencia de peligro (bandas transversales de alerta, refuerzo de balizamiento y señalización).
Accesos en pendientes pronunciadas	Pavimento diferenciado para mejorar el coeficiente de rozamiento.
Problemas de capacidad	Mejora del diseño geométrico - adecuación de la sección transversal.

POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES <i>(continuación)</i>
Falta de visibilidad	Mejora de la señalización de orientación previa.
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
	Mejora de la visibilidad (talas, podas, despejes....).
	Iluminación.
Incorrecta señalización / problemas en su percepción	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
Insuficiente distancia de frenado	Instalar pavimento de diferente textura, de alta fricción.

	Colisión con isleta deflectora
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Exceso de velocidad	Propuestas de moderación de la velocidad (bandas transversales de alerta, refuerzo de balizamiento y señalización).
Falta de visibilidad	Adecuación de la isleta deflectora.
	Iluminación.
	Mejora de la visibilidad (talas, podas, despejes....).
Escasa deflexión/Radio de entrada reducido	Mejora del diseño de la isleta.
Incorrecta señalización / problemas en su percepción	Mejora de la señalización de orientación previa.
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento (refuerzo de balizas cilíndricas H75.)
	Pintado de bordillos de las isletas.
	Coloreado de isletas.

	Entrada en dirección contraria
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Exceso de velocidad	Propuestas de moderación de la velocidad (bandas transversales de alerta, refuerzo de balizamiento y señalización).
Mala percepción del diseño	Mejora del diseño geométrico (por ejemplo, prolongación de la isleta deflectora).
	Mejora y refuerzo de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
	Iluminación.

	Colisión con isleta central
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Exceso de velocidad / mala percepción	Mejora del diseño geométrico.
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
	Iluminación.
	Señalización variable (indicador de velocidad).
	Tratamiento de la isleta central / Balizamiento perimetral de la isleta central / Pintado de bordillo con colores blanco y negro o blanco y amarillo.
	Mejora de la visibilidad con talas, desbroces podas o despejes.
Escasa deflexión en la entrada a la glorieta	Mejora del diseño geométrico. Tratamiento de la isleta circular.
Heterogeneidad respecto a otras tipologías de intersecciones del itinerario	Mejora de la señalización vertical (de código y de orientación), horizontal y balizamiento.
	Iluminación.
	Eliminar diseño discordante.
Accidentes graves debido a la configuración de la isleta	Ubicación de elementos que permitan la adecuada percepción de la isleta central, eliminando obstáculos rígidos.
	Refuerzo de pintura e instalación de captafaros y balizamiento.
	No instalar el alumbrado en la isleta central circular. Siempre en el exterior, salvo que se disponga báculo central con proyectores.
	Eliminación de bordillos de gran altura.

	Colisiones de los vehículos que acceden a la glorieta con los que circulan por el anillo
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Mala percepción del diseño	Mejora del diseño geométrico.
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
	Iluminación.
	Optimizar la instalación de sistemas de contención y otros elementos, evitando que impidan la visibilidad.
Incorrecta señalización / problemas en su percepción	Mejora de la señalización de orientación previa.
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.

POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES <i>(continuación)</i>
Incorrecta señalización / problemas en su percepción	Señal de Ceda el Paso también a la izquierda en isletas deflectoras, siempre que el tamaño de la isleta sea suficientemente grande. Mejorar el mantenimiento periódico para evitar que la señalización no se vea.
Velocidades altas en la aproximación	Mejora del diseño geométrico. Los ángulos de entrada a la glorieta tienen que canalizar hacia la calzada anular y no hacia la isleta circular central. Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento. Bandas sonoras de alerta, pavimento diferenciado.
Incorrecta percepción de la velocidad de circulación del vehículo que circula por el anillo	Rediseño del diámetro de la isleta circular.

	Colisiones en los cambios de carril en el anillo, en las maniobras de salida o mientras se circula por el anillo
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Problemas de percepción debido a una mala combinación de pendientes longitudinales y transversales	Mejora del diseño geométrico.
Proximidad entre accesos / salidas	Mejora del diseño geométrico. Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
Diseño deficiente	Los ángulos de salida han de favorecer una maniobra suave. Esto es bueno para todos los vehículos pesados y muy especialmente para los que llevan líquidos ya que se reduce el balanceo.
Maniobras ilegales del usuario que circula por el carril rápido	Instalación de marcas viales continuas en tramos específicos o bordillos. Supresión de carriles en las salidas, dejar solo uno.
Exceso de número de carriles en calzada anular	Para glorietas de diámetro exterior 30-40 metros e IMD < 5.000 v/d, reestudiar la relación entre número de carriles y capacidad de la glorieta para reducir el número de carriles. En general se recomienda que el anillo disponga de tantos carriles como el ramal con mayor número de carriles.

	Vuelco de vehículos pesados en el anillo	
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES	
Exceso de velocidad	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.	
Peraltes inadecuados	Mejora del diseño geométrico.	
	Puede no ser adecuado disponer siempre los peraltes hacia el exterior, pues origina este tipo de problemas. En ocasiones, podría ser más acertado el peralte 1/3 o el 2/3, disponiendo la charnela en el eje del carril exterior. Se valorará y justificará cada caso con estudio específico.	

	Alcances dentro del anillo	
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES	
Problemas de capacidad	Mejora del diseño geométrico.	
Velocidad inadecuada		
Camiones muy largos para la geometría de la glorieta	Mejora de la visibilidad	

	Salida de calzada hacia el exterior de la glorieta	
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES	
Exceso de velocidad Diseño deficiente	Instalación de sistemas de contención.	
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.	
	Pintar isletas y bordillos.	
	Mejora del drenaje.	
	Cambio de geometría, limitación de velocidad, mejora del coeficiente de rozamiento en el anillo.	

	Salida de calzada hacia el interior
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Exceso de velocidad Diseño deficiente	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
	Pintar isletas y bordillos.
	Cambio de geometría, limitación de velocidad, mejora del coeficiente de rozamiento en el anillo.
	Prolongar isletas en el ramal de entrada.
	Mejora del drenaje.

	Atropellos de peatones en el acceso / salida del anillo
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Problemas en la ubicación de zonas de cruce peatonal	Evitar, en la medida de lo posible, la ubicación de pasos peatonales con prioridad para éstos en glorieta en entornos interurbanos.
	Facilitar, siempre que sea posible, la separación de pasos peatonales de las proximidades de la glorieta ¹ .
	Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
	Iluminación.
	Señalización variable (indicador de velocidad o de presencia de peatones).
Problemas con las paradas de autobús en las proximidades	Estudio de ubicación de las paradas marquesinas e itinerario peatonal correspondiente.

¹ Si fuera necesario su implantación, para garantizar la mejora de la seguridad de los peatones, serían preferibles en las zonas de salida. Se desaconseja su utilización cuando haya más de un carril de circulación por sentido en los accesos y salidas de las glorieta.

	Accidentes con ciclistas / usuarios de vehículos de movilidad personal²
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Conflictos en el interior del anillo	Comprobar si se trata de rutas ciclistas y si es así: - Señalización de presencia frecuente de ciclistas / usuarios de vehículos de movilidad personal. - Estudiar diseños específicos para ciclistas.
	Implantación de carriles segregados en el exterior del anillo, cuando sea posible
	Instalación de pinturas de alta fricción.
Pelotones de ciclistas	Señalización de advertencia específica.

	Accidentes con motocicletas y ciclomotores
POSIBLES CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIONES
Conflictos en el interior del anillo	Medidas de calmadoreo del tráfico en la aproximación.
	Actuaciones para mejorar la percepción de la glorieta desde ramales de entrada.
	Instalar balizamiento en ramales de entrada.
	Prolongar isletas en el ramal de entrada.
	Intensificar la frecuencia de las labores de limpieza (gravilla y gasoil).
	Actuaciones de mejora del drenaje.

² Desde el 2 de enero de 2021, los vehículos de movilidad personal tienen prohibida la circulación en vías interurbanas, travesías, autopistas o túneles urbanos, por lo que solo se considerarán en tramos de vías que no cumplan con estas características.

5. PROPUESTA DE MEDIDAS DE MEJORA DE LA SEGURIDAD EN GLORIETAS

Se incluyen en este capítulo propuestas de mejora de la seguridad en glorietas estructuradas según ámbitos de actuación; las sugerencias que se incluyen están basadas en la experiencia de los titulares de las carreteras autonómicas y forales, así como en experiencias internacionales y otras referencias de interés.

5.1. CRITERIOS DE DISPOSICIÓN

Consideraciones

Las glorietas permiten reducir el número de potenciales conflictos entre usuarios; en la Figura 2 se puede apreciar el número de posibles conflictos entre vehículos y con peatones que se producen en una glorieta respecto a una intersección de cuatro ramales.

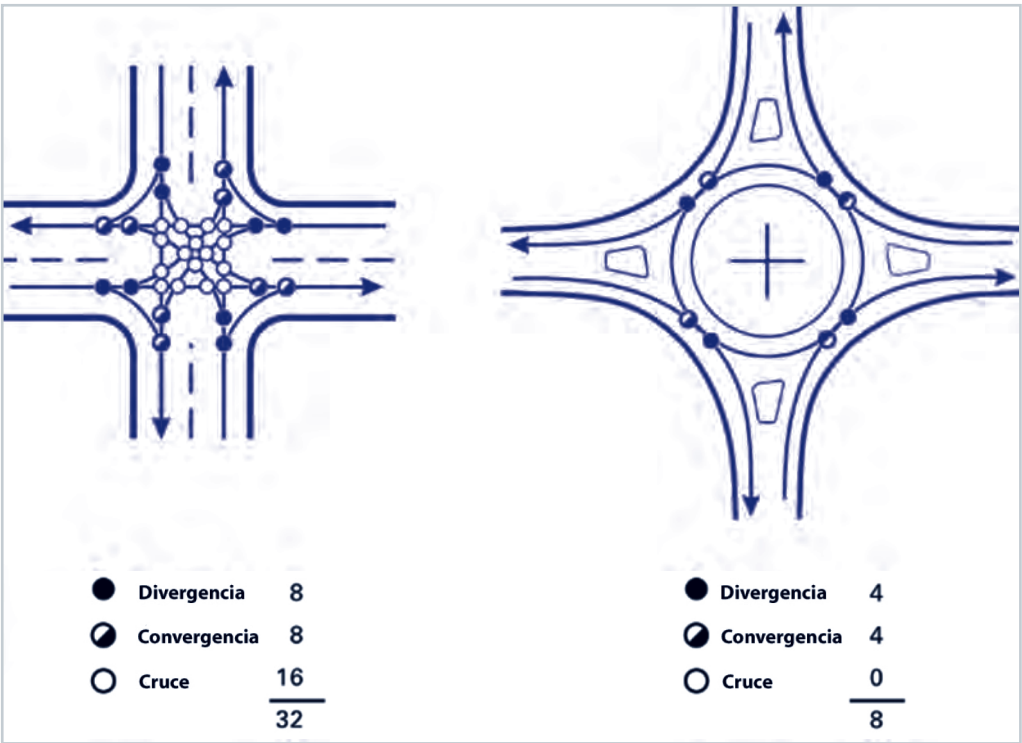


Figura 2: Puntos potenciales de conflicto en intersecciones.
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

Como se ha citado anteriormente, las glorietas presentan numerosas ventajas, pero también algunos inconvenientes, según puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1.- Ventajas e inconvenientes en el uso de glorietas.

(Fuente: elaboración propia y Massachusetts Department of Transportation).

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Usuarios vulnerables no motorizados	Los peatones pueden cruzar un sentido de tráfico y esperar en un refugio peatonal para cruzar el otro.	Pueden producirse problemas de visibilidad de los peatones en determinadas configuraciones.
		Pueden existir conflictos relativamente frecuentes con ciclistas.
Seguridad	La baja velocidad de circulación reduce la severidad de los siniestros.	En glorietas con varios carriles se suelen producir incidentes de diversa gravedad, debido a las dificultades de los usuarios para escoger las trayectorias adecuadas.
	Menor número de potenciales puntos de conflicto que en otro tipo de intersecciones (ver 4).	
Operación	Pueden proporcionar tiempos de espera inferiores y colas menores que otros tipos de intersecciones.	La igualdad en la priorización de todos los ramales que otorgan las glorietas puede provocar elevadas demoras para determinadas configuraciones en accesos con altos volúmenes de tráfico.
	Se minimizan los tiempos de demora en comparación con intersecciones controladas por semáforos fuera de la hora punta con tráficos bajos.	
Calmado de tráfico	Se consigue una reducción de velocidad de los vehículos.	Se trata de una solución menos económica que otras medidas relacionadas con el calmado del tráfico.
	Las glorietas permiten inducir en los conductores un cambio en la percepción del entorno.	
Mantenimiento	En general no precisan de elementos de control del tráfico que haya que alimentar con una fuente eléctrica.	Posible necesidad de iluminación en algunos emplazamientos, especialmente si hay tráfico peatonal.
		A menudo, las grandes glorietas contienen elementos naturales como árboles, arbustos, plantas, etc., que es preciso mantener adecuadamente.
Consideraciones ambientales	Menor número de paradas, especialmente durante periodos fuera de las horas punta.	La necesidad de disponer de mayores espacios para la construcción de glorietas, comparado con otro tipo de intersecciones, puede suponer impactos de carácter ambiental.
	Reducción del ruido, consumo de combustible e impactos en la calidad del aire, respecto a otro tipo de intersecciones.	

Recomendaciones

Tal como se indica en las consideraciones previas de este documento, las glorietas constituyen una solución muy adecuada en numerosas circunstancias, si bien su generalización puede traer consigo efectos adversos para la circulación y la seguridad.

En relación con las ubicaciones favorables para las glorietas, se pueden sugerir las siguientes:

- Emplazamientos donde se hayan registrado conflictos de seguridad vial.
- Intersecciones con un elevado número de movimientos de giro permitidos, especialmente giros a la izquierda.
- Intersecciones con elevados volúmenes de tráfico en las horas punta, pero relativamente bajos durante el resto de las horas.
- Intersecciones donde se desee facilitar movimientos de cambio de sentido.
- Cuando quieran ser utilizadas como puerta de entrada o cambio de escenario de entorno rural a urbano.
- Intersecciones con 5 o más ramales.

Por el contrario, las siguientes circunstancias pueden llevar a valorar otro tipo de soluciones e incluso a desaconsejar la ubicación de una glorieta:

- Cuando exista otra glorieta cercana, de manera que las colas generadas en una de ellas puedan afectar a la capacidad de la otra.
- Intersecciones con una presencia importante de usuarios vulnerables como peatones y ciclistas.
- Emplazamientos donde la orografía dificulte la visibilidad.

5.2. ADECUACIÓN DE LA CAPACIDAD

Consideraciones

La capacidad de las glorietas no se puede ceñir exclusivamente al análisis del anillo central; de hecho, las glorietas de gran diámetro tienen una buena capacidad en el anillo, pero los accesos se pueden ver penalizados por la dificultad de acceder al anillo, debido a la alta velocidad de circulación que genera un diámetro grande.

Así, la capacidad de una glorieta depende de varios factores, no solo los relativos a su diseño geométrico, sino también, y de manera muy significativa, de los flujos de tráfico de entrada-salida y del número de carriles de cada entrada y de la calzada anular.

El proceso para determinar el nivel de servicio tiene varias etapas:

- En primer lugar, se debe determinar la capacidad de cada entrada en función de la intensidad de la circulación anular (prioritaria) que la corta.
- A continuación, es preciso calcular la intensidad que aporta cada entrada. Como ésta depende de la intensidad prioritaria que, a su vez, proviene de las entradas anteriores, el problema de predecir el equilibrio medio de todas las intensidades que entran a la glorieta se convierte en iterativo. Una forma de cálculo se explica en la “Recomendaciones sobre Glorietas” (Ministerio de Obras Públicas, 1989). También existen varios programas informáticos comerciales que permiten realizar el cálculo automáticamente basándose en el Manual de Capacidad (Transportation Research Board, 2010).

A pesar de las recomendaciones sobre capacidad en glorietas y niveles de servicio deseables, frecuentemente se constata que la capacidad de glorietas existentes supera con creces la teórica y, aunque con un funcionamiento cuestionable, existen numerosas glorietas en carreteras convencionales de un tráfico muy elevado, incluso con una intensidad media diaria superior a los 30.000 vehículos.

En ese sentido, más limitativa que la capacidad es la afección que produce la disposición de una glorieta en un itinerario. A ese respecto, hay que tener en cuenta el tipo de vía (principal, secundaria o local) en el que se ubica la glorieta, y valorar los beneficios que pueden obtenerse en cuanto a accesibilidad y seguridad, con los posibles efectos adversos que pueda generar la ruptura del itinerario, aumento de congestión por reducción de velocidades, etc.

Recomendaciones

En términos generales, siempre que sea posible, se recomienda que el anillo disponga de tantos **carriles** como el ramal con mayor número de carriles.

Otro detalle para tener en cuenta es el diseño de las **isletas deflectoras**, especialmente en glorietas con una elevada intensidad de tráfico. Los ángulos de entrada próximos a 90°³ obligan a que el “ceda el paso” prácticamente se convierta en STOP, penalizando las maniobras de acceso, al verse los vehículos forzados a realizar un giro y aceleración en esos casos.

El ancho de la isleta deflectora en la zona más próxima al anillo también influye en la capacidad de los accesos, ya que cuanto más ancho sea, más facilita que

³ Se entiende por ángulo de entrada el que forman el eje de la entrada en la línea de ceda al paso y la tangente al eje de la calzada circular en el punto en que ésta es interceptada por la anterior (Comunidad de Madrid, 1994).

EXCEPCIONES BASADAS EN EVIDENCIAS

Aunque, como se ha indicado, se recomienda que el anillo disponga de tantos carriles como el ramal con mayor número de carriles, en ocasiones puede ser necesario realizar excepciones.

En este sentido, se ha constatado que la existencia de un doble carril de entrada al anillo central mejora la capacidad de ese acceso en más del doble, siempre y cuando la calzada anular tenga dos carriles. Este efecto es más sensible cuanto mayor es la IMD de ese acceso. Según estudios específicos realizados en glorietas de la red autonómica de la Xunta de Galicia, la utilización del segundo carril del entorno del 30% (el carril derecho siempre tiene más uso) permitiría reducir las colas en más del 60%. En cualquier caso, se recomienda que el segundo carril tenga una longitud moderada para evitar posibles conflictos por adelantamientos indebidos.

el vehículo que se quiera incorporar en el acceso siguiente vea con más antelación la maniobra de salida de los vehículos que circulan por el anillo, lo que le permite ganar tiempo de reacción para iniciar la maniobra de incorporación al anillo, mejorando así la capacidad del acceso.

Del mismo modo, si el **radio de la salida** de una glorieta es muy pequeño, los usuarios deben reducir su velocidad, por lo que la maniobra se hace más lenta; esto disminuiría la capacidad del anillo, añadiendo la complicación al giro de los vehículos pesados que, por sus dimensiones, pueden verse obligados a ocupar parte del carril del sentido contrario con la consiguiente reducción de capacidad e incremento de riesgos.

Cuando el tráfico de una de las vías que acceden a la glorieta es muy superior al de las otras vías, éstas últimas pueden presentar

problemas para acceder a la glorieta, dando lugar, con frecuencia, a incorporaciones muy ajustadas y peligrosas motivadas por la impaciencia. En estos casos, se debe estudiar que la incorporación a la glorieta sea más reducida en las vías con más tráfico, por medio de ramales directos en los movimientos con mayor intensidad de tráfico o cualquier otra actuación que facilite la incorporación desde las vías con menos tráfico.

5.3. MEJORA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA GLORIETA Y SUS ACCESOS.

Consideraciones

La modificación del diseño geométrico de una glorieta existente puede suponer la realización de obras de gran envergadura; sin embargo, en otras ocasiones, se pueden conseguir mejoras de la seguridad con la realización de cambios que supongan un coste y un plazo reducido para su implantación, por ejemplo, mediante la modificación del ángulo de los accesos cambiando la geometría de las isletas deflectoras.

En este capítulo se incluyen recomendaciones relativas al diseño geométrico de las diferentes partes de las glorietas, con vistas a la mejora de la seguridad de la circulación de glorietas abiertas al tráfico y de los elementos de nuevo diseño.

Es importante señalar que se recomienda realizar simulaciones de tráfico incluyendo las situaciones del tráfico de vehículos pesados en glorietas, para evitar problemas por parámetros de diseño estricto en cuanto a anchos de carril, ángulos de incidencia, etc.

Recomendaciones

Isleta central

La mejor localización para la isleta central se logra cuando los ejes de todas las vías que acceden a la glorieta pasan por su centro geométrico. Si esta configuración no fuera posible, se debería procurar que el centro de la isleta esté situado en el eje de la vía principal, así como que los ejes del resto de vías estén próximos al centro.

Con todo, serían aceptables ligeros desplazamientos del centro de la glorieta respecto del eje del vial principal. En cualquier caso, se debería diseñar las glorietas y sus accesos de manera que se eviten las entradas tangenciales a la calzada anular sin inflexión.

Separación de accesos

Con vistas a evitar la aparición de conflictos entre los vehículos que circulan por la calzada anular, es deseable un distanciamiento uniforme de los accesos a la glorieta, de manera que la separación entre accesos consecutivos sea lo más grande posible.

Así, debería evitarse, en la medida de lo posible, la superposición de los ramales de acceso y salida consecutivos, ya que esta situación permitiría incluso pasar de uno a otro sin entrar prácticamente en la glorieta. Se recomienda que la distancia entre ramales, medida sobre la línea del arcén de la calzada anular sea, como mínimo de 14 metros. En casos excepcionales, podrían ejecutarse glorietas que no cumplan esta distancia, que requerirían de una justificación detallada, incluyendo un análisis de alternativas a la solución adoptada y de la posible problemática de cada una de ellas desde el punto de vista de la seguridad y de las posibles interferencias en el tráfico.

Entradas: morfología, número y anchura de los carriles de los ramales

La inflexión de la trayectoria de los vehículos a la entrada de una glorieta es uno de los factores más importantes para la seguridad de la circulación. Esta inflexión se logra por la presencia de la isleta central y la de una isleta deflector/separadora en cada acceso, que debe ser amplio para facilitar la percepción y el encauzamiento.

Una vez llegado el vehículo a la entrada a la glorieta debe tener un ángulo de visión del anillo circular suficiente, por lo menos, para ver la mitad de la glorieta

enfrentada al acceso, siendo aconsejable que se puedan ver también las entradas anterior y posterior.

La trayectoria de entrada de los ramales debería ser tangente con la de la calzada circular y no debe estar enfrentada con el anillo central. Los ángulos demasiado pequeños interfieren en el funcionamiento propio de la glorieta, pues obligan a los conductores a mirar con un ángulo muy incómodo hacia atrás para ver si se aproxima algún vehículo y favorecen la entrada a velocidad elevada, incluso sin respetar la prioridad del tráfico que circula por la calzada anular. Los ángulos demasiado grandes también interfieren el funcionamiento normal de la glorieta, pues favorecen los conflictos en forma de cruce (el ceda el paso casi se convierte en un STOP, como se ha indicado anteriormente).

La isleta deflectora se debe diseñar de modo que sea tangente con el bordillo central, de manera que la visual del conductor en la aproximación a la glorieta perciba antes la isleta deflectora que el anillo central. Se recomienda que el radio mínimo de la curvatura de la trayectoria de entrada desde el ramal a la glorieta no sea inferior a 20 metros (en ningún caso inferior a 15 metros) aunque el diseño normalmente llevará a radios más grandes.

Como situación excepcional, en el caso de entradas a glorietas de diámetro exterior mayor de 28 m en las que la carretera tenga un único carril por sentido podrá abrirse un segundo carril de entrada cuando se considere conveniente para mejorar la capacidad de la glorieta o para facilitar la explotación de la carretera. En general, se abrirá hacia la izquierda para minimizar los cambios de carril dentro de la glorieta; no obstante, podrá también abrirse hacia derecha cuando del análisis particular de la glorieta se concluya que el movimiento de giro cara al ramal a la derecha es el principal.

Si la calzada anular dispone únicamente de 1 carril, no es recomendable disponer un segundo carril en los ramales de entrada, puesto que al pasar de 2 a 1 carril se pueden generar problemas.

Los carriles de los ramales de entrada deben tener, en términos generales, un ancho recomendable de 3,25 m, con un máximo de 3,5 m, cuando haya dos carriles. En el caso de un solo carril de entrada a la calzada anular, se recomienda que el ancho del carril sea de 3.5 m, pudiendo llegar a los 4 m si el radio del ramal es muy reducido. En cualquier caso, ante la presencia de vehículos pesados, los anchos de carril mencionados pueden resultar escasos, generando problemas de giro; en este sentido, como se ha citado anteriormente, es recomendable que las simulaciones de tráfico en el diseño de las carreteras se extiendan también a los vehículos pesados en glorietas.

En caso de que se conecten a la glorieta viales locales de características reducidas (baja intensidad de tráfico o sección reducida), se podrá admitir un diseño

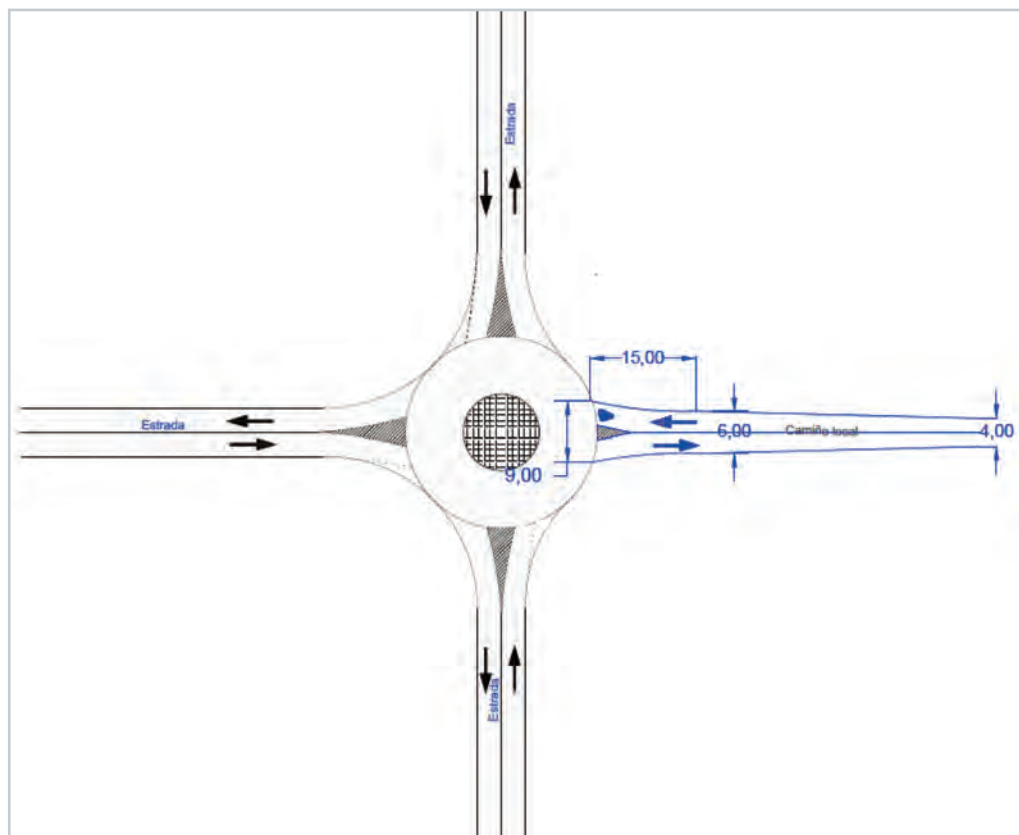


Figura 3: *Transición en el entronque.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

menos restrictivo. No obstante, se intentará conseguir que la calzada del ramal tenga una anchura mínima de nueve metros (9 m) en el punto de entronque con la anular, y de seis metros (6 m) en una longitud del entorno de quince metros (15 m), a medir desde el borde exterior de la calzada anular.

Los arcenes interiores y exteriores de los ramales de acceso a la glorieta se diseñarán de 0,5 m, para favorecer el efecto estrechamiento a la llegada a la glorieta. No obstante, el arcén exterior del acceso podrá ampliarse al ancho que disponga previamente la vía en caso de que sea empleada muy asiduamente por ciclistas y no se pueda ejecutar una senda destinada a la circulación exclusiva de estos.

Salidas: morfología, número y anchura de los carriles de los ramales

Como norma general el número de carriles de salida de la glorieta será el mismo que tenga la carretera en la que desemboca.

Las salidas de las glorietas se diseñarán siempre de manera que se facilite, en la medida de lo posible, la salida de los vehículos sin maniobras forzadas, lo que



Fotografía 1.- *El equipamiento no debería restringir la visibilidad en los accesos.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

puede conseguirse mediante la utilización de radios de giro y anchuras de los carriles amplios en las salidas.

Se recomienda que el radio mínimo de la curvatura de la trayectoria de salida desde la glorieta al ramal no sea inferior a 30 metros (en ningún caso inferior a 20 metros) aunque el diseño normalmente llevará a radios más grandes.

En salidas de un solo carril se intentará disponer que éste tenga una anchura recomendable de aproximadamente 5 m en el frente de la isleta deflectora (mínimo 4 m). A partir de este punto se hará una transición suave entre este valor y el ancho del carril de la carretera con la que se corresponda la salida.

En salidas de dos carriles a calzada tendrá un ancho recomendable de 9 metros junto a la isleta deflectora. Como en el caso anterior, a partir de ese punto se hará una transición hasta conseguir el ancho de la calzada de la carretera en la que se desemboca.

Los arcenes interiores y exteriores de los ramales de salida de la glorieta tendrán una dimensión recomendada de aproximadamente 1 m. (mínima de 0,5 m).

Pendiente longitudinal, pendiente transversal y peralte en la glorieta

Las glorietas se dispondrán preferentemente en rasantes con pendientes homogéneas (sin acuerdos) o en acuerdos cóncavos. De este modo se facilita su percepción desde cualquier acceso, ya que ésta resulta más complicada cuando se dispone la glorieta en un acuerdo convexo tras una rampa.

La pendiente longitudinal máxima no debería sobrepasar el 4%, si bien en algún caso particular se podrán justificar valores superiores.



Fotografía 2.- *Acumulación de agua en la calzada en el anillo circular.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

Para garantizar la evacuación de las aguas de drenaje debe estudiarse cuidadosamente la combinación entre la pendiente longitudinal y la inclinación transversal, de manera que no se produzcan acumulaciones de agua en la plataforma. Será especialmente importante disponer la necesaria pendiente para lograr la evacuación de las aguas, bien cara a las márgenes (situación recomendable), bien cara a los elementos de la red de drenaje que se ejecuten para recoger la escorrentía.

En cuanto a la pendiente transversal, no se requiere ningún valor de cara a compensar los esfuerzos transversales, ya que no serán elevados, puesto que la velocidad a la que se circula es reducida (menor de 40 km/h). No obstante, como se ha indicado, debe tener la inclinación suficiente para no provocar acumulaciones de agua en la carretera, por lo que se aconseja un valor entorno al 2%. Para el caso concreto de glorietas de gran diámetro, donde los vehículos pesados pueden alcanzar velocidades superiores a 40 km/h en su interior, una pendiente transversal del 2 % hacia el exterior puede ser excesiva por lo que se analizará la sección transversal (suavizar la pendiente hacia el exterior o peralte hacia el interior, lo que conllevaría disponer de los dispositivos de drenaje para evacuar las aguas en los puntos bajos del borde interior de la calzada anular). La fotografía 2 muestra un ejemplo de acumulación de agua con el peralte hacia el interior de la glorieta, lo que puede generar problemas de conservación y seguridad vial.



Fotografía 3.- Pendiente mal ejecutada en glorietas.

(Fuente: Autores de las recomendaciones)

Pendiente longitudinal, pendiente transversal y peralte en los accesos

La pendiente longitudinal de los ramales de acceso a la glorieta que pertenecen a la vía principal tendrá una inclinación similar a la de esta vía, recomendándose que esta no sea superior al 6%. En cualquier caso, se procurará siempre que favorezca la percepción de la glorieta por parte de los usuarios.

Cuando el acceso a la glorieta de los ramales secundarios se produzca en rampa se intentará que cuando menos en los 10 metros anteriores a la glorieta la inclinación del ramal sea inferior al 3% (máximo recomendable), y siempre inferior al 4% (máximo absoluto) para favorecer la incorporación de los vehículos pesados y facilitar la visibilidad. En caso de que el acceso se produzca en pendiente, se recomienda no sobrepasar el 6%.

El acuerdo vertical que se disponga entre el ramal de entrada y la calzada anular de la glorieta debe tener, cuando menos, una longitud mínima de 10 metros cuando por la carretera no vayan a circular autobuses urbanos. En caso de que empleen la carretera este tipo de vehículos, puesto que presentan una altura entre la carretera y el piso del autobús menor que del resto de los vehículos, podría ser necesario aumentar esta longitud hasta los 20 metros. En cualquier caso, como esta longitud dependerá de la inclinación de la rasante del ramal y de la pendiente transversal de la calzada anular, resulta aconsejable la realización de un estudio específico.

La pendiente longitudinal que se disponga debe colaborar a la evacuación de las aguas. Se intentará que, combinada con la inclinación transversal, evite que el agua resbale por la calzada anular de la glorieta cara a la isleta central.

No será necesario disponer el peralte estricto que se necesitaría en función del radio de la curva de entronque con la calzada anular, ya que debido a la reducida velocidad de circulación la aceleración centrífuga en estos puntos es baja. En todo caso, los peraltes de los ramales de acceso deben establecerse de manera que permitan una transición cómoda entre los del tramo anterior y los de la propia glorieta, e impidan acumulaciones de agua.

Isletas deflectoras

Las isletas deflectoras tendrán longitudes y anchuras lo más amplias posibles para facilitar la percepción de la glorieta y la inflexión en los movimientos de



Fotografía 4.- *Situaciones críticas debido a la escasa deflexión.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

entrada a la misma, así como la comodidad en los movimientos de salida. Siempre que el espacio disponible lo permita, se ejecutará una isleta física elevada de la calzada. Se intentará conseguir que ésta tenga una longitud mínima aproximada de 15 metros para la zona de la isleta física y un total de 50 metros incluyendo la zona con pintura. La anchura de la isleta repercute directamente sobre la capacidad (ver justificación de capacidad al final de estos textos) de la intersección, por lo que esta será la mayor posible.

Para delimitar la presencia de las isletas físicas se recomienda emplear bordillos perimetrales montables pintados en un color diferente al habitual y con microesferas retrorreflectantes. En las convergencias entre las aristas de las isletas se redondearán las uniones de los bordillos, recomendándose un radio mínimo de 0,5 metros.

Carriles segregados

Se podrán disponer carriles segregados hacia la derecha para los vehículos que pretendan salir de la glorieta en el acceso siguiente al de su entrada.

Su configuración será tal que un vehículo de grandes dimensiones no invadirá el sentido contrario de circulación en el ramal en el que desemboca.

5.4. SEÑALIZACIÓN VERTICAL, HORIZONTAL Y BALIZAMIENTO PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN GLORIETAS

5.4.1. OPTIMIZACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Consideraciones

La prioridad de paso en las glorietas es un elemento clave de la seguridad de la circulación de los vehículos. En este contexto, la señalización vertical desempeña un papel clave. En el Reglamento General de Circulación se detalla la necesidad de ceder el paso a los vehículos que transiten por las vías preferentes y, en particular, en las glorietas, se señala la preferencia de los vehículos que se hallen en la vía circular respecto a los que pretenden acceder a ella.

La señalización orientativa de las diferentes opciones disponibles en los ramales de salida se debe realizar con suficiente antelación, para evitar situaciones de indecisión o sorpresa.

Recomendaciones

Se debe prestar especial atención a la señalización vertical que permita la percepción de la glorieta con la suficiente antelación y la elección del ramal por el que salir. De este modo se mejora la seguridad viaria al evitar indecisiones dentro de la calzada anular.

En las isletas deflectoras únicamente deben colocarse las señales y los carteles flecha imprescindibles, de cara a no dificultar la visibilidad en los accesos, y siempre protegidos por bordillos remontables. Tal es el caso del cartel de confirmación de destino.

La señalización vertical se debe ajustar al Catálogo de Señales de Circulación, anexo I del vigente Reglamento General de Circulación. Además, se debe instalar de acuerdo con lo indicado en la Norma 8.1- IC Señalización Vertical, con las excepciones que se prevén en los siguientes puntos:

- Se recomienda que las señales de paso obligatorio (R-401a), que señalan el lado de las isletas por el que los vehículos deben circular, se coloquen a una altura libre de 0.90 metros (extremo inferior de la señal), para mejorar su percepción y visibilidad. En el caso particular de que se colocara en el mismo poste que la señal R-1 duplicada, se podría plantear su instalación a una mayor altura.
- En la isleta deflector, la señal de ceda el paso (R-1) se colocará a una altura libre de 1,5 metros, de manera que tanto la señal R-401a como la R-1 se puedan percibir simultáneamente en la aproximación. La señal de ceda el



Fotografía 5.- *El exceso de elementos e información puede dificultar la percepción para los usuarios.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

paso es prioritario que se instale en la isleta deflectora ya que el conductor la ve mejor que la que se dispone a la derecha.

- Las señales de intersección de sentido giratorio obligatorio (R-402) se colocarán en el anillo central frente a cada entrada dejando una altura libre de 1,5 m. Se considera especialmente importante que esta señal pueda ser vista desde una distancia suficiente, especialmente en casos de glorietas que puedan presentar dificultades en su percepción para los vehículos que acceden a la misma.
- No deben señalizarse los destinos de salida en la isleta central, a fin de que éstas no obstaculicen la visión de los conductores que esperan entrar. En el caso justificado de tener que poner señales, se valorará la utilización de señales con postes fusibles.
- En las zonas urbanas, cuando se generen isletas deflectoras tan pequeñas que no permitan incorporar bordillos remontables, se eliminará todo tipo de señalización vertical en las mismas que se compruebe que pueden generar un problema con los vehículos pesados. Los carteles y flecha correspondientes podrán ubicarse en el anillo exterior, en una zona con visibilidad suficiente. Y podrá prescindirse de la señal R-101 adosada a la cara posterior de la señal R-1.

Desde un punto de vista técnico, tanto las señales necesarias como su disposición están recogidas en el artículo 4.6 Glorietas, de la Norma 8.1-IC *Señalización vertical*. Se atenderá también a lo dispuesto en el artículo 4.4.2 *Posición transversal* y 4.4.3 *Altura*, dentro del apartado 4.4 *Colocación de las señales (criterios de implantación)*.

5.4.2. MEJORA DE LAS MARCAS VIALES

Consideraciones

Para el diseño de las marcas viales, la Norma 8.2 IC establece claramente el tipo y tamaño de las marcas viales continuas y discontinuas, así como las flechas y símbolos a implementar.

La vigente Norma 8.2 IC aprobada en 1987 no dedica un capítulo específico para la señalización de glorietas, sin embargo, el borrador de nueva instrucción ofrece una guía de múltiples posibilidades para reforzar la información al usuario mediante flechas y símbolos en carriles de entrada y en calzada anular, en glorietas con más de un carril, tanto en las vías de acceso como en la propia calzada anular, con el fin de orientar al conductor a la hora de elegir su mejor posicionamiento.

Las marcas viales longitudinales de las glorietas están normalmente sometidas a un gran desgaste pues se pisan con mucha frecuencia, y además están sometidas a desgastes tangenciales derivadas de la circulación en trayectorias de giro. Por ejemplo, las marcas de Ceda el Paso, tanto la línea de parada como el símbolo de “Ceda el Paso” sufren el paso del 100% de los vehículos que acceden a las glorietas.

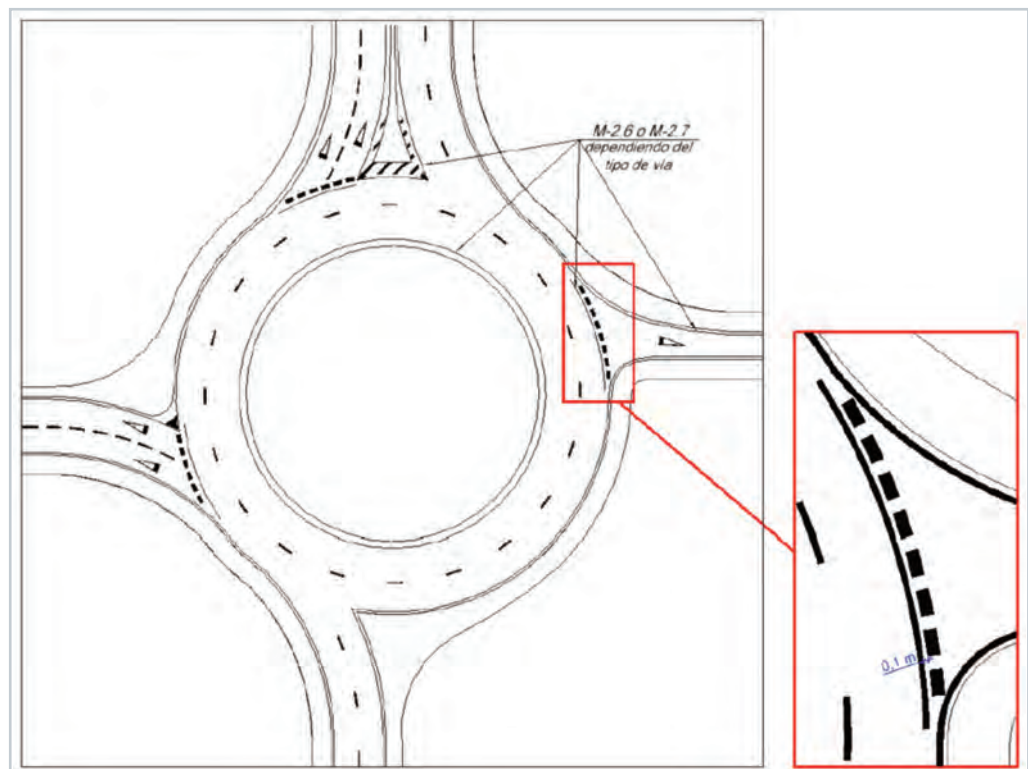


Figura 4: Línea continua adosada a marca transversal discontinua para evitar invasiones de sentido contrario. (Fuente: Norma 8.2-IC-Marcas Viales)



Fotografía 6.- Sugerencia de marca vial en glorietas de gran diámetro y correspondiente señalización orientativa.

(Fuente: Autores de las recomendaciones)

Recomendaciones

En cualquier caso, y en cuanto a símbolos, se considera imprescindible disponer en una glorieta:

- Marca vial M-6.5 de Ceda el Paso.
- Cebreado en isletas deflectoras que no dispongan de bordillos que conformen la isleta.
- Como norma general, en los accesos a una glorieta se dispondrá marca transversal discontinua (marca M-4.2). No obstante, en casos en que, debido al trazado o a otras circunstancias, se hayan detectado o se prevea que podrán darse casos en los que usuarios abandonen la glorieta por un acceso en lugar de una salida (pasando por tanto a circular en sentido contrario), podrá disponerse adosada a la marca transversal discontinua M-4.2 una línea continua del mismo ancho que la línea de borde utilizada en la glorieta, y separada 0,10 m de la marca M-4.2.

Puede servir también como ayuda eficaz:

- Pintar la marca vial M-6.7 Velocidad máxima 40 Km/h, de acuerdo a la señalización vertical.
- En lugar de pintar la marca vial M-5.2 Flecha de frente o derecha en calzada anular previamente a una salida, en glorietas de gran diámetro, se propone el diseño que figura en la Fotografía 6.
- Pintar cebreado en isletas deflectoras con bordillos, en el espacio entre las marcas viales de borde y los bordillos, aunque es preferible acercar el bordillo al arcén (aproximadamente a 0,50 m en las entradas y a 1,0 m en las salidas, como se indicaba en el capítulo relativo al diseño geométrico).

Debido a la situación de desgaste anteriormente expuesta, se recomienda el uso de pinturas de alta durabilidad, tanto para marcas longitudinales como para flechas y símbolos. Como estas marcas de alta durabilidad pueden presentar problemas de deslizamiento en climas lluviosos, se debería analizar la conveniencia de utilizar pinturas acrílicas, teniendo en cuenta que presentarán mayores necesidades de repintado para garantizar un buen mantenimiento.

En cuanto a la resistencia al deslizamiento de las pinturas de alta durabilidad, en aquellos itinerarios donde se prevea una alta densidad de circulación de motociclistas o ciclistas y, especialmente en zonas de clima lluvioso, se recomienda incrementar el coeficiente de resistencia al deslizamiento (SRT) mediante la adición de áridos antideslizantes a las pinturas que se utilicen.

5.4.3. ADECUACIÓN DEL BALIZAMIENTO

Consideraciones

Las intersecciones en una carretera suponen discontinuidades en el trazado, en las que es necesario reducir la velocidad de circulación para disponer de condiciones de seguridad y comodidad, garantizando que el conductor percibe la proximidad de la intersección con suficiente antelación, y reduciendo la probabilidad de siniestros como las salidas de vía.

Tanto la percepción como la capacidad de reacción vendrán marcadas por las situaciones críticas con respecto a la seguridad, como pueden ser la conducción nocturna, la conducción en condiciones climatológicas desfavorables como la lluvia, la niebla, cuando el espacio para disponer los elementos de señalización es reducido o la plataforma tiene dimensiones reducidas, así como el efecto de la nueva implantación de glorietas sobre los conductores no habituados a encontrarlas en su recorrido.

Por lo tanto, el uso de balizamiento en glorietas actuará como herramienta fundamental para ayudar al conductor a realizar las maniobras, tanto de aproximación a la glorieta como la de la trayectoria por el anillo circular. Estas maniobras se apoyan, asimismo, sobre los elementos de guía que aportan las marcas viales y las señales verticales de circulación (P-4, R-1, R-402 o elementos de pre-señalización, entre otras).

El balizamiento en glorietas persigue conseguir alguno de los objetivos siguientes, resaltando su papel durante la noche:

- Complementar la percepción de la proximidad de una glorieta y su tipología.
- Reforzar la visibilidad de los elementos singulares que componen la glorieta de manera que el conductor discrimine la presencia de obstáculos y el espacio canalizado para el vehículo.

- Usar dispositivos sencillos y económicos para reforzar la seguridad vial.

En relación con los elementos de balizamiento en las glorietas, se pueden distinguir los siguientes:

- Elementos con pintura, ya sea de tipo lineal (bordillos, contornos varios) o superficial (pavimentos entre líneas continuas, resaltes y otros). Están entre los que se utilizan con más frecuencia. Se trata de elementos que, si bien se han incluido en el capítulo de balizamiento, tienen relación con las marcas viales y deben realizarse de manera coordinada con la señalización horizontal.
- Dispositivos reflectantes de contenido alternativo a la pintura lineal, en disposición justificada.
- Balizas cilíndricas con una disposición especialmente justificada.
- Hitos de vértice con una disposición especialmente justificada.
- Balizas luminosas en cascada como complemento de la señalización vertical de peligro.

Recomendaciones

Las variables a considerar cuando se analiza la necesidad de elementos de balizamiento hacen referencia tanto al entorno físico, relacionadas con la ubicación de la intersección, como a las circunstancias del tramo: intensidad media diaria de vehículos, categoría de la vía, factores que afectan a la conducción diurna y nocturna, etc. En este sentido, los elementos de balizamiento actúan de manera complementaria a la iluminación, si existe, durante la noche.

La selección y disposición de los elementos de balizamiento se debe coordinar con los de señalización, no sólo en cuanto a los mensajes al conductor, sino también respecto a la ubicación de dispositivos en los márgenes de la vía o las isletas, de manera que no resulte recargado ni se pueda confundir al realizar las maniobras.

Bajo el criterio general de balizar de forma compatible con la señalización, sin que se obstruya la visión de las señales o abunde la información de tal manera que el conductor no la pueda procesar, conviene valorar la implantación de los elementos de balizamiento de acuerdo a los siguientes principios:

- Se recomienda pintar los bordillos de las isletas deflectoras de las glorietas que hay en tramos interurbanos; cuando se decida pintar la superficie de las isletas, se sugiere hacerlo de color diferente al de los bordillos. En la foto inferior se muestra, como ejemplo, un bordillo pintado en blanco y rojo.



Fotografía 7.- Ejemplo de pintura en isletas.

(Fuente: Generalitat de Catalunya)

- El uso de reflectores de balizas cilíndricas y de hitos de vértice complementará, si es necesario, la disposición de la pintura.
- Si las isletas no se delimitan con bordillos, se podrá utilizar cebreado o pintura y/o balizas cilíndricas; si se utilizan balizas cilíndricas, se debe garantizar que no tapan ni interfieren con ningún otro elemento funcional.
- Se recomienda pintar los bordillos de la isleta central de las glorietas, facilitando así su percepción e identificación.

Para su ajuste, los elementos de balizamiento deben ser compatibles con la existencia de vías ciclistas que crucen los ramales de acceso de las glorietas.

Se deben buscar los mecanismos para establecer una homogeneidad territorial en cuanto a los criterios de implantación.

Cualquier otro principio o criterio que se use tendrá que justificarse para poder ser aplicado por razones de seguridad vial, espacio físico disponible o la falta de otra alternativa viable.

En cuanto a los criterios de implantación de balizamiento, se sugiere considerar los siguientes elementos:

- Pintura en carriles e isletas.
- Dispositivos reflectantes.
- Balizas cilíndricas.
- Balizas luminosas.



Fotografía 8.- *Ejemplo de pintura en bordillo.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

Asimismo, se pueden utilizar, de manera opcional, balizas de divergencia. En glorietas a nivel en enlaces de pesas, con iluminación, se puede prescindir de algunos de los elementos de balizamiento.

Se recomienda evitar los paneles direccionales para indicar el sentido de circulación de una glorieta. Los paneles direccionales, cuya función es la de balizar curvas, podrían utilizarse excepcionalmente para solucionar un problema de diseño, o cuando hay una glorieta en medio de un tramo recto y singularmente largo. En este sentido, no se debe obviar que:

- Son las señales de pre-señalización, es decir, la cartelería destinada a tal fin la encargada de advertir la presencia de una glorieta.
- Por la noche, los paneles direccionales pueden dar lugar a confusión por parte de los conductores al pensar que se trata de una curva, y, por tanto, pueden no percibir que deben ceder el paso (aunque esté bien señalado).

Como alternativa a los paneles direccionales en las isletas centrales, y con el fin de advertir por la noche de la presencia de la isleta se podrían instalar dispositivos reflectantes como hitos cilíndricos en la zona perimetral, o algunos de los muchos elementos del tipo baliza luminosa de pequeño tamaño y materiales flexibles o frágiles que existen en el mercado.

5.5. TRATAMIENTO DE OBSTÁCULOS en el ENTORNO DE LA GLORIETA

Consideraciones

Cuando un vehículo entra en una glorieta, y se sale de su trayectoria por diferentes razones, podrían producirse alguna de las siguientes situaciones:

- El vehículo invade la isleta central e impacta contra alguno de sus elementos internos.
- El vehículo atraviesa la isleta circular central y a continuación impacta con cualquier otro elemento de la glorieta.
- La trayectoria del vehículo se aparta de la isleta central, pero impacta con cualquier otro elemento de la glorieta.

Recomendaciones

Para minimizar los efectos de tales situaciones y atendiendo a la normativa y recomendaciones existentes, se exponen a continuación una serie de buenas prácticas genéricas basadas en la experiencia, bajo la perspectiva de maximizar la seguridad, enfocadas a los distintos elementos de glorietas periurbanas e interurbanas.

Isleta central

Es aconsejable que la isleta central esté **“suavemente”** elevada (no más de 5H/1V según OC32/2012), pero solo lo suficiente para:

- Evitar que el conductor que ingresa perciba la continuidad de su carril a través de la isleta central. Esto es especialmente beneficioso durante la noche, cuando las luces de los vehículos que circulan en sentido contrario pueden “enmascarar” la presencia de la glorieta.
- Mejorar la percepción de la glorieta al hacerla más visible al aproximarse.
- Impedir la visibilidad del área completa de la glorieta, de manera que se garantice una velocidad de ingreso más reducida.

Si esta elevación es excesiva puede transformarse en un obstáculo o incluso en una “rampa” que contribuya a desviar la trayectoria del vehículo intensificando sus efectos.

El **bordillo** del anillo en todo caso debe ser remontable. Además, con el fin de que se pueda percibir mejor por la noche, es aconsejable pintarlo con pintura reflectante, o bien colocar balizamiento perimetral.

Es muy importante mantener una **corona exterior diáfana**, libre de cualquier tipo de obstáculo (arbustos, muretes, señales, etc.) de al menos 1 metro de anchura, medido desde el borde exterior de la isleta central. La ausencia

de elementos facilitará, además, la visibilidad desde la calzada anular a las entradas y salidas de la glorieta.

En el **interior de la isleta central** se deben evitar los elementos que constituyan obstáculos peligrosos, rígidos o macizos, ya sean ornamentales (rocas, esculturas en piedra u hormigón, fuentes, maquinarias de obra antigua, árboles, etc.) o bien parte del *equipamiento de la glorieta* (báculos de alumbrado, postes, hitos, boquillas e impostas de las obras de desagüe, etc.). Tampoco deben colocarse barreras de seguridad, puesto que también constituyen un obstáculo.

En caso de justificar su colocación, se dispondrán lo más lejos posible de la corona exterior y de la trayectoria usual de invasión de la glorieta⁴, y siempre después de un “lecho de frenado” que, en caso de salida, posibilite el amortiguamiento sin colisión.

En cualquier caso, se desaconseja que la isleta central quede totalmente diáfana porque puede dar lugar a que no sea correctamente percibida por los usuarios. En este sentido se recomienda la instalación de elementos que faciliten la percepción de la glorieta con la anticipación suficiente, como por ejemplo, balizas cilíndricas H-75.

Asimismo, es preciso evitar que lo que se sitúe en la isleta central pueda deslumbrar al conductor, salpicar ni caerse sobre la calzada. Respecto de esto último puede servir de referencia que reglamentariamente⁵ para tendidos aéreos, está establecido que los apoyos a dichos tendidos se sitúen a una distancia de la arista exterior de la calzada no inferior a vez y media su altura.

En cuanto a los posibles **materiales para utilizar en los anillos de frenado**, se pueden sugerir los siguientes:

- Gravas.
- Granalla de caucho procedente de reciclaje mediante trituración mecánica de neumáticos fuera de uso NFU's.
- Tierra sin compactar.
- Especies vegetales rastreras.

Por otra parte, en cuanto a las opciones de vegetación para la parte central de la isleta, conviene tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se desaconseja en cualquier caso la colocación de especies arbóreas con desarrollo de tronco grande (>15 cm de diámetro).
- Las opciones son variadas y su uso estará sujeto a los condicionantes de la región geográfica y Comunidad Autónoma donde se encuentre la glorieta.

⁴ Se deben analizar las diferentes trayectorias de salida de los vehículos de la vía susceptibles de invadir el interior de la isleta central.

⁵ Artículo 124, apartado X del Reglamento General de Carreteras del Estado.

“La estética no debe comprometer la seguridad”

La inclusión en los proyectos de una partida para elementos ornamentales debe realizarse poniendo énfasis en la mejora de la seguridad. Se sugiere que, al hacer referencia, por ejemplo, a “Partida elemento(s) ornamental(es) glorieta/ Partida destinada al diseño y ejecución de elemento ornamental en la glorieta”, se incluya la necesidad de comprobar que lo que se va a colocar en el centro de la isleta central sea compatible con la seguridad.

En caso de colocación de un **elemento ornamental en el centro de la glorieta**, éste debe venir claramente definido en proyecto, en cuanto a dimensiones, características, materiales y posición que ocupará en la isleta.

Si bien puede ser interesante realizar un análisis de las diferentes trayectorias de salida de los vehículos que puedan invadir la isleta central, se quiere hacer hincapié, desde la experiencia, que, cuando se producen siniestros graves, las trayectorias de salida de los vehículos no coinciden con las esperadas,

sino que se presentan situaciones muy variadas. En este sentido, es preciso extremar las precauciones con la colocación de elementos en el centro de las glorietas, que puedan suponer obstáculos peligrosos.

Se deben extremar las precauciones no solo con la señalización, sino también con otros elementos, como los mástiles de las banderas o elementos ornamentales, como las letras o iconos, que deben tener una altura controlada y estar hechos de materiales frágiles que no supongan un obstáculo rígido en caso de choque.

Como ya se ha citado en el capítulo de señalización vertical, la señalización en la isleta central debe estar limitada, de manera que no se obstaculice la visión de los conductores. En el caso justificado de tener que poner señales, se debe valorar la utilización de señales con postes fusibles.

Isletas en los accesos

Las isletas deflectoras de las entradas de las glorietas deben permitir la visibilidad, de manera que un conductor, al entrar a una glorieta, debe poder ver toda la calzada desde la entrada anterior, o al menos 50 metros de la misma, para poder realizar la maniobra de incorporación a la calzada anular de forma segura.

Con vistas a reducir la gravedad de un potencial siniestro al invadir la isleta, se deben evitar obstáculos en ellas, en la medida de lo posible. En este sentido, se considera que los postes o la señalización vertical, por ejemplo, pueden ser obstáculos en sí mismos, por lo que su ubicación deberá analizarse cuidadosamente.

La colocación de cualquier elemento que pueda ser un obstáculo debe analizarse cuidadosamente y, en caso de ser necesario, se debe verificar que tienen la altura adecuada para ser vistos y para permitir la visibilidad.

Se desaconseja la colocación de cualquier tipo de vegetación en las isletas.

Entorno de la glorieta

En general no resulta conveniente el empleo de sistemas de contención de vehículos en una glorieta. Hay que tener en cuenta que, al ser acentuada la curvatura de las trayectorias de los vehículos, el ángulo de incidencia en dichos sistemas suele ser bastante mayor que el adecuado; y el desarrollo de las fuerzas de contacto durante el choque puede resultar distinto. Se recomienda considerar preferentemente la posibilidad de rellenar las isletas, suavizar los taludes y eliminar los obstáculos.

5.6. SOLUCIONES BASADAS EN ILUMINACIÓN

Consideraciones

La iluminación de la vía tiene un importante papel en la mejora de la seguridad de la circulación. Según datos publicados por la Dirección General de Tráfico relativos a 2020 (Dirección General de Tráfico, 2022), de noche y sin iluminar se producen el 18% de los siniestros con víctimas en vías interurbanas; sin embargo, estos siniestros dan lugar al 29% de los fallecidos, por lo que se pone de manifiesto que se trata de siniestralidad grave (durante el día, en vías interurbanas, se producen el 70% de los siniestros con víctimas, que suponen el 59% de los fallecidos).

El problema de la conducción nocturna en ausencia de luz artificial afecta a toda la red viaria, sin embargo, las glorietas constituyen un espacio particularmente singular por su situación y la confluencia de usuarios y maniobras que en ellas se producen.

Su proximidad o integración en los núcleos urbanos, y el mayor número de ciclistas, peatones y vehículos lentos que por ellas transitan, obligan a valorar la necesidad de su iluminación, como emplazamientos singulares de la vía.

Tres son los factores que hay que tener en cuenta en el diseño de la iluminación de estas zonas:

- Los conductores están sometidos a un aumento de la carga de trabajo al aproximarse y circular por las glorietas.
- El contorno de los objetos no se reconoce muchas veces, debido a parámetros como la localización del vehículo, peatones, obstáculos y la geometría general de las calzadas.
- No se dispone, generalmente, de una iluminación suficiente con los faros de vehículo.

La instalación de alumbrado en las glorietas deberá de advertir a los usuarios con el tiempo suficiente de lo siguiente:

- Emplazamiento de las salidas de las distintas vías de tráfico.

- Configuración, situación y forma de la glorieta, incluyendo la isleta central.
- Presencia de bordes de la calzada e isletas.
- Presencia de otros posibles obstáculos, si existen.

Así, el alumbrado de un tramo singular que se encuentra en un itinerario que carece de iluminación deberá permitir al conductor lo siguiente:

- A media distancia (siempre que sea posible entre 300 y 500 m) comenzar a percibir la configuración del tramo singular, mediante un guiado visual con una disposición adecuada de los puntos de luz.
- A corta distancia, ver sin ambigüedad los obstáculos y la trayectoria a seguir.
- Al salir de la zona iluminada, adaptarse progresivamente al cambio de situación de la luz a la oscuridad estableciendo el decrecimiento de la luminancia durante una longitud adecuada, recomendándose cuando sea posible una distancia mínima de 200 m o longitud igual a la distancia de frenado.

Recomendaciones

Se recomienda iluminar todas las intersecciones giratorias, con el objetivo de mejorar la percepción de cambio de geometría en el trazado y de evitar la accidentalidad nocturna en dichos tramos singulares. Se recomienda utilizar postes fusibles, para minimizar las consecuencias de posibles choques.

Uno de los principales objetivos de la iluminación en glorietas es resaltar su percepción lejana, lo que mejora su efecto como reductor de velocidad, y desvelar su forma, permitiendo la rápida identificación del tipo de intersección, para ello es conveniente resaltar la modificación de trazado que supone este elemento.

En las intersecciones con glorieta, al igual que en el resto de las intersecciones, el nivel de iluminación debe ser un grado superior al del nivel de la vía confluyente de mayor nivel de iluminación. Para ello conviene que la altura de las luminarias sea uniforme e igual a la de la vía de mayor nivel luminoso de las que acceden a esta glorieta.

Si las vías de acceso en vías interurbanas no disponen de iluminación y se considera necesario iluminar la glorieta, se recomienda iluminar todas las vías de acceso, en ambos sentidos, en un tramo de al menos 200 m o una longitud igual a la distancia de frenado, y con el nivel de iluminación que dichas vías requieran de acuerdo con la normativa vigente (ITC-EA-02).

En caso de nuevos proyectos constructivos, es preciso tener en cuenta esta necesidad por las instalaciones que requiere. Y en caso de glorietas existentes,



Banco de Imágenes Shutterstock

donde se haya determinado la necesidad de iluminar, analizar la viabilidad técnica de disponer dicho alumbrado.

Tanto en vías urbanas como en vías interurbanas, el **nivel de iluminación** será un grado superior al del nivel de la vía confluyente de mayor nivel de iluminación, incrementando la uniformidad media global (U_0) hasta al menos 0,5, con un valor de referencia de la iluminancia media $E_m \geq 30$ lux (correspondiente a una clase CE1 según O.C. 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles) y deslumbramiento máximo $GR \leq 45$.

Según esto, se recomiendan los siguientes valores:

- Nivel de iluminación en glorieta: 50% superior al nivel de la vía de mayor nivel de iluminación y, como mínimo, un grado superior.
- Uniformidad media global $\rightarrow U_0 \geq 0,5$
- Iluminación media horizontal $\rightarrow E_m \geq 30$ lux
- Deslumbramiento máximo $\rightarrow GR \leq 45$

En muchas glorietas, especialmente en tramos urbanos, aunque también en interurbanos, existen **pasos peatonales**. Si la iluminación de una calzada es homogénea no habrá contraste, dificultando la identificación de los pasos de peatones. En este sentido, es preciso tener en cuenta que el conductor que llega a una glorieta debe estar pendiente de los vehículos que le preceden, de los vehículos que circulan por la glorieta, en especial los que pasarán frente a

él cuando llegue al punto de acceso, y de los peatones, si los hubiese, lo que supone numerosas variables para ser analizadas en muy poco tiempo.

Así pues, en las glorietas, como en cualquier vial en el que exista un paso de peatones, el nivel de iluminación del paso de peatones debe ser suplementado con el fin de resaltar la posible presencia de peatones, de tal manera que un conductor que circule por una vía con un grado de iluminación relativamente uniforme pueda percibir el contraste.

Por tanto, los pasos de peatones situados en glorietas deberán ser iluminados mediante luminarias con ópticas asimétricas que garanticen niveles mínimos tanto en el plano vertical como horizontal, evitando que los peatones queden en penumbra.

La luz debe estar focalizada sobre el peatón minimizando el riesgo de deslumbramiento a los conductores con distinta temperatura de color para identificar los pasos de peatones.

Los modos de iluminar una glorieta pueden dividirse en tres tipos principales: iluminación central, iluminación perimetral y mixto; las características principales se resumen en la tabla 2.

Tabla 2.- Opciones de iluminación de glorietas.
(Fuente: elaboración propia).

	Iluminación central	Iluminación perimetral	Mixto
Descripción	Consiste en disponer una columna de gran altura en el centro de la glorieta.	Se disponen puntos de luz, situados en el anillo perimetral exterior.	Combinación de iluminación central y perimetral.
Recomendaciones	Por motivos de seguridad, deslumbramiento y mayor gravedad de los accidentes, no se recomienda la implantación de luminarias en la isleta central.	En general, se recomienda disponer las luminarias en el exterior de la calzada de circulación, siguiendo el perímetro de la glorieta y formando un anillo. Si resulta necesario para completar la forma o la interdistancia, podrán disponerse luminarias en las isletas de las entradas. Excepcionalmente, pueden localizarse luminarias en la isleta central, en caso de isletas de gran diámetro y calzada circular de gran amplitud, que exija iluminación por ambos lados. En este sentido, cabe recordar la recomendación de utilizar postes fusibles.	

En comparación con la iluminación perimetral, la central presenta la ventaja de rapidez de instalación en el momento de su implantación, y quizás la del mantenimiento al tener que atender tan solo un báculo, pero presenta las siguientes desventajas:

- La iluminación central puede producir deslumbramientos a los conductores, no solo en la propia vía, sino también a los que circulan por otras carreteras situadas a distinto nivel (por ejemplo, en el caso de las glorietas inferiores de los enlaces tipo diamante).
- Mayor coste de mantenimiento, debido a los medios necesarios.
- La incidencia en la Seguridad Vial, debido a presencia de un obstáculo de mayor rigidez que en el caso de la iluminación perimetral, además situado en la trayectoria de los conductores que se salen de la calzada invadiendo la isleta central.
- La iluminación central no ilumina exclusivamente la calzada (el objeto para el que está previsto) por lo que no ayuda al conductor a seguir la trayectoria debida.
- La eficiencia energética de la iluminación central es muy inferior a la de la iluminación perimetral.

En cuanto a la iluminación de las glorietas según su ubicación, cabe realizar las siguientes recomendaciones:

GLORIETAS EN ENTORNO PERIURBANO

Las glorietas en entornos periurbanos deberían estar generalmente iluminadas, y sus características se parecen a las de la zona urbana, si bien algunas carecen de tráfico peatonal.

Son glorietas a las que el acceso puede realizarse a velocidades superiores a las propias de las glorietas urbanas, si bien la velocidad de circulación por el anillo estará limitada a 40 km/h. Este hecho suele presentar un tipo de accidentalidad basado en la invasión de la isleta central, habiendo invadido en ocasiones previamente la isleta deflectora de acceso. Este tipo de accidentes viene ocasionado por la llegada del vehículo al punto de acceso con velocidad inadecuada.

Por estos motivos siempre se recomienda:

- Advertir de la presencia del obstáculo por medio de señales luminosas de reducción de la velocidad, escalada de acuerdo con la normativa, con la suficiente antelación para que cuando los vehículos entren en la glorieta lo hagan a la velocidad señalada.
- Iluminación según las recomendaciones dadas y la normativa vigente.
- Refuerzo de señalización si existen pasos de peatones.

Al igual que en el caso de las glorietas urbanas, se recomienda la iluminación perimetral, reforzando dicha iluminación en los pasos de peatones si existen.

GLORIETAS EN ENTORNO INTERURBANO

En este caso, no siempre están iluminadas y no suelen tener tráfico peatonal. Aquí el principal problema reside en que, si no están iluminadas, se puede provocar un incremento del riesgo debido a la dificultad para percibir el obstáculo y la posibilidad muy real de que los vehículos lleguen al punto de acceso a velocidades más altas de las debidas.

La experiencia señala que resulta fundamental iluminar la primera glorieta que se encuentre en un itinerario tras un largo recorrido sin glorietas, debido a que puede ser una situación inesperada; igualmente conviene iluminar cuando las glorietas están muy distanciadas entre sí.

Asimismo, en ambos casos conviene disponer de largas isleta deflectoras, para dar tiempo al conductor a percibir anticipadamente la glorieta.

No obstante, se deben distinguir, dentro de estas glorietas, dos tipos básicos:

- Glorietas situadas en zonas donde la niebla es un factor importante
- Resto de glorietas.

Como norma general se deberían de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Advertir de la presencia del obstáculo por medio de señales luminosas de reducción de la velocidad, escalada de acuerdo con la normativa, con la suficiente antelación para que cuando los vehículos entren en la glorieta lo hagan a la velocidad señalada.
- Balizamiento o iluminación de la calzada de modo que el conductor pueda identificar perfectamente cuál es el camino que debe recorrer.
- En el caso de glorietas situadas en zonas con abundante niebla, se debería de balizar el perímetro para que sea reconocible por el conductor en condiciones extremas.

También en este caso se considera conveniente el modo de iluminación perimetral, reforzada si es necesario por el balizamiento en zonas donde sea frecuente la presencia de niebla.

En el caso de **glorietas existentes**, si bien se entiende que los niveles de iluminación son los previstos en la normativa vigente en función del tráfico, se recomienda revisar el nivel de iluminación con el fin de comprobar que es el

adecuado al tráfico actual que soportan. Además, se sugieren las siguientes prácticas:

- Se recomienda la sustitución de las luminarias existentes por luminarias LED en el caso de que sean de un tipo distinto.
- Se debe comprobar que la orientación de las luminarias es la correcta, con el fin de evitar los deslumbramientos.
- En las glorietas con tráfico peatonal deberá disponerse una iluminación complementaria, con las características indicadas en los apartados anteriores para la correcta iluminación de los pasos de peatones.
- Cuando la glorieta esté situada en zonas con riesgo de niebla, deberá procederse al balizamiento perimetral de la calzada anular.
- En las carreteras interurbanas, fuera de las zonas urbanas, en las que la velocidad de circulación está limitada por el código de circulación con velocidades superiores a las propias de población, se recomienda la instalación de señales luminosas de advertencia, junto con las señales de código de reducción de velocidad, de modo que los conductores puedan percibir, de manera clara, que acceden a una zona singular con velocidades de recorrido muy inferiores a las del resto del tramo de carretera.

5.7. CONSIDERACIONES SOBRE CRUCES PEATONALES EN GLORIETAS

Consideraciones

Habitualmente en las glorietas se producen cruces de peatones. Unas veces por su localización en entornos urbanos y periurbanos con vías de acceso a servicios u otros puntos de atracción/generación de trayectos; otras, provocados por la ubicación en las inmediaciones de paradas de autobús que, a su vez, aprovechan las glorietas como nodos en los que confluyen varias líneas.



Fotografía 9.- Paradas de autobús en las proximidades de glorietas.

(Fuente: Autores de las recomendaciones)

En algunos casos, la presencia de peatones puede suponer un problema de siniestralidad en las glorietas, que requerirá de un análisis específico para implantar las soluciones más adecuadas. De los atropellos que se producen en glorietas, el mayor número tiene lugar por los carriles de entrada en la glorieta; aunque también se producen en los de salida e incluso en la calzada anular (Ministerio de Fomento, 2012).

A pesar de que las glorietas no están especialmente indicadas para la disposición de pasos para peatones, es cierto que la reducción de velocidad puede ayudar a que se puedan compatibilizar ambos, glorietas y peatones. Sin embargo, no todas las configuraciones del entorno y de las vías de acceso permiten diseños seguros. Además, es frecuente que la coexistencia del tráfico motorizado con un tráfico intenso de peatones en las proximidades de una glorieta pueda generar problemas de seguridad. En esos casos, una alternativa puede ser la semaforización del paso de peatones en el ramal. También suelen generar problemas los pasos para peatones no semaforizados en carreteras de calzadas separadas, sobre todo con IMD elevadas (por ejemplo, superiores a 10.000 vehículos).

A pesar de lo anterior, la ubicación y diseño de los pasos para peatones en glorietas resultan directamente afectados por el proceso de intensa transformación que actualmente se está produciendo en la movilidad sostenible. En ese sentido, pueden presentarse con cierta frecuencia situaciones en que más que la aplicación automática de las recomendaciones en pasos para peatones en glorietas que se exponen en este capítulo, convenga flexibilizar algún criterio o realizar un estudio específico para el caso concreto.



Fotografía 10.- Zona de cruce en la que la señal P-20 está demasiado cerca del cruce y éste no se percibe adecuadamente.

(Fuente: Autores de las recomendaciones)

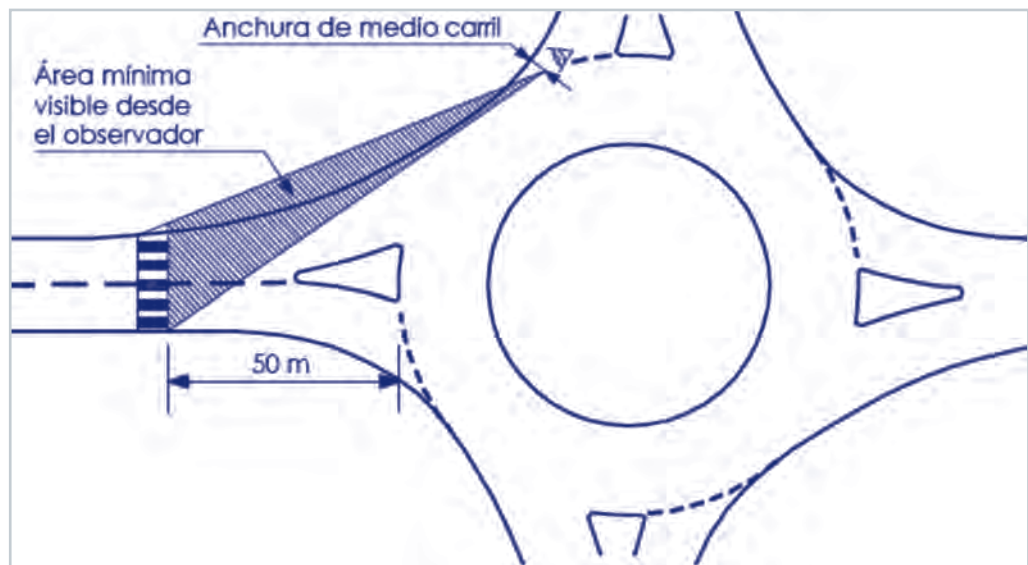


Figura 5: Visibilidad recomendada en pasos para peatones de glorietas en tramos de nuevas carreteras. (Fuente: Guía de Nudos. Ministerio de Fomento. 2012)

Recomendaciones

En cualquier caso, entre los aspectos más importantes para la seguridad de los peatones en las glorietas están la visibilidad y la velocidad. En cuanto a disponer de una visibilidad suficiente, por un lado, rigen las reglas generales (debe ser superior a la distancia de parada a la velocidad de proyecto), cuidando especialmente el mantenimiento de la pintura y que no haya elementos que se interpongan en la visual, incluyendo señales, barreras y elementos ornamentales. Pero, además para el caso de pasos para peatones, se recomienda que, en cualquiera de las entradas, desde el centro de cualquier carril a la altura de la marca de detención, como desde el centro del carril derecho 15 m antes de ella, se vea la totalidad de un paso cebra situado en la siguiente salida, si está a menos de 50 m de la calzada anular (ver figura a continuación). Asimismo, en carreteras se recomienda que la ubicación de los pasos para peatones se resalte por una señalización luminosa especial.

En cuanto a conseguir una velocidad moderada que permita una ubicación segura para el paso para peatones en glorietas, igualmente rigen las indicaciones generales sobre ese aspecto, pero con más rigor, hasta el punto de que no deberían estar dispuestos pasos para peatones en vías de acceso a glorietas si se comprueba que la velocidad en ellas es sistemáticamente superior a 50 km/h (por ejemplo, si la velocidad V_{85} la supera). El motivo es que da a los peatones una falsa sensación de seguridad.

Las medidas para reducir la velocidad ante un paso para peatones en las proximidades de la glorieta son las mismas que para los casos genéricos, sólo que hay que añadir la posibilidad del paso peatonal sobreelevado.



Fotografía 11.- Señalización de refuerzo para la identificación de un paso peatonal.

(Fuente: Autores de las recomendaciones)

Con respecto a la ubicación idónea del paso para peatones, hay que estudiar específicamente cada caso. No obstante, como recomendaciones generales pueden darse las siguientes:

- Ubicarlos fuera del abocinamiento, por motivos de maniobrabilidad.
- Ubicarlos a una distancia de la calzada anular no inferior a la longitud de un vehículo pesado (16 metros), para permitir paradas esporádicas sin bloquear necesariamente la calzada anular.
- Ubicarlos a una distancia de la calzada anular no superior a 15 m para evitar que acelerando desde la glorieta pueda aumentarse la velocidad hasta hacerla incompatible con la seguridad del paso para peatones.
- Disponer barandillas para encauzar a peatones si no afectan a la visibilidad, teniendo en cuenta que los peatones tienden a seguir el recorrido más corto posible.
- Aprovechar la isleta deflectora como refugio, para permitir el cruce de cada sentido por separado. En este sentido, si la isleta deflectora dispone de bordillo, se recomienda abrir un hueco en el bordillo, dejando la trayectoria peatonal al nivel de la calzada para que el peatón no tenga que subir y bajar.
- Se recomienda que la isleta tenga los bordillos redondeados y esté balizada.

Por el contrario, está desaconsejado:

- Permitir el cruce peatonal por la isleta central.
- Disponer carriles segregados para giros directos a derechas con pasos para peatones, sobre todo si se constata que la circulación por ellos se hace a una velocidad sistemáticamente superior a la permitida en la glorieta.

Por último, si la disposición de un paso para peatones adosado a la glorieta no es compatible con la seguridad, deberán estudiarse alternativas que garanticen la seguridad del peatón.

5.8. CONSIDERACIONES SOBRE CICLISTAS EN GLORIETAS

Consideraciones

Las glorietas presentan, a priori, mayor riesgo para las bicicletas que para los vehículos motorizados. Además, existe cierto consenso en cuanto a que la mayor parte de los conflictos en ellas se producen por la falta de atención hacia el ciclista en los cruces de trayectorias y que el peligro aumenta con la diferencia de velocidad entre ellos. La figura 6 muestra los conflictos más habituales por orden creciente de importancia.

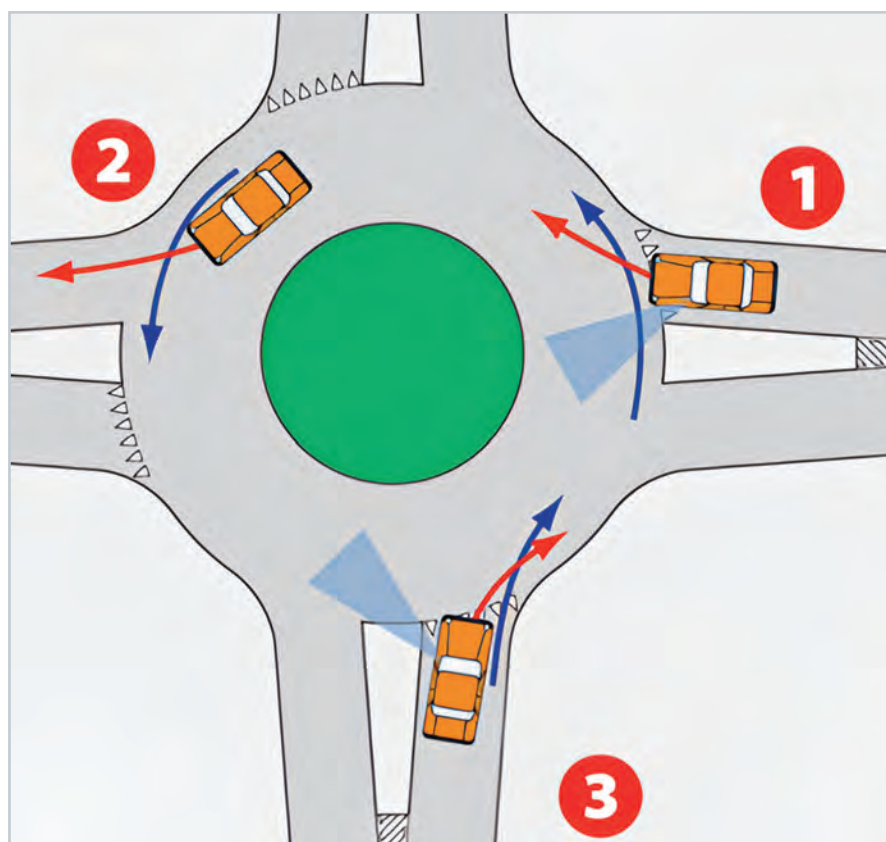


Figura 6: Principales conflictos para el tráfico ciclista en glorietas ordenados por importancia.

(Fuente: "Aménagements cyclables en giratoires". Institut Belge pour la Sécurité Routière).

Recomendaciones

En cuanto al diseño y medidas específicos para mejorar la seguridad de los ciclistas en glorietas, las guías y recomendaciones al respecto se centran fundamentalmente en segregar los tráficos, que además es lo más conveniente desde el punto de vista de la seguridad vial, sobre todo en carretera, especialmente en tramos interurbanos. Está incluso prohibido por la Norma 3.1 de trazado la intersección de vías ciclistas con autovías, y también con carreteras multicarril si el cruce no está semaforizado. Tampoco son apropiados los cruces a nivel de vías ciclistas con carreteras convencionales de mucho tráfico, con una IMD superior a 12.000 (Comunidad de Madrid, 2001).

De entre las diferentes formas que tiene una vía ciclista segregada de atravesar una glorieta en los casos que eso sea compatible, la más recomendable parece la que dispone el cruce fuera de ella, como en los pasos para peatones. En cualquier caso, la prioridad de paso debe estar claramente establecida y conviene adoptar alguna medida adicional para garantizar la disminución de velocidad de quien tenga que ceder el paso. En tramos interurbanos es más seguro que la prioridad no la tenga el ciclista y la Norma 3.1 de trazado así lo prescribe. A ese respecto conviene reforzar la señalización en la vía ciclista, por ejemplo mediante marcas viales, e incluso realizar alguna actuación para alertar del peligro al ciclista (como, microfresados transversales sobre el pavimento de la vía ciclista).

No obstante, la disposición de vías ciclistas segregadas generalmente no es viable, sobre todo por motivos presupuestarios. Además, está desaconsejado segregar puntualmente el tráfico ciclista si no hay continuidad con un itinerario de vía ciclista.

Para reducir el riesgo en glorietas sin vías ciclistas, una medida posible en muchos casos⁶ consiste en reducir a un carril la calzada anular dotando a la isleta central de un gorjal si fuera necesario para los camiones o autobuses. Lo que no se recomienda es la disposición de ciclobandas perimetrales para evitar el conflicto más importante según se ha indicado al principio de este apartado; por el mismo motivo, tampoco es seguro que el ciclista circule por el arcén en las glorietas. De hecho, es muy habitual que en la llegada a glorietas los ciclistas abandonen el arcén.

A ese respecto, en aproximaciones a glorietas conflictivas por siniestralidad con ciclistas, cabe remarcar el arcén unos 100 m antes pavimentando con firme o pintura antideslizante rojos tanto éste, como la calzada en sus 10m previos a la glorieta y disponiendo línea discontinua de borde de calzada; todo ello para alertar a los conductores de vehículos motorizados de la posibilidad de que haya ciclistas que abandonen el arcén para circular por la calzada anular.

⁶ Si las vías por las que se accede a la glorieta son de un carril por sentido, se recomienda con carácter general disponer un solo carril en la calzada anular.

5.9. SOLUCIONES PARA VEHÍCULOS ESPECIALES

Consideraciones

Como idea general, según el Reglamento General de Vehículos, la longitud máxima de un camión articulado debe ser de 16,5 metros y su anchura no debe sobrepasar los 2,55 metros. En numerosas ocasiones esas dimensiones no son suficientes para realizar de forma segura el transporte de elementos de grandes dimensiones. Para esos casos está previsto y permitido, dentro de unas reglas, aumentar las dimensiones de los vehículos de transporte, con las debidas precauciones materiales y administrativas como por ejemplo una autorización especial para circular.

Cabe destacar que, además de los camiones articulados (formados por un conjunto de cabeza tractora y semirremolque), existen vehículos de mayores dimensiones que pueden considerarse como vehículos normales y que vienen recogidos en el Reglamento General de Vehículos, en su Anexo IX "Masas y dimensiones", que son los denominados trenes de carretera, compuestos por un camión rígido y un remolque, cuya longitud máxima es de 18,5 m.

Estos vehículos deberían ser tenidos en cuenta al proyectar la glorieta, pues aunque su participación en el tráfico pesado en España es menor que en otros países europeos, su presencia en muchas carreteras de la Red de Carreteras del Estado (RCE) varía entre el 2% y el 4% del tráfico pesado y, aunque su proporción es menor en las carreteras de las redes autonómica y de las diputaciones, existen tramos de estas redes que sirven de conexión entre la RCE o la Red Básica de las Comunidades Autónomas y ciertos polígonos industriales, en los cuales puede ser también apreciable la presencia de estos vehículos. También



están los denominados "autobuses articulados" cuya longitud máxima es de 18 m y que pueden aparecer con cierta frecuencia en las zonas suburbanas.

Además, se hace notar que existen vehículos incluso mayores recogidos dentro del Reglamento General de Vehículos, que no necesitan autorización como vehículos especiales, pues no lo son, como los trenes de carretera dedicados al transporte de vehículos, de longitud máxima 20,25 m, cuya presencia puede no ser solamente ocasional en las cercanías de fábricas de vehículos o de concesionarios de venta de estos, así como el camión denominado como "configuración euro-modular", constituido por cabeza tractora+semirremolque+remolque, cuya longitud máxima es de 25,25 m y su peso máximo admitido es de 60 toneladas, aunque este último vehículo tiene autorizada su circulación solamente por ciertos itinerarios.

También se consideran transportes especiales aquellos que llevan determinadas mercancías perecederas o peligrosas. Estos transportes no quedan incluidos en nuestro objeto de estudio ya que suelen tener dimensiones inferiores a las máximas permitidas y no plantean problemas específicos de circulación en las glorietas. Debido a su tamaño, los vehículos especiales son peculiares y la velocidad máxima está limitada de forma más restringida que para otros vehículos. En algunos casos, no pueden circular a más de 40 kilómetros por hora. También deben respetar otras normas específicas de circulación.

Desde el punto de vista de la gestión de la infraestructura, se comprueba si el transporte especial que se aborda en cada caso es operativo con las condiciones existentes en la carretera, condiciones que pueden ser permanentes (geométricas o resistentes) o temporales (por ejemplo, obras en ejecución). En la mayoría de los casos no se requiere actuar sobre la infraestructura, pero en ciertos casos es necesario acometer modificaciones provisionales o definitivas para hacerlo viable, e incluso en algunos casos el transporte especial puede ser inviable.

Los transportes especiales de grandes dimensiones suelen utilizar itinerarios de las redes principales, tanto estatales como autonómicas, con características geométricas favorables y escasos problemas para su tránsito. Ahora bien, la existencia de puntos singulares en estas carreteras, que en nuestro caso serán glorietas, pueden suponer un problema ya que sus condiciones de diseño, tanto en planta como en disposición de elementos auxiliares como son la señalización vertical, el balizamiento, la iluminación, etc., pueden constituir obstáculos que no permitan inscribir los giros necesarios para el paso del elemento de transporte.

Para poder solventar estos problemas existen dos casuísticas diferentes que obligan a tomar medidas provisionales de rápida restauración al estado original o medidas definitivas.



Banco de Imágenes Shutterstock

En el primer caso tenemos los transportes puntuales y no repetitivos que por su geometría no permiten el tránsito a través de la glorieta sin realizar actuaciones sencillas sobre ella y/o sus elementos auxiliares. Dentro de estas actuaciones suele estar el removimiento de la señalización vertical, del balizamiento, de la iluminación o de elementos decorativos, actuaciones que se realizan inmediatamente antes del paso del convoy y se reponen a continuación de dicho paso. También se encuentra en este caso la modificación de zonas de rodadura, con ampliación a través de la isleta central o del perímetro de la banda de rodadura cuyas actuaciones seguirán el mismo orden de ejecución y reposición que en el caso anterior.

En segundo lugar, tendremos los transportes habituales de grandes dimensiones como puede ser el paso de grandes piezas entre una factoría y el punto de destino que se encuentran con una o varias glorietas en su recorrido. En este caso cuando la frecuencia de transporte es la adecuada la solución lógica es modificar las características de la glorieta afectada de modo que no haya que realizar actuaciones antes y después del paso de cada convoy y esto supone la adaptación de la geometría de rodadura y de la propia glorieta al paso del vehículo tipo de transporte especial que deba circular por ella. Las actuaciones más habituales en este caso suelen ser las de ampliación de la banda de rodadura, bien hacia el perímetro de esta o invadiendo de manera definitiva la isleta interior por medio de un gorjal adecuado y a veces incompleto al perímetro de la isleta, o bien realizando un paso afirmado a través de la misma, solución que suele ser la más adecuada cuando el tránsito se realiza de un vial de acceso al diametralmente opuesto. También se contempla en este caso la disposición de señalización específica que permita los gálibos reque-

ridos o que sea fácilmente retirable y repuesta, la eliminación de elementos decorativos en las zonas de paso y la modificación de la iluminación hacia modelos que permitan las maniobras de paso requeridas.

En el Anexo 1 se incluyen ejemplos de casos prácticos de glorietas que han sido adaptadas para el paso de transportes especiales.

Recomendaciones

En general las glorietas no suelen plantear problemas a los transportes especiales, fundamentalmente cuando dichos transportes no exceden las dimensiones legales o cuando superándolas los diámetros de la glorieta y los anchos de rodadura son suficientes para permitir el paso del convoy. Ahora bien, en casos muy contados el paso del transporte especial puede plantear un problema que solo puede resolverse actuando sobre las características de la glorieta, de modo que se habiliten los gálibos y condiciones necesarias que permitan el paso de ese transporte especial.

La problemática puede analizarse y resolverse en atención a la repetitividad del paso de transportes iguales o semejantes y a las necesidades físicas de espacio que se requieran para el paso del transporte.

Banco de Imágenes Shutterstock



Atendiendo a la primera de las condiciones si un transporte especial plantea problemas de paso por una glorieta debido a sus gálibos y longitud, pero es un transporte ocasional, o incluso no siendo estrictamente ocasional es de escasa frecuencia, lo más propio será tomar medidas provisionales que permitan el paso del transporte y que puedan revertirse a continuación de dicho paso. Las actuaciones más habituales por esta causa suelen ser la retirada y reposición de elementos de señalización, balizamiento e incluso iluminación para resolver los problemas planteados por los gálibos y la posible habilitación de una parte de la isleta central e incluso de las isletas deflectoras de entrada y salida del recorrido para que puedan ser pisadas por las ruedas del transporte especial o simplemente invadidas por la carga.

Cuando el problema viene determinado por transportes más o menos repetitivos y de características iguales o semejantes, que hacen uso de la glorieta afectada con una cierta frecuencia, es más propio tomar medidas definitivas modificando la geometría de la glorieta y/o la disposición de sus elementos de señalización, balizamiento e iluminación, de modo que quede garantizado el paso del tipo del transporte especial que plantea el problema. En este caso las soluciones habituales suelen ser:

- En cuanto a las actuaciones sobre la geometría, generar un arcén exterior que mejore el ancho de la zona pisable y permita inscribir los radios de giro necesarios si hay espacio para ello, y/o generar un gorjal en la isleta central que al igual que en el caso del arcén exterior permita la ampliación de la zona pisable hasta aceptar los giros necesarios, o una combinación de ambas soluciones. También puede ser una solución en algunos casos la construcción de un paso pavimentado a través de la isleta central que permita la circulación del transporte especial tipo, si bien este caso suele darse cuando la dirección del transporte especial es sensiblemente diametral y las dimensiones de la zona pisable de la glorieta no permiten su ampliación ni la inclusión de los giros necesarios para el paso del transporte especial.
- En cuanto a las actuaciones sobre la señalización, balizamiento y otros elementos disponer la señalización vertical, el balizamiento y la iluminación, si existe, fuera de los límites del espacio necesario para el tránsito del transporte especial y cuando esto no es posible disponer elementos de cimentación de dichos elementos que permitan su fácil retirada y reposición.

Estas son las herramientas que debe tener en consideración el proyectista o el responsable de la gestión cuando se prevea la necesidad de permitir la circulación de transportes especiales que por gálibos y dimensiones no puedan realizar el tránsito por la glorieta afectada en las condiciones reales de construcción de la misma.

6. RECOMENDACIONES ADICIONALES RELATIVAS AL MANTENIMIENTO⁷

Para la conservación de las glorietas hay una serie de aspectos que requieren atención especial. Por un lado, como puntos críticos de la red por las maniobras e incidencias que en ellas se suceden; por otro, por su configuración circular con la isleta central.

En su mayor parte, la adecuada conservación de los diferentes elementos de las glorietas requiere una cierta mayor intensidad en la frecuencia con que se llevan a cabo, pudiendo aplicarse básicamente las mismas buenas prácticas del resto de la carretera; sin embargo, se identifican dos elementos singulares que conviene destacar: el mantenimiento de la vegetación en la isleta central y la reposición del balizamiento.

En cuanto al mantenimiento de la vegetación de la isleta central, debe vigilarse permanentemente que el desagüe del riego funciona bien para que no se produzcan vertidos indebidos sobre la calzada. Además, si hay drenaje subterráneo, deben realizarse frecuentes labores de limpieza. En cualquier caso, los trabajos en el interior de la glorieta presentan una incidencia especial para la seguridad vial y la de los operarios, sobre todo cuando las labores se realizan en el perímetro de la isleta central.

A ese respecto, interesa que lo que haya en la isleta central requiera poco mantenimiento y consumo de agua. La mejor opción desde ese punto de vista consiste en que no haya elementos en el interior de la glorieta y que la superficie impida el crecimiento de vegetación. Una opción, en ese sentido, consistiría en hormigonar el interior, que además puede colorearse con motivos ornamentales, como se hizo en la glorieta de la Fotografía 12. Como alternativa al hormigonado para impedir el crecimiento de vegetación pueden colocarse mallas antihierbas.

Si se mantiene la vegetación en el interior de la glorieta, para reducir las labores de mantenimiento e incidencias conviene que no requiera riego. Una posibili-

⁷ Para el desarrollo de este apartado se ha contado con la colaboración de numerosos profesionales de la conservación de carreteras, del sector público y privado, que han aportado su opinión sobre los principales problemas que se presentan en glorietas y recomendaciones de mejora. Se incluyen en este capítulo las conclusiones sobre las que se ha llegado a una situación de consenso.



Fotografía 12.- *Glorieta pavimentada con vegetación para favorecer su percepción.*
(Fuente: Banco de Imágenes Shutterstock).

dad, donde el clima lo permita, sería la denominada vegetación rastrera o que al menos que sea de crecimiento lento. En cualquier caso, es muy recomendable que no se disponga vegetación en los primeros metros contiguos al perímetro de la isleta central, tanto por cuestiones de visibilidad como para reducir el riesgo en las labores de mantenimiento (ver Foto 13) .

En cuanto a la reposición del balizamiento, el problema radica en la mucho mayor frecuencia con la que hay que hacerla por los numerosos choques que suceden contra los diferentes elementos. La primera indicación al respecto consiste en adoptar medidas para garantizar la percepción de la presencia de la glorieta en las aproximaciones y conseguir una reducción efectiva de la velocidad (en otros apartados de este documento se abordan alternativas). No obstante, pueden adoptarse otras medidas especiales, como la sustitución de balizas H-75 convencionales por modelos “resilientes” al paso del tráfico, o



Fotografía 13.- *Glorieta con isleta central de bajo mantenimiento.*
(Fuente: Autores de las recomendaciones)

como sistemas para facilitar la reposición de postes, por ejemplo, mediante cimentaciones en vaina. Por otro lado, se recomienda que los bordillos de las glorietas en carretera sean remontables porque también se reduce la frecuencia con la que hay que reponerlos.

Mención aparte merece la iluminación, en este caso por los problemas que para la conservación muchas veces supone el robo del cable en la canalización del suministro eléctrico. Para evitarlo, la iluminación fotovoltaica ya ofrece suficientes autonomías a precios razonables y puede ser un buen recurso para glorietas alejadas de núcleos urbanos, ya que no hay que llevar una canalización eléctrica desde un punto alejado.

BIBLIOGRAFÍA

Comunidad de Madrid. (1994). *Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas*.

Comunidad de Madrid. (2001). *Recomendaciones de vías ciclistas*.

CROW. (2006). *Manual de diseño para el tráfico de bicicletas*.

Dirección General de Tráfico. (2022). *Glorietas: las imprudencias más peligrosas*. Obtenido de <https://www.dgt.es/comunicacion/noticias/glorietas-las-imprudencias-mas-peligrosas/>

Dirección General de Tráfico. (2022). *Las principales cifras de la siniestralidad 2020*.

Generalitat de Catalunya. (2016). *Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña*.

Generalitat Valenciana. (2003). *Recomendaciones para la mejora de la seguridad vial (del plan de seguridad vial 2003-2004). Rontondas*.

International Roundabout Design and capacity seminar. (2011). *Roundabout Design and Capacity Analysis in Australia and New Zealand*.

Martin, J. L. (2017). *Optimización del diseño geométrico de glorietas mediante algoritmos genéticos (tesis doctoral)*.

Massachusetts Department of Transportation. (2020). *Guidelines for the planning and design of roundabouts*.

Ministerio de Fomento. (2012). *Guía de Nudos Viarios. Orden Circular 32/2012*.

Ministerio de Fomento. (2015). *Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles*.

Ministerio de Obras Públicas. (1989). *Recomendaciones sobre glorietas*.

Transportation Research Board. (2010). *Manual de capacidad de carreteras*.

US Department of Transportation. (2000). *Roundabouts: An Informational Guide*.

Washington State Department of Transportation. (2020). *WSDOT Design Manual M 22-01.19*.

Xunta de Galicia. (2017). *Orden Circular 3/2017, por la que se indica el procedimiento para establecer las condiciones geométricas, de circulación y de seguridad vial necesarias para la autorización de un nuevo acceso de actuaciones urbanísticas, vías y caminos públicos urbanos*.

Norma 3.1 -IC de Trazado (Orden FOM/273/2016, de febrero de 2016).

Dirección General de Tráfico (2021). *Recomendaciones técnicas para evitar accesos en sentido contrario en autovías y autopistas*.

ANEXO 1. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN GLORIETAS

PROBLEMA	Alcances en accesos a la glorieta
DESCRIPCIÓN	Pueden ser debidos, además de por la saturación del tráfico en la carretera, por una incorrecta señalización, mala visibilidad, etc. • En los casos de carreteras con más de un carril y con mediana estricta, es posible que los conductores que circulan por el carril rápido no perciban la señal S-200. En ese caso se puede instalar en pórtico sobre la calzada. • Señales excesivamente próximas al punto de detención. Se deben tener en cuenta las posibles retenciones para que las colas de tráfico no superen la señalización.  Fotografía 14.- Señales próximas al punto de detención. (Fuente: Autores de las recomendaciones) • Cambio de rasante próximo a la glorieta. La señalización debería elevarse o retrasarse.  Fotografía 15.- Visibilidad restringida de señalización por cambio de rasante. (Fuente: Autores de las recomendaciones)

PROBLEMA	Alcances en accesos a la glorieta (continuación)
DESCRIPCIÓN	Exceso de información en la señalización, con itinerarios alternativos. Provoca confusión y precisa mucho tiempo para su lectura, comprensión y toma de decisiones. Fotografía 16.- Excesiva carga de trabajo. (Fuente: Autores de las recomendaciones)
SOLUCIÓN	- Propuestas de moderación de la velocidad y advertencia de peligro. - Pavimento diferenciado para mejorar CRT. - Mejora del diseño geométrico – adecuación de la sección transversal. - Mejora de la señalización de orientación previa. - Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento. - Iluminación y mejora de la visibilidad (talas, podas, despejes, etc.). - Instalar pavimento de diferente textura, de alta fricción. - Ejemplo: Señal S-200 sobre la calzada. Es recomendable que el tamaño de signos y letras y la retrorreflectancia sean los correspondientes a pórticos o banderolas y no a preavisos. Fotografía 17.- Tamaño de signos y letras en pórtico. (Fuente: Autores de las recomendaciones) - En caso de exceso de información es conveniente separar la misma en dos o más carteles, separando por tipo de información: largo recorrido, local, etc.

PROBLEMA	Colisión con isleta deflectora
DESCRIPCIÓN	Los siniestros pueden ser debidos a la falta de visibilidad de la propia isleta (falta de contraste con la calzada, falta de señalización vertical u horizontal, falta de iluminación, etc.). Ejemplo: Isleta configurada únicamente con señalización horizontal, sin bordillos y con ausencia de la señal R-401 a. Además, la señal R-1 en la margen derecha queda ocultada por otras.  Fotografía 18.- Configuración inadecuada de isleta deflectora. (Fuente: Autores de las recomendaciones)
SOLUCIÓN	- Propuestas de moderación de la velocidad (bandas transversales de alerta, refuerzo de balizamiento y señalización). - Adecuación de la isleta deflectora. - Iluminación. - Mejora de la visibilidad (talas, podas, despejes, etc.). - Mejora del diseño de la isleta. - Mejora de la señalización de orientación previa. - Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento (refuerzo de balizas cilíndricas H75). La señal de Ceda el Paso y la R-401 deben instalarse en la isleta deflectora. - Pintado de bordillos de las isletas. - Coloreado de isletas.

PROBLEMA

Invasión de sentido contrario

DESCRIPCIÓN

- Puede producirse por una incorrecta geometría.
- Suele ocurrir cuando se aprovecha uno de los carriles de la intersección en T antigua como parte del anillo de circulación. Esto provoca que uno de los itinerarios no tenga prácticamente deflexión. El hecho puede verse agravado cuando la iluminación de los viales de acceso crea alineaciones falsas.



Fotografía 19.- Geometría incorrecta. (Fuente: Autores de las recomendaciones)



Fotografía 20.- Geometría incorrecta. (Fuente: Autores de las recomendaciones)

SOLUCIÓN

- Propuestas de moderación de la velocidad (bandas transversales de alerta, refuerzo de balizamiento y señalización).
- Mejora del diseño geométrico (por ejemplo, prolongación de la isleta deflectora).
- Mejora y refuerzo de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
- Iluminación.
- Empleo de isletas con bordillo.

PROBLEMA	Colisión con anillo central
DESCRIPCIÓN	• Suelen ser debidos a una velocidad excesiva a la entrada de la glorieta, un des - piste o una mala visibilidad de la señalización y balizamiento. La falta de iluminación en casos de nocturnidad o circunstancias meteorológicas adversas también influyen en este tipo de accidentes. • Otra causa suele ser que la glorieta sea la primera en un itinerario en que los cruces se resuelven de otro modo (enlaces, cruces en T con prioridad). • La situación puede verse agravada por el acondicionamiento y disposición de objetos “decorativos” en la isleta. • Ejemplos: - la velocidad puede ser alta en el acceso al anillo central por la excesiva tangencialidad de los ramales. En este caso deberían estrecharse los carriles, “forzar” más las maniobras y materializar las isletas con bordillos.  Fotografía 21.- Velocidad elevada en glorieta. (Fuente: Autores de las recomendaciones)  Fotografía 22.- Velocidad elevada en glorieta. (Fuente: Autores de las recomendaciones) - Objetos de gran masa o elevada rigidez en el anillo central. No se deberían instalar elementos similares. Si se consideran imprescindibles, se deberían colocar fuera de la trayectoria de posible salida de los vehículos.  Fotografía 23.- Objetos de gran masa en anillo central. (Fuente: Autores de las recomendaciones)

PROBLEMA	Colisión con anillo central <i>(continuación)</i>
DESCRIPCIÓN	- Tratamiento paisajístico de la isleta central con trozos de vidrio. Puede ser peligroso en el caso de caída de un ciclista o motorista.  Fotografía 24.- <i>Tratamientos inadecuados. (Fuente: Autores de las recomendaciones)</i> - Objetos de gran masa en el anillo central. No se deberían instalar elementos similares. Si se consideran imprescindibles, se deberían colocar fuera de la trayectoria de posible salida de los vehículos.  Fotografía 25.- <i>Ubicación inadecuada. (Fuente: Autores de las recomendaciones)</i>
SOLUCIÓN	• Reducción de velocidad en las proximidades de los accesos. • Eliminar objetos peligrosos del anillo central. • Diseño geométrico y equipamiento. Garantizar visibilidad para todos los usuarios. • Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento. • Iluminación. • Señalización variable (indicador de velocidad). • Tratamiento de la isleta central / Balizamiento perimetral de la isleta central / Pintado de bordillo con colores blanco y negro o blanco y amarillo. • Mejora de la visibilidad con talas, desbroces podas o despejes. • Diseños estéticos del anillo central sin representar un peligro para los usuarios. • Ejemplo 1: Autovía A-231 "Camino de Santiago". Este es un ejemplo de adecuación del interior de una glorieta existente, utilizando medios propios de la conservación de carreteras. Una vez que se consigue una superficie limpia y nivelada se replantea el diseño (en este caso una concha, símbolo del Camino de Santiago) delimitando las zonas que posteriormente se rellenaran con neumáticos de fuera de uso de distintos colores con chapas de perfil galvanizado. Finalmente se aplica una capa de resina transparente que da cohesión al manto e impide el desplazamiento de las cortezas.

PROBLEMA	Colisión con anillo central (continuación)
SOLUCIÓN	 Fotografía 26.- Autovía A-231. (Fuente: Autores de las recomendaciones) • Ejemplo 2: Urbanización el Oasis (Valencia). La superficie verde se ha conseguido con césped artificial. El dibujo del pájaro, símbolo de los parques naturales valencianos, se ha hecho delineando la silueta mediante adoquines grises, normales, tarea que requiere de una cierta experiencia. Luego se ha rellenado cada zona delimitada por los adoquines con gravas previamente coloreadas.  Fotografía 27.- Urbanización el Oasis (Valencia). (Fuente: Autores de las recomendaciones) • Ejemplo 3: Construcción de glorieta en RM-12 acceso a las Dunas. Cabo de Palos (Murcia). Si bien no se aprecia en la fotografía, la superficie de la isleta es cónica, estando el centro de la glorieta elevado unos 50-60 cm respecto del anillo perimetral. El material principal utilizado es hormigón impreso coloreado con resinas. En cuanto a su ejecución, en primer lugar, se replanteó el contorno de la figura del caballito, tarea que requiere de una cierta experiencia, delimitándolo mediante una junta de goma, similar a las que se colocan en las juntas de dilatación en los depósitos de agua. Se procedió de igual forma con el resto de las figuras para luego rellenar con hormigón las superficies.  Fotografía 28.- Urbanización el Oasis (Valencia). (Fuente: Autores de las recomendaciones)

PROBLEMA	Colisiones entre los vehículos que acceden a la glorieta y los que circulan por el anillo
DESCRIPCIÓN	La visibilidad de los vehículos que circulan por el anillo puede verse obstaculizada por pretilles, señales, taludes u otros elementos de la carretera.  Fotografía 29.- Visibilidad restringida. (Fuente: Autores de las recomendaciones)  Fotografía 30.- Visibilidad restringida por pretil. (Fuente: Autores de las recomendaciones)
SOLUCIÓN	• Optimizar la instalación de sistemas de contención y otros elementos, evitando que impidan la visibilidad.  Fotografía 31.- Modificación de pretil para mejorar la visibilidad. (Fuente: Autores de las recomendaciones) • En muchos casos se precisa la instalación de la señal R-1 “ceda el paso” a ambos lados del carril de incorporación a la glorieta. • Mejora del diseño geométrico. • Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento. • Iluminación. • Mejora de la señalización de orientación previa. • Señal de Ceda el Paso también a la izquierda en isletas deflectoras, siempre que el tamaño de las isletas sea suficientemente grande. • Mejorar el mantenimiento periódico para asegurar que la señalización se vea. • Mejora del diseño geométrico. Los ángulos de entrada a la glorieta tienen que canalizar hacia la calzada anular y no hacia la isleta circular central. • Bandas sonoras de alerta, pavimento diferenciado. • Rediseño del diámetro de la isleta circular.

PROBLEMA	Colisiones entre vehículos que circulan por el anillo
DESCRIPCIÓN	Muchas de ellas se producen por maniobras antirreglamentarias por parte de los usuarios.
SOLUCIÓN	- Existen soluciones para impedir maniobras incorrectas en el interior de las glorietas, como la instalación de bordillos o utilización de marcas viales continuas.  Fotografía 32.- Instalación de bordillos para impedir maniobras incorrectas. (Fuente: Autores de las recomendaciones)  Fotografía 33.- Marca vial continua para evitar maniobras incorrectas. (Fuente: Autores de las recomendaciones) - Mejora del diseño geométrico. - Refuerzo de la señalización vertical.  Fotografía 34.- Duplicación de señal de ceda el paso. (Fuente: Google Earth) - Los ángulos de salida han de favorecer una maniobra suave. Esto es bueno para todos los vehículos pesados y muy especialmente para los que llevan líquidos ya que se reduce el balanceo. - Instalación de marcas viales continuas en tramos específicos o bordillos - Supresión de carriles en las salidas, dejar solo uno. - Para glorietas de diámetro exterior 30-40 metros e IMD<5.000 v/d, reestudiar la relación entre número de carriles y capacidad de la glorieta para reducir el número. - En general se recomienda que el anillo disponga de tantos carriles como el ramal con mayor número de carriles.

PROBLEMA	Vuelco de camiones en el anillo
DESCRIPCIÓN	• Este tipo de siniestros suele ser debido a un exceso de velocidad y son especialmente proclives aquéllos que llevan líquidos, sobre todo si no van totalmente llenos, debido a la oscilación de la carga por los cambios de peraltes y sentido de los giros. • Este efecto se produce cuando una cisterna está a medio cargar de líquido, el cual, en los cambios de giro, produce un balanceo (desplazamiento del centro de gravedad), que puede hacer volcar el vehículo. Por lo tanto, el momento más peligroso es cuando se lleva a media carga, ya que en carga total no se produce este fenómeno, ni cuando está casi vacío.
SOLUCIÓN	• Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento. • Mejora del diseño geométrico. • Puede no ser adecuado disponer siempre los peraltes hacia el exterior, pues origina este tipo de problemas. En ocasiones, podría ser más acertado el peralte $1/3$ o el $2/3$, disponiendo la charnela en el eje del carril exterior. Se valorará y justificará cada caso con estudio específico.

PROBLEMA	Atropello de peatones en los accesos a la glorieta
DESCRIPCIÓN	En algunos casos se aprovecha la isleta deflectora para ubicar un paso de peatones o ciclistas, y que la misma ofrezca una cierta protección a sus usuarios. Como el conductor fija su vista en la margen izquierda para ver si se acerca algún vehículo en el anillo, es posible que no perciba bien si algún peatón se acerca desde la margen derecha de la carretera. Al mismo tiempo en la isleta deflectora se suelen colocar diversos elementos de señalización que pueden ocultar a las personas que se encuentran en la misma. El problema se agrava si se le da la prioridad al peatón (lo que no se puede hacer en zonas interurbanas). Ejemplos: - El paso de peatones queda oculto por el trazado de la carretera.  Fotografía 35.- Paso de peatones oculto por geometría. (Fuente: Autores de las recomendaciones)
SOLUCIÓN	• Garantizar la visibilidad del paso de peatones. • Preferiblemente no ubicar pasos peatonales con prioridad para estos en entornos interurbanos. • Separación de pasos peatonales de las proximidades de la glorieta. • Mejora de la señalización vertical, horizontal y balizamiento. • Iluminación. • Señalización variable (indicador de velocidad o de presencia de peatones). • Estudio de ubicación de las paradas marquesinas e itinerario peatonal correspondiente.

PROBLEMA	Atropello de peatones en la salida del anillo
DESCRIPCIÓN	• Poca o nula percepción de los peatones. • Ejemplos: - La señal P-20 prácticamente no se puede ver por el conductor. Sería necesario duplicarla o colocarla antes de la entrada del anillo con un panel S-870.  Fotografía 36.- Visibilidad restringida de señalización. (Fuente: Autores de las recomendaciones) - En este caso el conductor apenas ve la señal S-13 y el peatón que esté en la margen derecha de la carretera no se puede percibir. Como mínimo habría que duplicar la señal S-13.  Fotografía 37.- Visibilidad restringida de señalización. (Fuente: Autores de las recomendaciones)
SOLUCIÓN	• Reforzar la percepción del paso de peatones. • Ejemplo:  Fotografía 38.- Refuerzo de la señalización. (Fuente: Autores de las recomendaciones)

PROBLEMA	Deflexión insuficiente o incorrecta
DESCRIPCIÓN	• En las de pequeño diámetro, la necesidad de que la calzada anular sea amplia para que puedan circular todos los vehículos hace que ciertos vehículos circulen a velocidades altas. • Las trayectorias resultan muy rectas y sin deflexión.  Fotografía 39.- <i>Deflexión insuficiente.</i> (Fuente: Autores de las recomendaciones)
SOLUCIÓN	• Mejorar el diseño geométrico.   Fotografía 40.- <i>Deflexión adecuada.</i> (Fuente: Autores de las recomendaciones) Los arcenes son reducidos entrando en la glorieta para favorecer el efecto estrechamiento. Los arcenes de salida de la glorieta son más anchos para favorecer la salida de la glorieta.  Fotografía 41.- <i>Corrección de inflexión.</i> (Fuente: Autores de las recomendaciones)

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales
DESCRIPCIÓN	Glorieta en la CV-10, pk 19 (diámetro exterior de 144 metros y diámetro de la isleta central de 118 metros)⁸. Esta glorieta de grandes dimensiones constituye el elemento principal del enlace entre la autovía CV-10 y la carretera desdoblada CV-151. Las palas de los aerogeneradores fabricados en Les Coves de Vinromà, al norte, pasan habitualmente por este enlace. Si siguen el itinerario CV-10 a CV-151 para luego incorporarse a la N-340, llegan a la glorieta procedentes del norte para salir hacia el este.
SOLUCIÓN	El aumento del tamaño de las palas ha aconsejado adaptar el ramal de salida del tronco de la CV-10 procedente del Norte, trasladando el bordillo y ampliando la plataforma. CV-10 con CV-151  Fotografía 42.- Vista aérea del enlace tipo glorieta de CV-10 con CV-151. (Fuente: Google Earth)  Fotografía 43.- Ramales de la glorieta en la carretera CV-10. (Fuente: Generalitat Valenciana)

⁸ Diámetros medidos sobre bordillo.

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales
DESCRIPCIÓN	Glorieta en la CV-10 pk 40+250 (diámetro exterior de 82 metros y diámetro de la isleta central de 62 metros)⁹. Esta glorieta forma parte de un enlace de tipo pesas al que conectan la autovía CV-10 con el trazado que sigue hacia Torreblanca (CV-13) y el acceso al aeropuerto de Castellón y con la CV-10 en calzada única que surca la provincia en dirección norte. Las palas de los aerogeneradores fabricados en Les Coves de Vinromà, al norte, pasan habitualmente por aquí.
SOLUCIÓN	En una primera etapa se habilitó un segmento circular al suroeste en la isleta central para permitir el paso de las palas. Con el tiempo, la longitud de las palas ha ido aumentando y ha sido necesario habilitar un paso que les permite discurrir en línea recta de norte a sur por la isleta central. Las señales y paneles direccionales son extraíbles, de forma que, como quiera que los transportes especiales llevan escolta del sector de Tráfico de la Guardia Civil, previo a su paso se extraen y tras el paso se vuelven a colocar en su sitio respectivo.

⁹ Diámetros medidos sobre bordillo.

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales
DESCRIPCIÓN	Glorieta en la CV-10 pk 48+140 (diámetro exterior de 52 metros y diámetro de la isleta central de 32 metros)¹⁰. Esta glorieta conecta la CV-10 en calzada única con la biela a la CV-13 y el aeropuerto de Castellón. Las palas de los aerogeneradores fabricados en Les Coves de Vinromà, al norte, también pasan habitualmente por aquí.
SOLUCIÓN	En una primera etapa, de forma análoga al caso anterior, se habilitó un segmento circular al oeste en la isleta central para permitir el paso de las palas. Con el tiempo, al aumentar la longitud de las palas ha sido necesario habilitar un paso que les permite surcar la isleta central de norte a sur. Las señales y paneles direccionales también son extraíbles, como se ha descrito en el caso anterior y en general sucede en todo el itinerario de las palas de aerogenerador.  Fotografía 45.- Vista aérea del enlace tipo glorieta de CV-10 con CV-13. (Fuente: Google Earth)  Fotografía 46.- Vistas de detalle de la glorieta. (Fuente: Generalitat Valenciana)

¹⁰ Diámetros medidos sobre bordillo.

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales
DESCRIPCIÓN	Glorieta en la CV-10 pk 76+450 (glorieta de reducidas dimensiones con diámetro exterior de 22 metros, diámetro de la isleta central de 4.80 metros y diámetro con gorjal de 8 metros)¹¹. Esta glorieta sirve de ejemplo de antítesis de las anteriores. Enclavada en la misma carretera, aunque bastante más al norte, por aquí no pasan las palas de los aerogeneradores, pero sí se ubica en un itinerario frecuentado por otros transportes especiales.
SOLUCIÓN	Se fueron disponiendo sucesivas soluciones (al principio marca vial continua, luego intersección en cruz con dos isletas triangulares de hormigón a ambos lados del tronco) y como quiera que persistían los problemas de comportamiento al volante, se decidió implantar una glorieta de dimensiones reducidas. Al estar en una travesía con condicionantes urbanísticos y edificaciones existentes, con un bar-restaurante a un lado y el casco urbano al otro, y siendo aconsejable disponer una glorieta, no hubo más remedio que tuviera unas dimensiones bastante reducidas. En este caso se optó por jugar con las dimensiones de la calzada anular y el ancho del gorjal para lograr que la glorieta cumpla su función de elemento moderador de velocidad y de ordenar los movimientos en la conexión. Lo que no permite son los cambios de sentido a los vehículos más grandes, pero tampoco son necesarios pues para ello hay sendas gloriets a ambos lados y a distancias razonables que por sus dimensiones sí lo permiten, aparte de que no se trata de una maniobra habitual en vehículos de dimensiones especialmente grandes.  Fotografía 47.- Ramales de la glorieta. (Fuente: Generalitat Valenciana)

¹¹ Diámetros medidos sobre bordillo.

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales (continuación)
SOLUCIÓN	Como se puede apreciar en las fotografías siguientes, funciona correctamente:  Fotografía 48.- Secuencia del paso de un vehículo de grandes dimensiones por la glorieta. (Fuente: Generalitat Valenciana)

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales
DESCRIPCIÓN	Glorieta en la CV-15 pk 1+950 (diámetro exterior de 51 metros y diámetro de la isleta central de 33 metros)¹².
SOLUCIÓN	En este caso se aprovechó la construcción de una glorieta excéntrica al tronco, de modo que, aunque en un principio se pensó en eliminar la pequeña superficie de antigua calzada que quedaba en desuso, más tarde y antes de terminar la actuación se decidió mantenerla para que pudiera facilitar el paso de transportes en casos bastante especiales. Si en algún momento interesa hacer uso de esta funcionalidad hay que apartar las barreras antes del paso del transporte especial y devolverlas a su lugar tras el mismo. Fotografía 49.- Vista aérea del enlace tipo glorieta de CV-15 con CV-160. (Fuente: Google Earth) Fotografía 50- Vistas de detalle de la glorieta. (Fuente: Generalitat Valenciana)

¹² Diámetros medidos sobre bordillo.

PROBLEMA	Problemas con transportes especiales
DESCRIPCIÓN	Glorieta en la CV-151 pk 0+100 (diámetro exterior de 98 metros y diámetro de la isleta central de 78 metros)¹³. Es un nuevo ejemplo de glorieta adaptada al paso de las palas de los aerogeneradores que proceden de la CV-10. Estos transportes especiales en algunas ocasiones salen de la CV-10 por el enlace del p.k. 19+000 (CV-10) y recorren la carretera CV-151 hasta el p.k. 0+100, donde se encuentra la conexión con la N-340 -por donde siguen su recorrido- y con el acceso a Castellón ciudad que no es usado por dichos transportes especiales.
SOLUCIÓN	Como se puede ver en las fotografías se han dispuesto una serie de modificaciones y las palas entran en contradirección.  Fotografía 51.- Vista aérea del enlace tipo glorieta de CV-151 con N-340. (Fuente: Google Earth)

¹³ Diámetros medidos sobre bordillo.

