

Estudio de conversión de la carretera N-121-A, Pamplona-Behobia, en Vía 2+1. Criterios de diseño



N-121-A, Pamplona - Behobia.
Study conversión into a 2+1 road. Design criteria

Rafael Diez de Arizaleta Elduáien
*Jefe de Negociado de Dirección y
Ejecución de Proyectos II*

Gabriel Morezuelas Igualador
*Jefe de Negociado de Dirección y
Ejecución de Proyectos I*

Resumen

Los autores de este estudio han pretendido concretar las pautas generales que deben regir el diseño de la Vía 2+1, la cual, por otro lado, consideran que es una solución óptima de bajo coste que encaja con la coyuntura económica actual distante de la de otros tiempos, donde las obras sobredimensionadas, y por lo tanto infrutilizadas, fueron la pauta general. Además, entienden que puede ser una contribución al incipiente debate técnico que actualmente existe en España sobre los criterios de diseño de este tipo de carreteras, y que debería conducir a la actualización de la normativa vigente, al menos en lo referente a trazado y señalización.

Abstract

The main purpose of this study authors has been to specify the general rules that must be follow in a 2+1 road design, which, what's more, they consider that it's an optimal low cost solution that fits with the current economic situation, far away from the one existing a few years ago when civil constructions were overblown and, therefore, underutilised.

In addition to this, they think that the study can be a contribution to the current emerging technical discussion in Spain about 2+1 roads design criteria, that should lead to update technical regulations at least as it concerned geometric design and signposting.

1. Introducción

La N-121-A es una vía con unas características particulares dentro de la red viaria de Navarra, posee un tráfico muy elevado de vehículos pesados debido a que es la conexión directa de Navarra con la frontera francesa y a que un porcentaje elevado de camiones del Centro, Sur y Sureste de España que se dirigen hacia el paso fronterizo de Irún prefieren esta vía a pagar los peajes de las autopistas que también desembocan cerca de la frontera. Además, los valles por los que discurre esta carretera están salpicados de pequeño núcleos urbanos y algunos núcleos industriales que intersectan la vía en numerosos puntos y generan un conflicto permanente de tráfico entre dos modos (pesado y ligero) y los diferentes trayectos (corto, medio y largo recorrido).

A la vista de esta problemática en el año 2014 el Servicio de Estudios y Proyectos de la Dirección General de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, realizó en cooperación con la ingeniería especializada en el estudio y control de tráfico LEBER S.A. y con DH Ingeniería, especializada en trazado, el "Estudio técnico de funcionamiento de la carretera de interés general N-121-A, Pamplona – Behobia" con objeto de analizar la situación de esta carretera y plantear actuaciones de mejora.

Resumen del Estudio

• Documento nº1. Características geométricas y Seguridad Vial:

El perfil longitudinal de la N-121A, es en parte llano, en otras zonas ondulado y, en diversos tramos, montañoso, lo que dificulta la existencia de las distancias de seguridad necesarias para que existan zonas de adelantamiento.

La sección transversal está formada por carriles de 3,50 metros y arceles de 1,50 metros en la mayor parte del recorrido. La distribución del número de carriles por sentido de los

más 63 km de los que consta la carretera es la siguiente:

- 24 km de un carril por sentido
- 7 km de un carril por sentido en los 9 túneles existentes.
- 29 km de vía con carril adicional para vehículos lentos.
- 2 km de dos carriles por sentido.

Es decir, el 50% del recorrido cuenta con una plataforma con al menos tres carriles.

En cuanto a la Seguridad Vial, el 53% de los accidentes que se produjeron en el periodo 2009-2014 fueron colisiones:

- 16 % colisión frontal mayoritariamente por adelantamientos inadecuados y despistes.
- 24 % colisión frontolateral, debidos a salidas de vía e intersecciones.
- 8% colisiones laterales producidos en intersecciones en su mayor parte.
- 6% colisiones múltiples o por alcance que se deben a la dispersión de velocidades, al exceso de vehículos pesados, a su perfil ondulado y montañoso...

• **Documento nº 2. Estudio de tráfico**
El estudio de tráfico tenía como objetivo simular la movilidad actualmente existente y valorarla.

En cuanto al funcionamiento del tráfico con el análisis de las 6 estaciones de aforos existente en el tronco principal se constató que *la N-121-A no tiene problemas de Capacidad*, ya que tiene una IMD de 11.000 veh/día en su punto de máxima demanda y una H30 de diseño de 1.100 veh/hora con un reparto direccional de 60/40 en hora punta de mañana sentido Pamplona, y en sentido inverso en la hora punta de la tarde. La simulación concluyó con *el Nivel de Servicio de los tramos más desfavorables de la N-121-A estaba incluido en la horquilla B medio y el C bajo*.

El recorrido del coche flotante nos define unas *velocidades medias muy elevadas: 85 km/h*. No es un valor razonable dado que la N-121-A es una vía donde la velocidad señalizada

en gran parte de la misma es de 90 km/h, en unos pocos tramos de 100 km/h, dos travesías de 50 km/h, una serie considerable de intersecciones a 70 km/h y puntos significativos de 60 y 80 km/h. Por lo tanto esa elevada velocidad media nos indica que *los límites de velocidad establecidos no se cumplen y en consecuencia es necesario incrementar la señalización y añadir elementos efectivos de calmado de tráfico* en zonas restringidas, que se han demostrado válidas en otros puntos de la red viaria y así lo refleja la bibliografía existente al respecto. (CALMAR EL TRÁFICO. Pasos para una nueva cultura de movilidad urbana. SANZ ALDUÁN, Alfonso. Ministerio de Fomento 2008)

• Documento nº 3. Análisis de diseño

El objetivo de este documento era proponer una serie de actuaciones genéricas de mejora del funcionamiento de la N-121-A. En un primer momento se realizó una previsión del escenario futuro del tráfico a 10 y 15 años en base a los únicos parámetros que en estos últimos años se han demostrado válidos:

- Para el tráfico ligero. La evolución demográfica.
- Para el tráfico pesado. La evolución del Producto Interior Bruto (PIB).

A la hora de realizar las previsiones del tráfico también se tuvieron en cuenta los planeamientos urbanísticos vigentes de la zona, pero no las diferentes actuaciones que actualmente se encuentran en fase de estudio que pueden afectar a la N-121-A:

- Nueva línea del TAV Zaragoza- Y Vasca.
- Previsión de peaje en la red viaria guipuzcoana que conecta con Navarra.
- Implantación de la Mina Muga en el Este de Navarra con un incremento notable de transporte pesado que conecta con los puertos del País Vasco.
- (...)

Las actuaciones propuestas fueron cuatro:

Rutas Técnica

1. Transformación de la carretera con un carril por sentido actual, en una vía 2+1.
2. Modificación de los nudos existentes.
3. Homogeneización los límites de velocidad.
4. Reordenación de los accesos a la N-121-A.
- **Documento nº4. Interacción del tráfico con otras vías de Alta Capacidad.**

El objetivo era conocer en qué medida se relaciona el tráfico de la N-121-A con el resto del viario de la comarca de Pamplona y así observar la utilización de las distintas vías en los trayectos de corto, medio y largo recorrido.

Además el documento incluye un estudio de los porcentajes de vehículos pesados que recorren todas las vías desde Francia hasta las autovías radiales de Pamplona con objeto de valorar el desvío del mismo antes de tomar la N-121-A.

Las conclusiones principales son dos:

- Que las *circunvalaciones son utilizadas en los movimientos de largo recorrido* para las que fueron construidas por lo que no se considera necesario incrementar la señalización para orientar el tráfico hacia ellas.
- Que *el 30% del tráfico pesado que discurre diariamente por la N-121-A podría ser desviado a otras vías de alta capacidad como la A-15.*

2. Objeto del estudio de conversión de la N-121-A

Con el "Estudio de Conversión de la carretera N-121-A, Pamplona-Behobia en Vía 2+1" se pretende desarrollar las propuestas de mejora indicadas en el "Estudio técnico de funcionamiento de la carretera de interés general N-121-A, Pamplona – Behobia" con objeto de:

- Desarrollar una solución global para la carretera N-121-A.
- Incluir las modificaciones planteadas en el documento de estudio

del funcionamiento.

- Mejorar la Seguridad Vial.
- Afectar mínimamente a la actividad socioeconómica en la zona afectada.
- Producir un impacto ambiental limitado.
- Mantener o mejorar el Nivel de Servicio actual de la carretera.
- Aumentar la Calidad de Servicio del tráfico de vehículos ligeros.
- Ralentizar el movimiento de vehículos pesados de modo que el nuevo diseño no produzca un *efecto llamada* de camiones significativo.
- Optimizar la relación coste constructivo/eficacia de las modificaciones a realizar. Por ello, se pretende utilizar todo lo posible la plataforma existente para reducir las ocupaciones y afecciones de terrenos colindantes.

En resumen, este estudio de conversión de la N-121-A en una vía 2+1 pretende ser la base para la redacción de los cinco proyectos constructivos que la Dirección General de Obras Públicas ha licitado para la reforma íntegra de la N-121-A, de modo que, todos ellos, tengan unos condicionantes técnicos generales comunes y que, una vez se hayan ejecutado todos los proyectos, esta vía sea homogénea en toda su extensión independientemente del orden, el tiempo y la empresa que los ejecute.

3. Criterios de diseño de las actuaciones propuestas

En un principio para concretar los criterios de diseño de la conversión de la carretera N-121-A en una Vía 2+1 hemos consultado una gran cantidad de documentación técnica, desde artículos de prensa especializada nacional e internacional (*Rutas, Carreteras, Structuralia, RACE, El País ...*), pasando por estudios de asociaciones y Simposios internacionales (*National Cooperative Highway Research Program, NZ Transport Agency, Australasian Road Safety Research ...*), por traba-

jos universitarios españoles como el "*Análisis de la funcionalidad de una carretera 2+1 mediante microsimulación*" de Lucía Monterosso, trabajo final de Master de la Universidad Politécnica de Valencia y, obviamente, instrucciones técnicas españolas como la *Guía de Nudos Viarios* y la nueva *Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC.Trazado* vigente desde el pasado 4 de marzo de 2016.

De toda ella para definir geométricamente las modificaciones propuestas se han tenido en cuenta principalmente las siguientes publicaciones y normativas:

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado (Marzo de 2016). Se ha considerado a toda la nueva vía 2+1 una carretera convencional con velocidad de proyecto 100 km/k (carreteras tipo C-100) excepto en aquellos puntos donde las edificaciones, los servicios existentes o las características del terreno no lo han hecho viable.
- Informe "Modificación de la Ctra Nacional N-121-A Tramo: Túneles de Ezcaba - Bera de Bidasoa. Valoración de la Solución 2+1" emitido por de la Fundación Agustín de Betancourt, asociación de investigación técnica de carreteras ligada a la Universidad Politécnica de Madrid, contratada por este Servicio como apoyo técnico.
 - o En su extenso informe de valoración de la solución 2+1 realizado por Manuel G. Romana, Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil: Transportes, de la Universidad Politécnica de Madrid y María Dolores Martín Gasulla Ingeniera de Caminos Investigadora de la Fundación Agustín de Betancourt, se valoran, estudia y exponen una serie de recomendaciones fundamentadas técnicamente mediante estudios propios y externos, tanto nacionales como internacionales (suecos, alemanes, irlandeses y polacos entre otros).

- 3º Congreso internacional sobre autopistas y carreteras celebrado en Berlín junio 2016, donde se expuso este trabajo conjuntamente con otros tres ejemplos europeos relacionados con las carreteras 2+1:
 - o Artículo técnico Two-lane and 2+1 Highways in the German HBS 2015. Frank Weiser
 - o Artículo técnico Design, Capacity and Traffic safety of 2+1 roads in Sweden. Per Strömberg
 - o Danish 2+1 roads, Traffic safety, design and capacity with main focus on capacity. Poul Greibe
- Jornada Técnica Carreteras 2+1 Debate de una solución con futuro, Barcelona, 13 de junio de 2017 organizada por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC).
 - o Un Nuevo Concepto de Carretera. Alfredo García. Catedrático de Ingeniería de Carreteras. Universitat Politècnica de València.
 - o Juan Enrique Usechi Blanco. Dirección General de Carreteras.
 - o Tratamiento de márgenes en el proyecto OASIS. Lidia Hipólito de Gregorio. OHL.
 - o Experiencias en Proyecto y Construcción. Sebastián Guerrero Ramos e Ignacio Hinojosa. Director del área de estudios de ETEYCO y Adjunto a la Dirección General del Área de Ingeniería Civil y Arquitectura de AYESA, respectivamente.
 - o Aplicación de la normativa en proyecto. Fernando Ángulo Pellegrero. Secretario de la comisión redactora de la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1 I.C.
 - o Realizaciones en Cataluña y experiencias en explotación. Xavier Flores García, Director General de Infraestructuras de Movilidad. Generalitat de Catalunya. Ferran Camps Roqué, Inspector Técnico del Departament de Territori i Sostenibilitat de Catalunya.

mento de Territori i Sostenibilitat de Catalunya.

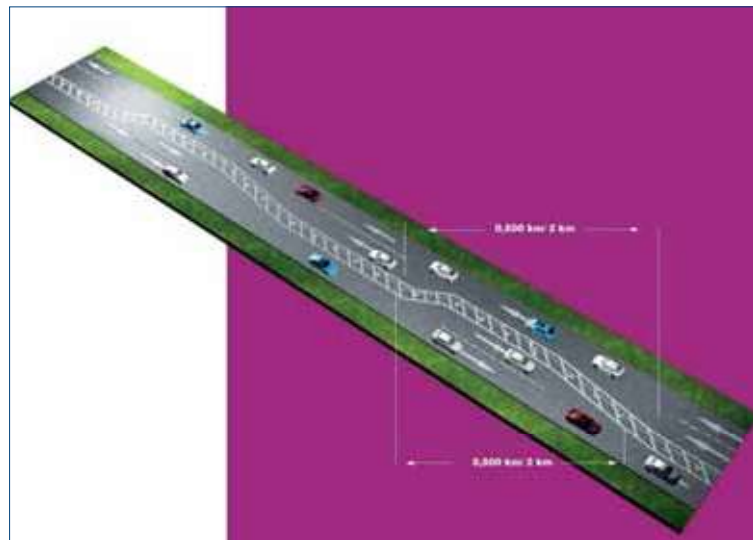
- Documento *"Operating characteristics and economic evaluation of 2+1 lanes with or without intelligent transport systems assisted merging"* de la NZ Transport Agency. Es decir "Características de funcionamiento y evaluación económica de carreteras 2 + 1 asistidos en sus convergencias con o sin sistemas de inteligentes". En este estudio se definen las características técnicas de las nuevas carreteras neozelandesas tipo 2+1 haciendo una comparativa con las que actualmente existen en los diversos países que las tienen instauradas, data de mayo de 2014 y se realizó

para carreteras convencionales de uno o dos carriles por sentido en un terreno ondulado, con una IMD entre 5.000 y 25.000 veh/día, es decir que coinciden con las características de la N-121-A.

3.1 Carretera 2+1

3.1.1 Definición

La carretera 2+1 es una vía de doble sentido de circulación con tres carriles disponibles. El carril central se habilita como carril de adelantamiento en una u otra dirección de manera alterna con intervalos regulares e independientes separándolo del sentido contrario de la circulación de manera efectiva mediante una mediana continua.



Carretera tipo 2+1. Alemana

Rutas Técnica

Para entender las Vías 2+1 hay que tener claros una serie de condicionantes previos:

- Se trata de una vía con tipología propia, no es un primer paso para una autovía o un autopista.
- Puede evolucionar a una carretera multicarril 2+2 en tramos puntuales en función de las características topográficas del terreno por ejemplo, o a una carretera de dos carriles en puntos singulares como travesías, estructuras, túneles....

Fortalezas

- Seguridad Vial:
 - o Suprime el 100% de los adelantamientos con circulación en sentido contrario sin perjudicar a la velocidad media de recorrido.
 - o Evita los giros a la izquierda entre intersecciones.
 - o Permite ejecutar elementos de calmado de tráfico efectivos en las intersecciones.
 - o Estudios internacionales confirman que reduce considerablemente el ratio de accidentalidad respecto a la de las carreteras convencionales:
 - 36% en Alemania.
 - Entre un 22% y un 46% en Finlandia.
 - Una reducción del 55% de los accidentes graves en Suecia.
- Socioeconómicas:
 - o No perjudica al sector servicios (gasolineras, restaurantes, cafeterías...) de la zona.
 - o No produce un gran *efecto llamada* para el tráfico pesado.
 - o Tiene una buena relación coste/eficacia.
- Medioambientales:
 - o Minimiza el incremento del efecto barrera actual, muy al contrario que la autovía que es la otra solución que se ha barajado hasta ahora.
 - o El impacto ambiental es muy reducido.
- Velocidad:
 - o No se producen mejoras significativas en tráfico medios. Los estudios realizados por la Administración sueca concluyen que las velocidades en carreteras de un carril por sentido con IHP mayor de 500 veh/h aumenta levemente, pero para las que tienen una intensidad horaria mayor de 900 vh/h por carril se incrementan notablemente.
- Calidad del Servicio: Además de los intangibles anteriormente referidos hay otra serie de factores socioeconómicos y medioambientales que también salen beneficiados:
 - o Mejora la comodidad en la conducción.
 - o Mejora la sensación de seguridad.
 - o Mejora la puntualidad de los transportes públicos.
 - o Disminuye los plazos de ejecución de las obras frente a otras soluciones.
- Capacidad: Este tipo de carretera ya ha sido estudiado por una serie de estamentos técnicos nacionales e internacionales con la misma conclusión general: las vías 2+1 no aumentan la capacidad respecto a las carreteras convencionales.
 - o Alfredo García *Catedrático de Ingeniería de Carreteras. Uni-*

versitat Politècnica de Valencia, considera que las turbulencias en el retorno al carril único de circulación llegan a reducir la capacidad de la vía.

- o La *Administración de Carreteras de Suecia* (Carlsson, 2009), se comprobó que la capacidad en este tipo de vías se alcanzaba para una intensidad por sentido de aproximadamente 1.500 veh/h.
- o El *Gabinete de Transportes de Kentucky* fijó la capacidad en condiciones ideales en 1.700 veh/h por sentido, valor que coincide con el fijado en el Manual de Capacidad HCM-2010 para una carretera convencional. No obstante, añade la recomendación que en las vías 2+1 deben aplicarse sólo hasta los 1.200 veh/hora por sentido.
- Sí en cambio mejora el Nivel de Servicio directamente relacionado con la reducción de la demora, ya que se mantiene la velocidad deseada y se disminuye considerablemente el porcentaje de tiempo siguiendo de los vehículos debido a la mejora sustancial en los adelantamientos. La existencia de tramos con carril de adelantamiento permite que las colas que se forman en las secciones monocarril se diluyan, redistribuyéndose el flujo de vehículos. Así, el nivel de servicio en las secciones con dos carriles aumenta. Concretamente, el TRB (Derr, 2003) estadounidense indica que una carretera 2+1 supera, al menos, dos niveles de servicio por encima del correspondiente con una configuración de un carril por sentido.

Two-way volume (veh/h)	Level of service by passing lane frequency			
	None	Minimal	Intermediate	Continuously alternating (2+1)
50/50 Directional Split				
400	B	A	A	A
800	C	C	B	B
1,200	D	C	C	B
1,600	D	D	C	B
2,000	E	D	D	C
2,400	E	D	D	C
2,800	E	E	D	C

Debilidades

- No hemos considerado razonable aplicar este modelo en obras de paso y túneles ya que el coste sería elevadísimo. En el estudio del trazado también hemos definido otros tramos que tampoco serán modificados, pero ello no es inconveniente para la homogeneidad del mismo ya que la mediana se mantiene en dichos tramos y las circulaciones siguen siendo independientes la una de la otra, un sentido de la circulación no se ve influenciado porque en el otro sentido haya 1 ó 2 carriles.
- Es necesario modificar algunas curvas y rasantes. La concreción de estos puntos se hará una vez se haya realizado el levantamiento topográfico de la traza en función de distancias de visibilidad, radios de giro, curvas de acuerdo vertical ...
- Estudios técnicos existentes concluyen que cuando el Nivel de Servicio es D pueden surgir problemas en las zonas de paso de 2 carriles a 1. Para alcanzar el Nivel de Servicio D la intensidad debe incrementarse notablemente y las previsiones a 15 años están lejos de alcanzar dichos incrementos.
- Las intersecciones que planteamos que se definen en los siguientes apartados, son compatibles con la solución 2+1, pero producen cuellos de botella que son siempre incómodos.
- Es un diseño desconocido en España lo que produce incertidumbre y en consecuencia un aumento inicial de la peligrosidad.
- Puede dar la sensación de que nos encontramos en una autovía parcial y no es el caso, no son vías diseñadas para velocidades de proyecto de 120 km/h, si no de 90 km/h.

3.1.2 Sección tipo

En la actualidad buena parte de la carretera cuenta con carriles de 3,50 m y arcenes de 1,50 m. La sección transversal de esta nueva tipología de vías se debe establecer de modo que

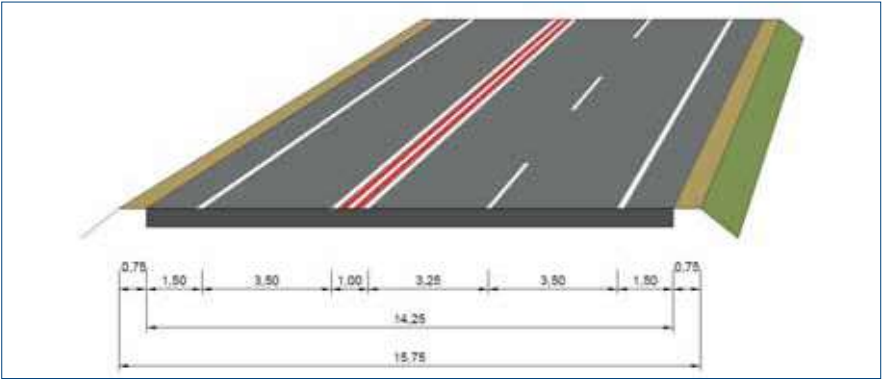
sea reconocido en todo momento por parte de los conductores, diferenciándolas de las carreteras convencionales y, por supuesto, de las autovías.

Tras consultar en la documentación técnica anteriormente referida las secciones tipo adoptadas para este tipo de carreteras en países donde son más habituales, se ha considerado que se debe proyectar una sección conformada por dos carriles laterales de 3,50 m; un carril central (el destinado a los adelantamientos) de 3,25 m; mediana central de 1,00; arcenes de 1,50 m en la mayor parte de su longitud (en algunos puntos hay zonas donde el arcén se reducirá a 1,00 metro e incluso a 0,50 metros cuando lo obligue elementos geométricos no modificables como la anchura de las estructuras existentes o zonas encajonadas entre el río y la montaña ...); y bermas de 0,75 m donde se amplíe la plataforma existente, resultando una anchura total de 15,75 m.

Se propone una anchura menor del carril central respecto a los

otros dos al objeto de evitar que los vehículos desarrollen velocidades excesivas durante los adelantamientos y no permanezcan en dicho carril más tiempo del estrictamente necesario.

La anchura de los arcenes de 1,50 m permitiría que, en caso de que exista un vehículo detenido en el arcén del sentido con carril único, no se entorpezca en exceso la circulación. En fase de proyecto se valorará en los tramos donde no esté permitida la circulación de bicicletas ni vehículos agrícolas, la reducción del arcén en el sentido de los dos carriles de modo que los vehículos parados en la derecha no produzcan grandes problemas en la normal circulación. En los tramos donde sea necesario reducir el arcén de los sentidos se estudiará la disposición de apartaderos de emergencia a intervalos regulares (*Apdo. 8.11.2 Apartaderos de emergencia. TRAZADO. Instrucción de carreteras. Norma 3.1 IC*).



Country	WRB	Sealed shoulder per direction (m)	Dual lane widths (m)	Single lane width (m)	Median width (m)	Total sealed width (m)
UK (design standard)	No	1.0	3.5	3.5	1.0	13.5
UK (constructed)	No	1.0	3.5	3.5	0.75	13.25
Ireland	Yes	0.5-1.0	3.25-3.5	3.5	1.25-2.0	12.25-14.5
Germany	No	0.25	3.25-3.5	3.5-4.25	0.5	11-12.25
Finland	No	1.25	3.25-3.5	3.75	0.0	12.75-13.25
Finland	Yes	0.9-1.25	3.25-3.5	3.75	1.7	13.75-14.95
Sweden	Yes	0.5-1.0	3.25-3.5	3.5-3.75	1.25-1.75	12.25-14.5
Austria (proposed)	No	0.5	3.25-3.75	3.5-3.75	0.75-1.0	11.75-13.25
Denmark	No	1.0	3.25	3.5	0.0	12.0
France	No	0.25	3.5	3.5	0.0-0.5	11-11.5
South Korea (proposed)	No	1.5	3.25	3.5	0.5-1.5	13.5-14.5
Overall	Varies	0.25-1.5	3.25-3.75	3.5-4.25	0-2.0	11-14.95

Dimensiones de las secciones transversales adoptadas en otros países

Country	Typical section lengths	Absolute minimum length	Absolute maximum length	Non-critical (diverge) length*	Critical (merge) length*
UK (design standard)	0.8-1.5km	0.6km	2.0km	50m	300m
Ireland	1.0-2.0km	0.8km	3.0km	50m	300m
Germany		1.0 km	1.4 km	≥30m	180m
Finland	1.5km			50m	500m
Sweden		1.0 km	2.5 km	100m	300m
Austria (proposed)	1.2-1.8km	1.0 km	2.0 km	90m	300-400m
Denmark	1.55km				300m
S. Korea (proposed)	1.0-1.5km			90m	280m
Overall	0.8-2.0km	0.6-1.0km	1.4-3.0km	30-100m	180-500m

3.1.3 Trazado longitudinal

Al igual que para la sección transversal para definir la longitud de los tramos de 2 carriles se han valorado las experiencias de otros países.

La longitud admitida internacionalmente para el carril de adelantamiento de la sección 2+1 es de entre 800 metros y 2 km, también se admite una longitud mínima de 600 metros y una máxima de 3 km. En las 29 zonas de adelantamiento que se han creado en el diseño de la carretera 2+1 de la N-121-A (16 dirección Norte y 13 dirección Sur), están incluidas dentro de esas dimensiones excepto 7 excepciones debidamente justificadas:

- Un tramo de 4,700 km en la subida Norte hacia el túnel de Almandoz entre los p.k. 40+000 y 35+000 aproximadamente con dos carriles permanentemente debido a los duros porcentajes de rampa, los últimos 700 metros de la carretera también disponen de doble carril en el otro sentido (Vía 2+2).
- 4 tramos de 525/425/400/250 metros entre los p.k. 52+000 y 63+000 debidos al trazado sinuo-

so de la carretera y a la existencia de numerosos puentes y túneles.

- 2 tramos de 600 y 520 metros que no tienen por qué producir ningún problema.

Como criterio técnico propio, en base a los estudios realizados en la N-121-A donde se han concretado las longitudes de adelantamiento de ligero/ligero, ligero/pesado y pesado/pesado, se considera que aquellos tramos de dos carriles con una longitud inferior o igual a 850 metros no se permitirán los adelantamientos de camiones. Se entiende que, en este caso, la longitud necesaria para que un vehículo pesado adelante a otro podría dejar inservible el carril de adelantamiento para otros vehículos más rápidos.

La nueva distribución de zonas de adelantamiento refleja cifras concluyentes que sustentan el cambio de diseño propuesto:

- Redistribuye el adelantamiento sin circulación en sentido contrario unificando las longitudes dándoles un carácter más homogéneo y asumible por parte del conductor.

- Aumenta cerca de un 10% las zonas de adelantamiento sin circulación en sentido contrario en ambos sentidos de la vía de modo que la longitud total de adelantamiento en tramos de carretera sin circulación en sentido contrario pasa de 34,385 km a 39,545 km, un incremento del 15,01%.

3.1.4 Planta y alzado

Las modificaciones de trazado de la carretera se estudiarán en la fase de proyecto de los distintitos tramos. Los elementos de dicho trazado serán restrictivos para no favorecer el desarrollo de grandes velocidades por parte de los vehículos. No obstante las características geométricas que se adoptarán serán, al menos, las correspondientes a una velocidad de proyecto de $V_p=80$ km/h.

3.1.5 Transición crítica. Transición no crítica.

Dada la alternancia de carriles en uno u otro sentido se generan dos tipos de transiciones:

- Transición crítica. Paso de dos carriles a uno.
- Transición no crítica: Paso de uno a dos carriles.

La Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado se aproxima al concepto Vía 2+1 definiendo los carriles adicionales alternos para adelantamientos en el Apdo. 8.7 Carriles de Adelantamiento:

- Zona de transición crítica. Dos distancias de parada más una cuña de transición.
- Zona de transición no crítica: Una cuña de transición

CARRILES ADICIONALES ALTERNOS PARA ADELANTAMIENTO.

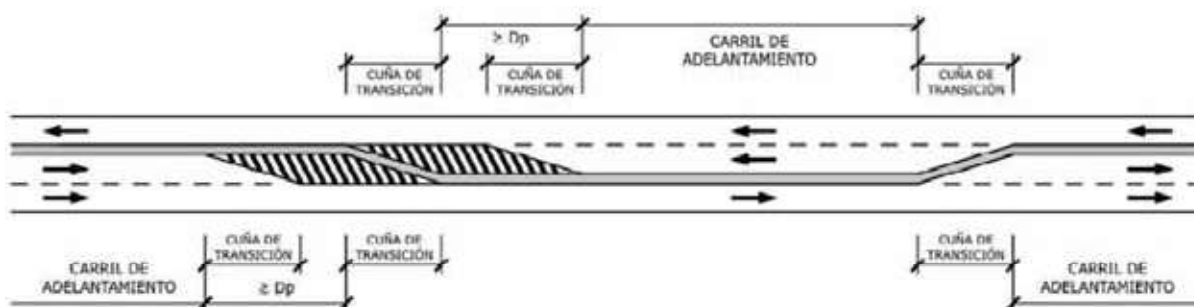


Figura 8.21 de la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1 IC Trazado

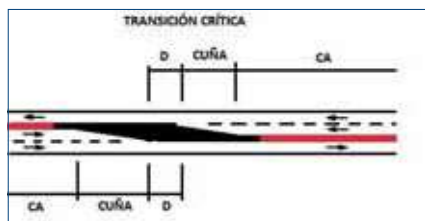
Transición crítica

El adjetivo crítica, que aparece en la bibliografía existente sobre las carreteras tipo 2+1, se emplea porque, en el tramo donde se realiza el paso de dos carriles a uno, tiene lugar un estrechamiento (*cuello de botella*) que lleva asociado una maniobra peligrosa (*crítica*) para que los vehículos que circulan por el carril central de adelantamiento lo abandonen.

Suponiendo el caso más restrictivo que se planteará en la fase de proyecto (una velocidad de proyecto de 100 km/h), la distancia de parada sería de 175 metros y la cuña de transición de 125 metros. Así pues para un tramo llano la longitud recomendada para dimensionar correctamente con los criterios de la Instrucción de Carreteras 3.1 IC. Trazado es de 475 metros.

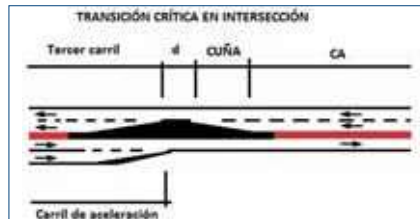
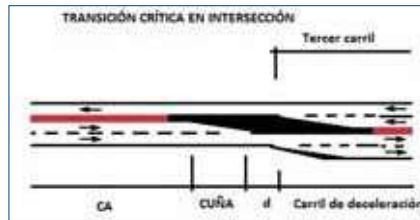
Con el nuevo diseño en la N-121-A se generan cuatro tipos de transición crítica donde se realiza el paso de dos carriles a un carril por sentido:

- Transición aislada



El tramo afectado tiene la misma distribución que el que define la normativa vigente, pero la longitud total para una velocidad de proyecto de 100 km/h se reduce 300 metros distribuida de la siguiente manera:

- o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en ambos extremos.
- o Dos cuñas de transición (CUÑA) de 125 metros a cada lado
- o Zona central cebreada (D) de 50 metros de longitud y 3,25 metros de anchura que une ambas cuñas de transición.
- Transiciones críticas en intersección. Ambas transiciones tienen las mismas dimensiones:
 - o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en el extremo.



- o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
- o Zona central cebreada (d) de 20 metros de longitud y 3,25 metros de anchura
- o Las dimensiones del tercer carril y de los carriles de aceleración y deceleración ya están definidas en el apartado relativo a intersecciones.

La longitud de la transición en cada uno de los lados es de 145 m. Si a esto le sumamos la intersección propiamente dicha el tramo directamente afectado tiene una longitud total de 500 metros.

- Bocas de Túneles



- o Zona próxima a la boca del túnel d1 de 50 metros
 - o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
 - o Zona central cebreada d3 de 75 metros de longitud y 3,25 metros de anchura.
 - o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
 - o Carril de adelantamiento (CA).
- La longitud del tramo de transición es de 300 metros.

- Transición a 1+1 (Travesías, variantes, puentes, viaductos...)
 - o Tramo donde comienza la plataforma con un carril por sentido (1+1)



- o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
 - o Zona central cebreada d3 de 75 metros de longitud y 3,25 metros de anchura.
 - o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
 - o Carril de adelantamiento (CA).
- La longitud del tramo de transición es de 250 metros.

Transición no crítica

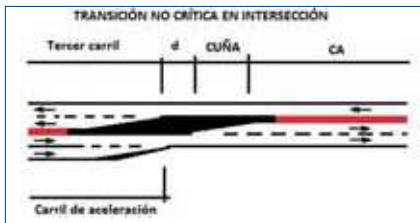
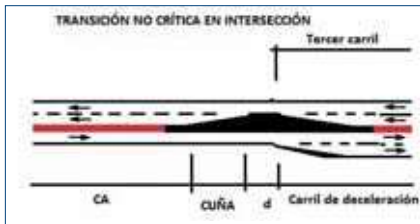
Al igual que para la transición crítica con el nuevo diseño en la N-121-A se generan cuatro tipos de transición no crítica donde se realiza el paso de un carril a dos carriles por sentido:

- Transición aislada



El tramo afectado tiene la misma distribución que el que define la normativa vigente en el esquema de "Carriles adicionales alternos para adelantamiento", pero la longitud total para una velocidad de proyecto de 100 km/h se reduce 145 metros distribuida de la siguiente manera:

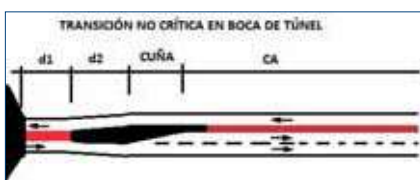
- o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en ambos extremos.
- o Dos cuñas de transición (CUÑA) de 125 metros a cada lado para el paso de uno a dos carriles por sentido que comienza a 20 metros de distancia (d) desde el punto de final de la cuña del sentido contrario.
- Transiciones críticas en intersección. Ambas transiciones tienen las mismas dimensiones que en las transiciones críticas:



- o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en el extremo.
- o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
- o Zona central cebreada (d) de 20 metros de longitud y 3,25 metros de anchura
- o Tercer carril y carriles de aceleración y deceleración ya definidas en el apartado correspondiente.

La longitud de la transición en cada uno de los lados es de 145 m y la longitud total es la misma que para las intersecciones con transiciones críticas, 500 metros.

- Bocas de Túneles



- o Zona próxima a la boca del túnel d1 de 50 metros
 - o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
 - o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
 - o Carril de adelantamiento (CA).
- La longitud del tramo de transición es de 225 metros.

- Transición a 1+1 (Travesías, variantes, puentes, viaductos...)



- o Tramo donde comienza la plataforma con un carril por sentido (1+1)
 - o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
 - o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
 - o Carril de adelantamiento (CA).
- La longitud del tramo de transición es de 175 metros.

La N-121-A es una carretera sinuosa con muchas particularidades por lo que las dimensiones indicadas anteriormente pueden amoldarse, en fase de proyecto, a la realidad del terreno dentro de un rango reducido. Entonces se contará con mayor información topográfica y podrán definirse mejor las distancias de parada y visibilidad y concretarse con mayor seguridad las longitudes adecuadas en cada tramo.

La justificación de la modificación de las dimensiones normativas que se definen en los esquemas anteriormente indicados y otras que pudieran reducirse en fase de proyecto, viene dada por una serie de factores de peso:

1. Experiencia internacional favorable en cuanto a la longitud de las transiciones aisladas.

PAÍS	Transición crítica (metros)	Transición no crítica (metros)
Reino Unido	300	50
Irlanda	300	50
Alemania	180	30
Finlandia	500	100
Suecia	300	90
Austria	350	90
Dinamarca	300	
Corea del Sur	280	90
MEDIA PONDERADA	314	71

Fuente propia

2. Ejemplos existentes en la propia N-121-A donde la disparidad de transiciones tienen dimensiones más reducidas que las previstas en esta modificación.

Ubicación	Tipo de transición	longitud (m)
Acceso Sur de Sorauren	Crítica	150
Entrada al túnel de Belate dirección norte.	Crítica	220
Salida del túnel de Belate dirección norte	Crítica	250
Entrada al túnel de Almandoz dirección norte	No crítica	100
Salida del túnel de Almandoz dirección norte	Crítica	220
Bajada del túnel de Almandoz dirección norte	Crítica	150

Fuente propia

Una vez ejecutadas todas las modificaciones de los principales nudos la N-121-A, solo estarán permitidos los giros a la izquierda en estos puntos. Sumando las intersecciones con glorieta exterior a los enlaces existentes y a las nuevas glorietas previstas, se dispondrá de puntos próximos entre ellos y relativamente equidistantes para poder efectuar los cambios de sentido y poder suprimir los giros a izquierda en todos los accesos a la carretera sin que ello suponga un inconveniente de consideración para los usuarios, se pretende no incrementar el tiempo de recorrido de los usuarios en más de cinco minutos, que es el tiempo de la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado considera admisible. (Apdo. 9.1.2 Maniobras de giro a la izquierda)

Cinco de estas intersecciones tendrán un diseño común, con una glorieta exterior que permitirá los cambios de sentido, tres intersecciones se transformaran en glorieta y, el resto de intersecciones en T, se rediseñan introduciendo un carril central de espera para giros a la izquierda y canalizando mejor todos los movimientos.

3.2.1 Intersecciones en T con glorieta desplazada.

La justificación de este tipo de nudo viene dada por los siguientes condicionantes:

- En la N-121-A existen actualmente numerosos accesos e intersecciones heterogéneas descompensadas con el tráfico de la vía principal:

- o Intersecciones a pequeños núcleos urbanos a los que se accede por medio de intersecciones en T precarias, sin terceros carriles, sin carriles de cambio de velocidad... algunas de ellas tienen cayados para los giros a la izquierda, otras son de tipo glorieta partidas...
- o A huertos con pequeñas viviendas de veraneo o fin de semana.
- o A núcleos industriales puntuales situados en las márgenes de las carreteras.
- o A parcelas agrícolas y/o ganaderas.
- o (...)
- Permiten los cambios de sentido. La suma de estas nuevas intersecciones, las nuevas rotondas y los enlaces existentes, permite contar, cada pocos kilómetros, con puntos para realizar el cambio de sentido.
- Permite suprimir todos los giros a izquierda de los accesos anteriormente

citados situados entre estos puntos de intersección, dado que la mediana es continua e infranqueable.

- Es un diseño compatible con la solución de carretera 2+1, dado que ocupa la misma plataforma.
- Ya que sistemáticamente se sobrepasan los límites de velocidad en las intersecciones existentes, se considera que esta intersección es un elemento mucho más efectivo en el calmado de tráfico.
- Existen paradas de BUS enfrentadas a uno y otro lado de la carretera con el consiguiente riesgo para los usuarios de transporte público que tienen que cruzar la vía a pie. Donde se construya este tipo de intersección, bastará con disponer una sola parada de autobús junto a la glorieta exterior.
- En Navarra se han ido haciendo intersecciones semejantes que facilitan la fácil comprensión por parte del conductor habitual.



Acceso norte a Barásoain desde la N-121



Ejemplo de intersección en "T" con glorieta desplazada

Rutas Técnica

- No es una idea novedosa de la que se desconoce su eficacia ya que se han realizado diseños similares en otras comunidades españolas y en otros países con el mismo fin y funcionan correctamente.

Para la definición de las intersecciones en T se han tenido en cuenta diversos aspectos técnicos que han aumentado la zona de afección del

nudo a un máximo de 600 metros. El hecho de que se pueda reducir esta longitud estará fundamentado en razones técnicas justificadas en los proyectos constructivos.

Las referencias técnicas que se han tenido en cuenta para la definición geométrica de esta intersección han sido:

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado. (4 de marzo de 2016)**

Se ha considerado que los carriles de cambio de velocidad serán de tipo paralelo. Se descartan las cuñas de cambio de velocidad por motivos de seguridad vial: las de deceleración minimizan la longitud de frenado y las de aceleración obligan a situarse al conductor en un ángulo menor de 75° lo que le imposibilita una correcta visión del vehículo que circula por la carretera principal.

Para la velocidad de proyecto en las intersecciones ($V_p = 70$ km/h) las cuñas de transición de los carriles de cambio de velocidad serán de 80 metros. La longitud del carril propiamente dicho se calcula en función de la velocidad final e

inicial de la vía principal frente a la secundaria y de la inclinación de la rasante.

En lo referido a los carriles centrales de almacenamiento y espera para los giros a la izquierda, constarán por lo general por un tramo de almacenamiento y espera (20 metros) y por un tramo de cambio de velocidad, constituido por un tramo de carril recto (70 metros) y una cuña de cambio de velocidad (80 metros).

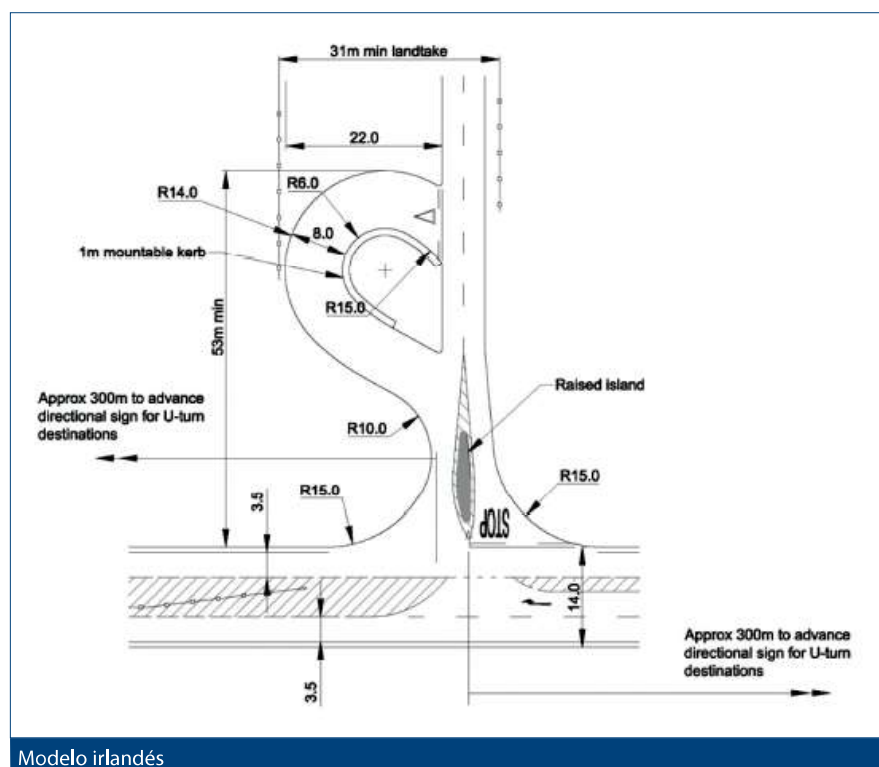
Los carriles centrales tendrán en todos los casos un ancho de 3,50 metros, en este caso dada la compatibilidad de esta intersección con la Carretera 2+1, se mantendrán las anchuras de los carriles de paso (3,50 metros) y para el carril central de espera de 3,50 se utilizará la anchura total de la mediana (1 metro) y el carril de adelantamiento (3,25 m), dejando por lo tanto 0,75 metros de mediana entre el tercer carril y el carril en sentido contrario en vez del metro de la sección tipo de toda la carretera.

En cuanto a su trazado longitudinal, se considera que la zona de almacenamiento y espera en los terceros carriles para los giros a la izquierda debe ser la mínima dado el poco tráfico de agitación de los viales secundarios, así pues, se consideran los 20 metros mínimos que se estipulan en la Instrucción. La glorieta tiene forma de gota y está formada por tres circunferencias entrelazadas. La isleta central tiene un radio interior de 15 metros y está desplazada 20 metros de la línea blanca exterior del carril de paso más próximo. Las otras dos circunferencias que forman la isleta tienen un radio de 20 metros y son tangentes una por cada lado a la circunferencia menor y la línea blanca interior del carril de paso más alejado.

La calzada anular tiene una sección de 0,50 m de arcén interior, 4 m de calzada y 1,50 m de arcén



Modelo catalán C-58



Modelo irlandés

exterior. También dispone de un elemento denominado “gorjal” o “gorjera” que es una corona anular adoquinada entre el arcén interior y la isleta central de la glorieta, de 2 metros de anchura, que permite disponer a los vehículos de pesados de mayores dimensiones de un espacio adicional para girar. Su pavimento es de adoquín para que presente una textura incómoda para un vehículo ligero y para las cabezas tractoras de los pesados, de modo que ambos se ciñan a la calzada anular normal y sea en su caso el remolque del vehículo articulado, o las ruedas de atrás en vehículo rígido las que, como mucho, pisen el gorjal.

Por lo tanto la calzada anular tiene unas dimensiones totales de 8 metros (incluyendo el gorjal) que cumple con lo establecido por esta norma en el cuadro 10.4 para los diámetros exteriores previstos en las glorietas.

- **Guía de nudos viarios (Diciembre 2012)**

La definición del tipo de nudo no está basada en esta recomendación técnica. Ha primado la situación económica actual que imposibilita la realización de enlaces y/o variantes. Se considera que la modificación propuesta es una mejora que, sin ser la solución óptima, es una inversión efectiva en el incremento de la seguridad vial y el funcionamiento de la N-121-A. Tiene una muy buena relación coste/eficacia, fundamento básico.

Por ello se ha considerado que debía mantenerse la tipología actual donde existen intersecciones a nivel. Para implantar esta solución en base a criterios de seguridad, se han previsto los carriles centrales de espera convenientemente canalizados y la iluminación de todas las intersecciones para favorecer la efectividad de la intersección como elemento efectivo de calmado del tráfico.

Para asegurar el movimiento de todos los vehículos en las intersecciones con glorieta desplazada, los radios de giro se han obtenido con un estudio de las trayectorias de los vehículos pesados.

Para la definición de las isletas se han considerado las dimensiones que indica la *Guía de Nudos Viarios* y por extensión deberán ser tenidas en cuenta en la elaboración del proyecto. La tipología de las isletas deberá estudiarse más detenidamente en fases posteriores, pero como norma general deberán:

- Ser elevadas con bordillo remontable.
- Ser mayores de 4,50 m²
- Si son menores de 6 m² serán pintadas. Si son mayores, deberán ser delimitadas con bordillos montables, pintados de amarillo y negro, retranqueados un mínimo de 0,50 metros respecto al borde de la calzada cuando el lado de la isleta es paralelo a la calzada en una alineación recta, y de 1,00 a 1,50 metros en tramos curvos.
- El interior de la isleta deberá estar realizado con hormigón impreso.

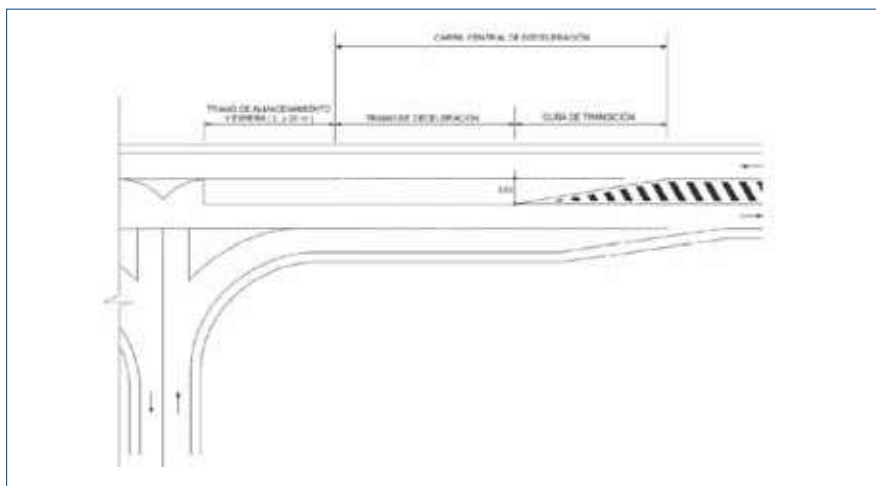
3.2.2 Intersecciones en T mejoradas

Las mejoras de las intersecciones en T vienen justificadas por deficiencias de Seguridad Vial tanto en cuanto a la ausencia de carriles de cambio

de velocidad como a la permisividad de los giros a la izquierda.

Para el diseño de las intersecciones modificadas se ha previsto que:

- Se sitúen en tramos rectos o en curvos con un radio mayor de 300 metros.
- Tengan una rasante uniforme menor del 3%, o en su caso en puntos de acuerdos cóncavos.
- Se diseñen con carriles centrales de almacenamiento y espera.
- No serán admisibles las intersecciones con cayado para los giros a la izquierda en ningún caso.
- Deberá disponer de distancias de visibilidad de cruce en ambos sentidos, siendo (distancia ideal según carretera) la distancia aconsejada, por lo que se realizarán para ello los trabajos necesarios de desbroce, tala o deforestación.
- La pendiente y la anchura del acceso, el drenaje y la señalización vertical y horizontal, serán conformes con la normativa vigente y deberán estar correctamente fundamentadas.
- En toda la zona de la intersección los carriles tendrán una anchura de entre 3- 3,50 metros y el vial arceñes de 0,50-1 metro a ambos lados, que se incrementará en las zonas de curvas con el sobreancho necesario según la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC. Trazado.
- Las isletas deberán cumplir con las mismas determinaciones indicadas para las intersecciones con glorieta desplazada.



Rutas Técnica

- Los carriles de aceleración y de deceleración deberán de ser de tipo paralelo en base a las indicaciones que dicta la Norma 3.1 IC. Trazado
- La anchura total del acceso a la altura de la marca de detención deberá ser lo suficientemente grande para que los vehículos que lo van a utilizar, en sus maniobras de entrada y salida, no invadan el sentido contrario de circulación de los viales que intersectan.

3.2.3 Tramos de intersecciones complementarias

A lo largo de la N-121-A también existen tres zonas en las que ha sido necesario actuar en pequeñas áreas de afección de manera conjunta, de forma que en tramos de carretera relativamente reducidos (un máximo de 500 metros) se puedan realizar todos los movimientos de giro a izquierda y a derecha de manera segura y ordenada. En estas zonas, los movimientos más peligrosos se han trasladado a nudos próximos donde se pueden realizar de manera más segura, reduciendo al mínimo la afección al tronco principal de la N-121-A y creando así intersecciones próximas complementarias que permiten todos los movimientos con la máxima seguridad posible.

Se prevén dos tramos (Sunbilla y Bera) donde se ha previsto un diseño novedoso propuesto por la ingeniería LEBER S.A. en el "Estudio técnico de funcionamiento de la carretera de interés general N-121-A, Pamplona – Behobia" consistente en términos generales en el achatamiento de una glorieta de grandes dimensiones que genera una parte central recta de unos pocos cientos de metros y dos zonas curvas en forma de glorieta pero con la calzada anular interrumpida en los extremos donde se permiten los giros, de este modo los movimientos de paso preferente no tienen que detenerse en ningún momento ya que circulan por sendos carriles directos externos a la propia glorieta:

Estas glorietas de los extremos tienen las mismas características gene-



Sunbilla Sur



Sunbilla Norte



Nudo de Bera Centro

rales que el resto de las glorietas pero con la particularidad de que la calzada anular no es completa.

En el caso del nudo central de Bera el tramo de intersecciones complementarias combina una glorieta incompleta en un extremo y una intersección en T con carril central de espera para giros a izquierda de entrada a la N-121-A.

La travesía de Ventas de Arraitz también supone una excepción ya que, al contrario de la travesía de Olabe que ya ha sido modificada, era necesario actuar en ella. Actualmente, la posibilidad de hacer variantes en estos dos núcleos urbanos es improbable a corto plazo ya que se prevé realizar los proyectos durante el año 2018, por lo tanto ha sido necesario



Ventas de Arratiz extremo sur



Ventas de Arratiz extremo norte

modificarla de modo que el nuevo diseño sea compatible tanto con la posible variante como con la tipología 2+1. Se ha previsto una mediana de separación de los sentidos de circulación mediante doble bordillo enfrentado remontable (véase apdo. de Balizamiento y defensas) abierta en ambos extremos del núcleo urbano para que por medio de dos cayados se pueda realizar el giro a la izquierda

de cambio de sentido desde una zona segura.

3.2.4 Glorietas

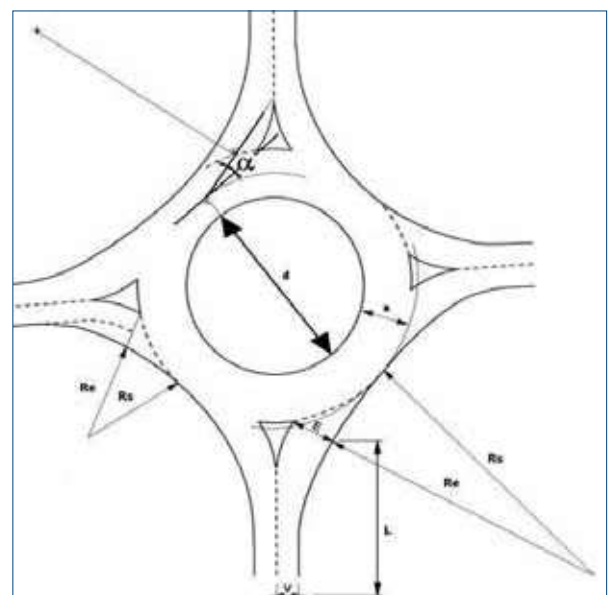
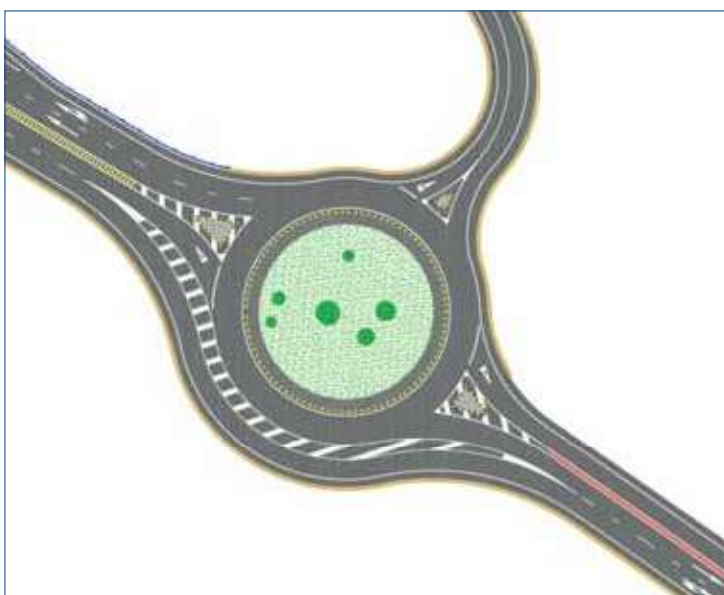
A pesar de que están previstas en una Carretera de Interés General con una IMD > 5.000 veh/día y la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado no lo aconseja en carreteras convencionales (Apdo. 9.1.2 Maniobras de giro a la izquierda. Tabla 9.2), se consideran admisibles ya que se han

previsto únicamente en zonas con un marcado carácter periurbano. Además hay que tener en cuenta que es un elemento de la carretera que:

- Permite los cambios de sentido y la supresión de los giros a izquierda entre nudos principales.
- Permite el cambio de sentido del doble carril.
- Es una construcción efectiva en el calmado de tráfico, lo que la hace ser muy útil en puntos donde sea necesario cambiar el carácter de la carretera.

Las glorietas se han diseñado en base a los siguientes condicionantes técnicos:

- El eje del anillo de circulación deberá encontrarse en el mismo plano. La inclinación longitudinal máxima será del 3%, en casos excepcionales podrá admitirse el 6% si estuviera debidamente justificado.
- 30 m de diámetro interior mínimo (d).
- Una anchura de calzada de la glorieta será de 8 metros:
 - Carril central de 6 metros.
 - Un arcén interior de 0,5 metros.
 - Un arcén exterior de 1,5 m.
- Entre 4 y 5 metros. de anchura mínima en cada uno de los carriles de entrada y salida (E).
- Una longitud de abocinamiento (L) hasta 3,5 m (V) de un mínimo de 20 metros.



Rutas Técnica

- Un espaciamiento uniforme entre los diferentes accesos.
- Un radio de entrada de 30 metros (Re).
- Un radio de salida de 50 metros (Rs).
- El ángulo de entrada (α) debe de estar comprendido entre 20 y 60 g, con un óptimo de unos 25 g.
- Si las isletas exteriores son menores de 6 m² serán pintadas, si son mayores deberán ser delimitadas con bordillos remontables, pintados de amarillo y negro. En el interior de la isleta se utilizará hormigón impreso.
- Dentro de la isleta circular se dispondrá una acera perimetral de al menos 2 metros de anchura, terminada con hormigón impreso, limitada por el lado del aglomerado por bordillo remontable negro y amarillo y bordillo tipo jardinero para separación de la zona verde, dejando previsto, en su caso, la instalación del riego de la misma.
- Frente a cada entrada a la rotonda, y en la zona de jardín, se instalarán paneles direccionales con LED's alimentados por un panel solar. Asimismo, se colocarán captafaros solares con luminarias LED dentro del arcén interior para señalar el perímetro de la glorieta.
- La glorieta cerrada se dispondrá con pendiente hacia el exterior, con un peralte aproximado del 3 %.

3.2.5 Mejora de Enlaces

Existe una gran disparidad en las dimensiones de los carriles de entrada y salida de los enlaces, por ello las mejoras constan fundamentalmente de la realización de carriles de cambio de velocidad en base a la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado. (Apdo. 8.2.1 Carriles de cambio de velocidad. Tabla 8.1 Carriles de cambio de velocidad).

En la actualidad, la gran mayoría de los carriles de cambio de velocidad de la carretera no tienen las características geométricas que señala la citada norma. La adaptación de todos ellos a la norma, debido a las dificultades orográficas, geotécnicas y medioambientales que existen en buena parte del itinerario, supondría un coste muy elevado, por lo que solo se actuará allí donde son mayores las carencias de seguridad vial y donde el terreno y la ausencia de construcciones e instalaciones faciliten la intervención.

Por otro lado, en este estudio también se plantea la modificación de tres enlaces:

- Enlace de la N-121-A con la N-121 B en Oronoz –Mugaire: Se rediseña para reorganizar los movimientos, actualmente bastante confusos, favoreciendo los principales y aumentando la seguridad.
- Enlace con la NA-1210 en el pk 27+000 (proximidades de la boca sur del túnel de Belate).

- Enlace con la NA-1210 en el pk 34+800 (proximidades de la boca norte del túnel de Almádoz).

Con estas dos últimas actuaciones, se persigue mejorar algunos de los movimientos de conexión entre las dos carreteras.

3.3 Homogenización de los límites de velocidad y la señalización

Uno de los objetivos de este estudio es el de definir las características generales del conjunto de la vía siguiendo la política de la normativa alemana, en ella se aboga por una carretera "auto-explicativa" de manera que el usuario de la vía identifique rápidamente la clase de carretera por la que circula.

La modificación de la señalización, balizamiento y defensas supondría la modificación del código de circulación. Este estudio es un planteamiento inicial a mayores que busca innovar y pretende, tal y como se propuso en la Jornada Técnica de Carreteras 2+1 Debate de una solución con futuro celebrada en Barcelona en Junio de 2017 impulsar la realización de una Guía de diseño de la Vías 2+1.

3.3.1 Velocidad

Actualmente existe bastante dispersión en las velocidades máximas permitidas y tramos de características semejantes no tienen siempre la misma limitación, por ello en el Estudio

LONGITUDES (L) DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD (m)

		Inclinación de la rasante: $-2 \% \leq i \leq +2 \%$					
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	35	85	175	320	615
	60	40	30	50	135	285	580
	80	95	55	40	85	235	530
	100	170	130	70	55	150	445
	120	250	215	160	90	75	295
	140	360	320	265	190	105	95

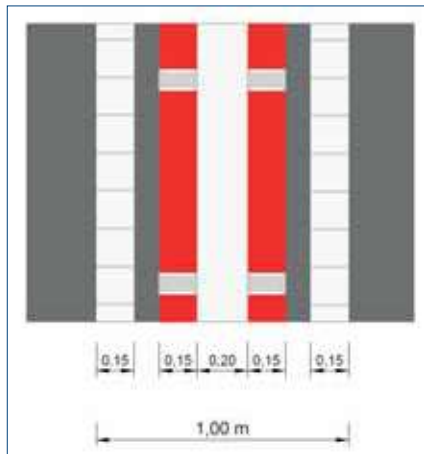
Ejemplo de tabla de referencia Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado

de Funcionamiento de la vía se concretó que:

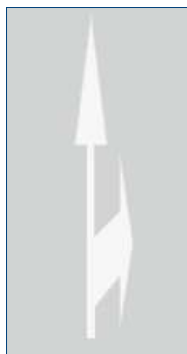
- Con carácter general, la velocidad máxima señalizada será 90 km/h, reduciéndose, excepcionalmente, a 80 km/h cuando así lo requiera la velocidad específica de alguna curva proyectada.
- La velocidad máxima permitida en las intersecciones será de 70 km/h.
- En los tramos urbanos se limitará la velocidad a 50 km/h.
- Los tramos singulares que no correspondan a estas dos últimas tipologías se estudiarán individualmente en el proyecto constructivo, procurando no desviarse de las mismas.
- Una vez finalice el elemento que conlleva una modificación de la velocidad tipo, deberá señalizarse expresamente la velocidad vigente en el siguiente tramo.

3.3.2 Señalización horizontal

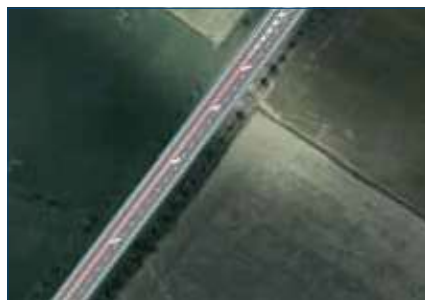
- La mediana es uno de los elementos más importantes de una Vía 2+1. En un principio, como norma general, la mediana, de 1,00 metro de ancho, estará constituida por una línea longitudinal blanca continua de 20 cm de anchura a la que se adosará, a cada lado, sendas líneas longitudinales rojas de 15 cm en las que se dispondrán capatafaros con retrorreflexión a una cara de color blanco cada 10 m. La mediana se completará con una línea blanca de 15 cm de ancho, con resaltos, paralela a cada una de las rojas y a 10 cm de éstas.



- Se dispondrán marcas viales longitudinales de 15 cm de anchura en borde de calzada y como contorno de isletas, y de 10 cm de anchura discontinuas (marca M 1.2 de la norma 8.2 IC) para separación de los dos carriles del mismo sentido.
- Las zonas centrales de la calzada excluida de la circulación que resultan en las transiciones de 2 carriles a 1 y de 1 a dos irán cebreadas en color blanco con las marcas cuyas dimensiones establece la norma 8.2 IC en el apartado 3.7.1.
- Los carriles de deceleración se preavisarán con la marca M-5.1 siguiente:



- La finalización del carril adicional de adelantamiento se preavisará con la marca M-5.4. Se dispondrán 4 flechas a intervalos decrecientes según ejemplo E-6 de la instrucción 8.2 I.C.



- Al comienzo de los carriles de aceleración, se utilizará la marca de ceda el paso (M-6.5).



- El aglomerado de los terceros carriles para giros a izquierda, en los nudos que dispongan de ellos, será de color rojo.



Manresa C-55 Barcelona

Algunos ejemplos de separación de sentidos en otros países:



Ejemplo de Alemania

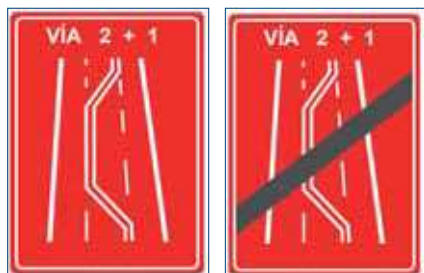


Ejemplo de Dinamarca

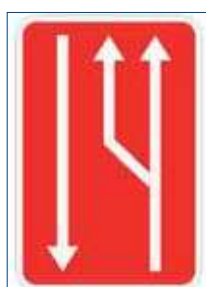
3.3.3 Señalización vertical

La nueva tipología de la N-121-A modificada deberá señalizarse convenientemente. Para ello se dispondrá, al inicio y al final, las siguientes señales verticales duplicadas a ambos lados de la plataforma. En un principio barajamos las señales con fondo azul o blanco, pero consideramos que las señales con fondo rojo y letras blancas, ayudarán a que el usuario de la vía entienda rápidamente que está

accediendo a una carretera de características diferentes:



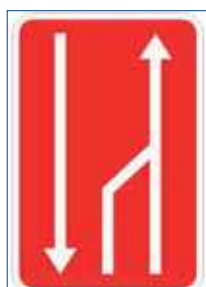
- El inicio del doble carril, se indicará con la misma tipología que la señal S-50a del Reglamento General de Circulación pero con fondo rojo:



- Una vez iniciado el tramo con dos carriles, se indicará la longitud de carril y la posibilidad de adelantar, empleando la siguiente señalización (en un único poste):



- Al final del tramo con doble carril, se empleará la señal con la misma tipología que la S-52b, pero con fondo rojo:



- Una vez acabado el tramo de doble carril, y cuando se haya acabado el cebreado de la transición a un solo carril, se colocará la siguiente señalización (en un único poste):



- En los tramos en los que haya dos carriles pero, debido a su menor longitud, no se permita el adelantamiento a los vehículos pesados, se empleará la siguiente señalización (en un único poste):



- Antes de cada intersección o enlace donde sea posible efectuar cambio de sentido, se dispondrán las señales con la tipología de la S-22 y la S-25, según se trate, respectivamente, de intersección o enlace, pero con fondo rojo:



- Se dispondrán, siempre, señales verticales de velocidad máxima permi-

tida (R-301) al comienzo del tramo en la que dicha velocidad cambie respecto al anterior. Las limitaciones de velocidad previstas, se explican convenientemente en el sub-apartado anterior ("3.3.1 Velocidad").

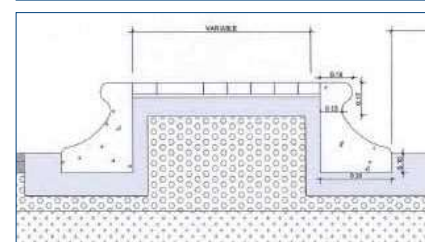


3.3.4 Balizamiento y defensas

Tal y como se indicaba anteriormente en el apartado de señalización horizontal, en un principio, como norma general, se plantea una separación continua de la mediana pintada en la mayoría del tramo, excepto en ciertos puntos singulares en los que sí se considera necesaria una separación mediante otros elementos.

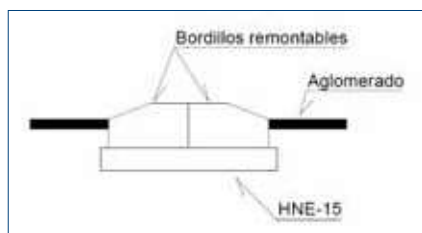
Así se dispondrá:

- Bordillos tipo “Trief”, dado que se pretende dar un carácter periurbano y un incremento de protección, en los siguientes puntos:
 - o Entre la glorieta de los túneles de Ezcaba y la nueva glorieta del camping de Ezcaba (intersección de la N-121-A con la NA-4210). Entre los p.k. 5+600 y 6+900.
 - o Tramo de Servicios terciarios de Doneztebe/Santesteban próximo a Sunbilla entre los p.k. 48+400 y 49+300



También se ha previsto utilizarlo en sendas vías de servicio para separarlas del tronco principal:

- o Vía de Servicio en Oricain, p.k. 6+600.
- o Vía de Servicio en Sorauren Norte p.k. 9+100
 - Doble bordillo enfrentado remontable, para potenciar la eficacia de la mediana continua, en la travesía de Ventas de Arraitz.



- En fase de proyecto, o en modificaciones posteriores, se estudiará la posibilidad de sustituir en puntos concretos la señalización horizontal de la mediana descrita anteriormente por otros elementos de defensa y balizamiento.

Si en un principio no se plantean, es porque no se quiere perder la homogeneidad de la carretera, pero el estudio detallado posterior necesario para la realización de proyectos permitirá conocer más la vía y así en base a características singulares de peligrosidad, concretar tramos donde incluir barreras de hormigón continuo ancladas tipo New Jersey y/o barreras flexibles metálicas con elementos de protección para motoristas, tal y como ha ejecutado la Generalitat de Catalunya en la C-85 y la C-55, o la Administración Sueca en algunos puntos de su



Barreras metálicas flexibles con protección motoristas. C-55 Castellbell i el Vilar



New Jersey C-55 Manresa

red viaria. Ambas son compatibles con la solución inicial planteada.

3.4 Reordenación de accesos

Se considera que, una carretera de las características e importancia de la N-121-A no puede tener la cantidad de accesos a parcelas rústicas y urbanas aisladas, naves industriales, gasolineras, restaurantes.... Por ello se han estudiado uno por uno suprimiéndose algunos (43) y rediseñando el resto para conseguir el mayor grado de seguridad y comodidad en la circulación.

La nueva distribución de estos *accesos secundarios* se ha realizado teniendo en cuenta su proximidad a los puntos de cambio de sentido previstos en los nudos de la vía principal, con objeto de contrarrestar la carencia de los giros a la izquierda que se va a aplicar a todos ellos una vez la carretera sea modificada. Asimismo también se ha previsto la ejecución de nuevos caminos, la reagrupación de otros y la modificación de alguno de los existentes, de modo que los vehículos agrícolas, como norma general, no circulen por el tronco principal de la N-121-A.

Los criterios seguidos en la reorganización y mejora de los accesos actuales a la N-121-A han sido los siguientes:

- Reordenarlos tratando de disminuir su número todo lo posible
- Siempre que las condiciones del terreno (orografía y geotecnia) sean favorables y siempre que no se afecte de manera sustancial a construcciones, estructuras y servicios existentes, dotarlos de carriles de cambio de velocidad (carriles de aceleración y deceleración) con las siguientes longitudes:
 - o En los accesos a la N-121-A con un tránsito de vehículos muy puntual (parcelas agrícolas, viviendas, caminos rurales, pequeñas empresas, áreas de descanso poco utilizadas) 30 m de carril propiamente dicho y 20 m de cuña de transición.
 - o En los accesos con un mayor volumen de tráfico (estaciones de servicio, restaurantes, empresas relevantes, áreas de descanso más utilizadas) 70 m de carril y 30 m de cuña de transición.
 - o En las intersecciones y enlaces, las longitudes que determina la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1 IC Trazado de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de marzo de 2016 en el apartado 8.2. ❖