

GRADO EN INGENIERIA Y TECNOLOGIA DE
MINAS

TRABAJO FIN DE GRADO

*TUNEL CARRETERO EN LA N-625.
(CORIGOS-ASTURIAS)*

ANEJO 2- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL TRAZADO

Alumno/Alumna: MILAGROS, LOPEZ, ENRIQUE

Director/Directora (1): GALLO, LAYA, JAVIER

Curso: 2017-2018

Fecha: 15-02-2018



Anejo Definición Geométrica del trazado



UPV EHU



Contenido:

1	Objeto del presente anejo	6
2	Generalidades	7
3	Definición Geométrica y Funcional	9
3.1	Trazado en Planta.....	9
3.1.1	Radio y Peralte.....	9
3.2	Trazado en Alzado	11
3.2.1	Inclinación de las Rasantes.....	12
3.3	Sección Transversal	13
3.3.1	Criterios	13
3.3.2	Altura libre.....	14
3.3.3	Bombeo en recta	15
4	Conclusiones.....	16



UPV EHU



Índice de Tablas:

Tabla 2-1 Clasificación según tipo de relieve e inclinación media. (Ministerio de Fomento. Norma 3.1-IC) 7

Tabla 3-1 Sección de la plataforma de los túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud mayor o igual que doscientos metros. (Ministerio de Fomento, Norma 3.1-IC) 14



Índice de Ilustraciones:

Ilustración 1 Peraltes según radio. Norma 3.1-IC.	10
Ilustración 2 Trazado en planta del túnel. Elaboración Propia.....	11
Ilustración 3 Inclinación máxima rasantes. (Ministerio de Fomento. Norma 3.1-IC)....	12
Ilustración 4 Sección Tipo Reglamentaria. (Elaboración Propia).	17
Ilustración 5 Sección Tipo Proyectada. (Elaboración Propia).....	18





1 Objeto del presente anejo

En el presente *“Anejo Definición Geométrica”* se presentara , teniendo en cuenta la normativa vigente , el trazado optimo que deberá presentar el túnel para lograr una homogeneidad de características geométricas tales que induzcan al conductor a circular sin excesivas fluctuaciones de velocidad , en condiciones de comodidad y, principalmente , seguridad.

El presente Anejo nos servirá también para determinar la sección transversal óptima que deberá tener el túnel para, una vez conocida esta, plantear el mejor método constructivo del túnel.

Para ello desarrollaremos lo expuesto en la normativa vigente acerca del trazado de las carreteras:

- Instrucción de Carreteras. Norma 3.1-IC del Ministerio de Fomento.

Norma cuyo objetivo es definir los criterios aplicables en materia de trazado en los estudios y proyectos de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.



UPV EHU



2 Generalidades

Para poder desarrollar correctamente la Norma 3.1-IC debemos primeramente encuadrar nuestra carretera, objeto de estudio, dentro de las distintas clasificaciones que esta Norma propone. Para así, más adelante, poder discernir entre los diferentes criterios que la norma propone.

Dicho esto y atendiendo a las clasificaciones propuestas, la carretera convencional N-625, queda clasificada como:

- Según la independencia de sus calzadas:
 - Carretera de Calzada Única, es la que tiene una calzada para ambos sentidos de circulación, generalmente sin separación física.
- Según el grado de control de accesos:
 - Con accesos Directos limitados, es aquella carretera en la que las entradas o salidas se pueden establecer a través de nudos o a través de vías de servicio con conexiones específicas.
- Según las condiciones orográficas:
 - Llano.

TIPO DE RELIEVE	INCLINACIÓN MEDIA i_t (%)
Llano	$i_t \leq 5$
Ondulado	$5 < i_t \leq 15$
Accidentado	$15 < i_t \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i_t$

Tabla 2-1 Clasificación según tipo de relieve e inclinación media. (Ministerio de Fomento. Norma 3.1-IC)

- Según la funcionalidad del sistema viario:
 - Carretera de calzada única-Carretera Convencional.



UPV EHU

Anejo Definición Geométrica del trazado



Además nos encontramos ante un proyecto de acondicionamiento, que es aquel cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.



3 Definición Geométrica y Funcional

3.1 Trazado en Planta

Para la definición del trazado en planta, teniendo en cuenta lo expuesto en la Norma 3.1-IC, se adoptara como eje el centro de la calzada sin tener en cuenta posibles carriles adicionales.

Conocida la velocidad que debe tener la carretera, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinara en función de los siguientes parámetros:

- El peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, para evitar pérdidas de trazado, de orientación y dinámica.

3.1.1 Radio y Peralte

El peralte en tanto por ciento, %, se establecerá de acuerdo con los criterios indicados en la siguiente tabla cuando se utilicen radios superiores al mínimo:

GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	$850 \leq R \leq 1050$	8
		$1050 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,96 \cdot (1 - 1050/R)^{1,2}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
2	Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100	$250 \leq R \leq 700$	8
		$700 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	$50 \leq R \leq 350$	7
		$350 \leq R \leq 2500$	$7 - 6,65 \cdot (1 - 350/R)^{1,9}$
		$2500 \leq R < 3500$	2
		$3500 \leq R$	Bombeo

Ilustración 1 Peraltes según radio. Norma 3.1-IC.

Teniendo en cuenta lo expuesto en la tabla anterior para radios comprendidos entre 350 y 2500 metros el peralte máximo será del 7%. Peralte que no se sobrepasara en ningún caso en la carretera.

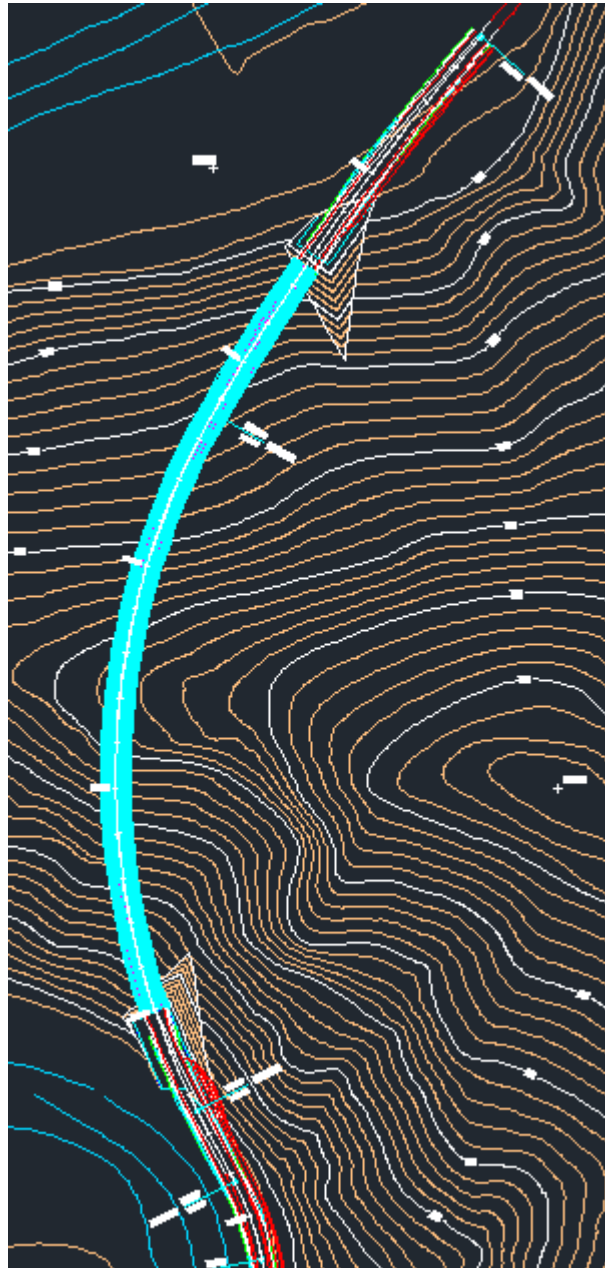


Ilustración 2 Trazado en planta del túnel. Elaboración Propia

3.2 Trazado en Alzado

El correcto trazado en alzado de la carretera se compondrá de la adecuada combinación de:

- Rasante con inclinación uniforme (Recta).
- Curva de acuerdo vertical (Parábola).

La definición del trazado en alzado se referirá a un eje que fija un punto en cada sección transversal para cuya definición, en general y salvo justificación en contrario, se adoptara:

- En carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales (centro de la marca vial de separación de sentidos).

3.2.1 Inclinación de las Rasantes

La inclinación de la rasante de un túnel será tal que, en toda su longitud se consiga, salvo justificación en contrario que:

- En autopistas y autovías con velocidad de proyecto (V_p) menor que cien kilómetros por hora y en el resto de carreteras, la velocidad de los vehículos pesados sea mayor o igual que la mitad de la máxima señalizada en el túnel.

Así mismo el valor mínimo de la inclinación de la rasante no será menor que cinco décimas por ciento ($\nless 0.5\%$). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento ($\nless 0.2\%$).

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Ilustración 3 Inclinación máxima rasantes. (Ministerio de Fomento. Norma 3.1-IC)

No se sobrepasa en ningún punto del proyecto la inclinación máxima del cinco por ciento propuesta por la norma. Además la inclinación mínima exigida de cinco décimas por



ciento será sobrepasada para conseguir una adecuada evacuación de las aguas dentro del túnel.

Se procurara que la combinación de inclinación y longitud de las rampas y/o pendientes en túneles sea tal que no obligue al diseño de carriles adicionales para tráfico pesado.

3.3 Sección Transversal

La sección transversal en túneles, soterramientos y cubrimientos se establecerá en función de su longitud.

Dadas las dificultades que, en general, se presentan en la ampliación de las secciones transversales en túneles, soterramientos, cubrimientos y ciertos tipos de obra de paso se deberán tener en cuenta a parte de los criterios aquí presentados otros criterios suficientemente justificados que permitan su optimización.

3.3.1 Criterios

En túneles se dispondrán, según el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, aceras de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho a ambos lados de la plataforma.

En túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud mayor o igual que doscientos metros las secciones que se adoptaran en las plataformas, salvo expresa justificación en contrario, serán las siguientes.

- Para carreteras convencionales:

La sección de la plataforma será simétrica, sin espacio para la detención de un vehículo en el arcén.

En las carreteras C-100, C-90 y C-80 se incluirá una zona intermedia cebreada de un metro (1.00m) de ancho en la que no se permitirá la circulación de vehículos (reduciéndose así la posibilidad de invasión del carril de circulación en sentido opuesto).

Por lo tanto la sección de la plataforma necesaria mínima para carreteras convencionales C-100, C-90 y C-80 estará formada por:

Arcén 1.00 m + Carril 3.50 m + Zona Intermedia 1.00 m + Carril 3.50 m + Arcén 1.00 m

CLASE DE CARRETERA		SECCIÓN DE LA PLATAFORMA (m)	
		FUERA DE LOS TÚNELES SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS	EN LOS TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS (*)
CALZADAS SEPARADAS	2 Carriles por calzada sin previsión de ampliación	1,0/2x3,5/2,5=10,50	1,0/2x3,5/2,5=10,50 Excepción 0,5/2x3,5/1,0=8,50
	2 Carriles por calzada con previsión de ampliación a 3 carriles	1,0/2x3,5/2,5=10,50 1,0/3x3,5/2,5=14,00 Ampliada	1,0/2x3,5/2,5/2,0=12,50 1,0/3x3,5/1,0=12,50 Ampliada
	3 Carriles por calzada sin previsión de ampliación	1,0/3x3,5/2,5=14,00	1,0/3x3,5/1,0=12,50
	3 Carriles por calzada con previsión de ampliación a 4 carriles	1,0/3x3,5/2,5=14,00 1,0/4x3,5/2,5=17,50 Ampliada	1,0/3x3,5/2,5/2,0=16,00 1,0/4x3,5/1,0=16,00 Ampliada
	4 Carriles por calzada	1,0/4x3,5/2,5=17,50	1,0/4x3,5/1,0=16,00
CONVENCIONALES	C-100	2,5/2x3,5/2,5=12,00	1,0/3,5/1,0/3,5/1,0=10,00
	C-90 y C-80	1,5/2x3,5/1,5=10,00	1,0/3,5/1,0/3,5/1,0=10,00
	C-70 y C-60 con arcenes de 1,50 m	1,5/2x3,5/1,5=10,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-70 y C-60 con arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,5/1,0=9,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,50 m y arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,5/1,0=9,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,50 m y arcenes de 0,50 m	0,5/2x3,5/0,5=8,00	0,5/2x3,5/0,5=8,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,00 m y arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,0/1,0=8,00	1,0/2x3,0/1,0=8,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,00 m y arcenes de 0,50 m	0,5/2x3,0/0,5=7,00	0,5/2x3,0/0,5=7,00

(*) Para longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m).

Tabla 3-1 Sección de la plataforma de los túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud mayor o igual que doscientos metros. (Ministerio de Fomento, Norma 3.1-IC)

Añadiendo las aceras de 75 cm a cada lado obtenemos una sección transversal para las plataformas de 11.50 metros.

3.3.2 Altura libre

La altura libre mínima en túneles, soterramientos y cubrimientos en cualquier punto de la plataforma y en las zonas accesibles a los vehículos será mayor o igual que cinco metros (≥ 5.00 m).



Sobre las aceras será suficiente una altura libre mayor o igual que dos metros (≥ 2.00 m).

3.3.3 Bombeo en recta

El bombeo de la plataforma en una alineación recta se proyectara de modo que se evacuen con facilidad las aguas superficiales y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo.

Para ello se utilizaran los siguientes criterios:

- En carreteras de calzada única, si son de doble sentido de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento ($\geq 2\%$) hacia cada lado a partir del eje de la calzada.

En zonas de elevada pluviometría podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento ($\geq 2.5\%$).



UPV EHU



4 Conclusiones¹

De los apartados anteriores el trazado del túnel deberá cumplir, como mínimo, con lo siguiente.

– Trazado en planta:

El trazado en planta estará constituido por una curva de 567.894 metros.

Dicha curva se desarrollara entre los puntos kilométricos 147 y 148 de la carretera N-625.

– Trazado en Alzado:

No sobrepasara la inclinación máxima del 5% ni estará por debajo de la mínima del 0.5%.

– Sección transversal:

La sección transversal de la plataforma deberá estar compuesta por:

Acera 0.75 m + Arcén 1.00 m + Carril 3.50 m + Zona Intermedia 1.00 m + Carril 3.50 m
+ Arcén 1.00 m + Acera 0.75 m = 11.50 metros.

La altura libre mínima será de 5 metros.

La inclinación mínima transversal será del 2%.

Como conclusiones de todo lo dicho en los puntos anteriores tenemos que:

– Trazado en Alzado:

Para el trazado en Alzado no se sobrepasara la inclinación máxima del 5% ni la mínima del 0.5%.

– Sección transversal:

Deberá estar compuesta por:

Acera 0.75 m + Arcén 1.00 m + Carril 3.50 m + Zona Intermedia 1.00 m + Carril 3.50 m
+ Arcén 1.00 m + Acera 0.75 m = 11.50 metros.

La altura libre deberá ser de 5 metros mínimo.

¹ Ver: *Plano N°3 Sección Transversal del Túnel.*

Inclinación mínima transversal del 2%.

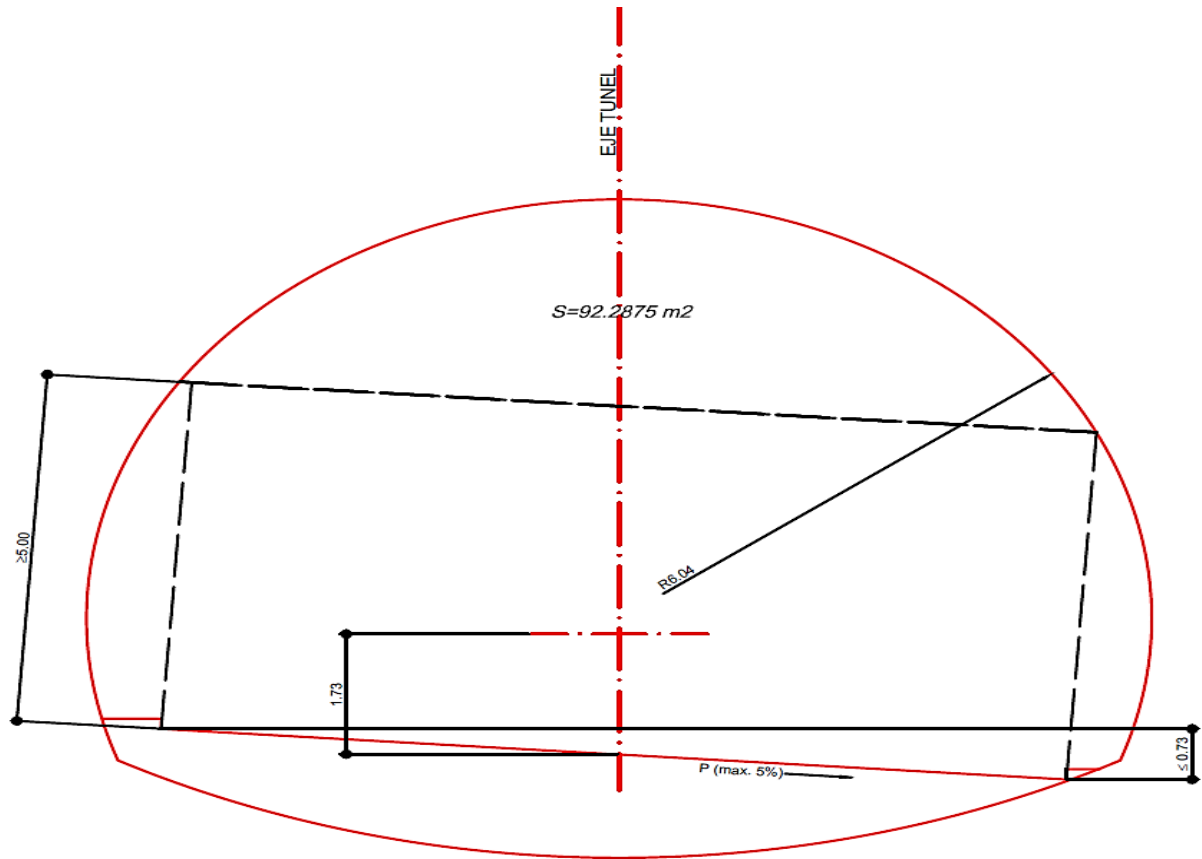


Ilustración 4 Sección Tipo Reglamentaria. (Elaboración Propia).

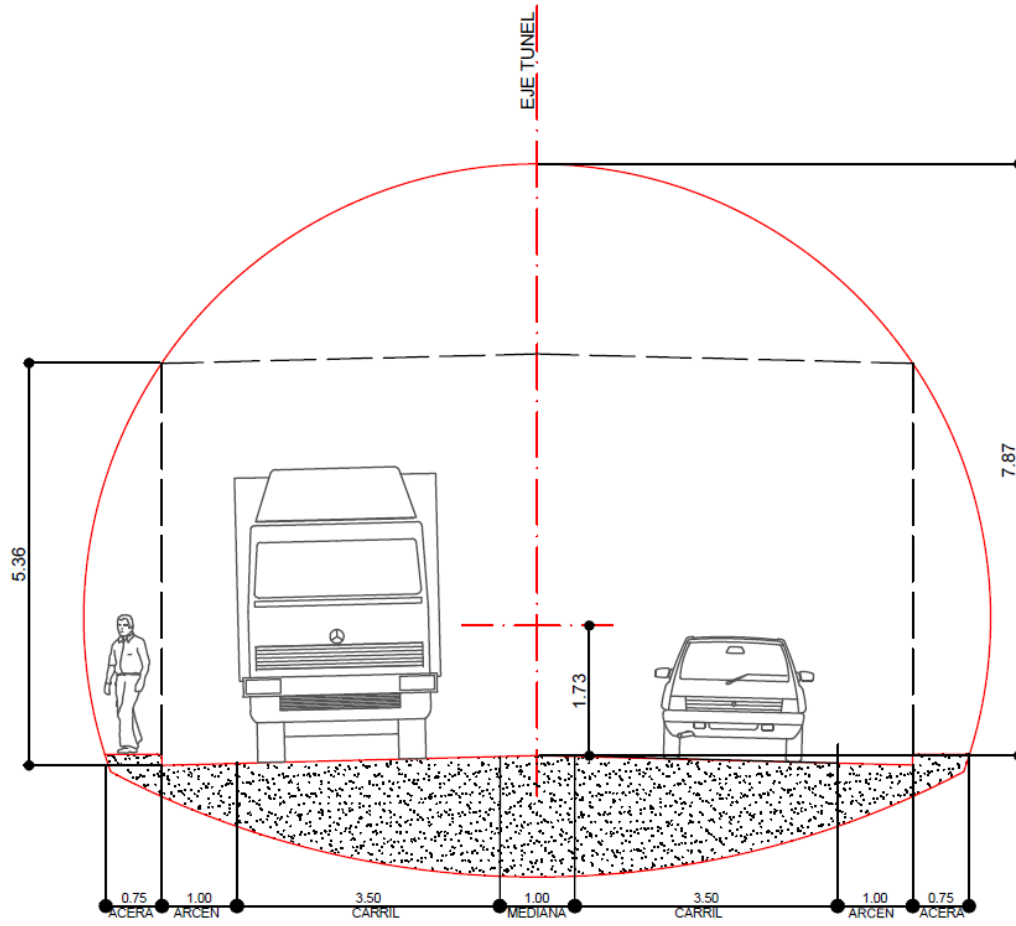


Ilustración 5 Sección Tipo Proyectada. (Elaboración Propia)