

Plan de carreteras de Cataluña^(*)

Por PABLO NOBELL RODRIGUEZ

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Coordinador del Plan

Con motivo de la aprobación del Estatuto de Autonomía de Cataluña que dio competencia a la Generalitat, en materia de ordenación del territorio y de las carreteras y caminos cuyo itinerario pase íntegramente por el territorio, se planteó la necesidad de elaborar un plan que incluyese a todas las carreteras.

Al efecto de poder indicar como debía ser la red de carreteras se estableció una metodología que, a través de un análisis multicriterio teniendo en cuenta el tráfico futuro, la mejora de la accesibilidad y la consecución de los objetivos del Plan Territorial, permita definirla.

1. INTRODUCCION

El impacto que sobre un territorio ejerce la política de inversiones en la red de carreteras es un hecho evidente. En Cataluña el desarrollo de las autopistas paralelas a la costa y la mejora de la infraestructura viaria en el litoral ha ido aumentando la diferencia de dotaciones entre la zona litoral y la central, pre-pirenaica y pirenaica, cuya red tiene unas características de trazado y de forme muy deficientes que condiciona, de alguna forma, su desarrollo.

Para corregir estos desequilibrios, la Generalitat ha puesto en marcha el Plan Territorial de Cataluña, su Parlamento ha aprobado un esquema y unas directrices, para su desarrollo, que han servido de base para la redacción del Plan de Carreteras.

Se ha fijado el año 2000 como año horizonte de planificación y se han estimado las distintas alternativas de Red Básica. Se ha propuesto cual ha de ser la Red de Carreteras (estructurándola en diversas categorías), sus características geométricas y, la inversión necesaria para alcanzar los objetivos que se pretenden cubrir. Se contempla la normativa para todas las carreteras y como se ha de desarrollar la planificación del resto de las redes.

Por necesidades técnicas se incluyen todas

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de diciembre de 1984.

las carreteras de Cataluña cualesquiera que sea su jurisdicción, ya que, a la vista de los objetivos de vertebración del territorio, no tiene sentido abordar la planificación de tan sólo una parte de ellas.

Las conclusiones obtenidas del estudio servirán como documento base para organizar la coordinación de las actuaciones que lleven a cabo, en Cataluña, en materia de carreteras, los demás organismos concurrentes con la Generalitat.

Se han efectuado unos antecedentes históricos del Plan que están incluidos en el Anejo número 1, Tomo I del Plan.

2. OBJETIVOS

Territoriales

- Que intentan disminuir el ritmo de crecimiento de las áreas metropolitanas y de la franja de la costa.
- Redistribuir la población y los equipamientos.
- Dotar de un nivel de accesibilidad equivalente a todas las zonas del territorio, es decir: mejorar la comunicación entre puntos del territorio, teniendo en cuenta la orografía y la densidad de los asentamientos.
- Potenciar y mejorar las relaciones con el resto de España y con Francia.

Funcionales

- Para aumentar los niveles de comodidad, seguridad, rapidez, tráfico y servicios.

Instrumentales

- Convierten el Plan en un instrumento válido para valorar las actuaciones, costes e impacto de las mejoras viarias.

3. FUNCIONES Y CLASIFICACION DE VIAS

Se contemplan tres funciones que corresponden a tres redes que se superponen en el territorio.

- a) Red Básica o fundamental, que servirá básicamente de refuerzo a la circulación de paso y a la interna de larga distancia; incluirá también las vías intercomarcales y aquellas intracomarcales de especial importancia.
- b) Redes Comarcales, que servirán básicamente de refuerzo a la circulación generada entre los centros comarcales y los núcleos de segunda importancia. Se incluyen las redes intercomarcales que sean itinerarios alternativos de la Red Básica.
- c) Red Local o Rural, que estará formada por las vías de ámbito local, y servirá básicamente de refuerzo a la circulación intramunicipal y de conexión entre los núcleos no situados sobre alguna de las redes definidas antes ni sobre éstas. Esta Red Local también estará formada por vías de especial interés agrario, forestal o turístico.

El Plan propone cual ha de ser la Red Básica, formada por las autopistas, la Red Estatal y aquellos tramos de la Red de Carreteras que siendo de la Generalitat, Diputaciones o de nueva creación han quedado incluidos en la Red. Esta Red se ha dividido en dos categorías: primaria y secundaria, exigiendo a cada una de ellas las características de diseño adoptadas en el Plan.

En cuanto a las redes comarcales y las redes locales o rurales, de momento no se clasifican



hasta la aprobación de la Red Básica. Se realizarán unos planes zonales en los que se incluirán también las redes arteriales de las poblaciones de más de 25.000 habitantes. En principio, forman parte de estas redes todas las carreteras de la Generalidad y diputaciones que no se han seleccionado como básicas y aquellas que pertenecen a los municipios, medio natural o Iryda y que cumplen unos criterios mínimos adoptados en el Plan.

Básicamente, tenderán a resolver la unión de núcleos aislados superiores a 150 habitantes, el acceso a puntos fronterizos y a puntos de importancia económica, turística o cultural, así como harán la función de variantes que acorten sensiblemente itinerarios y sirvan para el cierre de los itinerarios incompletos, en función de principios de rentabilidad económica o social. Se realiza una propuesta de caminos de posible inclusión a la Red en el Anejo núm. 6 del Plan, con una longitud total de 2.400 km.

El resto de caminos constituirán las vías municipales o de servicio para el desarrollo específico de funciones propias de organismos de la Administración Pública.

4. CARACTERIZACION DE LA SITUACION ACTUAL

Con los traspasos efectuados en octubre de 1980 quedó clarificada cuál era la Red Estatal, quedando, la gestión de la Red en Catalunya, dividida en:

Red Estatal, incluyendo autopistas y autovías: 1.794 km.

Red de la Generalidad: 4.788 km. Red de la Diputación de Barcelona: 2.014 km. Red de la Diputación de Gerona: 733 km. Red de la Diputación de Lérida: 845 km. Red de la Diputación de Tarragona: 984 km.

Las características de la estructura actual de la Red son las siguientes:

- Su carácter radiocéntrico polarizado alrededor de Barcelona y su área metropolitana.

La «araña de tráfico» en el año 1980, nos marca que el tráfico interceptado por un radio de 50 km a partir de Barcelona es de 125.000 vehículos/día, mientras que en un radio de 100 km no llega a 100.000 vehículos/día. Se observa que, mientras que los tramos de autopista a partir de 50 km de Barcelona se encuentran infrautilizados, las carreteras paralelas soportan tráficos importantes, con niveles de servicio bajos.

- La falta de jerarquización de la Red, que es necesaria para diferenciar funcionalmente los tipos de tráfico, establece redes cerradas primarias y secundarias debidamente interconectadas.
- Como consecuencia de lo anterior faltan muchos tramos de la Red Viaria que son suplidos por tramos de características inferiores que afectan negativamente al nivel de servicio del conjunto del itinerario.
- El radiocentrismo que hemos citado se corresponde con una densidad mucho más baja de la Red en la zona interior de Cataluña. Esto nos da el enclave de algunas comarcas situadas en el fondo, la falta de conexiones entre las comarcas y sus vecinas, y la marginación de al-

gunas áreas respecto a los canales básicos de movimiento.

- Las conexiones con el exterior, y especialmente con Francia, actualmente son insuficientes.

En cuanto a las características físicas y déficits puntuales de la Red se han de citar los siguientes:

- La Red tiene unas características (trazado en planta y perfil, anchuras, curvas, pendientes, visibilidad de adelantamiento, estado del suelo, laterales, etc.) muy variables y poco homogéneas, incluso a lo largo de un mismo itinerario. Existen 6.911,7 km con una anchura inferior a 6 m, representando el 62 por 100 del total de la Red, y 220,9 km sin firme asfáltico.
- Existe el déficit de una Red suficiente densa de vías, con capacidad para el tráfico de vehículos pesados con ejes de 13 toneladas.
- Un buen número de vías de la Red Básica atraviesan aún núcleos de población y requieren la ejecución de una variante o un tratamiento especial de la travesía.
- Algunos núcleos de población no disponen de acceso rodado en buenas condiciones, durante todas las épocas del año.

Los datos de todas las carreteras están en el Anejo núm. 2 del Plan «Catálogo».



5. RED SELECCIONADA

A través de unos criterios de tipo geográfico, características geométricas de la vía y tráfico soportado, se seleccionó una Red que se ha dividido en 1.393 tramos (entre tramos y subtramos) cuya longitud total es de 4.170 km de carretera y 548 km de autopista. Se han buscado los datos siguientes: velocidad de proyecto, velocidad de recorrido (coche flotante), IMD año 1980, niveles de servicio, características del terreno: llano, accidentado y muy accidentado o montaña.

El tráfico se ha separado en Pesados y Ligeros y se está calculando la hora 30.

Los datos de este inventario han sido informatizados y figuran en el Anejo núm. 3 del Plan: «Inventario de la red seleccionada».

6. ESTUDIOS DE ACCESIBILIDAD

Los estudios de accesibilidad nos permiten cumplir con uno de los objetivos del Plan: mejorar las zonas con bajo nivel de accesibilidad. Estos estudios también nos permiten el análisis, diagnóstico y diseño de alternativas, así como, un conjunto de técnicas que permiten modelizar y cuantificar la accesibilidad que confiere la Red en los diferentes puntos del territorio.

Para este estudio hemos elegido 46 puntos que comprenden las cabeceras de comarca y se han elegido otros siete puntos que conviene analizar para obtener su accesibilidad. Mediante la «Campaña de coche flotante» se han obtenido las velocidades de recorrido en los diferentes tramos de la Red seleccionada que en el Anejo núm. 4 figuran como «Velocidad de recorrido» (El plano resumen para ligeros, es el de la fig. 1).

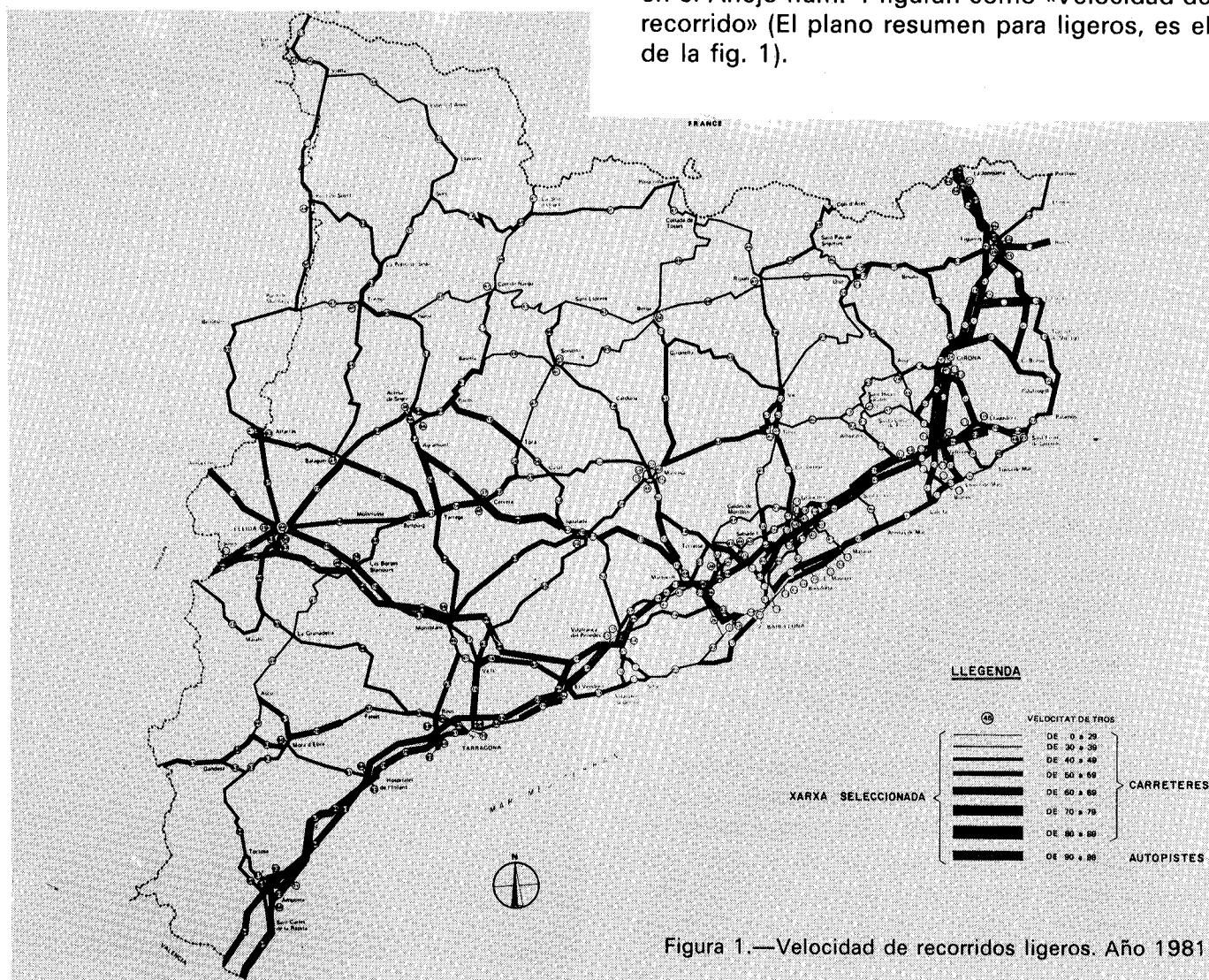


Figura 1.—Velocidad de recorridos ligeros. Año 1981.

Los modelos que se están realizando sobre descripción de la oferta de la Red, para los 46 centroides y 273 nudos que corresponden a las intersecciones de tramos, son los siguientes:

- Suma del tiempo total real desde cada punto al resto, por caminos mínimos.
- Suma de distancia real desde cada punto al resto, por caminos mínimos.

Estos dos indicadores nos permiten conocer el lugar central del territorio en tiempo o distancia por caminos mínimos.

- Suma de tiempo total o ficticio. Desde cada punto al resto se considera la distancia en línea recta entre cada dos nudos y se supone la velocidad media de funcionamiento de la Red, que resulta ser: 62,92 km/h en la Red conjunta, 58,99 km/h en la Red sin autopistas y 96,53 en la red de autopistas.
- Suma de distancia total ficticia. Distancia en línea recta entre nudos.
- Velocidad/velocidad media.

La relación de los indicadores de la Red real y la Red ficticia nos permite eliminar el efecto de localización del que dependían los dos primeros indicadores.

Esto nos permite obtener los siguientes índices:

$$\begin{aligned} & \Sigma \text{ tiempo real} / \Sigma \text{ tiempo ficticio} \\ & \Sigma \text{ distancia real} / \Sigma \text{ distancia ficticia} \\ & \Sigma \text{ velocidad real} / \Sigma \text{ velocidad ficticia} \end{aligned}$$

Este estudio se realizó también con unos costos de funcionamiento al objeto de ponderar el valor del peaje en las autopistas. A consecuencia de esto se incrementaron los tiempos de recorrido en las autopistas en razón del peaje.

La comparación de ambos índices nos permite estudiar el impacto que el peaje de las autopistas ejerce sobre el territorio.

Como resultado de este estudio podemos dar las siguientes conclusiones:

1. Las comunicaciones entre nudos situados en la periferia Este-Oeste no se

realizan por el eje pirenaico, sino que lo hacen en forma de U bajando hasta el eje paralelo a la costa, compuesto por la autopista o por la carretera nacional alternativa y subir otra vez por una penetración vertical.

2. Del estudio con costes de funcionamiento resulta que se cargan más las carreteras alternativas a la autopista. El caso de Lérida es una excepción, ya que no se carga la carretera paralela a la autopista, la actual N-II.
3. Aunque con costes de funcionamiento los vehículos tienden a buscar trazados en línea más directa, éstos no resultan muy ventajosos porque también tienen una longitud mayor al relacionarlos con la línea recta «en vuelo de pájaro».
4. La relación entre el tiempo real y el tiempo ficticio desde cada cabecera de comarca. En la zona central y pirenaica próxima a Aragón, los indicadores oscilan de 1,6 a 1,9, o sea, la media del tiempo para ir desde estos puntos del Pirineo a cualquier cabecera de comarca es casi el doble del requerido a velocidad media de 62,951 km/hora y en recta.

Los estudios sobre accesibilidad están el Anejo núm. 5 del Plan.

7. DEMANDA DE TRAFICO

El territorio se ha dividido en 113 zonas para tener la demanda entre los puntos básicos.

Para la determinación de esta demanda se ha partido de 109 puntos como nudos base y se han ido añadiendo, a cada uno de ellos, unidades municipales, asignándolas a las cabecezas de comarca en función de su accesibilidad inmediata y se ha evaluado esta accesibilidad en función de la distancia, el tipo de carretera y la orografía.

Zonificación interior: Al revisar los puntos básicos enumerados se ha decidido una zonificación interior al objeto de evaluar la demanda. Se han revisado 113 zonas, con una población total de 5.687.392 habitantes.

7.1. La población

Se han establecido unas hipótesis de población para los años 1991 y 2001, tanto para la totalidad del país como para las 113 zonas territoriales delimitadas.

En primer lugar, ha sido necesario delimitar zonas con características demográficas más homogéneas. Por ello se han configurado siete categorías y, a partir de aquí, se han establecido las proyecciones demográficas en cada zona.

Se ha previsto, para el año 2.000, y para la totalidad del territorio, una población de 7.250.000 habitantes. Con esta población global se han hecho dos hipótesis de poblamiento: una, la tendencial para cada zona y la otra, la programada. En esta última ha existido una voluntad de programación a base de potenciar zonas deprimidas y desconcentración de áreas saturadas.

7.2. La renta

También se ha proyectado la renta per cápita para cada una de las 113 zonas, en base al consumo doméstico de energía eléctrica y su proyección para el año 1990 y 2000. Para este último se prevé una renta per cápita, en pesetas constantes del año 1979, de 454.067 pesetas.

7.3. Los índices de motorización

Para conocer la motorización se ha puesto en marcha, en cada zona, una encuesta municipal, ya que los datos disponibles se refieren solamente a la ciudad de Barcelona y a su provincia. A partir de estos datos se ha hecho una prognosis para el año 1990 y 2000, y para cada una de las 113 zonas. Los datos de prognosis para Cataluña y las cuatro provincias son los siguientes:

Año	Cataluña	Barcelona	Gerona	Lérida	Tarragona
1981	276	272	334	267	264
1990	340	337	387	331	327
2000	410	408	443	401	399

Esto representa, para el año 2000 en Cataluña, un parque próximo a los 3.000.000 de vehículos.

7.4. Otras variables socioeconómicas

Se han analizado otras variables socioeconómicas que más tarde han sido utilizadas para el ajuste de valores de los índices de motorización. Estas variables han sido: la ocupación industrial, la población flotante y el consumo de energía eléctrica doméstica.

El estudio de las variables socioeconómicas figura en el Anejo núm. 1, tomo II del Plan.

7.5. Demanda futura del tráfico

El cálculo de la demanda futura del tráfico exige la creación de un modelo de demanda directa que explique el comportamiento, teniendo en cuenta la oferta de carretera que tiene un territorio, o sea, encontrar la matriz origen-destino entre las 113 zonas interiores y las 10 exteriores.

La fórmula usada es del tipo:

$$v_{ij} = P_i^\alpha \cdot P_j^\beta \cdot M_i \cdot M_j e^{nU_{ij}}$$

tenemos:

V_{ij} (viajes entre i, j)

$P_i \cdot P_j$ = (población de i, j)

$M_i \cdot M_j$ = (índices de motorización de i, j)

$U_{ij} = a + bt_{ij} + dc_{ij}$ (función descriptiva de la utilidad del transporte entre $i-j$)

t_{ij} (tiempo de recorrido entre $i-j$)

C_{ij} (costes generalizados del transporte entre $i-j$)

α, β, a, b, d (parámetros a calibrar)

Para obtener este modelo se parte de una muestra suficiente que explique el modelo actual y separe ligeros y pesados para obtener, a partir de ellos, la matriz total.

Para calibrar el modelo de tráfico actual a la matriz origen-destino correspondiente a la zonificación propuesta para el año base, que se fija en 1981, se han analizado las encuestas de tráfico existentes llegando a la conclusión de que sólo son utilizables las de Igualada, Manresa y Vic del año 1977 y las realizadas por la Corporación Metropolitana alrededor de Barcelona, en el año 1981.

Debido a esto se realizó una campaña de encuestas y se distribuyeron los puntos de

PLAN DE CARRETERAS DE CATALUÑA

encuesta, geográficamente, por toda Cataluña con el objeto de obtener una muestra representativa del comportamiento de los movimientos de tráfico en toda la zona de estudio. Se realizaron 93.541 encuestas en 38 puntos y con las que ya se habían realizado han representado un total de 133.955 encuestas.

Como resultado de estas encuestas tenemos nueve, denominadas encuestas cordón, en: Barcelona, Gerona, Lérida, Tarragona, Ripoll, Seo de Urgel, Vic, Manresa, Igualada. Diez encuestas pantalla en carretera y nueve encuestas pantalla en autopistas. Como consecuencia de la información producida por las encuestas se ha llegado a definir una muestra de viajes interzonas en vehículos ligeros (— 1.800 parejas) y pesados (— 1.200 parejas), que constituyen una imagen suficiente a efectos de definición de los modelos explicativos.

Con los datos socioeconómicos evaluados para las 113 zonas se ha confeccionado el modelo de demanda de tráfico para el año 2001. Obtenido el comportamiento simulado se ha aplicado un modelo de evaluación que dé una imagen de aquellos aspectos que representen la mejora de las cinco alternativas estudiadas (en relación a la situación correspondiente, a actuaciones nulas sobre la red) para los usuarios. Estos aspectos se han clarificado por zonas de procedencia, dando una imagen del impacto territorial de cada alternativa.

A la vista de los beneficios que conlleva cada alternativa, del coste de inversión y mantenimiento, de la mejora de la accesibilidad que se produce en las zonas más deprimidas y del impacto territorial que puede tener una solución respecto a las demás se ha elegido una de ellas que es la que se propone en el Plan. Una vez asignado el tráfico a la propuesta nos reproduce la IMD-2001 (fig. 2).

8. EVALUACION DE ALTERNATIVAS

En esta etapa se valoraron las alternativas para elegir la más eficaz. Se utilizó una técnica de tipo multicriterio, teniendo presente:

- La eficiencia a nivel global. Esto obligó a calcular los beneficios totales que repor-

taban las alternativas funcionales, de impacto territorial y económicas.

- La equidad social y territorial para que la alternativa sea eficiente y no afecte negativamente a ningún grupo en particular.

Valoración económica

La evaluación económica se ha realizado aplicando el programa EVALAS para las redes propuestas y variante.

Seguidamente se recogen los valores más significativos de la comparación realizada entre la Red propuesta y la Red variante, con un presupuesto más bajo.

Si se analizan los valores globales a nivel del país se obtienen (en la hipótesis de costes de explotación y del valor del tiempo asumidos en el estudio):

BENEFICIOS USUARIOS (Miles/ptas/día)

	Red máxima	Red variante	Red máxima/ red variante
Ligeros	150.711	109.714	1,37
Pesados	36.621	28.930	1,25
TOTAL	186.972	138.644	1,35

AHORRO DE TIEMPO USUARIOS (Horas día)

	Red máxima	Red variante	Red máxima/ red variante
Ligeros	16.793	14.431	1,16
Pesados	13.265	11.985	1,11
TOTAL	30.058	26.416	1,14

Observamos como la diferencia de ingresos en la alternativa máxima aparece en los vehículos ligeros que son los que se benefician de las mejoras aportadas.

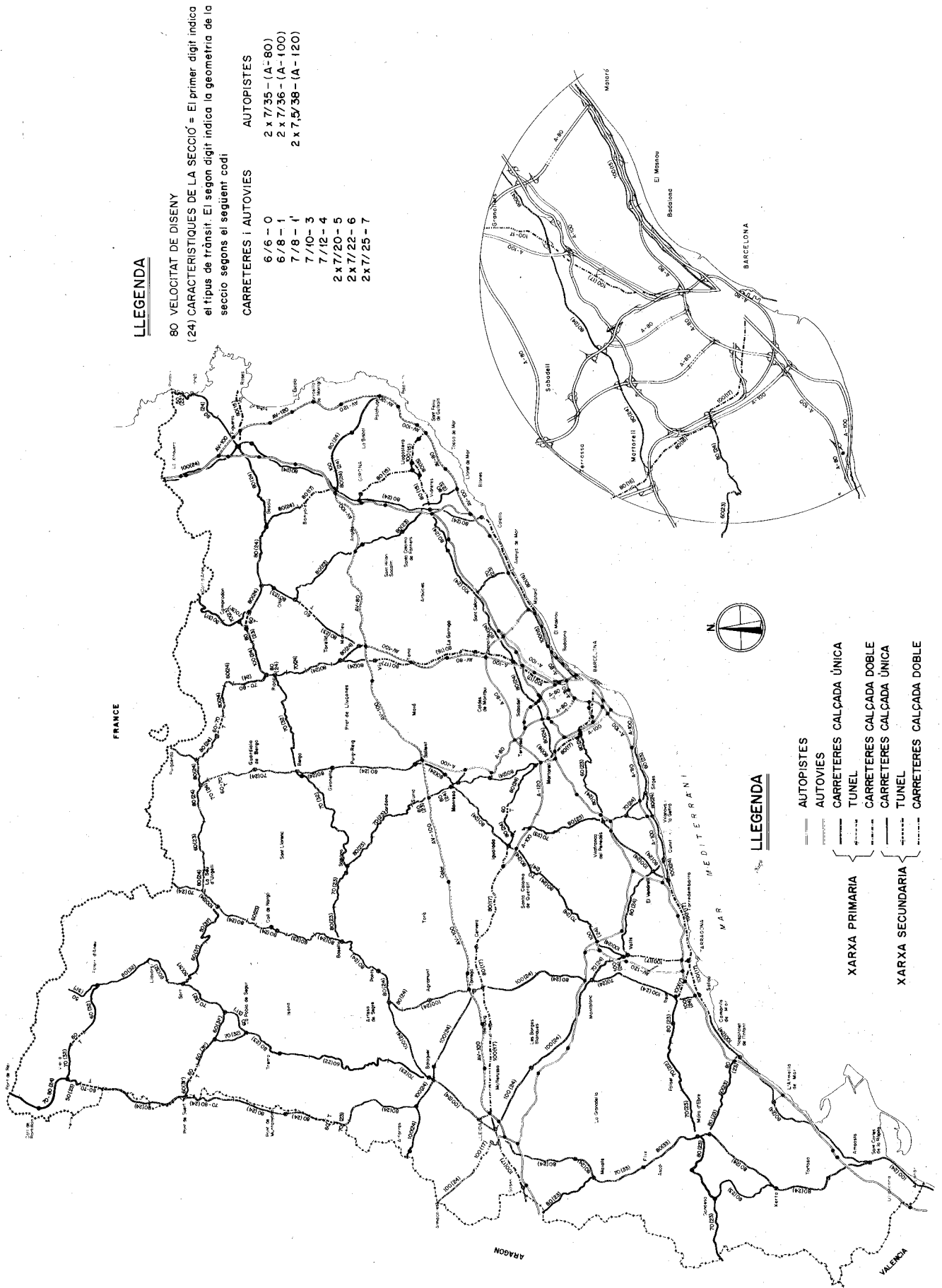
Si tenemos en cuenta las cifras de inversión para cada una de las alternativas que son, en valores aproximados, 318.099 millones la Red primaria y 244.653 millones la variante, una imagen de la eficiencia puede obtenerse encontrándose la tasa de beneficios en el año 2001 por unidad de inversión.

772



Figura 2.—IMD. Año 2.001.

PLAN DE CARRETERAS DE CATALUÑA



PLAN DE CARRETERAS DE CATALUÑA

BENEFICIOS TOTALES AÑOS 2000/COSTE DE INVERSION

	Red máxima	Red variante
Ligeros.....	0,1729	0,1637
Pesados.....	0,0416	0,0432
TOTAL.....	0,2145	0,2068

Esto representan cifras favorables para la Red máxima.

Otro beneficio de este Plan es la mejora notable de la accesibilidad de las zonas menos favorecidas. Estos resultados se recogen en los estudios sobre la accesibilidad que confiere la nueva Red.

El Plan de Carreteras tendrá una validez de dieciseis años y se desarrollará por programas de actuación de cuatro años que se enmarcarán en las directrices de los otros objetivos del Plan Territorial de Cataluña.

El Plan recoge las mejoras en las principales características, como son: velocidades mínimas, dimensiones de la sección (fig. 3, propuesta Red Básica).

3. RED PROPUESTA

La longitud de la Red Básica propuesta es de 4.225 km de los cuales 880 corresponden a autopistas y 465 a autovías.

El presupuesto total para llevar a término la Red Básica alcanza un coste de 318.000 millones de pesetas, de las cuales un 21,74 por 100 corresponden a la Red del Estado, un 0,4 por 100 a la Red actual de las diputaciones provinciales, un 2,73 por 100 a la Corporación Metropolitana de Barcelona y el resto, 239.000 millones, a la actual Red de Carreteras de la Generalidad. Esta valoración se realizó según un cuadro de precios, en base a los del año 1981.

10. NORMAS

El Plan contiene una normativa dividida en dos capítulos.

El capítulo 1: Desarrollo del Plan. Está for-

mado por nueve artículos en los que se prevé la vigencia del Plan, la clasificación de vías, la redacción de planes zonales y redes arteriales y los programas de actuación.

Capítulo 2: Características técnicas. Está dividido en 31 artículos donde se indican los criterios de diseño del servicio, la seguridad vial y la integración de las vías en el medio que habrán de respetar las carreteras de Cataluña.

Hay un anejo en el que se enumeran los espacios naturales, por lo que se habrá de tener un cuidado especial con los trazados que se proponen.

11. EJECUCION DEL PLAN

El Consejo Ejecutivo de la Generalidad, en fecha de 31 de enero de 1983, tomó en consideración el Plan y lo mandó a informe de los otros departamentos de la Generalidad, las diputaciones y ayuntamientos enviando el Plan al delegado del Gobierno en Cataluña a efectos de la coordinación entre las actuaciones del Estado y la Generalidad. En diciembre de 1983 finalizó el plazo para las alegaciones, que fueron estudiadas a continuación, y se ha realizado ya la propuesta definitiva que se enviará al Consejo Ejecutivo para su aprobación, si procede.

Pablo Nobell Rodríguez



Nació en 1940. Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (promoción de 1964). Diplomado urbanista. Formó parte del equipo que redactó el Plan Director del Area Metropolitana de Barcelona (1966). Ingeniero de la Diputación de Barcelona desde 1965. Gerente de Construcciones Civiles de la Diputación (1974-1979). Coordinador del Plan de Carreteras de Cataluña e ingeniero jefe de Planificación de Carreteras de la Generalidad. Tiene a su cargo la Cátedra de Caminos y Aeropuertos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Barcelona.