

Bases de datos. Aplicación práctica

Por Oscar Gutiérrez-Bolívar
Centro de Estudios de Carreteras
CEDEX



Deflectógrafo Lacroix.

1. Introducción

LAS bases de datos son una parte esencial de un Sistema de Gestión de Firms. Se ha llegado a decir que son el corazón del Sistema. Por esta razón conviene dedicar una especial atención no sólo a la elección de programas y ordenadores, sino también, y sobre todo, a los datos y su organización dentro de la base. A esta tarea se le debe prestar una especial dedicación, siendo una de las que más tiempo consume en el desarrollo de un Sistema de Gestión.

Conviene que la información que se introduce en la base de datos, sea lo suficientemente representativa de la característica de la carretera de que

se trate. Además se deben elegir los métodos de adquisición de la información, teniendo en cuenta los usos existentes en cada Administración y las características peculiares de la red.

2. Características de las bases de datos

2.1. Introducción

El término base de datos no se refiere sólo a un lugar donde se almacena la información sin más. Otras denominaciones como Sistema de Gestión de Datos, Sistema de Gestión de Información, etc. indican mejor la naturaleza de lo que se suele entender por bases de datos. El nombre de banco de datos, que aunque también se

emplea en el mismo sentido, es un término que parece estar todavía más relacionado con el lugar donde se almacenan los datos, que con la forma en que se organiza la información. Por simplicidad, en lo que sigue, se usará el término base de datos en el sentido de sistema de normas y métodos organizativos que gestionan la información.

Las bases de datos deben tener una estructura que organice eficazmente la información, de tal forma que se puedan realizar distintas operaciones con ella. Así, los datos se deben de introducir según una estructura lógica que impida inconsistencias en la información.

Entre las operaciones más importantes que se pueden realizar con la información figuran:

1. Consultar.
2. Modificar.
3. Borrar.

Estas operaciones deben afectar a los datos elegidos, pero no a otros. Así, si se quiere borrar un dato, esta operación no debe dar como resultado que se borren a la vez, otros datos no deseados. Por ejemplo, si se quiere borrar un dato referente al tráfico, esto no debe llevar aparejado el que se borre de la base la carretera en que se encuentra ese tráfico. Igualmente, al realizar modificaciones, no debe ocurrir tampoco, que se queden como incorrectos datos no modificados. Por otro lado, de las consultas, si están bien formuladas, se deben obtener respuestas adecuadas. Estas son algunas reglas que debe cumplir una base de datos correctamente concebida.

3. Tipos de bases de datos.

3.1. Introducción

Existen varios tipos de bases de datos, pero quedaría suficientemente cubierto el análisis al referirme únicamente a las bases jerárquicas y a las relaciones. Bases del tipo red no presentan un especial interés.

3.2. Bases de datos jerárquicas

Las bases de datos jerárquicas presentan la información de forma escalonada, dependiendo siempre la información de un escalón superior. Están estructuradas de forma análoga, al modo en que usualmente se desarrolla el pensamiento humano. Es decir, van desde lo más general a lo más particular. Es ésta una de las razones por la que se emplean en sistemas expertos.

Un ejemplo aplicado a las carreteras sería el caso en que en el escalón principal estuvieran situadas las carreteras. Cada una de ellas a su vez se dividiría en varios tramos. De los tramos penderían sus distintas características de tráfico, tipo de firme, etc.

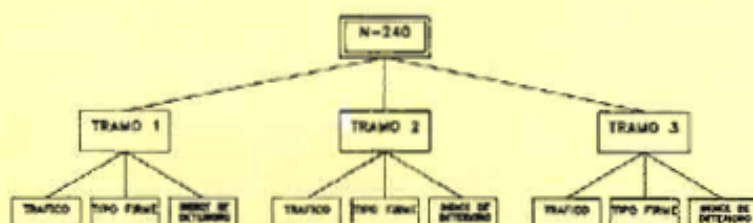
Aparentemente es una forma lógica y en consonancia con nuestros hábitos de pensamiento. La dificultad surge cuando es necesario realizar la programación de alguna consulta. Si, por ejemplo, se desean conocer los tramos de carretera con un tráfico superior a uno dado, la consulta resulta demasiado compleja. Sería necesario realizar la búsqueda en todas las carreteras, después en cada tramo y ya dentro del tramo, comprobar si el tráfico que tiene cumple la condición requerida. Es fácil ver la dificultad que

esta búsqueda tendría, imaginando que la información se conserva físicamente en archivos con una disposición jerárquica.

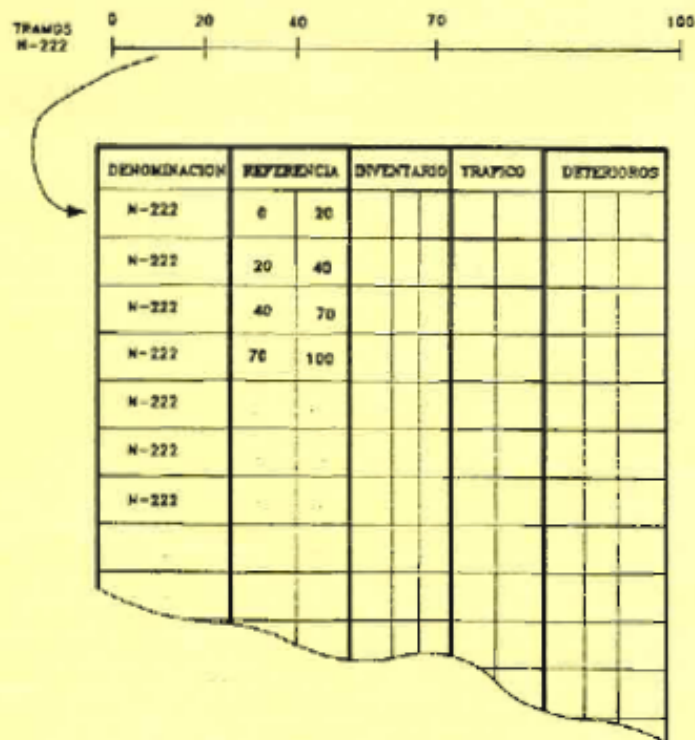
Otro inconveniente que presentan, es que obligarían a dividir la carretera en tramos homogéneos, para dis-

tintas características. En la realidad y para carreteras como las dependientes del MOPT, los tramos de tráfico homogéneo no suelen coincidir ni con los de firme homogéneo, ni con los que presentan un estado homogéneo. Es decir, son carreteras hetero-

BASE DE DATOS JERARQUICA



BASE DE DATOS RELACIONAL SIMPLE



gencias cuando se contemplan distintas características simultáneamente. Pueden no darse estas condiciones en autopistas donde se construyen largos tramos con tipos de firmes y materiales homogéneos, y el tráfico también suele mantenerse en tramos de longitud considerable debido a las restricciones de acceso.

3.3. Bases de datos relacionales.

En ellas los datos se encuentran en tablas o ficheros. Están compuestas por filas y columnas. A las columnas también se les denominan campos o atributos. Las filas reciben también el nombre de registros.

En estas bases de datos deben cumplirse ciertas condiciones para que la información sea coherente. Una de ellas, es que no deben existir dos filas iguales, pues indicaría que la información se encuentra repetida. Otra sería que una columna no debe depender de otra pues al modificar una, podría olvidarse el modificar la dependiente de ella.

Cada fila queda identificada por los valores de una o más columnas que reciben el nombre de llaves, cuando son la mínima cantidad posible de columnas que identifican perfectamente a cada fila. Un tramo de una carretera quedaría identificado por una llave compuesta por el nombre de la carretera, la calzada de que se trate y los puntos kilométricos inicial y final del tramo.

En estas bases, una consulta como la realizada anteriormente en una base jerárquica se responde fácilmente. Así para buscar tramos con un tráfico determinado, basta con posicionarse en la columna correspondiente a tráfico donde inmediatamente se ejecutaría la búsqueda.

3.3.1. Base de datos relacional simple.

Se trata de bases de datos formadas por una única tabla o fichero. En el caso de carreteras, sus columnas estarían formadas por las distintas características de cada tramo.

Presentan, sin embargo, un inconveniente que también se daba en las bases de datos jerárquicas. Consiste en que se obliga a dividir a la carretera en tramos homogéneos para distintos datos, cuando, como ya se vio anteriormente, esa es una circunstancia que difícilmente se da en la realidad.

Además hay que tener en cuenta que los datos se toman por equipos diferentes y en distintos momentos. Así los datos de tráfico suelen depender de personas distintas que los da-

tos de deterioros. Esto llevaría a tratar toda la base de datos cada vez que se introducen nuevos valores de alguna característica.

Por otro lado, esta forma de organización lentifica las consultas, pues exige tratar toda la información simultáneamente, cosa que no suele ser necesaria.

3.3.2. Bases de datos relacionales complejas.

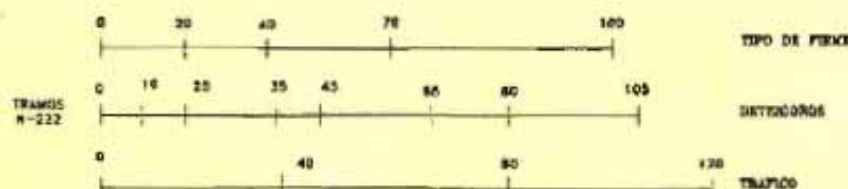
Las bases de datos relacionales complejas pueden paliar los problemas que presentaban las simples. Están formadas por varias tablas. Cada tabla se refiere a una característica determinada y están formadas por columnas correspondientes a tramos homogéneos. Con esa disposición se evita el forzar una homogeneización artificial con la que se perdería precisión. También se simplifica el tratamiento de cada parcela de la información, facilitando su modificación y actualización, sin tener que tocar las restantes tablas.

Estas bases de datos exigen tener un buen sistema de referenciación. En las simples este requisito no es tan

“Un inconveniente, que también se basa en las bases de datos jerárquicas, consiste en que se obliga a dividir a la carretera en tramos homogéneos para distintos datos, cuando esa es una circunstancia que difícilmente se da en la realidad.”

necesario, pues al realizarse los tramos de una forma artificiosa, podrían hacerse coincidir los inicios y finales de tramos con puntos singulares. En cambio, las bases de datos relacionales complejas dependen de un buen sistema de referenciación para su correcto funcionamiento. Para ello, es necesario tener bien referenciado cualquier punto de la carretera. Así se

BASE DE DATOS RELACIONAL COMPLEJA



FICHERO DE DETERIOROS

DENOMINACION	REFERENCIA	DET	DET	DET
N-222	0	10		
N-222	10	20		
N-222	20	30		
N-222	30	45		
N-222	45	60		
N-222	60	80		
N-222	80	100		

FICHERO DE TIPO DE FIRME

DENOMINACION	REFERENCIA	DET	DET	DET
N-222	0	20		
N-222	20	40		
N-222	40	70		
N-222	70	100		

FICHERO DE TRAFICO

DENOMINACION	REFERENCIA	TRAFICO
N-222	0	40
N-222	40	80
N-222	80	120

“Dada la antigüedad de muchas de las carreteras y las numerosas actuaciones que han sufrido, modificando su estructura tanto longitudinal como transversalmente, el caracterizar los firmes es una labor compleja.”

podrá, posteriormente relacionar las distintas tablas y asignar a cada sección de la carretera todas las características que le correspondan.

Con el empleo de este tipo de bases de datos, junto con un adecuado sistema de referenciación y con los medios existentes hoy en día, no está justificado el intentar hacer homogéneo aquello que por su naturaleza no tiene por qué serlo. Es decir, se pueden estudiar independientemente los datos de tráfico de los de clima, tipo de firme o cualquier otro. Esto no es óbice para que posteriormente se traten de forma similar por el sistema de gestión, tramos cuyas características no son exactamente iguales, pero que pertenezcan a una gama en donde se cumplen ciertas condiciones prefijadas. Es decir, no se puede tener en cuenta una casuística presumiblemente infinita, por lo que deben tipificarse una serie de condiciones que reduzcan razonablemente los casos a considerar. Pero debe existir la posibilidad de modificar esas condiciones, por lo que es necesario mantener la independencia entre datos de distinta naturaleza. Análogamente y para cada característica debe tomarse un valor representativo para una longitud que sea razonablemente manejable. Así, el considerar, dentro de un sistema de gestión de una red, únicamente la deflexión en cada punto, carece de sentido cuando se pretende estudiar la inversión en la rehabilitación no de un punto sino de toda una red. Parece más aconsejable, en ese caso, el considerar tramos homogéneos desde el punto de vista de las deflexiones.

4. Sistema de referenciación

4.1. Introducción

Un sistema de gestión debe apoyarse muy firmemente en una buena

base de datos. Si los datos son malos, difícilmente se realizará una buena gestión. A su vez, la base de datos debe apoyarse en un buen sistema de referencia. Si no se posee un buen sistema de referencia, difícilmente se podrán relacionar datos entre sí, ni localizar los puntos en donde se da una determinada circunstancia. Si se quiere relacionar, por ejemplo, el tráfico, el tipo de firme y el estado en que se encuentra, sólo podrá hacerse mediante un buen sistema de referencia.

Esas referencias atañen no sólo a la posición geográfica de los datos, sino a la fecha en que se tomaron. Es decir, se precisa también una referencia temporal. Con ello, se pueden mantener los datos antiguos para poder hacer estudios de cómo evolucionan a través del tiempo. Esto permitirá predecir cómo se comportarán los firmes o las actuaciones que sobre ellos se realicen.

4.2. Clases de sistemas de referenciación

Los tipos de referenciación en carreteras, se pueden dividir en dos grandes grupos, que serían los lineales y los espaciales.

En los lineales, es la distancia recorrida a lo largo de la carretera desde su origen a un punto determinado, la que nos define su posición. En este sistema, los hitos kilométricos o los nudos desempeñan un papel auxiliar.

En los sistemas de coordenadas espaciales son la latitud, longitud y altura o la X, Y, Z, en un sistema como el U.T.M., las que determinan las posiciones de los puntos.

4.3. Sistema de referenciación en el MOPT

El sistema de referenciación en el MOPT se apoya fundamentalmente en los hitos y los nudos.

Los hitos son señales que indican aproximadamente una distancia al origen de la carretera. La realidad es que no todos los hitos se encuentran separados 1 km, entendiéndose que nos referimos al kilómetro con una precisión del orden de decena de metros. Esto se debe, en ocasiones, a las modificaciones que ha sufrido la carretera, como pueda ser la realización de una variante. Con objeto de no tener que modificar todos los hitos, sólo se acomodan algunos de ellos. Por esta razón, los hitos deben ser considerados como puntos de referencia y no como indicadores precisos de una longitud. Así, cuando al referenciar una sección de una carretera se dice

Carretera N-27

DATOS		PROVINCIA		REDACTA		FECHA		CLAS	
P.K.	P.K.	CLAS	PROV.	PROV.	PROV.	PROV.	PROV.	PROV.	PROV.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
27.3	29.5	7	2.5-2.5	MB	11/82	F			
29.5	37.8	7	2.5-2.5	HV	9/85	R			
37.8	43.7	7	2.5-2.5	MB	4/78	F			
43.7	52.9	7	2.5-2.5	MD	10/80	SA			
52.9	68.3	7	2.5-2.5	LB	4/87	SA			
68.3	77.0	7	2.5-2.5	MD	4/79	X			
77.0	79.0	7	—	(X)	X	F			
79.0	103.8	7	2.5-2.5	MB	12/80	SA			
103.8	122.6	7	2.5-2.5	HV	10/87	R			
122.6	126.6	7	2.5-2.5	MB	10/86	SA			
126.6	127.4	10	1-2.5	MB	10/86	SA			
127.4	128.7	7	2.5-2.5	MB	10/86	SA			

que se encuentra en el p.k. 200+150, no se indica tanto que el punto se encuentra a 200,150 km del origen, sino que se encuentra a 150 m del hito 200.

Los nudos son puntos singulares dentro de la carretera que tienen una mayor permanencia en el tiempo. Es decir, es más difícil modificarlos. Pueden ser inicios y finales de carretera, límites provinciales, intersecciones con otras carreteras estatales, y otros puntos que presentan una cierta estabilidad y que por motivos operativos, conviene que disten entre sí menos de unos 20 km. La misión de los nudos es permitir que, a partir de ellos, se puedan reponer los hitos, cuando por cualquier causa desaparezcan, o incluso se precise modificar otros nudos.

Para referenciar adecuadamente tanto los hitos como los nudos, se ha optado por un sistema mixto. Por un lado, se considera la distancia al origen de cada uno de ellos en coordenadas "curvilíneas" y por otro, sus coordenadas U.T.M. Con ello, conocemos las longitudes reales de las carreteras y la posición precisa de cada nudo o hito.

5. Inventario de características geométricas

Para caracterizar tanto la referenciación como otros datos geométricos de las carreteras, el MOPT utiliza un vehículo inventario dotado de cámara

INVENTARIO DE FIRMES

Hoja 3 de 22

Origen Villanueva a Villa Real Calzada UNICA

Provincia SAN JUAN

Fecha ENERO-91

ESTRUCTURA DEL FIRME										VALOR TRAY. (14)	TRAY. EXPLAN. (15)	OBSERVACIONES (20)
FEUM (9)	IV (10)	IV (11)	IV (12)	IV (13)	IV (14)	IV (15)	IV (16)	IV (17)	IV (18)			
81/82		12					35		No	Si (X)		PK. 21,3: LIT PROVINCIA. (A) EXPLAN. TRATADO CON CEMENTO BARRA A 221-287
85	23				15		16		No	No		
78		8-12					30-45		No	No		
84/R88		20-32			20		20		No	No		LA ESTRUCTURA ORIGINAL SE HIZO EN 1984. EN 1988 SE REFORZO CON S A 12 EN DE MB. SOBRE ESTOS SE ESTENDIERON 4 CM DE MD.
79		22					25?		No	No		
74									No	No		ESTRUCTURA DESCONOCIDA. SE ESTIMA QUE DEBE ESTAR ENTRE F y SF.
65							X(4)		No	No		(A) OBRAS DE REFORZO EN MARINA. (B) MACADAM CON DTS.
80		215					X		Si	No		ENSANCHOS DE FIRME ANTIGUO EN EL BOLLADO/CA/01/24 (12)
87	23			15			20		No	No		
79/R86		22					35		No	Si (X)		EN 1979 SE CONSTRUYO UN FIRME A 221, HACIENDO UN TRATAMIENTO EN LA EXPLANADA EN ALGUNOS TRAMOS. EN 1986 SE REFORZO CON 10 CM DE MB.
79/R86		22					35		No	No		TRAMO SIMILAR AL ANTERIOR CON CARRIL ADICIONAL PARA VEHICULOS CENTROS.
74/R86		22					35		No	No		TRAMO SIMILAR AL ANTERIOR SIN VIA LENTA PK. 18.7 2 LIMITE DE PROVINCIA.

de televisión, giróscopos, inclinómetro y otros elementos que recogen esa información. Posteriormente, se procesa y se introduce en una base de datos.

Entre los resultados que se dan cada 10 m, figuran las anchuras de carriles y arcones, el peralte, la pendiente y el radio obtenido a partir de la variación del acimut. También se obtiene la distancia a la que se encuentran los hitos y otros puntos singulares o nudos.

Se está intentando incluir en el próximo inventario las coordenadas U.T.M. de puntos de la carretera, tomadas cada cierto intervalo. Ello será posible gracias a la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global apoyado en satélites. Este sistema consta de un receptor y de una antena que recibe señales de los satélites presentes en ese momento. De esta forma, dado que en cada instante se conoce la posición de dichos satélites, se puede determinar el punto donde se encuentra el receptor. Con tres satélites se determina la X e Y (o longitud y latitud) y con cuatro se puede determinar también la altitud.

6. Contenido de las bases de datos.

6.1. Introducción.

Una vez expuestos los problemas que plantea la referenciación, pasamos a analizar el contenido de la base

de datos.

Un apartado fundamental es conocer qué tipos de firme existen en la red. Dada la antigüedad de muchas de las carreteras y las numerosas actuaciones que han sufrido, modificando su estructura tanto longitudinal como transversalmente, el caracterizar los firmes es una labor compleja.

Además, se hace necesario conocer el estado del firme tanto mediante una inspección directa como por medio de aparatos.

Otros factores a considerar son las acciones que soportan los firmes y que se pueden englobar en tráfico y clima.

Por último, es necesario conocer las actuaciones que se han realizado sobre los firmes, y en qué fecha, para predecir su comportamiento.

Con lo anterior se cubre la caracterización del firme y su estado. Al mismo tiempo, es preciso analizar la repercusión que el estado de los firmes tiene en la seguridad y comodidad de los usuarios. También es necesario examinar la capacidad estructural de los firmes, pues ello indicará su vida residual y, por tanto, la repercusión económica de las inversiones que realice la Administración.

Seguidamente, se verán algunos de los datos que se consideran para la base de datos perteneciente al sistema de gestión de firmes de la red dependiente del MOPT.

6.2. Inventario de firmes

Para conocer los firmes de la red se confeccionaron unos impresos donde se pedían datos para caracterizar los firmes. Entre ellos figuraban:

- La referenciación del tramo homogéneo mediante su pk inicial y final.
- La anchura de la calzada y arcones. Aunque este dato se recoge en el inventario de características geométricas, también se pide aquí a efectos de actualización.

- Material de la capa de rodadura y fecha en que se colocó.

- Estructura de firme mediante una clasificación genérica que divide a los firmes en Flexibles, Semiflexibles, Rígidos y Semirígidos. En el caso de que se ajuste a un firme de la Instrucción se indicará el tipo. Se indicará también la fecha en que se realizó el último refuerzo y las anteriores. Por último, se indicará el espesor de cada capa. También se debe indicar si el tipo de firme es variable en sentido transversal y si la explanada está tratada.

- Un apartado dedicado a observaciones que, dada la heterogeneidad de los firmes, raramente se dejará sin rellenar.

Al concebir el cuestionario se trató que fuese lo más amplio posible, para que se recogieran todas las peculiaridades. Por otro lado, tampoco parecía conveniente el realizar un cuestionario excesivamente prolijo que provocara un cierto desánimo en las personas encargadas de rellenarlo.

DATOS DE FIRMES

CARRETERA + DESTINACIÓN		LOCALIDADES QUE DEFINEN LA OBRA		CLAVE
PROVINCIA	REFERENCIA P. ORIGEN (S)	REFERENCIA P. FINAL (S)	LONGITUD	FECHA PUESTA EN SERVICIO
PERSONA QUE RELLENA EL CUESTIONARIO		TELEF.	ORGANISMO O EMPRESA	
EMPRESA CONSTRUCTORA	EMPRESA CONSTATORA DEL PYTO.		EMPRESA CONTROL DE CALIDAD	

“**E**l método de inspección visual consta de tres impresos: el primero, se divide a la carretera transversalmente en cinco zonas para distinguir los deterioros de tipo conceptual.”

Desarrolló un método de inspección visual. Se trató de que se adaptara a los medios disponibles por cada Unidad de Carreteras del MOPT.

REGISTROS SITUACIONES EN VALIENTE CLAVE 342 Hoja 1

-DATOS GENERALES:

Tipo de material:

Fecha de puesta en servicio:

Tramo y capas:

Expresión de proyecto (sección rectangular):

Capas en obra:

Capas extras de pyto. (sección trapezoidal):

Sección en obra (+/-):

-LIGANTE:

Tipo:

Procedencia:

Penetración:

Punto reblandecimiento (A y B):

-ARTÍCULO:

Facción	Naturalidad	Procedencia	A	S.A.	C.P.A.

-RESUMEN:

ENSAYOS	Lab.	n	x	s	max	min
Estabilidad						
Deformación						
1. Ligante a/s						
2. Ligante a/s						
3. Filler a/s						
4. Filler a/s						
Buecos en arena						
Buecos en áridos						
Densidad Marshall						
Embreo cantábrico						
Embreo pista						

Densidad en obra:

Densidad:

Permeabilidad en obra:

Riesgo de adherencia con capa inferior:

Opciones:

Tipo de ligante:

Por ello, se optó por una solución de compromiso en la que se deja un apartado dedicado a observaciones, en donde se pueden detallar informaciones que resulten de interés.

6.3. Firmes nuevos

Para los firmes nuevos se desarrolló un cuestionario con datos de los distintos materiales y ensayos realizados durante la construcción. Figuran el número de ensayos y valores estadísticos que permitan caracterizar los materiales, así como la calidad de

su puesta en obra. Con ello, se pretende disponer de la información relativa a los firmes y a los materiales que los constituyen desde antes de su puesta en servicio. Así se podrá estudiar no sólo el comportamiento de cada tipo de firme sino también la influencia que las características de los materiales tengan en ese comportamiento.

6.4. Inspección visual

Con el fin de caracterizar el estado estructural de las carreteras se desa-

Consta de tres impresos. En el primero se divide a la carretera transversalmente en cinco zonas. Dos son las rodadas y el resto las zonas adyacentes. Con ello, se distinguen los deterioros de tipo estructural, que son los que se encuentran en las rodadas, de los restantes. Cada deterioro tiene un símbolo de fácil identificación.

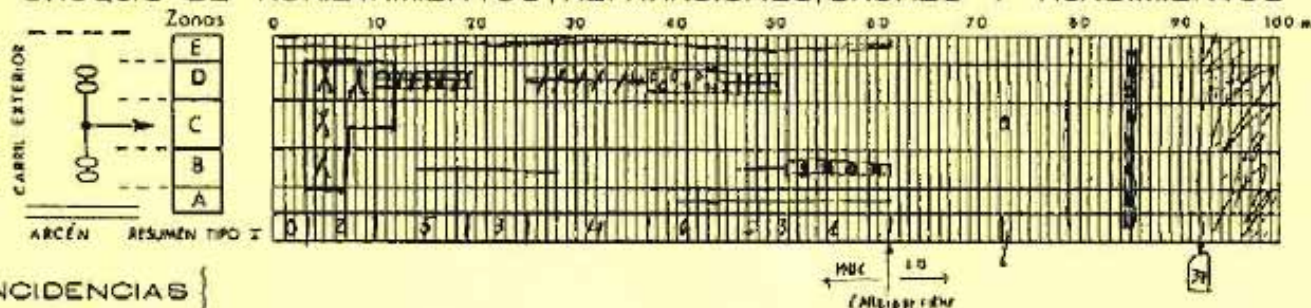
En el 2º impreso se recoge un resumen de cada deterioro por kilómetro.

El 3º impreso es de tipo conceptual. En él no aparece la carretera, sino que por medio de unas claves se

INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

Carretera: 11-27 Calzada / Carreil: UNICA / OCRO Provincia: SAN JUAN HOJA Nº 5
 Denominación: SANTA MARÍA A YELATA POR EL MONTE De P.K. 369000 P.K. 37 SIN DETERIOROS ☐
 Tramo: MANZANIZA - TAJAMONTE Tipo de pavimento: MUC 11/18 CON DETERIOROS ☒

CROQUIS DE AGRIETAMIENTOS, REPARACIONES, BACHES Y HUNDIMIENTOS



INCIDENCIAS

Desmonte / Terraplén

Tipo V. Roderas

Deterioros Tipo VI (*)



Observaciones:

(*) especificar

Autor de la inspección

J. GARCIA

Fecha 18-11-90INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS
RESUMEN DE DETERIOROSHoja 1 de 2

Carretera: HT Calzada / Carreil: DERECHA (25) Provincia: GUADALAJARA
 Denominación: MOZCIN A FRANCIA POR BARCELONA De P.K. 38.740 P.K. YATEOS
 Tramo: GUADALAJARA Tipo de pavimento: 17/18

SIMBOLO	TIPO	DETERIORO EN LOS TRANOS	ZONAS EN CONSIDERACION	UNIDAD DE MEDIDA	CUMULADO DE P.T. A P.K.									
					38740	39400	40100	40800	41500	42200	42900	43600	44300	45000
0		Tramos buenos	B-0	m	280	920	725	778	707	625	963	718	780	851
1		Grutas long. salidas	B-0	m										
2		Zonas reparadas	A-B-C-D-E	m										
3		Grutas long. simples	B-0	m		56								
4		Grutas long. múltiples o ramificadas	B-0	m										
5		Zonas cuarteadas	A-B-C-D-E	m		11	221	205	273	375	36	79	220	147
6		Zonas hundidas o con desprendimientos	A-B-C-D-E	m										
		TOTAL DETERIOROS TIPO 4		m		67	221	205	273	375	36	79	220	147
7		Baches	A-B-C-D-E	m ²										
8		Grutas transversales	A-B-C-D-E	m ²		2								
9		Grutas longitudinales (fuera de las zonas de rodadas)	A C E	m		56								
10		RODADAS + 2 cm	B-0	m										
11		RODADAS + 2 cm	B-0	m										
12		OTROS	A-B-C-D-E	m										
LONGITUD DEL KILOMETRO					m	280	997	996	913	1000	1000	949	991	997

OBSERVACIONES:

(*) especificar

Autor del resumen

Javier García Padua

Fecha 12 de febrero 90

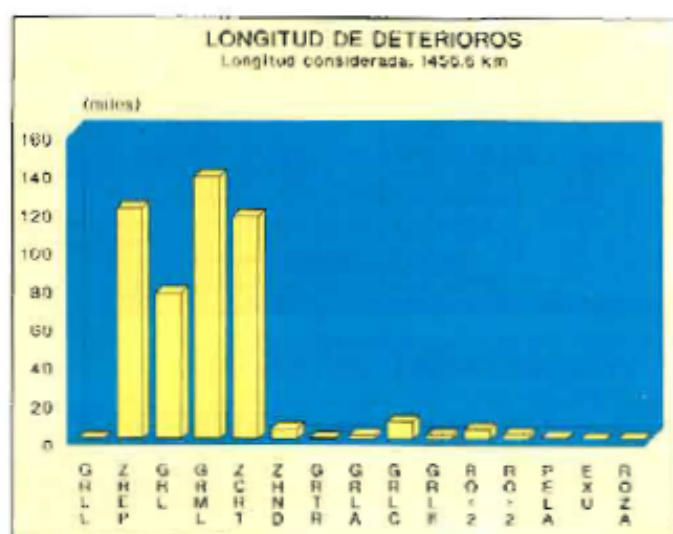
indican los tipos de deterioros y la zona en donde se encuentran. Se localizan en sentido longitudinal por el punto donde se inician y el punto donde terminan. Este impreso es mu-

útil para introducir los datos en un programa de ordenador que se ha desarrollado y que facilita esta labor, así como el almacenamiento de los datos.

Haciendo un resumen se puede decir que el primer impreso o A, es una fotografía de la carretera. El impreso segundo o B contiene el resumen de deterioros por kilómetros, y no es ne-

[illegible]

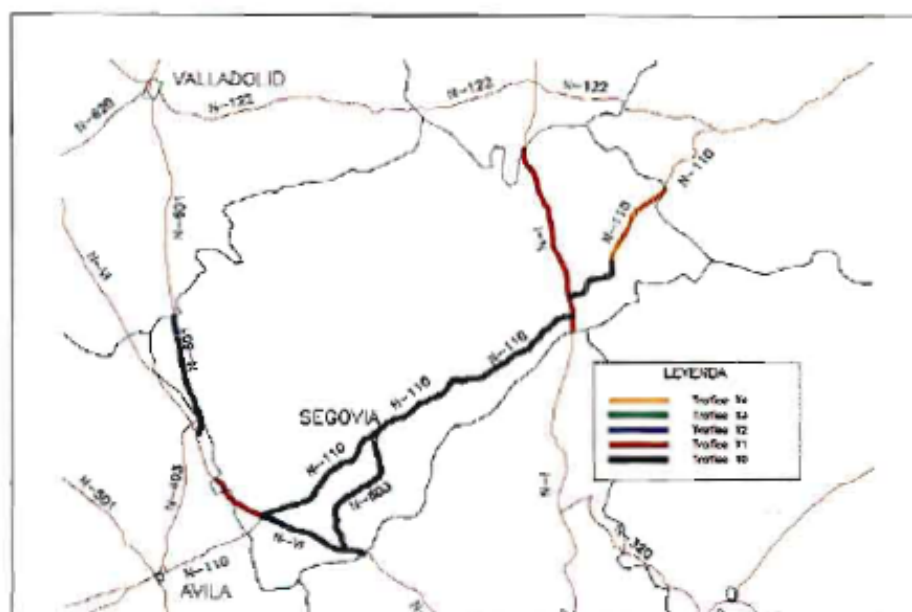
Tercer impreso



Distribución de deterioros en una zona



Programa para introducción de datos



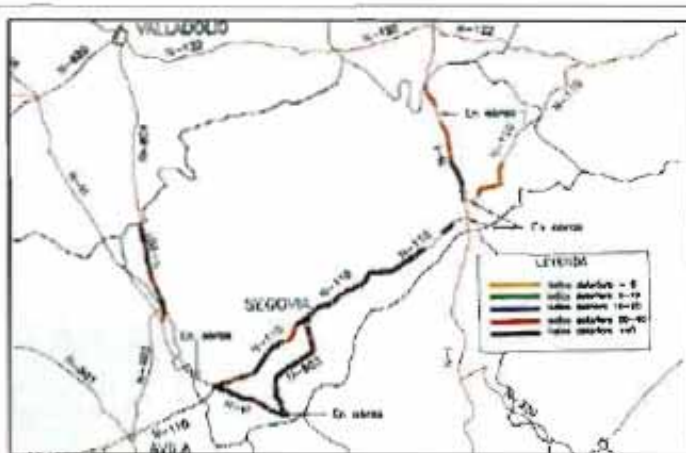
Clasificación de tramos en Segovia

cesario rellenarlo si se utiliza el programa. Por último el impreso C, es más difícil de interpretar y sin embargo, resulta más ágil a la hora de rellenar, y, sobre todo, para introducir los datos en el ordenador.

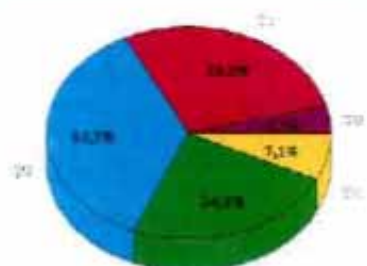
6.5 Tráfico

Dentro de las acciones que sufren los firmes, el tráfico es una característica trascendental. Toda la red dependiente de la DGC tiene el tráfico caracterizado mediante estaciones de aforo de distintas categorías que van desde la permanente a la de cobertura, pasando por la primaria y secundaria, en función del número de datos que se toman.

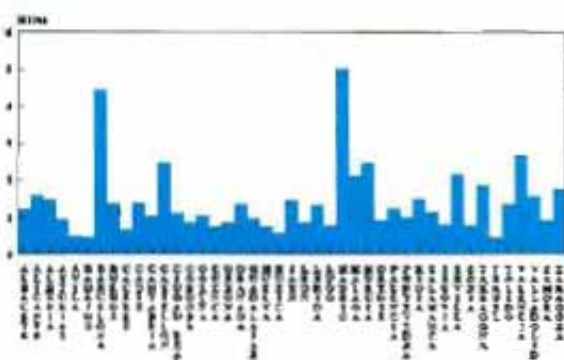
La red se encuentra dividida en tramos, asignándose a cada uno las estaciones que determinan el tráfico que soporta. Cada estación propor-



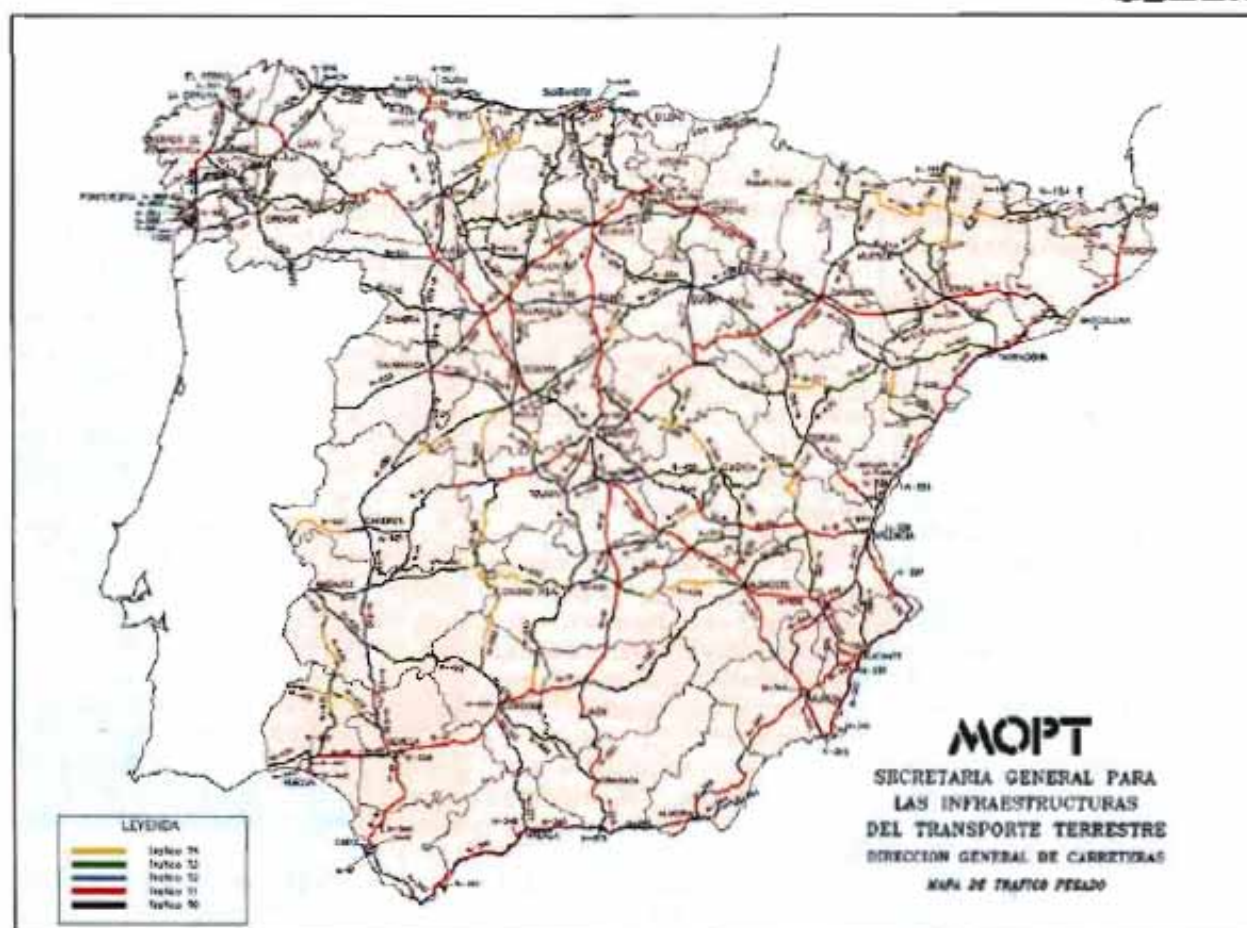
DISTRIBUCION DE TRAFICO PESADO CARRETERAS DEL MOPT



IMDPESADOS MEDIA POR PROVINCIA



CEDEX



“

Como resumen, cabe decir que para gestionar una red, es imprescindible, en primer lugar, conocer aquello que es objeto de la gestión. Las bases de datos son una gran ayuda en esta empresa, siendo, como ya se ha dicho, el cimiento donde debe apoyarse cualquier sistema de gestión.”



SCRIM. Vista general.

ciona una cantidad exhaustiva de información. Para el Sistema de Gestión solamente los datos correspondientes a IMD total e IMD de pesos se consideran de interés.

6.6. Regularidad longitudinal

Indica si la carretera presenta una superficie uniforme y cómoda para el usuario. Es un factor fundamental en el coste de operación de los vehículos. Se mide la regularidad mediante el IRI. Para obtenerlo se simula, mediante un programa de ordenador, el paso de un vehículo modelizado en un cuarto de vehículo compuesto por una serie de masas, amortiguadores y muelles, sobre el perfil real tomado de la carretera. Los desplazamientos que sufren las masas permiten obtener el IRI.

6.7. Deflexiones

La toma de deflexiones presenta el inconveniente de que es un proceso lento y costoso. Aunque estos datos se incluirán dentro de la base de datos de la DGC, no se prevé que se tomen deflexiones de toda la red. Dada la experiencia que existe en su interpretación, por lo que en la norma de refuerzos se le da una especial consideración y que son datos muy valiosos para caracterizar los firmes, no parece conveniente prescindir de ellos. Mediante un programa, las deflexiones se distribuyen en intervalos homogéneos, quedando representadas por una deflexión característica.

6.8. Adherencia

Los datos correspondientes a la adherencia juegan un papel muy importante en la seguridad de los usuarios. El aparato que se viene emple-

ando para medir esa adherencia, es el SCRIM, que mide el coeficiente de rozamiento transversal.

6.9. Otros datos

Los accidentes formarán también parte de la base de datos. Este dato debe estudiarse relacionado con otros como tráfico, características geométricas, clima, material de rodadura y su coeficiente de resistencia. También las características del entorno, como puedan ser el clima, caracterizado por las temperaturas y pluviometría, naturaleza geológica y propiedades geotécnicas de la zona, drenaje, situación en desmonte o terraplén, y otras, se tendrán en cuenta.

7. Tratamiento de la información

Hasta este punto se han venido tratando algunos de los parámetros más importantes que formarán parte del Sistema de Gestión de Firmes. Con todos ellos recogidos en la base de datos, se pueden realizar consultas y combinaciones.

Una base de datos, con algunas otras herramientas, ya puede ser considerada como un embrion de un sistema de gestión. Así, consultando sobre los tramos que se encuentran en un determinado estado y con un cierto tráfico, se puede obtener una lista de los tramos candidatos a sufrir alguna actuación. Teniendo en cuenta los vehículos afectados y la gravedad de los defectos, también se puede establecer un orden de prioridades para las posibles actuaciones.

Otra utilidad trascendental de las bases de datos es el estudio de la evo-

lución de los firmes. Con ello, se podrá conocer cuánto tiempo durarán los firmes, y las actuaciones de rehabilitación realizadas. Así, se podrán comparar, dentro de un período de tiempo considerado, distintas alternativas y elegir la más rentable.

8. Perspectivas futuras

Una posible mejora en el tratamiento de la información, es asociar la base de datos a un Sistema de Información Geográfico. En esos sistemas la información se encuentra ligada a puntos, líneas o polígonos, que serían en nuestro caso los puntos o tramos de las carreteras. El problema que trae consigo el que los tramos sean diferentes en función de la característica que representan, queda resuelto mediante la segmentación dinámica. Como principal ventaja tienen el que la información se encuentra ligada a una imagen de la carretera, pudiendo incluso asociar a cada tramo o punto un dibujo o foto de la carretera. Como inconveniente, el que la programación de las utilidades es costosa. Parece más apropiada su utilización cuando, además de para un sistema de gestión de firmes, se utiliza para otros fines.

En cuanto a los equipos para adquisición de la información, parece que en un futuro cercano será posible dotar a todos los equipos de auscultación de sistemas de posicionamiento global, de modo que cada dato vaya asociado a una coordenada.

Respecto al conocimiento de los firmes, se espera que el perfeccionamiento de la técnica de utilización del geo-radar, permita caracterizar

con mayor precisión el espesor de las distintas capas de los firmes, sin necesidad de extraer testigos.

La inspección automática de firmes, esto es, el tratamiento mediante ordenador de imágenes de los pavimentos que permita caracterizar los deterioros, parece que sólo a largo plazo será operativa.

En lo referente a la toma de deflexiones está en proceso de estudio por parte de la Dirección General de Carreteras, para contrastar su fiabilidad con los distintos tipos de firme, el curviómetro que toma deflexiones a 20 km/h y que ya es operativo. En un estado menos avanzado, se encuentra el deflectógrafo con rayos láser que se está desarrollando en Suecia.

Así mismo, se espera en un futuro cercano poder disponer de la distribución de pesos por eje en cada tramo, gracias a las campañas que se están realizando con básculas dinámicas.

Como resumen, cabe decir que, para gestionar una red, es imprescindible, en primer lugar, conocer aquello que es objeto de la gestión. Las bases de datos son una gran ayuda en esta empresa, siendo, como ya se ha dicho, el cimiento donde debe apoyarse cualquier sistema de gestión.



SCRIM. Detalle.

Son las propias bases de datos las que permiten introducir mejoras en los sistemas de gestión, al ampliar los conocimientos sobre los resultados de las inversiones realizadas. Abren también amplias posibilidades a la investigación dentro del campo de la tipología de los firmes, de los materia-

les, así como de las interacciones entre el firme y los vehículos.

Referencias

- DATE, C.J. *Introducción a los Sistemas de Bases de Datos*. Addison-Wesley, 1986.
- ELVIRA MUÑOZ, José Luis. *Inventario y bases de datos de carreteras*. 4º Curso Internacional de Carreteras. Madrid 1988.
- RUIZ RUBIO, Aurelio. *Sistemas de Gestión de Firmes*. Ingeniería Civil nº 65. Madrid 1988.
- AASHTO. *Guidelines for Pavement Management Systems*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington 1990.
- ACHUTEGUI VIADA, Francisco. *La Gestión de Firmes en el MO-PU*. Jornadas sobre estrategias de inversión en conservación y gestión de firmes. Madrid 1990.
- CODD, E.F. *The Relational Model for Database Management*. Addison-Wesley, 1990.
- TRB. *Geographic Information Systems 1990*. Transportation Research Board. Washington 1990.