

XII JORNADAS DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS.

SISTEMA DE GESTION DE FIRMES.

Álvaro Navareño Rojo⁽¹⁾, Mercedes Mingorance Samos⁽²⁾,
Beatriz Larios Martínez⁽³⁾ y Luis Fdez. Seoane⁽³⁾

⁽¹⁾ Consejero Técnico

⁽²⁾ Técnico Nivel 26

Subdirección General de Conservación y Explotación
Ministerio de Fomento

⁽³⁾ GETINSA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES	3
3. SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA D.G. DE CARRETERAS	4
4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTION DE FIRMES DE LA D.G. DE CARRETERAS.	5
5. LA APLICACIÓN INFORMÁTICA Y LA WEB DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA RCE.....	14
6. CONCLUSIONES.	18

1. INTRODUCCIÓN

El Plan estratégico de infraestructuras de Transporte, PEIT, que comprende el período 2005-2020, en sus **DIRECTRICES ESPECÍFICAS PARA EL DESARROLLO DE LA POLÍTICA SECTORIAL DE CARRETERAS**, apartado i) indica:

“se **desarrollarán sistemas de gestión** que permitan el seguimiento continuo del nivel de estado de los elementos de la carretera, la programación de las actuaciones y la evaluación de la eficiencia del gasto.”

Por otro lado y dentro de las **PRIORIDADES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CARRETERA**, en el apartado de “seguridad y conservación” indica:

- Conservar adecuadamente el patrimonio viario, acercándose a una inversión en conservación del 2% del valor patrimonial de la red. - Proporcionar a los usuarios un nivel de servicio adecuado de uso de la infraestructura, definido explícitamente en cada cuatrienio, que mejore la seguridad, fiabilidad y eficacia de la red.
- “**Modernizar la gestión como medio indispensable para optimizar el cumplimiento de los anteriores objetivos.**”

Es decir, la lógica preocupación por la conservación debida a los requerimientos de los usuarios, que cada vez exigen una mayor calidad de la infraestructura viaria viene acompañada además, en los países con mayor nivel de desarrollo y con mayor capacidad de decisión por la necesidad de la propia Administración, como titular de dicho patrimonio, de llevar a cabo una buena gestión, ya que el coste de una reparación cuando se ha alcanzado un nivel de daño es muy superior al que origina una actuación preventiva. Esto se fundamenta en el conocimiento e inventario de lo que se va a gestionar y en el seguimiento de su estado a lo largo del tiempo. A partir de estas premisas, aparecen las herramientas llamadas SISTEMAS DE GESTIÓN, que nos permiten organizar y estructurar con distintos niveles de decisión toda la información.

En la siguiente ponencia desarrollaremos sucintamente el SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES que tiene implementado, y se encuentra en actualización permanente, la Dirección General de Carreteras del Mº de Fomento.

2. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES

El importante patrimonio constituido por la Red del Estado unido a su diversidad, origina una gran complejidad en la gestión de su conservación. Surge por tanto la necesidad de utilizar un Sistema de Gestión de Firms (Figura 1), como parte integrada en la gestión de la conservación, que constituya una herramienta eficaz al servicio de los técnicos responsables de la Red, al objeto de recoger en el mismo toda la información existente acerca de su naturaleza, su estado de conservación, su comportamiento, su evolución y las necesidades de actuación en los firms.

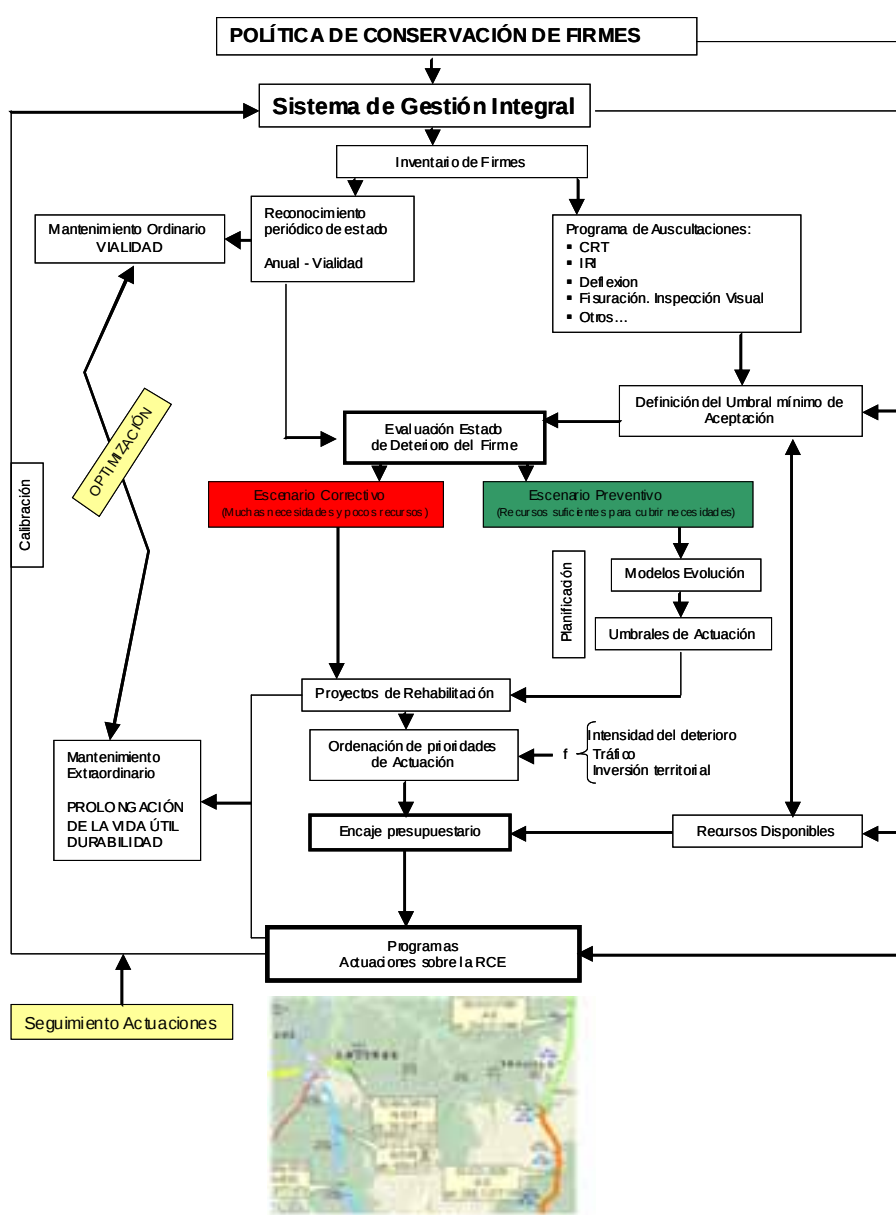


Figura 1.- Diagrama conceptual del Sistema de Gestión Integral de Firms

Los objetivos del mismo pueden resumirse en:

- Poseer información sobre el estado de conservación de los firmes, de una forma objetiva, congruente, operativa y fiable.
- Evaluar su evolución.
- Proponer y valorar el coste de las operaciones de conservación necesarias.
- Optimizar la utilización de los presupuestos disponibles que, en general, son limitados y escasos, proporcionando las estrategias de conservación (preventiva o reparadora) en base a una ordenación prioritaria de las actuaciones, función directa de criterios técnicos y económicos.
- Analizar y controlar las actuaciones realizadas.
- Facilitar el flujo de datos e información entre la Subdirección General de Conservación y Explotación, las unidades y los sectores.

3. SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA D.G. DE CARRETERAS

El Sistema de Gestión de los firmes de la Red de Carreteras del Estado, tiene su origen entre los años 1991 y 1992 cuando se realizaron las primeras inspecciones visuales del estado estructural de los mismos y su inventario, respectivamente. Asimismo, y para completar el sistema, se introdujeron los datos de la auscultación del coeficiente de rozamiento transversal, que la Dirección General de Carreteras realizaba ya desde el año 1987, así como los datos de tráfico disponibles.

Estos datos se actualizaron periódicamente, siendo recogidos a continuación por el Sistema.

Dicho sistema fue desarrollado por el CEDEX y consistió básicamente en una aplicación informática que funcionaba en entorno MS-DOS, con una estructura principal formada por varias bases de datos (tipos de firmes, tráfico, inspección visual y CRT). El Sistema se completaba mediante otras bases de datos, independientes entre sí, en donde se recogían las situaciones administrativas de las actuaciones planteadas.

Debido al tiempo transcurrido desde la creación de esta aplicación, en el que la informática ha avanzado extraordinariamente, así como a la obtención de forma sistemática de numerosos datos por parte de la Dirección General de Carreteras (útiles para catalogar el estado de los firmes de la red y para tomar decisiones acerca de las prioridades de actuación en los mismos), en el año 2005, se puso en marcha un contrato de asistencia técnica para la gestión de los firmes de la RCE en el que se inició el desarrollo de un sistema de gestión de firmes más moderno y actualizado, acorde con las nuevas

necesidades. En la actualidad, la consultora GETINSA, está llevando a cabo las tareas de actualización y mejora del sistema implementado. Entre ellas, la **mejora del Inventario de Firms y el desarrollo de una web para la consulta, difusión e intercambio de datos e información del SGF entre la Subdirección, las unidades provinciales y los sectores.**

4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTION DE FIRMES DE LA D.G. DE CARRETERAS.

Se enumeran a continuación los elementos más importantes que constituyen el Sistema de Gestión de Firms que se utiliza en la D.G. de carreteras:

Base de datos:

- Inventario
- Tráfico
- Climatología
- Tramificación en tramos homogéneos
- Inspección y auscultación
- Sistema de Georreferenciación

Modelos de evolución:

- Definición de modelos de evolución

Optimización:

- Definición de umbrales de aceptación
- Definición de los distintos tipos de actuaciones de conservación, con su coste
- Condicionantes externos.
- Definición de estrategias atendiendo a diferentes escenarios de actuación
- Programación de actuaciones

Control de la Ejecución de los Programas y Calibración:

- Control y seguimiento de los Programas de Actuación

Dicho sistema es capaz de tratar la gran cantidad de datos disponibles de forma sistemática y ordenada, para lo cual es fundamental partir de una referenciación común para todos ellos, así como de facilitar su actualización. El formato habitualmente utilizado para recoger, integrar y actualizar dicha información es una base de datos. Asimismo es recomendable la coordinación de la información alfanumérica con la gráfica (mapas, fotografías y vídeos).

En este sentido es muy útil la incorporación de un sistema de información geográfica (SIG) que permita gestionar la información desde una perspectiva espacial y que sea compatible con otros sistemas de la Dirección General de Carreteras.

4.1 **BASE DE DATOS.**

Los nuevos sistemas de gestión de firmes deben servir al menos para centralizar la información que obtienen, necesitan y se intercambian todos los órganos de gestión, e incluso las empresas que los asisten. Estableciendo los protocolos y permisos de comunicación adecuados, se ahorran costes en obtención y procesamiento de los datos, y se accede a la información de manera más rápida y fiable. Además, tecnologías recientes, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), incorporan formatos de almacenamiento y consulta de datos que los convierten en información mucho más útil.

En este sentido la base está integrada por:

- a. El inventario de los firmes, que debe disponer, de forma organizada, la información relativa a los firmes desde el punto de vista de sus características superficiales, estructurales y geométricas. Son destacables las **modificaciones llevadas a cabo en las fichas del inventario de firmes con el propósito de recoger todas las novedades en materia de firmes: reciclado, nueva nomenclatura de mezclas**, etc. Este nuevo formato de inventario de firmes, para facilitar la importante labor de actualización que realizan las unidades y los sectores, se ha estructurado, dentro de su complejidad, de la forma más sencilla posible. El nuevo modelo de inventario que se está elaborando desde la DGC se estructura en base a dos fichas de datos que responden a las circunstancias que se pueden presentar en el momento de la actualización y que son las que a continuación se indican:

Ficha Firme Inicial: En ella se almacena la información relativa al firme inicial, es decir, la sección estructural que se construyó por primera vez sin tener en cuenta las posteriores actuaciones que hayan podido tener lugar.

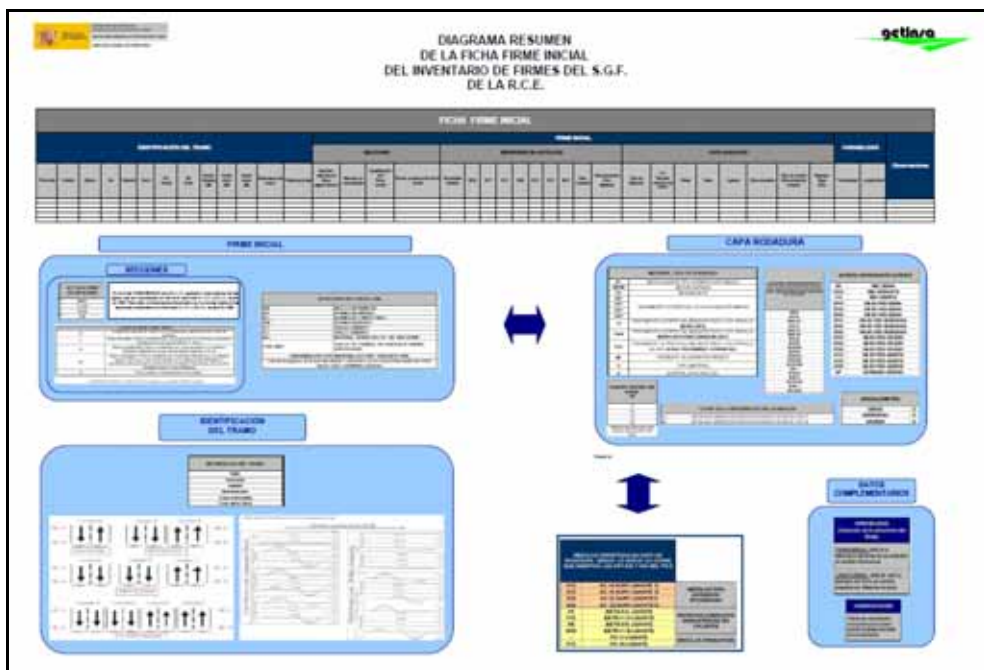


Figura 2.- Diagrama resumen de la ficha de firme inicial del Inventario de Firmes

Ficha de Rehabilitación y mejora: En esta ficha se almacena la información relativa a las actuaciones de rehabilitación y mejora que se hayan podido ejecutar sobre un firme ya construido e inventariado anteriormente.

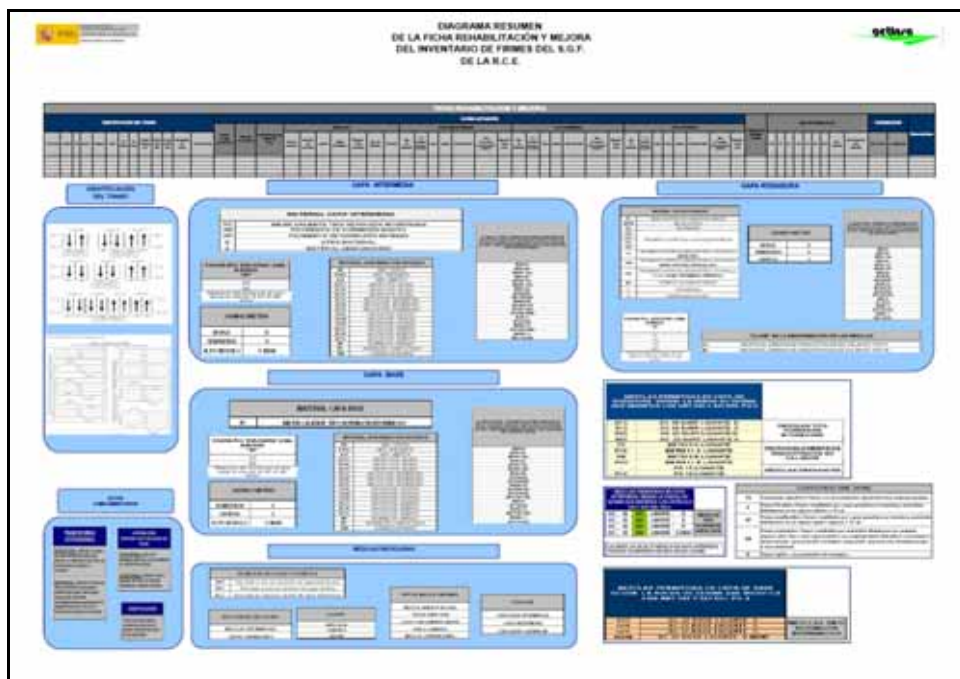


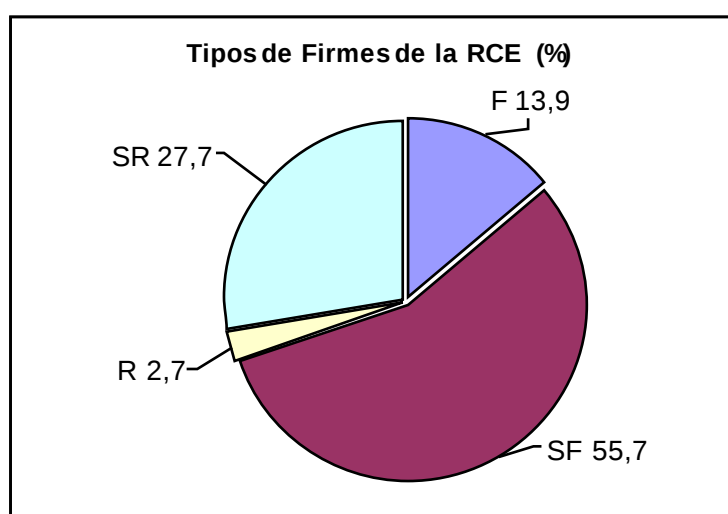
Figura 3.- Diagrama de la ficha de rehabilitación y mejora del Inventario de Firmes

(La metodología a emplear para obtener y actualizar dicha información es, en una primera fase, partir de los proyectos de construcción o rehabilitación o del conocimiento que del mismo tienen los responsables de la carretera, y en su defecto o como

complemento, la utilización de equipos de alto rendimiento como el video inventario o el georradar. Por último, se puede recurrir a la extracción de testigos del firme.)

A continuación se presentan algunos datos de la RCE¹:

Longitud de calzada de la RCE	29.330 km
Longitud de calzada de vías de gran capacidad (RCE)	14.256 km
Calzadas de gran capacidad respecto a toda la RCE	48,61 %
Longitud de calzada respecto al total de carreteras españolas	20 %
Tráfico de pesados respecto al total de carreteras españolas	65 %



- b. - Los datos disponibles de tráfico distinguen generalmente entre tráfico de vehículos ligeros y pesados.

Desde el punto de vista estructural son los vehículos pesados los que realmente fatigan el firme, por lo que es necesario conocer la IMD correspondiente a dichos vehículos, así como las cargas que circulan por eje.

En cambio, aspectos referentes a las características superficiales de los firmes, afectan a todo tipo de vehículos, utilizándose en esos casos la IMD de vehículos totales. Este último valor es fundamental asimismo para la definición de las estrategias de conservación, ya que constituye uno de los criterios utilizados para priorizar las actuaciones a realizar.

¹ De acuerdo con el inventario de características geométricas y equipamiento de la DGC, actualizado a 31-XI-2008 y conuido en diciembre de 2009. En los datos de la RCE no se han considerado autopistas de peaje ni contratos de autovías de 1ª generación.

Los datos de tráfico se obtienen de las estaciones de aforo, y los correspondientes a cargas de las estaciones de pesaje dinámico distribuidas en distintos tramos de la Red de Carreteras.

- c. - El clima es otro factor a tener en cuenta de cara al comportamiento del firme.

El agua de lluvia, una vez que penetra en el firme contribuye a acelerar el deterioro del mismo, e incluso su presencia en la calzada afecta a la resistencia al deslizamiento del mismo.

Igualmente, los ciclos hielo-deshielo, generan una modificación del estado tensional de la estructura del firme.

Por ello, es necesario disponer de información acerca de las características climáticas (pluviometría y temperatura) correspondientes a los distintos tramos de carretera, las cuales se recogen, a efectos del comportamiento de los firmes, en sendos planos en la normativa vigente de nueva construcción o rehabilitación de los mismos.

- d. - La tramificación en tramos homogéneos adquiere gran importancia dentro del Sistema de Gestión de Firmes, ya que al coincidir a lo largo de toda su longitud los factores más determinantes en el comportamiento de los firmes, permite considerar que su evolución va a ser idéntica. (Si bien se han dado pasos, queda mucho por hacer, *en el deseable marco de una conservación estable en el tiempo*, hacia la consecución y la determinación de zonas verdaderamente homogéneas de comportamiento y evolución)
- e. – Los datos de estado de la Red. Para conocer el estado de conservación de la Red se llevan a cabo reconocimientos del mismo de forma periódica y sistemática. Estos datos son muy importantes por cuanto nos permiten calibrar los modelos de evolución y conocer el estado real de los firmes.

e.1) Así, para conocer el estado estructural de los firmes se utilizan dos métodos:

- La inspección visual
- El estudio de deflexiones

La inspección visual de la red realizada tradicionalmente, mediante inspectores que recorren la Red tomando datos de una parte de la misma y extrapolando el resultado obtenido, bajo ciertos condicionantes, al resto, ha sido sustituida por la utilización de equipos de alto rendimiento, basados en la toma de fotografías de alta resolución cada 10 m, que permiten la inspección continua de la Red y cuya aparición es reciente. El principal problema de estos equipos, dada su gran resolución, precisión y

rendimiento, es calibrar los equipos para poder captar bien la imagen de la fisuración según el tipo de mezcla existente en rodadura.

El resultado se obtiene de la asignación a cada tramo homogéneo de un índice que se define como el porcentaje de longitud con deterioros debidos a la fatiga existente en la zona de rodadas. Estos deterioros, visualmente determinados, son:

- Fisuras o grietas longitudinales simples
- Fisuras o grietas longitudinales múltiples
- Grietas transversales.
- Zonas cuarteadas
- Zonas hundidas o con pérdida de material
- Zonas reparadas
- Grietas longitudinales selladas

El otro método de caracterización estructural de un firme es el **estudio de sus deflexiones**, el cual, debido a su coste y a los equipos existentes, se limitaba únicamente a determinados tramos solicitados que cubrían aproximadamente un tercio de la red en cada campaña; sin embargo en la actualidad se está haciendo un gran esfuerzo para medir toda la red en una sola campaña.

e.2) Para conocer el **estado superficial** de los firmes se miden una serie de parámetros:

- Coeficiente de rozamiento transversal
- Regularidad superficial
- Textura, macrotextura y megatextura.
- Fisuración
- Roderas

La auscultación de todos ellos se realiza mediante equipos de alto rendimiento, siendo anual para el primero de los parámetros, dada su importancia en la seguridad de la circulación, y bianual para el resto.

Todos estos datos de auscultación son integrados en el Sistema Informático de Gestión y son cruzados con los datos de tráfico, y el inventario de firmes, entre otros, lo que permite obtener información objetiva de los diferentes puntos de la red.

4.2 LOS MODELOS DE EVOLUCION DE LOS FIRMES.

Los denominados modelos de evolución de los firmes definen el comportamiento de estos a lo largo del tiempo en función de la naturaleza y espesor de los materiales que lo constituyen, del tráfico que soporta y de las características climáticas, principalmente.

Su importancia dentro del Sistema de Gestión de firmes es enorme, ya que permite conocer el estado de la Red, de acuerdo a su evolución previsible, al objeto de poder definir estrategias de rehabilitación, optimizando las actuaciones a realizar con los recursos disponibles, ya que conocida la evolución del deterioro se conoce el coste de actuación necesario en cada momento, así como comparar los efectos que se derivarían de la elección de una estrategia diferente.

Por ello, estas curvas de evolución deben definir dos aspectos: el deterioro del firme, a partir del estado actual o inicial del mismo y del tráfico que soporte, y los efectos que la ejecución de las actuaciones de rehabilitación producen en el firme (modificación de su estado de conservación).

En particular, los modelos de evolución implementados en el SGF están basados en el análisis estadístico pormenorizado de los parámetros que más incidencia han demostrado tener en el deterioro del mismo: la clasificación del firme, el tráfico, el tráfico de pesados y la zona climática principalmente. Es decir, los modelos desarrollados responden a una formulación genérica del tipo:

$$Indicador_{i+1} = f(CF, Indicador_i, IMD_i, IMDp_i, ZC, AR_i)$$

Donde:

- i = año
- $Indicador = \{CRT, IRI, Deflexiones\}$
- $CF = \{Flexible, Semiflexible, Semirrígido, Rígido\}$
- IMD_i = Tráfico total
- $IMDp$ = Tráfico de pesados.
- ZC = Zonas climáticas
- AR = Actuación de rehabilitación programada

Las formulaciones específicas de cada uno de los indicadores son las siguientes:

$$CRT_{i+1} = CRT_i \times (1 + a \times IMDp_i^b)$$

$$Deflexion_{i+1} = Deflexión_i \times (1 + c \times IMDp_i^d)$$

$$IRI_{i+1} = IRI_i \times (1 + e \times IMDp_i^f + g \times IMD_i^h)$$

Donde a, b, c, d e, f, g y h son parámetros que dependen de la clasificación del firme, las zonas climáticas y de la categoría del tráfico de pesados.

4.3 OPTIMIZACIÓN.

Con la optimización se pretende la utilización de los recursos de la mejor forma posible, de acuerdo al nivel de servicio que se quiere prestar con la infraestructura. En este sentido se hace preciso partir de la definición de los citados niveles, con diferentes grados de complejidad según la madurez del sistema de gestión empleado y las características de la administración o entidad gestora.

Sin embargo siempre es necesario establecer unos **umbrales de intervención**. Con la definición de los umbrales de actuación se traslada al Sistema de Gestión de Firms la política de conservación elegida, que puede variar desde la meramente *reparadora* o *correctiva* hasta la *preventiva*, condicionada en gran medida por las disponibilidades presupuestarias con que cuenta la Administración responsable de la Red.

Si nos remitimos a la figura 1, de la página 2, en un *escenario correctivo*, donde las necesidades apremian por la falta de recursos, estos umbrales tendrán carácter de mínimos y tenderán a mantener unos niveles de servicio estrictos para garantizar la seguridad. Por el contrario en un *escenario preventivo*, siempre deseable, será necesario estudiar otros umbrales de intervención, al margen de los mínimos de actuación, y entrará en juego una correcta planificación y unos modelos de evolución definidos, que nos permitan anticiparnos a los deterioros una vez se detecten los primeros síntomas y que nos posibiliten prolongar la duración del firme con actuaciones de poca profundidad o puntuales; es sin duda este segundo escenario el que constituye el óptimo económico y funcional, sin embargo conlleva un mayor coste de puesta a cero en la red y requiere una conservación estable.

En esta línea, y acorde con el segundo escenario marcado, la Subdirección de Conservación y Explotación estableció unos objetivos de calidad para las carreteras de su competencia definiendo los siguientes umbrales, que son ponderados teniendo en cuenta los tráfico:

Indicador ²	Bueno	Regular	Necesita Actuación
Deflexiones	0-20	20-40	>40
CRT	>55	50-55	<50

² Los umbrales se refieren a deflexiones (medias por hm), CRT (percentil 50 por km), IRI (valor medio por km), inspecciones visuales (tramos variables según inventarios geométricos).

IRI	<1,75	1,75-2,5	>2,5
Inspecciones visuales	<10	10-40	>40

Una vez esto, y de acuerdo con la normativa vigente, se definen **distintas actuaciones de rehabilitación**, que con carácter correctivo contemplan las operaciones de fresado, reposición y recrecimiento del firme, e incluso la reconstrucción, tanto para el aspecto estructural como para el superficial, con distintos espesores y materiales, y que con carácter preventivo comprenden un tratamiento de regularización y la extensión de nueva capa de rodadura, o bien tratamientos superficiales, según mejoren parámetros superficiales o estructurales; también se valora **el coste unitario de las mismas**, para su utilización en la definición de los distintos escenarios de rehabilitación, en estrecha conexión con los umbrales de actuación elegidos.

En este sentido, en el ámbito de la D.G. de Carreteras:

- Tradicionalmente se redactan proyectos de tratamientos de Fresado y Reposición, para mejorar los tramos en mal estado. Estos proyectos son priorizados y se licitan según disponibilidades presupuestarias. La falta de inversión en materia de firmes ha contribuido al deterioro de red, ya que las necesidades de la red no se cubrían anualmente. Esto ha impedido la puesta en marcha de estrategias que no sean las meramente correctivas.
- Desde 2004, el constante incremento de los fondos destinados a la conservación de los firmes ha hecho posibles nuevas actuaciones como ha sido, con carácter correctivo, el Plan de Choque en 2004. Ya en el año 2005-2006 se realizó un Plan de Mejora de CRT, actuando sobre los tramos que tenían CRT inferiores a 50, lo que supuso la redacción de proyectos de tratamientos superficiales sobre una serie de tramos localizados. Y como continuación desde el año 2006 a 2009 se ha realizado un gran esfuerzo inversor en rehabilitación de firmes, licitándose anualmente unas 60 actuaciones de media, con importe anual programado de 380 Millones de euros aproximadamente. (Sin embargo, ya desde el año 2009 los recursos se han visto mermados en el ámbito de la coyuntura actual, lo cual nos llevará a reconsiderar los objetivos de calidad marcados y a replantear un nuevo escenario de gestión a medio plazo en función de las nuevas disponibilidades)

Por tanto, las directrices estratégicas así marcadas se plasman y concretan en una serie de proyectos, elaborados por las unidades y demarcaciones, que deben integrarse de forma priorizada en el Programa de Licitación, elaborado por la Subdirección de Conservación y Explotación. (Según criterios técnicos y disponibilidades presupuestarias). De esta manera se definen los Programas anuales (Figura 4)

DEMARCACION	PROVINCIA	CLAVE	VIA	CALZADA	PK INICIO	PK FIN	TOTAL KM	TRAMO	S. A.
ANDALUCÍA OCCIDENTAL	CÁDIZ	32-CA-4550	N-340	0	10,00	102,40	1	92,40	OE
		32-CA-4560						A-7, N-350, CA-34, N-351, N-357	OE
	CORDOBA	32-CO-5410	N-502	0	380,00	392,20	1	12,20	PUERTO CALATRAVEÑO-ENLACE N-432 (N-502) Y ACCESO AEROPUERTO (N-437)
			N-437	0	1,625	7,125	1	5,50	
	HUELVA	32-H-4000	N-431	0	80,00	134,10	1	54,10	N-431(P.K. 80/134,1), N-444, N-445, N-446 (P.K. VARIOS)
			N-444	0	VARIOS		1		
			N-445	0			1		
			N-446	0			1		
		32-H-4010	A-49	1 Y 2	77,80	105,64	2	55,68	A-49
		32-H-3850	N-433	0	61,30	114,00	1	52,70	N-433
	SEVILLA	32-SE-3800	A-4	1 Y 2	435,70	449,64	2	27,88	LP CORDOBA-ÉCUA
		32-SE-4990	A-66	1 Y 2	798,80	810,00	2	22,40	
ANDALUCÍA ORIENTAL	ALMERÍA	32-AL-3440	N-340	0	377,65	383,90	1	6,25	VARIOS
			A-92	1 Y 2	375,30	383,10	2	15,60	
			A-92 a						
		32-AL-3560	A-15, A-7	1 Y 2	429,30	451,71	2	44,82	A-15 YA-7 ENLACE 429(ROQUETAS DE MAR-AQUADULCE-ENIX-FELIX)-ENLACE 452(VIATOR-BASE MILITAR DE LA LEGIÓN-A-92 GUADIX-GRANADA). PROVINCIA DE ALMERÍA
		32-AL-3590	A-7	1 Y 2	392,70	411,48	2	37,56	ADRA-ENLACE 411
		32-AL-3580	A-7	1 Y 2	411,48	429,30	2	35,64	ADRA-EL PARADOR
		32-AL-3570	A-7	1 Y 2	451,71	467,15	2	30,88	ENLACE A-92 - CUESTA COLORA
		32-AL-3540	A-7	1 Y 2	383,80	392,70	2	17,80	VARIANTE DE ADRA
		32-AL-3180	N-340A	0	511,00	561,00	1	50,00	VARIOS P.K. GALLARDOS, ANTAS, HUÉVAL OVERA
		32-AL-3500	A-7	1 Y 2	494,81	514,00	2	38,39	VENTA DEL POBRE - VENTA ANITA
		32-AL-3390	N-341	0	0,00	17,60	1	17,60	VENTA DEL POBRE - CARBONERAS
		32-AL-3150	A-7	1y 2	467,90	494,805	2	53,81	CUESTA COLORA- VENTA DEL POBRE
		32-GR-4070	N-340	0	307,70	339,420	1	30,72	LA HERRADURA
			N-323	0	190,00	194,000	1	4,00	
			N-347	0	0,00	0,820	1	0,82	VARIOS

Figura 4.- Ejemplo de programa

4.4 CONTROL DE LA EJECUCION DE LOS PROGRAMAS Y CALIBRACION.

El Sistema debe facilitar el seguimiento desde el punto de vista administrativo y técnico de las actuaciones programadas, al objeto, entre otros, de minimizar las desviaciones producidas.

Una vez programadas actuaciones en el ámbito de los firmes en la RCE es preciso determinar en cada momento como se encuentra administrativamente el proyecto (en orden de estudio, en supervisión, en aprobación, fiscalización, licitación, etc.) y una vez licitado y con las obras ejecutadas realizar un **seguimiento de algunos tramos de control**, para **poder contrastar la validez de los modelos empleados y calibrarlos**. Esta operación, no por ser la última deja de ser importante, ya que es la contribuye a calibrar el sistema. En este sentido está prevista la propuesta de una serie de tramos de control, seleccionados en función de las actuaciones previstas, de los datos de inventario de firmes y de criterios de localización geográfica para realizar el seguimiento técnico de los refuerzos que se realicen.

Todo el planteamiento realizado hasta ahora ha sido a nivel de red. Una vez programadas las actuaciones, el estudio que se realiza es a nivel de proyecto.

5. LA APLICACIÓN INFORMÁTICA Y LA WEB DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA RCE

La aplicación informática que se utiliza para gestionar toda la información recogida tiene una doble vertiente.

A) Por un lado, se trata de un software (Figura 5) que trabaja desde un pc y permite:



Figura 5.- Pantalla de inicio del SGF

- La gestión técnica (Figura 6):
 - o acceder a la información almacenada en las bases de datos de CRT, IRI, Deflexiones, Tráfico, etc.
 - o conocer el estado de la red en función de los umbrales de estado.
- La gestión administrativa:
 - o actualización y seguimiento administrativo de las órdenes de estudio.
- La planificación (Figura 7):
 - o De forma muy resumida, la planificación conlleva los siguientes procesos:
 1. Evolución de los valores de los indicadores para un escenario determinado.
 2. Interpretación, para cada año, de los valores de los indicadores con base a los umbrales de actuación.
 3. Asignación del estado de gravedad del firme en cada uno de los años.
 4. Aplicación de la lógica de decisión para valorar los distintos escenarios de actuación.

La lógica de decisión que sigue es la que a continuación se expone:

- ❖ Si el estado de gravedad del año de estudio es muy crítico (estructural o superficial) o crítico estructural, se actúa.
- ❖ Si es estado crítico superficial, se actúa, a no ser que aparezca el preventivo estructural, crítico estructural o muy crítico estructural en los años consecutivos, en cuyo caso se espera.
- ❖ Si es estado preventivo estructural, se actúa, a no ser que aparezca el crítico estructural en los años consecutivos, en cuyo caso se espera.
- 5. Asignación del momento de actuación y del tipo de actuación más adecuado.

El tipo de actuación que se sigue son: rehabilitación, en el caso de que se actuara en una situación con un estado muy crítico estructural; refuerzo, en el caso de actuación en estado de crítico estructural; fresado y reposición, en el caso de actuación en estado muy crítico

superficial; y microaglomerado, en el caso de actuación en situación de crítico superficial.

Además, el sistema permite representar la información en un SIG (Figura 8). Para ello, se ha elaborado un proyecto SIG que tiene como base cartográfica la procedente del Inventario de Características Geométricas y Equipamiento (2008) de la DGC. Esto hace que la información temática que se elabora con el SGF sea compatible con otros sistemas de la Dirección General de Carreteras.



Figura 6.- Gestión técnica



Figura 7.- Planificación



Figura 8.- SIG

B) Por otro lado, se está desarrollando una aplicación *web* (Figura 9) que permita a todos los actores de la gestión de firmes de la RCE (SGC, unidades y sectores) disponer de un canal de consulta e intercambio de información permanente.



Figura 9.- Pantalla de inicio de la *web* del SGF.

La ***web*** del Sistema de Gestión de Firmes de la RCE permitirá realizar las siguientes tareas *on line*:

- Establecer protocolos de comunicaciones e intercambio de información entre todos los agentes involucrados en la gestión de los firmes de la RCE. Para ello se ha habilitado (Figura 10):

- o Foro de discusión
- o Acceso a documentación técnica
- o Descargas de datos e información
- o Acceso a informes del inventario
- o Acceso a proyectos tipo

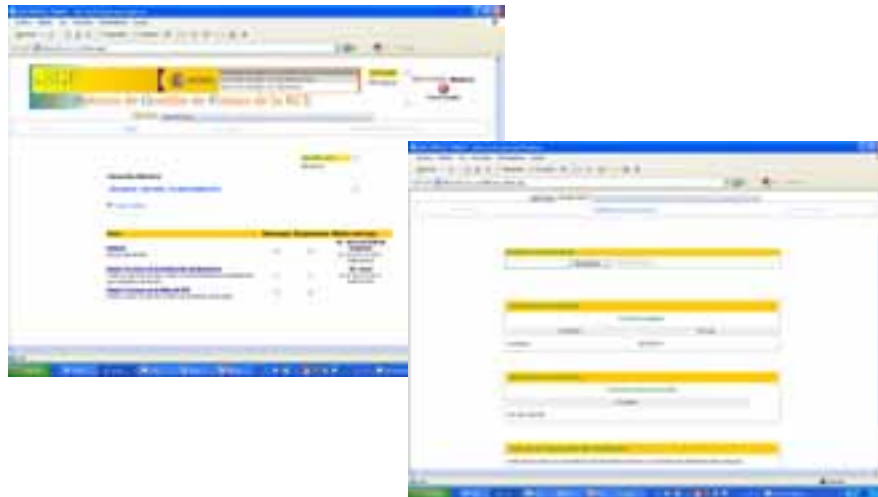


Figura 10. - Foro y protocolos de intercambio de datos e información

- Consultar y actualizar los datos del Inventario de Firms de la RCE (Figura 11) en el nuevo formato de la DGC, acceder a figuras que sintetizan la sección del firme y a fichas resumen con la información más relevante del tramo.

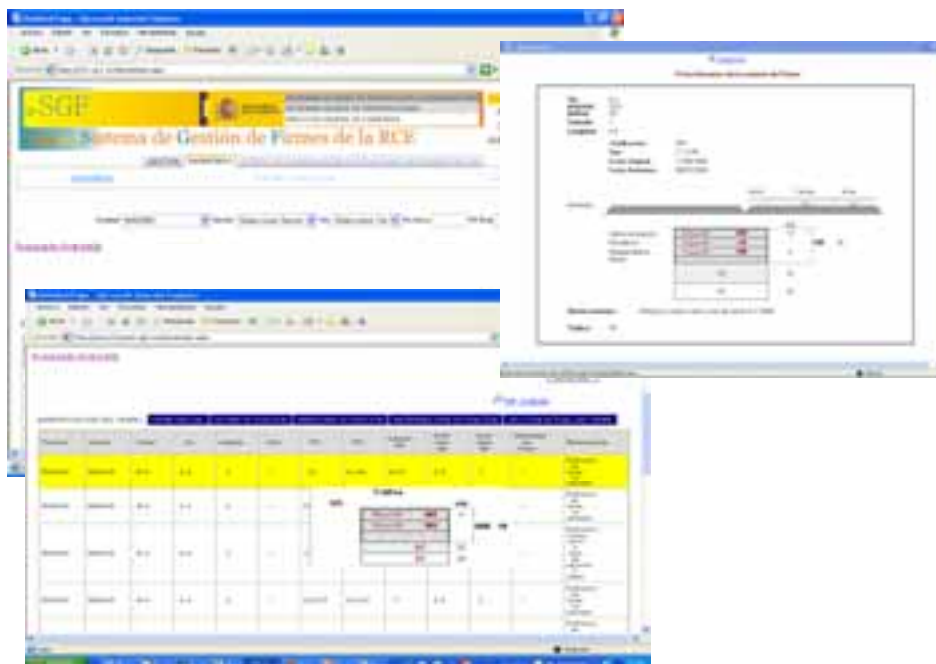


Figura 11. - Consulta del Inventario de Firms en la web

- Facilitar el flujo de trabajo que permitirá tener actualizado el nuevo modelo de inventario. Las unidades y sectores de carreteras podrán enviar la información de las nueva actuaciones de rehabilitación que hayan realizado y al mismo tiempo consultar la información de cualquier tramo gestionado por ellos.
- Acceso para su consulta y descarga a mapas con información temática relativa a los tramos de firme y al estado del mismo en base a los parámetros y umbrales.
- Conocer el estado de la red con base en los umbrales establecidos por los decisores (en su caso tener acceso a los datos del valor del percentil 50 del CRT al kilómetro, el valor medio del IRI al kilómetro y el valor medio de las deflexiones al hectómetro.)
- Acceso a la información relativa a las actuaciones de rehabilitación de los programas previstos para su consulta, así como priorización de manera más eficaz, directa y coordinada con los distintos cuadros de decisión.

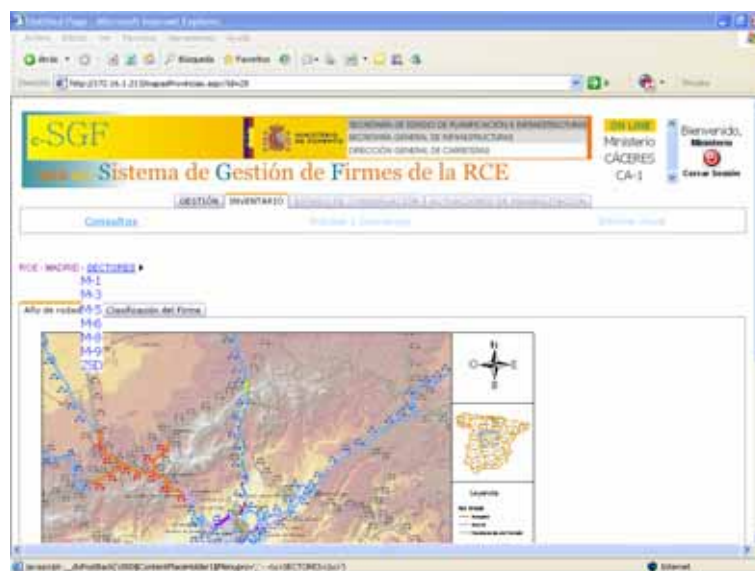


Figura 12. - Mapas temáticos en la web

6. CONCLUSIONES.

El Sistema de Gestión de Firmes es una herramienta útil al servicio de los técnicos responsables de la carretera porque permite:

- Almacenar y actualizar de forma ordenada los datos e información sobre los firmes de la Red de Carreteras del Estado, empezando por su correcto inventario, estado de conservación y parámetros auscultados, y siguiendo por las actuaciones que se llevan a cabo sobre los mismos.
- Permite el seguimiento administrativo y técnico de las actuaciones planificadas.

- Nos permite organizar datos e información sobre la RCE que existe de forma dispersa y con distintos formatos: Auscultaciones de CRT, IRI, Deflexiones; datos del tráfico, etc.
- Consultar toda esa información.
- Realizar valoraciones objetivas sobre el Estado Actual de la RCE.
- Llevar a cabo pronosis de deterioro de los firmes.
- Facilitar, a través de la *web*, la consulta de datos, el flujo de información y las gestiones entre la Subdirección, las unidades y los sectores.

Por último, es importante destacar que la verdadera gestión implica la toma de decisiones por parte de los gestores. Así, como complemento a la labor humana, estos sistemas de gestión, cada vez más automatizados, constituyen una herramienta imprescindible para que estas decisiones se realicen no solo objetiva y racionalmente por parte del gestor sino, también, participativamente, facilitando herramientas para que las unidades provinciales y los sectores se involucren en el proceso.