

**ESPECIFICACIONES DE
COMPORTAMIENTO E INNOVACIÓN:
¿CÓMO MEJORAR EL COMPORTAMIENTO
DE LOS FIRMES?**

Martes 21 Octubre 2003 (13:30 - 17:00)

**PROGRAMA DE LA SESIÓN E
INFORME DE INTRODUCCIÓN**

PROGRAMA DE LA SESIÓN

1. Comentarios de apertura e introducción a la sesión

Sr. Nelson RIOUX (Presidente del Comité C7/8 /CANADÁ-QUEBEC)

2. Selección de firmes tipo

Sr. Paul T. TENG (Miembro del C7/8/ESTADOS UNIDOS)

3. Reciclado y retratamiento de firmes

Sr. Jan T. VAN DER ZWAN (Miembro del C7/8/PAÍSES BAJOS)

4. Diseño de firmes innovadores

Sr. Jean-Pierre CHRISTORY
(Secretario de habla francesa del Comité C7/8 /FRANCIA)

5. Preguntas y debate

6. Especificaciones de actuación

Sr. John WILLIAMS (Miembro del C7/8/REINO UNIDO)

7. Debate: “Especificaciones de actuación e innovación”: Cómo obtener y mejorar la actuación de los firmes

8. Orientaciones futuras para los firmes de carreteras

9. Conclusiones y cierre

Sr. Nelson RIOUX (Presidente del Comité C7/8 /CANADÁ-QUEBEC)

ÍNDICE

ÍNDICE	3
PLANTEAMIENTO GENERAL	4
REDACTORES DEL INFORME	4
INTRODUCCIÓN	5
1. EJEMPLOS DE NECESIDADES DE INNOVACIÓN Y DE MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FIRMES	6
1.1 TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE LOS FIRMES	6
1.2 RECICLADO Y RETRATAMIENTO DE LOS FIRMES	6
1.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE FIRME.....	7
2. PROYECTO DE FIRMES INNOVADORES	9
LOS PROBLEMAS DE LAS CIUDADES : UNA FUENTE DE INNOVACIONES PARA LAS CARRETERAS.....	9
LA INNOVACIÓN Y LOS PAÍSES EN DESARROLLO	9
LA INNOVACIÓN ES INDISOCIABLE DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN	10
INNOVACIÓN Y NORMALIZACIÓN: REINTRODUCCIÓN DEL ARTE DE LA INGENIERÍA	10
RIESGOS E INNOVACIÓN: DISTRIBUCIÓN EQUITATIVA DEL RIESGO ENTRE LOS PARTICIPANTES	10
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BASADAS EN EL COMPORTAMIENTO	11
TEMAS PRINCIPALES	12
4. DISCUSIÓN	15
NECESIDAD DE LA INNOVACIÓN	18
CONCLUSIÓN	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

PLANTEAMIENTO GENERAL

Las Administraciones de Carreteras se esfuerzan cada vez más por constituir asociaciones y aprovechar al máximo los conocimientos técnicos disponibles tanto dentro de la propia organización del cliente como en los sectores público y privado. Estos conocimientos son esenciales para los avances en materia de innovación y de nuevos procedimientos contractuales que permitan garantizar el comportamiento previsto de los firmes e incluso plantearse objetivos futuros más ambiciosos en lo que se refiere a este comportamiento.

La reciente introducción de especificaciones basadas en el comportamiento en los contratos de construcción de carreteras encaja perfectamente con este objetivo. Este nuevo tipo de especificación presenta numerosas ventajas tanto para el cliente como para los contratistas, y aunque su aplicación plantea algunos problemas éstos no son en absoluto irresolubles. La adopción de este tipo de especificaciones exige someterlas a prueba y ampliar gradualmente su campo de aplicación, con objeto de aprovechar al máximo la experiencia que se vaya adquiriendo. En cualquier caso, su implantación requiere un cambio profundo en los papeles y responsabilidades del cliente y el contratista, así como una nueva distribución de riesgos entre los mismos y una confianza mutua.

Las especificaciones basadas en el comportamiento estimulan el espíritu de innovación del contratista, pero el potencial de innovación no es exclusivo de éste, por lo que hay que seguir impulsando los esfuerzos de innovación generados en el sector público y en otras organizaciones del sector privado. Estos potenciales de innovación se complementan entre sí, y cada uno de los actores depende de los demás para garantizar el éxito del desarrollo e implantación de la innovación. Ésta no se materializa únicamente en nuevos productos y técnicas, sino también en nuevos programas y estructuras que ayudan a su implantación.

El presente informe introductorio pretende estimular el debate y enriquecer las reflexiones sobre la forma de mejorar el comportamiento de los firmes, con especial atención a dos aspectos básicos para dicha mejora: las especificaciones basadas en el comportamiento y la necesidad de la innovación

REDACTORES DEL INFORME

Han participado en la redacción del presente informe introductorio los siguientes miembros del Comité de Firmes de Carretera (C7/8):

Nelson Rioux, Presidente del Comité C7/8 de la AIPCR (QUEBEC, CANADA).

Allan Bell, Secretario anglófono (AUSTRALIA).

Paul Teng, Jefe del Subgrupo "Elección del Tipo de Firme" (ESTADOS UNIDOS).

Jean-Pierre Christory, Secretario francófono, Jefe del Subgrupo "Proyecto de Firmes Innovadores" (FRANCIA).

John Williams, Jefe del Subgrupo "Especificaciones Basadas en el Comportamiento" (REINO UNIDO).

Jacques Aunis, Jefe del Subgrupo "Rehabilitación y Refuerzo de los Firmes" (FRANCIA).

Jan T. van der Zwan, Jefe del Subgrupo "Reciclado de los Firmes" (PAÍSES BAJOS).

INTRODUCCIÓN

Para el actual ciclo 2000-2003, el trabajo del Comité Técnico de Firms de Carretera (C7/8) empezó en la primavera de 2000, centrándose en los cinco grandes temas siguientes:

1. Criterios y procesos para la selección del tipo de firme.
2. Rehabilitación y refuerzo de los firmes: inventario de técnicas.
3. Recomendaciones técnicas para el reciclado y retratamiento de los firmes.
4. Proyecto de firmes innovadores.
5. Especificaciones funcionales de los materiales nuevos y reciclados: hacia las especificaciones técnicas basadas en el comportamiento.

Esto cinco grandes temas son o serán objeto de informes y guías publicados por la AIPCR. Diversos aspectos y preguntas relativos a estos temas guardan relación con el tema principal del presente informe introductorio, es decir: ¿cuál es la situación actual de las especificaciones basadas en el comportamiento y cuáles son los medios previstos para mejorar este comportamiento por medio de la innovación?

En realidad, cualquier organización de carreteras que actúe como cliente está en condiciones de definir sus objetivos de comportamiento. La principal dificultad radica en la forma de convertir este comportamiento esperado en obligaciones y especificaciones contractuales. Las especificaciones basadas en el comportamiento pueden servir de estímulo a la innovación, pero siempre teniendo como objetivo un comportamiento preestablecido. En consecuencia, la innovación no sólo es necesaria para conseguir el comportamiento especificado, sino también para elevar los límites actuales de este comportamiento a niveles superiores.

A continuación se resumen los problemas y preguntas que se plantean respecto a la obtención del comportamiento esperado y a las necesidades de innovación para mejorar el comportamiento. Seguirá un debate sobre los obstáculos que hay que superar, las ventajas previstas y la necesidad de innovación en relación con las especificaciones basadas en el comportamiento.

1. EJEMPLOS DE NECESIDADES DE INNOVACIÓN Y DE MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FIRMES

1.1 Técnicas de rehabilitación y refuerzo de los firmes

El empleo de estas técnicas, con sus ventajas y sus limitaciones, exige adaptarlas al contexto específico de cada país y a cada proyecto en particular. La ingeniería es un aspecto fundamental para alcanzar un equilibrio entre los límites de utilización, los costes y el comportamiento previsto. Dado que las necesidades están en continua evolución, la innovación puede consistir en el desarrollo de una técnica completamente nueva o en la adaptación de una técnica existente a las nuevas condiciones de utilización en un determinado país.

El estado de las estructuras existentes y los materiales presentes en el emplazamiento antes de que se produzca la intervención tendrán importantes consecuencias sobre el comportamiento posterior. Debe conocerse bien el campo de aplicación de las técnicas antes de transformar los objetivos de rehabilitación y refuerzo en especificaciones de comportamiento.

1.2 Reciclado y retratamiento de los firmes

El reciclado suscita un gran interés en diversos campos de la actividad humana, incluidos la construcción y mantenimiento de los firmes. Sigue siendo necesario como procedimiento para asegurar el desarrollo sostenible, gracias a la reducción que supone en la necesidad de deshacerse de viejos materiales o de extraer materiales nuevos. En cualquier caso, debe dar como resultado un comportamiento al menos equivalente al de los procedimientos tradicionales –y, a ser posible, mejor– con un coste menor o igual para el ciclo de vida del firme. El reciclado debe resultar competitivo teniendo en cuenta tanto los costes del proceso como los de protección del medio ambiente.

El reciclado no es siempre una técnica sencilla. A menudo, no existen normas. Lo que en un país es una técnica perfectamente dominada, puede constituir una innovación en otro. Los clientes se muestran a veces reacios a aplicar estas técnicas aunque hayan sido utilizadas con éxito, en diversas circunstancias y siguiendo procedimientos perfectamente establecidos, por algunos países desarrollados. No obstante, se consideran una alternativa atractiva para los países en transición, ya que permiten disponer de más infraestructuras con menor coste.

En la mayoría de los países, los conocimientos sobre el comportamiento a largo plazo de los firmes construidos con materiales reciclados son todavía incompletos. Aunque algunos países tienen ya una experiencia de más de veinte años en el reciclado de materiales y en las diferentes técnicas utilizadas, para otros se trata de una técnica reciente. En conjunto, se puede considerar que el reciclado tiene un carácter relativamente innovador. Las ventajas que se derivan del mismo son tan importantes que la utilización de materiales reciclados debe incluirse siempre entre las opciones consideradas.

El comportamiento, en lo que se refiere a calidad y costes globales, sigue siendo un factor clave para asegurar la viabilidad a largo plazo de las técnicas de reciclado. También es muy importante una distribución equitativa de los riesgos entre todos los participantes, con el fin de estimular el desarrollo y la utilización de los procedimientos de reciclado en un mercado pendiente de creación o de consolidación. Estos conceptos están también presentes en el desarrollo de las especificaciones basadas en el comportamiento.

1.3 Elección del tipo de firme

Una vez que las autoridades responsables han decidido construir un nuevo tramo de carretera o intervenir en un tramo existente, se impone la elección del nivel de servicio adecuado. Esta elección se traduce en un comportamiento esperado y repercute, no sólo en las cualidades funcionales del firme percibidas por los usuarios y los propietarios de terrenos adyacentes, sino también en los requisitos estructurales y en las estrategias de intervención futuras que deberán garantizar el mantenimiento a largo plazo de estas cualidades funcionales.

La determinación del tipo de firme más apropiado no es una ciencia exacta, sino más bien una cuestión opinable. El proceso de elección se basa en el análisis de numerosos factores: las condiciones de tráfico, las limitaciones climáticas, las propiedades de los materiales, las características del drenaje, los métodos de construcción, el impacto de las obras sobre los usuarios, los imperativos de seguridad, los presupuestos y los temas medioambientales como es la reducción del ruido y de las emisiones. Alguno o varios de estos factores pueden predominar sobre los demás hasta el punto de ser determinantes en la elección.

Sin embargo, no existe ninguna receta preestablecida y universal para la elección del tipo de firme. Los factores que influyen en la decisión varían de un país a otro y de un proyecto a otro en función del contexto. Con el fin de establecer una comparación equitativa entre las diferentes opciones, pueden servir como base de comparación los costes estimados mediante un análisis del coste del ciclo de vida de los firmes. El comportamiento previsto desempeña un papel esencial en la decisión.

De hecho, la decisión sobre el tipo de firme está siempre condicionada por varias cuestiones íntimamente ligadas a la propia naturaleza de una inversión que se pueda justificar en función del comportamiento previsto y los costes estimados:

- ¿Cómo conciliar las necesidades específicas a corto plazo con un comportamiento previsto a largo plazo?
- ¿Qué garantía se tiene de conseguir este comportamiento a largo plazo y de hacer una predicción correcta del coste del ciclo de vida para períodos que alcanzan los 40 ó 50 años?
- ¿Cómo evolucionarán en el futuro la calidad de los materiales y obras de construcción, las expectativas de los usuarios y las necesidades en el campo de las carreteras? ¿Qué impacto tendrán las innovaciones en las carreteras sobre el tráfico, la conservación, el comportamiento y los costes?

A pesar de estas incógnitas, es preciso tomar una decisión sobre el tipo de firme que debe construirse. La única forma de reducir los riesgos inherentes a la decisión es aplicar métodos estructurados y tan rigurosos como sea posible. Para mejorar los resultados de estos análisis y disminuir las incertidumbres, tanto el comportamiento como los costes relacionados con el mismo deben estar claramente definidos. Las especificaciones basadas en el comportamiento son una forma adecuada de definirlos, pero para utilizarlas es preciso controlar adecuadamente las repercusiones de las transferencias de riesgos implicadas.

2. PROYECTO DE FIRMES INNOVADORES

Hoy en día, todos los que intervienen en la construcción y explotación de las carreteras están de acuerdo en la importancia primordial de la innovación para la construcción de infraestructuras que puedan satisfacer los requisitos de comportamiento futuros. Lo cierto es, sin embargo, que sigue siendo difícil promover cooperaciones activas y evaluar las técnicas y conceptos más prometedores.

¿Cómo prepararse hoy para dar respuesta a las principales preocupaciones de los usuarios de mañana? La sociedad exige menos molestias, menos riesgos, más movilidad para todos y más desarrollo sostenible. Por otra parte, cada vez es más impaciente respecto a la satisfacción de estas expectativas. Se puede apreciar una creciente presión para que se adopten en el propio país las "prácticas correctas" aplicadas en el extranjero, incluso antes de comprenderlas del todo. Un enfoque innovador, además de proporcionar buenas respuestas, debe esforzarse por reducir el tiempo transcurrido entre la expresión de una necesidad y la satisfacción de ésta.

No existe un organigrama tipo o una receta milagrosa que garantice el éxito del desarrollo e implantación de las innovaciones. Es preciso ser creativo no sólo en lo que se refiere a las técnicas y productos, sino también en cuanto a los planes estratégicos y a los medios puestos en práctica en el interior de las organizaciones para apoyar la innovación. A continuación se exponen algunas preocupaciones a este respecto.

Los problemas de las ciudades: una fuente de innovaciones para las carreteras

"La calle no es una carretera" es una máxima que se cita hoy en día en la mayoría de los países. En las ciudades prevalece la cultura de la ordenación y la multifuncionalidad, mientras que lo propio de las carreteras es la función de movilidad para el automóvil. Existen, no obstante, muchos puntos comunes, aunque los objetivos de comportamiento puedan ser diferentes. El porcentaje de los usuarios que viven en las ciudades de los países industrializados alcanza el 85%, por lo que en el medio urbano son necesarias una gran cantidad de innovaciones de las que podrá beneficiarse posteriormente el conjunto de la comunidad de carreteras.

La innovación y los países en desarrollo

Las metodologías de desarrollo e implantación de las innovaciones se basan principalmente en las preocupaciones y contextos de los países industrializados. Para los países en desarrollo es interesante subrayar la estrecha imbricación existente entre Innovación y Transferencia de Tecnología. La aplicación en los países en desarrollo del modelo de desarrollo e implantación de los países desarrollados no debe hacerse sin debate previo.

La innovación es indisociable de los procedimientos de evaluación

Innovar supone asumir riesgos; en la medida de lo posible, éstos deben evaluarse previamente. Para que la innovación tenga éxito, el riesgo debe ser compartido por el cliente y el promotor de la misma: de ahí la importancia fundamental de la evaluación de la innovación y de los procedimientos para dicha evaluación.

En algunos casos, la definición de un nuevo procedimiento de evaluación constituye una innovación en sí misma. Poner en tela de juicio las normas tradicionalmente aplicadas para juzgar la calidad de los materiales y las estructuras de los firmes es algo difícil, pero que puede resultar indispensable si no se quiere ahogar la innovación. La aplicación de las especificaciones basadas en el comportamiento es un ejemplo concreto de un caso en que el cliente debe poner en tela de juicio los procedimientos tradicionales con el fin de estimular nuevas ideas y evaluar adecuadamente las propuestas de los contratistas.

Innovación y normalización: Reintroducción del arte de la ingeniería

A menudo se presenta la normalización como un freno a la innovación. Esta idea debe ser combatida y la forma de hacerlo merece un debate. En efecto, si se aplica la lógica del ciclo de vida del producto, se puede decir que la normalización es una consecuencia lógica de la innovación, o que la innovación alimenta la evolución de la normalización.

¿Cómo dar nuevo sentido al arte de la ingeniería en la construcción de carreteras? ¿Cómo expresar una creatividad controlada? ¿Cómo evitar que el necesario desarrollo de las normas, las guías técnicas, los catálogos y las directrices de todo tipo transformen los servicios técnicos de las autoridades públicas en "notarías técnicas" que basen su opinión exclusivamente en un perfecto conocimiento de estos textos? Las innovaciones sobre el reciclado y el retratamiento son especialmente explícitas en lo que se refiere a la recuperación de este arte de la ingeniería frente a las soluciones "de catálogo". La introducción de las especificaciones basadas en el comportamiento abre también nuevas vías a los contratistas que, gracias a ellas, están en condiciones de corregir las soluciones de catálogo.

Riesgos e innovación: distribución equitativa del riesgo entre los participantes

Hoy en día se han hecho imprescindibles nuevos métodos contractuales, mejor adaptados a esta filosofía de distribución equitativa del riesgo. Los contratos basados en especificaciones de comportamiento constituyen herramientas apropiadas para precisar los compromisos de cada parte en cuanto a duración y distribución de los riesgos. En el capítulo 5 se analiza con mayor detalle este tipo de contrato.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BASADAS EN EL COMPORTAMIENTO

Las organizaciones que actúan como clientes se esfuerzan por aplicar nuevos métodos de adjudicación de contratos, pasando de un enfoque tradicional, en el que el cliente asumía la responsabilidad del comportamiento de las infraestructuras de carreteras, a una asociación con la industria que conduce a una mayor distribución de los riesgos. Existe un creciente interés por someter a prueba las especificaciones basadas en el comportamiento con el fin de desarrollar firmes duraderos y beneficiarse de las recientes innovaciones tecnológicas.

Las especificaciones sobre los productos acabados han evolucionado hacia las especificaciones de comportamiento. La principal distinción entre ambas reside en que las primeras implican el control de un conjunto de características de los productos entregados que se supone que influyen en su comportamiento, mientras que las especificaciones de comportamiento tienen una relación mucho más directa con éste, al basarse, bien en propiedades utilizadas para predecir directamente el comportamiento, o bien simplemente en mediciones directas del comportamiento a lo largo del tiempo a partir de especificaciones funcionales.

Las especificaciones funcionales no son nuevas: el cambio importante estriba en transformarlas en obligaciones contractuales. El empleo de estos diferentes tipos de especificaciones ha conducido de manera inevitable a una modificación de las relaciones contractuales, con una mayor transferencia de responsabilidades desde el cliente a los contratistas a fin de aprovechar mejor el potencial de estos últimos para construir firmes con mejores prestaciones a un coste aceptable

No hay que olvidar, sin embargo, que ambas partes asumen riesgos asociados a este nuevo reparto de responsabilidades. Este tipo de contrato no elimina la necesidad de definir las características de los materiales brutos y la forma de entregarlos en el emplazamiento de la obra; simplemente, esta última obligación se transfiere al contratista, en lugar de ser definida por el cliente, el cual se concentra entonces en precisar claramente las exigencias funcionales. Si el contratista se aparta de los modelos y materiales conocidos para construir un firme, ello supone un aumento de los riesgos que deberá asumir en el marco de una garantía que cubra un plazo adecuado.

Para utilizar las especificaciones de comportamiento, existen algunas condiciones básicas previas:

- Es preciso conocer bien, y dar a conocer a los contratistas en el momento de sacar la obra a licitación, aquellas condiciones existentes que puedan afectar al comportamiento: naturaleza y propiedades del suelo, estado de los firmes actuales, tráfico actual y previsto, así como cualquier otro factor que pueda tener influencia en el proyecto y en el comportamiento.
- Debe estar bien definida la distribución de riesgos y responsabilidades.
- Las competencias y conocimientos de las dos partes (cliente y contratista) deben ser las adecuadas.

- Debe existir una competencia leal entre los posibles contratistas.
- La entidad de los contratos individuales y la del conjunto del mercado deben ser suficientes para animar a las empresas a invertir en este tipo de contratos.
- Los requisitos relativos a los métodos de ensayo y de evaluación del comportamiento, así como su frecuencia, deben ser claros y precisos.

Temas principales

En el futuro deberán abordarse tres temas principales:

1. Armonización de las definiciones de especificaciones de comportamiento.
2. Rentabilidad de las inversiones relacionadas con su implantación.
3. Ventajas y desventajas de las diferentes fórmulas de garantía exigidas.

Es fundamental armonizar las definiciones. ¿Qué es el comportamiento? ¿Es aplicable este concepto a un material producido en planta o entregado en el emplazamiento de la obra, en función de las propiedades esperadas, o se aplica únicamente a las características funcionales de la estructura en su conjunto una vez entregada? La armonización de las definiciones permitiría compartir mejor la información y clarificar los campos de aplicación, los requisitos y los protocolos de ensayo.

En principio, la rentabilidad de las inversiones relacionadas con la implantación de las especificaciones de comportamiento parece interesante; sin embargo, dado el carácter relativamente novedoso de éstas, no existe todavía una demostración evidente de su rentabilidad. Los análisis del coste global del ciclo de vida no se realizan de igual forma en todos los países, y no siempre se incluyen los mismos costes. La forma en que se transfieren los riesgos de unos participantes a otros influye mucho en el resultado. Aumentan las probabilidades de que los costes iniciales sean más elevados antes de que se recuperen con los beneficios a largo plazo. Dado que las especificaciones y las características exigidas a los materiales y a los métodos de construcción están en continua evolución, puede resultar difícil reunir datos coherentes de los que puedan extraerse conclusiones seguras.

La forma de adjudicar los contratos tiene también una gran influencia sobre el tipo de especificación y sobre las garantías. Estas últimas protegen al cliente contra los defectos de proyecto y de construcción (materiales y ejecución). Los períodos de garantía más habituales varían entre 2 y 5 años, pero esto no cubre toda la vida del firme.

En algunos casos, los períodos de garantía alcanzan entre 26 y 50 años. En algunos contratos del tipo DBFO ("Design-Build-Finance-Operate": Proyecto-Construcción-Financiación-Explotación), no se hace ninguna mención a la garantía. Con plazos muy largos los riesgos son más importantes y es muy difícil hacer predicciones sobre el comportamiento.

A continuación se resumen las ventajas derivadas de este tipo de especificaciones, cuya propia naturaleza se basa en la confianza entre las partes:

Ventajas:

- Se pone hincapié en el comportamiento.
- Se reparten los riesgos: los correspondientes al cliente se reducen mediante la transferencia de una parte de sus responsabilidades a los contratistas. De esta forma, éstos son más conscientes de la excelencia exigida en ingeniería y aún más sensibles a la calidad.
- Se concede una mayor flexibilidad a los contratistas en la elección de los materiales y de los medios, lo cual favorece una mejor elección de los componentes, reduce los materiales de desecho y optimiza la organización de la obra.
- Se puede estimar de manera más precisa el coste total real que será necesario para conseguir un firme con mejores prestaciones. La forma de efectuar la transferencia de riesgos a los contratistas puede contribuir a la disminución de este coste total, gracias a la sinergia conseguida al confiar el proyecto, la construcción y la conservación a los contratistas. Este trabajo se realiza en un entorno en el que también existe competencia entre las diversas soluciones de proyecto y los distintos medios de construcción. Con una evaluación apropiada de las ofertas, se conseguirá inicialmente un menor coste o una mayor calidad. En cualquier caso, lo que el cliente pretende es una reducción del coste del ciclo de vida.
- Pueden desarrollarse soluciones alternativas acordes con las especificaciones y que superen incluso los objetivos de comportamiento.
- Se producen menos conflictos contractuales, aunque las reclamaciones y conflictos podrían cobrar mayor importancia con el tiempo, a medida que cambien las condiciones que influyen en el comportamiento de los firmes y los contratistas adquieran más experiencia jurídica.
- Finalmente se producirá también una transferencia de responsabilidades y riesgos a los suministradores.
- Los riesgos para el cliente de que se sobrepasen los presupuestos son menores, con lo que aquél puede reservar sus recursos para otros fines.

Como contrapartida, siguen existiendo algunos riesgos:

Riesgos:

- No es evidente que el cliente esté en condiciones hoy en día de definir todas las características relacionadas con el comportamiento.
- Existe un riesgo de que la pérdida por parte del cliente de algunas competencias suponga una reducción de su capacidad para evaluar las ofertas, una falta de conocimientos suficientes para auditar los trabajos y dificultades para volver a hacerse cargo de determinados tramos de carretera en el caso de que un contratista no fuera capaz de respetar sus compromisos contractuales.
- Pocas empresas reúnen las condiciones de tamaño, diversificación y financiación necesarias para licitar en este tipo de contratos, lo cual limita la competencia.
- El cliente no puede intervenir en la determinación de los medios necesarios, para no interferir en las garantías. Una vez que éstas hayan expirado, el cliente puede tener dificultades para protegerse contra un mal comportamiento.

- El reparto de riesgos es muy diferente con este tipo de especificación, lo que se traduce en un probable aumento del coste para las empresas contratistas, ya que éstas sólo pueden repartir el riesgo sobre un número de kilómetros limitado, mientras que el cliente dispone de toda una red para amortiguar sus riesgos.
- Durante la vigencia del contrato pueden producirse varios cambios en las condiciones de explotación de la carretera, con lo que se limita la aplicabilidad de las obligaciones contractuales.
- Si el período de garantía es largo, los ensayos y métodos de evaluación del comportamiento pueden quedarse obsoletos. Por otra parte, pueden ser impugnados porque existan otros métodos de evaluación distintos de los escogidos que permitan verificar la conformidad con las especificaciones de comportamiento. Tanto los equipos como los métodos de ensayo varían de un país a otro y los expertos tienen diferentes opiniones sobre este tema.
- Diversos tramos de carretera diseñados con análogas especificaciones de comportamiento pueden diferir entre sí de manera significativa en cuanto a los materiales utilizados y al tipo de trabajos de conservación necesarios, lo que se traduce en una red más heterogénea que en la actualidad.

Respecto al potencial de innovación:

- Las especificaciones de comportamiento suponen un incentivo para que los contratistas se decidan a innovar en sus técnicas y métodos de construcción, ya que estas especificaciones favorecen una implantación más rápida de sus productos y soluciones.
- Con materiales nuevos, la experiencia disponible es menor y el comportamiento es más difícil de predecir, por lo que los riesgos son mayores. Un ejemplo de esto lo constituye el reciclado. En estos casos es preciso añadir factores de seguridad para compensar estos mayores riesgos.

4. DISCUSIÓN

Las especificaciones de comportamiento son el resultado lógico de la evolución de las especificaciones. Al apuntar directamente al comportamiento esperado del firme estamos centrando nuestra atención en el verdadero objetivo. Sin embargo, a pesar de las innegables ventajas que procuran, la implantación de las especificaciones de comportamiento avanza lentamente.

Teniendo en cuenta que el cliente estima que tiene capacidad para evaluar el comportamiento ¿por qué no se ha extendido más la utilización de las especificaciones funcionales? ¿Cuáles son los obstáculos técnicos y contractuales que deben superarse? ¿Se pueden reducir las incertidumbres relativas a la obtención del comportamiento esperado y al coste necesario, de manera que podamos confiar más en nuestra elección del tipo de firme? ¿Se pueden reducir los riesgos desde el punto de vista del cliente y, en general, para las dos partes?

En realidad, tanto el cliente como el contratista se encuentran todavía en la fase de aprendizaje. No se trata únicamente de un aprendizaje técnico, sino también de una evolución progresiva de las mentalidades y es necesario desarrollar un clima de asociación con nuevas funciones y responsabilidades

En primer lugar, hay que definir en qué consiste el comportamiento esperado. Cuanto más largo sea el período de vigencia de las obligaciones contractuales, más difíciles de formular son la garantía y las especificaciones de comportamiento correspondientes.

Cabe preguntarse hasta dónde deben llegar las especificaciones de comportamiento de los firmes. La figura 1, creada en los Países Bajos, ilustra los diferentes niveles de especificación. Esta figura se ha extraído de un documento redactado por el Comité C7/8 de la AIPCR cuyo título es "Investigación sobre la situación de las especificaciones de comportamiento en 2002"

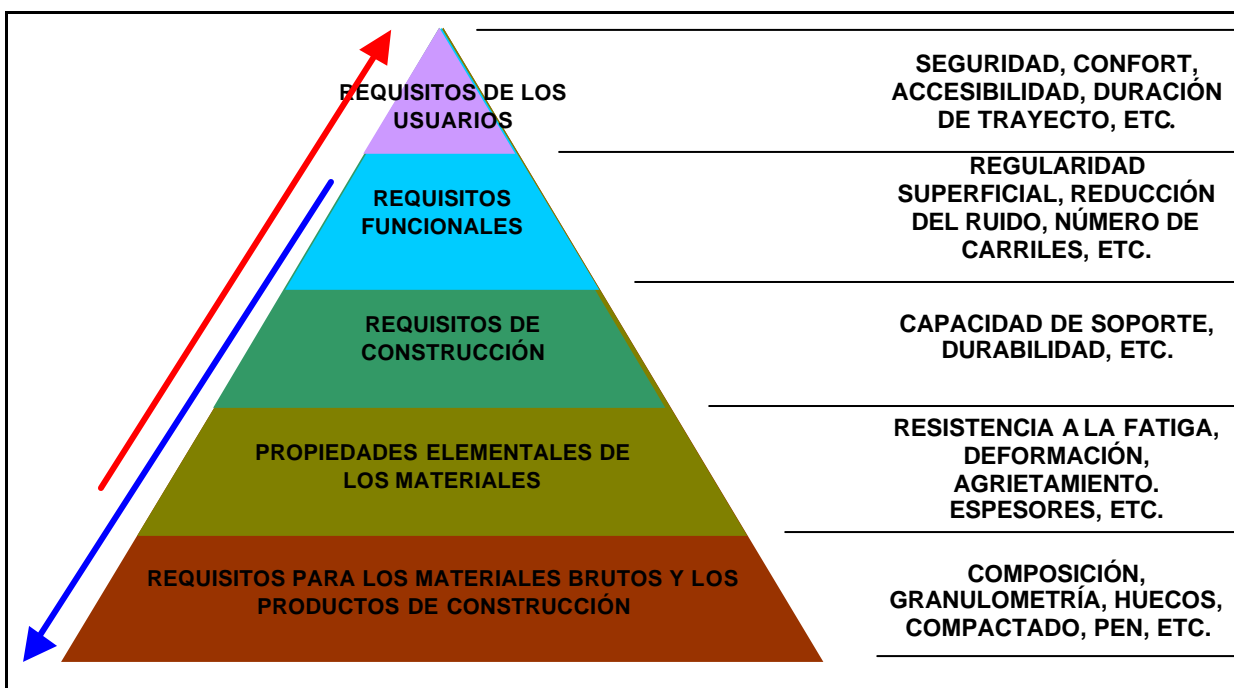


Figura 1 - Pirámide de requisitos; relación entre los diferentes niveles (Países Bajos)

Tal como se muestra en la figura 1, estos diferentes niveles relacionados con el comportamiento empiezan con las propiedades de los materiales y llegan hasta la funcionalidad del firme una vez entregado. El nivel escogido para basar en él la formulación de las especificaciones depende de los objetivos perseguidos por el cliente y del contexto en el que se sitúan su organización y los demás participantes.

Esta pirámide es válida para todas las obras en vías de comunicación. En realidad, las especificaciones de comportamiento pueden empezar a cualquier nivel. No se expresan de igual forma cuando se trata de autopistas o de un medio urbano, cuanto más próximo esté el nivel de la cúspide de la pirámide. El nivel de responsabilidades que puede transferirse al sector privado en un país determinado constituye otro tema de discusión.

Todas las partes que intervengan en un contrato basado en especificaciones de comportamiento deben tener la capacidad técnica necesaria para el proyecto y construcción de firmes. La adquisición de esta capacidad técnica debe empezar muy pronto, antes de que se introduzcan en los contratos especificaciones basadas en el comportamiento. Antes incluso de que se analice el potencial en know-how tecnológico y conocimientos de proyecto, los contratistas ya deben tener la capacidad técnica necesaria para demostrar la idoneidad de los materiales y procedimientos que van a utilizar. Por consiguiente, deben dominar los procesos de aseguramiento de la calidad de los materiales y la de sus procedimientos de fabricación y de aplicación en la obra. De hecho, los esfuerzos realizados por los diferentes participantes para conseguir la calidad total permiten avanzar más rápidamente y con más confianza hacia sistemas de garantía más coherentes con la vida de servicio y el comportamiento esperado de los firmes.

Como consecuencia, la implantación de las especificaciones de comportamiento tropieza con las siguientes dificultades:

- Es necesario un mercado para este tipo de contrato y es indispensable el compromiso de las organizaciones que actúan como clientes, tanto a nivel político como técnico. La importancia de los contratos y su número deben ser suficientes para que los contratistas puedan amortizar sus inversiones, con lo cual se conseguirá generar y mantener su interés,
- ¿Existe suficiente competencia para diseñar soluciones originales y respetar las garantías de varios contratos de este tipo en un mismo país? Es fundamental disponer de una serie de empresas con la capacidad técnica y solidez económica necesarias para respetar sus obligaciones contractuales, con lo cual se puede garantizar la competencia tanto respecto al precio como a la diversidad de soluciones.
- No es lo mismo formular especificaciones que evaluar la conformidad con las mismas. Las especificaciones deben ser claras, medibles, aceptables, realistas y apropiadas para la duración de las garantías. ¿Hasta qué punto puede estarse seguro de que los criterios de comportamiento seguirán siendo válidos dentro de 5, 10 ó 20 años? ¿Seguirán estando disponibles los equipos de medida adecuados? ¿Son los ensayos lo suficientemente repetibles y reproducibles para que los resultados de las mediciones sean aceptados por las dos partes?

Dado que, en cualquier caso, el cliente tiene que asumir riesgos cuando él mismo diseña sus propias soluciones ¿por qué no compartir este riesgo con los contratistas? La diferencia reside sobre todo en el hecho de que las medidas del comportamiento son contractuales y es preciso asegurarse de que no sean invalidadas antes de que finalice el contrato. Es importante prestar especial atención al reparto de los riesgos.

- ¿Son los ensayos suficientemente reproducibles y repetibles cuando las especificaciones se refieren a una o varias propiedades de los materiales? ¿Está suficientemente comprobada su relación directa con el comportamiento? ¿Se hace demasiado hincapié en estas propiedades en detrimento de otras igualmente importantes que no se incluyen o son difícilmente tenidas en cuenta en las especificaciones? También en esto cabe la posibilidad de que el cliente comparta lo que ya está haciendo con el contratista.
- ¿Es todo esto aplicable a otros tipos de firmes distintos de los de carreteras, tales como los firmes de vías urbanas o de aeropuertos? Por el momento, los ensayos parecen limitarse a los firmes de carretera pero, en principio, nada se opone a extenderlo a otros tipos de firmes.
- Los riesgos deben ser conocidos por todas las partes y claramente compartidos entre ellas, sin que sean excesivos para el contratista. En la fase de aprendizaje no se conocen bien estos riesgos, pero esto cambia a medida que las partes adquieren experiencia.
- Tanto el cliente como el contratista deben habituarse a desempeñar un nuevo papel. Las intervenciones del cliente se limitan a inspecciones y auditorías sobre los puntos críticos, a fin de evitar cualquier injerencia en las obligaciones contractuales del contratista. Por lo tanto, se corre el riesgo de que el cliente conozca demasiado tarde un incumplimiento de las obligaciones contractuales y no pueda reaccionar de manera preventiva como en el caso de las especificaciones sobre productos acabados. Es un riesgo que hay que correr si se quieren aprovechar las ventajas de las especificaciones de comportamiento. En cualquier caso, el cliente debe mantener la capacidad técnica necesaria para auditar la calidad de las obras, para poder reaccionar en caso de emergencia y eventualmente hacerse cargo de la obra si el contratista ya no está en condiciones de cumplir sus obligaciones.

En el caso de contratos que incluyan especificaciones de comportamiento basadas en propiedades que se quieren conseguir (fatiga, rigidez), si el cliente puede predecir un comportamiento aceptable basándose en estas mismas propiedades ¿por qué no puede un contratista hacer lo mismo utilizando los mismos modelos de predicción?

El cliente no puede exigir a un contratista que conozca el efecto que puede tener un cambio en una propiedad sobre otras propiedades o sobre otros requisitos de comportamiento, algo que los modelos actuales no son capaces de predecir. Las propiedades utilizadas en los modelos de predicción del comportamiento no son las únicas de las que depende el comportamiento. Por otra parte, estos modelos tienen tendencia a predecir la realidad con una dosis elevada de empirismo y deben limitarse a su campo de aplicación. No siempre representan la verdad. Por consiguiente, lo más que puede hacer un contratista es aumentar la productividad y aplicar las fórmulas conocidas con variantes para los materiales.

La duración de las garantías plantea también otros problemas. ¿Cómo definir la calidad de la estructura y su valor residual al final de un largo plazo contractual cuando la obra se entrega al cliente? ¿Qué requisitos de comportamiento son aplicables entonces a las intervenciones de rehabilitación y conservación? (teniendo en cuenta que estos requisitos son mucho más difíciles de definir, ya que el estado del firme existente, con sus múltiples variantes, influye en el comportamiento futuro).

En la actualidad, para los contratos con períodos de garantía cortos, del orden de 5 años, se confía en las especificaciones de comportamiento, pero la garantía no es suficientemente larga para cubrir la vida de servicio del firme. Por el contrario, cuando los contratos son de larga duración, por ejemplo 20 años o más, las predicciones del comportamiento son mucho más difíciles de realizar y pueden suceder diversos hechos que afecten a las obligaciones contractuales. Necesidades distintas de la simple rehabilitación del firme pueden influir en la naturaleza de las intervenciones necesarias.

La utilización de las especificaciones de comportamiento no puede modificar, sin embargo, algunas características específicas de los proyectos de carreteras. Por ejemplo, las responsabilidades sobre la gestión del tráfico, la seguridad y los impactos sobre el medio ambiente siguen correspondiendo al cliente. Esto se traduce, inevitablemente, en una cierta interferencia con la calidad de la estructura.

Necesidad de la innovación

¿Cómo conciliar la innovación, los riesgos y las obligaciones relacionadas con las garantías? ¿Se debe confiar únicamente en las innovaciones introducidas por los contratistas en virtud de contratos que contengan especificaciones de comportamiento? ¿Hay que apoyar otros esfuerzos de innovación para mejorar aún más la calidad perseguida?

¿Tenemos necesidad de los contratos basados en el comportamiento para mejorar nuestras actuales especificaciones sobre productos acabados? Es probable que no, pero las etapas para conseguir las mismas mejoras serían más arduas. Tomemos el ejemplo de la gama de valores permitidos para una determinada característica de un material. Es mucho más difícil demostrar la viabilidad de restringir las desviaciones en un contexto en que es el propio cliente quien define las desviaciones admisibles consultando los datos históricos de producción para el conjunto de los suministradores. Los contratistas tienen entonces pocos incentivos para conseguir desviaciones inferiores a las prescritas.

En un contexto de aplicación de especificaciones de comportamiento, existen sin duda buenas razones para pensar que los contratistas son más conscientes del impacto sobre las garantías y que ellos mismos pueden decidir, pensando en su propio interés, controlar de manera más estricta su producción, ya que pueden proyectar una estructura de firme adaptada a estas circunstancias. Esto en sí mismo constituye un enfoque innovador del proyecto.

Los contratistas pueden también innovar en lo que se refiere a las técnicas, los productos y los procesos, liberándose de esta forma de las limitaciones impuestas por la normalización. En realidad, una norma es el resultado final de una innovación: representa lo que se considera por consenso el estado actual de la técnica. Una norma nunca constituye un fin en sí misma, sino más bien un objetivo del que no hay que apartarse sin una justificación especial. El cliente puede referirse claramente a la misma para definir el objetivo que pretende alcanzar. Para el cliente que utiliza especificaciones de comportamiento, lo único que sucede es que la normalización se desplaza a otro nivel. Una vez que se domine este tipo de especificaciones, existirá una tendencia a normalizar la propia medida del comportamiento desde el punto de vista del cliente, en lugar de centrarse en los medios para obtenerla (características del material y requisitos de construcción).

La industria y los clientes quieren introducir rápidamente materiales mejores, pero a menudo sabemos poco o no sabemos nada de sus prestaciones futuras y de su influencia en el comportamiento de la estructura. Cuantos más riesgos implique una innovación, más deberán tener en cuenta los contratistas su impacto sobre las garantías. Las especificaciones de comportamiento no constituyen la única herramienta disponible para estimular la innovación: es preciso buscar otros medios para conseguirlo, por ejemplo los programas de apoyo a la innovación con reparto de los riesgos, el reconocimiento de los productos de las empresas y las asociaciones con organismos de investigación.

El desarrollo de nuevos métodos de proyecto y la mejora de los existentes constituyen buenos ejemplos de innovaciones que tienen un importante impacto sobre el comportamiento y que deben realizarse antes de establecer contratos con especificaciones de comportamiento. Estas investigaciones sobre los métodos de proyecto exigen considerables recursos y un escalonamiento en largos períodos de tiempo. Son competencia, en gran medida, del sector público y no pueden compararse con las innovaciones que pueden generar las especificaciones de comportamiento. Podrían incluso elevar a un nivel superior los requisitos de comportamiento actualmente prescritos.

Tomemos también el ejemplo de las técnicas de reciclado. Antes de someter a ensayo estas técnicas, las especificaciones de comportamiento sólo serían aplicables a las técnicas conocidas y a los comportamientos observados a partir de estas mismas técnicas. El reciclado es una necesidad de la sociedad para conseguir un desarrollo sostenible sin perder competitividad. Sin la cooperación y el apoyo de los clientes y sin asociaciones con la industria, estas técnicas no habrían visto la luz. Deben dominarse lo suficiente antes de intentar ajustar las especificaciones de comportamiento en concordancia con ellas. En el caso del reciclado es nuevamente necesario innovar antes de establecer las especificaciones de comportamiento, en un primer momento para crear un entorno favorable al florecimiento de esta técnica y, posteriormente, para dominar y consolidar su utilización.

Finalmente, la innovación no es patrimonio exclusivo de los industriales ni de los clientes. Cada parte tiene un papel que desempeñar y sus recursos son complementarios. Ambas deben mantener, no obstante, su capacidad técnica, para estar en condiciones de favorecer los intercambios y de progresar conjuntamente.

CONCLUSIÓN

Las especificaciones de comportamiento evolucionan rápidamente. Con ellas se consigue una sinergia que facilita el aumento de calidad de las obras, la mejora del comportamiento con una reducción del coste del ciclo de vida de las estructuras y la conservación de los recursos. No cabe duda de que este tipo de especificaciones provocará cambios profundos en las prácticas de construcción y de conservación.

Las especificaciones de comportamiento abren nuevas puertas a los contratistas en lo que se refiere al potencial de innovación, pero no pueden abrir todas las puertas. Son también necesarios esfuerzos de investigación y desarrollo en otros aspectos, por ejemplo en los métodos de proyecto, que corresponden al sector público. El papel del cliente es entonces muy importante.

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente (y dado que las especificaciones de comportamiento están en relación directa con el objetivo perseguido, es decir, el buen comportamiento de los firmes, con todas las ventajas que esto conlleva), para avanzar hacia un mejor conocimiento estimulando la innovación es preciso:

- Apoyar y estimular el sometimiento a ensayo de las especificaciones de comportamiento, previendo un volumen de trabajo suficiente para aumentar la experiencia acumulada y la transferencia de conocimientos, con el fin de sacar el máximo partido de las ventajas inherentes a este tipo de especificaciones.
- Estudiar la utilización de las especificaciones de comportamiento en los mercados en los que los proyectos tengan una envergadura y un contexto que lo justifique.
- Conservar e impulsar la capacidad técnica necesaria, tanto del cliente como de los contratistas y de los demás participantes, para favorecer un clima de intercambios constructivo y duradero. El cliente debe conservar el potencial de conocimientos y técnicas necesarios para definir los objetivos, desarrollar los métodos, auditar las actividades y responder adecuadamente a situaciones imprevistas. El cliente debe estar asimismo en condiciones de coordinar la implantación del conjunto de las innovaciones y de desarrollar él mismo los productos y técnicas que sean más del ámbito del sector público.
- Considerar fórmulas de reparto de riesgos y de incentivación que favorezcan el desarrollo de las innovaciones, tanto en el marco de contratos con especificaciones de comportamiento como en el de otras actividades de investigación y desarrollo.
- Compartir a nivel internacional la experiencia adquirida en cuanto a las innovaciones y a las especificaciones de comportamiento, con objeto de asegurar la armonización y el progreso de las técnicas y las especificaciones. La AIPCR y su red de expertos constituyen un foro privilegiado para elaborar una evaluación completa y objetiva que pueda servir como referencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *"Technical Dictionary of Road Terms"*, PIARC, 7th Edition, 1997.
- [2] *"Evolution of Specifications and Quality Systems to Deliver Performance"*, Informe de la AIPCR, marzo de 1999.
- [3] *"Variability in Highway Pavement Construction"*, NCHRP SYNTHESIS 232, Transportation Research Board, Washington D.C., 1996.
- [4] *"Special edition on pavement performance specifications"*, revista *Routes/Roads*, nº 315, julio de 2002.
- [5] *"A Fact-finding review of performance specifications in 2002"*, Informe del Comité C7/8 de la AIPCR (en preparación).