

# Las Innovaciones al Servicio del Desarrollo Sostenible en la Ingeniería Civil

La preocupación existente en relación al medio ambiente y la gestión sostenible y óptima de los recursos, la voluntad de mejorar el confort, la salud y la seguridad de los seres humanos son para las industrias del cemento y el concreto, una fuente de inspiración constante en la innovación e investigación de nuevos productos y soluciones constructivas.

Patrick Guiraud, director delegado en Ingeniería Civil, Cimbéton, La Défense (Paris)





Planta de Cemento

Las industrias del cemento y el concreto acompañan a la lógica necesaria del progreso con un avance voluntario y proactivo desde hace muchos años, desarrollando numerosas innovaciones tanto en las plantas de producción como en la puesta en obra y la utilización de los materiales.

Elas se han comprometido con las generaciones futuras aportando su contribución al concepto de desarrollo sostenible gracias a:

- procedimientos industriales optimizados;
- las miles de plantas de producción (cementeras, plantas de prefabricación, etc.) repartidas por todo el territorio, solamente cerca de las materias primas y los usuarios, preservando así los recursos naturales y la energía, al limitar el transporte;
- los productos innovadores y las soluciones constructivas de

acuerdo a las necesidades actuales.

Elas permiten, desarrollando materiales y técnicas innovadoras gracias a la investigación activa, la realización de las construcciones indispensables a los hombres para sus viviendas, transportes, trabajo, distracciones, actividades culturales o deportivas, con el debido respeto al desarrollo sostenible.

En el ámbito social, las industrias del cemento y del concreto contribuyen a la vida local al proveer empleos estables y cercanos, poniendo en obra una fuerte política de formación del personal (particularmente en el área de seguridad).

Elas proporcionan cada día realizaciones concretas, la demostración de que la producción del cemento y el concreto se realizan con el mayor respeto al medio ambiente con la puesta a punto de productos de calidad, de correcto

comportamiento y sanos, mostrando que es posible conciliar el desarrollo industrial con los recursos naturales utilizando soluciones sostenibles y equitativas para la sociedad.

Desde hace numerosos años, ellas han movilizad su capacidad de investigación y desarrollo para contribuir a la preservación del planeta y a la construcción de obras adaptadas a las necesidades actuales, es más anticipando aquellas de las futuras generaciones, permitiendo así el mejoramiento de las condiciones de vida, de bienestar y de confort de cada uno.

El tema del desarrollo sostenible se encuentra actualmente en el corazón de las obras de ingeniería civil. Es un estimulante de la imaginación y un catalizador de la innovación para:

- la optimización de los procesos de fabricación de los materiales;
- el desarrollo de nuevos



Vista interior de un horno de cemento

materiales;

- la mejora de los procedimientos constructivos;
- la puesta a punto de nuevas soluciones constructivas.

## El Concepto de Desarrollo Sostenible

La toma de conciencia, compartida a nivel nacional, respecto a la necesidad de preparar el futuro, de encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico, la protección de los recursos naturales, y la apuesta social, apareció en Estocolmo, en 1972 con ocasión de una reunión de las Naciones Unidas, más tarde se expresó en el reporte Brundtland. El concepto de desarrollo sostenible se ha perennizado a raíz de la primera cumbre en Río de Janeiro en 1992.

El desarrollo sostenible ha sido definido por la Comisión Brundtland en su reporte a las Naciones Unidas ("Nuestro Futuro", 1987) como "un desarrollo que se esfuerza en responder a las necesidades presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para hacerlo con las suyas".

El debe permitir la apertura de cada uno en una sociedad más humana y con un medio ambiente preservado. El se debe convertir en una apuesta mayor que tienda a responder a los desafíos a los que nosotros debemos enfrentarnos, integrando en los procesos de decisión, en un espíritu de sinergia de los componentes económicos, medioambientales y sociales.



Rehabilitación de una cantera

### Los componentes del desarrollo sostenible

El complejo concepto de desarrollo sostenible reviste múltiples aspectos y se asienta en el tríptico:

- *economía (beneficio)*: eficacia de desarrollo económico;
- *medio ambiente (planeta)*: preservación de recursos naturales y del planeta;
- *sociedad (pueblo)*: equidad social, salud, bienestar social y solidaridad.

El se traduce en la investigación de un equilibrio y una sabia mezcla entre estos tres componentes interdependientes con visión y dinámica a largo plazo, a la escala del planeta y al servicio de las generaciones futuras.

### Los objetivos del desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible considera tres objetivos:

- *La eficacia económica*: favorecer la gestión óptima de los recursos humanos, naturales y financieros, con el fin de satisfacer las necesidades de todos;
- *la integridad ecológica*: gestionar cuidadosamente los recursos

limitados del planeta. Preservar el medio ambiente con medidas de protección, restauración, administración y mantenimiento de los hábitats esenciales a las especies, mediante una gestión sostenible y un uso equilibrado de los recursos;

- *La equidad entre las naciones, los individuos y las generaciones*: satisfacer las necesidades esenciales de las comunidades humanas presentes y futuras y mejorar la calidad de vida.

### Los principios de utilización de los recursos naturales

El desarrollo sostenible supone la utilización cuidadosa de los recursos naturales disponibles, de manera de preservarlos al máximo para las generaciones futuras aplicando los tres principios fundamentales siguientes:

- el ritmo de utilización de los recursos naturales renovables no debe ser superior al de su regeneración;
- el ritmo de agotamiento de los recursos no renovables no deberá superar el ritmo de desarrollo de sustitutos renovables y materiales alternativos;

- la cantidad de polución y desechos no debe sobrepasar a aquella que puede absorber el medio ambiente.

Teniendo en cuenta estos principios los proyectos de construcción deben ser concebidos considerando prioritariamente:

- la protección del agua, el aire y el sol;
- la optimización del consumo de los recursos naturales y la energía;
- el manejo de los desechos y la limitación del desmonte;
- la lucha contra los efectos sonoros;
- el respeto al paisaje;
- la valoración del patrimonio;
- la preservación de la salud;
- la mejora de la seguridad de los obreros;

Considerando:

- la optimización de la fase de construcción en las obras de acuerdo al medio ambiente y los criterios económicos;
- manejando la fase de servicio en función de las exigencias sociales de los usuarios;
- anticipando la fase de rehabilitación o de demolición.

### Las Innovaciones para la Fabricación del Cemento y del Concreto

La industria cementera y sus socios concientes de la apuesta estratégica, universal del desarrollo sostenible y las exigencias, preocupaciones

legítimas de nuestra sociedad, contribuyen en su nivel y competencias con un avance voluntarioso, al esfuerzo colectivo teniendo por objetivo la preservación de los recursos naturales y la reducción del impacto ambiental.

Rehabilitación de canteras, reducción de los impactos medioambientales relacionadas a la explotación que realizan las instalaciones industriales, utilización de desechos seleccionados como combustibles de sustitución para economizar las energías fósiles y participar en el esfuerzo mundial en la lucha contra el efecto invernadero son medidas que testimonian concretamente su compromiso, su voluntad de asumir su responsabilidad social y su determinación para jugar un rol significativo en la investigación y la puesta a punto de soluciones alternativas innovadoras.

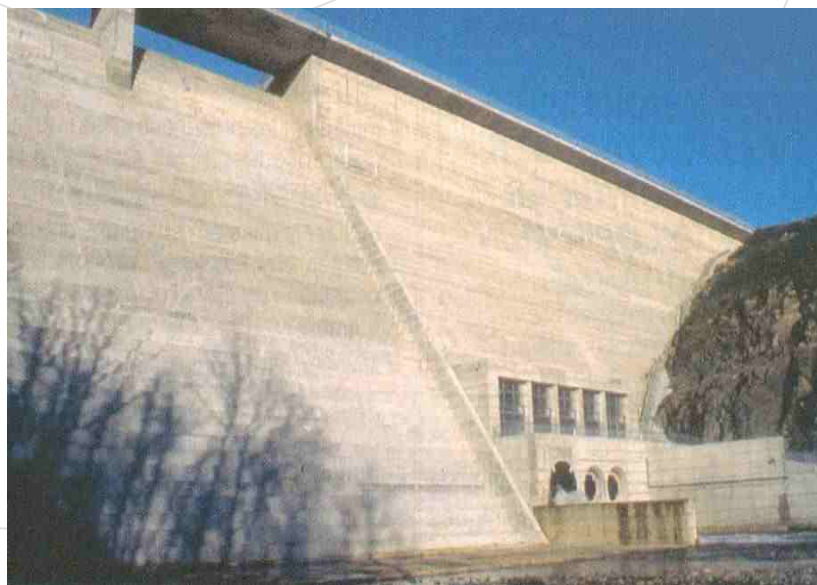
Ella ha establecido desde hace muchos años sistemas de control eficaces que permiten garantizar condiciones de seguridad sanitaria óptimas en la zona donde trabajan.

Un avance constructivo fundado en el diálogo, la concertación, la transparencia y la confianza con los vecinos de las plantas de fabricación y los responsables de las comunidades locales.

### Las industrias ecológicamente responsables

La industria cementera francesa ha invertido mucho en el rubro medioambiental desde hace decenas de años (30% de sus inversiones totales están dirigidas a la reducción del impacto ambiental ligado a sus actividades).

Ella está involucrada desde el inicio de los años 90 en la reducción de los gases invernadero. Mejora constantemente la performance de sus productos y procesos de fabricación, disminuyendo el consumo de recursos y las emisiones y optimizando el reciclaje de subproductos, en respuesta a las necesidades crecientes de sus clientes.



Presas de concreto

### Las innovaciones al nivel de los procesos de fabricación del cemento

La industria del cemento ha contraído a nivel de los procesos de fabricación del cemento un compromiso voluntario de reducción del impacto al medio ambiente y de desarrollo de procedimientos de producción alternativos.

Estos procedimientos permiten reducir la utilización de combustibles fósiles, así como el consumo energético global y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, privilegiando fuentes de energía alternativas.

### La valorización energética

Para disminuir el consumo de energías fósiles la industria cementera ha desarrollado soluciones innovadoras que permiten:

- mejorar los procesos existentes a fin de aumentar su rendimiento energético: pasó de la vía húmeda o semi-húmeda a la vía seca integral, mejora de los dispositivos de inyección de combustible en los hornos, optimización del rendimiento de la calcinación, precalentamiento de las materias primas con los gases de combustión.
- diversificar los combustibles que



Ecran acústico de concreto

alimentan los hornos;

- reemplazar parte de los combustibles fósiles por combustibles alternativos.

### La utilización de fuentes de energía alternativas

La industria del cemento privilegia las fuentes de energía alternativas para economizar los combustibles fósiles no renovables. Estos últimos (aceites pesados, petróleo) no representan sino una pequeña parte de los consumos, se ha privilegiado mucho los compuestos pesados: coke de petróleo, materiales bituminosos y se ha comprometido desde hace decenas de años en una política de valorización energética de subproductos de otras industrias (neumáticos, hullas, lodos de depuración, materias plásticas).

Los combustibles alternativos son escogidos según estrictas especificaciones estableciendo su compatibilidad con el resultado del proceso de fabricación, la ausencia de impacto al medio ambiente y el resultado del producto final. Su utilización se realiza bajo riguroso control.

### La lucha contra el efecto invernadero

La industria cementera está empeñada desde hace mucho tiempo en limitar al máximo las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Tres avances técnicos motivo de reducción contribuyen a esta disminución:

- un mejor rendimiento energético de los procesos de fabricación de

los cementos y el desarrollo de procesos económicos en energía;

- una valorización energética utilizando combustibles alternativos neutros en CO<sub>2</sub>;
- una valorización en materia prima utilizando materiales de sustitución como materia prima o en la formulación de cementos adicionados.

La industria cementera desde 1990 ha disminuido en 40% las emisiones totales de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo de combustibles fósiles y en 20% las emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento.

Para minimizar las emisiones de gas del efecto invernadero, compromiso mundial firmado en el protocolo de Kyoto, la industria del cemento ha estado entre las primeras en emprender a nivel nacional un compromiso voluntario. Ella prosigue estas acciones mediante la AERES (Asociación de Empresas para la Reducción del Efecto Invernadero), fundada en octubre de 2002.



Puente en arco

### La preservación de la Calidad del Aire

Para preservar el ambiente cercano a las fábricas de cemento se ha implementado sistemas de filtración de gas a la salida de las chimeneas. Estos dispositivos garantizan el nivel de emisión de polvos extremada-

mente finos, muy inferiores a la establecida por la reglamentación vigente.

Las emisiones de gases nitrosos (NO<sub>x</sub>) generados por la combustión a muy altas temperaturas en los hornos y regulados de manera cada vez más estricta han disminuido en 25% en los últimos 10 años actualmente sólo representan el 1.5% de las emisiones de este gas en Francia cumpliendo ampliamente las nuevas limitaciones. En cuanto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), la industria cementera ha reducido sus emisiones en tres cuartas partes.

### La Valoración de la Materia Prima

Tradicionalmente la industria del cemento utiliza materias primas abundantes en la naturaleza, extraídas de canteras (80% de calcáreos y 20% de arcillosos) para fabricar el cemento. La valoración del material permite minimizar el consumo de las materias primas naturales. La utilización de materiales de sustitución (subproductos de otros sectores de la industria) en lugar de las materias primas, o de parte de ellas para la formulación de los cementos adicionados o compuestos, así con menor polución, se reduce la cantidad de clinker a usar. Estos constituyentes ayudan igualmente a conferir a algunos cementos propiedades particulares. Por ejemplo es posible usar las cenizas volantes (residuo de las centrales térmicas), las escorias de altos hornos, el yeso de desulfuración y los lodos de aluminio.

Para la composición de los cementos, pueden usarse diferentes tipos de

subproductos normalizados resultantes de otros procesos industriales, los que en parte sustituyen al clinker:

- la escoria de altos hornos, subproducto de la industria siderúrgica,
- las cenizas volantes resultantes de las centrales térmicas a carbón,
- los humos de sílice.

Esta valoración de subproductos resulta validada sin compromiso por la calidad de los materiales (propiedades de los cementos y performance de los concretos). Ella contribuye al desarrollo sostenible reduciendo la extracción de materias primas naturales.

### Innovaciones para la rehabilitación de canteras

La industria del cemento trabaja conjuntamente con las autoridades y los gobiernos locales para implementar las soluciones necesarias para reducir al mínimo el impacto generado por la explotación de las canteras, preservar el modo de vida de los habitantes y anticiparse al futuro de la zona.

Cada excavación o área de cantera se somete a un estudio de impacto medioambiental (flora, fauna, hidrología, arqueología...). Cada cantera debe tener un plan de explotación y un plan de rehabilitación de forma a preservar y aun mejorar su valor ecológico.

La cantera es solamente una etapa en el proceso durante su explotación, es objeto de particular atención destinada a impedir las molestias y



Viaducto de verrières (Autoruta A75)

los impactos que produce su explotación: respecto a las normas de protección contra las vibraciones producidas por el uso de explosivos, limitación de la emisión de ruidos, rociado de las pistas de circulación para evitar el polvo, utilización de fajas transportadoras para encaminar el material de la cantera disminuyendo así, el transporte y los ruidos molestos, reciclaje del agua y los lodos de lavado. Toda cantera agotada es sujeto de un plan de rehabilitación puesto a punto de acuerdo con las autoridades locales, los especialistas en flora y fauna y los habitantes de la zona.

El lugar comienza entonces una nueva vida, espuesto en valor, beneficiándose de proyectos generadores de empleo: repuestos para el cultivo, creación de lagos o zonas húmedas favorables a las aves migratorias, zonas de entretenimiento, parques y reservas naturales, bases náuticas, refugios de biodiversidad, o de especies amenazadas, zonas de desechos

materiales minerales inertes.

### **Las innovaciones en las plantas de concreto**

Los constituyentes de los productos en concreto son numerosos y esencialmente minerales. El cemento es llevado hacia el lugar de producción, básicamente por vía fluvial o ferroviaria, el concreto se fabrica en frío mediante simple mezcla de sus constituyentes. El concreto es un material mineral inerte físicamente y químicamente estable. Es íntegramente reciclable y valorizado como un agregado perfectamente inerte. Constituye también una importante fuente potencial de agregados para la fabricación de nuevos concretos o nuevos productos.

Los productores de concreto premezclado y los de elementos prefabricados de concreto han dirigido sus esfuerzos desde hace muchos años hacia la limpieza y orden de sus plantas, la reducción de los desechos y el reciclaje. Los procesos de producción consumen poca energía (fabricación en frío) tanto en las plantas de prefabricación, como para el concreto premezclado, facilitando el control sobre el impacto medioambiental y controlando el consumo. Los excedentes de concreto fresco son recuperados de forma a reutilizar los agregados previo lavado. Las aguas cargadas de lechada de cemento son recogidas y reinyectadas en el proceso de fabricación.

La repartición homogénea de las materias primas y la densidad de los filtros en las plantas de prefabrica-

ción y en las de concreto premezclado limitan las emisiones atmosféricas y los impactos generados por el transporte de los materiales. El recurso privilegiado de la mano de obra local constituye un importante componente de la contribución social de las industrias de concreto.

### **El análisis del ciclo de vida y las fichas de declaración medioambientales y sanitarias**

La puesta a punto de los productos, la elección inicial de las técnicas constructivas y la calidad de las realizaciones tienen una influencia directa sobre el control del impacto al medio ambiente durante toda la duración en servicio de las obras. Conviene sin embargo asegurarse que los recursos utilizados no serán prematuramente agotados, que las emisiones en el aire, en el agua y en el suelo en todas las etapas del ciclo de vida de la obra no tengan consecuencias para la seguridad y la salud de los usuarios.

La calidad medioambiental de un producto o un material y su impacto respectivo se aprecian considerando el conjunto de las etapas a lo largo de su ciclo de vida: desde la extracción de las materias primas hasta su reciclaje al fin de su vida útil, pasando por la producción de los constituyentes, la fabricación y puesta en obra de los productos y la explotación de la obra a la que se incorporan.

Las industrias del cemento y el concreto se han comprometido en un avance voluntario de control del impacto en el medio ambiente y el control sanitario en relación a sus

productos basados en los Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Este avance permite:

- mejorar las performances medioambientales y sanitarias de los productos;
- ofrecer a los usuarios indicaciones cifradas sobre el impacto medioambiental del material en su utilización;
- permitir una evaluación medioambiental y sanitaria de las soluciones constructivas

Las fichas de declaración medioambiental y sanitaria (FDES) deben corresponder a la norma NF P 01-010, y han sido publicadas para numerosos productos prefabricados y para concreto premezclado. Para cada producto, la unidad funcional se define con precisión y los datos de inventario se cuantifican. Esto permite definir para una unidad funcional, los consumos de recursos naturales energéticos (energía primaria o recuperada, renovable o no renovable), los consumos de recursos naturales no energéticos, los consumos de agua, la energía y materiales recuperados, así como las correspondientes emisiones al aire, agua o suelo, la producción de desechos (tratamiento y eliminación). Estas fichas permiten a los revisores escoger los mejores productos y soluciones constructivas bajo el marco de los proyectos sociales para la preservación del medio ambiente y los recursos naturales. Las obras pueden ser concebidas y construidas considerando su impacto medioambiental durante su duración.

## Innovaciones Respetuosas de los Principios del Desarrollo Sostenible

### Los concretos son fuente de innovación

Las empresas productoras de cemento y de concreto gerencian sus políticas de inversiones y sus estrategias de desarrollo con la preocupación en la eficacia económica, respetando imperativos sociales y medioambientales. Desde hace muchos años los ejes de las investigaciones orientadas hacia la problemática del medio ambiente permiten ofrecer soluciones confiables que responden a todas las exigencias de seguridad, confort y estética, y los materiales durables optimizando las materias primas. Un material no es entonces concebido únicamente para responder a criterios económicos o técnicos. Es necesario igualmente, que durante su concepción, se consideren los criterios de impacto al medio ambiente debidos a su fabricación y su utilización en la obra.

### Los seis principios que guían la innovación

Seis principios fundamentales guían el camino de la innovación:

- asegurar la protección de los medios naturales, preservar los recursos naturales no renovables;
- minimizar las molestias y el impacto de los procesos y materiales sobre el medio ambiente y la salud;
- facilitar la puesta en obra de los productos en las construcciones

mejorando las condiciones de trabajo de los obreros;

- limitar la cantidad de residuos generados;
- desarrollar soluciones a largo plazo y de poca complejidad permitiendo una adecuada gestión y un adecuado mantenimiento de la obra;
- tener en cuenta desde un inicio las necesidades y expectativas del público y los usuarios y anticiparse al futuro.

La oferta de productos y soluciones constructivas que corresponden a estos principios se encuentran dentro del marco del desarrollo sostenible.

### Los concretos materiales en constante evolución

Nacido en el siglo XX, el concreto es un material aún nuevo, que ha conocido en estos últimos diez años una evolución considerable. El ha aprovechado de la evolución de la química mineral y orgánica y de las mejoras en los equipos de producción. Las investigaciones sobre los nuevos concretos se han acelerado notablemente. Estas investigaciones han culminado en soluciones innovadoras en términos de la concepción, la puesta en obra y la estética, siendo siempre respetuosas del medio ambiente en todas sus etapas. Las múltiples opciones ofrecen un abanico de soluciones técnicas e infinitas posibilidades estéticas, participando en los proyectos de la ingeniería civil en aplicaciones muy diversas tanto en las obras de arte, los túneles, las pantallas acústicas, las obras de

sostenimiento, redes de saneamiento u obras de prevención ante las inundaciones y otras.

Los concretos se adaptan a las exigencias de los proyectistas, a los esfuerzos en las construcciones, a la agresión de los climas y a las expectativas de los usuarios, conservando el respeto al hombre y al medio ambiente. Las propiedades de los concretos se adaptan para respuestas cada vez más diversas, a resistencias cada vez mayores, a especificaciones estéticas y a las exigencias de la puesta en obra.

Los avances espectaculares en la formulación de mezclas, resultado de las investigaciones sobre la optimización del empilamiento de los agregados y los mecanismos de floculación han permitido revolucionar los conocimientos sobre la reología de los concretos frescos y la durabilidad de los concretos endurecidos. Así se ha llegado a la puesta a punto de una gama de concretos de nueva performance como por ejemplo, los BHP, concretos muy compactos utilizados tanto por sus altas resistencias a corto y largo plazo, como su débil porosidad, garantía de una durabilidad excepcional.

Los trabajos emprendidos sobre la trabajabilidad de los concretos han permitido poner a punto los concretos auto compactantes (BAP). Esta familia de concretos ha sido desarrollada con el fin de obtener un material fácil de colocar, sin necesidad de la vibración lo que presenta numerosas ventajas sonoras en las obras y en las plantas de prefabricación, tanto a nivel de la seguridad como de la disminución de la contaminación sonora y la mejora

de las condiciones de trabajo.

Los BFUP (concretos con fibras performance) tienen propiedades mecánicas y durabilidad excepcionales, que permiten dar curso libre a la imaginación de los arquitectos en la concepción de nuevas estructuras.

Los BHP, los BAP y los BFUP son los concretos del futuro. De aquí a 10 años éstos serán los concretos utilizados en la gran mayoría de construcciones ya que su interés no reside solamente en sus performances mecánicas o físicas, sus ventajas son también de orden social (mejora de las condiciones de trabajo en obra y en las plantas de prefabricación, reducción de accidentes) y medioambiental (fuerte reducción de las molestias a los vecinos).

Las nuevas performances de los concretos responden a:

- nuevas exigencias de las normas europeas que dan mucha importancia a la durabilidad del concreto;
- las necesidades de los maestros de obra con referencia a la gestión sostenible del patrimonio;
- la necesidad de los promotores de las obras de limitar los costos de mantenimiento, de reparaciones y reducir las molestias de los usuarios;
- las demandas crecientes de los ciudadanos respecto a la mejora en su estilo de vida y su seguridad;

### Los Productos Innovadores

Los nuevos concretos son los

productos de la modernidad, fruto de la innovación. Ellos permiten revolucionar las técnicas y los métodos de construcción, de concebir obras muy durables, estéticas y armoniosas dentro del concepto de desarrollo sostenible y utilizando menos recursos naturales para llegar a una misma funcionalidad.

#### Los concretos autocompactantes

Los concretos autocompactantes (BAP), puestos en obra sin vibración, constituyen una de las más importantes innovaciones del último decenio en materia de construcción. En las construcciones al igual que en las plantas de prefabricación, estos concretos ofrecen múltiples ventajas, relacionadas con sus características excepcionales de fluidez y fácil llenado de los encofrados:

- facilidad de puesta en obra (en general por bombeo);
- atenuación de las molestias sonoras (para los obreros y los vecinos);
- mejora de las condiciones de trabajo, aminora las dificultades y mejora la seguridad en las obras;
- mejora de la productividad;
- mejora de la estética sobre todo por la calidad de las superficies;

Los concretos BAP son la respuesta a la evolución:

- a las exigencias técnicas y estéticas de los maestros de obra y los arquitectos;
- al esfuerzo económico de las empresas (mejora de la

productividad en las obras);

- a los problemas para la mejora de las condiciones de trabajo y seguridad en las construcciones;
- a las preocupaciones medio ambientales (limitación de los inconvenientes de ruido y vibración)

Los BAP comprueban su rendimiento a pie de obra y se imponen progresivamente. Ellos reemplazarán en los próximos años numerosas aplicaciones de los concretos colocados con vibración. Para esto deberán ser considerados en el marco de avance global teniendo en cuenta las ventajas potenciales en todo el ciclo de trabajo de las obras: energía consumida en la puesta en obra, reducción de las molestias sonoras, disminución de las dificultades en la ejecución.

#### Los concretos con fibra de muy alta performance

Estos concretos son materiales con matriz cementante reforzada con fibras. Ellos ofrecen performances extraordinarias:

- una trabajabilidad muy grande;
- altas resistencias a corto plazo;
- resistencias características a la compresión a 28 días muy elevadas entre 150MPa y 250MPa;
- altas resistencias a la tracción;
- ductilidad y tenacidad elevadas;
- contracción y fluencia muy débiles;
- una alta compacidad y pequeña permeabilidad;
- gran resistencia a la abrasión y al

impacto;

- aspectos superficiales especialmente estéticos y textura fina;
- durabilidad excepcional

Los BFUP abren grandes perspectivas de aplicación en la construcción en que se necesitan resistencias importantes, durabilidad y estética. Ellos responden a las grandes evoluciones en la construcción permitiendo optimizar los dimensionamientos (al aumentar la capacidad portante permiten disminuir las dimensiones), así reducir los costos globales de las obras, mejorar la estética y la duración de las estructuras. Estos concretos satisfacen las exigencias y tendencias actuales del sector construcción tendiendo a reducir los impactos en las obras en el medio ambiente, mejorando la seguridad y las condiciones de trabajo de los obreros.

#### **Los concretos armados con acero inoxidable**

Las armaduras inoxidables constituyen un avance tecnológico muy interesante en términos de gestión preventiva en las obras. La sustitución (parcial o total) del acero al carbono por armaduras inoxidables se impone por:

- las obras expuestas al riesgo de corrosión;
- el aumento de la duración de servicio de las construcciones;
- la reducción del mantenimiento y reparación de las estructuras;

Las armaduras inoxidables presentan las ventajas siguientes en cuanto al dimensionamiento:

- optimización del volumen de concreto (reducción del recubrimiento);
- optimización de la cantidad de armadura (performance superior de este acero);
- optimización del peso de los productos prefabricados en concreto;

En cuanto a la fase de servicio:

- reducción del mantenimiento;
- reducción de los gastos de explotación;

Durante la vida útil:

- duración arquitectónica;
- conservación de las superficies durante todo el tiempo de servicio con un acabado homogéneo y sin alteración.

#### **Los concretos con madera**

Los concretos con madera están constituidos por fibras de madera dentro de una matriz cementante; éstos son eventualmente coloreados por pigmentos. Su performance les confiere gran eficiencia para la absorción acústica y son utilizados para la fabricación de pantallas acústicas absorbentes.

La variedad de texturas y de tintes permite una oferta diversificada:

- paneles aplicados sobre soportes de concreto armado;
- placas de recubrimiento para los paramentos en obras nuevas;
- placas de recubrimiento para mejorar el comportamiento en obras en que existe exceso de reflejos;
- paneles autoportantes para

formar pantallas;

- placas de recubrimiento para los extremos de túneles o tramos de vía cubiertos.

#### **Los concretos autolimpiantes**

Estos concretos funcionan bajo el principio de la fotocatalisis:

- acción combinada de la luz y de un catalizador, el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ),
- degradación por oxidación de los compuestos orgánicos;
- despegue de la suciedad orgánica en contacto con la superficie, lavado y evacuación mediante el agua de lluvia;

Estos concretos ofrecen una solución particularmente apropiada para manejar la duración estética de las superficies arquitectónicas de concreto.

#### **Los concretos descontaminantes**

Este procedimiento se basa en la reacción de fotocatalisis de los óxidos de hidrógeno con el dióxido de titanio, permite reducir el impacto de la contaminación atmosférica eliminando las partículas contaminantes.

En efecto el dióxido de titanio incorporado al concreto transforma, bajo la acción de los rayos ultravioleta, los óxidos de hidrógeno en compuestos hidrogenados estables y no tóxicos, elimina el ozono y degrada los compuestos orgánicos volátiles (COV).

Esta solución es particularmente apropiada para su uso en pantallas acústicas o superficies de tramos

cubiertos y a la entrada de túneles.

## Las Nuevas Soluciones

### Técnicas

Siempre innovador el concreto es un material de múltiples facetas y no cesa de ofrecer nuevas soluciones constructivas que responden a las apuestas de la construcción y de la implementación y acompañan las evoluciones de la sociedad en alianza: competitividad económica, durabilidad, estética y respeto del medio ambiente.

### Las soluciones para construcciones de débil impacto

Una construcción es fuente de algunas molestias locales (ruido, vibración, tráfico de vehículo ...) o más globales producción de residuos, consumo de recursos naturales o de energía...). La optimización de su duración o de sus impactos acústicos es entonces uno de los elementos dentro del plan de cuidado medioambiental. Los nuevos concretos y las nuevas técnicas de puesta en obra permiten una apreciable reducción de las molestias en las construcciones.

Dos soluciones:

- *Los productos prefabricados de concreto:* ellos simplifican las operaciones de puesta en obra en las construcciones, reducen los plazos de ejecución y limitan los impactos relacionados a la producción in-situ. La utilización de productos terminados reduce sensiblemente las molestias sonoras y limita la producción de residuos. Los residuos son

tratados a nivel de la planta de prefabricación y los impactos sonoros son manejados en la fábrica. Las construcciones son así más limpias y silenciosas.

- *Los concretos autocompactantes:* la puesta en obra de los concretos sin necesidad de vibrador reduce notablemente el impacto acústico de la construcción.

### Las soluciones para preservar el agua

El concreto se encuentra consistentemente en el conjunto del recorrido y el ciclo del agua:

- por la recolección y el transporte de las aguas servidas y pluviales (tubos de saneamiento, estructuras de reservorios, canales...);
- para el almacenamiento, (reservorios de agua, almacenamiento...);
- para el tratamiento y la depuración (estación de depuración, separador y decantación...).

Las obras de saneamiento en concreto permiten respetar las exigencias de la ley sobre el agua y la obligación de recoger y filtrar las aguas de escorrentía antes de su utilización. Las performances mecánicas y la resistencia a las diversas agresiones químicas al concreto sirven, por ejemplo de referencia para la construcción de plantas de tratamiento de las aguas (su formulación puede ser así adaptada a la naturaleza agresiva de los efluentes colectados y tratados).

Después de fuertes lluvias, de tormentas, las redes de saneamiento acopladas a reservorios de concreto recogen las aguas de precipitación, las almacenan temporalmente para luego restituirlas a las redes con un gasto controlado. Las obras hidráulicas permiten proteger el medio ambiente canalizando las aguas de escorrentía contaminadas para luego tratarlas antes de soltarlas para alimentar la napa freática.

La capacidad hidráulica, la estanqueidad, la resistencia estructural, la durabilidad de las soluciones en concreto son las ventajas que ayudan a evitar los riesgos de contaminación de los suelos, de las aguas subterráneas, las napas freáticas y los medios naturales. La estabilidad de la estructura mineral del concreto lo han hecho un material inerte, seguro y sano que se adapta al transporte y almacenamiento del agua.

### Soluciones que resisten a los medios agresivos

Los concretos utilizados, por ejemplo para los pilares de los puentes o de estructuras marítimas, con la composición adaptada que le confiera las características específicas, resisten sosteniblemente al medio ambiente agresivo al que están sometidos.

Ellos resisten igualmente a condiciones climáticas severas (ciclos de hielo y deshielo) y a la acción de las sales descongelantes. Por su naturaleza incombustible, resisten al fuego y por tanto aseguran la estabilidad de la estructura en caso de incendio.

### **Soluciones que ofrecen calma**

El ruido es hoy en día una de las principales preocupaciones de los franceses. La lucha contra las molestias sonoras se ha convertido en una prioridad social y de salud pública. Las pantallas de concreto constituyen, por ser un tratamiento al origen, una solución reconocida particularmente eficaz, económica, estética y durable por los problemas generados por los ruidos viales, auto rutas y líneas férreas. Las pantallas más usadas son las constituidas por concreto con madera (mezcla de cemento y partículas de madera), que ofrecen performances acústicas elevadas en transmisión, en absorción y en difracción. La variedad de texturas, colores y formas de estas pantallas permiten tratamientos diferenciados entre las dos caras de las pantallas (fase vecinos y fase de origen del ruido) así una perfecta integración arquitectural del écran con el paisaje.

### **Soluciones que embellecen nuestros alrededores**

Los concretos se han convertido en parte de nuestra vista aledaña por el confort y el bienestar de todos. La performance técnica, la calidad estética y las posibilidades creativas

que ofrecen les dan un lugar preferencial para construir en los espacios urbanos: lozas, estacionamientos, zonas peatonales, pistas, ciclovías....

Los concretos permiten estructurar los espacios en función del uso y transformar y modernizar espacios públicos en lugares de reunión e intercambio, donde los usuarios (peatones, automovilistas, ciclistas) viven en armonía. Ellos permiten la concepción de obras que se integran perfectamente en el medio ambiente.

### **Soluciones que respetan el patrimonio**

Las múltiples posibilidades del concreto material urbano y rural, permiten transformar y modernizar los espacios públicos, revitalizar los lugares antiguos, poner en valor los monumentos históricos y embellecer los proyectos contemporáneos. La utilización de agregados locales para la preparación del concreto facilita la integración de nuevas instalaciones y obras con el paisaje circundante.

### **Soluciones que Pulverizan Retos**

La historia del concreto se ilustra con la construcción de obras fuera de lo común. Su performance excepcional

le permite superar regularmente records como testimonio por ejemplo el Puente de Normandía o los pilares del viaducto de Millau. Su calidad lo han convertido en el material de todo lo posible, en materia de construcción de grandes obras. Los BFUP permiten, sin embargo, concebir obras aún más audaces para superar nuevos retos.

### **Soluciones que se Enlazan y Estimulan la Creación Arquitectónica**

Los concretos armados o pre-esforzados, prefabricados o vaciados in-situ concretan, gracias a sus múltiples performances, su capacidad de adaptación y su facultad de integración a las realizaciones simples, como a los proyectos más audaces al servicio del hombre y la sociedad, ofrecen un abanico de soluciones constructivas en respuesta a las nuevas exigencias y aspiraciones.

Las realizaciones contemporáneas en concreto desafían al tiempo. Ellas son testigos de los avances, tanto técnicos como estéticos del concreto con respeto al medio ambiente, la salud y la seguridad, embellecen el patrimonio que legaremos a las generaciones futuras.

---

*En: Ciments Betons Plâtres Chaux,  
Nº 900 – dic2009- enero2010*



