



**SD-ACC. Innovación y medio ambiente.  
Oportunidades y Realidades.  
Organizada por Acciona.**

**MATERIALES Y TÉCNICAS  
VANGUARDISTAS EN CONSTRUCCIÓN**

Juan Manuel Mieres Royo  
Director del Centro Tecnológico de ACCIONA Madrid  
ACCIONA Infraestructuras

# **Materiales Y Técnicas Vanguardistas en Construcción**

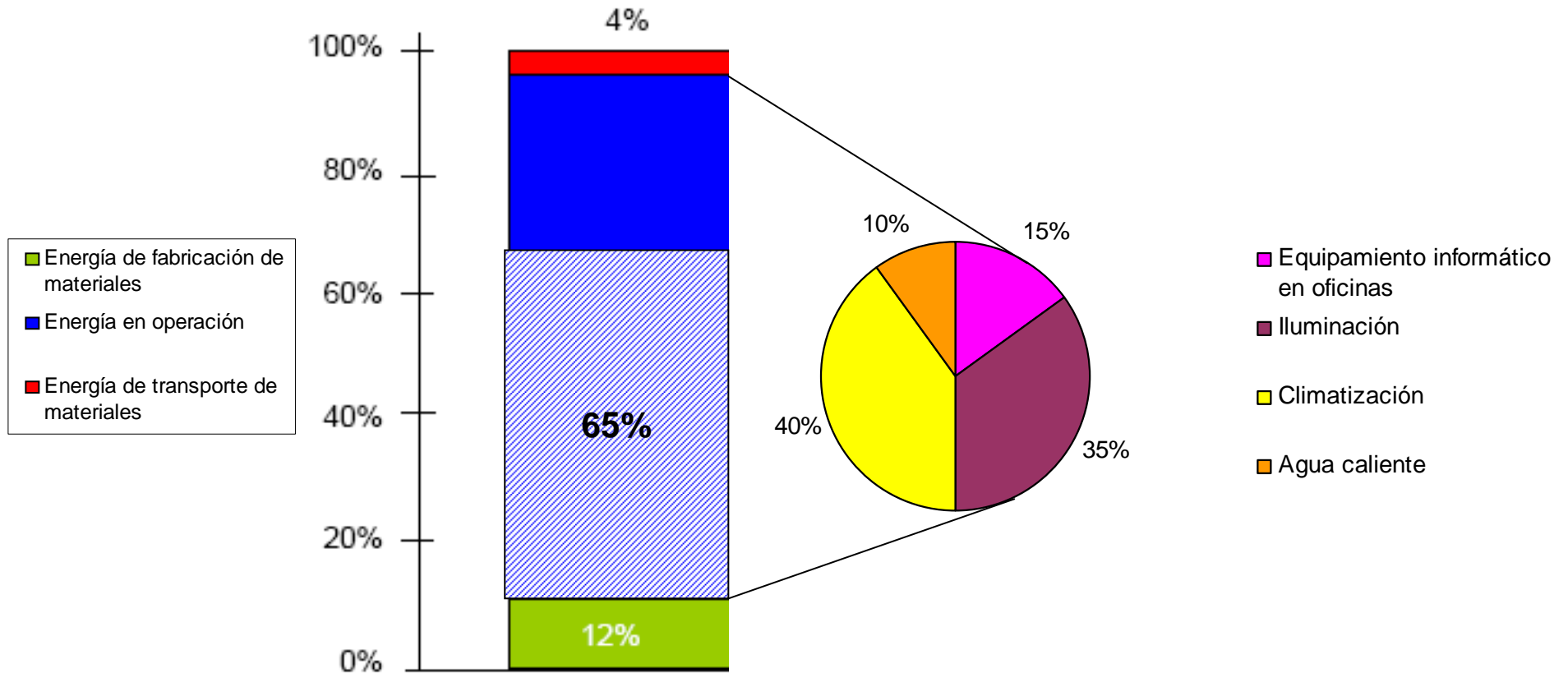
**JUAN MANUEL MIERES ROYO**

**DIRECTOR DEL CENTRO TECNOLÓGICO DE ACCIONA MADRID**

**CONAMA, 2 de Diciembre de 2008**



Impacto de las características funcionales de los materiales en los procesos de operación

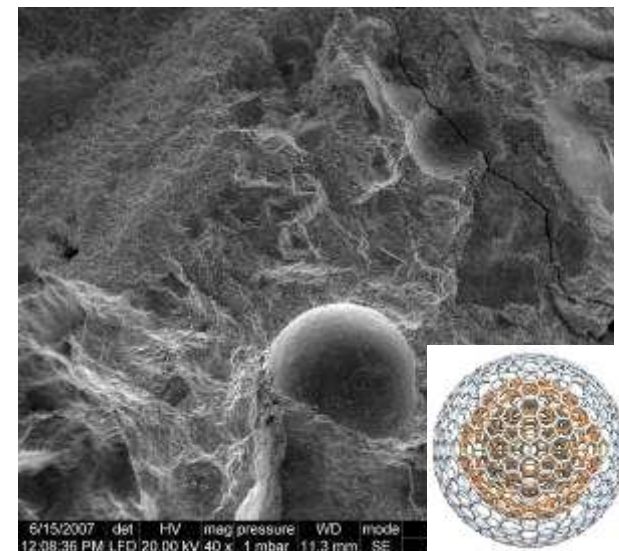
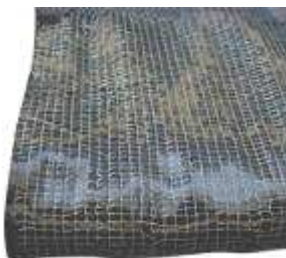


**La energía de operación es clave – especialmente, calefacción, aire acondicionado e iluminación, pero...**

EMISIONES CO <sub>2</sub> eq 2004	SECTOR EDIFICACIÓN			TOTAL SECTOR	TOTAL ESPAÑA
	FABRICACIÓN DE MATERIALES	USO			
		COMBUSTIÓN	ELECTRICIDAD		
MTCO <sub>2</sub> eq	63,51	29,37	59,69	152,57	427,9
% total	14,8	6,9	13,9	35,7	100,0
% sector	41,6	19,2	39,1	100,0	

**El sector de la edificación fue el responsable, en 2004, de más del 35% de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes, atribuibles a España según el Protocolo de Kyoto.**

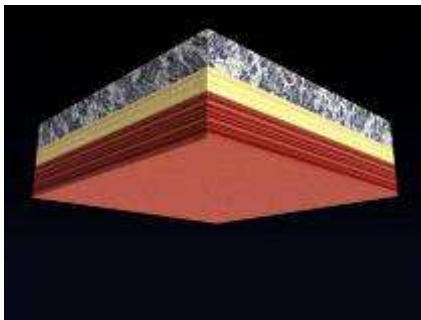
- Evolución del desarrollo de materiales.
- Materiales tradicionales.
- Materiales poliméricos.
- Materiales avanzados.
- Tecnologías ambientales aplicadas a construcción



- La ciencia de materiales es una de las áreas junto con la biotecnología y las tecnologías de la información que van a tener un mayor impacto en el desarrollo industrial y en el cambio de modo de vida de la sociedad actual.
- La tecnología de materiales es una ciencia multidisciplinar y compleja que abarca la modelización, el desarrollo, la optimización y la fabricación de materiales así como sus aplicaciones funcionales y estructurales en la industria.
- La ciencia de los materiales constituye el soporte para la creación de nuevos procesos y productos en todos los sectores industriales.



- Para cualquier tipo de construcción los materiales son parte fundamental del proceso.
- Los materiales y cada vez más la correcta combinación de ellos crean la estética, la resistencia estructural, la funcionalidad y la durabilidad de nuestro entorno.
- La correcta aplicación de los materiales es de vital importancia en el sector de la construcción para mejorar la productividad y reducir costes de mantenimiento.



- Las construcciones del futuro serán mucho más ligeras, de fácil y rápida instalación, permitiendo un diseño a medida por el usuario. Su ligereza y elevadas prestaciones reducirán el empleo de maquinaria pesada y simplificará el transporte y montaje. Todo ello unido a una significativa reducción de la energía necesaria para su fabricación y

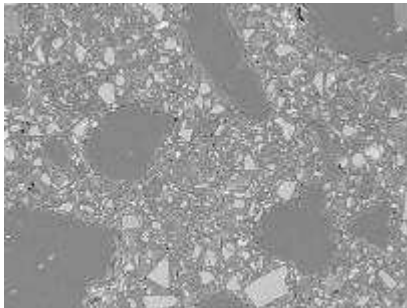


- Cada vez mas se requieren materiales duraderos, que respondan de forma más eficaz a las solicitudes funcionales que se requieren.
- Los materiales tradicionales como el hormigón son usados desde hace décadas sin modificaciones importantes en su uso.
- **El CO2 emitido por la industria del Cemento equivale al 5% de las emisiones totales emitidas.**





- Se requiere desarrollar líneas de investigación en el correcto empleo de estos materiales y su optimización que resuelvan problemas habituales, reduzcan costes y tiempos de ejecución.
- Una reducción de un 10% en la dosificación en cemento de los hormigones supondrá una disminución anual de 32Mt CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera.



- **Líneas de investigación en el campo de materiales tradicionales para construcción:**
  - Evaluación de aditivos y adiciones.
  - Estudio de dosificaciones: criterios económicos, bombeabilidad, deslizado, prestaciones. Influencia del orden de amasado
  - Estudio de áridos.
  - Autocompactabilidad.
  - Hormigón con fibras.
  - Estudio de cimbrado y descimbrado rápido de estructuras.
  - Patologías: causas químicas y físicas.
  - Química del fraguado del hormigón.



- Estos materiales, en desarrollo por Acciona I+D desde hace 15 años, son materiales poliméricos reforzados con fibras de altas prestaciones.
- Su aplicación ha sido desarrollada en numerosos proyectos de investigación y demostrada con éxito en la construcción de dos puentes carretero en este tipo de material en España, entre ellos el más largo del mundo que ha recibido varios premios de ingeniería en el sector.

- Los composites que realiza acciona verán incrementado su uso tras el proyecto CENIT PROMETEO, actualmente en marcha que alcanzará la optimización de los mismos para su uso la edificación sostenible de los próximos años.



**Ventajas del uso de materiales compuestos:**

- Eficacia estructural:
  - Alta resistencia mecánica, ligereza, resistencia a la corrosión.
  - Resistencia frente a agentes agresivos.
  
- Libertad de diseño:
  - Variedad de fibras y matrices.
  - Orientación de fibras incrementa la posibilidad del arquitecto o ingeniero de diseñar el material a medida de sus necesidades.
  - La manufactura de estos materiales permite amplia variedad de formas y volúmenes.
  
- Reducción de despieces: se eliminan los complejos ensamblajes (ingeniería civil).

### Aplicaciones en construcción:

- Puentes en materiales compuestos
- Diseño de forjados para viviendas realizado en materiales compuestos.
- Ejecución torres eólica en materiales compuestos.
- Refuerzo de estructuras utilizando materiales compuestos.
- Protección de estructuras frente a explosivos.







Se simuló el efecto de un sismo con aceleración de 0,8g sin producirse el colapso de la estructura.

La seguridad de la estructura fue confirmada por el equipo de rescate del cuerpo de bomberos del Ayuntamiento de Huelva, asegurando que se reducía el tiempo de rescate frente a una estructura convencional en 48 horas. Bajo riesgo de heridos y víctimas mortales.



**Peso del forjado: 20kg/m<sup>2</sup>**

**Reducción en más de 15 veces frente al peso de un forjado convencional.**

**Industrialización de los procesos constructivos.  
Aumento de la productividad.**



**Colocación en obra.**

**Peso de la estructura FC: 100 Kg/m**

**Peso de la estructura hormigón: 2500 Kg/m**



**El reducido peso de la estructura permite el empleo de maquinaria de obra ligera y la facilidad y rapidez de montaje disminuye los tiempos de colocación en obra.**

**Se estima una reducción de un 10% de Kg de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera durante la colocación del puente frente a estructuras convencionales.**





**La construcción del puente en materiales compuestos se pudo realizar con una grúa pluma de 50 Tn. La estructuras equivalente en hormigón habría requerido una grúa de 400 Tn.**

**El montaje de la estructura se realizó en 10 horas.**

© 2008 Acciona S.A. Todos los derechos reservados



El reducido peso de las estructuras, 200 Kg/ml, permite el montaje in situ en sólo 6 horas y apoyado por medios auxiliares simples como un camión grúa ligero.

Por cada puente construido en materiales compuestos se estima que se evitan la emisión de 2400Kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera debido a:

- Utilización de medios auxiliares ligeros.
- Tiempo de construcción más rápido, lo que disminuye el tiempo necesario de los medios auxiliares en el montaje de las estructuras.



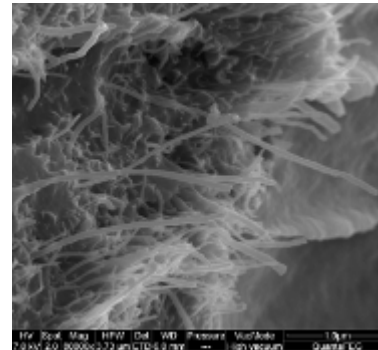




## Materiales avanzados en construcción:

- Empleo de nanomateriales. (incremento prestaciones mecánicas, protección al fuego, reducción de delaminación)

- Materiales tradicionales
- Materiales compuestos



Un 0,2% de n-material mejora las prestaciones mecánicas permitiendo reducir un 20% la cantidad de materia prima necesaria en construcción.

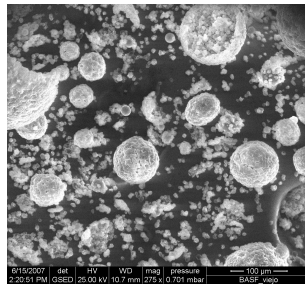
- Superficies fotocatalíticas. (Degradación de materia orgánica mediante procesos fotocatalíticos para aplicaciones autolimpiables y biocidas)





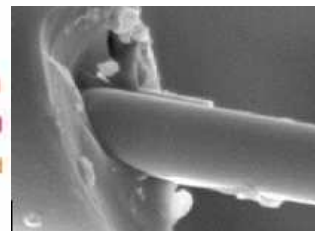
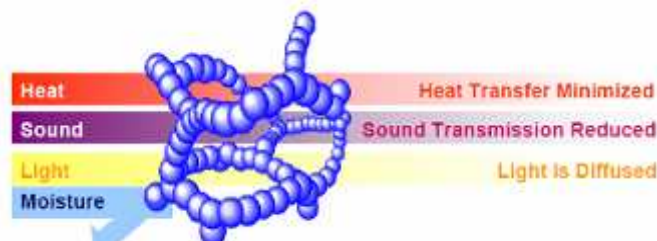
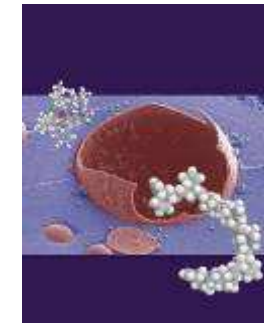
## Materiales avanzados en construcción:

- Almacenamiento térmico. (Materiales de cambio de fase incorporados a materiales de construcción para incrementar la eficiencia energética en edificación)



Reducción de consumos energéticos en más de 15% por vivienda → reducción de 1,6Tn año de emisiones CO2

- Materiales autoreparadores. (microencapsulados capaces de regenerar defectos en el material)
- Materiales nanoporosos para aislamiento.
- Control de humedad y calidad de aire interior.
- Materiales de absorción electromagnética.

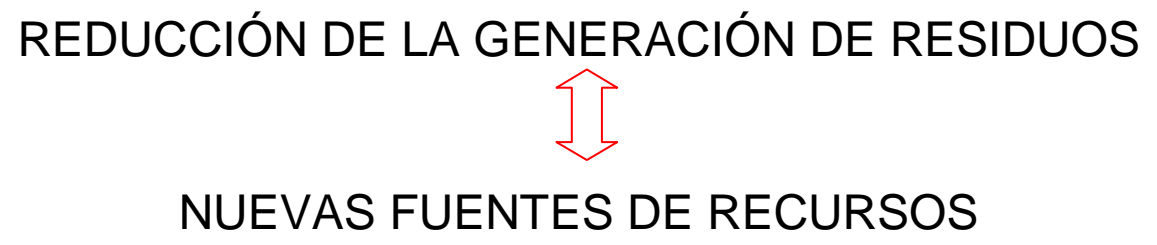


EL **DESARROLLO ECONÓMICO** SE HA ACOMPAÑADO TRADICIONALMENTE DE UN ALTO **CONSUMO DE RECURSOS** Y UNA INGENTE **PRODUCCIÓN DE RESIDUOS**.

LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN GENERAL EL 50% DE LOS RESIDUOS TOTALES GENERADOS EN EUROPA (1 TONELADA DE RESIDUO POR HABITANTE Y AÑO).

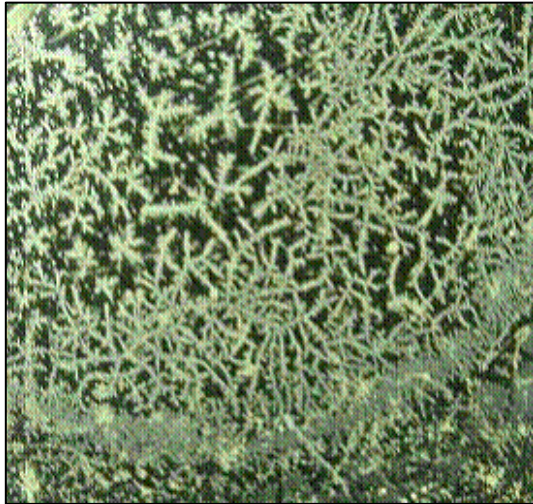
LA CONSTRUCCIÓN HA SIDO UN **FACTOR CLAVE EN EL DESARROLLO** DE LAS ÚLTIMA DÉCADAS PERO TAMBIÉN HA SIDO TRADICIONALMENTE UNA DE LAS INDUSTRIAS “**CONSUMIDORAS DE RECURSOS**”.

POR TANTO UN CAMBIO DE MENTALIDAD SE HACÍA NECESARIO:



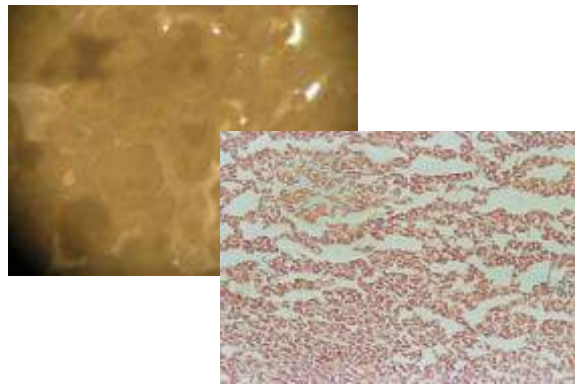
EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS NATURALES (BIOTECNOLOGÍA) Y LA EVALUACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE MATERIAS PRIMAS (VALORIZACIÓN DE RESIDUOS) NOS HA PERMITIDO DAR UN SALTO PARA ACERCARNOS AL CONCEPTO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.

## ESTABILIZACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y ENZIMÁTICOS



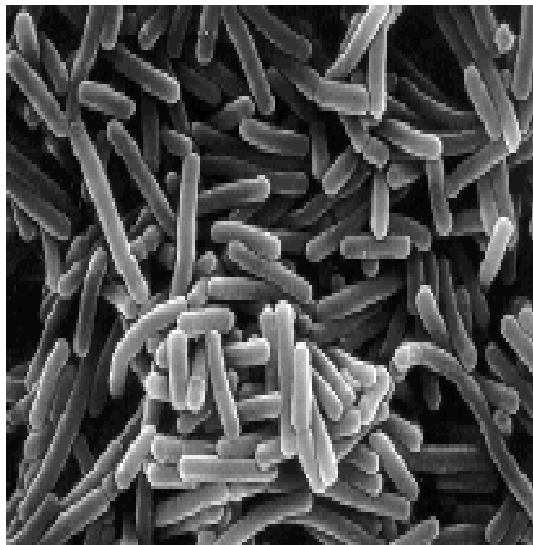
### OBJETIVOS DE LOS PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y ENZIMÁTICO

Estos productos mejoran la capacidad de los suelos para soportar tanto las cargas impuestas por el tráfico como las de los agentes naturales.



### VENTAJAS

- Son aplicables en cualquier tipo de suelo.
- Reducen los costos de construcción, mantenimiento.
- Reducción en los finos en suspensión, evitando tratamientos temporales y las elevadas cantidades de agua que se requieren normalmente para controlar este problema.



### DEMOSTRADORES EN ESPAÑA

- Línea de Alta Velocidad Madrid – Frontera francesa (340 m. estabilizados)
- Tramo Variante Pozohondo, Carretera CM 313 Albacete.

**Con este método de estabilización se producen 28.2Kg CO2 menos que en la estabilización con cemento al 3% por cada m3 de suelo estabilizado**





Empleo de lodo procedente del destintado de papel como cobertura para taludes: **HIDROSIEMBRA**.



Actúa como aporte de compuestos **fertilizantes** y como matriz de germinación.



El lodo de papel aporta una **protección frente a la erosión** causada por escorrentía en zonas degradadas.

## UTILIZACIÓN POTENCIAL ASOCIADA AL DESARROLLO DE OBRA LINEAL

**PRODUCCIÓN ACTUAL de lodos de PAPEL ± 120.000 TON /AÑO**

Km carretera en construcción: 8000 km hasta 2012 (PEIT)  
 Km ferrocarril en construcción: 15.000 km hasta 2012 (PEIT)

Desarrollo de componentes para construcción a partir del tratamiento térmico de Residuos Sólidos Urbanos



BALA DE FRACCIÓN MIXTA

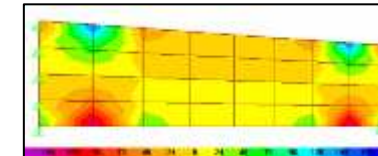
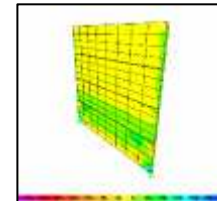


PLANCHA TERMOCONFORMADA



Modelo de encofrado para muro

La fracción mixta de los RSU es valorizada como material para elementos auxiliares como encofrados y barreras acústicas. Los compuestos termoplásticos son modificados con calor para configurar **encofrados ligeros**



Simulación de barreras acústicas con empleo de materiales reciclados.

PRODUCCIÓN ANUAL DE FRACCIÓN MIXTA CERCANA A 30.000Ton/año (año 2007.-ECOEMBES)

El rendimiento de producción es aprox:  
 60m<sup>2</sup>/Ton de Fracción Mixta para placas de 3cm de espesor.

**Por cada m<sup>2</sup> sustituido de encofrado metálico por encofrado de reciclado plástico se evitan 2,69Kg de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera.**

## APLICACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFUs) EN INGENIERÍA CIVIL: RELLENO DE TERRAPLENES

### OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN DE NFUs

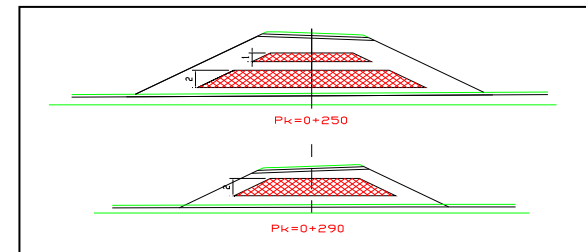
La aplicación de NFUs triturados en obra civil tiene como objetivo la reutilización de un residuo como material constructivo de calidad, debido a sus propiedades



### DEMOSTRADORES DE ESTA TECNOLOGÍA

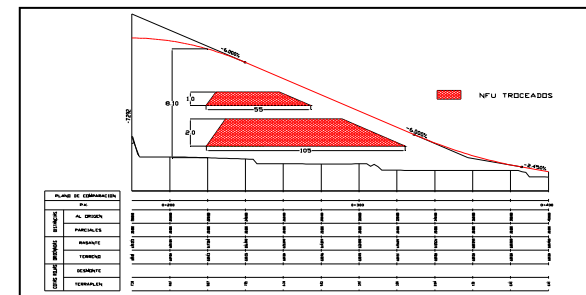
- Terraplén del paso superior del Camino de Salomón en la obra Duplicación de la Carretera M-111 y Variante de Fuente El Saz

Se han empleado 2.200 ton de NFU triturado, equivalente a unos 150.000 neumáticos usados



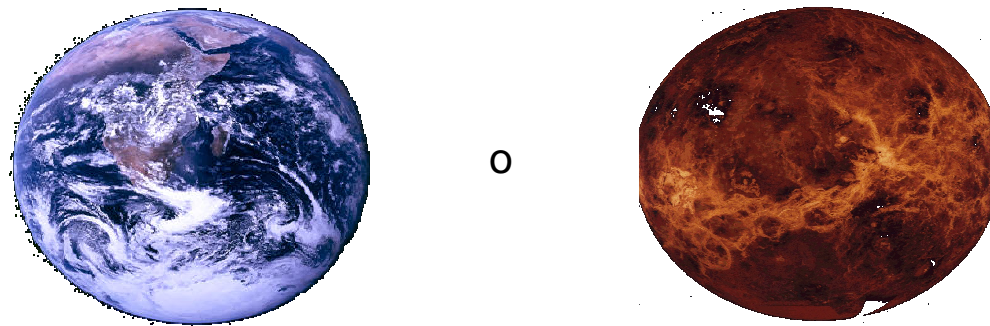
### VENTAJAS

- Presentan una serie de propiedades que facilitan su uso como material constructivo:
  - Peso reducido
  - Permeabilidad y resistencia elevada
  - Densidad baja
- Estas propiedades hacen a los NFUs un material ideal para emplear como relleno ligero



- Es imposible alcanzar los objetivos marcados en política energética y medioambiental en Europa sin transformar radicalmente la industria de la construcción.
- Esta transformación radical es imposible sin una revolución tecnológica en el campo de los materiales.

¿ Y la Tierra en el próximo siglo?



- “Debemos comenzar a plantearnos cambios de la misma magnitud que los problemas a los que nos enfrentamos”



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**