



GESTIÓN DE CALIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTROS

Los materiales compuestos se han convertido en una excelente alternativa para dar nueva vida a distintas estructuras, adaptándolas a las necesidades y normativas actuales.

Los grandes proyectos de infraestructura capturan la imaginación del público porque apuntan a solucionar algún problema en particular y son una oportunidad para mostrar resultados tangibles de la gestión de una entidad o gobierno.

Sin embargo, la repotenciación de estructuras existentes puede brindar beneficios similares a la construcción de un nuevo puente o edificio, gracias al uso de materiales compuestos. Estos se forman por la unión de dos o más materiales para obtener una combinación de propiedades que no tienen los originales, abriendo un interesante abanico de posibilidades.

La industria aeronáutica encontró en algunos de estos materiales las características de peso, resistencia y buen comportamiento ante la fatiga que han permitido aviones más ligeros e igual de seguros para llegar a una mayor eficiencia en el consumo de combustible.

El mundo del deporte adoptó el uso de estos materiales en la manufactura de distintos implementos deportivos para conseguir una ventaja competitiva y de rendimiento.

Y como explica el profesor Mauricio Areiza, integrante del Grupo de investigación en Estabilidad Estructural, no pasó mucho tiempo para que la ingeniería civil empezara a estudiar estos materiales para repotenciar estructuras y lograr que cumplieran con nuevos parámetros normativos y crecientes demandas de servicio.

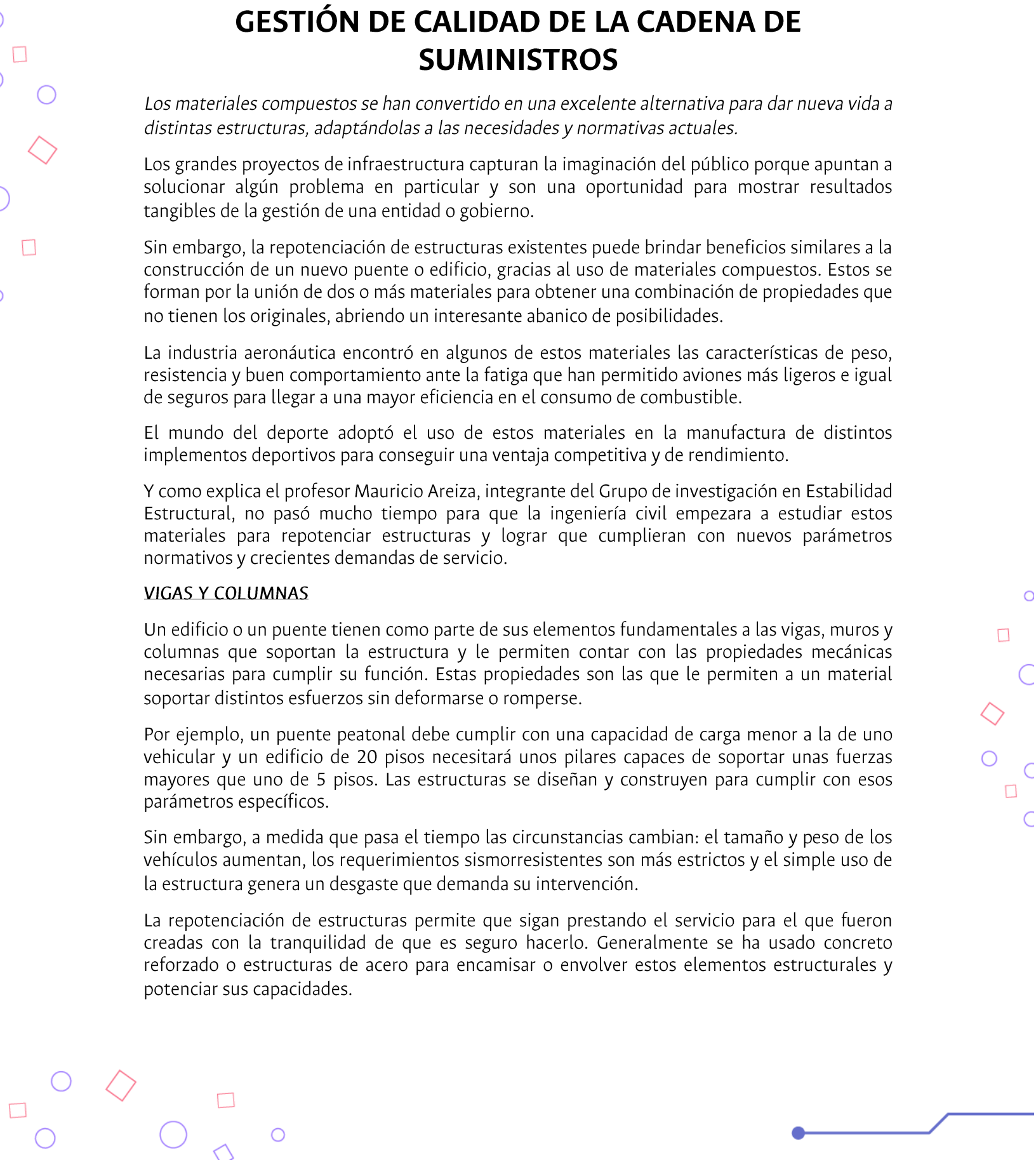
VIGAS Y COLUMNAS

Un edificio o un puente tienen como parte de sus elementos fundamentales a las vigas, muros y columnas que soportan la estructura y le permiten contar con las propiedades mecánicas necesarias para cumplir su función. Estas propiedades son las que le permiten a un material soportar distintos esfuerzos sin deformarse o romperse.

Por ejemplo, un puente peatonal debe cumplir con una capacidad de carga menor a la de uno vehicular y un edificio de 20 pisos necesitará unos pilares capaces de soportar unas fuerzas mayores que uno de 5 pisos. Las estructuras se diseñan y construyen para cumplir con esos parámetros específicos.

Sin embargo, a medida que pasa el tiempo las circunstancias cambian: el tamaño y peso de los vehículos aumentan, los requerimientos sismorresistentes son más estrictos y el simple uso de la estructura genera un desgaste que demanda su intervención.

La repotenciación de estructuras permite que sigan prestando el servicio para el que fueron creadas con la tranquilidad de que es seguro hacerlo. Generalmente se ha usado concreto reforzado o estructuras de acero para encamisar o envolver estos elementos estructurales y potenciar sus capacidades.





Pero con el surgimiento de materiales compuestos como los polímeros reforzados con fibra, se tiene una excelente opción a los métodos tradicionales. En este caso, el grupo se ha enfocado en las fibras de carbono. “Son hilos de carbono de milésimas de milímetro que van uniendo hasta formar unos cordones que después tejen para llegar a una tela” explica el profesor Areiza.

Similar a un textil, esta fibra es fácilmente adaptable a la forma del elemento a repotenciar y para usarlo se le aplica una resina líquida, un polímero que pasa a estado sólido después de un tiempo determinado. Este plástico, al ser reforzado con las fibras de carbono, tiene una mejor respuesta al fenómeno de la fatiga y a las distintas fuerzas que pueden impactar una estructura.

Esto es lo que estudia el grupo de investigación: cómo el uso de estos materiales impacta las propiedades de vigas, columnas y muros de una estructura para repotenciarla. A través de ecuaciones matemáticas construyen modelos que “deben cumplir 3 leyes: la estática, la compatibilidad de deformaciones y las leyes constitutivas de los materiales” señala el investigador Areiza.

La primera es el estudio del equilibrio del conjunto y sus partes constituyentes para la obtención de las distintas fuerzas que afectan una pieza, sea una viga de un puente o los pilares de un edificio.

La compatibilidad de deformaciones es cómo se une el material con que está construido el elemento estructural con el material que va a reforzarlo: que la deformación causada por las fuerzas que actúan sobre ellos se replica de la misma manera en ambos. Y las leyes constitutivas de los materiales son las relaciones entre las propiedades físicas del material (presión, volumen, tensión, deformación).

Modelación

En ingeniería generalmente se usan dos tipos de modelo: uno es el de discretización orientado a elementos finitos y el otro es el analítico. “Los primeros son modelos muy buenos, pero exigen muchos recursos computacionales, no solo del equipo sino de quien vaya a operar uno de los softwares con que se corren. Tiene que saber cómo trabajar con ellos” indica el profesor.

Un método analítico no tiene esa dificultad porque, a pesar de que tal vez se deba trabajar más en el desarrollo de las ecuaciones matemáticas que describen el fenómeno, no hay que dividir el espacio en pequeños elementos y determinar cómo se comporta cada uno de ellos para llegar a un resultado.

Con el enfoque analítico “no tienes que ser un experto en elementos finitos para poder manejar un software de modelación, solo toma la ecuación desarrollada, reemplaza las variables y obtienes el resultado” amplía el investigador Areiza.

Los modelos analíticos desarrollados por el grupo permiten modelar todo tipo de escenarios de repotenciación con materiales compuestos como los polímeros reforzados con fibras de carbono. La certeza de los datos que estos modelos arrojan no solo es validada por la solidez matemática de las ecuaciones con las que se construyen.

También se usa información de experimentos reales hechos en distintos lugares del mundo y que ha sido publicada en revistas especializadas para correr el modelo con esos datos. Al obtener



resultados que reflejan lo que sucedió en esos procesos experimentales, se confirma la validez del modelo.

Los modelos construidos en el grupo han aparecido en diferentes publicaciones de gran exigencia y han sido comentados, debatidos y compartidos por investigadores de distintas partes del mundo, evidenciando el alto nivel de la investigación desarrollada.

Una oportunidad por aprovechar

El trabajo del grupo de investigación en cómo el uso de materiales compuestos permite la repotenciación de estructuras ha generado resultados sólidos y confiables para que el uso de polímeros reforzados con fibras sea una alternativa cada vez más explorada en el país.

Son varias las ventajas ya que estos materiales pueden ser hasta 3 veces más resistentes que el acero y hasta un 20% más livianos. Debido a que es una tela que se endurece por la aplicación de la resina polimérica es más sencillo darle la forma de la viga, columna o muro que se va a repotenciar, facilitando el trabajo y reduciendo los tiempos de ejecución.

Aunque el material compuesto requiere de una inversión inicial más alta que los que usualmente se han utilizado en la repotenciación, el costo a largo plazo se reduce ya que su ciclo de vida es mayor al no oxidarse y a que su mantenimiento no es complicado.

Esto no solo permite que diferentes tipos de estructuras, desde las que son patrimoniales y necesitan una restauración hasta aquella que son simplemente funcionales, pero de uso esencial, sigan funcionando de forma segura y efectiva.

También es una oportunidad para empezar a diseñar y construir estructuras hechas completamente de materiales compuestos en los contextos y circunstancias en que sea la opción más adecuada.

Gracias al trabajo del grupo de investigación en Estabilidad Estructural, los cimientos para esto ya han empezado a construirse.

Recuadro

El Grupo de Estabilidad Estructural, liderado por el profesor José Darío Aristizábal Ochoa, también ha usado su experticia y conocimiento en modelación matemática para desarrollar investigaciones en el diseño, la construcción y la estabilidad de obras civiles, publicando sus resultados en las revistas más prestigiosas en estos temas.

“Lo importante en ingeniería es lograr el máximo beneficio al menor costo y dos de las principales necesidades en el país son vivienda e infraestructura” explica el profesor Aristizábal. El trabajo del grupo entonces puede tener un impacto muy importante en la optimización de los recursos al planear eficientemente este tipo de proyectos.

“La Universidad Nacional tiene una misión fundamental: los estudiantes y que estos beneficien a la sociedad” concluye el profesor.



Palabras claves: materiales compuestos; repotenciación de estructuras; fatiga de materiales; estabilidad estructural; capacidad de carga; polímeros reforzados con fibra de carbono; compatibilidad de deformaciones; modelo analítico;

