

CAPÍTULO 4

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS MATERIALES COMPUESTOS.

En el capítulo se hace mención de las ventajas y desventajas que suponen el uso y aplicabilidad de los materiales compuestos. De una forma generalizada se comentan, además de profundizar, según el tipo de aplicación o sus sistemas de aplicación en el mercado.

En principio, las propiedades generales a determinar en los composites, las más destacadas son:

- 1- Densidad.
- 2- Módulo de deformación.
- 3- Coeficiente de Poisson.
- 4- Resistencia a tracción.
- 5- Efecto de la orientación de las fibras.

1. Densidad: - La densidad de los materiales compuestos juega un papel importante en la puesta en obra y la transmisión de cargas de elementos estructurales. Por esta condición, la ventaja que tienen los MC es su ligereza, lo que aporta otras ventajas como; facilidad de manipulación y montaje, transporte del material a obra y reducción de cargas en elementos donde se apoyan, produciendo una reducción de costes en los conceptos anteriormente mencionados.

2. Módulo de deformación: - El módulo de deformación es significativamente afectado por el tipo de fibras que conforma el material compuesto y por la orientación que presentan.

3. Coeficiente de Poisson: - El coeficiente de Poisson para un MC variará en función de los materiales que se empleen en la fabricación del compuesto y la orientación que presenten las fibras, debido a que las fibras tratan de alinearse por sí mismas al aplicarse una carga.

4. Resistencia a tracción: - La resistencia a la tracción de estos materiales es una de las propiedades más importantes que presentan, principalmente para su uso en aplicaciones de ingeniería. El buen comportamiento que presentan a tracción, ha permitido su empleo en algunas aplicaciones geotécnicas, como por ejemplo es el caso de anclajes al terreno.

5. Efecto de la orientación y geometría de las fibras: - La orientación y geometría que presenten las fibras juega un papel importante, ya que el empleo de fibras muy finas otorga una mayor resistencia última, tiene una mayor flexibilidad y una mayor capacidad de deformarse sin alcanzar la rotura, además de que un mismo volumen de fibras, crea un mayor vínculo con la matriz.

En general, las ventajas o inconvenientes que tiene los materiales compuestos dependen en gran parte del tipo de componente que los constituyen (fibra, matriz, cargas o aditivos), por lo que se trata de esquematizarlo en ese aspecto:

MATERIALES COMPUESTOS:

Para analizar las ventajas e inconvenientes de los materiales compuestos, uno ha de basarse en las propiedades aportadas por los elementos que los conforman (fibras y matrices principalmente), además de la geometría y distribución de los mismos.

Según el tipo de fibras que conforman los MC, son variadas las ventajas y desventajas que proporcionan estas, siendo las más importantes, las fibras de vidrio y carbono. Vemos la siguiente tabla comparativa:

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FIBRA DE VIDRIO	<ul style="list-style-type: none"> - Es la de mayor aplicación en la construcción. - Presenta muy buena resistencia a la tracción. - Buena resistencia a los agentes químicos y a la corrosión. - Menor coste en comparación a las fibras de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene mayor densidad que la fibra de carbono, lo que le otorga un mayor peso. - Tiene reducida resistencia a la humedad y ambientes alcalinos. - Es susceptible a la rotura por fatiga. - Presenta un módulo de elasticidad relativamente reducido.
FIBRA DE CARBONO	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene baja densidad por lo que se obtienen estructuras de menor peso. - Presenta mayor módulo de deformación, y por lo tanto, mayor módulo específico. - Su uso es gran interés en estructuras sometidas a cargas repetitivas. - Alta resistencia a la corrosión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene un elevado coste, siendo empleada en aplicaciones muy específicas. - Presenta poca resistencia al roce y al impacto de baja energía. - Se debe tener mucha precaución en su manejo.

Figura 4.1 Tabla comparativa de fibras a emplear en materiales compuestos.

Para con el empleo de las resinas, ocurre lo mismo, son también variadas las ventajas y desventajas que puede proporcionar el uso de un tipo u otro de resinas, vemos las más importantes:

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
RESINA EPOXI	<ul style="list-style-type: none"> - Es la que presenta mejor resistencia a la humedad. - Desarrolla menor variación dimensional durante el proceso de curado. - Soporta temperaturas de uso hasta 180°. - Puede ser empleada tanto con fibra de vidrio como con fibra de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado coste en comparación con las otras resinas.
RESINA POLIÉSTER	<ul style="list-style-type: none"> - Es la más utilizada en el campo de los materiales compuestos. - Tiene un bajo coste, lo que permite obtener una buena relación calidad/precio. - Su uso es gran interés en estructuras sometidas a cargas repetitivas. - Alta resistencia a la corrosión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se usan principalmente con fibras de vidrio. - Se debe trabajar en ambientes muy ventilados.
RESINA VINILÉSTER	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene una elevada resistencia a la corrosión. - Presenta buena resistencia al fuego. - Buena resistencia a la fatiga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta mayores alargamientos en rotura en comparación a las otras fibras. - Tiene menor módulo elástico. - Presenta mayor costo en referencia a la resina de poliéster.

Tabla 4.2 Cuadro comparativo de resinas a emplear en los materiales compuestos.

A continuación se enumeran otras ventajas e inconvenientes que tienen los composites al ser aplicados en el campo de la construcción:

Ventajas:

- Su moldeabilidad le permite acceder a formas complejas para una fácil reproducción de elementos constructivos (rehabilitación), integración de funciones (estructural, cierre, aislante, acabado...) con la utilización de numerosas técnicas de fabricación.
- Posibilidad de moldeo en grandes piezas con pocas limitaciones y con aplicaciones de difícil ejecución con materiales tradicionales.
- Numerosos acabados; mates, rugosos, satinados, color en masa, grados de transparencia, translucidez, opacidad, etc.
- Son materiales autolimpiables por la lluvia, por lo que resulta muy interesante para elementos arquitectónicos exteriores como fachadas, elementos decorativos, cubiertas, etc.
- No presentan interferencia a las ondas electromagnéticas, por lo que son unos materiales idóneos para edificios de comunicaciones y transmisiones.
- Resistentes al fuego y de baja inflamabilidad, mediante una selección adecuada de resinas y aditivos.
- Baja conductividad térmica, que los hace ideales para resolver problemas de aislamiento térmico.
- Pueden ser buenos aislantes acústicos, utilizando aditivos específicos y dándoles un diseño y conformación adecuados para que sean utilizados con tal fin en la construcción.
- Excelentes aislantes eléctricos, que los hacen recomendables para instalaciones de almacenaje, distribución y transporte en la industria eléctrica, consiguiendo la eliminación de aisladores.
- Son materiales seguros y estables. Ante un incendio o cargas extremas no se produce la rotura total del material, conservándose unido.

Desventajas:

- Coste elevado, aunque con un diseño adecuado que aproveche su ligereza, economía de transporte, manipulación y montaje, reducción de cargas, mantenimiento casi nulo, eliminación del pintado e integración de funciones, puede ser un elemento constructivo rentable en comparación con otros elementos convencionales.
- Desconocimiento de los materiales composites, tanto en lo que se refiere a la falta de formación de los futuros técnicos y aplicadores como falta de información en general sobre sus características y posibilidades de aplicación.
- Falta de reglamentación de uso o normativa técnica, lo que da inseguridad para su diseño y cálculo.
- Falta de información sobre su durabilidad, ya que se trata de materiales muy jóvenes, poco usados hasta ahora, por lo que el arquitecto, agobiado por su responsabilidad decenal, prefiere no arriesgar.
- Baja resistencia al calor. No obstante puede minimizarse utilizando los componentes apropiados y añadiéndole los aditivos precisos.
- Mal comportamiento ante los rayos UV, aunque puede ser contrarrestado este efecto utilizando los aditivos adecuados.
- Falta de clasificación al fuego. Aunque su comportamiento ante el fuego no es malo, la falta de clasificación reprime su uso.
- Son materiales de difícil reciclaje, no obstante, se están consiguiendo avances muy importantes para usarse como carga en otros composites o materiales de construcción.
- Falta de mentalización entre usuarios y técnicos.
- Conservadurismo tradicional en el sector de la construcción, que hace muy difícil la introducción de nuevos materiales o nuevas tecnologías, si no llevan aparejado un beneficio económico para el constructor.

EL GRC:

El G.R.C. es un material con total perdurabilidad, que permite a los arquitectos desarrollar toda su capacidad creativa, como consecuencia de la flexibilidad de que disponen para diseñar formas, modelos, acabados, colores y texturas superficiales, especialmente en aquellas aplicaciones de fachadas y elementos decorativos en las que su imaginación tiene un incalculable valor.

Podemos resumir las características del G.R.C frente a otros métodos tradicionales:

- Total perdurabilidad, ya que la fibra utilizada es inmune a la acción de los álcalis del cemento.
- Alta resistencia a la tracción y flexión, como consecuencia de las propiedades de la fibra.
- Gran resistencia al impacto, debido a la absorción de energía por los haces de fibra.
- Impermeabilidad, aun en pequeños espesores.
- Resistencia a los agentes atmosféricos.
- El GRC no se corroe ni se corrompe.
- Incombustibilidad, derivada de las características de sus componentes.
- Gran resistencia contra la propagación de fisuras.
- Excelente resistencia frente al vandalismo.
- Aptitud de reproducción de detalles de superficie, reproducir formas o imitar superficies.
- Ligero, lo que reduce los costos de transporte, puesta en obra e instalación.

La mayor de las ventajas que presenta el GRC es su alta resistencia mecánica, sobre todo a la flexión y al impacto. Esto permite crear piezas de reducido peso con las mismas o superiores prestaciones que otros materiales convencionales. Esta ventaja de ligereza va a repercutir positivamente en los costes finales de la obra, debido fundamentalmente a:

- Mejora el transporte de las piezas a obra. Pueden transportar del orden de 3 a 5 veces más piezas de GRC que de hormigón convencional, lo cual abarata una partida importante como es la del transporte de los elementos prefabricados a obra.
- En la estructura y cimentaciones, a la hora de su diseño, se ha de tener en cuenta el ligero peso que presentan las piezas de GRC, lográndose grandes ahorros de material. El poco peso lo hace ideal para su uso en edificios de gran altura.
- La maquinaria de instalación y puesta en obra es mucho más ligera y de menor capacidad.
- La mano de obra se simplifica, reduciéndose el número total de montadores necesarios.
- Los anclajes y herrajes de unión a los entramados de la estructura son mucho más ligeros, lo cual repercute sobre el ahorro de materiales (en el caso de paneles de fachada).
- El montaje es mucho más rápido, empleando menos tiempo en la construcción, permitiendo anticipar la entrada en el edificio de otros oficios y un ahorro en los costes de financiación.

Todos estos factores de ahorro, estudiados en su conjunto, suponen una grandísima ventaja competitiva del GRC y lo convierten en líder frente a otros materiales alternativos.

LOS COMPOSITOS O MATERIALES COMPUESTOS EN MADERA (WPC):

Los materiales compuestos de madera (por extrusión de madera plástica y distintas fibras), en comparativa a la madera natural, presentan muy buenas ventajas. Se enumeran a continuación:

- Permite una construcción sólida y duradera.
- Resistente a la intemperie en climatología adversa.
- Resistente a la humedad, a los ácidos y álcalis.
- Resiste el contacto con el mar, o la niebla salina.
- Ausencia de mantenimiento, no hay que pintarlos, barnizarlos o tratarlos anualmente.
- Reciclable 100 %.
- No incorpora productos tóxicos ni peligrosos.
- Puede ser serrado, mecanizado, clavado y encolado.
- No se astilla ni se agrieta
- Resiste los rayos UV.
- No conduce la electricidad; aislamiento térmico y acústico.
- Resiste la putrefacción, insectos y hongos.
- Los daños vandálicos son fácilmente reparables.
- Color sólido en toda la pieza, no necesita pintura ni barniz.
- Pueden ser trabajados con la misma herramienta que los productos de madera natural.
- Versatilidad de moldeo.

EN LA RESTAURACIÓN:

La aplicación de FRP en mampostería se ha incrementado rápidamente en los últimos años. Los FRP se han usado con éxito para reforzar nuevas construcciones de mampostería y, lo que es más significativo, para reforzar y rehabilitar las ya existentes.

Los FRP proporcionan soluciones viables para el reforzamiento de muros sujetos a grandes tensiones en diferentes planos causadas por cargas de viento, explosiones, inundaciones o terremotos. Los FRP se ajustan a los principios de restauración de los edificios históricos, proporcionando las siguientes ventajas;

- Se adaptan tanto a superficies curvas como rugosas.
- Implican adiciones limitadas de material.
- No alteran la respuesta dinámica de la estructura, que permanecen inalterables debido a que no se añade peso, ni rigidez.
- Facilidad de aplicación.
- Su uso reduce significativamente el tiempo de restauración y aporta una menor obstrucción en la ocupación de los edificios.

En el caso de utilización de materiales compuestos en el refuerzo de estructuras de madera, cuando la aplicación del refuerzo se realiza por aplicación interna, este proporciona una mejor respuesta al fuego, además de ser invisible.

La utilización de los compuestos, en forma de láminas y tejidos, es cada vez más frecuente en las consolidaciones y rehabilitaciones estructurales.

Estos pueden presentarse en forma de láminas o tejidos de fibra de vidrio o de carbono, siendo más común este último. El uso de estos sistemas de FRP implica las siguientes ventajas:

- Un bajo peso específico.
- Perfiles finos (aproximadamente 0,5-1,5 mm/lámina),
- Sencillez de aplicación debido a su ligereza.
- Módulo de elasticidad alto (el carbono tiene un módulo superior al del acero).
- Excelente comportamiento frente a la fatiga.
- Buena relación resistencia/peso.
- Gran resistencia a la corrosión.
- Compatibilidad con diversos acabados o revestimientos de enlucido.

Los materiales con fibra de carbono (CFRP), son los más utilizados y con respecto a otros materiales o sistemas convencionales, presenta las siguientes ventajas de uso:

- Menor peso; las láminas CFRP pesan 5 veces menos que el acero.
- Mayor resistencia: las láminas CFRP resisten 10 veces más tensión que el acero.
- Mayor flexibilidad.
- Facilidad de manejo.
- Facilidad de transporte.
- Longitud. Eliminación de empalmes que eran necesarios con las chapas de acero.
- Mejor adaptación a los soportes.
- Permite cruzamientos de las láminas.
- Menor interferencia con el resto de elementos de la obra.
- Instalación sencilla y rápida.
- No se producen bolsas sin haberse pegado cómo es posible con el acero.
- No necesita apeo (apuntalamiento).
- No sufre corrosión ni ningún otro tipo de ataque químico.
- Mejor comportamiento ante incendios.
- Mejor comportamiento ante la fatiga que el acero.

Cabe citar alguna que otra desventaja y es el alto coste de las materias primas, pero que se compensa con el bajo coste del equipamiento y mano de obra en el proceso de preparación, ensamblado y aplicación de los materiales compuestos directamente en los elementos de hormigón que se pretenda reforzar o reparar según el caso. Además presentan sensibilidad en ambientes higrotermales, donde existen cambios severos de humedad en la atmósfera, causando daños.

MALLAS O REDES DE MATERIALES COMPUESTOS.

Las mallas de fibra de vidrio ganaron un importante espacio dentro de la construcción, por sus propiedades y ventajas que reporta su uso:

- Evitan grietas y fisuras en el armado de los revoques.
- Poseen tratamiento antialcalino, gran estabilidad química, solidez y resistencia al fuego.
- No se oxidan ni degradan con el paso del tiempo y reemplazan al metal desplegable.

PANELES Y PLACAS TRASLUCIDAS:

Entre las ventajas más importantes en el uso de estos productos con materiales compuestos, destacamos:

- Aspecto atractivo con la exhibición de luz y color, colores a medida.
- Transmite más luz debido al espesor de material, elementos traslúcidos.
- Fácil de montar, ya que es ligero y fácil de procesar.
- Óptima estructura de la pared exterior de la construcción.
- Bajo mantenimiento y alta durabilidad.
- Ecológico, gracias a una mayor durabilidad y el uso limitado de materiales.

VENTAJAS MÁS SIGNIFICATIVAS DEL SISTEMA PANEL FIBRA-YESO:

La ventaja fundamental de adicionar fibras al yeso, es la de mejorar sus resistencia al impacto o al choque, es decir, su tenacidad. Además de otras características ventajosas como mejor comportamiento a flexotracción, su estabilidad dimensional y su resistencia al fuego, entre otras.

- Rapidez en ejecución y montaje.
- Capaz de soportar una exposición moderada a la humedad.
- Facilidad en la colocación de instalaciones.
- Calidad en el acabado final.

ALTERNATIVAS AL ARMADO: BARRAS, CABLES Y ELEMENTOS DE ANCLAJE:

La principal ventaja del material compuesto en la utilización de elementos alternativos al armado, es que no son corrosivos, y no son susceptibles a la oxidación de la misma manera como el acero.

La corrosión del acero de refuerzo en estructuras de hormigón convencional es un factor importante que contribuye al deterioro de las infraestructuras de todo el mundo. Estos materiales tienen otras ventajas tales como alta resistencia y peso ligero. El uso de las barras de refuerzo de FRP para el hormigón tiene el potencial de mejorar significativamente la vida útil de las estructuras de hormigón armado, respecto al uso de otros materiales alternativos al armado tradicional, en los que resulta potencialmente ventajoso por:

- La gran ligereza y buenas características mecánicas, destacando sus elevadas resistencia y rigidez específicas y buena resistencia a la fatiga. Esto se traduce en economía y facilidad de transporte y puesta en obra, reduciéndose los plazos y costes de ejecución, sin olvidar la reducción de cargas muertas o, en el caso de aplicaciones en refuerzos, la mínima modificación que supone en las dimensiones del elemento reforzado.
- Resistencia a la corrosión y al ataque de agentes ambientales, una ventaja importante en aplicaciones costeras, marinas y en general en todos aquellos ambientes que sean agresivos, siendo el mantenimiento prácticamente nulo.
- Poseen una baja conductividad térmica y no producen interferencias con campos electromagnéticos, lo que les hace insustituibles en algunas aplicaciones.
- Presentan gran libertad de formas y diseños, y existe la posibilidad de moldeo en grandes piezas, por lo que en ocasiones de difícil ejecución con materiales tradicionales, se puede contemplar su utilización sin ningún tipo de limitaciones desde el punto de vista de proceso de fabricación. Eligiendo el tipo de fibra y la matriz, el porcentaje de refuerzo y la orientación de las fibras, puede diseñarse el material con las características que requiera cada aplicación.

Pese a estas excelentes propiedades, su introducción en la construcción se está produciendo lentamente debido a varios inconvenientes:

- Elevado precio, muy superior al del acero. Los precios de estos materiales están bajando en los últimos años, al incrementarse la producción y desarrollarse métodos de fabricación más eficaces, como la pultrusión. Ya en la actualidad, si se considera el coste de manera global a lo largo de la vida útil el uso de FRP resulta competitivo en muchas ocasiones, sobre todo en refuerzos de estructuras, debido a la reducción de plazos de ejecución, coste de mano de obra, costes de mantenimiento, etc.

- Degradación de sus propiedades a temperaturas no excesivamente elevadas, provocada por el deterioro de la matriz polimérica, aunque las fibras que se utilizan son más resistentes a los efectos térmicos.
- Inercia del sector, falta de conocimiento y experiencia por parte de los técnicos, y sobre todo falta de normativa y guías de diseño y construcción adecuadas, elaboradas sobre una base experimental firme.

Concretando el uso en los anclajes, los beneficios en comparación a materiales de uso tradicional, son:

- Aumenta la durabilidad, incluyendo resistencia a la corrosión, lo que da como resultado un aumento de su vida útil y una reducción importante en la realización de mantenimiento.
- Presentan un menor peso, lo que da como resultado una mayor facilidad en el transporte y montaje de las piezas.
- Presentan una mayor resistencia a la tracción.

Las barras para su aplicación en túneles, presentan ventajas significativas para la demolición del frente de excavación, principalmente en macizos rocosos. Dado que las barras de FRP no soportan adecuadamente los esfuerzos laterales, en la excavación la máquina puede romper con gran facilidad el terreno del frente.

En cuanto al uso de materiales compuestos en sistemas de anclajes "Soil Nailing", se presenta como una alternativa muy ventajosa sobre las barras de acero, principalmente por su alta resistencia a la corrosión y a la tracción.

En resumen las ventajas que ofrecen los materiales compuestos son excelentes en algunos campos, casos y aplicaciones y que pueden llegar a ser compensados en otros aspectos menos favorables como es el económico. A otros niveles, estas ventajas pueden ya no ser tan factibles, dudosas o resultar menos aconsejables, ya que hay requisitos en la construcción, que priman antes que otros y hacen difícil su utilización.

