

TÍTULO: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE REFUERZOS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN APLICANDO LAMINADOS COMPUESTOS**AUTOR:** JORDI PONS GABARRÓN**TUTORA:** MARIA DOLORES GÓMEZ PULIDO**RESUMEN**

La aplicación de laminados compuestos en el refuerzo de estructuras de hormigón, metálicas, de madera, de mampostería, etc. comienza a constituir, en el momento presente, una auténtica alternativa al sistema de refuerzo convencional mediante encolado de chapas de acero (fundamentalmente en refuerzos a flexión).

El refuerzo de estructuras de hormigón armado y pretensado aplicando laminados compuestos a base de fibras sintéticas y resinas adheridos externamente al sustrato a reforzar ha llegado a una realidad en numerosos países, tanto a flexión como a cortante fundamentalmente. Las razones por las cuales los materiales compuestos se vienen usando en mayor medida como refuerzo de elementos estructurales de hormigón armado se listan a continuación: sus características mecánicas específicas de dichos materiales, su resistencia a la corrosión, su resistencia a los agentes químicos, su reducido peso (alrededor de una cuarta parte del acero) lo que facilita su transporte, manejo y puesta en obra (empleando medios auxiliares ligeros durante cortos periodos de tiempo), gran capacidad de deformación antes de rotura, la posibilidad de presentarse en cualquier longitud, etc, han convertido a estos materiales en una auténtica alternativa frente a otros más convencionales como el acero. Por todo ello, resulta interesante obtener criterios de diseño de este tipo de refuerzos de fácil aplicación ingenieril teniendo en cuenta su comportamiento constitutivo, el comportamiento seccional y estructural de elementos de hormigón así reforzados así como criterios de ejecución.

En los últimos años el aumento de la capacidad de carga de estructuras de hormigón existentes mediante el refuerzo con laminados de material compuesto se está planteando cada vez más como una alternativa a los materiales y técnicas tradicionales a causa de sus ventajosas propiedades. Como consecuencia de este creciente interés se están desarrollando en diferentes países y continentes guías y recomendaciones de diseño que faciliten la aplicación de esta técnica aunque todavía se requiere mucho desarrollo hasta que estas guías puedan considerarse como norma ya que todavía hay muchas cuestiones abiertas. En este trabajo se plantea el estado de conocimiento actual con respecto al uso de esta técnica como sistema de refuerzo a flexión de vigas según las recomendaciones publicadas actualmente. Se presentan los procedimientos de diseño recomendados y se dejan planteadas aquellas cuestiones que necesitarán más desarrollo en los próximos años. Se presenta un ejemplo de diseño a flexión mediante este sistema de una viga de hormigón con el fin de ilustrar mejor el procedimiento de diseño.

En el caso de elementos reforzados sin protección contra el fuego, el efecto del refuerzo con material compuesto en el elemento de hormigón se perdería rápidamente en caso de fuego, debido a las altas temperaturas que debilitarían la capa de adhesivo entre el refuerzo de material compuesto y el hormigón. Si la capa de protección fuera necesaria, evaluado a través del Eurocódigo, parte 2-2 "Diseño de estructuras en caso de fuego" o el código español "Código Técnico de la Edificación" que son aplicables a elementos de hormigón armados o pretensados, el dimensionamiento de dicha capa protectora se basaría en asegurar que durante el tiempo deseado la capa de adhesivo

no alcancen su temperatura de transición vítrea. Ésta temperatura límite depende del tipo de adhesivo usado, no obstante usualmente oscila en el rango de 50°C a 100°C.

ABSTRACT

The fibre reinforced polymer composites as reinforcement concrete elements, steel elements, wood elements and masonry structures is really at the moment a authentic alternative to traditional reinforcement system with externally bonded steel plates (fundamentally in flexural reinforcement).

The concrete reinforced or prestressed structural reinforcement with fibre reinforced polymer composites externally bonded has become definitely a reality in many countries, for flexural or shear strengthening fundamentally. The reasons why composites are increasingly used as strengthening materials of reinforced concrete structural elements may be summarised as follows: very high tensile strength, immunity to corrosion, immunity to chemical agents, low weight (about ¼ of steel) that makes easy composites transport, use and application (using light auxiliary resources during short time period), large deformation capacity, practically unlimited availability in composite sizes. For all of this, it's interesting to obtain a easy design guidance to engineering use bearing in mind the composite constitutive behaviour, sectional and structural behaviour of reinforced concrete elements with composites and a practical execution guidance.

In the last years composite materials are emerging as an alternative technique to traditional materials and techniques to increase the load-carrying capacity of existing concrete structures due to their advantageous properties. Composite materials are made of fibers in a polymeric matrix and are also known as fiber-reinforced polymers (FRP). Because of this increasing interest, different guidelines about the strengthening of concrete structures with FRP systems are emanating in different countries and continents although they can not be still considered as codes because the work is still in progress since many questions are opened. This paper reports on the world state-of-art in the use of FRP composites for flexural strengthening of concrete structures. The recommended design procedures are shown and unresolved issues are posed. A worked example of a concrete beam strengthened with the FRP system is presented in order to illustrate the flexural design procedures by the actual guidelines.

In the strengthened elements without fire protection case, the composite strengthening of the concrete element will be lost very quickly in a fire, due to the high temperature that weakens the adhesive layer between the strengthening element and the concrete. If the protection is necessary, evaluated through the rules described in Eurocode 2, part 2-2 "Structural Fire Design", or the Spanish code "Building technical code" that are applicable to reinforced and prestressed concrete elements, the dimensioning of the protection will be based on a limitation for the temperature rise in the adhesive layer (weakest element of the cross-section) during a certain time. This temperature limit depends on the type of adhesive used but will usually be in the range of 50°C to 100°C.