

Escuela Técnica Superior de Ingenieros
Grupo de Estructuras
Dpto. Mecánica de los medios continuos, Teoría de
Estructuras e Ingeniería del Terreno
Universidad de Sevilla



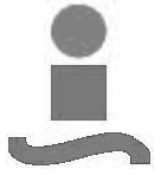
Proyecto Final de Carrera

ESTUDIO TEÓRICO – EXPERIMENTAL DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADAS CON BARRAS DE MATERIAL COMPUESTO POR MATRIZ POLIMÉRICA REFORZADA CON FIBRAS (FRP).



Julio 2009

Alumno: Jorge Maestre Heredia
Tutor: Héctor Cifuentes Bulté

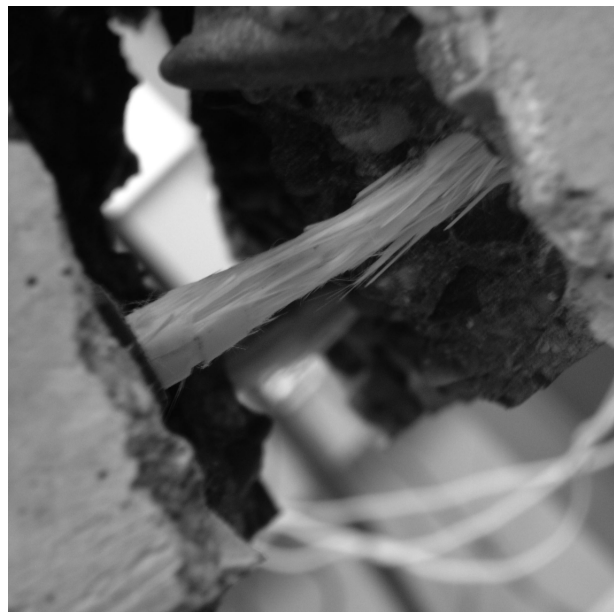


**Escuela Técnica Superior de Ingenieros
Grupo de Estructuras
Dpto. Mecánica de los medios continuos, Teoría de
Estructuras e Ingeniería del Terreno
Universidad de Sevilla**



Proyecto Final de Carrera

ESTUDIO TEÓRICO – EXPERIMENTAL DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADAS CON BARRAS DE MATERIAL COMPUESTO POR MATRIZ POLIMÉRICA REFORZADA CON FIBRAS (FRP).



Julio 2009

**Alumno: Jorge Maestre Heredia
Tutor: Héctor Cifuentes Bulté**

Agradecimientos

Quisiera dar las gracias a las siguientes personas:

A los profesores del Grupo de Estructura de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla. En particular a mi tutor Héctor Cifuentes Bulté por su implicación y amabilidad.

A Emilio Javier Gómez Álvarez por su atención, dedicación y simpatía desde el primer momento que pisé el Laboratorio de Estructuras.

A Manuel Espinar González y Nicodemo Rodríguez Rosquete por su interés y ayuda prestada.

A toda mi familia, y en especial a mis padres y a mi hermano, por el apoyo que siempre me han dado.

Y a mi novia por su cariño y comprensión.

ÍNDICE DEL PROYECTO

ÍNDICE

BLOQUE 0: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	1
1	INTRODUCCIÓN..... 3
2	OBJETIVOS 4
BLOQUE 1: DISEÑO ESTRUCTURAL DE HORMIGÓN ARMADO CON MATERIAL COMPUESTO POR MATRIZ POLIMÉRICA REFORMZADA CON FIBRAS.....	7
1	CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN 12
1.1	<i>Introducción</i> 12
2	CAPÍTULO: BASES DE CÁLCULO 14
2.1	<i>Criterios de seguridad</i> 14
2.2	<i>Situaciones del proyecto</i> 16
2.3	<i>El método de los Estados Límite</i> 16
3	CAPÍTULO: ACCIONES 20
3.1	<i>Introducción y clasificación</i> 20
3.2	<i>Valores característicos</i> 21
3.3	<i>Valores representativos</i> 21
3.4	<i>Valores de cálculo</i> 22
3.5	<i>Combinación de las acciones</i> 23
4	CAPÍTULO: MATERIALES Y GEOMETRÍA..... 26
4.1	<i>Introducción</i> 26
4.2	<i>Materiales</i> 26
4.3	<i>Geometría</i> 26
5	CAPÍTULO: COMPOSICIÓN, PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES 30
5.1	<i>Barras poliméricas reforzadas con fibra</i> 30
5.2	<i>Características del hormigón</i> 47
6	CAPÍTULO: DURABILIDAD 58
6.1	<i>Introducción</i> 58
6.2	<i>Durabilidad de los FRP como refuerzo interno</i> 58
6.3	<i>Diseño para la durabilidad</i> 63
6.4	<i>Conclusiones</i> 70
7	CAPÍTULO: ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS..... 73
7.1	<i>Introducción</i> 73
7.2	<i>Estado Límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales</i> 73
7.3	<i>Estado Límite Último de esfuerzo cortante</i> 129
7.4	<i>Adherencia y anclaje de armaduras</i> 148
8	CAPÍTULO: ESTADOS LÍMITES DE SERVICIOS 160
8.1	<i>Introducción</i> 160
8.2	<i>Estado Límite de deformación</i> 161
8.3	<i>Estado Límite de fisuración</i> 178
8.4	<i>Comprobación por creep</i> 182
BLOQUE 2: EXPERIMENTACIÓN.....	183
1	CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS..... 188
2	CAPÍTULO: DISEÑO DE LAS VIGAS..... 191
2.1	<i>Introducción</i> 191
2.2	<i>Diseño de las vigas según la EHE adaptada</i> 193
2.3	<i>Comprobación de las vigas según código ACI</i> 235
3	CAPÍTULO: EXPERIMENTACIÓN..... 262
3.1	<i>Introducción</i> 262

3.2	<i>Elaboración de las vigas</i>	262
3.3	<i>Materiales</i>	267
3.4	<i>Instrumentación</i>	270
3.5	<i>Montaje y ensayo</i>	274
4	CAPÍTULO: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	277
4.1	<i>Evolución de la flecha</i>	277
4.2	<i>Evolución de la curvatura</i>	284
4.3	<i>Evolución de la fisuración</i>	286
4.4	<i>Deformaciones unitarias</i>	292
4.5	<i>Evolución de la fibra neutra</i>	293
4.6	<i>Modo de fallo</i>	295
4.7	<i>Carga últimas de las vigas</i>	298
4.8	<i>Viga a rotura por cortante</i>	299
5	CAPÍTULO: CONCLUSIONES	304
	BLOQUE 3: CONCLUSIONES DEL PROYECTO	305
1	CONCLUSIONES	307
1.1	<i>Bloque teórico</i>	307
1.2	<i>Bloque experimental</i>	312
1.3	<i>Resumen de las conclusiones</i>	313
	ANEXO: HOJAS DE CÁLCULO	315
	REFERENCIAS	357