
RELACIÓN DE GRÁFICAS Y TABLAS

RELACIÓN DE GRÁFICAS Y TABLAS

INDICE DE FIGURAS

Capítulo 1 – INTRODUCCIÓN

Capítulo 2 - OBJETIVOS

Capítulo 3 - ESTADO DEL CONOCIMIENTO

| | | |
|--------------------|--|----|
| Figura 3.1 | Procedimiento de inspección. [Sanz, 1984]..... | 13 |
| Figura 3.2 | Relación entre comportamiento y vida útil del hormigón. (GEHO-CEB, 1993)..... | 15 |
| Figura 3.3 | Efecto sobre el hormigón en medios sulfatados. [Fernández, 1994] | 18 |
| Figura 3.4 | Efecto sobre el hormigón en medios ácidos. [Fernández, 1994] | 19 |
| Figura 3.5 | Pila electroquímica de corrosión . (Fernández, 1994; GEHO-CEB, 1993) | 20 |
| Figura 3.6 | Algunas manifestaciones típicas de corrosión de armaduras. | 21 |
| Figura 3.7 | Carbonatación en función de la humedad y Contenido de cloruros. (Fernández, 1994; Pazini, 1994) | 23 |
| Figura 3.8 | Relación de zona de contacto con nivel riesgo de ataque..... | 27 |
| Figura 3.9 | Tipos de fisuras..... | 27 |
| Figura 3.10 | Fisuras anidadas por retracción plástica..... | 28 |
| Figura 3.11 | Grado de reversibilidad debida a la retracción por secado..... | 29 |
| Figura 3.12 | Fisuras generadas por cargas directas..... | 30 |
| Figura 3.13 | Fisuración por retracción..... | 30 |
| Figura 3.14 | Efectos de la acción del fuego sobre elementos estructurales..... | 31 |
| Figura 3.15 | Fases de desarrollo de un incendio..... | 32 |
| Figura 3.16 | Influencia de la temperatura sobre la resistencia a compresión del hormigón..... | 33 |
| Figura 3.17 | Formas de intervención en las estructuras..... | 35 |

Capítulo 4 - ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL REFUERZO DE PUENTES

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 4.1 | Características de las probetas para los ensayos de adherencia..... | 53 |
| Figura 4.2 | Curva tensión-deslizamiento ensayo bandas pegadas exteriormente..... | 56 |
| Figura 4.3 | Curva carga-deslizamiento ensayo Acero embebido..... | 56 |
| Figura 4.4 | Curvas tensión-deslizamiento (resumen de resultados)..... | 57 |
| Figura 4.5 | Alzado y sección transversal de la viga VPE_1..... | 59 |
| Figura 4.6 | Trazado de los cordones de pretensado..... | 60 |
| Figura 4.7 | Posicionamiento de la viga y pórtico de carga | |

| | | |
|---------------------|---|----|
| | en los ensayos..... | 60 |
| Figura 4.8 | Distribución de Células de Carga en anclajes, Células de carga en pórtico, Reacciones en apoyos y Galgas en acero activo..... | 61 |
| Figura 4.9 | Distribución de LVDT's de Flechas y de LVDT's de deslizamiento en cables..... | 62 |
| Figura 4.10 | Ubicación de las galgas de hormigón y acero pasivo..... | 62 |
| Figura 4.11 | Evolución de la flecha en centro luz y el cuarto desviador..... | 64 |
| Figura 4.12 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo..... | 64 |
| Figura 4.13 | Evolución de la deformación del Hormigón y el acero pasivo..... | 65 |
| Figura 4.14 | Evolución de tensiones en los diferentes tramos..... | 65 |
| Figura 4.15 | Evolución de la deformación en la sección de centro luz..... | 65 |
| Figura 4.16 | Evolución de la deformación en la sección de apoyo central..... | 65 |
| Figura 4.17 | Localización de los daños tras el ensayo (Planta 1: Zona superior. –Planta 2: zona inferior..... | 68 |
| Figura 4.18 | Evolución de la flecha en centro Luz y el cuarto desviador..... | 70 |
| Figura 4.19 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo..... | 70 |
| Figura 4.20 | Evolución de la deformación del Hormigón y el acero pasivo..... | 71 |
| Figura 4.21 | Evolución de tensiones en los diferentes tramos..... | 71 |
| Figura 4.22 | Evolución de la deformación en la sección de apoyo central..... | 71 |
| Figura 4.23 | Disposición de las bandas de aramidas en apoyo central y sección centro luz..... | 75 |
| Figura 4.24a | Localización de fisuras en el lado visto..... | 76 |
| Figura 4.24b | Localización de fisuras en el lado oculto..... | 76 |
| Figura 4.25 | Evolución de la flecha en centro Luz y el cuarto desviador..... | 77 |
| Figura 4.26 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo..... | 77 |
| Figura 4.27 | Evolución de la deformación del Hormigón y el acero pasivo..... | 77 |
| Figura 4.28 | Evolución de tensiones en los diferentes tramos cordón oculto..... | 77 |
| Figura 4.29 | Evolución de tensiones en los diferentes tramos cordón visto..... | 78 |
| Figura 4.30 | Evolución de la deformación en las bandas de aramida en apoyo..... | 78 |
| Figura 4.31 | Evolución de la deformación en las bandas de aramida en centro luz del vano cargado..... | 78 |
| Figura 4.32 | Alzado y Planta de la Viga VHA1_a y configuración de cargas..... | 79 |
| Figura 4.33 | Sección transversal de la viga..... | 80 |
| Figura 4.34 | Detalle de junta de hormigonado en apoyo intermedio..... | 81 |
| Figura 4.35 | Pórticos de carga utilizados en el ensayo VHA1_a..... | 82 |
| Figura 4.36 | Distribución de las células de carga en pórticos y reacciones en apoyos..... | 84 |
| Figura 4.37 | Distribución de los LVDT's de flechas..... | 84 |
| Figura 4.38 | Ubicación de las galgas en hormigón y acero pasivo en las diferentes secciones..... | 85 |
| Figura 4.39 | Evolución de la flecha en centro Luz vanos 1 y 2. | |
| Figura 4.40 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo para los distintos ciclos de carga..... | 87 |
| Figura 4.41 | Evolución de la deformación de la sección en apoyo intermedio..... | 87 |
| Figura 4.42 | Evolución de la en centro luz vano 1..... | 87 |
| Figura 4.43 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 2..... | 88 |
| Figura 4.44 | Evolución de la deformada de la sección en apoyo central (Ciclo 1)..... | 88 |
| Figura 4.45 | Evolución de la deformada de la sección centro luz vano 1 (Ciclo 1)..... | 88 |
| Figura 4.46 | Evolución de la deformada en centro luz vano 2(Ciclo 1)..... | 88 |
| Figura 4.47 | Alzado general del ensayo VHA1_b..... | 89 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Figura 4.48 | Distribución de las bandas de Tejido de Fibra de Carbono..... | 92 |
| Figura 4.49 | Pórticos de carga utilizados durante el ensayo VHA1_b..... | 92 |
| Figura 4.50 | Distribución de galgas en el tejido de fibra de carbono..... | 94 |
| Figura 4.51 | Evolución de la flecha en centro luz en vanos 1 y 2..... | 96 |
| Figura 4.52 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo..... | 96 |
| Figura 4.53 | Evolución de la deformación de la sección en apoyo intermedio. (TFC = tejido de fibra de carbono) | 96 |
| Figura 4.54 | Evolución de la deformación en centro luz vano 1..... | 96 |
| Figura 4.55 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 2..... | 97 |
| Figura 4.56 | Evolución de la deformación en el apoyo central..... | 97 |
| Figura 4.57 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 1..... | 97 |
| Figura 4.58 | Evolución de la deformación en centro luz vano 2..... | 97 |
| Figura 4.59 | Evolución de la deformación del T.F.C. en vano 1..... | 98 |
| Figura 4.60 | Evolución de la deformación del T.F.C. en vano 2..... | 98 |
| Figura 4.61 | Evolución de la deformación del T.F.C. en el vano 1..... | 98 |
| Figura 4.62 | Evolución de la deformación del T.F.C. en el vano 2..... | 98 |
| Figura 4.63 | Evolución de la deformación del T.F.C. en apoyo intermedio..... | 99 |
| Figura 4.64 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz del vano 1..... | 99 |
| Figura 4.65 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz del vano 2..... | 99 |
| Figura 4.66 | Evolución de la deformación del acero pasivo inferior en vano 2..... | 99 |
| Figura 4.67 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz del vano 2..... | 100 |
| Figura 4.68 | Comparativa entre T.F.C. y acero pasivo inferior en vano 2..... | 100 |
| Figura 4.69 | Pórticos de carga utilizados en el ensayo VHA1_c..... | 101 |
| Figura 4.70 | Evolución de la flecha en centro luz vanos 1 y 2..... | 104 |
| Figura 4.71 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo..... | 104 |
| Figura 4.72 | Evolución de la deformación de la fibra inferior en apoyo intermedio. | 104 |
| Figura 4.73 | Evolución de la deformación en centro luz vano 1..... | 104 |
| Figura 4.74 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 2..... | 105 |
| Figura 4.75 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 1..... | 105 |
| Figura 4.76 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 2..... | 105 |
| Figura 4.77 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz vano 1..... | 105 |
| Figura 4.78 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz vano 2..... | 106 |
| Figura 4.79 | Evolución de la flecha en centro luz vano 2..... | 109 |
| Figura 4.80 | Evolución de las reacciones en las dos líneas de apoyo..... | 109 |
| Figura 4.81 | Evolución de la deformación en centro luz vano 2..... | 110 |
| Figura 4.82 | Evolución de la deformación en sección de centro luz..... | 110 |
| Figura 4.83 | Evolución de la deformación del T.F.C. en la sección centro luz vano 2..... | 110 |
| Figura 4.84 | Alzado de los pórticos de carga utilizados durante el ensayo..... | 111 |
| Figura 4.85 | Alzado general del ensayo VHA_PE_a..... | 114 |
| Figura 4.86 | Ubicación de los LVDT's de medición de deslizamientos entre cordones de pretensado y desviador..... | 116 |
| Figura 4.87 | Ubicación de las galgas extensométricas en los cordones de pretensado..... | 116 |
| Figura 4.88 | Ubicación de las galgas extensométricas y sensores de fibra óptica sobre el tejido de fibra de carbono (B, C, D, E) y sobre hormigón (A) | 117 |
| Figura 4.89 | Evolución de la flecha en centro luz en vano 1 y 2..... | 121 |
| Figura 4.90 | Evolución de las reacciones en las tres líneas de apoyo..... | 121 |
| Figura 4.91 | Evolución de la deformación de la sección en apoyo intermedio..... | 121 |
| Figura 4.92 | Evolución de la deformación en centro luz vano 1..... | 121 |
| Figura 4.93 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 2..... | 122 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| Figura 4.94 | Evolución de la deformación en el apoyo central..... | 122 |
| Figura 4.95 | Evolución de la deformación de la sección centro luz vano 1..... | 122 |
| Figura 4.96 | Evolución de la deformación en centro luz vano 2..... | 122 |
| Figura 4.97 | Evolución de la deformación del T.F.C. en la línea 1 del apoyo central. | 123 |
| Figura 4.98 | Evolución de la deformación del T.F.C. en la línea 1 del vano 1..... | 123 |
| Figura 4.99 | Evolución de la deformación del T.F.C. en la línea 1 del vano 2..... | 123 |
| Figura 4.100 | Evolución de la deformación del T.F.C. en la línea 2 vano 1..... | 123 |
| Figura 4.101 | Evolución de la deformación del T.F.C. en la línea 2 del vano 2..... | 124 |
| Figura 4.102 | Evolución de la deformación del T.F.C. en el apoyo intermedio..... | 124 |
| Figura 4.103 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz vano 1..... | 124 |
| Figura 4.104 | Evolución de la deformación del T.F.C. en centro luz vano 2..... | 124 |
| Figura 4.105 | Evolución de la tensión en los diferentes tramos - tendón oculto-..... | 125 |
| Figura 4.106 | Evolución de la tensión en los diferentes tramos - tendón visto-..... | 125 |
| Figura 4.107 | Evolución del incremento de tensión los diferentes tramos - tendón oculto-..... | 125 |
| Figura 4.108 | Incremento de tensión en los diferentes tramos - tendón visto-..... | 125 |
| Figura 4.109 | Comparación valores experimentales fibra óptica y galgas en T.F.C..... | 126 |
| Figura 4.110 | Comparación valores experimentales fibra óptica y galgas en T.F.C..... | 126 |
| Figura 4.111 | Comparación valores experimentales fibra óptica y galgas en T.F.C..... | 126 |
| Figura 4.112 | Evolución de las reacciones en las diferentes líneas de apoyo..... | 129 |
| Figura 4.113 | Evolución de la deformación en centro luz vano 2..... | 129 |
| Figura 4.114 | Evolución de la deformación en la sección centro luz vano 2..... | 130 |
| Figura 4.115 | Evolución de la deformación en sección centro luz vano 2..... | 130 |
| Figura 4.116 | Evolución de la tensión en los diferentes tramos –tendón oculto-..... | 130 |
| Figura 4.117 | Evolución de la tensión en los diferentes tramos –tendón visto-..... | 130 |
| Figura 4.118 | Incremento de la tensión en los diferentes tramos –tendón oculto-... | 131 |
| Figura 4.119 | Incremento de la tensión en los diferentes tramos –tendón visto-..... | 131 |

Capítulo 5 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|--------------------|---|-----|
| Figura 5.1 | Comparativa de la flecha en centro luz serie VPE 1 y 2. (Teóricos y Experimentales)..... | 138 |
| Figura 5.2 | Comparativa de la flecha en centro luz (vanos 1 y 2) serie VPE 3... | 138 |
| Figura 5.3 | Evolución de la flecha en centro luz serie VHA datos ensayo..... | 138 |
| Figura 5.4 | Evolución de la flecha en centro luz serie VHA Análisis numérico... | 138 |
| Figura 5.5 | Evolución de la flecha en centro luz serie VHA + PE datos ensayo..... | 139 |
| Figura 5.6 | Evolución de la flecha en centro luz serie VHA + PE Análisis numérico..... | 139 |
| Figura 5.7 | Evolución de las reacciones en la serie VPE datos ensayo..... | 140 |
| Figura 5.8 | Evolución de las reacciones en la serie VPE Análisis numérico..... | 140 |
| Figura 5.9 | Evolución de las reacciones en la serie VHA datos ensayo..... | 140 |
| Figura 5.10 | Evolución de las reacciones en la serie VHA Análisis numérico..... | 140 |
| Figura 5.11 | Evolución de las reacciones en la serie VHA + PE | |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| | datos ensayo..... | 141 |
| Figura 5.12 | Evolución de las reacciones en la serie VHA + PE Análisis numérico..... | 141 |
| Figura 5.13 | Evolución de la deformación en la serie VPE datos ensayo..... | 142 |
| Figura 5.14 | Evolución de la deformación en la serie VPE Análisis numérico..... | 142 |
| Figura 5.15 | Evolución de la deformación en la serie VHA datos ensayo..... | 142 |
| Figura 5.16 | Evolución de la deformación en la serie VHA Análisis numérico..... | 142 |
| Figura 5.17 | Evolución de la deformación en la serie VHA + PE datos ensayo..... | 143 |
| Figura 5.18 | Evolución de la deformación en la serie VHA + PE Análisis numérico..... | 143 |
| Figura 5.19 | Evolución de la tensión en los ensayos serie VPE..... | 143 |
| Figura 5.20 | Evolución de la tensión serie VPE Análisis numérico..... | 143 |
| Figura 5.21 | Evolución de la tensión en los ensayos serie VHA + PE..... | 144 |
| Figura 5.22 | Evolución de la tensión serie VHA + PE Análisis numérico..... | 144 |

Capítulo 6 -CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

INDICE DE TABLAS

Capítulo 1 – INTRODUCCIÓN

Capítulo 2 - OBJETIVOS

Capítulo 3 - ESTADO DEL CONOCIMIENTO

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabla 3.1 | Efecto de las sustancias químicas en el hormigón. [ACI-201, 1988]..... | 17 |
| Tabla 3.2 | Acción del fuego sobre el hormigón. [Fernández, 1994]..... | 32 |
| Tabla 3.3 | Influencia de la temperatura en la coloración y resistencia del hormigón..... | 33 |
| Tabla 3.4 | Diferencias entre evaluación y proyecto..... | 36 |
| Tabla 3.5 | Algunas propiedades de las fibras de vidrio..... | 39 |
| Tabla 3.6 | Algunas propiedades de las fibras de carbono..... | 40 |
| Tabla 3.7 | Algunas propiedades de las fibras Aramidas..... | 41 |

Capítulo 4 - ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL REFUERZO DE PUENTES

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Tabla 4.1 | Materiales utilizados en los ensayos de adherencia..... | 53 |
| Tabla 4.2 | Ensayos de caracterización realizados..... | 54 |
| Tabla 4.3 | Parámetros de control de los ensayos de caracterización..... | 54 |
| Tabla 4.4 | Características de los transductores de desplazamiento utilizados..... | 55 |
| Tabla 4.5 | Resumen de resultados experimentales..... | 58 |
| Tabla 4.6 | Características de los materiales utilizados en el ensayo..... | 59 |
| Tabla 4.7 | Características de los materiales empleados en el ensayo VPE_2..... | 66 |
| Tabla 4.8 | Características de los materiales empleados..... | 80 |
| Tabla 4.9 | Distribución de los canales para el ensayo y ficheros asignados en el ensayo de la viga VHA1_a..... | 83 |
| Tabla 4.10 | Distribución de los canales de adquisición de datos, nombre de los ficheros asignados y posición en la viga ensayada VHA1_b..... | 93 |
| Tabla 4.11 | Distribución de los canales de adquisición de datos, los canales asignados, los ficheros correspondientes y la situación dentro de la viga (ensayo VHA_PE_a) | 118 |

Capítulo 5 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|------------------|--|-----|
| Tabla 5.1 | Comparación entre valores experimentales y teóricos..... | 137 |
|------------------|--|-----|

Capítulo 6 -CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Capítulo 1 – INTRODUCCIÓN**Capítulo 2 - OBJETIVOS****Capítulo 3 - ESTADO DEL CONOCIMIENTO****Capítulo 4 - ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL REFUERZO DE PUENTES**

| | | |
|------------------------|--|-----|
| Fotografía 4.1 | Vista general del montaje..... | 55 |
| Fotografía 4.2 | Vista final del ensayo..... | 55 |
| Fotografía 4.3 | Fisuración en sección centro-luz vano cargado..... | 63 |
| Fotografía 4.4 | Fisuración en sección de apoyo intermedio..... | 63 |
| Fotografía 4.5 | Aspecto de la fisuración en sección centro-luz vano cargado..... | 63 |
| Fotografía 4.6 | Aspecto de la fisuración en sección de apoyo Intermedio..... | 63 |
| Fotografía 4.7 | Deformada de la viga durante el ensayo VPE_1..... | 64 |
| Fotografía 4.8 | Aspecto de la deformada en sección de centro luz..... | 64 |
| Fotografía 4.9 | Fisuración en desviador 1 de la sección centro-luz vano cargado..... | 69 |
| Fotografía 4.10 | Fisuración en desviador 2 de la sección centro-luz vano cargado..... | 69 |
| Fotografía 4.11 | Aspecto de la fisuración en sección centro-luz vano cargado..... | 69 |
| Fotografía 4.12 | Aspecto de la fisuración en sección de apoyo Intermedio..... | 69 |
| Fotografía 4.13 | Aspecto de la sección de apoyo central..... | 69 |
| Fotografía 4.14 | Aspecto de la deformada de la viga VPE_2..... | 69 |
| Fotografía 4.15 | Vista inferior del vano cargado. La armadura longitudinal se ha cortado..... | 72 |
| Fotografía 4.16 | Apoyo central. Se han retirado el hormigón dañado y acero pasivo..... | 72 |
| Fotografía 4.17 | Vista de la red de inyectores previo a la inyección de las fisuras..... | 73 |
| Fotografía 4.18 | Trabajos preliminares de apeo provisional..... | 73 |
| Fotografía 4.19 | Vista de las zonas de hormigón reparadas y fisuras inyectadas..... | 73 |
| Fotografía 4.20 | Zona de apoyo central reparada con microhormigón sin retracción... | 73 |
| Fotografía 4.21 | Bandas de fibra aramida pegadas en apoyo central y vano cargado..... | 74 |
| Fotografía 4.22 | Refuerzo a cortante en el alma de la sección..... | 74 |
| Fotografía 4.23 | Vista del estado final de las fibras en apoyo central..... | 76 |
| Fotografía 4.24 | Vista inferior del vano cargado..... | 76 |
| Fotografía 4.25 | Vista del apoyo central, puede verse el control de las fisuras..... | 76 |
| Fotografía 4.26 | Vista del cordón roto durante el ensayo..... | 76 |
| Fotografía 4.27 | Vista del montaje de las dos semi-vigas y apoyos provisionales..... | 81 |
| Fotografía 4.28 | Vista de la colocación de las galgas embebidas en apoyo..... | 81 |
| Fotografía 4.29 | Deformada de la viga en un momento del ensayo VHA1_a..... | 86 |
| Fotografía 4.30 | Fisuración de la viga en zona de máximo momento negativo..... | 86 |
| Fotografía 4.31 | Fisuración de la viga en zona momentos positivos..... | 86 |
| Fotografía 4.32 | Vista del apoyo central. Puede verse la fisuración existente..... | 86 |
| Fotografía 4.33 | Preparación del hormigón y el acero pasivo en centro luz vano 1..... | 90 |
| Fotografía 4.34 | Preparación del hormigón y el acero en apoyo intermedio..... | 90 |
| Fotografía 4.35 | Preparación y sellado de fisuras en sección de centro luz vano 1..... | 90 |
| Fotografía 4.36 | Vista inferior de los inyectores, fisuras selladas y rehornigonado..... | 90 |
| Fotografía 4.37 | Preparación superficial del hormigón..... | 91 |
| Fotografía 4.38 | Vista de la colocación de la fibra de carbono en el apoyo intermedio..... | 91 |
| Fotografía 4.39 | Aspecto general de la viga después del ensayo..... | 95 |
| Fotografía 4.40 | Vista de la rotura de la fibra de carbono..... | 95 |
| Fotografía 4.41 | Vista del apoyo central después del ensayo..... | 95 |
| Fotografía 4.42 | Vista de la sección centro luz del vano 1 después del ensayo..... | 102 |
| Fotografía 4.43 | Vista de la rotura de la fibra de carbono en vano 1..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Fotografía 4.44 Vista de la sección de apoyo central después del ensayo..... | 103 |
| Fotografía 4.45 Vista general de la deformada de la viga después del ensayo..... | 103 |
| Fotografía 4.46 Vista de la sección de desviador después del ensayo..... | 108 |
| Fotografía 4.47 Vista general de la fibra en centro luz después del ensayo..... | 108 |
| Fotografía 4.48 Vista general después del ensayo..... | 109 |
| Fotografía 4.49 Vista de la sección de apoyo central después de quitar las fibras dañadas..... | 112 |
| Fotografía 4.50 Vista de zona de desviador a sanear. (vano 2)..... | 112 |
| Fotografía 4.51 Vista de la sección de apoyo central..... | 112 |
| Fotografía 4.52 Vista de los trabajos cercanos al desviador nº 4..... | 112 |
| Fotografía 4.53 Encofrado y hormigonado de zonas dañadas. | 113 |
| Fotografía 4.54 Sellado e inyección de las fisuras..... | 113 |
| Fotografía 4.55 Encofrado y hormigonado de zonas dañadas | |
| Fotografía 4.55a Vista general de la preparación del modelo. Puede verse el trazado del pretensaado exterior..... | 113 |
| Fotografía 4.56 Vista de la sección de apoyo central..... | 114 |
| Fotografía 4.57 Vista de los trabajos cercanos al desviador nº 4..... | 114 |
| Fotografía 4.58 Vista de la sección de apoyo central con la fibra óptica colocada (cables amarillos) | 115 |
| Fotografía 4.59 Sistema de adquisición del datos de las fibras ópticas. | 115 |
| Fotografía 4.60 Vista de la sección de apoyo central con la fibra óptica colocada... | 119 |
| Fotografía 4.61 Sistema de adquisición de datos de las fibras ópticas..... | 119 |
| Fotografía 4.62 Vista de la sección de apoyo central con la fibra óptica colocada... | 120 |
| Fotografía 4.63 Vista final del estado de las bandas de TFC en vano 1 tras el ensayo..... | 120 |
| Fotografía 4.64 Vista de la sección de centro luz con la fibra óptica colocada..... | 120 |
| Fotografía 4.65 Sistema de adquisición de datos en las fibras ópticas..... | 120 |
| Fotografía 4.66 Vista del desprendimiento del hormigón en desviador..... | 129 |
| Fotografía 4.67 Vista inferior de la sección después del ensayo..... | 129 |

Capítulo 5 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

Capítulo 6 -CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN