

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	III
ÍNDICE DETALLADO DE CONTENIDOS	VII
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XXI
PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO	XXIII
MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.....	XXV
CAPÍTULO 1 ESTADO DEL CONOCIMIENTO	1
1.1. LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	7
1.2. LOS ÁRIDOS RECICLADOS.....	17
1.3. GENERALIDADES DEL HORMIGÓN.....	41
1.4. EL HORMIGÓN RECICLADO	63

CAPÍTULO 2	MATERIALES Y METODOLOGÍAS DE ENSAYO	87
2.1.	CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO	89
2.2.	CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS NATURALES Y RECICLADOS	97
2.3.	DOSIFICACIONES DEL HORMIGÓN	123
2.4.	HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO.....	141
2.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	151
2.6.	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN RECICLADO	175
2.7.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	195
2.8.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DEL HORMIGÓN.....	205
2.9.	ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN.....	221
CAPÍTULO 3	RESULTADOS.....	223
3.1.	PROPIEDADES DEL CEMENTO.....	225
3.2.	PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS NATURALES Y RECICLADOS	229
3.3.	DOSIFICACION Y CURADO DEL HORMIGÓN RECICLADO	243
3.4.	PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO.....	249
3.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	253
3.6.	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN RECICLADO	265
3.7.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	271
3.8.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	279
3.9.	ESTUDIO FRACTOGRÁFICO	303
CAPÍTULO 4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	313
4.1.	PROPIEDADES DEL CEMENTO.....	315
4.2.	PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS NATURALES Y RECICLADOS	317
4.3.	DOSIFICACION Y CURADO DEL HORMIGÓN RECICLADO	331
4.4.	PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO.....	338

4.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	341
4.6.	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN RECICLADO	363
4.7.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	375
4.8.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	391
4.9.	ESTUDIO FRACTOGRÁFICO	417
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO		419
5.1.	CONCLUSIONES	421
5.2.	CONCLUSIONS	423
5.3.	RECOMENDACIONES NORMATIVAS	425
5.4.	TRABAJO FUTURO.....	429
CAPÍTULO 6 BIBLIOGRAFÍA.....		435
6.1.	REFERENCIAS	437
6.2.	PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTA TESIS	447
6.3.	TRABAJOS DERIVADOS DE ESTA TESIS.....	449
6.4.	PONENCIAS Y CONGRESOS	453
6.5.	PROYECTOS ASOCIADOS A ESTA TESIS	457
6.6.	RECONOCIMIENTOS.....	459
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES		461
ÍNDICE DE TABLAS		473
ANEJOS		481

ÍNDICE DETALLADO DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	III
ÍNDICE DETALLADO DE CONTENIDOS	VII
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XXI
PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO	XXIII
MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.....	XXV
CAPÍTULO 1 ESTADO DEL CONOCIMIENTO	1
1.1. LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	7
1.1.1. <i>Introducción</i>	7
1.1.2. <i>Marco legal</i>	10
1.1.2.1. Normativa de entidades locales.....	10
1.1.2.2. Marco legal nacional.....	11

1.1.2.3.	Marco legal comunitario.....	11
1.1.3.	<i>Producción de RCD en España</i>	11
1.1.4.	<i>Objetivos del II PNRC</i>	15
1.2.	LOS ÁRIDOS RECICLADOS	17
1.2.1.	<i>Introducción</i>	17
1.2.2.	<i>Normativas internacionales</i>	19
1.2.2.1.	RILEM	19
1.2.2.2.	Normativas japonesas.....	20
1.2.2.3.	Normativas británicas	20
1.2.2.4.	Normativa alemana	20
1.2.2.5.	Normativa austriaca	21
1.2.2.6.	Normativa francesa.....	21
1.2.2.7.	Otras normativas.....	21
1.2.3.	<i>Producción de árido reciclado</i>	22
1.2.3.1.	Plantas fijas y móviles.....	23
1.2.3.2.	Eliminación de impurezas	26
1.2.3.3.	Recomendaciones	27
1.2.4.	<i>Propiedades de los áridos reciclados</i>	28
1.2.4.1.	Naturaleza de los áridos reciclados	28
1.2.4.2.	Propiedades geométricas de los áridos reciclados	30
1.2.4.3.	Porcentaje de finos	31
1.2.4.4.	Forma y textura superficial.....	32
1.2.4.5.	Propiedades físicas y mecánicas del árido reciclado	33
1.2.4.6.	Mortero adherido al árido reciclado	38
1.3.	GENERALIDADES DEL HORMIGÓN	41
1.3.1.	<i>Introducción</i>	41
1.3.2.	<i>Estructura del hormigón</i>	47
1.3.3.	<i>El árido en el hormigón</i>	49
1.3.4.	<i>La matriz o pasta de cemento hidratada</i>	50
1.3.4.1.	Agua en la pasta de cemento hidratada	52
1.3.5.	<i>Interfase pasta-árido</i>	53
1.3.6.	<i>Influencia de los componentes en las propiedades del hormigón</i>	54
1.3.6.1.	Influencia de la matriz de cemento	54
1.3.6.2.	Influencia de la interfase pasta-árido	59
1.3.6.3.	Influencia del árido	61
1.4.	EL HORMIGÓN RECICLADO	63
1.4.1.	<i>Introducción</i>	63
1.4.2.	<i>Instrucción Española del Hormigón Estructural</i>	64

1.4.3.	<i>Dosificación y fabricación de hormigón reciclado</i>	66
1.4.4.	<i>Propiedades físicas y durabilidad del hormigón reciclado</i>	67
1.4.5.	<i>Propiedades mecánicas del hormigón reciclado</i>	70
1.4.5.1.	Deformabilidad.....	70
1.4.5.2.	Fluencia y retracción del hormigón.....	71
1.4.6.	<i>Comportamiento a fatiga del hormigón reciclado</i>	71
1.4.7.	<i>Investigaciones llevadas a cabo en España</i>	73
1.4.7.1.	Estudio de la durabilidad del hormigón con árido reciclado en su aplicación como hormigón armado (1996).....	73
1.4.7.2.	Caracterización de residuos de construcción y demoliciones de la Comunidad de Madrid como áridos reciclados para la fabricación de hormigones (2001).....	73
1.4.7.3.	Comportamiento tenso-deformación instantáneo y diferido de hormigón con árido reciclado (2001).....	74
1.4.7.4.	Hormigones con áridos reciclados procedentes de demoliciones: dosificaciones, propiedades mecánicas y comportamiento estructural a cortante (2002).....	74
1.4.7.5.	Diseño de nuevos materiales procedentes del reciclaje de escombros de construcción y demolición. RUE (residuos urbanos de edificación) y RAHA (residuos de aglomerados hidráulicos y asfálticos) (2003).....	75
1.4.7.6.	Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural (2004).....	75
1.4.7.7.	Estudio sobre los residuos de construcción y demolición en Galicia: método de estimación de la producción anual y usos posibles para su reciclaje (2006).....	76
1.4.7.8.	Guía Española de Áridos Reciclados procedentes de Residuos de Construcción y Demolición (2006-2010).....	76
1.4.7.9.	Influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas (2008).....	77
1.4.7.10.	Comportamiento de hormigones con árido cerámico reciclado: estudio físico-mecánico, microestructural y de durabilidad (2011).....	77
1.4.7.11.	Estudio experimental preformativo sobre la utilización de los residuos de construcción y demoliciones en hormigón reciclado de aplicación estructural (2005-2011).....	78
1.4.8.	<i>Experiencias en la utilización de hormigón reciclado</i>	83
1.4.8.1.	Puente de Marina Seca del Forum 2004 de Barcelona.....	83
1.4.8.2.	Puente atirantado sobre el río Turia.....	83
1.4.9.	<i>Experiencias en otros países</i>	84
CAPÍTULO 2	MATERIALES Y METODOLOGÍAS DE ENSAYO	87
2.1.	CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO	89
2.1.1.	<i>Densidad real del cemento</i>	89
2.1.2.	<i>Superficie específica Blaine</i>	90
2.1.3.	<i>Composición química elemental</i>	92

2.1.4.	<i>Composición mineralógica</i>	93
2.2.	CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS NATURALES Y RECICLADOS	97
2.2.1.	<i>Composición macroscópica</i>	97
2.2.2.	<i>Propiedades geométricas y dimensionales</i>	99
2.2.2.1.	Análisis granulométricos	100
2.2.2.2.	Determinación del contenido de finos	102
2.2.2.3.	Determinación del contenido de partículas de tamaño inferior a 4 mm.....	103
2.2.2.4.	Determinación del índice de lajas	103
2.2.2.5.	Determinación del coeficiente de forma	105
2.2.3.	<i>Propiedades físicas de los áridos</i>	106
2.2.3.1.	Determinación de densidades reales, relativas, aparentes y saturadas	107
2.2.3.2.	Determinación del coeficiente de absorción de agua.....	113
2.2.3.3.	Determinación de la porosidad accesible.....	113
2.2.4.	<i>Propiedades mecánicas y tribológicas</i>	114
2.2.4.1.	Determinación del contenido de partículas blandas.....	114
2.2.4.2.	Determinación del coeficiente de desgaste Los Ángeles	116
2.2.4.3.	Determinación del índice de machacabilidad	117
2.3.	DOSIFICACIONES DEL HORMIGÓN	123
2.3.1.	<i>Estimación del número de probetas necesarias</i>	123
2.3.2.	<i>Definición de las dosificaciones</i>	125
2.3.3.	<i>Procedimiento de amasado</i>	128
2.3.3.1.	Primera fase	131
2.3.3.2.	Segunda fase	133
2.3.3.3.	Tercera fase	136
2.3.3.4.	Resumen de los procedimientos de amasado.....	137
2.3.4.	<i>Condiciones de curado</i>	140
2.4.	HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO	141
2.4.1.	<i>Registro de la temperatura</i>	141
2.4.2.	<i>Consistencia o trabajabilidad</i>	142
2.4.3.	<i>Preparación de las probetas normalizadas</i>	145
2.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	151
2.5.1.	<i>Densidades relativas, aparentes y saturadas</i>	152
2.5.2.	<i>Determinación de la porosidad accesible</i>	154
2.5.3.	<i>Determinación del coeficiente de absorción</i>	155
2.5.4.	<i>Determinación de la macroporosidad mediante análisis digital de imágenes</i> .	155
2.5.4.1.	Preparación de las muestras	155
2.5.4.2.	Software de análisis	161

2.5.4.3.	Distribución de la macroporosidad	169
2.5.4.4.	Distribución de la macroporosidad en altura	172
2.5.5.	<i>Determinación de la velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos.....</i>	<i>172</i>
2.6.	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN RECICLADO	175
2.6.1.	<i>Carbonatación por exposición a la intemperie</i>	<i>179</i>
2.6.2.	<i>Determinación del coeficiente de permeabilidad al oxígeno.....</i>	<i>181</i>
2.6.3.	<i>Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión</i>	<i>191</i>
2.7.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	195
2.7.1.	<i>Determinación de la resistencia a compresión uniaxial.....</i>	<i>195</i>
2.7.2.	<i>Determinación del módulo de elasticidad.....</i>	<i>197</i>
2.7.3.	<i>Determinación de la resistencia a tracción indirecta.....</i>	<i>202</i>
2.8.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DEL HORMIGÓN.....	205
2.8.1.	<i>Preparación de probetas.....</i>	<i>208</i>
2.8.2.	<i>Método STAIRCASE.....</i>	<i>211</i>
2.8.3.	<i>Método LOCATI</i>	<i>217</i>
2.9.	ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN	221
CAPÍTULO 3	RESULTADOS.....	223
3.1.	PROPIEDADES DEL CEMENTO.....	225
3.1.1.	<i>Densidad real</i>	<i>225</i>
3.1.2.	<i>Superficie específica Blaine</i>	<i>225</i>
3.1.3.	<i>Composición química.....</i>	<i>226</i>
3.1.4.	<i>Composición mineralógica.....</i>	<i>227</i>
3.2.	PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS NATURALES Y RECICLADOS	229
3.2.1.	<i>Composición macroscópica</i>	<i>229</i>
3.2.2.	<i>Propiedades geométricas y dimensionales</i>	<i>233</i>
3.2.2.1.	<i>Análisis granulométricos</i>	<i>233</i>
3.2.2.2.	<i>Contenido en finos</i>	<i>234</i>
3.2.2.3.	<i>Contenido de partículas de tamaño inferior a 4 mm.....</i>	<i>234</i>
3.2.2.4.	<i>Índice de lajas</i>	<i>235</i>
3.2.2.5.	<i>Coeficiente de forma.....</i>	<i>236</i>
3.2.3.	<i>Propiedades físicas</i>	<i>236</i>
3.2.3.1.	<i>Densidad relativa, aparente y saturada.....</i>	<i>236</i>
3.2.3.2.	<i>Coeficiente de absorción de agua</i>	<i>237</i>
3.2.3.3.	<i>Porosidad accesible.....</i>	<i>237</i>
3.2.4.	<i>Propiedades mecánicas y tribológicas</i>	<i>238</i>

3.2.4.1.	Contenido de partículas blandas	238
3.2.4.2.	Coeficiente de desgaste Los Ángeles.....	238
3.2.4.3.	Índice de machacabilidad	239
3.2.4.4.	Comportamiento bajo cargas de compresión.....	240
3.3.	DOSIFICACION Y CURADO DEL HORMIGÓN RECICLADO	243
3.3.1.	<i>Dosificaciones</i>	243
3.3.2.	<i>Condiciones de curado en intemperie marina</i>	245
3.4.	PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO	249
3.4.1.	<i>Temperatura</i>	249
3.4.2.	<i>Consistencia del hormigón en masa</i>	250
3.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	253
3.5.1.	<i>Densidad relativa</i>	253
3.5.2.	<i>Coeficiente de absorción</i>	255
3.5.3.	<i>Porosidad accesible</i>	258
3.5.4.	<i>Macroporosidad por análisis digital de imágenes</i>	261
3.5.4.1.	Distribución de la macroporosidad en altura	261
3.5.4.2.	Número de macroporos en función de la distancia	261
3.5.4.3.	Número de macroporos según su tamaño	262
3.5.4.4.	Tamaño de macroporos en función de la distancia	262
3.5.5.	<i>Velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos</i>	262
3.6.	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN RECICLADO	265
3.6.1.	<i>Carbonatación por exposición a la intemperie</i>	265
3.6.2.	<i>Profundidad de penetración de agua bajo presión</i>	266
3.6.3.	<i>Coeficiente de permeabilidad al oxígeno</i>	268
3.7.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	271
3.7.1.	<i>Resistencia a compresión uniaxial</i>	271
3.7.2.	<i>Resistencia a tracción indirecta</i>	274
3.7.3.	<i>Módulo de elasticidad del hormigón reciclado</i>	277
3.8.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	279
3.8.1.	<i>Método STAIRCASE</i>	279
3.8.1.1.	Límite a fatiga.....	287
3.8.1.2.	Rigidez	290
3.8.2.	<i>Método LOCATI</i>	299
3.9.	ESTUDIO FRACTOGRÁFICO	303

CAPÍTULO 4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	313
4.1.	PROPIEDADES DEL CEMENTO	315
4.2.	PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS NATURALES Y RECICLADOS	317
4.2.1.	<i>Composición tras la separación visual</i>	317
4.2.2.	<i>Propiedades geométricas y dimensionales</i>	319
4.2.2.1.	Análisis granulométrico	319
4.2.2.2.	Contenido de finos	320
4.2.2.3.	Contenido de partículas de tamaño inferior a 4 mm	321
4.2.2.4.	Índice de lajas	321
4.2.2.5.	Coefficiente de forma	321
4.2.3.	<i>Propiedades físicas</i>	322
4.2.3.1.	Densidad aparente, relativa y saturada	322
4.2.3.2.	Coefficiente de absorción de agua	323
4.2.3.3.	Porosidad accesible	324
4.2.4.	<i>Propiedades mecánicas y tribológicas</i>	324
4.2.4.1.	Contenido de partículas blandas	324
4.2.4.2.	Coefficiente de desgaste Los Ángeles	325
4.2.4.3.	Índice de machacabilidad	326
4.2.4.4.	Comportamiento bajo cargas de compresión	327
4.3.	DOSIFICACION Y CURADO DEL HORMIGÓN RECICLADO	331
4.3.1.	<i>Dosificaciones</i>	331
4.3.1.1.	Amasado del hormigón reciclado	331
4.3.1.2.	Relación agua/cemento efectiva	334
4.3.2.	<i>Condiciones de curado en intemperie marina</i>	336
4.4.	PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO	338
4.4.1.	<i>Temperatura</i>	338
4.4.2.	<i>Consistencia o trabajabilidad</i>	338
4.5.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	341
4.5.1.	<i>Densidad relativa</i>	341
4.5.1.1.	Análisis de resultados por fases	341
4.5.1.2.	Densidad frente a la relación agua/cemento	343
4.5.2.	<i>Coefficiente de absorción</i>	345
4.5.2.1.	Análisis de resultados por fases	346
4.5.2.2.	Coefficiente de absorción frente a la relación agua/cemento efectiva	347
4.5.2.3.	Coefficiente de absorción frente a la densidad	349
4.5.3.	<i>Porosidad accesible</i>	350
4.5.3.1.	Análisis de resultados por fases	350

4.5.3.2.	Porosidad accesible frente a la relación agua/cemento efectiva.....	351
4.5.3.3.	Porosidad accesible frente a la densidad	353
4.5.4.	<i>Macroporosidad</i>	354
4.5.4.1.	Distribución de la macroporosidad en altura	354
4.5.4.2.	Número de macroporos en función de la distancia	355
4.5.4.3.	Número de macroporos según su tamaño	356
4.5.4.4.	Tamaño de macroporos en función de la distancia	357
4.5.4.5.	Macroporosidad en función de la densidad.....	357
4.5.5.	<i>Velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos</i>	358
4.5.5.1.	Análisis de resultados por fases	358
4.5.5.2.	Propagación de ultrasonidos frente a la relación agua/cemento.....	359
4.5.5.3.	Propagación de impulsos ultrasónicos frente a la densidad	360
4.6.	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN RECICLADO	363
4.6.1.	<i>Carbonatación por exposición a la intemperie</i>	363
4.6.2.	<i>Profundidad de penetración de agua bajo presión</i>	364
4.6.2.1.	Análisis de resultados por fases	364
4.6.2.2.	Penetración de agua frente a la relación agua/cemento efectiva	365
4.6.2.3.	Penetración de agua bajo presión frente a la porosidad accesible	367
4.6.3.	<i>Coefficiente de permeabilidad al oxígeno</i>	368
4.6.3.1.	Análisis de resultados por fases	368
4.6.3.2.	Permeabilidad al oxígeno frente a la relación agua/cemento efectiva.....	369
4.6.3.3.	Permeabilidad al oxígeno frente a la porosidad accesible.....	371
4.6.3.4.	Permeabilidad al oxígeno frente a la penetración de agua bajo presión	372
4.7.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN RECICLADO	375
4.7.1.	<i>Resistencia a compresión uniaxial</i>	375
4.7.1.1.	Análisis de resultados por fases	375
4.7.1.2.	Resistencia a compresión frente a la relación agua/cemento efectiva	376
4.7.1.3.	Resistencia a compresión frente al coeficiente de absorción.....	378
4.7.1.4.	Resistencia a compresión frente a la porosidad accesible	379
4.7.1.5.	Resistencia a compresión frente a la penetración de agua bajo presión.....	380
4.7.1.6.	Resistencia a compresión frente a la permeabilidad al oxígeno	381
4.7.1.7.	Influencia del porcentaje de sustitución en la resistencia a compresión	381
4.7.2.	<i>Resistencia a tracción indirecta</i>	384
4.7.2.1.	Análisis de resultados por fases	384
4.7.2.2.	Resistencia a tracción frente a la relación agua/cemento efectiva	385
4.7.3.	<i>Módulo de elasticidad del hormigón reciclado</i>	386
4.7.3.1.	Análisis de resultados por fases	387
4.7.3.2.	Módulo de elasticidad frente a la relación agua/cemento efectiva.....	387
4.7.3.3.	Módulo de elasticidad frente a la resistencia a compresión	389

4.8.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DEL HORMIGÓN RECICLADO.....	391
4.8.1.	<i>Método STAIRCASE</i>	391
4.8.1.1.	Evolución de la rigidez	391
4.8.1.2.	Límite a fatiga.....	402
4.8.1.3.	Límite a fatiga según la relación agua/cemento efectiva	403
4.8.2.	<i>Método LOCATI</i>	404
4.8.2.1.	Deformación por fatiga LOCATI.....	407
4.8.2.2.	Análisis de resultados por fases	413
4.8.3.	<i>Relación entre los métodos LOCATI y STAIRCASE</i>	414
4.9.	ESTUDIO FRACTOGRÁFICO	417
CAPÍTULO 5	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	419
5.1.	CONCLUSIONES	421
5.2.	CONCLUSIONS	423
5.3.	RECOMENDACIONES NORMATIVAS	425
5.3.1.	<i>Fabricación del hormigón</i>	425
5.3.2.	<i>Dosificación de materiales componentes</i>	425
5.3.3.	<i>Durabilidad del hormigón reciclado</i>	426
5.3.4.	<i>Comportamiento a fatiga</i>	426
5.4.	TRABAJO FUTURO.....	429
CAPÍTULO 6	BIBLIOGRAFÍA.....	435
6.1.	REFERENCIAS	437
6.2.	PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTA TESIS	447
6.3.	TRABAJOS DERIVADOS DE ESTA TESIS.....	449
6.4.	PONENCIAS Y CONGRESOS	453
6.5.	PROYECTOS ASOCIADOS A ESTA TESIS	457
6.6.	RECONOCIMIENTOS.....	459
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	461
ÍNDICE DE TABLAS	473
ANEJOS	481

ANEJO I. DATOS TÉCNICOS DE CEMENTOS Y ADITIVOS.

ANEJO II. PROGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MACROPOROSIDAD ACCESIBLE Y NO ACCESIBLE MEDIANTE ANÁLISIS DIGITAL DE IMÁGENES.

ANEJO III. ROTURAS A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN RECICLADO.

ANEJO IV. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE MACROPOROSIDAD.

ANEJO V. PROPIEDADES DEL HORMIGÓN RECICLADO CURADO EN AMBIENTE MARINO.

ANEJO VI. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A FATIGA.

ANEJO VII. FRACTOGRAFÍAS DEL HORMIGÓN RECICLADO ENSAYADO A FATIGA.