

## ÍNDICE

<b>Resumen</b>	21
<b>Summary</b>	25
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	27
1.1. La naturaleza del fraguado del hormigón HCR fresco	29
1.1.1. El estado y carácter de la pasta de material cementicio, mortero y hormigón durante el proceso de fraguado	29
1.1.2. El estado de fraguado de la superficie de la tongada de hormigón HCR y su influencia sobre la unión entre tongadas	30
1.2. Sistemas de unión entre tongadas	31
1.2.1. Tipos de junta	32
1.2.2. Factores que influyen sobre la calidad de las juntas	33
1.2.3. Métodos de evaluación del estado de la superficie de la tongada	34
1.2.4. Curado y tratamiento de las juntas	40
1.2.5. Comportamiento de las juntas horizontales de construcción	42
1.3. Análisis del intervalo admisible de tiempo de construcción de juntas entre tongadas de hormigón HCR	45
1.4. Bibliografía	45
<b>CAPÍTULO 2: OBJETIVOS DE LA TESIS</b>	47
2.1. Objetivos de la tesis	50
2.1.1. Desarrollo de una metodología para el control del proceso de fraguado y endurecimiento de las mezclas hidráulicas	50
2.1.2. Influencia de diferentes parámetros composicionales y ambientales en el proceso de fraguado y endurecimiento de hormigones HCR	50
2.1.3. Influencia de diferentes parámetros composicionales y ambientales en la aptitud de unión de las juntas entre hormigones HCR	51
2.1.4. Análisis de la correlación entre la resistencia a la penetración y la calidad de unión de las juntas entre tongadas de hormigones HCR	51

2.2. Metodologías de trabajo .....	52
2.2.1. Metodología para la definición de un método de ensayo que permita determinar la resistencia a la penetración .....	52
2.2.2. Metodología para la determinación de la influencia de los parámetros composicionales y las condiciones ambientales en el proceso de endurecimiento .....	54
2.2.3. Metodología para la determinación de la influencia de los parámetros composicionales y las condiciones ambientales sobre la aptitud de unión entre tongadas .....	54
2.2.4. Metodología para la comprobación de la hipótesis de relación entre el proceso de endurecimiento y la aptitud de la unión entre tongadas ...	55
<b>CAPÍTULO 3: MATERIALES .....</b>	<b>57</b>
3.1. Características físico-química .....	59
3.1.1. Conglomerante .....	59
3.1.1.1. Cemento Portland Tipo V/25 .....	59
3.1.1.2. Cemento Portland Tipo IV/35 .....	60
3.1.1.3. Cemento Portland Tipo I/45A .....	60
3.1.2. Arena .....	60
3.1.3. Aditivo retardador de fraguado .....	61
3.1.4. Agua .....	62
3.2. Sinopsis de la casuística analizada .....	63
3.2.1. Mortero de referencia .....	63
3.2.2. Parámetros composicionales .....	63
3.2.2.1. Tipo de conglomerante .....	63
3.2.2.2. Relación agua/conglomerante (w/c) .....	64
3.2.2.3. Relación arena/conglomerante .....	65
3.2.2.4. Aditivo retardador de fraguado .....	66
3.2.3. Condiciones ambientales de conservación .....	67
3.2.3.1. Temperatura .....	68
3.2.3.2. Humedad .....	68
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL HORMIGÓN MEDIANTE TÉCNICAS DE PENETRACIÓN (MPUC) .....</b>	<b>69</b>
4.1. Revisión de las metodologías existentes .....	73
4.2. Muestra objeto de ensayo .....	75

4.3. Desarrollo de un método para la caracterización del fraguado y endurecimiento del hormigón mediante técnicas de penetración (MPUC) .....	76
4.3.1. Objetivo .....	76
4.3.2. Fabricación de muestras .....	76
4.3.3. Ensayos preliminares .....	77
4.3.4. Definición de parámetros y variables .....	82
4.3.5. Características del ensayo de penetración (MPUC) .....	83
4.3.6. Propuesta de Norma para la caracterización del fraguado y endurecimiento del hormigón mediante técnicas de penetración (MPUC) .....	84
4.3.6.1. Objeto y campo de aplicación .....	84
4.3.6.2. Normas de consulta .....	84
4.3.6.3. Medios de ensayo .....	84
4.3.6.4. Muestra .....	85
4.3.6.5. Procedimiento de ensayo .....	85
4.3.6.6. Cálculo y expresión de resultados .....	85
4.3.6.7. Informe del ensayo .....	85
4.4. Bibliografía .....	86
<b>CAPÍTULO 5: INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS COMPOSICIONALES Y DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE CONSERVACIÓN EN EL PROCESO DE FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL HORMIGÓN .....</b>	<b>87</b>
5.1. Ensayos realizados .....	89
5.1.1. Fabricación de muestras .....	90
5.1.2. Caracterización del proceso de fraguado y endurecimiento .....	91
5.2. Mortero de referencia .....	93
5.3. Influencia de la variación de los parámetros composicionales en el proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón .....	95
5.3.1. Tipo de conglomerante .....	96
5.3.2. Relación agua/conglomerante (w/c) .....	98
5.3.3. Relación arena/conglomerante .....	100
5.3.4. Aditivo retardador de fraguado .....	102
5.4. Influencia de la variación de las condiciones ambientales de conservación en el proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón .....	105
5.4.1. Temperatura de conservación .....	105
5.4.2. Humedad de conservación .....	108

5.5. Conclusiones .....	109
<b>CAPÍTULO 6: INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS COMPOSICIONALES, DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE CONSERVACIÓN Y DEL TIEMPO TRANSCURRIDO EN LA CAPACIDAD DE UNIÓN DE LOS HORMIGONES .....</b>	<b>111</b>
6.1. Ensayos realizados .....	113
6.1.1. Fabricación de probetas .....	114
6.1.2. Ensayo de resistencia a flexotracción .....	116
6.1.2.1. Equipo utilizado en la realización del ensayo de flexotracción .	117
6.1.2.2. Procedimiento de ensayo .....	118
6.1.2.3. Resultados del ensayo .....	118
6.1.3. Ensayo de permeabilidad al agua .....	119
6.1.4. Ensayo de porosidad .....	123
6.1.4.1. Equipo necesario para el ensayo de porosidad .....	123
6.1.4.2. Procedimiento del ensayo de porosidad .....	123
6.2. Mortero de referencia .....	124
6.2.1. Resistencia a flexotracción .....	125
6.2.2. Permeabilidad al agua .....	131
6.2.3. Comportamiento general de las juntas .....	134
6.3. Influencia de la variación de los parámetros composicionales y del tiempo transcurrido en la capacidad de unión entre hormigones .....	136
6.3.1. Influencia del tipo de conglomerante y del tiempo de espera .....	137
6.3.1.1. Conglomerante tipo IV/35 .....	138
6.3.1.2. Conglomerante tipo I/45A .....	141
6.3.1.3. Comparación del tipo de conglomerante .....	143
6.3.2. Influencia de la relación agua/conglomerante y del tiempo de espera .	145
6.3.2.1. Relación w/c = 0.45 .....	146
6.3.2.2. Relación w/c = 0.55 .....	148
6.3.2.3. Comparación de la relación agua/conglomerante .....	151
6.3.3. Influencia de la relación arena/conglomerante y del tiempo de espera .	152
6.3.3.1. Relación arena/conglomerante = 2.5 .....	153
6.3.3.2. Comparación de la relación arena/conglomerante .....	156
6.3.4. Influencia del aditivo retardador de fraguado y del tiempo de espera .	157
6.3.4.1. Aditivo retardador = 1 % .....	158
6.3.4.2. Comparación de los porcentajes de aditivo retardador .....	161

6.4. Influencia de la variación de las condiciones ambientales de conservación y el tiempo transcurrido en la capacidad de unión de los hormigones . . . . .	163
6.4.1. Influencia de la temperatura ambiental de conservación y del tiempo de espera . . . . .	164
6.4.1.1. Temperatura = 10 °C . . . . .	165
6.4.1.2. Temperatura = 30 °C . . . . .	167
6.4.1.3. Comparación de la temperatura ambiental de conservación ..	169
6.4.2. Influencia de la humedad ambiental de conservación y del tiempo de espera . . . . .	171
6.4.2.1. Humedad = 65 % . . . . .	172
6.4.2.2. Comparación de la humedad ambiental de conservación . . . . .	174
6.5. Conclusiones	176
<b>CAPÍTULO 7: CORRELACIÓN ENTRE EL PROCESO DE FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO Y LA CAPACIDAD DE UNIÓN ENTRE HORMIGONES . . . . .</b>	<b>177</b>
7.1. Mortero de referencia . . . . .	180
7.2. Correlación para diferentes parámetros composicionales . . . . .	184
7.2.1. Tipo de conglomerante . . . . .	185
7.2.1.1. Conglomerante tipo IV/35 . . . . .	185
7.2.1.2. Conglomerante tipo I/45A . . . . .	186
7.2.2. Relación agua/conglomerante . . . . .	186
7.2.2.1. Relación agua/conglomerante = 0.45 . . . . .	187
7.2.2.2. Relación agua/conglomerante = 0.55 . . . . .	187
7.2.3. Relación arena/conglomerante . . . . .	188
7.2.3.1. Relación arena/conglomerante = 2.5 . . . . .	188
7.2.4. Aditivo retardador de fraguado . . . . .	189
7.2.4.1. Aditivo retardador: 1 % . . . . .	189
7.3. Correlación para diferentes condiciones ambientales de conservación . . . . .	190
7.3.1. Temperatura ambiental de conservación . . . . .	191
7.3.1.1. Temperatura: 10 °C . . . . .	191
7.3.1.2. Temperatura: 30 °C . . . . .	192
7.3.2. Humedad ambiental de conservación . . . . .	192
7.3.2.1. Humedad: 65 % . . . . .	193
7.4. Conclusiones	193

<b>CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES</b>	195
8.1. Conclusiones	197
8.2. Futuras investigaciones	198