

# Índice

<b>Capítulo 1 Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Optimización en el diseño de estructuras. ....	2
1.2. Forjados de losa postesa .....	3
1.2.1 Antecedentes históricos del hormigón pretensado. ....	4
1.2.2 El pretensado en edificación. ....	8
1.2.3 Ventajas de los forjados postensados. ....	10
1.2.4 Colocación de los tendones. ....	11
1.2.5 Clasificación de forjados. ....	14
1.2.6 Ejemplos de edificios con forjados postensados. ....	16
1.2.7 Reflexión sobre el uso de forjados postensados. ....	21
1.3. Naturaleza del problema de optimización .....	21
1.4. Objetivo de la tesis .....	23
1.5. Estructura del trabajo .....	24
<b>Capítulo 2 Revisión bibliográfica. ....</b>	<b>26</b>
2.1. Antecedentes históricos de la optimización estructural .....	26
2.2. Optimización heurística de estructuras de hormigón .....	28
2.2.1 Algoritmos poblacionales .....	28
2.2.2 Algoritmos de búsqueda secuencial por entornos .....	30
2.3. Optimización de losas .....	32
2.4. Sostenibilidad de estructuras .....	33
2.5. Conclusión .....	36
2.6. Publicaciones previas a la presentación de la tesis .....	37
<b>Capítulo 3 Definición del problema de optimización. ....</b>	<b>38</b>
3.1. Definición del problema .....	38
3.1.1 Optimización monoobjetivo .....	38
3.1.2 Optimización multiobjetivo .....	39
3.2. Parámetros del problema .....	40
3.3. Variables de diseño. ....	43
3.3.1 Geometría y hormigón .....	43
3.3.2 Pretensado. ....	46
3.3.3 Armadura pasiva. ....	47
3.4. Tamaño del problema. ....	50
3.5. Función objetivo .....	51
3.5.1 Medición .....	52
3.5.2 Costes unitarios .....	52
<b>Capítulo 4 Comprobación de forjados postensados. ....</b>	<b>54</b>

4.1. Planteamiento .....	55
4.2. Cálculo de esfuerzos .....	56
4.2.1 Análisis estructural. ....	56
4.2.2 Modelo de cálculo. Análisis según el método de los pórticos virtuales. ....	59
4.2.3 Método de las deformaciones.....	62
4.2.4 Estados de cargas y combinaciones.....	63
4.3. Comprobación de las tensiones en servicio del hormigón.....	64
4.3.1 Pérdidas instantáneas.....	64
4.3.2 Pérdidas diferidas .....	67
4.4. Comprobación de tensiones en vacío y en servicio.....	68
4.4.1 Comprobación de tensiones en vacío.....	68
4.4.2 Comprobación de tensiones en servicio.....	68
4.5. Comprobación de estado límite último.....	69
4.5.1 Flexión. Comprobación de armadura pasiva .....	69
4.5.2 Armadura pasiva mínima.....	70
4.5.3 Comprobación a punzonamiento. ....	73
4.6. Estado límite de servicio .....	78
4.6.1 Estado límite de fisuración. ....	78
4.6.2 Estado límite de deformación.....	78
<b>Capítulo 5 Métodos heurísticos. ....</b>	<b>82</b>
5.1. Algoritmos de búsqueda secuencial por entornos.....	83
5.2. Algoritmos de descenso.....	85
5.3. Recocido simulado.....	86
5.4. Aceptación por umbrales.....	90
5.5. Algoritmo del solterón.....	92
5.6. Algoritmo SMOSA .....	96
<b>Capítulo 6 Aplicación de las heurísticas .....</b>	<b>99</b>
6.1. Pre procesado de datos .....	100
6.2. Generación aleatoria de soluciones .....	101
6.3. Movimientos.....	102
6.4. Algoritmo de búsqueda local de máximo gradiente .....	103
6.4.1 Descripción .....	103
6.4.2 Aplicación.....	104
6.5. Recocido simulado (SA) .....	107
6.5.1 Descripción .....	107
6.5.2 Aplicación.....	109
6.6. Aceptación por umbrales (TA) .....	112
6.6.1 Descripción .....	112

6.6.2 Aplicación.....	113
6.7. Algoritmo del Solterón (OBA) .....	116
6.7.1 Aplicación.....	117
6.8. Algoritmo del Solterón (OBA1) .....	120
6.8.1 Aplicación.....	121
6.9. Aplicación de heurísticas multiobjetivo.....	125
6.9.1 SMOSA coste-seguridad .....	127
6.9.2 Aplicación.....	128
6.10. Discusión de los resultados .....	129
<b>Capítulo 7 Una nueva metaheurística.....</b>	<b>132</b>
7.1. Introducción.....	132
7.1.1 Motivación de la nueva metaheurística. ....	133
7.1.2 Antecedentes.....	134
7.2. Planteamiento teórico del algoritmo. ....	135
7.2.1 Definiciones .....	136
7.2.2 Destrucción Puntual .....	139
7.2.3 Reconstrucción negociada.....	140
7.3. Funcionamiento del algoritmo. ....	144
7.4. Parámetros del algoritmo.....	147
7.5. Ejemplo numérico.....	149
7.6. Aplicación del algoritmo. ....	160
7.7. Comparación DP+RG vs TA .....	162
7.8. Número de ejecuciones algoritmo DP+RG .....	164
7.9. Comparación SMOSA vs DP+RG .....	166
7.10. Ventajas y desventajas frente a otros algoritmos .....	168
7.11. Conclusiones.....	169
<b>Capítulo 8 Estudio económico.....</b>	<b>170</b>
8.1. Comparación de soluciones, criterios económicos .....	170
<b>Capítulo 9 Estudio de sostenibilidad ambiental .....</b>	<b>173</b>
9.1. Aplicación.....	173
9.2. Análisis de resultados .....	174
<b>Capítulo 10 Estudio paramétrico de forjados.....</b>	<b>177</b>
10.1. Objetivo .....	177
10.2. Aplicación.....	177
10.2.1 Variación en luces interiores .....	178
10.2.2 Predimensionamiento de forjados de losa postesa .....	185
10.2.3 Variación en luces exteriores.....	186
<b>Capítulo 11 Estudio de sensibilidad.....</b>	<b>188</b>

11.1. Objetivo .....	188
11.2. Solución inicial .....	188
11.3. Aplicación.....	189
11.4. Hormigón pretensado.....	189
11.5. Armadura pasiva.....	192
11.6. Armadura activa .....	195
11.7. Repercusión en el coste final.....	197
11.8. Conclusiones.....	200
<b>Capítulo 12 Conclusiones y futuras líneas de investigación .....</b>	<b>202</b>
12.1. Conclusiones.....	203
12.1.1 Estado del arte.....	203
12.1.2 Optimización heurística.....	204
12.1.3 Forjados de losas postesa.....	204
12.2. Futuras líneas de investigación.....	208
12.2.1 Optimización heurística.....	208
12.2.2 Forjados de losas postesa.....	209
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>211</b>
<b>Apéndice 1. Resultados de la calibración y los estudios .....</b>	<b>219</b>
<b>Apéndice 2. Cálculo detallado de la mejor solución encontrada .....</b>	<b>238</b>