

ÍNDICE

PRÓLOGO	3
 CAPÍTULO 1	
MOTIVOS, SI LOS HAY, PARA LA INTERVENCIÓN	15
1. Introducción	15
2. Razones de la intervención	16
3. Estadísticas	17
4. Organización del documento	20
 CAPÍTULO 2	
ENTENDER LOS PUENTES DE FÁBRICA	23
1. Consideraciones previas	23
2. Intervenciones en puentes de fábrica	27
2.1. Mantenimiento y conservación	29
2.2. Consolidación de las obras de fábrica	31
2.2.1. Daños en las cepas	31
2.2.2. Daños en las bóvedas	33
2.2.3. Daños en los tímpanos	36
2.2.4. Daños en tajamares y espolones	36

2.3.	Reposición del paso	39
2.4.	Refuerzo estructural	42
2.5.	Renovación y rehabilitación	43

CAPÍTULO 3

TÉCNICAS DE MODIFICACIÓN DEL ANCHO DE LA PLATAFORMA Y CRITERIOS DE ELECCIÓN		47
1.	Planteamiento general	47
2.	Factores a tener en cuenta	47
2.1.	Ensanche de plataforma	47
2.2.	Reversión a ancho original	49
2.3.	Otros factores	49
3.	Clasificación de ensanches	50
3.1.	Según aspectos funcionales	50
3.2.	Según procesos constructivos	52
3.3.	Según tipologías	54
3.4.	Actuaciones en paralelo	58
4.	Criterios de intervención en la recuperación del ancho original	63

CAPÍTULO 4

TRABAJOS PREVIOS	67
1. Objetivo de los trabajos previos	67
2. Datos patrimoniales	68
3. Información histórica	69
4. Información acerca de la obra existente	70
4.1. El contexto	70
4.2. Datos generales	73
4.3. Datos geométricos	73
4.4. Datos mecánicos o resistentes	75
4.5. Datación histórica de la obra de paso	75
4.5.1. Puentes de bóvedas peraltadas (relación $l/f \leq 2$)	76
Puentes romanos	76
Puentes medievales	78
Puentes renacentistas o barrocos	81
Puentes del s. XIX y primera mitad del XX	82
4.5.2. Puentes de bóvedas rebajadas (relación $l/f > 2$)	85
4.5.3. Tramos de losas de piedra	87
4.6. Encaje de la esbeltez de la bóveda en los cánones del s. XIX	87
5. Datos del entorno	88

CAPÍTULO 5

BASES PARA EL ANÁLISIS	89
1. El contexto	89
2. Bases de cálculo	90
2.1. Consideraciones particulares para las estructuras de fábrica	90
2.2. Identificación de los modos de fallo	92
2.2.1. <i>Fallo por formación de mecanismos cinemáticos de colapso (rótulas)</i>	92
2.2.2. <i>Fallo por agotamiento del material</i>	97
2.3. Ancho de cálculo	98
2.4. Resistencia de los materiales	102
2.4.1. <i>Resistencia de la fábrica</i>	103
2.4.2. <i>Resistencia f_c del hormigón</i>	107
2.4.3. <i>Resistencia f_i del relleno</i>	108
2.5. Acciones	108
2.6. Coeficientes de minoración de materiales y de mayoración de acciones	108
2.6.1. <i>Coeficiente de minoración de la resistencia de la fábrica y del hormigón en masa</i>	108
2.6.2. <i>Coeficientes de mayoración de las acciones</i>	109
3. Análisis estructural de bóvedas	110
3.1. Planteamiento de combinaciones en servicio	110
3.1.1. <i>Mecanismo monoarco</i>	110
3.1.2. <i>Mecanismo multiarco</i>	112

3.2.	Planteamiento de combinaciones en agotamiento	113
3.2.1.	<i>Mecanismo monoarco</i>	113
3.2.2.	<i>Mecanismo multiarco</i>	114
3.3.	Análisis límite de un arco de fábrica	115
3.4.	Empleo de modelos	118
4.	Comprobación de la interfaz trasdós de bóveda – relleno rígido	119
5.	Limitación por cansancio de las tensiones de compresión	120
6.	Análisis de tímpanos	120
7.	Análisis de pilas	123
8.	Análisis de estribos	124
9.	Análisis de muros en vuelta y aletas	124
10.	Comprobación de cimentaciones	124
10.1.	Zapatas, pozos y zócalos (modelos b-t)	124
10.1.1.	Caso de axil centrado	124
10.1.2.	Caso de axil descentrado	126
10.2.	Pilotes y encepados	127
 CAPÍTULO 6		
PROCESOS CONSTRUCTIVOS		129
1.	Consideraciones generales	129
2.	Actuaciones directas sobre puentes históricos de fábrica	130
2.1.	Actuaciones que no implican ensanche ni ampliación	130

2.1.1.	<i>Operaciones de mantenimiento y conservación</i>	130
2.1.2.	<i>Consolidación de las obras de fábrica</i>	132
2.2.	Actuaciones de ensanche o ampliación	138
2.2.1.	<i>Ampliación o refuerzo de cimentaciones</i>	138
2.2.2.	<i>Actuaciones sobre las pilas</i>	140
2.2.3.	<i>Actuaciones sobre bóvedas y tímpanos</i>	143
2.3.	Proceso de eliminación de las actuaciones	144
2.3.1.	<i>Actuaciones sobre las cimentaciones</i>	144
2.3.2.	<i>Actuaciones sobre las pilas</i>	145
2.3.3.	<i>Actuaciones sobre las bóvedas y tímpanos</i>	145
3.	Construcción de la nueva plataforma	146
3.1.	Construcción de la plataforma sobre la obra existente	146
3.2.	Actuaciones en paralelo	148
3.2.1.	<i>Actuaciones parciales: apoyo en la subestructura existente</i>	148
3.2.2.	<i>Actuaciones completas: con nueva subestructura</i>	148
3.3.	Proceso de eliminación de las actuaciones	149
3.3.1.	<i>Nueva plataforma sobre la obra existente</i>	149
3.3.2.	<i>Actuaciones en paralelo</i>	149
4.	Recomendaciones y precauciones especiales	150
4.1.	Consideraciones sobre el estado del puente de fábrica	150
4.2.	Unión entre la estructura nueva y existente	150
4.2.1.	<i>Construcción de ampliaciones o ensanches</i>	150

4.2.2.	<i>Eliminación de ensanches</i>	150
4.3.	Afección a la cimentación existente	151
4.3.1.	<i>Construcción de ampliaciones o ensanches</i>	151
4.3.2.	<i>Eliminación de ensanches</i>	151
4.4.	Control de vibraciones	151
4.4.1.	<i>Construcción de ampliaciones o ensanches</i>	151
4.4.2.	<i>Eliminación de ensanches</i>	151
4.5.	Estructuras provisionales de apeo	153
4.6.	Rellenos	153
4.7.	Materiales. Compatibilidad	154
4.8.	Afección al tráfico	155
4.8.1.	<i>Construcción de ampliaciones o ensanches</i>	155
4.8.2.	<i>Eliminación de ensanches</i>	156
4.9.	Mejora de la impermeabilización	156

CAPÍTULO 7

ASPECTOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO. PLAN DE MANTENIMIENTO 157

1.	Generalidades	157
2.	Contenido del plan de mantenimiento	157
3.	Programa de mantenimiento	158

BIBLIOGRAFÍA 159