

Índice de la Tesis

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | |
| | |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 1.1 |
| 1.1.- Generalidades | 1.5 |
| 1.2.- El riesgo en la Ingeniería | 1.8 |
| | |
| CAPÍTULO 2.- PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS | 2.1 |
| 2.1.- Planteamiento | 2.5 |
| 2.2.- Objetivos generales | 2.6 |
| 2.3.- Objetivos específicos | 2.7 |
| 2.4.- Desarrollo de la Tesis | 2.9 |
| | |
| CAPÍTULO 3.- ESTADO DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD Y DE LA FUNCIONALIDAD ESTRUCTURALES DE PUENTES DE HORMIGÓN | 3.1 |
| 3.1.- Introducción | 3.5 |
| 3.2.- Seguridad y Funcionalidad estructurales | 3.6 |
| 3.3.- Evaluación versus "diseño" | 3.7 |
| 3.4.- Métodos de evaluación estructural | 3.8 |
| 3.5.- Métodos de evaluación semiprobabilistas | 3.11 |
| 3.6.- Métodos de evaluación probabilistas | 3.15 |
| 3.7.- Evaluación experimental | 3.17 |
| 3.8.- Problemática actual de la evaluación estructural de puentes existentes | 3.19 |
| | |
| CAPÍTULO 4.- BASES TEÓRICAS DEL MÉTODO | 4.1 |
| 4.1.- Antecedentes | 4.5 |
| 4.2.- Tipos de incertidumbre | 4.6 |
| 4.3.- Elementos de la teoría de la fiabilidad estructural | 4.7 |
| 4.4.- Métodos de cálculo de la fiabilidad estructural | 4.12 |
| 4.5.- Evaluación de la fiabilidad estructural. Métodos de nivel 2 | 4.13 |
| 4.5.1.- Índice de fiabilidad de Cornell | 4.13 |
| 4.5.2.- Índice de fiabilidad de Cornell para dos variables | 4.15 |

| | Pág. |
|---|------------|
| 4.5.3.- Caso general de evaluación del índice de fiabilidad de Cornell | 4.18 |
| 4.5.4.- Índice de fiabilidad de Hasofer-Lind | 4.19 |
| 4.5.5.- Otros métodos de análisis de fiabilidad, simulación y estimación | 4.22 |
| 4.6.- Métodos de Nivel 3 | 4.23 |
| 4.7.- Fiabilidad de sistemas estructurales | 4.24 |
| 4.7.1.- Límites de fiabilidad en sistemas estructurales | 4.27 |
| 4.8.- Combinación de acciones | 4.28 |
| 4.9.- Actualización Bayesiana | 4.29 |
| 4.10.- El error humano | 4.31 |
| | |
| CAPÍTULO 5.- INCERTIDUMBRE ASOCIADA A LA GEOMETRÍA EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO. MODELOS PROBABILISTAS | 5.1 |
| 5.1.- Introducción | 5.5 |
| 5.1.1.- ¿ Cómo se aborda en las Normativas ? | 5.6 |
| 5.2.- Datos experimentales existentes | 5.10 |
| 5.2.1.- Datos experimentales utilizados en EEUU y Canadá | 5.10 |
| 5.2.2.- Datos experimentales en Europa | 5.13 |
| 5.3.- Campaña de información; datos obtenidos | 5.18 |
| 5.3.1.- Demolición de la Plaza de las Glorias en Barcelona | 5.19 |
| 5.3.2.- Construcción de los viaductos de acceso al túnel | 5.26 |
| 5.3.3.- Construcción del Paso Superior sobre la Avda. Diagonal, en Barcelona | 5.28 |
| 5.3.4.- Demolición de la O.F. 50-2 en la A-7 | 5.29 |
| 5.4.- Propuesta de modelos probabilistas para la consideración de la incertidumbre asociada a la geometría de puentes de hormigón | 5.33 |
| 5.4.1.- Dimensiones de elementos de hormigón | 5.33 |
| 5.4.2.- Posiciones de las armaduras en puentes de hormigón | 5.35 |
| 5.4.3.- Espesores de pavimento sobre puentes | 5.40 |
| | |
| CAPÍTULO 6.- INCERTIDUMBRE EN LA CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE LOS MATERIALES. MODELOS PROBABILISTAS | 6.1 |
| 6.1.- Introducción | 6.5 |
| 6.2.- Antecedentes | 6.7 |
| 6.2.1.- Modelos probabilistas para las propiedades de los materiales | 6.7 |
| 6.2.2.- Tratamiento de la incertidumbre de las propiedades de los materiales en las Normativas de proyecto | 6.8 |
| 6.3.- Caracterización probabilista del hormigón | 6.13 |
| 6.3.1.- Resultados experimentales y modelos existentes | 6.15 |
| 6.3.2.- Resultados experimentales obtenidos | 6.21 |

| | Pág. |
|---|------------|
| 6.3.3.- Modelos teóricos propuestos | 6.23 |
| 6.4.- Caracterización probabilista del acero para armar | 6.27 |
| 6.4.1.- Resultados experimentales y modelos existentes | 6.27 |
| 6.4.2.- Resultados experimentales obtenidos | 6.30 |
| 6.4.3.- Modelos teóricos propuestos | 6.34 |
| 6.5.- Caracterización probabilista del acero de pretensado | 6.35 |
| 6.5.1.- Resultados experimentales y modelos existentes | 6.35 |
| 6.5.2.- Resultados experimentales obtenidos | 6.38 |
| 6.5.3.- Modelos teóricos propuestos | 6.40 |
| CAPÍTULO 7.- MODELOS PROBABILISTAS DE SOBRECARGA DE TRÁFICO. APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL | 7.1 |
| 7.1.- Introducción | 7.5 |
| 7.2.- Antecedentes | 7.6 |
| 7.2.1.- Datos relativos a las cargas y otras características del tráfico | 7.8 |
| 7.2.2.- Modelos probabilistas para las solicitudes del tráfico de carretera | 7.16 |
| 7.3.- Campaña de información. Datos experimentales recopilados | 7.28 |
| 7.4.- Método propuesto para la evaluación de modelos de sobrecarga en ELS y ELU | 7.36 |
| 7.4.1.- Determinación del modelo probabilista para las solicitudes de tráfico, a incluir en la verificación de los Estados Límites | 7.38 |
| 7.4.2.- Ejemplo de obtención de las solicitudes de tráfico frecuentes para la verificación de ELS | 7.43 |
| 7.4.3.- Ejemplo de obtención de las solicitudes para la verificación de los ELU de rotura por flexión y cortante | 7.44 |
| CAPÍTULO 8.- RESPUESTA PROBABILISTA DE SECCIONES DE PUENTES DE HORMIGÓN | 8.1 |
| 8.1.- Introducción y objetivos | 8.5 |
| 8.2.- Antecedentes | 8.6 |
| 8.2.1.- Modelos probabilistas para la respuesta seccional | 8.8 |
| 8.2.2.- Respuesta a flexión. Modelos probabilistas existentes | 8.12 |
| 8.2.3.- Respuesta última a cortante y torsión. Modelos probabilistas existentes | 8.15 |
| 8.3.- Método propuesto para la evaluación de la respuesta de secciones de puentes de hormigón | 8.20 |
| 8.4.- Ejemplos de aplicación | 8.22 |
| 8.4.1.- Consideraciones generales y modelos de cálculo utilizados | 8.24 |
| 8.4.2.- Modelos probabilistas utilizados para la geometría y propiedades mecánicas de los materiales | 8.29 |
| 8.4.3.- Resultados | 8.29 |

| | Pág. |
|---|-------------|
| CAPÍTULO 9.- EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN SERVICIO DE PUENTES EXISTENTES DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO | 9.1 |
| 9.1.- Introducción | 9.5 |
| 9.2.- Antecedentes | 9.6 |
| 9.3.- Método propuesto para la evaluación de la respuesta en servicio de puentes de ha y hp | 9.8 |
| 9.3.1.- Evaluación del comportamiento en servicio con criterios semiprobabilistas. Aplicación al ELS de aparición de fisuras | 9.9 |
| 9.3.2.- Evaluación del comportamiento en servicio con criterios probabilistas. Aplicación al ELS de aparición de fisuras | 9.11 |
| 9.4.- Influencia de la variabilidad de la geometría y las propiedades mecánicas de los materiales en la determinación de la respuesta estructural | 9.12 |
| 9.4.1.- Estudio de las solicitaciones de carga permanente | 9.15 |
| 9.4.2.- Estudio de la respuesta estructural en régimen elástico y lineal | 9.21 |
| 9.5.- Variabilidad de las acciones del pretensado en puentes de tramo recto | 9.21 |
| CAPÍTULO 10.- PROPUESTA DE UN MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD REAL DE PUENTES EXISTENTES DE HORMIGÓN | 10.1 |
| 10.1.- Introducción | 10.5 |
| 10.2.- Antecedentes | 10.6 |
| 10.2.1.- Métodos de cálculo estructural para la determinación de la capacidad portante | 10.7 |
| 10.3.- Método de evaluación estructural de puentes existentes | 10.9 |
| 10.4.- Método propuesto para la evaluación de la respuesta última de tableros de puente de ha y hp. Ejemplo de aplicación | 10.11 |
| 10.4.1.- Cálculo elástico | 10.14 |
| 10.4.2.- Cálculo plástico | 10.17 |
| 10.4.3.- Análisis no lineal | 10.19 |
| 10.4.4.- Estudio probabilista de la seguridad | 10.24 |
| 10.4.5.- Estudio semiprobabilista de la seguridad | 10.26 |
| 10.4.6.- Interpretación de resultados | 10.28 |
| 10.4.7.- Segundo ejemplo de aplicación. Estudio de una viga continua de hormigón pretensado | 10.29 |

| | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| CAPÍTULO 11.- EJEMPLOS DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE PUENTES EXISTENTES | 11.1 |
| 11.1.- Introducción y objetivos | 11.5 |
| 11.2.- Criterios de evaluación de la seguridad estructural y del comportamiento en servicio | 11.6 |
| 11.3.- Evaluación de la seguridad estructural y del comportamiento en servicio de un puente isostático hormigón pretensado | 11.10 |
| 11.3.1.- Descripción de la estructura | 11.10 |
| 11.3.2.- Materiales, acciones e hipótesis de cálculo considerados en el proyecto | 11.11 |
| 11.3.3.- Hipótesis adoptadas para la evaluación estructural | 11.12 |
| 11.3.4.- Determinación de las solicitaciones | 11.13 |
| 11.3.5.- Evaluación estructural tras un error en la ejecución | 11.16 |
| 11.3.6.- Evaluación estructural tras un incremento de las sobrecargas de tráfico | 11.22 |
| 11.4.- Evaluación de la seguridad estructural de un puente curvo. Antigua O.F. 50-2 en la carretera de Hostalric a Blanes sobre la autopista A-7 | 11.27 |
| 11.4.1.- Descripción de la estructura | 11.27 |
| 11.4.2.- Campaña de información. Actualización de parámetros | 11.29 |
| 11.4.3.- Respuesta seccional | 11.43 |
| 11.4.4.- Determinación de la sobrecarga de tráfico | 11.43 |
| 11.4.5.- Análisis de la fiabilidad estructural | 11.46 |
| 11.4.6.- Comparación con la Normativa actual | 11.54 |
| 11.4.7.- Evaluación de la seguridad con tendones de 24 alambres | 11.56 |
| 11.4.8.- Resumen y Conclusiones Parciales | 11.59 |
| CAPÍTULO 12.- CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN | 12.1 |
| 12.1.- Conclusiones relativas a la incertidumbre en la geometría | 12.5 |
| 12.2.- Conclusiones relativas a la incertidumbre en las propiedades mecánicas de los materiales | 12.6 |
| 12.3.- Conclusiones relativas a las solicitaciones de tráfico de carretera en puentes | 12.9 |
| 12.4.- Conclusiones relativas a la respuesta seccional | 12.12 |
| 12.5.- Conclusiones relativas a la verificación del comportamiento en servicio de puentes existentes | 12.15 |
| 12.6.- Conclusiones relativas al método de evaluación de la seguridad estructural | 12.17 |
| 12.7.- Líneas futuras de investigación | 12.19 |
| CAPÍTULO 13.- REFERENCIAS | 13.1 |