

PROTECCIÓN POR FASES FRENTE A LA DEGRADACIÓN DE UNA ESTRUCTURA EN ANDORRA POR USO DE SALES DE DESHIELO

- **Gonzalo Arias Hofman**
- Dep. Ingeniería de Conservación
- INES Ingenieros
- gah@inesingenieros.com



Raúl Albelda¹ – Joan Rodríguez¹ – Christophe Trías¹ – Marta García²
¹ GLOBALVÍA - ² CODYATEC

0. CONTENIDO

1. Introducción
2. La estructura y su patología
3. Estudio y diagnosis
4. Fases de actuación
5. Conclusiones

1. INTRODUCCIÓN

- Carreteras en zonas de viabilidad invernal
- Degradación del hormigón por hielo-deshielo y uso de sales
- Diagnóstico a partir de inspecciones y estudios
- Selección de zonas y plazos de actuación
- Condicionantes económicos



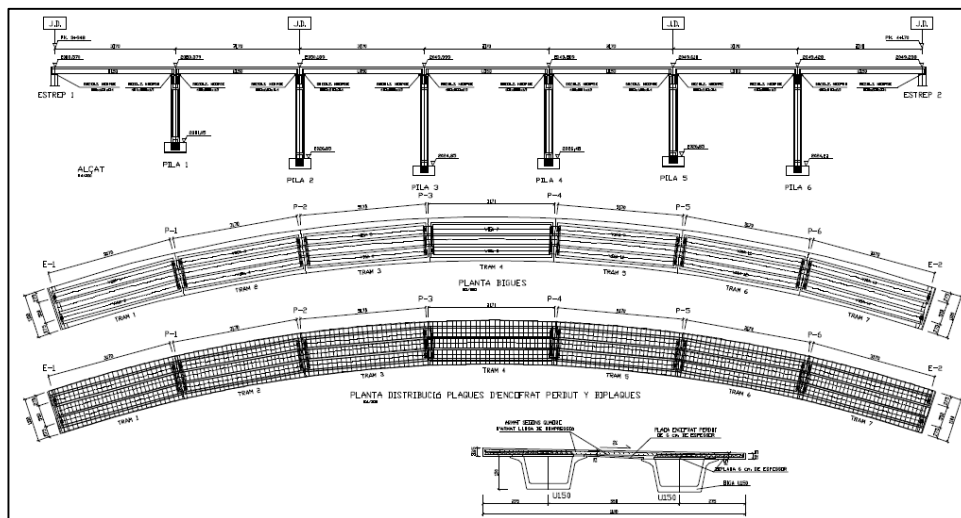
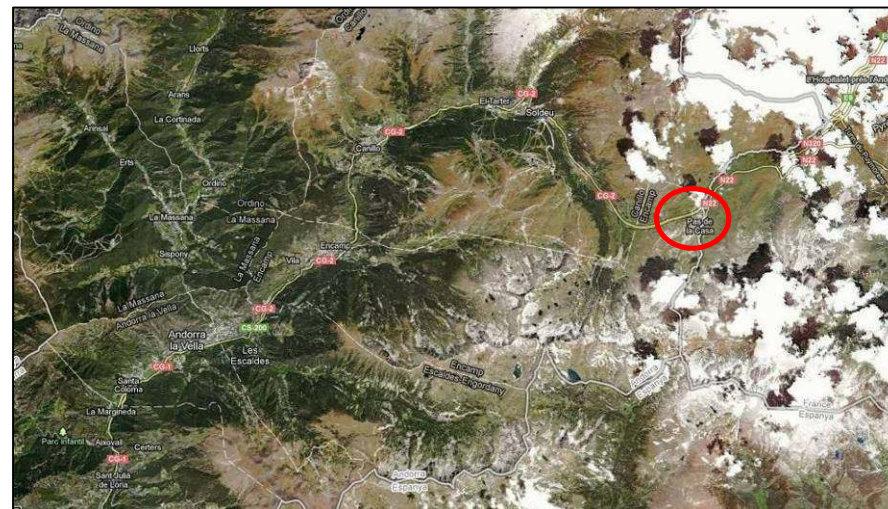
2. LA ESTRUCTURA Y SU PATOLOGÍA

Ubicación: Pas de la Casa (Andorra)

Viaducto de planta curva; 225 m de longitud con 7 vanos de la misma luz (31,7 m)

Construida en el año 2002

Concesión Túnel d'Envalira



2. LA ESTRUCTURA Y SU PATOLOGÍA

Tablero de 11,00 m de anchura total, constituido por dos vigas prefabricadas pretensadas de tipo artesa

Pilas: fuste único de sección rectangular hueca (3,00x2,50 [m]), de alturas variables, con cargadero superior. Cimentación profunda o directa.

Estribos: cargadero sobre contrafuertes que empotran en un encepado sobre micropilotes



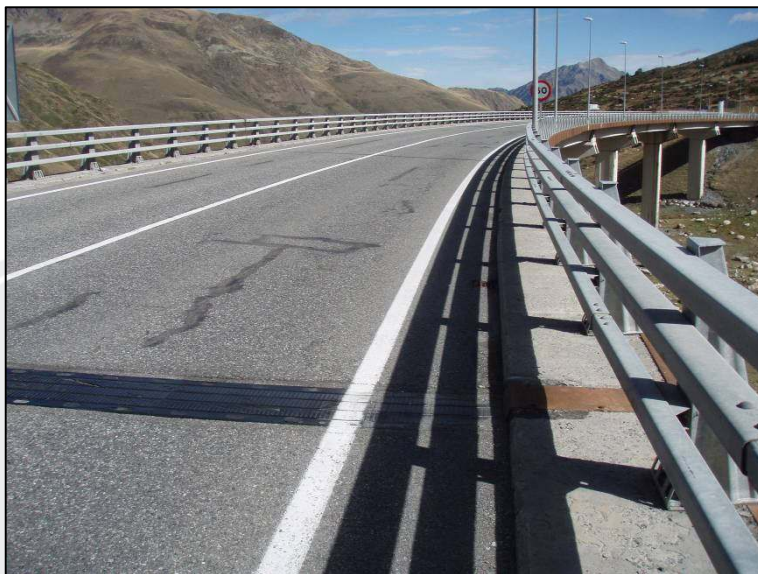
2. LA ESTRUCTURA Y SU PATOLOGÍA

Juntas de dilatación: en ambos estribos y en las pilas nº 2 y nº 5, de tipo elastómero armado

Aparatos de apoyo: de tipo elastomérico (perfil de elastómero armado)

Sistema de contención: pretil metálico (nivel de contención H3)

Drenaje: sumideros y tubos de desagüe



2. LA ESTRUCTURA Y SU PATOLOGÍA

Corrosión de las armaduras / alteración y desconchones del hormigón (paramentos de vigas, pilas y estribos; plataforma)

Consecuencia de ciclos hielo-deshielo y agua con sales desde la plataforma

Áreas afectadas: sumideros, placas de encofrado perdido y vigas, juntas de dilatación y extremo de voladizos

Más patente en paramentos orientados al sur

Espesores de recubrimiento variables, puntualmente inferiores a 1 mm; en general superiores a 25 mm



2. LA ESTRUCTURA Y SU PATOLOGÍA

Eflorescencias y pátinas (vigas y voladizos; pilas y estribos)

Consecuencia del agua con sales desde la plataforma

Más patente en paramentos orientados al sur y zona baja del peralte del tablero

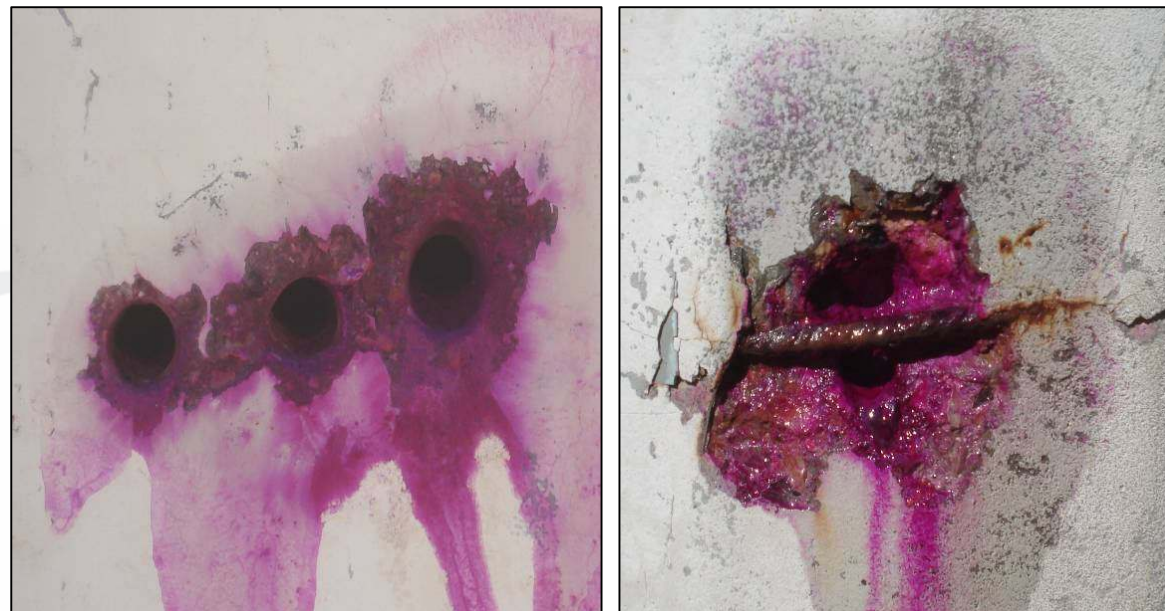


3. ESTUDIO Y DIAGNOSIS

Caracterización de agresivos (carbonatación; cloruros)

Profundidad de carbonatación mediante adición de fenolftaleína (norma UNE 112011:2011)

Resultados: carbonatación prácticamente nula en todas las caras de los fustes; no es desencadenante de los procesos de corrosión

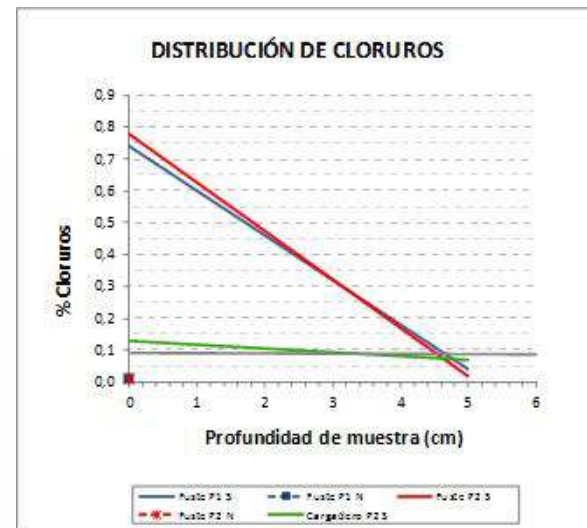
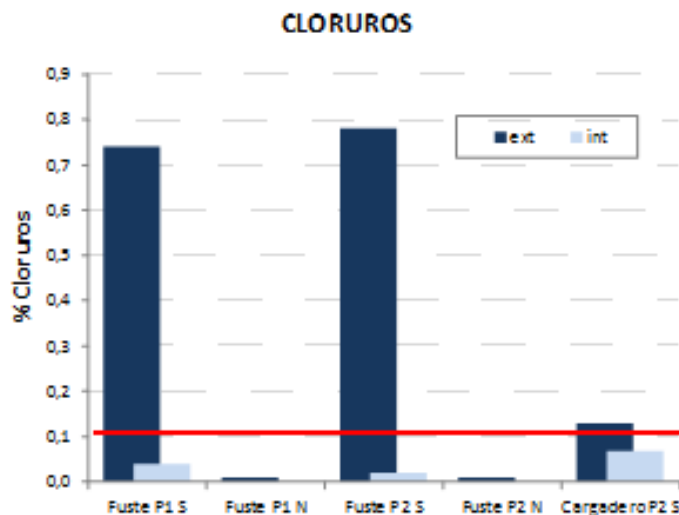


3. ESTUDIO Y DIAGNOSIS

Caracterización de agresivos (carbonatación; cloruros)

Contenido de cloruros según norma UNE 112010:2011 (porcentajes calculados con respecto al peso de hormigón; límite 0,10% según EHE-08)

Resultados: contenido en cloruros en zona exterior de muestras en cara sur es significativo ($> 0,1\%$) y despreciable en zona interior. En cara norte es despreciable ($< 0,01\%$). No adicionado durante el hormigonado



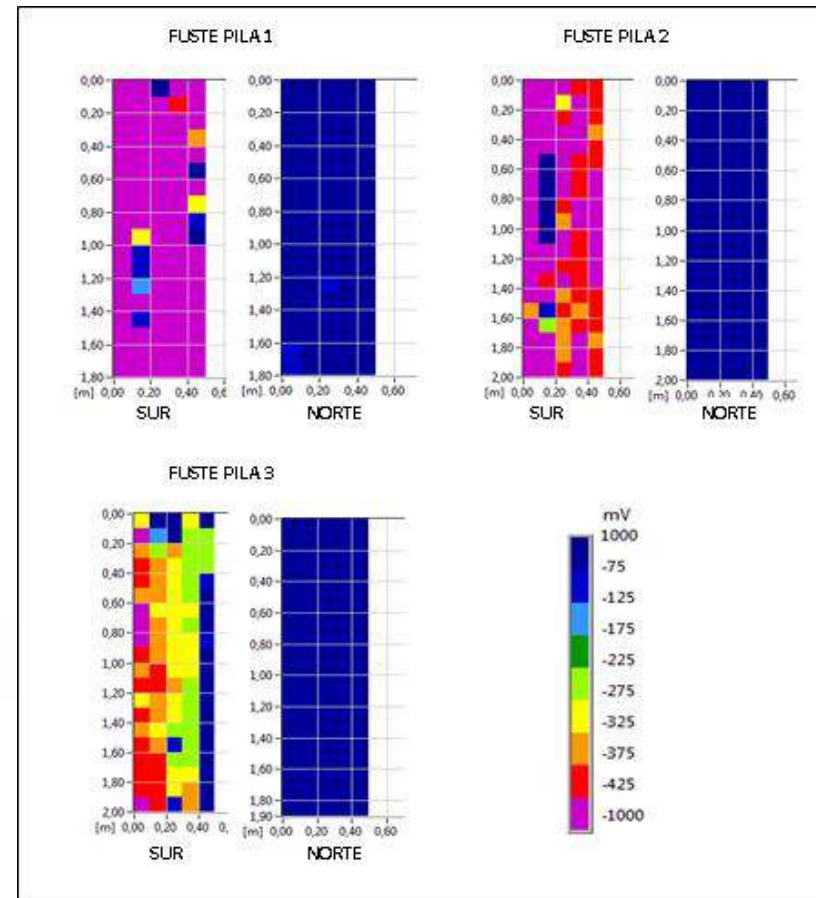
3. ESTUDIO Y DIAGNOSIS

Parámetros de corrosión de armaduras (potencial; resistividad)

Medidas de potencial se han realizado según UNE 112083:2010 “Medición del potencial de corrosión libre en estructuras de hormigón armado”

Resultados: pasividad de armaduras en cara norte ($E_{corr} > -275 \text{ mV}$) y actividad en cara sur

ELECTRODO	VALORES LÍMITE DE E_{corr} PARA RIESGO DE CORROSIÓN		
	< 10 %	? 50 %	> 90 %
Cu/CuSO ₄ saturado	> -275 mV	-275mV < E_{corr} < -425mV	< -425 mV
Calomelanos (ESC)	> -200 mV	-200mV < E_{corr} < -350mV	< -350mV



3. ESTUDIO Y DIAGNOSIS

Parámetros de corrosión de armaduras (potencial; resistividad)

Medidas de resistividad según la norma UNE 83988-2:2008 “Determinación de la resistividad eléctrica. Parte 2: Método de las cuatro puntas o de Wenner” y criterios recogidos en el Manual CONTECVET

Resultados: entre 50-100 Kohm-cm en la cara norte y menores de 50 Kohm-cm en la cara sur

RESISTIVIDAD (Kohm x cm)	RIESGO DE CORROSIÓN
>100-200	corrosión despreciable
50-100	Bajo
10-50	moderado a alto



4. FASES DE ACTUACIÓN

Fase I (control del agua)

Lámina de impermeabilización bajo todas las juntas de dilatación

Sustitución de anclajes de tubos de desagüe

Colocación de vierteaguas en los extremos inferiores de ambos voladizos

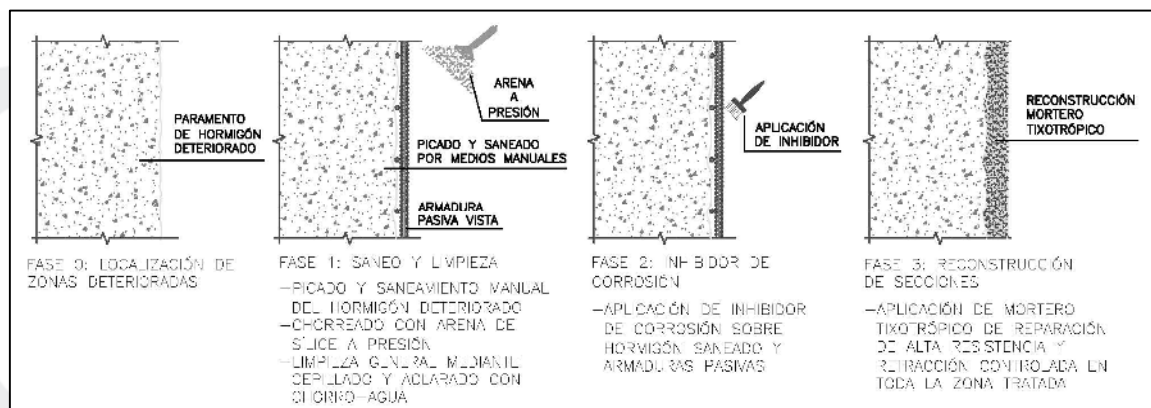
En un futuro, aplicación de una impermeabilización de alta calidad en la cara superior de la losa de compresión (tipo termoplástico, doble membrana o poliurea)



4. FASES DE ACTUACIÓN

Fase II (reparación de elementos muy expuestos: zócalos de hormigón del sistema de contención):

- Picado y saneado de hormigón visto
- Saneado y pasivación de armaduras (protección activa de las armaduras Principio 11, Método 11.1 UNE-EN 1504-9:2011)
- Reconstrucción con mortero tipo R2 (según UNE EN 1504)
- Aplicación de inhibidor de corrosión a la masa de hormigón
- Aplicación de un sistema altamente impermeable tipo poliurea o similar (Principio 2, Método 2.2 UNE-EN 1504-9:2011).



4. FASES DE ACTUACIÓN

Fase III (reparación resto de elementos: pilas, estribos y tablero):

- Picado y saneado de hormigón visto
- Saneado y pasivación de armaduras (protección activa de las armaduras Principio 11, Método 11.1 UNE-EN 1504-9:2011)
- Reconstrucción con mortero tipo R4 (según UNE EN 1504)
- Aplicación de inhibidor de corrosión a la masa de hormigón
- Aplicación de un sistema altamente impermeable tipo poliurea o similar (Principio 2, Método 2.2 UNE-EN 1504-9:2011).

5. CONCLUSIONES

PROBLEMA

Degradación del hormigón por corrosión de las armaduras y de la destrucción de la masa cementante del hormigón

CAUSAS

Desencadenantes: agua con sales y ciclos hielo-deshielo
resultados de contenido de cloruros, mapas de potencial y resistividad del hormigón permiten identificar las zonas del puente más castigadas, coincidiendo con los deterioros más visibles

5. CONCLUSIONES

CLAVES

Detección temprana de los problemas (inspecciones)

Análisis adecuado del estado de conservación (ensayos y estudios)



5. CONCLUSIONES

ACTUACIONES POR FASES

- I. Eliminación de la presencia de agua sobre los diferentes elementos del puente: trabajos ya iniciados en 2013
- II. Protección y reparación de los elementos más expuestos: zócalo de hormigón armado de la plataforma: trabajos previstos entre 2013 y 2014
- III. Reparación y protección de los elementos con menor exposición (tablero, estribos, pilas): trabajos previstos para ejecutar en 2015