



asociación técnica
de carreteras

comité español de la
asociación mundial de carreteras



JORNADA SOBRE CIMENTACIONES ESPECIALES DE PUENTES

Sevilla, 23 de marzo de 2010



Influencia de la **cimentación** en el estudio de la **vulnerabilidad** de un **puente** frente a la acción del **cauce**

Gonzalo Arias Hofman

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Francisco J. Vallés Morán

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ines
ingenieros consultores



JORNADA SOBRE CIMENTACIONES ESPECIALES DE PUENTES

Influencia de la cimentación en el estudio de la vulnerabilidad de un puente frente a la acción del cauce

- Introducción
- Breve presentación de la metodología
- Influencia de la cimentación en la evaluación
- Conclusiones



PROBLEMÁTICA

- _socavación
- _pérdida de capacidad de desagüe por obstrucción
- _entrada en carga
- _empujes hidrodinámicos
- _inestabilidad del cauce

EN AVENIDAS

PRINCIPALES CAUSAS DE COLAPSO DE PUENTES SOBRE CAUCE

Poder PREVER SITUACIONES FUTURAS DE RIESGO así como ARTICULAR, en su caso, las posibles ACCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS, por la peligrosidad que conlleva el fallo de estas estructuras



RESPUESTA

METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE PUENTES SOBRE CAUCES FRENTE A AVENIDAS FLUVIALES BASADA EN INSPECCIONES DE CAMPO

Introducción

ESQUEMA DE TRABAJO PARA LA PROTECCIÓN DE PUENTES FRENTE A LA ACCIÓN FLUVIAL¹

¹[_erosiones generales, de contracción y locales, incremento de empujes, problemas de capacidad hidráulica, problemas asociados a la capacidad de transporte del flujo en avenidas e i/ al tipo de cauce]

Conocer el estado del puente (frente a avenidas: socavación, ...) _CONDICIÓN DE ESTADO

Definir las actuaciones necesarias para defender y proteger el puente _ACCIONES CORRECTORAS

Trabajo de campo

_obtención de datos:
puente y cauce en estado actual,
i/cuenca vertiente

[evolución cauce]



Proyecto de protección

Redacción de un Proyecto de Protección del Puente frente a la acción fluvial[_erosiones generales, de contracción y locales, ...]

Estudios Preliminares

_obtención uno o varios indicadores de la vulnerabilidad del puente frente a las avenidas fluviales[_crecidas]

_CLASIFICACIÓN (priorización)

Datos y Estudios Previos

_Proyecto del puente
_Climatología / Pluviometría
_Cartografía / Topografía
_Geología - Geotecnia
_Vegetación / Usos del Suelo
_Estudios Hidrológicos de Crecidas

Estudios detallados

_Realización de un estudio hidráulico (y sedimentológico) del conjunto cauce/puente [DIAGNÓSTICO]
_Diseño y Modelación / Simulación de la Solución Propuesta

JORNADA SOBRE CIMENTACIONES ESPECIALES DE PUENTES

Influencia de la cimentación en el estudio de la vulnerabilidad de un puente frente a la acción del cauce

- Introducción
- Breve presentación de la metodología
- Influencia de la cimentación en la evaluación
- Conclusiones



METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

Concepto

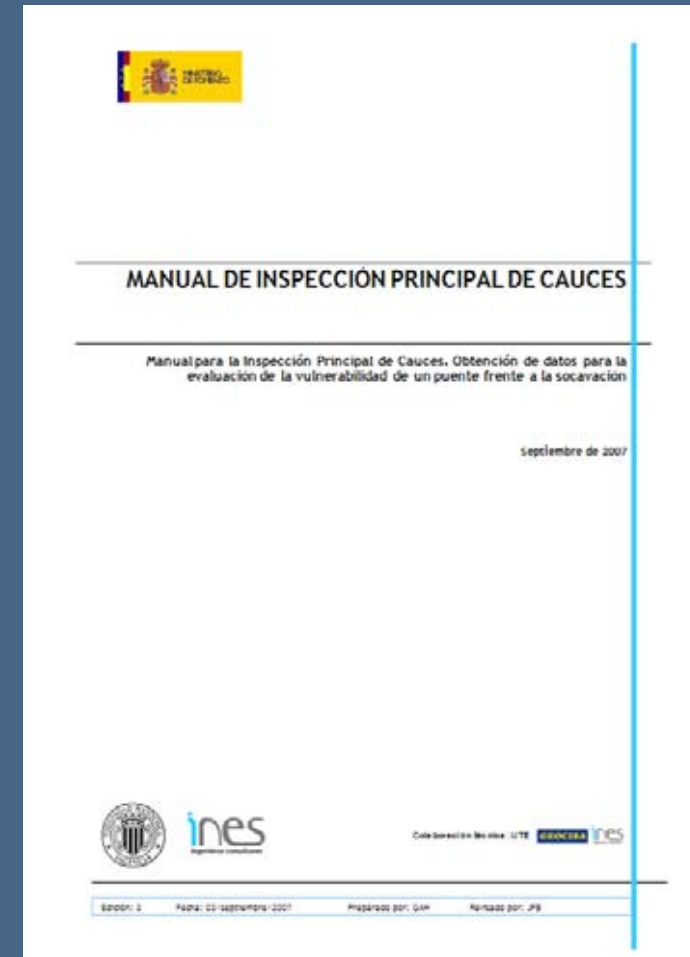
- _basada en inspecciones de campo
- _toma de datos ágil, objetiva y sistemática
- _sin necesidad de estudios previos
- _consideración de la acción global del cauce en avenida
- _sustentada en los factores geomorfológicos e hidráulico-sedimentológicos determinantes de la interacción cauce-puente
- _la vulnerabilidad frente a avenidas se estima en base a una serie de descriptores –indicadores- tanto del cauce como del puente
- _descriptores obtenidos a partir de una serie de parámetros y aspectos que contemplan los factores antes mencionados
- _de aplicación automática

Breve presentación de la metodología



METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

Manuales



Breve presentación de la metodología



METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

Fichas Tipo

_toma de datos en campo sistemática y objetiva

FICHA DE CAUCE		FICHA DE INSPECCIÓN PRINCIPAL DE CAUCES										INES IPC-1 F-1 A			
Código del punto:		Nombre del punto:		Inspección:											
Comarca:		P.K.:		M de vientos:		Fecha de inspección:									
ZONA	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	ZONA		A.6	A.7						
	anchura mínima del cauce	Longitud vena del puente	Ángulos en aguas altas	Ángulos en aguas bajas	Efecto barrera	Perfil del cauce		Pisos de excavación							
Cauce en puente aguas arriba						Lecho aguas arriba									
Cauce en puente aguas abajo						Lecho aguas abajo									
	Valor en [m]	Distancia al puente Valor en [m]	Valor en [m]	1. 10° a 20° 2. 20° a 30° 3. 30° a 35° 4. 35° a 45° 5. 45° a 60° 6. 60° a 90° 7. 90° a 120° 8. 120° a 150° 9. 150° a 180° 10. 180° a 270° 11. 270° a 360°	1. 10° a 20° 2. 20° a 30° 3. 30° a 35° 4. 35° a 45° 5. 45° a 60° 6. 60° a 90° 7. 90° a 120° 8. 120° a 150° 9. 150° a 180° 10. 180° a 270° 11. 270° a 360°	Margen derecho Valor en [m]	Margen izquierdo Valor en [m]	1. Radio 2. Dato 3. Arriba 4. Bajo o N/A 5. no observado		1. grado local desde subestructura 2. fase excavación próxima al puente 3. fase excavación anterior al puente 4. pequeño fase próxima al puente 5. pequeño fase aguas arriba 6. cualquier 7. no observado					
ZONA	A.8	A.9	A.10	A.11	A.12	A.13	A.14	A.15							
	Erosión de la margen	Erosión por inundación	Afluencias	Cobertura de la superficie	Materiales de margen/lecho	Tipo de Protección	Condición de la Protección	Longitud de la Protección							
Margen der. aguas arriba															
Margen Izq. aguas arriba															
Lecho aguas arriba															
Lecho aguas abajo															
Margen der. aguas abajo															
Margen Izq. aguas abajo															
	1. erosión activa 2. erosión pasiva 3. sin erosión	Valor distancia al puente en [m]	Valor distancia al puente en [m]	1. sin vegetal (verde) 2. leonado (rojo) 3. cubierto 4. pasto 5. natural 6. arbolado 7. sin especificar	1. arena 2. grava 3. bloques/pedras 4. leonardos 5. roca 6. no observado	1. ninguna 2. revestimiento simple 3. mallas de protección 4. geotextiles 5. elementos prefabricados 6. cualquier otro tipo 7. cualquier 8. cualquier otro tipo 9. no observado	1. sin daños graves 2. con daños medios 3. sin datos	Valor long. desde el puente [m]							
ZONA	A.16	A.17	A.18	A.19	A.20	A.21	A.22	A.23							
	Tipo de limitación	Potencial de bloqueo	Situación tranv. libre	Distancia anchura mín.	Situación long. libre	altura limitación	altura vegetación	Tipo de cauce							
Cauce aguas arriba															
Cauce en puente aguas arriba															
Cauce en puente aguas abajo															
Cauce aguas abajo															
	1. banco 2. inundación 3. arenización	1. cubierto 2. alto 3. medio 4. bajo 5. ninguna	100% margen izquierda 100% margen derecha	Valor distancia al puente en [m]	Valor Valor distancia al puente en [m]	100% tablero de puente	Valor hasta cara inferior tablero en [m]	1. cualquier 2. N/A	1. cauce normal 2. cauce tipo N/A, tipo de canalización 3. cauce tipo arroyo 4. cauce tipo arroyo/ribera 5. cauce tipo arroyo/ribera						

Breve presentación de la metodología



METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

Estimadores
Vulnerabilidad

	Índice de Contracción	Índice de Obstrucción	Medidas de Protección	Fosas de Socavación Lecho	Tipo de Cauce	Potencial / Índice de Bloqueo
Descriptor del Cauce de Aguas Arriba_	#	#	#	#	#	#
Descriptor del Cauce de Aguas Abajo_		#	#	#	#	#
Descriptor del Puente_						N

[La cimentación del puente influye en la obtención de este último descriptor]

Breve presentación de la metodología



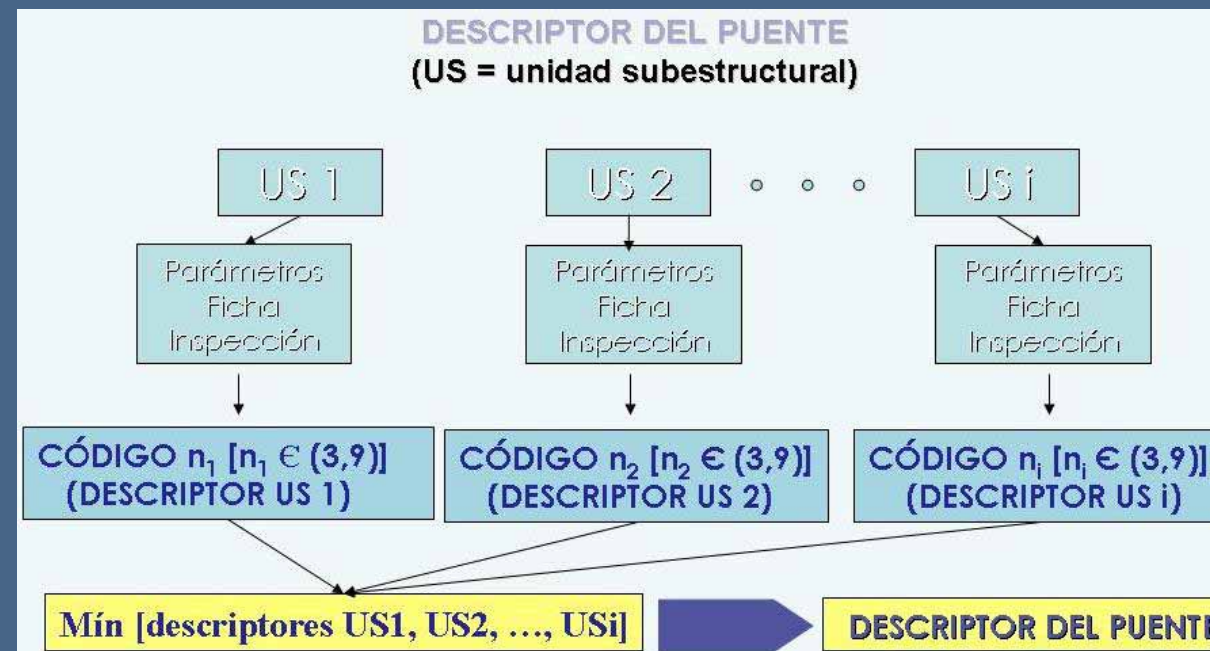
METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

Estimadores
Vulnerabilidad

Descriptor del Puente_

$N \in [3, 8]$

_Se valora según **CÓDIGOS Y CASOS ASOCIADOS** a estos códigos, que representan **COMBINACIONES ESPECÍFICAS DE PARÁMETROS Y/O ASPECTOS** establecidos para las **UNIDADES SUBSTRUCTURALES** del puente



Breve presentación de la metodología



METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

DGP

Descriptor del Cauce de Aguas Arriba

Descriptor del Cauce de Aguas Abajo

Descriptor del Cauce

CÓDIGO DEL CAUCE

Descriptor del Puente

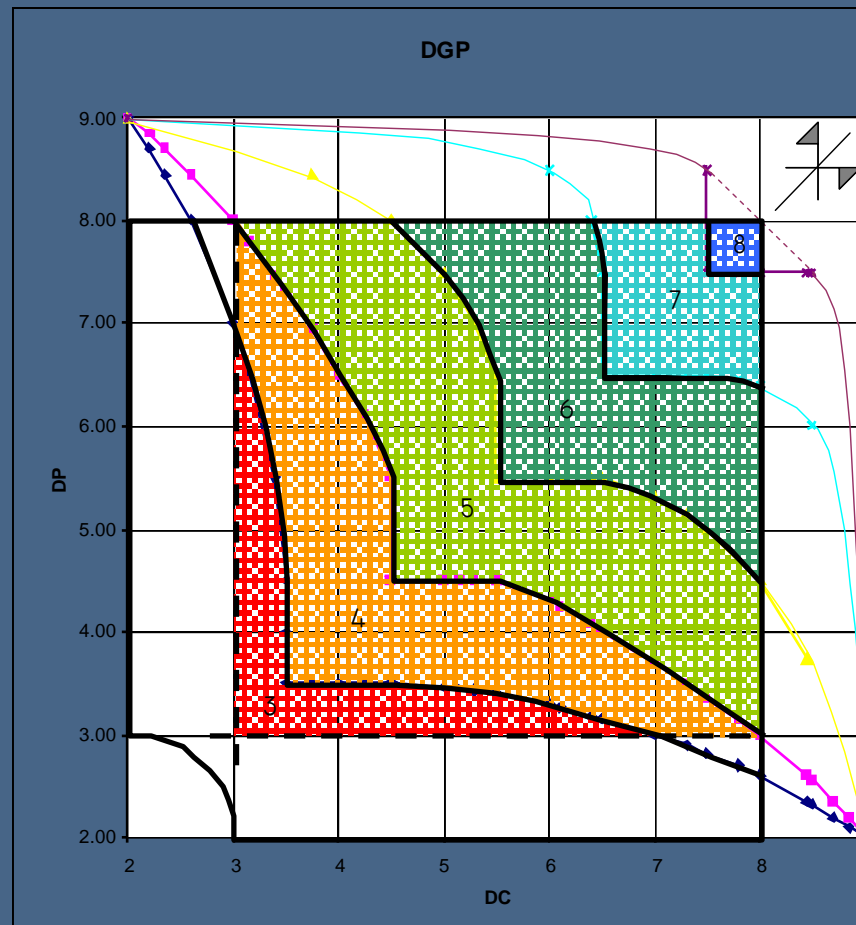
CÓDIGO DEL PUENTE

Breve presentación de la metodología



METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA CON LA COLABORACIÓN DE INES INGENIEROS

DGP



	8	Muybuena
	7	Buena
	6	Satisfactoria
	5	Aceptable
	4	Pobre
	3	Seramente deficiente

JORNADA SOBRE CIMENTACIONES ESPECIALES DE PUENTES

Influencia de la cimentación en el estudio de la vulnerabilidad de un puente frente a la acción del cauce

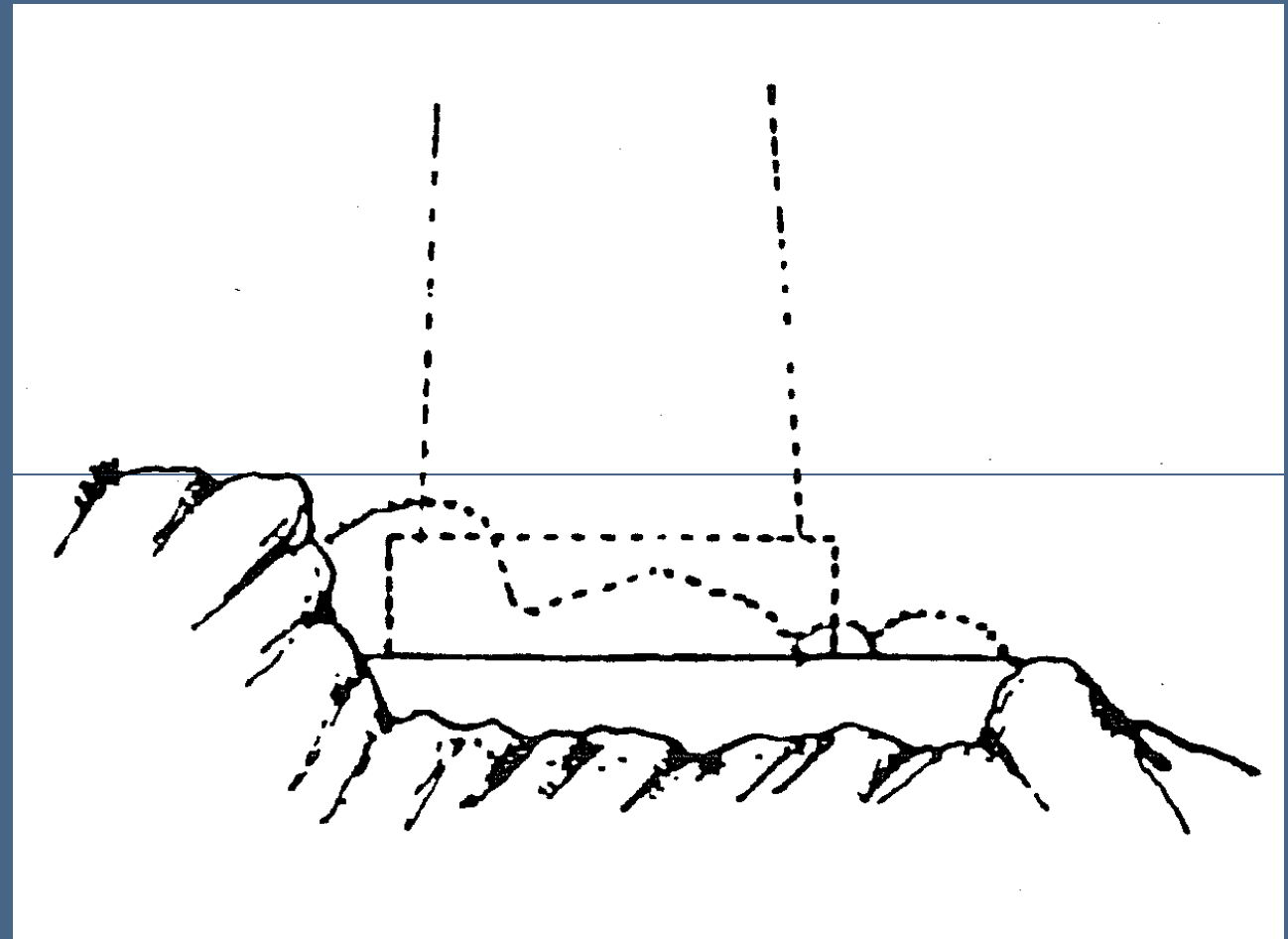
- Introducción
- Breve presentación de la metodología
- Influencia de la cimentación en la evaluación
- Conclusiones



Influencia de la cimentación en la evaluación

Tipos de cimentación planteados:

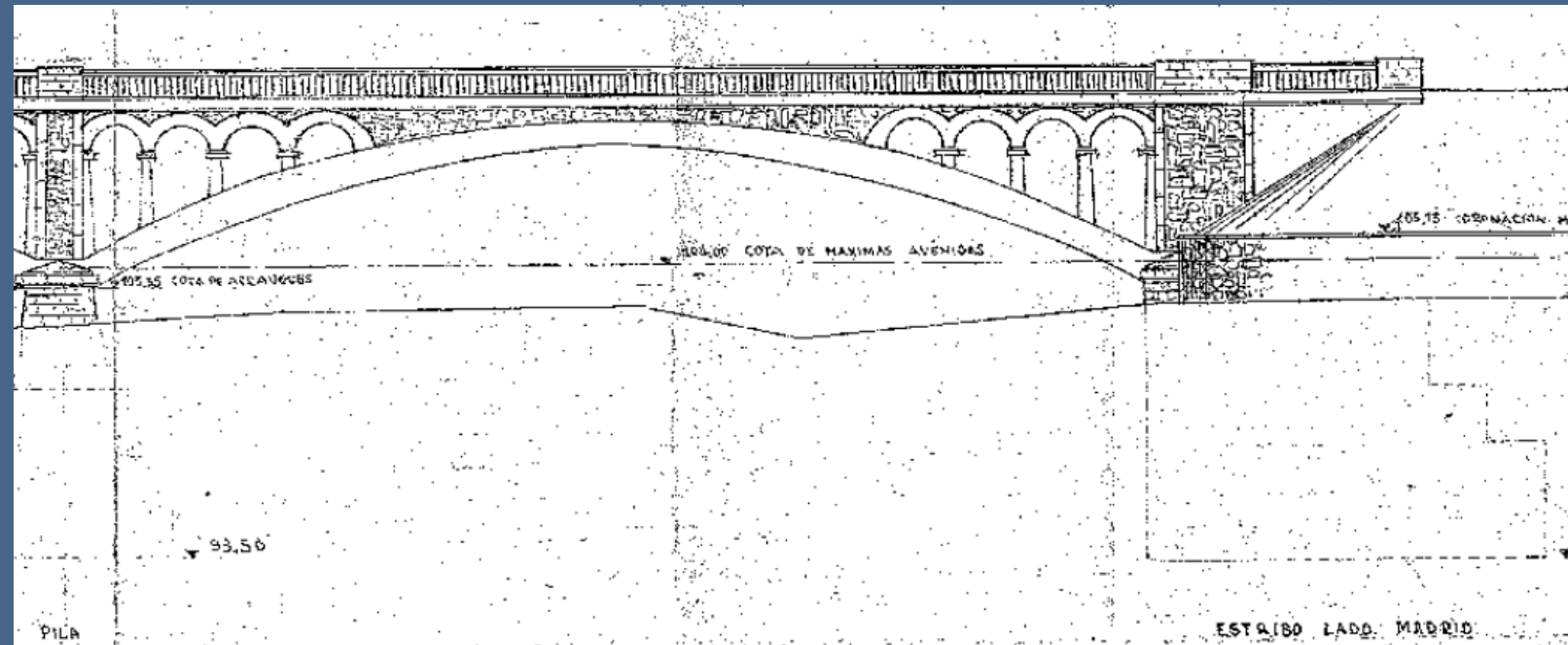
- 1: superficial
- 2: semiprofunda
- 3: profunda
- 4: no definible
- #: no observable



Influencia de la cimentación en la evaluación

Tipos de cimentación planteados:

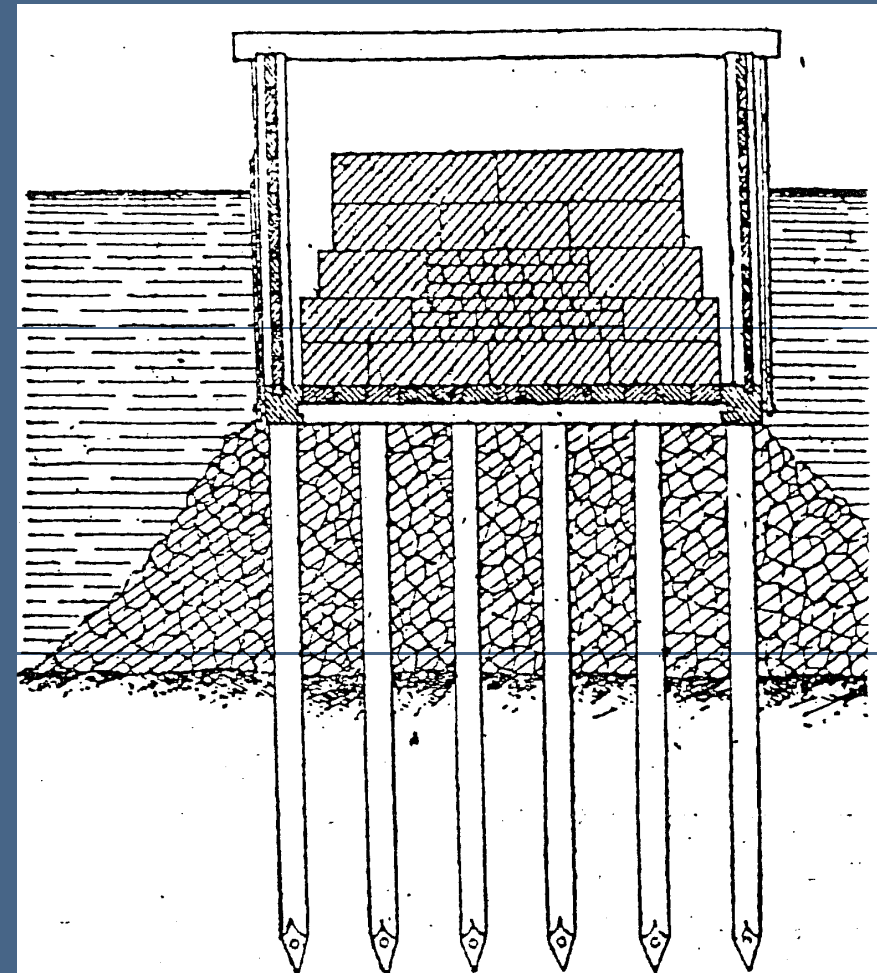
- 1: superficial
- 2: **semiprofunda**
- 3: profunda
- 4: no definible
- #: no observable



Influencia de la cimentación en la evaluación

Tipos de cimentación planteados:

- 1: superficial
- 2: semiprofunda
- 3: profunda
- 4: no definible
- #: no observable



Influencia de la cimentación en la evaluación

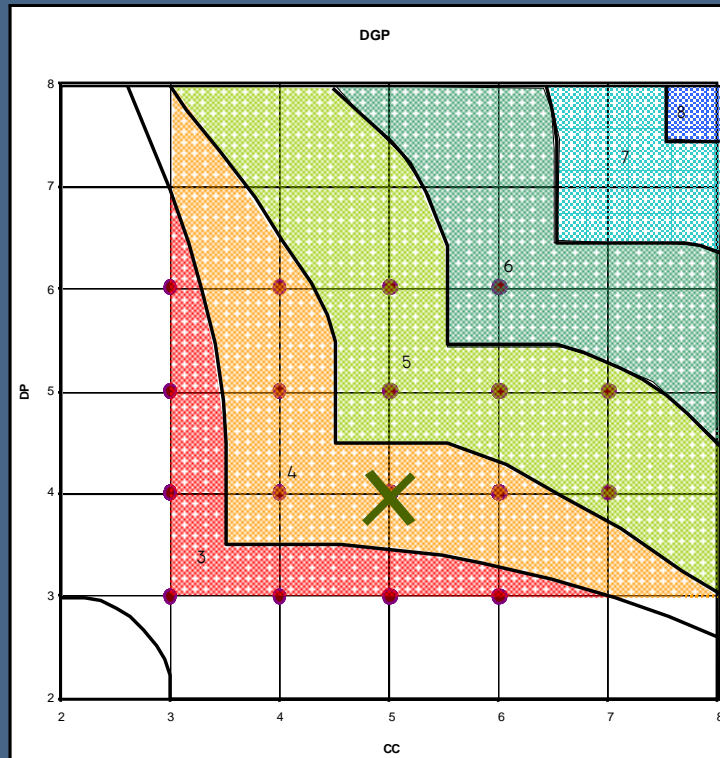
Tipos de cimentación planteados:

- 1: superficial
- 2: semiprofunda
- 3: profunda
- 4: no definible
- #: no observable

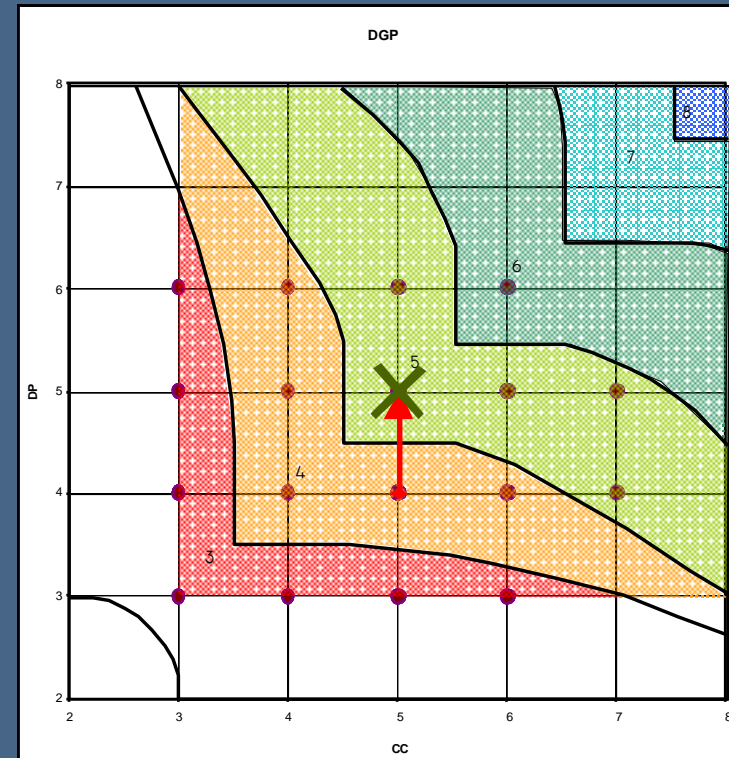


Influencia de la cimentación en la evaluación

_CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



_SUPUESTA CIMENTACIÓN PROFUNDA



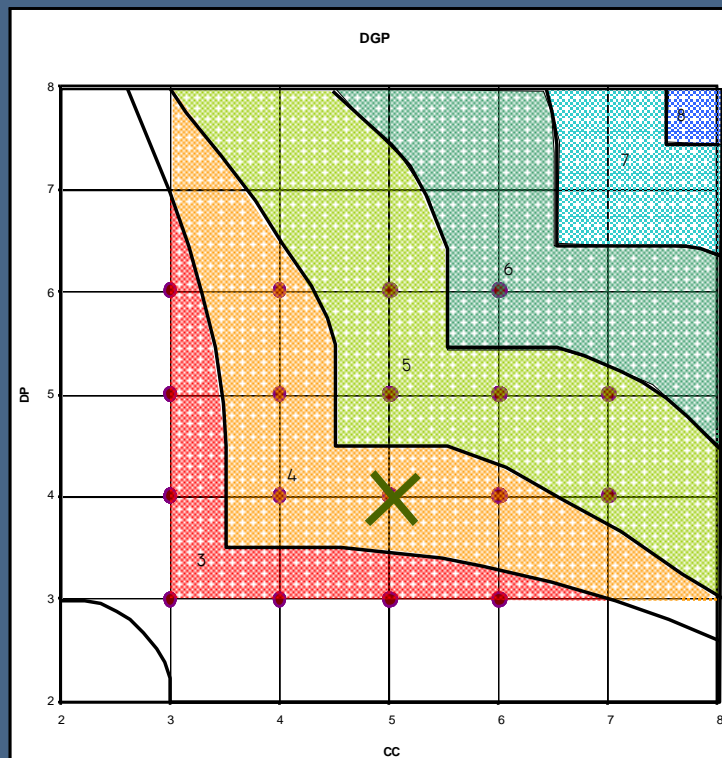
Código Puente	Tipología	Tipo Cimentación	DC	DP	DGP	DP'	DGP'
PT014	Arco	Superficial	5	4	4	5	5

DP' = Descriptor del Puente supuesta cimentación profunda

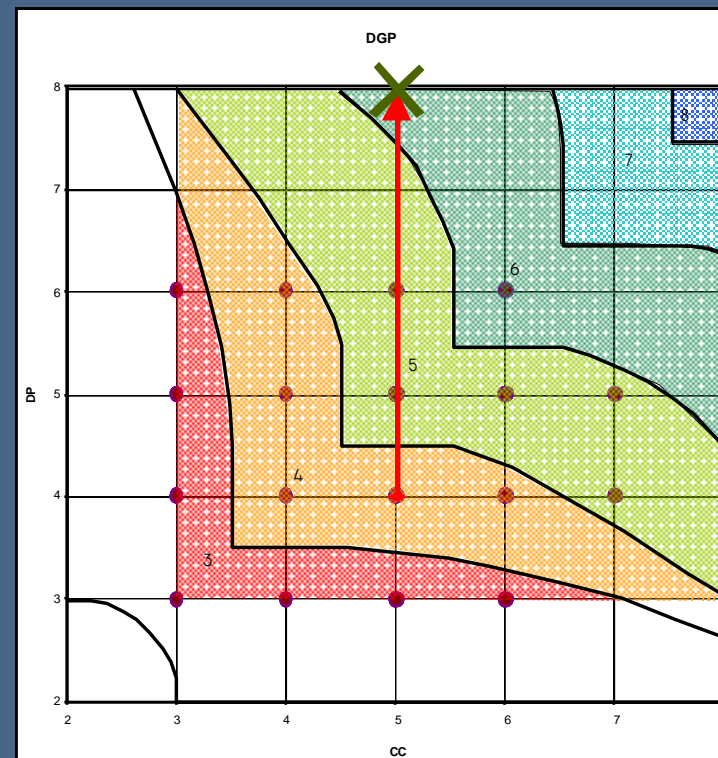
DGP' = Descriptor Global del Puente supuesta cimentación profunda

Influencia de la cimentación en la evaluación

_CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



_SUPUESTA CIMENTACIÓN PROFUNDA



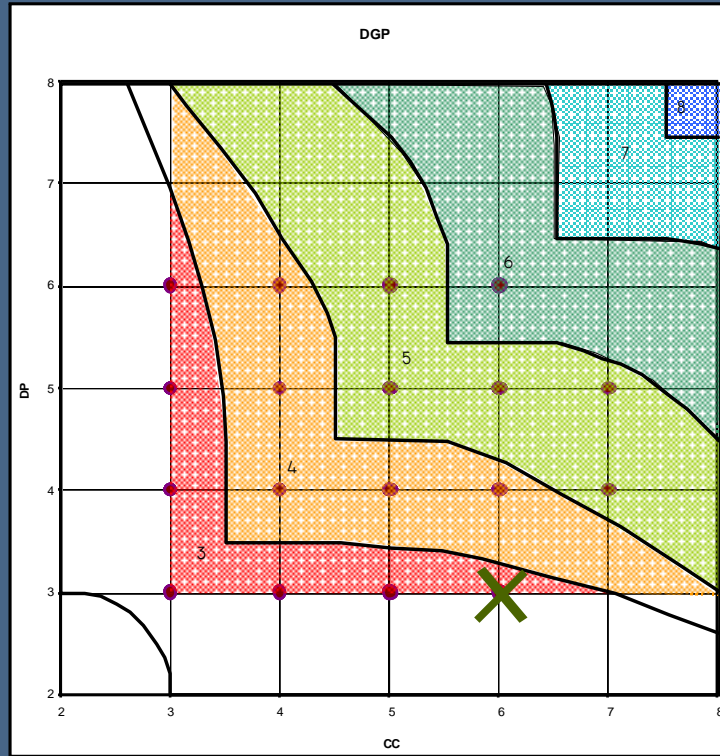
Código Puente	Tipología	Tipo Cimentación	DC	DP	DGP	DP'	DGP'
PT024	Bóveda	Superficial	6	3	3	5	5
PT029			6	3	3	4	4
PT039			5	4	4	8	6
PT057			5	3	3	5	5
PT069			6	4	4	8	6

DP' = Descriptor del Puente supuesta cimentación profunda

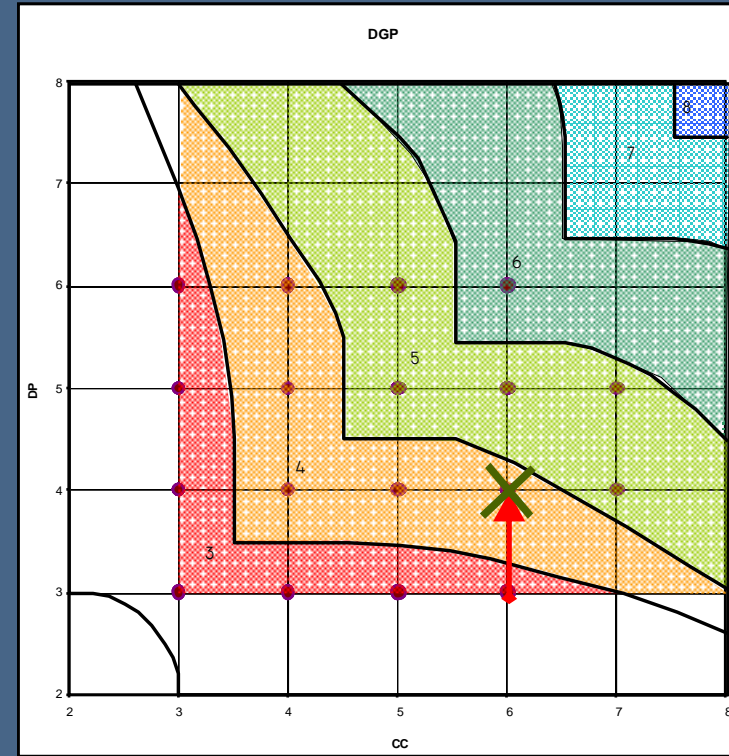
DGP' = Descriptor Global del Puente supuesta cimentación profunda

Influencia de la cimentación en la evaluación

_CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



_SUPUESTA CIMENTACIÓN PROFUNDA

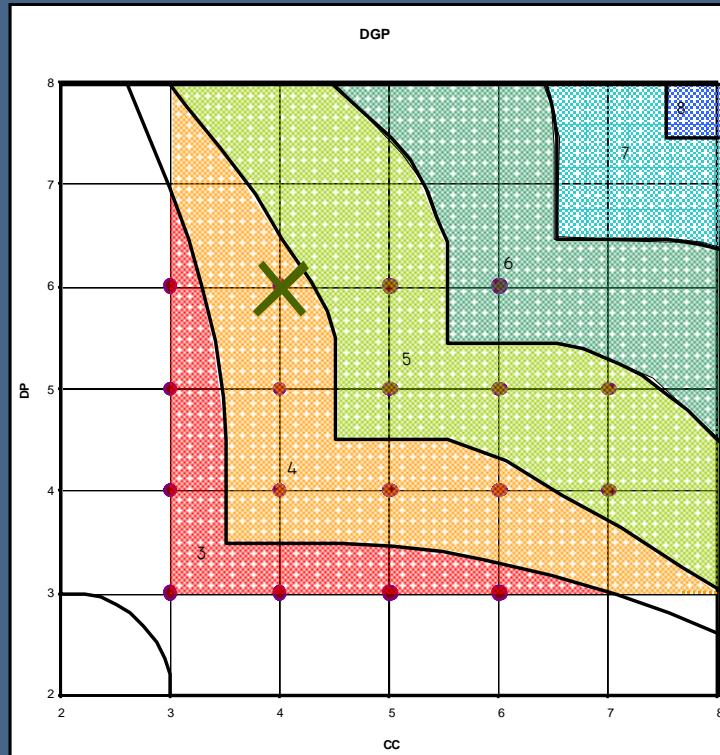


Código Puente	Tipología	Tipo Cimentación	DC	DP	DGP	DP'	DGP'
PT047	Tramos Isostáticos	Superficial	6	3	3	4	4
PT080			6	4	4	5	5

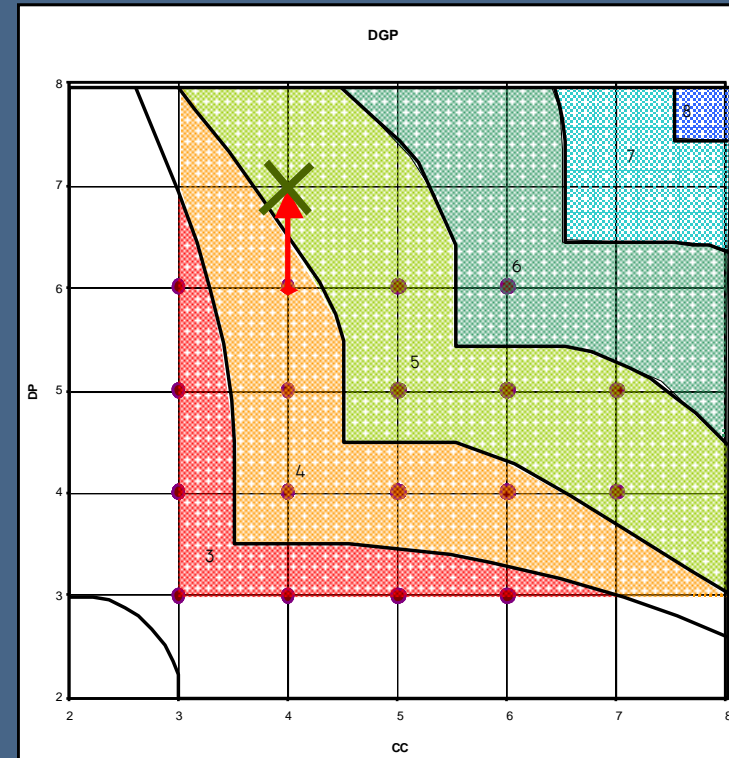
DP' = Descriptor del Puente supuesta cimentación profunda
DGP' = Descriptor Global del Puente supuesta cimentación profunda

Influencia de la cimentación en la evaluación

_CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



_SUPUESTA CIMENTACIÓN PROFUNDA



Código Puente	Tipología	Tipo Cimentación	DC	DP	DGP	DP'	DGP'
PT066	Tramos Hiperestáticos	Superficial	4	6	4	7	5
PT070			3	4	3	8	4

DP' = Descriptor del Puente supuesta cimentación profunda
DGP' = Descriptor Global del Puente supuesta cimentación profunda

JORNADA SOBRE CIMENTACIONES ESPECIALES DE PUENTES

Influencia de la cimentación en el estudio de la vulnerabilidad de un puente frente a la acción del cauce

- Introducción
- Breve presentación de la metodología
- Influencia de la cimentación en la evaluación
- Conclusiones



Conclusiones



_LA aplicación de la METODOLOGÍA presentada, en una campaña general de inspección de puentes, PERMITE ESTIMAR un valor numérico que expresa LA VULNERABILIDAD del puente frente a la acción global del cauce DE MANERA REALISTA [funcional, resolutive, realista, de trazabilidad completa, operativa]

_EL TIPO DE CIMENTACIÓN ES UN ASPECTO MÁS, PERO CON UNA REPERCUSIÓN MUY DIRECTA E IMPORTANTE en el resultado final que permite comparar unos puentes con otros y, por tanto, priorizar actuaciones

_LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL de cualquiera de las unidades EMPEORA DE FORMA NOTABLE LA CONDICIÓN DEL PUENTE

_Una VENTAJA CLARA es QUE AL PODER IDENTIFICAR inmediatamente LOS PUNTOS DÉBILES de cada caso, SI uno de ellos fuera bajo por FALTA de DEFINICIÓN del tipo de cimentación, la solución al mismo pasa en 1ra instancia por MEJORAR EL ESTUDIO DEL TIPO DE CIMENTACIÓN, en lugar de abordar otro tipo de actuación más costosa

_EL conocimiento del TIPO DE CIMENTACIÓN ES FUNDAMENTAL PARA LA ESTIMACIÓN REALISTA DE LA VULNERABILIDAD del puente frente a avenidas

GRACIAS POR LA ATENCIÓN
PRESTADA

