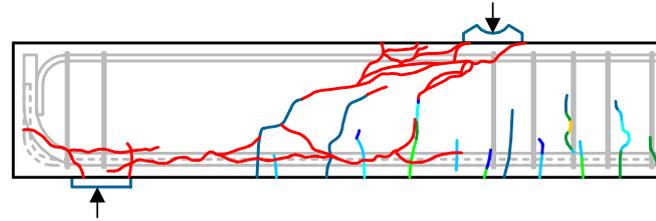


Introducción

El proyecto ha consistido en la modificación y desarrollo de nuevos algoritmos basados en Computación Evolutiva para, por una parte, ampliar el conocimiento de los modelos físicos que explican un determinado problema y, por otra, mejorar el ajuste y la seguridad de las expresiones normativas (basadas en planteamientos matemáticos) que se emplean tanto en el dimensionado como en la comprobación en el área del hormigón estructural.

Uno de los estudios llevados a cabo durante la realización del proyecto se ha centrado en la mejora de la formulación del EC-2 para la resistencia a cortante en vigas de hormigón estructural sin armadura transversal.



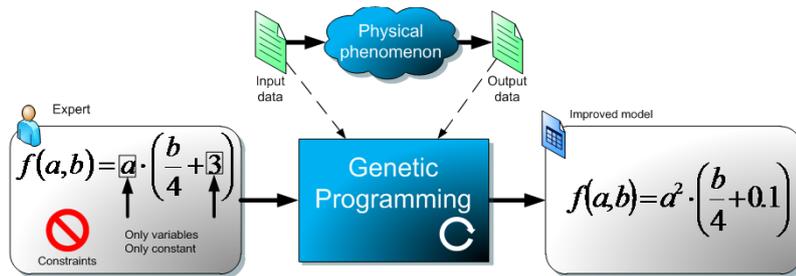
Método

Para mejorar la formulación del EC-2, que determina la resistencia a cortante en vigas de hormigón estructural sin armadura transversal, se emplean técnicas de Programación Genética (PG), mejoradas con módulos que dirigen el proceso de búsqueda.

A partir de un conjunto de datos experimentales amplio y contrastado, la PG puede mejorar el ajuste de una expresión empírica mediante la técnica de regresión simbólica. Para ello se analiza qué términos de la expresión podrían ser mejorados y, mediante un conjunto de restricciones fijados gracias a un conocimiento profundo del fenómeno, se inicia la creación de nuevas ecuaciones de modo orientado.

El método propuesto genera expresiones que revelan la influencia más exacta de las variables, e incluso puede dirigirse a predecir resultados del lado de la seguridad para las propuestas normativas. Para el desarrollo y verificación de los modelos se ha empleado cerca de 1200 ensayos de resistencia sobre vigas de hormigón, publicados y contrastados.

$$V_{Rd,c} = 0.18 \cdot \left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{0.5}\right) \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d$$



$$V_c = branch_1 \left(1 + \left(\frac{branch_2}{d}\right)^{branch_3}\right) (100 \cdot \rho_l)^{branch_4} \cdot f_c^{branch_5} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = branch_1 \left(1 + \left(\frac{branch_2}{d}\right)^{branch_3}\right) (100 \cdot \rho_l)^{branch_4} \cdot f_c^{branch_5} \cdot (branch_6)^{branch_7} \cdot b_w \cdot d$$

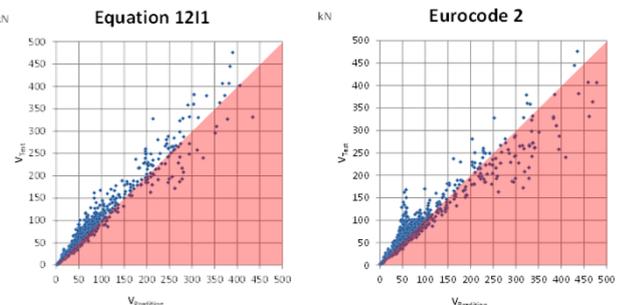
Resultados

Los resultados obtenidos se comparan con las predicciones del EC-2 y el código ACI-318. Se obtienen sencillas expresiones, muy similares en forma a la conocida del EC-2 o la EHE-08, pero que incluyen la interrelación momento-cortante y mejoran el sentido físico de la expresión.

$$12I1 = 1,75 \cdot (100\rho_l)^{0,4} \cdot f_c^{2/7} \cdot \left(\frac{V}{M}\right)^{1/4} \cdot b_w \cdot d$$

$$11G1 = 0,094 \left(1 + \left(\frac{1600}{d}\right)^{0,42}\right) (100\rho_l)^{0,37} \cdot f_c^{1/3} \cdot b_w \cdot d$$

$$12H1 = 0,114 \left(1 + \left(\frac{1600}{d}\right)^{0,42}\right) (100\rho_l)^{0,37} \cdot f_c^{1/3} \cdot \left(\frac{V \cdot d}{M}\right)^{0,21} \cdot b_w \cdot d$$



Conclusiones

- Se ha desarrollado un algoritmo válido para el ajuste de expresiones ya existentes.
- Las ecuaciones propuestas mejoran la del EC-2 en varios aspectos: interacción cortante-momento flector, influencia de la armadura longitudinal, el efecto tamaño.
- La interacción momento-cortante reduce el cortante último para momentos concomitantes moderados y elevados.
- El trabajo ha involucrado a Ingenieros de Estructuras e Ingenieros Informáticos.

	Entrenamiento						Test					
	EC-2	ACI11-3	ACI 11-5	11G1 GP1	12H1 GP4	12I1	EC-2	ACI11-3	ACI 11-5	11G1 GP1	12H1 GP4	12I1
COV	23,40	33,23	28,72	18,06	16,21	15,91	25,80	33,26	25,36	20,64	17,75	17,01
V_{ens}/V_{pred}	1,10	1,44	1,30	1,09	1,09	1,09	1,14	1,53	1,35	1,12	1,12	1,11
R ²	0,960	0,867	0,876	0,975	0,972	0,975	0,928	0,829	0,845	0,949	0,946	0,949
ECM	2.165	18.820	18.963	446	629	529	628	1.902	1.778	546	502	467
EM	17,84	41,11	38,13	11,97	12,51	11,85	13,23	25,62	21,98	12,73	11,78	11,26
PD	229	636	551	124	130	104	267	639	488	212	153	136

Autores

F. Martínez Abella (UDC)
D. Carro López (UDC)
J. Eiras López (UDC)
B. González Fonteboa (UDC)
I. Martínez Lage (UDC)

J.L. Pérez Ordóñez (UDC)
J.R. Rabuñal Dopico (UDC)
D. Rivero Cebrián (UDC)
C. Vázquez Herrero (UDC)