

# **METODOLOGIA AVANZADA PARA CHEQUEO Y RECONOCIMIENTO DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL.**

Para la exposición de este trabajo, se parte de la existencia de la única referencia de que se dispone en cuanto a correlación de resistencias reales de hormigón, con velocidad de ultrasonidos (Procedente de la Comisión Permanente del Hormigón), en estructuras de hormigón armado, que se presenta en la siguiente tabla:

<b>VELOCIDAD PROPAGACIÓN (m/seg)</b>	<b>CALIDAD DEL HORMIGÓN</b>
> 4.500	EXCELENTE
3.500 a 4.500	BUENO
3.000 a 3.500	ACEPTABLE
2.000 a 3.000	DEFICIENTE
< 2.000	MUY DEFICIENTE

Dada la vaguedad de su contenido y la carga de subjetividad (no aporta valores reales de resistencia de hormigón), solo conceptos amplios y abstractos de la calidad del hormigón, se planteó en su momento este trabajo de investigación.

A continuación se procede a la exposición de aquellos aspectos de mayor interés, tras el proceso de investigación llevado a cabo, cuyo resultado final puede ser utilizado como base para el diagnóstico estructural, la peritación y la toma de importantes decisiones, con una gran carga de responsabilidad, puesto que a partir de ahí, el proyectista planteará las soluciones más adecuadas para resolver el problema de la estructura de hormigón armado objeto de actuación: Reparación, refuerzo o cualquier otra intervención e incluso, si llegara el caso, la propia demolición del edificio.

Se ha trabajado con cuatro tipos de estructuras, en función de su situación (Mas o menos distante de 500 m de la costa y de mas o menos de 20 años de edad):

**Tipo A:** Menos de 500 m de la costa y menos de 20 años de edad.

**Tipo B:** Menos de 500 m de la costa y mas de 20 años de edad

**Tipo C:** Mas de 500 m de la costa y menos de 20 años de edad

**Tipo D:** Mas de 500 m de la costa y mas de 20 años de edad

Analizando los datos disponibles e interpretando los resultados para cada tipo de estructura, combinando las dos variables de localización y de edad, con un profundo tratamiento estadístico, se concluye que:

- Con los valores obtenidos, se ratifica que son totalmente fiables para estructuras de hormigón armado, en cualquiera de las cuatro tipologías analizadas (A, B, C y D).
- Aparecen valores incongruentes de resistencia (R), especialmente en estructuras de tipo A y B, coincidiendo con los valores más bajos de velocidad de ultrasonidos.
- Se presentan las siguientes fórmulas de correlación propuestas, para cada tipo de estructura analizada:

$$\text{Edificios "A": Resistencia} = 26,622 - 0,022 * \text{Velocidad} + 0,000005557 * \text{Velocidad}^2$$

$$\text{Edificios "B": Resistencia} = 47,568 - 0,027 * \text{Velocidad} + 0,00000516 * \text{Velocidad}^2$$

$$\text{Edificios "C": Resistencia} = -34,709 + 0,023 * \text{Velocidad} - 0,00000175 * \text{Velocidad}^2$$

$$\text{Edificios "D": Resistencia} = 100,787 - 0,071 * \text{Velocidad} + 0,0000131 * \text{Velocidad}^2$$

Se presentan al final las gráficas de correlación – regresión cuadrática, para los distintos modelos de estructura analizados, donde de forma gráfica se pueden obtener valores de resistencia media (R) de un elemento de hormigón, en función de la velocidad de ultrasonidos (V). De todas estas gráficas se confirma que las curvas - rectas de regresión, coinciden con las obtenidas y responden a la expresión matemática del modelo propuesto, para cada una de las subpoblaciones estudiadas (Edificios tipo A, B, C, y D), para facilitar su aplicación concreta en cualquier análisis

– peritación, de cualquier elemento estructural, en cualquiera de las cuatro circunstancias analizadas, para cualquiera de las cuatro subpoblaciones investigadas.

De esta forma se justifica el cumplimiento de los objetivos general y específico, que pueden considerarse plenamente logrado, ya que se obtiene con éxito la información que se buscaba y su interpretación, facilitando la toma de decisiones en la evaluación de la seguridad estructural del elemento de hormigón armado, ya que estos resultados ponen de manifiesto que la técnica de chequeo estructural y los sistemas de correlación de datos planteados, pueden ser considerados como una herramienta totalmente fiable en la evaluación estructural, ya que los resultados de las correlaciones nos confirman su aptitud para el uso a que se destinan, pudiendo proporcionar excelentes resultados en una evaluación – peritación estructural, para cualquier estructura de hormigón armado.

Se puede concluir también que, en cuanto a otras consideraciones, para reparar una estructura de hormigón armado, utilizando materiales especiales del tipo resina epoxi o similares, es necesario que el elemento a reparar presente una resistencia del hormigón mayor de  $10 \text{ N/mm}^2$ , para garantizar la adecuada adherencia al soporte (BRESSION, J. 1971).

Y para finalizar, se avanzan algunas ideas que confirman lo anteriormente expuesto y que deben servir de reflexión al profesional - técnico usuario de las citadas técnicas de investigación, en chequeos estructurales:

- Es necesario que en todo proceso de investigación en chequeo estructural, se tenga en cuenta la necesidad de conseguir una total fiabilidad, trazabilidad en los datos y sin duda, credibilidad, de cara al futuro usuario de los resultados, para el análisis - diagnóstico estructural.
- Se deberán tener en cuenta, como base para la reflexión, la interpretación de los resultados obtenidos y las conclusiones expuestas en cada caso, previamente a la aplicación de cualquiera de los métodos de chequeo estructural analizados y de la posterior aplicación en la peritación - evaluación estructural, en los futuros casos concretos.
- No se debe olvidar tampoco, que los resultados que se obtienen de los procesos de chequeo estructural, suponen la base para la toma de decisiones de diagnóstico y peritación estructural, con las importantes responsabilidades que como ya se ha insistido,

de todo ello se derivan.

- El técnico especialista dispondrá con todo ello, de una serie de herramientas y métodos de investigación muy adecuados, para el chequeo del estado actual de las estructuras de hormigón armado convencionales.
- Para cada tipología de estructura, con las variables combinadas (Edificios del tipo A, B, C y D), se propone la tabla que presenta los valores de Resistencia (R) en función de la Velocidad (V). Compárese con la tabla inicial de Clasificación de la Calidad del Hormigón.
- Para completar la definitiva aportación a la normativa actualmente en vigor, para el análisis estructural, se expone a continuación la tabla final, para una futura propuesta normativa, con los valores de resistencia media, para el total de estructuras chequeadas y para cada uno de los distintos tipos de edificios:

<b>PROPUESTA DE CORRELACION DE RESULTADOS (Con Velocidad y Resistencia)</b>					
<b>VELOCIDAD ULTRASONIDOS (m/seg)</b>	<b>RESISTENCIAS MEDIAS (N/mm<sup>2</sup>) (Valor esperado)</b>				
	<b>TODAS LAS ESTRUTURAS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
4.500	34	40	32	33	47
4.000	23	28	23	29	26
3.500	16	18	17	24	13
3.000	11	11	14	19	6
2.500	10	6	13	12	5
2.000	(*)	(*)	(*)	4	(*)
< 2.000	(*)	(*)	(*)	< 4	(*)

(\*) Valores no congruentes obtenidos de la fórmula de Regresión Cuadrática.

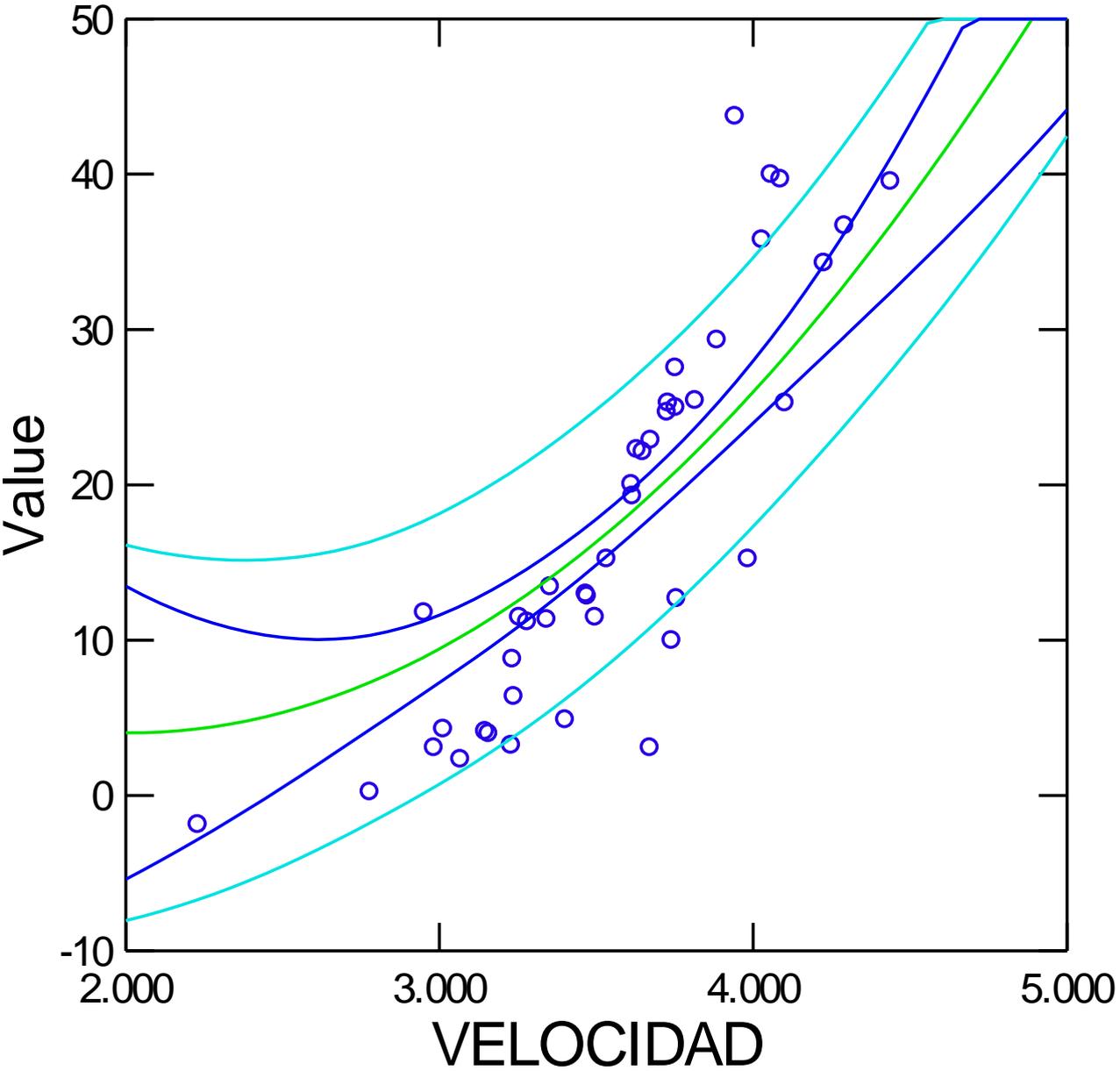
Se puede afirmar que con este trabajo de investigación, se ha definido un claro procedimiento científico de análisis de los dos métodos de ensayo y de las herramientas necesarias para realizar un completo chequeo estructural, para la obtención de los datos necesarios y su adecuada interpretación, facilitando información suficiente para realizar un análisis crítico de cómo se efectúan, de su alcance y fundamentalmente de su fiabilidad – nivel de confianza, dado que, sus resultados van a suponer el soporte básico para el futuro análisis - diagnóstico – evaluación de seguridad – peritación estructural y finalmente, la redacción del correspondiente Proyecto de Intervención Estructural (refuerzo, reparación, demolición, etc.), con la responsabilidad que ello

conlleva.

Se ha querido confeccionar este documento final, con un carácter eminentemente práctico, basado en un marco teórico, suficientemente experimentado, que facilite a los técnicos - especialistas - peritos estructurales del sector de la construcción, el conocimiento más profundo de los dos citados métodos de auscultación - investigación en chequeos estructurales, en elementos - piezas de hormigón armado, su aplicación, fiabilidad y la interpretación final de sus resultados, así como generar un documento básico, apto para su divulgación, como actividad necesaria para llegar al profesional - técnico usuario final, de forma directa y clara, facilitando su conocimiento y divulgación, también en el ámbito Universitario.

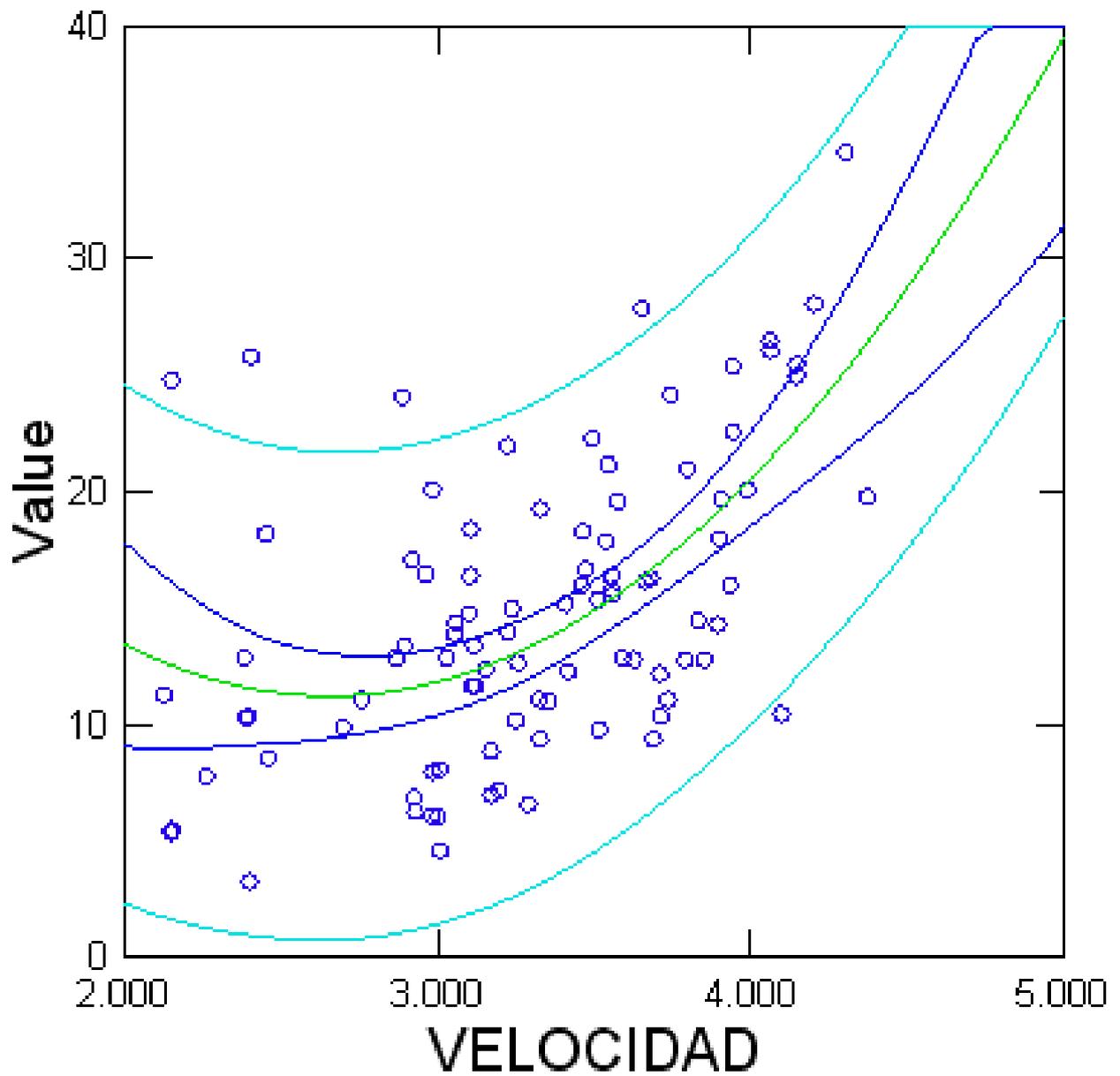
Para EDIFICIOS Tipo "A".

# Confidence and Prediction Intervals



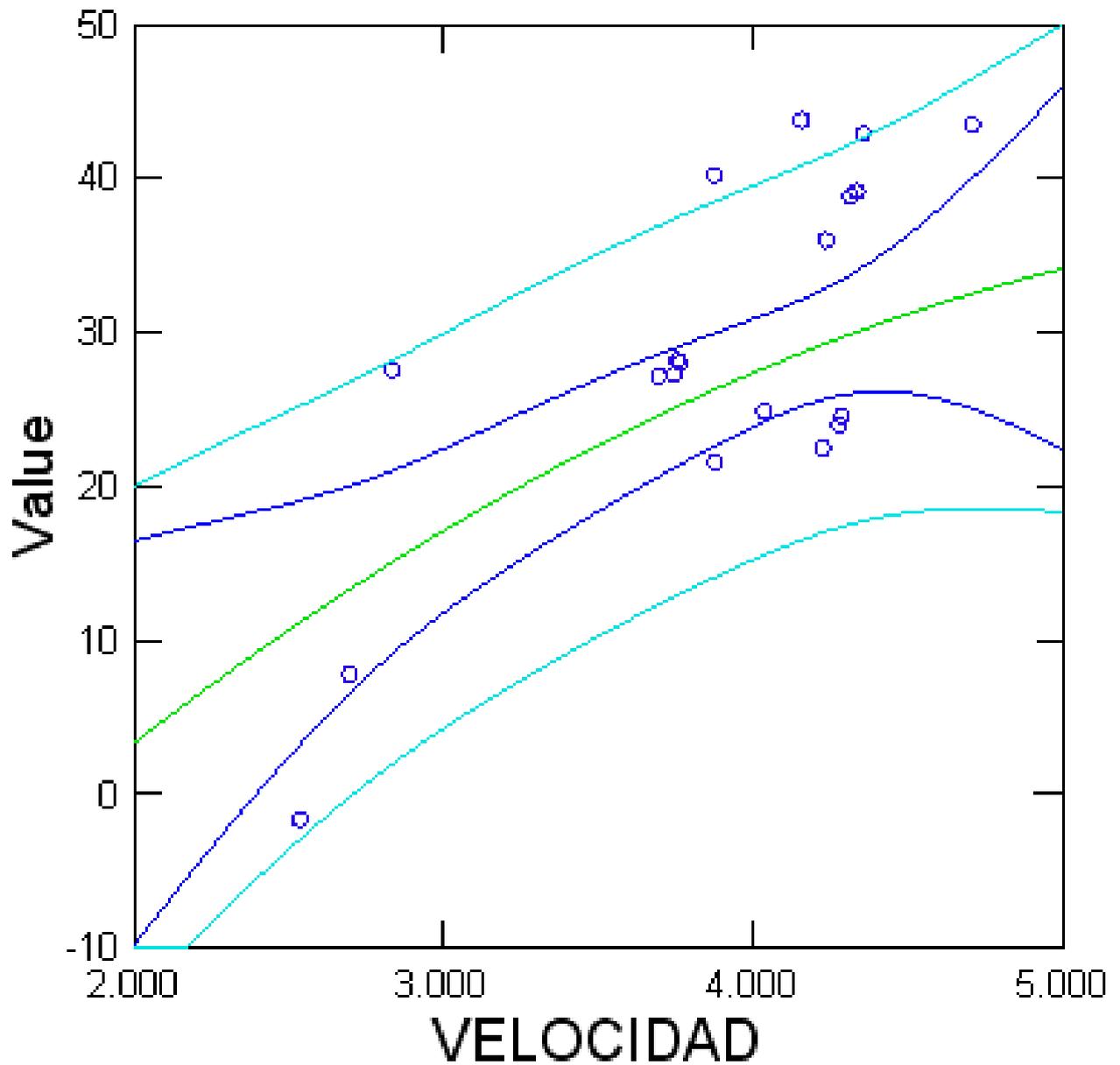
Para EDIFICIOS Tipo "B".

## Confidence and Prediction Intervals



Para EDIFICIOS Tipo "C".

## Confidence and Prediction Intervals



Para EDIFICIOS Tipo "D".

## Confidence and Prediction Intervals

