

Métodos de ensayo no destructivos: la visión del experto

Luis Fernandez Luco

Dr. Ing. Civil

Facultad de Ingeniería – INTECIN - LaME

Universidad de Buenos Aires



Chapter Argentina



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Métodos de ensayo no destructivos....

¿Cómo aprovechar su potencial?

¿Cómo interpretar sus resultados?

¿Es posible diseñar criterios de aceptación – rechazo?

Normalización – Caso de estudio

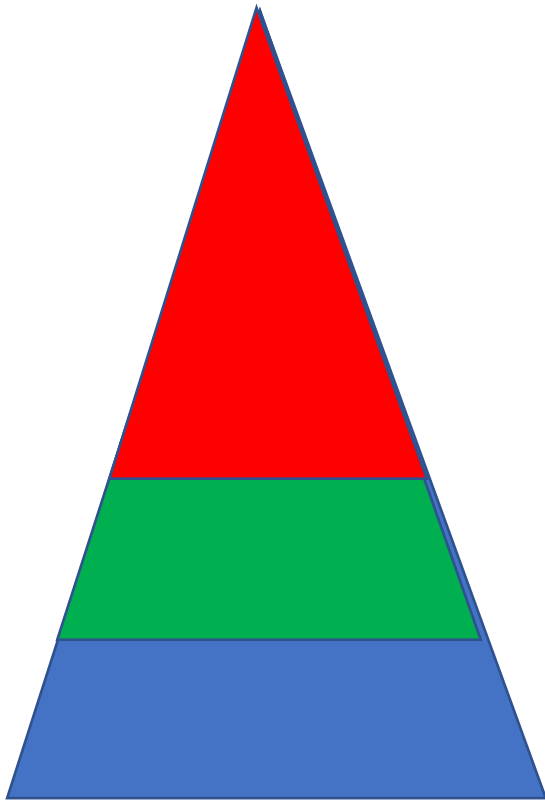
¿Cómo aprovechar su potencial?

- Nuevo enfoque de la durabilidad basado en las prestaciones
- Uso de indicadores de durabilidad
- Desarrollo de modelos de deterioro

¿Cómo aprovechar su potencial?

- Nuevo enfoque de la durabilidad basado en las prestaciones (Performance-based design)
 - La identificación de los requisitos impuestos para la estructura en servicio, en el diseño
 - El empleo de un modelo de deterioro
 - La definición del nivel aceptable de deterioro, de acuerdo con el destino y la función de la estructura o material

Performance-based design



- Definición de necesidades y trasposición a parámetros medible
- Selección / diseño de técnicas capaces de medir esos parámetros
- Identificación de los valores admisibles (LIMITE DE ESPECIFICACIÓN) para alcanzar el objetivo

¿Cómo aprovechar su potencial?

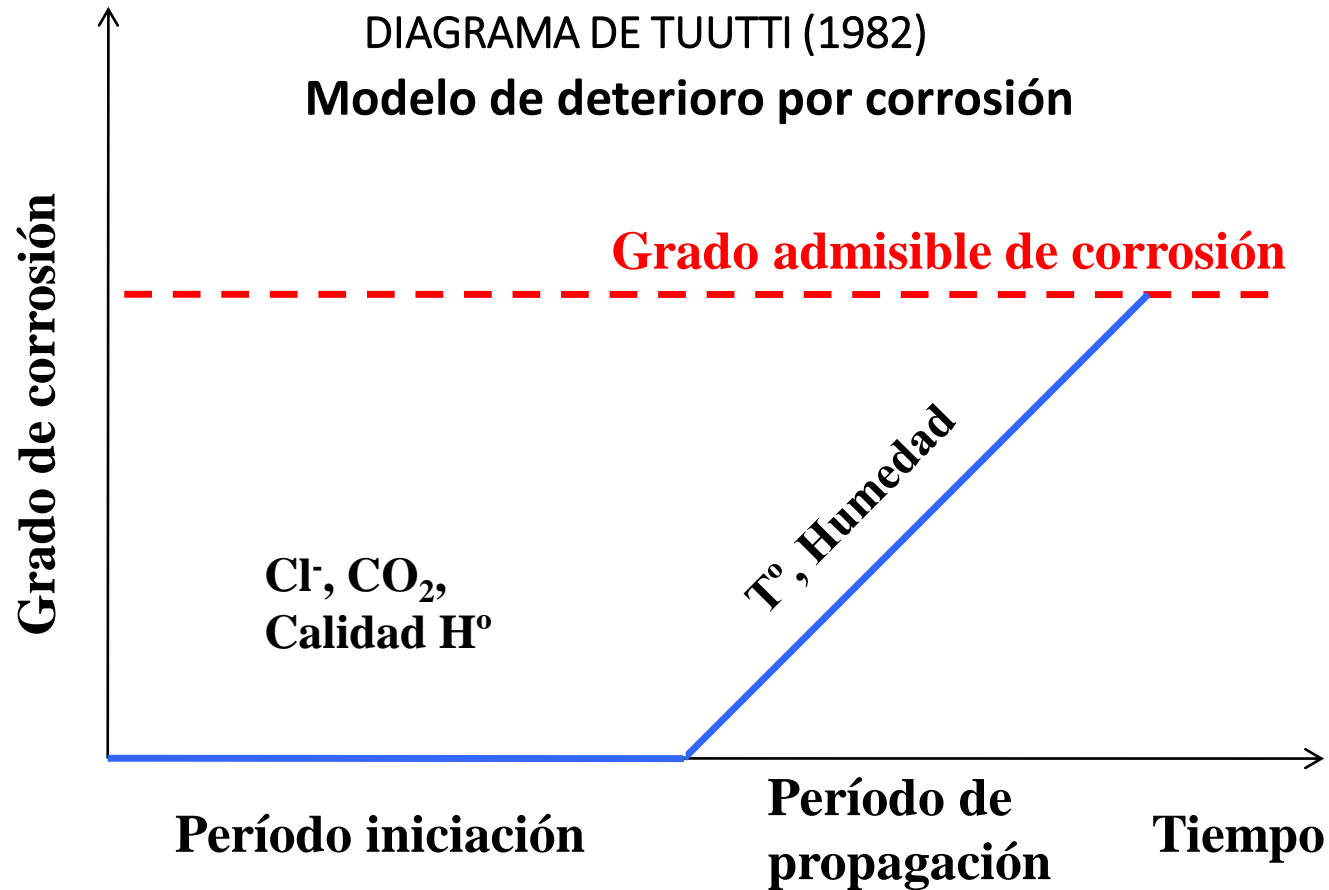
- **Uso de indicadores de durabilidad**
 - Parámetros medibles de manera sencilla y preferentemente de manera no destructiva
 - Vinculados de manera directa o indirecta con el proceso de deterioro o los mecanismos que lo determinan (por ejemplo, facilidad de ingreso de agresivos al material)

Ejemplos

- Resistividad eléctrica del hormigón
- Permeabilidad a los gases
- Velocidad de succión capilar

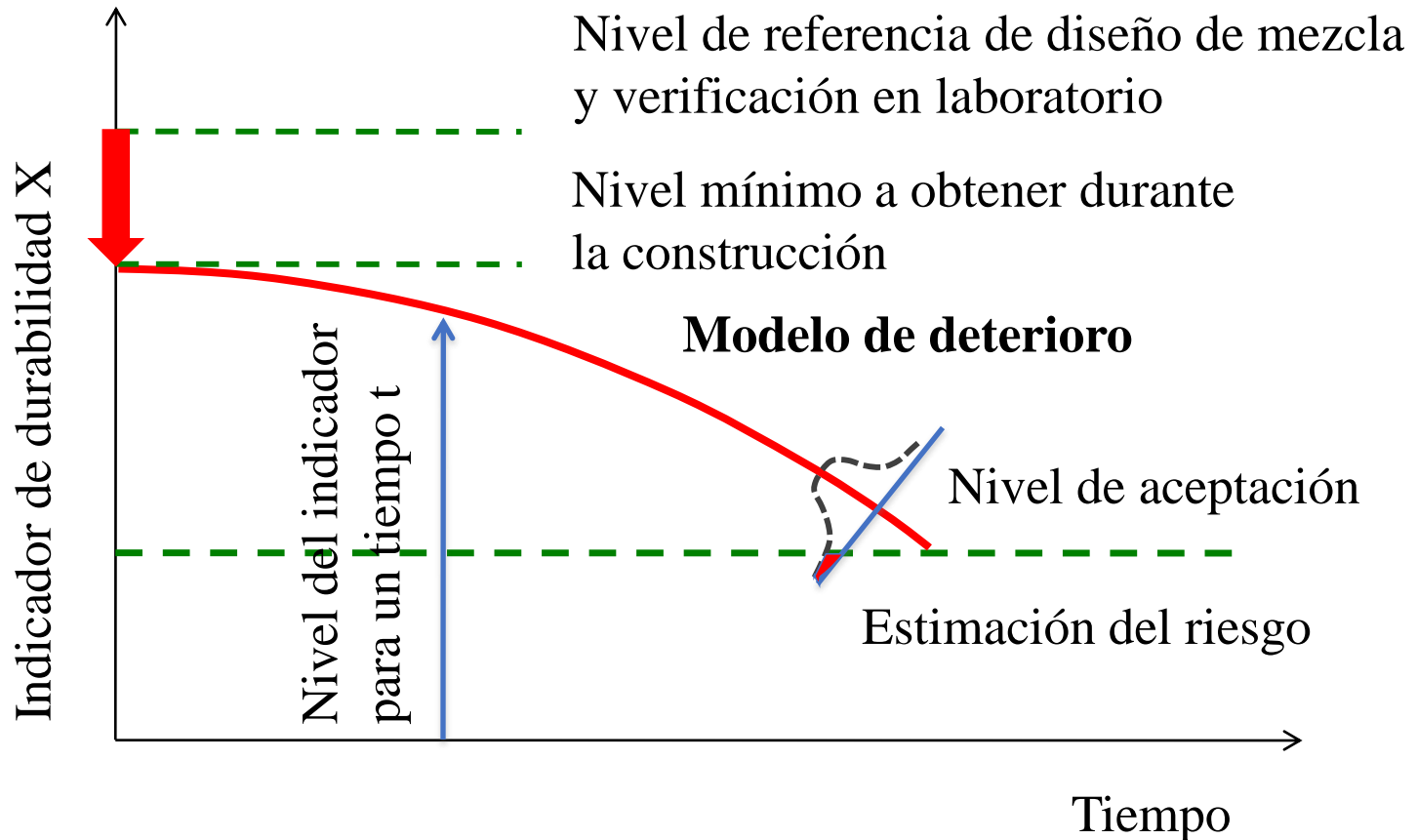
¿Cómo aprovechar su potencial?

- Desarrollo de modelos de deterioro



¿Cómo aprovechar su potencial?

- Desarrollo de modelos de deterioro: modelo teórico que contempla diferentes escenarios



¿Cómo interpretar sus resultados?

- Herramientas conceptuales, de manera directa
- A través de la correlación con métodos de ensayo de referencia

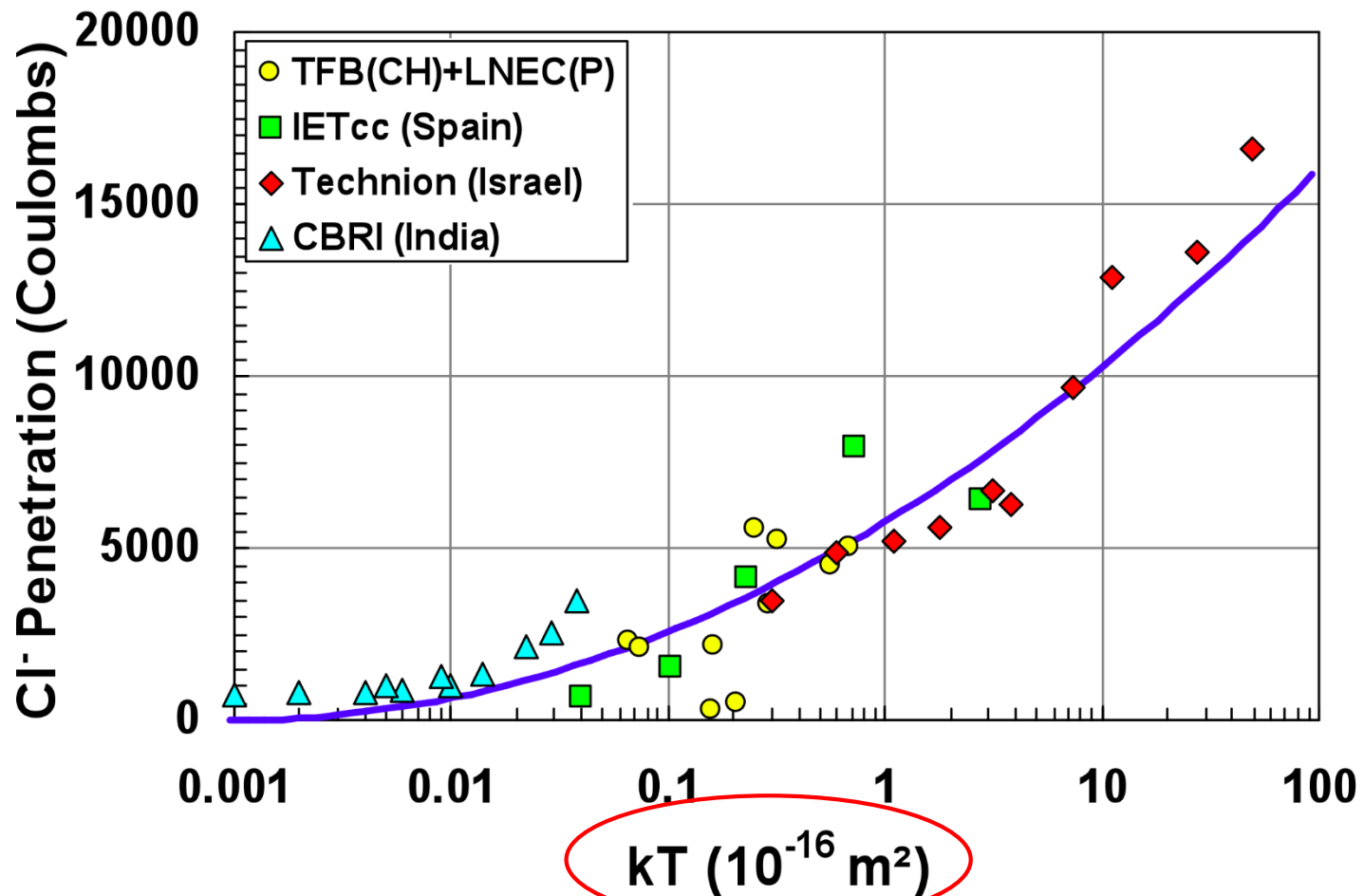
¿Cómo interpretar sus resultados?

- Herramientas conceptuales, de manera directa
- Cuando la técnica de medida reproduce lo que ocurre en la condición natural de exposición...

**PERO CUIDADO CON EL EFECTO DEL
PREACONDICIONAMIENTO DE LAS
MUESTRAS EN EL LABORATORIO**

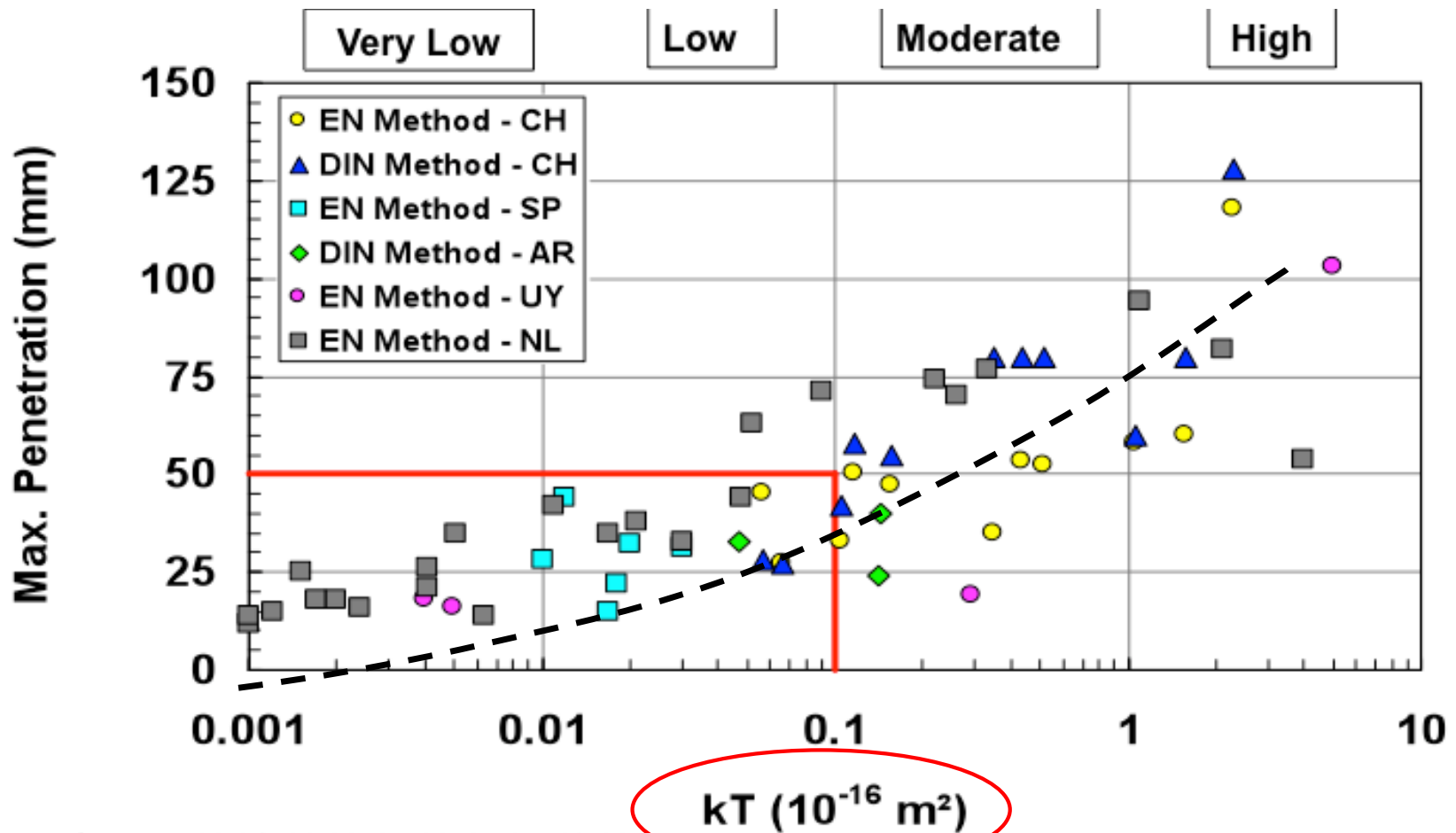
¿Cómo interpretar sus resultados?

- A través de la correlación con métodos de ensayo de referencia



¿Cómo interpretar sus resultados?

Correlación con Penetración de agua bajo presión



Sources: 02-01, 03-02, 05-06, 05-07, 09-08

- **¿Es posible diseñar criterios de aceptación o rechazo?**

- Conocimiento de la estadística del método
- A partir del balance entre el riesgo del productor y del consumidor

• **¿Es posible diseñar criterios de aceptación o rechazo?**

• **Conocimiento de la estadística del método**

- ¿Puede asumirse una distribución Normal?
- ¿Es necesario recurrir a otro tipo de distribución?

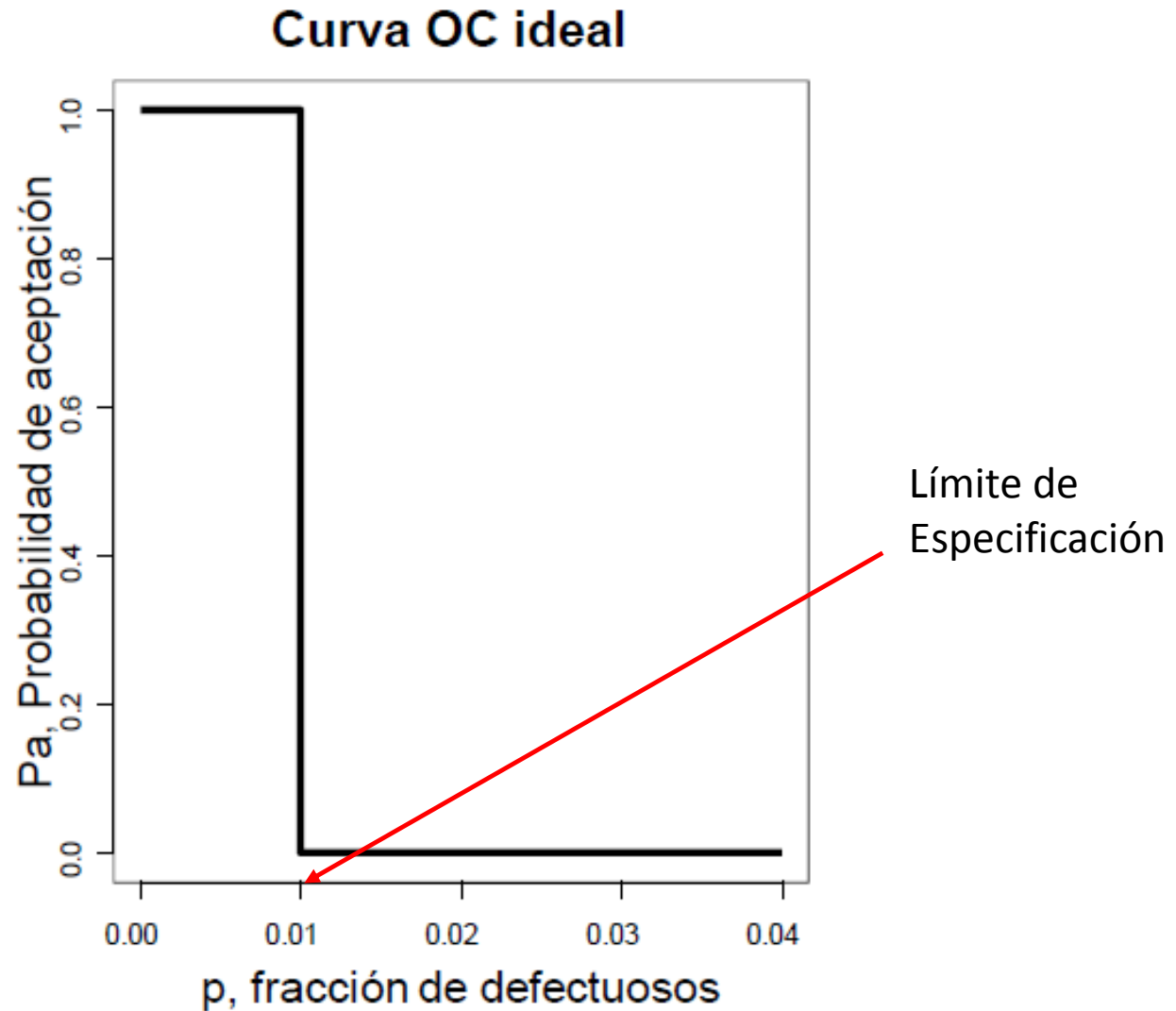
En todo caso, podremos estimar el **parámetro de ubicación** (medida central o más probable) y una **medida de la dispersión** (variabilidad)

• ¿Es posible diseñar criterios de aceptación o rechazo?

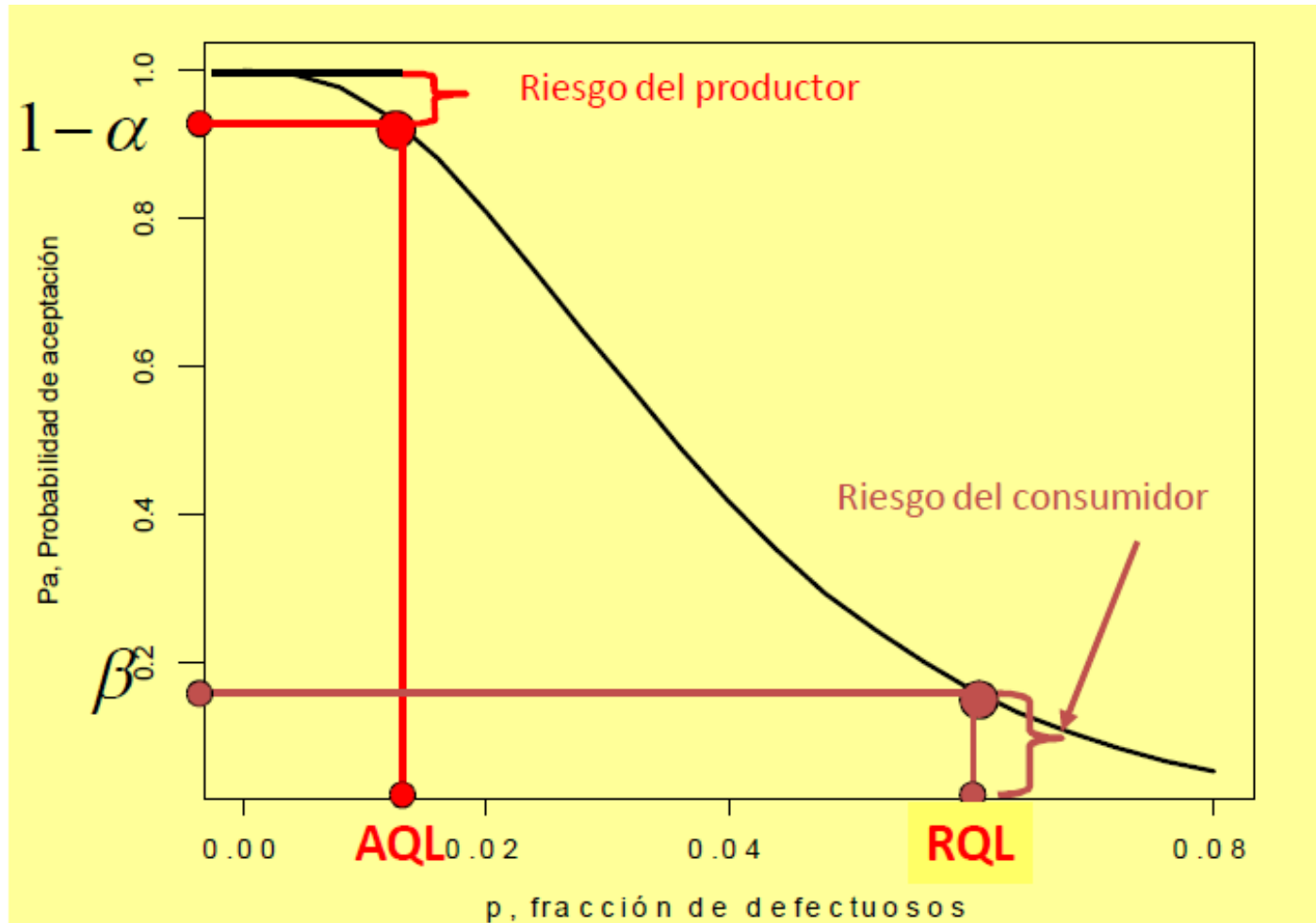
- A partir de un balance entre el riesgo del productor y del consumidor

Al aplicar el END		Situación REAL	
Decisión basada en ensayos		Bueno	Malo
	Aceptación	OK	Riesgo del consumidor
	Rechazo	Riesgo del productor	OK

Al diseñar el criterio de aceptación y rechazo...



Al diseñar el criterio de aceptación y rechazo...



Caso de estudio: Permea-TORR

Swiss Standard SIA 262/1:2013



NEW!!! 4TH
GENERATION

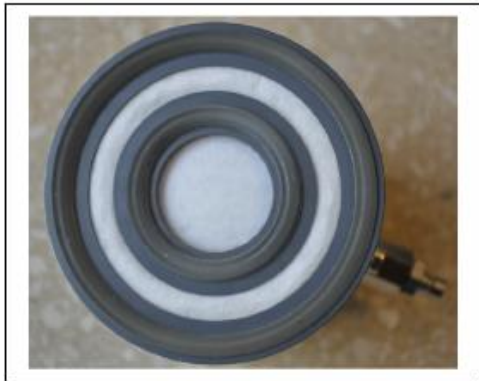
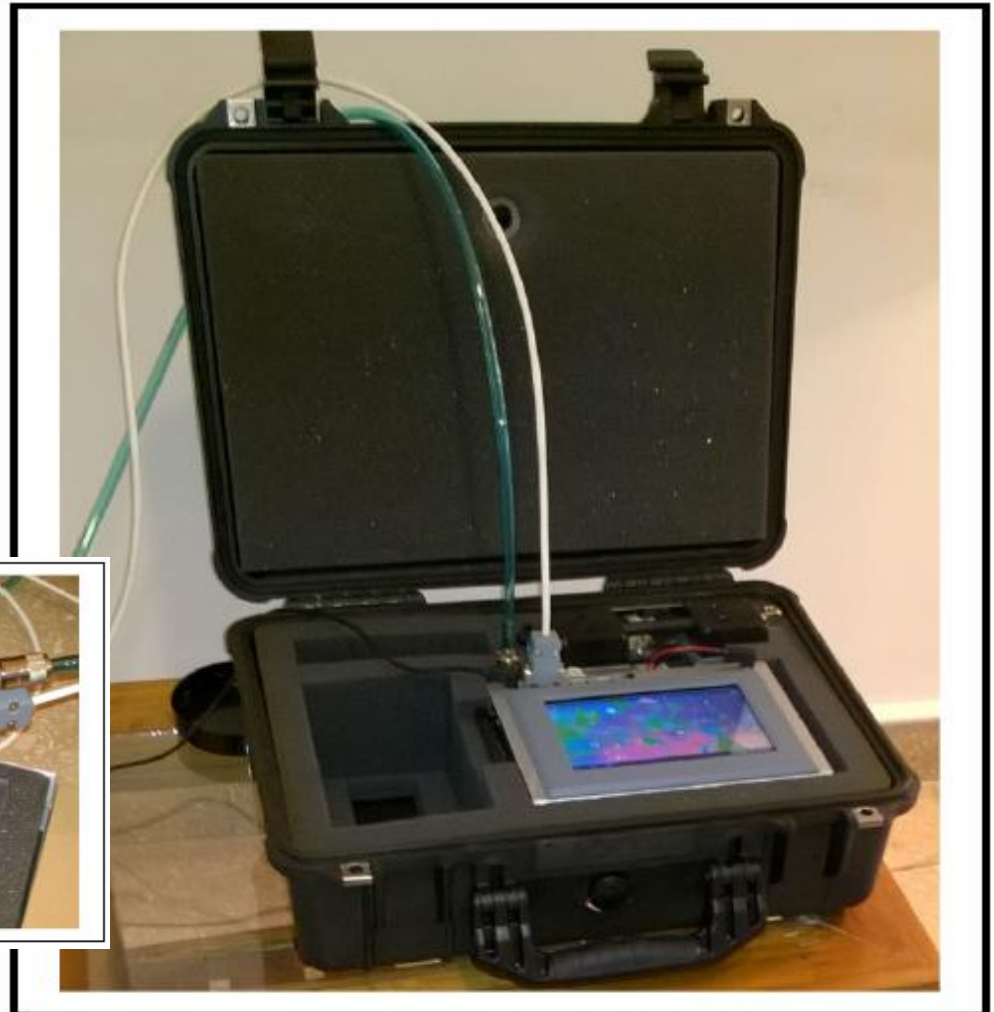
Permea **TORR**
ACTIVE CELL

Materials Advanced Services Ltd., Av. Libertador 3590, #85, C1425ABV Buenos Aires, Argentina

+541147745436 +41797740601, www.m-a-s.com.ar, e-Mail: info@m-a-s.com.ar

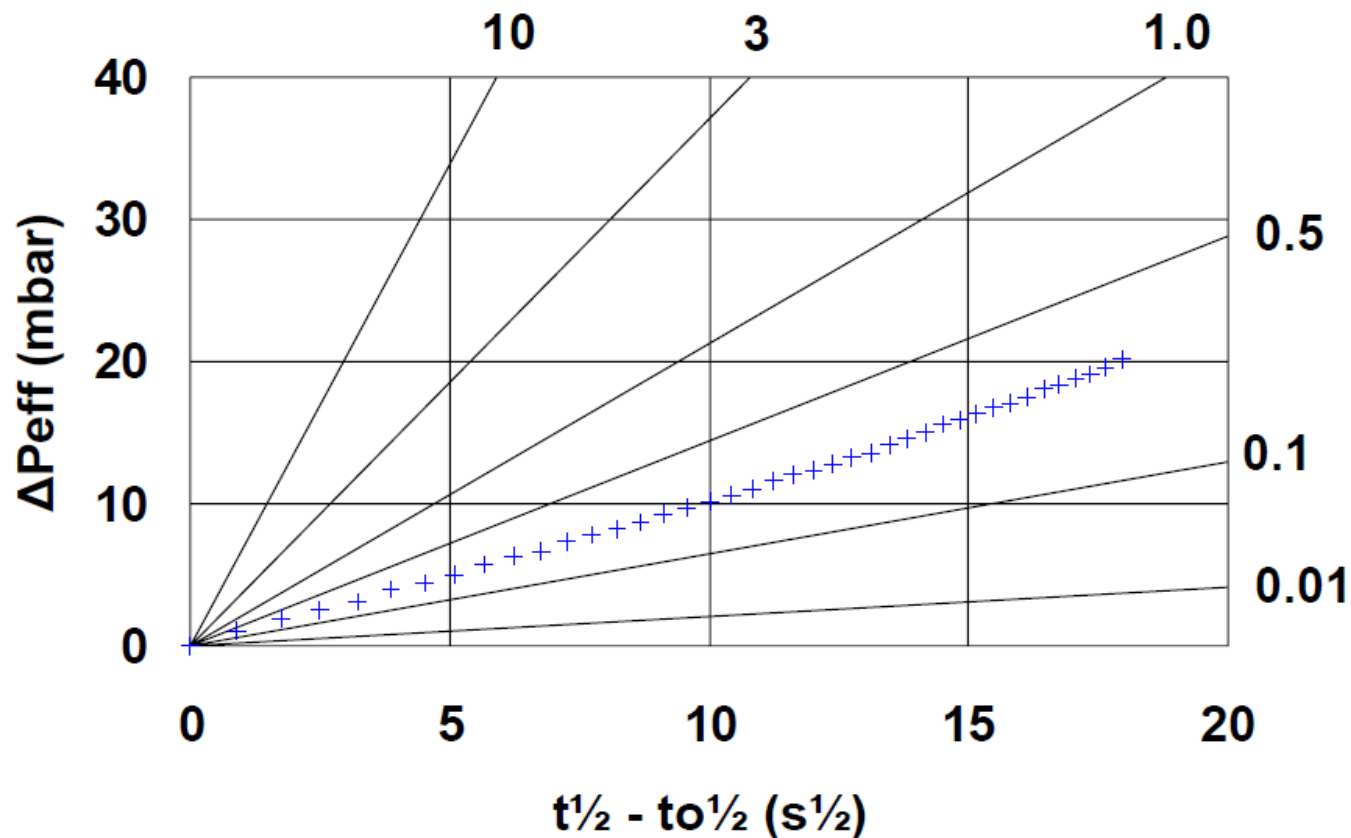
Luis Fernandez Luco - Universidad de Buenos Aires

Caso de estudio: Permea-TORR para la medida de la permeabilidad al aire



¿Cómo interpretar sus resultados?

Visualización en pantalla de la pérdida de vacío vs la raíz del tiempo



¿Cómo interpretar sus resultados?

Calculation of kT

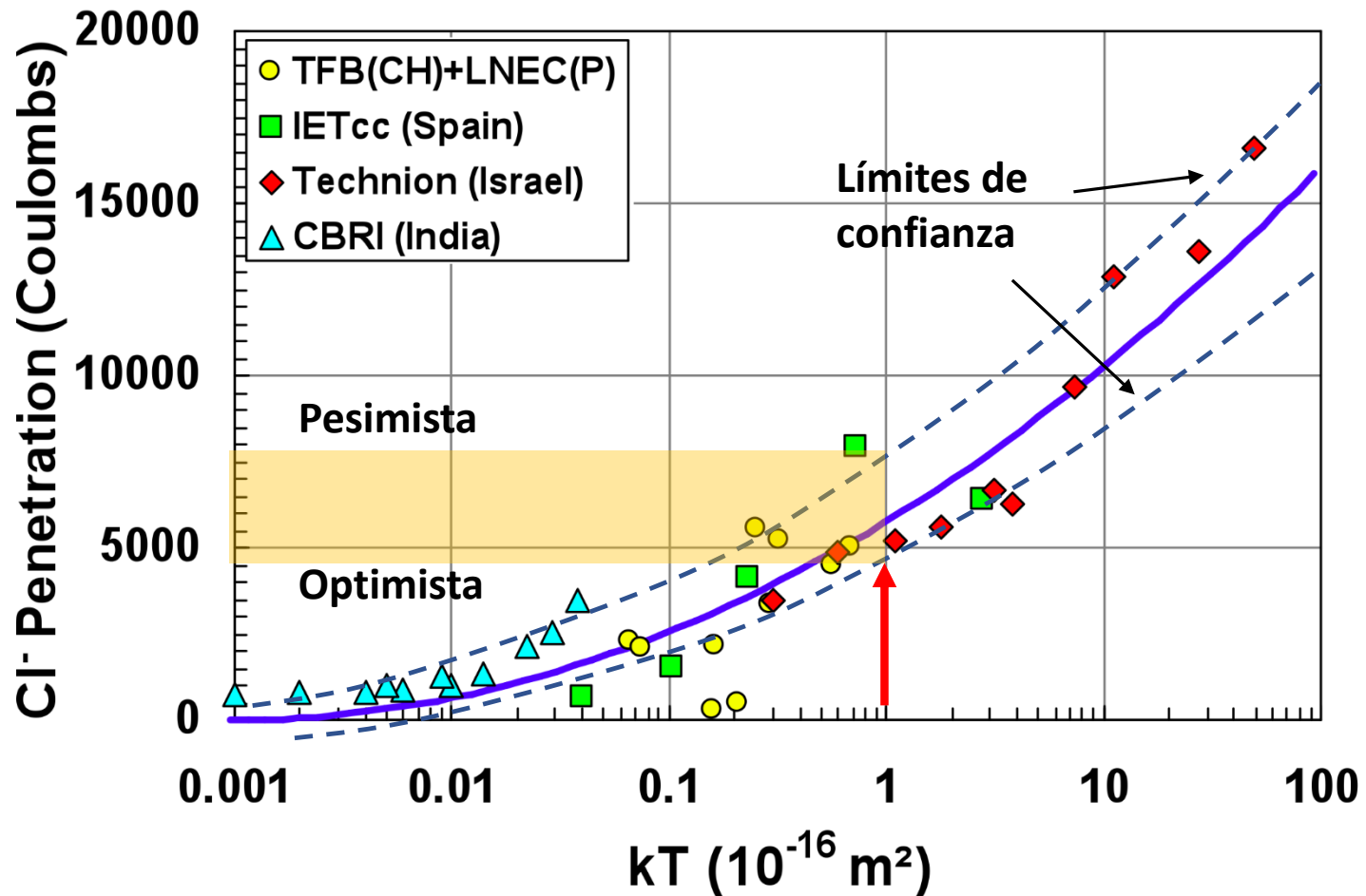
$$kT = \left[\frac{V_c}{A} \right]^2 \frac{\mu}{2 \varepsilon P_a} \left(\frac{\ln \frac{P_a + \Delta P_i(t_f)}{P_a - \Delta P_i(t_f)}}{\sqrt{t_f} - \sqrt{t_o}} \right)^2$$

- **kT: coefficient of air-permeability (m²)**
- **V_c : volume of inner cell system (m³)**
- **A : cross-sectional area of inner cell (m²)**
- **μ : viscosity of air (= 2.0 10⁻⁵ N.s/m²)**
- **ε : estimated porosity of the covercrete (= 0.15)**
- **P_a : atmospheric pressure (N/m²)**
- **ΔP_i: pressure rise in the inner cell at end of test (N/m²)**
- **t_f : time (s) at the end of the test (2 to 6 or 12 min)**
- **t_o : time (s) at the beginning of the test (= 60 s)**

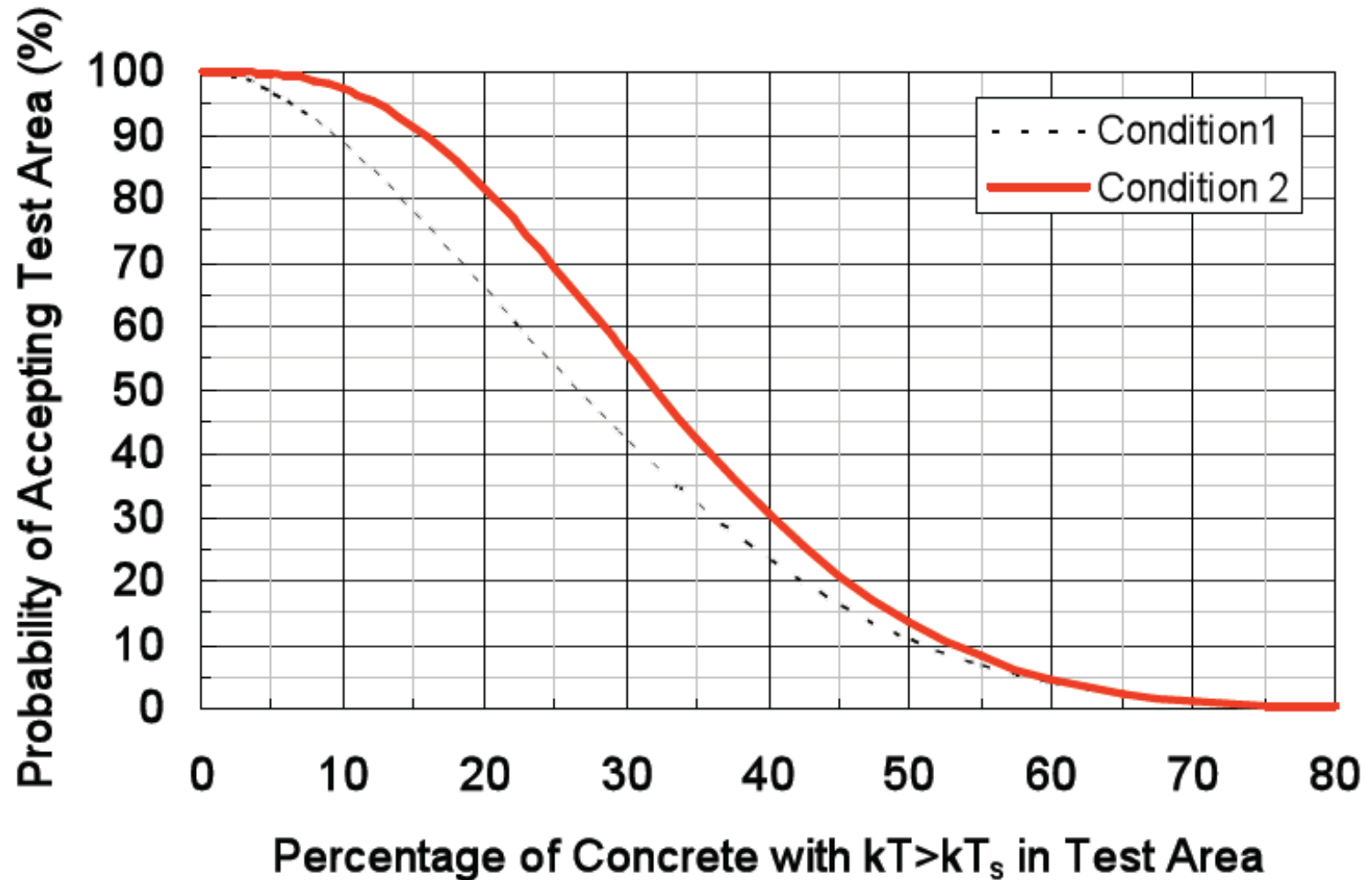
Derivation at
www.m-a-s.com.ar

¿Cómo interpretar sus resultados?

- A través de la correlación con métodos de ensayo de referencia



Curvas OC para el ensayo de permeabilidad al aire por permeabilímetro de doble cámara (Permea-TORR



Conclusiones

- Todos los métodos de ensayo no destructivos son potencialmente “adecuados” siempre que:
 - Se conozca con detalle los fundamentos del método
 - Se conozca o determine la dispersión y métodos de estimación de parámetros de posición y dispersión
 - Se disponga de la metodología adecuada para la interpretación de resultados a través de:
 - Medidas directas y su interpretación adecuada (validable por la contraparte)
 - Ensayos de correlación y validación con métodos de referencia
- Los planes de muestreo estén diseñados adecuadamente para balancear los riesgos del productor y consumidor.