



# Módulo8

## Ensayos de desempeño in situ



Luis Fernández Luco  
Dr. Ing. Civil, UBA - INTECIN

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

[WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM)

UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO



# Importancia de la caracterización del hormigón de recubrimiento

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

[WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM)

UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO





## ¿Por qué es importante el hormigón de recubrimiento?

- **Constituye la barrera** físico-química para frenar el ingreso de agresivos para el hormigón o las armaduras
- El **recubrimiento** un **factor de diseño** de fácil manipulación
- **Existe equipamiento para la medida de su espesor** en condiciones reales de obra (pachómetros)
- **No está representado por el hormigón del interior** de los elementos ni por probetas moldeadas.
- **Su calidad** puede asociarse a **indicadores** basados en la **capacidad de transporte de fluidos**



## Valoración de la calidad (penetrabilidad)

## Valoración del espesor





## Métodos no destructivos para la valoración de la calidad del hormigón de recubrimiento

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

WWW.IMCYC.COM

UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO



Métodos de medida del transporte que valoran la penetrabilidad del hormigón

- **Permeabilidad al agua (Absorción Capilar)**
- **Permeabilidad a los gases**
- **Difusión y migración de iones**

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

WWW.IMCYC.COM

UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO



**imcyc**

## Métodos de medida del transporte que valoran la penetrabilidad del hormigón

- Permeabilidad al agua
- Permeabilidad a los gases
- Absorción Capilar
- Difusión y migración de iones

Permeabilidad al aire

}

Intrusivos

Superficiales

Simple cámara

Doble cámara

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

## Fundamentos de la medida de permeabilidad al aire con el Permea-TORR

The diagram illustrates the Permea-TORR setup. It includes a vacuum pump (Bomba de Vacío) connected to a pressure regulator (Regulador de Presión  $P_e = P_i$ ) and a tactile computer (Computadora Táctil). The system is connected to a two-chamber cell (Celda de 2 Cámaras) with soft rings (Anillos blandos) placed on a concrete surface (Hormigón). The internal chamber (i) and external chamber (e) are shown. A photograph of the physical device is also included.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

### Ventajas de la doble cámara

Flujo unidireccional hacia la cámara interna

Hormigón

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

### Aplicación de la Ec. de Poiseuille

Para 1 poro  $q = \frac{\pi \cdot r_o^4 \cdot \Delta P}{\mu \cdot 8 \cdot L}$

Para n poros  $Q = n \cdot \frac{\pi \cdot r_o^4 \cdot \Delta P}{\mu \cdot 8 \cdot L}$

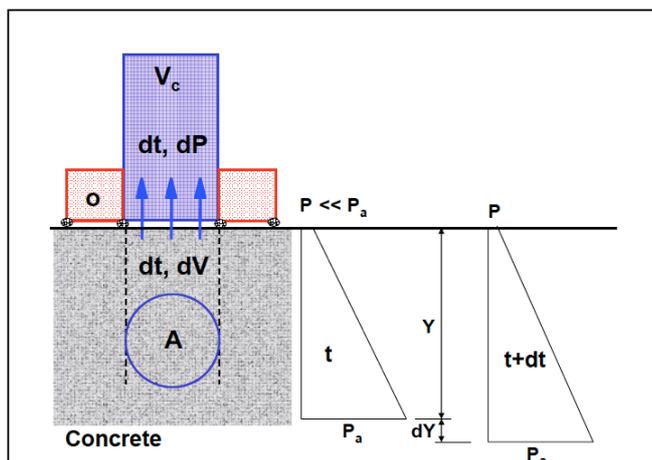
Porosidad  $\varepsilon = \frac{n \cdot \pi \cdot r_o^2}{A}$

$Q = \frac{\varepsilon \cdot r_o^2 \cdot A \cdot \Delta P}{8 \cdot \mu \cdot L}$

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO



## Esquema del ensayo y principio del método



INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

WWW.IMCYC.COM

UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO



## Ecuación que rige la medida de la permeabilidad al aire

$$kT = \left( \frac{V_c}{A} \right)^2 \cdot \frac{\mu}{2 \cdot \varepsilon \cdot P_a} \cdot \left( \frac{\ln \left( \frac{P_a + \Delta P}{P_a - \Delta P} \right)}{\sqrt{t} - \sqrt{t_0}} \right)^2$$

- $kT$ : coeficiente de permeabilidad al aire [ $m^2$ ]
- $V_c$ : volumen de la cámara interior [ $m^3$ ]
- $A$ : área de la cámara interior [ $m^2$ ]
- $\mu$ : viscosidad dinámica del aire [ $Ns/m^2$ ]
- $\varepsilon$ : porosidad del hormigón [-]
- $p_a$ : presión atmosférica [ $N/m^2$ ]
- $p_0$ : presión en la cámara int. al inicio del ensayo  $t_0 = 60$  s [ $N/m^2$ ]
- $p$ : presión en la cámara int. al final del ensayo  $t$  ( $t \leq 720$  s) [ $N/m^2$ ]

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

WWW.IMCYC.COM

UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO

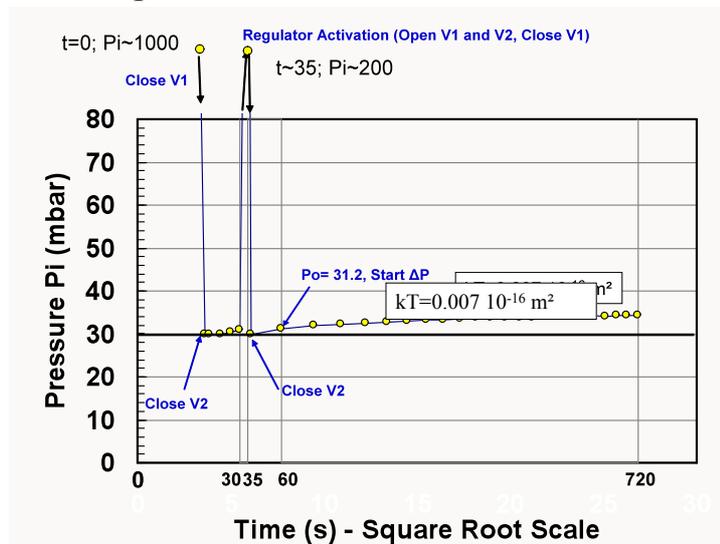


### Hipótesis sobre las que se apoya el equipo

- La presión en ambas cámaras se mantiene igual durante el ensayo.
- Se eliminan corrientes espurias y el flujo radial en el cilindro proyección de la cámara interna.
- Cómo el flujo es unidimensional, el área es constante y en consecuencia, se puede calcular  $kT$  a través de la gráfica  $\Delta P_{vs}\sqrt{t}$



### Operation of the *PermeaT<sup>ORR</sup>*



**imcyc**

**kT Test**     $\epsilon=0.05$      $\mu=2.00$      $P_c=30\text{mbar}$

Test # 030    Time(s) 720    Temp (°C) 30.8    Lmax=100mm

Pi (mbar)    Pe (mbar)    KT (10<sup>-16</sup> m<sup>2</sup>)    0.019

38.1    38.9

$\Delta P_i$  (mbar)    7.4    L (mm)    10

See  $P-t^{0.5}$     L > e?

Test Info    ABORT    STORE

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.    WWW.IMCYC.COM    UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

Vista de la pantalla durante el ensayo (información en tiempo real)

$\Delta P_{eff}$  (mbar)

10    2.0    1.0

40

30

20

10

0

0    5    10    15    20

$t^{1/2} - t_o^{1/2}$  (s<sup>1/2</sup>)

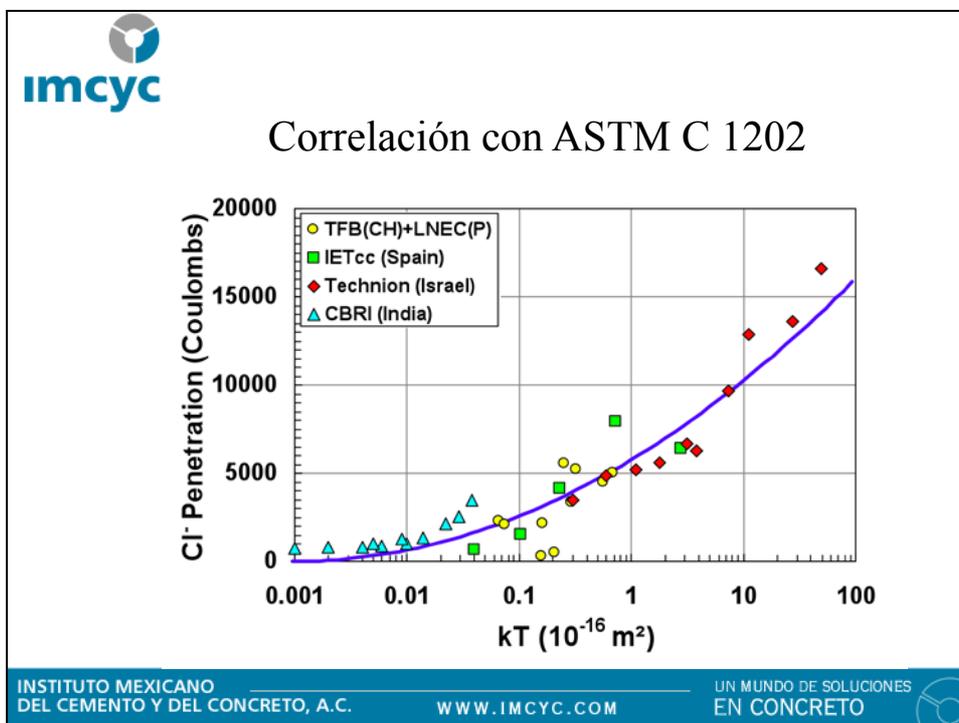
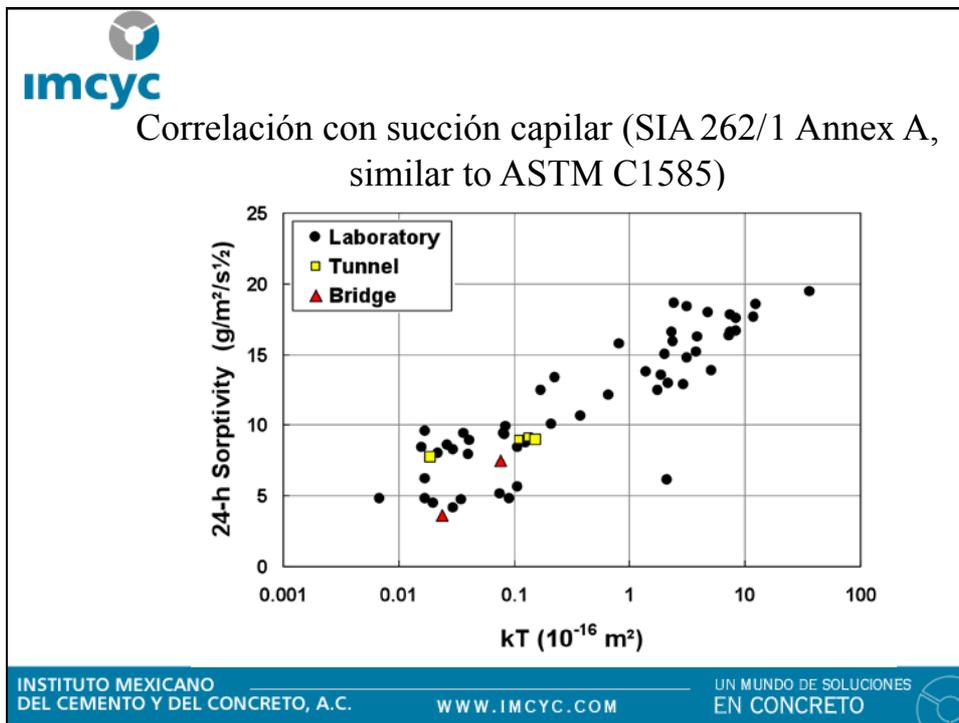
0.5

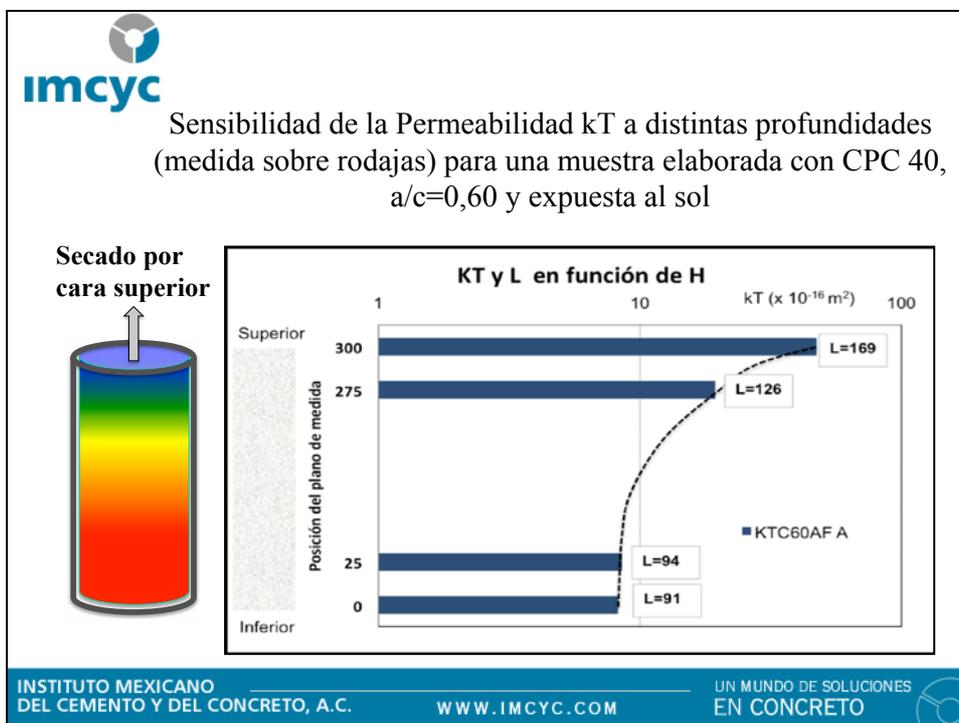
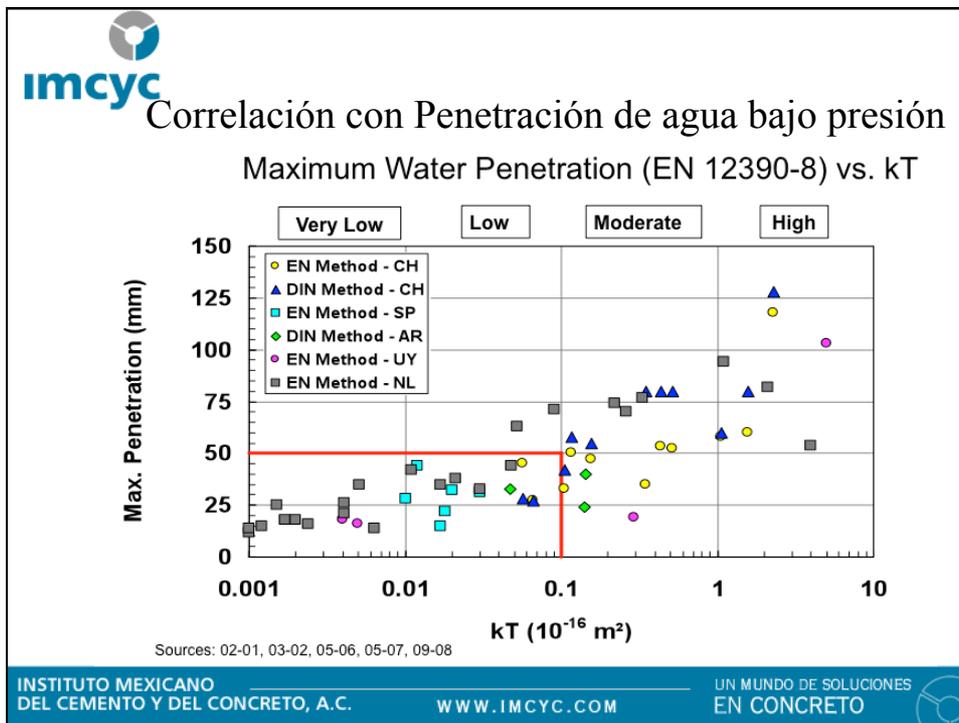
0.1

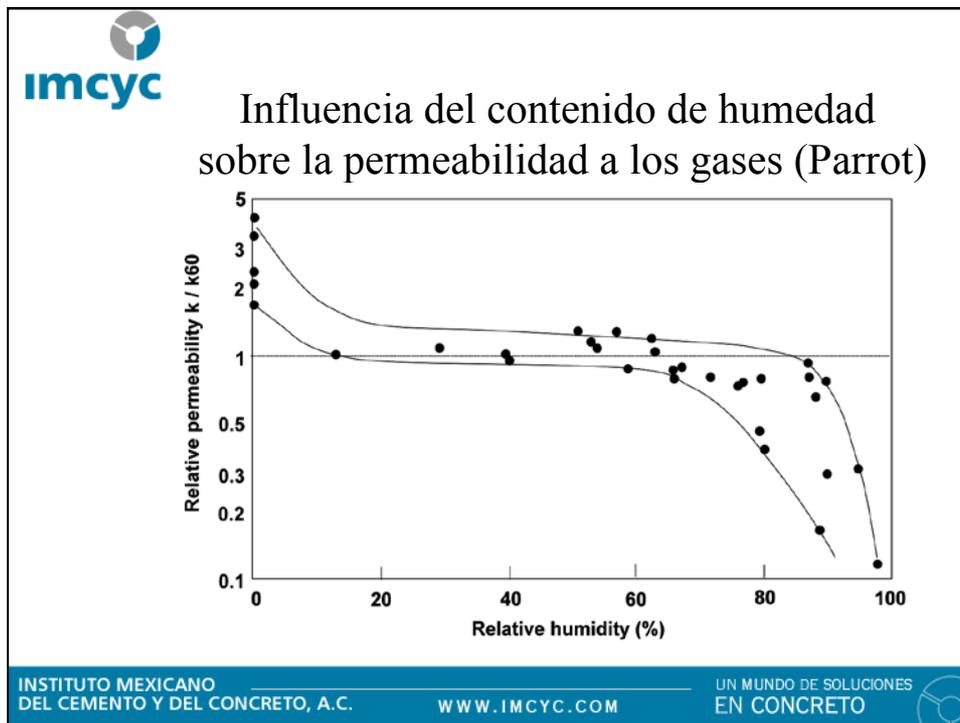
0.01

ACCEPT kT6    Back

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.    WWW.IMCYC.COM    UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO







## MÉTODOS BASADOS EN EL TRANSPORTE DE AGUA

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

### Métodos que involucran el transporte de agua: Succión capilar por método ISAT

Reservoir  
Tap  
Inlet  
Outlet  
sample

20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

### Correlación entre ensayo de ISAT y succión capilar (mét. Fagerlund)

Water absorption after 1h @ 28 days (kg/m²)	ISAT-10 (ml/m²/s)
0.1	0.01
0.2	0.02
0.3	0.05
0.35	0.06
0.6	0.20
0.75	0.19
0.9	0.53
1.1	0.47
1.35	0.46
1.8	0.63

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

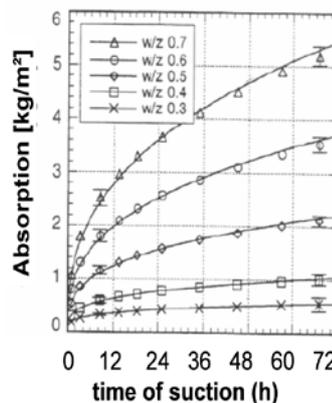
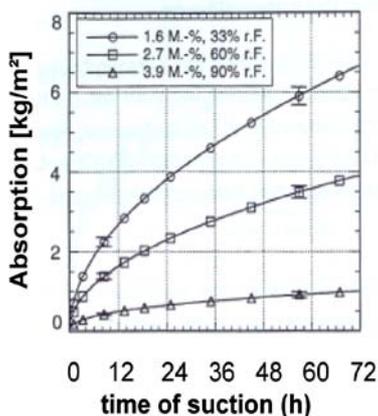


### Escalas de absorción según valores de ISAT

Absorción (succión) del Hormigón	Tiempo desde el inicio del ensayo			
	10 min	30 min	60 min	120 min
Alta	> 0.50	>0.35	>0.20	>0.15
Media	0.25-0.50	0.17-0.35	0.10-0.20	0.07-0.15
Baja	<0.25	<0.17	<0.10	<0.07



### Influencia de a/c y contenido de humedad sobre la succión capilar





**MÉTODOS BASADOS EN LA  
MIGRACIÓN DE IONES**

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO 



**Aplicación “in situ”**

**Método Permit ®**

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO 



## Método Permit



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



## Métodos de aplicación en condiciones de laboratorio

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



## Métodos de migración de cloruros

Nombre	Tipo de ensayo	Condiciones experimentales	Resultados
ASTM C 1202	CELDA ELECTROLÍTICA	60 V 6 horas	Coulombs
NT Build 492		30 V Algunos días	Dns
Multirégimen UNE 83991		12 V Varios días	Ds ; Dns, Factor retardo



## Método de ASTM C 1202



### Variabilidad

Muestras del mismo pastón, mismo operador: 42 %

Reproducibilidad: 51 %



 **ASTM C 1202 - Rapid Chloride Permeability Test**

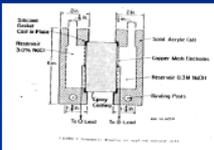
**NORTE AMÉRICA**

**Rapid chloride permeability (ASTM C1202) 1997**

**Principales aspectos:**

**Dispositivo de la "celda"**

- Mecanismo de la migración
- Duración 6 HORAS
- Variable respuesta: La carga eléctrica que pasa por la muestra de hormigón, en Culombios (C)



**Desventajas:**

- Medida cualitativa de la penetración de cloruros
- No se obtiene Dap de interés
- Alto valor de potencial aplicado (60V) y muy corto periodo de tiempo

**Ventajas:**

- Probeta o testigo
- Sencilla aplicación y muy conocido
- Califica el hormigón según la permeabilidad, aunque no es cuantificable

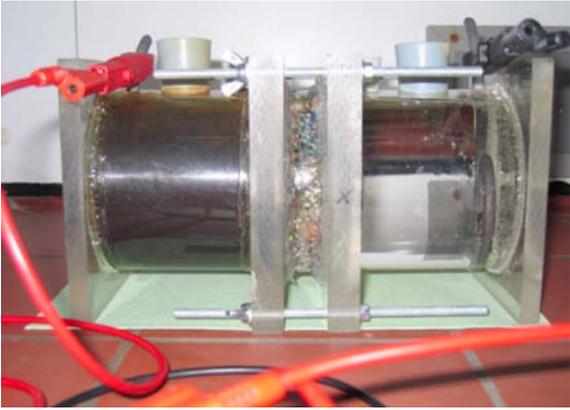
INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 

 **Método de ASTM C 1202**

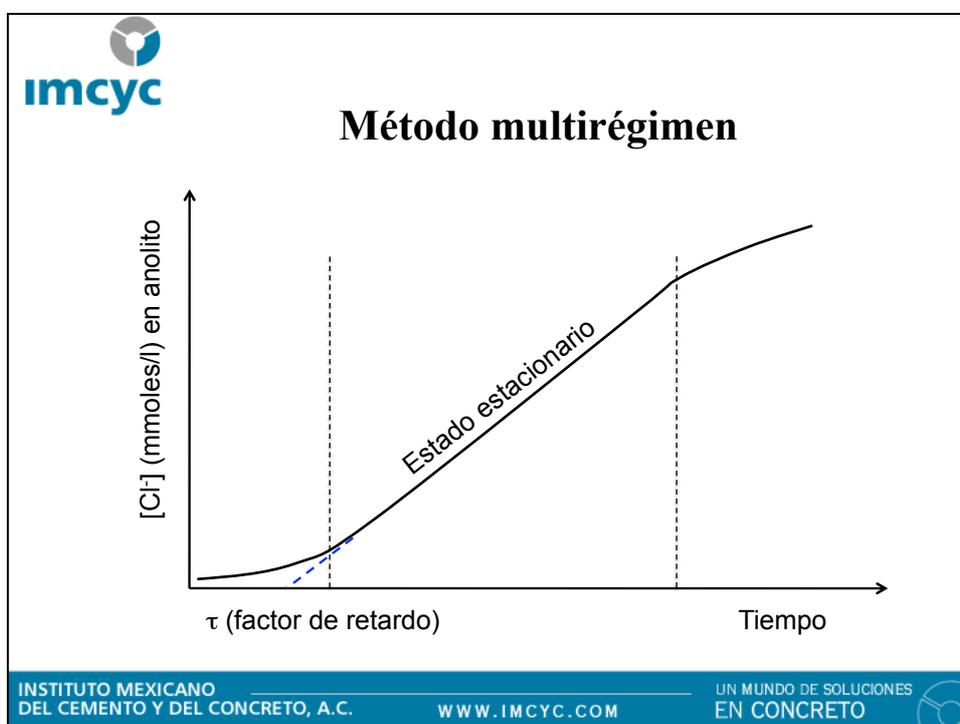
Carga que pasa (6 h) (Coulombs)	Permeabilidad a los cloruros	Situación típica para
> 4000	Alta	H° de cemento portland, alta relación a/c (> 0,60)
2000 – 4000	Moderada	H° de cemento portland de moderada a/c (0,40 – 0,50)
1000 – 2000	Baja	H° de cemento portland de baja relación a/c (< 0,40)
100 – 1000	Muy baja	Hormigón modificado con latex o con impermeabilización interna
< 100	Despreciable	Hormigón polímero u Hormigón impregnado con polímero

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 

 **Método multirégimen**



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



**imcyc**

## NT Build 492

**EUROPA – PAÍSES NÓRDICOS**

**Migration test (Nordtest NT Build 492) 1999**

**Principales aspectos:**

**Dispositivo de la "celda"**

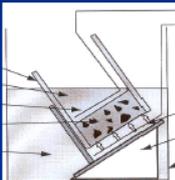
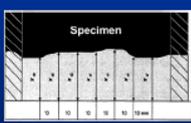
- Mecanismo de la migración
- Duración de 6 a 96 Hs
- Variable respuesta: Coeficiente de difusión (D) calculado función del frente de penetración de Cl<sup>-</sup>

**Desventajas:**

- Alto valor de potencial aplicado (30V) y muy corto periodo de tiempo
- Dispositivo complejo
- Dudoso valor de D obtenido por el uso de indicador colorimétrico para análisis del frente de cloruros. Se observa en estudios falta de correlación frente al valor crítico de Cl<sup>-</sup>

**Ventajas:**

- Probeta o testigo
- Corto periodo ensayo

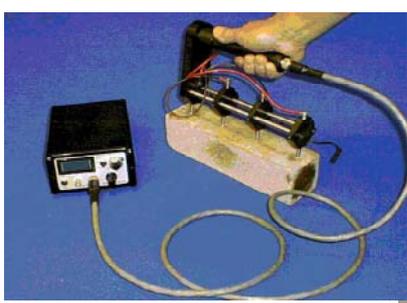
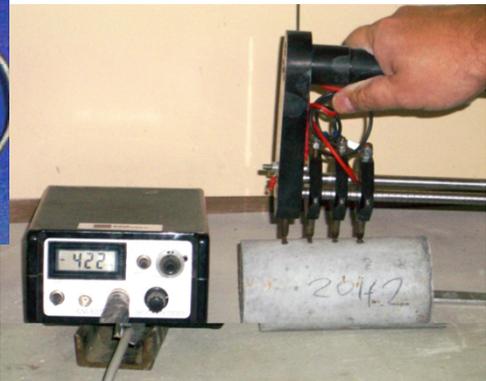



$$D_{norm} = \frac{RT}{zFE} \cdot \frac{x_d - a \sqrt{x_d}}{t}$$

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

**imcyc**

## MÉTODOS BASADOS EN LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

**Medidas de resistividad eléctrica por Mét. de las 4 puntas, con distancia variable entre puntas**

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO



## Relación entre resistividad y coef. de difusión – Relación de Einstein

$$D_{eff} = \frac{k_{cl}}{\rho_{sat}} = k_{cl} \cdot \sigma$$

$D_{eff}$  = Coeficiente de difusión efectivo para los iones cloruro en solución

$k_{cl}$  = parámetro experimental que depende de la concentración

$\rho_{sat}$  = resistividad del hormigón saturado

$\sigma$  = conductividad del hormigón saturado



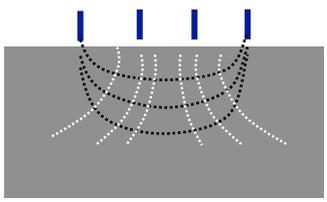
Condición de exposición	Hormigón de cemento portland (CPN)	Hormigón de cemento con Escoria de AH (>65 %) o Ceniza volante (>25 %) o Humo de Sílice (>5 %)
Muy húmedo, sumergido, zona de salpicaduras o cámara húmeda	50 - 200	300 - 1000
Al exterior, expuesto	100 - 400	500 - 2000
Al exterior, protegido de la lluvia, recubierto, hidrofobado, no carbonatado (20°C / HR 80 %)	200 - 500	1000 - 4000
Idem + carbonatado Ambiente interior (carbonatado) (20°C / HR 50 %)	1000 y superior 3000 y superior	2000 - 6000 y superior 4000 - 10000 y superior





### Medida de la resistividad por método de las 4 puntas

a



$\rho_{app} = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$

**Válida para medio semi-infinito y homogéneo**

- Es necesario estimar el factor K (aspectos geométricos)

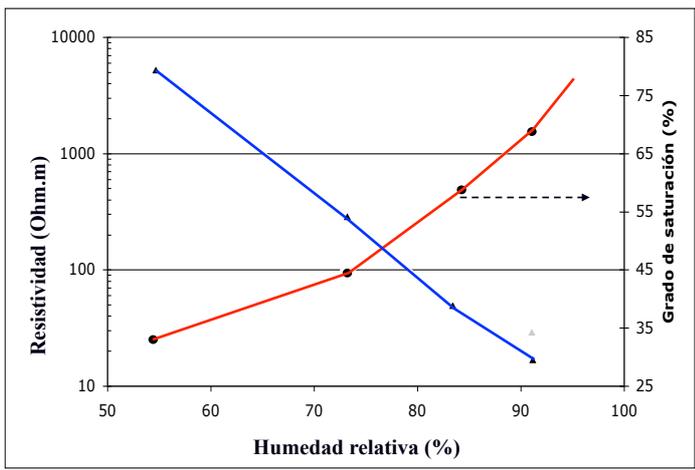
$$\rho_{app} = \rho \cdot K$$

- Se consideró la existencia de un medio no homogéneo
- Se valoró la influencia de la separación de electrodos sobre la profundidad de las líneas de corriente

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

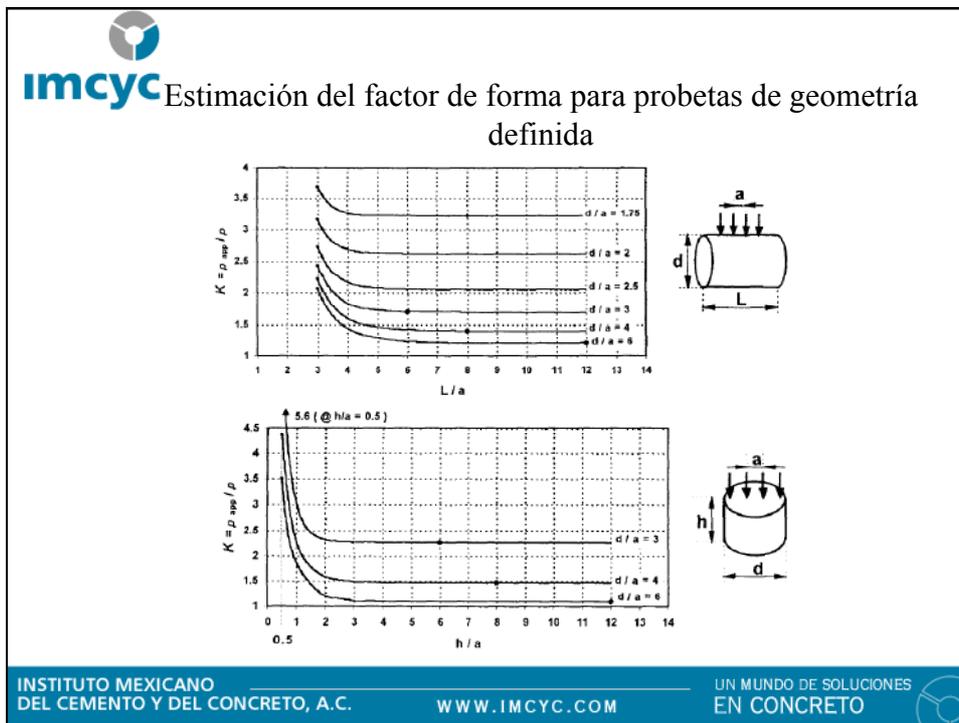


### Influencia del contenido de humedad sobre la resistividad



Humedad relativa (%)	Resistividad (Ohm.m)	Grado de saturación (%)
55	~4000	~30
75	~100	~45
85	~30	~60
95	~15	~75

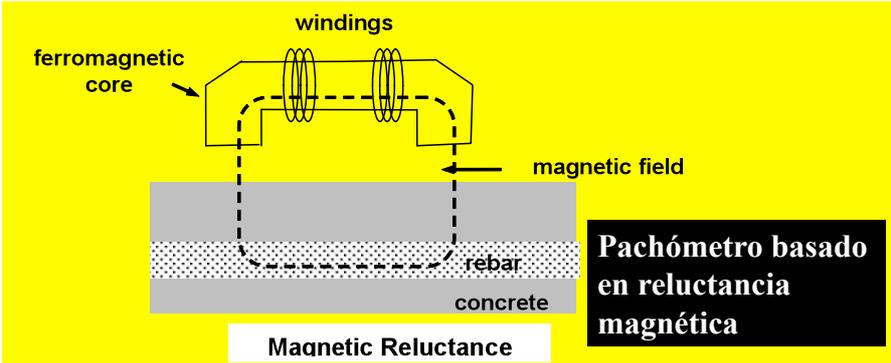
INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO





## Tipos básicos de pachómetro

### a) reluctancia magnética



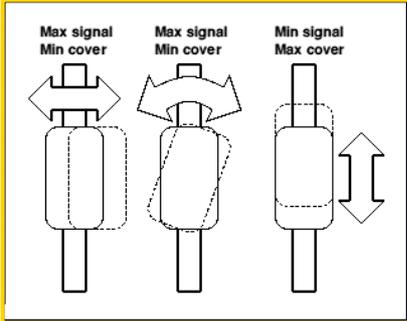
**Pachómetro basado en reluctancia magnética**

**Magnetic Reluctance**

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



## Factores que afectan la localización

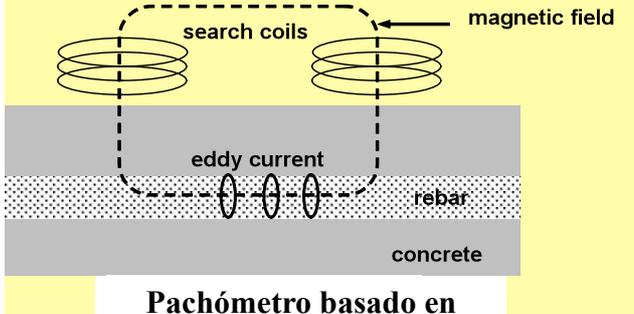


La relación entre señal obtenida y el recubrimiento no es simple pero podría asimilarse a una ley inversa a la cuarta o sexta potencia, dependiendo de la metodología empleada

Como se trata de la medida de pequeños cambios en la característica de la señal (que está siempre presente y sólo se incrementa levemente por la presencia de la armadura), está muy afectada por el efecto de la temperatura o campos magnéticos externos sobre el núcleo, así como por la presencia de agregados magnéticos en el hormigón.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 

 Tipos básicos de pachómetro  
b) Conductividad eléctrica (corrientes de Eddy)



**Pachómetro basado en conductividad eléctrica**

Técnicas de pulso separan la señal emitida de la recibida y no hay señal si no hay una barra, lo que le confiere estabilidad a la técnica. La señal se incrementa con el incremento del diámetro de la barra y su cercanía al instrumento, es decir, con la disminución del recubrimiento.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 

 Diferentes procedimientos para determinar el espesor del recubrimiento

- Espaciador + método de diferencias
- Espaciador + cociente entre valores
- Método ortogonal – iterativo
- Método ortogonal – cociente entre señales
- Método del perfil transversal

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



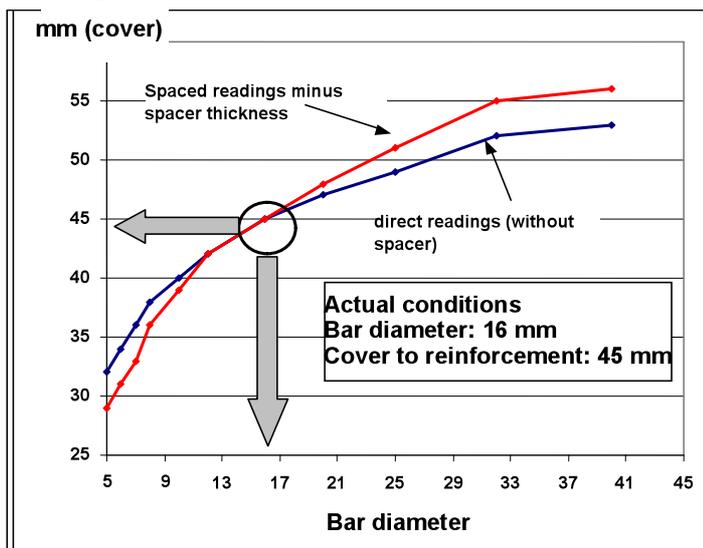
### Espaciador, método de las diferencias

Setting of diameter control	Indicated cover	Indicated cover	Difference (col 2 - col 3)
	(direct)	(spaced)	
6	34	61	27
7	36	63	27
8	38	66	28
10	40	69	29
12	42	72	30
<b>16</b>	45	75	<b>30</b>
20	47	78	31
25	49	81	32
32	52	85	33

El espesor del espaciador es 30 mm

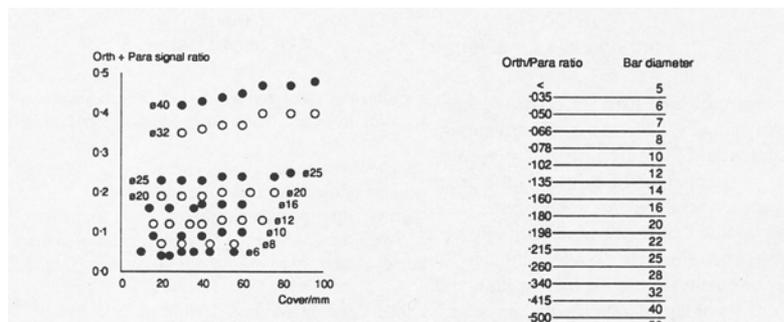


### Espaciador, método de las diferencias





## Método ortogonal, relación entre lectura paralela y normal

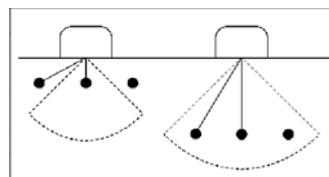


Se dispone de instrumentos precalibrados. El usuario sólo tiene que seleccionar el diámetro de la barra y el recubrimiento aparece en la pantalla.



## Dependencia de factores externos

- Variaciones en el espesor del separador
- Efecto de barras vecinas
- Barras apareadas – empalmes
- Composición del hormigón
- Efecto de temperaturas extremas
- Proximidad al extremo de la barra
- No está afectado por la humedad relativa en el interior del hormigón





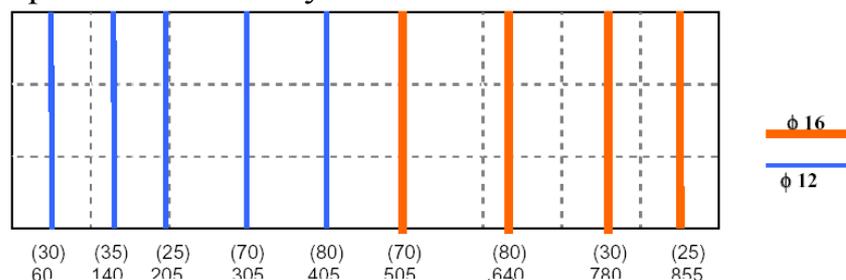
## Resultados del ensayo comparativo de equipos comerciales

Comité Técnico TC-189 NEC – Non-destructive evaluation of covercrete

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO

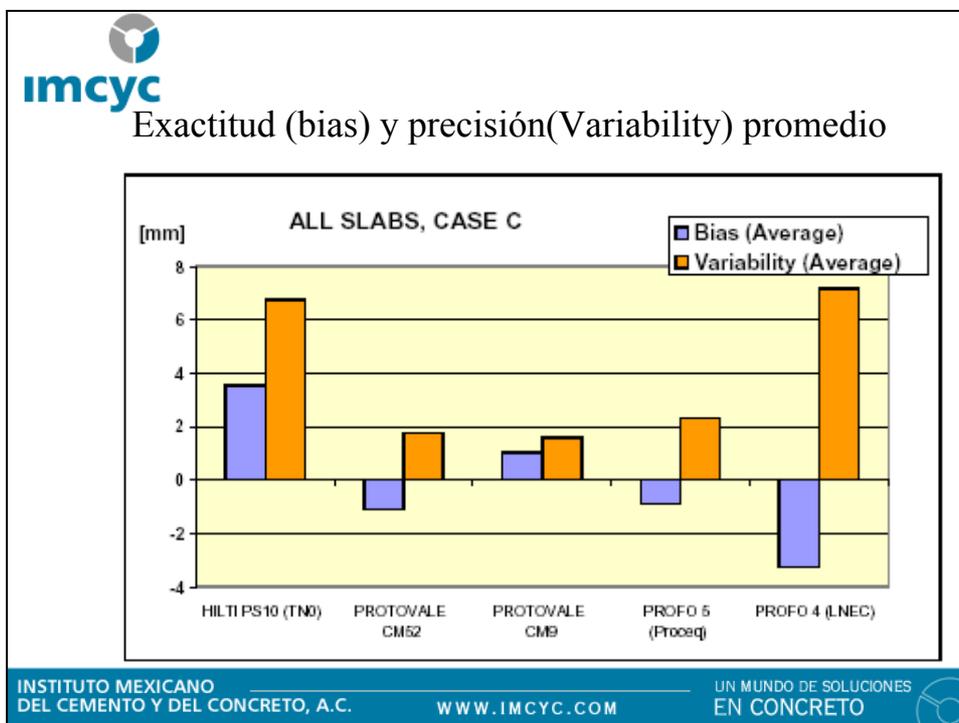
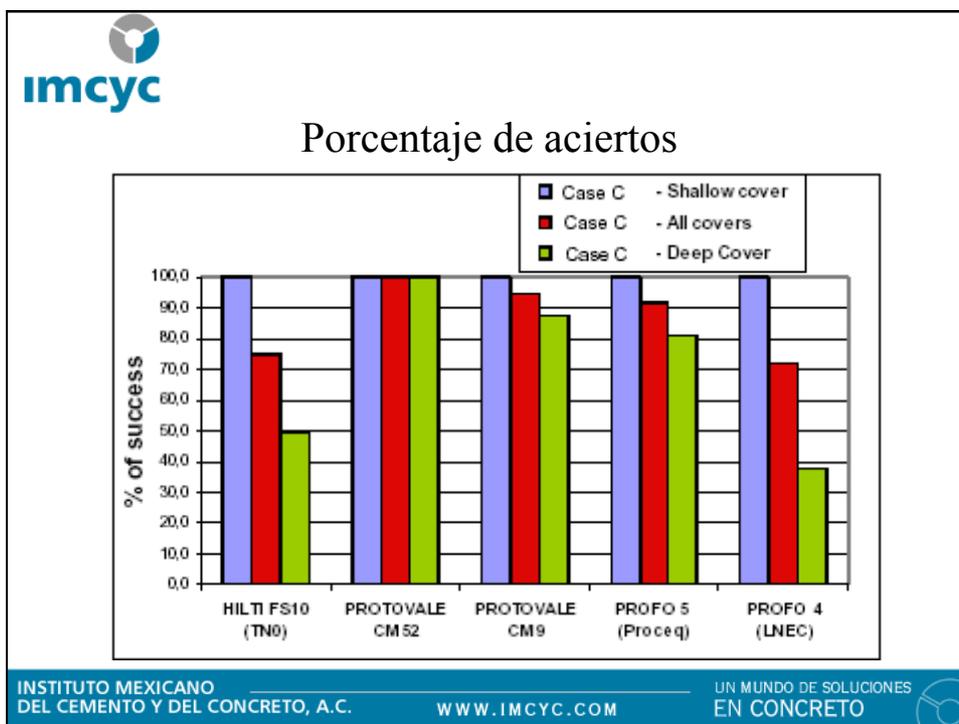


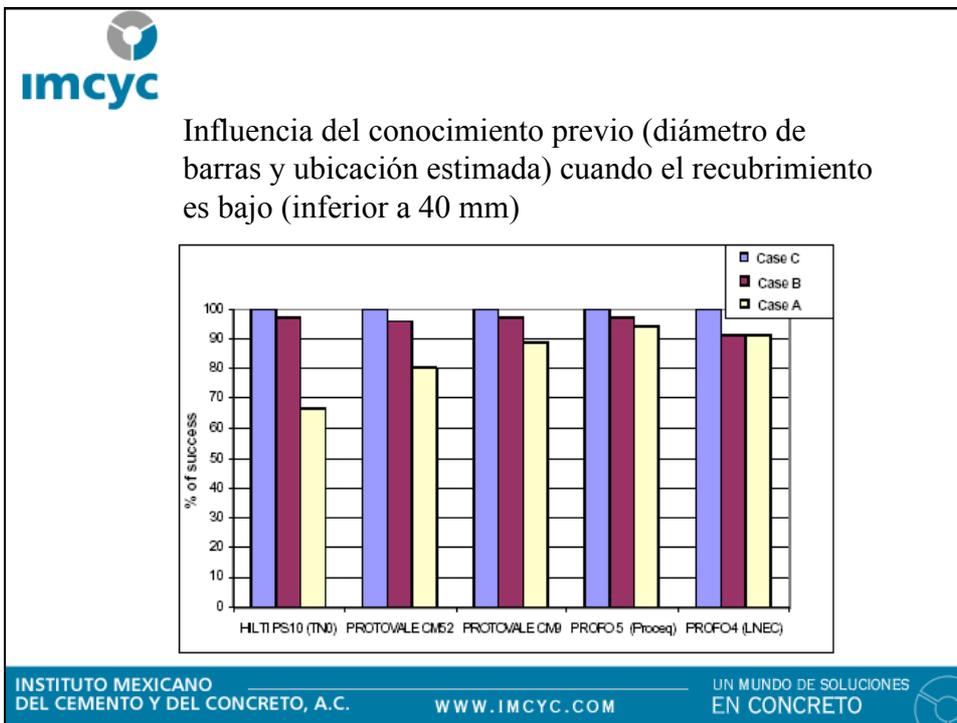
### Esquema de armado y condiciones de las mediciones



	w/c	Temperature (°C)	Moisture condition
Slab M	0.55	20	Dry
Slab R	0.55	10	Dry
Slab S	0.40	20	Dry
Slab T	0.55	20	Moist

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.      WWW.IMCYC.COM      UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO





**RILEM TC 230-PSC.**  
**VENLO APPLICATION TESTS**

Dr. Luis Fernández Luco  
 Secretario del Comité Técnico

**imcyc**

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO



BAS R&T preparó paneles construidos con hormigón de distintas clases resistentes y con dos tipos de cemento: portland y con adición de cenizas volantes




INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO




### Características de los hormigones

Mezcla	Tipo de cemento	a/c	Panel	Curado
A	CEM I 52,5 N	0,439	1	1 día en el molde
			2	+7 días cubierto por film
B	CEM I 52,5 N	0,537	3	1 día en el molde
			4	+7 días cubierto por film
C	CEM II/B-V	0,396	5	1 día en el molde
			6	+7 días cubierto por film
D	CEM II/B-V	0,586	7	1 día en el molde
			8	+7 días cubierto por film

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO




## Participantes

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dr. Sree Nanukuttan</li> <li>• Mr. Pej Pouryahya</li> <li>• Dipl. Ing. Marijana Serdar</li> <li>• Dr. Kei-ichi Imamoto</li> <li>• Prof. Kishi</li> <li>• Dr. Okazaki Shinichiro</li> <li>• Prof. Ujike Isao</li> <li>• Dr. Hayashi-Kazuhiko</li> <li>• Mr. Komatsu-Satoshi</li> <li>• Ms. Misumi Ai</li> <li>• Mr. Peter Paulini</li> <li>• Mr. Dix</li> <li>• Dr. Roberto Torrent</li> <li>• Dr. Hans Beushausen</li> <li>• Mr. Simon Starck</li> <li>• Mr. Dimitrios Boubitsas</li> <li>• Dr. Luis Fernández Luco</li> <li>• Mr. J. Gulikers</li> <li>• Dr. Frank Jacobs</li> </ul>	<p>Queen's University Belfast, North Ireland</p> <p>Queen's University Belfast, North Ireland</p> <p>University of Zagreb, Croatia</p> <p>Tokyo University of Sciences, Japan</p> <p>University of Tokyo, Japan</p> <p>Ehime University, Japan</p> <p>Ehime University, Japan</p> <p>Yokohama National University, Japan</p> <p>Yokohama National University, Japan</p> <p>Yokohama National University, Japan</p> <p>University Innsbruck, Austria</p> <p>University Innsbruck, Austria</p> <p>Materials Advanced Services Ltd, Argentina</p> <p>University of Cape Town, South Africa</p> <p>University of Cape Town, South Africa</p> <p>Chalmers University of Technology Sweden</p> <p>Universidad de Buenos Aires, Argentina</p> <p>Rijkswaterstaat, The Netherlands</p> <p>TFB, Switzerland</p>
--	--

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.
WWW.IMCYC.COM
UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



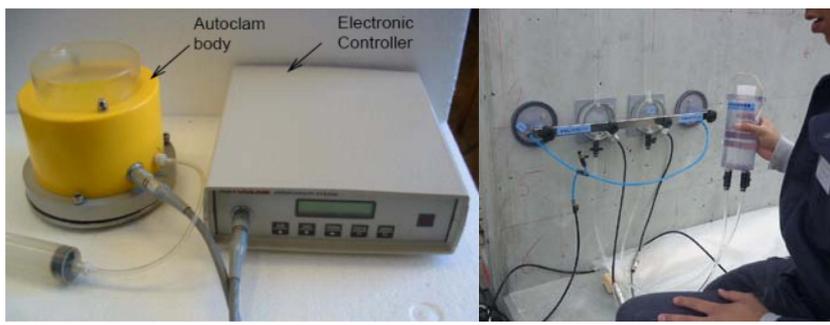

## Ensayos basados en la permeabilidad a los gases (aire)



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.
WWW.IMCYC.COM
UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 

### Ensayos basados en la succión capilar (agua)



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 

### Ensayos basados en la conductividad iónica / resistividad eléctrica del hormigón



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES EN CONCRETO 



Los resultados estarán disponibles en  
el informe del TC -230 PSC

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO 



Gracias por su atención

INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. [WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM) UN MUNDO DE SOLUCIONES  
EN CONCRETO 