

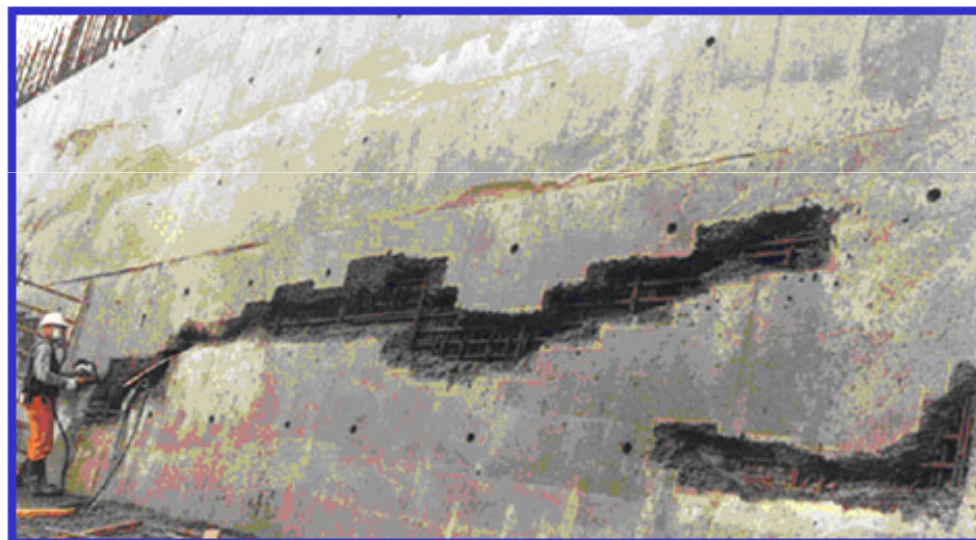
Labcreto, Realcreto, Recucreto

Roberto Torrent
Materials Advanced Services SRL
Buenos Aires, Argentina

torrent.concrete@gmail.com

MAS 
Materials Advanced Services

www.m-a-s.com.ar



Contenido

- Labcreto vs Realcreto: Diferencias entre probetas moldeadas ensayadas en laboratorio y el concreto en la estructura real
- Diferenciación y rol vital de las capas superficiales (Recubricreto) sobre la durabilidad
- Efecto de la colocación, vibración, acabado, curado y microfisuras sobre la penetrabilidad del Recubricreto
- Técnicas especiales para lograr un Recubricreto de baja penetrabilidad.
- Espesor de recubrimiento nominal/mínimo y el real; influencia sobre la Vida Util.
- Necesidad de medir la penetrabilidad y espesor del recubrimiento "in situ".

“Labcreto”

Producción

Entrega

Toma de
Muestras

Moldeo de
Probetas

Curado Húmedo
≥ 28 d.

T~20°C
RH>95%

Preacondicionamiento

Ensayo de
Laboratorio

“Labcreto”



Muestreo en Planta, Rumania

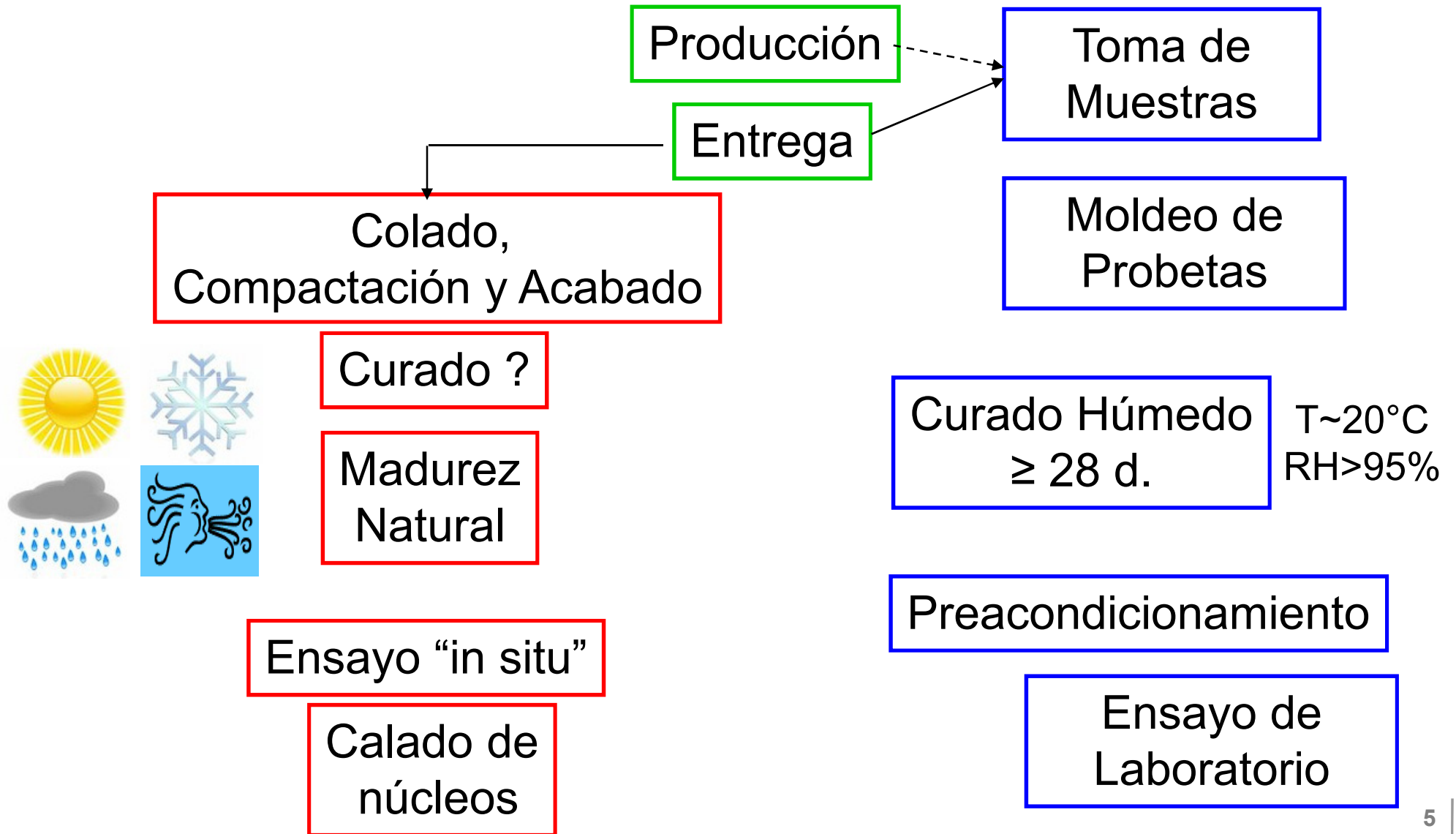


Muestreo in situ CHR, Italia



Curado inicial en Planta, UK

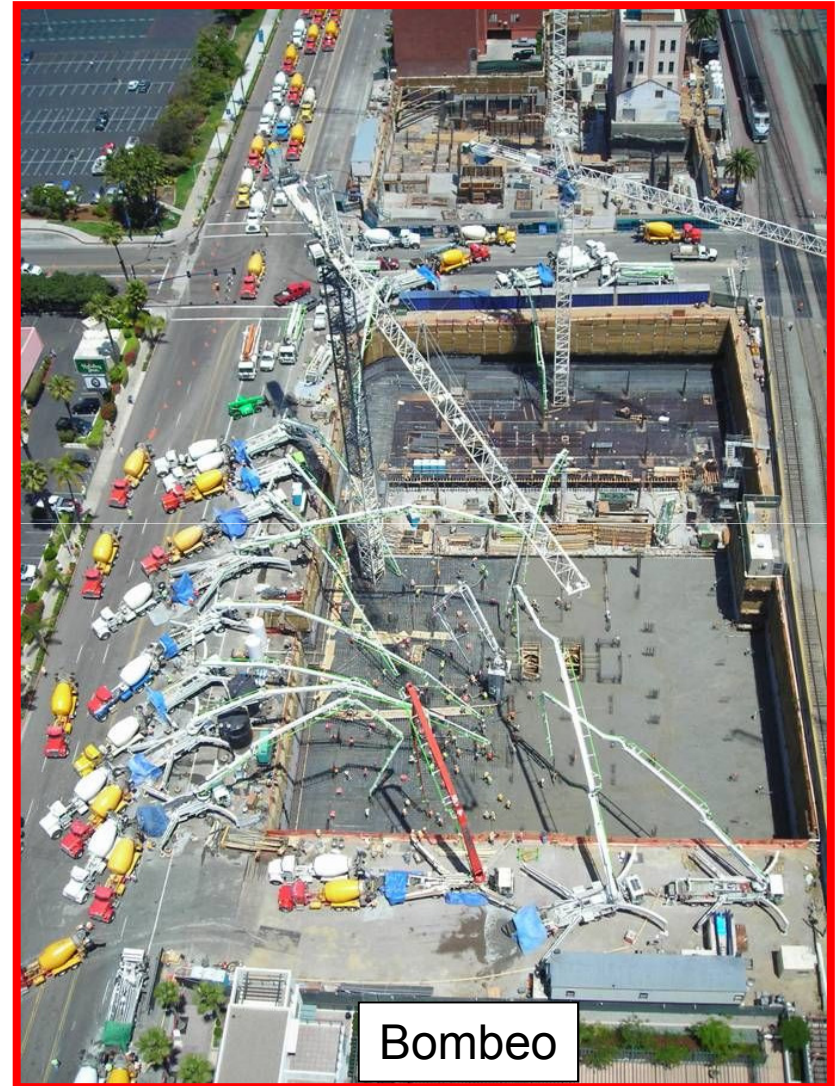
“Labcreto” vs “Realcreto”



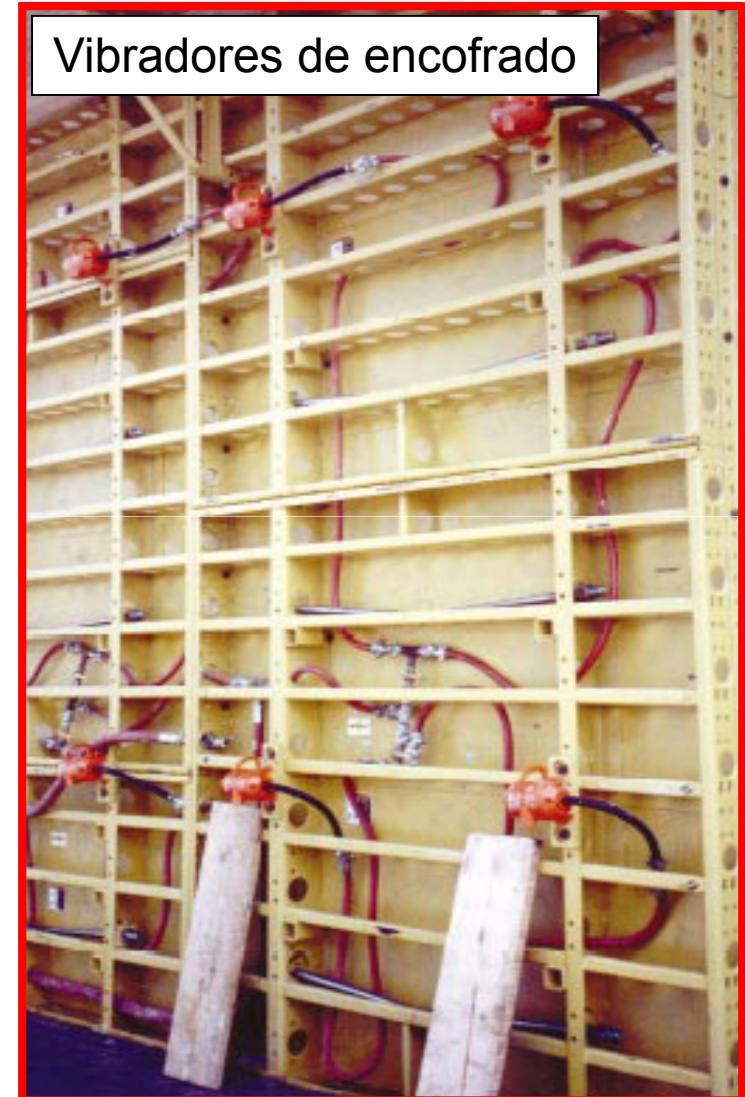
“Realcreto” - Transferencia al punto de colado



Cintas



“Realcreto” - Colado y Compactación



“Realcreto” - Curado ... qué es eso?

Compuesto de Curado



Inundación (CRC)

“Realcreto” - Acabado



Pavimentadora
de Encofrado
Deslizante

“Labcreto” vs “Realcreto”

Producción

Entrega

Toma de Muestras

Moldeo de Probetas

Colado,
Compactación y Acabado

Curado ?

Madurez Natural

Curado Húmedo
≥ 28 d.

T~20°C
RH>95%



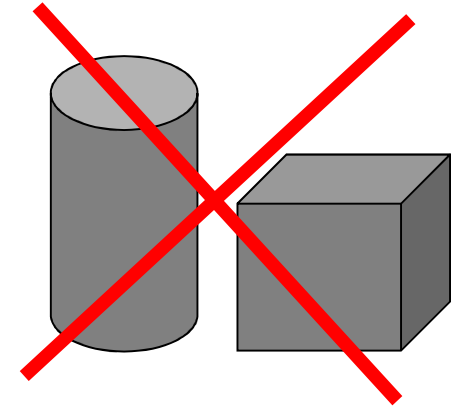
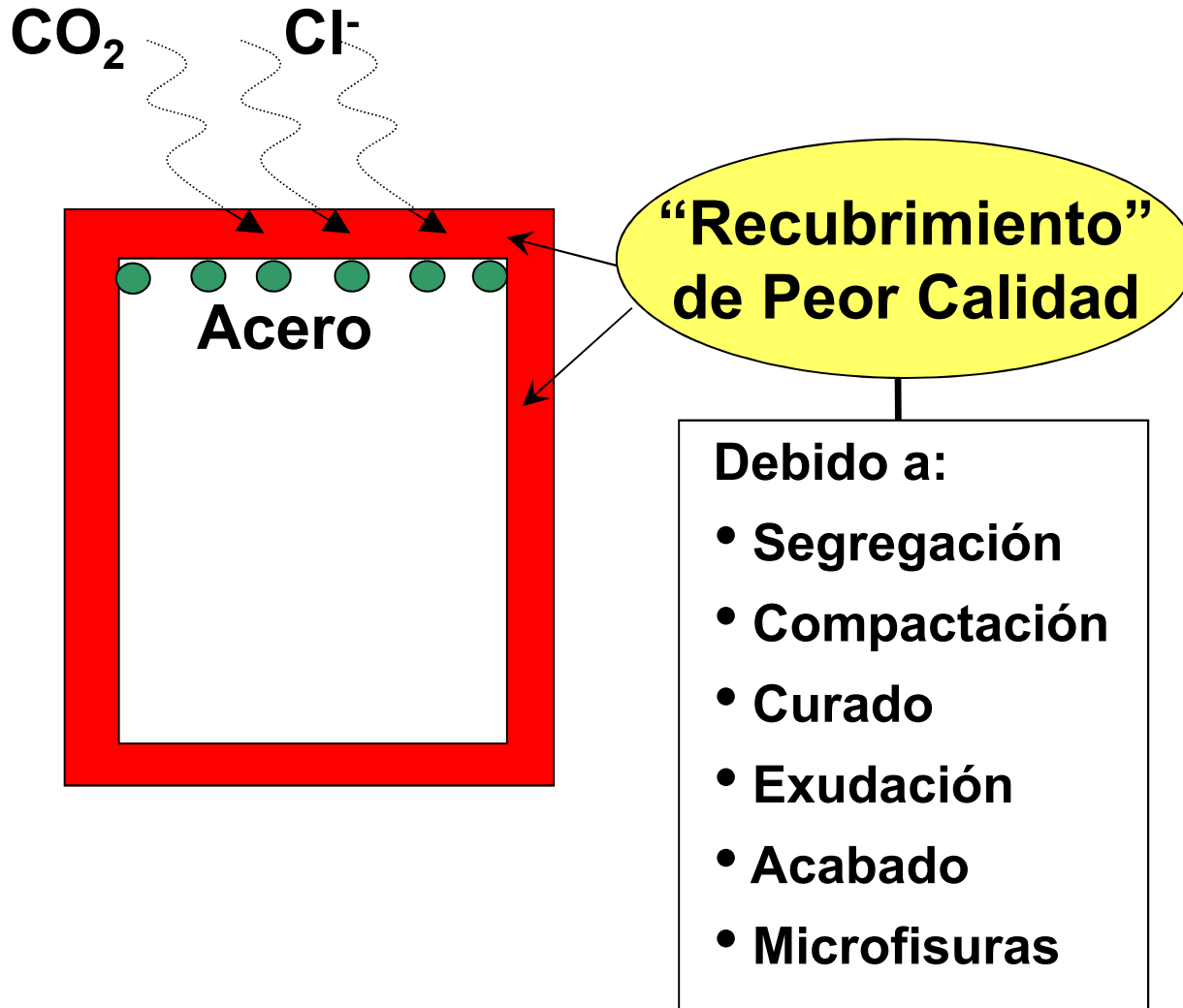
“Labcreto” es muy diferente del “Realcreto”

En términos de resistencia se acepta un factor 85%

Contenido

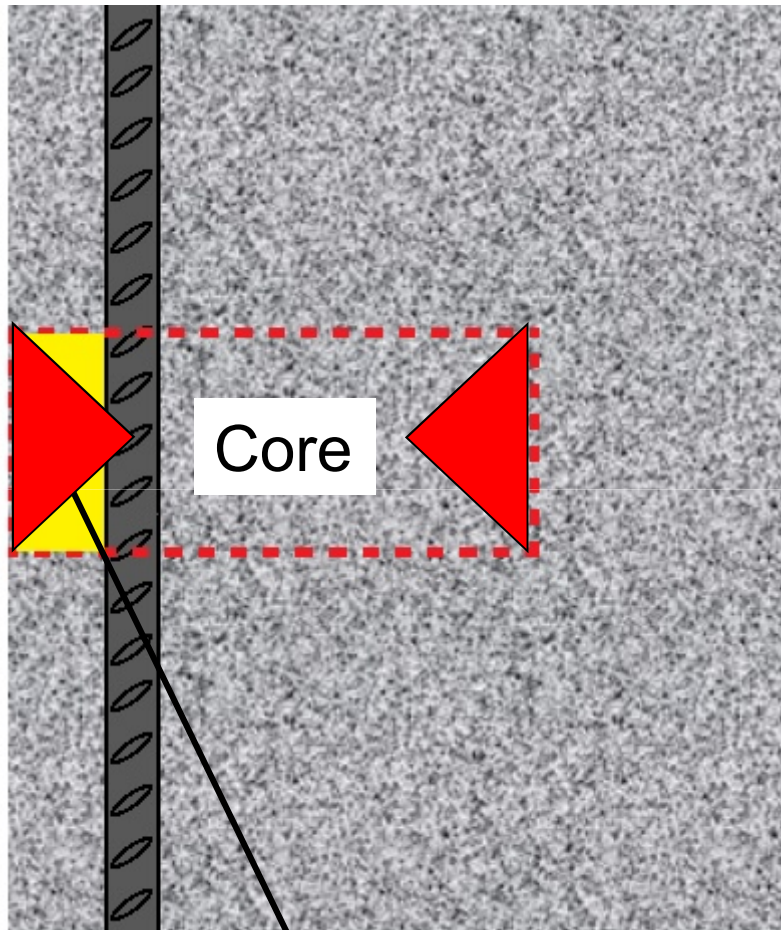
- Labcreto vs Realcreto: Diferencias entre probetas moldeadas ensayadas en laboratorio y el concreto en la estructura real
- Diferenciación y rol vital de las capas superficiales (Recucreto) sobre la durabilidad
- Efecto de la colocación, vibración, acabado, curado y microfisuras sobre la penetrabilidad del Recubricreto
- Técnicas especiales para lograr un Recubricreto de baja penetrabilidad.
- Espesor de recubrimiento nominal/mínimo y el real; influencia sobre la Vida Util.
- Necesidad de medir la penetrabilidad y espesor del recubrimiento "in situ".

Calidad del Hormigón en la Estructura: “Recucreto”



Las probetas moldeadas y curadas en forma normalizada, **NO** representan la vital calidad del ‘recubrimiento’

Relación con la resistencia



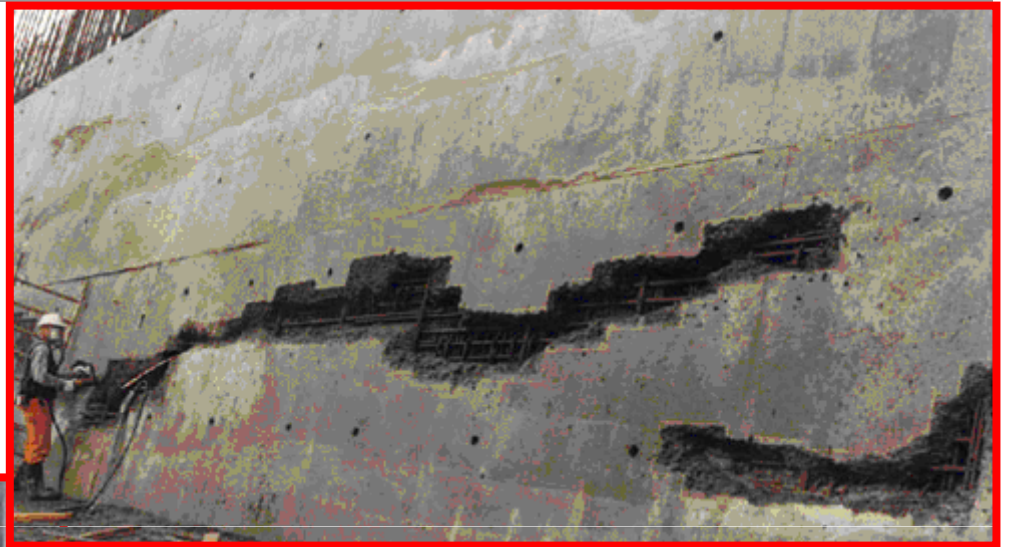
f'_c no es afectada
por el "Recucreto"

Model Code (CEB-FIB, 1990):
"Though concrete of a high strength class is in most instances more durable than concrete of a lower strength class, compressive strength per se is not a complete measure of concrete durability, because durability primarily depends on the properties of the surface layers of a concrete member which have only a limited effect on concrete compressive strength."

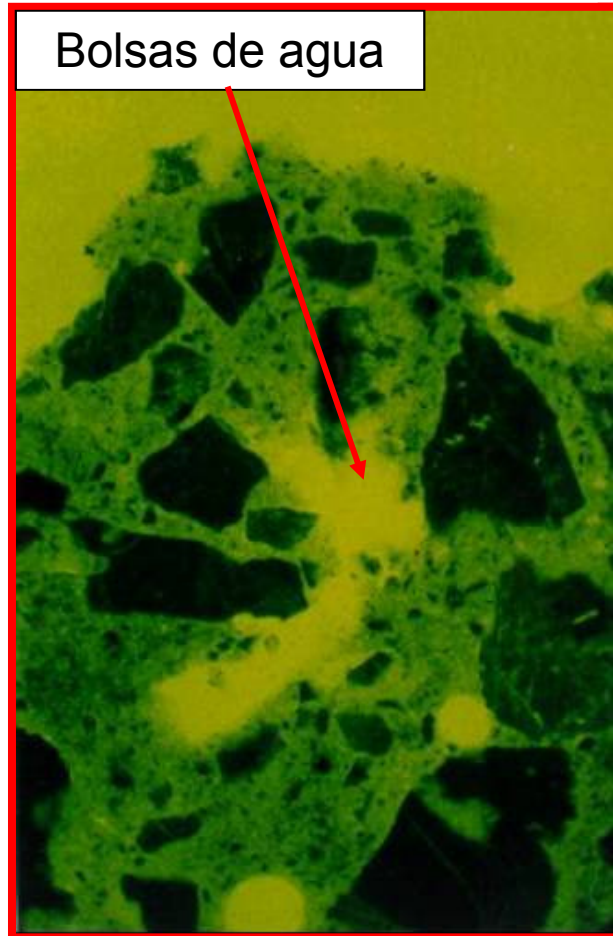
Contenido

- Labcreto vs Realcreto: Diferencias entre probetas moldeadas ensayadas en laboratorio y el concreto en la estructura real
- Diferenciación y rol vital de las capas superficiales (Recucreto) sobre la durabilidad
- Efecto de la colocación, vibración, acabado, curado y microfisuras sobre la penetrabilidad del Recubricreto
- Técnicas especiales para lograr un Recubricreto de baja penetrabilidad.
- Espesor de recubrimiento nominal/mínimo y el real; influencia sobre la Vida Util.
- Necesidad de medir la penetrabilidad y espesor del recubrimiento "in situ".

“Recucreto” debilitado por mala compactación



“Recucreto” debilitado por agua superficial



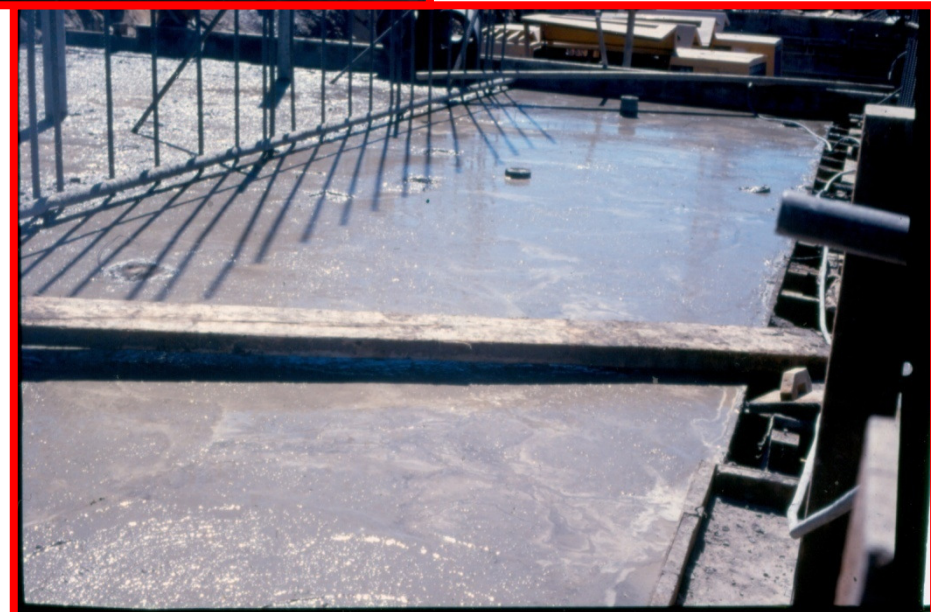
Bolsas de agua



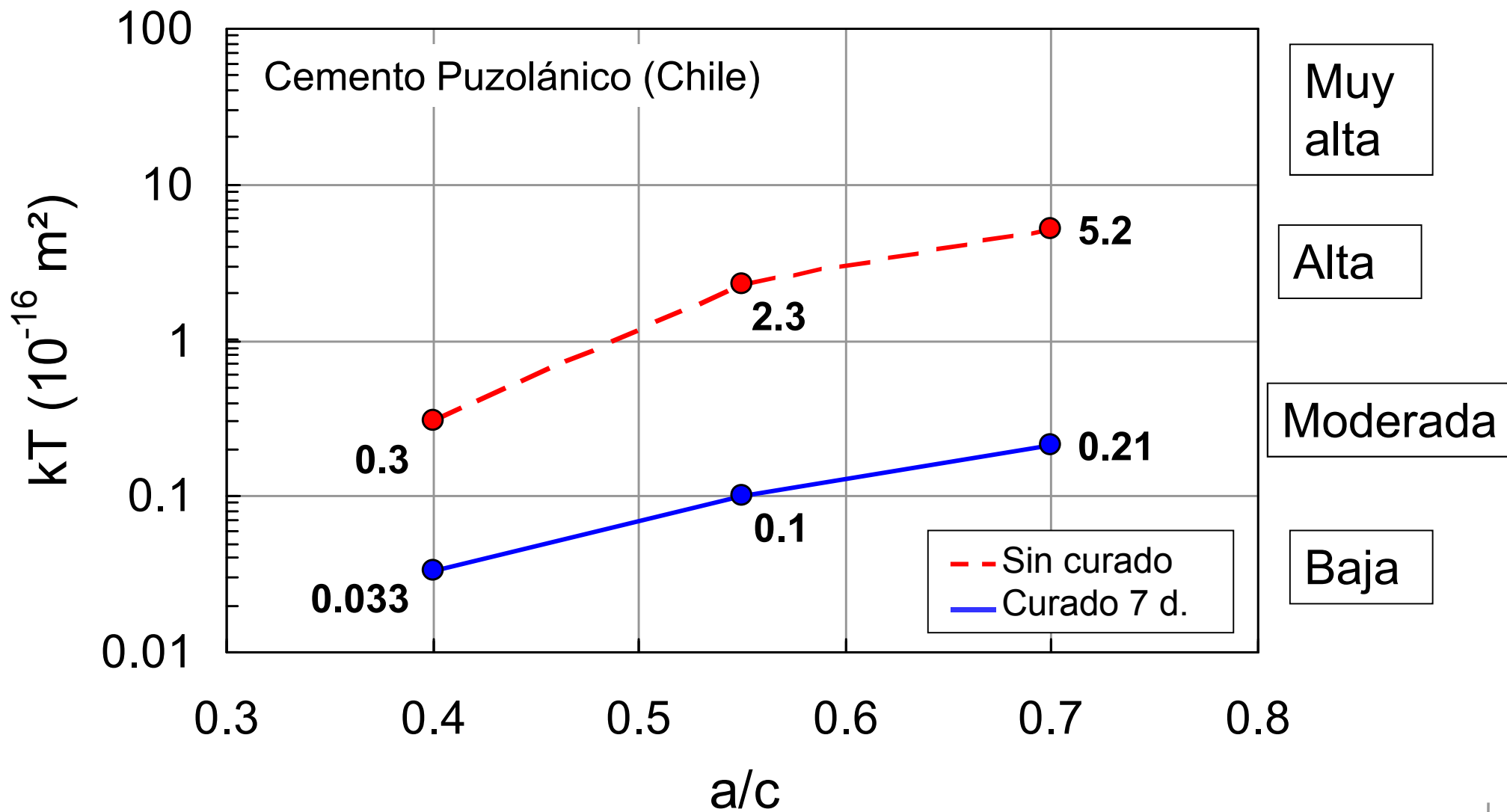
High wear

Fuerte exudación

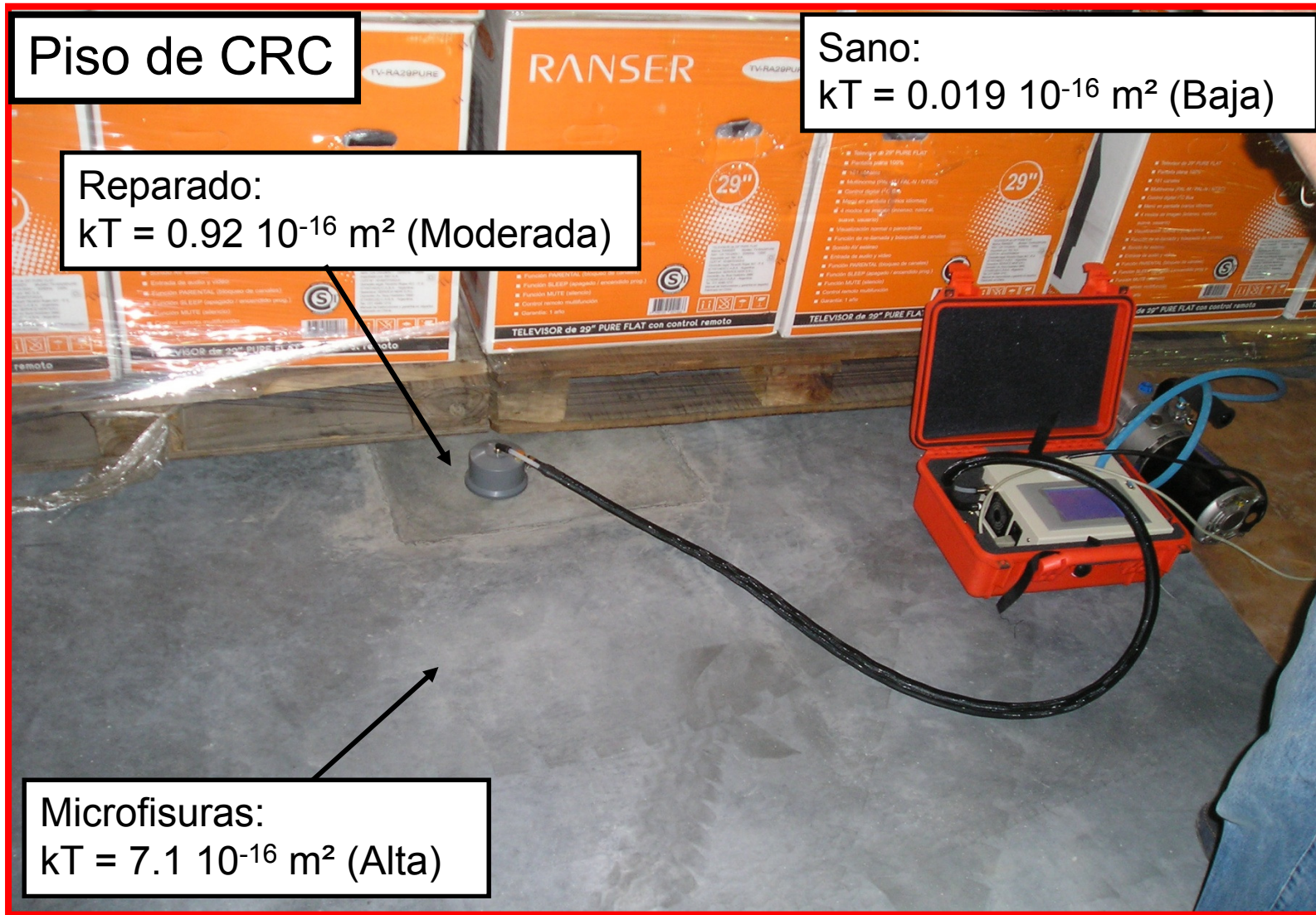
Adición de agua durante el acabado



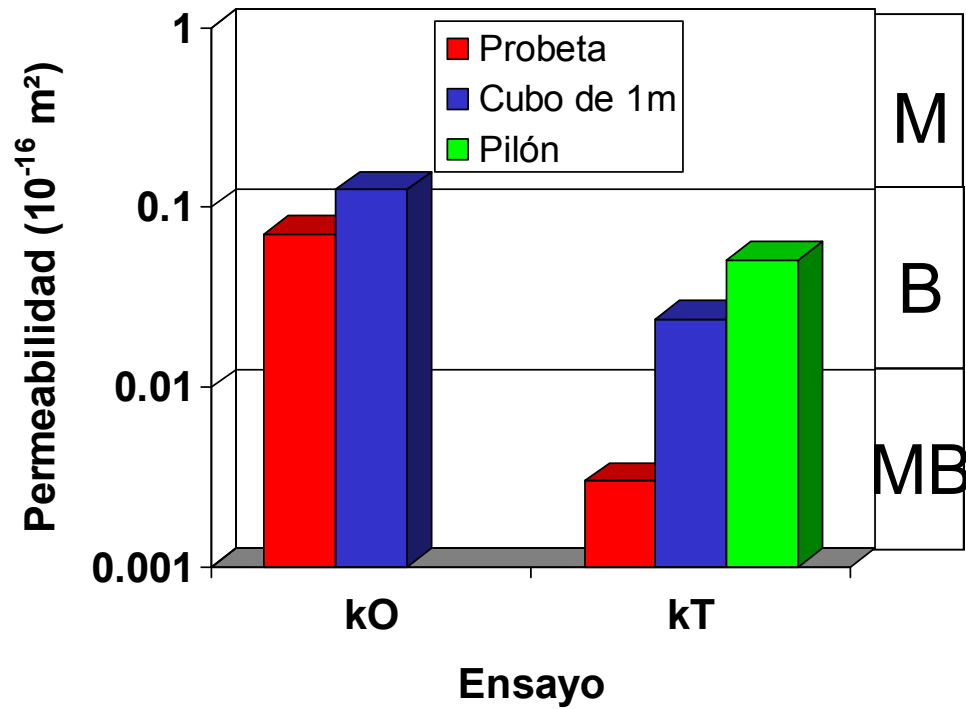
Efecto de a/c y curado sobre la permeabilidad del „Recucreto“



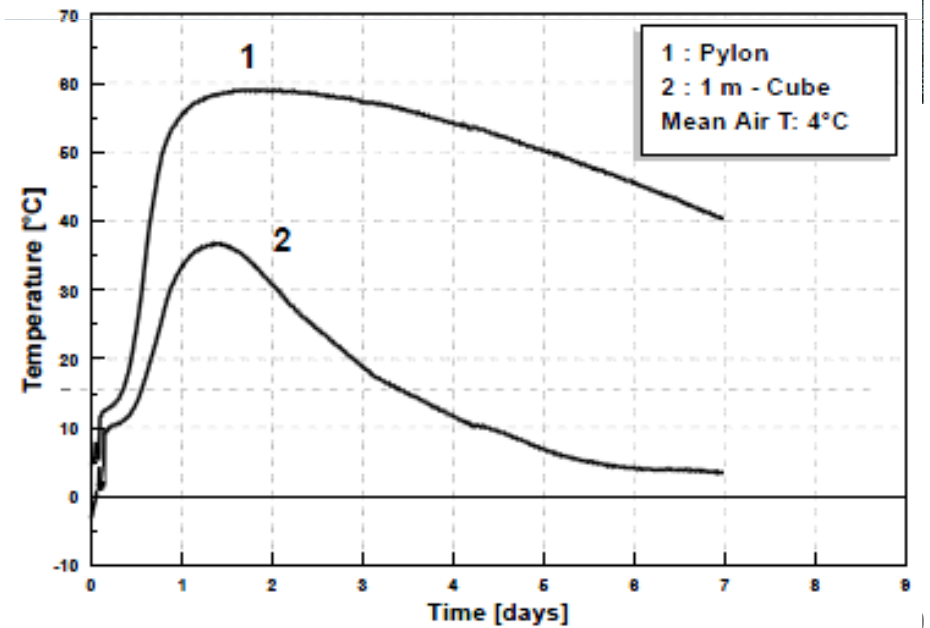
„Recucreto“ debilitado por microfisuras



„Recucreto“ debilitado por fisuras térmicas



Rhein Bridge Schaffhausen, Switzerland



Contenido

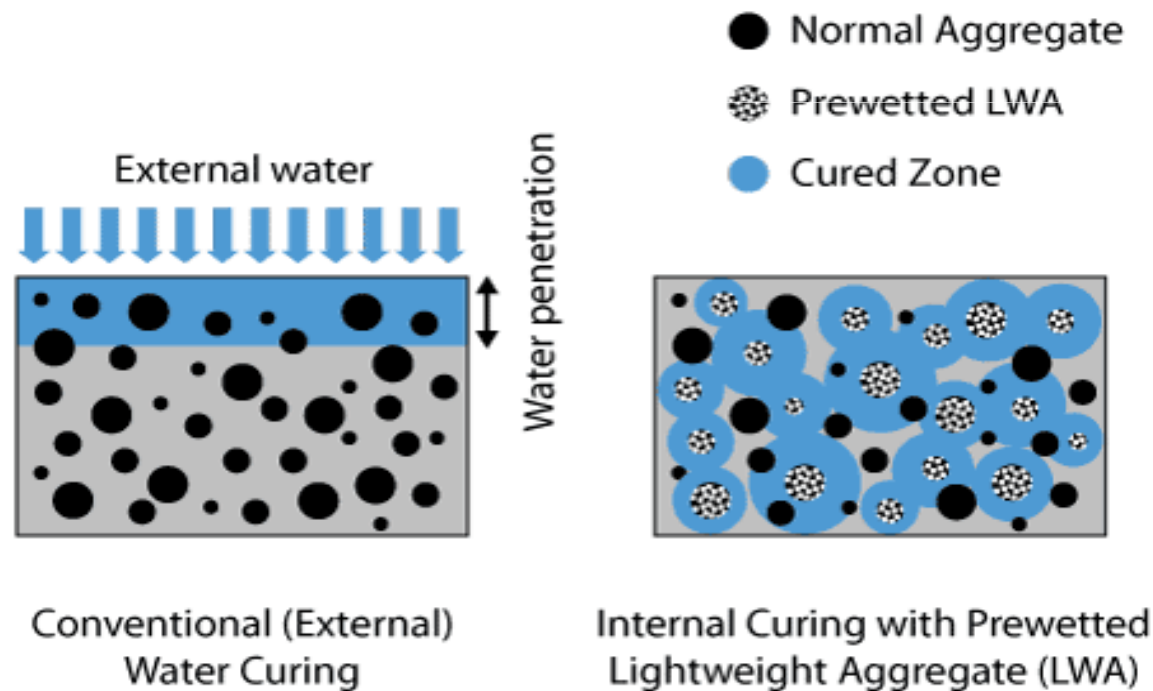
- Labcreto vs Realcreto: Diferencias entre probetas moldeadas ensayadas en laboratorio y el concreto en la estructura real
- Diferenciación y rol vital de las capas superficiales (Recucreto) sobre la durabilidad
- Efecto de la colocación, vibración, acabado, curado y microfisuras sobre la penetrabilidad del Recubricreto
- Técnicas especiales para lograr un Recubricreto de baja penetrabilidad.
- Espesor de recubrimiento nominal/mínimo y el real; influencia sobre la Vida Util.
- Necesidad de medir la penetrabilidad y espesor del recubrimiento "in situ".

¿Cómo lograr un Recucreto de Baja Permeabilidad?

1. Aplicación correcta de prácticas tradicionales: concreto de baja permeabilidad, sin adición de agua, bien procesado en obra aplicando las prácticas establecidas en ACI o EN
2. Uso de concretos de alto desempeño:
 - Concretos autocompactantes (mejor y más uniforme compactación)
 - Concretos “autocurantes”
 - Concretos de retracción compensada
3. Aplicación de técnicas especiales:
 - Acabados especiales
 - Extracción de agua del “Recucreto” (Membranas Permeables de Enconfrado y Tratamiento por Vacío)

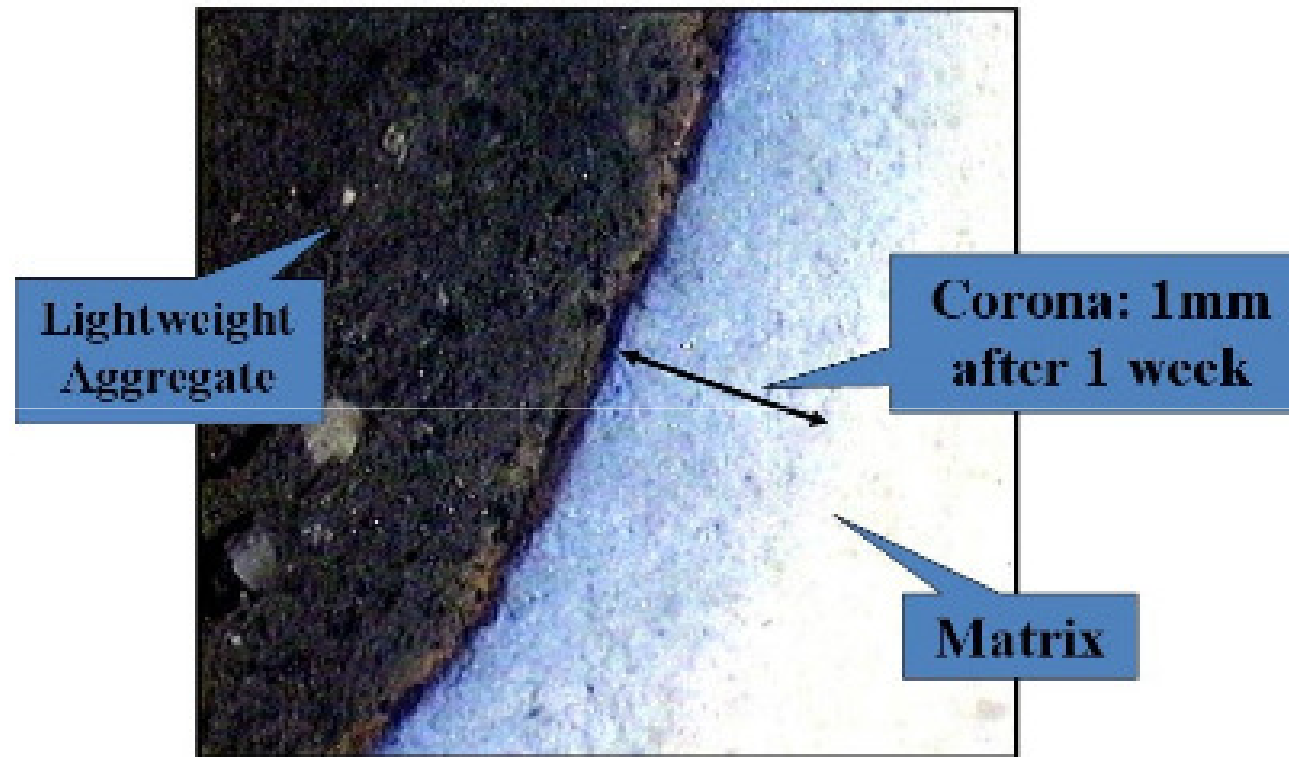
Concretos “Autocurantes”

Curado interno (“Autocurado”) significa “proveer agua interna usando reservorios, a través de agregados porosos o polímeros superabsorbentes, que liberan el agua que se necesita para la hidratación o para reemplazar la pérdida de humedad por evaporación o auto-desecación”



“Autocurado”

Visualization of Water Transport



Igarashi. Experimental Observation of Internal Water Curing of Concrete. Materials and Structures, 2007, 40, 211-220.

Ensayos en Universidad de Hiroshima (2013)

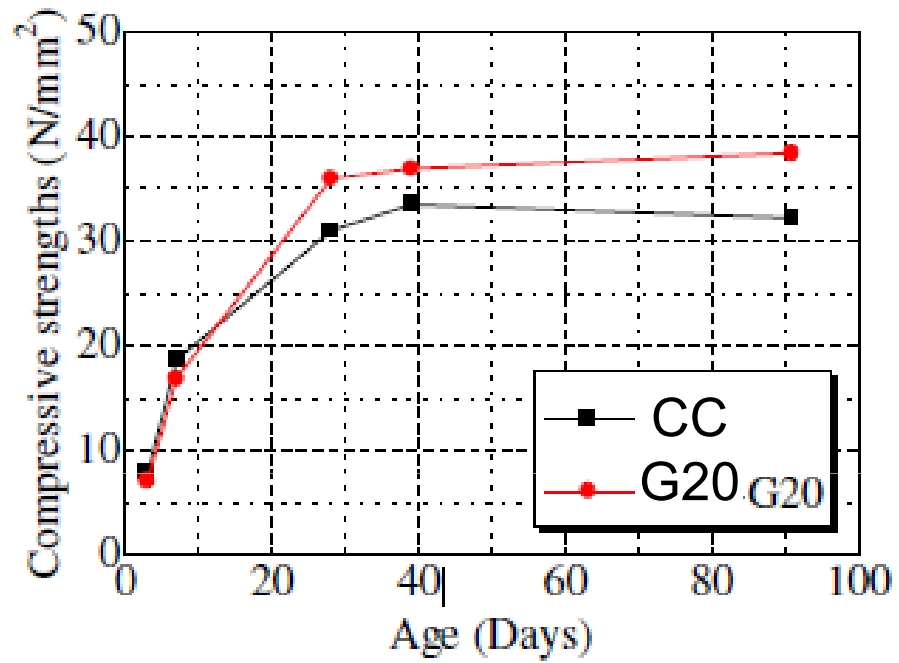
Se ensayó la permeabilidad al aire de:

- Concreto Convencional (CC)
- Concreto con 10% de Grava Porosa (G10)
- Concreto con 20% de Grava Porosa (G10)
- Concreto con 12% de Arena Porosa (S12)

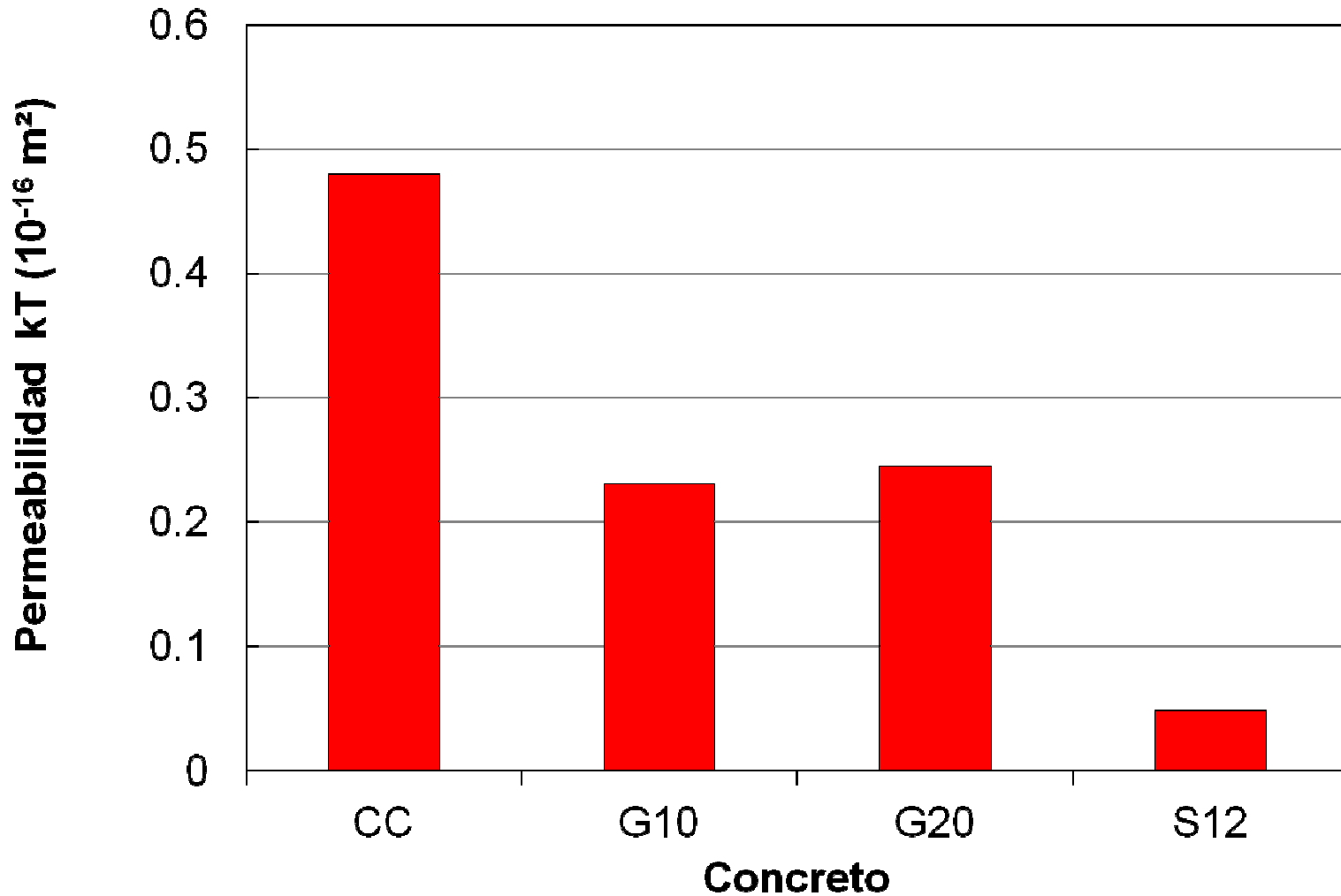
Los agregados provenían de desechos de tejas cerámicas triturados.

Todas las probetas se curaron selladas durante 7 días y luego expuestas al ambiente de laboratorio por $\sim 3\frac{1}{2}$ meses, momento en que se midió la permeabilidad al aire sobre las bases de los cilindros.

Ensayos en Universidad de Hiroshima (2013)

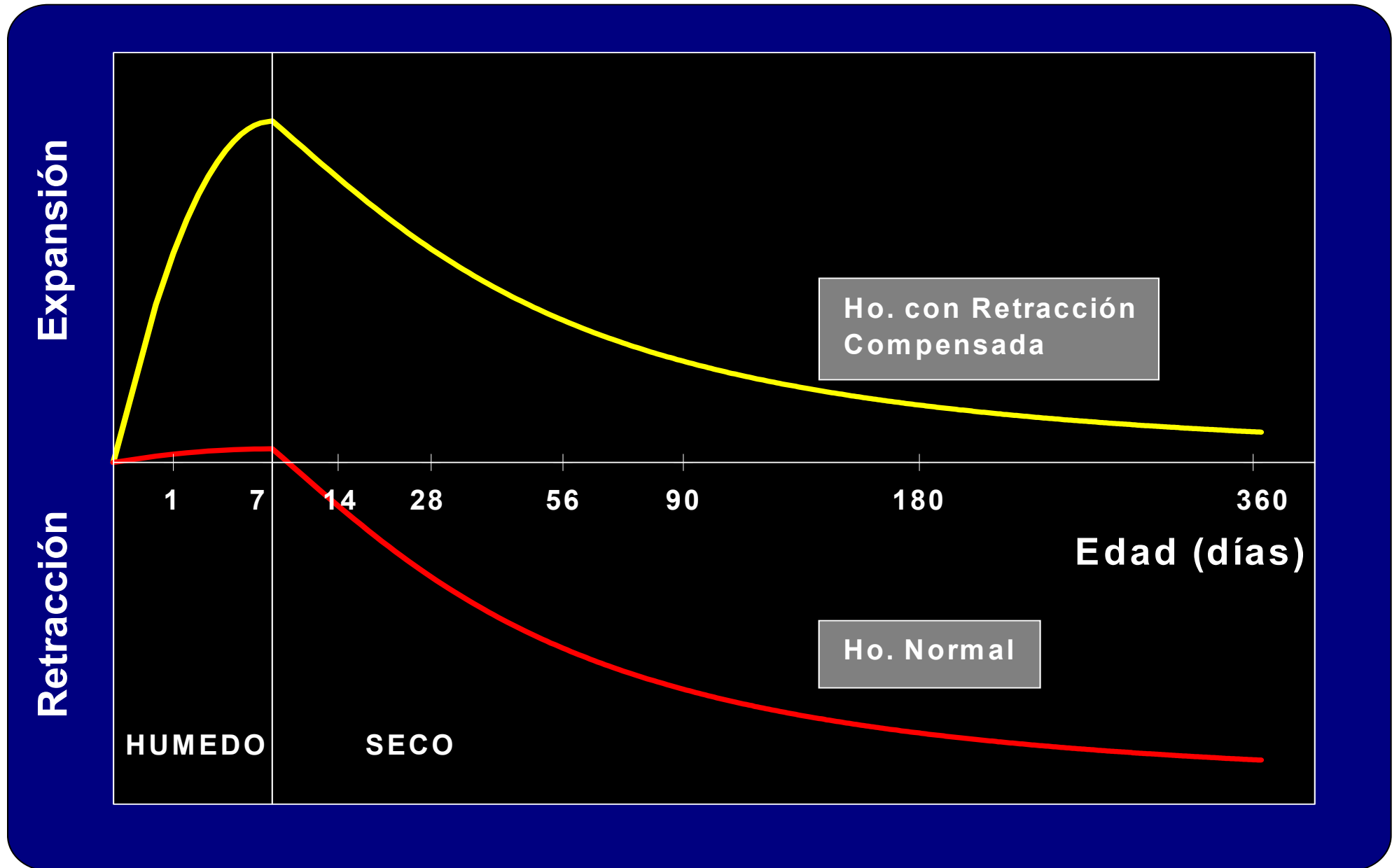


Resultados de Permeabilidad Hiroshima Univ.

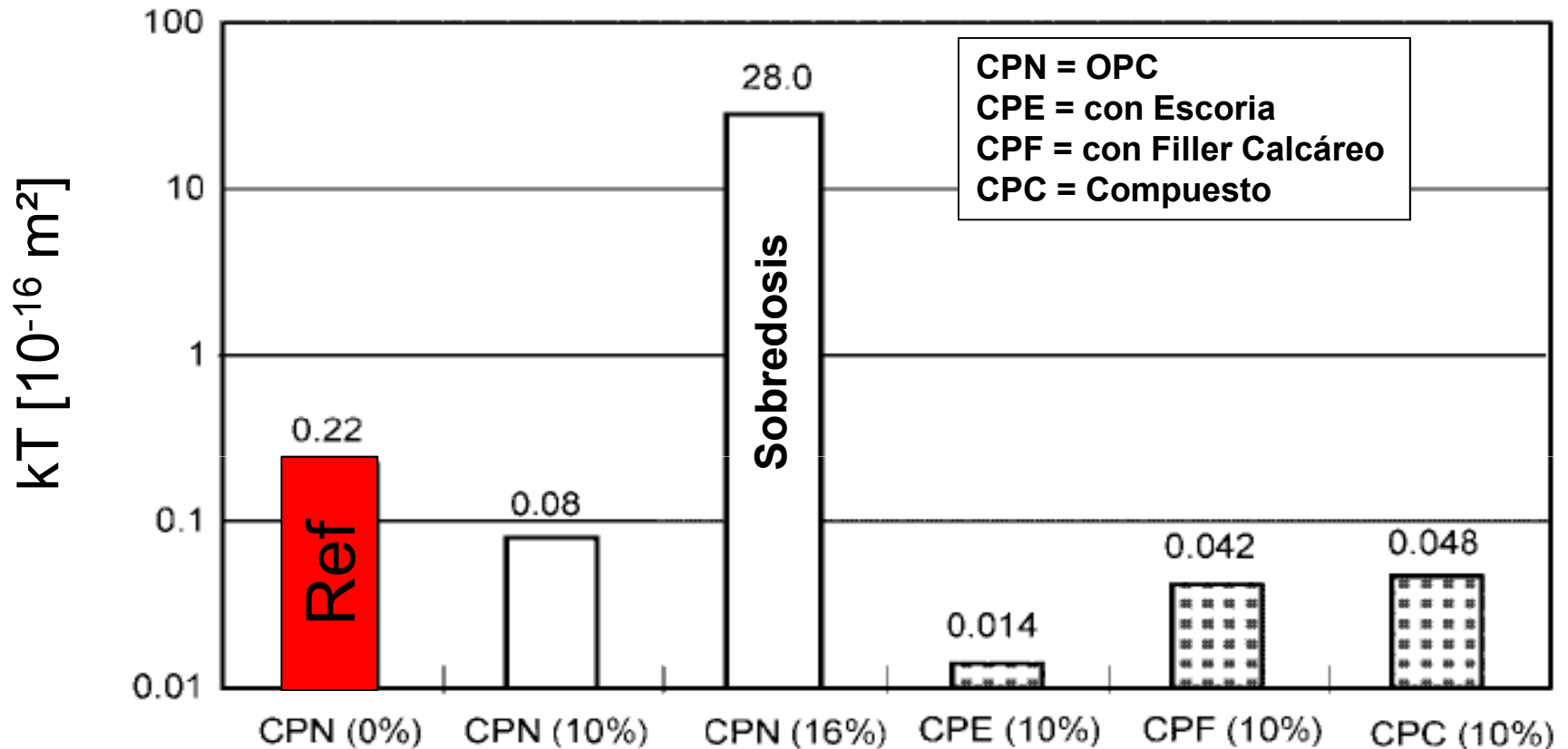


El efecto medido fue mayor cuando se reemplaza arena

Concreto de Retracción Compensada



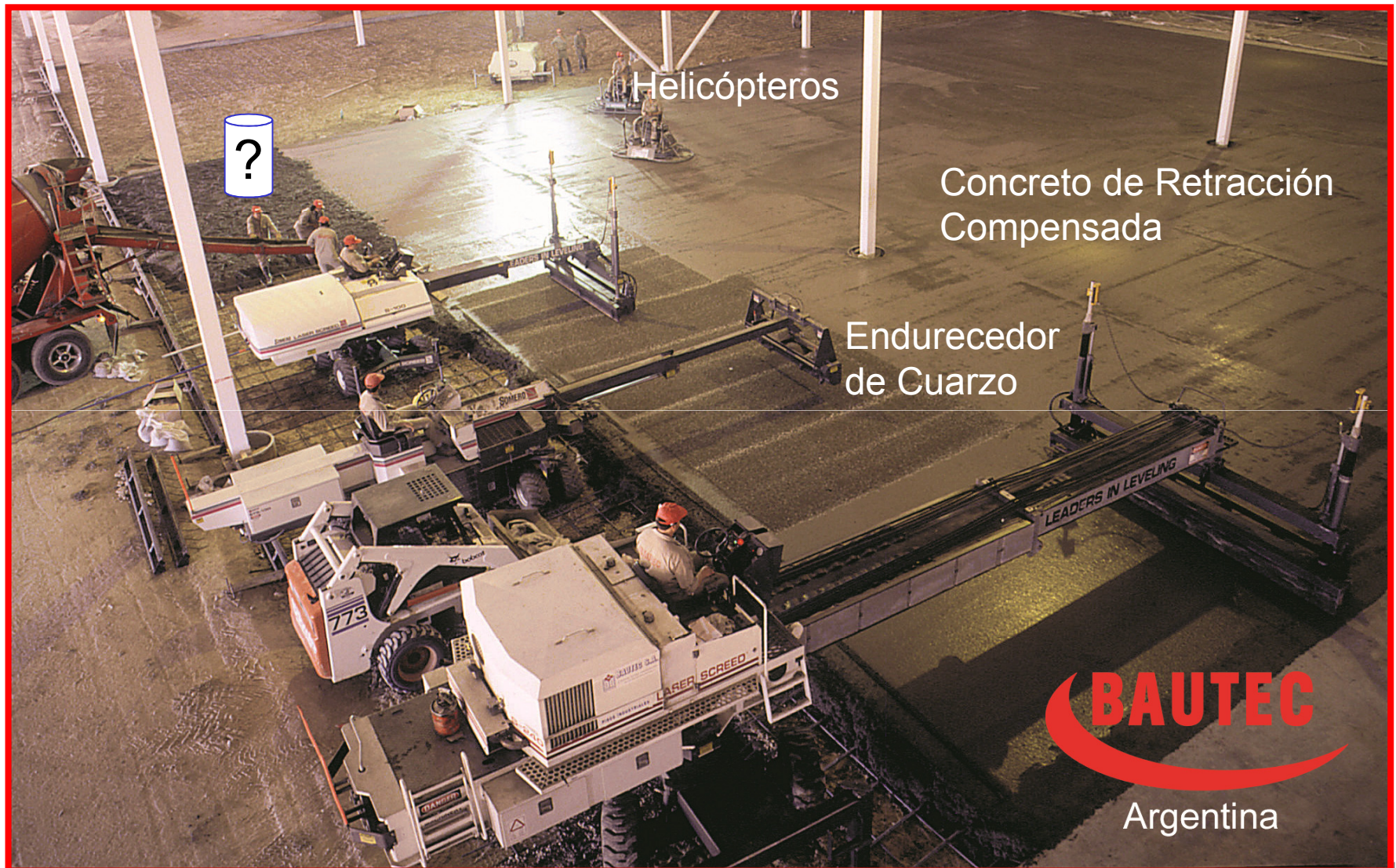
Permeabilidad de Concreto Normal y CRC



Tipo de Cemento (Dosis de Expan-K)

Probetas curadas 14 días en cámara húmeda, seguidos de 90 días en cámara seca
(Reference 04-05)

“Realcreto” - Construcción de Piso Industrial



?

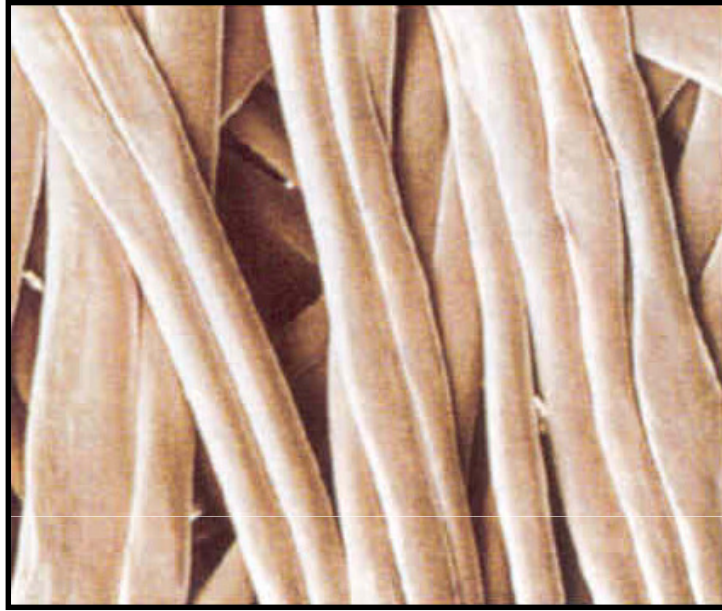
Helicópteros

Concreto de Retracción Compensada

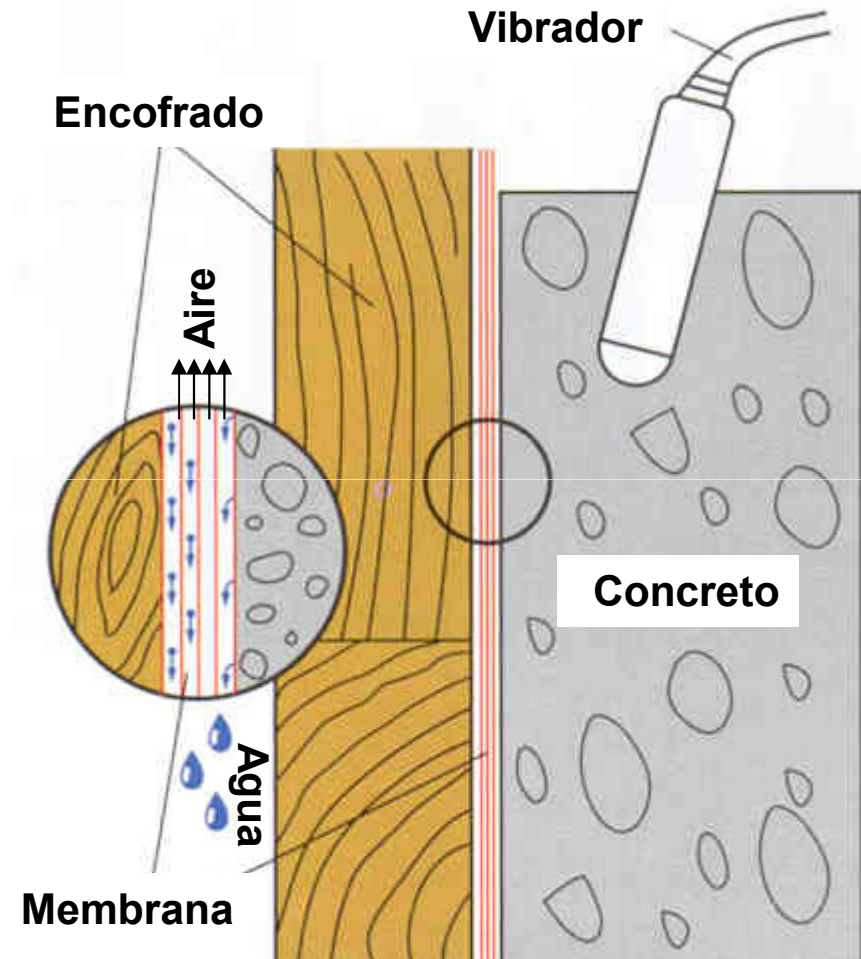
Endurecedor de Cuarzo

BAUTEC
Argentina

Membrana Permeable de Encofrado

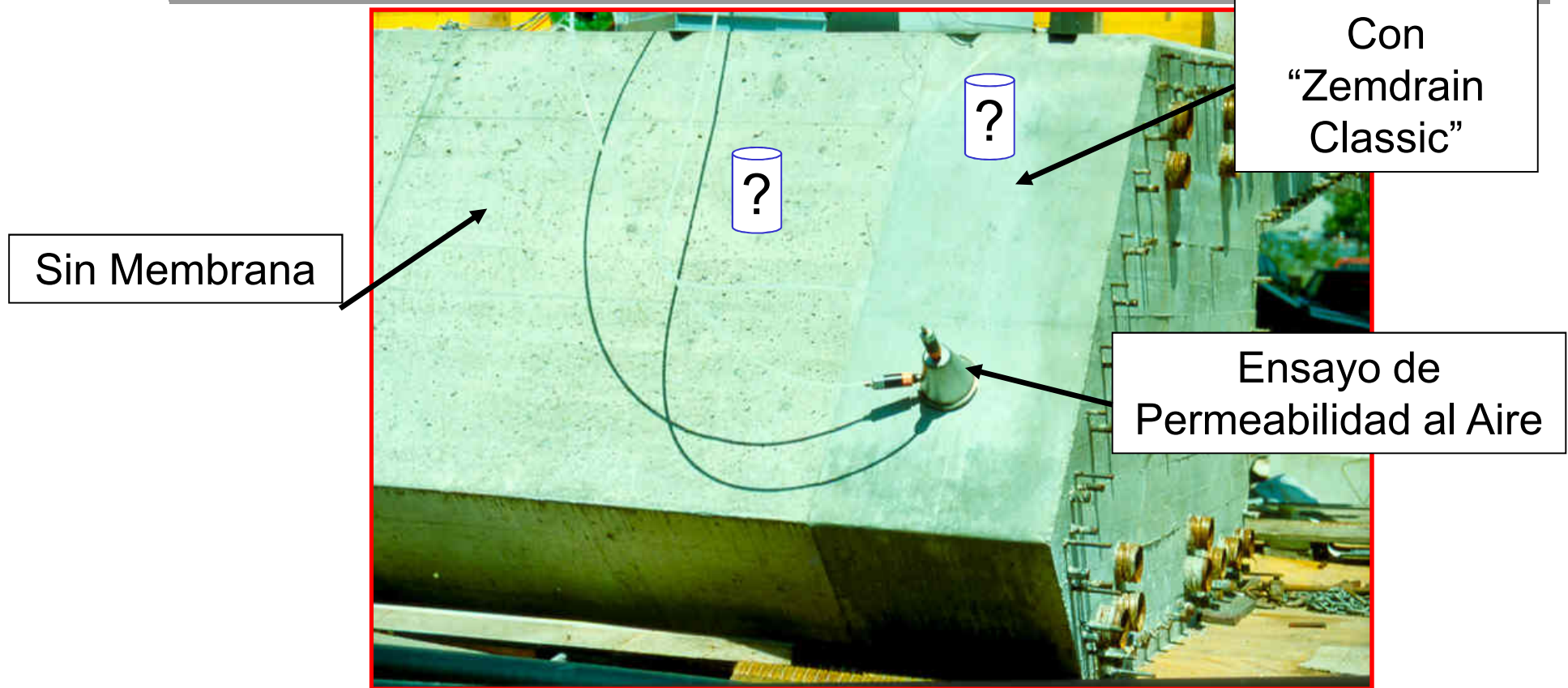


Magnificación de la Membrana
“Zemdrain Classic“. Tejido de fibras de
polipropileno que dejan poros $< 20 \mu\text{m}$



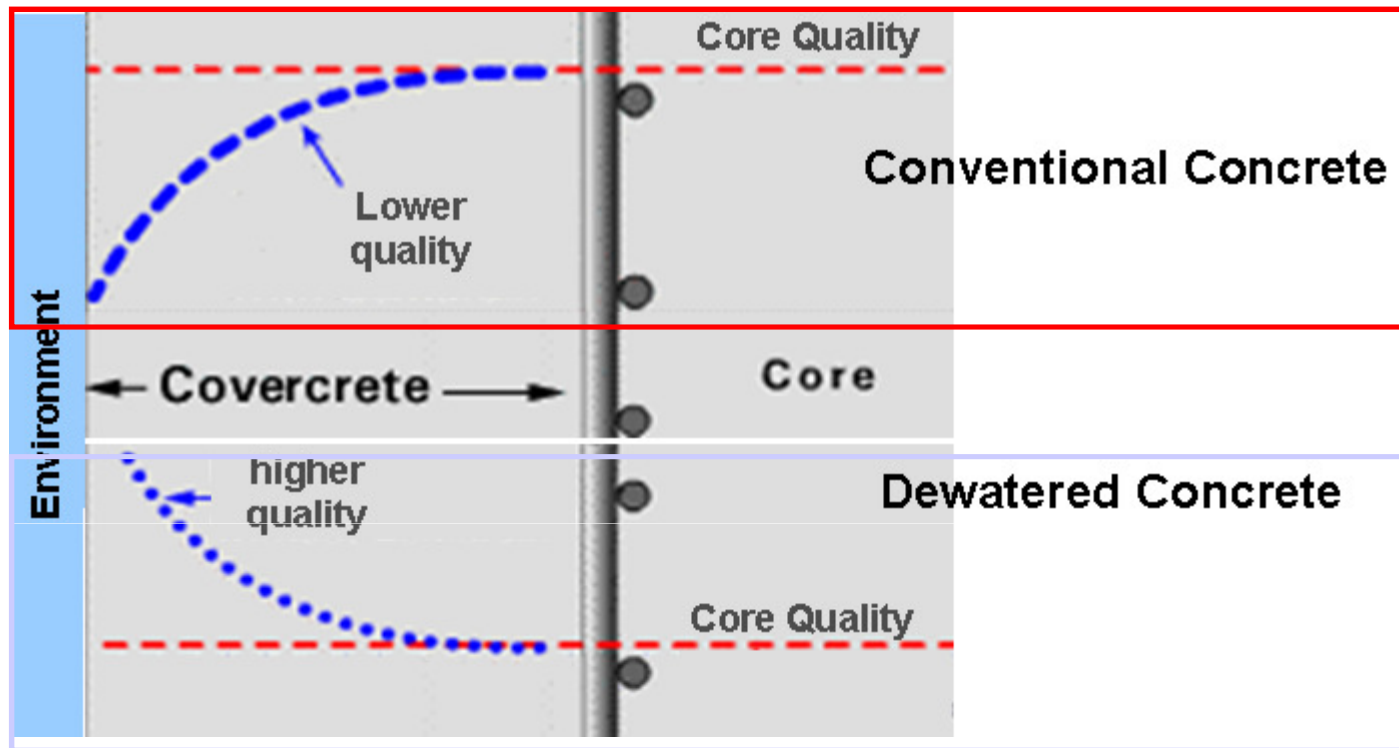
Durante la vibración, el agua y el aire son expelidos a través de la membrana, que a su vez retiene el cemento y partículas finas

Efecto visual de la acción de la membrana



Una indicación visual del efecto de la membrana es la ausencia de burbujas de aire y la tonalidad oscura que señala la menor relación a/c del Recucreto

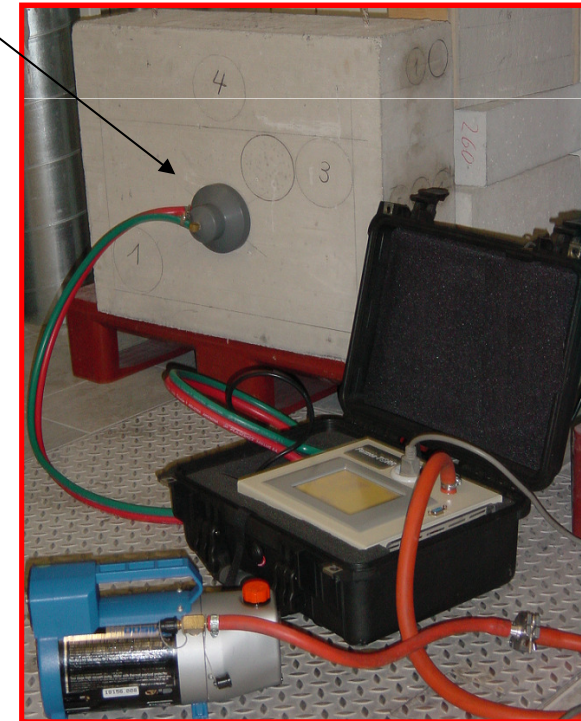
Efecto de la Membrana



Opuesto al concreto convencional, donde el Recucreto es típicamente más débil que el núcleo del elemento, el efecto de eliminación de agua conduce a un Recucreto menos permeable.

END efectuados a un Panel de 15 años de edad

- Esclerómetro EN 12504-2, (Digi-Schmidt 2): 20 lecturas en cada cara
- Coeficiente de Permeabilidad al Aire SIA 262/1-E (*Permea-T \odot RR*): 16 lecturas en cada cara



Resultados de los END

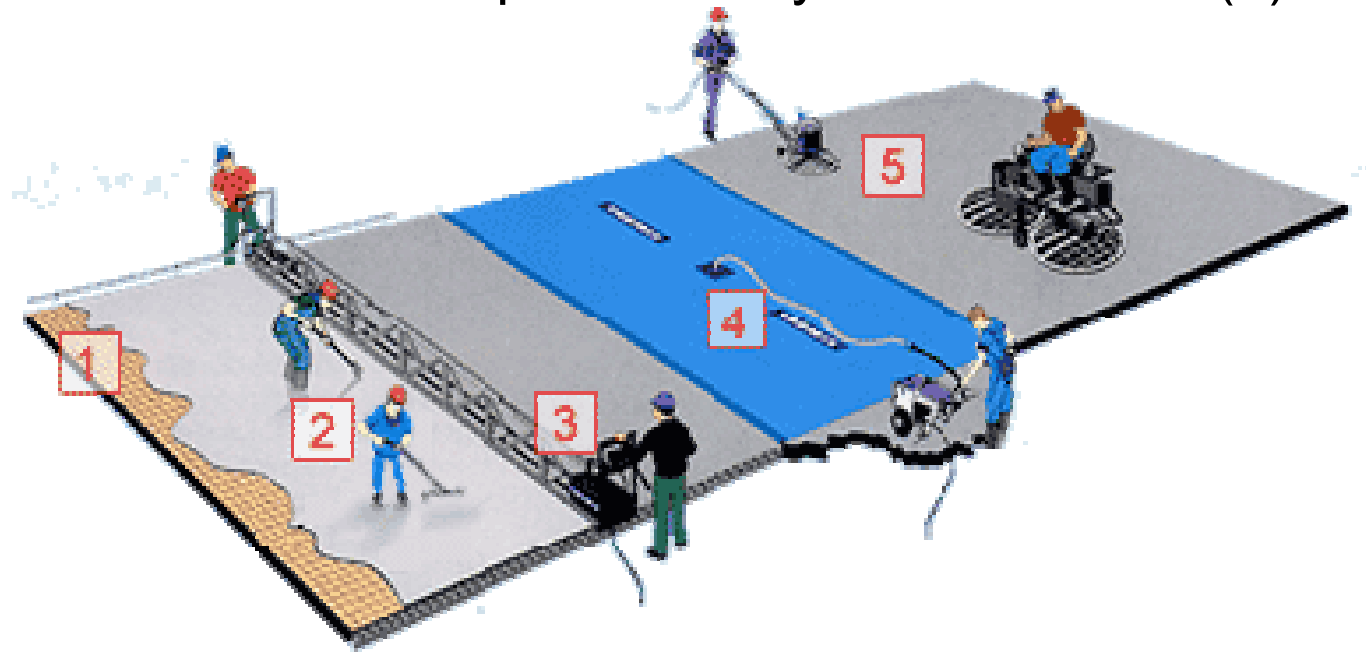
Test	Rebote [-]		kT (10^{-16} m ²)	
	Mediana	s	GeoMean	sLOG
Molde	46	4.8	6.6	0.16
Zemdrain	54	2.1	0.79	0.14

Después de 15 años de conservación en cámara seca, el desempeño de la cara con Zemdrain es significativamente superior a la del molde, tanto en términos de dureza como de permeabilidad

Un análisis mostró que la mejora en desempeño por el uso de Zemdrain corresponde a una reducción en la relación a/c de 0.55 a aproximadamente 0.40.

Tratamiento al Vacío de Losas de Concreto

Después de compactada y acabada la losa, se coloca una manta especial sobre el concreto fresco que permite pasar agua y aire pero no las partículas de cemento. Sobre ella se coloca una manta impermeable y se hace vacío (4).

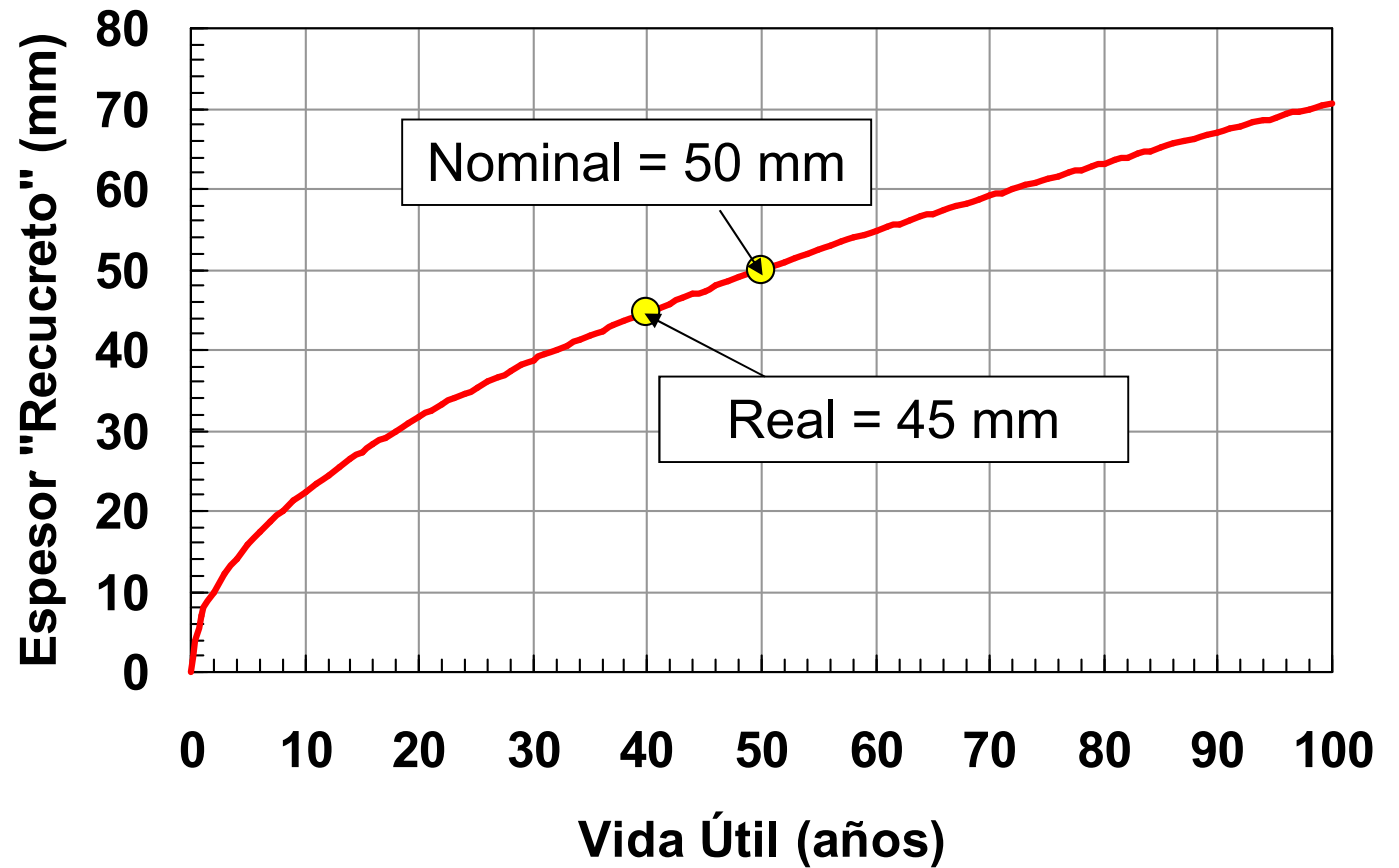
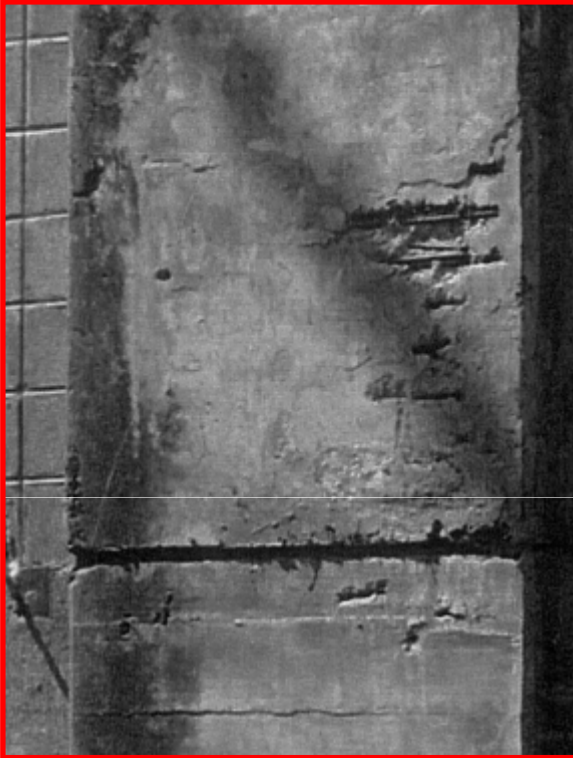


El efecto es similar, pero más potente, que el de las membranas de encofrado

Contenido

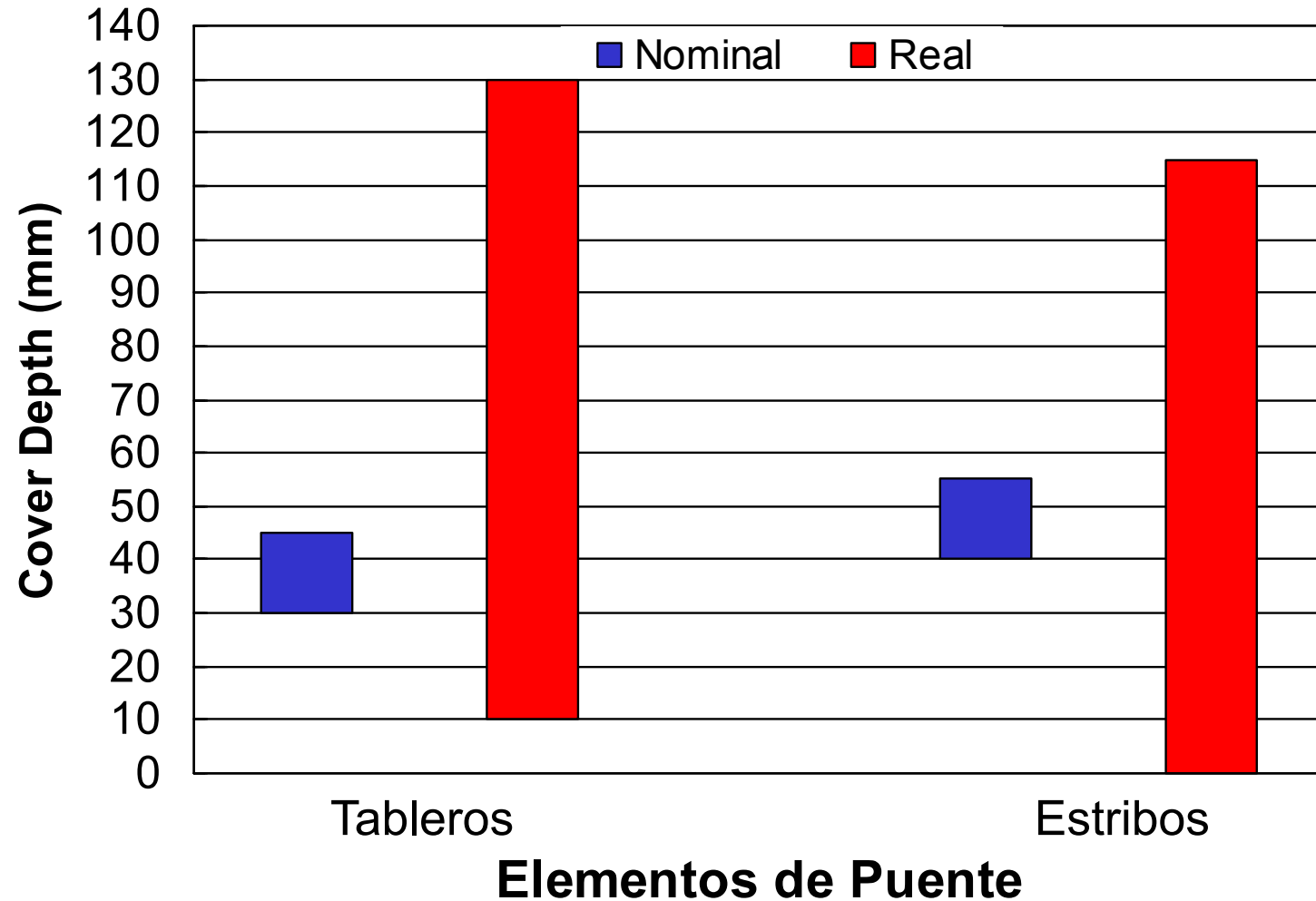
- Labcreto vs Realcreto: Diferencias entre probetas moldeadas ensayadas en laboratorio y el concreto en la estructura real
- Diferenciación y rol vital de las capas superficiales (Recucreto) sobre la durabilidad
- Efecto de la colocación, vibración, acabado, curado y microfisuras sobre la penetrabilidad del Recubricreto
- Técnicas especiales para lograr un Recubricreto de baja penetrabilidad.
- Espesor de recubrimiento nominal/mínimo y el real; influencia sobre la Vida Util.
- Conclusión: Necesidad de medir la penetrabilidad y espesor del recubrimiento "in situ".

Importancia del espesor del "Recucreto"!!



10% menos espesor de "Recucreto" → ~20% menos vida útil

Recubrimiento real vs. nominal especificado (UK)



Mayor incidencia de desviaciones por defecto que por exceso

Contenido

- Labcreto vs Realcreto: Diferencias entre probetas moldeadas ensayadas en laboratorio y el concreto en la estructura real
- Diferenciación y rol vital de las capas superficiales (Recucreto) sobre la durabilidad
- Efecto de la colocación, vibración, acabado, curado y microfisuras sobre la penetrabilidad del Recubricreto
- Técnicas especiales para lograr un Recubricreto de baja penetrabilidad.
- Espesor de recubrimiento nominal/mínimo y el real; influencia sobre la Vida Util.
- Conclusión: Necesidad de medir la penetrabilidad y espesor del recubrimiento "in situ".

Factores Vitales para la Durabilidad

LA VIDA EN SERVICIO depende de

1. La 'Penetrabilidad' del Concreto de Recubrimiento en la estructura real

y, para el caso de corrosión del acero,

2. El espesor del Recubrimiento

que dependen, en gran medida, de:

- Una correcta especificación (Proyectista)
- Calidad adecuada del concreto (Proveedor)
- Una cuidadosa ejecución (Contratista)
- Controles adecuados (Propietario/Inspección)

Relevancia del “Recucreto” para la Durabilidad

La Vida Útil de un elemento depende, en gran medida, de:

La Permeabilidad y Espesor del “Recucreto”

que están determinadas, principalmente, por:

- correcto diseño de vida útil y especificación (Proyectista)
- buen diseño de la mezcla y tecnología de producción (Proveedor de concreto)
- ejecución cuidadosa de la estructura (Contratista)
- supervisión y controles adecuados (Inspección/Propietario)

La Permeabilidad y Espesor del “Recucreto” pueden y deberían ser medidos “in situ”

Referencias

- [1] Kreijger, P.C., "The skin of concrete: composition and properties". Mater. & Struct., v17, n100, 1984, 275–283.
- [2] Dewar, J.D., Proceedings of Thomas Telford Seminar, 'Improvement in concrete durability'., Institution of Civil Engs., London, May 1985.
- [3] Mayer A., "The importance of the surface layer for the durability of concrete structures", ACI SP-100, V.1, 1987, 49-61.
- [4] Newman, K., "Labcrete, realcrete, and hypocrete. Where we can expect the next major durability problems", ACI SP-100, V.2, 1987, 1259-1283.
- [5] Ebensperger, L. y Torrent, R., "Medición 'in situ' de la permeabilidad al aire del hormigón: Status quo", CONPAT 2009, Valparaíso, Chile, 29 de Setiembre al 2 de Octubre, 2009, Slide 11.
- [6] Torrent, R. und Frenzer, G., "Ueberdeckungsbetons auf der Baustelle -Teil II" (in German), Office Fédéral des Routes, Rapport No. 516, Bern, Suisse, Oct. 1995, 106 p.
- [7] Torrent, R., "Permeability tests on sound and damaged areas of a shrinkage-compensating concrete industrial floor", M-A-S Report No. 09-002, Materials Advanced Services Ltd., Buenos Aires, November 2008. <http://www.m-a-s.com.ar/eng/documentation.php>
- [8] Torrent, R., "The gas-permeability of high-performance concretes: site and laboratory tests", High-Performance Concr., Performance & Quality of Concr. Struct., ACI SP-186, Paper 17, 291-308, 1999.
- [9] CEB-FIP 1990. Model Code 1990, Final Draft, Section d.5.3: "Classification by Durability", CEB Bulletin d'In-formation N° 205, Lausanne, July 1991.
- [10] Neville A. "Concrete cover to reinforcement – or cover up?", Concr. Intern., v.20, n.11, Nov. 1998, 25-29.