

PROOVE'it



- Evaluación de Durabilidad
- Estimación de Vida de Servicio

Prueba Rápida de Permeabilidad de Cloruros



PROOVE'it

Propósito

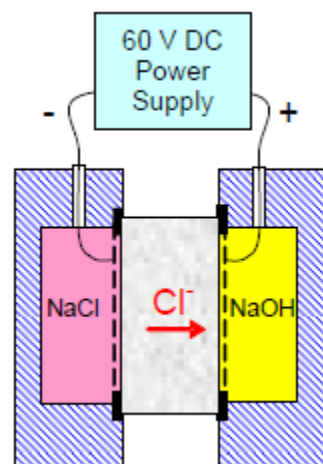
El sistema **PROOVE'it** es usado para evaluar la resistencia en el concreto al ingreso de iones cloruros en dos maneras:

- Determinando que tan fácil es forzar a los cloruros dentro de concreto saturado por medio de la aplicación de un potencial eléctrico a través de un espécimen de prueba de acuerdo a la norma AASHTO T 277 o ASTM 1202. Esto es conocido como la “Prueba Coulumb” o la “Prueba Rápida de Permeabilidad de Cloruros (Rapid Chloride Permeability Test, **RCPT**)”.
- Midiendo la profundidad de penetración de iones cloruro, después de haber aplicado un potencial eléctrico al espécimen de acuerdo con el NORDTEST BUILD 492 (Chloride Migration Coefficient from Non-Steady State Migration Experiments) para determinar el “Coeficiente de Migración de Cloruros”, el cual puede ser usado para estimar el coeficiente de difusión de cloruros para cálculos de estimación de vida.

Principio

Un espécimen saturado en agua, 100 mm de diámetro y 50 mm de espesor, es posicionado en una celda conteniendo una reserva de fluidos en ambos lados. Para el RCPT o Prueba Coulumb, una reserva es llenada con una solución de 3 % NaCl y la otra con solución 0.3N NaOH. Se aplica un potencial de 60 VCD a través de la celda. La terminal negativa se conecta en la reserva con NaCl y la terminal positiva se conecta a la reserva con NaOH. Los iones cloruros cargados negativamente migraran hacia la terminal positiva.

Entre mas permeable sea el concreto, mas iones cloruro viajaran a través de el espécimen, y una mayor corriente será medida. La corriente es medida por 6 horas. Se determina el área bajo la curva contra el tiempo, la cual representa la carga total o los Coulombs que pasaron a través del espécimen. Los valores de la cantidad de Coulombs se utilizan para caracterizar el concreto como sigue (ASTM C 1202):



Coulombs	Clase de Permeabilidad	Típico de
>4000	Alta	$w/c^* > 0.5$
4000-2000	Moderada	$w/c = 0.4$ a 0.5
2000-1000	Baja	$w/c < 0.4$
1000-100	Muy Baja	Concreto modificado con latex
<100	Insignificante	Concreto Polimérico

* w/c = water-cement ratio

Alternativamente en la prueba de migración NT BUILD 492, la reserva contenida en el lado negativo contiene una solución de 10 % de NaCl y la reserva que esta en la terminal positiva contiene una solución de 0.3N NaOH. Se aplica una corriente de 30 Voltios a través del espécimen y la corriente inicial es medida. Basándose en la corriente inicial, el voltaje y la duración de la prueba son seleccionados. Por ejemplo, si la corriente inicial es entre 120 y 180 mA, el voltaje de prueba es reducido a 15 VCD y el tiempo de duración es de 24 hrs, pero si la corriente inicial es de 5 mA, el voltaje será de 60 VCD y la duración de la prueba será de 96 hrs. Después de que se complete la prueba. El espécimen se abre, y la penetración de los iones cloruro se mide roseando la superficie cortada con 0.1 M de solución de nitrato de plata. En base a la penetración y condiciones de prueba, se determina el coeficiente de migración de iones cloruros.

El coeficiente de difusión de iones cloruro puede ser determinado directamente por el raspado de el concreto y probar el contenido de iones cloruro después de sumergir el material en una solución de NaCl, de acuerdo a la NT BUILD 443 “Concreto, Endurecido: Penetración Acelerada de Cloruros” o la ASTM

C 1556 “Método de Prueba para determinar el Aparente Coeficiente de Difusión de Cloruros en Mezclas Cementantes por medio de Difusión Masiva”. Se requiere probar por un periodo de al menos 35 días. Se puede desarrollar una relación entre el coeficiente de migración de cloruros y el coeficiente de difusión.

Exactitud y Variabilidad

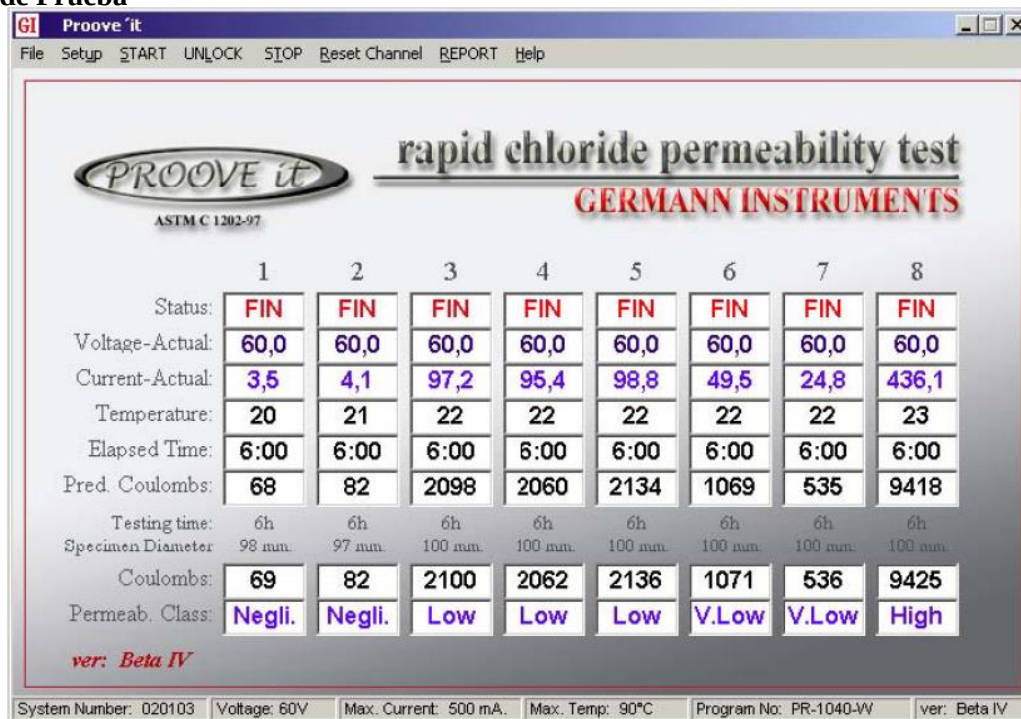
A 60 VCD, la precisión del microprocesador del equipo **PROOVE'it** esta dentro de ± 0.1 mA para una corriente de entre 30 mA y 300 mA. La repetitividad de el RCPT o Coulumb Test es de 12 % (ASTM c 1202), y la repetitividad de la prueba de migración es de 9 % (NT BUILD 492).

Características del Sistema **PROOVE'it**

- ❖ Software basado en Windows para efectuar
- ❖ Unidad de Poder con microprocesador controlada por computadora
- ❖ Capacidad para 8 celdas simultaneamente
- ❖ Voltajes de 10, 20, 30, 40, 50, y 60 VCD
- ❖ Tiempo de prueba programable
- ❖ Grabado y medición de temperatura
- ❖ Opción de prueba cíclica para efectos de duración de curado
- ❖ Mide la conductividad de el concreto a 60 VCD en 1 minuto.
- ❖ Predice el valor de Coulombs a 6 horas cada 5 minutos
- ❖ Documentación de cada resultado de prueba
- ❖ Fácil de ensamblar, simple de mantener, las celdas fugan agua

En la siguiente pagina se muestra un sistema completo para extracción de corazones, rebanado, desecador de vacío, bomba de vacío, celdas, unidad de poder y software.

Ejemplo de Prueba



The screenshot shows the 'rapid chloride permeability test' software by GERMANN INSTRUMENTS. It displays a table of test results for 8 cells. The table includes columns for Status, Voltage-Actual, Current-Actual, Temperature, Elapsed Time, Pred. Coulombs, Testing time, Specimen Diameter, Coulombs, and Permeab. Class. The data is as follows:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Status:	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
Voltage-Actual:	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Current-Actual:	3,5	4,1	97,2	95,4	98,8	49,5	24,8	436,1
Temperature:	20	21	22	22	22	22	22	23
Elapsed Time:	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00
Pred. Coulombs:	68	82	2098	2060	2134	1069	535	9418
Testing time:	6h	6h	6h	6h	6h	6h	6h	6h
Specimen Diameter:	98 mm.	97 mm.	100 mm.	100 mm.	100 mm.	100 mm.	100 mm.	100 mm.
Coulombs:	69	82	2100	2062	2136	1071	536	9425
Permeab. Class:	Negli.	Negli.	Low	Low	Low	V.Low	V.Low	High

At the bottom of the window, it says 'ver: Beta IV' and 'System Number: 020103 | Voltage: 60V | Max. Current: 500 mA. | Max. Temp: 90°C | Program No: PR-1040-W | ver: Beta IV'.

Pantalla del software **PROOVE'it** después de 8 pruebas simultaneas de acuerdo a la ASTM C 1202

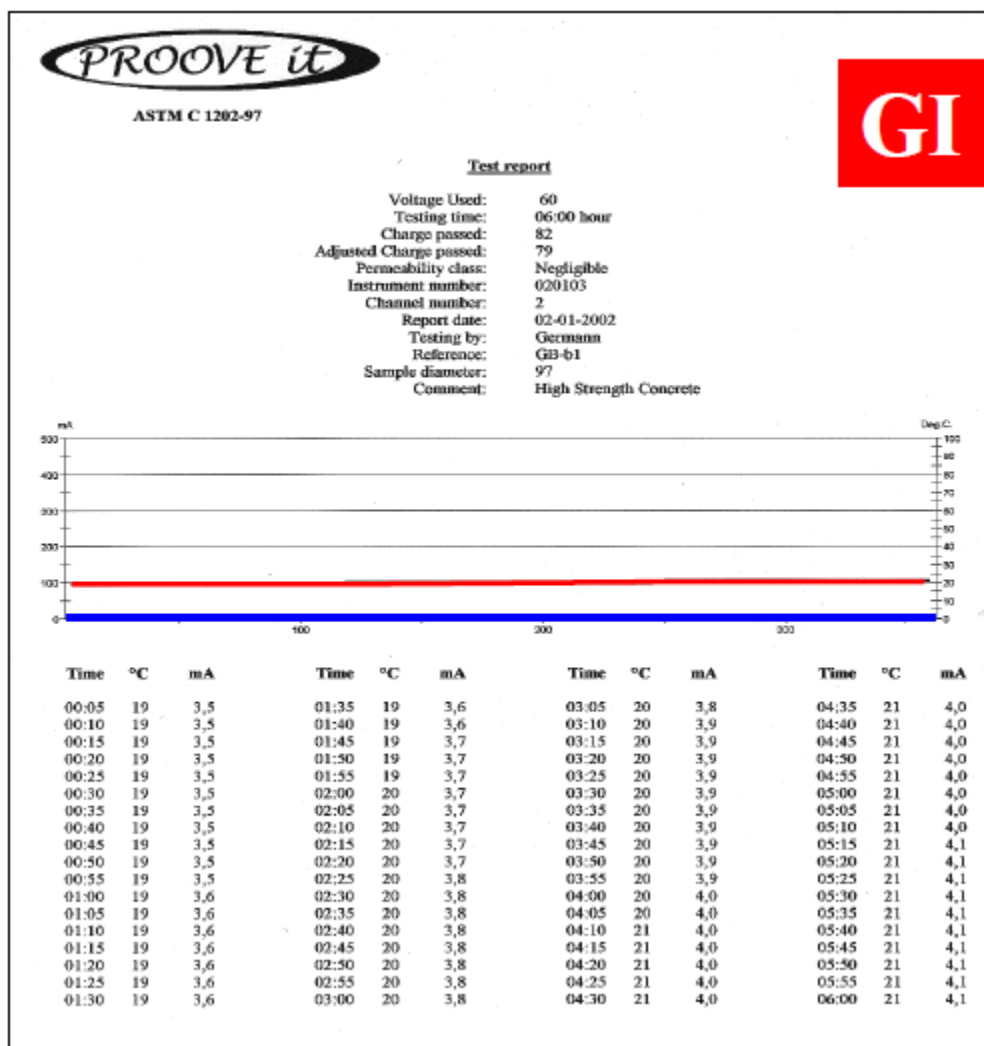
Al dar click con la flecha del Mouse en cualquiera de las ventanas aparecerá otra ventana explicando el funcionamiento de la ventana en cuestión. En la ventana “Status” se mostrara OFF, ON o FIN. En la ventana “Voltage-Actual” se muestra el voltaje de prueba, y la ventana “Current-Actual” indica la corriente instantánea durante la prueba. La ventana de temperatura indica la temperatura instantánea en las soluciones en la reserva durante la prueba, y “Elapsed Time” indica” el tiempo transcurrido desde que

se habilita cada celda. La línea "Pred. Coulombs" indica los Coulombs esperados para 6, los cuales son estimados cada 5 minutos de prueba. El "Testing Time" indique tiempo seleccionada de prueba, y el "Specimen Diameter" indica el diámetro de el espécimen. La línea "Coulombs" indica los Coulombs durante cualquier instante de la prueba.

La última línea muestra la clasificación de "Permeabilidad de Iones Cloruro" de acuerdo con la ASTM C 1202. En esta tabla los valores de los Coulombs son ajustados para especímenes de 95 mm de diámetro, así como lo requiere la ASTM C 1202. Por ejemplo, la celda numero 3 contiene un espécimen de 100 mm de diámetro y se midieron 2100 Coulombs. Ajustado a un diámetro de 95 mm el valor de los Coulombs sería 1898 y, de acuerdo a la ASTM C 1202, la clase de permeabilidad es BAJA y no MODERADA así como se evalúa de acuerdo al valor de los Coulombs.

Reporte de Prueba del Especimen

La siguiente figura muestra un ejemplo de reporte de prueba. En este caso el reporte es para la celda #2 mostrada en la página anterior. En la parte superior del reporte se resumen los resultados de prueba. La grafica muestra la temperatura medida (—) y la corriente (—), y la tabla muestra la corriente y temperatura a cada 5 minutos.



Sistema **PROOVE'it**



Aquí se muestra el sistema **PROOVE'it** con sus principales componentes: Al frente se encuentra la Unidad de poder con microprocesador **PROOVE'it** conectado a una celda **PROOVE'it**. Atrás esta el CEL-110 CORECASE para extracción de corazones con taladro eléctrico, una sierra de diamante para rebanar el corazón, un desecador de vacío y una bomba de vacío.

Nota: También se requiere una computadora con los siguientes requerimientos mínimos: Pentium de 75 MHz, 32 MB RAM, disco duro de 1.0 GB, y Windows 95, 98, NT, 2000 o XP.

Celdas **PROOVE'it**

Hay dos tipos de celdas disponibles, la PR-100 y la PR-1100, mostradas abajo. La PR-1100 es provista con rendijas enfriadoras las cuales son necesitadas si es requerido mantener la temperatura constante, como por ejemplo, para migración de cloruros usando el método de prueba NT BUILD 492.

La celda es sellada al apretar los cuatro pernos de las esquinas, lo cual presiona a los empaques contra el espécimen.

Los siguientes empaques están disponibles para especímenes de diámetros diferentes:

Diámetro del espécimen	No. de Orden
104 a 102 mm	PR-1010A
101 a 97 mm	PR-1010B
96 a 93 mm	PR-1010C



Las celdas traen el empaque PR-1010B, a menos de especificar otro diámetro. Los empaques PR-1010B coinciden con el corazón de 100 mm de diámetro producido por el equipo de extracción de corazones CEL-100.

Unidad de Verificación PR-1055



La unidad de verificación PR-1055 es usada para verificar que la unidad de poder controlada por microprocesador este trabajando correctamente. La unidad es conectada a la línea de poder, 110 VCA o 220 VCA. Cada canal de la unidad de poder **PROOVE'it** es habilitada para ejecutar una prueba a un voltaje seleccionado y se conecta a la unidad de verificación. Cuando el sistema **PROOVE'it** esta trabajando correctamente, la ventana "Current-Actual" debe registrar 30 ± 0.1 mA o $300 \text{ mA} \pm 0.1$ mA para las dos modalidades de la unidad de verificación.

Números de Orden **PROOVE'it**

Objeto	No. de orden
Celda PROOVE'it estándar	PR-1000
Celda PROOVE'it con enfriadore	PR-1100
Cable de conexión rojo	PR-1001
Cable de conexión negro	PR-1002
Malla de la celda por separado	PR-1003
Medidor de temperatura	PR-1005
Llave de 17 mm para pernos	PR-1006
Bote de 300 mL con solución 3.0 % NaCl	PR-1020
Bote de 300 mL con solución 0.3N NaOH	PR-1030
Software para Windows PROOVE'it	PR-1040

Objeto	No. de orden
Unidad de Poder PROOVE'it	PR-1050
Cable de conexión de poder	PR-1164
Cable serial RS-232C	PR-1066
Desecador de vacío para máx. de 1 especímenes	PR-1070
Bomba de vacío, <100 mm Hg (1.3 kPa)	PR-1081
CORE CASE para corazones de 100 mm	CEL-100
Taladro, 1150 W	CC-29
Sierra de Diamante	PR-1060
Unidad de Verificación	PR-1055
Manual PROVE'it	PR-1090

OTROS EQUIPOS DE GERMANN INSTRUMENTS

Nombre del Producto	Propiedad o Parámetro Medido	Estándares / Documentos
Auto-Shrink	Retracción autógena de especímenes en moldes espaciales usando curado sellado	ASTM C1698
AVA	Factor de espaciamiento y superficie específica del sistema de burbujas en concretos con aire inducido	AASHTO TP 75
Be4Cast	Simulación de desarrollo de gradientes de temperatura y esfuerzos durante el fraguado para evaluar el Potencial de grietas	
BOND-TEST	Esfuerzo de adherencia entre capas o resistencia a tensión de el sustrato	BS 1881:207, ASTM C1583
CAPO-TEST	Resistencia a compresión en estructuras existentes	EN 12504-3, ASTM C900, BS 1881:207
CMD	Movimiento de grieta	
COMA-Meter	Madurez en concreto endurecido	ASTM C1074
CORECASE	Extracción de núcleos y verificación de durabilidad	ASTM C42/C42M , EN 12504-1
CorroEye	Velocidad de corrosión en el acero	ACI 228.2R
CorroWatch	Penetración de cloruros en el concreto	
CoverMaster	Localización, profundidad y diámetro de refuerzo; mas potencial de media celda	BS 1881:204, ACI 228.2R ASTM C876
CrackScope	Ancho de grietas	
Deep Purple and Rainbow Indicator	Profundidad de carbonatación	
DK-5000	Frecuencia de resonancia para propiedades de los materiales y monitoreo de degradación en pruebas de durabilidad	ASTM C215, BS 1881:209
DOCter	Determinación de profundidad y detección de fallas; incluyendo profundidad de fallas por Impact-Echo	ASTM C1383
DSS-TEST	Esfuerzo de cortante-adherencia de barras de polimeros reforzadas con fibras de carbono	
Eddy-Dowel	Localización de barras “dowel” en pavimentos	ACI 228.2R
Eddy-Thick	Medición del grosor de losas en suelo usando placas de metal y método de inducción de pulso	
ERE-Probe	Monitoreo de potencial de media celda del refuerzo usando sensores embebidos	
EyeCon	Detección de fallas y medición de grosores por medio pulsos ultrasónicos	Measurement by ultrasonic pulse-echo ACI 228.2R
GalvaPulse	Velocidad de corrosión y medición de potencial de media celda del refuerzo, resistencia eléctrica del concreto	ASTM C876 (half-cell potential)
Guardian	Temperaturas actualizadas y desarrollo de madurez en el concreto endurecido	ASTM C1074
GWT	Penetrabilidad del agua	ISO/DIS 7031
HUM-Meter	Contenido de humedad interna usando sensores	
ICAR Rheometer	Mide el esfuerzo de fluencia y viscosidad dinámica en El concreto fresco	
LOK-TEST	Resistencia a compresión del concreto a edades tempranas	BS EN 12504-3, ASTM C900, BS 1881:207
Merlin	Conductividad total de especímenes saturados que puede ser relacionada al coeficiente de difusividad de cloruros	

Nombre del Producto	Propiedad o Parámetro Medido	Estándares / Documentos
Mini Great Dane	Potencial de media celda en el refuerzo y resistencia eléctrica del concreto	ASTM C876
MIRA	Imagen topográfica de fallas y medición de grosores por medio de ondas de ultrasonido	ACI 228.2R
Moisture Encounter	Contenido de humedad en cerca de la superficie	
Petro Planer	Prepara superficies planas pulidas para analizar burbujas de aire, petrografía, o Escaneo Microscópico por medio de Electrones	ASTM C457, ASTM C856
Petro Thin	Prepara delgadas secciones pulidas incluyendo impregnación epóxica fluorescente para análisis petrográfico	ASTM C856
POWER	Prueba de carga en anclajes	
Profile Grinder	Coefficiente de difusión de cloruros in-situ o especímenes en el laboratorio	ASTM C1556, NT Build 443, ASTM C1543
PROOVE'it	Resistencia de penetración de iones cloruro y estimación del coeficiente de cloruros	ASTM C1202, NT BUILD 492
PUNDIT	Velocidad de pulso ultrasónico mediante transmisión a través del elemento	ASTM C597, BS EN 12504-4, BS 1881:203
Rapid Air	Contenido de aire, factor de espaciamiento y superficie específica del concreto endurecido con aire incluido	ASTM C457
RAT	Contenido de álcalis en el concreto fresco	
RCT y RCTW	Contenido de cloruros en muestras de polvo usando ácido o agua para extraer los cloruros solubles	AASHTO T 260, ASTM C114, ASTM C1152, ASTM C1218
s'MASH	Prueba rápida para detectar fallas y longitud de pilas usando el método impulso-respuesta	ACI 228.2R
STEPPER	Sistema automático para detección de fallas y grosor usando el método impact-echo	ACI 228.2R
Surfer	Velocidad de pulso ultrasónico en la superficie	
TORQ-TEST	Resistencia a cortante-adherencia entre capas de concreto o laminas de CFRP	

