

## Instrumentos portátiles para el terreno Evaluación de las propiedades de rocas



# EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN ROCA

## Descripción general de aplicación

Instrumentos recomendados

	Ejecución de ensayos de dureza				Velocidad de pulso ultrasónico	
	RockSchmidt		Original Schmidt		Equotip 550	Pundit PL-200 / Pundit Lab+
	Modelo N	Modelo L	Modelo N	Modelo L		
Aplicaciones geomorfológicas que investigan las propiedades de dureza del material de un afloramiento de rocas	•		•	•		
Predicción de grados de alteración por agentes atmosféricos	•		•	•		
Datación relativa de geomorfologías tales como morenas y glaciares de roca	•		•	•		
Correlación con la resistencia a la compresión libre (o uniaxial) (UCS)	•	•			•	•
Correlación con el módulo de Young	•	•				
Predicción de velocidades de penetración para perforadoras de túneles y fresadoras excavadoras	•		•	•		•
Ejecución de ensayos en rocas débiles, rocas porosas y aquellas con cortezas debido al efecto de agentes atmosféricos		•		•	•	
Ejecución de ensayos en núcleos	≥ 84 mm Ø	≥ 54.7 mm Ø		•	•	
Ejecución de ensayos en bloques rectangulares	>100 mm de espesor	•	•	•	•	
Investigación de la dureza en proximidad de los bordes					•	
Determinación de las velocidades de pulso de ondas de compresión (P) y ondas transversales (S) en roca a partir de las cuales se calcularán las constantes elásticas dinámicas						•
Evaluación del estado de preservación de edificios históricos de piedra						•
Clasificación de la calidad de piedra de construcción						•



# EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN ROCA

## RockSchmidt



El martillo de rebote más avanzado del mundo, con características de dispersión, durabilidad y rango de medición sin igual, ahora ha sido completamente adaptado para ensayos de roca. Las siguientes características del martillo lo hacen ideal para aplicaciones de ensayos de roca:

- ✓ **Independencia del ángulo de impacto:** El valor de rebote es independiente de la dirección de impacto.
- ✓ **Optimizado para el trabajo en el terreno:** Encapsulado más herméticamente contra la penetración de suciedad y polvo, para mayor durabilidad. Significativamente más ligero y más ergonómico que el clásico martillo Schmidt. Una gran cantidad de lecturas se puede guardar, y descargar posteriormente a algún PC.
- ✓ **Estadísticas preajustadas:** Métodos de estadísticas recomendados por ISRM y ASTM están implementados en el martillo para el cálculo automático del número de rebote. También está a disposición la opción de definir un método estadístico específico del usuario.
- ✓ **Resistencia a la compresión libre:** ISRM recomienda una correlación entre UCS y el valor de rebote basado en la fórmula  $UCS = ae^{bR}$  (en lo que R es el valor de rebote). Una correlación en este formato se puede definir en el software de PC y descargar al RockSchmidt.
- ✓ **Módulo (E) de Young:** ISRM recomienda una correlación entre el módulo de elasticidad y el valor de rebote basada en la fórmula  $E_t = ce^{dR}$  (en lo que R es el valor de rebote). Una correlación en este formato se puede definir en el software y descargar al RockSchmidt.
- ✓ **Grado de alteración por agentes atmosféricos:** Dos impactos en la misma ubicación se pueden usar para correlacionar el grado alteración por agentes atmosféricos. El método recomendado por ISRM ha sido incluido en el dispositivo.

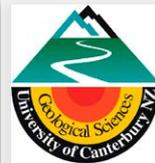
## Modelos

**Modelo N:** Energía de impacto estándar, 2.207 Nm. Recomendado para el trabajo en el terreno. Para ensayos de núcleos, ISRM\* recomienda que los núcleos deberían mostrar por lo menos una resistencia moderada (>80 MPa) y ser de un tamaño mínimo de T2 ( $\geq 84$ mm).

**Modelo L:** Baja energía de impacto, 0.735 Nm. Energía de impacto recomendada en la norma ASTM D 5873 para los ensayos de núcleos. ISRM\* recomienda ensayos de núcleos de resistencia moderada e iguales o más grandes que el tamaño NX ( $\geq 54$ mm). \*Véase el apartado "Normas y directivas".

## Especificaciones técnicas

Energía de impacto	(N) 2.207 Nm, (L) 0.735 Nm
Dimensiones de la caja	55 x 55 x 250 mm (2.16" x 2.16" x 9.84")
Peso	570 g
Impactos máx. por serie	99
Capacidad de memoria	Dependiente de la longitud de las series de ensayos Ejemplo: 400 series de 10 impactos
Pantalla	17 x 71 pixeles, gráfica
Vida útil de la batería	> 5000 impactos entre cargas
Temperatura de servicio	De 0 a 50 °C (de 32 a 122 °F)
Clasificación IP	IP54



*"La ventaja específica de los martillos Schmidt para la datación de la exposición de superficies es la ejecución de ensayos fiables y reproducibles de grandes cantidades de bloques de roca."*

Dr. Stefan Winkler, Ciencias Geológicas, Universidad de Canterbury/RU

## Original Schmidt

La referencia con la cual son comparados todos los martillos de rebote, y la base de cualquier norma internacional relacionada a martillos de rebote. El Original Schmidt Modelo N es el martillo usado más ampliamente para aplicaciones geomorfológicas. Una gran cantidad de correlaciones entre UCS y valores de rebote existentes están basadas en ensayos realizados con este martillo.



# EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN ROCA

## Equotip 550 con dispositivos de impacto D y S



Extensamente usado para la dureza de rocas y para la investigación de los efectos de agentes atmosféricos en rocas. La energía de impacto es de aproximadamente 1/200 parte de la del martillo de rebote Modelo N. Esto lo hace muy apropiado para la ejecución de ensayos en lugares

históricos, en tipos de roca muy blandos, los cuales no se pueden ensayar con ningún martillo de rebote, y también en núcleos de roca frágiles, los cuales quedarían dañados con un martillo de rebote.

El dispositivo de impacto del tipo S ofrece la misma energía de impacto y un cuerpo de impacto de cerámica mucho más durable, el cual es más apropiado para usos frecuentes en roca más dura.



*“El uso de los instrumentos de ensayos no destructivos de Proceq mejora significativamente nuestra comprensión de los procesos de deterioración que afectan los edificios de patrimonio.”*

Prof. Heather Viles, profesora de biogeomorfología y conservación del patrimonio, Universidad de Oxford/RU

## Aplicación de velocidad de pulso ultrasónico Pundit



### Constantes elásticas de roca – módulo de elasticidad y relación de Poisson

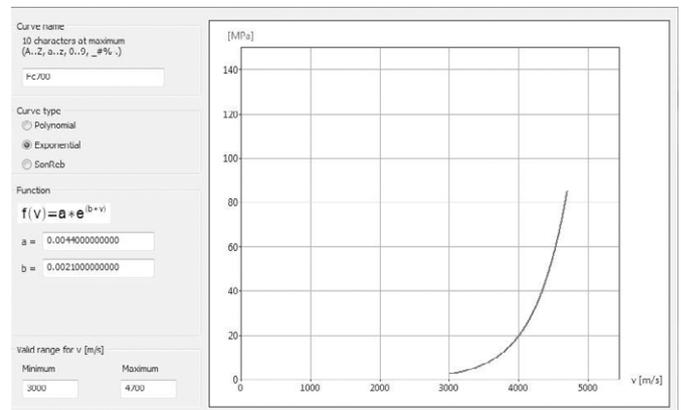
Los ensayos ultrasónicos se usan ampliamente para la caracterización de materiales de roca. La velocidad de pulso está directamente relacionada con las propiedades físicas y mecánicas de la roca.

Los instrumentos de ensayos ultrasónicos Pundit PL-200 y Pundit Lab+ de Proceq permiten una medición exacta tanto de la compresión (onda P) como de la velocidad de pulso transversal (onda transversal). El procedimiento se describe tanto en las recomendaciones de ASTM como en aquellas del ISRM. Una vez que se hayan determinado las mismas, se podrán calcular las constantes elásticas del material (módulo de onda P, módulo transversal, relación de Poisson y módulo de elasticidad dinámico).



### Resistencia a la compresión libre

Se podrá definir una correlación con UCS en formato tanto polinómico como exponencial en el software Link y descargar la misma al Pundit PL-200 o al Pundit Lab+.



# EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN ROCA



## Normas y directivas

Las siguientes normas y directivas son aplicables a la ejecución de ensayos de roca:

- **ASTM D 5873:** Método de ensayo estándar para determinar la dureza de roca con el método de martillo de rebote. (Aplicable para UCS entre 1 MPa y 100 MPa.)
- **ASTM D 2845:** Método de ensayo estándar para la determinación de laboratorio de velocidades de pulso y constantes elásticas ultrasónicas de roca.
- **ISRM:** Aydin A., ISRM Método recomendado para determinar la dureza de rebote de martillo Schmidt: Versión revisada. *Int J Rock Mech Mining Sci* (2008), DOI:10.1016/j.ijrmms.2008.01.020.
- **ISRM:** Aydin A., Método actualizado recomendado por el ISRM para la determinación de la velocidad del sonido mediante la tecnología de transmisión de pulso ultrasónico: *Rock Mech Rock Eng* (2014) 47:255-259, DOI: 10.1997/s00603-013-0454-z.
- Viles M. et al, The use of the Schmidt Hammer and Equotip for rock hardness assessment in geomorphology and heritage science: a comparative analysis [El uso del martillo Schmidt y Equotip para la evaluación de la dureza de roca en la geomorfología y la ciencia del patrimonio: un análisis comparativo]. *Earth Surface Procs and Landfs* (2010), DOI: 10.1002/esp.2040 ilustra algunos usos comunes del martillo Schmidt para la ejecución de ensayos en rocas en el terreno.

## Recomendaciones de Proceq para la ejecución de ensayos de dureza

RockSchmidt / Original Schmidt Modelo N. Energía de impacto de 2.207 Nm. Para mediciones en bloques de roca de una UCS de 20 a 150 MPa.

RockSchmidt / Original Schmidt L. Energía de impacto de 0.735 Nm. Se puede usar en un rango de UCS similar al del Modelo N pero se recomienda para su uso en rocas más débiles (UCS <20 MPa), rocas porosas y rocas con cortezas debido al efecto de agentes atmosféricos.

Equotip 550 con dispositivo de impacto D. Energía de impacto de 0.011 Nm. Recomendado para la ejecución de ensayos en rocas muy débiles, muestras pequeñas, muestras de núcleos frágiles y también para ensayos de efectos de bordes.

# EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN ROCA

## Información de pedido

### RockSchmidt

#### N° DE PIEZA DESCRIPCIÓN

34310000	RockSchmidt Modelo N, incluyendo cargador de batería con cable USB, DVD con el software de PC, correa de carga, piedra de moler, documentación y bolsa de transporte
34320000	RockSchmidt Modelo L, incluyendo cargador de batería con cable USB, DVD con el software de PC, correa de carga, piedra de moler, documentación y bolsa de transporte

### Original Schmidt

#### N° DE PIEZA DESCRIPCIÓN

31001001	Original Schmidt Modelo N
31003002	Original Schmidt Modelo L

### Pundit

#### N° DE PIEZA DESCRIPCIÓN

32710001	Pundit PL-200 consistiendo de: pantalla táctil, 2 transductores de 54 kHz, 2 cables BNC de 1.5 m, acoplador, varilla de calibración, cable adaptador BNC, cargador de batería, cable USB, DVD con software de PC, documentación, correa de carga y estuche de transporte
32620001	Pundit Lab+ consistiendo de: unidad de pantalla, 2 transductores (54kHz), 2 cables BNC de 1.5 m, acoplador, varilla de calibración, cargador de batería con cable USB, 4 pilas AA(LR6), portador de datos con software de PC, documentación y estuche de transporte
32540176	2 transductores exponenciales de 54 kHz, incluyendo varilla de calibración
32540049	2 transductores de ondas transversales de 250 kHz, incluyendo acoplador

### Proceq SA

Ringstrasse 2  
8603 Schwerzenbach  
Suiza  
Tel.: +41 (0)43 355 38 00  
Fax: +41 (0)43 355 38 12  
info@proceq.com  
www.proceq.com

81030005S ver 11 2017 © Proceq SA, Suiza. Todos los derechos reservados.

**proceq**

### Equotip

#### N° DE PIEZA DESCRIPCIÓN

35610002	Equotip 550 Leeb D consistiendo de pantalla táctil Equotip incl. batería, Equotip Basic Leeb dispositivo de impacto D, cuerpo de impacto D, anillos de soporte (D6,D6a), cepillo limpiador, cable de dispositivo de impacto, bloque de ensayo ~775 HLD / ~56 HRC, pasta de acoplamiento, fuente de alimentación, cable USB, placa comparadora de rugosidad superficial, DVD con software, documentación, correa de carga y estuche de transporte
35610001	Equotip 550 consistiendo de pantalla táctil Equotip incl. batería, fuente de alimentación, cable USB, placa comparadora de rugosidad superficial, DVD con software, documentación, correa de carga y estuche de transporte
35600200	Equotip Leeb Dispositivo de impacto S
35713200	Equotip Bloque de ensayo S, ~815 HLS / ~56 HRC, calibración de fábrica de Proceq

## Servicio postventa y garantía

Proceq provee el soporte completo para cada instrumento de ensayos mediante nuestro servicio postventa y establecimientos de soporte globales. Además, cada instrumento dispone de la garantía Proceq estándar de 2 años y de las opciones de garantía extendida para los componentes electrónicos.

### Garantía estándar

- Componentes electrónicos del instrumento: 24 meses
- Elementos mecánicos del instrumento: 6 meses

### Garantía extendida

Con la compra de un nuevo instrumento, podrán adquirirse máx. 3 años adicionales de garantía para los componentes electrónicos del instrumento. La garantía adicional deberá solicitarse a la hora de la compra o hasta 90 días después de la compra.

Sujeto a modificaciones sin previo aviso. Toda la información contenida en esta documentación se presenta de buena fe y se supone correcta. Proceq SA no asume garantía y excluye cualquier responsabilidad con respecto a la integridad y/o la exactitud de la información. Para el uso y la aplicación de cualquier producto fabricado y/o vendido por Proceq SA se remite explícitamente a las instrucciones de servicio correspondientes.



Hecho en Suiza