

MANUALE ISTRUZIONI INSTRUCTION MANUAL

SCLEROMETRO MECCANICO
CONCRETE TEST HAMMER

ectha 1000[®]



Versione 1.02
Aprile 2013

Indice Generale

1. Avvertenze	pag.
2. Norme Generali di Sicurezza	pag.
3. Norme di riferimento	pag.
4. Scopo e limitazioni delle indagini sclerometriche e campi di applicazione	pag.
5. Sistema di funzionamento dello sclerometro	pag.
6. Caratteristiche incudine di taratura e verifica della Taratura dello sclerometro	pag.
7. Scelta e preparazione delle superfici di prova	pag.
8. Esecuzione della prova	pag.
9. Risultato della prova	pag.
10. Resoconto di prova	pag.
11. Curve di regressione	pag.
12. Elenco accessori sclerometro	pag.
13. Esploso strumento	pag.
14. Validità della garanzia	pag.

1. AVVERTENZE

Questo manuale d'uso contiene norme di sicurezza nonché le necessarie istruzioni per l'utilizzo dello sclerometro e la successiva elaborazione dei dati ottenuti.

Per trarre il massimo vantaggio dall'utilizzo dello strumento si consiglia di leggere tutte le istruzioni con la massima attenzione.

Il numero di serie dello sclerometro si trova sulla superficie esterna della carcassa (vedere esploso riportato nel paragrafo 13) mentre l'etichetta di taratura è stata collocata nella parte posteriore dello stesso.

Il presente manuale è parte integrante ed essenziale del prodotto. Esso va conservato con cura per tutta la vita dello strumento. Qualora venisse a mancare per motivi estranei alla DRC Controlli non distruttivi, verrà fornito nuovamente sotto forma di acquisto.

Citare sempre i sotto riportati dati quando si contatta il rappresentante o i laboratori di assistenza DRC srl.

Modello	Numero di Serie	Data Verifica
---------	-----------------	---------------

2. Norme Generali di Sicurezza

Per prevenire il rischio di danneggiare l'attrezzatura o di provocare danni all'operatore o a terze persone, prima di utilizzare lo sclerometro, leggere con la massima attenzione le seguenti norme generali di sicurezza. Tali norme devono essere conservate sempre a corredo dello strumento, in modo che chiunque utilizzi l'apparecchio le possa preventivamente consultare.

La ditta produttrice non si assume nessuna responsabilità per danni diretti o indiretti a persone, cose o animali domestici e non, conseguenti alla mancata osservanza delle norme di sicurezza contenute nella presente documentazione.

- Lo strumento deve essere utilizzato da personale adeguatamente addestrato, onde evitare un uso improprio dello stesso.
- Lo strumento deve essere utilizzato esclusivamente per la destinazione d'uso per cui è stato progettato.
- La manomissione e la modifica dello strumento è da considerarsi abusiva e solleva il produttore da ogni responsabilità derivante. In tale condizione verrà a mancare immediatamente la garanzia per eventuali parti di ricambio o verifica della taratura.

➤ Non eseguire alcun tipo di test su nessuna parte del corpo di persone o animali: danni permanenti e lesioni anche gravi possono essere causate dall'utilizzo dello strumento su parti del corpo.

3. Norme di Riferimento ▼

Lo sclerometro ECTHA 1000 e l'incudine di taratura TAM100, prodotti dalla DRC Controlli non Distruttivi sono stati costruiti per poter operare nel rispetto della vigente normativa che regola l'indagine sclerometrica, in particolare:

UNI EN 12504-2: 2001 (che sostituisce la UNI 9189:1988).

ASTM C805-02 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete

4. Scopo e Limitazioni delle indagini sclerometriche e campi di applicazione ▼

Le prove che si possono eseguire sul calcestruzzo indurito e già in opera, calcestruzzo armato normale e precompresso, al fine di controllare la qualità e stimare le caratteristiche meccaniche si dividono in prove distruttive e prove non distruttive. Tra le prove non distruttive rientra il metodo "meccanico" per la determinazione della durezza superficiale, mediante l'impiego dello sclerometro.

Tale metodo si basa sulla corrispondenza esistente tra carico unitario di rottura a compressione e la durezza superficiale del conglomerato, misurando l'energia elastica rimante (metodi di rimbalzo).

Le prove sclerometriche sono utilizzate per stimare, con le dovute limitazioni del procedimento, la resistenza a compressione del calcestruzzo in strutture già realizzate.

Infatti la UNI EN 12504-2:2001 al punto 1, nota 2, prescrive che il metodo di prova non è inteso come una alternativa per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo ma, con una opportuna correlazione, può fornire una stima della resistenza in sito.

L'indice sclerometrico determinato mediante questo metodo può essere utilizzato per la valutazione della uniformità del calcestruzzo in sito, per delineare le zone o aree di calcestruzzo di scarsa qualità o deteriorato presenti nelle strutture.

5. Sistema di funzionamento dello sclerometro



Il principio di funzionamento dello strumento è che una massa scagliata da una molla colpisce un pistone a contatto con la superficie ed il risultato della prova viene espresso in termini di distanza di rimbalzo della massa.

L'apparecchiatura è costituita da una massa mobile con una certa energia iniziale, che urta la superficie di una massa di calcestruzzo. In seguito all'urto si ha una redistribuzione dell'energia cinetica iniziale e cioè, una parte è assorbita dal calcestruzzo sotto forma di energia di deformazione plastica oppure permanente ed un'altra parte di energia è restituita alla massa mobile che rimbalza per un tratto proporzionale all'energia rimasta disponibile. Per tale distribuzione dell'energia condizione essenziale è che la massa del calcestruzzo sia praticamente infinita in rapporto con la massa dell'equipaggio mobile, altrimenti una parte dell'energia iniziale, essendo dipendente dalle masse relative dei due corpi che si scontrano, sarebbe trasferita al calcestruzzo sotto forma di energia cinetica. La condizione di massa infinita del calcestruzzo si realizza usando masse d'impatto molto piccole.

Per ottenere l'energia necessaria per l'impatto si usa un sistema di molle. La corsa di rimbalzo è determinata dall'energia di rimbalzo in seguito all'urto con il calcestruzzo e dalle caratteristiche del sistema di molle.

Tutti i dispositivi di prova che si basano sull'utilizzazione dei risultati dovuti all'energia d'impatto, devono essere provvisti di controllo della taratura in quanto, dopo un uso prolungato, le molle modificano le loro costanti elastiche.

Lo sclerometro meccanico ECTHA 1000 ha un'energia d'impatto di 2,207 N/m.

Sono commercialmente disponibili diversi tipi e formati di sclerometri per il controllo di varie classi di resistenza e tipi di calcestruzzo. Ciascun tipo e formato di sclerometro dovrebbe essere utilizzato solo per le classi di resistenza ed il tipo di calcestruzzo per il quale è stato progettato.

Le curve di regressione riportate nel paragrafo 11 sono applicabili esclusivamente allo sclerometro ECTHA 1000 prodotto dalla DRC srl. Pertanto la DRC srl non garantisce la validità delle curve di regressione allorquando si impiegano altri tipi di sclerometri.

6. Caratteristiche dell'incudine di taratura e verifica di taratura dello sclerometro ▼

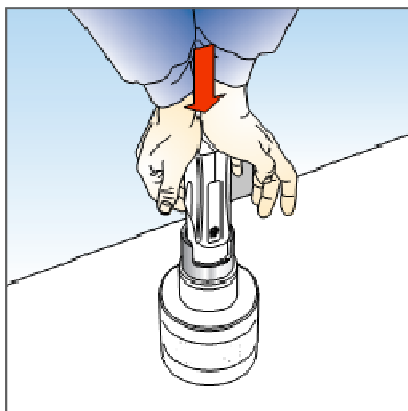
L'incudine in acciaio di taratura TAM100 per la verifica dello sclerometro è caratterizzata da una durezza di 57+60 HRC (Durezza Rockwell tipo C), da una massa di 16 Kg ed un diametro di circa 150 mm.

La verifica di taratura su un'incudine non garantisce che sclerometri diversi abbiano a produrre gli stessi risultati in altri punti della scala sclerometrica.

Per la verifica della taratura dello sclerometro l'incudine in acciaio dovrà essere collocata su un piano rigido.

Azionare lo strumento almeno tre volte prima di iniziare ad effettuare le letture all'incudine di taratura, per assicurarsi che la meccanica dello stesso funzioni correttamente. Successivamente si provvederà all'inserimento dello sclerometro nell'anello di guida dell'incudine ed all'esecuzione di una serie di battute ($n^{\circ} \geq 10$).

La media degli indici di rimbalzo delle battute sclerometriche effettuate con lo sclerometro ECTHA 1000 all'incudine di taratura TAM100 deve essere 80 ± 2 .



7. Scelta e Preparazione delle superfici di prova

Gli elementi di calcestruzzo da sottoporre a prova devono essere di almeno 100 mm di spessore e fissati all'interno di una struttura. Possono essere sottoposti a prova campioni più piccoli purché siano rigidamente supportati. Devono essere evitate aree che rivelano la presenza di nidi di ghiaia, sfaldature, tessitura grossolana o altre porosità ed in prossimità di grossi inerti.

Si deve altresì evitare, eseguendo una preliminare indagine pacometrica, di eseguire le battute sclerometriche nelle aree interessate dal passaggio delle armature ed in vicinanza dei cavi e dei fili di precompressione.

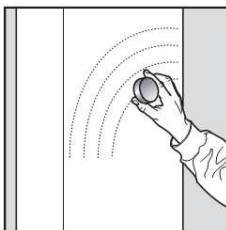
Nel selezionare l'area da sottoporre a prova si devono considerare i seguenti fattori:

- identificazione delle aree interessate al passaggio delle armature;
- tipo di superficie;
- stato di umidità della superficie;
- carbonatazione;
- movimento del calcestruzzo durante la prova;
- valutazione del livello di danneggiamento della superficie sottoposta a prova;
- direzione della prova;
- altri fattori appropriati come, per esempio, il tipo di calcestruzzo e la classe di resistenza dichiarata.

L'area da sottoporre a prova deve essere approssimativamente di 300 mm x 300 mm.

Assicurarsi che la distanza tra due punti di impatto sia di non meno di 25 mm e che nessuno sia meno di 25 mm dal bordo.

La preparazione della prova viene eseguita utilizzando la pietra abrasiva a grana media in carburo di silicio, fornita a corredo dello strumento, per rettificare le superfici a tessitura ruvida o tenera o le superfici con resti di malta, fino a renderle lisce.



Le superfici levigate o frattazzate possono essere sottoposte a prova senza rettifica.

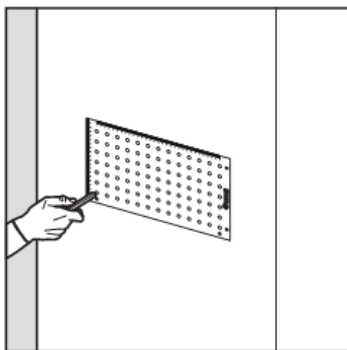
Rimuovere eventuali residui di acqua presenti sulla superficie del calcestruzzo.

8. Esecuzione della prova

Azionare lo strumento almeno tre volte prima di iniziare ad effettuare qualsiasi lettura, per assicurarsi che la meccanica dello stesso funzioni correttamente.

Estratto lo sclerometro dalla sua custodia, spingere leggermente l'asta di percussione verso l'interno, comprimendola verso una superficie rigida. L'asta si sgancerà ed uscirà dalla carcassa dello strumento che sarà pronto per la prova.

Al fine di facilitare le operazioni di prova, viene fornita a corredo dello strumento, un'apposita dima-stazione che consente di disegnare sull'elemento da saggiare una regolare griglia di linee distanti da 25 a 50 mm l'una dall'altra e considerare le intersezioni delle linee come punti di indagine.

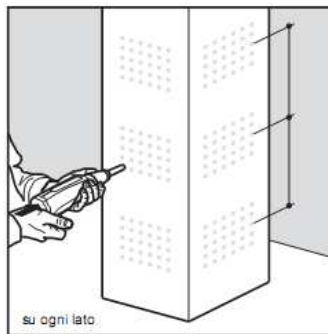
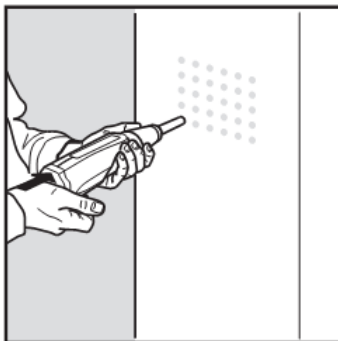


Premere l'asta di percussione contro la superficie del calcestruzzo da esaminare, mantenendo l'apparecchio perpendicolare alla superficie stessa. Applicare una pressione graduale e crescente fino ad ottenere lo sgancio del martello. Mantenere l'apparecchio fermamente premuto contro la superficie esaminata, premere il nottolino di arresto laterale e leggere il valore dell'indice di rimbalzo.

Non toccare il nottolino di arresto laterale mentre si preme l'asta di percussione.

Prima di una sequenza di prove su una superficie di calcestruzzo, effettuare la verifica di taratura dello sclerometro utilizzando l'incudine di acciaio di riferimento e controllare che essa sia conforme ai limiti raccomandati dal produttore (la media degli indici di rimbalzo delle battute sclerometriche effettuate con lo sclerometro **ECTHA 1000** all'incudine di taratura deve essere 80 ± 2). In caso contrario rivolgersi ai laboratori di assistenza della DRC Controlli Non Distruttivi.

Lo sclerometro deve essere utilizzato ad una temperatura compresa tra i 10°C e 35°C .



Dopo l'impatto registrare l'indice sclerometrico.

Utilizzare un minimo di nove misure per ottenere una stima affidabile dell'indice sclerometrico di un'area di prova. Registrare la posizione e l'orientamento dello sclerometro per ciascuna serie di misurazioni.

Esaminare tutte le impronte lasciate sulla superficie dopo l'impatto e se l'impatto ha frantumato o sforato a causa di un vuoto vicino alla superficie, scartare il risultato.

Dopo le prove, rieseguire la verifica di taratura dello sclerometro utilizzando l'incudine in acciaio. Se il risultato non è conforme ai limiti raccomandati dal produttore, annullare la prova e contattare i laboratori di assistenza della **DRC** srl.

Umidità, alterazioni da carbonatazione, aggressioni chimiche, micro fessurazioni, composizione e storia del calcestruzzo, stato di scabrosità superficiale e massa sottostante la superficie oggetto della percussione, sono tutti elementi che influiscono sul valore dell'indice di rimbalzo.

Un calcestruzzo correttamente proporzionato presenta un ambiente fortemente alcalino (pH13) che inibisce le reazioni di ossidazione delle

armature. Il calcestruzzo tuttavia è permeabile per cui l'anidride carbonica può diffondersi al suo interno reagendo con le sostanze che incontra dando luogo al fenomeno della carbonatazione (ambiente pH9) e a variazioni dimensionali che determinano la fessurazione del calcestruzzo. La fessurazione favorisce la penetrazione sia dell'anidride carbonica sia del vapore acqueo che innesca a sua volta un altro processo: l'ossidazione delle barre di armatura, con i ben noti effetti.

Il calcestruzzo alterato dalla carbonatazione porterà ad una sovrastima della resistenza che in casi estremi può raggiungere il 50% (infatti la formazione del carbonato di calcio provoca un indurimento dello strato superficiale).

La presenza della carbonatazione può essere accertata mediante test colorimetrico. Il test normalmente viene effettuato spruzzando (mediante nebulizzatore) sulla superficie laterale di microcampioni cilindrici, estratti mediante carotaggio dagli elementi da sottoporre a prova, una soluzione di fenolfaleina all'1% di alcool etilico (fornita a corredo dello strumento). Tale soluzione una volta spruzzata subisce un cambiamento di colore, passando dal bianco trasparente al rosso violetto quando la superficie risulta non carbonatata; Contrariamente nella superficie carbonatata la soluzione non vira mantenendo il colore bianco trasparente.

E' possibile stabilire un fattore di correzione delle letture effettuate che tenga conto del fenomeno della carbonatazione comparando i risultati di test sclerometrici eseguiti sia sulla superficie carbonatata che su quella sottostante non carbonatata.

9. Risultato della Prova



Se oltre il 20% di tutte le misure si discosta dalla media per più di 6 unità, deve essere scartata l'intera serie di misure.

10. Resoconto della Prova



Il resoconto di prova dovrà includere:

- a) identificazione dell'elemento/struttura di calcestruzzo;
- b) posizione della/e area/e di prova;
- c) identificazione dello sclerometro;
- d) descrizione della preparazione della/e area/e di prova;
- e) dettagli sul calcestruzzo e sua condizione;
- f) data e ora di esecuzione della prova;

- g) risultato della prova (valore medio) e orientamento dello sclerometro per ciascuna area di prova;
- h) eventuali deviazioni dal metodo di prova normalizzato;
- i) dichiarazione della persona tecnicamente responsabile della prova, che attesti che la prova è stata effettuata in conformità alla UNI EN 12504-2:2001, eccetto per quanto riferito al punto h).

Se necessario, il resoconto può includere le singole misure dello sclerometro.

11. Curve Di Regressione



Le presenti curve sono state ottenute dalla campagna sperimentale svolta dalla DRC presso il proprio centro di Ricerca e Sviluppo.

Una corretta applicazione del metodo sclerometrico richiederebbe teoricamente il tracciamento delle curve di correlazione con riferimento al materiale in opera. Poiché questa operazione non è concretamente praticabile, soprattutto per la difficoltà oggettiva di conoscere la ditta produttrice del conglomerato, specie per le opere di non recente costruzione, ci si limita al tracciamento delle curve di regressione sulla base di provini preconfezionati con calcestruzzi aventi, nella migliore delle ipotesi, le stesse caratteristiche di quelle in opera o quantomeno analoghe sotto il profilo compositivo. Del resto la resistenza del calcestruzzo può essere stimata approssimativamente solo in presenza di una curva sperimentale di taratura che correli la resistenza di quel calcestruzzo e l'indice di rimbalzo. In mancanza può utilizzarsi una curva molto più generale che viene fornita come supporto dal costruttore dello sclerometro.

In tale ottica si è sviluppata una campagna sperimentale con riferimento ai conglomerati non strutturali, ordinari, ad alte prestazioni ed alte resistenze (da 5 N/mm² a 100 N/mm²), ottenibili disponendo di particolari ingredienti e di accorti mix-design.

Il tracciamento delle curve di correlazione è stato ottenuto sottoponendo in parallelo a prove non distruttive (determinazione degli indici sclerometrici) e prove distruttive (schiacciamento alla pressa) 50 provini cubici di 200 mm di lato per le 20 classi distinte di conglomerato di cui alla tabella 1, per un totale di 1000 campioni.

Tabella 1

Classe	Numero di provini	Classe di resistenza (N/mm ²)	Categoria calcestruzzo
1	50	C5	Non strutturale
2	50	C10	
3	50	C15	
4	50	C20	Ordinario
5	50	C25	
6	50	C30	
7	50	C35	
8	50	C40	
9	50	C45	
10	50	C50	
11	50	C55	Alte prestazioni
12	50	C60	
13	50	C65	
14	50	C70	
15	50	C75	Alta resistenza
16	50	C80	
17	50	C85	
18	50	C90	
19	50	C95	
20	50	C100	

Le varie classi di resistenza ottenute sono state confezionate secondo opportune miscele, utilizzando cemento Portland ed assortimento di inerti tali da rappresentare standard tipici dei calcestruzzi italiani (foto n° 1).



Foto n° 1 : Vista generale dei provini rappresentativi di una classe di resistenza

I campioni utilizzati nella campagna sperimentale erano nelle condizioni ideali richieste dal metodo sclerometrico per la realizzazione di curve di correlazione. Infatti:

- ❑ periodo di maturazione: 28 giorni;
- ❑ tenore di umidità relativa: costante (non maggiore del 65%);
- ❑ omogeneità della qualità del calcestruzzo tra superficie e strati profondi;
- ❑ fenomeni di carbonatazione degli strati superficiali: assenti;
- ❑ difetti interni: assenti.

Ciascun provino cubico, a maturazione avvenuta (28 giorni), è stato sottoposto:

- ❑ ad accurata pulitura delle sue superfici mediante pietra abrasiva a grana media in carburo di silicio, al fine di evitare che le facce del campione presentassero scalfitture o nidi di ghiaia o tessitura superficiale grossolana. Preventivamente si è controllato che la superficie del provino fosse asciutta, in modo da evitare fattori che potessero alterare il risultato della prova;
- ❑ ad un accurato controllo dimensionale e relativa pesatura (foto nn. 2÷3).



Foto n° 2 - Controllo dimensionale del provino



Foto n° 3 - Controllo della complanarità delle facce del provino

Di ogni campione sono state considerate, ai fini delle misure, tre facce escludendo sempre quella libera del getto.

Per rendere i risultati delle battute sclerometriche il più possibili indipendenti dall'operatore, è stata progettata e costruita dalla DRC srl un'attrezzatura denominata ATHR (Alfa Test Hammer Robot - brevetto n° AN2002A000028, foto n° 4) che consente l'automatico afferraggio dei provini cubici tra i piatti di una pressa con una sollecitazione di 1 N/mm^2 , in modo da tenerli rigidamente fissati, impedendone ogni movimento durante l'impatto. E' stato così possibile realizzare in sequenza nove battute per faccia, rilevandole da un'apposita telecamera e monitor esterno nelle condizioni di inclinazione dello strumento di $\alpha = -90^\circ, 0^\circ$ e $+90^\circ$ (dove α è l'angolo che l'asse dello sclerometro forma con l'orizzontale).

□ allo schiacciamento dei provini, sino alla classe di 60 N/mm^2 alla pressa da 3000 kN (Metro Com da 4000 kN, mod. PI-MP 400 T con dinamometro digitale) e dalla classe 65 N/mm^2 sino alla classe 100 N/mm^2 alla pressa da 5000 kN (Controls da 5000 kN, mod. C80/2 con dinamometro digitale).

Si è ottenuta una nuvola di punti sperimentali tra durezza superficiale e carico unitario di rottura.

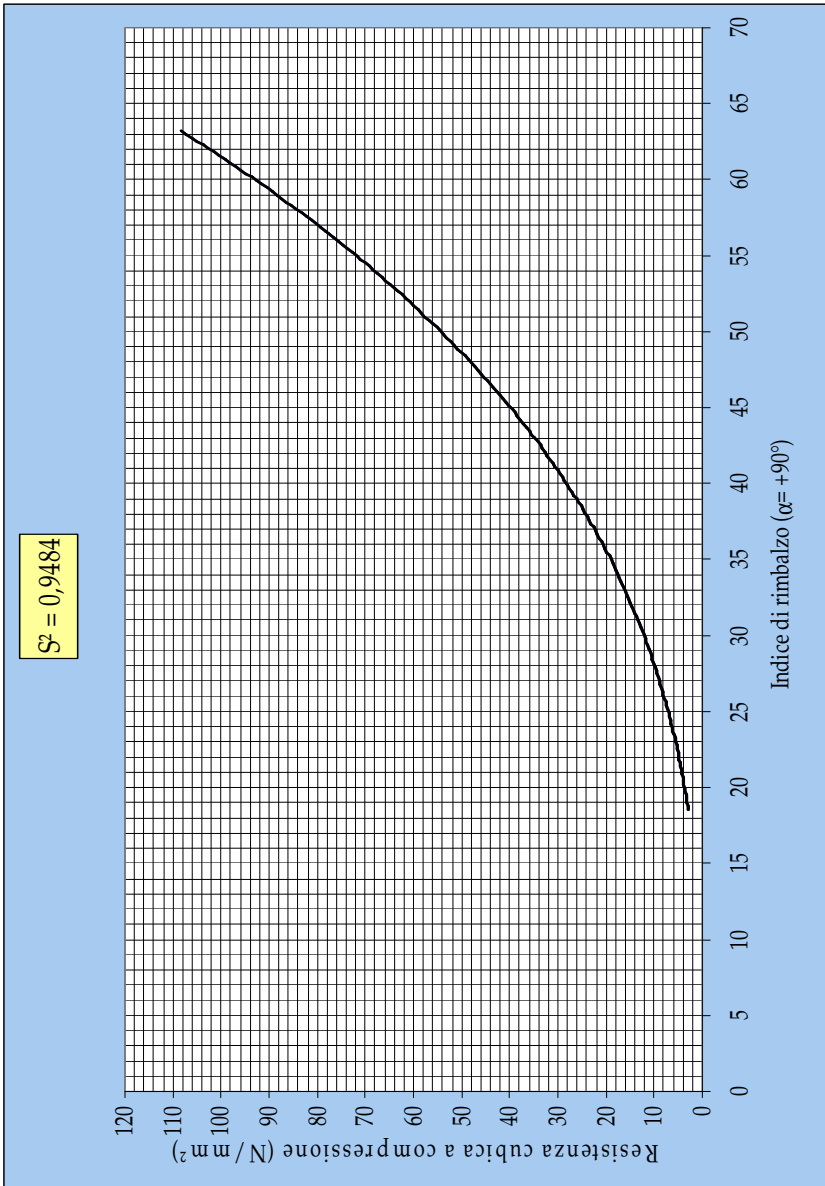
Complessivamente sono state effettuate 27000 battute sclerometriche e 1000 prove a compressione alla pressa.

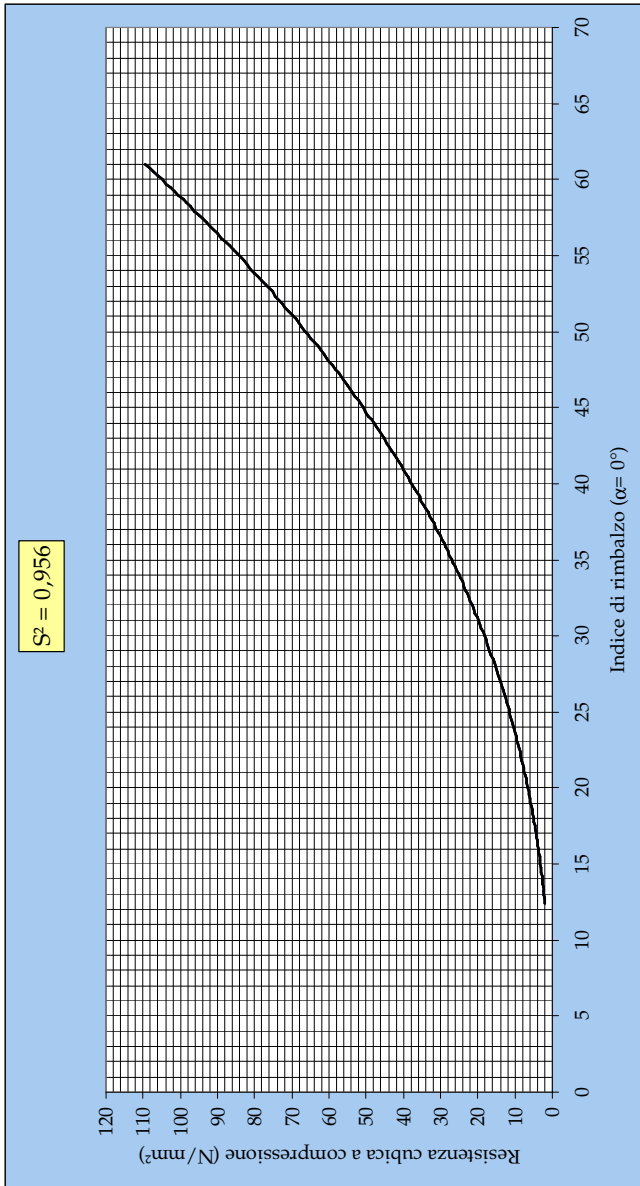


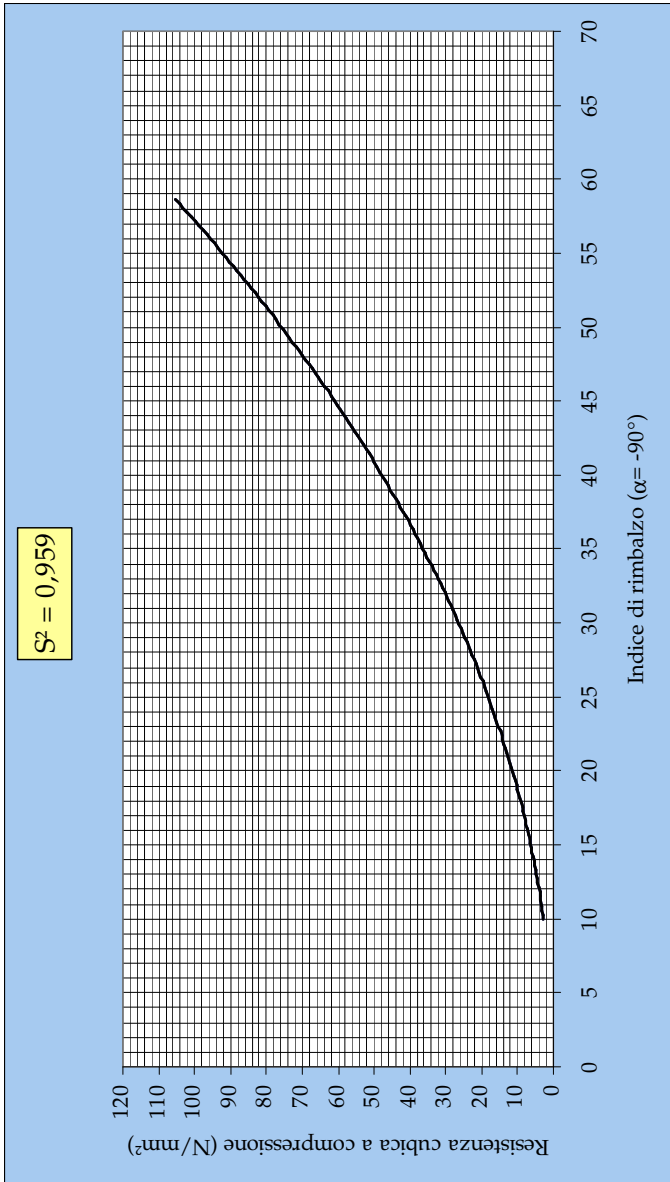
Foto n° 4 - Vista dell'ATHR (Alfa Test Hammer Robot) in azione

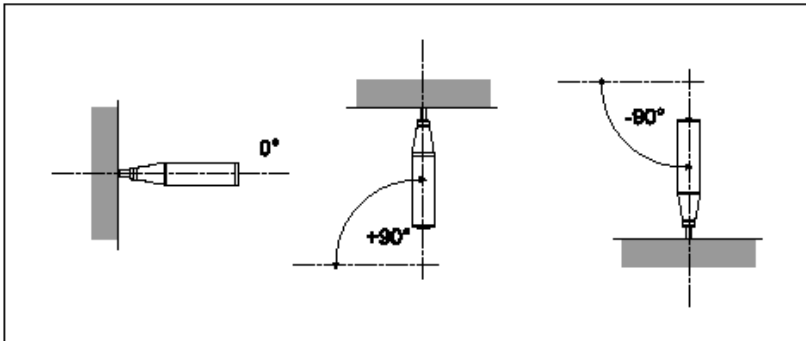
La campagna sperimentale è stata interamente eseguita presso il Centro di Ricerca e Sviluppo dalla DRC srl.

Seguono le tre curve di regressione ottenute dalla campagna sperimentale effettuata suddivise per diverse condizioni di inclinazioni d'uso dello sclerometro.









Indicazione Orientamento Sclerometro

S^2 = coefficiente di determinazione dei valori stimati

$$S^2 = \left[1 - \frac{\sum (R_{ci} - R_{vi})^2}{\sum (R_{ci})^2} \right] \quad (0 < S^2 < 1)$$
$$\frac{(\sum R^2 c_i) - \frac{(\sum R_{ci})^2}{n}}$$

dove

R_{ci} è la i^{ma} resistenza valutata sperimentalmente (N/mm^2),
 R_{vi} è la i^{ma} resistenza valutata con la formula di correlazione $R = a \times I^b$ (N/mm^2),
 n è il numero dei campioni esaminati.

quanto più (S^2) si approssima all'unità tanto più risultano minimi gli errori commessi.

12. Accessori Sclerometro

La custodia imbottita contenente lo sclerometro include:

- Pietra abrasiva a grana media in carburo di silicio;
- Dima-stazione di misura;
- Soluzione di fenoltaleina all'1% di alcool etilico per la determinazione della carbonatazione;
- Matita per il disegno delle griglie per le stazioni di misura.

Lo sclerometro potrà essere corredato, a richiesta, del software Dante per la gestione dei risultati, stampe dei resoconti di prova, gestione delle prove.

13. Esploso Strumento

No. Posizione	Descrizione	Cod. Articolo
1	Asta di percussione	S0053
3	Carcassa	S0061
4-a	Indice	S0065
4-b	Astina indice	S0013
6	Nottolino di arresto	S0063
7	Asta di scorrimento	S0011
8	Disco di guida	S0052
9	Ghiera puntale	S0066
10	Segmenti di blocco	S0051
11	Tappo posteriore	S0067
12	Molla di pressione	S0019
13	Gancio	S0056
14	Martello	S0090
15	Molla ammortizzatore	S0059
16	Molla di percussione	S0017
17	Ghiera portamolla	S0050
18	Rondella di felcro	S0060
19	Targhetta indice	S0069
20	Vita M6x14 TE	V0027
21	Dado m6	V0001
22	Spina arpionismo	S0057
23	Molla gancio	S0022
24	Viti M1.7x4.5	V0031
25	Guscio laterale dx	S0097
26	Guscio laterale sx	S0098
27	Tappo chiusura guscio	S0099
28	Tappo bloccaggio trasporto	S0096

Vedi tabella immagine pag. 22

14. Validità della Garanzia

Lo sclerometro, per quanto riguarda gli organi meccanici, ha garanzia di 12 mesi dalla data di acquisto dello strumento.

Per quanto concerne il costo della verifica di taratura ed emissione del relativo rapporto, verrà valutato di volta in volta a seconda dello stato dello strumento.

La garanzia perde validità qualora si verificano manomissioni o tentativi di apertura dello strumento.

Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente manuale d'uso può essere riprodotto o diffuso con mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto della DRC srl

ectha 1000®

