

INDICE GENERALE

1.	Avvertenze	<i>pag. 2</i>
2.	Norme generali di sicurezza	<i>pag. 2</i>
3.	Norme di riferimento	<i>pag. 2</i>
4.	Scopo e limitazioni delle indagini sclerometriche e campi di applicazione	<i>pag. 2</i>
5.	Sistema di funzionamento dello sclerometro	<i>pag. 3</i>
6.	Caratteristiche dell'incudine di taratura e verifica di taratura dello sclerometro	<i>pag. 3</i>
7.	Scelta e preparazione delle superfici di prova	<i>pag. 4</i>
8.	Esecuzione della prova	<i>pag. 4</i>
9.	Risultato della prova	<i>pag. 6</i>
10.	Resoconto di prova	<i>pag. 6</i>
11.	Curve di regressione ottenute dalla campagna sperimentale	<i>pag. 6</i>
12.	Elenco delle apparecchiature a corredo dello strumento	<i>pag. 7</i>
13.	Esploso dello strumento	<i>pag. 8</i>
14.	Validità della garanzia	<i>pag. 8</i>

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 e l'etichetta di taratura si trovano sulla superficie esterna del tubo (vedere esploso in tercio copertina).

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 Novatest, verrà fornito nuovamente sotto forma di acquisto.

Citare sempre i sotto riportati dati quando si contatta il rappresentante o i laboratori di assistenza Novatest S.r.l.

Modello:	
N° di serie:	
Data della prima verifica di taratura:	

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 CONCRETO N e l'incudine di taratura SINTO3, prodotti dalla Novatest S.r.l. sono stati costruiti per poter operare nel rispetto della vigente normativa che regola l'indagine sclerometrica, in particolare:

UNI EN 12504-2: 2001

4. Scopo e limitazioni delle indagini sclerometriche e campi di applicazione.

Le prove che si possono eseguire sul calcestruzzo indurito 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 rimanente (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 un'alternativa per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo ma, con un'opportuna correlazione, può fornire una stima della resistenza in sito.

L'indice sclerometrico determinato mediante questo metodo può essere utilizzato per la valutazione dell'uniformità del calcestruzzo in sito, per delineare le zone o aree di calcestruzzo di scersa 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 CONCRETO N ha un'energia d'impatto di 2,207 N/m.

Sono commercialmente disponibili diversi tipi di 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 all'interno della copertina sono applicabili esclusivamente allo sclerometro CONCRETO N prodotto dalla Novatest S.r.l.

Pertanto la Novatest S.r.l. non garantisce la validità delle curve di regressione nel caso in cui si utilizzino altri tipi di sclerometri.

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

L'incudine in acciaio di taratura SINT03 per la verifica dello sclerometro è caratterizzata da una durezza di 54 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 producano gli stessi risultati in altri punti della scala sclerometria.

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 ($n^\circ > 10$).**

La media degli indici di rimbalzo delle battute sclerometriche effettuate con lo sclerometro CONCRETO N sull'incudine di taratura SINT03 deve essere 80 ± 2 (fig. 4).

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. (fig. 2).

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

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

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

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. (fig. 3).

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 e leggere il valore dell'indice di rimbalzo.

Non toccare il nottolino di arresto 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 CONCRETO N sull'incudine di taratura deve essere 80 ± 2). In caso contrario rivolgersi ai laboratori di assistenza della Novatest.

Lo sclerometro deve essere utilizzato ad una temperatura compresa tra i 10°C e 35°C . (fig. 2-3).

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 Novatest.

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 dall'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 di 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 secondo la normativa 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 ottenute dalla campagna sperimentale.

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 precon-

fezionati 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.

Vedi tabella 1

CLASSE	N. 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	Alta resistenza
15	50	C75	
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.

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 scalfiture 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.

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 utilizzata un'attrezzatura che consente l'automatico afferraggio dei provini cubici tra i piatti di una pressa con una sollecitazione di 1 N/mm², 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/mm² alla pressa di 3000 kN e dalla classe 65 N/mm² sino alla classe 100 N/mm² alla pressa da 5000 kN.

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.

Vengono riportate all'interno della copertina le tre curve di regressione ottenute dalla campagna sperimentale effettuata suddivise per diverse condizioni di inclinazioni d'uso dello sclerometro.

S^2 = coefficiente di determinazione dei valori stimati

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

$$\sum (R^2 c_i) - \frac{\quad}{n}$$

dove

R_{ci} = è la prima resistenza valutata sperimentalmente (N/mm²);

R_{vi} = è la prima resistenza valutata con la formula di correlazione $R = a \times b^x$ (N/mm²);

n = è il numero dei campioni esaminati.

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

12. Elenco degli accessori a corredo dello strumento.

La custodia imbottita contenente lo sclerometro include:

- Pietra abrasiva a grana media in carburo di silicio;
- Dime-stazione di misura;

- Soluzione di fenoltaleina all'1% di alcool etilico per la determinazione della carbonatazione;
- Notes per appunti delle prove
- Matita da muratore Novatest
- Certificato di taratura e controllo QC
- Libretto istruzioni curve MpA-PsI

13. Elenco ricambi.

N° Posizione	Descrizione	Cod. Articolo
1	Asta di percussione	S0053
3	Carcassa	S0061
4a	Indice	S0065
4b	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 ferro	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
	Scatola portamola sup./inf.	S0042
	Mola abrasiva	S0040
	Dima stazione misura -dsit 30mm	S0100
	Matita	S0101
	Libretto istruz. CONCRETO N	S0102
	Blocco appunti CONCRETO N	S0103
	Conf. fenoltaleina ml 100	S0104
	Borsa per sclerometro CONCRETO N	S0105

Vedi esplosivo in copertina

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 riprodotta o diffusa con mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto della Novatest S.r.l.

Tutti i prodotti possono essere soggetti a modifiche senza preavviso.

GENERAL INDEX

- 1.** Instructions *pag. 10*
- 2.** General Safety Standards *pag. 10*
- 3.** Reference Standards *pag. 10*
- 4.** Ai manda limitations of the hammer examinations and fields of application *pag. 10*
- 5.** Test hammer operating system *pag. 11*
- 6.** Calibration Anvil characteristics and verification of test hammer *pag. 11*
- 7.** Selection and preparation of the test surfaces *pag. 12*
- 8.** Performing the Test *pag. 12*
- 9.** Test Results *pag. 13*
- 10.** Test Report *pag. 13*
- 11.** Regression curves obtained by the experimental campaign *pag. 14*
- 12.** List of equipment supplied with the instrument *pag. 15*
- 13.** Instrument design enlargement *pag. 16*
- 14.** Guarantee validity *pag. 16*

1. Instructions

The following use manual contains safety standards as well as all the necessary instructions for the use of test hammer and the successive elaboration of the data obtained.

To obtain the maximum advantage of the use of the instrument it is recommended that all the instructions have to read thoroughly and with most attention.

The series number and the calibration label are located on the external surface of the body (see the explode view on the cover).

The present manual is an integral and essential part of the product. It should be preserved with care for the whole life of the instrument. At such time as the manual is lost for reasons unknown to Novatest, the new copy may be purchased separately. Always inform the data noted below when contacting a Novatest representative or assistance laboratories.

Model:	
Series Number:	
Date of the first calibration check:	

2. General Safety Norm

To prevent the risk of damaging the equipment or cause damages to the operator or third parties, carefully read the following general safety standards prior to using the test hammer. These norms should always be provided with the instrument, so that it may be consulted at any time by the user/operator.

The manufacturer will not assume any responsibility for direct or indirect damages to persons, objects or domestic and non-domestic animals, due to the non-compliance of the safety norms contained in the present documentation.

- The instrument must be used by trained

personnel, in order to avoid the improper use of the equipment.

- The instrument must be used for its destined use for which it was designed.
- The tampering and modification of the instrument is to be considered as negligent and raise the manufacturer from any responsibility deriving from the misuse. In such a situation the guarantee for eventual spare parts or calibration verification will immediately cease to exist.
- Do not perform or carry out any type of test with the instrument on any body part of person/s or animal/s: permanent damage and even grievous bodily harm may be caused by the use of the instrument on certain parts of the human/animal body.

3. Reference Standards

The CONCRETÓN test hammer and the calibration anvil SINT03, manufactured by Novatest have been constructed in order to operate within the guidelines set by the standard in-force which regulates the test hammer examination, in particular:

UNI EN 12504-2: 2001

4. Aim and limitations of the test hammer examinations and fields of application

The tests that may be performed on hardened concrete in operation, normal and pre-compressed reinforced concrete, in order to control the quality and estimate the mechanical characteristics the tests are divided into destructive and non-destructive tests.

The "mechanical" method for the determination of the surface hardness via the use of the test hammer is among the non-destructive tests.

This method is based on the corresponding existence between the unitary load

for compression breakage and the surface hardness of the conglomerate, by measuring the remaining elastic Energy (rebound method).

The hammer tests are used to estimate, with due limitations in the procedure, the compression resistance of the concrete in previously constructed structures. In fact the UNI EN 12504-2:2001 at point 1, note 2, prescribes that the test method is not intended as an alternative for the determination of the resistance to compression of the concrete but, with an appropriate correlation, may provide an estimate of the resistance on site.

The test hammer index determined by this method may be used for the evaluation of the uniformity of the concrete on site, to delineate the zones or areas of poor quality or deteriorated concrete present in the structures.

5. Test Hammer operating system

The principle for the function of the instrument is that a mass launched from a spring strikes a piston in contact with the surface and the result of the test is expressed in terms of the bouncing distance of the mass.

The equipment is constituted by a mobile mass with a certain initial Energy, which strikes the surface of a concrete mass. There is a redistribution of the initial kinetic following the strike and namely a part is absorbed by the concrete in the form of plastic or permanent deformation energy and another part of the energy is returned to the mobile mass which bounces for a tract in proportion to the remaining energy.

An essential condition for the distribution of such Energy is that the concrete mass is practically in infinite relationship with the mass of the mobile equipment, otherwise a part of the initial Energy, being independent from the relative masses of

the two bodies that will collide, would be transferred to the concrete in the form of kinetic energy. The condition for infinite mass for the concrete is realized by using very small impact masses.

In order to obtain the necessary energy for the impact a spring system is used. The bounce run is determined by the energy of the bounce following the strike with the concrete and by the characteristics of the spring system.

All the test device that are based on the use of the results from the impact energy, must be equipped with a calibration control in that, after prolonged use, the springs modify their elastic constants.

The mechanical test hammer CONCRETO N has an impact Energy of 2.207 N/m.

Diverse types and forms of test hammers for the control of various classes of resistance and types of concrete are commercially available.

Each type and shape of test hammer should only be used for the resistance class and concrete type for which it was intended and designed.

The regression curves noted on page 1 are applicable only to the CONCRETO N test hammer manufactured by Novatest S.r.l. Consequently Novatest S.r.l. will not guarantee the validity of the regression curves where other types of test hammers are employed.

6. Calibration Anvil characteristics and verification of test hammer calibration

The stainless steel calibration anvil SINTO3 for the test hammer verification is characterized by a hardness from 52 to 54 HRC (Rockwell Hardness type C), by a mass of 16 kg and a diameter of about 150mm.

The verification of the calibration of an anvil does not guarantee that different test hammers will produce the same results in other points of the hammer scale.

In order to verify the calibration of the test hammer, the stainless steel anvil must be placed on a rigid surface.

Operate the instrument at least three times prior to initiating the readings from the calibration anvil, to ensure that the mechanics are operating correctly.

Then, following this procedure, insert the test hammer in the anvil guide ring and carry out a series of strikes ($n^\circ > 10$).

The average bounce index of the test hammer strikes performer with the test hammer CONCRETO N to the calibration anvil SINTO3 must be 80 ± 2 . (pict. 4).

7. Selection and preparation of the test surfaces

The concrete elements to be subjected to the test must be at least 100mm in thickness and fixed inside a structure. Smaller sample pieces may be subjected to testing as long as these pieces are rigidly supported.

Areas that contain the presences of gravel nests, flaking, coarse textures or other porous elements and in the proximity of significant inertia must be avoided. It should also be avoided, by performing a preliminary rebar investigation, the carrying out of test hammer strikes in areas of passing armatures and near of pre-compression cables and wires.

In the selection of an area to be subjected to the test the following factors should be considered:

- identification of the areas interested in the passage of armature;
- type of surface;
- status of the surface humidity;
- carbonatization;
- movement of the concrete during the test;
- evaluation of the damage level of the surface subject to the test;
- test direction;
- other appropriate factors as, for example, the type of concrete and the

declared resistance class.

The area to be subjected to the test must be approximately 300 mm x 300 mm.

Ensure that the distance between the two points of impact are not less than 25 mm and that neither is less than 25 mm from the edge.

The preparation of the test is carried out using an abrasive medium grain carborundum stone, provided with the instrument, to rectify the surfaces with rough or tender textures or surfaces with traces or mortar, in order to render the surfaces smooth. (pict. 2).

The smooth or float surfaces may be subjected to testing without rectification.

Remove eventual water residue present on the cement surface.

8. Performing the Test

Unscrew the safety cap upon removing the test hammer from its covering, lightly push the percussion rod inwards, compressing it towards a rigid surface. The rod will unhook and exit from the instrument body which is now ready for the test.

Operate the instrument at least three times prior to taking any readings, in order to ensure that the mechanics are operating correctly.

In order to facilitate the testing an appropriate station-template supplied with the instrument permits the marking of a normal line grid, with lines distancing from 25 to 50 mm and the intersection of the lines as examination points, on the element subject to the test. (pict. 3).

Depress the percussion rod against the concrete surface under examination, maintaining the apparatus in perpendicular to the surface.

Apply gradual to increasing pressure until the hammer unhooks. Maintain the apparatus firmly pressed against the examine surface, depress the halt pawl and read the value of the rebound index.

Do not touch the halt pawl while pressing the percussion rod. Prior to carrying out a sequence of test sit is best to perform a hammer calibration using the stainless steel anvil of reference and check that it conforms to the limits recommended by the manufacturer (the average rebound index of the hammer strikes performer with the CONCRETO N to the calibration anvil must be 80 ± 2). On the contrary contact the Novatest assistance laboratories.

The test hammer should be used at a temperature between 10°C to 35°C .

After the impact record the test hammer index.

Employ a minimum of nine measures in order to obtain a reliable estimate of the test hammer index of a test area. Record the position and the orientation of the test hammer for each measurement.

Examine all the prints left on the surface after the impact and if the impact has shattered or perforated due to a gap near the surface, discard the result.

After the tests, re-perform the test hammer calibration check using the testing steel anvil SINT03. If the result does not conform to the limits recommended by the manufacturer, annul the test and contact the Novatest assistance laboratories. Humidity, carbonatization alterations, chimica aggressions, micro-cracks, composition and history of the concrete, status of the scabrous surface and underlying mass object of the percussion, are all elements that influence the bounce index value.

A correctly proportioned concrete presents a highly alkaline (pH13) environment which inhibits the oxidization reactions of the armature.

The concrete is however permeable therefore the carbon dioxide may distribute within reacting with the substances that it encounters living way to the phenomenon of carbonatization (environment pH9) and to dimensional variations

that determine the concrete cracks. The cracking sustains the penetration of both carbon dioxide and water vapor which in turn triggers another process: the oxidization of the armature bars/rods, with notable effects.

The concrete altered by the carbonatization will cause an over-estimation of the resistance which in extreme cases may reach 50% (in effect the formation of calcium carbonate cause an hardening of the surface layer).

The presence of the carbonatization may be ascertained via a colorimetric test. The test is normally carried out by spraying (using a sprinkler) on the lateral surface of the cylindrical micro-samples, extracte via coring the elements subject to the test, with a phenolphthalein solution at 1% of ethyl alcohol (supplied with the instrument). The solution undergoes a color change once it is sprinkled going from a transparent white to a red-violet color when the surface results as not carbonatated; on the contrary where a surface is carbonatated the solution does not change remaining its transparent white color. It is possible to establish a correction factor of the readings obtained take into consideration the carbonatization phenomenon by comparing the hammer test results carried out on both the carbonatated surface and non-carbonatated below surface area.

9. Test Results

If over 20% of all the measures fluctuates from the average by more than 6 units, the entire set of measurements taken will have to be discarded.

10. Test Report

The test report should include the following:

- a) identification of the element/concrete structure;
- b) position of the test area/s;

- c) test hammer identification;
- d) description of the test area/s preparation;
- e) concrete details and conditions;
- f) date and hour of the test run;
- g) test result (average value) and orientation of the test hammer for each test area;
- h) eventual deviations from the standardized test method;
- i) declaration of the person responsible for the test, whom can attest that the 12504-2:2001 test has been performed, excepting that referred to in point (h).

Where necessary, the report may also include the single test hammer readings.

11. Regression curves obtained by the experimental campaign

A correct application of the test hammer method would theoretically require the mapping of correlation curves with reference to the material in operation. But as this operation is not practicable, above all with the objective difficulty of not knowing the manufacturer of the conglomerate, especially for non-recent structure, we can only limit the mapping of the regression curves based on the pre-packaged tests of available concrete, in the best hypothesis the concrete in use has same characteristics as that used in structures or at least analogous in composition. As for the rest the concrete resistance may be approximately estimated only in the presence of an experimental calibration curve which correlates the resistance of that concrete to the bounce index. In the absence of this estimate then a more general curve may be used which is supplied as support by the test hammer manufacturer.

In this content an experimental campaign has been developed with reference to non-structural, ordinary, high performance and high resistance (from 5 N/mm² to 100 N/mm²), conglomerates, ob-

tainable by preparing particular ingredients and mix-design realizations.

The mapping of the correlation curves has been obtained by simultaneously subjecting a total of 1000 samples to non destructive (determination of the rebound value) and destructive tests (crushing on the press) 50 test of cubic samples with sides of 200 mm by the 20 classes distinguished by the conglomerate as in table 1.

Table 1

CLASS	N° of TESTS	RESISTANCE CLASS (N/mm ²)	CONCRETE CATEGORY
1	50	C5	Non structural
2	50	C10	
3	50	C15	
4	50	C20	Ordinary
5	50	C25	
6	50	C30	
7	50	C35	
8	50	C40	
9	50	C45	
10	50	C50	
11	50	C55	High performances
12	50	C60	
13	50	C65	
14	50	C70	
15	50	C75	High resistance
16	50	C80	
17	50	C85	
18	50	C90	
19	50	C95	
20	50	C100	

The various resistance classes obtained have been produced according to opportune mixes, using Portland cement and an assortment of inertias so as to represent typical standards for Italian concretes.

The samples used in the experimental campaign were in the ideal conditions as required by the test hammer method for the realization of correlation curves. In fact:

- maturation period: 28 days;
- relative humidity aspect: constant (not greater than 65%);
- homogeneity of the concrete quality between the surface and deeper layers;
- carbonatization phenomenon of the superficial layers: absent;
- internal defects: absent.

Each cubic test, at a maturation of 28 days, is subjected to the following:

- accurate clearing of surfaces via the medium grain abrasive stone in carborundum, in order to avoid that the sides of the sample could present scratches or nests of gravel or rough surface texture. Preventively a check of the surface was performed in order to ensure that it was dry, in order to avoid that it could alter the test result;
- an accurate control of the dimensions and relative weight.

For the measurements only three faces were considered from each sample, excluding in each the concrete casting side.

In order to obtain the results of the hammer rebound as much as possible independent from the operator, a special machine was used which allows for automatic handling of the cubic tests between the plates of a press with a solicitation of 1 N/mm², in order to hold them rigidly in place, impeding any movement during the impact. In this way it was possible to realize nine strikes in sequence for each face, via a video camera and external monitor it was possible to discern the inclination conditions of the instrument at a = -90°, 0° and + 90° (where "a" is the angle that the test hammer axis forms with the horizontal).

- at the crushing of the cubic samples, from the class 60 N/mm² on the 3000 kN press and from the class 65 N/mm² up to the class 100 N/mm² on the 5000 kN press.

A cloud of points were obtained between the superficial hardness and the unit breakage load.

In total 27000 hammer rebounds were performed and 1000 press compression tests were also carried out.

The experimental campaign was entirely performed at the Novatest S.r.l.

The three regression curves obtained by the experimental campaign, noted on page 1, are subdivided by each diverse inclination condition employed by the test hammer.

S²= determining coefficient of the estimated values

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

$$\sum (R^2_{ci}) - \frac{\quad}{n}$$

where

R_{ci} = is the evaluate experimental resistance (N/mm²),

R_{vi} = is the evaluate resistance with the correlation formula R=a x lb (N/mm²),

n = is the number of samples examined.

When plus (S²) is approximate to the unit then the errors will more likely be minimal.

12. List of equipment supplied with the instrument

The padded covering encompassing the test hammer includes the following:

- Medium grain abrasive stone in carborundum;
- Station template for measuring;
- Phenolphthalein solution at 1% ethyl alcohol for the determination of carbonatization;
- Plaster for mapping the grills for the measuring stations;
- Notes for test remarks;
- Carpenter pencil
- User manual
- Calibration Certificate

13. Spare parts list

Position N°	Description
1	Percussion beam
3	Shell
4a	Index
4b	Index small beam
6	Pawl
7	Sliding beam
8	Drive disk
9	Ring nut push rod
10	Block segments
11	Rear cup
12	Pressure spring
13	Hook
14	Hammer
15	Shock absorber spring
16	Percussion spring
17	Ring nut spring holder
18	Felt washer
19	Index plate
20	M6x14 TE Screw
21	M6 Bolt
22	Ratchet gear pin
23	Hook spring
24	M1.7x4.5 Screws
25	Right side shell
26	Left side shell
27	Shell closing cap
28	Transport blocking cup
	Wheel center box - upper/lower
	Abrasive grinding wheel
	Measuring station template-distance 30 mm
	Pencil
	Instruction booklet CONCRETO N
	Note book CONCRETO N
	Phenolphthalein pack ml 100
	Padded bag for sclerometer CONCRETO N

See drawing on the cover

14. Guarantee validity

The mechanical organs of the test hammer are guaranteed for 12 months from the date of purchase of the test hammer. The cost of the calibration check and is-

sue of the relative report will be evacuate in according to the condition of the instrument.

The guarantee loses its validity at such time as tampering with/or attempts at opening the instrument is/are verified.

Reproduction of the instrument is prohibited. All rights reserve. Non part of the present operation manual may be reproduced or distributed in any manner, nor photocopy, microfilm or other, without the written consent of Novatest S.r.l.

All the products may be subjected to modification without notice.