

# COMUNE di VALLE DELL'ANGELO

Unione dei Comuni "Alto Calore" (Prov .SA)

www.comune.valledellangelo.sa.it E-MAIL: info@comune.valledellangelo.sa.it

P.zza Mazzei, 13 c.a.p. 84070 tel.fax 0974/942016

P.IVA 00787220656 C.F. 84000940654

## PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

MESSA IN SICUREZZA DI ALTRE STRUTTURE  
DI PROPRIETA' DELL'ENTE

TITOLO  Indagini Diagnostiche	DATA / /	TAVOLA N°  R 04
-------------------------------------	----------------	-----------------------

VISTO  IL RESPONSABILE DELL'U.T.C Geom. Stefano Trotta
---

I progettisti ing. Angelo Nicoletti    ing. Angelo Coccaro    geol. Emilio Vitale    arch. Filomena Papaleo
--

## **Premessa**

La necessità di effettuare una campagna di indagini, si è resa necessaria anche in considerazione che il territorio comunale di Laurino con Deliberazione di Giunta Regione Campania n. 5447 del 07.11.2002 è stato riclassificato come territorio di media sismicità (classe 2) variando di una classe rispetto alla precedente classificazione sismica del 07.03.1981 che invece aveva classificato il territorio comunale come bassa sismicità (classe 3).

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC DM 17.01.2018) hanno adottato un nuovo approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

La "pericolosità sismica di base", costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche a cui vanno aggiunte le azioni dell'accelerazione sismica relativa alla qualità del terreno su cui insiste l'edificio, del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da qui, in considerazione delle mutate norme e per la salvaguardia dei bambini che frequentano la scuola dell'infanzia, l'amministrazione ha ritenuto indispensabile ed inderogabile partecipare al bando ed effettuare le indagini, per una maggiore tranquillità sociale.

Per la conoscenza strutturale dell'edificio ci si è avvalsi del progetto originario depositato presso il genio civile e di tutti gli atti conseguenti, per cui non è stato eseguito un solo carotaggio al fine di verificare la consistenza attuale del calcestruzzo, avendola verificata anche con prove sclerometriche, mentre nelle parti più degradate si è scalpellato al fine di verificare lo stato dei ferri di armatura.

Dalle indagini si è rilevato che non è presente alcuna controsoffittatura, per cui le indagini sono state eseguite solo sugli elementi strutturali solai finalizzando le indagini alla verifica delle reali condizioni statiche dei solai attraverso una campagna di Indagini Sperimentali e l'eventuale Verifica Statica/Analitica.

Le indagini di cui alla presente, di tipo distruttivo e non, che hanno riguardato tale edificio scolastico, si sono espletate in più fasi operative. Nel dettaglio:

- Ispezioni visive finalizzate alla rappresentazione dello stato di consistenza degli intradossi dei solai;

- Indagine mediante battitura manuale finalizzata ad individuare fenomeni di “sfondellamento” e distacco di intonaco dall'intradosso del solaio;
- Indagini termografiche sempre finalizzate ad individuare fenomeni di “sfondellamento” in atto ed anche di umidità presente all'interno del solaio stesso;
- Rilievo della geometria strutturale;
- Rilievo dell'eventuale quadro fessurativo e/o degli ammaloramenti;
- Prove di carico sui solai;
- Prove di Pull-off per la verifica di aderenza degli intonaci intradossali ai solai;
- Carotaggi e successive prove di resistenza a compressione dei campioni cilindrici di calcestruzzo estratti in sito.

### ***Risultati delle indagini eseguite***

A valle delle **indagini non distruttive** effettuate (quali termografie e battiture manuali), è possibile asserire che:

- da indagine termografica,
  - al piano terra, sono presenti zone caratterizzate da umidità/condensa, in particolare nel vano scala;
  - al piano secondo, si evidenzia la stessa situazione riscontrata per il piano terra;
- da prova di carico sul solaio, eseguita con martinetto. In particolare sono stati posizionati i trasduttori di spostamento centesimali (fissati ad aste telescopiche) nel refettorio al piano seminterrato, ed il martinetto posto al centro della corrispondente aula al piano terra (aula magna)
  - da calcoli effettuati, che tengono conto sia della tipologia che della geometria di solaio investigato, si è scelto (sotto indicazione del tecnico incaricato) di raggiungere un carico massimo di 335 kg/mq, diviso in tre step sia in fase di carico che di scarico. I risultati ottenuti in termini deformativi risultano essere pari a 0.54 mm per la freccia massima in mezzeria e di circa 0.04 mm agli appoggi.

A valle delle **indagini distruttive** effettuate, è possibile asserire che:

- da indagine di pull-off,
  - al piano terra, dove dette prove sono state eseguite all'intradosso dei solai (soffitti aula ed aula magna), in seguito alle prove di trazione diretta sono stati riscontrati i valori dell'aderenza dell'intonaco al supporto, riportati di seguito:
    - 0.15 N/mm<sup>2</sup> nella prima stanza;
    - 0.14N/mm<sup>2</sup> nella seconda stanza.

- da prove di compressione di provini cilindrici:
  - data la natura tipologica dell'edificio oggetto di indagine, si è ritenuto opportuno, ai fini della valutazione dell'agibilità dell'intero edificio, eseguire dei prelievi di campioni cilindrici di calcestruzzo, su pilastri indicati dal tecnico incaricato. Il carotaggio ha interessato due pilastri, situati uno al piano terra (pilastri di angolo identificato con C1) e (pilastro d'angolo esterno, identificato con C2). In seguito a prove di resistenza a compressione su detti provini sono risultati valori pari rispettivamente a:
    - C1= 16.46 Mpa;
    - C2= 22.30 Mpa.

Le prove sclerometriche hanno evidenziati valori simili anche ai piani superiori dove la campagna di indagini è stata più estesa avendo verificato tutti i pilastri.

- da prove di verifica dei ferri:
  - da detta prova è emerso che i ferri di armatura, lisci, non presentano un elevato grado di corrosione, risultando piuttosto integri senza una diminuzione significativa del diametro.

Non sono presenti nella struttura lesioni né negli elementi strutturali, né nelle compagnature perimetrali, né nei divisori interni.

## **Risultati delle prove**

### **INDAGINI TERMOGRAFICHE – GENERALITA'**

Il termografo è uno strumento in grado di misurare a distanza la temperatura dei corpi, senza alcun contatto fisico tra l'apparecchiatura di misura e la superficie investigata. Ogni materiale emette continua energia sotto forma di radiazioni elettromagnetiche in maniera proporzionale alla sua temperatura superficiale, a sua volta funzione della conducibilità termica e del calore specifico. Differenze tra i valori di questi parametri, relativi ai diversi componenti di una muratura (pietre, mattoni, malta) portano i componenti stessi ad assumere temperature differenti. L'esempio più tipico è quello di una struttura composta da mattoni e pietre (queste ultime caratterizzate da una conducibilità termica più elevata del laterizio, e da un calore specifico generalmente più basso): in seguito al riscaldamento dovuto all'irraggiamento solare, le pietre raggiungeranno rapidamente una temperatura maggiore dei mattoni, e viceversa, una volta terminato l'irraggiamento, si raffredderanno più velocemente dei mattoni adiacenti.

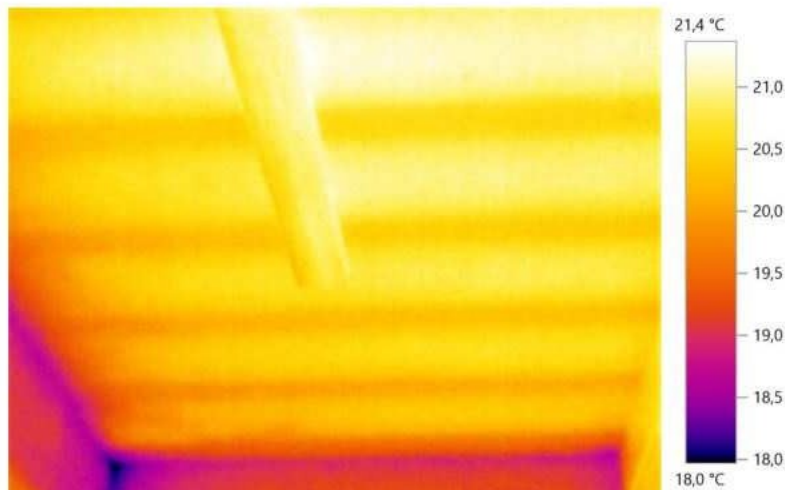
Lo schema di funzionamento è il seguente: una camera ad infrarossi trasforma le radiazioni termiche emesse dall'oggetto investigato, in segnali elettrici, che vengono riportati su un monoscopio e convertiti in immagini monocromatiche o in falso colore, in funzione della temperatura superficiale. La tecnica termografica si è dimostrata assai utile e flessibile nella diagnostica; essa può essere

applicata con successo nelle seguenti indagini:

- rilievi sulla morfologia delle strutture nascoste;
- individuazione della provenienza di perdite d' acqua;
- rilievi del degrado: stato fessurativo, rilievo dell'umidità, dispersioni termiche, formazioni di condensa;
- controlli in fase di intervento: visualizzazione continua dei percorsi preferenziali del materiale iniettato in operazioni di consolidamento, ed immediata segnalazione del formarsi di sacche e di distacchi.

Tali indagini sono praticamente le uniche (assieme ai controlli radar) praticabili su pareti affrescate.

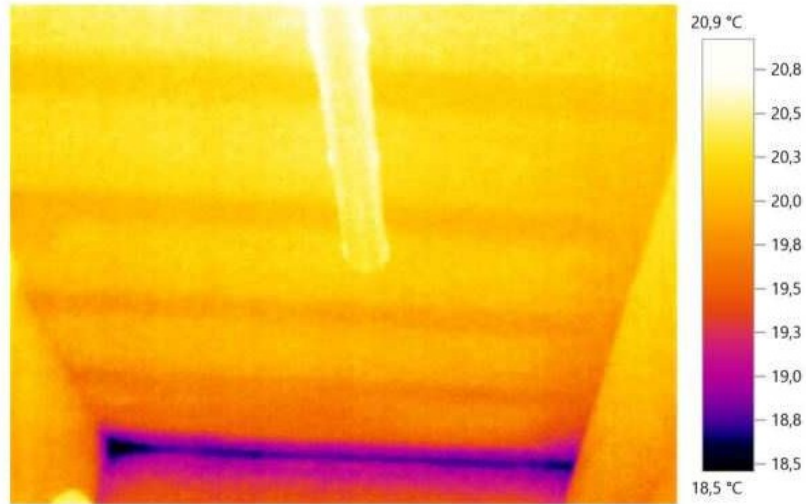
Lo strumento utilizzato per l'esecuzione delle indagini in oggetto è della "testo S.p.a." - mod. t 885-2 N serie 3029567 Obiettivo standard 30°



Parametri dell'immagine:

Grado di emissione: 0,90  
Temp. riflessa [°C]: 20,0



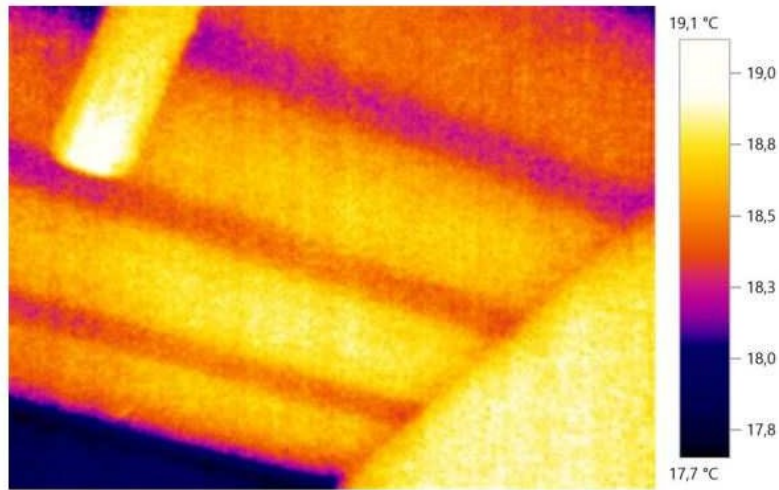


Parametri dell'immagine:

Grado di emissione: 0,90  
Temp. riflessa [°C]: 20,0

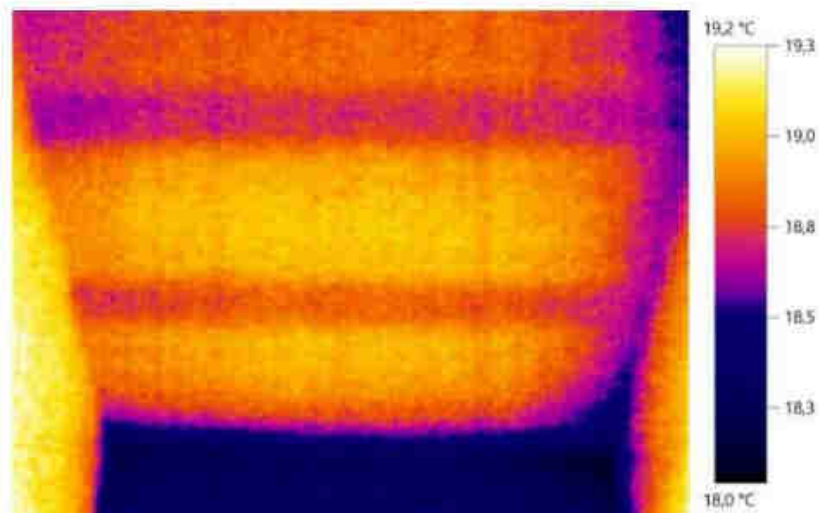


In detti termogrammi si evidenziano zone molto fredde all'interno del solaio. Infatti vi è una differenza sostanziale di temperature tra dette zone ed il contesto. Si evidenzia un probabile distacco futuro.



Parametri dell'immagine:

Grado di emissione: 0,90  
Temp. riflessa [°C]: 20,0



Parametri dell'immagine:

Grado di emissione: 0,90  
Temp. riflessa [°C]: 20,0



In detti termogrammi si evidenziano zone fredde all'interno del solaio, dovuto a fenomeni di umidità/condensa. Si segnala la presenza di efflorescenze dovuto a probabili infiltrazioni pregresse. Infatti vi è una differenza sostanziale di temperature tra

dette zone ed il contesto.

## **PROVA DI CARICO**

### **DESCRIZIONE ATTREZZATURA**

La prova è stata eseguita, per la formazione del carico, con il sistema oleodinamico usufruendo dell'attrezzatura "Collaudatore GS02" N° 028 "codice identificativo 5V1" consistente in una pompa oleodinamica ed un martinetto idraulico. Il gruppo di comando per la pompa oleodinamica serve per regolare la pressione da inviare al martinetto: in quest'ambito è presente una valvola di blocco che consente di fissare, di volta in volta, il carico impostato per il tempo voluto.

Il martinetto usato per la prova in oggetto è del tipo idraulico a doppio effetto con sezione pari a circa 80 cm<sup>2</sup> e capacità portante fino a 14000 Kg.

Il rilevamento degli abbassamenti è eseguito mediante l'attrezzatura "Collaudatore GS02" consistente in una centralina elettronica e tre trasduttori elettrici di deformazione. La centralina funge da gruppo di registrazione grafica (mod. GS. 035 Scrivente Typ. 7065) costituito, appunto, da tre pennini collegati con i trasduttori elettrici di deformazione di modo che sul grafico vengono rappresentate le curve di deformazione (colori: verde, rosso, marrone nella direzione dell'orditura dei solai) e uno collegato al carico (viola). Detti trasduttori di deformazione, sono del tipo elettrico a variazione di resistenza ed hanno la proprietà di effettuare una lettura continua degli spostamenti e di inviarli in tempo reale al gruppo registratore della centralina.

### **MODALITA' DI ESECUZIONE DELLA PROVA**

Si posizionano le putrelle di carico nella posizione desiderata e in direzione ortogonale all'orditura degli elementi strutturali "solai"; su di essa si posizionano i martinetti e superiormente le putrelle che dovranno fungere da contrasto.

Attraverso la pompa oleodinamica, comandata dalla centralina elettronica, si inizia a dare pressione ai martinetti contemporaneamente che iniziano a salire portando in contrasto le putrelle superiori con il solai sovrastanti. A questo punto dando pressione ai martinetti aumenta la forza di contrasto e poiché il sistema è a risultante nulla, cioè è costituito da due forze uguali ed opposte, abbiamo sui solai di prova una forza uguale a quella di contrasto.

Detta forza induce delle deformazioni che vengono registrate dai tre trasduttori elettrici di deformazione posti sotto il solaio di prova tramite aste telescopiche.

Il calcolo del carico concentrato da imporre è stato calcolato considerando il sovraccarico totale di 300 Kg/m<sup>2</sup>.

Per il relativo calcolo della forza concentrata equivalente è necessario tener presente i seguenti parametri:



- *solaio in c.a. senza rete di distribuzione (vantaggio di sicurezza) K = 0,40*
- *vincolo di semincastro = 0,877*
- *luce solaio = 3,90 m*

Detto C1 il coefficiente indicativo della larghezza della zona di solaio non caricata ma collaborante, si ha :

$$C1 = 2,07$$

Detto C2 il coefficiente di equivalenza tra i momenti prodotti da carico distribuito e carico concentrato, tenendo conto del tipo di vincolo ipotizzato per la struttura in prova, si ha:

$$C2 = 0,44$$

Pertanto la forza equivalente sarà :  $F_{eq} = C_1 \cdot C_2 \cdot Q \cdot L = Kg \ 1.612$

Su indicazione del tecnico incaricato presente all'atto di esecuzione della prova, la forza equivalente è stata definita in **1.800 Kg**

(a cui corrisponde un carico distribuito di:  $Q[kg / m^2] = \frac{F_{eq}}{C_1 \cdot C_2 \cdot L} = 334,9$ ).

Si è raggiunto gradualmente il carico massimo di prova, osservando i seguenti incrementi:

FASE DI CARICO	FORZA APPLICATA (KG)	CARICO DISTRIBUITO APPLICATO (KG/MQ)	NOTE
0	0	0	===
1	600	111,64	1° STEP DI CARICO
2	1200	223,27	2° STEP DI CARICO
3	1.800	334,90	3° STEP DI CARICO

A

carico massimo di collaudo si è rimasti per 10 minuti circa e poi si è proceduto alla fase di scarico con i seguenti decrementi:

FASE DI SCARICO	FORZA APPLICATA (KG)	CARICO DISTRIBUITO APPLICATO (KG/MQ)	NOTE
0	1.800	334,90	CARICO MAX DI PROVA

*Lavori di Messa in Sicurezza di Altre Strutture di Proprietà dell'Ente  
Comune di Valle dell'Angelo (SA)  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO*

---

1	1.200	223,27	1° STEP DI SCARICO
2	600	111,64	2° STEP DI SCARICO
3	0	0	3° STEP DI SCARICO

Per la prova effettuata gli incrementi parziali di carico sono stati trasmessi allorché, a carico costante, l'aliquota di deformazione si era assestata su valori costanti.

Nel diagramma ufficiale allegato le deformazioni registrate in corrispondenza degli incrementi e/o decrementi di carico sono espresse lungo la verticale in due-centesimi di millimetro: infatti il fondo scala dei cedimenti, rappresentato sull'intera altezza del foglio, è di 4 mm diviso in 100 parti.

A sua volta sulle ascisse dello stesso diagramma sono riportati i tempi di durata della prova tanto che sulla apposita tabellina è indicata la velocità di scorrimento della carta: nel caso in specie ad ogni 60 cm di carta corrisponde un'ora.

Il carico applicato è rappresentato mediante la curva viola mentre le deformazioni sono indicate dalle curve tracciate dai pennini relativi ai diversi sensori.

#### **CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA VERIFICATA**

Sulla base dei dati forniti, le caratteristiche della struttura, possono così riassumersi:

Solaio in calcestruzzo armato gettato in opera.

Luce solaio	=	3,90 m
Sovraccarico totale	=	334,90 kg/m <sup>2</sup>

#### **UBICAZIONE DEL CARICO E DEI SENSORI**

Il carico è ubicato nella zona di mezzeria del solaio;

Il sensore n° 1 (codice identificativo 5 V 3) è individuato dal tracciato verde ed è ubicato: all'appoggio lato interno del solaio;

Il sensore n° 2 (codice identificativo 5 V 4) è individuato dal tracciato rosso ed è ubicato: in mezzeria del solaio;

Il sensore n° 4 (codice identificativo 5 V 5) è individuato dal tracciato marrone ed è ubicato all'appoggio lato esterno del solaio (lato finestra);

#### **SCALA PER LA LETTURA DEL GRAFICO**

Per la lettura del grafico allegato, si precisa che:

- Per i sensori è stato adottato un fondo scala di: 4,00 mm;
- La velocità di scorrimento è stata di : 1 cm/min;

*Lavori di Messa in Sicurezza di Altre Strutture di Proprietà dell'Ente  
Comune di Valle dell'Angelo (SA)  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO*

---

- Fondo scala forze:

5.000 kg;

**RISULTATI DELLA PROVA**

Dall'andamento del grafico ottenuto, si riportano le seguenti frecce massime e residue rilevate rispettivamente al carico massimo di prova ed allo scarico (fine prova).

SENSORE n. 1	mm
Freccia massima	0,04
Freccia residua	0,00

SENSORE n. 2	mm
Freccia massima	0,54
Freccia residua	0,02

SENSORE n. 4	mm
Freccia massima	0,05
Freccia residua	0,00

Come indicato nell'elenco delle indagini, sono stati eseguiti anche due carotaggi, in particolare, essi hanno interessato due pilastri, situati uno al piano terra (pilastro centrale nell'aula magna, identificato con C1) e l'altro al piano seminterrato (pilastro d'angolo nel cortile esterno, identificato con C2).

**RISULTATI PROVE MECCANICHE A**

**COMPRESSIONE**

*Prove di resistenza a compressione su provini cilindrici eseguite secondo UNI*

*EN 12390-3 Data Prova: 04/10/2016*

Sigla	Ubicazione Prelievo	r (*)	altezza (cm)	diametro (cm)	sezione (cm <sup>2</sup> )	massa (kg)	Resistenza cilindrica (MPa)	t.r. (**)
C1	Pilastro piano terra (carota C1)	M	19,63	9,40	69,36	3,22	<b>16,46</b>	S
C2	Pilastro piano terra (carota C2)	M	19,37	9,40	69,36	3,20	<b>22,30</b>	S

1 MPa = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

(\*) rettifica : M = molatura; C = cappatura

(\*\*) tipo di rottura: S = soddisfacente; NS = non soddisfacente

**DETERMINAZIONE DELL'ADERENZA PER TRAZIONE DIRETTA**

**Finalità**

Prova a strappo – Resistenza a trazione diretta (Prova pull-off su intonaco effettuata in cantiere).

Modalità di prova

E' stata eseguita una prova di pull-off in ciascun punto individuato nella planimetria allegata. Ciascuna prova è stata eseguita secondo la seguente procedura operativa:

- Realizzazione di un micro carotaggio con un diametro pari a 50 mm.
- Pulizia da eventuali residui del micro carotaggio.
- Applicazione in ciascuna zona di indagine un dischetto di alluminio mediante l'utilizzo di resinaepossidica bicomponente a rapida presa.
- Esecuzione della prova di estrazione.

Lo sforzo di estrazione è stato applicato sempre in modo normale al piano di incollaggio dei dischetti di alluminio regolando volta per volta i piedini di appoggio dell'estrattore.

Strumentazione impiegata

Estrattore Proceq 1- 0605 con manometro tipo DM-/80259.05 SN 7685 Range 0 - 13.3  
N/mm<sup>2</sup> –  
Classe 0.5%

Attrezzatura utilizzata :

- estrattore Proceq 1- 0605 con manometro tipo DM-/80259.05 SN
- trapano elettrico con carotiere diamantato di diametro interno mm 50
- resina epossidica bicomponente
- blocchetti in alluminio aventi diametro mm 50

Lecture valori di estrazione

Si specifica che le lecture dei valori di estrazione, si riferiscono ad una superficie inscritta in uncerchio avente diametro 50 mm (micro carota).