

Prove e controlli nel processo di qualifica del calcestruzzo

Giorgio Estrafallaces



INDICE

- 01** Dossier di prequalifica miscele
- 02** La qualifica delle miscele
- 03** Dossier di qualifica
- 04** Conclusioni



01

Dossier di prequalifica

valutazione preliminare

la **prequalifica** / **valutazione preliminare** del calcestruzzo *costituisce il presupposto fondamentale per l'affidabilità delle strutture*

«**prequalifica**» (Capitolato Italfer) e «**valutazione preliminare**» (Norme Tecniche per le Costruzioni) sono espressioni equivalenti

indicano entrambe l'insieme delle attività **sperimentali** e **documentali** volte a consentire la produzione e l'impiego della specifica miscela di calcestruzzo

prequalifica/valutazione preliminare

determinare le caratteristiche della miscela di calcestruzzo nel rispetto dei requisiti prestazionali:

- definiti in progetto e/o espressi dal Capitolato allegato al contratto d'appalto

Il Capitolato stabilisce le normative e gli standard da osservare, le prescrizioni che dovranno essere rispettati, le specifiche e le modalità d'impiego dei materiali da utilizzare



NTC (e Capitolato) assegnano al costruttore il compito di studiare la composizione di ciascuna miscela di calcestruzzo da utilizzare nella realizzazione di un'opera, *“al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto”*

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve:

- ❑ effettuare *prove preliminari di studio*, per ciascuna miscela omogenea (classe di resistenza e classe di esposizione) calcestruzzo da utilizzare
- ❑ acquisire documentazione relativa ai componenti

Il costruttore ha la responsabilità del calcestruzzo prodotto anche quando lo studio della miscela è delegato ad altro soggetto (p.e. produttore di calcestruzzo confezionato)

valutazione preliminare

Il **Direttore Lavori** deve acquisire prima dell'impiego:

- documentazione attestante l'esecuzione delle prove preliminari di studio della miscela di calcestruzzo ed i relativi risultati;
- attestazione della marcatura CE dei materiali costituenti la miscela di calcestruzzo (cemento, aggregati, additivi, aggiunte).

Il **Direttore Lavori** ha facoltà di disporre

- ulteriori prove preliminari sulla miscela di calcestruzzo
- controlli aggiuntivi per l'accertamento delle caratteristiche dei materiali costituenti

Capitolato Italferr

requisiti della miscela di calcestruzzo specificati in progetto ed in capitolato devono essere determinati per via sperimentale mediante prove condotte da laboratori di cui all'art. 59 del DPR 380/2001

DM 17.1.2018

Le prove su materiali e prodotti che assicurano o contribuiscono alla resistenza strutturale, finalizzate all'accettazione, devono essere effettuate in via sperimentale presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001

dossier prequalifica miscele (Capitolato Italferr)

dossier di prequalifica propedeutico all'attività di qualifica della miscela all'impianto di betonaggio, comprendente studi, prove, certificazioni e valutazioni degli impasti compiuti per caratterizzare la miscela ed i suoi componenti

deve essere fatto esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare (provenienza, tipo, conformità);
- classe di esposizione ambientale, d_{max} , classe di consistenza, classe di resistenza;
- proporzionamento analitico della miscela;
- certificazioni di prova su ciascun componente e sulla miscela allo stato fresco e indurito;
- curve di resistenza nel tempo (almeno 3, 7, 28 giorni)

dossier prequalifica

identificazione miscele calcestruzzo

C(30/37) S5 XA1 D32

norme tecniche costruzioni 2018

prescrizione secondo NTC

- Classe resistenza C(fck/Rck)
- Classe di consistenza
- Diametro massimo aggregato
- Classe di esposizione ambientale
- (*Contenuto cloruri*)

a/c 0.55 CEM IV/A 32.5R CI 0.20

capitolato italferr spa

prescrizioni NTC + Capitolato

- Tipo di cemento
- Rapporto acqua/cemento
- Contenuto cloruri

1.	PREMESSA	pag. 2
2.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI CONFEZIONAMENTO	pag. 2
2.1	Impianto orizzontale (tipo dry)	pag. 6
2.2	Impianto a torre (tipo wet) [Impianto verticale (con premiscelatore)]	pag. 7
2.3	Attrezzature di conservazione, insilaggio e deposito dei costituenti	pag. 9
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	pag. 12
4.	GENERALITÀ	pag. 12
5.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI E SCELTA DEI MATERIALI COSTITUENTI	pag. 13
5.1	Aggregati	pag. 14
5.2	Cemento	pag. 15
5.3	Ceneri volanti (fly ashes)	pag. 16
5.4	Additivi	pag. 16
5.5	Acqua d'impasto	pag. 17
6.	STUDIO DELLA MISCELA E PROVE D'IMPASTO	pag. 18
6.1	Studio della miscela	pag. 18
6.1.1	Generalità	pag. 18
6.1.2	Determinazione della curva granulometrica cumulativa ottimale	pag. 19
6.1.3	Determinazione del contenuto di cemento, acqua ed additivo	pag. 18
6.2	Prove d'impasto	pag. 20
6.2.1	Generalità	pag. 20
6.2.2	Mantenimento della lavorabilità	pag. 20
7.	MISCELE	pag. 21

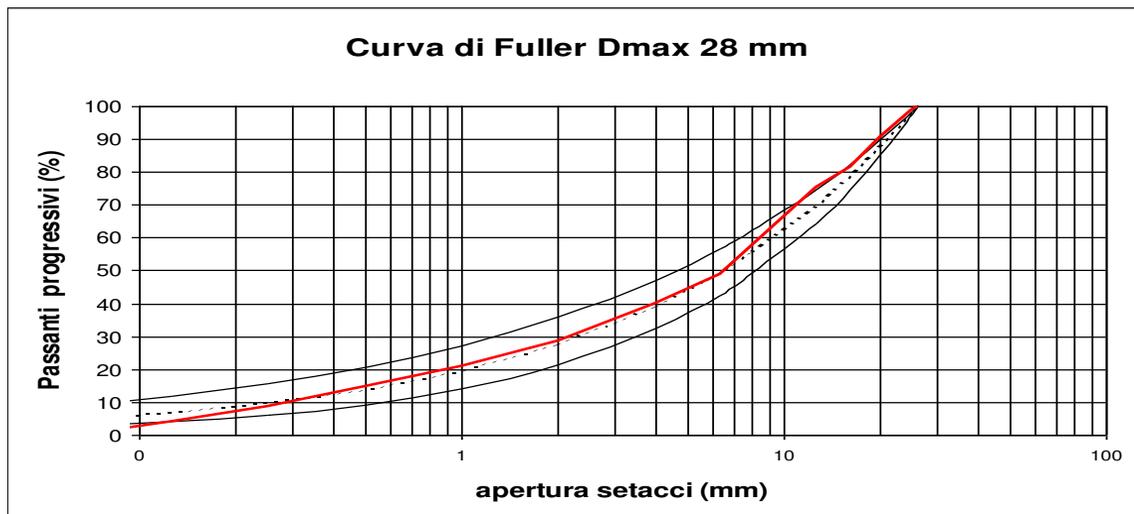
Allegati

Pre-qualifica mix C25/30 XC2 S4 D25 (cod. IF30XC2B)

Componente della miscela di calcestruzzo	Pesi s.s.a. (kg/mc)	Massa volumica (kg/litro)	Assorbimento (%)	Volume (litri)
Sabbia 0/4	912	2,52	3,73	361,9
Graniglia 4/8	260	2,57	2,33	101,2
Pietrischetto 8/16	482	2,56	2,85	188,3
Pietrisco 16/22	182	2,51	2,86	72,5
Cemento CEM IV 42.5R	285	2,95	-	96,6
Ceneri leggere di carbone (pfa)	-	-	-	-
Additivo superfluidificante BASF CC Italia SpA Glenium Sky 529	2,50	1,093	-	2,28
Acqua di falda	168	1,00	-	168

C25/30 XC2 S4 D25	Caratteristiche Prestazionali
Resistenza Caratteristica a compressione	30 N/mm ²
Classe di consistenza	S4
Classe d'esposizione	XC2
Dmax Aggregato	25 mm
Aria inglobata (riferita a 1 mc)	10,0 litri
Rapporto a/c effettivo	0,589

dossier di prequalifica



setacci φ	Trattenuto parziale				Passanti progressivi				%sabbia 1 5	%sabbia 2 35	%ghiaiano 36	%ghiaia 24	curva 100,0	
	S1	S2	G1	G2	S1	S2	G1	G2						
31,500					100,0	100,0	100,0	100,0	5,00	35,00	36,00	24,00	100,00	
25,000				3,0	100,0	100,0	100,0	97,0	5,00	35,00	36,00	23,28	99,28	
20,000				35,0	100,0	100,0	100,0	62,0	5,00	35,00	36,00	14,88	90,88	
16,000				38,0	100,0	100,0	100,0	24,0	5,00	35,00	36,00	5,76	81,76	
12,500			5,0	19,0	100,0	100,0	95,0	5,0	5,00	35,00	34,20	1,20	75,40	
8,000			45,0	5,0	100,0	100,0	50,0		5,00	35,00	18,00		58,00	
6,300			25,0		100,0	100,0	25,0		5,00	35,00	9,00		49,00	
4,000		5,0	20,0		100,0	95,0	5,0		5,00	33,25	1,80		40,05	
2,000	2,0	27,0	5,0		98,0	68,0			4,90	23,80			28,70	
1,000	8,0	21,0			90,0	47,0			4,50	16,45			20,95	
0,500	13,0	15,0			77,0	32,0			3,85	11,20			15,05	
0,250	36,0	13,0			41,0	19,0			2,05	6,65			8,70	
0,125	27,0	9,0			14,0	10,0			0,70	3,50			4,20	
0,063	12,0	7,0			2,0	3,0			0,10				0,10	
PASS.	2,0	3,0												

M06 PG20	MIXTEST v.4				Impasto (Lt)		Pesate SSA		Pesate con RESA		↓ RESA ↓			
	MP	PROVENIENZA	TIPO/NOME	CODICE MP	P.S.	UR%	ASS%	8,8	Kg/m ³	Lt/m ³	Kg/m ³	Lt/m ³	INE %	MISCELA %
CEM1	Holcim Merone	42,5R	IV-A		3,05				400	131	409	134		17,5%
CEM2														
AGG		Cava Gatti									0			0,0%
INE1		0/4			2,70	4,10%	1,30%		520	193	531	197	30,0%	22,7%
INE2		2/8			2,69	1,00%	1,24%		346	129	354	131	20,0%	15,1%
INE3		4/20			2,67	1,10%	1,29%		858	321	877	328	50,0%	37,5%
INE4														
INE5														
INE6														
H2O								↓ DOS ADD% ↓	160	160	164	164		7,0%
ADD1		Mapel SR51			1,06		1,50%		6,36	6,00	6,50	6,13		
ADD2		Mapeair AE20			1,01		0,10%		0,40	0,40	0,41	0,41		
ADD3														

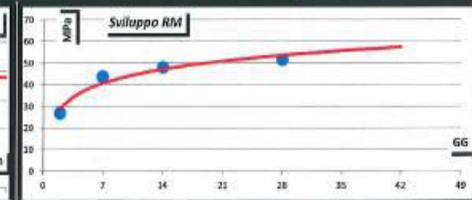
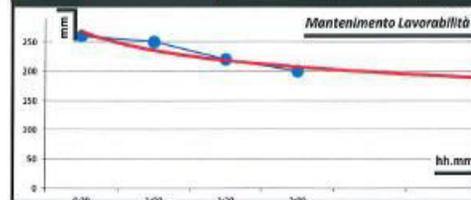
Cepav2/13CLS M002 MZ45

Calcolo A/C						
TOT INE	1.724	643	1.762	657	T (g)	
TOT CLS	2.291	940	2.341	961	LU (g)	
Vuoti Calcolati	60		39		LA (g)	
Rapporto A/C	0,40		0,40		A/C	
Rapporto A/L					A/L	
valore "k" per AGG						
Rapporto INE/CEM			4,31			

Data Prova	06/03/13
Commessa Cliente	Cepav2
N.Prova (13CLS)	M002 MZ45
Slump previsto	55
Slump Effettivo (mm)	260
Slump Flow (cm*cm)	
Peso Netto RESA (Kg)	18,73
Volume RESA (Lt)	8,00
RESA (Kg/m ³)	2.341
H2O Aggiunta (Lt)	
Aria Inglobata	4,80%
Temp. CLS (°C)	22,0
Temp. Ambiente (°C)	20,0
Umidità Ambiente (%)	
Orario INIZIO (CEM+H2O)	13:30
Compattazione	4
Impasto Effettivo (Lt)	35,0
Provinci Confezionati	8

Prove specifiche per SCC				Note Generali sull'Impasto			
V-FUNNEL (sec)				Impasto leggermente Viscoso dopo 30' di mescola			
U-BOX (Δ mm)							
U-BOX (sec)							
L-BOX (Δ %)							
L-BOX (sec)							
Mantenimento Lavorabilità							
Misurazione	Ora	Δ	Slump	Δ Mis-1	NOTE		
1	14:00	0:30	260				
2	14:30	1:00	250	-10			
3	15:00	1:30	220	-40			
4	15:30	2:00	200	-60			

Prove su Calcestruzzo Indurito									
GG	DATA	PESO (g)	Vol. (15*15)	KN	PESO (g)	Vol. (15*15)	KN	MV (Kg/m ³)	Mpa
2	08/03/2013	7.860	15,0	615,3	7.865	15,0	588,3	2.330	26,7
7	13/03/2013	7.855	15,0	977,5	7.872	15,0	985,6	2.330	43,6
14	20/03/2013	7.870	15,0	1.085,3	7.888	15,0	1.070,0	2.335	47,9
28	03/04/2013	7.865	15,0	1.126,4	7.921	15,0	1.185,3	2.339	51,4



02

La qualifica delle miscele



impianto di betonaggio



CERTIFICATO DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA

CERTIFICATO N°

ICMQ-CLS-CLS01371

Ai sensi del § 11.2.8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17.01.2018 si certifica che

il controllo di produzione e distribuzione del Calcestruzzo Preconfezionato prodotto con processo industrializzato

operato da

CALCESTRUZZI S.p.A.

Via Stezzano, 87 - 24126 Bergamo BG

nell'impianto di

Via Moriassi 15061 ARQUATA SCRIVIA AL

nell'ambito del sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001 (certificato n° 96103)

rispetta le prescrizioni della

Guida Applicativa ICMQ GA CLS

e delle

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. 17/01/2018)

Questo certificato rimane valido fino a quando non siano significativamente modificate le condizioni stabilite nelle specifiche tecniche richiamate o le condizioni di produzione nella fabbrica o il controllo della produzione di fabbrica stesso.

ICMQ è Organismo autorizzato con Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale - N° 177/AA.GG. del 28/06/2006.

Data di prima emissione

23/02/2017

Data di emissione corrente

15/01/2019

Firmato digitalmente da

Lorenzo Orsenigo

Data e ora della firma: 16/01/2019 16:48:26

IL DIRETTORE GENERALE
ING. LORENZO ORSENIKO

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Rev. 2

Informazioni aggiornate circa la validità o eventuali variazioni intervenute nello stato del presente certificato, sono disponibili consultando il n. telefonico 02/7015061, l'indirizzo e-mail icmq@icmq.org oppure consultando il sito web www.icmq.it o il sito web www.construtturata.it

ICMQ S.p.A. - VIA DE CASTILLA, 10 - 20124 MILANO - WWW.ICMQ.ORG



CERTIFICATO CERTIFICATE 96103

SI CERTIFICA CHE IL SISTEMA DI GESTIONE DI
WE HEREBY CERTIFY THAT MANAGEMENT SYSTEM OPERATED BY

CALCESTRUZZI S.p.A.

Via Stezzano, 87 - 24126 Bergamo BG

UNITA' OPERATIVE CERTIFICATE
OPERATIONAL CERTIFIED UNITS

Vedere Allegato 1 - sedi
Vedere Allegato 2 - laboratori

E' CONFORME ALLA NORMA
IS IN COMPLIANCE WITH THE STANDARD

UNI EN ISO 9001:2015

PER I SEGUENTI TIPI DI PRODOTTI, PROCESSI E SERVIZI
COVERING THE FOLLOWING KIND OF PRODUCTS, PROCESSES AND SERVICES

EA: 16

produzione e distribuzione di calcestruzzo preconfezionato

production and distribution of ready-mix concrete

Riferirsi al manuale per dettagli circa le esclusioni del sistema di gestione certificato
Refer to manual for details of exclusions from the scope of the certified management system

L'uso e la validità del presente certificato sono soggetti al rispetto delle Condizioni Generali di Certificazione per la certificazione di sistemi di gestione
Use and validity of this certificate subject to General Agreement Conditions for certification of management systems

PRIMA EMISSIONE
FIRST ISSUE
27/06/1996

EMISSIONE CORRENTE
CURRENT ISSUE
18/12/2018

SCADENZA
EXPIRY
30/11/2021

ICMQ S.p.A. - Via De Castilla, 10 - 20124 MILANO
www.icmq.org - icmq@icmq.org



SGS N° 011 A PSC N° 011 B
SGA N° 012 D ISP N° 007 E
SCA N° 003 F SMP N° 013 H
INVS N° 006 P PMS N° 004 C
ONS N° 008 D

Membro degli Azzeccati di Mutua Riconoscimento SA, IAF e ILAC
Societario al SA, IAF e al ILAC Mutual Recognition Agreement



www.cisq.com

CISQ è la Federazione Italiana di Organismi di
Certificazione dei sistemi di gestione aziendale.
CISQ is the Italian Federation of management
system Certification Bodies.

Il sistema automatico di gestione dell'impianto deve permettere **la stampa in bolla (ddt) delle informazioni relative ad ogni carico;**

- n° identificativo del mix prodotto;
- classe di resistenza caratteristica;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza;
- metri cubi caricati/trasportati;
- riferimenti all'ESECUTORE richiedente la fornitura
- cantiere di destinazione, opera e parte d'opera cui si riferisce la fornitura;
- data e ora di fine carico del mix prodotto, di arrivo in cantiere, d'inizio scarico e di fine scarico;
- identificazione (targa) del mezzo di trasporto;
- materiali componenti il mix con indicati:
- pezzatura nominale e cava di provenienza degli aggregati;
- tipo, classe, produttore del cemento;
- tipo e provenienza aggiunte (ceneri volanti, loppa, ...);
- marca e tipo degli additivi;
- Acqua di acquedotto, pozzo, cisterna.
- ricetta, per un mc, per gli n mc del mix in fase di produzione;
- umidità totale delle singole classi di aggregati;
- assorbimento delle singole classi granulometriche dichiarato in fase di qualifica del materiale;
- ricetta per gli n m3 in produzione, corretta in funzione dell'umidità delle varie classi degli aggregati;
- errore percentuale tra quanto effettivamente caricato e il teorico corretto per singolo componente;
- rapporto acqua/cemento di progetto del mix

SOCIETÀ CON UNICO SOCIO
AREA: NORD ITALIA
POZZOLO FORMIGARO (AL) (IBD1)
TEL. 0143417845
CONFORME AL D.M. 14/01/2008 (FPC)
CERTIFICATO N° 0094/TP/CLS/07

Società per Azioni
con unico socio.

via della Vittorina, 60
06024 Gubbio PG

T +39 075 924 01
F +39 075 927 39 65

C.F. - P.IVA - Iscr. Reg. Impr. PG
00482420544
REA 113084 CCIAA PG
Cap. Soc. sottoscritto e versato
€ 60.000.000,00

info@colabeton.it
www.colabeton.it

DESTINAZIONE: PI/CF-00482420544
COLABETON SPA
VIA DELLA VITTORINA 60
06024 GUBBIO

DESTINAZIONE:
CB PROVE LAB COCIV
IMPIANTO CB POZZOLO FORMIGARO
15068 POZZOLO FORMIGARO

000008

PG

101396

AL

N. 01784

DATA ESPOSIZIONE: 24/07/2018

COD. DI PROD. AL: 004297

CENTRALE DI: C144 - NOVI LIGURE (C144)

PRODOTTO	DESCRIZIONE	U.M.	QUANTITÀ
RC40F15153D	CLS Rek 40 S5 XF1 D14 (CL19RC40S5XF1) CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA	M3	5,00

COMMISSIONE: 20120050

NUMERO ORDINE: 326260

TARGA: CK657LP

RAZIONALE: 01

POSITA:

TRASPORTO A CURA: X VETTORE

VEICOLI: PLURISERVICE SRL
VIA MAZZINI 4B
34092 BELLIZZI (SA) IT
N. Iscr. Albo: SA7110419C

DATA RETIRO: 24 07 18

ORA RETIRO: 11:38

CONDIZIONI METEOROLOGICHE ALLO SCARICO:
SERENO NUBOLOSO PIOGGIA GELO TEMPERATURA GRADI: 26,

ASPECTO ESTERIORE BOLLIA: A VISTA

MATERIALE AGGIUNTO: ACQUA AGGIUNTA
LT.

RICETTA PER UN MC: 2 Tot. M3: 5,0

FORMULA: RC40F15153D

N° PROG.: 37893

N° BOLLA: 004297

CLS Rek 40 S5 XF1 D14 (CL19RC40S5XF1)

ARTICOLI	N° DOSAGGI	Teorica 1 M3	Teorica prodotti	PESATE Teorica corretta	Reale dosata	Acqua Umidità	Reale 1 M3	Err. Dosagg.	Err. %	UNIDITÀ		
										%	%	%
COCIV ROMAN P. 8/16	:Kg	425	2124	2156	2150	32	424	-6	-0,2	1,3	1,0	
COCIV ROMAN P. 4/8	:Kg	457	2284	2323	2325	40	457	2	0	1,7	1,1	
COCIV ROMAN SAB 0/4	:Kg	885	4425	4652	4640	227	883	-12	-0,2	4,9	1,2	
COLACEM CARAV. 1V832.SN LNSR	:Kg	400	2000	2024	2024	405	24	1,2	0			
ADDITIVO MAFET DYNAMON PW	:Lt	4,8	24,0	24,0	24,0	4,8	0	0	0			
ACQUA POZZO	:Lt	175	875	576	571	299	174	-5	-0,5			
TOTALE AGGREGATI:			8832	9131	9115			-16	-0,1			
H2O/CEM Teor: 0,44 Reale: 0,43; TOTALI:			11731		11734							

Annotazioni:
Punto carico: MIXER 2

16

report di carico miscela cls

Data di produzione : 24/07/2018 N°PROG.: 37893 N°BOLLA: 004297
 Cod./Descr. FORMULA: RC40F15153D CLS Rck 40 S5 XF1 D14 (CL19RC40S5XF1)

ARTICOLI		P E S A T E							UMIDITA'		
		Teorica l M3	Teorica produzi.	Teorica corretta	Reale dosata	Acqua Umidità	Reale l M3	Err. Dosagg.	Err. %	ecces: %	assor: %
N°DOSAGGI: 2 Tot. M3: 5,0											
COCIV ROMAN P. 8/16	:Kg	425	2124	2156	2150	32	424	-6	-0,2	1,5	1,0
COCIV ROMAN P. 4/8	:Kg	457	2284	2323	2325	40	457	2	0	1,7	1,1
COCIV ROMAN SAB 0/4	:Kg	885	4425	4652	4640	227	883	-12	-0,2	4,9	1,2
COLACEM CARAV. 1V832.5N LHSR	:KG	400	2000		2024		405	24	1,2		
ADDITIVO MAPEI DYNAMON PW	:L	4,8	24,0		24,0		4,8	0	0		
ACQUA POZZO	:Lt	175	875	576	571	299	174	-5	-0,5		
TOTALE AGGREGATI:	:		8832	9131	9115			-16	-0,1		
H2O/CEM Teor: 0,44 Reale: 0,43		TOTALI:		11731	11734						

Annotazioni:
 Punto carico: MIXER 2

qualifica miscele calcestruzzo

1

prove su
materiali
costituenti

2

prove su
calcestruzzo
fresco

3

prove su
calcestruzzo
indurito

1

prove sui materiali costituenti

prelievo costituenti miscela



2

prove sul calcestruzzo fresco



prove sul calcestruzzo fresco



misura temperatura



calcestruzzo



ambiente

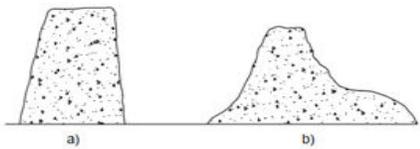


- tempo di sfilamento 5÷10 s
- tempo intera operazione max 150 s

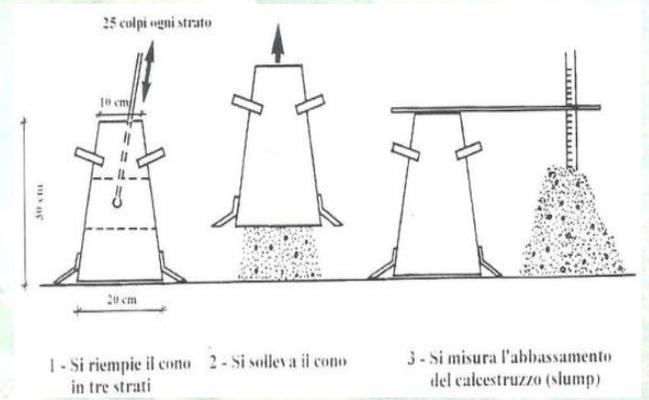
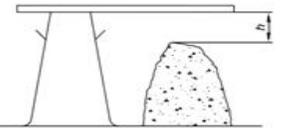
slump test UNI EN 12350-2

Tipi di abbassamento al cono

- Legenda
- a) Abbassamento vero
 - b) Abbassamento con scorrimento



Misura dell'abbassamento al cono



slump test UNI EN 12350-2



slump test UNI EN 12350-2



slump test UNI EN 12350-2

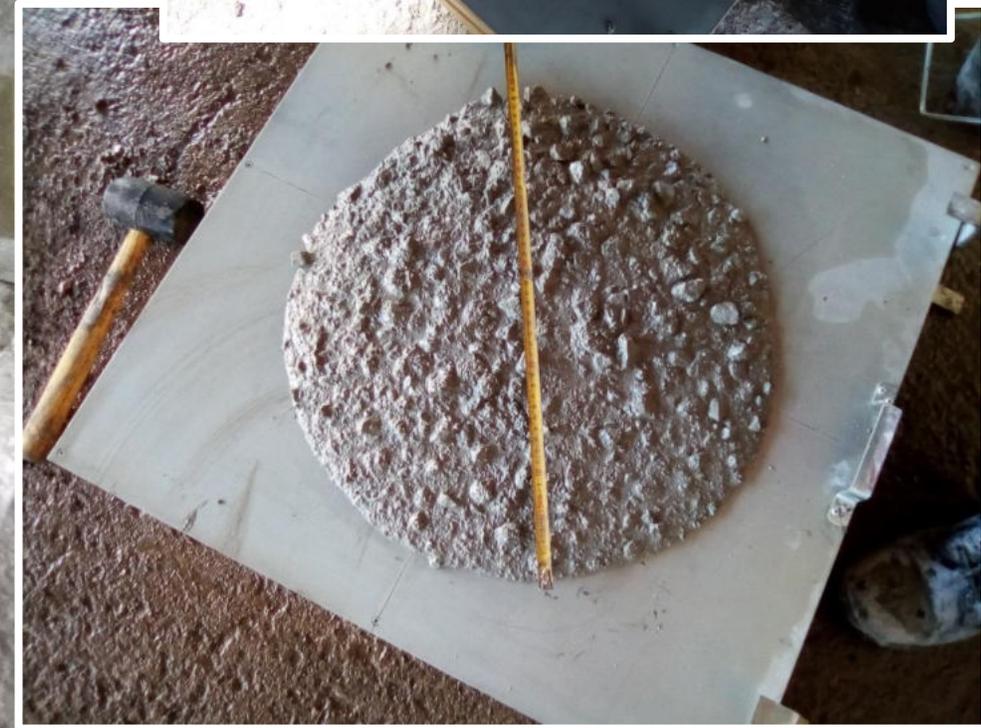


Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5 ¹⁾	≥220

mantenimento della lavorabilità

nel periodo intercorrente la chiusura del carico e la posa in opera dell'impasto nella cassaforma il calcestruzzo diminuisce progressivamente la sua lavorabilità



prova di spandimento UNI EN 12350-5

slump-flow test UNI EN 12350-8



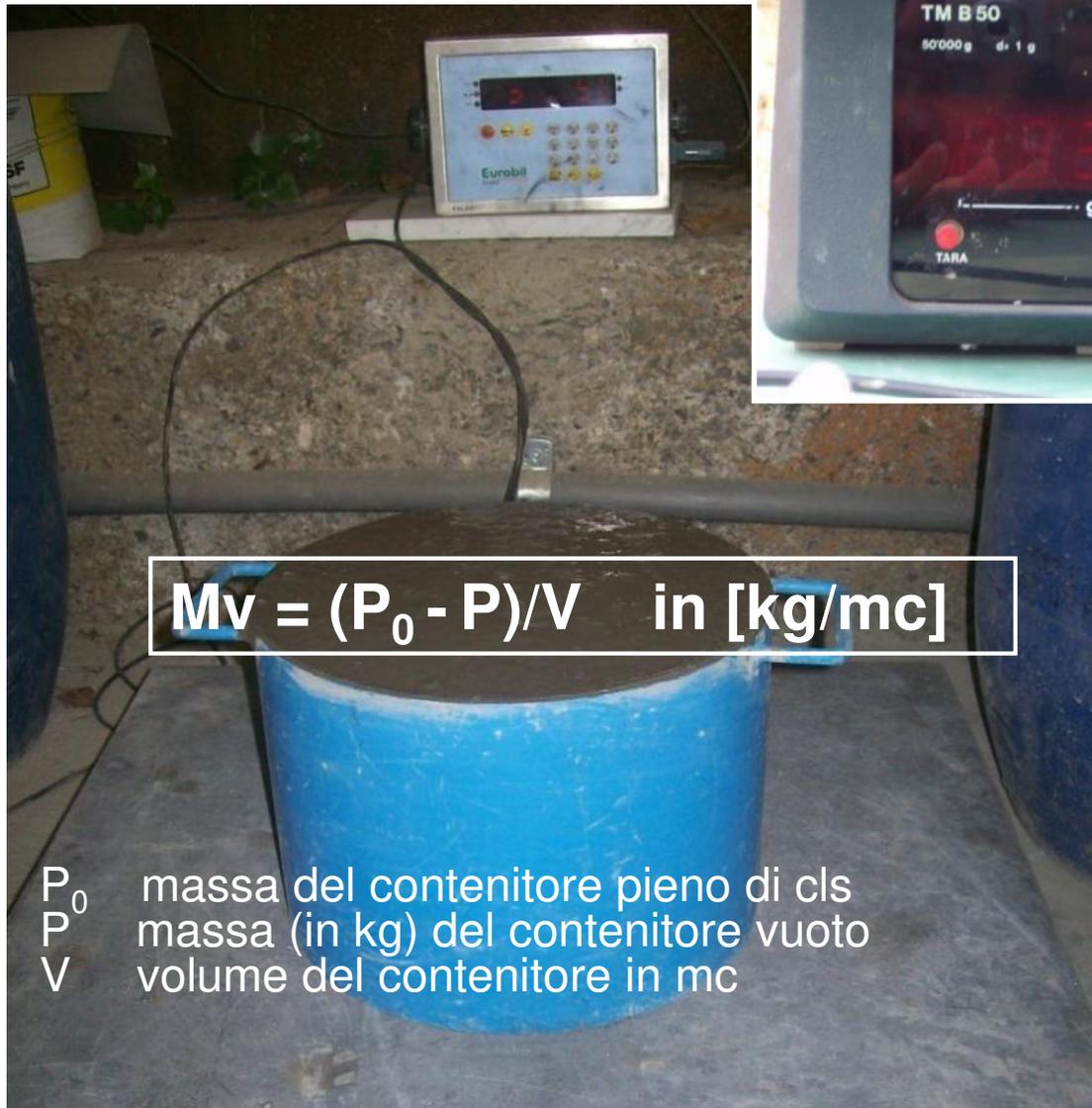
classe	slump-flow
SF 1	550 – 650
SF 2	660 - 750
SF 3	760 - 850



acqua essudata (UNI EN 480-4)



massa volumica



$$Mv = (P_0 - P)/V \quad \text{in [kg/mc]}$$

- P_0 massa del contenitore pieno di cls
- P massa (in kg) del contenitore vuoto
- V volume del contenitore in mc



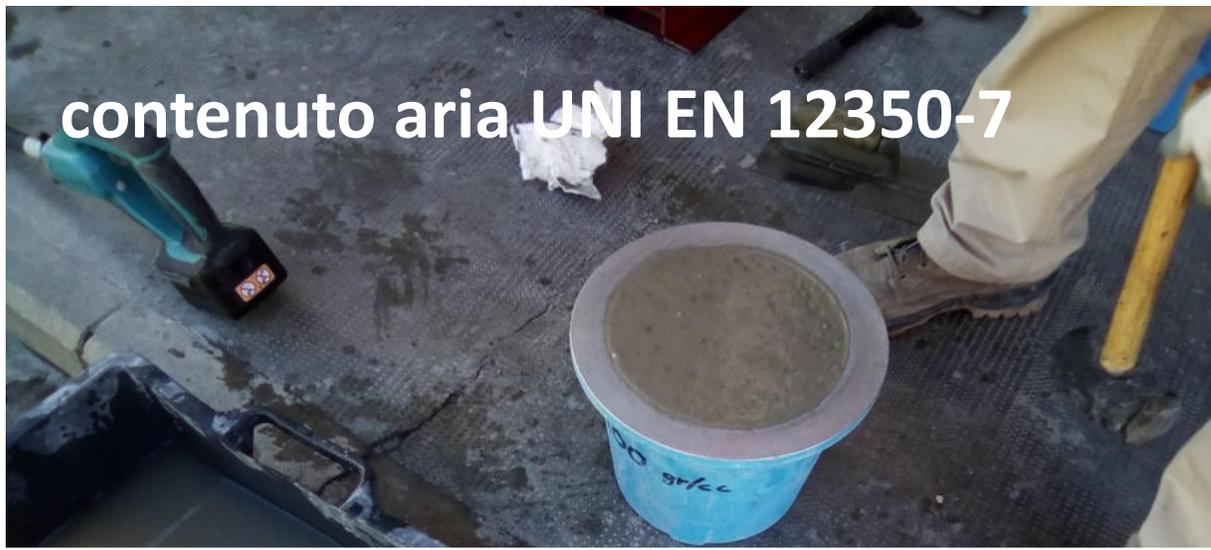
Descr. Frangibile	UM	FORMULA	TEORICO	U. Eff.	U. class	CORRETTO	DOSATO IF	Errata	Err	%	kg	Massa
NOTE												
SE SABBIA 0-2	KG	372.000	2232.000	10.51	1.40	2434.000	2420.000	Aut	-14.000	-0.6 %	202	9.11
SE GRANIGLIA 2-5	KG	195.000	1170.000	4.55	0.96	1214.000	1190.000	Aut	-24.000	-2.0 %	44	3.65
SE PIETRISCHETTO 5	KG	371.000	2226.000	2.60	0.80	2256.000	2250.000	Aut	-6.000	-0.6 %	40	1.80
PA PIETRISCHETTO 1	KG	320.000	1938.000	1.00	0.50	1950.000	1940.000	Aut	-10.000	-0.5 %	20	1.00
SE CEMENTO 32,5	KG	320.000	1920.000			1920.000	1888.000	Aut	-32.000	-1.7 %		
PA RAPEL DYNAMON 9	LT	4.000	25.440			25.440	25.195	Aut	-0.244	-1.0 %		
SE ACQUA EGIZIO	LT	145.000	1014.000			505.000	513.000	Aut	8.000	0.8 %		
SE PIETRISCHETTO 1	KG	323.000	1938.000	1.49	0.80	1950.000	1940.000	Aut	-10.000	-0.5 %	12	0.60
SE SABBIA 0-2	KG	372.000	2232.000	9.75	1.40	2419.000	2410.000	Aut	-9.000	-0.4 %	107	5.39
TOTALE.....			14695.440			14695.440	14604.196		-91.244			505
DOSATO x RE.....			2449.240			2449.240	2434.366		-14.874			
70: inerti 505 kg/m³ 613 m³. 0 R/Cr Teor. 0.508 Reale 0.509 Teor. 14°C min 9°C max 25°C												

contenuto di acqua e rapp a/c (UNI 11201)

rapporto a/c



contenuto aria UNI EN 12350-7



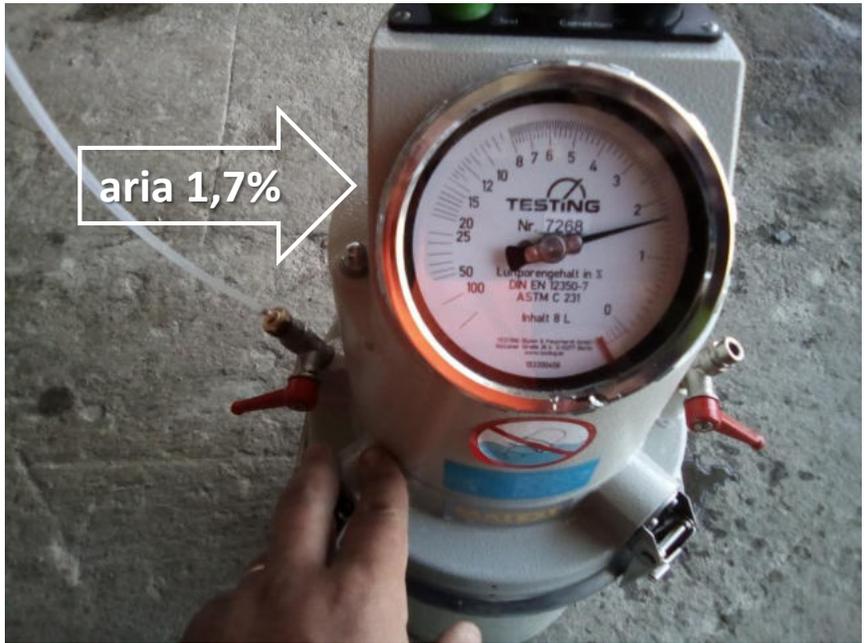
metodo a colonna d'acqua



contenuto aria UNI EN 12350-7



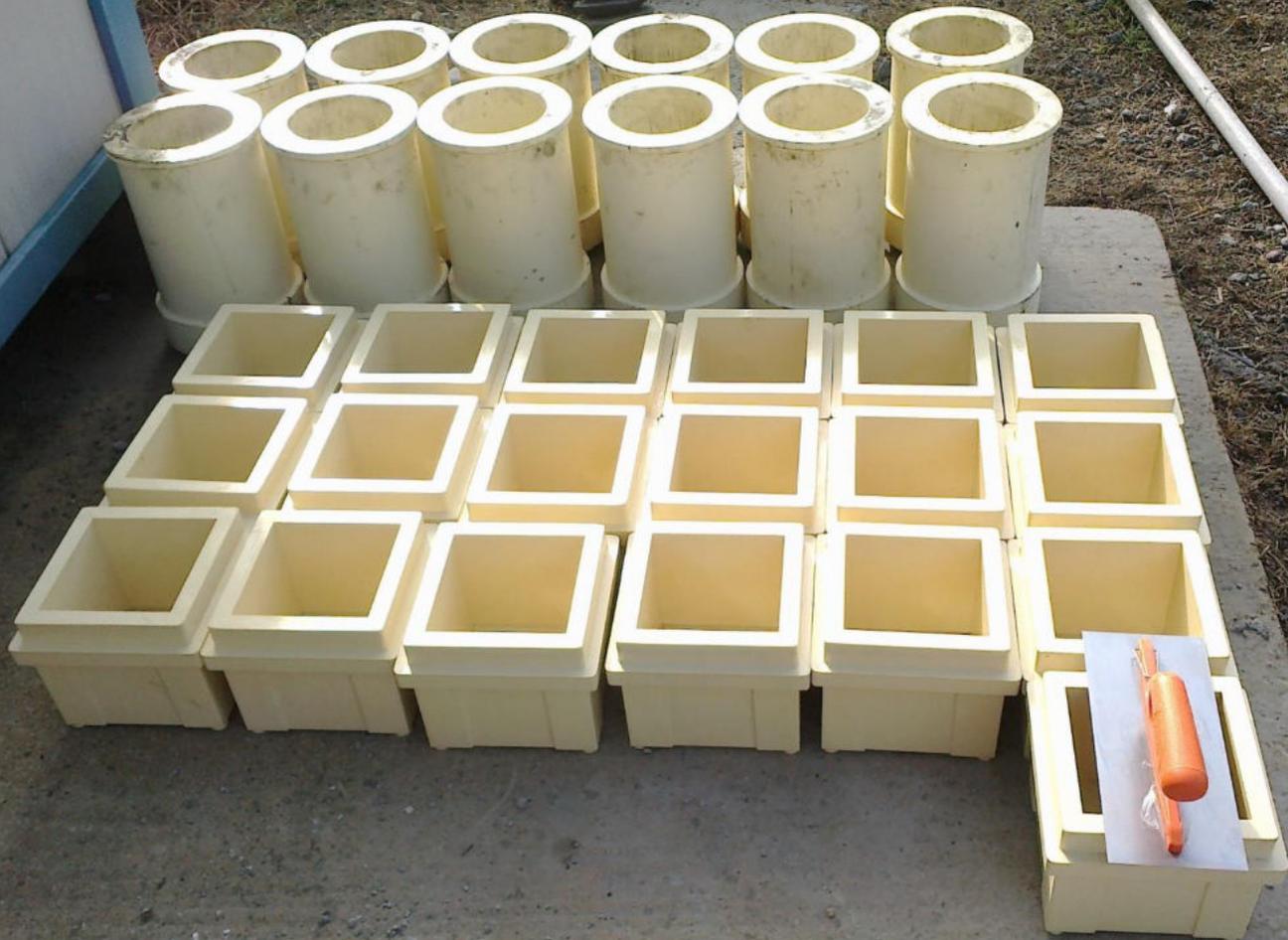
metodo a manometro



prova omogeneità (capitolato italferr)



confezionamento provini



compattazione provini



confezionamento provini



camera climatizzata



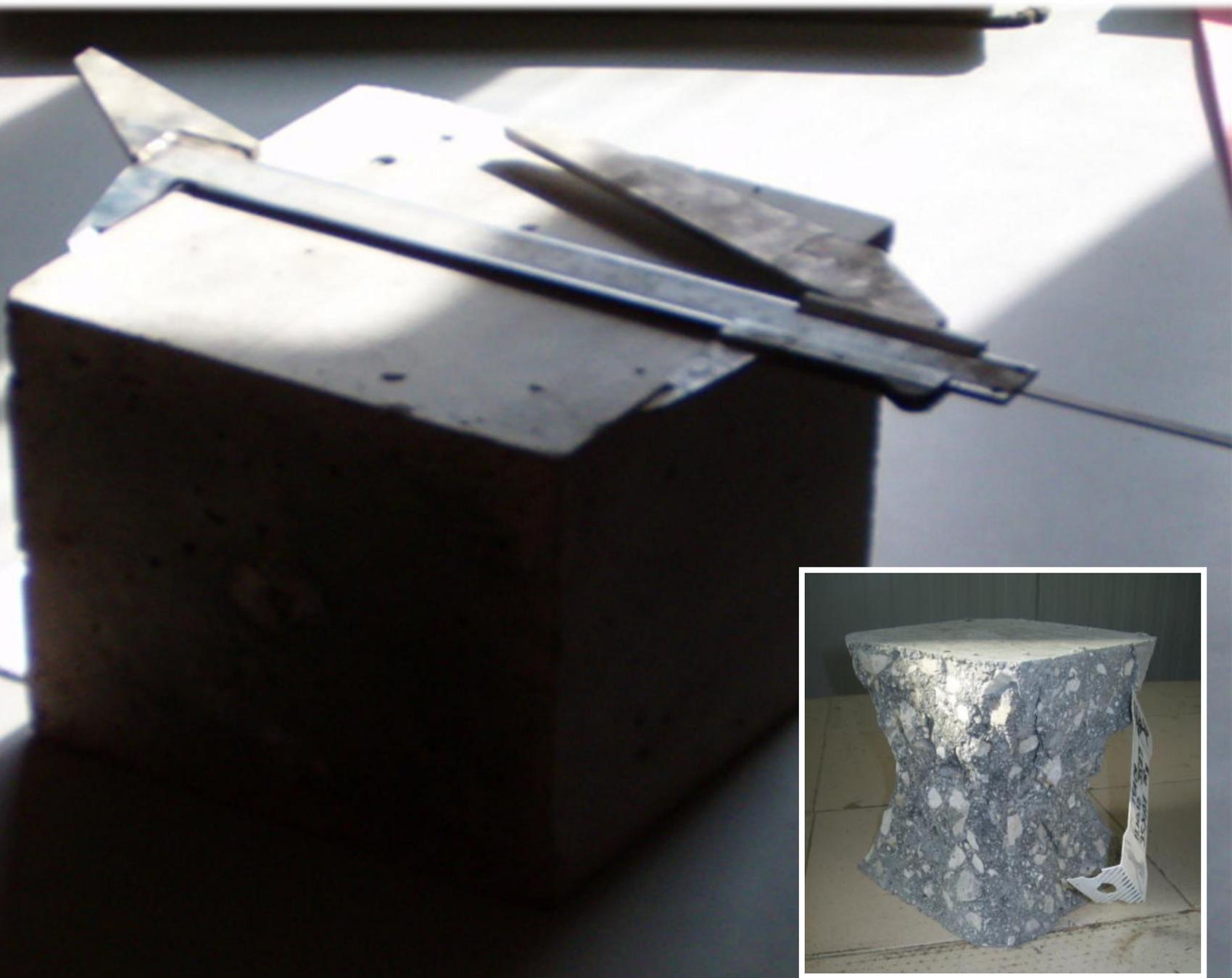
3

prove sul calcestruzzo indurito

prove calcestruzzo indurito

- Resistenza a compressione alle scadenze di 1, 3, 7, 14, 28, 60 gg
- Resistenza a trazione indiretta
- Massa volumica
- Profondità penetrazione acqua in pressione
- Modulo elastico
- Determinazione del ritiro
- Resistenza degradazione ai cicli di gelo e disgelo

- Curve massa volumica e rapp. a/c
- Curve di correlazione tra resistenza e consistenza e tra resistenza e rapp. a/c



UNI EN 12390-3 *resistenza a compressione*

**resistenza a compressione alle
scadenze di**

1, 3, 7, 14, 28, 60, (90) gg

EDILSCANIA	CLIENTE	ITACA Aera		FIRMA	
	DATA	10.12.12	N° CILIE		2332
	TIPO CILIE	Rak 30	N° INF. SOSPENSIONE		NV



UNI EN 12390-3 resistenza a compressione

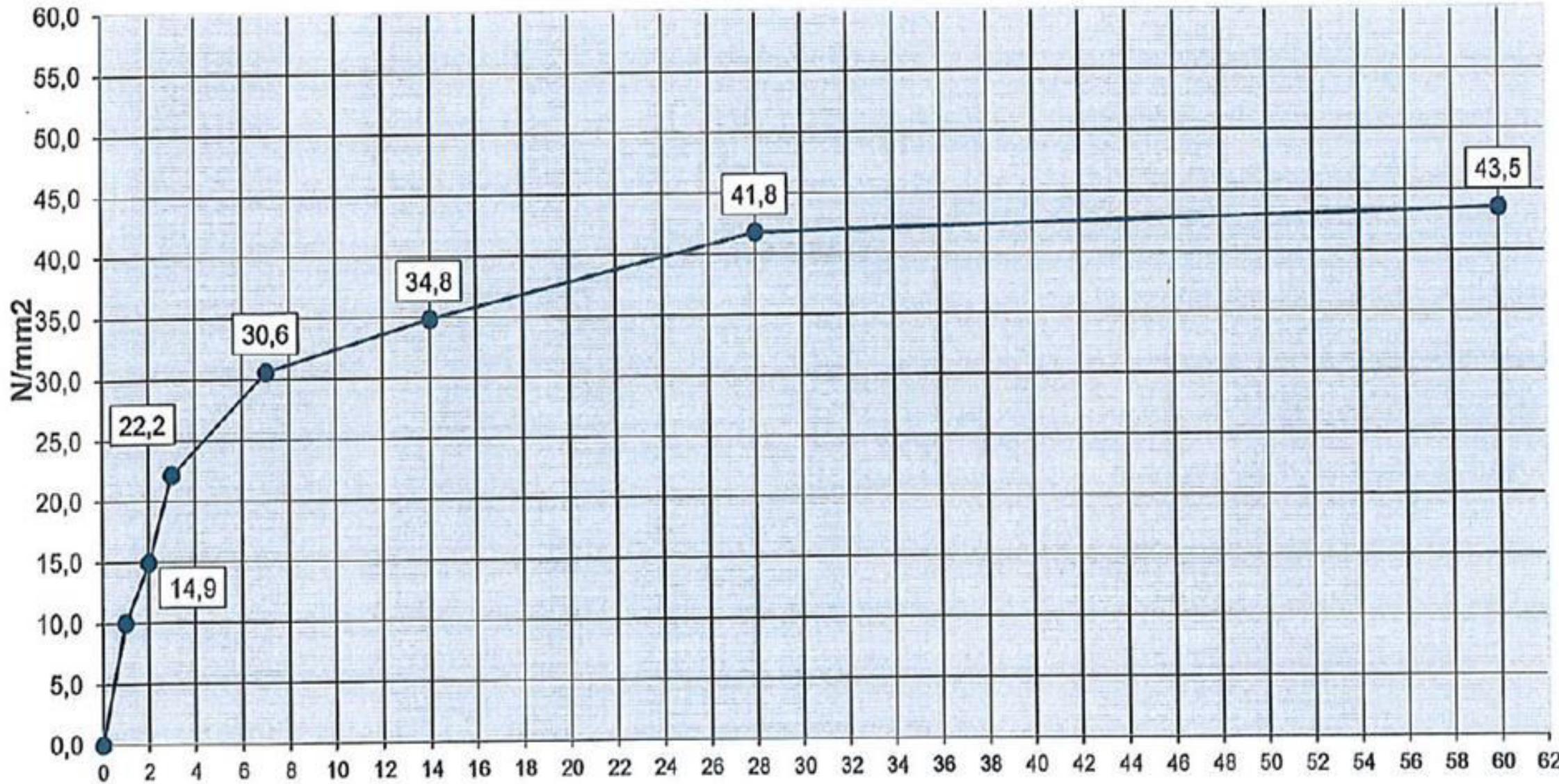


resistenza a compressione



RESISTENZA A COMPRESSIONE SU PROVINI DI CALCESTRUZZO (UNI EN 12390-3)

Sigla Provino	Dimensioni provini (mm)			Tempo di maturazione	Massa volumica (Kg/m ³)	Resistenza a compressione (N/mm ²)	Tipo di rottura
	alt.	lung.	larg.				
1	150	150	150	1 gg	2337	9,9	S
2	150	150	150	1 gg	2333	10,2	S
3	150	150	150	2 gg	2323	15,2	S
4	150	150	150	2 gg	2323	14,7	S
5	150	150	150	3 gg	2340	22,1	S
6	150	150	150	3 gg	2327	22,3	S
7	150	150	150	7 gg	2340	30,5	S
8	150	150	150	7 gg	2327	30,7	S
9	150	150	150	14 gg	2327	35,3	S
10	150	150	150	14 gg	2332	34,4	S
11	150	150	150	28 gg	2336	41,0	S
12	150	150	150	28 gg	2333	42,7	S
13	150	150	150	28 gg	2331	41,8	S
14	150	150	150	28 gg	2337	41,6	S
15	150	150	150	60 gg	2326	43,6	S
16	150	150	150	60 gg	2323	43,5	S

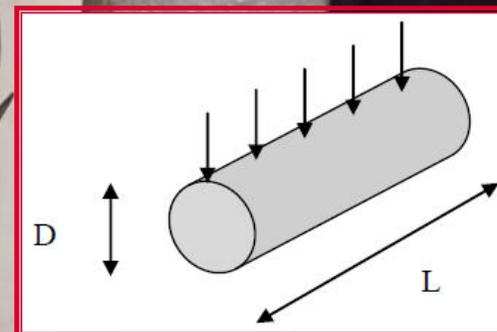
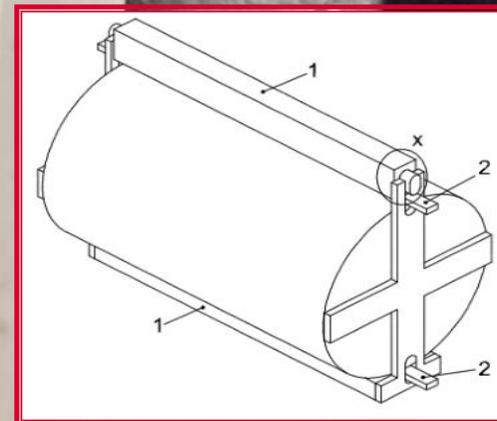


UNI EN 12390-3 resistenza a compressione

penetrazione acqua in pressione UNI EN 12390-8

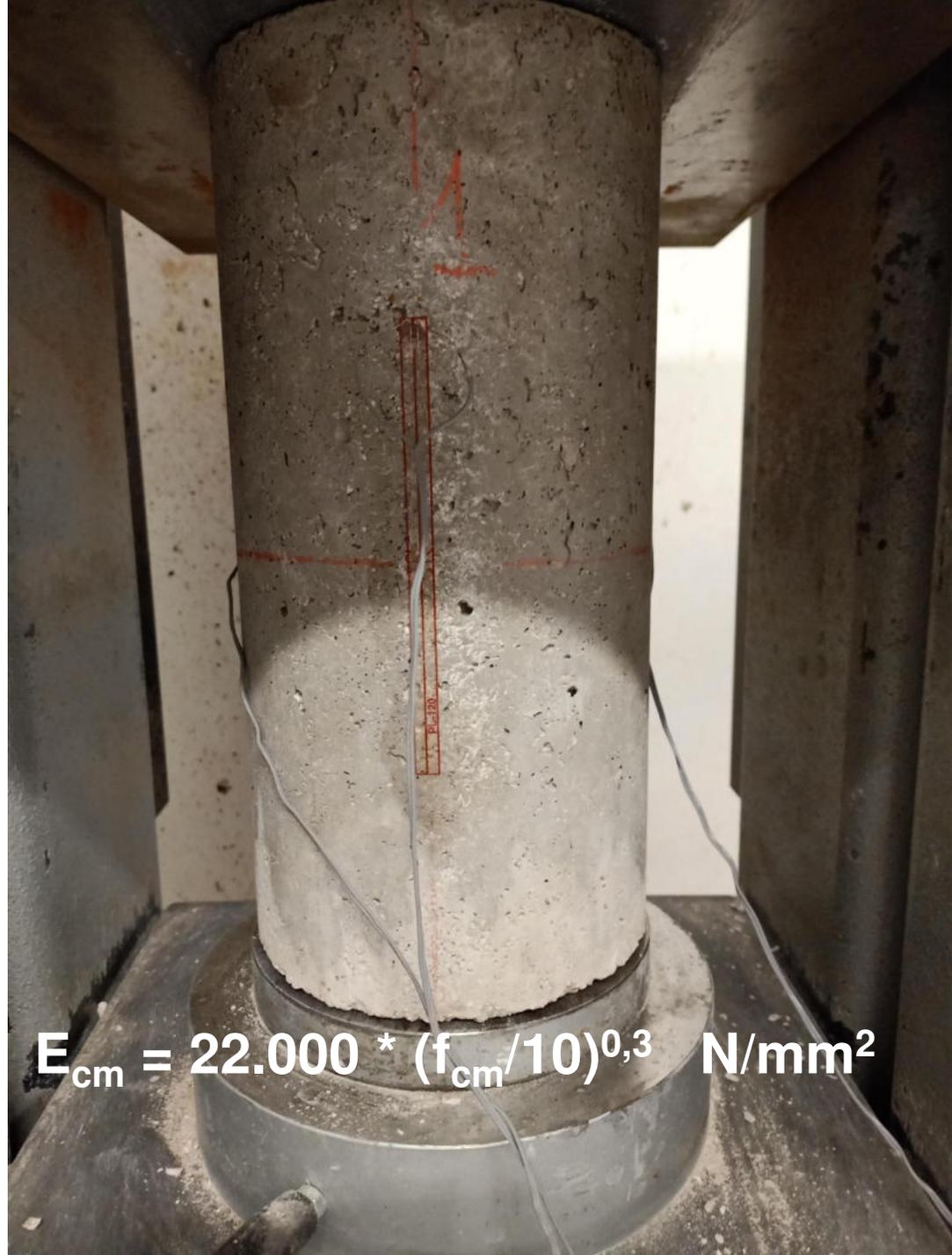


prova di trazione indiretta UNI EN 12390-6 «brasiliana»



$$f_t = \frac{2P}{\pi DL}$$

modulo elastico UNI EN 12390-13



$$E_{cm} = 22.000 * (f_{cm}/10)^{0,3} \text{ N/mm}^2$$



Provini di riferimento

Sigla Provini	Dimensioni		Area di carico (mm ²)	Peso (Kg)	Volume m ³	Massa Volumica (kg/m ³)	Carico di rottura (kN)	Tensione di rottura (f _r) (N/mm ²)	Media (N/mm ²)	Tipo di rottura (*)	Rettifica (**)
	φ (mm)	h (mm)									
R45XC4-EU1	150,0	299,9	17671,3	12,603	0,0053	2380	801,6	45,36	45,25	s	si
R45XC4-EU2	150,0	299,9	17671,3	12,528	0,0053	2360	792,4	44,84		s	si
R45XC4-EU3	150,0	299,8	17671,3	12,515	0,0053	2360	805,1	45,56		s	si

(*) : s) rottura soddisfacente; 1,2,3,4,5,6,7,8,9) rottura non soddisfacente

(**) : "si" il provino è stato rettificato; "no" il provino è conforme alla norma

Provini per la ricerca del modulo elastico

Sigla Provini	Dimensioni		Tensioni di prova		Sforzo misurato superiore (σ ^u) (N/mm ²)	Sforzo misurato superiore (σ ^s) (N/mm ²)	Δσ (N/mm ²)	Deform. Misurata superiore (ε _s) (με)	Deform. Misurata superiore (ε _s) (με)	Δε _s (με)	Modulo elastico (E _{c,s}) (N/mm ²)	Modulo elastico (E _{c,s}) (N/mm ²)
	φ (mm)	h (mm)	(σ _s) (N/mm ²)	(σ _s) (N/mm ²)								
R45XC4-EL4	150,0	299,8	15,12	5,67	15,09	5,63	9,45	431,67	215,69	215,98	43764,05	43809,01
R45XC4-EL5	150,0	299,7	14,95	5,61	14,90	5,58	9,32	426,37	214,75	213,62	43628,07	
R45XC4-EL6	150,0	299,8	15,10	5,69	15,15	5,64	9,51	437,54	221,62	215,92	44044,09	

Note: Condizioni di stagionatura : camera umida - Misura della deformazione assiale tramite n° 3 estensimetri base 100 mm - Gradiente: 0,40 (N/mm²)/s

03

Dossier di qualifica

dossier di qualifica

È un documento elaborato per attestare la conformità della miscela di calcestruzzo e dei singoli componenti alle prescrizioni di progetto, di legge e di capitolato.

Requisiti miscela (classe esposizione, classe di resistenza, classe di consistenza, diametro massimo)

- Studio di prequalifica
- Tipo, provenienza, dosaggio componenti miscela
- Curva granulometrica e relativo fuso
- Certificazioni/attestazioni CE materiali costituenti
- Certificazioni di prova su materiali costituenti e calcestruzzo fresco e indurito
- Curva di mantenimento della lavorabilità nel tempo
- Curva di sviluppo delle resistenze nel tempo

qualifica (Capitolato Italferr)

La qualifica delle miscele deve essere ripetuta ogniqualvolta intervengono modifiche di:

- ❑ costituenti (provenienza, dosaggi, tipo)
- ❑ modalità di confezionamento delle miscele (per confezionamento a secco, la qualifica non può avvenire con impiego di miscelatore e viceversa)

ciascuna miscela di calcestruzzo qualificata dovrà essere sottoposta a prove condotte presso l'impianto di betonaggio secondo un **iter del tutto identico a quello di qualifica** al fine di verificare il mantenimento dei requisiti determinati in occasione delle prove industriali

04

Conclusioni

conclusioni

Capitolato Italferr ed NTC prescrivono che l'impiego della miscela di calcestruzzo per interventi strutturali sia preceduto da una fase di studio tesa a determinare i requisiti prescritti in progetto

La **valutazione preliminare** delle caratteristiche del calcestruzzo costituisce il presupposto fondamentale per l'affidabilità e la durabilità delle opere strutturali

Prima dell'impiego della miscela **il costruttore deve sottoporre alla Direzione Lavori** la seguente documentazione:

- qualifica dell'impianto di betonaggio;
- certificazione FPC del calcestruzzo confezionato con processo industrializzato;
- dossier di qualifica della miscela

La messa in opera del calcestruzzo

Giorgio Estrafallaces



messa in opera

Fondamentale per la realizzazione di strutture con caratteristiche rispondenti a quanto previsto in fase progettuale

Procedure improprie possono pregiudicare le attese in termini di resistenza e di durabilità (LLGG) il calcestruzzo «*viene manipolato con eccessiva confidenza trascurando i necessari accorgimenti*»

fortemente condizionata dal personale addetto e dalla classe di consistenza

personale	classe di consistenza
formazione	<p>più alta è la classe minore è lo sforzo necessario alla corretta posa in opera. Dipende dal tipo di elemento strutturale, dal sistema di getto, dai mezzi disponibili per la compattazione.</p> <p>Il mantenimento della classe di consistenza nel tempo è fondamentale per garantire la costanza di messa in opera ed evitare modifiche al prodotto in cantiere)</p>

messa in opera

insieme delle specifiche operazioni di **movimentazione, getto, compattazione e maturazione**, atte a realizzare un calcestruzzo strutturale con le caratteristiche di resistenza e di durabilità previste dal progetto



La documentazione di **progetto** deve contenere:

- le indicazioni necessarie alla **messa in opera e all'esecuzione** (con particolare riferimento ai materiali)
- le procedure e le sequenze per le lavorazioni successive
- le istruzioni per il collaudo in corso d'opera
- il piano di manutenzione dell'organismo strutturale

01

movimentazione

1 movimentazione

Insieme delle operazioni di **distribuzione, trasporto e scarico** del calcestruzzo, effettuate dall'Impresa esecutrice

La movimentazione può essere eseguita tramite benna e nastro trasportatore

benna

Per quantità ridotte di calcestruzzo da distribuire in modo disperso
Evitare caduta libera che provoca segregazione (tubo getto)

nastro trasportatore

Per calcestruzzi in classe S1 – S2
Nessuna limitazione per il dmax dell'aggregato
Ripulire con raschia-nastro



1 movimentazione

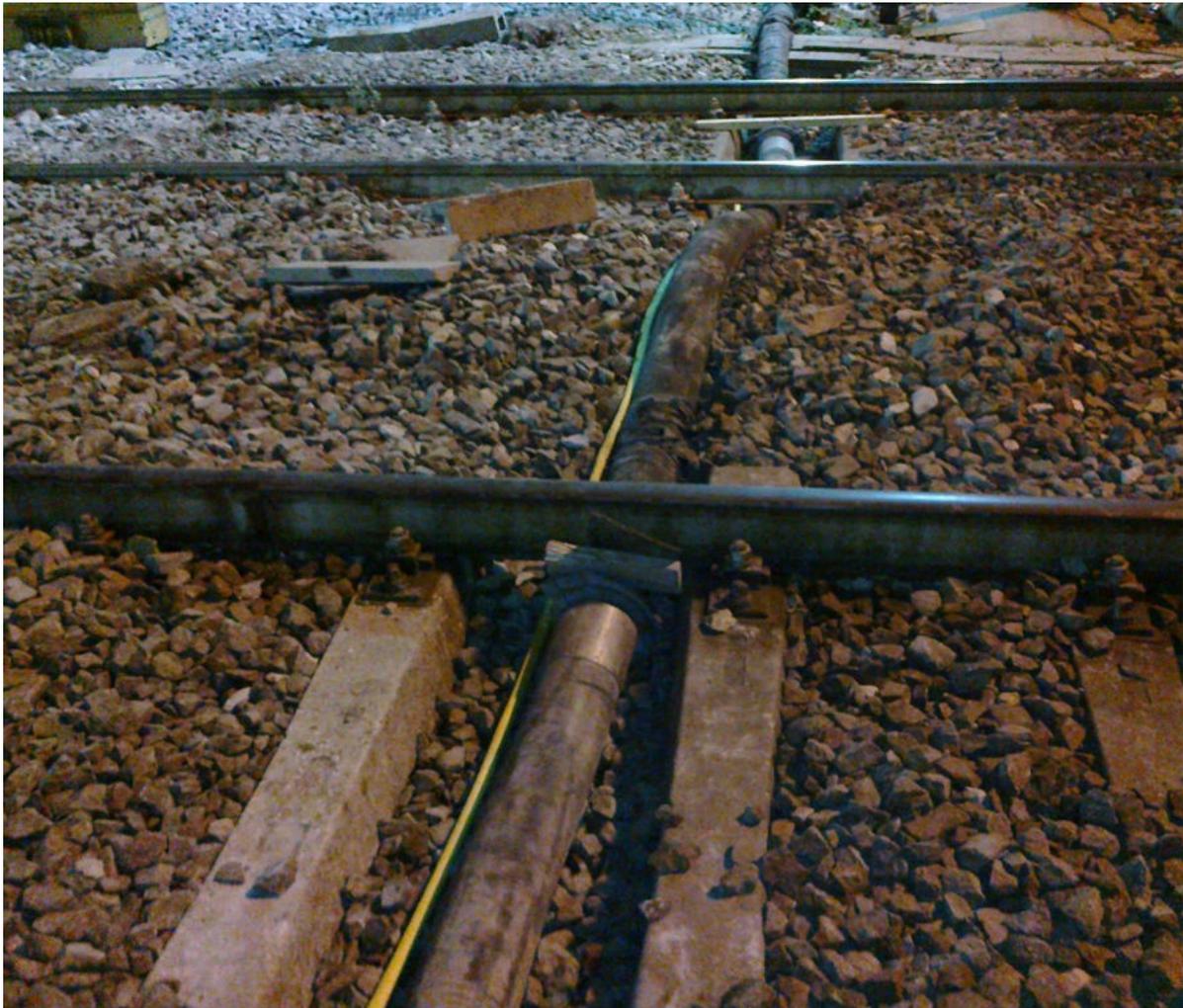
calcestruzzo confezionato all'impianto di betonaggio e trasportato in cantiere per la realizzazione delle struttura (messa in opera entro 2 ore dal confezionamento)

betoniera	<p>Durante il trasporto e nella fase di stazionamento in cantiere mantenere in agitazione il calcestruzzo con rotazione del tamburo a basso numero di giri</p> <p>Prima dello scarico portare i giri al massimo</p>
Autocarro cassonato	<p>Per calcestruzzi in classe di consistenza terra umida</p> <p>Dotato di copertura per proteggere il calcestruzzo dalla pioggia o dall'irraggiamento</p>

canala	pompa
<p>Scarico del calcestruzzo entro pochi metri di raggio</p> <p>Idonea per classi S4 – S5</p> <p>Segregazione non dipende dalla lunghezza della canale ma dall'orientazione della caduta libera del calcestruzzo (verticale)</p>	<p>Scarico a lunghe distanze (30 – 40 m)</p> <p>Idonea per classi S4 – S5</p> <p>$D \max < \frac{1}{4}$ del diametro della tubazione</p> <p>Dopo interruzioni di max 20 min effettuare pulizia</p>

1

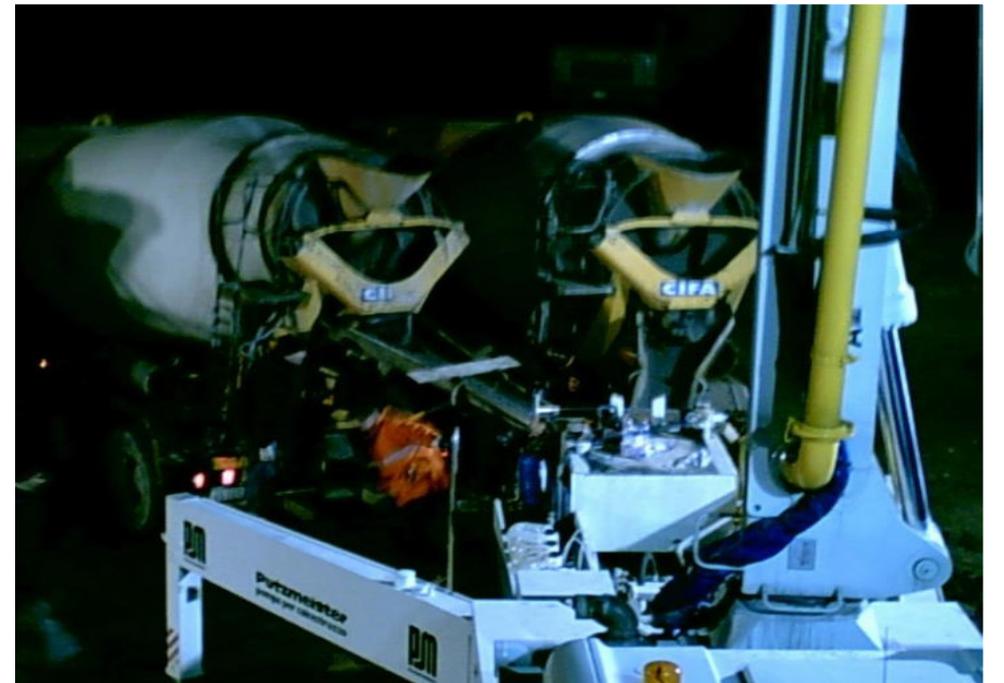
movimentazione



movimentazione



movimentazione



movimentazione



02 getto

2 getto

Posa in opera del calcestruzzo all'interno dei casseri per realizzare lo specifico elemento strutturale

- Altezza di caduta libera del calcestruzzo max 80 cm
- Utilizzare tubo getto immerso nel calcestruzzo
- Spessore strati orizzontali \approx 30 cm (dopo vibrazione)
- Non scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere con l'impiego del vibratore causa di segregazione e affioramento della pasta
- Predisporre cordolini di arresto per getti in pendenza
- Utilizzare waterstop per migliorare la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione

Getti contro terra

Attivare eventuali drenaggi

Pulizia del sottofondo

massetto di regolarizzazione con magrone o posa materiale isolante alla base

2

getto

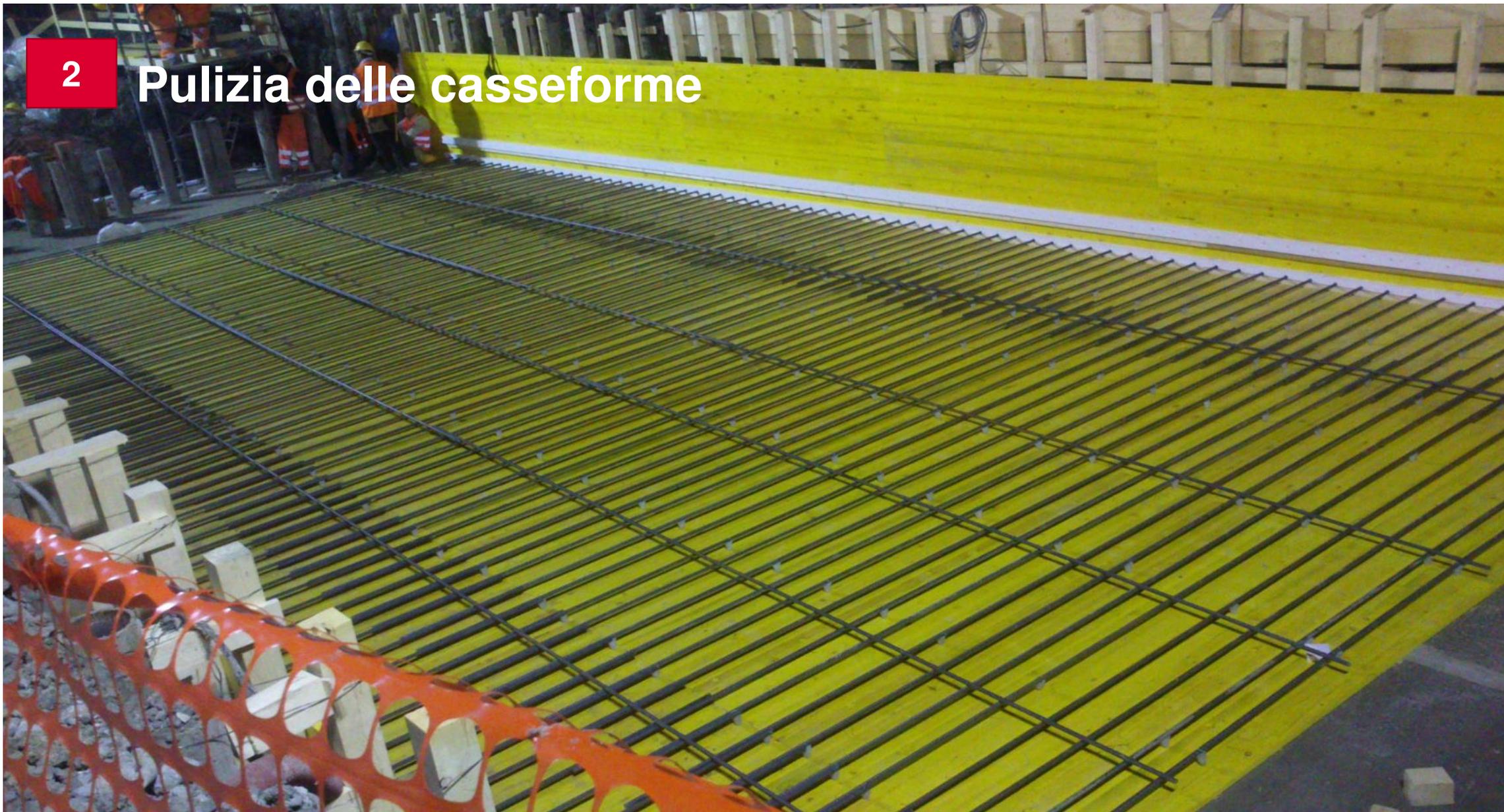
il getto può aver luogo solo a seguito della formale autorizzazione del Direttore Lavori

2 Posizione armature e degli inserti



2

Pulizia delle casseforme



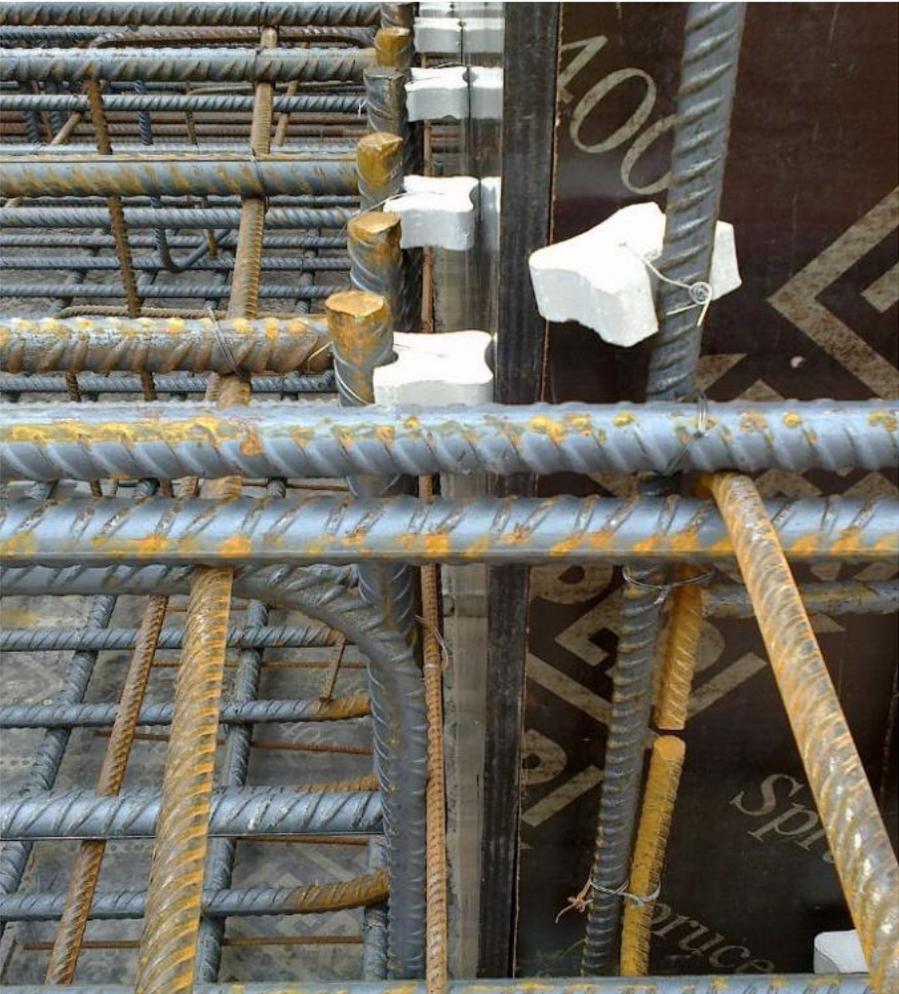
2

copriferro e distanziatori



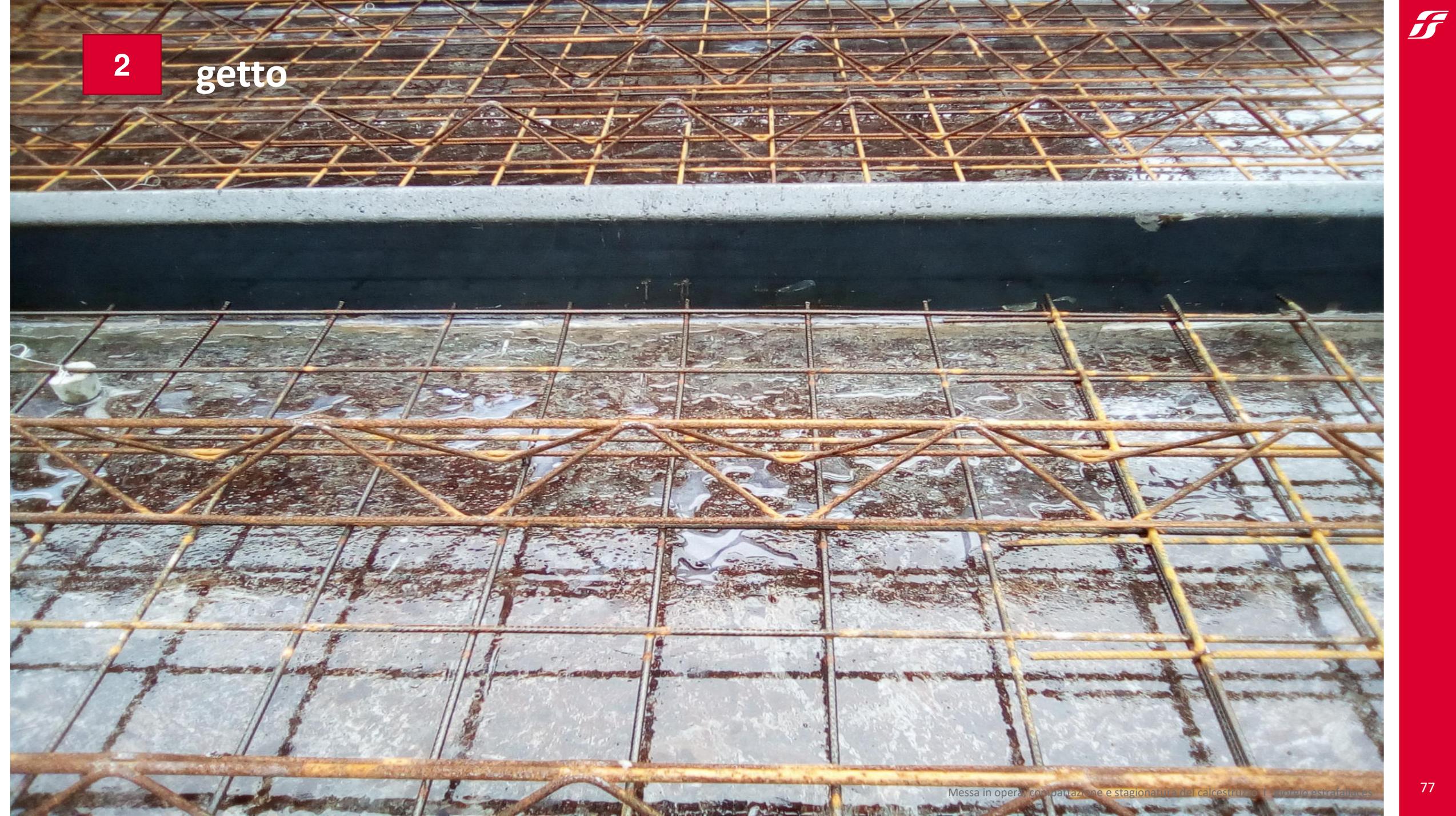
2

copriferro e distanziatori



2

getto



2

getto



03

compattazione

3 **compattazione**

Azione dinamica applicata nel corso della messa in opera tramite la vibrazione che assicura il costipamento del calcestruzzo

vibrazione fluidifica la malta, riduce l'attrito interno tra gli aggregati, minimizza il contenuto d'aria intrappolata nell'impasto, rende possibile ottenere la max densità

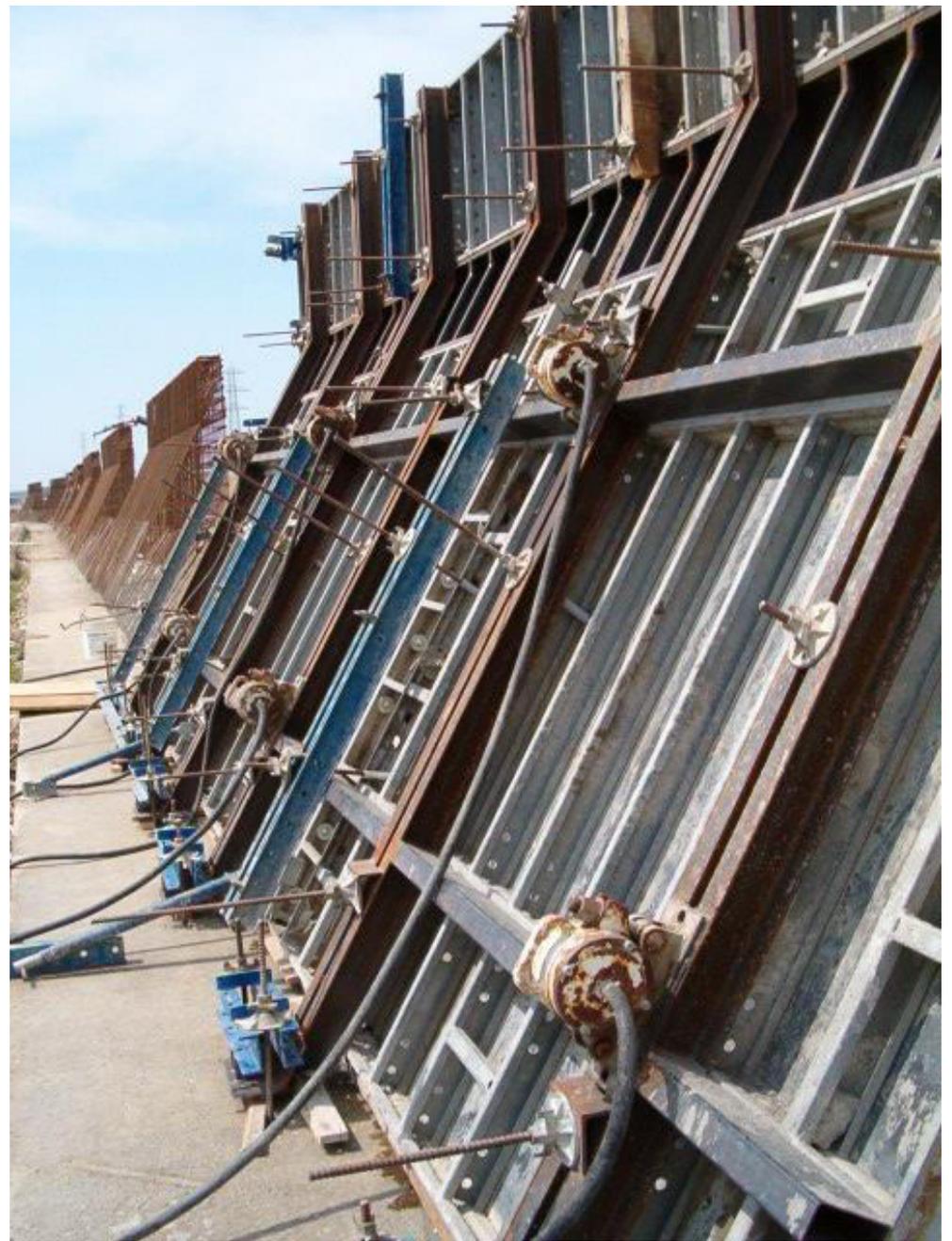
L'esecutore deve produrre un apposito documento indicando modalità operative in relazione agli specifici elementi da realizzare (documento soggetto ad approvazione del DL)

Interni (ad immersione)	Esterni (a parete)
Raggio di azione fino a 60 cm Frequenza tra 90 e 250 Hz Distanza di inserimento 30 – 70 cm Tempo di permanenza 5 – 30 secondi Ago introdotto per 5 – 10 cm nello strato sottostante (per impedire giunti freddi) Inserire l'ago in verticale Non affiancare alle barre	Usati negli impianti di prefabbricazione o per strutture con densità di armatura eccessiva

3

compattazione





3

compattazione



04

maturazione

4 maturazione

Comprende i **processi durante i quali il cls fresco sviluppa le sue proprietà** per effetto della progressiva idratazione del cemento

ordinaria	accelerata
A temperatura tra 5 e 32°C	Alta temperatura (e/o umidità e pressione)

Responsabile della corretta esecuzione è l'Appaltatore

Per consentire la corretta maturazione **è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata**

- Permanenza nei casseri per 3 ÷ 7 gg
- Applicazione di prodotti stagionanti (non utilizzare sulle superfici da trattare o lungo i giunti di costruzione)
- Irrorazione con acqua nebulizzata
- Copertura con teli bagnati, tessuto non tessuto, fogli di polietilene, ecc.
- Creazione di un cordolo perimetrale che permetta di mantenere la superficie ricoperta costantemente d'acqua

4

maturazione



4 getti in clima freddo

Condizione climatica in cui per 3 gg consecutivi:

Tamb media < 5°C

Tamb < 10°C per più di 12 ore

Induce un rallentamento nello sviluppo della resistenza
 Allunga i tempi di scassero
 Aumentano tempi di presa e di indurimento

- Rimuovere neve e ghiaccio da armature e fondo scavo
- Temperature pareti scavo $\geq 5^{\circ}\text{C}$
- Utilizzare casseforme in legno o coibentate (in metallo non hanno potere isolante)
- Mantenere la T_{cls} a 10°C dopo il getto
- Ridurre la dissipazione di calore
- Sospendere getti se $T_{\text{amb}} = 0^{\circ}\text{C}$
- Riscaldare acqua di impasto, aggregati, additivi

4

getti in clima freddo



4 getti in clima freddo

In fase di progettazione della miscela:

- ridurre rapp. a/c
- Uso additivi acceleranti / aeranti (resistenza ai cicli di gelo disgelo)
- protezione del calcestruzzo almeno fino allo sviluppo della resistenza minima a compressione di 5 N/mm²
- Considerare raffreddamento di 2 ÷ 5 °C per trasporto e tempi di attesa in cantiere

Temperatura e velocità di raffreddamento consigliate in relazione alle dimensioni della sezione

dimensione minima della sezione [mm²]			
<i>< 300</i>	<i>300 ÷ 900</i>	<i>900 ÷ 1800</i>	<i>> 1800</i>
temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
<i>13 °C</i>	<i>10 °C</i>	<i>7 °C</i>	<i>5 °C</i>
max velocità di raffreddamento per superfici di <u>cls</u> al termine del periodo di protezione			
<i>1,15 °C/h</i>	<i>0,90 °C/h</i>	<i>0,70 °C/h</i>	<i>0,45 °C/h</i>

4 getti in clima caldo

Condizione climatica con T_{amb} tra 32°C e 45°C

Velocità Vento > 5 km/h

Tasso evaporazione > 1 kg/m²/h

Rapida **evaporazione** dell'acqua di impasto ed elevata velocità di idratazione

Problematiche cls fresco

Rapida perdita di lavorabilità
Aumento fabbisogno acqua
Fessurazione per ritiro plastico
Riduzione dei tempi di presa
Rischi formazione di giunti freddi

Problematiche cls indurito

Aumento del ritiro
Insorgenza di fessure per gradienti termici
Maggior permeabilità
Diminuzione resistenze
Minore durabilità

- raffreddare l'impasto con acqua fredda o chips di ghiaccio in parziale sostituzione dell'acqua di impasto
- utilizzare additivi ritardanti o superfluidificanti ad effetto ritardante (incidono sui tempi di presa e di maturazione)

4 getti massivi

l'innalzamento termico del calcestruzzo in condizioni adiabatiche

$$\Delta t = (q * c) / (m * \rho)$$

q calore idratazione unitario del cemento (KJ/kg)

C dosaggio di cemento (kg/mc)

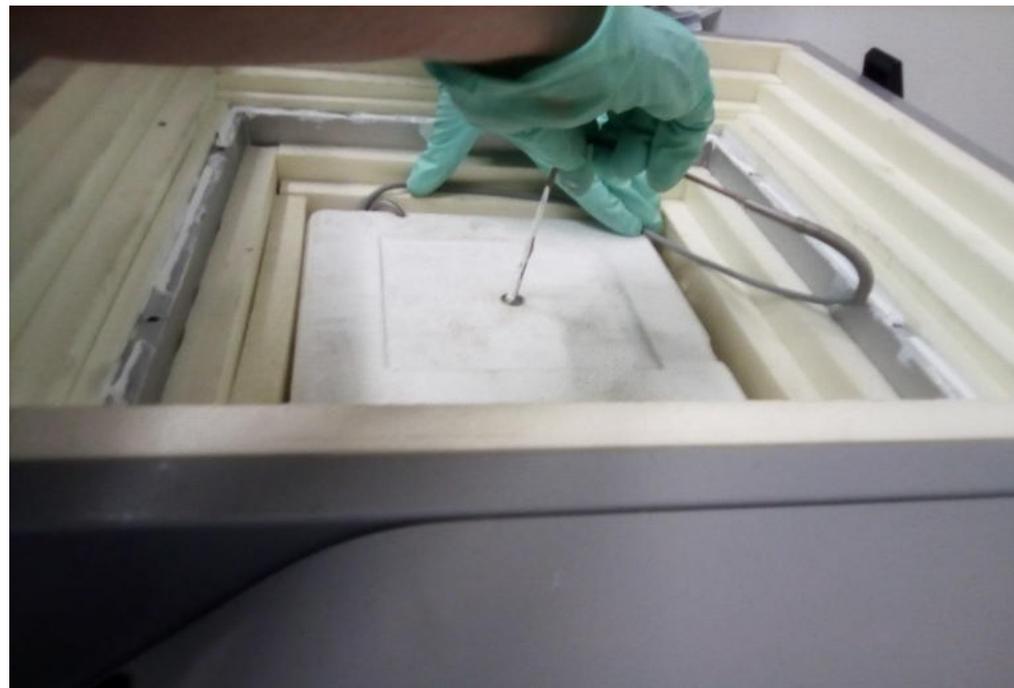
m massa volumica calcestruzzo (kg/mc)

ρ calore specifico del calcestruzzo ($\approx 1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$)

$$T_{\text{max raggiunta}} = t_{\text{iniziale}} + \Delta t$$

$T_{\text{max raggiunta}}$ picco termico

T_{iniziale} temperatura del cls fresco al confezionamento



4

assestamento plastico





grazie

g.estrafallaces@italferr.it