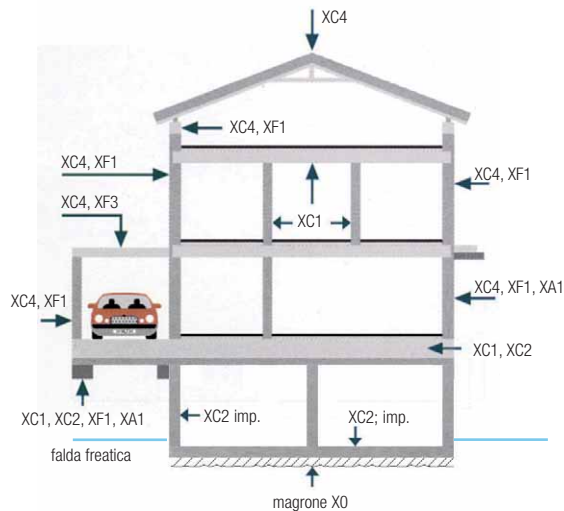


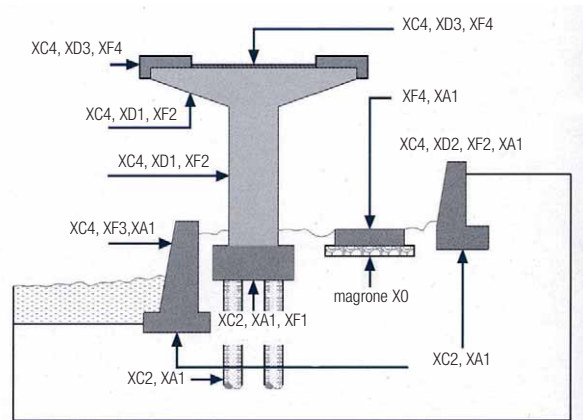
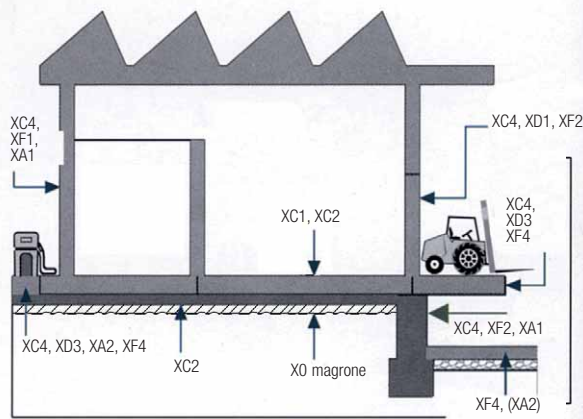
## CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE DELLE STRUTTURE DI UN EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

É compito del progettista prima di accingersi a dimensionare gli elementi strutturali, individuare tutte le possibili classi di esposizione in cui l'opera ricade e tra tutti i requisiti previsti per ciascuna classe scegliere quelli più stringenti.

Noto il tipo di struttura e la sua destinazione d'uso, attraverso un'analisi critica dell'ambiente in cui verrà realizzata, occorre individuare le classi di esposizione ambientale in accordo alle normative vigenti (UNI 11104: 2004) e i corrispondenti requisiti di durabilità previsti per ogni classe di esposizione in cui ricade una determinata opera e consistenti in: rapporto a/c massimo, contenuto minimo di cemento, classe di resistenza caratteristica minima e spessore minimo del copri ferro nominale.



## CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE DELLE STRUTTURE INDUSTRIALI E DELLE OPERE STRADALI



L'IMPIANTO ADOTTA UN PIANO DI CONTROLLO DI PRODUZIONE DI FABBRICA F.P.C. CERTIFICATO CON I.C.M.Q. ICMQ - CLS - 0755

SISTEMA QUALITA' AZIENDALE CERTIFICATO ISO 9001:2000



## Fratelli TESTA s.r.l.

Uffici: Via Cossali, 45 24050 - GHISALBA (BG) ITALY  
Ph. +39 0363 92155 - Fax +39 0363 900397

Impianto: Via Misericordia - 24068 SERIATE (BG) ITALY  
Ph. +39 035 303892 - Fax +39 035 4523712

ASSISTENZA TECNICA



Via Aldo Moro, 38 - 24050 ZANICA (BG) ITALY  
Ph. +39 035 670698 - Fax +39 035 671614 - [www.studiotest.it](http://www.studiotest.it)

# F.lli TESTA s.r.l.

ESTRAZIONE GHIAIA E SABBIA  
CALCESTRUZZO • DEMOLIZIONI  
CALCESTRUZZO PREMESCOLATO • LAVORI STRADALI  
SCAVI • FOGNATURE  
LIVELLAMENTI TERRENO • RIEMPIMENTI  
ASFALTATURE • ACQUEDOTTI



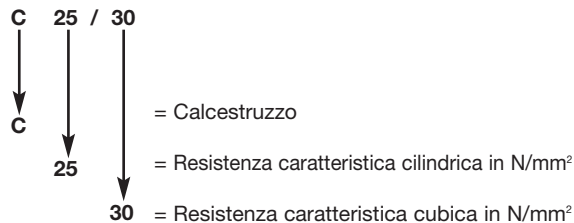
## CALCESTRUZZO TERMINI DESCRITTIVI CARATTERISTICI

<b>C 25/30</b>	<b>XC4 XF1</b>	<b>S4</b>	<b>D<sub>max</sub> = 32</b>	<b>CI 0,40</b>
classe di resistenza	classe di esposizione	consistenza	diametro massimo aggregato	contenuto cloruri

### DESCRIZIONE DELLA CLASSE DI RESISTENZA

C 25 / 30 : La lettera C indica la classe di resistenza a compressione per calcestruzzi normali e pesanti, i due valori indicano la resistenza a compressione cilindrica e cubica del calcestruzzo.

Il calcestruzzo può essere quindi classificato in funzione alla sua resistenza caratteristica a compressione rilevata a 28 giorni su cilindri di altezza 300 mm e diametro 150 mm (primo valore ) e quella misurata su cubi di 150 mm di lato (secondo valore).



### Classi di resistenza a compressione

Calcestruzzo ordinario		Calcestruzzo ad alte resistenze
C 8/10	C 28/35	C 55/67
C 12/15	C 32/40	C 60/75
C 16/20	C 35/45	C 70/85
C 20/25	C 45/55	C 80/95
C 25/30	C 50/60	C 90/105
		C 100/115

## INDIVIDUAZIONE DEI REQUISITI DI DURABILITÀ PER UN CALCESTRUZZO

CLASSE	AMBIENTE	MASSIMO RAPPORTO a/c	MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO Kg/m <sup>3</sup>	MINIMA CLASSE DI RESISTENZA
<b>X0</b>	<b>ASSENZA DI RISCHIO DI CORROSIONE O ATTACCO</b>			
		N.P.	N.P.	C12/15
<b>XC</b>	<b>CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE</b>			
XC1	asciutto o sempre bagnato	0,60	300	C25/30
XC2	bagnato, raramente asciutto	0,60	300	C25/30
XC3	umidità moderata	0,55	320	C28/35
XC4	ciclicamente asciutto e bagnato	0,50	340	C32/40
<b>XD</b>	<b>CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DA CLORURI ( ESCLUSI ACQUA DI MARE )</b>			
XD1	umidità moderata	0,55	320	C28/35
XD2	bagnato, raramente asciutto	0,50	340	C32/40
XD3	ciclicamente asciutto e bagnato	0,45	360	C35/45
<b>XS</b>	<b>CORROSIONE DA CLORURI DERIVANTI DA ACQUA DI MARE</b>			
XS1	esposto a salsedine	0,50	340	C32/40
XS2	permanente sommerso	0,45	360	C35/45
XS3	spruzzi o marea	0,45	360	C35/45
<b>XF</b>	<b>CALCESTRUZZO SOGGETTO AD ATTACCHI DA CICLI DI GELO E DISGELO (1)</b>			
XF1	moderata saturazione d'acqua senza agente disgelante	0,50	320	C32/40
XF2	moderata saturazione d'acqua con agente disgelante	0,50 <sup>a</sup>	340	C25/30
XF3	elevata saturazione d'acqua senza agente disgelante	0,50 <sup>a</sup>	340	C25/30
XF4	elevata saturazione d'acqua con agente disgelante	0,45 <sup>a</sup>	360	C28/35
<b>XA</b>	<b>CALCESTRUZZO SOGGETTO AD ATTACCO CHIMICO (2)</b>			
XA1	attacco chimico debole	0,55	320 <sup>a</sup>	C28/35
XA2	attacco chimico moderato	0,50	340 <sup>a</sup>	C32/40
XA3	attacco chimico forte	0,45	360 <sup>a</sup>	C35/45

a) aria inglobata minimo = 3%

b) Per attacco chimico da solfati i cementi dovranno rispettare le prescrizioni della norma UNI 9156

1) aggregati conformi UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo  
2) è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati.

## DESCRIZIONE DELLA CLASSE DI CONSISTENZA

CLASSE	SLUMP, UNI EN 12350-2 (mm)	CLASSE	SPANDIMENTO, UNI EN 12350-5 (mm)
S1	10-40	F1	< 340
S2	50-90	F2	350-410
S3	100-150	F3	420-480
S4	160-210	F4	490-550
S5	≥ 220	F5	560-620
		F6	≥ 630

CLASSE	INDICE COMPATIBILITÀ UNI EN 12350-4	CLASSE	CONSISTENZA, Tempo Vêbé UNI EN 12350-4 in secondi
C0	≥ 1,46	V0	≥ 31
C1	da 1,45 a 1,26	V1	da 30 a 21
C2	da 1,25 a 1,11	V2	da 20 a 11
C3	da 1,10 a 1,04	V3	da 10 a 6
		V4	da 5 a 3

In mancanza di diverse indicazioni negli elaborati di progetto, le miscele al momento del getto dovranno avere un abbassamento al cono di almeno 130 mm (S3) o uno spandimento di almeno 450 mm (F3)

### DESCRIZIONE CLASSE GRANULOMETRICA

L'assortimento granulometrico dovrà essere realizzato impiegando almeno 3 classi granulometriche. La massima dimensione nominale degli aggregati dovrà rispettare le indicazioni riportate al punto 5 della norma UNI 9858

8	11	16	22	32
---	----	----	----	----

### CONTENUTO MASSIMO DI CLORURI NEL CALCESTRUZZO <sup>a)</sup>

IMPIEGO DEL CALCESTRUZZO	CLASSE DI CONTENUTO IN CLORURI	Massimo contenuto di Cl- rispetto alla massa del cemento <sup>b)</sup>
SENZA ARMATURA	CI 1,00	% 1,00
CON ARMATURA	CI 0,20	% 0,20
	CI 0,40	% 0,40
CON ARMATURA PRECOMPRESSO	CI 0,10	% 0,10
	CI 0,20	% 0,20

a) La classe da applicare per uno specifico utilizzo del calcestruzzo dipende da esposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

b) Qualora siano impiegate aggiunte di tipo II e siano considerate nel computo del dosaggio di cemento, il contenuto in cloruri viene espresso come percentuale di ioni cloruro in massa rispetto a l cemento più la massa totale delle aggiunte considerate.

## VALORI LIMITE PER LE CLASSI DI ESPOSIZIONE ALL'ATTACCO CHIMICO NEL SUOLO NATURALE E NELL'ACQUA DEL TERRENO

Gli agenti chimici aggressivi di origine naturale (non derivanti, cioè da processi industriali) presenti sia nei terreni che nelle acque possono promuovere il degrado del calcestruzzo. Per questo motivo il progettista che si accinge a progettare una struttura interrata oppure idraulica deve richiedere che venga effettuata un'analisi chimica finalizzata ad accertare l'eventuale presenza di sostanze aggressive per il calcestruzzo.

In funzione dei valori delle concentrazioni degli agenti chimici rilevati (acidità del terreno pH, solfati SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, anidride carbonica aggressiva CO<sub>2</sub>, ioni ammonio NH<sup>4+</sup> e ioni magnesio Mg<sup>2+</sup>) si procede con la scelta della classe di esposizione più adeguata (XA1, XA2, XA3).

Caratteristica chimica	XA1	XA2	XA3
<b>ACQUA NEL TERRENO</b>			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	> 200 e < 600	> 600 e ≤ 3000	> 3000 e ≤ 6000
pH	≤ 6,5 e ≥ 5,5	< 5,5 e ≥ 4,5	< 4,5 e ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> mg/l aggressiva	≥ 15 e ≤ 40	> 40 e ≤ 100	> 100 fino a saturazione
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	≥ 15 e ≤ 30	> 30 e ≤ 60	> 60 e ≤ 100
Mg <sup>2+</sup> mg/l	≥ 300 e ≤ 1000	>1000 e ≤ 3000	> 3000 fino a saturazione
<b>TERRENO</b>			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg (a) ++	≥ 2000 e ≤ 3000 (b)	> 3000(b) e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
Acidità ml/kg	> 200 Baumann Gully	non incontrato in pratica	

(a) I terreni argillosi con una permeabilità minore di 10<sup>-5</sup> m/s possono essere classificati in una classe inferiore

(b) il limite di 3000 mg/kg deve essere ridotto a 2000 mg/kg se esiste il rischio di accumulo di ioni solfato nel calcestruzzo causato da cicli di essiccamento/ bagnatura oppure suzione capillare