



ING. ENRICO ULISSE AVANZI

Galleria Bernardino da Feltre 8 - R O V I G O
Tel. (0425) 422.499 - Telefax (0425) 699.098

ingegneria.avanzi@libero.it
stavanzi@tin.it



REGIONE CAMPANIA

PROVINCIA BENEVENTO

IMPIANTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI
ex Legge n. 87 del 05.07.2007
in località "LA NOCECCHIA" in Comune di
SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)



DANECO IMPIANTI SRL Socio Unico
Sede legale e amministrativa:
via G. Bensi 12/5 - 20152 Milano

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUI MATERIALI DA IMPIEGARE

Progettista: Ing. Enrico Ulisse Avanzi

	6		
	5		
	4		
	3		
	2		
Novembre 2010	1	EMISSIONE	Avanzi
DATA	REV.	STATO	REDATTO

Protocollo : 523-11/10	ELABORATO N. : IP.8.c	Redatto :
Data : Novembre 2010		Verificato :
		Approvato:
Nome File : 523-1110-IP8c.01.pdf		COLLABORATORE :

INDICE

1	Calcestruzzo	2
1.1	Calcestruzzo per Palificata	2
1.2	Calcestruzzo per Travi di testa	2
1.3	Classi di esposizione del calcestruzzo	3
1.4	Classi di consistenza del calcestruzzo	4
1.5	Classi del calcestruzzo riferite alle dimensioni massime dell'aggregato	5
1.6	Mix Design	6
1.7	Confezionamento.....	6
1.8	Trasporto e posa in opera.....	7
1.9	Controllo sul calcestruzzo fresco.....	8
1.10	Maturazione del calcestruzzo	9
1.11	Controllo sul calcestruzzo indurito.....	10
1.12	Vita nominale	11
1.13	Conformità alla normativa.....	11
1.14	Diagramma tensioni - deformazioni.....	12
2	Acciaio per c.a.	13
2.1	Accertamento delle proprietà meccaniche	14
2.2	Caratteristiche dimensionali e di impiego	14

Oggetto: IMPIANTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI ex Legge n. 87 del 05.07.2007 in località "LA NOCECCHIA" in Comune di SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN).

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA

RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI

1 Calcestruzzo

1.1 Calcestruzzo per Palificata

○ Classe di resistenza:	C25/30
○ R_{ck} – Resistenza caratteristica cubica:	300.00 Kg/cm ²
○ E_c – Modulo di elasticità longitudinale	314471.61 Kg/cm ²
○ Condizioni ambientali	Bagnato, raramente asciutto
○ Classe di esposizione	XC2
○ Rapporto acqua/cemento max	0.60
○ Classe di consistenza	S4
○ Diametro massimo degli aggregati	16 mm

Calcestruzzo per Travi di testa

○ Classe di resistenza:	C25/30
○ R_{ck} – Resistenza caratteristica cubica:	300.00 Kg/cm ²
○ E_c – Modulo di elasticità longitudinale	314471.61 Kg/cm ²
○ Condizioni ambientali	Bagnato, raramente asciutto
○ Classe di esposizione	XC2
○ Rapporto acqua/cemento max	0.60
○ Classe di consistenza	S3
○ Diametro massimo degli aggregati	16 mm

Classi di esposizione del calcestruzzo

Le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004 introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale (dove oltre al massimo rapporto a/c e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale), tali classi sono state riportate anche nelle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. Le norme UNI EN 206 -2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004 (per l'applicazione in Italia della EN 206) prevede quanto segue:

- Assenza di rischio di corrosione dell'armatura - X0; minima classe di resistenza: C12/15
- Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:
 - XC1 - asciutto o permanentemente bagnato: $a/c_{\max} = 0,60$ (0,65); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 300 (260); minima classe di resistenza: C25/30 (C20/25)
 - XC2 - bagnato, raramente asciutto: $a/c_{\max} = 0,60$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 300 (280); minima classe di resistenza: C25/30
 - XC3 - umidità moderata: $a/c_{\max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320 (280); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
 - XC4 - ciclicamente asciutto e bagnato: $a/c_{\max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:
 - XD1 - umidità moderata: $a/c_{\max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
 - XD2 - bagnato, raramente asciutto: $a/c_{\max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C32/40)
 - XD3 - ciclicamente bagnato e asciutto: $a/c_{\max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45
- Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare:
 - XS1 - esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare: $a/c_{\max} = 0,45$ (0,50); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
 - XS2 - permanentemente sommerso: $a/c_{\max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45
 - XS3 - zone esposte agli spruzzi o alla marea: $a/c_{\max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(340); minima classe di resistenza: C35/45
- Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti:

- XF1 - moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50(0,55)$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XF2 - moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50(0,55)$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(300); minima classe di resistenza: C25/30
- XF3 - elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(320); minima classe di resistenza: C25/30(C30/37)
- XF4 - elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(340); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- Attacco chimico da parte di acque del terreno e acque fluenti (p.to 4.1 prospetto 2 UNI EN 206-1):
 - XA1 - ambiente chimicamente debolmente aggressivo: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
 - XA2 - ambiente chimicamente moderatamente aggressivo: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(320); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
 - XA3 - ambiente chimicamente fortemente aggressivo: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360; minima classe di resistenza: C35/45.

I valori riportati in parantesi sono riferiti alla EN 206 la cui versione italiana è la UNI EN 206.

Le classi di resistenza minime (N/mm^2) sono espresse con due valori, riferiti il primo a provini cilindrici di diametro 150 mm ed altezza 300 mm (f_{ck}) e il secondo a provini cubici di spigolo pari a 150 mm (R_{ck}).

In letteratura, la classe di esposizione ambientale viene indicata con D_{ck} , in analogia alla classe di resistenza che viene comunemente indicata con R_{ck} .

Classi di consistenza del calcestruzzo

La lavorabilità del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Secondo le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004, la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classe di consistenza del calcestruzzo. La misura della lavorabilità deve essere condotta dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo.

- Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:
 - S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
 - S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
 - S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
 - S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
 - S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm.
- Classi di consistenza mediante misura della compattabilità:
 - C0 - indice di compattabilità: $\geq 1,46$
 - C1 - indice di compattabilità: da 1,45 a 1,26
 - C2 - indice di compattabilità: da 1,25 a 1,11
 - C3 - indice di compattabilità: da 1,10 a 1,04
 - C4 (solo per calcestruzzi leggeri) - indice di compattabilità: $< 1,04$
- Classi di consistenza mediante la [misura dello spandimento](#)
 - F1 - diametro spandimento: ≤ 340 mm
 - F2 - diametro spandimento: da 350 a 410 mm
 - F3 - diametro spandimento: da 420 a 480 mm
 - F4 - diametro spandimento: da 490 a 550 mm
 - F5 - diametro spandimento: da 560 a 620 mm
 - F6 - diametro spandimento: ≥ 630 mm

In Italia la consistenza del calcestruzzo è espressa in termini di classi di abbassamento al cono o di classi di spandimento.

La classe di consistenza deve essere valutata in funzione della struttura da realizzare al fine di rendere più facile l'operazione di posa in opera.

Classi del calcestruzzo riferite alle dimensioni massime dell'aggregato

Le dimensioni massime dell'aggregato sono in relazione con lo spessore del copriferro e con l'interferro minimo delle armature metalliche.

Se il calcestruzzo è classificato in funzione della dimensione massima dell'inerte, la classificazione farà riferimento alla dimensione nominale più elevata della frazione di aggregato più grossa che si indica con Dmax.

Dmax rappresenta la dimensione massima dello staccio con il quale è determinata la dimensione dell'aggregato secondo la UNI EN 12620.

La dimensione massima dell'aggregato deve essere scelta in modo che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre d'armatura senza pericolo di segregazione.

Secondo quanto stabilito dalle NTC e dalla relativa Circolare esplicativa delle NTC, il diametro massimo dell'inerte deve essere tale che:

- $D_{max} < 1/4$ della dimensione minima dell'elemento strutturale per evitare di aumentare la eterogeneità del materiale;

- $D_{max} < \text{dell'interferro (in mm)} - 5 \text{ mm}$ per evitare che l'aggregato più grosso ostruisca il flusso del calcestruzzo attraverso i ferri di armatura;
- $D_{max} < 1,3[7]$ dello spessore del copriferro per evitare che tra i casseri e l'armatura sia ostruito il passaggio del calcestruzzo.

Mix Design

Nell'eseguire il mix design si devono tenere in considerazione alcune correlazioni quali:

- la lavorabilità cresce all'aumentare della quantitativo di acqua utilizzata per l'impasto e dipende dalle caratteristiche degli inerti utilizzati (diametro massimo previsto e superficie dell'inerte: liscia o scabra) oltre che dalla presenza di eventuali additivi specifici;
- la resistenza meccanica invece è funzione del rapporto acqua/cemento e della quantità di cemento da utilizzare (se misurata a 28 giorni dipende anche dal tipo e dalla classe del legante) al diminuire della prima e al crescere della seconda aumenta la resistenza meccanica;
- il grado di durabilità cresce in maniera inversamente proporzionale con il rapporto a/c.

Ma un idoneo progetto di miscela è condizione necessaria ma non sufficiente a garantire in opera un calcestruzzo con le qualità richieste dal progettista. Infatti la qualità del calcestruzzo in opera dipende dal processo esecutivo, il quale è indipendente dal mix design. È necessario pertanto posare a regola d'arte il conglomerato fresco che deve essere gettato e costipato in maniera adeguata (a rifiuto) ed inoltre subito dopo la sua scasseratura per un adeguato numero di giorni (almeno 3) si dovrà procedere ad un'idonea stagionatura del getto, per proteggerlo dall'evaporazione eccessiva.

1.2 Confezionamento

La produzione del calcestruzzo senza processo industrializzato è consentita per produzioni limitate previa qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" di cui all'art. 11.2.3 delle NTC.

La stagrande maggioranza del calcestruzzo è oggi prodotto con processo industrializzato attraverso impianti industrializzati fissi o in impianti industrializzati installati nei cantieri e pertanto temporanei.

La composizione della miscela, studiata in base ai requisiti che il calcestruzzo dovrà possedere (sia allo stato fresco che indurito), è oggetto di un apposito studio, chiamato mix design, effettuato dal produttore, per rispettare le prescrizioni del progettista delle strutture, tenendo conto di numerose variabili quali:

- resistenza meccanica, durabilità, modulo di elasticità ecc.
- esigenze esecutive quali lavorabilità, modalità di getto, maturazione, ecc.
- materiali disponibili quali tipo di cemento, aggregati, additivi, aggiunte, ecc.

1.3 Trasporto e posa in opera

Il trasporto del calcestruzzo fresco viene effettuato in genere tramite autobetoniere, che in Italia sono poste su mezzi a 3 o 4 assi, o autobetonpompe, cioè autobetoniere dotate di pompa per calcestruzzo.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto (DDT) l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si può operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti.

In questa evenienza si può utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possenga i requisiti di lavorabilità richiesti.

In questo caso però deve essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dal Direttore dei Lavori che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Il calcestruzzo, una volta in cantiere, va gettato in un'apposita cassaforma.

Esso, infatti, ha l'apparenza di un fluido denso privo di forma: la cassaforma serve, appunto, a dare forma al calcestruzzo e a creare, quindi membrature quali pilastri, travi, solai, solette, fondazioni; per formare mattoni o blocchi di calcestruzzo può essere usata una macchina apposita chiamata blocchiera.

All'interno delle casseforme, nel caso di calcestruzzo armato, sono già presenti le barre di armatura disposte secondo gli elaborati strutturali di progetto.

Per garantire il copriferro di progetto ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura (interferro), vengono utilizzati dei distanziatori che devono essere in plastica o a base di malta cementizia (per evitare punti di innesco della corrosione) di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

Prima di procedere al getto però è necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto, in particolare, in caso di casseforme in legno, deve essere eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

Durante il getto, che viene in genere realizzato tramite pompa per calcestruzzo, si devono prendere tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5 °C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla Direzione dei lavori anche qualora la temperatura ambientale superi i 33 °C.

Una volta gettato nella cassaforma, il calcestruzzo va opportunamente vibrato, onde evitare la formazione all'interno del manufatto di cavità e macrodifetti (nidi di ghiaia, ecc.)), che rendendo la matrice cementizia più permeabile agli agenti aggressivi esterni potrebbero abbassare il grado di durabilità del calcestruzzo oltre a creare, dal punto di vista meccanico, pericolose discontinuità nel materiale.

Nel caso siano previste riprese di getto, prima della posa del nuovo calcestruzzo, deve essere preliminarmente rimosso, mediante scarifica con martello, lo strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito.

Tale superficie, che deve possedere una elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) e deve essere opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata devono essere disposti dei giunti water-stop ad esempio in materiale bentonitico idroespansivo.

I profili water-stop devono essere opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice.

1.4 Controllo sul calcestruzzo fresco

Per accertare l'idoneità del calcestruzzo fornito in cantiere, le norme indicano due criteri di valutazione delle resistenze:

- il controllo di tipo "A", che si riferisce a getti di miscela omogenea non siano superiori a 1500 m³ (p.to 11.2.5.1 NRC 2008);
- il controllo di tipo "B" o controllo statistico, da applicarsi obbligatoriamente [8] nel caso i getti di miscela omogenea siano superiori a 1500 m³ (p.to 11.2.5.2 NTC 2008).

Il direttore dei lavori è responsabile delle operazioni relative ai controlli, ossia del prelievo, della richiesta di prove e dell'invio dei campioni ad un laboratorio ufficiale o autorizzato, e della successiva elaborazione degli esiti per la verifica dell'effettiva resistenza caratteristica.

Il prelievo consiste nella confezione, durante un determinato getto, di due provini, che saranno poi maturati in ambiente idoneo (*) ed inviati ad un laboratorio autorizzato per il rilascio della certificazione ufficiale del risultato di resistenza per rottura a compressione. La media delle due resistenze costituisce la resistenza di prelievo.

In entrambi i criteri di valutazione è stabilito almeno un prelievo ogni giorno di getto di miscela omogenea inoltre nel controllo di tipo A deve essere effettuato un controllo anche ogni 100 metri cubi di calcestruzzo omogeneo messo in opera.

Questa ultima prescrizione, anche se non espressamente richiesta dalla norma, andrebbe seguita anche per il controlli di tipo B.

Il Direttore dei Lavori può prescrivere l'asporto di ulteriori campioni.

Se i controlli di legge non vengono verificati, si deve procedere al declassamento della Rck di progetto (si assume quel valore che permette che la verifica prescelta sia positiva) sempre che gli interventi strutturali necessari a compensare la riduzione del valore di Rck siano ancora economicamente convenienti, altrimenti si deve procedere all'abbattimento della struttura o di parte di essa.

1.5 Maturazione del calcestruzzo

Il passaggio dallo stato fluido del calcestruzzo a quello rigido, a causa della presa e dell'indurimento del conglomerato, fino al raggiungimento delle prestazioni meccaniche richieste nel materiale viene indicato con il termine maturazione del calcestruzzo. La maturazione è dovuta a una serie di reazioni chimico - fisiche che avvengono durante l'idratazione del cemento. Una volta messo a riposo nella cassaforma, il calcestruzzo fresco ha bisogno di maturare per un certo periodo. È questo il periodo in cui l'acqua reagisce con il cemento, generando il fenomeno dell'idratazione, che trasforma i granelli di cemento in cristalli che, interagendo tra loro, induriscono il manufatto. Durante la maturazione il calcestruzzo, essendo costituito da leganti idraulici, ha bisogno di rimanere il più possibile in ambiente umido ($U.R.\% > 95\%$), per garantire che avvenga il completo processo di idratazione. Pertanto durante la maturazione è bene prendere tutte quelle precauzioni necessarie a ridurre l'evaporazione dell'acqua dal calcestruzzo, perché altrimenti si possono manifestare lesioni, tipiche da ritiro igrometrico nonché una struttura eccessivamente porosa tali da compromettere la resistenza finale e il grado di durabilità del calcestruzzo armato.

Pertanto il clima, in questa fase, è di fondamentale importanza:

- l'aria troppo secca;
- una temperatura esterna troppo elevata (superiori ai 30-35 °C);
- una velocità dell'aria elevata;

possono favorire un'eccessiva evaporazione.

Per questo motivo, per ottenere il massimo sviluppo di resistenza e una struttura compatta ed impermeabile, che garantisce una adeguata durabilità al materiale, è necessario ritardare il più possibile l'operazione di rimozione dei casseri (scasseratura), a meno che si utilizzino tecniche di stagionatura differenti come la bagnatura delle superfici del calcestruzzo indurito, l'utilizzo di agenti stagionanti (curing compound) o di tessuti imbibiti che garantiscono la saturazione delle superfici esposte all'aria.

In realtà anche temperature esterne troppo basse (inferiori allo 0°) sono negative perché si possono produrre nella struttura dei dannosissimi cristalli di ghiaccio, che abbattano la resistenza finale del manufatto.

Gli additivi nel conglomerato sono scelti anche in base al clima durante il quale dovrà avvenire la maturazione del calcestruzzo, onde evitare i predetti problemi. Si deve oltretutto fare attenzione allo spessore del manufatto: se l'elemento strutturale che stiamo gettando ha il lato minore molto grande (superiore a 70–80 cm) possono verificarsi delle lesioni (più importanti di quelle da ritiro) dovute all'eccessivo calore di idratazione sviluppato nel cuore della struttura; infatti il processo di idratazione, che avviene nelle prime ore del getto, provoca un innalzamento della temperatura del calcestruzzo.

1.6 Controllo sul calcestruzzo indurito

Una volta indurito, si può risalire al valore della resistenza meccanica del calcestruzzo con l'ausilio di tecniche non distruttive (sclerometro, sonreb, ecc.) o mediante prove distruttive che consistono nel prelievo di carote di calcestruzzo.

Questi controlli di norma si effettuano su strutture esistenti o su strutture in fase di realizzazione qualora le prove su cubetti prelevati dal Direttore dei Lavori (o da un suo assistente) durante il getto abbiano dato esito negativo e in generale ogniqualvolta la D.L. lo ritenga opportuno quando ad esempio ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Secondo le NTC 2008 al punto 11.2.6 attraverso tali controlli sul calcestruzzo indurito il Direttore dei Lavori deve verificare che il conglomerato in opera abbia una resistenza non inferiore all'85% di quella di progetto.

Le modalità di estrazione di carote sono riportate dalle UNI EN 12504-1.

È importante che la carota sia estratta:

- da una zona a bassa o nulla presenza di armature (prima del carotaggio andrebbe effettuata una prova non distruttiva con il pacometro),
- lontano da giunti, nodi strutturali o altri punti singolari;
- lontano dagli spigoli;
- lontano dalle parti sommitali dei getti.

Prima di estrarre le carote è necessario aspettare un determinato periodo di tempo, (variabile in funzione delle temperature ambientali), in modo che il calcestruzzo in opera abbia raggiunto un grado di maturazione equivalente a quello dei provini (28 giorni alla temperatura di 20 °C). Le carote estratte devono rispettare le seguenti relazioni dimensionali:

- $D \geq 3 d_{max}$ (diametro massimo dell'inerte)
- $H \approx 2 D$ o $H \approx D$ (non sono ammessi valori intermedi)

Una volta estratte, mediante una carotatrice elettrica, seulle carote devono essere riportati almeno l'indicazione della direzione di carotaggio (orizzontale o verticale) e del punto di estrazione.

Le estremità delle carote devono essere preparate (mediante molatura o cappatura), conformemente all'appendice A della UNI EN 12390/3 e sottoposte ad una prova di compressione secondo le prescrizioni della UNI EN 12504-1.

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita utile deve essere stabilita in fase progettuale, con riferimento alla durabilità delle costruzioni, del dimensionamento delle strutture e della scelta dei materiali, ecc. (p.to C.2.4.1 della Circolare n.617/09).

Il D.M. 14.01.2008 ad esempio prevede per opere ordinarie una vita nominale ≥ 50 anni

È bene chiarire che la vita utile non è la vita effettiva dell'opera, che dipende da fattori non prevedibili in fase progettuale.

Di norma la vita effettiva di un'opera è maggiore di quella nominale poiché spesso su questa si effettuano interventi di manutenzione strutturale che ne allungano la durata.

1.7 Conformità alla normativa

Il D.M.del 14/01/2008 (NTC) al p.to 11.2.8 prevede che gli impianti di produzione di calcestruzzo con processo industrializzato debbano essere dotati di certificazione del Controllo del processo di Fabbrica (Factory Production Control o FPC)[17] rilasciato da un organismo terzo indipendente autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici,il quale assicura che il calcestruzzo prodotto abbia i requisiti previsti dalle NTC.

Copia di tale certificato deve essere acquisito dal Direttore dei Lavori prima dell'inizio della fornitura.

Il Direttore dei lavori verifica inoltre che gli estremi della certificazione FPC siano riportati sui documenti di accompagnamento della fornitura.

Nel certificato FPC devono essere riportati i seguenti dati:

- il nome dell'organismo notificato;
- il numero del certificato che deve essere riportato sul documento di trasporto (DDT). Se il DDT non riporta gli estremi dell'FPC il Direttore dei Lavori deve rifiutare la fornitura;
- l'oggetto della certificazione (es. produzione e distribuzione di calcestruzzo preconfezionato);

- il nome e l'indirizzo dello stabilimento di produzione;
- il riferimento alla norma D.M. 14.01.2008;
- la data di emissione.

1.8 Diagramma tensioni - deformazioni

Esaminiamo la risposta istantanea del calcestruzzo.

Se sottoponiamo un provino di calcestruzzo cilindrico ad una prova rapida di compressione si avrà il seguente andamento:

- fino a valori della tensione di compressione pari a circa il 40% di quella di rottura f_c si registra un andamento del diagramma approssimativamente rettilineo cioè il materiale ha un comportamento assimilabile all'elastico lineare a compressione ma non reagente a trazione. Questo campo viene utilizzato per il metodo delle tensioni ammissibili ma anche per le verifiche agli stati limite di esercizio.
- Per sforzi di intensità maggiori il diagramma risulta sensibilmente parabolico fino ad un valore della deformazione denominato ϵ_{c1} . A tale valore corrisponde anche la massima tensione di compressione f_c che è praticamente il valore della tensione di rottura; questo campo è utilizzato per le verifiche allo stato limite ultimo.

Il cedimento del provino non è però istantaneo, essendo collegato ad un processo di microfessurazione in rapida evoluzione.

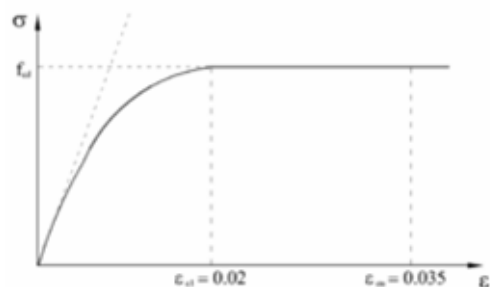
Segue pertanto un secondo tratto discendente (fase di incrudimento o comportamento softening) dall'andamento curvilineo, limitato dalla deformazione ultima di rottura denominata ϵ_{cu} , cui corrisponde un valore finale della tensione sul provino σ_{cu} alquanto inferiore al valore massimo registrato in precedenza.

All'atto dello scarico la deformazione è solo parzialmente reversibile e la parte irreversibile aumenta con l'aumentare dello sforzo.

Se dopo l'applicazione di carichi di breve durata si vuole tener conto di deformazioni irreversibili il valore di E va ridotto del fattore 0,85.

Come si evince la risposta istantanea è difficilmente confinabile nell'ambito della teoria di elasticità lineare, in quanto il materiale presenta spiccate caratteristiche di non linearità e di plasticità sin dai livelli più bassi di sollecitazione. Si verifica inoltre che già per bassi valori di sforzo, le deformazioni sono tanto più elevate quanto più lenta è la velocità di carico e quanto più lunga è la durata della sua applicazione.

Pertanto le considerazioni riguardanti la risposta istantanea di un calcestruzzo diventano più marcate per effetto di carichi che permangono per lunghi periodi a seguito della comparsa di deformazioni differite nel tempo (fenomeno del fluage), le quali, si sommano a quelle immediate.



2 Acciaio per c.a.

- Tipo di acciaio: B450C
- f_{yk} – Resistenza caratteristica di snervamento: 4587.16 Kg/cm²
- f_{yd} – Tensione di calcolo di snervamento: 3988.83 Kg/cm²
- f_{db} – Tensione tangenziale di aderenza acciaio/clt: 26.86 Kg/cm²
- E_s – Modulo di elasticità longitudinale acciaio: 2100000.00 Kg/cm²
- ϵ_{su} – Deformazione massima dell'armatura tesa: 0.06750

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y, nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_t/f_{y, nom})_k$	$< 1,35$	
Allungamento $(A_{gt})_k$	$< 1,25$	10.0
	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

2.1 Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f_{(0,2)}$.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

2.2 Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- - in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti previsti dalla normativa vigente al § 11.3.1.7.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5

Le barre sono caratterizzate dal diametro Φ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro Φ compreso tra 6 e 40 mm. Per gli acciai B450A il diametro Φ delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\Phi \leq 16$ mm per B450C e fino a $\Phi \leq 10$ mm per B450A.