

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI FERMO
COMUNE DI FERMO





IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO RELAZIONE SUI MATERIALI		CLASSE	10.3
		STRUTTURE - ELABORATI GENERALI	
		N. TAVOLA	10.3.2
		FORMATO	A4
		SCALA	/
CODIFICA ELABORATO	23008-OW-C-101-RS-036-MA1-1		

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	06/11/2024	SECONDA EMISSIONE	A.LABBATE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
00	28/06/2024	PRIMA EMISSIONE	B.BARONE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 CITTA' DI FERMO Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM) DOTT. Mauro Fortuna RUP	 Via Resuttana 360 90142 -PALERMO OWAC Engineering Company S.R.L. ING. Rocco Martello Direttore Tecnico UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PDR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM	 Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA) EDILALTA S.R.L. DOTT. Angelantonio Disabato Socio Mandante  Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN) ANAERGIA S.R.L. DOTT. Andrea Parisi Istitore



01	B.BARONE	06/11/2024	C.BUTTICE'	06/11/2024	R.MARTELLO	06/11/2024
00	B.BARONE	27/06/2024	C.BUTTICE'	28/06/2024	R.MARTELLO	28/06/2024
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA



Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	RELAZIONE SUI MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....	6
2.1.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI.....	6
2.2.	CALCESTRUZZI	7
2.2.1.	<i>Caratteristiche meccaniche.....</i>	7
2.2.2.	<i>CALCESTRUZZI PER OPERE GETTATE IN OPERA (FONDAZIONI).....</i>	7
2.2.3.	<i>CALCESTRUZZI PER MAGRONE DI FONDAZIONE.....</i>	8
2.2.4.	<i>COPRIFERRI</i>	8
2.2.5.	<i>NORME PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DI CALCESTRUZZO</i>	9
2.2.5.1.	<i>Controlli di accettazione</i>	10
2.3.	ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO	11
2.3.1.	<i>CARATTERISTICHE MECCANICHE.....</i>	11
1.1	<i>≥540 N/MM².....</i>	11
2.3.2.	<i>Controlli di accettazione.....</i>	14
2.4.	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	15
2.4.1.	<i>Caratteristiche meccaniche.....</i>	15
2.4.2.	<i>Certificazione profilati</i>	17
2.4.3.	<i>Controlli di accettazione in cantiere profilati</i>	20
2.4.4.	<i>Le classi di resistenza delle viti.....</i>	22
2.4.5.	<i>Le classi di resistenza dei dadi.....</i>	23
2.4.6.	<i>Serraggio.....</i>	23
2.4.7.	<i>Dispositivi anti-svitamento.....</i>	24
2.5.	PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P – PRODUZIONE IN SERIE	27
2.6.	CALCESTRUZZO CONFEZIONATO IN STABILIMENTO PER I MANUFATTI PREFABBRICATI.....	27
2.6.1.	<i>CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO.....</i>	27
2.6.2.	<i>STRUTTURE EDIFICIO 2 E 5.....</i>	27
2.6.3.	<i>STRUTTURA UFFICI E SPOGLIATOI.....</i>	28
2.6.4.	<i>Locale officina</i>	28
2.6.5.	<i>STRUTTURA VASCA IDRICA</i>	29
2.7.	STRUTTURE FONDAZIONI A SERVIZIO DELLE ATTREZZATURE.....	29
2.8.	STRUTTURE A SERVIZIO DEI PROCESSI INDUSTRIALI.....	30



1. PREMESSA

Il presente documento tratta i materiali da costruzione utilizzati per la realizzazione dei vari elementi strutturali. Le strutture presenti sono:

- ✓ Edificio 2 (in elevazione prefabbricata in calcestruzzo armato, in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera)
- ✓ Edificio 5 (in elevazione prefabbricata in calcestruzzo armato, in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera)
- ✓ Edificio uffici e spogliatoi (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera)
- ✓ Locale officina (fondazione in cemento armato e struttura in elevazione in acciaio)
- ✓ Biofiltro primario (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera)
- ✓ Biofiltro secondario (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera);
- ✓ Fondazione che sorregge il digestore primario, digestore secondario, serbatoi di idrolisi; (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera) ;
- ✓ Fondazione compressore metano; (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera;)
- ✓ Fondazione pesa autocarri; (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera) ;
- ✓ Fondazione basamento upgrading; (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera) ;
- ✓ Vasca idrica (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera) ;
- ✓ Stazionamento caricamento carri bombolai (in elevazione e in fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera);
- ✓ Vasca impianto in WWT (fondazione ed elevazione in cemento armato);
- ✓ Vasca conferimento (fondazione ed elevazione in cemento armato);
- ✓ Vasca digestato liquido (fondazione ed elevazione in cemento armato).



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione Civile,
Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

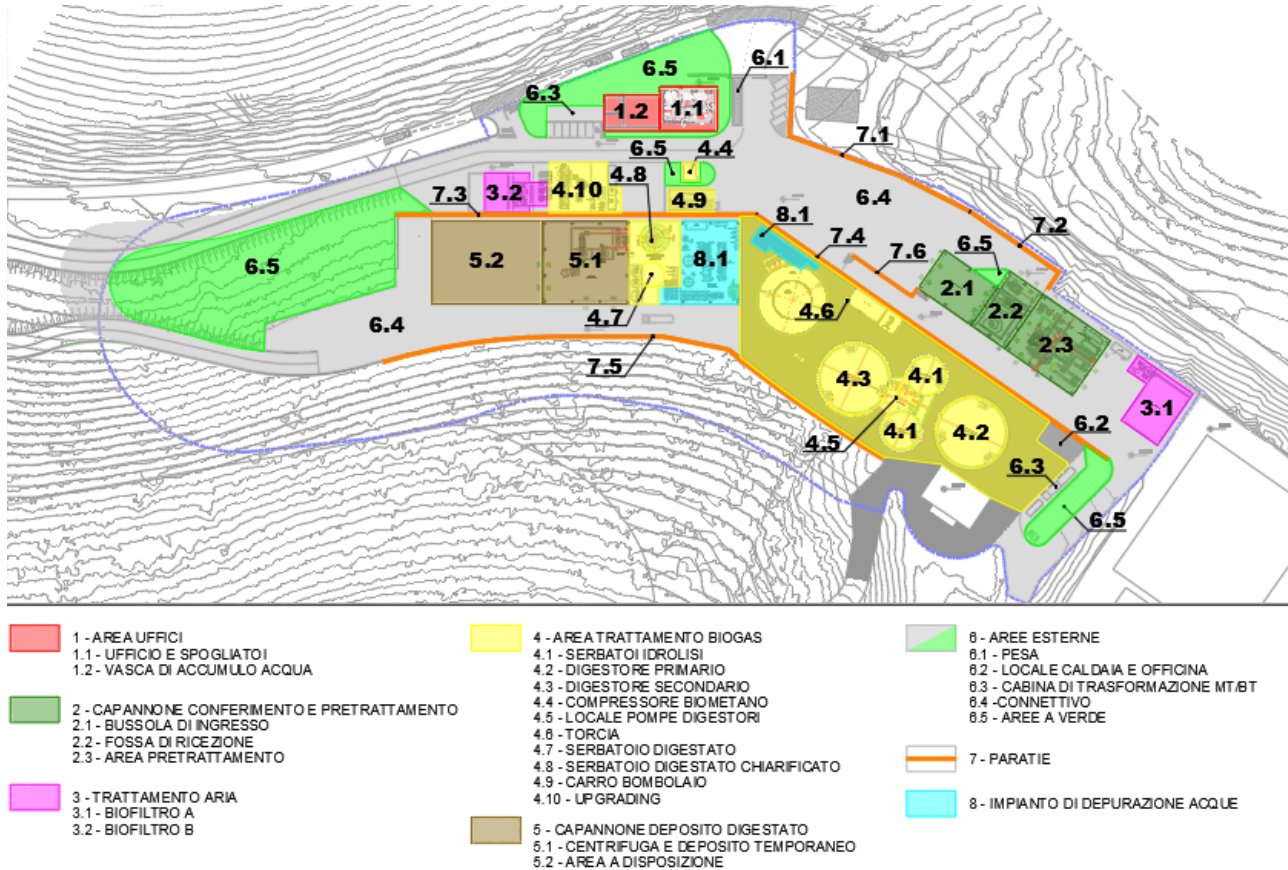


Figura 1 - Planimetria intera area



2. RELAZIONE SUI MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

2.1. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- Legge 05/11/1971, n.1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizioarmato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
- Legge 02/02/74, n.64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 - "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018",
- Decreto 17 gennaio 2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- CNR 10027/85: Strutture in acciaio per opere provvisorie: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione -.
- UNI EN 10025-1:2004: Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2:2004: Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 15048-1: Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 14399-1: Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN ISO 898-1: Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniera con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine



2.2. CALCESTRUZZI

2.2.1. Caratteristiche meccaniche

Gli inerti naturali e di frantumazione devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione dell'armatura. La ghiaia e il pietrisco devono avere in ogni caso dimensioni massime compatibili con le caratteristiche geometriche della carpenteria (spessori), delle modalità di getto, nonché compatibili con l'ingombro delle armature e il copriferro / interferro.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali non dannose e non essere aggressiva.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

2.2.2. CALCESTRUZZI PER OPERE GETTATE IN OPERA (FONDAZIONI)

Il conglomerato cementizio impiegato per la **realizzazione delle fondazioni** dovrà essere di classe di resistenza C32/40, conforme alle specifiche di cui al punto 11.2 del D.M. 17/01/2018 e con le seguenti caratteristiche:

- OBBLIGO della certificazione del cls industrializzato richiesto dalle NTC2018 in accordo alle Linee Guida Ministeriali sul CLS preconfezionato;
- Classe di resistenza: 25/30;
- Resistenza caratteristica cubica a compressione $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$;
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$;
- Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 14,10 \text{ N/mm}^2$;
- Cemento: tipo CEM II/A-LL 42,5 R conforme alla norma UNI EN 197/1
- Aggregati: conformi alla norma UNI EN 12620;
- Acqua: conforme alla norma UNI EN 1008;
- Additivi: conformi alla norma UNI EN 934-2;
- Classe di consistenza (UNI EN 12350-2): S4;



- Abbassamento (slump) al cono di Abrams: (160-210) mm;
- Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1): XC2;
- Valori limite in relazione alla classe di esposizione:
 - Rapporto massimo acqua/cemento: 0,60 (UNI EN 206-1);
 - Classe di resistenza minima C25/30 (UNI EN 206-1);
 - Contenuto minimo di cemento: 280 kg/m³ (UNI EN 206-1);
- Dimensione massima dell'aggregato: 32 mm.

2.2.3. CALCESTRUZZI PER MAGRONE DI FONDAZIONE

- Calcestruzzo conforme alla UNI-EN 206-1;
 - CLASSE DI CONSISTENZA al getto: S3;
 - Abbassamento (slump) al cono di Abrams: (100-150) mm;
 - CLASSE DI RESISTENZA: C 12/15;
 - Resistenza caratteristica R_{ck} : 15 N/mm²;
 - Resistenza caratteristica f_{ck} : 12 N/mm².

2.2.4. COPRIFERRI

In merito al copriferro, per la determinazione delle condizioni ambientali del calcestruzzo e la classe di esposizione si fa riferimento alla Tab. 4.1.III della Normativa tecnica delle costruzioni:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Per la determinazione dei copriferri minimi si fa riferimento alla Tabella C 4.1.IV della circolare applicativa. Ai valori presenti in tabella, che dipendono tra i vari fattori dalla resistenza del calcestruzzo e dalla esposizione



si aggiungono le tolleranze di posa pari a 10 mm:

C4.1.6 DETTAGLI COSTRUTTIVI

C4.1.6.1 ELEMENTI MONODIMENSIONALI: TRAVI E PILASTRI

C4.1.6.1.1 Armatura delle travi

Con riferimento al secondo capoverso del § 4.1.6.1.1 delle NTC, si precisa che detta prescrizione si riferisce anche alle travi senza armatura al taglio.

C4.1.6.1.3 Copriferro e interferro

Con riferimento al § 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

COPRIFERRO MINIMO PER CALCESTRUZZI GETTATI IN OPERA- FONDAZIONI, TRAVI E PILASTRI C25/30: 35mm;

2.2.5. NORME PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DI CALCESTRUZZO

Modalità dei getti: il calcestruzzo deve essere collocato eseguendo il getto da altezze inferiori ad un metro per evitare la separazione dei componenti. Il getto deve essere eseguito a tratti orizzontali e deve essere costipato a strati di spessore inferiore a 40 cm.

Modalità per la vibrazione del cls: utilizzare un vibratore per immersione ad alta frequenza con numero di



vibrazione medio pari a 10.000 cicli al minuto; il vibratore deve essere inserito verticalmente ad intervalli pari a 10 volte il diametro dell'ago; tempo di vibrazione: 10 -15 secondi; estrarre il vibratore lentamente per consentire al cls di riempire tutto il vuoto lasciato dal tubo; non esercitare pressioni sulle armature o sulle casseforme con vibratorii ad immersione.

2.2.5.1. Controlli di accettazione

Come prescritto al paragrafo 11.2.2 delle NTC2018, il controllo del calcestruzzo strutturale verrà effettuato tramite le seguenti modalità:

1. Valutazione preliminare: nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8 delle NTC2018 tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.
2. Controllo di produzione: riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo stesso
3. Controllo di accettazione: è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione; si suddivide nelle seguenti due tipologie:
 - controllo di tipo A: 1 controllo/ 300 m³ di miscela omogenea; in particolare si prevede n. 1 prelievo/100 m³ di miscela omogenea (per costruzioni con più di 100 m³ vige l'obbligo del prelievo giornaliero);
 - controllo di tipo B: 1 controllo /1.500 m³ di miscela omogenea; laddove venissero impiegati più di 1.500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di



accettazione di tipo statistico; in particolare si prevede n. 1 prelievo/100 m³, con l'obbligo di prelievo giornaliero.

Per ulteriori informazioni sulle prescrizioni si faccia riferimento al paragrafo 11.2.5.3 delle NTC2018e della Circolare 21 Gennaio 2019, n.7.

Le prove a compressione vanno effettuate tra il 28° e il 45° giorno di maturazione, pena la necessità di dover effettuare controlli per la valutazione della resistenza del calcestruzzo in corso d'opera.

2.3. ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO

2.3.1. CARATTERISTICHE MECCANICHE

Si prevede l'impiego di acciaio da carpenteria da C.A. del tipo B450C controllato in stabilimento. Le caratteristiche meccaniche che tale materiale deve presentare sono riportate in Tab. 11.3. Ia e in Tab. 11.3. Ib delle NTC. In particolare, si adottano, in sede di progettazione, i seguenti valori

$$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk1} \geq 540 \text{ N/mm}^2$$

Per i moduli elastici si ha invece:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2; \quad G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80800 \text{ N/mm}^2; \quad \nu = 0.30$$

Le altre caratteristiche dell'acciaio sono:

$$\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}; \quad \rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

Il materiale impiegato è definito in accordo quanto indicato al § 11.3.2 delle NTC. Per le specifiche non



riportate direttamente nelle relazioni si rimanda a tale paragrafo della Norma.

La tipologia di acciaio considerata deve inoltre rispettare ulteriori specifiche, sempre indicate in Tab. 11.3.

Ib, quali

$$\left(\frac{f_y}{f_{y,nom}} \right)_k \leq 1.25 \quad ; \quad 1.15 \leq \left(\frac{f_t}{f_y} \right)_k \leq 1.35 \quad ; \quad (A_{gt})_k \geq 7.5\%$$

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
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1.15	10.0
$(f_y/f_{y,nom})_k$	≤ 1.25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7.5\%$	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	

Per la tensione di calcolo allo snervamento si assume, in accordo con quanto riportato al §4.1.2.1.1.3,

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{450}{1.15} = 390 \text{ N/mm}^2$$

in cui si assume un fattore di sicurezza allo SLU di

$$\gamma_M = 1.15.$$

- Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$$



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione Civile,
Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento $A_s \geq 12 \%$

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

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.



2.3.2. Controlli di accettazione

Come prescritto al paragrafo 11.3.2.12 delle NTC2018, i controlli dell'acciaio per calcestruzzo armato sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

Essi devono essere eseguiti su n.3 campioni/30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive; tali campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera e riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

Tab. 11.3.VII a) – Valori di accettazione in cantiere – barre

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C



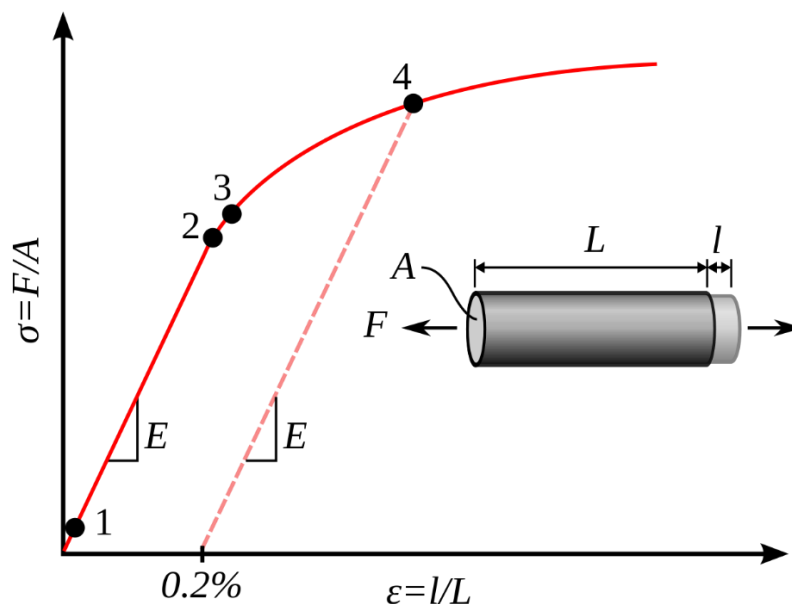
Tab. 11.3.VII b) – Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	\geq Sez. nom. \varnothing maggiore $\times 450 \times 25\%$	per acciai B450A e B450C

2.4. ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

2.4.1. Caratteristiche meccaniche

Per la struttura in esame si è previsto l'utilizzo di profilati laminati in acciaio S235 JR.





Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione Civile,
Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

1: Vero limite elastico

2: Limite di proporzionalità3:

Limite elastico

4: Punto di snervamento

- Modulo Elastico: $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$;
- Coefficiente di Poisson: $\nu = 0,3$;
- Modulo di elasticità trasversale: $G = E / [2*(1+\nu)] \text{ (N/mm}^2\text{)}$;
- Coefficiente di espansione termica lineare: $\alpha = 12*10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (per } T < 100^\circ\text{C)}$;
- Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$.

Si riporta di seguito una tabella con i valori nominali di tensione di snervamento caratteristica etensione a rottura per trazione di elementi con spessore inferiore o uguale a 40 mm:

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490



Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

La resistenza di calcolo da utilizzare nei dimensionamenti delle strutture metalliche è ottenuta dividendo la resistenza caratteristica per opportuni coefficienti di sicurezza del materiale e di modello.

2.4.2. Certificazione profilati

Gli acciai utilizzabili per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte (es. acciaio - calcestruzzo) devono possedere marcatatura CE secondo il DPR n.246/93 e successivi decreti attuativi, inoltre devono essere conformi ai requisiti delle seguenti normative europea armonizzata:

- per i laminati - UNI EN 10025;
- per i tubi senza saldatura - UNI EN 10210;
- per i tubi saldati; UNI EN 10219-gli li acciai devono recare la marcatatura CE.

La marcatatura CE non rappresenta un marchio di qualità del prodotto ma sta a significare che il prodotto soddisfa i requisiti essenziali previsti per quel prodotto e per l'impiego previsto

Per la marcatatura degli acciai per carpenteria si applica il sistema 2+ di attestazione di conformità CE. e cioè: livello 2+: è richiesta una dichiarazione di conformità CE di conformità alla norma UNI EN di riferimento



rilasciata dal produttore accompagnata dalla certificazione del Controllo del processo di Fabbrica (Factory Control Production o FPC) rilasciata da un organismo notificato.

Generalmente la marcatura CE avviene mediante l'apposizione di un'etichetta direttamente sui prodotti, o sull'imballaggio ovvero mediante stampa dell'etichetta sul Documento di Trasporto (DDT).

Il lay-out ed il contenuto di informazioni dell'etichetta vengono descritti nei punti successivi. Ogni fornitura proveniente da impianti di produzione dell'acciaio deve essere accompagnata dalla seguente documentazione:

- documento di trasporto (DDT) con la data di spedizione il destinatario ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio e al destinatario.

La dichiarazione di conformità CE rilasciata dal produttore riportante almeno le seguenti indicazioni:

- dati del costruttore e del legale rappresentante
- nome dell'azienda produttrice
- dati descrizioni generale del prodotto
- indirizzo dello stabilimento
- norme e direttive a cui il prodotto è conforme
- numero dell'FPC
- informazioni relative alla produzione es: n° matricola, lotto, partita, ultime due cifre dell'annodi produzione
- data e firma autografa di chi la sottoscrive
- certificazione del Controllo del processo di Fabbrica rilasciato da un organismo

notificato. Inoltre, deve essere presente l'etichetta riportante il simbolo CE applicata sull'imballaggio o sul prodotto o sul DDT.

L'acciaio può provenire anche da impianti che lavorano nastri lamiere, ecc. realizzate da un produttore. Tali impianti sono definiti centri di trasformazione (CDT) i quali devono essere dotati dell'Attestato di avvenuta dichiarazione di attività (ADA), rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale (STC) del Consiglio Superiore dei LL.PP. Sull'ADA deve essere riportato: numero dell'ADA da riportare sul DDT; nome dell'azienda di trasformazione; logo o il marchio del centro di trasformazione; indirizzo dello stabilimento; riferimento alla norma D.M.



17.01.2018; data di emissione (validità 1 anno). Il D.M. del 17.01.2018 (NTC) (dal p.to 11.3.4.11.2.1 al p.to 11.3.4.11.2.4) individua i seguenti tipi di centri di trasformazione:

- centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo - sono quegli impianti che ricevono nastri o lamiere dagli impianti di produzione e da questi realizzano lamiere grecate e profilati formati a freddo;
- centri di prelavorazione di componenti strutturali - sono quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio gli elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e con questi realizzano elementi singoli prelavorati che vengono utilizzati nelle officine di produzione che realizzano strutture complesse;
- officine per la produzione di carpenterie metalliche;
- officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Se la fornitura è effettuata da un centro di trasformazione la documentazione a corredo della fornitura deve essere costituita di norma:

- dalla dichiarazione sul DDT degli estremi dell'ADA recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente all'esecuzione di tutte le prove di controllo previste e fatte eseguire dal Direttore tecnico del centro di trasformazione (p.to 11.3.1.7 del D.M. 17.01.2018).

Su richiesta del Direttore dei lavori, copia dei certificati relativi alle prove eseguite nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e deve verificare che il prodotto viaggi con regolare etichetta e riporti il marchio CE con tutti i dati necessari. Le forniture non conformi devono essere rifiutate.

L'etichetta con il simbolo di marcatura CE, che deve essere applicata sul prodotto o sull'imballaggio o sul DDT, nella versione semplificata deve riportare almeno le seguenti informazioni:



- marcatura di conformità CE, consistente nel simbolo «CE»
- numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (es. 0123)
- nome o marchio identificativo e indirizzo del produttore
- ultime due cifre dell'anno in cui è stata applicata la marcatura (es. 10 per 2010)
- numero del certificato di conformità dell'FPC (es. 0123CPD). Spesso tale numero è associato al precedente (es. 0123CPD-010)
- norma a cui il prodotto è conforme

Nella forma estesa (metodo 3) l'etichetta può contenere:

- descrizione del prodotto
- informazioni sul prodotto e sulle caratteristiche rilevanti

2.4.3. Controlli di accettazione in cantiere profilati

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 17/01/2018 al punto 11.3.4.11.3.

Un prelievo è costituito da almeno 3 saggi dai quali, presso i laboratori di prova, vengono estratti i provini da sottoporre ai test.

Il saggio è costituito da uno spezzone di profilato di lunghezza almeno pari a 500 mm.



Per l'effettuazione delle prove meccaniche previste dalla normativa Il Direttore dei Lavori deve effettuare dei prelievi per ogni lotto di spedizione, secondo le seguenti specificazioni, che variano in base ai tipi di materiali pervenuti in cantiere:

Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I provini vengono prelevati in corrispondenza dei punti della sezione del profilato indicati in appendice alla norma UNI EN 10025 – V (per i profilati più comuni).

La provetta deve riportare il marchio identificativo del produttore affinché questo venga riportato sul certificato di prova prodotto dal laboratorio che dovrà effettuare le prove meccaniche.

Il provino deve avere le seguenti dimensioni:

- larghezza: ≥ 25 mm;
- lunghezza: ≥ 500 mm.

Queste provette vengono sottoposte in laboratorio a prove:

- di trazione, dal quale si ricavano i valori della tensione di snervamento, la tensione di rottura e l'allungamento percentuale;



- di resilienza;

Se la fornitura è di un centro di trasformazione il Direttore dei Lavori può effettuare i controlli di legge direttamente presso lo stabilimento di trasformazione.

2.4.4. Le classi di resistenza delle viti

I bulloni utilizzati in carpenteria hanno viti tabellate per classi secondo la normativa UNI EN ISO 898-1:2001. Tali classi sono specificate da due numeri: il primo indica la resistenza ultima f_t (espressa in MPa) diviso 100; il secondo corrisponde al rapporto tra la resistenza a snervamento f_y e la resistenza ultima f_t (entrambe espresse in MPa), moltiplicato per 10. Pertanto, una vite di classe 4.6 ha:

$$f_t = 100 \times 4 = 400 \text{ MPa}$$

$$f_y = 6/10 f_t = 0,6 f_t = 240 \text{ Mpa}$$

Si distinguono le seguenti classi con le relative proprietà meccaniche:

Classe	Resistenza a taglio (f_k, V)	Resistenza a trazione/compressione (f_k, N)	Resistenza a snervamento (f_y)	Resistenza ultima (f_t)	Allungamento % (A%)
4.6	170 MPa	240 MPa	240 MPa	400 MPa	22
5.6	212 MPa	300 MPa	300 MPa	500 MPa	20
6.8	255 MPa	360 MPa	480 MPa	600 MPa	16
8.8	396 MPa	560 MPa	640 MPa	800 MPa	12
10.9	495 MPa	700 MPa	900 MPa	1000 MPa	9
12.9	594 MPa	840 MPa	1080 MPa	1200 MPa	8

Questi valori caratteristici andranno divisi per un coefficiente di modello e uno di sicurezza del materiale per i calcoli di progetto.

Le classi 8.8 (Impiegata nel presente progetto), 10.9 e 12.9 sono dette ad alta resistenza mentre le classi precedenti sono dette normali. Si prevede l'impiego di classe 8.8 con ancoraggio chimico mediante resina certificata allo strappo e al tiro in base agli sforzi previsti nella relazione di calcolo.



2.4.5. Le classi di resistenza dei dadi

I bulloni utilizzati in carpenteria hanno dadi tabellati per classi secondo la normativa UNI EN ISO 898-2. Tali classi sono specificate da un numero indicante la minima resistenza di prova (espresso in MPa) diviso 100.

Pertanto, un bullone di classe 8.8 ha:

$$f_p = 100 \times 8.8 = 880 \text{ MPa}$$

Questa resistenza di prova è pari alla resistenza a trazione minima di un bullone che, accoppiato con il corrispondente dado, viene sollecitato fino al carico di rottura ammissibile del bullone.

Accoppiamento vite/dado

Per qualsiasi tipo di giunzione bullonata le viti e i dadi devono essere associati come riportato nel seguente prospetto:

	normali	ad alta resistenza
vite	4.6 5.6 6.8	8.8 10.9 12.9
dado	4.0 5.0 6.0	8.0 10.0 12.0

2.4.6. Serraggio

Nota la coppia di serraggio corrispondente al diametro del bullone, al passo della sua filettatura e alla qualità dell'acciaio di cui è costituito, è possibile effettuare il serraggio del bullone. Il serraggio può essere manuale con chiave dinamometrica o con chiave pneumatica a impulsi. Nel primo caso è possibile operare:

- con chiavi a limitazione di coppia: viene imposto, su un indice graduato generalmente applicato al manico, il valore della coppia alla quale la chiave si disinnesca automaticamente;
- con chiavi a lettura diretta: la lettura della coppia viene direttamente eseguita in fase di serraggio, su un indicatore accoppiato al dinamometro. Tali chiavi hanno l'inconveniente di essere molto ingombranti. Nel caso di chiavi pneumatiche, il serraggio è ottenibile:
 - con chiavi pneumatiche a limitazione incorporata di coppia;
 - con chiavi pneumatiche asservite a un regolatore di pressione;
 - con chiavi pneumatiche e controllo di rotazione del dado (sistema *turn of the nut*).



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione Civile,
Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

2.4.7. Dispositivi anti-svitamento

Quando un collegamento bullonato è soggetto a carichi variabili o vibrazioni, le viti tendono a ruotare e quindi il collegamento tende ad allentarsi. Per evitare questo problema si possono utilizzare i seguenti accorgimenti:

- dado e controdado: in questo caso il controdado assicura un tiro sul gambo della vite e quindi una forza d'attrito che impedisca la rotazione;
- dadi autobloccanti: realizzati con materiali a elevatissimo attrito, dadi con spine o rosette;
- Marcatura viti e bulloni.



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione Civile,
Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

I bulloni, essendo materiali da costruzione, rientrano nelle disposizioni della Direttiva 89/106/CEE e pertanto devono essere soggetti a marcatura CE.

La norma armonizzata UNI EN 14399-1 recepisce i contenuti della Direttiva 89/106/CEE e specifica i requisiti generali per la bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato.

Pertanto, i bulloni devono riportare le seguenti marcature, per rilievo o per incisione, nel rispetto anche della UNI EN ISO 898:

- vite (preferibilmente sulla testa) e dado;
- simbolo CE;
- classe di resistenza;
- marchio o simbolo del produttore;
- rondella;

Solo gli elementi di fissaggio marcati conformemente possiedono le caratteristiche previste dalla norma.



- UNI EN ISO 898-2: Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine
- UNI EN ISO 898-6: Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo fine.
- UNI EN ISO 3506-1: Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Parte 1: Viti e viti prigioniere
- UNI EN ISO 3506-2: Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Parte 2: Dadi
- UNI EN ISO 4016: Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
- UNI 5592: Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C.
- UNI EN 206-1: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.



2.5. PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P – PRODUZIONE IN SERIE

Gli elementi prefabbricati saranno prodotti da azienda dotata di marcatura CE ai sensi del punto 11.1 lettera A del DM17/01/2018 pertanto, ai sensi del 11.8.1 dello stesso decreto, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito dell'art.58 del DPR380/2001.

2.6. CALCESTRUZZO CONFEZIONATO IN STABILIMENTO PER I MANUFATTI PREFABBRICATI

Il calcestruzzo è confezionato con inerti aventi granulometria continua da 0 a 25 mm, con rapporti di miscelazione studiati sperimentalmente.

La miscela granulometrica più vicina alla curva teorica del Fuller è così composta:

Pietrisco	20÷30%	Pietrischetto	10÷25%
Sabbia di frantoio	35%	Sabbia naturale	10%

La quantità di acqua, compresa l'umidità degli inerti, è tale da mantenere il rapporto acqua-cemento pari a 0,42. A questi elementi viene aggiunto un'additivo superfluidificante di tipo acrilico in ragione dell'1% sulla massa di cemento. Il confezionamento del calcestruzzo avviene in impianto automatico a controllo elettronico.

L'impianto è dotato di sistema di pesatura degli inerti e del cemento a celle di carico e di sonde a microonde per il rilevamento dell'umidità degli inerti poste sul fondo delle tramogge di carico. I dati provenienti dalle sonde e dalle celle di carico sono processati da un apposito software che in automatico agisce di conseguenza sulla quantità d'acqua da immettere nel mescolatore. Individuata la quantità di acqua da dosare viene immessa in automatico nel mescolatore, quindi un consistometro effettua una seconda lettura della consistenza dell'impasto a verifica della correttezza del dosaggio e segnala il fine ciclo. La produzione del calcestruzzo avviene in regime controllato da procedure codificate all'interno del sistema qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000. I leganti, gli aggregati, gli additivi, le aggiunte e l'acqua di impasto sono conformi a quanto indicato al punto 11.2.9 del DM 17/01/2018. Le quantità di cemento del tipo CEM I R 52.5 previste sono tali da ottenere le prestazioni richieste di seguito elencate:

CLASSE DI RESISTENZA: C45/55	CLASSE DI CONSISTENZA S5
CLASSE DI RESISTENZA: C32/40	CLASSE DI CONSISTENZA S4
CLASSE DI RESISTENZA: C25/30	CLASSE DI CONSISTENZA S4

2.6.1. CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Per le caratteristiche di progetto del calcestruzzo si farà riferimento alle seguenti formulazioni conformi al punto 11.2.10 del DM17/1/2018

2.6.2. STRUTTURE EDIFICIO 2 E 5

Classe calcestruzzo		C45/55	
Resistenza a compressione			
Rck	55	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	45.65	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	53.65	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.83	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60



$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	36416	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	
Classe calcestruzzo C32/40 (PANNELLI DI TAMPONAMENTO)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	33.2	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.2	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.09	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	
Classe calcestruzzo C25/30 (FONDAZIONI)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.9	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	

2.6.3. STRUTTURA UFFICI E SPOGLIATOI

Classe calcestruzzo C25/30 (ELEVAZIONE)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.9	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	
Classe calcestruzzo C25/30 (FONDAZIONE)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.90	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	

2.6.4. Locale officina

Classe calcestruzzo C35/45 (ELEVAZIONE)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	45	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	37.35	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	45.35	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.35	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	34625	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	



Classe calcestruzzo C25/30 (FONDAZIONE)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.90	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	

2.6.5. STRUTTURA VASCA IDRICA

Classe calcestruzzo C32/40 (FONDAZIONE E PARETI)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	33.2	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.2	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.09	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	

2.7. STRUTTURE FONDAZIONI A SERVIZIO DELLE ATTREZZATURE

Classe calcestruzzo C32/40 (BASAMENTO COMPRESSORE METANO; BASAMENTO UPGRADING)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	33.2	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.2	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.09	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	

Classe calcestruzzo C25/30 (BASAMENTO PESA AUTOCARRI)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.9	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	

Classe calcestruzzo C32/40 (PLATEA CHE SORREGGE DIGESTORE PRIMARIO, DIGESTORE SECONDARIO; SERBATOI DI IDROLISI)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	33.2	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica



$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.2	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30*f_{ck}^{2/3}$	3.09	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	°C ⁻¹	
Classe calcestruzzo C25/30 (PALI DI FONDAZIONE COLLEGATI ALLA PLATEA)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83*R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.90	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30*f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	°C ⁻¹	

Classe calcestruzzo C25/30 (FONDAZIONE TORCIA)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83*R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.9	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30*f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	°C ⁻¹	

2.8. STRUTTURE A SERVIZIO DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Classe calcestruzzo C32/40 (SETTI BIOFILTRO PRIMARIO, BIOFILTRO SECONDARIO, STAZIONAMENTO CARICAMENTO CARRI BOMBOLAI)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83*R_{ck}$	33.2	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.2	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30*f_{ck}^{2/3}$	3.09	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	°C ⁻¹	
Classe calcestruzzo C32/40 (PLATEA BIOFILTRO PRIMARIO, BIOFILTRO SECONDARIO, STAZIONAMENTO CARICAMENTO CARRI BOMBOLAI)			
Resistenza a compressione			
R _{ck}	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83*R_{ck}$	33.2	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.2	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30*f_{ck}^{2/3}$	3.09	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	°C ⁻¹	
Classe calcestruzzo C25/30 (PALI DI FONDAZIONE COLLEGATI ALLA PLATEA)			
Resistenza a compressione			



R_{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	32.90	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.56	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	$^{\circ}C^{-1}$	

Classe calcestruzzo		C35/45 (FONDAZIONE ED ELEVAZIONE VASCA WWT)	
Resistenza a compressione			
Rck	45	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
f _{ck} =0,83*R _{ck}	37.35	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
f _{cm} =f _{ck} +8	45.35	Mpa	Resistenza a compressione media
f _{ctm} =0,30*f _{ck} ^{2/3}	3.35	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
E _{cm} =22000(f _{cm} /10) ^{0,3}	34625	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	