

Comune di PORTOMAGGIORE
 Provincia di FERRARA

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI FERTILIZZANTI DA FANGHI DI DEPURAZIONE SITO IN VIA PORTONI BANDISSOLO LOCALITA' PORTOVERRARA

Autorizzazione unica di V.I.A.
 ai sensi della L.R. N° 4/18 del 20/04/2018

PROGETTO DEFINITIVO

Spazio riservato all'Ufficio Tecnico

COMMITTENTE

CENTRO AGRICOLTURA AMBIENTE "G.NICOLI" s.r.l.
 con sede in CREVALCORE (BO)
 via Argini Nord n° 3351
 C.F/P.Iva: 01529451203

PROGETTISTA E D.L.

Ing. GIORGIO PIACENTINI
 C.F: PCN GRG 65T26 G393V

N° TAVOLA

04

Elaborato

PROGETTAZIONE STRADALE
 TOMBAMENTO SCOLO DI BONIFICA FORCELLO
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARE

Scala

-

Data

30/09/2022

Rev 01

Rev 02

Rev 03

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 2 di 86
--	--	-------------------

1.	INTRODUZIONE	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1.	Opere in c.a. e strutture metalliche	5
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
3.1.	Calcestruzzo	7
3.2.	Acciaio ad aderenza migliorata.....	8
4.	Criteri di calcolo	10
4.1.	Definizione dell'azione sismica	10
4.2.	Combinazioni di carico.....	13
4.2.1.	Combinazioni per la verifica allo SLU.....	13
4.2.2.	Combinazioni per la verifica allo SLE	14
4.2.3.	Combinazioni per la condizione sismica.....	14
5.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	15
6.	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	16
6.1.	Modellazione adottata.....	16
6.2.	Condizioni e combinazioni di carico adottate	18
6.2.1.	Combinazioni per la verifica allo SLU	18
6.2.2.	Combinazioni per la verifica allo SLE	20
6.2.3.	Combinazioni per la condizione sismica.....	21
7.	TOMBINO 2.00 x 2.50	22
7.1.	Geometria della struttura	22
7.2.	Analisi dei carichi	23
7.2.1.	Peso proprio e carichi permanenti portati	24
7.2.2.	Spinta delle terre	25
7.2.3.	Spinta della falda interna allo scatolare	26
7.2.4.	Carichi veicolari sulla soletta superiore	28
7.2.5.	Spinte sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali	33
7.2.6.	Frenatura.....	36
7.2.7.	Azioni sismiche.....	38
7.2.8.	Azioni termiche.....	40
7.2.9.	Ritiro	40
7.3.	Combinazioni di carico adottate.....	42
7.3.1.	Combinazioni per lo STATO LIMITE ULTIMO.....	42

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 3 di 86
--	--	-------------------

7.3.2.	Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione rara	43
7.3.3.	Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione frequente	44
7.3.4.	Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione quasi permanente	46
7.3.5.	Combinazioni per lo stato limite ultimo di Salvaguardia della vita	46
7.4.	Verifiche di resistenza e a fessurazione	48
7.4.1.	Soletta superiore: attacco piedritto (Asta 9).....	50
7.4.2.	Soletta superiore: mezzeria (Asta 12)	55
7.4.3.	Soletta di fondazione: attacco piedritto (asta 11).....	60
7.4.4.	Soletta di fondazione: mezzeria (Asta15)	65
7.4.5.	Piedritto: attacco soletta di fondazione (Asta2)	70
7.4.6.	Piedritto: attacco soletta superiore (Asta6).....	75
7.4.7.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	80
7.5.	Scarichi in fondazione.....	84

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 4 di 86
--	--	-------------------

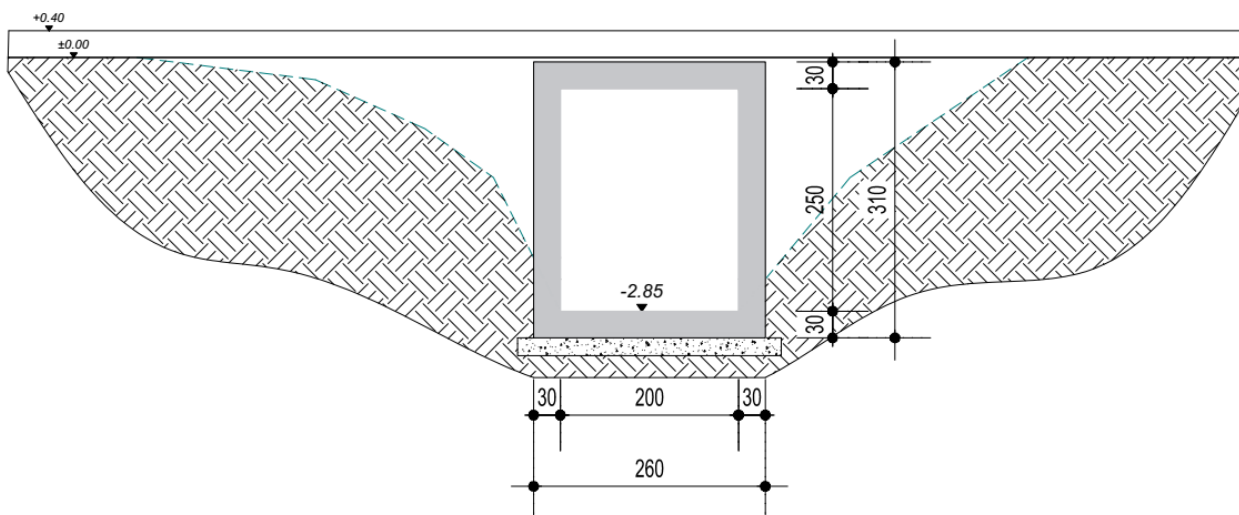
1. INTRODUZIONE

Il presente documento riguarda le opere stradali connesse all'intervento di recupero con riutilizzo dei fanghi biologici da depurazione presso l'area denominata Corte "Fienil Nuovo", sita in Via Portoni Bandissolo, nel Comune di Portomaggiore (FE).

L'intervento proposto dal Centro Agricoltura e Ambiente "G. Nicoli" prevede la riqualificazione degli stessi ad un uso non più strettamente agricolo ma di servizio all'agricoltura. Considerando le caratteristiche pedologiche dei terreni della Pianura Emiliana, il C.A.A. ha individuato in Portomaggiore un punto strategico per l'insediamento di tale attività nell'interesse collettivo, interessando un ambito territoriale che potrebbe insistere prioritariamente sulla provincia di Ferrara per estendersi anche su quelle limitrofe di Bologna e Ravenna.

Nello specifico il Centro Agricoltura e Ambiente "G. Nicoli" è dedito all'attività di recupero con riutilizzo dei fanghi biologici da depurazione seguendo le direttive che la Comunità Europea indica per perseguire l'obiettivo di recupero dei rifiuti e conseguente riutilizzo degli stessi nel rispetto dell'ambiente.

In dettaglio la presente relazione di calcolo riguarda il manufatto scatolare di attraversamento del Canale Forcello che verrà realizzato in sostituzione di quello esistente che presenta significativi ammaloramenti strutturali.



Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 5 di 86
--	--	-------------------

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

2.1. Opere in c.a. e strutture metalliche

- D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”
- UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: “Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1

<i>Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners</i> <i>Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara</i> <i>Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di</i> <i>depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara</i>	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 6 di 86
--	---	--------------------------

- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 7 di 86
--	--	-------------------

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera si prevede l'impiego dei materiali indicati nei paragrafi che seguono. Si indicheranno le caratteristiche prestazionali di resistenza minime e, con particolare riferimento ai calcestruzzi, anche le prescrizioni o caratteristiche da assicurare per garantire i requisiti di durabilità, in accordo con le specifiche dei materiali da utilizzarsi per l'opera in oggetto contenute nello specifico documento "Prescrizioni materiali e note generali".

3.1. Calcestruzzo

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

La tolleranza di posizionamento delle armature " h ", per le strutture gettate in opera, viene assunta pari ad 5 mm in quanto si prescrive che l'esecuzione sia sottoposta ad un sistema di assicurazione della qualità, nella quale siano incluse le misure dei copriferri.

Si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo e copri ferri:

Campi di impiego	Classe di esposizione ambientale	Classe di resistenza minima $[C(fck/Rck)_{min}]/(2)$	Classe strutturale	Copriferro minimo	Copriferro nominale	Copriferro adottato
				$c_{min,dur}$ (da EC2)	$c_{nom} = c_{min} + 5$ (mm)	(mm)
Magrone di riempimento o livellamento	X0	C12/15	S6	-	-	-
Calcestruzzo per fondazioni ed elevazioni	XC3	C28/35	S6	35	40	40

Tabella 3.1 – Classi di cls e copri ferri minimi.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 8 di 86
--	--	-------------------

In conformità a quanto sopra, le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo utilizzate nell'analisi/verifiche sono le seguenti:

Grandezza		u.m.	C28/35
resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	N/mm ²	28,00
resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	N/mm ²	15,87
resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	N/mm ²	1,94
tensione di aderenza cls-armatura	f_{bd}	N/mm ²	2,90
tensione massima di compressione (comb. rara)	σ_c	N/mm ²	16,80
tensione massima di compressione (comb. quasi perm.)	σ_c	N/mm ²	12,60
modulo elastico medio istantaneo	E_m	N/mm ²	32308

Tabella 3.2 - Grandezze meccaniche relative al cls.

In accordo a quanto specificato al punto 4.1.2.2.4.3 del D.M. 14 Gennaio 2008, le verifiche a fessurazione riportate nei seguenti paragrafi vengono condotte considerando una condizione ambientale ordinaria .

Si controlla pertanto:

azioni quasi permanenti:

$w_d < w_1 = 0.3 \text{ mm}$ (armatura poco sensibile) ;

azioni frequenti:

$w_{fess} < w_2 = 0.4 \text{ mm}$ (armatura poco sensibile) ;

3.2. Acciaio ad aderenza migliorata

Si prevede l'impiego di acciaio tipo B450C che presenta le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.80 \cdot f_{yk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$
Fattore di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

<i>Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners</i> <i>Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara</i> <i>Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di</i> <i>depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara</i>	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 9 di 86
--	---	------------------------------

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 10 di 86
--	--	------------------------

4. CRITERI DI CALCOLO

4.1. Definizione dell'azione sismica

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;

nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, in conformità al § 4.1.2.2.5 (NT).

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato. La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni, la classe d'uso assunta è la IV, il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale quindi:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 200 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni vale:

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 11 di 86
--	--	--------------------

$$T_R(\text{SLV}) = -\frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1898 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

$a_g \rightarrow$ accelerazione massima al sito;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B, è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria C, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita sono:

TEEM – VD15 –VIABILITA' NUMBER ONE-PAULLO				
LONG	LAT			
9.418308°	45.417178°			
STATO LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [sec]
SLV	1898	0.101	2.647	0.305

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (§ 7.11.6 NT). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 12 di 86
--	--	--------------------

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "C". Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_s(\text{SLV}) = 1.7 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g / g = 1.53 \leq 1.500$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

$$a_{\max}(\text{SLV}) = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 1.500 \cdot 0.101g = 0.151g$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 13 di 86
--	--	--------------------

4.2. Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, utilizzate per condurre le verifiche agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio, sono state originate in ottemperanza con quanto prescritto dalla vigente normativa.

4.2.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrate si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

-SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

-SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Trattandosi di opere interrate, le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

combinazione 1 → (A1+M1+R1) → STR

combinazione 2 → (A2+M2+R2) → GEO (carico limite)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	M ₁	M ₂
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1	1,25
Resistenza non drenata	c'_{uk}	γ_{cu}	1	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Tabella 3 - Coefficienti parziali per i parametri del terreno (Tabella 6.2.II NTC 2008)

VERIFICA	COEFF. PARZIALE (R1)	COEFF. PARZIALE (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$
Scorrimento	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$

Tabella 4- Coefficienti parziali γ_R per la resistenza del sistema

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\begin{aligned}
 \text{STR)} &\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{0i} \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \\
 \text{GEO)} &\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{0i} \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))
 \end{aligned}$$

4.2.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\begin{aligned}
 \text{Frequente)} &\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \\
 \text{Quasi permanente)} &\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \\
 \text{Rara)} &\Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')
 \end{aligned}$$

4.2.3. Combinazioni per la condizione sismica

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti (approccio 1):

$$\begin{aligned}
 \text{STR)} &\Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \\
 \text{GEO)} &\Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} && \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))
 \end{aligned}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 5.2.VI e § 2.5.I della norma.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 15 di 86
--	--	--------------------

5. PARAMETRI GEOTECNICI

Ai fini del calcolo della spinta esercitata dalle terre sui piedritti e del carico da ricoprimento sulla soletta superiore si utilizzano i parametri seguenti:

- angolo di attrito interno del terreno $\Phi = 35.0^\circ$
- coefficiente di spinta a riposo $k_0 = 0.426$ (stato limite STR)
- coefficiente di spinta attiva $k_a = 0.271$ (stato limite STR)
- coefficiente di spinta a riposo, combinazione M2 $k_{0,M2} = 0.511$ (stato limite GEO)
- coefficiente di spinta attiva, combinazione M2 $k_{a,M2} = 0.343$ (stato limite GEO)
- peso specifico del terreno asciutto $\gamma_{dry} = 19.00$ [kN/m³]
- peso specifico del terreno saturo d'acqua $\gamma_{sat} = 21.00$ [kN/m³]
- coefficiente di sottofondazione: a) $k_s = 9600$ [kN/m³]

Si assume inoltre, ai fini del calcolo dei carichi permanenti, un peso specifico per la piattaforma stradale pari a $\gamma_{pav} = 22.00$ kN/m³.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 16 di 86
--	--	--------------------

6. MODELLAZIONE STRUTTURALE

6.1. Modellazione adottata

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti (Prosap) schematizzando i vari setti con elementi "beam".

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti. Si è assunto lo schema statico di telaio chiuso. La mesh è composta da 16 beam elements e da 16 nodi (figure 2a e 2b); l'output di calcolo viene raccolto nell'allegato.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

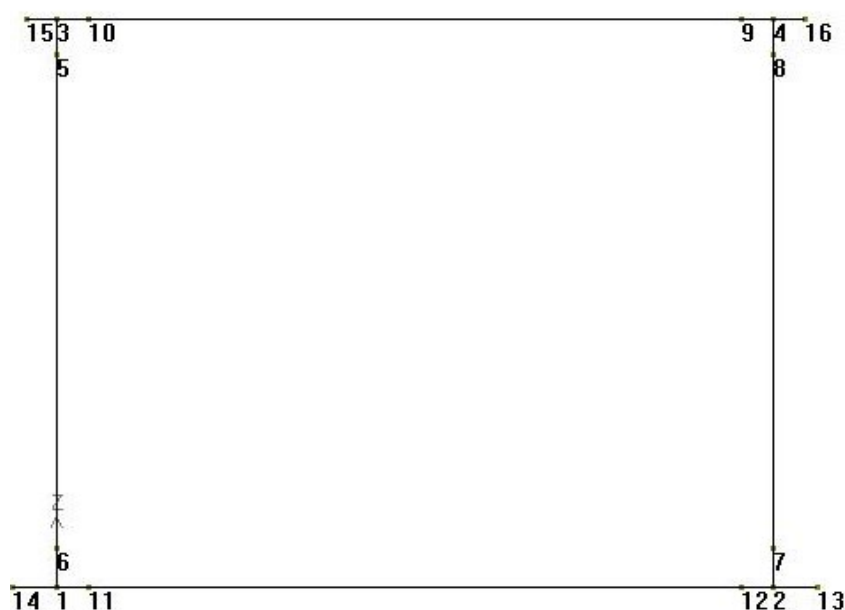
Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_s$ cm per la soletta superiore
- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_f$ cm per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_p$ cm per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

$E_c = 32308 \text{ mm}^2$; modulo elastico del calcestruzzo (calcestruzzo C28/35)

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle figure 2a, 2b..



Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 17 di 86
--	--	--------------------

Fig. 6.1 - Numerazione dei nodi

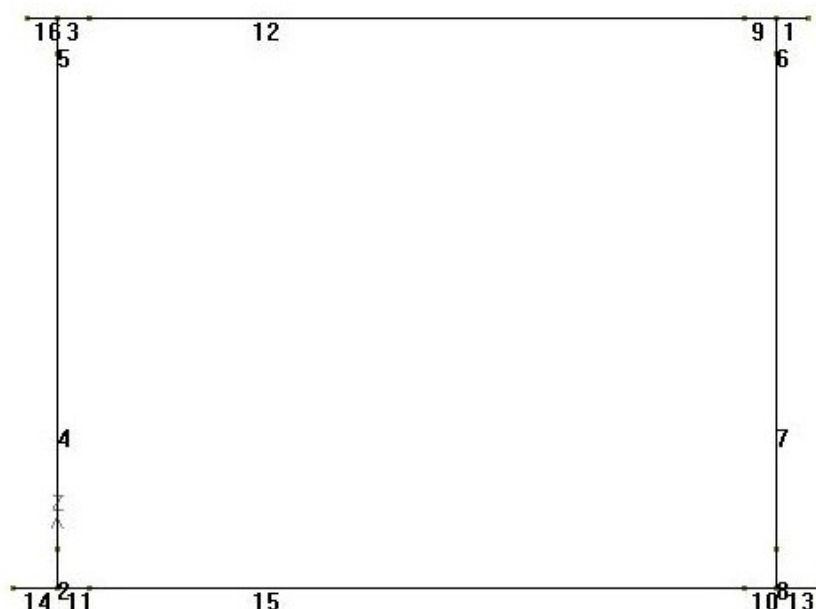


Fig. 6.2 - Numerazione delle aste

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 18 di 86
--	--	--------------------

6.2. Condizioni e combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di carico, utilizzate per condurre le verifiche agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio, sono state originate in ottemperanza con quanto prescritto dalla vigente normativa.

6.2.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrate si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

-SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

-SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Trattandosi di opere interrate, le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

combinazione 1 → (A1+M1+R1) ⇒ STR (verifiche degli elementi strutturali)

combinazione 2 → (A2+M2+R2) ⇒ GEO (carico limite)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	M_1	M_2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1	1,25
Resistenza non drenata	c'_{uk}	γ_{cu}	1	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Tabella 5 - Coefficienti parziali per i parametri del terreno (Tabella 6.2.II NTC 2008)

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 19 di 86
--	--	--------------------

VERIFICA	COEFF. PARZIALE (R1)	COEFF. PARZIALE (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$
Scorrimento	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$

Tabella 6- Coefficienti parziali γ_R per la resistenza del sistema

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR}) \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{0i} \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO}) \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{0i} \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi))$$

I valori dei coefficienti parziali delle azioni sono dedotti dalla tabella 5.1.V del D.M. 14 Gennaio 2008

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90 1,00 ⁽³⁾	1,00 1,00 ⁽⁴⁾	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

6.2.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Frequente)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Quasi permanente)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Rara)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

I valori dei coefficienti di combinazione sono dedotti dalla tabella 5.1.Vi del D.M. 14 Gennaio 2008.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 21 di 86
--	--	--------------------

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente ψ_0 di combinazione</i>	<i>Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
<i>Vento q_5</i>	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve q_5</i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	T_k	0,6	0,6	0,5

6.2.3. Combinazioni per la condizione sismica

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti (approccio 1):

$$\text{STR}) \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO}) \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi))$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

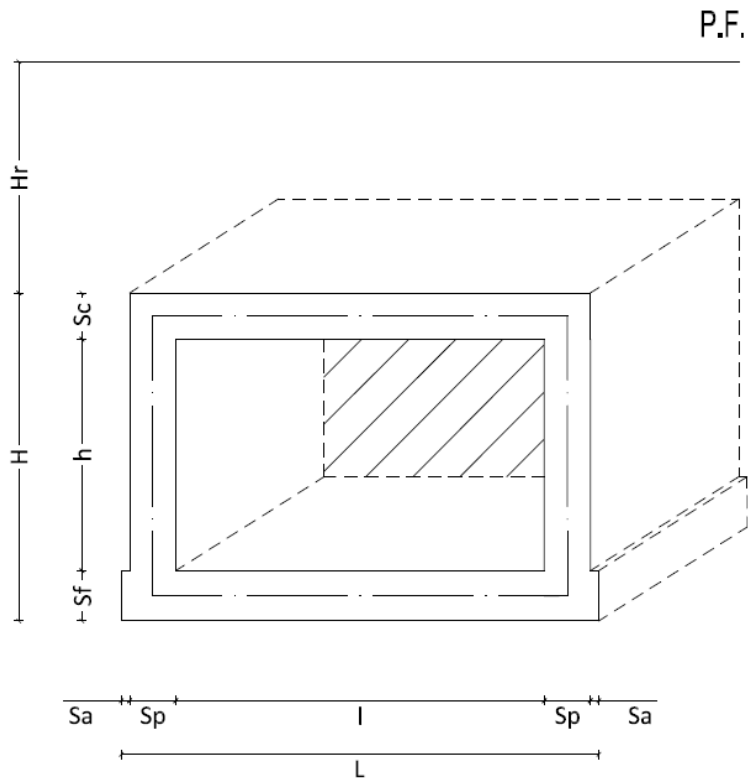
$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 22 di 86
--	--	--------------------

7. TOMBINO 2.00 X 2.50

7.1. Geometria della struttura

Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della struttura:



Dimensioni geometriche (sezione in retto):

$$L = 2.60 \quad m$$

$$H = 3.10 \quad m$$

$$H_r = 0.40 \quad m$$

$$S_p = 0.30 \quad m$$

$$S_s = 0.30 \quad m$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 23 di 86
--	--	--------------------

7.2. Analisi dei carichi

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio.

Vengono prese in considerazione n°24 Condizioni Elementari di carico (CDC1÷ CDC 24), di seguito determinate.

Si considerano nel calcolo delle sollecitazioni agenti nel tombino i seguenti carichi. I dettagli relativi a ciascuna condizione di carico sono riportati nel paragrafo di analisi dei carichi.

CDC	Tipo	Sigla Id
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
2	Gk	CDC=Gk (permanenti portati)
3	Gk	CDC=Gk (spinta a riposo piedritto sx)
4	Gk	CDC=Gk (spinta a riposo piedritto dx)
5	Gk	CDC=Gk (spinta attiva piedritto sx)
6	Gk	CDC=Gk (spinta attiva piedritto dx)
7	Qk	CDC=Qk (spinta idraulica interna)
8	Qk	CDC=Qk (Q1k centrato)
9	Qk	CDC=Qk (Q1k filo piedritto dx)
10	Qk	CDC=Qk (Q1k filo piedritto sx)
11	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kN/m ²)
12	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto sx)
13	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto dx)
14	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto sx)
15	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto dx)
16	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto sx)
17	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto dx)
18	Qk	CDC=Qk (frenatura)
19	Qk	CDC=Qk (Sisma orizzontale)

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 24 di 86
--	--	--------------------

CD	Tipo	Sigla Id
20	Qk	CDC=Qk (Sisma verticale)
21	Qk	CDC=Qk (Spinta idrodinamica)
22	Qk	CDC=Qk (Variazione termica uniforme)
23	Qk	CDC=Qk (Variazione termica lineare su soletta e piedritti)
24	Qk	CDC=Qk (Ritiro differenziale soletta)

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m³
- rilevato 19 kN/m³
- sovrastruttura stradale 22 kN/m³

7.2.1. Peso proprio e carichi permanenti portati

Soletta superiore

peso proprio	0.30	*	25.00	=	7.50	kN/m ²
peso pavimentazione	0.50	*	22.00	=	11.00	kN/m ²
totale					18.50	kN/m²

Soletta inferiore

peso proprio	0.30	*	25.00	=	7.50	kN/m ²
peso sovrastruttura stradale	0.00	*	22.00	=	0.00	kN/m ²
totale					7.50	kN/m²

Piedritti

peso proprio	0.30	*	25.00	=	7.50	kN/m ²
--------------	------	---	-------	---	------	-------------------

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 25 di 86
--	--	--------------------

Tali carichi vengono considerati nelle condizioni di carico elementari CDC 1-2, in particolare nella CDC1 sono presenti i pesi propri della struttura, nella condizione di carico CDC2 i carichi permanenti portati.

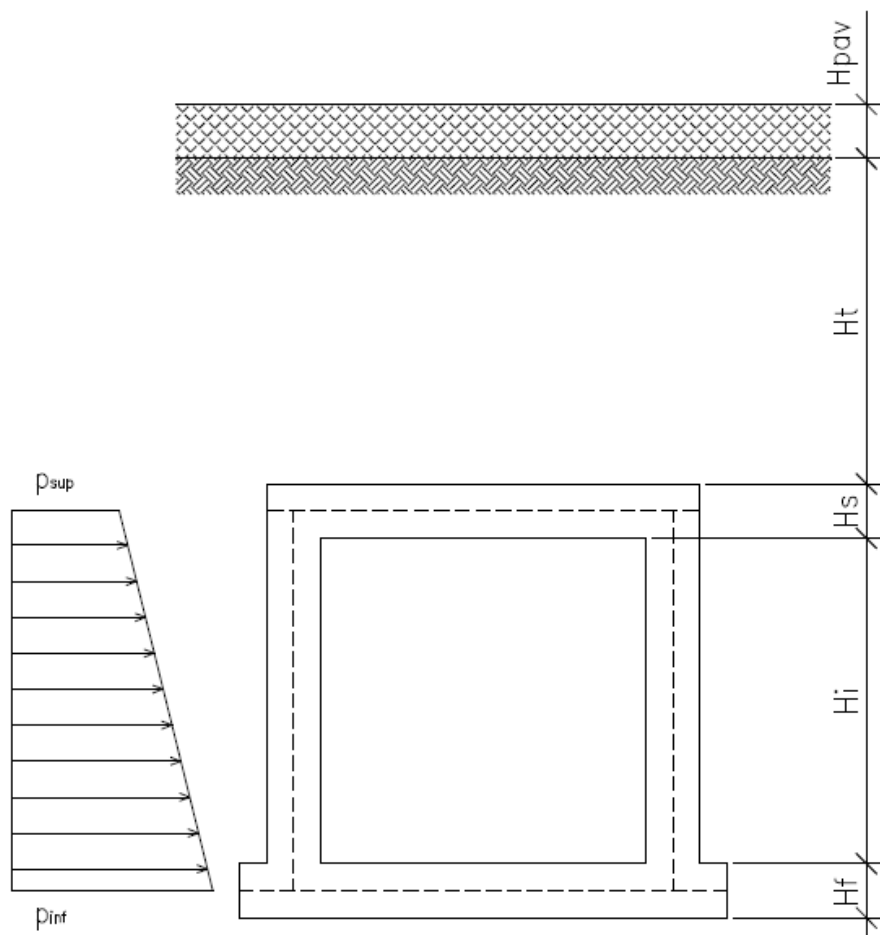
7.2.2. Spinta delle terre

Il reinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche, in accordo a quanto riportato al paragrafo 5 del presente documento.

La spinta del terreno assume un andamento lineare con la profondità secondo la legge:

$$p_h = \lambda \gamma_t z$$

dove si considera come coefficiente di spinta λ il coefficiente di spinta attiva o a riposo a seconda dell'elemento strutturale di cui si vogliono massimizzare le sollecitazioni



1) In assenza di falda esterna allo scatolare

Le pressioni del terreno relative alla spinta a riposo, in corrispondenza dei nodi caratteristici dei piedritti, risultano essere le seguenti:

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 26 di 86
--	--	--------------------

$$p_2 = (22.00 * 0.40 + 19.00 * 0.20) * 0.426 = 8.19 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_{12} = p_2 + (19.00 * 0.20) * 0.426 = 9.81 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_{11} = p_w + (19.00 * 2.00) * 0.426 = 26.01 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_1 = p_{11} + (19.00 * 0.20) * 0.426 = 27.63 \quad \text{kN/m}^2$$

Tali spinte vengono considerate nella Condizione Elementare (CDC 3) sul piedritto sx e nella Condizione Elementare (CDC 4) sul piedritto dx.

Le pressioni del terreno relative alla spinta attiva, in corrispondenza dei nodi caratteristici dei piedritti, risultano essere le seguenti:

$$p_2 = (22.00 * 0.40 + 19.00 * 0.20) * 0.271 = 5.20 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_{12} = p_2 + (19.00 * 0.20) * 0.271 = 6.23 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_{11} = p_w + (19.00 * 2.00) * 0.271 = 16.53 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_1 = p_{11} + (19.00 * 0.20) * 0.271 = 17.56 \quad \text{kN/m}^2$$

Tali spinte vengono considerate nella Condizione Elementare (CDC 5) sul piedritto sx e nella Condizione Elementare (CDC 6) sul piedritto dx.

Nelle combinazioni di carico verranno considerate:

- 1) Spinta a riposo su entrambi i piedritti;
- 2) Spinta attiva su ambo i piedritti;
- 3) Spinta a riposo su piedritto sx e spinta attiva su piedritto dx;

La condizione di spinta 3) serve a mettere in conto possibili situazioni (anche temporanee) di disomogeneità nei costipamenti o altre condizioni che possano generare situazioni di spinte asimmetriche sull'opera. La condizione di spinta attiva, sebbene poco realistica considerando le caratteristiche dell'opera, viene comunque considerata a favore di sicurezza per massimizzare i valori delle sollecitazioni flessionali in corrispondenza delle mezzerie delle solette.

Naturalmente queste spinte saranno opportunamente combinate, utilizzando i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

7.2.3. Spinta della falda interna allo scatolare

<i>Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners</i> <i>Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara</i> <i>Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di</i> <i>depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara</i>	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 27 di 86
--	---	---------------------------

Si considera il contributo della spinta dell'acqua interna al tombino scatolare. Il valore della spinta idrostatica ha il consueto andamento lineare con la profondità nei piedritti, assumendo valore massimo alla base pari a:

$$S_w = 15 \text{ kN/m}^2$$

(Condizione Elementare CDC 7)

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 28 di 86
--	--	--------------------

7.2.4. Carichi veicolari sulla soletta superiore

I casi di carico CDC8, CDC9, CDC10 e CDC11 sono relativi agli effetti indotti sulla soletta superiore dai carichi veicolari agenti in corrispondenza della sovrastruttura stradale. I carichi di riferimento sono descritti nel paragrafo 5.1.3.3 del D.M. 14/01/2008.

In particolare lo *schema di carico 1* è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem e da carichi uniformemente distribuiti ; i carichi concentrati sono pari a:

$Q_{1k} = 300$ kN ad asse ($300 + 300 = 600$ kN) su corsia n.1 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

$Q_{2k} = 200$ kN ad asse ($200 + 200 = 400$ kN) su corsia n.2 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

$Q_{3k} = 100$ kN ad asse ($100 + 100 = 200$ kN) su corsia n.3 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

Si ipotizza che tali carichi siano applicati su un'impronta rettangolare pari a 2.4 x 1.60 m (1.6 m sviluppo parallelo alla corsia di traffico, 2.4 m sviluppo perpendicolare), ovvero pari all'ingombro complessivo esterno del tandem. Per quanto riguarda i carichi uniformemente distribuiti (associati ai carichi tandem) si considera prudenzialmente il carico $q_{1k} = 9$ kN/m² applicato a tutte le colonne di carico (la norma prevede l'applicazione dalla seconda alla n-esima corsia di un carico ridotto da 2.5 kN/m²).

I carichi tandem vengono posizionati ortogonalmente all'asse del tombino e vengono ripartiti sia in direzione longitudinale che trasversale dal piano stradale al piano medio della soletta superiore. Si assume che la diffusione avvenga con un angolo di 30° attraverso il rilevato stradale (in accordo al punto C5.1.3.3.7.1 della circolare ministeriale del 02/02/2009) e con un angolo di 45° nella soletta superiore del tombino. L'effetto dei carichi tandem sulla soletta superiore viene pertanto messo in conto attraverso la determinazione di un carico equivalente distribuito q_{eq} a cui si somma il carico uniforme $q_{1k} = 9$ kN/m².

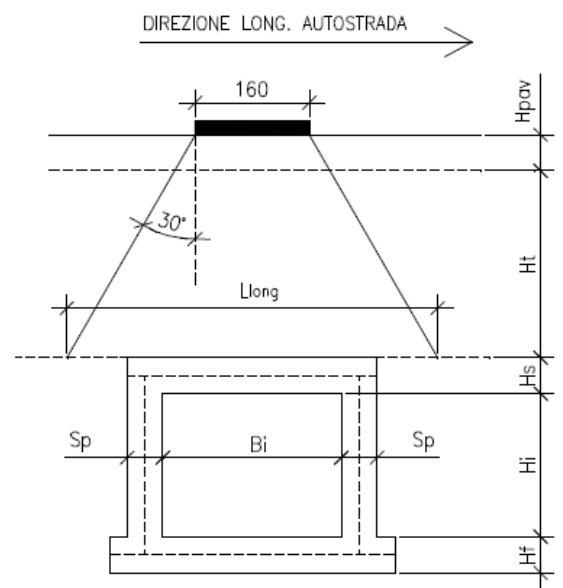
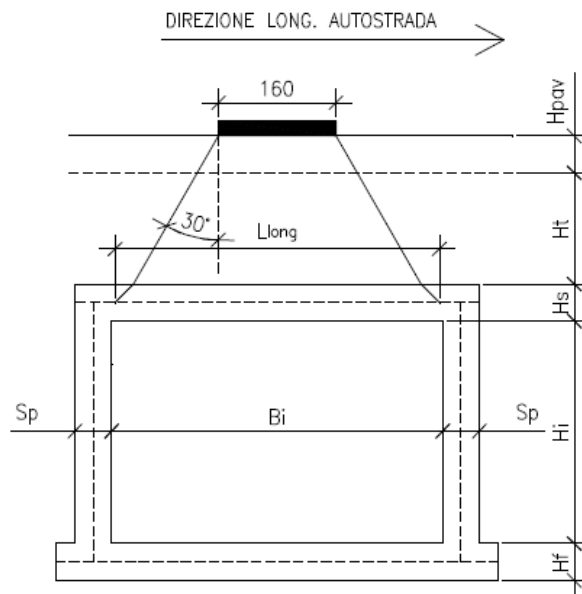
Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale (parallela all'asse stradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

$$L_{long} = 1.6 \text{ m} + 2x [\tan 30^\circ \times (H_{pav} + H_t) + \tan 45^\circ + S_s/2] \quad \text{se } L_{long} \leq L + 2xS_p$$

$$L_{long} = 1.6 \text{ m} + 2x [\tan 30^\circ \times (H_{pav} + H_t) + \tan 45^\circ] \quad \text{se } L_{long} > L + 2xS_p$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 29 di 86
--	--	--------------------



Nel caso in esame risulta:

$$L_{dl} = 1.60 + 2 * (0.40 * \operatorname{tg}30^{\circ} + 0.15) = 2.81 \quad \text{m}$$

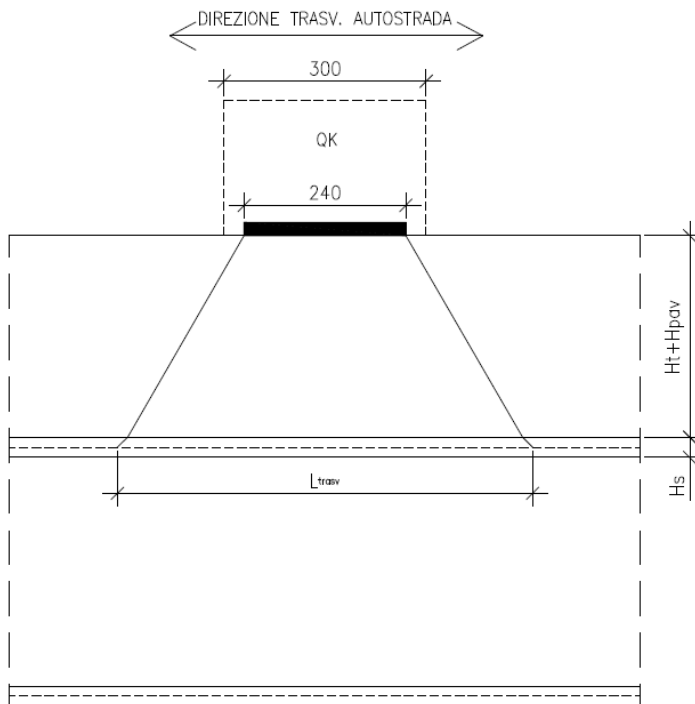
Diffusione del carico tandem in direzione trasversale (ortogonale all'asse stradale)

Il numero di carichi tandem effettivamente gravanti sulla striscia unitaria di progetto dello scatolare dipende dall'altezza di ricoprimento presente e dallo spessore della soletta.

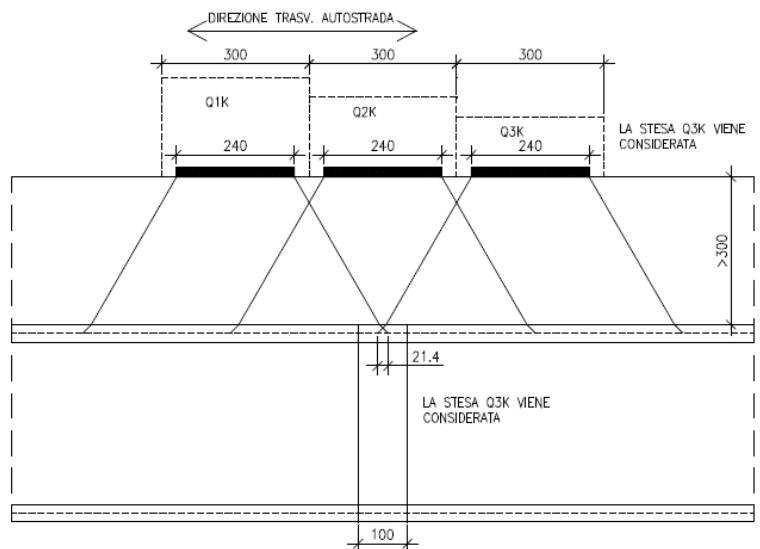
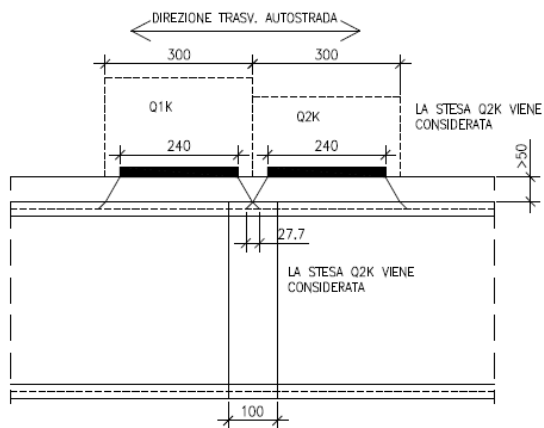
La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione trasversale L_{trav} è pari a:

$$L_{dt} = 2.40 + 2 * (0.50 * \operatorname{tg}30^{\circ} + 0.15) = 3.30 \quad \text{m}$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 30 di 86
--	--	--------------------



Operativamente si considerano due o più stese di carico quando si configura una sovrapposizione dei relativi coni di almeno 20 cm (si vedano al proposito le due figure seguenti).



Semplificando gli intervalli entro cui agiscono sulla striscia unitaria di calcolo 1, 2 o 3 carichi tandem, si possono considerare i seguenti scenari:

per ricoprimenti minori di 0.5 m ($R_{tot} \leq 0.5$ m) si considera l'effetto di 1 stesa di carico ;

per ricoprimenti compresi fra 0.5 e 3.0 m ($0.5 < R_{tot} \leq 3$ m) si considera l'effetto di 2 stese ;

per ricoprimenti maggiori di 3.0 m ($R_{tot} > 3$ m) si considera l'effetto di 3 stese .

Calcolo del carico distribuito equivalente al tandem

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 31 di 86
--	--	--------------------

Avendo definito L_{long} e L_{trasv} si può valutare l'intensità del carico q_{eq} equivalente all'effetto indotto dai carichi tandem sulla soletta superiore:

Si considerano $n=2$ stese di carico

$$q_{eq} = 2 \times Q_{1k} / (L_{long} \times L_{trasv}) + 2 \times Q_{2k} / (L_{long} \times L_{trasv}) = \mathbf{98.69 \text{ kN/m}}$$

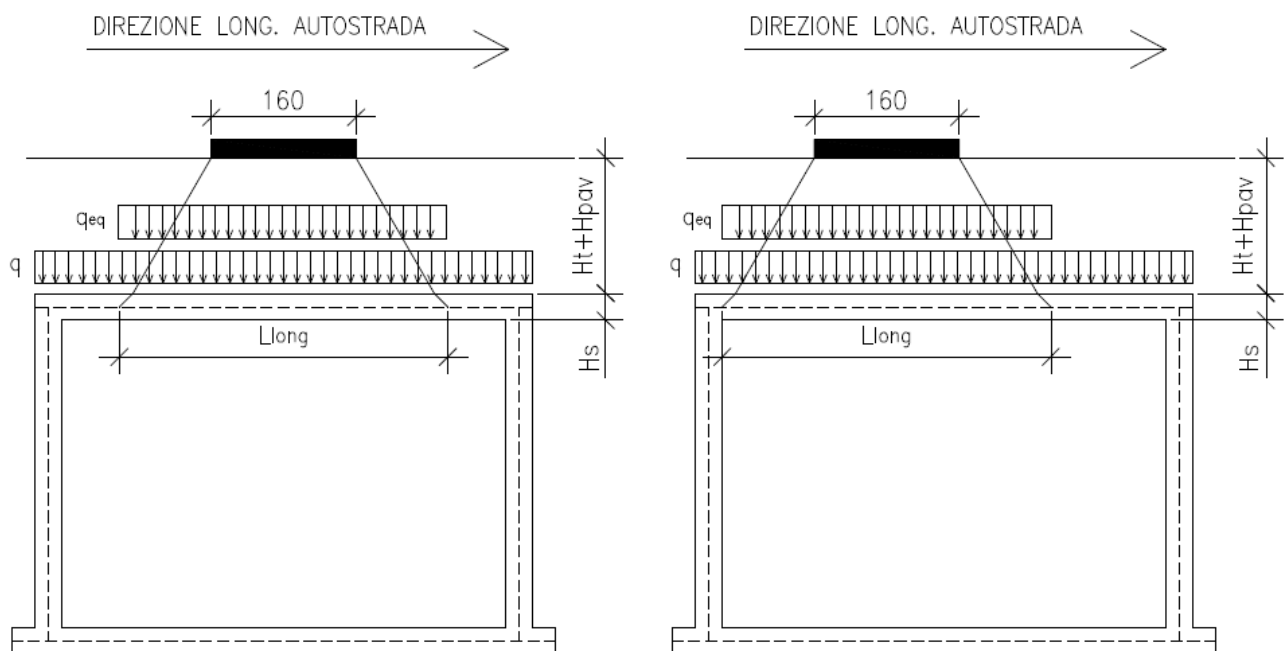
cui si sovrappone il carico $q = 9 \text{ kN/m}$ uniforme su tutta la soletta (corrispondente al carico q_{1k}).

La posizione del carico q_{eq} equivalente al tandem viene variata su tutta la soletta nei casi di carico CDC8-10 per massimizzare:

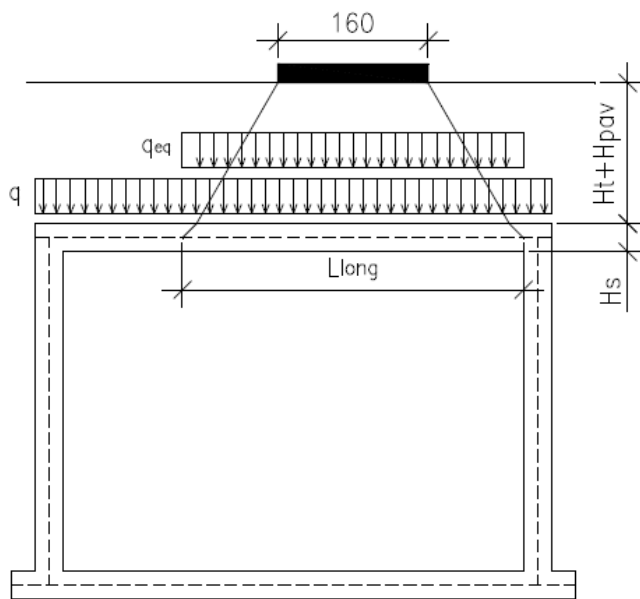
CDC 8: il momento in mezzzeria soletta;

CDC 9: il taglio nella soletta a filo piedritto destro;

CDC 10: il taglio nella soletta a filo piedritto sinistro.

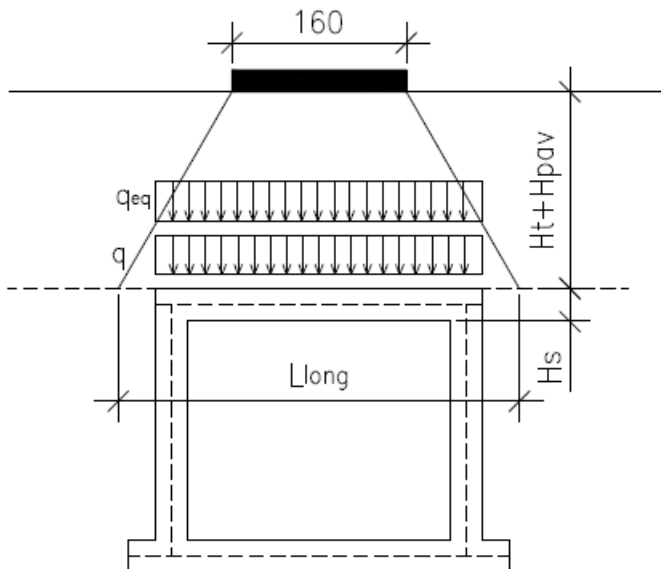


Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 32 di 86
--	--	--------------------



Si noti che se $L_{long} > L + 2 \times S_p$ (larghezza netta interna + spessore dei piedritti) allora il carico equivalente è applicato a tutte le aste della soletta superiore nei tre casi di carico CDC 8-10 che vengono a coincidere tra di loro.

DIREZIONE LONG. AUTOSTRADA →



CDC11: sovraccarico uniforme da 20kN/m²

Si ipotizza che la soletta superiore sia gravata da un carico accidentale uniformemente distribuito di intensità pari a 20 kN/m² (scenario da traffico da utilizzarsi in alternativa ai casi di carico 8, 9 e 10).

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverra	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 33 di 86
--	--	--------------------

7.2.5. Spinte sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali

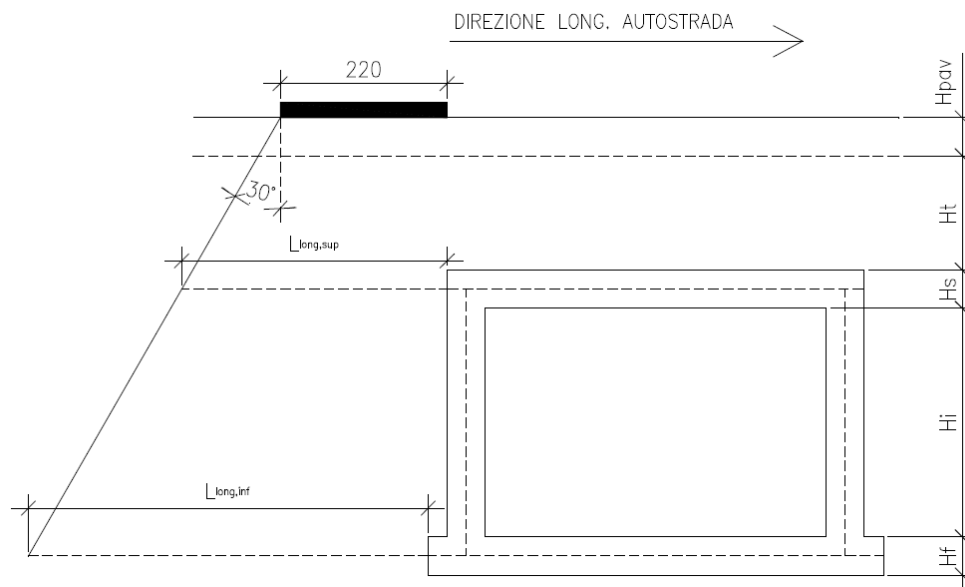
In accordo con il punto C5.1.3.3.7.1 della circolare ministeriale 02/02/2009 per il calcolo delle spinte generate dal sovraccarico sul rilevato si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3.0 m e lunga 2.20 m. Anche in questo caso si tiene in conto la diffusione del carico attraverso il rilevato sia in direzione longitudinale che trasversale. Al tandem si somma il carico uniformemente distribuito agente sulla i-esima corsia di carico $q_{ik} = 9 \text{ kN/m}^2$.

Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale (parallela all'asse stradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

$$L_{\text{long,sup}} = 2.2 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s/2)] = \mathbf{2.72 \text{ m}} \quad (\text{piano medio sol. sup.})$$

$$L_{\text{long,inf}} = 2.2 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s + H_i + H_f/2)] = \mathbf{4.11 \text{ m}} \quad (\text{piano medio sol. inf.})$$



Si assume prudenzialmente che i carichi non si diffondano a lato soletta.

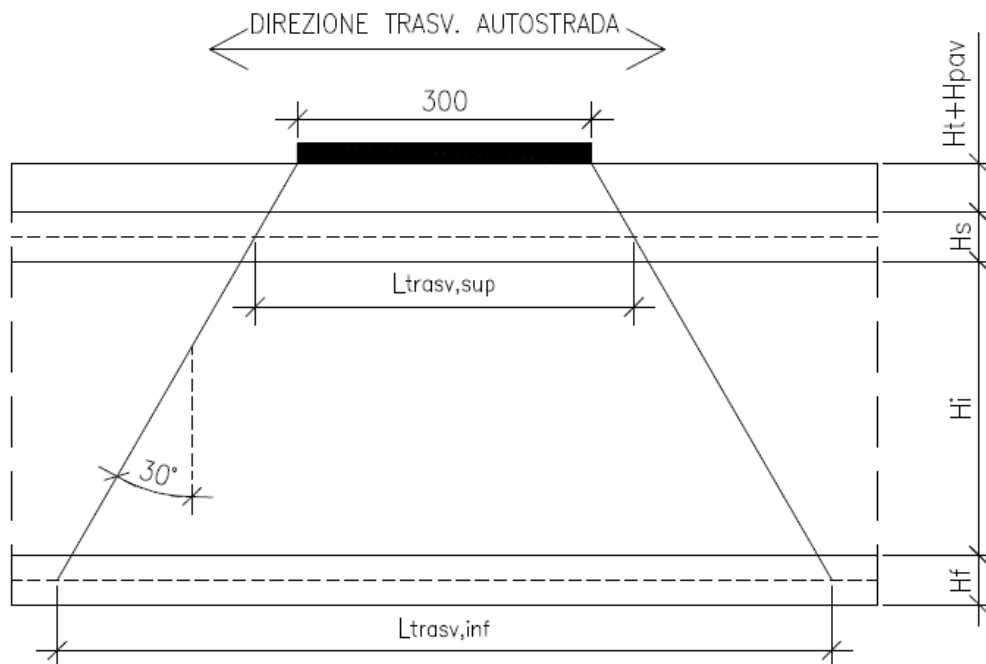
Diffusione del carico tandem in direzione trasversale (ortogonale all'asse stradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

$$L_{\text{trasv,sup}} = 3 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s/2)] = \mathbf{4.04 \text{ m}} \quad (\text{piano medio sol. sup.})$$

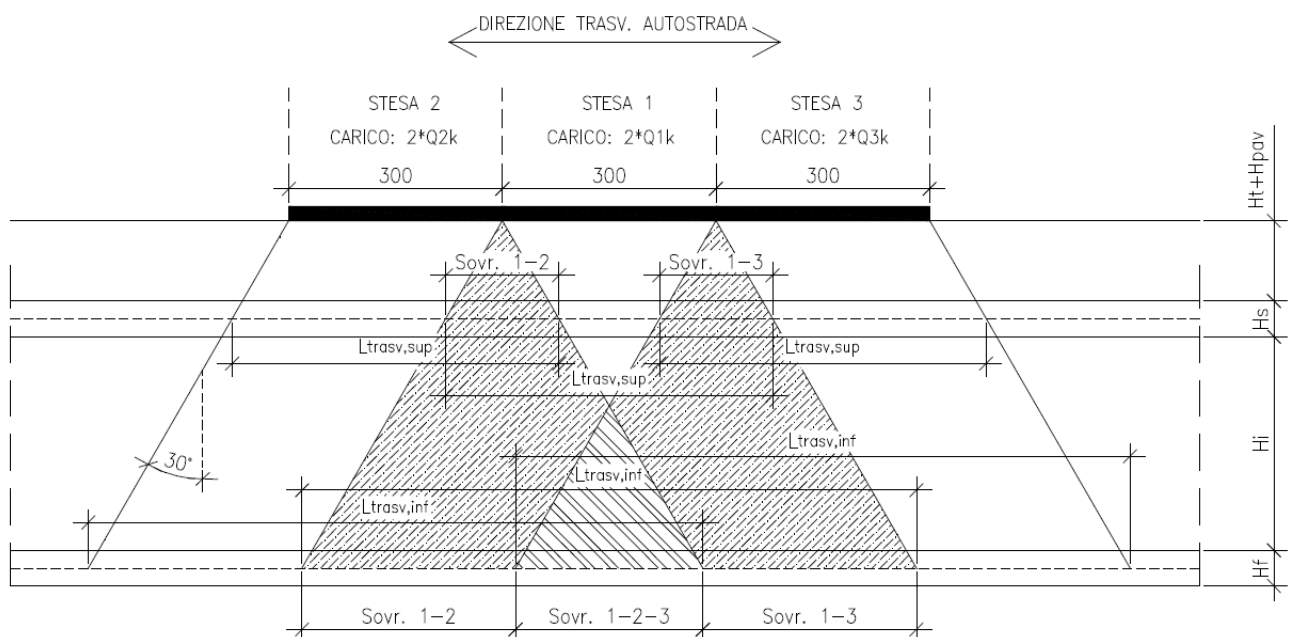
$$L_{\text{trasv,inf}} = 3 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s + H_i + H_f/2)] = \mathbf{6.81 \text{ m}} \quad (\text{piano medio sol. inf.})$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 34 di 86
--	--	--------------------



Definizione dei carichi di progetto

Poiché l'impronta di ciascun carico tandem è larga come la corsia, due tandem contigui generano sempre nel terrapieno dei coni di carico sovrapposti; il numero di stese di carico effettivamente gravanti sulla striscia unitaria di scatolare dipende dall'altezza di ricoprimento presente e dall'altezza dello scatolare stesso. A titolo di esempio si faccia riferimento alla figura seguente in cui si illustra un caso in cui a livello del piano medio della soletta superiore si sovrappongono al più di due coni di pressione, mentre a livello del piano medio della soletta inferiore si evidenziano sovrapposizioni di 3 coni.



In genere si assume il numero di stese di carico da considerare nella definizione della spinta delle terre in funzione dei due parametri geometrici:

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 35 di 86
--	--	--------------------

H_i = altezza **interna** del manufatto ,

$R_{tot} = H_t + H_{pav}$ = ricoprimento .

Si riassumono di seguito le ipotesi di carico come evidenziato nelle tabelle seguenti:

$H_i = 1.0 \text{ m}$ (altezza interna scatolare)			
	$H_t + H_{pav} < 1.4 \text{ m}$	$1.4 \text{ m} < H_t + H_{pav} < 2.7 \text{ m}$	$H_t + H_{pav} > 2.7 \text{ m}$
n. stese efficaci piano medio soletta superiore	2	2	3
n. stese efficaci piano medio soletta inferiore	2	3	3

$H_i = 1.5 \text{ m}$ (altezza interna scatolare)			
	$H_t + H_{pav} < 0.9 \text{ m}$	$0.9 \text{ m} < H_t + H_{pav} < 2.7 \text{ m}$	$H_t + H_{pav} > 2.7 \text{ m}$
n. stese efficaci piano medio soletta superiore	2	2	3
n. stese efficaci piano medio soletta inferiore	2	3	3

$H_i = 2 \text{ m}$ (altezza interna scatolare)			
	$H_t + H_{pav} < 0.4 \text{ m}$	$0.4 \text{ m} < H_t + H_{pav} < 2.7 \text{ m}$	$H_t + H_{pav} > 2.7 \text{ m}$
n. stese efficaci piano medio soletta superiore	2	2	3
n. stese efficaci piano medio soletta inferiore	2	3	3

$H_i > 2.5 \text{ m}$ (altezza interna scatolare)		
	$H_t + H_{pav} < 2.7 \text{ m}$	$H_t + H_{pav} > 2.7 \text{ m}$
n. stese efficaci piano medio soletta superiore	2	3
n. stese efficaci piano medio soletta inferiore	3	3

Nel caso in esame si assumono $n = 3$ colonne di carico che forniscono i seguenti valori di spinta in corrispondenza dei nodi superiore ed inferiore della struttura, in condizione di spinta a riposo:

$$q_{eq} = \Sigma Q_{ik} / (L_{long} \times L_{trav}) \times k_o$$

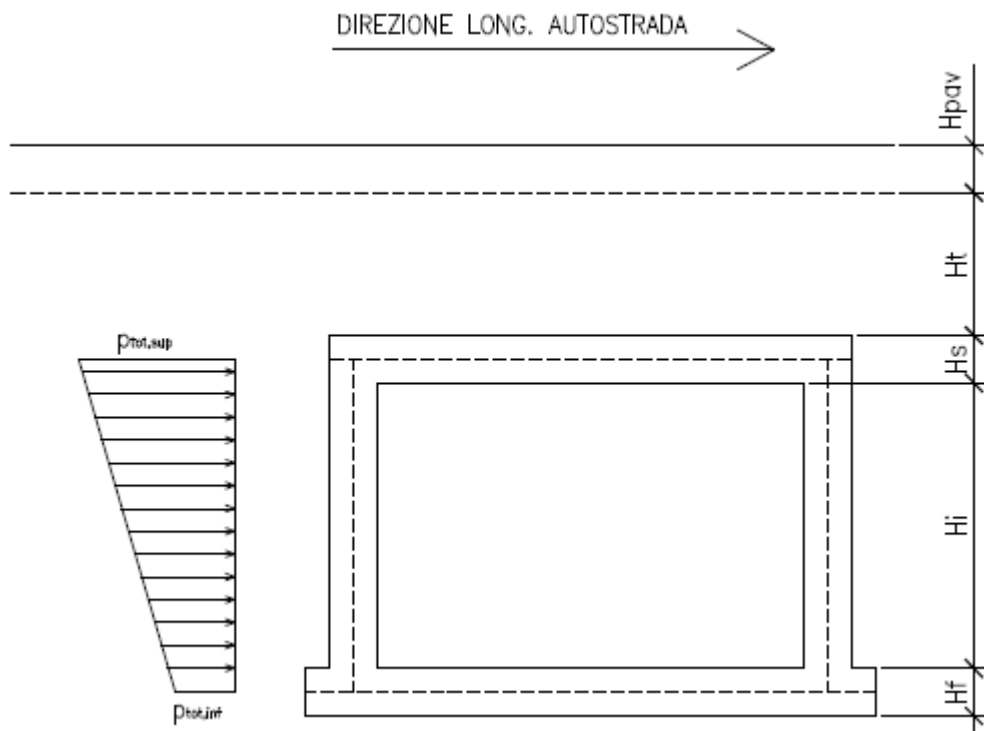
Nel caso in esame risulta:

$$q'_{acc,sup,2} = 50.40 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{acc,sup,1} = 22.10 \text{ kN/m}^2$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 36 di 86
--	--	--------------------

Il diagramma di spinta applicato ai piedritti varia linearmente fra i valori $q_{acc,sup2}$ e $q_{acc,sup1}$ come esemplificato nella immagine seguente.



Loadings 20-23: spinta sul piedritto generata dal carico accidentale $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$ sul rilevato

Nelle condizioni di carico in oggetto si considera l'assenza del carico tandem:

$$p = k_0 \times q_{1k} = 0.426 \times 9 = 3.83 \text{ kN/m (spinta a riposo, CDC 14 e 15, piedritto sinistro/destro)}$$

CDC 16-17: spinta sul piedritto generata dal sovraccarico da 20 kN/m^2 sul rilevato

Nello scenario di carico da traffico alternativo allo Schema di Carico 1 si considera, ai fini del calcolo della spinta sui piedritti, un carico q_{acc} sul terrapieno pari a 20 kN/m^2 .

Tale carico genera spinte pari a:

$$p = k_0 \times q_{acc} = 0.426 \times 20 = 8.52 \text{ kN/m (spinta a riposo, CDC 16 e 17, piedritto sinistro/destro)}$$

7.2.6. Frenatura

La forza di frenatura q_3 è funzione del carico totale agente sulla corsia convenzionale n.1 e risulta pari a (si veda il paragrafo 5.1.3.5 del D.M. 14/01/2008):

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 37 di 86
--	--	--------------------

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 \times 2 \times Q_{1k} + 0.10 q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ kN}$$

dove:

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m (larghezza della corsia)}$$

$$L = 2 \times S_p + B_i \text{ (larghezza della soletta compresi i piedritti)}$$

Nel caso in esame risulta:

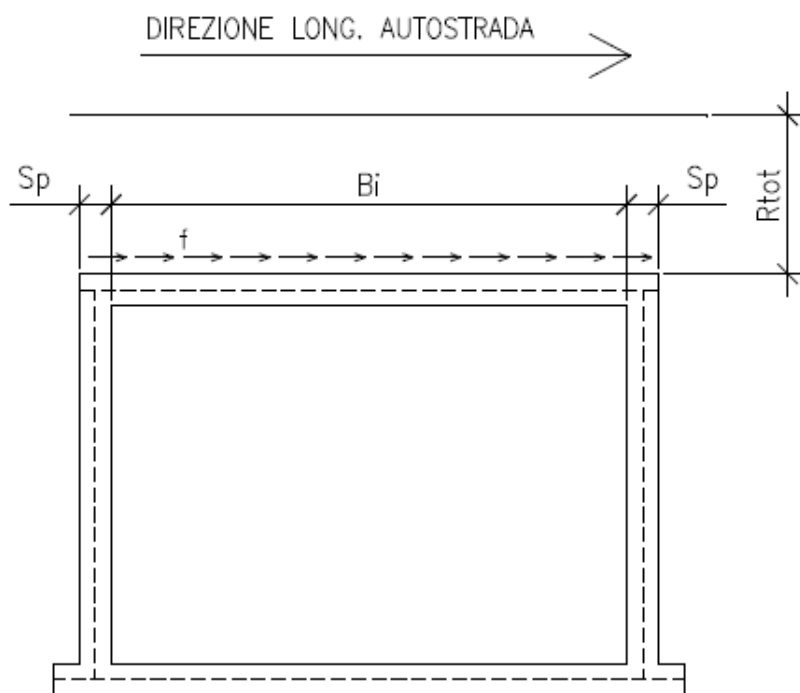
$$q_3 = 369.99 \text{ kN}$$

L'azione di cui sopra, viene distribuita sulla soletta superiore dello scatolare; il valore della frenatura equivalente da applicare alla soletta, si ottiene distribuendo il valore del carico frenante, alla lunghezza della soletta e alla larghezza di diffusione del carico (L_{dt}), con la seguente relazione:

$$q_{3,dis} = 370.53 / (6.61 * 3.90) = 14.41 \text{ kN/m}^2$$

Nel caso in esame si assume una larghezza di diffusione per il carico dovuto alla frenatura pari a $L_{dt} + L$ per tenere conto della elevata rigidezza della soletta nel proprio piano.

(applicata nel CDC 18)



Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 38 di 86
--	--	--------------------

7.2.7. Azioni sismiche

(CDC elementari 18-20)

7.2.7.1 Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \cdot k_h$$

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$(SLV) \quad k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0.151$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0.075$$

P = peso proprio;

k = coefficienti sismici;

Nel caso di sisma orizzontale si considera la spinta derivante dall'oscillazione del cuneo di terreno spingente con l'applicazione del diagramma triangolare di pressioni, tipico dei muri di sostegno, avente la risultante a 1/3 dell'altezza. Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8, in cui l'incremento di spinta sismica ΔP per la condizione a riposo viene valutato:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{\text{tot}}^2$$

La risultante di tale incremento di spinta viene applicata ad h/2 del piedritto.

1 - Ai fini delle azioni verticali sulla soletta superiore, non considerando i carichi accidentali si ha:

Peso proprio soletta 10.00 kN/m²

Carichi permanenti 15.40 kN/m²

Inerzia 1.92 kN/m²

Totale 27.32 kN/m²

2 - Ai fini delle azioni orizzontali, sui piedritti si considera il contributo della sovraspinta sismica dovuto al sisma oscillatorio e le spinte inerziali agenti sui piedritti, mentre sulla soletta superiore si considera l'inerzia della stessa nonché i permanenti portati.

Spinta inerziale sulla soletta superiore:

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 39 di 86
--	--	--------------------

$$P \cdot k_h = 3.85 \text{ kN/m}$$

Spinta inerziale sui piedritti:

$$P \cdot k_h = 1.33 \text{ kN/m}$$

$$P \cdot k_v = 0.66 \text{ kN/m}$$

Sovraspinta sismica:

$$k_h \times \gamma \times h_{\text{tot}} = 10.075 \text{ kN/m}$$

dove si indica con h_{tot} l'altezza totale del tombino compresi gli spessori delle solette superiore e inferiore più l'altezza di ricoprimento totale del tombino. Si fa osservare che tale metodologia porta ad azioni eccessivamente prudenziali, soprattutto per tombini con altezza di ricoprimento elevata.

Nella condizione di carico elementare CDC 21 si immette la spinta idrodinamica dell'acqua interna allo scatolare in presenza di sisma orizzontale. La formula della suddetta pressione idrodinamica (indicata come $q(z)$) è descritta nell'Eurocodice 8 (parte 5, appendice 8, par. E.8).

$$q(z) = 7/8 k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

in cui:

z = coordinata verticale (in [m]) diretta verso il basso con origine al pelo libero dell'acqua;

h = altezza del battente d'acqua (in [m]);

$k_h = a_{\text{max}} / g$ (coefficiente sismico orizzontale)

$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ (peso specifico dell'acqua)

Nel caso in esame risulta:

$$q (0.00) = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$q (0.20) = 0.84 \text{ kN/m}$$

$$q (0.40) = 1.19 \text{ kN/m}$$

$$q (0.80) = 1.68 \text{ kN/m}$$

$$q (1.60) = 2.37 \text{ kN/m}$$

$$q (2.00) = 2.65 \text{ kN/m}$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 40 di 86
--	--	--------------------

7.2.8. Azioni termiche

Sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata una variazione termica uniforme di $\pm 10^{\circ}\text{C}$ sulla soletta superiore (CDC 22) ed un salto termico di 5°C sulla soletta superiore e sui piedritti, analizzando nelle combinazioni di carico i due casi di intradosso più caldo dell'estradosso e viceversa agendo sul segno della sollecitazione, con andamento lineare nello spessore della soletta superiore e sui piedritti (CDC 21).

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} = 0.00001 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

7.2.9. Ritiro

Si considera soggetta a fenomeni di ritiro la sola soletta superiore.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

dove:

ε_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ε_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ε_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{c0}$$

può essere valutato mediante i valori delle seguenti Tab. 11.2.Va-b (NTC) in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro h_0 :

Tabella 11.2.Va – Valori di ε_{c0}

	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
f_{ck}	Umidità relativa (in %)					
	20.00	40.00	60.00	80.00	90.00	100.00
20.00	-0.62	-0.58	-0.49	-0.30	-0.17	0.00

25.00	-0.59	-0.55	-0.46	-0.29	-0.16	0.00
28.00	-0.56	-0.53	-0.45	-0.28	-0.15	0.00
32.00	-0.54	-0.51	-0.42	-0.26	-0.15	0.00
40.00	-0.48	-0.46	-0.38	-0.24	-0.13	0.00
60.00	-0.38	-0.36	-0.30	-0.19	0.10	0.00
80.00	-0.30	-0.28	-0.24	-0.15	-0.07	0.00

Tabella 11.2.Vb – Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1
200	0.85
300	0.75
400	0.725
500	0.7

I valori intermedi dei parametri indicati in tabella si ottengono per l'interpolazione lineare.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\varepsilon_{ca,\infty}$ può essere valutato mediante l'espressione:

$$\varepsilon_{ca,\infty} = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad (\text{con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2)$$

Assumendo come umidità relativa

$$U_r = 70\%$$

Si ha il seguente valore del ritiro:

$$\varepsilon_{cs} = 0.00033$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 42 di 86
--	--	--------------------

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\Phi (t = \infty) = 1.6$. Il modulo elastico ridotto del calcestruzzo risulta quindi pari a:

$$E_c^* = E_c / (1 + \Phi) = 12533 \text{ N/mm}^2. \text{ (CDC 22)}$$

7.3. Combinazioni di carico adottate

I carichi caratteristici sopra elencati (CDC), al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

7.3.1. Combinazioni per lo STATO LIMITE ULTIMO

$\gamma_{G1} G1 + \gamma_{\epsilon 2} R + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{\epsilon 3} \psi_{0 \epsilon 3} T$ (carico da traffico veicolare Q_{k1} principale)

$\gamma_{G1} G1 + \gamma_{\epsilon 2} R + \gamma_{\epsilon 3} T + \gamma_{Q1} \psi_{01} Q_{k1}$ (azioni termiche T principali)

			Peso proprio	Permanenti portati	Spinta a riposo piedritto sx	Spinta riposo piedritto dx	Spinta attiva piedritto sx	Spinta attiva piedritto dx	Spinta acqua interna	Q1k centrato	Q1k filo piedritto dx	Q1k filo piedritto sx	Accidentale 9kPa su soletta	Accidentale 20 kPa	Accidentale su piedritto sx	Accidentale su piedritto dx	Accidentale 9kPa piedritto sx	Accidentale 9kPa piedritto dx	Accidentale 20kPa piedritto sx	Accidentale 20kPa piedritto dx	Frenatura	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Spinta idrodinamica	Termica Uniforme	Termica farfalla +	Ritiro
SUU	1	1.35	1.35	0	0	1	1	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	0.72	1.2	
	2	1.35	1.35	0	0	1	1	1.35	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	0.72	1.2	
	3	1.35	1.35	0	0	1	1	1.35	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	
	4	1.35	1.35	0	0	1	1	1.35	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	
	5	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	1.35	0	0	0	-0.72	-0.72	0
	6	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	1.35	0	0	0	-0.72	-0.72	0
	7	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	1.01	0	1.01	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	-0.72	-0.72	0
	8	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	-1.2	0
	9	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	-1.2	-1.2	0
	10	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	-1.2	0
	11	1.35	1.35	0	0	1	1	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.72	0.72	0
	12	1.35	1.35	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.72	0.72	0
	13	1.35	1.35	0	0	1	1	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	1.2	0
	14	1.35	1.35	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	1.2	0
	15	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	1.35	0	0	0	0.72	-0.72	1.2
	16	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	1.35	0	0	0	0.72	-0.72	1.2
	17	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	1.01	0	1.01	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0.72	-0.72	1.2	

18	18	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	1.01	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	1.2	-1.2	1.2	
	19	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.2	-1.2	1.2	
	20	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	1.01	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	-1.2	1.2	
	21	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	0	0	1.35	0	0	0	0.72	-0.72	1.2
	22	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	1.2	-1.2	1.2
	23																									
		1	1	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0.72	0.72	1.2
	24																									
		1	1	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2
	25	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	1.01	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0
	26	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	0	1.35	0	0	0	0	0	0
	27	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	1.35	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0.72	-0.72	1.2
	28	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0.72	-0.72	1.2
	29	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0.72	0.72	1.2
	30		1	1	1.35	1.35	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	1.01	1.01	0	0	1.35	0	0	0	-0.72	-0.72	0
	31		1	1	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.35	0	0	0	-0.72	-0.72
32		1	1	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	1.01	0	1.01	1.01	0	0	0	1.35	0	0	0	-0.72	-0.72	0	
33	1.35	1.35	1.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0.72	0.72	1.2	

7.3.2. Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione rara

$G_1 + R + Q_{k1} + \psi_{0\epsilon 3} T$ (carico da traffico veicolare Q_{k1} principale)

$G_1 + R + T + \psi_{01} Q_{k1}$ (azioni termiche T principali)

[illegible]

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 44 di 86
--	--	------------------------

54	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	-1	-1	0
55	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0.75	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0
56	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	1
57	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	1
58	1	1	0	0	1	1	1	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1
59	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1
60	1	1	1	0	0	1	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	1	0	0	0	0.6	-0.6	1
61	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	1	0	0	0	0.6	-0.6	1
62	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0.75	0	0.75	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.6	-0.6	1
63	1	1	1	0	0	1	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1
64	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	1	-1	1
65	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0.75	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1
66	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	1	0	0	0	0.6	-0.6	1
67	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1
68	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.6	0.6	1
69	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

7.3.3. Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione frequente

$G_1 + R + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{2\&3} T$ (carico da traffico veicolare Q_{k1} principale)

		SLE FR																																				
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Peso proprio	Permanenti portati	Spinta a riposo piedritto sx	Spinta a riposo piedritto dx	Spinta attiva piedritto sx	Spinta attiva piedritto dx	Spinta acqua interna	Q1k centrato	Q1k filo piedritto dx	Q1k filo piedritto sx	Accidentale 9kPa su soletta	Accidentale 20 kPa	Accidentale su piedritto sx	Accidentale su piedritto dx	Accidentale 9kPa piedritto sx	Accidentale 9kPa piedritto dx	Accidentale 20kPa piedritto sx	Accidentale 20kPa piedritto dx	Frenatura	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Spinta idrodinamica	Termica Uniforme	Termica farfalla +	Ritiro		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	1	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	1
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	1	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	1

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 46 di 86
--	--	------------------------

7.3.4. Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione quasi permanente

$$G_1 + R + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{2\>3} T$$

SLE QP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
70	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7.3.5. Combinazioni per lo stato limite ultimo di Salvaguardia della vita

Si considera il sisma agente nella direzione trasversale dello scatolare (gli effetti del sisma agente nella direzione longitudinale del manufatto sono poco rilevanti), associato al sisma in direzione verticale (considerando in alternativa entrambi i versi d'azione). La non contemporaneità della massima azione verticale e orizzontale viene tenuta in conto, come prescritto dalle NTC 2008 (Par. 7.3.5), considerando i 4 seguenti scenari:

$$E_1 = 1.00 E_H + 0.30 E_v + (\text{sisma orizzontale al 100\%, sisma verticale verso l'alto al 30\%})$$

$$E_2 = 1.00 E_H + 0.30 E_v - (\text{sisma orizzontale al 100\%, sisma verticale verso il basso al 30\%})$$

$$E_3 = 0.30 E_H + 1.00 E_v + (\text{sisma orizzontale al 30\%, sisma verticale verso l'alto al 100\%})$$

$$E_4 = 0.30 E_H + 1.00 E_v - (\text{sisma orizzontale al 30\%, sisma verticale verso il basso al 100\%})$$

$$G_1 + E + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{2\>3} T$$

SISMA	75	Peso proprio	Permanenti portati	Spinta a riposo piedritto sx	Spinta riposo piedritto dx	Spinta attiva piedritto sx	Spinta attiva piedritto dx	Spinta acqua interna	Q1k centrato	Q1k filo piedritto dx	Q1k filo piedritto sx	Accidentale 9kPa su soletta	Accidentale 20 kPa	Accidentale su piedritto sx	Accidentale su piedritto dx	Accidentale 9kPa piedritto sx	Accidentale 9kPa piedritto dx	Accidentale 20kPa piedritto sx	Accidentale 20kPa piedritto dx	Frenatura	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Spinta idrodinamica	Termica Uniforme	Termica farfalla +	Ritiro
	76	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1	0	0.5	0.5	1
	77	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	1	-0.5	-0.5	0

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 47 di 86
--	--	--------------------

78	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	1	0.5	-0.5	1
79	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0.3	1	0.5	0.5	1

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 48 di 86
--	--	--------------------

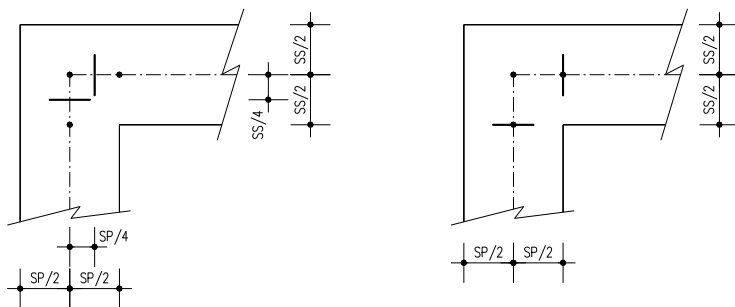
7.4. Verifiche di resistenza e a fessurazione

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni per le aste più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente e per le sollecitazioni di esercizio si determina la massima trazione nel calcestruzzo σ_{ct} , confrontandola con la resistenza caratteristica a trazione per flessione f_{ctk} : se risulta $\sigma_{ct} < f_{ctk}$ la verifica è soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'EC2, come richiesto dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR o QP della normativa vigente sui ponti stradali". La massima apertura ammissibile risulta rispettivamente per le strutture in ambiente ordinario ed armature poco sensibili:

1) combinazione di carico Frequente:

$$w_k \leq w_3 = 0.40 \text{ mm}$$

2) combinazione di carico quasi permanente:

$$w_k \leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 49 di 86
--	--	--------------------

Verifica delle tensioni di esercizio: si eseguono per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, verificando rispettivamente che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

per la condizione QP si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$;

per la condizione rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$

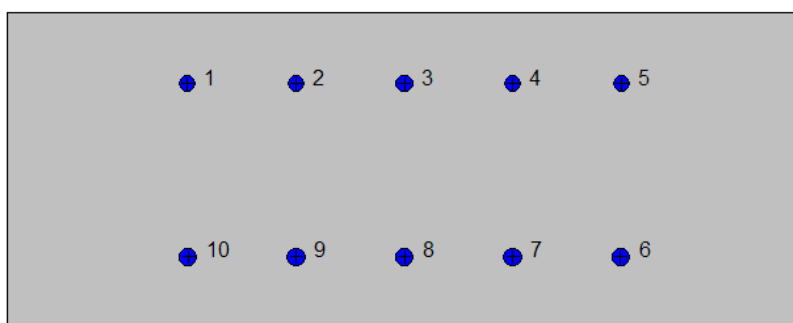
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 50 di 86
--	--	--------------------

7.4.1. Soletta superiore: attacco piedritto (Asta 9)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	30.0
2	100.0	30.0
3	100.0	0.0
4	0.0	0.0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22.7	21.0	3.1	no
2	36.3	21.0	3.1	no
3	50.0	21.0	3.1	no
4	63.7	21.0	3.1	no
5	77.3	21.0	3.1	no
6	77.3	9.1	3.8	no
7	63.6	9.1	3.8	no
8	50.0	9.1	3.8	no
9	36.4	9.1	3.8	no
10	22.7	9.1	3.8	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

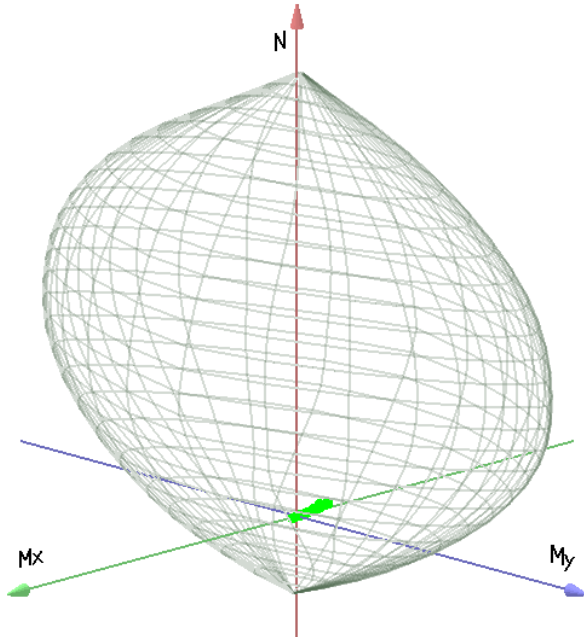
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 51 di 86
--	--	--------------------

f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1358.40	13.4549	0.0000	Completamente tesa
7931.73	-13.4549	0.0005	Completamente compressa
0.00	221.2248	0.0000	Fibre inferiori tese
0.00	-193.2902	0.0000	Fibre superiori tese
0.00	0.0000	525.5838	Fibre di sinistra tese
0.00	0.0000	-525.5838	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 e in caso di verifica proporzionale positiva:
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners				CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO	
Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara				Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A				52 di 86	

1	1.87	-36.9000	0.0000	P	9.85	-194.4728	0.0000	0.190	OK
				M	7749.87	-36.8197	0.0000	0.000	
				N	1.87	-193.5146	0.0000	0.190	
2	-10.05	4.7300	0.0000	P	-372.99	175.5466	0.0000	0.030	OK
				M	-1314.06	4.6556	0.0000	0.010	
				N	-10.05	220.0001	0.0000	0.020	
3	-6.28	-12.4300	0.0000	P	-92.07	-182.2292	0.0000	0.070	OK
				M	-1225.96	-12.4840	0.0000	0.000	
				N	-6.28	-192.5364	0.0000	0.060	
4	-15.19	18.7100	0.0000	P	-163.40	201.2606	0.0000	0.090	OK
				M	-1332.44	18.6191	0.0000	0.010	
				N	-15.19	219.3736	0.0000	0.080	
5	67.24	-120.6900	0.0000	P	115.39	-207.1188	0.0000	0.580	OK
				M	7128.29	-120.5944	0.0000	0.010	
				N	67.24	-201.3538	0.0000	0.600	
6	61.17	-92.5900	0.0000	P	138.67	-209.9028	0.0000	0.440	OK
				M	7334.35	-92.5191	0.0000	0.010	
				N	61.17	-200.6265	0.0000	0.460	
7	80.61	-110.3700	0.0000	P	154.70	-211.8185	0.0000	0.520	OK
				M	7203.73	-110.2944	0.0000	0.010	
				N	80.61	-202.9554	0.0000	0.540	
8	39.53	-88.9600	0.0000	P	90.72	-204.1664	0.0000	0.440	OK
				M	7361.09	-88.8905	0.0000	0.000	
				N	39.53	-198.0325	0.0000	0.450	
9	33.46	-60.8600	0.0000	P	113.76	-206.9240	0.0000	0.290	OK
				M	7569.43	-60.7843	0.0000	0.000	
				N	33.46	-197.3046	0.0000	0.310	
10	52.90	-78.6400	0.0000	P	141.42	-210.2311	0.0000	0.370	OK
				M	7437.40	-78.5594	0.0000	0.010	
				N	52.90	-199.6354	0.0000	0.390	
11	20.69	-52.8300	0.0000	P	79.43	-202.8139	0.0000	0.260	OK
				M	7629.52	-52.7510	0.0000	0.000	
				N	20.69	-195.7729	0.0000	0.270	
12	8.77	-11.2000	0.0000	P	167.01	-213.2886	0.0000	0.050	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	8.77	-194.3425	0.0000	0.060	
13	16.44	-33.0300	0.0000	P	102.31	-205.5534	0.0000	0.160	OK
				M	7779.38	-32.9578	0.0000	0.000	
				N	16.44	-195.2630	0.0000	0.170	
14	7.52	-1.8800	0.0000	P	1415.02	-353.7557	0.0000	0.000	OK
				M	7839.72	-1.9526	0.0000	0.000	
				N	7.52	-194.1926	0.0000	0.010	
15	55.57	-106.7300	0.0000	P	107.34	-206.1550	0.0000	0.520	OK
				M	7230.51	-106.6439	0.0000	0.010	
				N	55.57	-199.9554	0.0000	0.530	
16	49.50	-78.6300	0.0000	P	131.61	-209.0583	0.0000	0.380	OK
				M	7437.47	-78.5494	0.0000	0.010	
				N	49.50	-199.2278	0.0000	0.390	
17	68.93	-96.4100	0.0000	P	151.14	-211.3926	0.0000	0.460	OK
				M	7306.23	-96.3390	0.0000	0.010	
				N	68.93	-201.5563	0.0000	0.480	
18	23.96	-70.3400	0.0000	P	68.64	-201.5221	0.0000	0.350	OK
				M	7498.83	-70.2705	0.0000	0.000	
				N	23.96	-196.1652	0.0000	0.360	
19	17.90	-42.2400	0.0000	P	86.29	-203.6362	0.0000	0.210	OK
				M	7709.36	-42.1527	0.0000	0.000	
				N	17.90	-195.4382	0.0000	0.220	
20	37.33	-60.0200	0.0000	P	129.90	-208.8538	0.0000	0.290	OK
				M	7575.75	-59.9375	0.0000	0.000	
				N	37.33	-197.7687	0.0000	0.300	
21	55.45	-106.9200	0.0000	P	106.89	-206.1011	0.0000	0.520	OK
				M	7229.11	-106.8343	0.0000	0.010	
				N	55.45	-199.9410	0.0000	0.530	
22	23.85	-70.5300	0.0000	P	68.12	-201.4598	0.0000	0.350	OK
				M	7497.43	-70.4590	0.0000	0.000	
				N	23.85	-196.1520	0.0000	0.360	
23	60.38	-62.6300	0.0000	P	210.64	-218.4941	0.0000	0.290	OK
				M	7556.30	-62.5451	0.0000	0.010	
				N	60.38	-200.5318	0.0000	0.310	
24	22.99	-7.5000	0.0000	P	923.53	-301.2819	0.0000	0.020	OK
				M	7884.82	-7.5716	0.0000	0.000	
				N	22.99	-196.0488	0.0000	0.040	
25	59.86	-102.5000	0.0000	P	121.38	-207.8345	0.0000	0.490	OK
				M	7261.64	-102.4040	0.0000	0.010	
				N	59.86	-200.4695	0.0000	0.510	
26	53.91	-75.0400	0.0000	P	151.94	-211.4879	0.0000	0.350	OK

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 53 di 86
--	--	--------------------

				M	7463.97	-74.9701	0.0000	0.010	
				N	53.91	-199.7564	0.0000	0.380	
27	26.16	-76.3100	0.0000	P	69.10	-201.5770	0.0000	0.380	OK
				M	7454.60	-76.2361	0.0000	0.000	
				N	26.16	-196.4291	0.0000	0.390	
28	17.25	-37.4700	0.0000	P	94.18	-204.5806	0.0000	0.180	OK
				M	7745.53	-37.3887	0.0000	0.000	
				N	17.25	-195.3602	0.0000	0.190	
29	59.85	-65.2400	0.0000	P	199.19	-217.1284	0.0000	0.300	OK
				M	7536.54	-65.1976	0.0000	0.010	
				N	59.85	-200.4683	0.0000	0.320	
30	76.25	-112.9900	0.0000	P	141.91	-210.2899	0.0000	0.540	OK
				M	7184.63	-112.9004	0.0000	0.010	
				N	76.25	-202.4332	0.0000	0.560	
31	74.08	-84.2700	0.0000	P	189.90	-216.0202	0.0000	0.390	OK
				M	7395.88	-84.1757	0.0000	0.010	
				N	74.08	-202.1733	0.0000	0.420	
32	112.13	-86.5700	0.0000	P	296.19	-228.6699	0.0000	0.380	OK
				M	7378.93	-86.4713	0.0000	0.010	
				N	112.13	-206.7285	0.0000	0.420	
33	59.85	-65.2400	0.0000	P	199.19	-217.1284	0.0000	0.300	OK
				M	7536.54	-65.1976	0.0000	0.010	
				N	59.85	-200.4683	0.0000	0.320	
75	10.14	0.2900	0.0000	P	6451.48	184.5099	0.0000	0.000	OK
				M	7822.64	0.2027	0.0000	0.000	
				N	10.14	222.4597	0.0000	0.000	
76	24.50	-43.2000	0.0000	P	117.61	-207.3846	0.0000	0.210	OK
				M	7702.10	-43.1122	0.0000	0.000	
				N	24.50	-196.2300	0.0000	0.220	
77	19.05	-10.3800	0.0000	P	453.86	-247.3000	0.0000	0.040	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	19.05	-195.5762	0.0000	0.050	
78	15.59	-32.5300	0.0000	P	98.28	-205.0711	0.0000	0.160	OK
				M	7783.21	-32.4590	0.0000	0.000	
				N	15.59	-195.1607	0.0000	0.170	
79	9.61	-12.6300	0.0000	P	161.82	-212.6681	0.0000	0.060	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	9.61	-194.4433	0.0000	0.060	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
5	67.24	-120.6900	0.0000	P	115.39	-207.1188	0.0000	0.580	OK
2	-10.05	4.7300	0.0000	M	-1314.06	4.6556	0.0000	0.010	OK
5	67.24	-120.6900	0.0000	N	67.24	-201.3538	0.0000	0.600	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 17.40$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360.00$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46 OK	-25.7500	0.0000	3.04	-1.83	0.11	58.58	0.16
47 OK	5.0800	0.0000	-5.79	-0.34	0.02	11.51	0.03
48 OK	-6.6200	0.0000	-3.42	-0.47	0.03	16.48	0.05
49 OK	16.5100	0.0000	-10.05	-1.09	0.06	34.91	0.10
50 OK	-90.2800	0.0000	51.92	-6.40	0.37	191.62	0.53
51 OK	-69.4200	0.0000	47.42	-4.91	0.28	144.85	0.40
52 OK	-82.6200	0.0000	61.85	-5.84	0.34	170.60	0.47
53 OK	-67.8600	0.0000	31.84	-4.82	0.28	146.42	0.41
54 OK	-47.0000	0.0000	27.34	-3.33	0.19	99.65	0.28
55 OK	-60.2000	0.0000	41.77	-4.26	0.24	125.40	0.35
56 OK	-31.5700	0.0000	7.90	-2.25	0.13	70.43	0.20
57 OK	-0.7400	0.0000	-0.93	-0.05	0.00	2.03	0.01
58 OK	-16.3200	0.0000	4.68	-1.16	0.07	36.21	0.10
59 OK	6.8100	0.0000	-1.94	-0.45	0.03	13.78	0.04
60 OK	-78.6500	0.0000	42.19	-5.58	0.32	167.94	0.47
61 OK	-57.7800	0.0000	37.69	-4.09	0.24	121.15	0.34
62 OK	-70.9800	0.0000	52.12	-5.02	0.29	146.90	0.41
63 OK	-52.3500	0.0000	18.87	-3.72	0.21	114.85	0.32
64 OK	-31.4800	0.0000	14.37	-2.23	0.13	68.06	0.19

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 54 di 86
--	--	--------------------

65	OK	-44.6800	0.0000	28.80	-3.16	0.18	93.80	0.26
66	OK	-78.7900	0.0000	42.11	-5.59	0.32	168.29	0.47
67	OK	-52.4900	0.0000	18.79	-3.73	0.21	115.20	0.32
68	OK	-45.2800	0.0000	44.58	-3.19	0.18	89.97	0.25
69	OK	-3.3600	0.0000	16.44	-0.21	0.01	2.73	0.01

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0.40$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
34	OK	-17.8300	0.0000	5.91	0.05	0.14
35	OK	1.1800	0.0000	3.14	0.00	0.00
36	OK	-58.1100	0.0000	27.81	0.17	0.44
37	OK	-37.2400	0.0000	23.31	0.11	0.27
38	OK	-50.4400	0.0000	37.74	0.14	0.36
39	OK	-29.4700	0.0000	15.63	0.09	0.22
40	OK	-6.3400	0.0000	9.01	0.02	0.04
41	OK	-46.4700	0.0000	18.08	0.14	0.35
42	OK	-25.6100	0.0000	13.58	0.08	0.19
43	OK	-38.8100	0.0000	28.01	0.11	0.28
44	OK	-66.6900	0.0000	36.65	0.20	0.49
45	OK	-13.1100	0.0000	20.47	0.03	0.08

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma cL = 13.05$ kN/m (verifica Ok per $\sigma c/\sigma cL < 1$)

Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σc	$\sigma c/\sigma cL$	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70	OK	7.8800	0.0000	-0.37	-0.52	0.04	0.02	0.07
71	OK	-25.6700	0.0000	17.78	-1.82	0.14	0.07	0.25
72	OK	-2.7900	0.0000	8.55	-0.19	0.01	0.00	0.02
73	OK	-15.0100	0.0000	8.86	-1.06	0.08	0.04	0.15
74	OK	4.5200	0.0000	2.83	-0.30	0.02	0.01	0.04

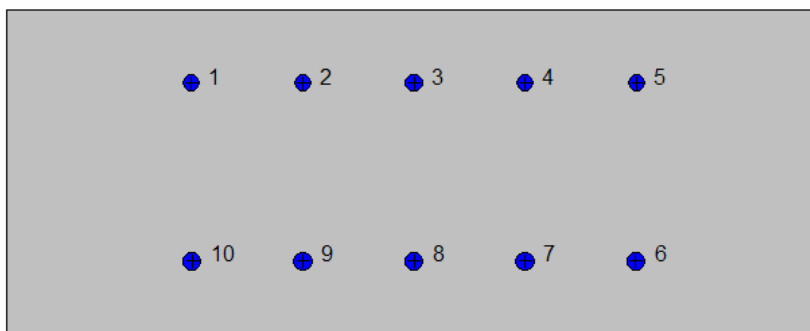
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 55 di 86
--	--	--------------------

7.4.2. Soletta superiore: mezzeria (Asta 12)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	30.0
2	100.0	30.0
3	100.0	0.0
4	0.0	0.0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22.7	21.0	3.1	no
2	36.3	21.0	3.1	no
3	50.0	21.0	3.1	no
4	63.7	21.0	3.1	no
5	77.3	21.0	3.1	no
6	77.3	9.1	3.8	no
7	63.6	9.1	3.8	no
8	50.0	9.1	3.8	no
9	36.4	9.1	3.8	no
10	22.7	9.1	3.8	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²

fctm (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²

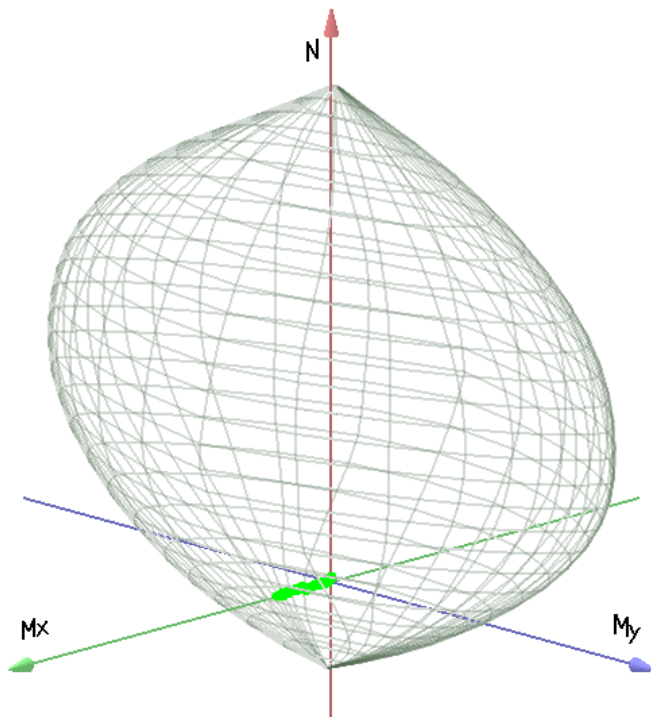
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 56 di 86
--	--	--------------------

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1358.40	13.4549	0.0000	Completamente tesa
7931.73	-13.4549	0.0005	Completamente compressa
0.00	221.2248	0.0000	Fibre inferiori tese
0.00	-193.2902	0.0000	Fibre superiori tese
0.00	0.0000	525.5838	Fibre di sinistra tese
0.00	0.0000	-525.5838	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)
 e in caso di verifica proporzionale positiva:
 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners				CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO	
Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara				Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A				57 di 86	

1	1.87	187.2900	0.0000	P	2.21	221.4942	0.0000	0.850	OK
				M	6431.86	187.2021	0.0000	0.000	
				N	1.87	221.4526	0.0000	0.850	
2	-10.05	81.9600	0.0000	P	-26.73	217.9668	0.0000	0.380	OK
				M	-995.08	81.9908	0.0000	0.010	
				N	-10.05	220.0001	0.0000	0.370	
3	-6.28	166.1700	0.0000	P	-8.32	220.2107	0.0000	0.750	OK
				M	-449.04	166.2051	0.0000	0.010	
				N	-6.28	220.4596	0.0000	0.750	
4	-15.19	87.3700	0.0000	P	-37.66	216.6327	0.0000	0.400	OK
				M	-964.45	87.3920	0.0000	0.020	
				N	-15.19	219.3736	0.0000	0.400	
5	34.81	108.1900	0.0000	P	74.08	230.2349	0.0000	0.470	OK
				M	7011.07	108.1109	0.0000	0.000	
				N	34.81	225.4626	0.0000	0.480	
6	28.75	28.7800	0.0000	P	251.39	251.6494	0.0000	0.110	OK
				M	7602.78	28.7120	0.0000	0.000	
				N	28.75	224.7253	0.0000	0.130	
7	48.18	14.7300	0.0000	P	1158.32	354.1311	0.0000	0.040	OK
				M	7710.21	14.6476	0.0000	0.010	
				N	48.18	227.0885	0.0000	0.060	
8	39.53	96.6400	0.0000	P	95.23	232.8011	0.0000	0.410	OK
				M	7096.34	96.5498	0.0000	0.010	
				N	39.53	226.0367	0.0000	0.430	
9	33.46	17.2300	0.0000	P	559.48	288.0988	0.0000	0.060	OK
				M	7691.01	17.1468	0.0000	0.000	
				N	33.46	225.2984	0.0000	0.080	
10	52.90	3.1800	0.0000	P	5279.86	317.3908	0.0000	0.010	OK
				M	7799.71	3.1167	0.0000	0.010	
				N	52.90	227.6622	0.0000	0.010	
11	20.69	171.3500	0.0000	P	27.11	224.5259	0.0000	0.760	OK
				M	6548.08	171.2704	0.0000	0.000	
				N	20.69	223.7444	0.0000	0.770	
12	8.77	66.0300	0.0000	P	29.87	224.8611	0.0000	0.290	OK
				M	7323.12	65.9595	0.0000	0.000	
				N	8.77	222.2929	0.0000	0.300	
13	16.44	145.5800	0.0000	P	25.33	224.3092	0.0000	0.650	OK
				M	6736.25	145.5340	0.0000	0.000	
				N	16.44	223.2270	0.0000	0.650	
14	7.52	66.7800	0.0000	P	25.26	224.3004	0.0000	0.300	OK
				M	7317.53	66.7095	0.0000	0.000	
				N	7.52	222.1407	0.0000	0.300	
15	23.14	122.1500	0.0000	P	42.90	226.4463	0.0000	0.540	OK
				M	6908.41	122.0641	0.0000	0.000	
				N	23.14	224.0426	0.0000	0.540	
16	17.07	42.7500	0.0000	P	92.84	232.5120	0.0000	0.180	OK
				M	7497.28	42.6798	0.0000	0.000	
				N	17.07	223.3037	0.0000	0.190	
17	36.51	28.7000	0.0000	P	332.47	261.3510	0.0000	0.110	OK
				M	7603.39	28.6317	0.0000	0.000	
				N	36.51	225.6694	0.0000	0.130	
18	23.96	115.2600	0.0000	P	47.18	226.9671	0.0000	0.510	OK
				M	6959.07	115.1744	0.0000	0.000	
				N	23.96	224.1424	0.0000	0.510	
19	17.90	35.8500	0.0000	P	117.59	235.5120	0.0000	0.150	OK
				M	7549.46	35.7561	0.0000	0.000	
				N	17.90	223.4048	0.0000	0.160	
20	37.33	21.8000	0.0000	P	476.79	278.4353	0.0000	0.080	OK
				M	7656.01	21.7195	0.0000	0.000	
				N	37.33	225.7691	0.0000	0.100	
21	23.03	121.9300	0.0000	P	42.77	226.4305	0.0000	0.540	OK
				M	6910.03	121.8440	0.0000	0.000	
				N	23.03	224.0292	0.0000	0.540	
22	23.85	115.0300	0.0000	P	47.06	226.9518	0.0000	0.510	OK
				M	6960.76	114.9445	0.0000	0.000	
				N	23.85	224.1290	0.0000	0.510	
23	27.95	39.8200	0.0000	P	169.73	241.8181	0.0000	0.160	OK
				M	7519.41	39.7391	0.0000	0.000	
				N	27.95	224.6280	0.0000	0.180	
24	22.99	51.6700	0.0000	P	104.06	233.8721	0.0000	0.220	OK
				M	7430.43	51.5880	0.0000	0.000	
				N	22.99	224.0244	0.0000	0.230	
25	27.44	125.5200	0.0000	P	49.68	227.2713	0.0000	0.550	OK
				M	6883.64	125.4362	0.0000	0.000	
				N	27.44	224.5659	0.0000	0.560	
26	21.49	46.3400	0.0000	P	108.72	234.4370	0.0000	0.200	OK

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 58 di 86
--	--	--------------------

				M	7470.51	46.2425	0.0000	0.000	
				N	21.49	223.8418	0.0000	0.210	
27	26.16	154.8300	0.0000	P	38.16	225.8704	0.0000	0.680	OK
				M	6668.80	154.7508	0.0000	0.000	
				N	26.16	224.4102	0.0000	0.690	
28	17.25	49.1900	0.0000	P	81.04	231.0795	0.0000	0.210	OK
				M	7448.96	49.1146	0.0000	0.000	
				N	17.25	223.3256	0.0000	0.220	
29	27.42	48.4100	0.0000	P	134.56	237.5663	0.0000	0.200	OK
				M	7454.79	48.3369	0.0000	0.000	
				N	27.42	224.5635	0.0000	0.220	
30	43.82	97.6900	0.0000	P	104.95	233.9807	0.0000	0.420	OK
				M	7088.46	97.6176	0.0000	0.010	
				N	43.82	226.5584	0.0000	0.430	
31	41.66	17.7200	0.0000	P	720.94	306.6512	0.0000	0.060	OK
				M	7687.25	17.6368	0.0000	0.000	
				N	41.66	226.2957	0.0000	0.080	
32	79.71	0.1700	0.0000	P	7696.63	16.4147	0.0000	0.010	OK
				M	7823.59	0.0834	0.0000	0.010	
				N	79.71	230.9186	0.0000	0.000	
33	27.42	48.4100	0.0000	P	134.56	237.5663	0.0000	0.200	OK
				M	7454.79	48.3369	0.0000	0.000	
				N	27.42	224.5635	0.0000	0.220	
75	8.17	39.8900	0.0000	P	46.47	226.8804	0.0000	0.180	OK
				M	7518.90	39.8070	0.0000	0.000	
				N	8.17	222.2198	0.0000	0.180	
76	17.96	10.2100	0.0000	P	493.16	280.3570	0.0000	0.040	OK
				M	7745.06	10.1326	0.0000	0.000	
				N	17.96	223.4121	0.0000	0.050	
77	17.09	29.2300	0.0000	P	139.23	238.1312	0.0000	0.120	OK
				M	7599.36	29.1632	0.0000	0.000	
				N	17.09	223.3062	0.0000	0.130	
78	9.05	20.8800	0.0000	P	101.22	233.5277	0.0000	0.090	OK
				M	7663.04	20.7987	0.0000	0.000	
				N	9.05	222.3270	0.0000	0.090	
79	3.07	39.2200	0.0000	P	17.48	223.3540	0.0000	0.180	OK
				M	7524.02	39.1279	0.0000	0.000	
				N	3.07	221.5988	0.0000	0.180	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	1.87	187.2900	0.0000	P	2.21	221.4942	0.0000	0.850	OK
4	-15.19	87.3700	0.0000	M	-964.45	87.3920	0.0000	0.020	OK
1	1.87	187.2900	0.0000	N	1.87	221.4526	0.0000	0.850	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 17.40 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360.00 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46 OK	140.3100	0.0000	3.04	-9.31	0.54	271.72	0.75
47 OK	62.2900	0.0000	-5.79	-4.13	0.24	122.63	0.34
48 OK	125.9300	0.0000	-3.42	-8.36	0.48	245.60	0.68
49 OK	67.4100	0.0000	-10.05	-4.47	0.26	133.78	0.37
50 OK	78.3600	0.0000	27.90	-5.20	0.30	144.42	0.40
51 OK	19.4000	0.0000	23.40	-1.28	0.07	31.21	0.09
52 OK	8.9600	0.0000	37.83	-0.57	0.03	7.58	0.02
53 OK	68.7200	0.0000	31.84	-4.56	0.26	124.60	0.35
54 OK	9.7500	0.0000	27.34	-0.63	0.04	11.58	0.03
55 OK	-0.6800	0.0000	41.77	-0.11	0.01	-1.21	0.00
56 OK	134.4900	0.0000	7.90	-8.92	0.51	259.05	0.72
57 OK	56.4700	0.0000	-0.93	-3.75	0.22	109.96	0.31
58 OK	116.2300	0.0000	4.68	-7.71	0.44	224.48	0.62
59 OK	57.7200	0.0000	-1.94	-3.83	0.22	112.67	0.31
60 OK	90.0000	0.0000	18.18	-5.97	0.34	169.74	0.47
61 OK	31.0300	0.0000	13.67	-2.06	0.12	56.46	0.16
62 OK	20.6000	0.0000	28.10	-1.36	0.08	32.26	0.09
63 OK	84.2400	0.0000	18.87	-5.59	0.32	158.36	0.44
64 OK	25.2700	0.0000	14.37	-1.68	0.10	45.08	0.13

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 59 di 86
--	--	--------------------

65	OK	14.8400	0.0000	28.80	-0.97	0.06	20.95	0.06
66	OK	89.8300	0.0000	18.09	-5.96	0.34	169.44	0.47
67	OK	84.0700	0.0000	18.79	-5.58	0.32	158.05	0.44
68	OK	37.7900	0.0000	20.57	-2.51	0.14	67.67	0.19
69	OK	47.6500	0.0000	16.44	-3.16	0.18	87.97	0.24

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0.40$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
34	OK	114.7100	0.0000	5.91	0.29	0.74
35	OK	55.3800	0.0000	3.14	0.14	0.35
36	OK	78.4700	0.0000	27.81	0.19	0.48
37	OK	19.5100	0.0000	23.31	0.04	0.10
38	OK	9.0700	0.0000	37.74	0.01	0.02
39	OK	103.0800	0.0000	15.63	0.26	0.65
40	OK	44.5600	0.0000	9.01	0.11	0.28
41	OK	90.1100	0.0000	18.08	0.23	0.56
42	OK	31.1400	0.0000	13.58	0.07	0.19
43	OK	20.7100	0.0000	28.01	0.04	0.11
44	OK	86.3200	0.0000	36.65	0.21	0.52
45	OK	37.9000	0.0000	20.47	0.09	0.22

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma cL = 13.05$ kN/m (verifica Ok per $\sigma c/\sigma cL < 1$)

Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σc	$\sigma c/\sigma cL$	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70	OK	39.8800	0.0000	-0.37	-2.65	0.20	0.10	0.34
71	OK	8.8800	0.0000	17.78	-0.58	0.04	0.02	0.05
72	OK	29.2100	0.0000	8.55	-1.94	0.15	0.07	0.24
73	OK	19.5500	0.0000	8.86	-1.30	0.10	0.05	0.16
74	OK	39.0800	0.0000	2.83	-2.59	0.20	0.10	0.33

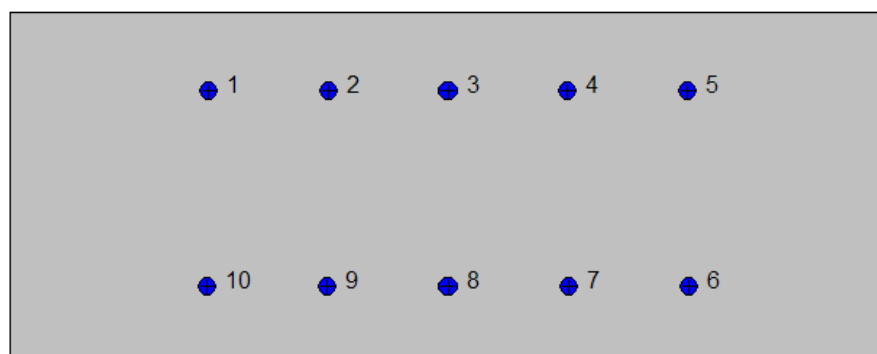
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 60 di 86
--	--	--------------------

7.4.3. Soletta di fondazione: attacco piedritto (asta 11)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	30.0
2	100.0	30.0
3	100.0	0.0
4	0.0	0.0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22.7	21.0	3.1	no
2	36.3	21.0	3.1	no
3	50.0	21.0	3.1	no
4	63.7	21.0	3.1	no
5	77.3	21.0	3.1	no
6	77.5	8.7	3.1	no
7	63.8	8.7	3.1	no
8	50.0	8.7	3.1	no
9	36.2	8.7	3.1	no
10	22.5	8.7	3.1	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

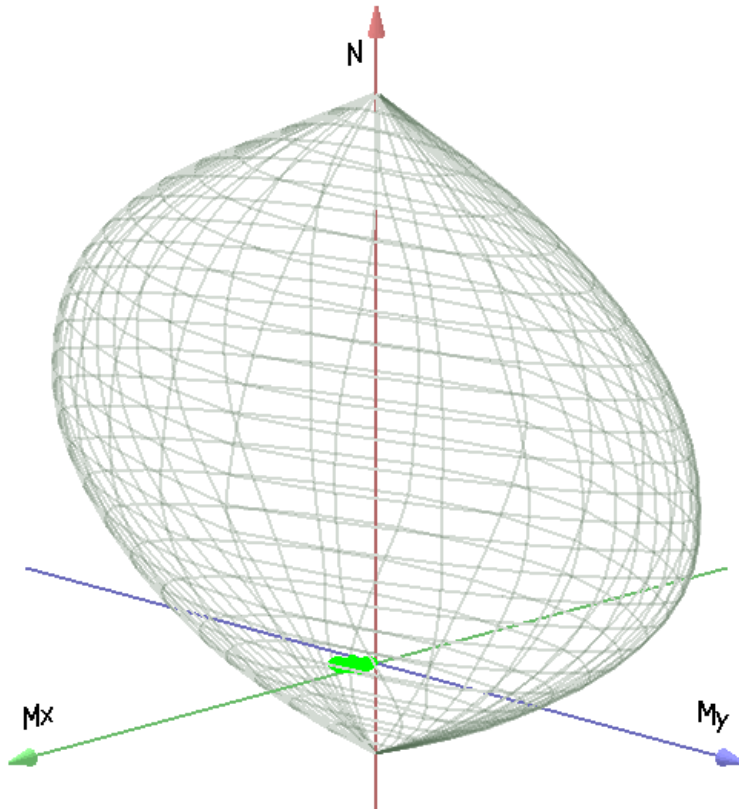
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 61 di 86
--	--	--------------------

f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1229.32	1.8440	0.0000	Completamente tesa
7802.65	-1.8440	0.0005	Completamente compressa
0.00	193.8510	0.0000	Fibre inferiori tese
0.00	-190.4916	0.0000	Fibre superiori tese
0.00	0.0000	487.7922	Fibre di sinistra tese
0.00	0.0000	-487.7923	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 62 di 86
--	--	------------------------

e in caso di verifica proporzionale positiva:
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-1.55	49.8700	0.0000	P	-6.00	193.1164	0.0000	0.260	OK
				M	-979.39	49.8772	0.0000	0.000	
				N	-1.55	193.6613	0.0000	0.260	
2	10.34	27.8500	0.0000	P	75.39	203.0664	0.0000	0.140	OK
				M	7575.14	27.7639	0.0000	0.000	
				N	10.34	195.1158	0.0000	0.140	
3	6.57	42.2500	0.0000	P	30.73	197.6096	0.0000	0.210	OK
				M	7467.55	42.1524	0.0000	0.000	
				N	6.57	194.6547	0.0000	0.220	
4	15.47	25.7700	0.0000	P	125.58	209.1873	0.0000	0.120	OK
				M	7590.79	25.6852	0.0000	0.000	
				N	15.47	195.7436	0.0000	0.130	
5	70.12	96.7900	0.0000	P	154.06	212.6558	0.0000	0.450	OK
				M	7066.01	96.7034	0.0000	0.010	
				N	70.12	202.4226	0.0000	0.480	
6	87.49	84.7700	0.0000	P	228.86	221.7423	0.0000	0.380	OK
				M	7154.01	84.6729	0.0000	0.010	
				N	87.49	204.5429	0.0000	0.410	
7	135.26	110.9100	0.0000	P	277.63	227.6474	0.0000	0.490	OK
				M	6962.94	110.8310	0.0000	0.020	
				N	135.26	210.3669	0.0000	0.530	
8	27.73	56.0500	0.0000	P	102.08	206.3223	0.0000	0.270	OK
				M	7365.11	55.9696	0.0000	0.000	
				N	27.73	197.2429	0.0000	0.280	
9	45.10	44.0300	0.0000	P	226.89	221.5033	0.0000	0.200	OK
				M	7454.20	43.9471	0.0000	0.010	
				N	45.10	199.3662	0.0000	0.220	
10	92.87	70.1700	0.0000	P	305.79	231.0500	0.0000	0.300	OK
				M	7261.15	70.0734	0.0000	0.010	
				N	92.87	205.1994	0.0000	0.340	
11	6.60	41.9600	0.0000	P	31.09	197.6537	0.0000	0.210	OK
				M	7469.72	41.8606	0.0000	0.000	
				N	6.60	194.6584	0.0000	0.220	
12	18.50	19.9400	0.0000	P	202.80	218.5801	0.0000	0.090	OK
				M	7634.81	19.8639	0.0000	0.000	
				N	18.50	196.1142	0.0000	0.100	
13	10.85	29.6700	0.0000	P	74.21	202.9215	0.0000	0.150	OK
				M	7561.46	29.5838	0.0000	0.000	
				N	10.85	195.1782	0.0000	0.150	
14	19.75	13.1900	0.0000	P	354.80	236.9549	0.0000	0.060	OK
				M	7686.46	13.0941	0.0000	0.000	
				N	19.75	196.2671	0.0000	0.070	
15	81.76	110.8000	0.0000	P	157.20	213.0382	0.0000	0.520	OK
				M	6963.73	110.7215	0.0000	0.010	
				N	81.76	203.8436	0.0000	0.540	
16	99.14	98.7800	0.0000	P	221.68	220.8715	0.0000	0.450	OK
				M	7051.56	98.6810	0.0000	0.010	
				N	99.14	205.9642	0.0000	0.480	
17	146.91	124.9200	0.0000	P	266.08	226.2506	0.0000	0.550	OK
				M	6860.99	124.8361	0.0000	0.020	
				N	146.91	211.7855	0.0000	0.590	
18	43.26	74.7200	0.0000	P	120.77	208.6018	0.0000	0.360	OK
				M	7227.51	74.6504	0.0000	0.010	
				N	43.26	199.1413	0.0000	0.370	
19	60.63	62.7100	0.0000	P	212.47	219.7539	0.0000	0.280	OK
				M	7315.95	62.6302	0.0000	0.010	
				N	60.63	201.2636	0.0000	0.310	
20	108.40	88.8400	0.0000	P	277.79	227.6675	0.0000	0.390	OK
				M	7124.15	88.7514	0.0000	0.010	
				N	108.40	207.0936	0.0000	0.430	
21	81.88	111.3700	0.0000	P	156.57	212.9613	0.0000	0.520	OK
				M	6959.60	111.2889	0.0000	0.010	
				N	81.88	203.8582	0.0000	0.550	
22	43.37	75.2900	0.0000	P	120.12	208.5219	0.0000	0.360	OK
				M	7223.33	75.2202	0.0000	0.010	
				N	43.37	199.1548	0.0000	0.380	
23	155.44	110.8100	0.0000	P	327.84	233.7083	0.0000	0.470	OK
				M	6963.66	110.7315	0.0000	0.020	
				N	155.44	212.8238	0.0000	0.520	

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 63 di 86
--	--	--------------------

24	122.71	69.9000	0.0000	P	432.29	246.2467	0.0000	0.280	OK
				M	7263.13	69.8039	0.0000	0.020	
				N	122.71	208.8379	0.0000	0.330	
25	77.48	96.1900	0.0000	P	173.16	214.9798	0.0000	0.450	OK
				M	7070.42	96.0989	0.0000	0.010	
				N	77.48	203.3212	0.0000	0.470	
26	94.73	84.6500	0.0000	P	251.17	224.4464	0.0000	0.380	OK
				M	7154.89	84.5526	0.0000	0.010	
				N	94.73	205.4263	0.0000	0.410	
27	41.06	78.2700	0.0000	P	108.66	207.1248	0.0000	0.380	OK
				M	7201.46	78.1996	0.0000	0.010	
				N	41.06	198.8725	0.0000	0.390	
28	61.28	59.9400	0.0000	P	226.39	221.4437	0.0000	0.270	OK
				M	7336.32	59.8682	0.0000	0.010	
				N	61.28	201.3430	0.0000	0.300	
29	155.97	115.0000	0.0000	P	314.85	232.1419	0.0000	0.490	OK
				M	6933.27	114.9036	0.0000	0.020	
				N	155.97	212.8883	0.0000	0.540	
30	61.14	82.6100	0.0000	P	157.72	213.1008	0.0000	0.390	OK
				M	7169.63	82.5405	0.0000	0.010	
				N	61.14	201.3259	0.0000	0.410	
31	76.79	68.4900	0.0000	P	251.72	224.5127	0.0000	0.300	OK
				M	7273.48	68.3966	0.0000	0.010	
				N	76.79	203.2369	0.0000	0.340	
32	103.84	70.7400	0.0000	P	346.33	235.9357	0.0000	0.300	OK
				M	7256.96	70.6424	0.0000	0.010	
				N	103.84	206.5375	0.0000	0.340	
33	155.97	115.0000	0.0000	P	314.85	232.1419	0.0000	0.490	OK
				M	6933.27	114.9036	0.0000	0.020	
				N	155.97	212.8883	0.0000	0.540	
75	46.24	29.8000	0.0000	P	370.63	238.8573	0.0000	0.120	OK
				M	7560.49	29.7138	0.0000	0.010	
				N	46.24	199.5055	0.0000	0.150	
76	43.36	40.3600	0.0000	P	239.63	223.0478	0.0000	0.180	OK
				M	7481.42	40.2895	0.0000	0.010	
				N	43.36	199.1536	0.0000	0.200	
77	37.34	19.1000	0.0000	P	496.33	253.8802	0.0000	0.070	OK
				M	7641.17	19.0256	0.0000	0.000	
				N	37.34	198.4178	0.0000	0.100	
78	52.26	51.0600	0.0000	P	226.68	221.4788	0.0000	0.230	OK
				M	7402.09	50.9713	0.0000	0.010	
				N	52.26	200.2411	0.0000	0.250	
79	58.23	45.4800	0.0000	P	294.00	229.6259	0.0000	0.200	OK
				M	7443.34	45.4088	0.0000	0.010	
				N	58.23	200.9704	0.0000	0.230	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	146.91	124.9200	0.0000	P	266.08	226.2506	0.0000	0.550	OK
7	135.26	110.9100	0.0000	M	6962.94	110.8310	0.0000	0.020	OK
17	146.91	124.9200	0.0000	N	146.91	211.7855	0.0000	0.590	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 17.40$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360.00$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb		Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46	OK	38.3500	0.0000	4.26	-2.69	0.15	86.43	0.24
47	OK	22.0300	0.0000	13.07	-1.54	0.09	46.11	0.13
48	OK	32.7400	0.0000	10.71	-2.29	0.13	71.42	0.20
49	OK	20.5000	0.0000	17.32	-1.43	0.08	41.21	0.11
50	OK	70.0800	0.0000	49.85	-4.90	0.28	143.95	0.40
51	OK	61.1500	0.0000	62.75	-4.26	0.24	119.28	0.33
52	OK	80.5600	0.0000	98.22	-5.60	0.32	152.07	0.42
53	OK	39.9000	0.0000	18.00	-2.79	0.16	85.40	0.24
54	OK	30.9800	0.0000	30.90	-2.16	0.12	60.72	0.17
55	OK	50.3900	0.0000	66.37	-3.50	0.20	93.52	0.26
56	OK	32.5100	0.0000	-0.59	-2.28	0.13	74.68	0.21
57	OK	16.2000	0.0000	8.22	-1.13	0.07	34.37	0.10

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 64 di 86
--	--	--------------------

58	OK	23.0100	0.0000	2.62	-1.61	0.09	51.84	0.14
59	OK	10.7800	0.0000	9.23	-0.75	0.04	21.63	0.06
60	OK	81.7500	0.0000	59.55	-5.71	0.33	167.46	0.47
61	OK	72.8200	0.0000	72.45	-5.07	0.29	142.79	0.40
62	OK	92.2300	0.0000	107.92	-6.41	0.37	175.58	0.49
63	OK	55.4700	0.0000	30.94	-3.88	0.22	116.76	0.32
64	OK	46.5400	0.0000	43.84	-3.24	0.19	92.07	0.26
65	OK	65.9500	0.0000	79.31	-4.58	0.26	124.85	0.35
66	OK	82.1700	0.0000	59.64	-5.74	0.33	168.40	0.47
67	OK	55.8900	0.0000	31.03	-3.91	0.22	117.69	0.33
68	OK	84.2100	0.0000	115.44	-5.84	0.34	154.82	0.43
69	OK	53.9000	0.0000	91.65	-3.72	0.21	93.38	0.26

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0.40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/W_{kL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
34	OK	37.3200	0.0000	21.36	0.11	0.27
35	OK	31.1100	0.0000	39.41	0.08	0.20
36	OK	39.8300	0.0000	22.03	0.11	0.28
37	OK	30.9100	0.0000	34.93	0.08	0.20
38	OK	50.3200	0.0000	70.40	0.12	0.31
39	OK	25.6500	0.0000	11.65	0.07	0.19
40	OK	13.4200	0.0000	18.26	0.03	0.08
41	OK	51.5100	0.0000	31.73	0.15	0.36
42	OK	42.5800	0.0000	44.63	0.11	0.28
43	OK	61.9900	0.0000	80.10	0.15	0.39
44	OK	79.7700	0.0000	78.37	0.21	0.53
45	OK	53.9700	0.0000	87.62	0.13	0.32

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13.05$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/W_{kL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70	OK	20.7200	0.0000	27.62	-1.44	0.11	0.05	0.17
71	OK	20.4800	0.0000	25.14	-1.42	0.11	0.05	0.17
72	OK	10.0200	0.0000	18.72	-0.69	0.05	0.02	0.07
73	OK	31.1800	0.0000	34.04	-2.17	0.17	0.08	0.27
74	OK	26.1500	0.0000	40.06	-1.81	0.14	0.06	0.21

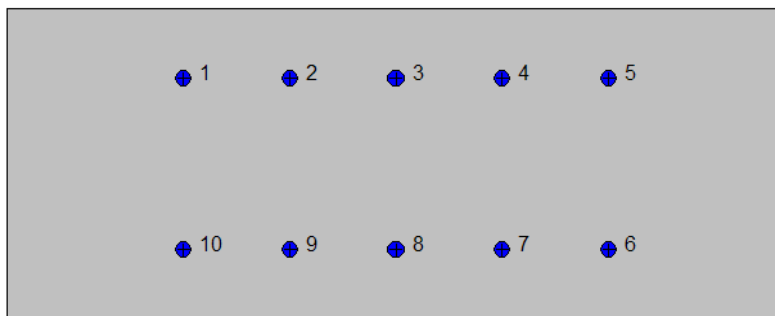
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 65 di 86
--	--	--------------------

7.4.4. Soletta di fondazione: mezzeria (Asta15)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	30.0
2	100.0	30.0
3	100.0	0.0
4	0.0	0.0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22.7	21.0	3.1	no
2	36.3	21.0	3.1	no
3	50.0	21.0	3.1	no
4	63.7	21.0	3.1	no
5	77.3	21.0	3.1	no
6	77.3	9.0	3.1	no
7	63.7	9.0	3.1	no
8	50.0	9.0	3.1	no
9	36.3	9.0	3.1	no
10	22.7	9.0	3.1	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²

fctm (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²

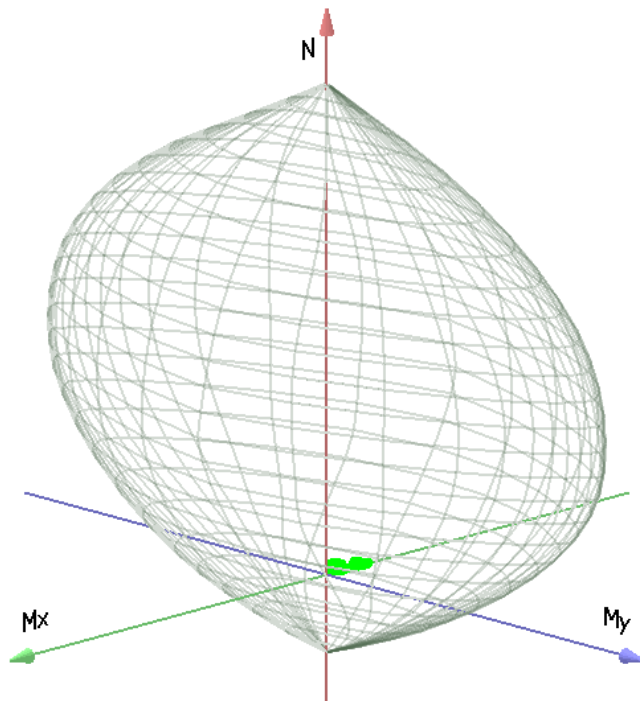
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 66 di 86
--	--	--------------------

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1229.32	0.0000	0.0000	Completamente tesa
7802.65	0.0000	0.0005	Completamente compressa
0.00	192.0070	0.0000	Fibre inferiori tese
0.00	-192.0070	0.0000	Fibre superiori tese
0.00	0.0000	487.8654	Fibre di sinistra tese
0.00	0.0000	-487.8654	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)
 e in caso di verifica proporzionale positiva:
 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
------	---	----	----	------	----	-----	-----	-------	--------

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 67 di 86
--	--	------------------------

	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-1.54	-124.8800	0.0000	P	-2.36	-191.7177	0.0000	0.650	OK
				M	-527.86	-124.9069	0.0000	0.000	
				N	-1.54	-191.8185	0.0000	0.650	
2	10.29	-49.6700	0.0000	P	40.81	-196.9981	0.0000	0.250	OK
				M	7423.50	-49.5899	0.0000	0.000	
				N	10.29	-193.2657	0.0000	0.260	
3	6.54	-100.3500	0.0000	P	12.61	-193.5500	0.0000	0.520	OK
				M	7049.61	-100.2569	0.0000	0.000	
				N	6.54	-192.8071	0.0000	0.520	
4	15.39	-44.0800	0.0000	P	70.03	-200.5671	0.0000	0.220	OK
				M	7465.34	-43.9842	0.0000	0.000	
				N	15.39	-193.8898	0.0000	0.230	
5	69.65	-107.9200	0.0000	P	134.52	-208.4327	0.0000	0.520	OK
				M	6994.23	-107.8201	0.0000	0.010	
				N	69.65	-200.5212	0.0000	0.540	
6	86.92	-51.1000	0.0000	P	411.49	-241.9145	0.0000	0.210	OK
				M	7412.29	-51.0944	0.0000	0.010	
				N	86.92	-202.6294	0.0000	0.250	
7	134.38	-38.6800	0.0000	P	1123.74	-323.4588	0.0000	0.120	OK
				M	7505.65	-38.6022	0.0000	0.020	
				N	134.38	-208.4158	0.0000	0.190	
8	27.55	-107.6900	0.0000	P	50.71	-198.2074	0.0000	0.540	OK
				M	6995.87	-107.5961	0.0000	0.000	
				N	27.55	-195.3769	0.0000	0.550	
9	44.82	-50.8700	0.0000	P	189.54	-215.1264	0.0000	0.240	OK
				M	7414.37	-50.8155	0.0000	0.010	
				N	44.82	-197.4880	0.0000	0.260	
10	92.28	-38.4500	0.0000	P	647.72	-269.8845	0.0000	0.140	OK
				M	7507.38	-38.3717	0.0000	0.010	
				N	92.28	-203.2834	0.0000	0.190	
11	6.57	-141.5600	0.0000	P	8.96	-193.1033	0.0000	0.730	OK
				M	6748.66	-141.4803	0.0000	0.000	
				N	6.57	-192.8107	0.0000	0.730	
12	18.40	-66.3500	0.0000	P	55.12	-198.7460	0.0000	0.330	OK
				M	7299.73	-66.2651	0.0000	0.000	
				N	18.40	-194.2580	0.0000	0.340	
13	10.79	-121.6200	0.0000	P	17.22	-194.1139	0.0000	0.630	OK
				M	6893.98	-121.5410	0.0000	0.000	
				N	10.79	-193.3269	0.0000	0.630	
14	19.64	-65.3500	0.0000	P	59.91	-199.3312	0.0000	0.330	OK
				M	7307.11	-65.2674	0.0000	0.000	
				N	19.64	-194.4097	0.0000	0.340	
15	81.24	-94.1500	0.0000	P	185.17	-214.5952	0.0000	0.440	OK
				M	7094.96	-94.0717	0.0000	0.010	
				N	81.24	-201.9362	0.0000	0.470	
16	98.51	-37.3300	0.0000	P	740.69	-280.6834	0.0000	0.130	OK
				M	7515.80	-37.2499	0.0000	0.010	
				N	98.51	-204.0434	0.0000	0.180	
17	145.97	-24.9100	0.0000	P	2599.48	-443.6057	0.0000	0.060	OK
				M	7609.65	-24.8282	0.0000	0.020	
				N	145.97	-209.8271	0.0000	0.120	
18	43.00	-89.3300	0.0000	P	98.20	-204.0057	0.0000	0.440	OK
				M	7130.43	-89.2399	0.0000	0.010	
				N	43.00	-197.2656	0.0000	0.450	
19	60.27	-32.5100	0.0000	P	459.01	-247.5935	0.0000	0.130	OK
				M	7552.12	-32.4243	0.0000	0.010	
				N	60.27	-199.3757	0.0000	0.160	
20	107.73	-20.0900	0.0000	P	2281.28	-425.4237	0.0000	0.050	OK
				M	7646.36	-20.0171	0.0000	0.010	
				N	107.73	-205.1679	0.0000	0.100	
21	81.35	-94.1100	0.0000	P	185.54	-214.6399	0.0000	0.440	OK
				M	7095.25	-94.0316	0.0000	0.010	
				N	81.35	-201.9496	0.0000	0.470	
22	43.11	-89.2900	0.0000	P	98.51	-204.0439	0.0000	0.440	OK
				M	7130.72	-89.1998	0.0000	0.010	
				N	43.11	-197.2791	0.0000	0.450	
23	154.46	-14.1500	0.0000	P	4257.44	-390.0217	0.0000	0.040	OK
				M	7692.25	-14.0585	0.0000	0.020	
				N	154.46	-210.8605	0.0000	0.070	
24	121.97	-14.0900	0.0000	P	3623.07	-418.5375	0.0000	0.030	OK
				M	7692.72	-13.9988	0.0000	0.020	
				N	121.97	-206.9038	0.0000	0.070	
25	76.97	-108.0000	0.0000	P	149.88	-210.3031	0.0000	0.510	OK
				M	6993.44	-107.9282	0.0000	0.010	
				N	76.97	-201.4149	0.0000	0.540	

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 68 di 86
--	--	------------------------

26	94.13	-51.2200	0.0000	P	453.90	-246.9832	0.0000	0.210	OK
				M	7411.51	-51.1989	0.0000	0.010	
				N	94.13	-203.5091	0.0000	0.250	
27	40.81	-118.5600	0.0000	P	68.99	-200.4412	0.0000	0.590	OK
				M	6916.28	-118.4857	0.0000	0.010	
				N	40.81	-196.9979	0.0000	0.600	
28	60.91	-42.8500	0.0000	P	329.95	-232.1189	0.0000	0.180	OK
				M	7474.33	-42.7823	0.0000	0.010	
				N	60.91	-199.4538	0.0000	0.210	
29	154.99	-24.4600	0.0000	P	2808.08	-443.1615	0.0000	0.050	OK
				M	7613.07	-24.3789	0.0000	0.020	
				N	154.99	-210.9250	0.0000	0.120	
30	60.75	-95.4200	0.0000	P	132.55	-208.1926	0.0000	0.460	OK
				M	7085.61	-95.3458	0.0000	0.010	
				N	60.75	-199.4343	0.0000	0.480	
31	76.32	-38.0000	0.0000	P	509.29	-253.5750	0.0000	0.150	OK
				M	7510.76	-37.9210	0.0000	0.010	
				N	76.32	-201.3356	0.0000	0.190	
32	103.23	-22.1700	0.0000	P	1819.97	-390.8633	0.0000	0.060	OK
				M	7630.49	-22.0931	0.0000	0.010	
				N	103.23	-204.6191	0.0000	0.110	
33	154.99	-24.4600	0.0000	P	2808.08	-443.1615	0.0000	0.050	OK
				M	7613.07	-24.3789	0.0000	0.020	
				N	154.99	-210.9250	0.0000	0.120	
75	45.99	-21.0900	0.0000	P	568.15	-260.5405	0.0000	0.080	OK
				M	7638.72	-21.0151	0.0000	0.010	
				N	45.99	-197.6310	0.0000	0.110	
76	43.07	-23.7600	0.0000	P	446.00	-246.0410	0.0000	0.100	OK
				M	7618.39	-23.6801	0.0000	0.010	
				N	43.07	-197.2742	0.0000	0.120	
77	37.14	-31.6100	0.0000	P	263.27	-224.0663	0.0000	0.140	OK
				M	7558.92	-31.5239	0.0000	0.000	
				N	37.14	-196.5494	0.0000	0.160	
78	51.92	-13.2400	0.0000	P	1368.17	-348.8944	0.0000	0.040	OK
				M	7699.27	-13.1537	0.0000	0.010	
				N	51.92	-198.3556	0.0000	0.070	
79	57.86	-16.8300	0.0000	P	1105.14	-321.4567	0.0000	0.050	OK
				M	7671.34	-16.7651	0.0000	0.010	
				N	57.86	-199.0813	0.0000	0.080	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
11	6.57	-141.5600	0.0000	P	8.96	-193.1033	0.0000	0.730	OK
7	134.38	-38.6800	0.0000	M	7505.65	-38.6022	0.0000	0.020	OK
11	6.57	-141.5600	0.0000	N	6.57	-192.8107	0.0000	0.730	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 17.40 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360.00 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46 OK	-91.1200	0.0000	4.24	-6.50	0.37	209.39	0.58
47 OK	-35.4100	0.0000	13.01	-2.52	0.14	77.53	0.22
48 OK	-73.0900	0.0000	10.66	-5.21	0.30	165.50	0.46
49 OK	-31.3100	0.0000	17.23	-2.22	0.13	66.63	0.19
50 OK	-79.6700	0.0000	49.52	-5.66	0.33	167.64	0.47
51 OK	-37.4800	0.0000	62.34	-2.63	0.15	65.99	0.18
52 OK	-28.2500	0.0000	97.59	-1.90	0.11	33.99	0.09
53 OK	-79.4900	0.0000	17.89	-5.66	0.33	177.86	0.49
54 OK	-37.3000	0.0000	30.71	-2.64	0.15	75.98	0.21
55 OK	-28.0800	0.0000	65.96	-1.94	0.11	43.28	0.12
56 OK	-96.8600	0.0000	-0.59	-6.91	0.40	224.31	0.62
57 OK	-41.1500	0.0000	8.18	-2.93	0.17	92.44	0.26
58 OK	-82.6500	0.0000	2.61	-5.89	0.34	190.34	0.53
59 OK	-40.8700	0.0000	9.18	-2.91	0.17	91.45	0.25
60 OK	-68.1900	0.0000	59.17	-4.83	0.28	137.89	0.38
61 OK	-26.0000	0.0000	72.00	-1.78	0.10	36.67	0.10
62 OK	-16.7800	0.0000	107.24	-1.03	0.06	7.84	0.02
63 OK	-64.1900	0.0000	30.76	-4.56	0.26	138.13	0.38

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 69 di 86
--	--	--------------------

64	OK	-22.0000	0.0000	43.59	-1.53	0.09	36.48	0.10
65	OK	-12.7700	0.0000	78.83	-0.79	0.05	6.52	0.02
66	OK	-68.1600	0.0000	59.26	-4.83	0.28	137.79	0.38
67	OK	-64.1600	0.0000	30.84	-4.56	0.26	138.04	0.38
68	OK	-17.0900	0.0000	114.72	-1.04	0.06	6.96	0.02
69	OK	-17.0500	0.0000	91.10	-1.08	0.06	11.85	0.03

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0.40$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
34	OK	-75.1800	0.0000	21.24	0.23	0.58
35	OK	-32.6400	0.0000	39.19	0.09	0.21
36	OK	-79.5600	0.0000	21.89	0.25	0.62
37	OK	-37.3700	0.0000	34.72	0.10	0.26
38	OK	-28.1400	0.0000	69.96	0.06	0.14
39	OK	-86.6500	0.0000	11.59	0.27	0.69
40	OK	-44.8700	0.0000	18.16	0.14	0.34
41	OK	-68.0900	0.0000	31.55	0.20	0.51
42	OK	-25.8900	0.0000	44.37	0.06	0.15
43	OK	-16.6700	0.0000	79.62	0.02	0.04
44	OK	-64.9600	0.0000	77.89	0.17	0.43
45	OK	-16.9800	0.0000	87.10	0.02	0.04

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13.05$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70	OK	-20.8600	0.0000	27.47	-1.47	0.11	0.05	0.18
71	OK	-25.6200	0.0000	25.00	-1.81	0.14	0.07	0.23
72	OK	-31.3800	0.0000	18.62	-2.23	0.17	0.09	0.31
73	OK	-15.1000	0.0000	33.85	-1.05	0.08	0.03	0.11
74	OK	-20.0500	0.0000	39.84	-1.40	0.11	0.04	0.15

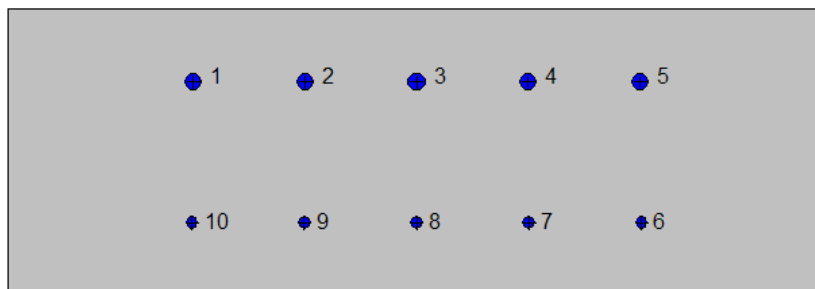
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 70 di 86
--	--	--------------------

7.4.5. Piedritto: attacco soletta di fondazione (Asta2)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	30.0
2	100.0	30.0
3	100.0	0.0
4	0.0	0.0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22.7	21.0	3.1	no
2	36.3	21.0	3.1	no
3	50.0	21.0	3.1	no
4	63.7	21.0	3.1	no
5	77.3	21.0	3.1	no
6	77.5	8.7	1.5	no
7	63.8	8.7	1.5	no
8	50.0	8.7	1.5	no
9	36.2	8.7	1.5	no
10	22.5	8.7	1.5	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²

fctm (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²

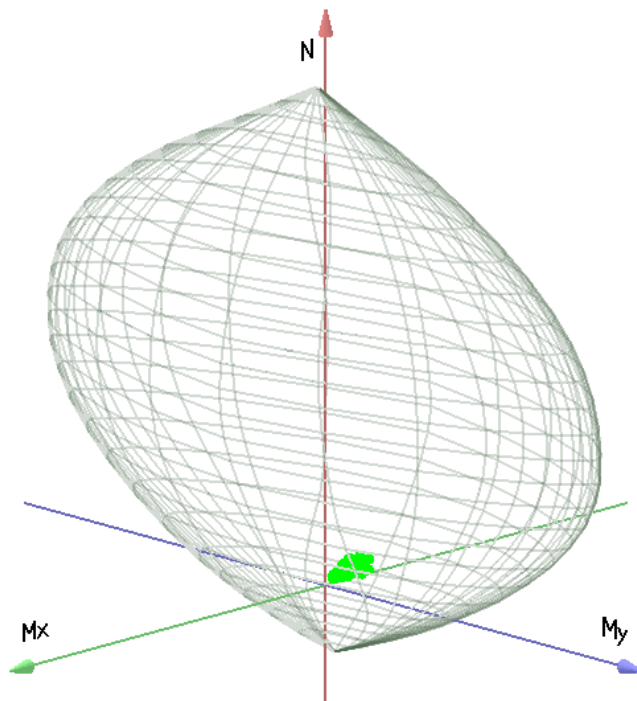
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 71 di 86
--	--	--------------------

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-915.84	-25.7419	0.0000	Completamente tesa
6667.51	25.7419	0.0004	Completamente compressa
0.00	104.9091	0.0000	Fibre inferiori tese
0.00	-157.0698	0.0000	Fibre superiori tese
0.00	0.0000	368.4869	Fibre di sinistra tese
0.00	0.0000	-368.4869	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)
 e in caso di verifica proporzionale positiva:
 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	300.27	-58.3900	15.0100	P	1466.53	-285.1786	73.3093	0.200	OK

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners				CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO	
Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara				Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare				72 di 86	
Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara				RE.PS.04.A					

				M	5924.18	-58.3177	14.9914	0.050	
				N	300.27	-186.8095	48.0221	0.310	
2	140.56	-29.7000	7.0300	P	1301.96	-275.1007	65.1164	0.110	OK
				M	6171.27	-29.6284	7.0130	0.020	
				N	140.56	-170.2460	40.2973	0.170	
3	247.47	-48.1500	12.3700	P	1465.35	-285.1119	73.2468	0.170	OK
				M	6012.11	-48.0634	12.3478	0.040	
				N	247.47	-181.3208	46.5823	0.260	
4	127.98	-26.6800	6.4000	P	1327.60	-276.7646	66.3903	0.100	OK
				M	6197.42	-26.6119	6.3837	0.020	
				N	127.98	-168.8836	40.5118	0.160	
5	215.79	-103.6600	10.7900	P	415.95	-199.8121	20.7985	0.520	OK
				M	5541.94	-103.5757	10.7812	0.040	
				N	215.79	-179.1926	18.6522	0.580	
6	94.77	-86.1700	4.7400	P	195.02	-177.3198	9.7539	0.490	OK
				M	5690.27	-86.0923	4.7357	0.020	
				N	94.77	-166.7649	9.1733	0.520	
7	63.05	-109.2600	3.1500	P	96.43	-167.1034	4.8176	0.650	OK
				M	5495.85	-109.1785	3.1477	0.010	
				N	63.05	-163.5729	4.7159	0.670	
8	243.06	-63.1200	12.1500	P	962.92	-250.0595	48.1341	0.250	OK
				M	5884.50	-63.0420	12.1350	0.040	
				N	243.06	-181.4081	34.9193	0.350	
9	122.03	-45.6300	6.1000	P	576.44	-215.5446	28.8149	0.210	OK
				M	6034.65	-45.5494	6.0892	0.020	
				N	122.03	-169.1113	22.6075	0.270	
10	90.31	-68.7300	4.5200	P	238.94	-181.8455	11.9590	0.380	OK
				M	5837.95	-68.6591	4.5153	0.010	
				N	90.31	-166.2229	10.9316	0.410	
11	300.27	-51.7300	15.0100	P	1699.47	-292.7814	84.9536	0.180	OK
				M	5981.07	-51.6417	14.9844	0.050	
				N	300.27	-186.4964	54.1139	0.280	
12	140.56	-23.0400	7.0300	P	1789.96	-293.4028	89.5235	0.080	OK
				M	6229.04	-22.9460	7.0013	0.020	
				N	140.56	-169.6112	51.7520	0.140	
13	247.47	-37.1900	12.3700	P	1944.23	-292.1811	97.1842	0.130	OK
				M	6105.90	-37.1140	12.3447	0.040	
				N	247.47	-180.5828	60.0648	0.210	
14	127.98	-15.7200	6.4000	P	2331.30	-286.3572	116.5831	0.050	OK
				M	6292.52	-15.6529	6.3727	0.020	
				N	127.98	-167.2068	68.0740	0.090	
15	215.79	-116.5400	10.7900	P	359.47	-194.1368	17.9744	0.600	OK
				M	5433.67	-116.4497	10.7816	0.040	
				N	215.79	-179.2664	16.5976	0.650	
16	94.77	-99.0500	4.7400	P	166.87	-174.4104	8.3463	0.570	OK
				M	5581.62	-98.9666	4.7360	0.020	
				N	94.77	-166.8104	7.9826	0.590	
17	63.05	-122.1500	3.1500	P	85.68	-165.9858	4.2804	0.740	OK
				M	5387.48	-122.0744	3.1481	0.010	
				N	63.05	-163.5920	4.2187	0.750	
18	243.06	-80.3000	12.1500	P	682.79	-225.5741	34.1311	0.360	OK
				M	5738.91	-80.2115	12.1366	0.040	
				N	243.06	-181.7202	27.4957	0.440	
19	122.03	-62.8100	6.1000	P	381.49	-196.3569	19.0699	0.320	OK
				M	5888.00	-62.7417	6.0934	0.020	
				N	122.03	-169.3704	16.4490	0.370	
20	90.31	-85.9100	4.5200	P	185.35	-176.3212	9.2768	0.490	OK
				M	5692.50	-85.8327	4.5159	0.020	
				N	90.31	-166.3082	8.7500	0.520	
21	223.91	-116.8700	11.2000	P	374.93	-195.6963	18.7542	0.600	OK
				M	5430.85	-116.7786	11.1913	0.040	
				N	223.91	-180.0950	17.2590	0.650	
22	251.18	-80.6300	12.5600	P	710.73	-228.1479	35.5394	0.350	OK
				M	5736.05	-80.5407	12.5461	0.040	
				N	251.18	-182.5354	28.4341	0.440	
23	22.74	-105.7600	1.1400	P	34.55	-160.6659	1.7318	0.660	OK
				M	5525.62	-105.6696	1.1390	0.000	
				N	22.74	-159.4141	1.7183	0.660	
24	50.01	-64.0900	2.5000	P	133.39	-170.9406	6.6680	0.370	OK
				M	5877.80	-63.9990	2.4965	0.010	
				N	50.01	-162.1258	6.3241	0.390	
25	207.68	-102.5400	10.3800	P	401.83	-198.3992	20.0837	0.520	OK
				M	5551.42	-102.4579	10.3717	0.040	
				N	207.68	-178.3619	18.0554	0.570	
26	94.77	-85.3200	4.7400	P	197.21	-177.5464	9.8637	0.480	OK
				M	5697.49	-85.2386	4.7355	0.020	

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 73 di 86
--	--	--------------------

27	306.72	-85.5500	15.3400	N	94.77	-166.7613	9.2645	0.510	
				P	868.03	-242.1109	43.4130	0.350	OK
				M	5694.02	-85.4576	15.3234	0.050	
28	134.61	-60.4000	6.7300	N	306.72	-188.1289	33.7335	0.450	
				P	453.68	-203.5665	22.6822	0.300	OK
				M	5908.65	-60.3039	6.7193	0.020	
				N	134.61	-170.6019	19.0091	0.350	
29	46.23	-110.7300	2.3100	P	68.56	-164.2053	3.4256	0.670	OK
				M	5483.53	-110.6548	2.3084	0.010	
				N	46.23	-161.8410	3.3763	0.680	
30	196.71	-88.4900	9.8400	P	452.19	-203.4191	22.6200	0.430	OK
				M	5669.90	-88.4172	9.8319	0.030	
				N	196.71	-177.1457	19.6984	0.500	
31	76.44	-68.8400	3.8200	P	197.14	-177.5393	9.8518	0.390	OK
				M	5837.10	-68.7706	3.8162	0.010	
				N	76.44	-164.8208	9.1461	0.420	
32	56.67	-67.6400	2.8300	P	144.15	-172.0573	7.1987	0.390	OK
				M	5847.65	-67.5431	2.8259	0.010	
				N	56.67	-162.8138	6.8120	0.410	
33	46.23	-110.7300	2.3100	P	68.56	-164.2053	3.4256	0.670	OK
				M	5483.53	-110.6548	2.3084	0.010	
				N	46.23	-161.8410	3.3763	0.680	
75	69.20	-28.4500	3.4600	P	508.20	-208.9341	25.4099	0.140	OK
				M	6182.58	-28.3805	3.4516	0.010	
				N	69.20	-163.5911	19.8954	0.170	
76	55.69	-39.6500	2.7800	P	258.19	-183.8226	12.8885	0.220	OK
				M	6086.52	-39.5519	2.7731	0.010	
				N	55.69	-162.5215	11.3950	0.240	
77	69.20	-18.6100	3.4600	P	915.11	-246.1021	45.7557	0.080	OK
				M	6267.88	-18.5359	3.4462	0.010	
				N	69.20	-163.0883	30.3216	0.110	
78	55.69	-49.4900	2.7800	P	200.13	-177.8482	9.9903	0.280	OK
				M	6002.20	-49.3983	2.7748	0.010	
				N	55.69	-162.6156	9.1346	0.300	
79	52.55	-43.1900	2.6300	P	218.72	-179.7647	10.9465	0.240	OK
				M	6056.05	-43.1075	2.6250	0.010	
				N	52.55	-162.2506	9.8800	0.270	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
17	63.05	-122.1500	3.1500	P	85.68	-165.9858	4.2804	0.740	OK
1	300.27	-58.3900	15.0100	M	5924.18	-58.3177	14.9914	0.050	OK
17	63.05	-122.1500	3.1500	N	63.05	-163.5920	4.2187	0.750	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 17.40 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360.00 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb		Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46	OK	-44.1500	0.0000	222.42	-3.97	0.23	49.32	0.14
47	OK	-22.8900	0.0000	104.11	-2.08	0.12	28.80	0.08
48	OK	-36.5600	0.0000	183.60	-3.29	0.19	41.01	0.11
49	OK	-20.6100	0.0000	94.86	-1.87	0.11	25.61	0.07
50	OK	-75.2000	0.0000	160.86	-7.15	0.41	152.26	0.42
51	OK	-62.2100	0.0000	70.99	-5.98	0.34	147.25	0.41
52	OK	-79.3600	0.0000	47.43	-7.66	0.44	202.97	0.56
53	OK	-45.2300	0.0000	181.06	-4.16	0.24	64.33	0.18
54	OK	-32.2400	0.0000	91.18	-3.04	0.17	57.89	0.16
55	OK	-49.3900	0.0000	67.63	-4.74	0.27	113.00	0.31
56	OK	-38.7800	0.0000	222.42	-3.42	0.20	35.97	0.10
57	OK	-17.5200	0.0000	104.11	-1.54	0.09	15.31	0.04
58	OK	-27.6100	0.0000	183.60	-2.38	0.14	19.38	0.05
59	OK	-11.6700	0.0000	94.86	-0.97	0.06	4.68	0.01
60	OK	-85.9400	0.0000	160.86	-8.20	0.47	181.79	0.50
61	OK	-72.9500	0.0000	70.99	-7.02	0.40	176.95	0.49
62	OK	-90.1000	0.0000	47.43	-8.70	0.50	232.71	0.65
63	OK	-59.5400	0.0000	181.06	-5.59	0.32	102.78	0.29
64	OK	-46.5500	0.0000	91.18	-4.44	0.26	97.09	0.27
65	OK	-63.7100	0.0000	67.63	-6.13	0.35	152.57	0.42

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 74 di 86
--	--	--------------------

66	OK	-86.1800	0.0000	166.89	-8.22	0.47	180.40	0.50
67	OK	-59.7800	0.0000	187.08	-5.60	0.32	101.48	0.28
68	OK	-80.8800	0.0000	34.95	-7.81	0.45	211.60	0.59
69	OK	-49.9600	0.0000	55.14	-4.80	0.28	118.91	0.33

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0.40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
34	OK	-41.6400	0.0000	183.60	0.07	0.17
35	OK	-31.0800	0.0000	92.79	0.07	0.17
36	OK	-44.7500	0.0000	181.06	0.08	0.19
37	OK	-31.7700	0.0000	91.18	0.07	0.18
38	OK	-48.9200	0.0000	67.63	0.14	0.36
39	OK	-30.9000	0.0000	183.60	0.03	0.08
40	OK	-14.9600	0.0000	94.86	0.01	0.03
41	OK	-55.4900	0.0000	181.06	0.12	0.29
42	OK	-42.5000	0.0000	91.18	0.11	0.27
43	OK	-59.6500	0.0000	67.63	0.18	0.46
44	OK	-81.2400	0.0000	176.72	0.21	0.52
45	OK	-50.4300	0.0000	55.14	0.16	0.39

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13.05$ kN/m (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70	OK	-20.4100	0.0000	67.11	-1.91	0.15	0.04	0.14
71	OK	-20.8600	0.0000	65.51	-1.95	0.15	0.04	0.15
72	OK	-10.5700	0.0000	67.11	-0.92	0.07	0.01	0.03
73	OK	-30.7000	0.0000	65.51	-2.92	0.22	0.08	0.26
74	OK	-25.0500	0.0000	65.51	-2.37	0.18	0.06	0.20

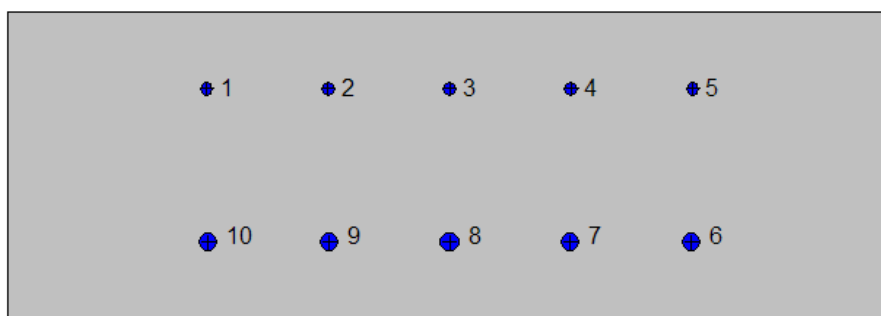
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 75 di 86
--	--	--------------------

7.4.6. Piedritto: attacco soletta superiore (Asta6)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	30.0
2	100.0	30.0
3	100.0	0.0
4	0.0	0.0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22.5	21.3	1.5	no
2	36.2	21.3	1.5	no
3	50.0	21.3	1.5	no
4	63.8	21.3	1.5	no
5	77.5	21.3	1.5	no
6	77.3	9.0	3.1	no
7	63.7	9.0	3.1	no
8	50.0	9.0	3.1	no
9	36.3	9.0	3.1	no
10	22.7	9.0	3.1	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - "Norme tecniche per le costruzioni"

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²

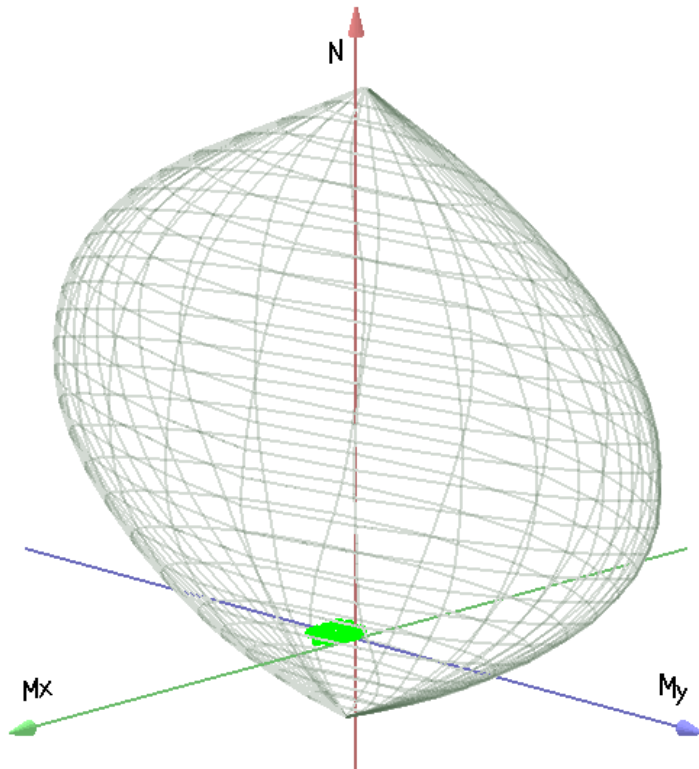
Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 76 di 86
--	--	--------------------

f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-915.84	25.7419	0.0000	Completamente tesa
6667.51	-25.7419	0.0004	Completamente compressa
0.00	157.0698	0.0000	Fibre inferiori tese
0.00	-104.9091	0.0000	Fibre superiori tese
0.00	0.0000	368.4869	Fibre di sinistra tese
0.00	0.0000	-368.4869	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)
 e in caso di verifica proporzionale positiva:
 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 77 di 86
--	--	------------------------

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	274.29	59.0300	13.7100	P	1267.74	272.8307	63.3662	0.220	OK
				M	5919.17	58.9340	13.6877	0.050	
				N	274.29	184.3346	42.8126	0.320	
2	114.57	4.1100	5.7300	P	4672.96	167.6342	233.7090	0.020	OK
				M	6393.25	4.1738	5.8166	0.020	
				N	114.57	150.5630	209.9091	0.030	
3	221.48	30.8700	11.0700	P	2082.44	290.2514	104.0843	0.110	OK
				M	6160.53	30.7911	11.0417	0.040	
				N	221.48	177.5914	63.6844	0.170	
4	101.99	-10.2200	5.1000	P	2886.82	-289.2766	144.3552	0.030	OK
				M	6522.74	-10.3035	5.1417	0.020	
				N	101.99	-111.5957	55.6886	0.090	
5	253.15	134.0100	12.6600	P	368.44	195.0422	18.4258	0.690	OK
				M	5286.48	133.8683	12.6466	0.050	
				N	253.15	183.1535	17.3026	0.730	
6	135.20	95.8200	6.7600	P	259.57	183.9638	12.9785	0.520	OK
				M	5608.53	95.7423	6.7545	0.020	
				N	135.20	170.9372	12.0594	0.560	
7	125.81	111.2100	6.2900	P	201.34	177.9724	10.0661	0.620	OK
				M	5479.14	111.1162	6.2847	0.020	
				N	125.81	170.0349	9.6171	0.650	
8	225.89	103.2000	11.2900	P	443.33	202.5404	22.1578	0.510	OK
				M	5545.67	103.1239	11.2817	0.040	
				N	225.89	180.2145	19.7153	0.570	
9	107.93	65.0100	5.4000	P	314.78	189.6050	15.7494	0.340	OK
				M	5869.51	64.9285	5.3932	0.020	
				N	107.93	167.9736	13.9526	0.390	
10	98.54	80.4000	4.9300	P	220.56	179.9536	11.0345	0.450	OK
				M	5739.09	80.3166	4.9249	0.020	
				N	98.54	167.1231	10.2477	0.480	
11	274.29	73.0900	13.7100	P	927.43	247.1312	46.3561	0.300	OK
				M	5799.64	73.0082	13.6947	0.050	
				N	274.29	184.7024	34.6459	0.400	
12	114.57	18.1600	5.7300	P	1850.54	293.3213	92.5513	0.060	OK
				M	6271.41	18.0905	5.7081	0.020	
				N	114.57	166.7494	52.6142	0.110	
13	221.48	49.1900	11.0700	P	1210.82	268.9188	60.5190	0.180	OK
				M	6003.37	49.1136	11.0528	0.040	
				N	221.48	178.8807	40.2563	0.270	
14	101.99	8.1000	5.1000	P	3276.51	260.2190	163.8416	0.030	OK
				M	6359.53	8.0188	5.0489	0.020	
				N	101.99	161.6968	101.8088	0.050	
15	253.15	121.2200	12.6600	P	417.63	199.9796	20.8855	0.610	OK
				M	5394.08	121.1316	12.6508	0.050	
				N	253.15	183.0909	19.1217	0.660	
16	135.20	83.0200	6.7600	P	307.58	188.8721	15.3791	0.440	OK
				M	5716.75	82.9277	6.7525	0.020	
				N	135.20	170.8669	13.9130	0.490	
17	125.81	98.4100	6.2900	P	231.50	181.0804	11.5740	0.540	OK
				M	5586.78	98.3294	6.2848	0.020	
				N	125.81	169.9885	10.8650	0.580	
18	225.89	86.1400	11.2900	P	561.46	214.1047	28.0618	0.400	OK
				M	5689.73	86.0436	11.2774	0.040	
				N	225.89	180.0685	23.6008	0.480	
19	107.93	47.9500	5.4000	P	459.50	204.1430	22.9900	0.230	OK
				M	6014.98	47.8601	5.3899	0.020	
				N	107.93	167.7693	18.8937	0.290	
20	98.54	63.3400	4.9300	P	291.24	187.2048	14.5709	0.340	OK
				M	5883.74	63.2630	4.9240	0.020	
				N	98.54	167.0144	12.9994	0.380	
21	245.03	120.7100	12.2500	P	402.96	198.5126	20.1456	0.610	OK
				M	5398.41	120.6229	12.2412	0.040	
				N	245.03	182.2638	18.4967	0.660	
22	217.77	85.6300	10.8900	P	538.97	211.9305	26.9523	0.400	OK
				M	5694.13	85.5302	10.8773	0.040	
				N	217.77	179.2454	22.7955	0.480	
23	92.24	63.2000	4.6100	P	270.06	185.0396	13.4974	0.340	OK
				M	5884.96	63.1245	4.6045	0.020	
				N	92.24	166.3798	12.1363	0.380	
24	64.97	9.9600	3.2500	P	1908.95	292.6447	95.4915	0.030	OK
				M	6343.38	9.8917	3.2277	0.010	

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 78 di 86
--	--	--------------------

25	261.27	117.2700	13.0600	N	64.97	161.3551	52.6510	0.060	
				P	453.49	203.5484	22.6686	0.580	OK
				M	5427.19	117.1809	13.0501	0.050	
				N	261.27	183.8916	20.4794	0.640	
26	135.20	78.9900	6.7600	P	326.58	190.8051	16.3292	0.410	OK
				M	5750.87	78.8949	6.7519	0.020	
				N	135.20	170.8396	14.6205	0.460	
27	267.84	95.4500	13.3900	P	615.21	219.2412	30.7558	0.430	OK
				M	5610.61	95.3783	13.3800	0.050	
				N	267.84	184.3810	25.8655	0.520	
28	120.51	44.1000	6.0300	P	593.46	217.1717	29.6949	0.200	OK
				M	6047.67	44.0300	6.0204	0.020	
				N	120.51	168.9277	23.0983	0.260	
29	108.99	67.0000	5.4500	P	307.17	188.8303	15.3601	0.350	OK
				M	5852.62	66.9158	5.4431	0.020	
				N	108.99	168.0973	13.6736	0.400	
30	231.99	123.9400	11.6000	P	364.30	194.6239	18.2156	0.640	OK
				M	5371.38	123.8553	11.5921	0.040	
				N	231.99	180.9532	16.9361	0.680	
31	113.28	84.6900	5.6600	P	243.92	182.3576	12.1873	0.460	OK
				M	5702.70	84.6071	5.6545	0.020	
				N	113.28	168.6463	11.2710	0.500	
32	91.95	81.9100	4.6000	P	199.58	177.7912	9.9846	0.460	OK
				M	5726.33	81.8304	4.5955	0.020	
				N	91.95	166.4590	9.3482	0.490	
33	108.99	67.0000	5.4500	P	307.17	188.8303	15.3601	0.350	OK
				M	5852.62	66.9158	5.4431	0.020	
				N	108.99	168.0973	13.6736	0.400	
75	54.83	2.4800	2.7400	P	4344.25	196.4936	217.0938	0.010	OK
				M	6409.01	2.4491	2.7042	0.010	
				N	54.83	149.7756	165.4778	0.020	
76	62.00	45.1400	3.1000	P	251.54	183.1405	12.5772	0.250	OK
				M	6039.25	45.0615	3.0946	0.010	
				N	62.00	163.2014	11.2079	0.280	
77	54.83	12.2500	2.7400	P	1200.37	268.1837	59.9856	0.050	OK
				M	6323.62	12.1567	2.7191	0.010	
				N	54.83	161.2339	36.0637	0.080	
78	62.00	35.3600	3.1000	P	336.28	191.7896	16.8141	0.180	OK
				M	6123.27	35.2690	3.0920	0.010	
				N	62.00	163.0704	14.2963	0.220	
79	59.71	15.9000	2.9900	P	928.33	247.2030	46.4866	0.060	OK
				M	6291.56	15.8245	2.9758	0.010	
				N	59.71	162.0584	30.4751	0.100	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
5	253.15	134.0100	12.6600	P	368.44	195.0422	18.4258	0.690	OK
1	274.29	59.0300	13.7100	M	5919.17	58.9340	13.6877	0.050	OK
5	253.15	134.0100	12.6600	N	253.15	183.1535	17.3026	0.730	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 17.40 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360.00 \text{ kN/m}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	σ_a kN/mq	σ_a/σ_{aL}
n. e stato							
46 OK	41.9900	0.0000	203.17	-3.79	0.22	49.29	0.14
47 OK	1.3100	0.0000	84.87	-0.29	0.02	-2.81	0.01
48 OK	20.1900	0.0000	164.35	-1.69	0.10	8.06	0.02
49 OK	-10.3300	0.0000	75.62	-0.92	0.05	9.00	0.03
50 OK	99.9100	0.0000	187.08	-9.53	0.55	211.32	0.59
51 OK	71.5400	0.0000	99.49	-6.86	0.39	163.14	0.45
52 OK	82.9700	0.0000	92.52	-7.98	0.46	197.14	0.55
53 OK	78.1200	0.0000	166.89	-7.43	0.43	158.25	0.44
54 OK	49.7600	0.0000	79.30	-4.76	0.27	109.99	0.31
55 OK	61.1900	0.0000	72.32	-5.88	0.34	143.97	0.40
56 OK	47.3200	0.0000	203.17	-4.33	0.25	63.13	0.18
57 OK	6.6400	0.0000	84.87	-0.56	0.03	-0.73	0.00
58 OK	29.0700	0.0000	164.35	-2.57	0.15	27.59	0.08
59 OK	-1.4400	0.0000	75.62	-0.25	0.01	-2.50	0.01

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 79 di 86
--	--	--------------------

60	OK	89.2400	0.0000	187.08	-8.49	0.49	181.98	0.51
61	OK	60.8800	0.0000	99.49	-5.82	0.33	133.73	0.37
62	OK	72.3100	0.0000	92.52	-6.94	0.40	167.68	0.47
63	OK	63.9000	0.0000	166.89	-6.04	0.35	119.29	0.33
64	OK	35.5400	0.0000	79.30	-3.38	0.19	70.86	0.20
65	OK	46.9700	0.0000	72.32	-4.50	0.26	104.70	0.29
66	OK	88.8600	0.0000	181.06	-8.46	0.49	182.97	0.51
67	OK	63.5300	0.0000	160.86	-6.01	0.35	120.28	0.33
68	OK	46.5100	0.0000	80.03	-4.45	0.26	100.78	0.28
69	OK	6.0300	0.0000	59.84	-0.49	0.03	0.85	0.00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0.40$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
34	OK	30.4600	0.0000	164.35	0.04	0.09
35	OK	3.8600	0.0000	77.69	0.00	0.00
36	OK	68.7700	0.0000	166.89	0.17	0.42
37	OK	40.4100	0.0000	79.30	0.11	0.27
38	OK	51.8400	0.0000	72.32	0.15	0.38
39	OK	41.1300	0.0000	164.35	0.07	0.18
40	OK	10.6200	0.0000	75.62	0.01	0.02
41	OK	58.1100	0.0000	166.89	0.13	0.33
42	OK	29.7500	0.0000	79.30	0.07	0.17
43	OK	41.1800	0.0000	72.32	0.11	0.28
44	OK	76.8500	0.0000	171.22	0.20	0.49
45	OK	15.3800	0.0000	59.84	0.03	0.07

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma cL = 13.05$ kN/m (verifica Ok per $\sigma c/\sigma cL < 1$)

Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σc	$\sigma c/\sigma cL$	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70	OK	-4.5800	0.0000	47.87	-0.36	0.03	0.00	0.00
71	OK	27.3000	0.0000	49.47	-2.61	0.20	0.07	0.25
72	OK	5.2000	0.0000	47.87	-0.43	0.03	0.00	0.00
73	OK	17.5300	0.0000	49.47	-1.65	0.13	0.04	0.13
74	OK	-1.4000	0.0000	49.47	-0.19	0.01	0.00	0.00

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 80 di 86
--	--	--------------------

7.4.7. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

7.4.7.1 Soletta superiore attacco piedritto (Asta9)

V_{sdu}	256.85	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	100	cm
d	32.00	cm
A_{sl}	15.7	cm ²
c	8.0	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
A_{sw}	5.65	cm ²
passo staffe	50	cm
f_{cd}	15.867	N/mm ²
$f_{ctd0,05}$	1.240	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	0.0000	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	164.674	kN
$V_{Rd,min}$	141.999	kN
$\rho_{sw,min}$	0.000941	
$s_{l,max}$	24.000	cm
$A_{sw,min}$	2.258	cm ² / $s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
V_{Rcd}	787.821	kN
V_{Rsd}	318.388	kN
V_{Rd}	318.388	kN

La verifica a taglio risulta soddisfatta considerando staffe a due bracci $\phi 12/ (40 \times 50)$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 81 di 86
--	--	--------------------

7.4.7.2 Soletta inferiore attacco piedritto (Asta11)

V_{sdu}	227.04	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	100	cm
d	32.00	cm
A_{sl}	15.7	cm ²
c	8.0	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
A_{sw}	5.65	cm ²
passo staffe	50	cm
f_{cd}	15.867	N/mm ²
$f_{ctd0,05}$	1.240	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	0.0000	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	164.674	kN
$V_{Rd,min}$	141.999	kN
$\rho_{sw,min}$	0.000941	
$s_{l,max}$	24.000	cm
$A_{sw,min}$	2.258	cm ² / $s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
V_{Rcd}	787.821	kN
V_{Rsd}	318.388	kN
V_{Rd}	318.388	kN

La verifica a taglio risulta soddisfatta considerando staffe a due bracci $\phi 12/ (40 \times 50)$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 82 di 86
--	--	--------------------

7.4.7.3 Piedritto attacco soletta inferiore (Asta2)

V_{sdu}	144.43	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	100	cm
d	28.00	cm
Asl	15.7	cm ²
c	8.0	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
Asw	0	cm ²
passo staffe	25	cm
f_{cd}	15.867	N/mm ²
$f_{ctd0,05}$	1.240	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	0.0000	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	155.241	kN
$V_{Rd,min}$	129.973	kN

La verifica a taglio risulta soddisfatta senza necessità di prevedere armatura per il taglio.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 83 di 86
--	--	--------------------

7.4.7.4 Piedritto attacco soletta superiore (Asta6)

V_{sdu}	105.11	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	100	cm
d	28.00	cm
Asl	15.7	cm ²
c	8.0	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
Asw	0	cm ²
passo staffe	20	cm
f_{cd}	15.867	N/mm ²
$f_{ctd0,05}$	1.240	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	0.0000	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	155.241	kN
$V_{Rd,min}$	129.973	kN

La verifica a taglio risulta soddisfatta senza necessità di prevedere armatura per il taglio.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 84 di 86
--	--	------------------------

7.5. Scarichi in fondazione

Considerando il tipo di struttura e la natura del terreno di fondazione, ai fini della verifica della portanza del terreno stesso, non si ritengono significativi gli squilibri dovuti a spinte orizzontali non simmetriche o ad azioni orizzontali applicate alla sommità dello scatolare quali frenatura o sisma.

Al proposito si fa notare che dette spinte (o azioni) sono state applicate sul telaio piano schematizzante la canna scatolare senza considerare in alcun modo l'effetto di contenimento laterale esercitato dal terreno di rinfiamento al fine di massimizzare gli effetti flessionali agenti sui piedritti (e sulle solette) del tombino.

Pertanto nel seguito le pressioni agenti sul terreno di fondazione vengono calcolate in presenza dei soli carichi verticali:

- peso proprio sezione scatolare (loading 1 par. 6 ; G_1)
- peso terreno di ricoprimento e pavimentazione stradale (loading 2 par. 6 ; G_2)
- carichi accidentali da traffico (loadings 7/8/9/11 par. 6 ; Q)
- peso acque interne allo scatolare (loading 33 par. 6 ; G_3) senza tenere in conto la presenza di azioni orizzontali.

Ai fini della combinazione dei carichi verranno utilizzati i seguenti coefficienti di norma:

A1-STR: $1.35 (G_1 + G_2 + G_3) + 1.35 Q$

A2-GEO: $G_1 + G_2 + G_3 + 1.15 Q$

Fra i carichi accidentali elencati:

- Carico mobile veicolare sulla soletta superiore, posizione per massimo momento in mezzzeria soletta superiore
- Carico mobile veicolare sulla soletta superiore, posizione per massimo taglio all'attacco del piedritto dx
- Sovraccarico uniforme da 20kPa sulle soletta superiore

verrà considerato di volta in volta il carico più sfavorevole ai fini della determinazione:

- del massimo carico verticale agente ad intradosso fondazione ;
- della massima pressione di contatto terreno/fondazione.

Nelle tabelle seguenti, si fornisce per entrambi gli scenari di norma elencati e per ognuna delle due "condizioni di verifica" sopra descritte:

- nella prima colonna il carico considerato ;

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 85 di 86
--	--	--------------------

- nella seconda colonna la reazione verticale (agente su un metro di fondazione) indotta dal carico in esame (N, [kN]);
- nella terza colonna il momento (agente su un metro di fondazione) indotto dal carico in esame (M, [kN.m]);
- nella quarta colonna l'eccentricità della reazione verticale ($e=M/N$, [m]);
- nella quinta colonna il coefficiente di combinazione del carico in esame.

Si riportano quindi nell'ultima riga:

- il carico N_{tot} agente ad intradosso fondazione (ogni metro di canna) nella combinazione in esame ;
- il momento M_{tot} agente ad intradosso fondazione (ogni metro di canna) nella combinazione in esame ;
- l'eccentricità della reazione verticale $e = M_{tot} / N_{tot}$;
- la pressione di contatto terreno/fondazione valutate con la teoria di *Mayerhof* :

$$\sigma_{terr} = N_{tot} / (B_i + 2 \times S_p + 2 \times S_b - 2 \times e) \text{ [kPa]}$$

Combinazione A1-STR

	Carico	N (kN)	M (kN)	e (m)	coeff.
	peso proprio	113	0	0	1.35
	peso ricoprimento	54.53	0	0	1.35
1)	veicolari max soletta	310.44	0	0	1.35
2)	veicolari max taglio dx	310.44	29.76	0.1	1.35
3)	veicolari 20kPa	74.00	0.00	0	1.35
	spinta idrostatica del tombino	60	0	0	1.35
		Ntot (kN)	Mtot (kNm)	e (m)	sigma (kPa)
1)	Risultante	726.26	0	0	177.14
2)	Risultante	726.26	29.76	0.04	180.75
3)	Risultante	407.07	0.00	0	99.28

Combinazione A2-GEO

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Scolo di Bonifica Forcello. Relazione di calcolo scatolare RE.PS.04.A	FOGLIO 86 di 86
--	--	--------------------

	Carico	N (kN)	M (kN)	e (m)	coeff.
	peso proprio	113	0	0	1
	peso ricoprimento	54.53	0	0	1
1)	veicolari max soletta	310.44	0	0	1.15
2)	veicolari max taglio dx	310.44	29.76	0.1	1.15
3)	veicolari 20kPa	74.00	0.00	0	1.15
	spinta idrostatica del tombino	0	0	0	1
		Ntot (kN)	Mtot (kNm)	e (m)	sigma (kPa)
1)	Risultante	524.54	0	0	127.94
2)	Risultante	524.54	29.76	0.06	131.58
3)	Risultante	252.63	0.00	0	61.62

La verifica di capacità portante del terreno risulta soddisfatta con valore del fattore di sicurezza superiore a 3.