



# CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335

[info@cbpiacenza.it](mailto:info@cbpiacenza.it) – [www.cbpiacenza.it](http://www.cbpiacenza.it)

e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

TITOLO DEL PROGRAMMA:

## REGOLAMENTO UE N. 1305 DEL 13-12-2013 PROGRAMMA SVILUPPO RURALE PSR 2014-2020

MISURA 4 - Investimenti in immobilizzazioni materiali

SOTTOMISURA 4.3 - Investimenti in infrastrutture per lo sviluppo l'ammodernamento e l'adeguamento dell'agricoltura e della silvicoltura, compresi l'accesso ai terreni agricoli e forestali, la ricomposizione e il miglioramento fondiario, l'approvvigionamento e il risparmio di energia e risorse idriche

TIPOLOGIA DI OPERAZIONE 4.3.02 - Investimenti in infrastrutture irrigue

## PROGETTO ESECUTIVO

LOCALIZZAZIONE: Comune di BORGONOVO V.T. – Provincia di Piacenza

Regione Emilia Romagna

TITOLO PROGETTO:

CUP: **G42E17000020006**

### REALIZZAZIONE DI INVASO AD USO IRRIGUO PRESSO LOC. FABBIANO DI BORGONOVO V.T. NEL DISTRETTO IRRIGUO TIDONE (PC)

CODICE PROGETTO:  
2017-PSRR-01

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

TITOLO ELABORATO:

### RELAZIONE TECNICA

DOCUMENTO:  
RELAZIONI SPECIALISTICHE

REDATTO DA: Ufficio tecnico  
Consorzio di Bonifica di Piacenza

CODICE ELABORATO

SCALA:

DATA:

LIVELLO PROGET:

DOC:

PROGR:

TAV:

REV:

**PE**

**B**

**1**

**0**

**1**

**-**

**30-4-2019**

D

C

B

A

INT. VERIFICA

5-9-2019

Revisione:

Descrizione:

Redatto:

Data:

Verificato:

Data:

Approvato:

Data:

## Sommario

LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA	3
PRINCIPALI NORME TECNICHE OSSERVATE	4
Settore costruzioni	4
Settore idraulico	4
STRUMENTI DI MODELLAZIONE	5
CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	7
LA DESCRIZIONE DEI LAVORI PREVISTI IN PROGETTO	8
Schema generale di funzionamento dell'invaso	9
Opere generali	12
Rete di adduzione	12
Manufatto di alimentazione	12
Verifica vasca di derivazione in c.a.	13
Tubazione di adduzione	19
Invaso	19
Opere strutturali in terra	19
<i>Bacino di accumulo</i>	19
<i>Rilevato arginale</i>	20
Opere di impermeabilizzazione e protezione	28
Manufatti idraulici	29
<i>Manufatto di carico</i>	29
<i>Manufatto di scarico</i>	31
<i>Manufatto di scarico di superficie</i>	33
Opere elettriche	34
Sistema antintrusione	35
<i>Recinzioni</i>	35
<i>Segnaletica</i>	35
<i>Videosorveglianza</i>	35
Rete di distribuzione	36
Tubazione di restituzione	36
Codici di calcolo e affidabilità dei risultati	37
LA DESCRIZIONE DEI LAVORI COMPRESI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE	38
Stazione di telecontrollo	38

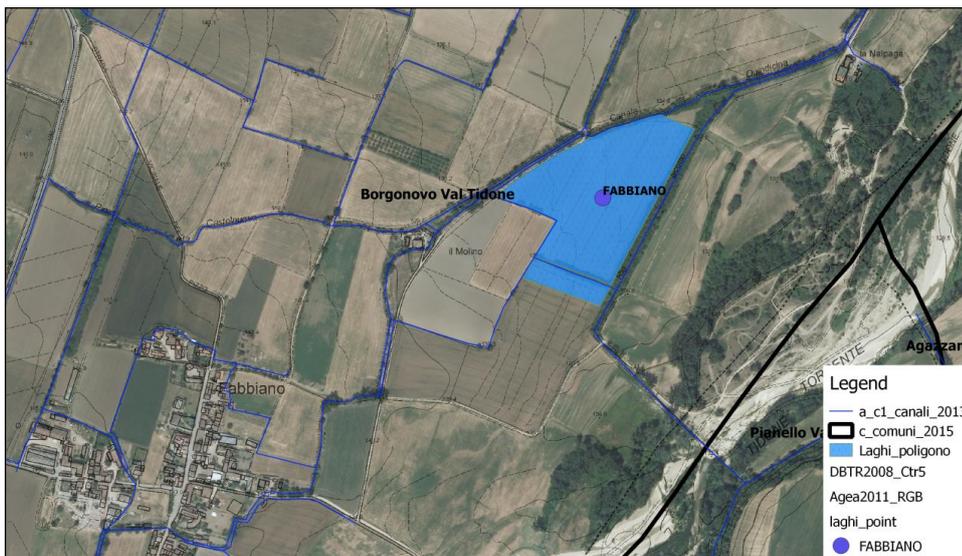
Strumentazione per il monitoraggio arginale	39
SISTEMA DI ESECUZIONE DELL'OPERA E CRONOPROGRAMMA DELLE FASI LAVORATIVE	39
Il sistema di esecuzione dell'opera	39
Il cronoprogramma di progetto e le fasi lavorative	40
Prezziari di riferimento	40
ALLEGATO A	43
ALLEGATO B	49

# REALIZZAZIONE DI INVASO AD USO IRRIGUO PRESSO LOC. FABBIANO DI BORGONOVO VT NEL DISTRETTO IRRIGUO TIDONE (PC)

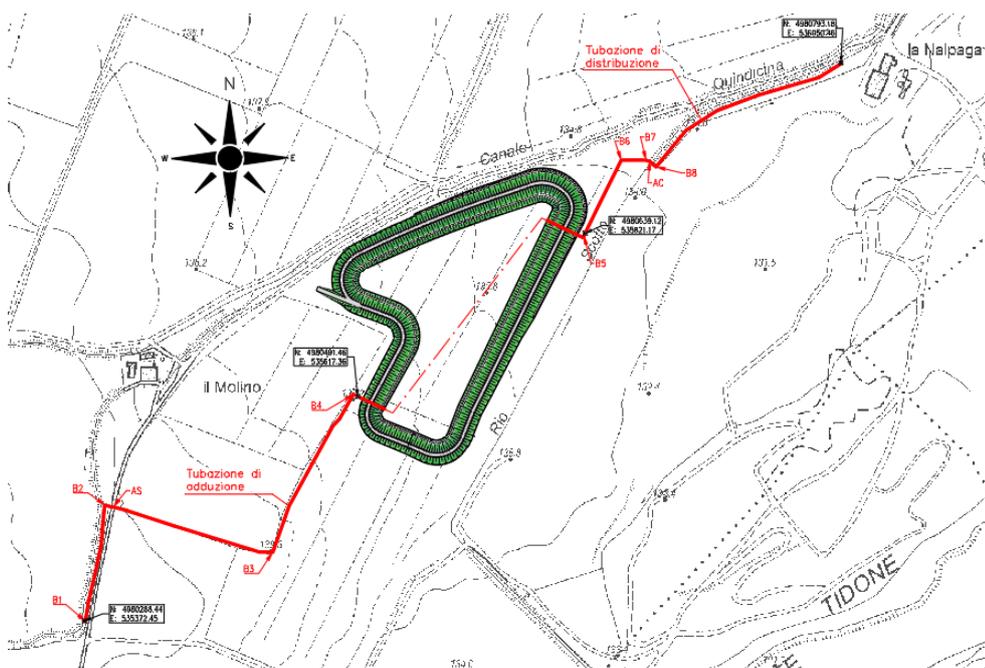
## LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA

L'invaso in progetto sarà realizzato in località Fabbiano in comune di Borgonovo V.T. (PC):

- coordinate nel sistema di riferimento adottato dalla regione Emilia-Romagna: ETRS89 / UTM zone 32N (**EPSG 25832**): X = 535715,64 - Y = 4980582,31;
- riferimenti catastali delle particelle interessate in comune di Borgonovo V.T.:
  - foglio 38 particella 71;
  - foglio 38 particella 204.



Localizzazione invaso in progetto



Planimetria invaso in progetto

# PRINCIPALI NORME TECNICHE OSSERVATE

Di seguito si riportano le norme tecniche che i progettisti hanno assunto per la redazione del progetto esecutivo dell'opera.

## Settore costruzioni

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971: norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974: provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 : norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992: norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996: norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996: norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996: norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.: istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009: istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

## Settore idraulico

- norma UNI 7517/76;
- D.M. 12.12.1985.

## STRUMENTI DI MODELLAZIONE

Il progetto è stato redatto interamente costruendo e gestendo direttamente il modello tridimensionale dell'opera, al fine di non incorrere in errate stime, dovute all'approssimazione numerica, dei volumi di scavo e di riporto, nonché delle superfici che necessitano di impermeabilizzazione.

Il rilievo topografico è stato eseguito con il ricevitore GPS multifrequenze a 72 canali TOPCON GR-3, in grado di ricevere ed elaborare diversi tipi di segnali quali GPS L2C, GPS L5, GLONASS C/A L2 e GALILEO. La determinazione delle coordinate di ogni singolo punto è mediata su un intervallo di acquisizione di 3 epoche che permette l'ottenimento del dato con una precisione orizzontale di 2 cm e verticale di 3 cm. Si riporta il libretto di campagna delle misure nell'allegato A.

Il rilievo è stato elaborato interamente all'interno di AutoCAD Civil 3D 2018, software di proprietà di Autodesk, che tramite l'applicativo AutoCAD Map ha permesso di importare e gestire direttamente i punti acquisiti tramite GPS inquadrandoli nel sistema di riferimento di lavoro WGS 84 UTM 32 N.

Con l'algoritmo di triangolazione di Delaunay, si sono interpolati i punti del piano quotato e si è ricostruita la superficie tridimensionale dei mappali interessati dal progetto in modo tale che nessuno dei punti battuti si trovi all'interno del cerchio determinato dai vertici di qualsiasi triangolo. La triangolazione di Delaunay massimizza il minor angolo di tutti gli angoli dei triangoli della triangolazione tendendo ad evitare così i triangoli stretti. La quota altimetrica di un punto qualsiasi all'interno della superficie è definita attraverso l'interpolazione delle quote dei vertici del triangolo in cui esso ricade.

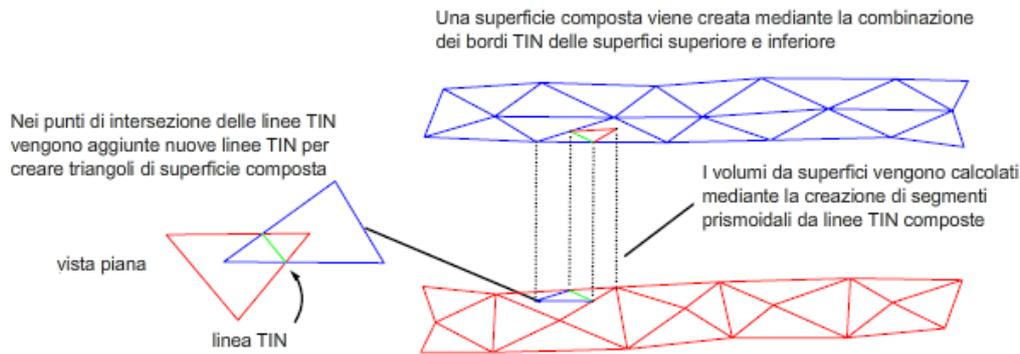
Definita la superficie rappresentante lo stato di fatto si è creato il modello del lago in progetto utilizzando i seguenti elementi:

- asse del coronamento dell'argine dell'invaso;
- quota del coronamento dell'argine;
- sezione tipo dell'argine definendone la pendenza delle scarpate sia in scavo che in rilevato, la larghezza delle banche e l'altezza che intercorre tra due banche successive.

Lo strumento "modellatore" (in inglese *corridore*) è quindi in grado di creare il modello tridimensionale dell'opera combinando adeguatamente le informazioni in precedenza riportate.

Il comando "plancia di comando volumi" permette poi la definizione dei volumi di sterro e riporto dell'opera mediante la comparazione del modello 3D della superficie esistente con quello di progetto. Il calcolo dei volumi di movimentazione terra è quindi definito con un elevato grado di precisione mediante un'analisi tridimensionale del progetto, svincolandosi dall'approccio classico del metodo delle sezioni raggugliate.

Tale metodo effettua la triangolazione di una nuova superficie, basata su punti da entrambe le superfici di confronto, utilizzando i punti di entrambi le superfici, nonché le posizioni in cui i bordi dei triangoli compresi tra due superfici si intersecano in modo da creare segmenti prismoidali. Le nuove quote altimetriche di superficie composita sono calcolate in base alla differenza tra le quote altimetriche delle due superfici, come illustrato di seguito:

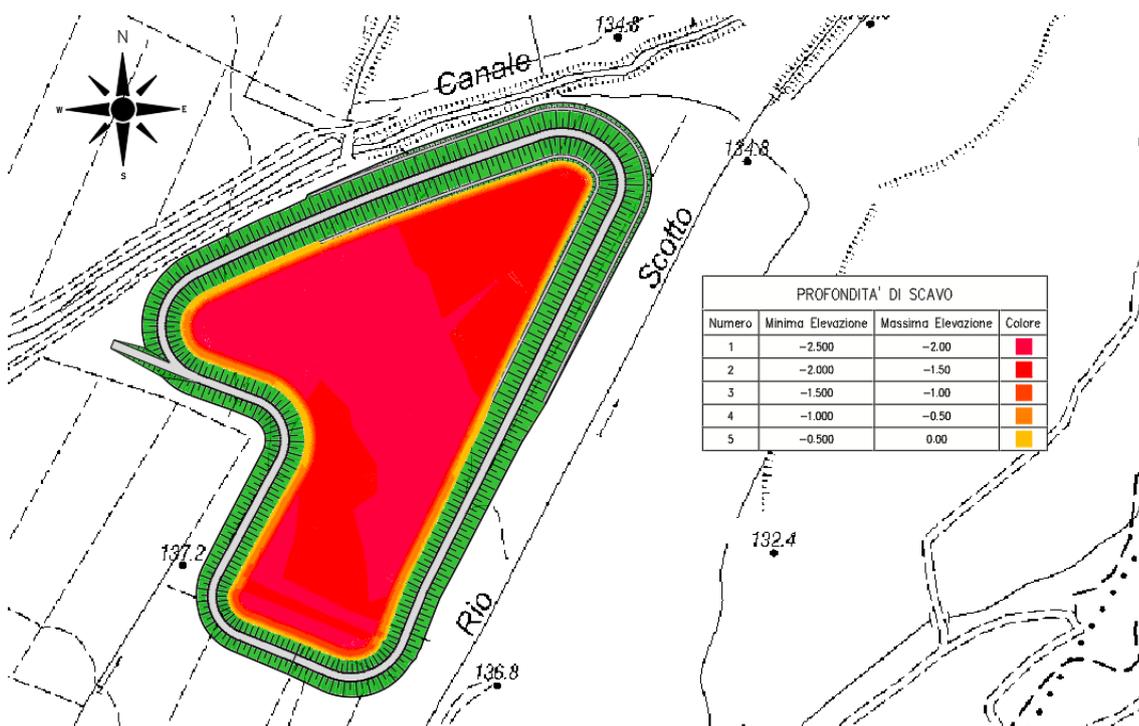


Fonte: manuale Autodesk AutoCAD Civil 3D 2017

Il medesimo algoritmo è applicabile per il calcolo del volume invasato in funzione del grado di riempimento del lago. In questo caso le superfici di confronto sono rappresentate dal modello dell'invaso e da quelle orizzontali rappresentanti lo specchio liquido per le diverse condizioni di riempimento dell'opera.

La modellazione tridimensionale permette di calcolare anche le superfici reali che necessitano di essere impermeabilizzate (fondo e scarpata interna dell'opera) nonché quelle su cui si prevede l'installazione della rete antinutrie (scarpata interna dell'invaso). Il calcolo della superficie tridimensionale è basato sull'analisi combinata delle aree dei triangoli e del loro orientamento nello spazio.

Il software consente di ottenere l'elaborazione della profondità di scavo, tenendo in considerazione la quota topografica dell'attuale piano campagna e la pendenza del fondo del bacino progettato:



Profondità di scavo elaborata dal software di modellazione Civil 3D

## CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

La progettazione definitiva dell'invaso si è basata sui seguenti criteri generali:

- l'ubicazione e la planimetria dell'invaso ricavate in seguito ad un'analisi tecnico economica che ha tenuto in considerazione sia l'aspetto tecnico che quello funzionale legato alla distribuzione dei volumi irrigui alle aree sottese all'invaso;
- realizzazione di un vaso in parte in scavo e in parte in rilevato, al fine di impiegare parte del materiale scavato nella costruzione del rilevato arginale, riducendo il più possibile l'eccedenza di materiale da dover smaltire o trasportare a discarica;
- realizzazione di argini perimetrali di contenimento idrico, al fine di incrementare il volume immagazzinabile rispetto alla realizzazione di un vaso solo con scavo;
- la quota di massimo vaso è stata assunta considerando un franco di sicurezza tra il livello idrico di regolazione e la quota massima del rilevato di 1 m;
- la quota di minimo vaso è stata posta a circa 20 cm rispetto al fondo del lago per favorire la sedimentazione delle particelle di terra, evitando l'interrimento dello scarico di fondo;
- l'area individuata è esterna alle aree SIC/ZPS e al di fuori di tutti i vincoli di carattere ambientale, idrogeologico e archeologico;
- standardizzazione dei tipi di manufatti idraulici per agevolare le attività gestionali e manutentive.

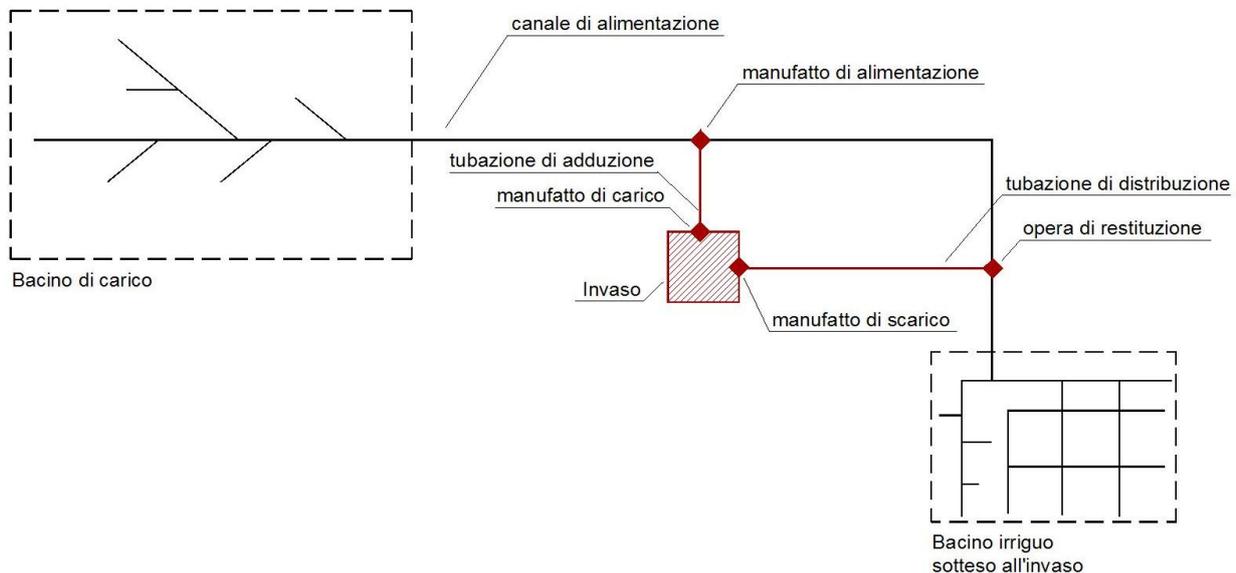
Il miglioramento dell'efficienza della risorsa idrica è stato conseguito osservando i seguenti obiettivi:

- 1) la posizione strategica dell'opera progettata consente di alimentare e scaricare il bacino di accumulo a gravità, evitando la realizzazione di impianti di sollevamento che comporterebbero elevati costi di costruzione e di gestione;
- 2) le precipitazioni che si abbattano sul bacino di carico dell'opera permettono di invasarla completamente e quindi di ridurre il volume idrico prelevato dalla fonte irrigua a servizio del comprensorio (corpo idrico superficiale), ottenendo un risparmio di risorsa pari al volume dell'invaso in progetto;
- 3) il mancato prelievo di parte del volume idrico dalla fonte produce un ulteriore risparmio idrico, dato dall'eliminazione delle perdite idrologiche per infiltrazione nei canali in terra che costituiscono il percorso idraulico dalla fonte idrica all'invaso. Infatti l'attuale schema irriguo prevede il prelievo della risorsa idrica dalla fonte e il trasporto della stessa fino al comprensorio irriguo sotteso attraverso la rete di distribuzione consortile che, essendo costituita da canali in terra, è caratterizzata da forti perdite per infiltrazione nel terreno. Una volta realizzato l'invaso in progetto, parte del prelievo sarà integrato dall'acqua di precipitazione, eliminando le perdite idrologiche associate al mancato prelievo da corpo idrico superficiale;
- 4) l'impermeabilizzazione della superficie interna dell'invaso consente di stoccare tutta la risorsa senza perdite per infiltrazione nel terreno;
- 5) i manufatti di carico e scarico sono dotati di contatori per la misurazione in continuo della portata in ingresso e in uscita al sistema, come riportato nel bando di selezione, rispettando quanto richiesto dall'art. 46 comma 3 del Regolamento (UE) n. 1305/2013.

## LA DESCRIZIONE DEI LAVORI PREVISTI IN PROGETTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un invaso ad uso irriguo che consente di immagazzinare la risorsa idrica per poterla utilizzare nei periodi di carenza e deficit della risorsa stessa.

Il funzionamento dell'opera in progetto è schematizzato come segue:



Gli elementi progettuali possono essere raggruppati nelle seguenti categorie:

- opere generali;
- rete di adduzione;
- invaso;
- rete di distribuzione.

Le opere generali comprendono tutte le attività di preparazione propedeutiche allo svolgimento dei lavori di realizzazione delle opere in progetto, come l'allestimento del cantiere, i rilievi e i tracciamenti vari.

La rete di adduzione consente di derivare le acque e convogliarle verso l'invaso in progetto ed è costituita dai seguenti elementi:

- canale di alimentazione esistente, è il canale consortile che raccoglie le acque di precipitazione sul bacino imbrifero sotteso dall'invaso;
- manufatto di alimentazione è l'opera di presa che consente di alimentare l'invaso. E' costituito da una vasca in cls armato di derivazione con muri d'ala e pianta rettangolare di dimensione m(6,00x2,70xH1,10), da una paratoia trasversale con scudo da m(0,80x0,80) in grado di disconnettere e regolare il livello idrico nella tubazione di adduzione, da un pozzetto prefabbricato ispezionabile m(1,50x1,50xH2,50) e da una tubazione di adduzione DN 500 che parte dal pozzetto stesso. Appena a monte della paratoia di regolazione, trasversalmente alla vasca di derivazione, è interposta una soglia fissa in metallo alta 20 cm che assicurerà l'attivazione del prelievo solo per portate superiori al DMV fissato a 50 l/s. Si riportano di seguito i disegni relativi al manufatto di alimentazione.

L'invaso è l'opera che consente di stoccare il volume idrico necessario ai fini irrigui ed è costituito dai

seguenti elementi:

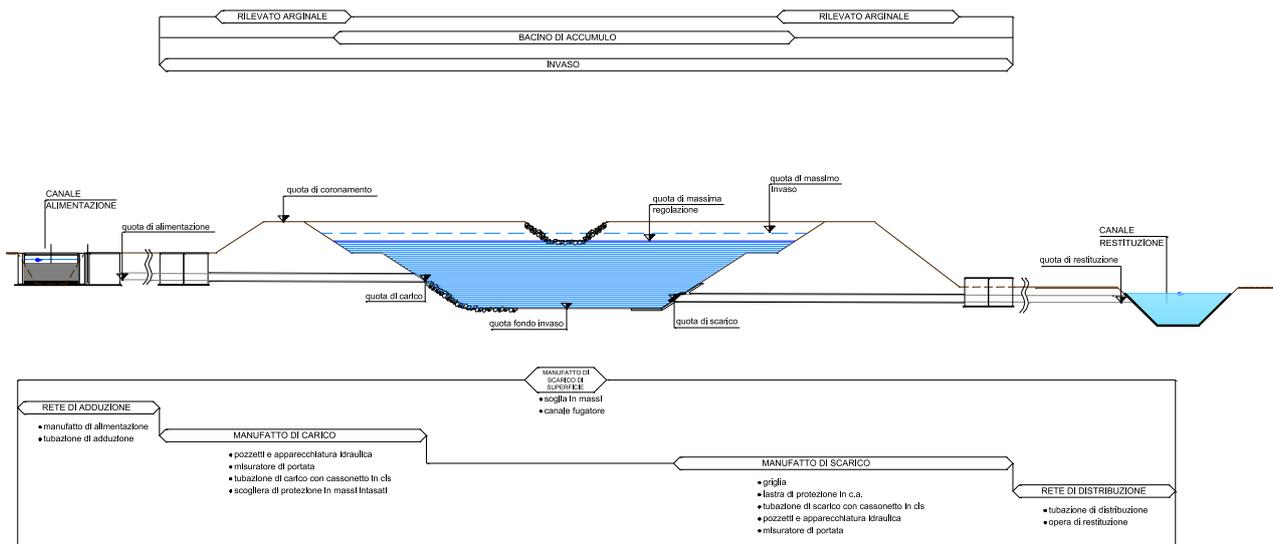
- manufatto di carico, è l'opera che consente di caricare l'invaso in progetto. E' localizzato a monte del rilevato arginale dell'invaso ed è costituito da n. 2 pozzetti prefabbricati ispezionabili dotati di valvola di regolazione e misuratore di portata elettromagnetico, una tubazione in pressione annegata in una trave in c.a. (in quanto attraversa l'argine in terra, al di sotto del suo piano di fondazione) e da una scogliera in massi intasati a protezione della sponda e del fondo dell'invaso nel punto di immissione della tubazione stessa;
- bacino di accumulo, è la parte dell'invaso che viene realizzata tramite scavo del terreno in sito e realizzazione di apposito strato impermeabile;
- rilevato arginale, è la parte dell'invaso che viene realizzata in rilevato tramite riporto e compattazione di idoneo terreno. La sponda interna del rilevato è protetta tramite un apposito strato impermeabile e rete antinutria;
- manufatto di scarico, è l'opera che consente di svasare il volume idrico accumulato nella vasca. La realizzazione di tale manufatto prevede la posa in opera di una tubazione in pressione annegata in una trave in c.a. (in quanto attraversa l'argine in terra, al di sotto del suo piano di fondazione) e la costruzione di una struttura di protezione localizzata della scarpata in c.a. su cui fissare una griglia per evitare l'intasamento della tubazione stessa. La tubazione in uscita dall'argine è dotata di n. 2 pozzetti prefabbricati ispezionabili in cui sono installate una valvola di regolazione e un misuratore di portata;
- manufatto di scarico di superficie, realizzato tramite un localizzato abbassamento della sommità del rilevato arginale fino alla quota di massima regolazione. E' costituito da una soglia trascinabile in massi intasati e da un canale fuggatore a cielo aperto che allontana le acque di sfioro verso il primo ricettore a disposizione.

La rete di distribuzione consente di utilizzare le acque dell'invaso recapitandole verso la rete di canali consortili che convogliano le acque all'utenza. E' costituita da una tubazione di distribuzione che collega lo scarico dell'invaso con il vettore consortile di recapito, tramite l'immissione in apposita opera di restituzione.

## **Schema generale di funzionamento dell'invaso**

Il progetto riguarda la realizzazione di un invaso ad uso irriguo che consente di immagazzinare la risorsa idrica per poterla utilizzare nei periodi di carenza e deficit della risorsa stessa.

Si riporta di seguito lo schema generale di funzionamento dell'invaso:



Come evidenziato nello schema, gli elementi progettuali sono stati raggruppati nelle seguenti categorie:

- opere generali;
- rete di adduzione;
- invaso;
- rete di distribuzione.

Lo schema idraulico riportato evidenzia tutte le opere che portano ad un corretto funzionamento del sistema, di seguito sintetizzate:

- rete di adduzione, che consente di convogliare le acque meteoriche in prossimità dell'invaso;
- manufatto di carico dell'invaso, che consente di invasare il serbatoio con i deflussi convogliati tramite il canale di alimentazione;
- invaso, opera finalizzata all'accumulo della risorsa idrica il cui volume si sviluppa in parte in scavo e in parte in rilevato (arginature in terra), con sponde e fondo resi impermeabili;
- manufatto di scarico dell'invaso, che consente di svuotare il serbatoio senza necessità di sollevamento, alimentando la rete di distribuzione;
- rete di distribuzione, che riceve le acque di scarico dell'invaso e consente di servire il distretto irriguo che sottende l'opera in progetto.

Nello schema sono riportate le quote che descrivono compiutamente il funzionamento dell'invaso, definite di seguito:

- quota di alimentazione, rappresenta la quota della tubazione (fondo tubo) che consente di invasare il serbatoio in progetto, nel punto di presa dal canale di alimentazione;
- quota di carico, rappresenta la quota della tubazione (fondo tubo) che consente di invasare il serbatoio in progetto, nel punto di immissione nel serbatoio;
- quota di massima regolazione, rappresenta la quota del livello dell'acqua oltre la quale ha inizio automaticamente lo sfioro;
- quota di massimo invaso, quota a cui può giungere il livello dell'acqua dell'invaso nel caso si verifichi il più gravoso evento di piena previsto in progetto;
- quota di coronamento, piano orizzontale che costituisce la massima quota dei rilevati arginali;

- quota di fondo invaso, rappresenta il piano di fondo scavo del bacino di accumulo;
- quota di scarico, rappresenta la quota a cui viene posata la tubazione di scarico dell'invaso in uscita dal bacino (fondo tubo);
- quota di restituzione, rappresenta la quota della tubazione che si ricollega con la rete consortile esistente, che rappresenta la distribuzione alle aziende.

Si riportano di seguito i principali indicatori dell'opera:

<b>Indicatore</b>	<b>u.m.</b>	
Comune		Borgonovo V. T.
Superficie del bacino di carico	ha	148
Superficie irrigua asservita	ha	4.124
Volume utile d'invaso	m <sup>3</sup>	100.900
Superficie invaso	m <sup>2</sup>	35.232
quota di alimentazione	m	139,40
quota di carico	m	136,00
quota di massima regolazione	m	139,00
quota di massimo invaso	m	139,15
quota di coronamento	m	140,00
quota di fondo invaso	m	132,20
quota di scarico	m	173,40
quota di restituzione	m	131,70
Manufatto di derivazione	n	1
Manufatto di carico	n	1
Manufatto di sfioro	n	1
Manufatto di scarico	n	1
Manufatto di derivazione	n	1

Rete di adduzione	m	425,30
Rete di distribuzione	m	300,60

## Opere generali

Le opere generali comprendono tutte le attività di preparazione propedeutiche allo svolgimento dei lavori di realizzazione delle opere in progetto, come l'allestimento del cantiere, i rilievi, i tracciamenti, la bonifica da ordigni bellici.

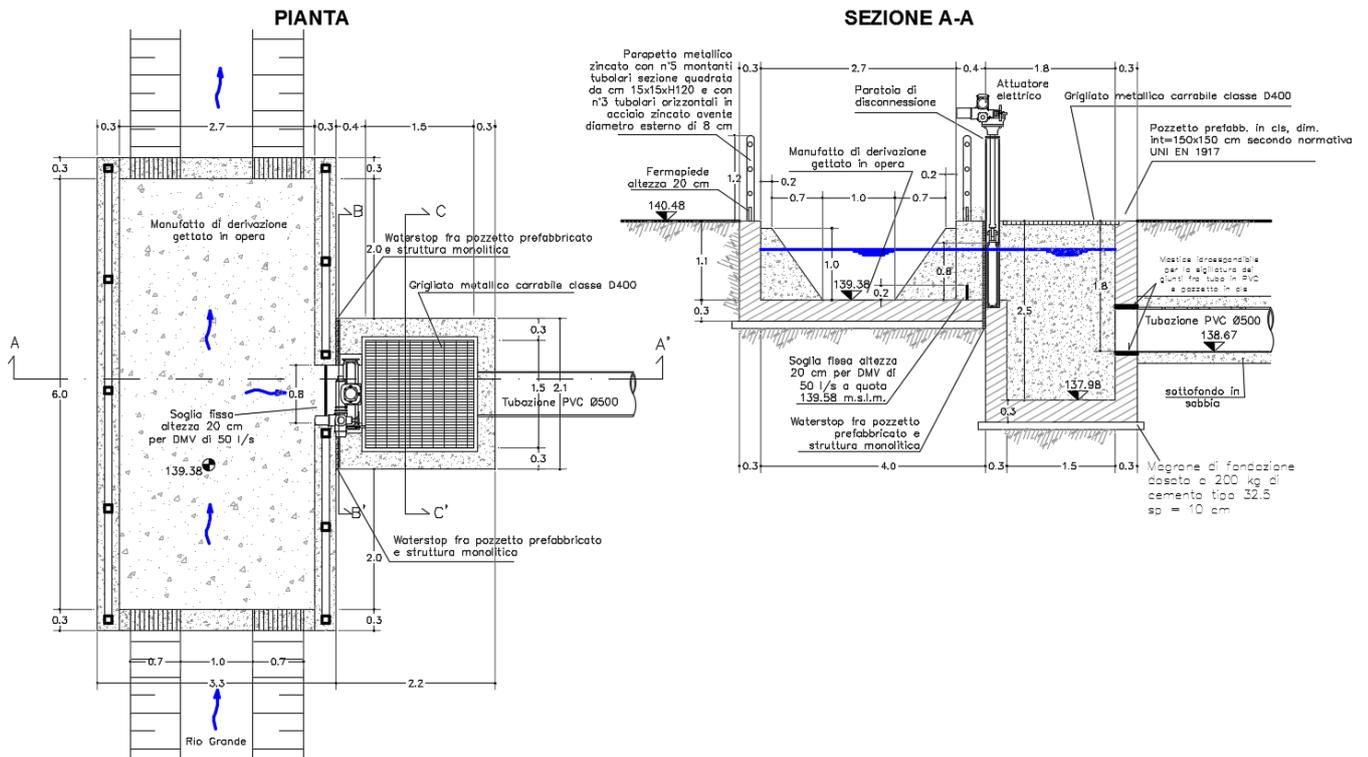
## Rete di adduzione

La rete di adduzione consente di derivare le acque e convogliarle verso l'invaso in progetto ed costituita dai seguenti elementi:

- canale di alimentazione esistente, è il canale consortile che raccoglie le acque di precipitazione sul bacino imbrifero sotteso dall'invaso;
- manufatto di alimentazione è l'opera di presa che consente di alimentare l'invaso. E' costituito da una vasca in cls armato di derivazione con muri d'ala e pianta rettangolare di dimensione m(6,00x2,70xH1,10), da una paratoia trasversale con scudo da m(0,80x0,80) in grado di disconnettere e regolare il livello idrico nella tubazione di adduzione, da un pozzetto prefabbricato ispezionabile m(1,50x1,50xH2,50) e da una tubazione di adduzione DN 500 che parte dal pozzetto stesso. Appena a monte della paratoia di regolazione, trasversalmente alla vasca di derivazione, è interposta una soglia fissa in metallo alta 20 cm che assicurerà l'attivazione del prelievo solo per portate superiori al DMV fissato a 50 l/s. Si riportano di seguito i disegni relativi al manufatto di alimentazione.

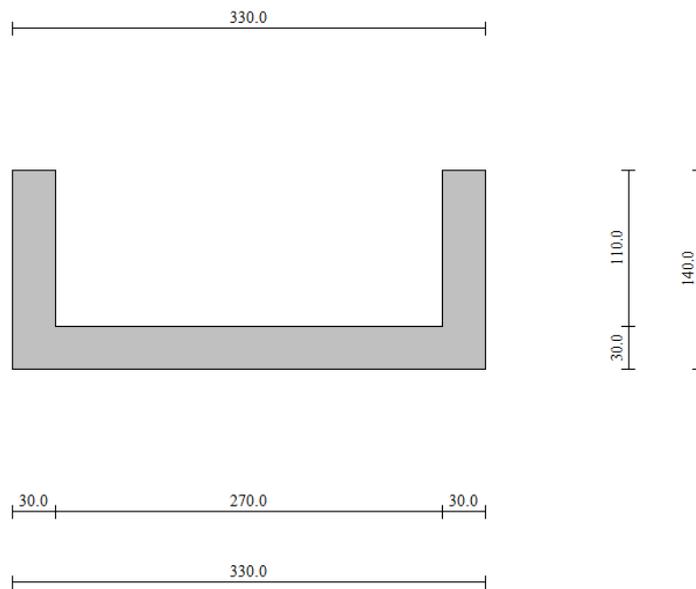
## Manufatto di alimentazione

Il manufatto di alimentazione è l'opera di presa che consente di alimentare l'invaso. E' costituito da una vasca in cls armato di derivazione con muri d'ala e pianta rettangolare di dimensione m(6,00x2,70xH1,10), da una paratoia trasversale con scudo da m(0,80x0,80) in grado di disconnettere e regolare il livello idrico nella tubazione di adduzione, da un pozzetto prefabbricato ispezionabile m(1,50x1,50xH2,50) e da una tubazione di adduzione DN 500 che parte dal pozzetto stesso. Appena a monte della paratoia di regolazione, trasversalmente alla vasca di derivazione, è interposta una soglia fissa in metallo alta 20 cm che assicurerà l'attivazione del prelievo solo per portate superiori al DMV fissato a 50 l/s. Si riportano di seguito i disegni relativi al manufatto di alimentazione.



### Verifica vasca di derivazione in c.a.

L'armatura del manufatto di derivazione è stata verificata con l'ausilio del software AZTEC Informatica, modulo SCAT. Le verifiche sono state condotte utilizzando l'approccio 1 delle NTC2008. Lo schema geometrico utilizzato per le verifiche è riportato di seguito.



Geometria vasca in c.a.

La vasca in c.a. ha le seguenti dimensioni:

- altezza di 1.10 m;
- larghezza 2.70 m;
- spessore dei piedritti pari a 0.3 m;
- spessore della fondazione 0.3M.

### Materiali utilizzati

La normativa di riferimento utilizzata nella definizione delle resistenze dei materiali e nella scelta dei diagrammi sforzi – deformazioni è il D.M. 14.01.2008 (di seguito abbreviato come NTC 2008).

In particolare, nelle verifiche allo stato limite ultimo, per il calcestruzzo è stato utilizzato un diagramma sforzi – deformazioni del tipo parabola – rettangolo (vedi figura seguente) come definito nella normativa di riferimento in cui  $\alpha_{cc}$  è pari a 0.85.

#### 4.1.2.1.2.2 Diagrammi di calcolo tensione-deformazione del calcestruzzo

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base alla resistenza di calcolo  $f_{cd}$  ed alla deformazione ultima  $\epsilon_{cu}$ .

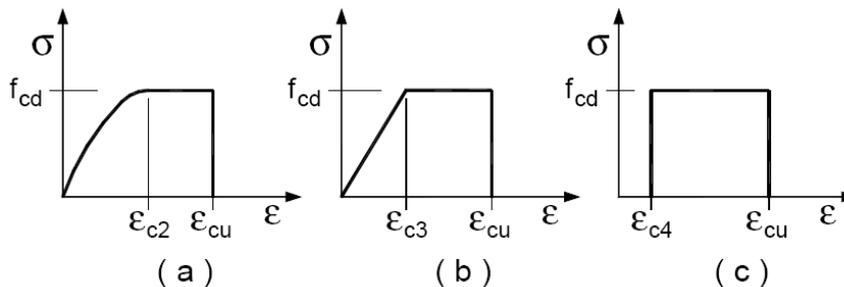


Figura 4.1.1 – Modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per il calcestruzzo

In Fig. 4.1.1 sono rappresentati i modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per il calcestruzzo: (a) parabola-rettangolo; (b) triangolo-rettangolo; (c) rettangolo (stress block). In particolare, per le classi di resistenza pari o inferiore a C50/60 si può porre:

$$\begin{aligned} \epsilon_{c2} &= 0,20\% & \epsilon_{cu} &= 0,35\% \\ \epsilon_{c3} &= 0,175\% & \epsilon_{c4} &= 0,07\% \end{aligned}$$

Nelle verifiche dello stato limite di esercizio si è adottato un diagramma sforzi - deformazioni di tipo lineare.

Di seguito si riportano le caratteristiche fisiche e meccaniche del calcestruzzo considerato per il calcolo:

- Peso specifico calcestruzzo armato;  $25.0 \text{ kN/m}^3 = 2.5 \text{ t/m}^3$
- Classe di resistenza; C 28/35
- resistenza a compressione cilindrica caratteristica  $f_{ck}$ ; 28 MPa
- resistenza a compressione cilindrica media  $f_{cm}$  ; 36 MPa
- resistenza a compressione cilindrica di design  $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$  ; 15.87 MPa
- coefficiente di sicurezza del calcestruzzo  $\gamma_c$ ; 1.5
- resistenza a trazione semplice  $f_{ctm}$ ; 2.77 MPa
- resistenza a trazione caratteristica  $f_{ctk}$  ; 1.94 MPa
- resistenza a trazione di design  $f_{ctd}$ ; 1.29 MPa
- modulo di elasticità  $E_{cm}$  . 32 308 MPa

Per quanto attiene i requisiti prestazionali di durabilità si fa riferimento alla norma UNI 11104:2004:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| - Copriferro minimo;                        | 3.5 cm                   |
| - classe di esposizione;                    | XC3                      |
| - diametro massimo degli inerti;            | 32 mm                    |
| - rapporto massimo acqua cemento a/c ;      | 0.55                     |
| - contenuto minimo di cemento;              | 320 Kg/mc                |
| - consistenza calcestruzzo fresco ;<br>(mm) | S4 (slump test: 160÷210) |

### Armatura acciaio ordinario tipo B450C

L'acciaio, nelle verifiche a stato limite ultimo, è caratterizzato da un diagramma sforzi deformazioni elastico – perfettamente plastico con deformazione limite indefinita, a differenza delle precedenti normative dove la deformazione limite era po-sta pari a 1.0%.

#### 4.1.2.1.2.3 Diagrammi di calcolo tensione-deformazione dell'acciaio

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base al valore di calcolo  $\epsilon_{ud} = 0,9\epsilon_{uk}$  ( $\epsilon_{uk} = (A_{gr})_k$ ) della deformazione uniforme ultima, al valore di calcolo della tensione di snervamento  $f_{yd}$  ed al rapporto di sovrarresistenza  $k = (f_t / f_y)_k$  (Tab. 11.3.Ia-b).

In Fig. 4.1.2 sono rappresentati i modelli  $\sigma-\epsilon$  per l'acciaio: (a) bilineare finito con incrudimento; (b) elastico-perfettamente plastico indefinito.

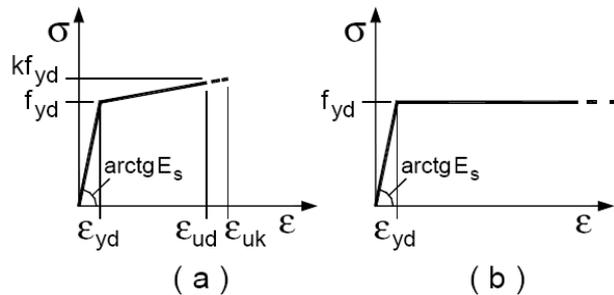


Figura 4.1.2– Modelli  $\sigma-\epsilon$  per l'acciaio

Diagramma sforzi-deformazioni acciaio

- |  |             |
|--|-------------|
| - Tensione caratteristica a snervamento $f_{yk}$ ; | 450 Mpa     |
| - tensione caratteristica a rottura $f_{tk}$ ;     | 540 MPa     |
| - tensione di design a snervamento $f_{yd}$ ;      | 391 MPa     |
| - modulo di elasticità $E_s$ .                     | 210 000 MPa |

### Carichi agenti sull'opera

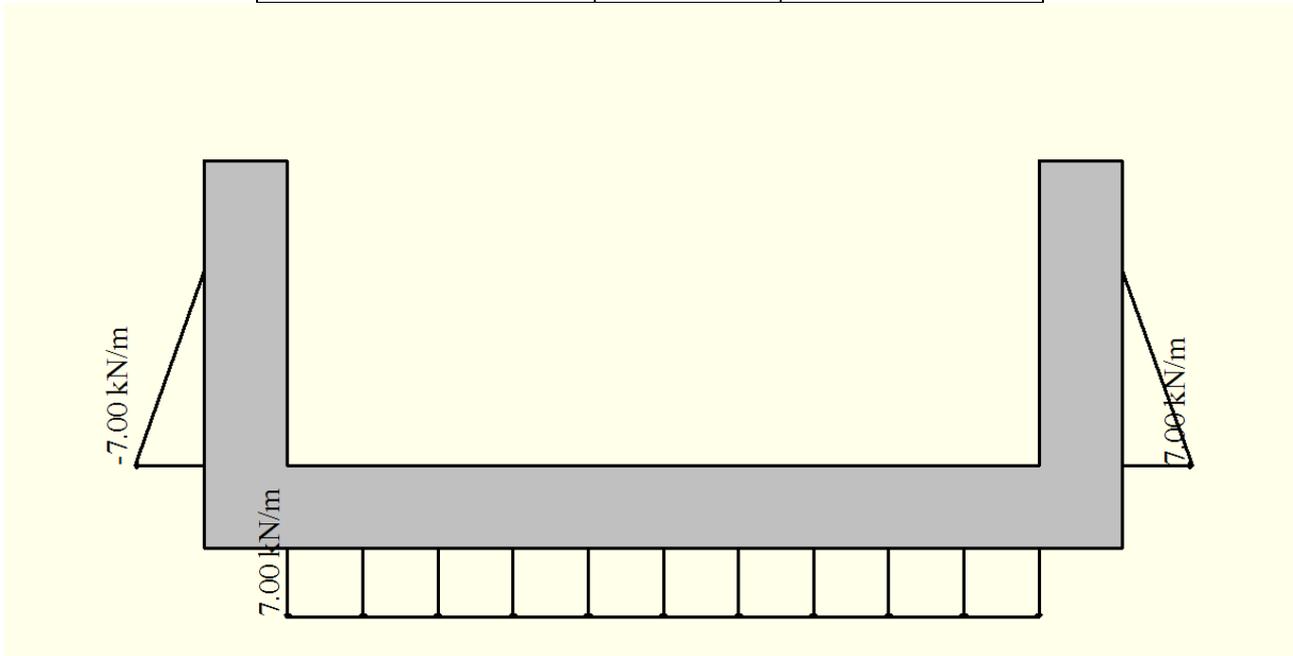
Lo schema dei carichi agenti sull'opera utilizzati per il dimensionamento sono rappresentati da:

- spinta del terreno sui piedritti;
- spinta idrostatica dovuta al carico d'acqua presenta nella vasca, rispettivamente positivo sul piedritto destro e negativo sul piedritt sinistro;

- carico distribuito agente su tutta la fondazione della vasca;
- incremento della spinta dovuto al sisma, calcolato con il metodo di Mononobe – Okabe.

Per il calcolo della spinta geotecnica il terreno è stato modellato con i parametri riportati in tabella.

	$\gamma$ (kN/mc)	$\Phi$
Terreno di rinfiando	17	29
Terreno di fondazione	19	38



Schema carichi

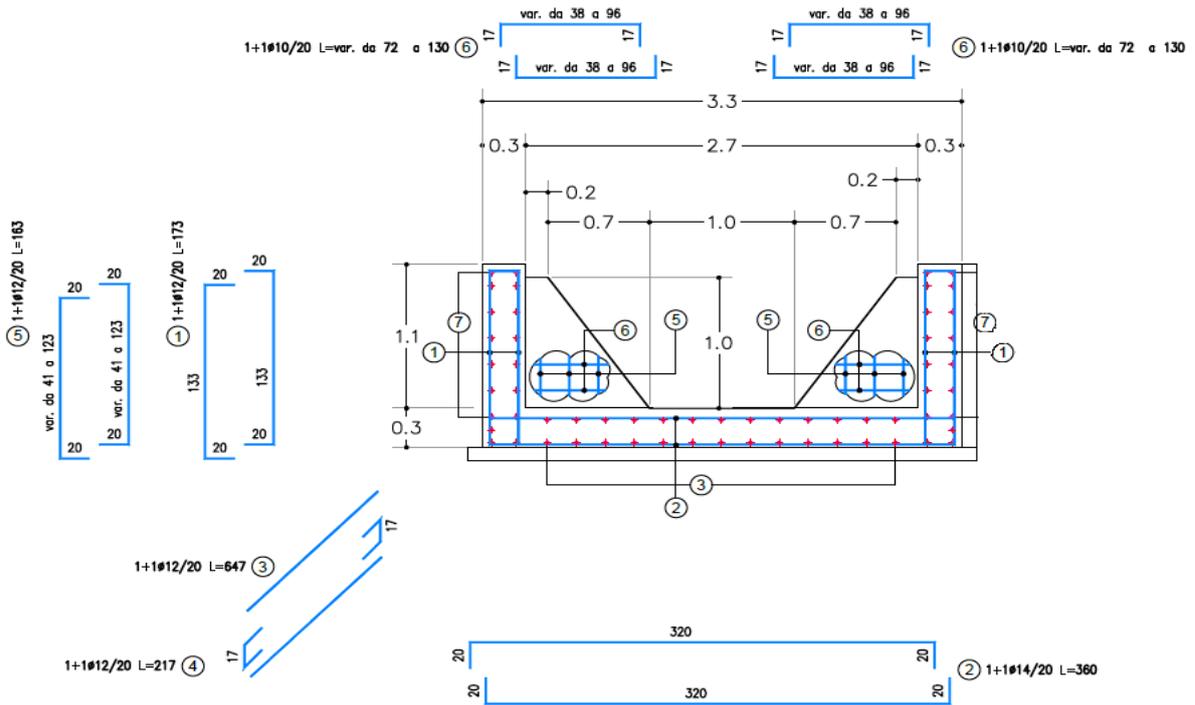
### Armatura

L'armatura dei manufatti e della vasca di carico è stata dimensionata rispettando quanto riportato in normativa impostando diametri dei ferri diversi per l'armatura longitudinale e per quella di ripartizione. Il ferro da impiegare è del tipo B450 C barre ad aderenza migliorata.

La sintesi dell'armatura per le diverse tipologie è riportata in tabella seguente.

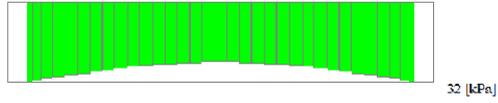
	Copriferro (mm)	$\Phi$ piedritti (mm)	$\Phi$ fondazione (mm)	$\Phi$ ripartitori (mm)
Vasca di carico	$\geq 3,5$	12	14	10

SEZIONE A-A



**Analisi dei risultati**

I risultati vengono riportati in termini di deformazioni, pressioni che il manufatto genera sul terreno di fondazione, momento, taglio e azione assiale di cui ne viene riportato un esempio riferito ad una tipologia di manufatto. I risultati delle verifiche SLU e i relativi coefficienti, per le diverse combinazioni analizzate, sono riportati nell'allegato B della presente relazione.

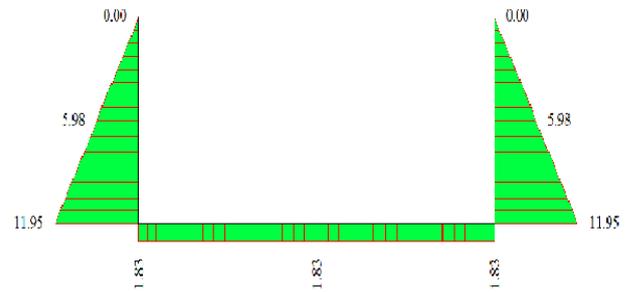
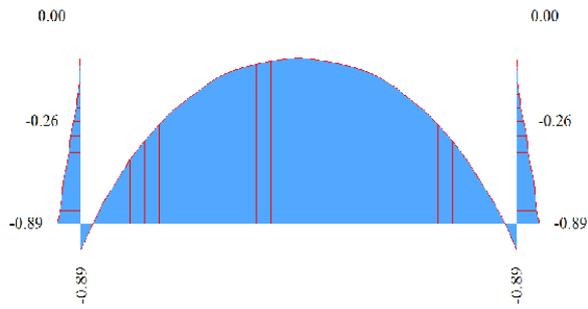


32 [kPa]

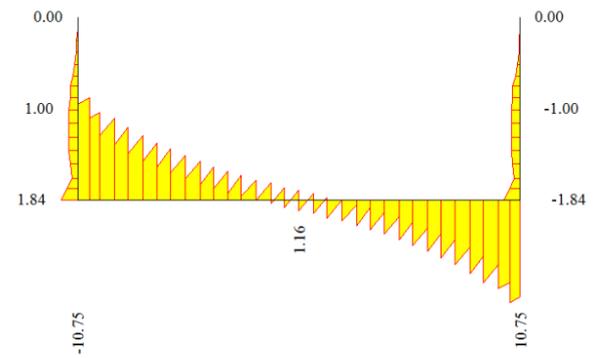


5.444 kNm

17.074 kN



16.375 kN



Risultati vasca di derivazione in c.a.

## **Tubazione di adduzione**

All'interno della relazione idraulica di progetto sono riportati i calcoli e i risultati relativi al dimensionamento delle caratteristiche della tubazione di adduzione, ovvero la scelta del materiale, del diametro, dello spessore e della pendenza.

La tubazione verrà realizzata in PVC e avrà diametro pari a 500 mm e spessore 12,3 mm.

La tubazione permette di ridurre le perdite per infiltrazione nel terreno dovute al trasporto della risorsa.

## **Invaso**

L'invaso è l'opera che consente di stoccare il volume idrico necessario ai fini irrigui ed è costituito dai seguenti elementi:

- manufatto di carico, è l'opera che consente di caricare l'invaso in progetto. E' localizzato a monte del rilevato arginale dell'invaso ed è costituito da n. 2 pozzetti prefabbricati ispezionabili dotati di valvola di regolazione e misuratore di portata elettromagnetico, una tubazione in pressione annegata in una trave in c.a. (in quanto attraversa l'argine in terra, al di sotto del suo piano di fondazione) e da una scogliera in massi intasati a protezione della sponda e del fondo dell'invaso nel punto di immissione della tubazione stessa;
- bacino di accumulo, è la parte dell'invaso che viene realizzata tramite scavo del terreno in sito e realizzazione di apposito strato impermeabile;
- rilevato arginale, è la parte dell'invaso che viene realizzata in rilevato tramite riporto e compattazione di idoneo terreno. La sponda interna del rilevato è protetta tramite un apposito strato impermeabile e rete antinutria;
- manufatto di scarico, è l'opera che consente di svasare il volume idrico accumulato nella vasca. La realizzazione di tale manufatto prevede la posa in opera di una tubazione in pressione annegata in una trave in c.a. (in quanto attraversa l'argine in terra, al di sotto del suo piano di fondazione) e la costruzione di una struttura di protezione localizzata della scarpata in c.a. su cui fissare una griglia per evitare l'intasamento della tubazione stessa. La tubazione in uscita dall'argine è dotata di n. 2 pozzetti prefabbricati ispezionabili in cui sono installate una valvola di regolazione e un misuratore di portata;
- manufatto di scarico di superficie, realizzato tramite un localizzato abbassamento della sommità del rilevato arginale fino alla quota di massima regolazione. E' costituito da una soglia trascinabile in massi intasati e da un canale fuggatore a cielo aperto che allontana le acque di sfioro verso il primo riceettore a disposizione.

## **Opere strutturali in terra**

### **Bacino di accumulo**

Il bacino di accumulo in progetto verrà realizzato in terra, in parte in scavo e in parte in rilevato, al fine di massimizzare il volume invasabile. L'invaso verrà riempito e svuotato senza la necessità di sollevare meccanicamente le acque, al fine di contenere i costi di costruzione, oltre quelli per la manutenzione e gestione. L'invaso può essere riempito durante il normale esercizio fino alla quota di massima regolazione.

Oltre tale quota avviene lo sfioro tramite uno scaricatore superficiale in massi intasati che recapita le acque della piena di progetto nel canale ricettore più vicino, consentendo di garantire un adeguato franco di sicurezza in caso di raggiungimento della quota di massimo invaso.

Nella progettazione del bacino di accumulo si è valutata la stabilità delle sponde dello scavo necessario per la realizzazione del bacino stesso, verificando il grado di sicurezza allo scivolamento delle sponde in terra tramite la metodologia descritta nella relazione geotecnica di progetto.

Il fondo del bacino è caratterizzato da una pendenza variabile, per consentire un maggiore accumulo della risorsa idrica all'interno del bacino e favorire eventuali attività di svuotamento.

All'interno della relazione idraulica è contenuta l'analisi idrologica per la valutazione del volume utile d'invaso, correlato alla capacità del bacino imbrifero di carico di riempire il serbatoio in progetto. Nella stessa relazione sono definite le quote che descrivono il corretto funzionamento dell'invaso, le caratteristiche delle tubazioni di carico e di scarico, la strumentazione idraulica che consente la regolazione e la misurazione della portata in entrata e in uscita dal bacino di accumulo. Inoltre è riportato il diagramma di svuotamento dell'invaso.

### **Rilevato arginale**

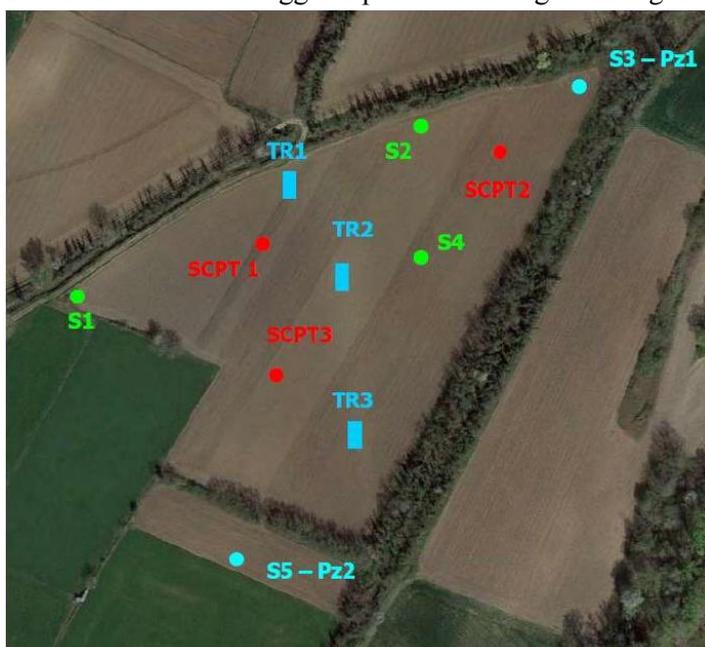
- Il rilevato arginale svolge la funzione di contenimento della risorsa idrica nel bacino di accumulo, impedendone la fuoriuscita dal serbatoio stesso. L'altezza del rilevato è tale da massimizzare il volume invasabile, mantenendo un adeguato franco di sicurezza in caso della piena di progetto. La sagoma arginale, a sezione trapezia, invece è determinata dal soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale e di quelle di filtrazione e sifonamento. Il rilevato arginale sarà realizzato in terra, utilizzando parte del terreno scavato in sito e parte di terreno portato da apposita cava. Le verifiche sono state effettuate con l'ausilio dei software CDM Dolmen e SEEP/W, modulo del programma Geostudio specifico per le analisi di filtrazione. L'opera è stata verificata considerando tutti i meccanismi di collasso che si possono verificare con riferimento sia agli stati limite ultimi (SLU) che agli stati limite di esercizio (SLE). Prima di avviare la fase di progettazione, è stata svolta una campagna geognostica al fine di caratterizzare i terreni presenti in sito e attestarne l'idoneità chimica e meccanica per un eventuale riutilizzo. La campagna ha previsto l'esecuzione di:
  - n. 5 sondaggi a carotaggio continuo fino a 10 m di profondità;
  - n. 3 prove SCPT;
  - n.3 trincee esplorative;
  - n. 5 prove di permeabilità Lefranc eseguite a diverse profondità all'interno dei fori di sondaggio;
  - n.2 stendimenti MASW per determinare i parametri sismici del sito;
  - n.1 prova HVSR
  - n.5 campioni rimaneggiati adiacenze TR2 (3,50-4,50 m da p.c.), TR2 (1-3 m da p.c.), TR3 (0,0 – 1,0; 1,0-2,0 m da p.c.) PZ (4,0-6,0 m da p.c.);
  - installazione di n.2 tubi piezometrici in corrispondenza dei sondaggi S3 e S5.

In particolare in laboratorio sono state effettuate:

- sui campioni rimaneggiati TR1; TR2; TR3, PZ e adiacente TR2:
  - classificazione granulometrica, limiti e classificazione ISO UNI 11531/2013;
  - prova di taglio con scatola di Casagrande;
  - prova Proctor standard solo sul campione TR3;
  - prova CBR. solo sul campione TR3;

- prova di permeabilità.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella figura di seguito.



Ubicazione sondaggi e prove penetrometriche

Le indagini eseguite hanno permesso di determinare la definizione dell'assetto litostratigrafico dell'area di indagine approfondendo la comprensione dei rapporti stratigrafici dei terreni investigati. Complessivamente sono stati riconosciuti 3 livelli principali presenti su tutta l'area ma con profondità e spessori variabili. Dalla superficie in profondità:

- il primo livello, denominato con la lettera A, rappresenta la copertura argillosa/limo argillosa, la cui parte più superficiale è occupata dal suolo coltivato a tessitura argillosa (Livello 0); lo spessore varia da 30 cm a 3 m;
- il secondo livello, denominato con la lettera B, è costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa; lo spessore varia da 1,5 a 10 m circa;
- il terzo livello, denominato con la lettera C, è costituito da argille limose e limi argillosi molto compatti; esso è presente fino alla profondità massima indagata di 12 m.

In generale si osserva:

- diminuzione dello spessore della copertura (livello A) e conseguente innalzamento del tetto delle ghiaie (livello B), da S verso N;
- lo spessore del corpo ghiaioso (Livello B) aumenta spostandosi da S verso N, con il valore minimo in corrispondenza del sondaggio S 1 e quello massimo in corrispondenza di S3; di conseguenza le argille sottostanti (livello C) si approfondiscono spostandosi da S a N.

Il livello di falda, misurato nei piezometri, si attesta ad un livello variabile tra 3,8 e 4,4 m da p.c. Si rimarca che tale livello è stato misurato e valutato dopo un lungo periodo siccitoso che ha caratterizzato il periodo primaverile, estivo ed autunnale.

L'opera dovrà essere progettata in modo tale che non sia intersecata la quota della falda, quindi prima della fase esecutiva dell'opera si dovrà prevedere un'attenta campagna di monitoraggio del livello della falda. La realizzazione dell'opera ha previsto uno scavo di profondità massima di 2,0 m dal piano campagna e la realizzazione di un rilevato con altezza variabile in funzione della topografia del terreno. In tabella è riportata una sintesi dei volumi dei materiali impiegati e smaltiti.

Voce	Rif. elenco prezzi	U.M.	Quantità
Scavo di sbancamento per scotico	A10.5	mc	10'570,00
Scavo di sbancamento	A10.5	mc	31'670,00
Scavo di fondazione argine	A10.10	mc	3'010,00
Materiale proveniente da scavi	12.20.015.c	mc	34'680,00
Materiale di riporto da cava: trasporto	A10.35.2	mc	5'540,00
Materiale di riporto da cava: stesa e compattazione	12.20.015.c	mc	5'540,00
Trasporto materiale di risulta	A10.35.2	mc	10'570,00
Inghiaimento coronamento argine	A10.40.2	mc	900,00

Sintesi volumi

Sulla sommità del rilevato arginale è prevista la realizzazione di una pista carrabile lungo tutto il perimetro, al fine di consentire le attività di manutenzione e garantire l'accessibilità alle opere. Tale pista è costituita da uno strato di ghiaia di spessore pari a 30 cm. Inoltre verrà realizzata una pista di accesso alla sommità arginale, inghiaata per una larghezza di 3 m e avente una pendenza massima indicativa del 10%.

La scarpata esterna del rilevato arginale (lato campagna), dopo la profilatura finale, necessiterà di un sottile strato di terreno vegetale, sul quale dovrà essere seminata una cotica erbosa capace di limitare fortemente la corrivazione delle acque meteoriche.

Verrà realizzata una strada al fine di facilitare l'accesso all'invaso in fase di esercizio per consentire le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, le manovre dell'opera di presa e tutte le azioni per la gestione ordinaria dell'invaso. La strada di accesso sarà costituita da una carraia che verrà raccordata con la viabilità esistente.

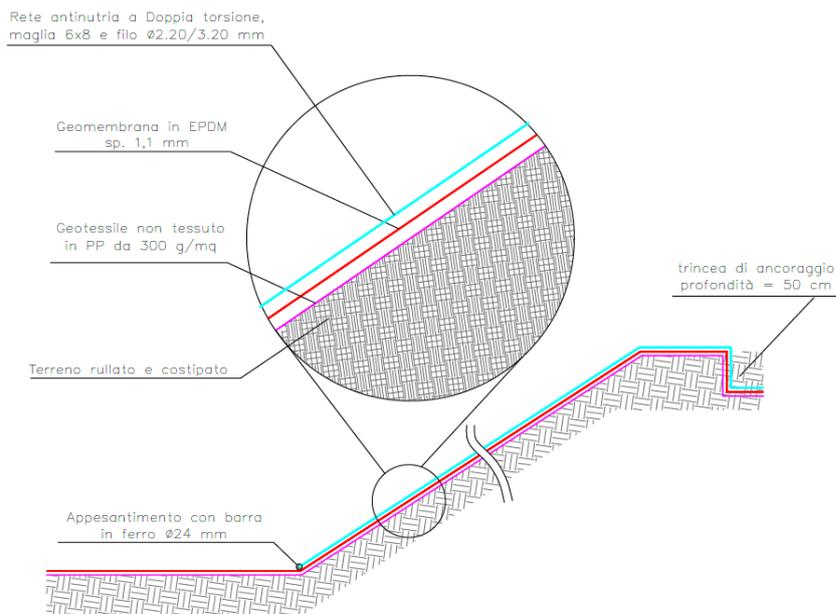
Verrà inoltre realizzata una pista per consentire l'accesso dei mezzi sul piano di coronamento del rilevato arginale. Ciò consentirà l'ispezione dell'invaso e le ordinarie attività di sorveglianza e controllo dello stesso da parte del personale consortile. La pista sarà realizzata in terreno e inghiaata per una larghezza pari a 3 m, e avrà una pendenza massima del 10%.

La sistemazione del coronamento prevede la realizzazione di un cassonetto di 30 cm di ghiaia, per poter transitare con dei mezzi sullo stesso ai fini del monitoraggio e della manutenzione dell'intera opera. La larghezza del coronamento è prevista pari a 4 m. La protezione ha anche lo scopo di evitare che il terreno che costituisce l'argine possa fessurarsi per effetto delle stagioni calde e asciutte, formando delle crepe che possano poi diventare veicolo di infiltrazioni di acqua.

Per evitare fenomeni di filtrazione è stata prevista l'impermeabilizzazione del fondo e delle banche lato vaso mediante la posa di una geomembrana impermeabile in EPDM. Nel dettaglio il rivestimento del fondo e della sponda lato bacino di accumulo è così composto:

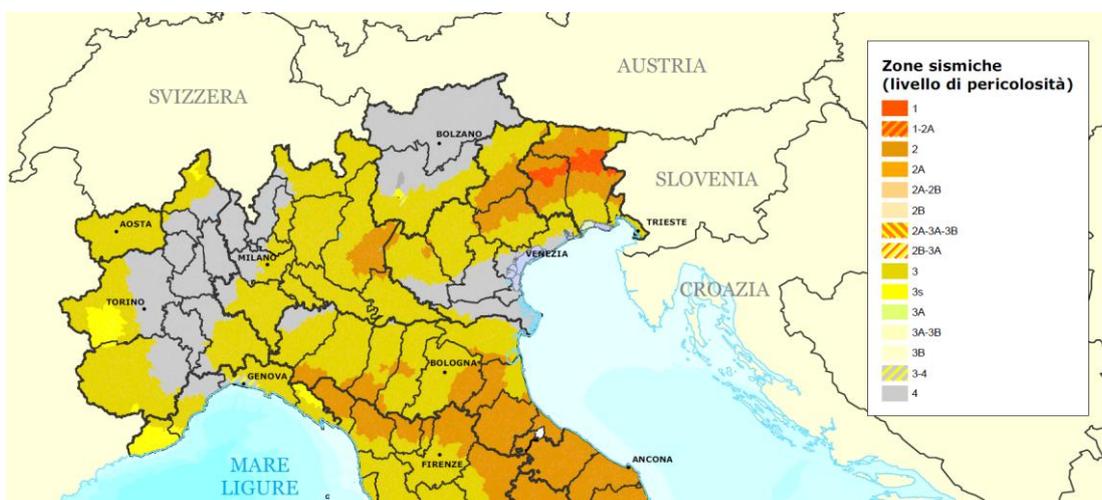
- regolarizzazione del fondo scavo;
- impermeabilizzazione mediante posa di geomembrana in EPDM dello spessore di 1,10 mm su uno strato di tessuto non tessuto di massa aerica apri a 300 grammi/mq;
- rete antinutrie a doppia torsione maglia 6 x 8 e filo  $\Phi$  2,20/3,20 mm; tale rete rimarrà tesa mediante l'utilizzo di una barra in ferro  $\Phi$  24 mm posizionata orizzontalmente nella parte inferiore della rete.

Di seguito è riportato un estratto del pacchetto di impermeabilizzazione da realizzare sul fondo del lago e sulle sponde lato bacino.



#### Dettaglio impermeabilizzazione

Le verifiche di sicurezza, in accordo con quanto riportato nel capitolo 6 delle NTC08, sono state svolte con l'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 +R2). Inoltre, per quanto attiene la classificazione sismica del territorio si è fatto riferimento alla Delibera Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 1435 del 21 luglio 2003 attualmente vigente.



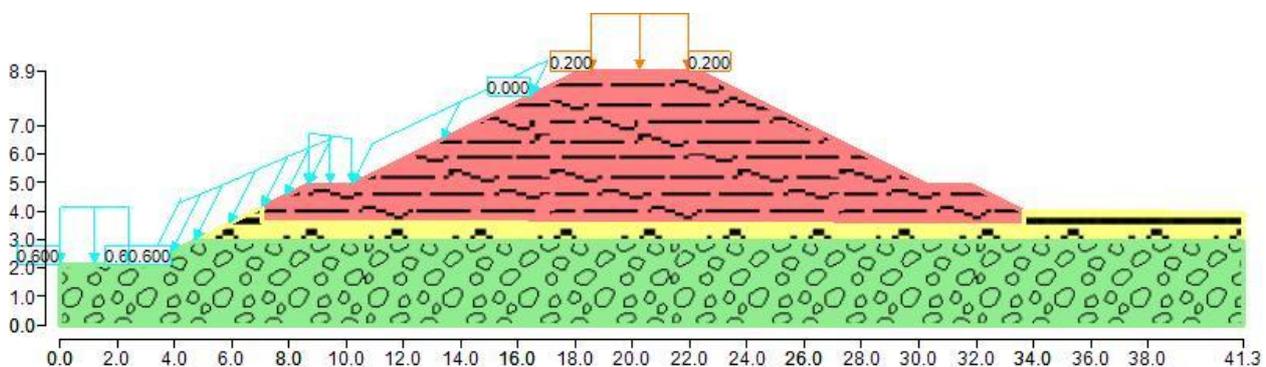
Classificazione sismica al marzo 2015 (fonte: Dipartimento della Protezione Civile)

L'intervento da eseguire, sito in loc. Fabbiano in comune di Borgonovo Val Tidone, ricade interamente nel territorio comunale di Piacenza (codice istat 033032) al quale corrisponde un livello di pericolosità (zona sismica) pari a 4. Gli spettri di risposta sono stati ricavati con il programma Spettri delle NTC08.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a <sub>g</sub> ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> ]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	a <sub>g</sub> > 0,25 g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < a <sub>g</sub> ≤ 0,25 g	0,25 g	2.230
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0,05 < a <sub>g</sub> ≤ 0,15 g	0,15 g	2.815
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	a <sub>g</sub> ≤ 0,05 g	0,05 g	2.235

Le verifiche di stabilità sono state eseguite sia per le banche lato invaso, sia per quelle lato piano campagna. Poiché il rilevato è costituito da materiale coesivo, le analisi sono state svolte sia con riferimento alle condizioni di breve che di lungo termine considerando le diverse combinazioni di carico riportate di seguito.

- Invaso vuoto a fine costruzione con riferimento alle condizioni non drenate;
- Invaso vuoto e presenza di sisma con riferimento alle condizioni non drenate;
- Invaso pieno con triante idrico pari al massimo invaso sisma in condizioni non drenate;
- Invaso vuoto in esercizio da alcuni anni, situazione che potrebbe presentarsi alla fine della stagione irrigua;
- Invaso pieno con il carico del mezzo per le manutenzioni e triante idrico pari al massimo tirante che si può verificare nell'invaso, con riferimento alle condizioni di lungo termine.



Schematizzazione invaso di Fabbiano.

I parametri utilizzati in fase di modellazione sono sintetizzati di seguito in tabella.

Fabbiano	Argine	Strato 1	Strato 2
Peso secco (kN/mc)	17	17	18
Peso saturo (kN/mc)	19	19	20
Cu (daN/cm <sup>2</sup> )	0.18	0.5	—
Φ °	26	29	38
c' (daN/cm <sup>2</sup> )	0.04	0	0

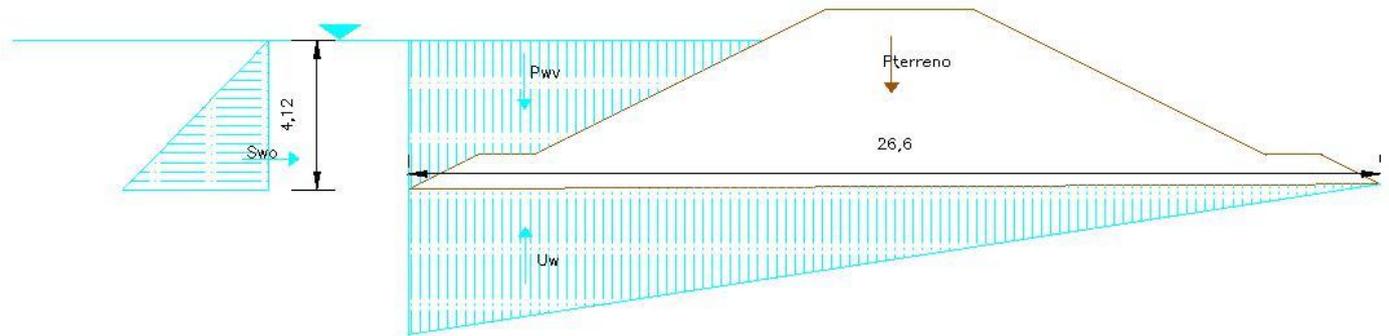
Analisi banca lato piano campagna					
Analisi breve termine			Analisi lungo termine		
	FS Metodo Fellenius	FS Metodo Bishop semplificato		FS Metodo Fellenius	FS Metodo Bishop semplificato
invaso vuoto fine costruzione	1.27	1.27	invaso vuoto	1.33	1.42
invaso vuoto fine costruzione e sisma	1.2	1.2	invaso finito con tirante idrico pari al massimo invasivo carichi	1.12	1.19
invaso finito con tirante idrico pari al massimo invasivo, sisma.	1.2	1.2			

Analisi banca lato invasivo					
Analisi breve termine			Analisi lungo termine		
	FS Metodo Fellenius	FS Metodo Bishop semplificato		FS Metodo Fellenius	FS Metodo Bishop semplificato
invaso vuoto fine costruzione	1.27	1.27	invaso vuoto	1.27	1.35
invaso vuoto fine costruzione e sisma	1.2	1.2	invaso finito con tirante idrico pari al massimo invasivo, sisma, carichi	1.7	1.76
invaso finito con tirante idrico pari al massimo invasivo, sisma.	1.88	1.88			

#### Riassunto FS

A seguito delle verifiche di stabilità sono state definite le pendenze delle sponde del rilevato pari a 30° con la presenza di una banca a 2,5 m di altezza rispetto alla sommità del coronamento e con larghezza pari a 1,5 m. La presenza della banca contribuisce sia rispetto al meccanismo di stabilità globale sia rispetto alla filtrazione.

Le verifiche agli stati limite ultimi hanno riguardato anche il meccanismo di collasso dello scorrimento dell'opera sul piano di posa. Lo schema adottato per le verifiche, sia in condizioni statiche sia dinamiche è il seguente.



Schema verifica a scorrimento

Le verifiche a scorrimento, con riferimento alla geometria del rilevato progettato risultano verificate. Le analisi di dettaglio sono riportate nell'elaborato B\_7 Relazione geotecnica.

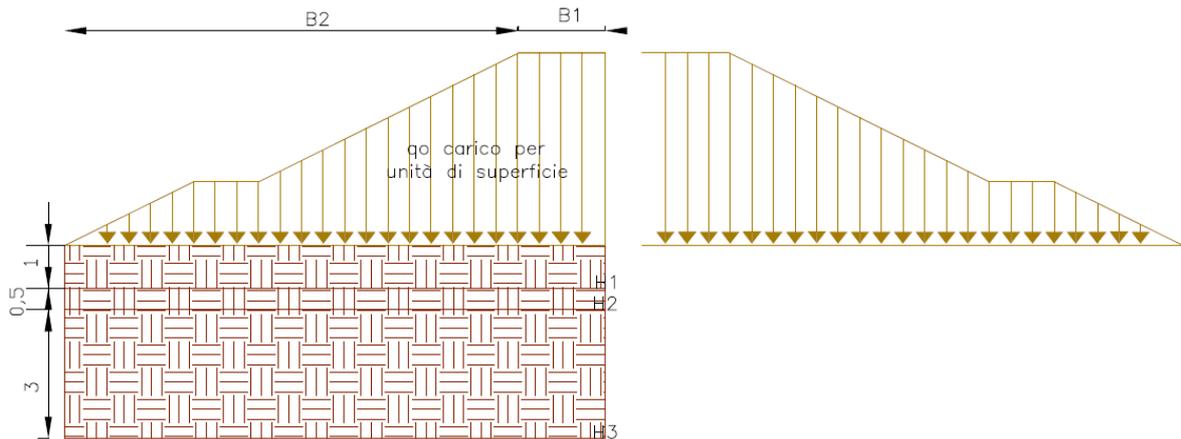
Le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, sono state svolte secondo quanto riportato in normativa NTC08. Le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, sono state svolte secondo quanto riportato in normativa NTC08. L'analisi dei cedimenti, trattandosi di materiale coesivo, è stata condotta schematizzando il terreno come un multistrato con caratteristiche geotecniche variabili da strato a strato funzione della granulometria e delle caratteristiche meccaniche. Il modello assume strati di terreno di spessore costante e deformazioni del terreno solo nella direzione verticale (condizioni di tipo edometrico), incompressibilità delle particelle solide e dell'acqua e impronta di carico flessibile. Il metodo consiste nel calcolo dei cedimenti  $\Delta H$  per i singoli strati in cui è stato suddiviso il modello e il cedimento finale sarà pari alla somma dei singoli  $\Delta H$ . In particolare  $\Delta H$  è calcolato come segue:

$$\Delta H = H \times (\Delta \sigma'_v / M)$$

dove:

- $\Delta \sigma'_v$  rappresenta l'incremento di tensione efficace verticale in corrispondenza dello strato  $i$ ;
- $H_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo;
- $M$  il modulo edometrico di tipo confinato,

Innanzitutto è stato determinato l'incremento di tensione efficace  $\Delta \sigma'_v$  indotto dal carico applicato all'interno di ciascuno strato e della tensione litostatica presente nello strato. L'incremento di carico è stato valutato all'interno di ciascuno strato con la teoria di Boussinesq applicata a geometrie trapezie e ad una triangolare dovuta alla pressione dell'acqua. Il modello è schematizzato di seguito.



Schema di calcolo cedimenti

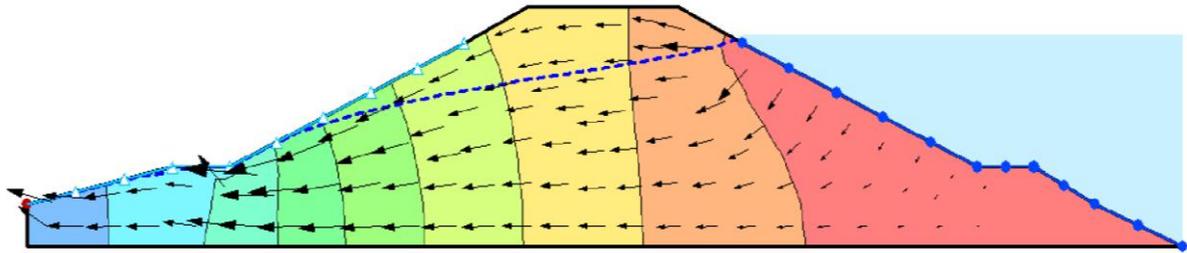
Il cedimento massimo stimato sotto alla mezzera del rilevato arginale è pari a 4,6 cm, anche se non sono presenti in normativa specifici valori dei cedimenti massimi ammissibili, quelli calcolati si reputano compatibili con la funzionalità dell'opera.

In fase di progettazione è stata condotta anche l'analisi di filtrazione del rilevato arginale considerando la condizione peggiore dettata dalla presenza del massimo tirante idrico all'interno del bacino pari a 4,0 m. L'analisi di filtrazione è stata effettuata anche se si prevede di impermeabilizzare sia il fondo che le sponde lato bacino al fine di garantirne la tenuta anche in caso di rottura del telo.

L'analisi è stata condotta con il software SEEP/W implementando il seguente modello geotecnico:

- analisi in condizioni statiche e mezzo saturo;
- condizione di massimo riempimento dell'invaso;
- corpo del rilevato arginale costituito da materiale limoso argilloso A6 con permeabilità ricavata da prove di laboratorio pari a  $5 \times 10^{-5}$  m/s, tra i risultati dei campioni rimaneggiati si è scelto il valore peggiore a favore di sicurezza;
- strato di terreno con spessore di circa 1,0 m e valori di permeabilità ricavata ottenuta da analisi di laboratorio sul campione indisturbato pari a  $5 \times 10^{-5}$  m/s.

I risultati dell'analisi di filtrazione e il modello è riportato di seguito.



Modello geotecnico e condizioni al contorno.

Le verifiche hanno riguardato:

- le verifiche a sifonamento applicando sia il metodo del gradiente critico che quello del gradiente medio;
- la verifica della velocità limite.

I risultati ottenuti sono riportati di seguito.

I risultati ottenuti sono riportati di seguito

Metodo gradiente critico	1.695	<b>NO</b>
Metodo gradiente medio	3.0	<b>NO</b>

k (m/s)	4E-10
$V_{\text{Sichard}}$ (m/s)	1.3E-06
$V_{\text{out}}$ (m/s)	4.39E-10
Verifica	<b>ok</b>

Come si vede dai risultati riportati in tabella, data la presenza di materiale fine nella matrice che costituisce sia il rilevato che il terreno di fondazione, in caso di massimo tirante idrico potrebbero innescarsi fenomeni di sifonamento. Il fondo e le sponde dell'invaso saranno impermeabilizzati mediante la posa di un telo in EPDM certificato e garantito che ne assicurerà l'impermeabilizzazione evitando l'innescarsi di fenomeni di sifonamento.

## Opere di impermeabilizzazione e protezione

Al fine di evitare fenomeni di filtrazione e prevenire il fenomeno di sifonamento, il paramento e il fondo del rilevato lato bacino saranno impermeabilizzati mediante la posa di una geomembrana impermeabile in EPDM. Nel dettaglio il rivestimento del fondo e della sponda interna è composto da:

- regolarizzazione del fondo scavo;
- tessuto non tessuto;

- geomembrana in EPDM dello spessore di 1,10 mm;
- rete antinutrie a doppia torsione maglia 6 x 8 e filo  $\Phi$  2,20/3,20 mm.

## **Manufatti idraulici**

I manufatti idraulici progettati sono di seguito elencati e descritti:

- manufatto di carico;
- manufatto di scarico;
- manufatto di scarico di superficie.

### **Manufatto di carico**

Il manufatto di carico consente di invasare il serbatoio con i deflussi convogliati tramite il canale di alimentazione. E' localizzato a monte del rilevato arginale dell'invaso ed è costituito da n. 2 pozzetti prefabbricati ispezionabili dotati di valvola di regolazione e misuratore di portata elettromagnetico, una tubazione in pressione annegata in una trave in c.a. (in quanto attraversa l'argine in terra, al di sotto del suo piano di fondazione) e da una scogliera in massi intasati a protezione della sponda e del fondo dell'invaso nel punto di immissione della tubazione stessa.

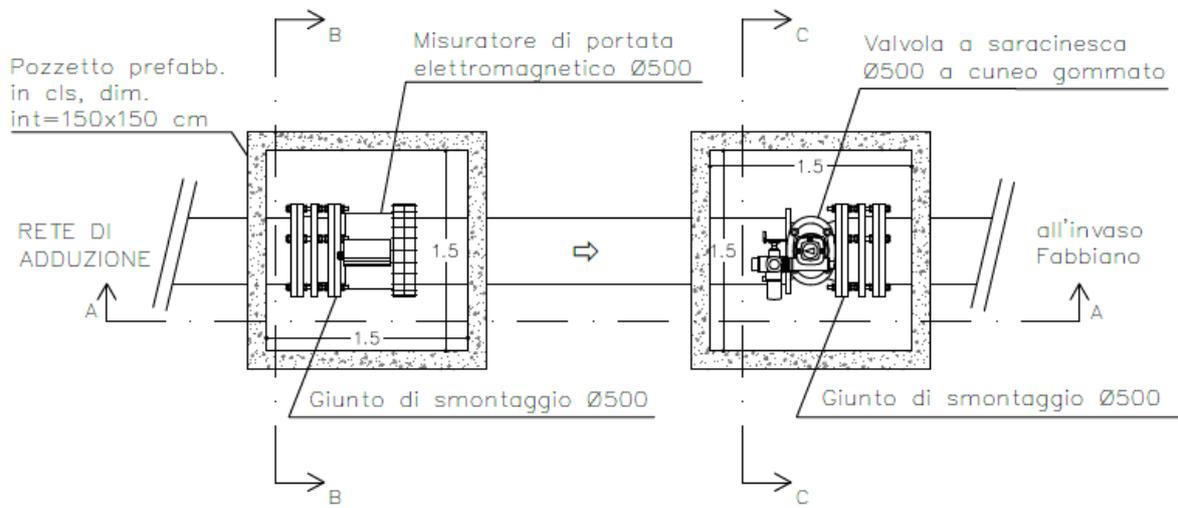
L'opera di carico è costituita da:

- tubazione di carico in pressione;
- pozzetti di ispezione prefabbricati;
- misuratore di portata;
- valvola di regolazione della portata;
- valvola a clapet.

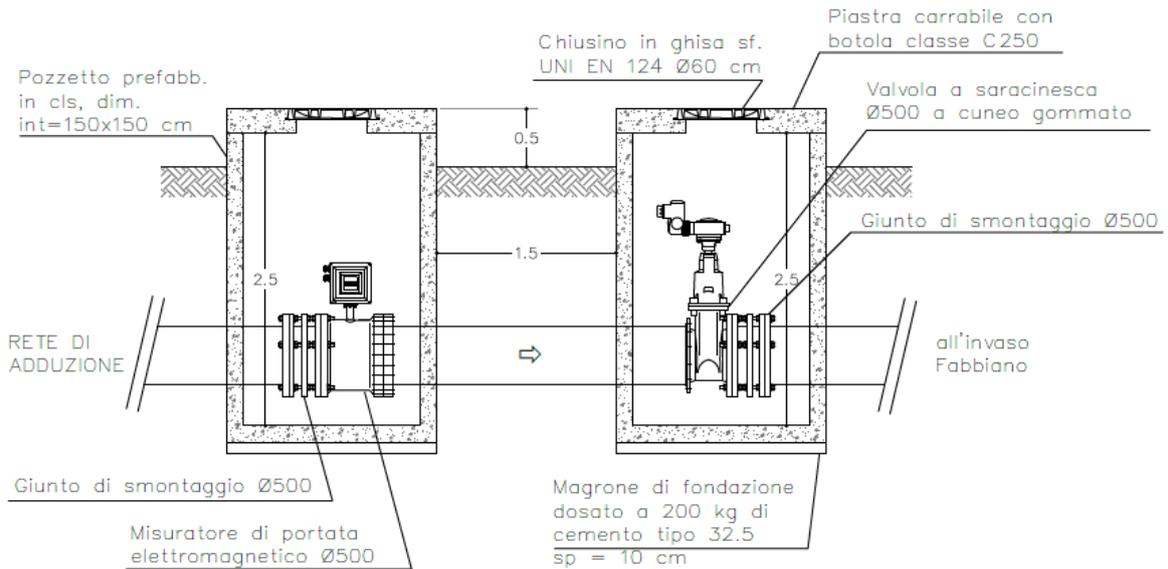
Dal pozzetto prefabbricato verrà realizzata una tubazione di carico che convoglierà le acque fino all'invaso in progetto, le cui caratteristiche sono riportate all'interno della relazione idraulica di progetto. La tubazione è stata dimensionata con una pendenza tale da garantire il riempimento dell'invaso a gravità, e soddisfa le verifiche dell'inflexione diametrale e dell'instabilità elastica, come riportato nella relazione idraulica.

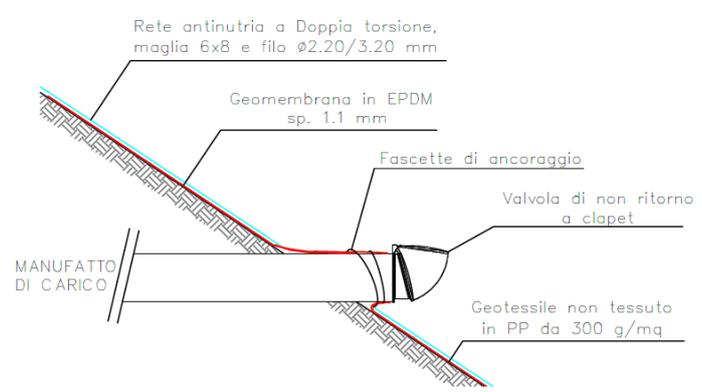
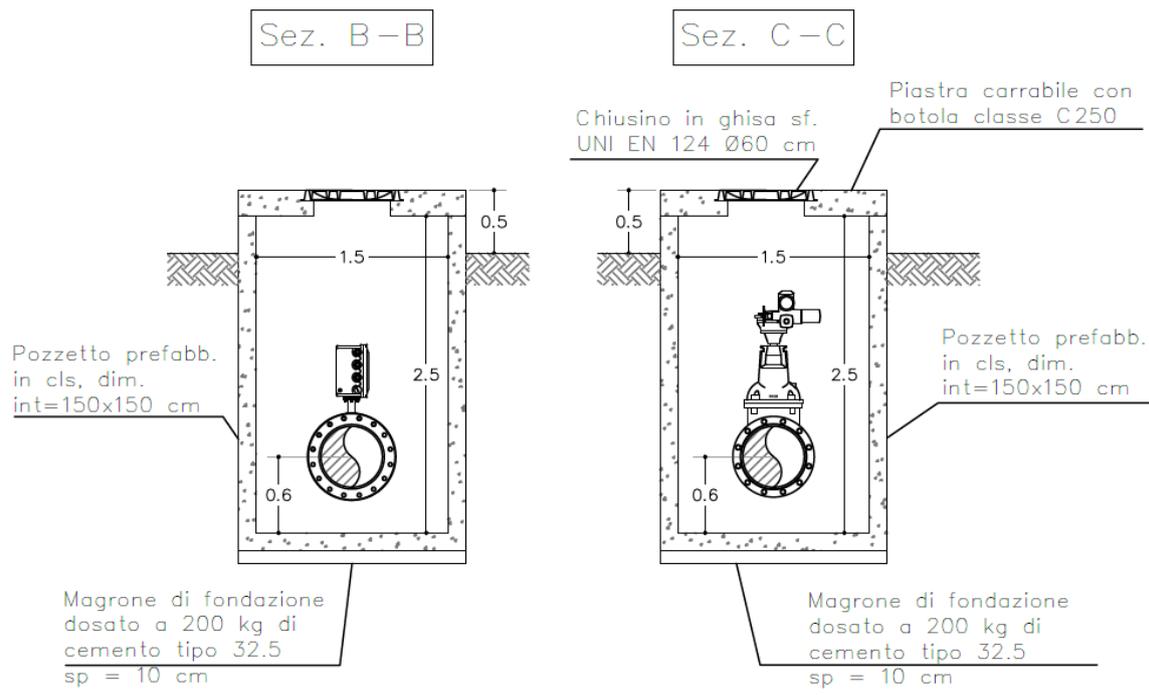
Di seguito è riportato un estratto della tavola dei particolari costruttivi (C.8) riportante le piante e sezioni del manufatto di carico.

# PIANTA



# Sez. A-A



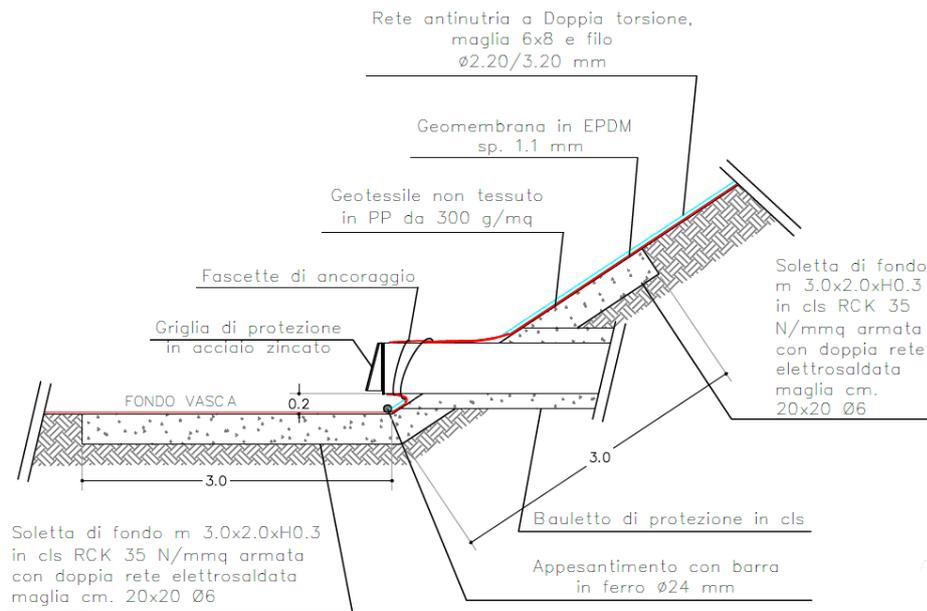


**Manufatto di scarico**

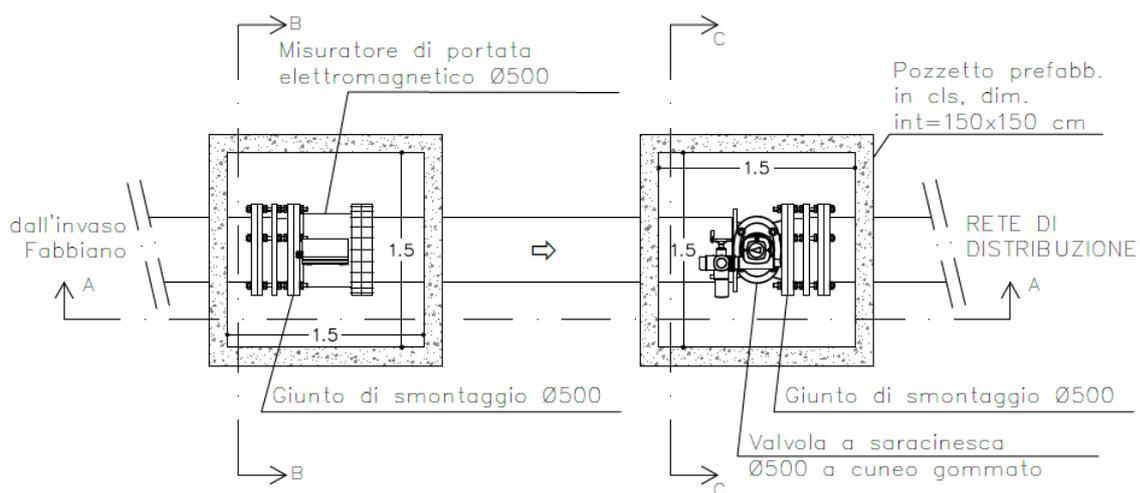
Il manufatto di scarico è l'opera che consente di svasare il volume idrico accumulato nella vasca. Il manufatto di scarico è costituito da una tubazione in PVC annegata in una trave in c.a., protetta in ingresso da una struttura dotata di apposita griglia. La tubazione non può attraversare il corpo del rilevato arginale e pertanto verrà alloggiata in una trincea scavata nel terreno naturale. Attorno ad essa verrà realizzato il cordolo armato che consente di aumentare la resistenza alle sollecitazioni meccaniche e ridurre gli eventuali fenomeni di filtrazione. Attorno alla trave il terreno di rinfiango dovrà essere adeguatamente costipato con la massima cura. Questa tubazione da un lato consente di prelevare i volumi irrigui necessari al soddisfacimento dei fabbisogni colturali dell'areale servito dall'invaso, e dall'altro di svuotare quasi completamente il bacino stesso all'occorrenza.

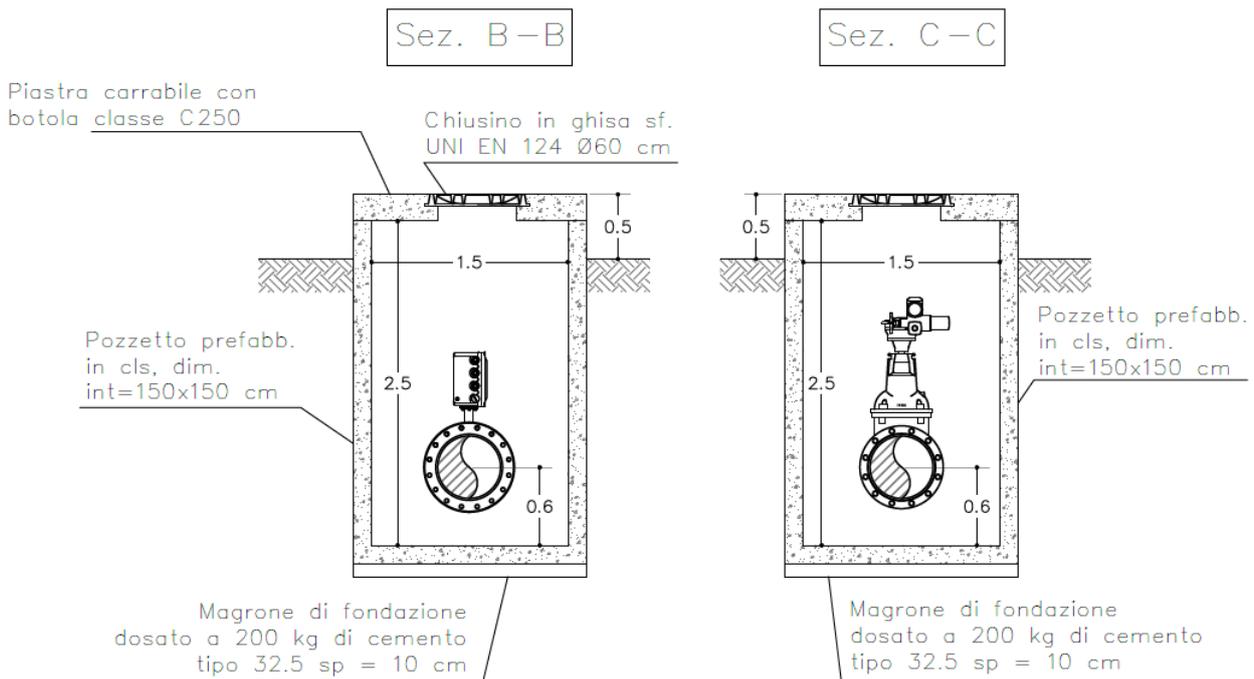
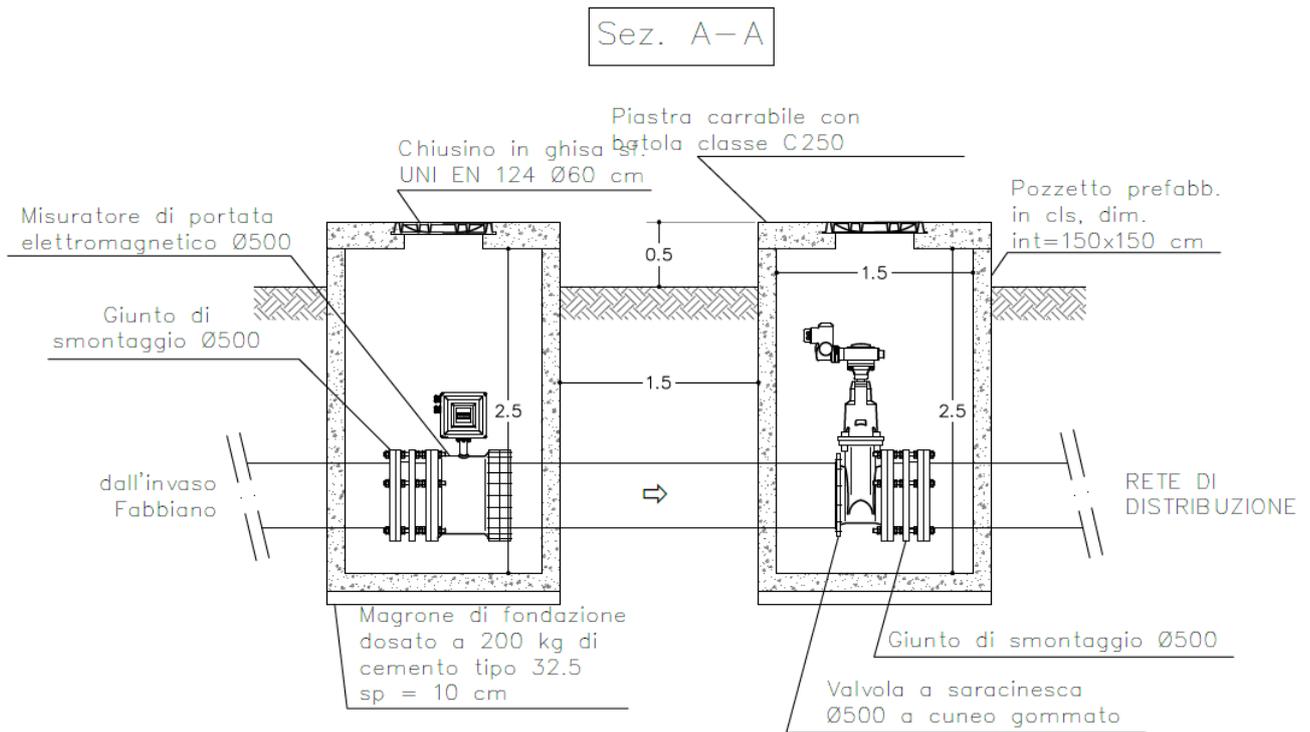
Il dimensionamento dello scarico è eseguito mediante la simulazione dello svuotamento dell'invaso, con lo scopo di calcolare il tempo occorrente per lo svuotamento dell'invaso e la massima portata che può essere scaricata tramite lo stesso.

Sulla tubazione di scarico verranno inseriti una valvola di regolazione della portata (valvola a cuneo) e un misuratore di portata elettromagnetico (oltre ai tronchetti in acciaio necessari per l'installazione degli organi di regolazione). Tali apparecchiature saranno realizzate all'interno di un apposito pozzetto in c.a. costituito da n. 2 blocchi prefabbricati, ispezionabili e accessibili da piano campagna, ciascuno avente dimensione pari a m 1,50x1,50x1,50. Le strumentazioni idrauliche verranno automatizzate e gestite tramite un sistema di telecontrollo, permettendo di regolare e misurare in continuo la portata derivata.



PIANTA





### Manufatto di scarico di superficie

Lo scarico di superficie dell'invaso è costituito da una soglia libera che immette le acque di sfioro in un canale fuggatore. Lo scarico di superficie ha lo scopo fondamentale di evitare che durante una piena particolarmente gravosa si verifichi una tracimazione della sommità arginale dell'invaso. Pertanto lo scaricatore è stato dimensionato per smaltire la portata di piena quando nel serbatoio viene raggiunta la quota

di massima regolazione. L'evento di progetto dello sfioratore è legato a due fattori:

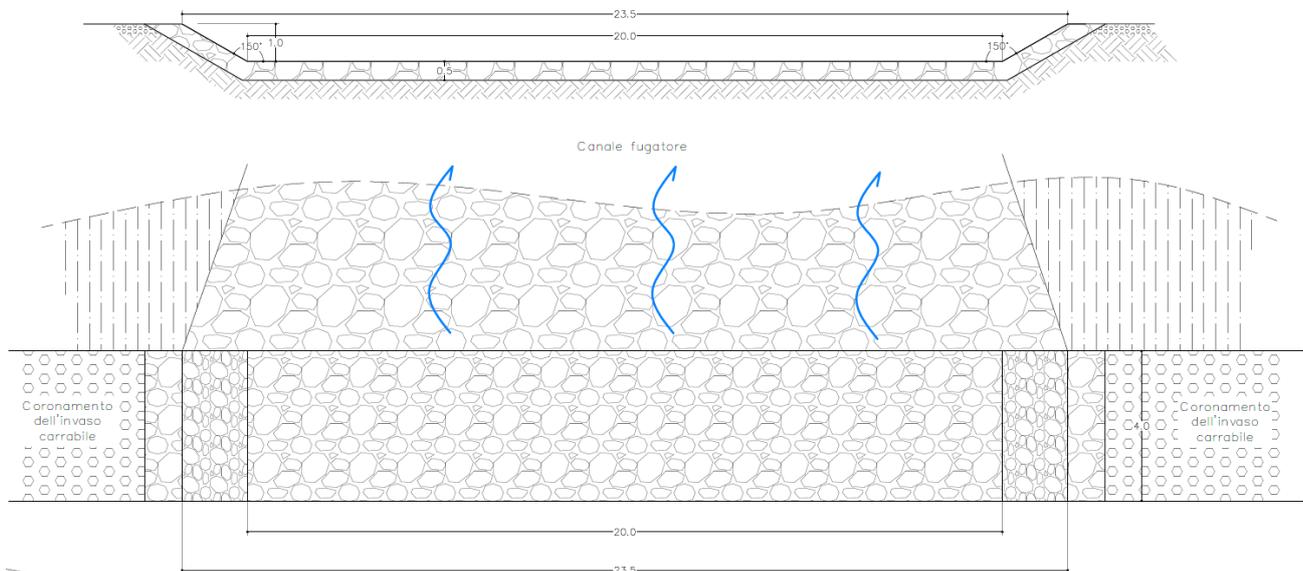
- portata massima in ingresso;
- precipitazione di progetto sull'area di invaso.

Nel caso di bacini di accumulo con rilevati in terra, la condizione di sormonto dell'acqua al di sopra del coronamento della struttura è da evitare perché potrebbe provocare il collasso dell'intera struttura stessa. La velocità dell'acqua infatti produce una forza di trascinamento sulla terra che può provocare l'asportazione della stessa, innescando un processo auto-distruttivo. La condizione più gravosa ai fini del dimensionamento dello sfioratore, ovvero quella che produce la massima portata di progetto in ingresso all'invaso, risulta essere quella caratterizzata da:

- raggiungimento della quota di massima regolazione dell'invaso;
- massimo riempimento del canale di alimentazione.

Lo sfioratore è stato dimensionato proprio in riferimento a tale piena di progetto, come riportato nella relazione idraulica di progetto.

La soglia sfiorante avrà lunghezza pari a 20 m e sarà raccordata con il piano di coronamento dell'arginatura in terra dell'invaso (gaveta trapezia) e sarà carrabile. La soglia entrerà in funzione una volta che, durante un evento meteorico, verrà superata la quota di regolazione dell'invaso, per consentire il transito della portata di progetto. Il massimo carico idraulico sopra soglia sarà pari a circa 15 cm, pertanto la quota di massimo invaso supererà di tale valore la quota di massima regolazione. Il franco idraulico di sicurezza sarà quindi pari a 85 cm.



Vista planimetrica e in sezione del manufatto di scarico di superficie

## Opere elettriche

Ai fini della realizzazione dell'impianto elettrico a servizio dell'invaso, sono previste le seguenti attività:

- fornitura e posa in opera quadro elettrico generale come da schemi allegati;
- fornitura e posa in opera di linea di collegamento da contatore Enel;
- fornitura e posa in opera di sistema di gestione a PLC, comprensivo di pannello operatore a touch

- screen, CPU, schede di input/output, il tutto come da elenchi punti allegati;
- fornitura e posa in opera di impianto di illuminazione, comprensivo di proiettori a LED, corpo in alluminio pressofuso con alette di raffreddamento, diffusore in vetro temperato da 5 mm, verniciato a polvere poliesere, resistente alla corrosione ed alle nebbie saline, grado di protezione IP65. Installazione su palo zincato rastremato, saldato dritto, h f.t. 8 m, completo di morsettiere di derivazione, staffa dedicata al supporto del proiettore, staffa per il fissaggio al pavimento in cemento e messa a terra;
  - fornitura e posa in opera di cavi di collegamento agli attuatori delle paratoie e delle valvole a saracinesca e agli elementi in campo, realizzati in cavo FG7OR infilato in tubazioni a doppia parete in polietilene (HDPE) cieco, secondo prEN 13476-1 tipo B, corrugato esternamente, con parete interna liscia e irrigidito con costolatura anulare;
  - fornitura e posa in opera di sensore di portata elettromagnetico, corredato di convertitore in esecuzione compatto con una protezione IP67, alimentato in corrente continua, equipaggiato con un display LCD retroilluminato a luce con flags di stato, uscita 4-20mA, incertezza pari a 0,2% del valore netto della portata, quando la velocità del liquido è superiore a 0,2 m/s. La ripetitività della misura è nell'ordine dello 0,1%;
  - fornitura e posa in opera di impianto di terra di dispersione, realizzato mediante corda di rame nudo interrata, sezione 35 mm<sup>2</sup>, ad interconnettere dispersori a croce in acciai zincato, lunghezza pari 1.5 m.

## **Sistema antintrusione**

Il sistema antintrusione consiste nella realizzazione delle seguenti opere:

- recinzioni per delimitare e chiudere la zona interessata dall'invaso;
- cartelli di segnaletica;
- videosorveglianza dell'area.

### **Recinzioni**

Per delimitare l'area su cui insiste l'opera in progetto, verrà messa in opera una recinzione in rete metallica a filo plastificato con maglia romboidale. Tale recinzione costituisce il sistema antintrusione a protezione dell'opera e sarà completa di n. 1 cancello per consentire l'accessibilità ai mezzi del consorzio, al fine di svolgere le ordinarie attività di gestione e manutenzione.

### **Segnaletica**

In corrispondenza degli accessi all'invaso, verranno affissi complessivamente n. 8 cartelli di segnaletica conformi alle normative vigenti per indicare il pericolo di annegamento e il divieto di accesso.

### **Videosorveglianza**

Verrà inoltre messo in opera un sistema di videosorveglianza costituito da n. 3 telecamere in corrispondenza dei 2 cancelli e di un punto intermedio dell'area interessata dall'invaso in grado di registrare e archiviare le immagini in autonomia per un lasso di tempo di 7 giorni.

## Rete di distribuzione

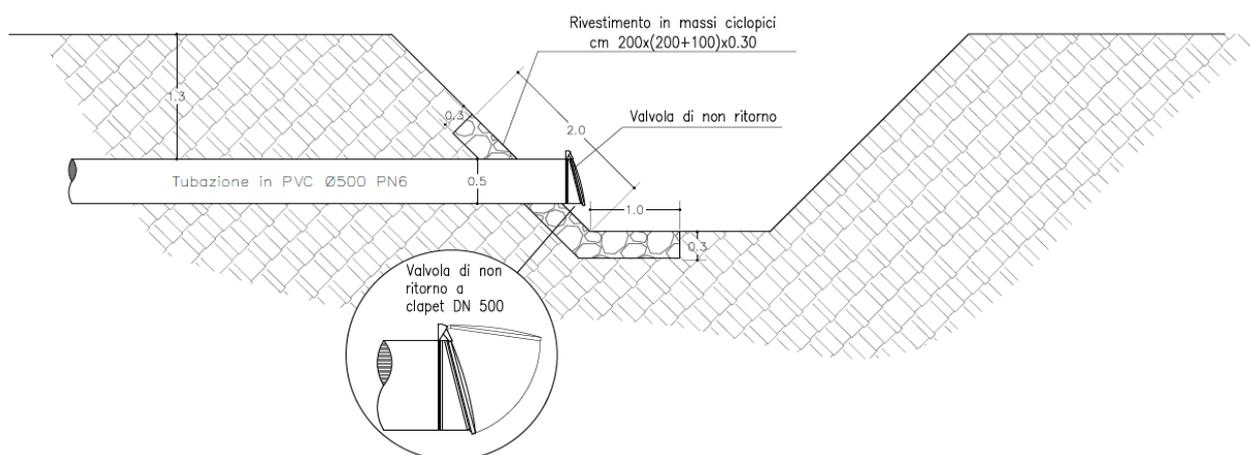
La rete di distribuzione consente di utilizzare le acque dell'invaso recapitandole verso la rete di canali consortili che convogliano le acque all'utenza. E' costituita da una tubazione di distribuzione che collega lo scarico dell'invaso con il canale consortile di recapito, tramite l'immissione in apposita opera di restituzione.

### Tubazione di restituzione

All'interno della relazione idraulica di progetto sono riportati i calcoli e i risultati relativi al dimensionamento delle caratteristiche della tubazione di adduzione, ovvero la scelta del materiale, del diametro, dello spessore e della pendenza.

La tubazione di restituzione è stata progettata per alimentare la rete di distribuzione consortile senza la realizzazione di impianti di sollevamento, uno schema della tubazione di restituzione è riportata di seguito.

Il convogliamento dell'acqua in pressione consente di ridurre drasticamente le perdite per infiltrazione nel terreno che si avrebbero in presenza di canalizzazioni a cielo aperto.



## Codici di calcolo e affidabilità dei risultati

Le verifiche di stabilità globale del rilevato arginale sono state effettuate tramite l'ausilio di apposito codice di calcolo, in ottemperanza al punto 10.2 delle NTC. Il software impiegato, denominato CDM Dolmen, è stato sviluppato per il calcolo strutturale e geotecnico da una software house che distribuisce programmi di calcolo per l'ingegneria strutturale e geotecnica.

Il modulo del programma impiegato è IS GeoPendii (IS GP), software dedicato all'analisi di stabilità di pendii in terreni sciolti basato sui metodi dell'equilibri limite. Il programma permette di considerare automaticamente i coefficienti previsti dalle più recenti normative (NTC 2008, Eurocodice 7, ordinanza 3274,...). Il programma consente di inserire le informazioni a disposizione su stratigrafia dei terreni, falda, carichi e interventi, oltre ai parametri utili ai fini del calcolo sismico. I metodi di calcolo implementati nel programma sono i metodi delle strisce: Fellenius, Bishop semplificato, Janbu semplificato, Janbu completo, Morgenstern, SPencer, Sarma. Le superfici di rottura sono definite indicando le caratteristiche di una maglia dei centri, la dimensione iniziale del raggio, la variazione dello stesso e il numero di incrementi. Con l'esecuzione del calcolo si ottengono i fattori di sicurezza minimo e massimo trovati e le superfici di scivolamento a cui corrispondono. In tale modo è possibile ricavare il fattore di sicurezza corrispondente alla superficie di scivolamento peggiore.

L'affidabilità del codice di calcolo utilizzato è comprovata dalla molteplicità di lavori svolti con il software Dolmen, tra cui si citano i progetti di elementi strutturali in c.a. e muratura (palazzine, edifici commerciali, ...), comprensivi di analisi di vulnerabilità sismica, di elementi in acciaio (coperture, ponti ciclabili, scale,...) oltre che di opere geotecniche (berlinesi, palificate, paratie tirantate, muri controterra, stabilità dei pendii,...).

Le verifiche di filtrazione e sifonamento sono state svolte con l'ausilio del software GeoSlope, implementando la geometria arginale nel modulo Seep/W per simulare il fenomeno di filtrazione.

Seep/W è un potente software a elementi finiti per la modellazione del flusso idrico in mezzi porosi. Viene normalmente applicato nell'analisi e nella progettazione di opere geotecniche, civili, idrogeologiche e ambientali.

Con riferimento a quanto riportato al paragrafo 10.2 delle NTC08 "Giudizio motivato di accettabilità dei risultati", sono state effettuate in fase di primo dimensionamento delle verifiche speditive di primo dimensionamento del rilevato. Per le analisi a breve termine è stato utilizzato il metodo di Taylor, mentre per le verifiche a lungo termine è stato considerato l'equilibrio delle forze agenti sul corpo di terreno in direzione verticale e orizzontale da cui si ricava  $FS = \frac{\tan \phi}{\tan i}$ ;

dove:

- $\Phi$  è l'angolo d'attrito del terreno;
- $i$  è la pendenza del rilevato.

I risultati ottenuti dal programma sono stati confrontati in prima approssimazione con i risultati ottenuti applicando i due metodi semplificati sopra descritti per i due diversi stati tensionale considerati.

I risultati ottenuti dal programma sono stati confrontati in prima approssimazione con i risultati ottenuti applicando il metodo dell'equilibrio limite. In seguito a tutte le analisi e verifiche svolte, si ritengono accettabili i risultati ottenuti dalle modellazioni effettuate con i software (CDM Dolmen e SEEP/W).

Le verifiche strutturali sono state eseguite con il software SCAT di AZTEC dedicato all'analisi delle

strutture scatolari si a completamente che parzialmente interrate. Aztec Informatica è un'azienda che produce software per l'ingegneria geotecnica e strutturale

L'analisi dello scatolare viene condotta nell'ipotesi di stato piano di deformazione. Il terreno di rinfianco viene schematizzato secondo il modello di Winkler modificato (vengono eliminate, durante l'analisi al passo, le molle in trazione).

L'affidabilità del codice di calcolo utilizzato è comprovata dalla molteplicità di lavori svolti con il software AZTEC anche all'interno di altri progetti sviluppati internamente dai tecnici del Consorzio.

**Aztec Informatica** sta al fianco di ogni progettista, fornendogli un'assistenza tecnica di alta qualità, che non teme confronti, grazie al contatto quotidiano con i Clienti. Nel mercato dei software, caratterizzato da continua evoluzione e innovazione, nessuno potrà mai vendere un software perfetto ed immune da errori.

Per tale motivo l'elemento di distinzione su cui vale la pena concentrare la propria valutazione è rappresentato dall'affidabilità e dalla serietà di chi con trasparenza cura il "prodotto software" giorno dopo giorno, come i tecnici Aztec dediti al proprio lavoro, per assicurare un prodotto eccellente, che continua a migliorare nel tempo. **AZTEC** è garanzia di qualità.

## LA DESCRIZIONE DEI LAVORI COMPRESI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE

Nelle somme a disposizione del quadro economico di progetto sono compresi i lavori e le spese per la realizzazione del sistema di telecontrollo e della strumentazione per il monitoraggio geoelettrico.

### Stazione di telecontrollo

Al fine di automatizzare le movimentazioni degli organi di alimentazione, carico e scarico, verrà installata una stazione di telecontrollo, che permetterà di controllare da remoto le apparecchiature che consentono la gestione dell'invaso. L'automazione riguarderà:

- apertura e chiusura della paratoia che costituisce il manufatto di alimentazione;
- lettura in continuo del tirante idrico nel canale di alimentazione;
- lettura in continuo dei valori di portata in ingresso all'invaso tramite collegamento con misuratore elettromagnetico;
- regolazione della saracinesca in ingresso al bacino di accumulo;
- lettura in continuo del livello dell'invaso tramite la realizzazione di apposito misuratore di livello;
- lettura in continuo dei valori di portata in uscita dall'invaso tramite collegamento con misuratore elettromagnetico;
- regolazione della saracinesca in uscita dal bacino di accumulo.

Il sistema di telecontrollo consentirà di rendere efficiente la gestione dell'invaso, monitorando in continuo le portate in ingresso e in uscita dal bacino di accumulo, destinate all'utenza irrigua.

## Strumentazione per il monitoraggio arginale

Fornitura e installazione di un sistema di monitoraggio della filtrazione negli argini in terra attraverso misure di resistività permanenti per un tratto di 350 metri sul rilevato arginale nord-est e nord-ovest (argine più elevato a valle dell'invaso).

Il sistema di monitoraggio sarà in grado, in un lungo periodo, a mitigare il rischio idrogeologico connesso all'instabilità degli argini in terra dell'invaso grazie all'utilizzo di metodologie geofisiche basate sulla misura della resistività apparente del terreno.

Tale sarà realizzato scavando in sommità arginale una trincea di mezzo metro per allocare due cavi equipaggiati con 48x3 elettrodi a piastra ciascuno spazati 1 metro; particolare attenzione sarà riservata alla protezione dei cavi dai roditori, grazie ad un'apposita custodia in plastica.

I resistimetri a piastra saranno posati direttamente all'interno di tale trincea con caratteristiche atte a soddisfare le richieste del monitoraggio permanente in tale zona: ogni strumento potrà infatti investigare porzioni di suolo fino a una profondità massima di circa 10 metri.

Saranno effettuate, sia prima sia durante l'installazione, misure di confronto tra il prototipo e lo strumento commerciale in modo da mostrare l'affidabilità della risposta permettendo la messa in posto dello strumento.

I dati di resistività saranno inviati in continuo, tramite telecontrollo, all'ufficio di monitoraggio e verranno visualizzati e analizzati grazie a un software di analisi dei dati creato per questo scopo.

I risultati mostreranno le variazioni di saturazione del terreno e potranno essere utilizzati per valutare il contenuto d'acqua del suolo anche grazie a relazioni empiriche da validare con dati di carotaggio e definire quindi gli scenari di instabilità e soglie d'allerta.

## SISTEMA DI ESECUZIONE DELL'OPERA E CRONOPROGRAMMA DELLE FASI LAVORATIVE

### Il sistema di esecuzione dell'opera

Il progetto prevede che l'opera sia realizzata mediante contratto d'appalto per l'esecuzione:

delle bonifiche belliche dei siti;  
di tutte le opere previste in progetto.

I lavori in appalto relativi al contratto principale, sono riferiti alla **categoria OG 6** Acquedotti, gasdotti, oleodotti, opere di irrigazione e di evacuazione. La categoria riguarda la costruzione, la manutenzione o la ristrutturazione di interventi a rete che siano necessari per attuare il "servizio idrico integrato" ovvero per trasportare ai punti di utilizzazione fluidi aeriformi o liquidi, completi di ogni opera connessa, complementare o accessoria anche di tipo puntuale e di tutti gli impianti elettromeccanici, meccanici, elettrici, telefonici ed elettronici, necessari a fornire un buon servizio all'utente in termini di uso, funzionamento, informazione, sicurezza e assistenza ad un normale funzionamento. Comprende in via esemplificativa le opere di captazione delle acque, gli impianti di potabilizzazione, gli acquedotti, le torri piezometriche, gli impianti di sollevamento, i serbatoi interrati o sopraelevati, la rete di distribuzione all'utente finale, i cunicoli attrezzati, la fornitura e la posa in opera delle tubazioni, le fognature con qualsiasi materiale, il trattamento delle acque reflue prima della loro immissione nel ciclo naturale delle stesse, i gasdotti, gli oleodotti.

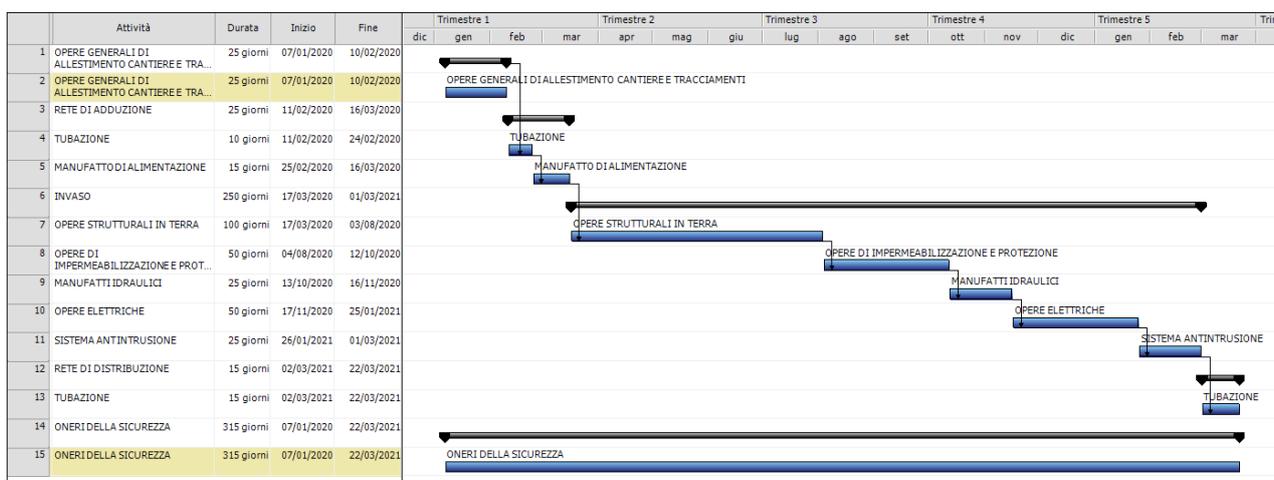
L'importo posto a base di gara relativo al contratto principale dell'opera è superiore alla soglia di rilevanza comunitaria previsto dall'art. 35 del D.Lgs. n. 50/2016. L'appalto verrà quindi aggiudicato secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

## Il cronoprogramma di progetto e le fasi lavorative

L'aggiudicazione dei lavori dovrà avvenire entro 12 mesi dalla data di comunicazione del provvedimento di concessione, mentre i lavori dovranno essere ultimati entro 24 mesi sempre entro tale data di comunicazione dell'atto dirigenziale di concessione al tributo. Su motivata e documentata richiesta del beneficiario, presentata almeno 30 giorni prima del termine stabilito per la conclusione del progetto, l'Amministrazione regionale potrà concedere una sola proroga non superiore a 120 giorni, nel rispetto di quanto stabilito dall'art. 18, comma 2, della L.R. 15/1997. Entro i 30 giorni successivi alla data ultima fissata dal Servizio Competitività delle imprese agricole e agroalimentari nella comunicazione di concessione del contributo per la conclusione dell'investimento, il beneficiario dovrà presentare specifica domanda di pagamento a saldo.

Il progetto prevede che l'opera sia realizzata mediante un contratto d'appalto finalizzato alla costruzione di tutte le lavorazioni previste in progetto.

Il cronoprogramma di progetto è stato redatto secondo le risultanze delle stime economiche applicate alle fasi delle lavorazioni in oggetto. Tali stime sono state desunte dall'esperienza del Consorzio di bonifica nel settore dei lavori pubblici, sia consultando le fonti disponibili in rete delle produzioni standardizzate dei lavori pubblici analoghi a quelli in progetto.



## Prezziari di riferimento

Per i prezzi elementari della mano d'opera si è fatto riferimento alle Tabelle desunte da: "Prezzi Informativi delle Opere Edili in Piacenza 2017" rilevati dalla locale Camera di Commercio, Industria ed Artigianato.

Per i trasporti e noleggi ed i prezzi elementari dei materiali e dei semilavorati si sono individuati quelli medi attuali di mercato, anche con riferimento al "Elenco Regionale dei prezzi per lavori e servizi in materia di Difesa del Suolo e della Costa, indagini geognostiche, rilievi topografici e sicurezza" della Regione Emilia-Romagna 2017".

Questi ultimi sono considerati a piè d'opera e comprendono, pertanto, oltre al costo del materiale stesso, il

carico, il trasporto e lo scarico nel cantiere, nonché l'eventuale accatastamento. Qualora dai due listini sopra richiamati non sia stato possibile desumere, perché mancanti, prezzi utili alla composizione delle singole analisi si sono utilizzati preventivi all'uopo richiesti.

Si riporta di seguito il quadro economico del progetto esecutivo.

**QUADRO ECONOMICO**

	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>Aliquota (%)</b>	<b>Importo parziale (€)</b>	<b>Importo totale (€)</b>
A)	<b>LAVORI IN APPALTO</b>			
	a.1 Lavori a corpo		1.169.816,91	
	a.2 Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso		66.369,98	
	Sommano per A)		1.236.186,89	1.236.186,89
B)	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>			
	b.1 Lavori in economia per telecontrollo		20.000,00	
	b.2 Allacciamenti ai pubblici servizi e risoluzione interferenze		12.295,00	
	b.3 Imprevisti e arrotondamenti		9.896,23	
	b.4 Acquisizioni aree o immobili e pertinenze indennizzi		223.054,23	
	b.5 Strumentazione per il monitoraggio geoelettrico in continuo del rilevato arginale, per una lunghezza complessiva di 350 m		161.813,00	
	Sommano per B)		427.058,46	427.058,46
C)	<b>SPESE GENERALI</b>			
	c.1 Spese tecniche di progettazione, attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, commissioni tecniche, commissioni giudicatrici, spese per la pubblicità, Alta sorveglianza, collaudi e prove di laboratorio.			
	Calcolato su A)		119.912,61	
	Sommano per C)		119.912,61	119.912,61
D)	<b>IVA</b>			
	d.1 per onere IVA su A)	22	271.961,12	
	d.2 per onere IVA su b.1)	22	4.400,00	
	d.3 per onere IVA su b.2)	22	2.704,90	
	d.5 per onere IVA su b.3)	22	2.177,16	
	d.6 per onere IVA su b.5)	22	35.598,86	
	Sommano per D)		316.842,04	316.842,04
	<b>IMPORTO COMPLESSIVO A) + B) + C) + D)</b>			<b>2.100.000,00</b>

## ALLEGATO A

Nome	Codice / Identificativo	Coord. Nord	Coord. Est	Quota
100	pc_cont	4980463.3238	535597.2278	137.664
101	pc_cont	4980458.1067	535608.4932	137.391
102	pc_cont	4980453.5871	535619.7314	137.286
103	pc_cont	4980445.5301	535638.7489	137.222
104	pc_cont	4980437.2383	535656.9014	137.056
105	pc_cont	4980428.3949	535677.4043	136.620
106	pc_cont	4980421.8893	535692.8459	136.414
107	pc_cont	4980416.0050	535706.1193	136.332
108	pc_cont	4980413.4310	535711.9842	136.546
109	pc_cont	4980423.7067	535716.5929	136.691
110	pc_cont	4980433.0185	535720.4252	136.760
111	pc_cont	4980438.8603	535721.0690	136.793
112	pc_cont	4980444.2693	535722.1734	137.012
113	pc_cont	4980445.3162	535722.3619	136.384
114	sez terziario civardi molino	4980444.0163	535716.7785	137.153
115	sez terziario civardi molino	4980445.6333	535717.7243	137.185
116	sez terziario civardi molino	4980446.9425	535718.0653	136.687
117	sez terziario civardi molino	4980447.5631	535718.1946	136.450
118	sez terziario civardi molino	4980447.8965	535718.1734	136.645
119	sez terziario civardi molino	4980448.9674	535718.6895	137.089
120	sez terziario civardi molino	4980451.5577	535719.4962	136.663
121	sez terziario civardi molino	4980454.9519	535721.0173	136.843
122	pc_cont	4980449.7540	535724.0072	136.890
123	pc_cont	4980457.2382	535724.4964	136.897
124	pc_cont	4980473.5527	535733.3701	136.958
125	pc_cont	4980490.0966	535742.2423	136.603
126	pc_cont	4980512.4839	535753.1318	136.473
127	pc_cont	4980532.9817	535763.8840	136.163
128	pc_cont	4980555.4072	535774.4476	135.966
129	pc_cont	4980578.1112	535785.8018	135.764
130	pc_cont	4980599.1237	535797.2378	135.541
131	pc_cont	4980623.7298	535811.8070	135.226
132	pc_cont	4980646.7616	535824.2722	134.995
133	pc_cont	4980674.3689	535838.2248	134.883
134	pc_cont	4980695.4464	535848.7342	134.851
135	pc_cont	4980700.8810	535851.3804	134.781
136	pc_cont	4980705.1642	535853.5446	134.576
137	pc_cont	4980710.8422	535856.3743	134.425
138	pc_cont	4980717.1390	535859.0989	134.515
139	sez rio scotto	4980705.2039	535875.7246	134.865
140	sez rio scotto	4980704.6548	535876.7295	134.372
141	sez rio scotto	4980704.2985	535878.8928	132.153
142	sez rio scotto	4980703.8673	535879.4941	132.056
143	sez rio scotto	4980703.0920	535880.1996	132.268
144	sez rio scotto	4980702.2983	535881.1601	134.497
145	sez rio scotto	4980701.1553	535882.1841	134.682
146	sez rio scotto	4980699.0974	535884.7557	134.408
147	fondo rio scotto	4980687.2827	535865.0904	132.397
148	fondo rio scotto	4980682.4290	535862.3803	132.475
149	pc_cont	4980717.1995	535852.7210	134.477

150	pc_cont	4980711.4575	535834.0056	134.673
151	pc_cont	4980708.2576	535818.2654	134.868
152	sez1 rio grande	4980705.7460	535811.9481	134.950
153	sez1 rio grande	4980708.6942	535811.6231	134.949
154	sez1 rio grande	4980711.0236	535811.6529	134.626
155	sez1 rio grande	4980711.4886	535811.3908	133.641
156	sez1 rio grande	4980713.1915	535810.8603	133.685
157	sez1 rio grande	4980714.8091	535810.1516	133.662
158	sez1 rio grande	4980716.1240	535809.7515	134.923
159	sez1 rio grande	4980719.9665	535808.2037	135.043
160	pc_cont	4980707.0442	535807.0267	134.962
161	pc_cont	4980704.7334	535794.8576	135.086
162	pc_cont	4980696.7566	535769.7994	135.071
163	pc_cont	4980689.0167	535746.5317	135.263
164	pc_cont	4980677.7293	535715.5317	135.126
165	pc_cont	4980670.5410	535696.1939	135.526
166	pc_cont	4980665.0453	535683.7316	135.759
167	sez2 rio grande	4980663.0606	535680.3205	135.817
168	sez2 rio grande ciglio strada	4980664.4277	535679.6997	135.915
169	sez2 rio grande ciglio strada	4980666.9188	535678.2152	135.886
170	sez2 rio grande	4980668.2382	535677.2548	135.891
171	sez2 rio grande	4980669.2950	535676.7844	134.496
172	sez2 rio grande	4980670.3432	535676.3548	134.424
173	sez2 rio grande	4980671.2661	535675.8808	134.514
174	sez2 rio grande	4980672.5002	535675.7081	135.491
175	sez2 rio grande	4980674.1908	535675.0612	136.080
176	pc_cont	4980660.4325	535672.6174	135.936
177	pc_cont	4980648.3414	535644.3616	136.037
178	pc_cont	4980638.9447	535628.2520	136.219
179	pc_cont	4980626.2686	535609.0239	136.374
180	pc_cont	4980613.6683	535590.0763	136.504
181	pc_cont	4980602.0546	535574.8913	136.638
182	pc_cont	4980589.4089	535565.8872	136.610
183	pc_cont	4980584.8558	535564.3894	136.676
184	pc_cont	4980577.6823	535575.0794	136.807
185	pc_cont	4980574.3935	535586.2303	136.821
186	pc_cont	4980570.4524	535596.2212	136.883
187	pc_cont	4980566.8309	535607.4042	136.782
188	pc_cont	4980559.1518	535623.9932	136.930
189	pc_cont	4980552.5973	535634.4366	137.102
190	pc_cont	4980547.9300	535643.5125	136.697
191	pc_cont	4980537.5314	535637.2668	136.857
192	pc_cont	4980520.6936	535626.9425	137.086
193	pc_cont	4980503.5882	535616.7652	137.199
194	pc_cont	4980492.7305	535610.5220	137.263
195	pc_cont	4980493.3650	535613.3656	137.257
196	pc_cont	4980485.0164	535609.2767	137.581
197	pc_cont	4980478.5726	535604.9631	137.524
198	pc_cont	4980471.3682	535601.1689	137.458
199	pc	4980476.1688	535603.9962	137.488
200	pc	4980472.5585	535611.3559	137.783
201	pc	4980466.7252	535625.3023	137.431
202	pc	4980462.1133	535636.0067	137.399
203	pc	4980457.0332	535648.6150	137.279
204	pc	4980452.0519	535661.0416	137.192
205	pc	4980443.2657	535682.2462	136.854
206	pc	4980439.4626	535692.9077	136.667
207	pc	4980432.4690	535709.2221	136.658
208	pc	4980430.1226	535715.1617	136.546

209	pc	4980428.3554	535719.0154	136.892
210	pc	4980469.8203	535732.1211	136.821
211	pc	4980473.6012	535724.3554	136.898
212	pc	4980477.8705	535715.8691	136.713
213	pc	4980482.7147	535705.7891	136.814
214	pc	4980488.5532	535694.2737	136.729
215	pc	4980503.3970	535667.8645	136.695
216	pc	4980513.7057	535652.2430	136.808
217	pc	4980522.3450	535640.2880	136.782
218	pc	4980527.6071	535631.4822	136.854
220	pc	4980549.0881	535644.9713	136.809
221	pc	4980544.3211	535655.5361	136.598
222	pc	4980541.2398	535662.5610	136.490
223	pc	4980529.3266	535685.5114	136.340
224	pc	4980520.9920	535701.4113	136.506
225	pc	4980510.3845	535720.9940	136.699
226	pc	4980503.6781	535735.0112	136.615
227	pc	4980499.7595	535742.4041	136.616
228	pc	4980497.1046	535746.4572	136.632
229	pc	4980530.8099	535764.0744	136.257
230	pc	4980535.9864	535755.5305	136.179
231	pc	4980546.5897	535740.6647	136.250
232	pc	4980557.4458	535726.6212	136.322
233	pc	4980570.1705	535708.1454	136.345
234	pc	4980582.6192	535692.6556	136.198
235	pc	4980592.1705	535680.9428	136.166
236	pc	4980603.0436	535668.0738	136.186
237	pc	4980615.0849	535656.0292	136.171
238	pc	4980626.5196	535644.4417	136.170
239	pc	4980634.3950	535638.3505	136.211
240	pc	4980640.7092	535634.3488	136.180
241	pc	4980642.3598	535633.2613	136.202
242	pc	4980644.9844	535631.5155	136.213
243	pc	4980657.2191	535652.6732	136.186
244	pc	4980653.3463	535654.2227	136.316
245	pc	4980643.8652	535660.7953	136.072
246	pc	4980630.7589	535676.8236	135.988
247	pc	4980618.7991	535693.0658	136.124
248	pc	4980608.5445	535708.9623	136.019
249	pc	4980596.2438	535728.0230	135.905
250	pc	4980584.5077	535744.6023	135.835
251	pc	4980575.2320	535760.4172	135.824
252	pc	4980565.3883	535776.8026	135.845
253	pc	4980563.8241	535780.0187	135.881
254	pc	4980582.7303	535789.9091	135.676
255	pc	4980590.4342	535780.3337	135.662
256	pc	4980600.6683	535769.7575	135.678
257	pc	4980617.2201	535752.9558	135.653
258	pc	4980632.4797	535737.3755	135.452
259	pc	4980644.0834	535725.0061	135.404
260	pc	4980655.5364	535711.7699	135.468
261	pc	4980663.4450	535703.8254	135.509
262	pc	4980670.8412	535697.9138	135.425
263	pc	4980673.3897	535696.8619	135.802
264	pc	4980678.6171	535717.4497	135.157
265	pc	4980669.2974	535726.7335	135.323
266	pc	4980659.5299	535738.4344	135.320
267	pc	4980651.6935	535748.3699	135.329
268	pc	4980640.5508	535759.9674	135.263
269	pc	4980629.5730	535772.4826	135.449
270	pc	4980616.7561	535789.5893	135.338

271	pc	4980608.8461	535801.0794	135.566
272	pc	4980607.2165	535803.7603	135.506
273	pc	4980636.8220	535820.0594	135.156
274	pc	4980642.1777	535811.2280	135.176
275	pc	4980653.0925	535797.1077	135.179
276	pc	4980664.9555	535784.5445	135.160
277	pc	4980676.4605	535775.0648	135.108
278	pc	4980688.2198	535767.3882	135.191
279	pc	4980696.3463	535765.2294	135.157
280	pc	4980705.3248	535792.8196	135.212
281	pc	4980696.8093	535798.7657	135.055
282	pc	4980687.2187	535807.3232	135.068
283	pc	4980677.9419	535818.7847	135.089
284	pc	4980670.6979	535829.2003	134.954
285	pc	4980667.5878	535834.9785	134.925
286	pc	4980666.9477	535836.1556	134.940
287	pc	4980687.9243	535846.6986	134.836
288	pc	4980692.6813	535837.0896	134.936
289	pc	4980696.7870	535828.4801	134.914
290	pc	4980700.8859	535821.6450	134.989
291	pc	4980705.2367	535816.7431	135.089
292	pc	4980708.7643	535814.4938	134.976
293	pc	4980622.7963	535597.3537	136.633
294	pc	4980619.4995	535599.0208	136.573
295	pc	4980610.8923	535605.2081	136.649
296	pc	4980593.8540	535619.1454	136.541
297	pc	4980578.0049	535633.0875	136.736
298	pc	4980561.4259	535654.3011	136.541
299	pc	4980553.2128	535668.2438	136.314
300	pc	4980544.8888	535682.7401	136.332
301	pc	4980534.3927	535699.7977	136.405
302	pc	4980527.8720	535713.1537	136.517
303	pc	4980520.4718	535727.6153	136.669
304	pc	4980513.5460	535742.0446	136.455
305	pc	4980508.5271	535752.5797	136.478
306	pc	4980454.0758	535723.3317	137.026
307	pc	4980458.5387	535713.4528	136.874
308	pc	4980468.2870	535692.6857	136.833
309	pc	4980479.6187	535669.8540	136.766
310	pc	4980487.1855	535645.8679	137.013
311	pc	4980495.9290	535620.5534	137.022
312	pc	4980498.6936	535614.3862	137.081
316	sez1 strada	4980286.9753	535379.8388	140.469
317	sez1 strada	4980287.4870	535377.0515	140.524
318	sez1	4980288.2693	535373.3101	140.742
319	sez1	4980288.6120	535371.5808	139.379
320	sez1	4980288.7671	535370.9891	139.209
321	sez1	4980288.8636	535370.1544	139.271
322	sez1	4980289.0106	535369.3347	140.553
323	sez1	4980289.1714	535368.3349	140.735
324	scorr uscita depuratore	4980291.0330	535370.1148	139.959
325	caposaldo depuratore	4980282.3931	535367.4177	141.468
326	sez2 strada	4980363.5416	535394.2821	140.422
327	sez2 strada	4980364.1470	535391.5453	140.377
328	sez2	4980364.4436	535387.7061	140.335
329	sez2	4980364.9292	535385.4584	138.886
330	sez2	4980364.9484	535385.0464	138.790
331	sez2	4980364.3944	535384.5263	138.817
332	sez2	4980364.3408	535382.4496	140.279
333	sez2	4980364.9954	535376.6429	140.198
334	sez3	4980395.1767	535377.7474	140.264

335	sez3	4980394.0321	535386.2081	140.433
336	sez3	4980393.8782	535388.2342	138.570
337	sez3	4980393.8509	535388.4561	138.535
338	sez3	4980393.9039	535388.7418	138.675
339	sez3	4980393.0816	535390.5932	140.227
340	sez3 strada	4980391.4870	535396.9856	140.224
341	sez3 strada	4980391.1777	535399.6873	140.253
342	manufatto	4980392.9518	535401.5369	140.259
343	manufatto	4980391.9063	535404.6586	139.874
344	fondo manufatto	4980392.4578	535402.6363	139.561
345	manufatto	4980393.4091	535401.7640	140.238
346	manufatto	4980391.5328	535401.2835	140.269
347	sez3	4980388.3049	535400.8045	139.823
348	sez4	4980385.2331	535409.0553	139.762
349	sez4	4980388.2389	535410.3383	139.574
350	sez4	4980388.8880	535410.5716	139.086
351	sez4	4980389.2631	535410.6684	139.100
352	sez4	4980390.1613	535410.9688	139.562
353	sez4	4980394.0640	535412.4962	139.459
354	sez5	4980368.9800	535450.5771	139.434
355	sez5	4980374.3501	535452.7957	139.358
356	sez5	4980375.0234	535453.0588	139.053
357	sez5	4980375.5872	535453.3438	138.992
358	sez5	4980376.3978	535453.7645	139.435
359	sez5	4980381.7784	535455.8323	139.242
360	manufatto da demolire	4980368.4023	535473.8857	139.759
361	sez6	4980342.4974	535527.7553	139.260
362	sez6	4980349.4905	535528.8179	139.207
363	sez6	4980350.3366	535529.0843	138.641
364	sez6	4980350.7644	535529.1618	138.672
365	sez6	4980351.5797	535529.3851	139.075
366	sez6	4980356.7215	535530.7299	139.115
367	sez7	4980353.9535	535536.4903	139.070
368	sez7	4980352.9223	535541.3650	139.059
369	sez7	4980352.7608	535542.0121	138.709
370	sez7	4980352.5986	535542.4776	138.661
371	sez7	4980352.3540	535543.2796	139.107
372	sez7	4980351.1735	535549.0013	139.092
373	curva	4980350.5684	535541.0257	138.706
374	manufatto	4980374.3013	535549.6105	139.215
375	sez8	4980394.4502	535549.9916	138.522
376	sez8	4980393.1639	535554.0017	138.523
377	sez8	4980392.8166	535554.6246	138.150
378	sez8	4980392.6992	535555.0185	138.090
379	sez8	4980392.3735	535555.8220	138.602
380	sez8	4980390.6711	535560.1003	138.543
381	manufatto	4980425.0405	535571.5196	138.350
382	sez9	4980460.6916	535601.7267	137.585
383	sez9	4980464.6566	535595.0686	137.536
384	sez9	4980464.9777	535594.5450	137.239
385	sez9	4980465.2918	535594.1735	137.231
386	sez9	4980465.4705	535593.7959	137.623
387	sez9	4980468.1150	535589.4061	137.575
388	sez10	4980737.3598	535844.5021	134.552
389	sez10	4980732.2016	535846.1386	134.497
390	sez10	4980731.3751	535846.3235	133.538
391	sez10	4980729.5755	535846.5786	133.352
392	sez10	4980727.8863	535847.1699	133.478
393	sez10	4980727.2486	535847.9966	134.525
394	sez10	4980724.1145	535848.6013	134.572
395	sez10	4980728.3092	535847.6586	133.492

396	pc	4980746.7606	535862.2349	134.274
397	pc	4980754.7708	535889.3287	134.058
398	pc	4980767.4829	535934.0761	133.655
399	pc	4980778.3072	535970.5554	133.377
400	pc	4980792.1374	536010.0360	133.028
401	pc	4980803.2085	536043.8530	133.014
402	sez11	4980807.3793	536042.9076	132.804
403	sez11	4980802.1281	536046.3327	133.099
404	sez11	4980801.0927	536046.9084	131.978
405	sez11	4980800.1012	536047.6535	131.890
406	sez11	4980799.1183	536048.0936	131.859
407	sez11	4980797.9263	536048.3009	132.983
408	sez11	4980795.7901	536049.0390	133.049
409	sez11	4980795.0165	536049.4163	132.873
410	sez11	4980794.6826	536049.9299	131.644
411	sez11	4980793.9064	536050.2170	131.670
412	sez11	4980793.5130	536049.9853	127.413
413	sez11	4980792.4627	536050.7069	132.775
414	sez11	4980787.2292	536052.5318	132.755
415	sez12 strada	4980814.3776	536096.9045	132.613
416	sez12 strada	4980816.8298	536092.8343	132.867
417	sez12	4980817.6800	536091.2782	132.680
418	sez12	4980818.3864	536090.1351	131.330
419	sez12	4980818.6230	536089.5019	131.236
420	sez12	4980819.0877	536088.5418	131.516
421	sez12	4980819.4420	536087.9942	132.583
422	sez12	4980820.0071	536086.7906	132.543
423	sez12	4980820.3407	536086.3031	131.526
424	sez12	4980820.7235	536085.6140	131.543
425	sez12	4980820.8418	536084.7412	131.641
426	sez12	4980821.9098	536083.1594	132.861
427	sez12	4980825.1067	536078.1072	132.830
428	caposaldo sgrigliatore	4980823.6224	536092.4024	132.788
429	sf	4980785.7909	536080.5524	132.714
430	sf	4980764.8407	536074.0680	132.531
431	pc	4980795.7426	536066.8584	132.610
432	pc	4980779.9321	536030.7659	132.919
433	pc	4980763.8040	535975.9066	133.403
434	pc	4980749.8137	535939.1323	133.641
435	pc	4980732.1715	535911.7027	133.890
436	pc	4980698.4463	535887.1952	134.403
437	sez13	4980686.5317	535753.8979	135.234
438	sez13	4980692.7250	535752.2894	135.344
439	sez13	4980695.2607	535751.9030	135.284
440	sez13	4980696.3924	535751.5312	134.184
441	sez13	4980698.0817	535751.2608	133.965
442	sez13	4980699.4282	535750.8633	134.044
443	sez13	4980700.9575	535750.3340	135.130
444	sez13	4980705.2689	535749.1858	135.249
445	sez14	4980491.6036	535623.5923	137.037
446	sez14	4980487.5255	535621.9648	137.433
447	sez14	4980486.5352	535621.5957	137.027
448	sez14	4980485.6355	535621.4142	136.958
449	sez14	4980483.9121	535620.5391	137.624
450	sez14	4980482.5903	535619.9229	137.424
451	sez14	4980479.6313	535618.3406	137.436
452	strada	4980382.0406	535397.8759	140.376
453	strada	4980382.0733	535395.2386	140.308
454	Ciglio canale	4980382.2979	535389.4486	140.316
455	Ciglio canale	4980357.8765	535387.5018	140.391
456	strada	4980357.0934	535389.9292	140.359

457	strada	4980355.9913	535393.2047	140.407
458	strada	4980333.1698	535388.6513	140.443
459	strada	4980333.8114	535385.7846	140.405
460	Ciglio canale	4980334.5244	535382.6600	140.555
461	Ciglio canale	4980306.1217	535376.0943	140.591
462	strada	4980305.5122	535380.4897	140.252
463	strada	4980304.5088	535383.3510	140.454
464	scorrimento tubazione	4980281.2185	535370.0176	139.102
465	testa tubazione	4980281.3080	535370.0183	140.542
466	scorrimento tubazione	4980268.3943	535330.5718	139.644
467	sez15	4980268.6122	535333.0239	140.862
468	sez15	4980270.0123	535331.5647	140.717
469	sez15	4980270.1923	535331.3530	139.176
470	sez15	4980270.6058	535330.7860	139.131
471	sez15	4980271.3636	535329.8685	139.329
472	sez15	4980272.1803	535328.6531	141.034
473	sez15	4980274.5980	535326.1179	141.010
474	sez15	4980265.3419	535336.4979	140.294
475	sf	4980518.2030	535438.7278	137.417
476	sf	4980506.5158	535424.8142	140.214
477	strada	4980259.9137	535371.4660	140.102
478	strada	4980213.3814	535362.9041	139.995
479	strada	4980103.5777	535340.8693	139.537
480	strada	4980092.6973	535330.3639	139.653
481	strada	4980119.9000	535280.5238	140.483
482	sez16	4980131.4968	535274.4287	140.622
483	sez16	4980133.2230	535270.8395	140.664
484	sez16	4980133.5855	535269.8589	139.494
485	sez16	4980133.6655	535269.3262	139.422

## ALLEGATO B

### Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
$M$	Momento flettente, espresso in kNm
$V$	Taglio, espresso in kN
$N$	Sforzo normale, espresso in kN
$N_u$	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
$M_u$	Momento ultimo, espressa in kNm
$A_{fi}$	Area armatura inferiore, espressa in cmq
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cmq
$CS$	Coeff. di sicurezza sezione
$V_{Rd}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
$V_{Rcd}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
$V_{Rsd}$	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

#### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione  $B = 100$  cm  
Altezza sezione  $H = 30.00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$N_u$	$M_u$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$CS$
1	0.15	0.89 (0.89)	1.83	162.52	78.66	6.16	6.16	88.65
2	0.88	-4.11 (-4.70)	1.83	24.23	-62.12	6.16	6.16	13.22
3	1.65	-5.42 (-5.42)	1.83	20.89	-61.73	6.16	6.16	11.40
4	2.42	-4.11 (-5.32)	1.83	21.28	-61.77	6.16	6.16	11.61
5	3.15	0.89 (0.89)	1.83	162.52	78.66	6.16	6.16	88.65

#### Verifiche taglio

$N^{\circ}$	$X$	$A_{sw}$	$V$	$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$FS$
1	0.15	0.00	-10.75	109.58	0.00	0.00	10.197

2	0.88	0.00	-2.45	109.58	0.00	0.00		44.796
3	1.65	0.00	1.16	109.58	0.00	0.00		94.500
4	2.42	0.00	5.00	109.58	0.00	0.00		21.905
5	3.15	0.00	10.75	109.58	0.00	0.00		10.197

#### Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

##### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.89 (-0.89)	11.95	2396.71	-177.93	10.18	10.18	200.53
2	0.77	-0.26 (-0.50)	5.98	2235.42	-187.72	10.18	10.18	374.06
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

##### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	1.84	121.37	0.00	0.00	65.987
2	0.77	0.00	1.00	120.56	0.00	0.00	120.670
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

#### Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

##### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.89 (-0.89)	11.95	2396.71	-177.93	10.18	10.18	200.53
2	0.77	-0.26 (-0.50)	5.98	2235.42	-187.72	10.18	10.18	374.06
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

##### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-1.84	121.37	0.00	0.00	65.987
2	0.77	0.00	-1.00	120.56	0.00	0.00	120.670
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

#### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

##### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.95 (0.95)	2.03	169.09	79.45	6.16	6.16	83.23
2	0.88	-2.87 (-3.32)	2.03	39.15	-63.91	6.16	6.16	19.27
3	1.65	-3.89 (-3.89)	2.03	33.01	-63.18	6.16	6.16	16.25
4	2.42	-2.87 (-3.82)	2.03	33.67	-63.25	6.16	6.16	16.57
5	3.15	0.95 (0.95)	2.03	169.09	79.45	6.16	6.16	83.23

##### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-8.24	109.61	0.00	0.00	13.295
2	0.88	0.00	-1.85	109.61	0.00	0.00	59.137
3	1.65	0.00	0.94	109.61	0.00	0.00	116.037
4	2.42	0.00	3.91	109.61	0.00	0.00	28.017
5	3.15	0.00	8.24	109.61	0.00	0.00	13.295

#### Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.95 (-0.95)	9.19	1956.21	-203.11	10.18	10.18	212.77
2	0.77	-0.25 (-0.49)	4.60	1934.86	-204.23	10.18	10.18	420.90
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	2.04	121.00	0.00	0.00	59.360
2	0.77	0.00	0.98	120.38	0.00	0.00	123.212
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.95 (-0.95)	9.19	1956.21	-203.11	10.18	10.18	212.77
2	0.77	-0.25 (-0.49)	4.60	1934.86	-204.23	10.18	10.18	420.90
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-2.04	121.00	0.00	0.00	59.360
2	0.77	0.00	-0.98	120.38	0.00	0.00	123.212
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	3.81 (3.81)	3.51	61.38	66.57	6.16	6.16	17.47
2	0.88	-1.54 (-2.61)	4.32	122.09	-73.83	6.16	6.16	28.29
3	1.65	-3.96 (-4.15)	5.17	86.65	-69.59	6.16	6.16	16.77
4	2.42	-3.50 (-4.16)	6.02	103.49	-71.60	6.16	6.16	17.20
5	3.15	0.91 (3.13)	6.82	174.71	80.12	6.16	6.16	25.62

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-9.30	109.81	0.00	0.00	11.805
2	0.88	0.00	-4.42	109.91	0.00	0.00	24.881
3	1.65	0.00	-0.76	110.03	0.00	0.00	144.551
4	2.42	0.00	3.62	110.14	0.00	0.00	30.434
5	3.15	0.00	9.12	110.25	0.00	0.00	12.083

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.81 (-3.81)	9.88	357.57	-137.87	10.18	10.18	36.18
2	0.77	-0.73 (-1.39)	4.94	578.05	-162.17	10.18	10.18	116.98
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	7.50	121.09	0.00	0.00	16.137
2	0.77	0.00	2.69	120.42	0.00	0.00	44.737
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	9.88	2114.42	-194.79	10.18	10.18	213.95
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.94	3379.67	-66.65	10.18	10.18	683.95
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-2.86	121.09	0.00	0.00	42.280
2	0.77	0.00	-0.37	120.42	0.00	0.00	323.956
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	3.39 (3.39)	3.18	62.53	66.71	6.16	6.16	19.67
2	0.88	-1.23 (-2.16)	3.98	140.47	-76.03	6.16	6.16	35.27
3	1.65	-3.32 (-3.48)	4.83	98.60	-71.02	6.16	6.16	20.40
4	2.42	-2.91 (-3.49)	5.68	119.73	-73.55	6.16	6.16	21.07
5	3.15	0.91 (2.82)	6.49	187.94	81.70	6.16	6.16	28.98

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-8.01	109.76	0.00	0.00	13.705
2	0.88	0.00	-3.83	109.87	0.00	0.00	28.706
3	1.65	0.00	-0.65	109.98	0.00	0.00	170.380
4	2.42	0.00	3.15	110.10	0.00	0.00	34.924
5	3.15	0.00	7.86	110.21	0.00	0.00	14.026

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.39 (-3.39)	8.50	340.81	-135.91	10.18	10.18	40.07
2	0.77	-0.63 (-1.20)	4.25	572.67	-161.61	10.18	10.18	134.67
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	6.83	120.90	0.00	0.00	17.692
2	0.77	0.00	2.36	120.33	0.00	0.00	51.060
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	8.50	1916.74	-205.18	10.18	10.18	225.37
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.25	3356.32	-76.91	10.18	10.18	789.26
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-2.86	120.90	0.00	0.00	42.215
2	0.77	0.00	-0.37	120.33	0.00	0.00	323.706
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	3.81 (3.81)	3.51	61.38	66.57	6.16	6.16	17.47
2	0.88	-1.54 (-2.61)	4.32	122.09	-73.83	6.16	6.16	28.29
3	1.65	-3.96 (-4.15)	5.17	86.65	-69.59	6.16	6.16	16.77
4	2.42	-3.50 (-4.16)	6.02	103.49	-71.60	6.16	6.16	17.20
5	3.15	0.91 (3.13)	6.82	174.71	80.12	6.16	6.16	25.62

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-9.30	109.81	0.00	0.00	11.805
2	0.88	0.00	-4.42	109.91	0.00	0.00	24.881
3	1.65	0.00	-0.76	110.03	0.00	0.00	144.551
4	2.42	0.00	3.62	110.14	0.00	0.00	30.434
5	3.15	0.00	9.12	110.25	0.00	0.00	12.083

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.81 (-3.81)	9.88	357.57	-137.87	10.18	10.18	36.18
2	0.77	-0.73 (-1.39)	4.94	578.05	-162.17	10.18	10.18	116.98
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	7.50	121.09	0.00	0.00	16.137
2	0.77	0.00	2.69	120.42	0.00	0.00	44.737
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	9.88	2114.42	-194.79	10.18	10.18	213.95
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.94	3379.67	-66.65	10.18	10.18	683.95
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-2.86	121.09	0.00	0.00	42.280
2	0.77	0.00	-0.37	120.42	0.00	0.00	323.956
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	3.39 (3.39)	3.18	62.53	66.71	6.16	6.16	19.67
2	0.88	-1.23 (-2.16)	3.98	140.47	-76.03	6.16	6.16	35.27
3	1.65	-3.32 (-3.48)	4.83	98.60	-71.02	6.16	6.16	20.40
4	2.42	-2.91 (-3.49)	5.68	119.73	-73.55	6.16	6.16	21.07
5	3.15	0.91 (2.82)	6.49	187.94	81.70	6.16	6.16	28.98

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-8.01	109.76	0.00	0.00	13.705
2	0.88	0.00	-3.83	109.87	0.00	0.00	28.706
3	1.65	0.00	-0.65	109.98	0.00	0.00	170.380
4	2.42	0.00	3.15	110.10	0.00	0.00	34.924
5	3.15	0.00	7.86	110.21	0.00	0.00	14.026

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.39 (-3.39)	8.50	340.81	-135.91	10.18	10.18	40.07
2	0.77	-0.63 (-1.20)	4.25	572.67	-161.61	10.18	10.18	134.67
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	6.83	120.90	0.00	0.00	17.692
2	0.77	0.00	2.36	120.33	0.00	0.00	51.060
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	8.50	1916.74	-205.18	10.18	10.18	225.37
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.25	3356.32	-76.91	10.18	10.18	789.26
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-2.86	120.90	0.00	0.00	42.215
2	0.77	0.00	-0.37	120.33	0.00	0.00	323.706
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	2.87 (2.87)	1.07	23.18	62.00	6.16	6.16	21.63
2	0.88	-1.93 (-2.78)	1.87	43.51	-64.43	6.16	6.16	23.21
3	1.65	-4.11 (-4.22)	2.72	41.42	-64.18	6.16	6.16	15.20
4	2.42	-3.90 (-4.35)	3.58	54.04	-65.69	6.16	6.16	15.12
5	3.15	-0.03 (-2.19)	4.38	155.65	-77.84	6.16	6.16	35.55

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-9.05	109.48	0.00	0.00	12.096
2	0.88	0.00	-3.49	109.58	0.00	0.00	31.410
3	1.65	0.00	-0.46	109.70	0.00	0.00	236.331
4	2.42	0.00	3.29	109.81	0.00	0.00	33.350
5	3.15	0.00	8.87	109.92	0.00	0.00	12.387

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.87 (-2.87)	9.88	548.59	-159.13	10.18	10.18	55.51
2	0.77	-0.71 (-1.30)	4.94	637.30	-168.27	10.18	10.18	128.97
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	5.05	121.09	0.00	0.00	23.959
2	0.77	0.00	2.44	120.42	0.00	0.00	49.381
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	9.88	3491.93	17.32	10.18	10.18	353.34
2	0.77	0.01 (0.04)	4.94	3464.73	29.27	10.18	10.18	701.17
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-0.41	121.09	0.00	0.00	292.488
2	0.77	0.00	-0.12	120.42	0.00	0.00	1015.355
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	2.45 (2.45)	0.74	18.51	61.44	6.16	6.16	25.10
2	0.88	-1.62 (-2.32)	1.54	42.70	-64.33	6.16	6.16	27.71
3	1.65	-3.47 (-3.55)	2.39	43.33	-64.41	6.16	6.16	18.12
4	2.42	-3.30 (-3.67)	3.24	58.40	-66.21	6.16	6.16	18.02
5	3.15	-0.03 (-1.88)	4.04	171.33	-79.72	6.16	6.16	42.36

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.76	109.43	0.00	0.00	14.106
2	0.88	0.00	-2.90	109.54	0.00	0.00	37.789
3	1.65	0.00	-0.35	109.65	0.00	0.00	314.631
4	2.42	0.00	2.83	109.77	0.00	0.00	38.842
5	3.15	0.00	7.61	109.88	0.00	0.00	14.445

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.45 (-2.45)	8.50	555.31	-159.82	10.18	10.18	65.29
2	0.77	-0.61 (-1.12)	4.25	641.30	-168.68	10.18	10.18	150.81
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	4.38	120.90	0.00	0.00	27.579
2	0.77	0.00	2.10	120.33	0.00	0.00	57.204
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	8.50	3485.63	20.08	10.18	10.18	409.83
2	0.77	0.01 (0.04)	4.25	3454.18	33.90	10.18	10.18	812.27
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-0.41	120.90	0.00	0.00	292.039
2	0.77	0.00	-0.12	120.33	0.00	0.00	1014.571
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	2.87 (2.87)	1.07	23.18	62.00	6.16	6.16	21.63
2	0.88	-1.93 (-2.78)	1.87	43.51	-64.43	6.16	6.16	23.21
3	1.65	-4.11 (-4.22)	2.72	41.42	-64.18	6.16	6.16	15.20
4	2.42	-3.90 (-4.35)	3.58	54.04	-65.69	6.16	6.16	15.12
5	3.15	-0.03 (-2.19)	4.38	155.65	-77.84	6.16	6.16	35.55

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-9.05	109.48	0.00	0.00	12.096
2	0.88	0.00	-3.49	109.58	0.00	0.00	31.410
3	1.65	0.00	-0.46	109.70	0.00	0.00	236.331
4	2.42	0.00	3.29	109.81	0.00	0.00	33.350
5	3.15	0.00	8.87	109.92	0.00	0.00	12.387

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.87 (-2.87)	9.88	548.59	-159.13	10.18	10.18	55.51
2	0.77	-0.71 (-1.30)	4.94	637.30	-168.27	10.18	10.18	128.97
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	5.05	121.09	0.00	0.00	23.959
2	0.77	0.00	2.44	120.42	0.00	0.00	49.381
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	9.88	3491.93	17.32	10.18	10.18	353.34
2	0.77	0.01 (0.04)	4.94	3464.73	29.27	10.18	10.18	701.17
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-0.41	121.09	0.00	0.00	292.488
2	0.77	0.00	-0.12	120.42	0.00	0.00	1015.355
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	2.45 (2.45)	0.74	18.51	61.44	6.16	6.16	25.10
2	0.88	-1.62 (-2.32)	1.54	42.70	-64.33	6.16	6.16	27.71
3	1.65	-3.47 (-3.55)	2.39	43.33	-64.41	6.16	6.16	18.12
4	2.42	-3.30 (-3.67)	3.24	58.40	-66.21	6.16	6.16	18.02
5	3.15	-0.03 (-1.88)	4.04	171.33	-79.72	6.16	6.16	42.36

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.76	109.43	0.00	0.00	14.106
2	0.88	0.00	-2.90	109.54	0.00	0.00	37.789
3	1.65	0.00	-0.35	109.65	0.00	0.00	314.631
4	2.42	0.00	2.83	109.77	0.00	0.00	38.842
5	3.15	0.00	7.61	109.88	0.00	0.00	14.445

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.45 (-2.45)	8.50	555.31	-159.82	10.18	10.18	65.29
2	0.77	-0.61 (-1.12)	4.25	641.30	-168.68	10.18	10.18	150.81

3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00
---	------	-------------	------	------	------	-------	-------	---------

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	4.38	120.90	0.00	0.00	27.579
2	0.77	0.00	2.10	120.33	0.00	0.00	57.204
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	8.50	3485.63	20.08	10.18	10.18	409.83
2	0.77	0.01 (0.04)	4.25	3454.18	33.90	10.18	10.18	812.27
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-0.41	120.90	0.00	0.00	292.039
2	0.77	0.00	-0.12	120.33	0.00	0.00	1014.571
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.91 (3.13)	6.82	174.71	80.12	6.16	6.16	25.62
2	0.88	-3.50 (-4.03)	6.02	107.59	-72.10	6.16	6.16	17.88
3	1.65	-3.96 (-4.16)	5.17	86.31	-69.55	6.16	6.16	16.71
4	2.42	-1.54 (-2.92)	4.32	106.15	-71.92	6.16	6.16	24.59
5	3.15	3.81 (3.81)	3.51	61.38	66.57	6.16	6.16	17.47

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-9.12	110.25	0.00	0.00	12.083
2	0.88	0.00	-2.17	110.14	0.00	0.00	50.739
3	1.65	0.00	1.96	110.03	0.00	0.00	56.065
4	2.42	0.00	5.71	109.91	0.00	0.00	19.242
5	3.15	0.00	9.30	109.81	0.00	0.00	11.805

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	9.88	2114.42	-194.79	10.18	10.18	213.95
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.94	3379.67	-66.65	10.18	10.18	683.95
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	2.86	121.09	0.00	0.00	42.280
2	0.77	0.00	0.37	120.42	0.00	0.00	323.956
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.81 (-3.81)	9.88	357.57	-137.87	10.18	10.18	36.18
2	0.77	-0.73 (-1.39)	4.94	578.05	-162.17	10.18	10.18	116.98
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.50	121.09	0.00	0.00	16.137
2	0.77	0.00	-2.69	120.42	0.00	0.00	44.737
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.91 (2.82)	6.49	187.94	81.70	6.16	6.16	28.98
2	0.88	-2.91 (-3.37)	5.68	125.03	-74.18	6.16	6.16	22.00
3	1.65	-3.32 (-3.49)	4.83	98.26	-70.98	6.16	6.16	20.33
4	2.42	-1.23 (-2.43)	3.98	120.95	-73.69	6.16	6.16	30.37
5	3.15	3.39 (3.39)	3.18	62.53	66.71	6.16	6.16	19.67

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.86	110.21	0.00	0.00	14.026
2	0.88	0.00	-1.91	110.10	0.00	0.00	57.789
3	1.65	0.00	1.68	109.98	0.00	0.00	65.282
4	2.42	0.00	4.94	109.87	0.00	0.00	22.227
5	3.15	0.00	8.01	109.76	0.00	0.00	13.705

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	8.50	1916.74	-205.18	10.18	10.18	225.37
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.25	3356.32	-76.91	10.18	10.18	789.26
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	2.86	120.90	0.00	0.00	42.215
2	0.77	0.00	0.37	120.33	0.00	0.00	323.706
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.39 (-3.39)	8.50	340.81	-135.91	10.18	10.18	40.07
2	0.77	-0.63 (-1.20)	4.25	572.67	-161.61	10.18	10.18	134.67

3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00
---	------	-------------	------	------	------	-------	-------	---------

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-6.83	120.90	0.00	0.00	17.692
2	0.77	0.00	-2.36	120.33	0.00	0.00	51.060
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.91 (3.13)	6.82	174.71	80.12	6.16	6.16	25.62
2	0.88	-3.50 (-4.03)	6.02	107.59	-72.10	6.16	6.16	17.88
3	1.65	-3.96 (-4.16)	5.17	86.31	-69.55	6.16	6.16	16.71
4	2.42	-1.54 (-2.92)	4.32	106.15	-71.92	6.16	6.16	24.59
5	3.15	3.81 (3.81)	3.51	61.38	66.57	6.16	6.16	17.47

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-9.12	110.25	0.00	0.00	12.083
2	0.88	0.00	-2.17	110.14	0.00	0.00	50.739
3	1.65	0.00	1.96	110.03	0.00	0.00	56.065
4	2.42	0.00	5.71	109.91	0.00	0.00	19.242
5	3.15	0.00	9.30	109.81	0.00	0.00	11.805

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	9.88	2114.42	-194.79	10.18	10.18	213.95
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.94	3379.67	-66.65	10.18	10.18	683.95
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	2.86	121.09	0.00	0.00	42.280
2	0.77	0.00	0.37	120.42	0.00	0.00	323.956
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.81 (-3.81)	9.88	357.57	-137.87	10.18	10.18	36.18
2	0.77	-0.73 (-1.39)	4.94	578.05	-162.17	10.18	10.18	116.98
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.50	121.09	0.00	0.00	16.137
2	0.77	0.00	-2.69	120.42	0.00	0.00	44.737
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.91 (2.82)	6.49	187.94	81.70	6.16	6.16	28.98
2	0.88	-2.91 (-3.37)	5.68	125.03	-74.18	6.16	6.16	22.00
3	1.65	-3.32 (-3.49)	4.83	98.26	-70.98	6.16	6.16	20.33
4	2.42	-1.23 (-2.43)	3.98	120.95	-73.69	6.16	6.16	30.37
5	3.15	3.39 (3.39)	3.18	62.53	66.71	6.16	6.16	19.67

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.86	110.21	0.00	0.00	14.026
2	0.88	0.00	-1.91	110.10	0.00	0.00	57.789
3	1.65	0.00	1.68	109.98	0.00	0.00	65.282
4	2.42	0.00	4.94	109.87	0.00	0.00	22.227
5	3.15	0.00	8.01	109.76	0.00	0.00	13.705

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.91 (-0.91)	8.50	1916.74	-205.18	10.18	10.18	225.37
2	0.77	-0.01 (-0.10)	4.25	3356.32	-76.91	10.18	10.18	789.26
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	2.86	120.90	0.00	0.00	42.215
2	0.77	0.00	0.37	120.33	0.00	0.00	323.706
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-3.39 (-3.39)	8.50	340.81	-135.91	10.18	10.18	40.07
2	0.77	-0.63 (-1.20)	4.25	572.67	-161.61	10.18	10.18	134.67
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-6.83	120.90	0.00	0.00	17.692
2	0.77	0.00	-2.36	120.33	0.00	0.00	51.060
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.03 (-1.88)	4.04	171.33	-79.72	6.16	6.16	42.36
2	0.88	-3.30 (-3.54)	3.24	60.94	-66.52	6.16	6.16	18.80

3	1.65	-3.47 (-3.67)	2.39	41.79	-64.23	6.16	6.16	17.48
4	2.42	-1.62 (-2.74)	1.54	35.72	-63.50	6.16	6.16	23.18
5	3.15	2.45 (2.45)	0.74	18.51	61.44	6.16	6.16	25.10

#### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.61	109.88	0.00	0.00	14.445
2	0.88	0.00	-0.98	109.77	0.00	0.00	112.416
3	1.65	0.00	1.98	109.65	0.00	0.00	55.332
4	2.42	0.00	4.62	109.54	0.00	0.00	23.727
5	3.15	0.00	7.76	109.43	0.00	0.00	14.106

#### Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	8.50	3485.63	20.08	10.18	10.18	409.83
2	0.77	0.01 (0.04)	4.25	3454.18	33.90	10.18	10.18	812.27
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

#### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	0.41	120.90	0.00	0.00	292.039
2	0.77	0.00	0.12	120.33	0.00	0.00	1014.571
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

#### Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.45 (-2.45)	8.50	555.31	-159.82	10.18	10.18	65.29
2	0.77	-0.61 (-1.12)	4.25	641.30	-168.68	10.18	10.18	150.81
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

#### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-4.38	120.90	0.00	0.00	27.579
2	0.77	0.00	-2.10	120.33	0.00	0.00	57.204
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

#### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.03 (-2.19)	4.38	155.65	-77.84	6.16	6.16	35.55
2	0.88	-3.90 (-4.20)	3.58	56.16	-65.94	6.16	6.16	15.71
3	1.65	-4.11 (-4.35)	2.72	40.15	-64.03	6.16	6.16	14.73
4	2.42	-1.93 (-3.24)	1.87	36.85	-63.63	6.16	6.16	19.66
5	3.15	2.87 (2.87)	1.07	23.18	62.00	6.16	6.16	21.63

#### Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-8.87	109.92	0.00	0.00	12.387
2	0.88	0.00	-1.24	109.81	0.00	0.00	88.412
3	1.65	0.00	2.26	109.70	0.00	0.00	48.550

4	2.42	0.00	5.39	109.58	0.00	0.00	20.347
5	3.15	0.00	9.05	109.48	0.00	0.00	12.096

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	9.88	3491.93	17.32	10.18	10.18	353.34
2	0.77	0.01 (0.04)	4.94	3464.73	29.27	10.18	10.18	701.17
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	0.41	121.09	0.00	0.00	292.488
2	0.77	0.00	0.12	120.42	0.00	0.00	1015.355
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.87 (-2.87)	9.88	548.59	-159.13	10.18	10.18	55.51
2	0.77	-0.71 (-1.30)	4.94	637.30	-168.27	10.18	10.18	128.97
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-5.05	121.09	0.00	0.00	23.959
2	0.77	0.00	-2.44	120.42	0.00	0.00	49.381
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 17 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.03 (-2.19)	4.38	155.65	-77.84	6.16	6.16	35.55
2	0.88	-3.90 (-4.20)	3.58	56.16	-65.94	6.16	6.16	15.71
3	1.65	-4.11 (-4.35)	2.72	40.15	-64.03	6.16	6.16	14.73
4	2.42	-1.93 (-3.24)	1.87	36.85	-63.63	6.16	6.16	19.66
5	3.15	2.87 (2.87)	1.07	23.18	62.00	6.16	6.16	21.63

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-8.87	109.92	0.00	0.00	12.387
2	0.88	0.00	-1.24	109.81	0.00	0.00	88.412
3	1.65	0.00	2.26	109.70	0.00	0.00	48.550
4	2.42	0.00	5.39	109.58	0.00	0.00	20.347
5	3.15	0.00	9.05	109.48	0.00	0.00	12.096

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	9.88	3491.93	17.32	10.18	10.18	353.34
2	0.77	0.01 (0.04)	4.94	3464.73	29.27	10.18	10.18	701.17
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	0.41	121.09	0.00	0.00	292.488
2	0.77	0.00	0.12	120.42	0.00	0.00	1015.355
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.87 (-2.87)	9.88	548.59	-159.13	10.18	10.18	55.51
2	0.77	-0.71 (-1.30)	4.94	637.30	-168.27	10.18	10.18	128.97
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-5.05	121.09	0.00	0.00	23.959
2	0.77	0.00	-2.44	120.42	0.00	0.00	49.381
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 18 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-0.03 (-1.88)	4.04	171.33	-79.72	6.16	6.16	42.36
2	0.88	-3.30 (-3.54)	3.24	60.94	-66.52	6.16	6.16	18.80
3	1.65	-3.47 (-3.67)	2.39	41.79	-64.23	6.16	6.16	17.48
4	2.42	-1.62 (-2.74)	1.54	35.72	-63.50	6.16	6.16	23.18
5	3.15	2.45 (2.45)	0.74	18.51	61.44	6.16	6.16	25.10

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-7.61	109.88	0.00	0.00	14.445
2	0.88	0.00	-0.98	109.77	0.00	0.00	112.416
3	1.65	0.00	1.98	109.65	0.00	0.00	55.332
4	2.42	0.00	4.62	109.54	0.00	0.00	23.727
5	3.15	0.00	7.76	109.43	0.00	0.00	14.106

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 18 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	0.03 (0.05)	8.50	3485.63	20.08	10.18	10.18	409.83
2	0.77	0.01 (0.04)	4.25	3454.18	33.90	10.18	10.18	812.27
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

**Verifiche taglio**

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	0.41	120.90	0.00	0.00	292.039

2	0.77	0.00	0.12	120.33	0.00	0.00	1014.571
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 18 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione      B = 100 cm  
 Altezza sezione    H = 30.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.15	-2.45 (-2.45)	8.50	555.31	-159.82	10.18	10.18	65.29
2	0.77	-0.61 (-1.12)	4.25	641.30	-168.68	10.18	10.18	150.81
3	1.40	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	10.18	10.18	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	A <sub>sw</sub>	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	FS
1	0.15	0.00	-4.38	120.90	0.00	0.00	27.579
2	0.77	0.00	-2.10	120.33	0.00	0.00	57.204
3	1.40	0.00	0.00	119.76	0.00	0.00	100.000