



Corso Sempione n.15/a - Gallarate (VA)

Diga di Leda (n. arch. SND 652)

Preliminari interventi di miglioramento della sicurezza
idraulica dello sbarramento

PROGETTO ESECUTIVO

(Rif. Nota DG Div. 5 - n. 0021766 del 06.09.2019)

(Rif. Nota UTD Venezia - n. 0021823 del 16.10.2020)

Tecnico: Dott. Ing. Antonio Tenani

Edizione	Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	1	30.06.2021	Prima Revisione	A.T.	A.T.	A.T.
01	0	15.02.2021	Prima Emissione	A.T.	A.T.	A.T.

dott. ing. Antonio Tenani

Via Col di Salce 5/a - 32100 Belluno

tel. 0437942030

e-mail: tenaniantonio@alice.it

pec: antonio.tenani@ingpec.eu

P. IVA 00827970252 / C.F. TNNNTN63P28D530T

TITOLO DOCUMENTO:

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO STRUTTURALE

PRATICA:

ELABORATO:

C

ANNO:

2021

SCALA: --- UM: ---- FILE: ---

INDICE

1. Premessa.....	1
1.1 Descrizione generale dell'opera.....	2
2. Normativa di riferimento.....	8
3. Simbologia e materiali.....	8
3.1 Simbologia adottata.....	8
3.2 Materiali da costruzione	9
4. Codici di calcolo.....	11
4.1 Midas - Gen	11
4.2 Microsoft Excel	12
4.3 Dichiarazioni di cui § 10.2 DM 17/01/2018.....	12
5. Verifica della diga in condizioni di massima piena.	14
6. Passerella di servizio.....	84
6.1 Analisi dei carichi	86
6.2 Analisi della struttura della passerella.	89
6.3 Verifica dei collegamenti.....	109
6.4 Sovralzo del coronamento della diga	121

1. Premessa.

In questa relazione tecnica si riportano le verifiche strutturali, di stabilità e resistenza, secondo le indicazioni delle attuali norme vigenti (D.M. 17/01/2018 e D.M. 26/06/2014), della diga di Leda sita in Comune di Piovene Rocchette (VI) lungo il corso del torrente Astico nelle condizioni idrauliche di passaggio della portata di piena con $T_R = 500$ anni. Nello specifico si riportano le verifiche in corrispondenza della sezione tracimabile e della sezione in corrispondenza dei cunicoli sghiaiatori.

Le verifiche sono condotte sullo schema di stato piano di deformazione, non considerando, a favore di sicurezza, il profilo trasversale ad arco del manufatto.

Le verifiche di stabilità eseguite sono:

- ribaltamento rispetto al punto più a valle della fondazione;
- scorrimento sul piano di posa;
- capacità portante della fondazione.

Per ciascun stato limite analizzato si controlla che sia verificata la relazione $R_d \geq E_d$, in cui

$R_d = R(\gamma_F F_k, X_k/\gamma_M, a_d)$ ed $E_d = \gamma_E \cdot E(F_k, X_k/\gamma_M, a_d)$, secondo il p.to 6.2.4.1 di NTC2018.

Inoltre a quote prestabilite del manufatto sono eseguite le verifiche di resistenza, pressoflessione e taglio, per il calcestruzzo non armato, secondo le indicazioni di NTC2018 (par. 4.1.11).

Le condizioni elementari di carico prese in considerazione sono:

- Peso proprio strutturale del manufatto (G_1)
- Spinta idrostatica ($A_{d,1}$)
- Sottospinta ($A_{d,2}$)

In base alla Tab. C.6 riportata al par. C.8 del D.M. 26/06/2014 la combinazione di carico che prevede la situazione di massimo invasore è da considerarsi eccezionale e pertanto la combinazione analizzata nel seguito della relazione ha la seguente forma:

$$G_1 + G_2 + A_{d,i} \sum \psi_2 \cdot Q_{ki}$$

Per consentire il passaggio della portata di massima piena cinquecentenaria sopra lo sfioratore dello sbarramento con adeguato franco idraulico è inoltre necessaria la rimozione dell'attuale attraversamento in struttura di c.a., e la sua sostituzione con uno a quota superiore, adeguata alle nuove esigenze idrauliche, in struttura metallica di acciaio, e contestualmente la costruzione di muri di paraonda dell'altezza di 80 cm da realizzarsi nei tratti di coronamento non sovralzati e nel camminamento verso la casa di guardia. Nel seguito si riporta il dimensionamento di tale struttura secondo le indicazioni e le azioni previste da NTC2018.

1.1 Descrizione generale dell'opera.

Descrizione dell'opera

La diga è realizzata in conglomerato cementizio, con profilo planimetrico leggermente arcuato e pendenza dei paramenti rispettivamente di 0.06 a monte e 0.70 a valle; è dotata di due ampi scarichi sghiaiatori in corrispondenza dell'imposta destra, con soglia quasi a quota fondo alveo, mentre in sinistra la diga è resa tracimabile da un ciglio sfiorante della lunghezza di 12.00 m. Lo scarico di fondo in galleria è ubicato in sponda sinistra.

I giunti di dilatazione tra i conci sono disposti alla distanza media di m 13.00 e la loro tenuta è assicurata da un lamierino di rame a profilo ondulato ancorato nel calcestruzzo e da una trave coprigiunto in c.a. sagomato, alloggiato in sede preventivamente impermeabilizzata con tele di juta bitumata.

Il sistema drenante è costituito da canne verticali $\phi 150$ mm costituite da tubi porosi e collegate alla base ad un cunicolo longitudinale scaricante in corrispondenza dei condotti sghiaiatori.

Nel corso degli interventi di manutenzione straordinaria eseguiti nell'anno 2007 sono stati ricavati n. 17 dreni $\phi 146$ mm di cui n. 4 nel cunicolo interno che scaricano liberamente in questo mentre i rimanenti di valle, in parte inclinati verso monte e in parte verticali sono raccordati tramite due linee a tenuta; l'acqua di tutti i dreni è raccolta in un unico punto di misura, costituito da uno stramazzone triangolare ubicato al piede della diga nello sperone fra le due paratoie degli scarichi di mezzofondo.

L'opera di presa è sita immediatamente a monte dello sbarramento, e si collega alla centrale di Bessè immettendosi in una preesistente galleria sviluppantesi in sponda destra.

La fondazione è realizzata in conglomerato cementizio poggiante sulla Dolomia principale (trias superiore) che si eleva con sponde molto ripide in corrispondenza alla stretta.

Terreni di fondazione

La stretta glaciale di erosione, sede dello sbarramento, è incisa nella Dolomia principale del Trias superiore e si sviluppa per quasi tre chilometri. Le fratture che si riscontrano hanno generalmente carattere superficiale, tanto che originariamente era stata prevista una diga ad arco.

L'opera è stata interessata dai consueti interventi di risanamento ed impermeabilizzazione mediante iniezioni cementizie, nel corso dei quali si sono riscontrati scarsi assorbimenti.

Dati principali del bacino imbrifero afferente l'invaso

- quota di massimo invaso	231,50	m s.m.
- quota massima di regolazione	230,00	m s.m.
- quota minima di regolazione	228,50	m s.m.
- superficie dello specchio liquido:		
- alla quota di massimo invaso	0,067	km ²
- alla quota massima di regolazione	0,051	km ²
- alla quota minima di regolazione	0,043	km ²
volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.3.'82)	0,42x10 ⁶	km ²
volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	0,35x10 ⁶	m ³
volume utile di regolazione	0,05x10 ⁶	m ³
volume di laminazione	0,07x10 ⁶	m ³
superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	561,0	km ²
superficie del bacino imbrifero allacciato	0,0	km ²
portata di massima piena di progetto	650	m ² /s

Il bacino imbrifero afferente allo sbarramento è molto ampio (561 km²) e sottende praticamente la totalità del bacino montano del torrente Astico, caratterizzato dall'apporto notevole degli affluenti Assa, Posina e da altri minori; è costituito da terreni permeabili o semimpermeabili per il 98% della superficie totale.

Il bacino è delimitato ad Est e a Nord dal bacino del f. Brenta (Valsugana) e raggiunge notevoli altitudini con l'Ortigara (2106) e Cima Dodici (2341). A Nord - Ovest è limitato dal Cimon (1486) sopra Lavarone ed ad Ovest dai bacini del Leno di Terragnolo e di Vallarsa, tributari dell'Adige il cui spartiacque è segnato dal Pasubio, Cima Palù e Pian delle Fugazze. A Sud è delimitato dai più modesti bacini del Leogra e dell'Agno.

Va infine osservato che il bacino della Val d'Assa (246 km²) è, per una notevole aliquota, di natura spiccatamente carsica e che pertanto una notevole parte dei deflussi relativi a tale bacino, per circolazione interna, si riversa nel f. Brenta mediante il t. Oliero. In realtà il bacino imbrifero veramente afferente può considerarsi di circa 300 km².

Sponde dell'invaso

L'alveo e le sponde sono incise nella Dolomia principale (trias superiore). Le sponde hanno pendenza molto ripida in prossimità della sezione di sbarramento; più a monte si apre una modesta varice contornata da

rocce meno acclivi con scarsa vegetazione. Non è presente sulle sponde del lago alcun insediamento abitativo.

A valle dello sbarramento, in sponda destra, la roccia, alquanto ripida, presenta caratteristiche di minor compattezza e superficiali distacchi.

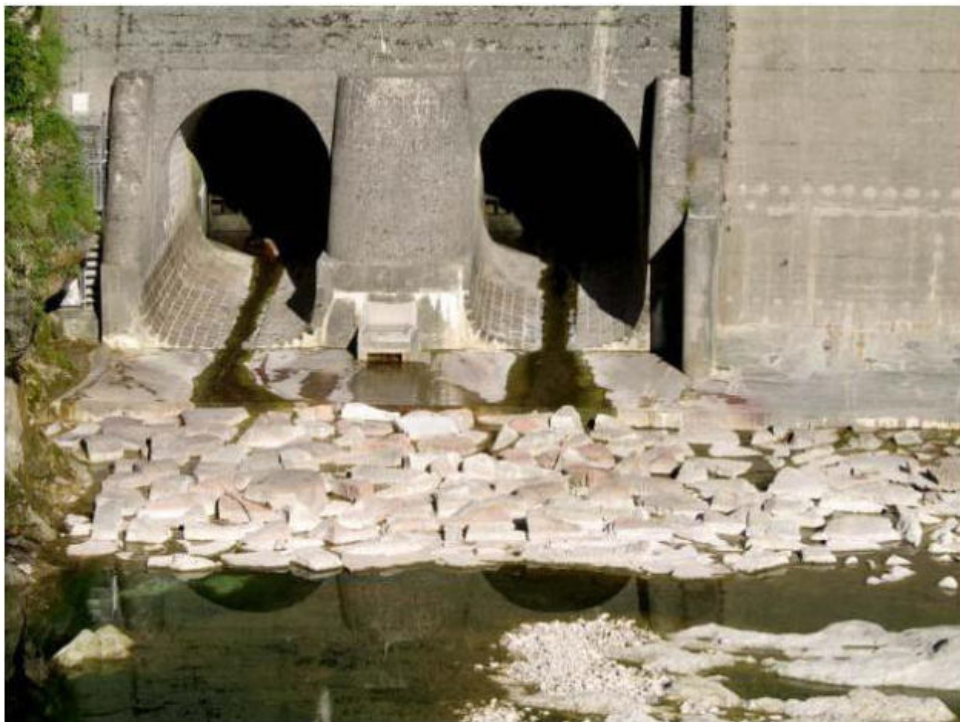
La zona ricade in Comune di Piovene Rocchette / Cogollo del Cengio.

Viste da satellite





Diga vista da valle



Sbocco degli scarichi di mezzofondo (in corpo diga)



Soglia dello scarico di superficie



Sbocco dello scarico di fondo (in sponda sinistra)

2. Normativa di riferimento.

I calcoli statici sono stati condotti in ottemperanza alla normativa vigente; in particolare:

- L. 05.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- L. 02.02.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.P.R. 06/06/2001, n. 380 – “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” (NTC2018);
- Circolare 21/01/2019 N. 7 C.S.LL.PP. – “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018”;
- D.M. Infrastrutture 26 Giugno 2014 “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)”;
- CNR – DT 207/2008 – “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- Allegato A e B alla D.G.R. 28/11/2003, n. 3645;
- Allegato I alla D.C.R. n. 67 del 03/12/2003 “Elenco dei comuni classificati in zona sismica”.

3. Simbologia e materiali.

Di seguito si riporta un breve elenco della simbologia principale adottata nella relazione e l’elenco dei materiali impiegati nell’opera e le relative caratteristiche meccaniche.

3.1 Simbologia adottata.

- Sollecitazioni di calcolo per le travi:

Il sistema di riferimento principale x,y,z di una trave è generalmente orientato:

- asse x coincidente con l’asse della trave
- assi y e z coincidenti con gli assi principali d’inerzia della sezione trasversale
- sistema di riferimento centrato nel baricentro della sezione.

N_{Ed} = sforzo normale

M_{Ed} = momento flettente

V_{Ed} = taglio

T_{Ed} = momento torcente

- Sollecitazioni di calcolo per membrane e piastre:
 - $n_{x,yEd}$ = sforzo normale unitario in direzione x,y
 - $m_{x,yEd}$ = momento flettente unitario con piano di flessione in direzione x,y
 - m_{xyEd} = momento torcente unitario
 - t_{xEd}, t_{yEd} = taglio unitario agente su superficie di normale x, y

- Tensioni di calcolo:
 - $\sigma_{x,yEd}$ = tensione normale derivante da $n_{x,y}$ e/o $m_{x,y}$
 - τ_{xyEd} = tensione tangenziale derivante da m_{xy}
 - $\tau_{zx,yEd}$ = tensione tangenziale derivante da t_{xy}

- Caratteristiche geometriche delle sezioni di c.a.
 - b = larghezza della sezione rettangolare
 - h = altezza della sezione rettangolare
 - d = altezza utile della sezione
 - A_s = area dell'armatura tesa
 - A'_s = area dell'armatura compressa

3.2 Materiali da costruzione

- Calcestruzzo per muri paraonda diga con C32/40

Peso specifico:	$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
Resistenza cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33 \text{ MPa}$
Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41 \text{ MPa}$
Resistenza media a trazione:	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ MPa}$
Resistenza media a trazione per flessione:	$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.7 \text{ MPa}$
Modulo elastico istantaneo:	$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33594 \text{ MPa}$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 1/6$
Coefficiente di dilatazione termica:	$\alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- Acciaio per armatura cls tipo B450C con :

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$

$(f_t/f_y)_k \geq 1.15$

- Acciaio da carpenteria tipo S235J0:

Peso specifico: $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$

Modulo di elasticità normale: $E = 206000 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità tangenziale: $G = 80000 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$

Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 235 \text{ MPa}$ per $t \leq 40 \text{ mm}$

$f_{yk} \geq 215 \text{ MPa}$ per $t > 40 \text{ mm}$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 360 \text{ MPa}$ per $t \leq 40 \text{ mm}$

$f_{tk} \geq 360 \text{ MPa}$ per $t > 40 \text{ mm}$

- Bulloni

	Normali			Ad alta resistenza	
Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10
f_{yb} [MPa]	240	300	480	640	900
f_{tb} [MPa]	400	500	600	800	1000

- Giunzioni ad attrito

Viti	8.8	10.9
Dadi	8	10
Rosette	Acciaio C50 HRC 32÷40	Acciaio C50 HRC 32÷40
Piastrine	Acciaio C50 HRC 32÷40	Acciaio C50 HRC 32÷40

4. Codici di calcolo.

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

4.1 Midas - Gen

Si tratta di un programma di calcolo strutturale, della "MIDAS Information Technology Co., Ltd.", che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato e acciaio, di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Il programma "MIDAS" viene utilizzato per lo studio di elementi strutturali spaziali per la verifica sismica della struttura.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Midas Gen 2021 (v. 1.1)

Produttore del software: MIDAS Information Technology Co., Ltd

<http://en.midasuser.com>

Rivenditore: HARPACEAS, Viale Richard 1 – 20143 Milano

Versione: 2021 (v. 1.1)

Identificatore licenza: U001-03436

Intestatario della licenza: Studio di Ingegneria Civile Ing. Antonio Tenani Via Col di Salce n. 5/a - Belluno

Versione regolarmente licenziata

4.2 Microsoft Excel

Fogli Excel per l'esecuzione di calcoli semplici implementati direttamente su schemi e formule derivate dalla scienza delle costruzioni. Prima dell'utilizzo, il foglio Excel viene testato e verificato sia mediante calcolo manuale diretto, sia mediante confronto con altri programmi di calcolo.

Versione software: Microsoft Office Excel 2013

Licenza nr: NBV96 – 783VT – DXK2P – 8WKD7 – 4CW7R

4.3 Dichiarazioni di cui § 10.2 DM 17/01/2018

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il seguente paragrafo riporta il giudizio di accettabilità relativa all'utilizzo dei codici di calcolo automatico utilizzati per il progetto in esame.

In particolare, in osservanza al § 10.2 del D.M. 17/01/2018, si dichiara quanto di seguito:

Tipo di analisi svolta

Per la verifica della struttura sotto l'azione dei carichi verticali ed orizzontali è stata eseguita un'analisi statica lineare; il software è dotato di post-processore per la verifica in automatico delle strutture in acciaio secondo le indicazioni della norma.

Affidabilità dei Codici di Calcolo

Tutti i codici di calcolo di cui sopra sono stati utilizzati dopo un attento esame della documentazione a corredo del software, che ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico.

La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene inoltre una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. La società produttrice ha inoltre verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Valutazione dei Codici di Calcolo

Ad ulteriore verifica di validazione dei programmi utilizzati, gli svariati anni di utilizzo hanno permesso di verificare internamente la bontà dei vari codici di calcolo, confrontando fra loro i risultati ricavati in base a soluzioni teoriche, calcolo manuale diretto, utilizzo di diversi software, arrivando ad un giudizio positivo di affidabilità ed accuratezza.

Modalità di presentazione dei risultati

Le verifiche riportate nella presente costituiscono un estratto dei calcoli condotti sulle strutture presenti nell'opera in oggetto. In particolare, solo per alcune tipologie strutturali si riporta una verifica completa, intendendo che le altre sono state condotte analogamente. Tutte le verifiche sono presenti nelle minute di studio, a disposizione per eventuali chiarimenti.

All'interno della relazione vengono per lo più omessi i tabulati prodotti con i programmi di calcolo automatico, riportando eventualmente solo alcune tabelle e schemi grafici riepilogativi. Per alcuni elementi, per completezza, essi sono riportati in allegato alla relazione di calcolo; in ogni caso essi risultano disponibili presso lo Studio per eventuale consultazione.

Informazioni generali sull'elaborazione

I programmi di calcolo utilizzati prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di eventuali errori di modellazione, del non rispetto delle limitazioni geometriche e di armatura, della presenza di elementi non verificati, dell'inosservanza di alcuni requisiti previsti da NTC18. Al termine di ciascuna analisi viene effettuato un controllo generale che identifica la correttezza degli spostamenti ottenuti, il rispetto dell'equilibrio fra azioni imposte e reazioni vincolari, ecc.

Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabulare, la quasi totalità dei dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale con le schematizzazioni assunte nella modellazione.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati infine sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità e la correttezza. Tale valutazione ha compreso, fra l'altro:

- Verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati
- Comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, confronto con i risultati di modelli teorici, ecc Il confronto con i risultati di semplici calcoli manuali diretti (es. trave in semplice appoggio, trave continua, mensola a sbalzo, ecc
- Il confronto dei risultati ottenuti in fase di primo proporzionamento della struttura
- Il confronto fra calcolazioni effettuate con programmi differenti

Inoltre, sulla base delle procedure di qualità interne previste, i risultati sono stati controllati da un soggetto diverso che non ha preso direttamente parte alla progettazione, validandone così la correttezza.

In base a quanto detto, si può quindi asserire che la progettazione condotta è risultata corretta ed idonea al caso specifico, ritenendo validi ed accettabili i risultati di calcolo ottenuti.

5. Verifica della diga in condizioni di massima piena.

I calcoli di verifica, sia di stabilità che di resistenza, sono eseguiti con l'implementazione della procedura su foglio elettronico di cui di seguito si riportano i risultati.

La modellazione numerica inizia con la ricostruzione delle sezioni secondo le fasi costruttive, la struttura della diga è ampiamente descritta nei progetti esecutivi di realizzazione ed in allegato al certificato di collaudo del 1958 sono presenti i disegni di come è realizzata la diga da cui si sono dedotti tutti i parametri geometrici sia della sezione tracimabile sia della sezione con gli sghiaioi, documenti che sono serviti per eseguire la modellazione.

Le sezioni fondamentali sono la diga tracimabile di larghezza complessiva di 14.00m con parte tracimabile di 12.00m e la sezioni sugli scarichi di fondo con larghezza complessiva di 15.40m

La modellazione tramite "EXCEL" ha lo scopo di ricostruire la sezione verticale (ed orizzontale) in funzione della quota di sezione per le due tipologie del manufatto analizzate.

Ricostruite le sezioni tramite coordinate cartesiane (x, y) la vista grafica permette di verificare la correttezza della sezione, nota che sia la sezione chiusa; è possibile tramite semplici formule matematiche conoscere e le caratteristiche geometriche, quali superficie, momenti statici, baricentro.

Tramite questa procedura diventa semplice implementare le azioni che la norma prevede per profondità unitarie, quale spinta idrostatica e sottopressioni come anche eseguire verifiche a quote di imposta diverse. Anche le azioni esterne sono state quindi implementate in formato "EXCEL" tramite coordinate cartesiane che forniscono tutti i parametri geometrici necessari per il calcolo.

La procedura è corretta per strutture con profondità moto ampia in cui l'effetto planimetrico non produce nessun effetto, nel caso in esame avendo la diga un andamento arcuato le soluzioni diventano conservative e a favore della sicurezza.

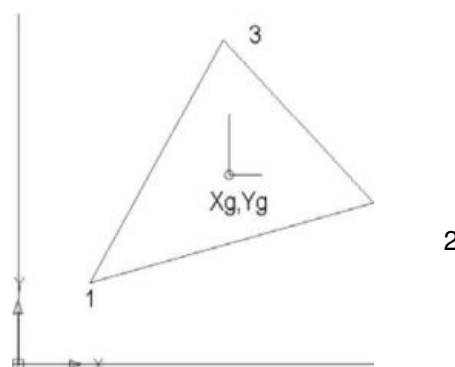
Formule generiche per il calcolo delle caratteristiche geometriche:

$$1(X_1, Y_1), 2(X_2, Y_2), 3(X_3, Y_3)$$

$$A = (X_1 Y_1 - X_2 Y_1 + X_2 Y_3 - X_3 Y_2 + X_3 Y_1 - X_1 Y_3) / 2$$

$$X_M = (X_2 + X_3) / 2 \quad Y_M = (Y_2 + Y_3) / 2$$

$$X_G = (X_1 + 2 \cdot X_M) / 3 \quad Y_G = (Y_1 + 2 \cdot Y_M) / 3$$



Dalle caratteristiche geometriche diventa semplice passare al calcolo dei volumi coinvolti (superficie per profondità), alle masse coinvolte, ai pesi delle singole sezioni.

La diga in esame costruita più di cinquanta anni fa è stata realizzata con norme diverse da quelle attuali, con particolare riferimento al paragrafo H 3.3. della normativa sugli sbarramenti di ritenuta.

Le differenze principali riguardano :

- ◆ **pendenza della fondazione;** la diga è realizzata con contro pendenza del 8% mentre la normativa attuale impone una pendenza favorevole massima del 5%, nel seguito le verifiche si sono svolte considerando una pendenza pari al 5% come indicato nella normativa attuale;
- ◆ **la valutazione delle sotto pressioni;** il progetto originario degli anni 50 fa riferimento alle norme allora in vigore, in particolare è stata utilizzata come norma di riferimento il Decreto Reale 1' Ottobre 1931 , n. 1370, in tale decreto le sotto pressioni venivano ridotte con dei coefficienti funzione dell'altezza della diga e tipologia di fondazione.
- ◆ **posizione e distribuzione dei drenaggi nel corpo diga;** la diga ha distribuzione diversa da quella imposta dall'attuale normativa, come indicato nel paragrafo D.2.2.1, i dreni sono posti ad interasse

2.53/2.80 m diametro cm.15 posizionati nel corpo diga, e piezometri — dreni ad interasse 5.00 m nel corpo fondazione; il tutto collegato da cunicolo di raccolta; a questi dreni originali di costruzione sono stati aggiunti (2007) ulteriori 9 piezometri di raccolta e verifica in continuo della pressione, provvisti di registrazione in continuo e in manuale. I rilievi confermano una pressione sempre inferiore a quella imposta dall'attuale normativa, quindi, anche se diametro ed interasse dei dreni non risultano perfettamente aderenti alle richieste attuali, le misure in continuo soddisfano il requisito richiesto dalla norma.

Ad ogni buon conto, a favore di sicurezza, nelle verifiche di seguito riportate nella valutazione della sottospinta non si è considerata la presenza dei dreni assumendo il diagramma della sottospinta variabile linearmente dalla quota idrostatica di monte a quella di valle. Nelle verifiche eseguite sono state inoltre fatte le seguenti assunzioni:

- ◆ la valutazione dello scorrimento per la verifica viene effettuata con il piano di scorrimento con pendenza favorevole limitata al 5%,
- ◆ la valutazione delle tensioni di contatto prende come riferimento i valori minimi degli intervalli dei parametri geomeccanici riportati nell'allegata relazione geologica, nello specifico $\varphi'_k = 35^\circ$ e $c'_k = 0.3$ MPa;
- ◆ la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, porta ad ipotizzare oggi ad un calcestruzzo assimilabile alla classe **C20/25**.

Trattandosi di diga a gravità con altezza di invaso di 15.00 metri sviluppo leggermente arcuato in sommità pari 40.00 metri si è proceduto ad una verifica pseudostatica della struttura.

Le verifiche si sono eseguite senza considerare nella fondazione il fronte di scavo della roccia, che realizza un vincolo rigido orizzontale, soprattutto nel caso in esame, con fondazione gettata direttamente contro scavo.

CLASSE DI RESISTENZA

(non armate)

Classe		R _{ck}	f _{ck}	f _{cd}
C08/10		10	8.30	4.703
C20/25		25	20.75	11.758

MATERIALI UTILIZZATI**C20/25**

Calcestruzzo		R _{ck}	=	25	MPa
Coefficiente cubico/cilindrico				0.830	
Resistenza caratteristica	(11.2.1)	f _{ck}	=	20.750	MPa
Resistenza media	(11.2.1)	f _{cm}	=	28.750	MPa
Coefficiente sicurezza calcestruzzo		γ _c	=	1.500	

VERIFICHE AGLI SL ULTIMI**4.1.2**

Coefficiente riduzione lunga durata	(4.1.3)	α _{cc}	=	0.850	
Resist. calcolo a compres. sp ≥ 50mm	(4.1.3)	f _{cd}	=	11.76	MPa
Resist. calcolo a compres. sp < 50mm	4.1.2.1.1.2	f _{cd < (5 cm)}	=	9.407	MPa
Resist. calcolo a compres. Anima		f _{cd}	=	5.879	MPa

NTC 2018

§ 11.2.10.2 Resist. trazione	(11.2.3a)	f _{ctm}		2.265	MPa
Resist. a trazione caratteristica	(11.2.10.2)	f _{ctk} = 0.7 f _{ctm}		1.586	MPa
Resist. calcolo a trazione sp ≥ 50mm	(4.1.5)	f _{ctd} = f _{ctk} /γ _c		1.057	MPa
Resist. calcolo a trazione < 50mm		f _{ctd < 50 mm}		0.846	MPa

NTC 2018 paragrafo 4.1.11.**(Calcestruzzo a bassa percentuale di armatura)**

Resist. traz. non armato	f _{ctld} = 0.85 f _{ctd}	P.4.1.11.1	f _{ctld}	=	0.899	MPa
	σ _{clim} = f _{cd} - 2 (f _{ctld} ² + f _{cd} f _{ctld}) ^{0.5}	P.4.1.11.1	σ _{clim}	=	5.013	MPa
	x = a - 2 e		x	=		cm
	σ _c / σ _{clim}	(ipotesi)	σ _c /σ _{clim}	=	20.00%	
	σ _c / N _{Ed} /(bx)		σ _c	=	1.003	MPa
	δ = σ _c - σ _{clim}		δ	=	-4.011	MPa
	f _{cvd} = (f _{ctld} ² + σ _c f _{ctld}) ^{0.5}		f _{cvd}	=	1.307	MPa
	f _{cvd} = (f _{ctld} ² + σ _c f _{ctld} - δ ² /4) ^{0.5}		f _{cvd}	=	1.307	MPa
	V _{Rd} = f _{cvd} b x / 1.5 ≥ V _{Ed}	[4.1.50]	V _{Rd} /N _{Ed}	=	86.90%	
Resistenza trazione per flessione		(11.2.4)	f _{cfm}	=	2.718	
Modulo elastico calcestruzzo		(11.2.5)	E _{cm}	=	30200	

Acciaio (dalle prove originali)

		f _{y,nom}	=	334.00	MPa
coefficiente sicurezza acciaio	(4.1.6)	γ _s	=	1.150	
Resist. di calcolo acciaio	(4.1.6)	f _{yd}	=	290.43	MPa

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ESERCIZIO

Combinazione quasi permanente (punto D.2.2.2)

§ D.2.2.2.	Compressione calcestruzzo	$\sigma_c \leq 0.25 f_{ck}$	5.188	MPa
§ D.2.2.2.	Trazione cls	$\sigma'_c \leq 0.00 f_{ctm}$	0.000	MPa

Combinazione caratteristica rara (punto D.2.2.2)

§ D.2.2.2.	Compressione calcestruzzo	$\sigma_c \leq 0.25 f_{ck}$	5.188	MPa
§ D.2.2.2.	Trazione cls	$\sigma'_c \leq 0.21 f_{ctm}$	0.476	MPa

TENSIONI DI RIFERIMENTO ASSEGNATE DALLA NTC218 (stima resistenza a taglio)

§ 11.10	MURATURA PORTANTE (per roccia)	f_{bk}	=	15.000	MPa
§ 11.10.3.2.2	Stima della resistenza a taglio	f_{vk0}	=	1.003	MPa
	(ipotesi di tensione)	σ_n	=	1.003	MPa
§ 11.10.3.3	Resistenza caratteristica a taglio	$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4\sigma_n$		0.701	MPa

Dati relativi alla diga

Quota di massimo invaso	=	232.60	m
Quota di massima regolazione (sfioro)	=	230.00	m
Quota di minima regolazione	=	228.50	m
Quota a valle alla base dello sfioro	=	215.00	m
Densità calcestruzzo	=	2400	kg/m ³
Densità acqua	=	1030	kg/m ³
Accelerazione i gravità	=	9.806	m/s ²

Combinazioni fondamentali

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{Q2} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{K3} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione Eccezionale

$$G_1 + G_2 + A_d + \sum_1 \psi_{2i} \cdot Q_{Ki} \dots$$

dove:

Azione	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria "E"	1.0	0.9	0.8

Verifica allo scorrimento NTC 2018

$R_d \geq E_d$

$R_d/E_d \geq 1$

$R_k = (W_n + H_n) \cdot \operatorname{tg}(\phi) + W_s + A_f \cdot C \cdot F_c$

$R_d = R_k / \gamma_R$

$S_k = H_s = H \cdot \cos(\alpha)$

$E_d = S_k \cdot \gamma$

dove

s,n = piano di scorrimento

p = pendenza favorevole fondazione 8% (norme max 5%) = 5.00%

a = angolo pendenza favorevole = $\arctan(p)$ = 0.0500 $\sin(a)$ = seno (α) = 0.0499 $\cos(a)$ = coseno (α) = 0.9988

Rk = Sommatoria resistenze caratteristiche

Sk = Sommatoria azioni caratteristiche parallele al piano si scorrim.

W = sommatoria carichi verticali

Wn = carico perpendicolare al piano di scorrimento = $W \cdot \cos(\alpha)$ Ws = carico verticale parallelo al piano di scorrimento = $W \cdot \sin(\alpha)$

H = Spinta orizzontale

Hn = carico orizz. favorevole perpendicolare al piano di scorrimento = $H \cdot \sin(\alpha)$ Hs = carico orizzontale parallelo al piano di scorrimento = $H \cdot \cos(\alpha)$ (ϕ) = Angolo di attrito assunto per la roccia = 35 $\operatorname{tg}(\phi)$ = tangente angolo attrito terreno fondazione (roccia) = 0.700Af = Area lorda sezione in esame = m²

C = aderenza terreno fondazione assunto pari al valore di = 0.30 MPa

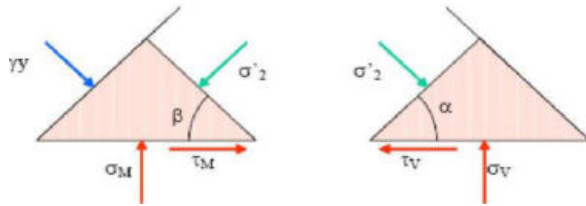
Stima resistenza a taglio

valore taglio muratura fbk > 15 MPa(coesione apparente)

Fc = Coefficiente di riduzione ompreso tra (0-1) = 0.75

(coefficiente di riduzione l'area di soggetta a taglio)

Le tensioni principali agenti sui paramenti di monte e di valle vengono calcolate con riferimento all'inclinazione con parametro verticale a monte la tensione relativa non si modifica.



$$\sigma_m = N/A - M/W$$

$$\sigma_v = N/A + M/W$$

$$\sigma_2 = \sigma_M \cdot (1 + \theta_i^2) - \gamma_{H2o} \cdot y \cdot \theta_i^2$$

$$\sigma_2 = \sigma_V \cdot (1 + \theta_e^2)$$

Coefficienti combinazione dei carichi (NTC2018)

Azione	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Categoria "E"	1.0	0.9	0.8

tab. 2.6.1 (NTC 2018)		Coeff.	EQU	A1	A2
				STR	GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Coefficienti parziali γ_R assunti per le verifiche eseguite.

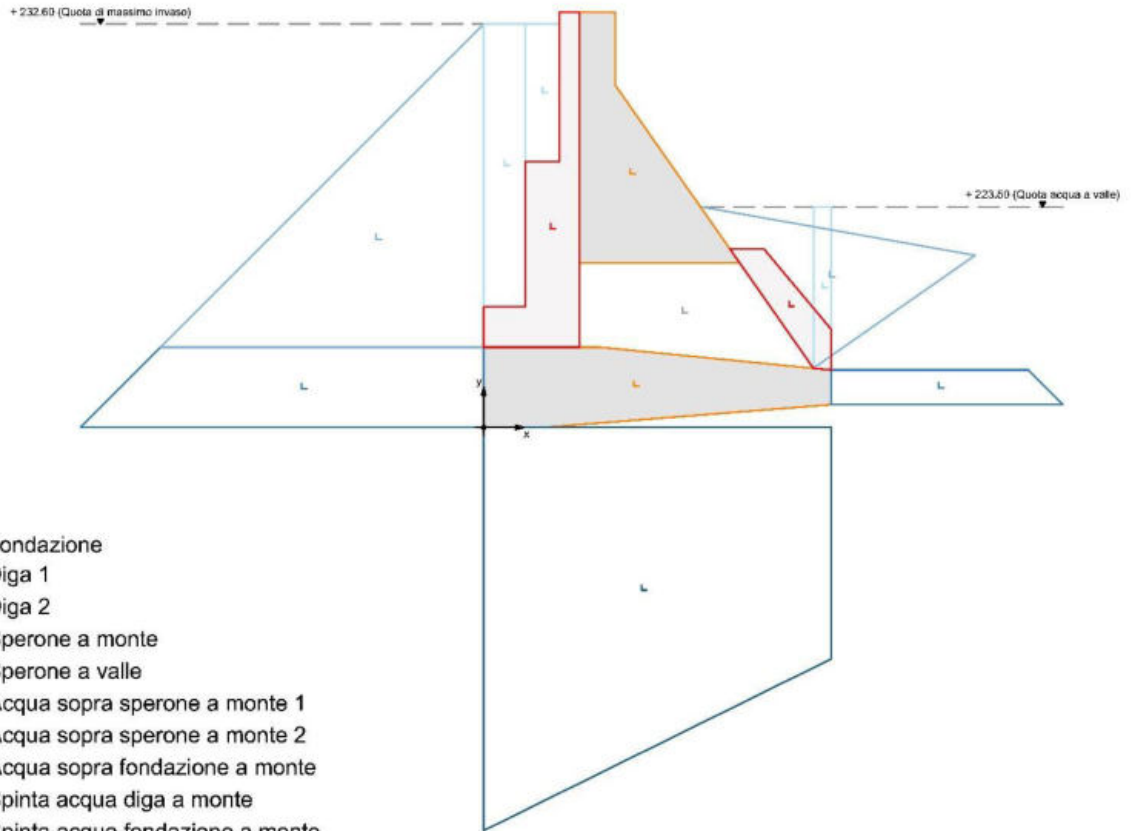
Scorrimento: $\gamma_R = 1.15$ (p.to D.2.2.1 di NTD14)

Ribaltamento: $\gamma_R = 1.15$ (p.to 6.5.3.1.1 di NTC18)

Capacità portante fondazione: $\gamma_R = 2.30$ (p.to 6.4.2.1 di NTC18)

Nelle verifiche di stabilità di seguito riportate le azioni stabilizzanti (al ribaltamento, allo scorrimento e di capacità portante) sono divise per il coefficiente γ_R di normativa, per cui nel confronto con l'azione instabilizzante, per verifica positiva, il rapporto deve risultare maggiore o uguale ad uno.

SEZIONE ASSE SGHIAIATO



- Fondazione
- Diga 1
- Diga 2
- Sperone a monte
- Sperone a valle
- Acqua sopra sperone a monte 1
- Acqua sopra sperone a monte 2
- Acqua sopra fondazione a monte
- Spinta acqua diga a monte
- Spinta acqua fondazione a monte
- Acqua sopra fondazione a valle
- Spinta acqua diga a valle
- Spinta acqua fondazione a valle
- Sottopressione

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	212.50	m
Relativa	0.00	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	7.49	2.05	14.40	54.53	785.29	24.00	-18847	0
Diga 1	7.30	12.62	14.40	49.71	715.86	24.00	17181	0
Diga 2	9.91	5.72	6.00	44.91	269.45	24.00	-6467	0
Sperone a monte	3.33	9.91	6.80	36.59	248.78	24.00	-5971	0
Sperone a valle	15.22	6.04	5.20	10.95	56.93	24.00	-1366	0
Acqua sopra fondazione a monte	2.39	12.05	8.40	-	-	10.30	-6658	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	9.37	15.20	-	-	10.30	0	20291
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.93	15.20	-	-	10.30	0	11335
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.04	13.05	6.80	-	-	10.30	-2054	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	16.88	6.93	13.60	-	-	10.30	-992	0
Spinta acqua diga a valle	15.38	4.38	13.60	-	-	10.30	-3249	-4641
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	1.36	13.60	-	-	10.30	0	-3834
Sottopressione - Pre dreno	4.14	0.43	14.40	-	-	10.30	22882	0
Sottopressione - Post dreno	12.74	0.65	14.40	-	-	10.30	17041	0

Verifica allo scorrimento

Piano di scorrimento		6.59	%
Pendenza di calcolo ammessa (§ D.2.2.1)		5.00	%
Pendenza di calcolo		5.00	%
Angolo	α	0.05	rad
Larghezza della superficie di scorrimento	a	17.31	m
Lunghezza della superficie di scorrimento	b	14.40	m
Angolo di attrito fondazione - terreno	ϕ'_k	35.00	°
Aderenza fondazione - terreno	c'_k	0.30	N/mm ²
Coefficiente di riduzione area soggetta a taglio	F_c	0.75	
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico angolo di attrito fondazione - terreno	$\gamma_{\phi'}$	1.00	
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico aderenza fondazione - terreno	$\gamma_{c'}$	1.00	
Coefficiente parziale	γ_R	1.15	

Resistenza allo scorrimento attrito e coesione

Descrizione			γ_{G1}	F_V	F_H	$\text{tg}(\phi)$	$R_{d1, FV}$	$R_{d1, FH}$			$R_{d, ai}$	
			[/]	[KN]	[KN]	[/]	[KN]	[KN]				
Fondazione	1.00	0.00	1.00	-18847	0	0.70	-13180	0			-13180.33	KN
Diga 1	1.00	0.00	1.00	-17181	0	0.70	-12015	0			-12014.95	KN
Diga 2	1.00	0.00	1.00	-6467	0	0.70	-4522	0			-4522.42	KN
Sperone a monte	1.00	0.00	1.00	-5971	0	0.70	-4175	0			-4175.49	KN
Sperone a valle	1.00	0.00	1.00	-1366	0	0.70	-955	0			-955.45	KN
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	1.00	-6658	0	0.70	-4656	0			-4656.45	KN
Spinta acqua diga a monte	0.00	0.05	1.00	0	20291	0.70	0	-710			-709.51	KN
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.05	1.00	0	11335	0.70	0	-396			-396.35	KN
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	0.00	1.00	-2054	0	0.70	-1437	0			-1436.52	KN
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	0.00	1.00	-816	0	0.70	-570	0			-570.39	KN
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	1.00	-992	0	0.70	-694	0			-693.75	KN
Spinta acqua diga a valle	1.00	0.00	1.00	-3249	-4641	0.70	-2272	0			-2271.82	KN
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	1.00	0	-3834	0.70	0	0			0.00	KN
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	1.00	22882	0	0.70	0	0			0.00	KN
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	1.00	17041	0	0.70	0	0			0.00	KN
Resistenza allo scorrimento attrito										$R_{d, a}$	-45583.43	KN
Resistenza allo scorrimento coesione												
Area della superficie di scorrimento										A	249.58	m ²
Coesione										$R_{d, b}$	-56154.46	KN

Resistenza allo scorrimento altre forze ed azioni di scorrimento

Descrizione			γ_{G1}	F_V	F_H	$tg(\phi)$	$S_{d1, FV}$	$S_{d1, FH}$	$R_{d, fi}$	S_{d1}	
			[/]	[KN]	[KN]	[/]	[KN]	[KN]			
Fondazione	0.05	0.00	1.00	-18847	0	1.00	-941	0	-941.17	0.00	KN
Diga 1	0.05	0.00	1.00	-17181	0	1.00	-858	0	-857.96	0.00	KN
Diga 2	0.05	0.00	1.00	-6467	0	1.00	-323	0	-322.93	0.00	KN
Sperone a monte	0.05	0.00	1.00	-5971	0	1.00	-298	0	-298.16	0.00	KN
Sperone a valle	0.05	0.00	1.00	-1366	0	1.00	-68	0	-68.23	0.00	KN
Acqua sopra fondazione a monte	0.05	0.00	1.00	-6658	0	1.00	-333	0	-332.50	0.00	KN
Spinta acqua diga a monte	0.00	1.00	1.00	0	20291	1.00	0	20266	0.00	20265.64	KN
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.00	1.00	0	11335	1.00	0	11321	0.00	11320.80	KN
Acqua sopra sperone 1 a monte	0.05	0.00	1.00	-2054	0	1.00	-103	0	-102.58	0.00	KN
Acqua sopra sperone 2 a monte	0.05	0.00	1.00	-816	0	1.00	-41	0	-40.73	0.00	KN
Acqua sopra fondazione a valle	0.05	0.00	1.00	-992	0	1.00	-50	0	-49.54	0.00	KN
Spinta acqua diga a valle	0.05	1.00	1.00	-3249	-4641	1.00	-162	-4635	-	4797.26	KN
Spinta acqua fondazione a valle	0.05	1.00	1.00	0	-3834	1.00	0	-3829	-	3829.23	KN
Sottopressione - Pre dreno	0.05	0.00	1.00	22882	0	1.00	1143	0	0.00	1142.68	KN
Sottopressione - Post dreno	0.05	0.00	1.00	17041	0	1.00	851	0	0.00	851.00	KN
Resistenza allo scorrimento altre forze									$R_{d, f}$	-11640.29	KN
Azione di scorrimento									S_d	33580.12	KN

Verifica

Resistenza allo scorrimento complessiva di calcolo (Valore assoluto)	R_d	98589.73	KN
Azione di scorrimento	S_d	33580.12	KN
Resistenza di scorrimento complessiva di calcolo (Valore assoluto) / Azione di scorrimento	R_d / S_d	2.94	≥ 1
Verificato			

Verifica a ribaltamento

Ascissa del centro di rotazione	x_c	17.31	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	1.14	m
Coefficiente parziale	γ_R	1.15	

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.49	2.05	-18847	0	-9.82	0.91	184993	0	184993.18	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	-17181	0	-10.01	11.48	171892	0	171891.86	KNm
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	4.58	47886	0	47886.25	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	-13.98	8.77	83462	0	83462.06	KNm
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	4.90	2853	0	2853.23	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	-14.92	10.91	99343	0	99343.42	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	-12.53	8.23	0	-166927	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.93	0	11335	-17.31	0.79	0	-8913	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-16.27	11.91	33421	0	33420.75	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-14.38	15.54	11729	0	11728.56	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0	431.53	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017	21290.77	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.36	0	-3834	-17.31	0.22	0	839	838.78	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	4.14	0.43	22882	0	-13.17	-0.71	-301280	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	12.74	0.65	17041	0	-4.57	-0.49	-77959	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	658140.38	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.49	2.05	-18847	0	-9.82	0.91	184993	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	4.58	47886	0	0.00	KNm
Diga 2	1.00	2.39	12.05	-6658	0	-14.92	10.91	99343	0	0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	-12.53	8.23	0	-166927	-166926.95	KNm
Sperone a valle	1.00	0.00	1.93	0	11335	-17.31	0.79	0	-8913	-8913.07	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-16.27	11.91	33421	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-14.38	15.54	11729	0	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	0.00	1.36	0	-3834	-17.31	0.22	0	839	0.00	KNm

Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0	0.00	KNm	
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017	0.00	KNm	
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.36	0	-3834	-17.31	0.22	0	839	0.00	KNm	
Sottoppressione - Pre dreno	1.00	4.14	0.43	22882	0	-13.17	-0.71	-301280	0	-301279.90	KNm	
Sottoppressione - Post dreno	1.00	12.74	0.65	17041	0	-4.57	-0.49	-77959	0	-77958.72	KNm	
Momento instabilizzante										$M_{inst, i}$	-555078.64	KNm

Verifica

Momento stabilizzante di calcolo (Valore assoluto)	$M_{Stab, i}$	572295.99	KNm
Momento instabilizzante	$M_{inst, i}$	555078.64	KNm
Momento stabilizzante / Momento instabilizzante	M_{Stab} / M_{inst}	1.03	≥ 1
Verificato			

Verifica di resistenza del terreno

Piano della superficie resistente		6.59	%
Angolo	α	0.07	rad
Larghezza della superficie resistente	a	17.35	m
Lunghezza della superficie resistente	b	14.40	m
Ascissa del baricentro della superficie resistente	x_b	8.66	m
Ordinata del baricentro della superficie resistente	y_b	0.57	m
Peso specifico terreno	γ	26.00	[KN/m ³]
Angolo di attrito fondazione - terreno	φ'_k	35.00	°
Aderenza fondazione - terreno	c'_k	0.30	N/mm ²
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico angolo di attrito fondazione - terreno	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico aderenza fondazione - terreno	$\gamma_{c'}$	1.00	
Coefficiente parziale	γ_R	2.30	
Ascissa del centro di rotazione	x_c	17.31	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	1.14	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$		
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]			
Fondazione	1.00	7.49	2.05	-18847	0	-9.82	0.91	184993	0	184993.18	KNm	
Diga 1	1.00	7.30	12.62	17181	0	10.01	11.48	171892	0	171891.86	KNm	
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	4.58	47886	0	47886.25	KNm	
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	13.98	8.77	83462	0	83462.06	KNm	
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	4.90	2853	0	2853.23	KNm	
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	14.92	10.91	99343	0	99343.42	KNm	
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	12.53	8.23	0	-166927	0.00	KNm	
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.93	0	11335	17.31	0.79	0	-8913	0.00	KNm	
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	16.27	11.91	33421	0	33420.75	KNm	
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	14.38	15.54	11729	0	11728.56	KNm	
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0	431.53	KNm	
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017	21290.77	KNm	
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.36	0	-3834	17.31	0.22	0	839	838.78	KNm	
Sottopressione - Pre dreno	1.00	4.14	0.43	22882	0	13.17	-0.71	-301280	0	0.00	KNm	
Sottopressione - Post dreno	1.00	12.74	0.65	17041	0	-4.57	-0.49	-77959	0	0.00	KNm	
Momento stabilizzante										$M_{Stab, i}$	658140.38	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.49	2.05	-18847	0	-9.82	0.91	184993	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	17181	0	10.01	11.48	171892	0	0.00	KNm
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	4.58	47886	0	0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	13.98	8.77	83462	0	0.00	KNm
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	4.90	2853	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	14.92	10.91	99343	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	12.53	8.23	0	-166927	166926.95	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.93	0	11335	17.31	0.79	0	-8913	-8913.07	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	16.27	11.91	33421	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	14.38	15.54	11729	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.36	0	-3834	17.31	0.22	0	839	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	4.14	0.43	22882	0	13.17	-0.71	-301280	0	301279.90	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	12.74	0.65	17041	0	-4.57	-0.49	-77959	0	-77958.72	KNm
Momento instabilizzante									$M_{Inst, i}$	-555078.64	KNm

Verifica

Sforzo Normale	N_{Ed}	-25147.66	KN
Sforzo Tangenziale	V_{Ed}	21544.05	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	103061.74	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-4.10	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	4.58	KNm
Larghezza fittizia	B'	8.20	m
Angolo inclinazione carico	α	0.71	rad
Angolo di attrito fondazione - terreno	φ'_d	35.00	°
		0.61	rad
	N_γ	33.30	
	s_γ	0.77	
	i_γ	0.00	
Aderenza fondazione - terreno	c'_d	0.30	N/mm ²
	N_c	46.12	
	s_c	1.11	
	i_c	0.30	
Capacità portante terreno	Q_{Rd}	238415.38	KN
Confronto tra capacità portante terreno e sforzo normale	QRd > NEd		
	Verificato		

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	212.50	m
Relativa	0.00	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	7.49	2.05	14.40	54.53	785.29	24.00	-	0
Diga 1	7.30	12.62	14.40	49.71	715.86	24.00	-	0
Diga 2	9.91	5.72	6.00	44.91	269.45	24.00	-6467	0
Sperone a monte	3.33	9.91	6.80	36.59	248.78	24.00	-5971	0
Sperone a valle	15.22	6.04	5.20	10.95	56.93	24.00	-1366	0
Acqua sopra fondazione a monte	2.39	12.05	8.40	-	-	10.30	-6658	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	9.37	15.20	-	-	10.30	0	20291
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.93	15.20	-	-	10.30	0	11335
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.04	13.05	6.80	-	-	10.30	-2054	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	16.88	6.93	13.60	-	-	10.30	-992	0
Spinta acqua diga a valle	15.38	4.38	13.60	-	-	10.30	-3249	-4641
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	1.36	13.60	-	-	10.30	0	-3834
Sottopressione - Pre dreno	4.14	0.43	14.40	-	-	10.30	22882	0
Sottopressione - Post dreno	12.74	0.65	14.40	-	-	10.30	17041	0

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	212.50	m
Relativa	0.00	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	7.49	2.05	14.40	54.53	785.29	24.00	-18847	0
Diga 1	7.30	12.62	14.40	49.71	715.86	24.00	17181	0
Diga 2	9.91	5.72	6.00	44.91	269.45	24.00	-6467	0
Sperone a monte	3.33	9.91	6.80	36.59	248.78	24.00	-5971	0
Sperone a valle	15.22	6.04	5.20	10.95	56.93	24.00	-1366	0
Acqua sopra fondazione a monte	2.39	12.05	8.40	-	-	10.30	-6658	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	9.37	15.20	-	-	10.30	0	20291
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.93	15.20	-	-	10.30	0	11335
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.04	13.05	6.80	-	-	10.30	-2054	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	16.88	6.93	13.60	-	-	10.30	-992	0
Spinta acqua diga a valle	15.38	4.38	13.60	-	-	10.30	-3249	-4641
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	1.36	13.60	-	-	10.30	0	-3834
Sottopressione - Pre dreno	4.14	0.43	14.40	-	-	10.30	22882	0
Sottopressione - Post dreno	12.74	0.65	14.40	-	-	10.30	17041	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		6.59	%
Angolo	α	0.07	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	17.35	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.40	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	8.66	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	0.57	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	17.31	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	1.14	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.49	2.05	-18847	0	-9.82	0.91	184993	0	184993.18	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	-17181	0	10.01	11.48	171892	0	171891.86	KNm
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	4.58	47886	0	47886.25	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	13.98	8.77	83462	0	83462.06	KNm
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	4.90	2853	0	2853.23	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	14.92	10.91	99343	0	99343.42	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	12.53	8.23	0	-166927	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.93	0	11335	17.31	0.79	0	-8913	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	16.27	11.91	33421	0	33420.75	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	14.38	15.54	11729	0	11728.56	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0	431.53	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017	21290.77	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.36	0	-3834	17.31	0.22	0	839	838.78	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	4.14	0.43	22882	0	13.17	-0.71	-301280	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	12.74	0.65	17041	0	-4.57	-0.49	-77959	0	0.00	KNm

Momento stabilizzante	M _{Stab, i}	658140.38	KNm
-----------------------	----------------------	-----------	-----

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$		$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]			
Fondazione	1.00	7.49	2.05	-18847	0	-9.82	0.91	184993	0		0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	-17181	0	-10.01	11.48	171892	0		0.00	KNm
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	4.58	47886	0		0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	-13.98	8.77	83462	0		0.00	KNm
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	4.90	2853	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	-14.92	10.91	99343	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	-12.53	8.23	0	-166927		-166926.95	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.93	0	11335	-17.31	0.79	0	-8913		-8913.07	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-16.27	11.91	33421	0		0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-14.38	15.54	11729	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	5.79	432	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	3.24	6273	15017		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.36	0	-3834	-17.31	0.22	0	839		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	4.14	0.43	22882	0	-13.17	-0.71	-301280	0		-301279.90	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	12.74	0.65	17041	0	-4.57	-0.49	-77959	0		-77958.72	KNm

Momento instabilizzante	M _{Inst, i}	-555078.64	KNm
-------------------------	----------------------	------------	-----

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N _{Ed}	-23625.30	KN
Sforzo di taglio	V _{Ed}	23151.06	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	103061.74	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N _{Ed}	-23625.30	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	103061.74	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e _c	-4.36	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e _g	4.31	m
	x	8.72	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N _{Ed}	23625.30	KN
Sforzo normale resistente	N _{Rd}	1423469.20	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N _{Ed} / N _{Rd}	0.0166	<1
		Verificato	

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V _{Ed}	23151.06	KN
Tensione media a compressione	σ _c	188.10	N/mm ²

	δ	183.31	KN
	$f_{c,d}$	12.87	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1077835.89	KN
<u>Verifica</u>			
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0215	<1
	Verificato		

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	215.00	m
Relativa	2.50	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	7.03	3.13	14.40	19.42	279.59	24.00	-6710	0
Diga 1	7.30	12.62	14.40	49.71	715.86	24.00	17181	0
Diga 2	9.91	5.72	6.00	44.91	269.45	24.00	-6467	0
Sperone a monte	3.33	9.91	6.80	36.59	248.78	24.00	-5971	0
Sperone a valle	15.22	6.04	5.20	10.95	56.93	24.00	-1366	0
Acqua sopra fondazione a monte	2.39	12.05	8.40	-	-	10.30	-6658	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	9.37	15.20	-	-	10.30	0	20291
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	3.24	15.20	-	-	10.30	0	3957
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.04	13.05	6.80	-	-	10.30	-2054	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	16.88	6.93	13.60	-	-	10.30	-992	0
Spinta acqua diga a valle	15.38	4.38	13.60	-	-	10.30	-3249	-4641
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	2.68	13.60	-	-	10.30	0	-420
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	17.31	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.40	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	8.61	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	2.50	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	17.31	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	2.50	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.03	3.13	-6710	0	-10.28	0.63	68997	0	68996.80	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	17181	0	10.01	10.12	171892	0	171891.86	KNm
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	3.22	47886	0	47886.25	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	13.98	7.41	83462	0	83462.06	KNm
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	3.54	2853	0	2853.23	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	14.92	9.55	99343	0	99343.42	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	12.53	6.87	0	139331	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	3.24	0	3957	17.31	0.74	0	-2924	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	16.27	10.55	33421	0	33420.75	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	14.38	14.18	11729	0	11728.56	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	4.43	432	0	431.53	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	1.88	6273	8706	14979.25	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	2.68	0	-420	17.31	0.18	0	75	74.98	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	17.31	-2.50	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	17.31	-2.50	0	0	0.00	KNm

Momento stabilizzante	M _{Stab, i}	535068.68	KNm
-----------------------	----------------------	-----------	-----

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$		$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]			
Fondazione	1.00	7.03	3.13	-6710	0	-10.28	0.63	68997	0		0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	-17181	0	-10.01	10.12	171892	0		0.00	KNm
Diga 2	1.00	9.91	5.72	-6467	0	-7.40	3.22	47886	0		0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	-13.98	7.41	83462	0		0.00	KNm
Sperone a valle	1.00	15.22	6.04	-1366	0	-2.09	3.54	2853	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	-14.92	9.55	99343	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	-12.53	6.87	0	-139331		-139331.25	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	3.24	0	3957	-17.31	0.74	0	-2924		-2923.76	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-16.27	10.55	33421	0		0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-14.38	14.18	11729	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	16.88	6.93	-992	0	-0.43	4.43	432	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	15.38	4.38	-3249	-4641	-1.93	1.88	6273	8706		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	2.68	0	-420	-17.31	0.18	0	75		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-17.31	-2.50	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-17.31	-2.50	0	0		0.00	KNm

Momento instabilizzante	M _{Inst, i}	-142255.01	KNm
-------------------------	----------------------	------------	-----

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N _{Ed}	-51463.03	KN
Sforzo di taglio	V _{Ed}	19187.62	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	392813.67	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N _{Ed}	-51463.03	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	392813.67	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e _c	-7.63	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e _g	1.07	m
	x	15.18	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N _{Ed}	51463.03	KN
Sforzo normale resistente	N _{Rd}	2476700.07	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N _{Ed} / N _{Rd}	0.0208	<1
		Verificato	

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V _{Ed}	19187.62	KN
Tensione media a compressione	σ _c	235.49	N/mm ²

	δ	230.70	KN
	$f_{c,d}$	14.40	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	2097352.54	KN
<u>Verifica</u>			
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0091	<1
	Verificato		

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	216.50	m
Relativa	4.00	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Diga 1	7.30	12.62	14.40	49.71	715.86	24.00	17181	0
Diga 2	9.54	5.99	6.00	39.70	238.21	24.00	-5717	0
Sperone a monte	3.33	9.91	6.80	36.59	248.78	24.00	-5971	0
Sperone a valle	15.02	6.39	5.20	9.60	49.94	24.00	-1199	0
Acqua sopra fondazione a monte	2.39	12.05	8.40	-	-	10.30	-6658	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	9.37	15.20	-	-	10.30	0	20291
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.04	13.05	6.80	-	-	10.30	-2054	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	14.73	5.30	13.60	-	-	10.30	-2402	-3432
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	15.70	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	6.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	7.85	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	4.00	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	15.70	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	4.00	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	17181	0	-8.40	8.62	144278	0	144277.54	KNm
Diga 2	1.00	9.54	5.99	-5717	0	-6.16	1.99	35207	0	35206.67	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	-	5.91	73865	0	73865.40	KNm
Sperone a valle	1.00	15.02	6.39	-1199	0	-0.69	2.39	821	0	821.40	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	-	8.05	88641	0	88641.36	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	-	5.37	0	-108895	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-	9.05	30119	0	30119.14	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-	12.68	10418	0	10417.62	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	14.73	5.30	-2402	-3432	-0.97	1.30	2338	4474	6812.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0	0.00	KNm

Momento stabilizzante	M _{Stab, i}	390161.14	KNm
-----------------------	----------------------	-----------	-----

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$		$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]			
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0		0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	-17181	0	-8.40	8.62	144278	0		0.00	KNm
Diga 2	1.00	9.54	5.99	-5717	0	-6.16	1.99	35207	0		0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.33	9.91	-5971	0	-	5.91	73865	0		0.00	KNm
Sperone a valle	1.00	15.02	6.39	-1199	0	-0.69	2.39	821	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	2.39	12.05	-6658	0	-	8.05	88641	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	9.37	0	20291	-	5.37	0	-108895		-108894.81	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0		0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-	9.05	30119	0		0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-	12.68	10418	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	14.73	5.30	-2402	-3432	-0.97	1.30	2338	4474		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-4.00	0	0		0.00	KNm

Momento instabilizzante	M _{Inst, i}	-108894.81	KNm
-------------------------	----------------------	------------	-----

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N _{Ed}	-41997.41	KN
Sforzo di taglio	V _{Ed}	16859.00	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	281266.33	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N _{Ed}	-41997.41	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	281266.33	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e _c	-6.70	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e _g	1.15	m
	x	13.40	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N _{Ed}	41997.41	KN
Sforzo normale resistente	N _{Rd}	911013.62	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N _{Ed} / N _{Rd}	0.0461	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V _{Ed}	16859.00	KN
------------------	-----------------	----------	----

Tensione media a compressione	σ_c	522.46	N/mm ²
	δ	517.67	KN
	$f_{c,d}$	21.42	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1147936.54	KN
<u>Verifica</u>			
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0147	<1
		Verificato	

SEZIONE ASSE SGHIAIATOI

VERIFICHE DI RESISTENZA

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	218.00	m
Relativa	5.50	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Diga 1	7.30	12.62	14.40	49.71	715.86	24.00	17181	0
Diga 2	9.26	6.80	6.00	24.10	144.63	24.00	-3471	0
Sperone a monte	3.56	11.17	6.80	29.42	200.02	24.00	-4801	0
Sperone a valle	14.48	7.13	5.20	6.56	34.09	24.00	-818	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.00	0.00	8.40	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	10.37	15.20	-	-	10.30	0	16686
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.04	13.05	6.80	-	-	10.30	-2054	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	13.88	6.52	13.60	-	-	10.30	-1483	-2119
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	9.87	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	6.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	9.72	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	5.50	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	14.68	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	5.50	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	17181	0	-7.38	7.12	126753	0	126753.37	KNm
Diga 2	1.00	9.26	6.80	-3471	0	-5.42	1.30	18821	0	18820.87	KNm
Sperone a monte	1.00	3.56	11.17	-4801	0	-	5.67	53391	0	53391.09	KNm
Sperone a valle	1.00	14.48	7.13	-818	0	-0.20	1.63	167	0	167.20	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	10.37	0	16686	-9.90	4.87	0	-81206	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-	7.55	28024	0	28023.92	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-	11.18	9586	0	9585.69	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	13.88	6.52	-1483	-2119	-0.81	1.02	1198	2170	3367.99	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0	0.00	KNm

Momento stabilizzante	M _{Stab, i}	240110.12	KNm
-----------------------	----------------------	-----------	-----

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$		$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]			
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.30	12.62	17181	0	-7.38	7.12	126753	0		0.00	KNm
Diga 2	1.00	9.26	6.80	-3471	0	-5.42	1.30	18821	0		0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.56	11.17	-4801	0	-	5.67	53391	0		0.00	KNm
Sperone a valle	1.00	14.48	7.13	-818	0	-0.20	1.63	167	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	10.37	0	16686	-9.90	4.87	0	-81206		-81206.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	1.04	13.05	-2054	0	-	7.55	28024	0		0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-	11.18	9586	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	13.88	6.52	-1483	-2119	-0.81	1.02	1198	2170		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-5.50	0	0		0.00	KNm

Momento instabilizzante	M _{Inst, i}	-81206.00	KNm
-------------------------	----------------------	-----------	-----

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N _{Ed}	-30623.27	KN
Sforzo di taglio	V _{Ed}	14567.45	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	158904.12	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N _{Ed}	-30623.27	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	158904.12	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e _c	-5.19	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e _g	-5.04	m
	x	19.94	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N _{Ed}	30623.27	KN
Sforzo normale resistente	N _{Rd}	1355974.26	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N _{Ed} / N _{Rd}	0.0226	<1
		Verificato	

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V _{Ed}	14567.45	KN
Tensione media a compressione	σ _c	255.95	N/mm ²

	δ	251.16	KN
	$f_{c,d}$	15.01	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1196944.90	KN
<u>Verifica</u>			
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0122	<1
	Verificato		

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	221.00	m
Relativa	8.50	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Diga 1	7.14	13.12	14.40	44.29	637.82	24.00	-	0
Diga 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Sperone a monte	3.74	13.12	6.80	20.28	137.87	24.00	-3309	0
Sperone a valle	13.28	8.70	5.20	0.69	3.59	24.00	-86	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.00	0.00	8.40	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	12.37	15.20	-	-	10.30	0	10533
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra sperone 1 a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	12.17	8.97	13.60	-	-	10.30	-306	-438
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{cttd}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	7.77	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.40	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	8.67	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	8.50	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	12.55	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	8.50	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	7.14	13.12	-15308	0	-5.41	4.62	82854	0	82853.63	KNm
Diga 2	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.74	13.12	-3309	0	-8.81	4.62	29152	0	29152.46	KNm
Sperone a valle	1.00	13.28	8.70	-86	0	0.72	0.20	-62	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	12.37	0	10533	-7.77	3.87	0	-40729	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-9.62	8.18	7848	0	7848.43	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	12.17	8.97	-306	-438	-0.39	0.47	118	204	322.26	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm

Momento stabilizzante	$M_{Stab, i}$	120176.78	KNm
-----------------------	---------------	-----------	-----

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$		
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]			
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Diga 1	1.00	7.14	13.12	-15308	0	-5.41	4.62	82854	0	0.00	KNm	
Diga 2	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Sperone a monte	1.00	3.74	13.12	-3309	0	-8.81	4.62	29152	0	0.00	KNm	
Sperone a valle	1.00	13.28	8.70	-86	0	0.72	0.20	-62	0	-62.44	KNm	
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	12.37	0	10533	-7.77	3.87	0	-40729	-40728.98	KNm	
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-9.62	8.18	7848	0	0.00	KNm	
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Spinta acqua diga a valle	1.00	12.17	8.97	-306	-438	-0.39	0.47	118	204	0.00	KNm	
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm	
Momento instabilizzante										$M_{Inst, i}$	-40791.41	KNm

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N_{Ed}	-19824.75	KN
Sforzo di taglio	V_{Ed}	10095.61	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	79385.36	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N_{Ed}	-19824.75	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	79385.36	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-4.00	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	-4.90	m
	x	17.57	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N_{Ed}	19824.75	KN
Sforzo normale resistente	N_{Rd}	2867670.98	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N_{Ed} / N_{Rd}	0.0069	<1
		Verificato	

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V_{Ed}	10095.61	KN
Tensione media a compressione	σ_c	78.35	N/mm ²

	δ	73.56	KN
	f_{cvd}	8.33	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1405934.62	KN
<u>Verifica</u>			
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0072	<1
Verificato			

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	224.00	m
Relativa	11.50	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Diga 1	6.54	15.00	14.40	27.18	391.36	24.00	-9393	0
Diga 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Sperone a monte	3.95	15.19	6.80	12.18	82.79	24.00	-1987	0
Sperone a valle	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.00	0.00	8.40	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a monte	4.78	14.37	15.20	-	-	10.30	0	5790
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra sperone 1 a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra sperone 2 a monte	2.93	16.68	6.80	-	-	10.30	-816	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottoppressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottoppressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	5.67	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.40	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	7.62	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	11.50	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	10.45	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	11.50	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	6.54	15.00	9393	0	-3.91	3.50	36746	0	36746.07	KNm
Diga 2	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.95	15.19	1987	0	-6.50	3.69	12920	0	12920.36	KNm
Sperone a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	14.37	0	5790	-5.67	2.87	0	-16597	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-7.52	5.18	6136	0	6135.63	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	10.45	11.50	0	0	0.00	KNm

Momento stabilizzante	M _{Stab, i}	55802.07	KNm
-----------------------	----------------------	----------	-----

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	M _{Inst, i}	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Diga 1	1.00	6.54	15.00	-9393	0	-3.91	3.50	36746	0	0.00	KNm
Diga 2	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sperone a monte	1.00	3.95	15.19	-1987	0	-6.50	3.69	12920	0	0.00	KNm
Sperone a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	4.78	14.37	0	5790	-5.67	2.87	0	-16597	-16596.82	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 1 a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra sperone 2 a monte	1.00	2.93	16.68	-816	0	-7.52	5.18	6136	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm

Momento instabilizzante	M _{Inst, i}	-16596.82	KNm
-------------------------	----------------------	-----------	-----

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N _{Ed}	-12195.25	KN
Sforzo di taglio	V _{Ed}	5789.59	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	39205.24	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N _{Ed}	-12195.25	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	39205.24	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e _c	-3.21	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e _g	-5.16	m
	x	15.99	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N _{Ed}	12195.25	KN
Sforzo normale resistente	N _{Rd}	2609958.68	KN

Verifica

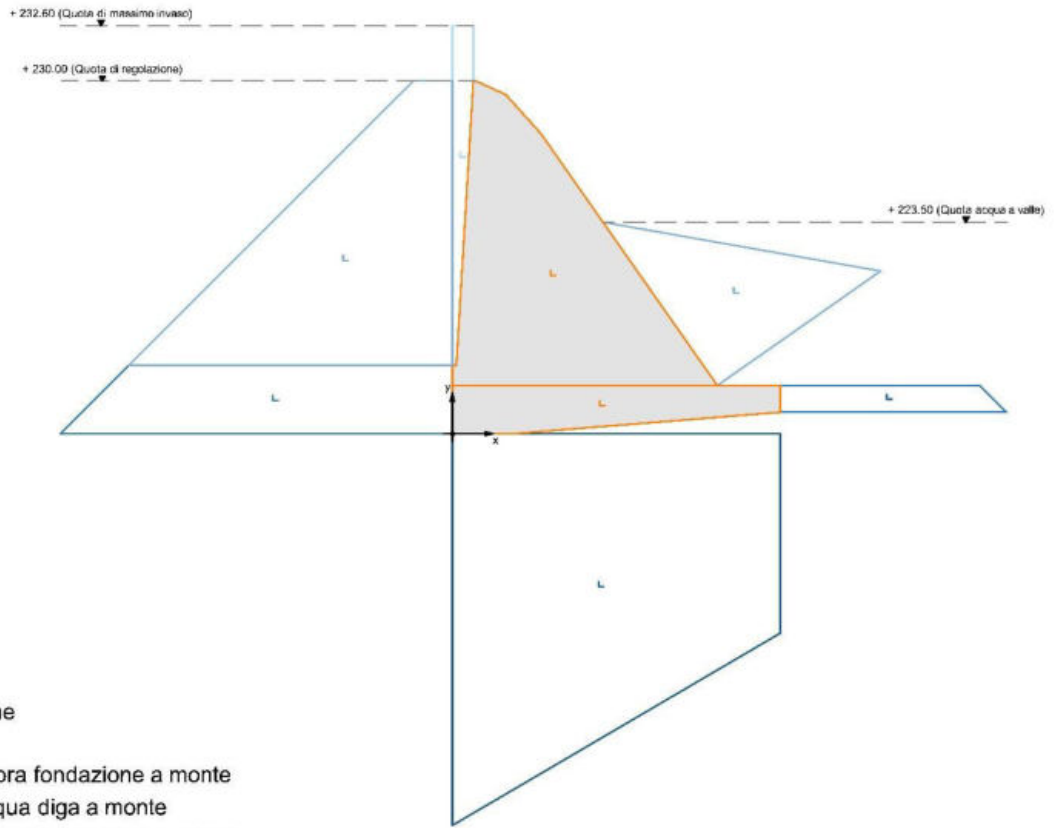
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N _{Ed} / N _{Rd}	0.0047	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V _{Ed}	5789.59	KN
------------------	-----------------	---------	----

Tensione media a compressione	σ_c	52.96	N/mm ²
	δ	48.17	KN
	f_{cvd}	6.87	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1054770.76	KN
<u>Verifica</u>			
Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0055	<1
Verificato			

SEZIONE TRACIMABILE



- Fondazione
- Diga
- Acqua sopra fondazione a monte
- Spinta acqua diga a monte
- Spinta acqua fondazione a monte
- Acqua sopra fondazione a valle
- Spinta acqua diga a valle
- Spinta acqua fondazione a valle
- Sottoppressione

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	212.63	m
Relativa	0.00	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	7.27	1.37	14.00	31.39	439.46	24.00	-	0
Diga	4.84	7.81	14.00	107.50	1505.03	24.00	-	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.10	11.67	14.00	-	-	10.30	-479	0
Spinta acqua diga a monte	0.52	8.65	14.00	-	-	10.30	-1163	19380
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.63	14.00	-	-	10.30	0	8886
Acqua sopra fondazione a valle	14.61	6.62	14.00	-	-	10.30	-3800	0
Spinta acqua diga a valle	11.95	3.95	14.00	-	-	10.30	-3646	-5209
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	1.14	14.00	-	-	10.30	0	-3310
Sottopressione - Pre dreno	3.87	0.40	14.00	-	-	0.00	20617	0
Sottopressione - Post dreno	11.89	0.61	14.00	-	-	0.00	15316	0

Verifica allo scorrimento

Piano di scorrimento		6.49	%
Pendenza di calcolo ammessa (§ D.2.2.1)		5.00	%
Pendenza di calcolo		5.00	%
Angolo	α	0.05	rad
Larghezza della superficie di scorrimento	a	16.16	m
Lunghezza della superficie di scorrimento	b	14.00	m
Angolo di attrito fondazione - terreno	ϕ'_k	35.00	°
Aderenza fondazione - terreno	c'_k	0.30	N/mm ²
Coefficiente di riduzione area soggetta a taglio	F_c	0.75	
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico angolo di attrito fondazione - terreno	$\gamma_{\phi'}$	1.00	
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico aderenza fondazione - terreno	$\gamma_{c'}$	1.00	
Coefficiente parziale	γ_R	1.15	

Resistenza allo scorrimento attrito e coesione

Descrizione			γ_{G1}	F_V	F_H	$\text{tg}(\phi)$	$R_{di, FV}$	$R_{di, FH}$			$R_{d, ai}$	
			[/]	[KN]	[KN]	[/]	[KN]	[KN]				
Fondazione	1.00	0.00	1.00	-10547	0	0.70	-7376	0			-7375.95	KN
Diga	1.00	0.00	1.00	-36121	0	0.70	-25260	0			-25260.45	KN
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	1.00	-479	0	0.70	-335	0			-334.80	KN
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.05	1.00	-1163	19380	0.70	-813	-678			-1490.88	KN
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.05	1.00	0	8886	0.70	0	-311			-310.70	KN
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	1.00	-3800	0	0.70	-2657	0			-2657.24	KN
Spinta acqua diga a valle	1.00	0.00	1.00	-3646	-5209	0.70	-2550	0			-2550.09	KN
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	1.00	0	-3310	0.70	0	0			0.00	KN
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	1.00	20617	0	0.70	0	0			0.00	KN
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	1.00	15316	0	0.70	0	0			0.00	KN
Resistenza allo scorrimento attrito										$R_{d, a}$	-39980.11	KN
Resistenza allo scorrimento coesione												
Area della superficie di scorrimento										A	226.52	m ²
Coesione										$R_{d, b}$	-50967.59	KN

Resistenza allo scorrimento altre forze ed azioni di scorrimento

Descrizione			γ_{G1}	F_V	F_H	$\text{tg}(\phi)$	$S_{di, FV}$	$S_{di, FH}$			$R_{d, fi}$	S_{di}	
			[/]	[KN]	[KN]	[/]	[KN]	[KN]					
Fondazione	0.05	0.00	1.00	-10547	0	1.00	-527	0			-526.70	0.00	KN
Diga	0.05	0.00	1.00	-36121	0	1.00	-1804	0			-1803.78	0.00	KN

Acqua sopra fondazione a monte	0.05	0.00	1.00	-479	0	1.00	-24	0	-23.91	0.00	KN
Spinta acqua diga a monte	0.05	1.00	1.00	-1163	19380	1.00	-58	19356	-58.07	19356.30	KN
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.00	1.00	0	8886	1.00	0	8875	0.00	8874.58	KN
Acqua sopra fondazione a valle	0.05	0.00	1.00	-3800	0	1.00	-190	0	-189.75	0.00	KN
Spinta acqua diga a valle	0.05	1.00	1.00	-3646	-5209	1.00	-182	-5203	-5384.82	0.00	KN
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	1.00	11.00	0	-3310	1.00	0	-36363	-	36363.34	KN
Sottoppressione - Pre dreno	0.05	0.00	1.00	20617	0	1.00	1030	0	0.00	1029.57	KN
Sottoppressione - Post dreno	0.05	0.00	1.00	15316	0	1.00	765	0	0.00	764.83	KN
Resistenza allo scorrimento altre forze									R _{d,f}	-44350.36	KN
Azione di scorrimento									S _d	30025.27	KN

<u>Verifica</u>			
Resistenza allo scorrimento complessiva di calcolo (Valore assoluto)	R _d	117650.49	KN
Azione di scorrimento	S _d	30025.27	KN
Resistenza di scorrimento complessiva di calcolo (Valore assoluto) / Azione di scorrimento	R _d / S _d	3.92	≥1
Verificato			

SEZIONE TRACIMABILE

VERIFICHE DI STABILITA'

Verifica a ribaltamento

Ascissa del centro di rotazione	x_c	16.16	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	1.05	m
Coefficiente parziale	γ_R	1.15	

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.27	1.37	-10547	0	-8.89	0.32	93794	0	93794.42	KNm
Diga	1.00	4.84	7.81	-36121	0	-11.32	6.76	408761	0	408761.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	-16.06	10.62	7689	0	7688.63	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	-15.64	7.60	18190	-147258	18190.48	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.63	0	8886	-16.16	0.58	0	-5182	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-1.55	5.57	5889	0	5889.49	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-4.21	2.90	15345	15122	30466.66	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.14	0	-3310	-16.16	0.09	0	287	286.87	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	3.87	0.40	20617	0	-12.29	-0.65	-253448	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	11.89	0.61	15316	0	-4.27	-0.44	-65445	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	565077.55	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.27	1.37	-10547	0	-8.89	0.32	93794	0	0.00	KNm
Diga	1.00	4.84	7.81	-36121	0	-11.32	6.76	408761	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	-16.06	10.62	7689	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	-15.64	7.60	18190	-147258	-147258.45	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.63	0	8886	-16.16	0.58	0	-5182	-5182.49	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-1.55	5.57	5889	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-4.21	2.90	15345	15122	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.14	0	-3310	-16.16	0.09	0	287	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	3.87	0.40	20617	0	-12.29	-0.65	-253448	0	-253448.01	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	11.89	0.61	15316	0	-4.27	-0.44	-65445	0	-65444.76	KNm
Momento instabilizzante									$M_{Inst, i}$	-471333.71	KNm

Verifica

Momento stabilizzante di calcolo (Valore assoluto)	$M_{Stab, i}$	491371.79	KNm
--	---------------	-----------	-----

Momento instabilizzante	$M_{inst, i}$	471333.71	KNm
Momento stabilizzante / Momento instabilizzante	M_{Stab} / M_{inst}	1.04	≥ 1
	Verificato		

Verifica di resistenza del terreno

Piano della superficie resistente		6.49	%
Angolo	α	0.06	rad
Larghezza della superficie resistente	a	16.19	m
Lunghezza della superficie resistente	b	14.00	m
Ascissa del baricentro della superficie resistente	x_b	8.08	m
Ordinata del baricentro della superficie resistente	y_b	0.52	m
Peso specifico terreno	γ	26.00	[KN/m ³]
Angolo di attrito fondazione - terreno	φ'_k	35.00	°
Aderenza fondazione - terreno	c'_k	0.30	N/mm ²
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico angolo di attrito fondazione - terreno	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	
Coefficiente parziale - Parametro geotecnico aderenza fondazione - terreno	$\gamma_{c'}$	1.00	
Coefficiente parziale	γ_R	2.30	
Ascissa del centro di rotazione	x_c	16.16	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	1.05	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.27	1.37	-10547	0	-8.89	0.32	93794	0	93794.42	KNm
Diga	1.00	4.84	7.81	36121	0	11.32	6.76	408761	0	408761.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	16.06	10.62	7689	0	7688.63	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	15.64	7.60	18190	-147258	18190.48	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.63	0	8886	16.16	0.58	0	-5182	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-1.55	5.57	5889	0	5889.49	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-4.21	2.90	15345	15122	30466.66	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.14	0	-3310	16.16	0.09	0	287	286.87	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	3.87	0.40	20617	0	12.29	-0.65	-253448	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	11.89	0.61	15316	0	-4.27	-0.44	-65445	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	565077.55	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.27	1.37	-10547	0	-8.89	0.32	93794	0	0.00	KNm

Diga	1.00	4.84	7.81	-	0	-	6.76	408761	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	-	10.62	7689	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	-	7.60	18190	-147258		-	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.63	0	8886	-	0.58	0	-5182		-5182.49	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-	5.57	5889	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-	2.90	15345	15122		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.14	0	-3310	-	0.09	0	287		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	3.87	0.40	20617	0	-	-0.65	-253448	0		-	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	11.89	0.61	15316	0	-	-0.44	-65445	0		-	KNm
Momento instabilizzante										$M_{inst, i}$	-	KNm
											471333.71	

Verifica

Sforzo Normale	N_{Ed}	-21060.13	KN
Sforzo Tangenziale	V_{Ed}	18421.78	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	93743.85	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-4.45	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	3.65	KNm
Larghezza fittizia			
	B'	8.90	m
Angolo inclinazione carico			
	α	0.72	rad
Angolo di attrito fondazione - terreno			
	φ'_d	35.00	°
		0.61	rad
Aderenza fondazione - terreno			
	N_γ	33.30	
	s_γ	0.75	
	i_γ	0.00	
	c'_d	0.30	N/mm ²
	N_c	46.12	
	s_c	1.13	
	i_c	0.29	
Capacità portante terreno			
	Q_{Rd}	248721.99	KN
Confronto tra capacità portante terreno e sforzo normale			
		$ QRd > NEd $	
		Verificato	

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	212.63	m
Relativa	0.00	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_v	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_v	F_H
Fondazione	7.27	1.37	14.00	31.39	439.46	24.00	-10547	0
Diga	4.84	7.81	14.00	107.50	1505.03	24.00	36121	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.10	11.67	14.00	-	-	10.30	-479	0
Spinta acqua diga a monte	0.52	8.65	14.00	-	-	10.30	-1163	19380
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	1.63	14.00	-	-	10.30	0	8886
Acqua sopra fondazione a valle	14.61	6.62	14.00	-	-	10.30	-3800	0
Spinta acqua diga a valle	11.95	3.95	14.00	-	-	10.30	-3646	-5209
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	1.14	14.00	-	-	10.30	0	-3310
Sottopressione - Pre dreno	3.87	0.40	14.00	-	-	0.00	20617	0
Sottopressione - Post dreno	11.89	0.61	14.00	-	-	0.00	15316	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		6.49	%
Angolo	α	0.06	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	16.19	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	8.08	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	0.53	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	16.16	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	1.05	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.27	1.37	-10547	0	-8.89	0.32	93794	0	93794.42	KNm
Diga	1.00	4.84	7.81	-36121	0	11.32	6.76	408761	0	408761.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	16.06	10.62	7689	0	7688.63	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	15.64	7.60	18190	-147258	18190.48	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.63	0	8886	16.16	0.58	0	-5182	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-1.55	5.57	5889	0	5889.49	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-4.21	2.90	15345	15122	30466.66	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.14	0	-3310	16.16	0.09	0	287	286.87	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	3.87	0.40	20617	0	12.29	-0.65	-253448	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	11.89	0.61	15316	0	-4.27	-0.44	-65445	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	565077.55	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	7.27	1.37	-10547	0	-8.89	0.32	93794	0	0.00	KNm

Diga	1.00	4.84	7.81	-	0	-	6.76	408761	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	16.06	10.62	7689	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	15.64	7.60	18190	-147258		-147258.45	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	1.63	0	8886	16.16	0.58	0	-5182		-5182.49	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-1.55	5.57	5889	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-4.21	2.90	15345	15122		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	1.14	0	-3310	16.16	0.09	0	287		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	3.87	0.40	20617	0	12.29	-0.65	-253448	0		-253448.01	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	11.89	0.61	15316	0	-4.27	-0.44	-65445	0		-65444.76	KNm
Momento instabilizzante									M _{Inst, i}		-471333.71	KNm

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N _{Ed}	-19781.24	KN
Sforzo di taglio	V _{Ed}	19747.04	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	93743.85	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N _{Ed}	-19781.24	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M _{Ed}	93743.85	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e _c	-4.74	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e _g	3.35	m
	x	9.48	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N _{Ed}	19781.24	KN
Sforzo normale resistente	N _{Rd}	1504486.10	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N _{Ed} / N _{Rd}	0.0131	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V _{Ed}	19747.04	KN
Tensione media a compressione	σ _c	149.01	N/mm ²
	δ	144.22	KN
	f _{cvd}	11.46	KN
Sforzo di taglio resistente	V _{Rd}	1014553.18	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V _{Ed} / V _{Rd}	0.0195	<1
Verificato			

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	215.00	m
Relativa	2.37	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	14.00	0.00	0.00	24.00	0	0
Diga	4.84	7.81	14.00	107.50	####	24.00	-	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.10	11.67	14.00	-	-	10.30	-479	0
Spinta acqua diga a monte	0.52	8.65	14.00	-	-	10.30	-1163	19380
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	2.87	14.00	-	-	10.30	0	2466
Acqua sopra fondazione a valle	14.61	6.62	14.00	-	-	10.30	-3800	0
Spinta acqua diga a valle	11.95	3.95	14.00	-	-	10.30	-3646	-5209
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	16.16	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	8.08	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	2.37	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	16.16	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	2.37	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	16.16	2.37	0	0	0.00	KNm
Diga	1.00	4.84	7.81	36121	0	11.32	5.44	408761	0	408761.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	16.06	9.30	7689	0	7688.63	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	15.64	6.28	18190	121676	18190.48	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	2.87	0	2466	16.16	0.50	0	-1221	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-1.55	4.25	5889	0	5889.49	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-4.21	1.58	15345	8246	23590.49	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	16.16	2.37	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	16.16	2.37	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	16.16	2.37	0	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	464120.09	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		

Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Diga	1.00	4.84	7.81	36121	0	-	-	408761	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.10	11.67	-479	0	-	-	7689	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.52	8.65	-1163	19380	-	-	18190	-	121676	-121676.21	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	2.87	0	2466	-	-	0	-1221		-1220.89	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	14.61	6.62	-3800	0	-	-	5889	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	11.95	3.95	-3646	-5209	-	-	15345	8246		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Momento instabilizzante										$M_{inst, i}$	-122897.11	KNm

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N_{Ed}	-45208.42	KN
Sforzo di taglio	V_{Ed}	16637.08	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	341222.98	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N_{Ed}	-45208.42	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	341222.98	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-7.55	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	0.53	m
	x	15.10	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N_{Ed}	45208.42	KN
Sforzo normale resistente	N_{Rd}	2395160.35	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N_{Ed} / N_{Rd}	0.0189	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V_{Ed}	16637.08	KN
Tensione media a compressione	σ_c	213.92	N/mm ²
	δ	209.13	KN
	f_{cvd}	13.72	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1933504.85	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0086	<1
Verificato			

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	218.00	m
Relativa	5.37	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_v	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_v	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Diga	4.22	9.78	14.00	71.99	1007.89	24.00	-	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a monte	0.60	9.96	14.00	-	-	10.30	-893	14881
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	10.24	6.39	14.00	-	-	10.30	-1527	-2181
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	10.64	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	5.64	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	5.37	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	10.96	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	5.37	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Diga	1.00	4.22	9.78	-	0	-	-	163025	0	163024.64	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.60	9.96	-893	14881	-	-	9255	-68256	9254.59	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	10.24	6.39	-1527	-2181	-	-	1095	2234	3328.58	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	175607.81	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		

Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Diga	1.00	4.22	9.78	24189	0	-6.74	4.41	163025	0		0.00	KNm	
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.60	9.96	-893	14881	-	-	9255	-68256		-68256.34	KNm	
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Spinta acqua diga a valle	1.00	10.24	6.39	-1527	-2181	-	-	1095	2234		0.00	KNm	
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm	
Momento instabilizzante											$M_{Inst, i}$	-68256.34	KNm

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N_{Ed}	-26608.97	KN
Sforzo di taglio	V_{Ed}	12700.42	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	107351.47	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N_{Ed}	-26608.97	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	107351.47	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-4.03	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	0.97	m
	x	8.71	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N_{Ed}	26608.97	KN
Sforzo normale resistente	N_{Rd}	1381799.19	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N_{Ed} / N_{Rd}	0.0193	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V_{Ed}	12700.42	KN
Tensione media a compressione	σ_c	218.24	N/mm ²
	δ	213.45	KN
	$f_{c,vd}$	13.86	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	1126645.25	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0113	<1
Verificato			

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	221.00	m
Relativa	8.37	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Diga	3.59	11.72	14.00	43.49	608.89	24.00	-14613	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a monte	0.71	11.90	14.00	-	-	10.30	-553	9214
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	8.53	8.84	14.00	-	-	10.30	-315	-451
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0

Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	8.36	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	4.68	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	8.37	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	8.86	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	8.37	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Diga	1.00	3.59	11.72	14613	0	5.27	3.35	76980	0	76979.64	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.71	11.90	-553	9214	8.15	3.53	4505	-32571	4504.68	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	8.53	8.84	-315	-451	0.33	0.47	103	210	312.60	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	8.86	8.37	0	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	81796.91	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_v	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		

Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Diga	1.00	3.59	11.72	14613	0	-	-	76980	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.71	11.90	-553	9214	-	-	4505	-32571		-32571.15	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	8.53	8.84	-315	-451	-	-	103	210		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Momento instabilizzante									$M_{inst, i}$		-32571.15	KNm

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N_{Ed}	-15481.66	KN
Sforzo di taglio	V_{Ed}	8763.75	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	49225.76	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N_{Ed}	-15481.66	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	49225.76	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-3.18	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	0.50	m
	x	7.36	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N_{Ed}	15481.66	KN
Sforzo normale resistente	N_{Rd}	1167665.07	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N_{Ed} / N_{Rd}	0.0133	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V_{Ed}	8763.75	KN
Tensione media a compressione	σ_c	150.26	N/mm ²
	δ	145.48	KN
	f_{cvd}	11.51	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	790699.40	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0111	<1
Verificato			

Quota

Invaso	232.60	m
Regolazione	230.00	m
Acqua a valle della diga	223.50	m

Quota di verifica

Assoluta	224.00	m
Relativa	11.37	m

Legenda

Ascissa centro della forza	x_g	[m]
Ordinata centro della forza	y_g	[m]
Lunghezza	L	[m]
Area	A	[m ²]
Volume	V	[m ³]
Peso specifico acqua	γ_w	[KN/m ³]
Forza verticale	F_V	[KN]
Forza orizzontale	F_H	[KN]

Descrizione	x_g	y_g	L	A	V	γ_w	F_V	F_H
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Diga	2.96	13.64	14.00	21.83	305.65	24.00	-7336	0
Acqua sopra fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a monte	0.83	13.82	14.00	-	-	10.30	-291	4845
Spinta acqua fondazione a monte	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Acqua sopra fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua diga a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Spinta acqua fondazione a valle	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0	0
Sottopressione - Pre dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0
Sottopressione - Post dreno	0.00	0.00	0.00	-	-	10.30	0	0

SEZIONE TRACIMABILE
VERIFICHE DI RESISTENZA
Verifica di resistenza del calcestruzzo

Piano della superficie resistente		0.00	%
Angolo	α	0.00	rad
Calcestruzzo C20/25			
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	1.50	
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	20.00	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	11.33	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.55	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.03	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione per calcestruzzo non armato o debolmente armato	f_{ct1d}	0.88	N/mm ²
Tensione media limite a compressione	σ_{clim}	4.79	N/mm ²
Larghezza della sezione resistente	a	6.08	N/mm ²
Lunghezza della sezione resistente	b	14.00	N/mm ²
Ascissa del baricentro della sezione resistente	x_g	3.72	m
Ordinata del baricentro della sezione resistente	y_g	11.37	m
Ascissa del centro di rotazione	x_c	6.76	m
Ordinata del centro di rotazione	y_c	11.37	m

Momento stabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Stab, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		
Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Diga	1.00	2.96	13.64	7336	0	3.80	2.27	27844	0	27844.36	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.83	13.82	-291	4845	5.93	2.45	1725	-11886	1724.71	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Sottopressione - Post dreni	1.00	0.00	0.00	0	0	6.76	11.37	0	0	0.00	KNm
Momento stabilizzante									$M_{Stab, i}$	29569.07	KNm

Momento instabilizzante

Descrizione	γ_{G1}	x_g	y_g	F_V	F_H	B_x	B_y	$M_{Stab, FV}$	$M_{Stab, FH}$	$M_{Inst, i}$	
	[/]	[m]	[m]	[KN]	[KN]	[m]	[m]	[KNm]	[KNm]		

Fondazione	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Diga	1.00	2.96	13.64	-	0	-	-	27844	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a monte	1.00	0.83	13.82	-291	4845	-	-	1725	-11886		-11886.30	KNm
Spinta acqua fondazione a monte	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Acqua sopra fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua diga a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Spinta acqua fondazione a valle	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Pre dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Sottopressione - Post dreno	1.00	0.00	0.00	0	0	-	-	0	0		0.00	KNm
Momento instabilizzante										$M_{inst, i}$	-11886.30	KNm

Sollecitazioni di calcolo

Sforzo normale	N_{Ed}	-7626.31	KN
Sforzo di taglio	V_{Ed}	4845.12	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	17682.78	KN

Verifica a pressoflessione

Sforzo normale	N_{Ed}	-7626.31	KN
Momento flettente rispetto al centro di rotazione	M_{Ed}	17682.78	KNm
Eccentricità rispetto al centro di rotazione	e_c	-2.32	m
Eccentricità rispetto al baricentro	e_g	0.04	m
	x	6.00	m
Sforzo normale (Valore assoluto)	N_{Ed}	7626.31	KN
Sforzo normale resistente	N_{Rd}	951572.78	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	N_{Ed} / N_{Rd}	0.0080	<1
Verificato			

Verifica a taglio

Sforzo di taglio	V_{Ed}	4845.12	KN
Tensione media a compressione	σ_c	90.83	N/mm ²
	δ	86.04	KN
	f_{cvd}	8.97	KN
Sforzo di taglio resistente	V_{Rd}	501931.49	KN

Verifica

Sforzo normale / Sforzo normale resistente	V_{Ed} / V_{Rd}	0.0097	<1
Verificato			

6. Passerella di servizio.

Allo scopo di consentire il passaggio della portata di piena con $T_r = 500$ anni, sullo sfioratore della diga, con un franco idraulico minimo di 1.00 m, si rende necessaria la sostituzione dell'attuale percorso pedonale in struttura in c.a. con una nuova struttura posizionata con il piano di camminamento ad una quota di 0.80 m superiore all'attuale (q. +234.00).



Passerella attuale in c.a. sullo sfioratore della diga

Per ragioni di praticità esecutiva la nuova passerella avrà una struttura di acciaio zincato costituita da profili laminati (HE, IPE) di pratico trasporto e montaggio in sito.

L'impalcato sarà costituito da due travi longitudinali in profilo HEA320, traversi IPE140 e controventamento con tondi $\phi 18$; il piano di camminamento sarà realizzato con grigliato elettrosaldato. La luce agli assi è di 13.24 m e larghezza utile del camminamento all'interno dei parapetti sarà pari a 1.20 m.

Per raggiungere la quota di camminamento sulla passerella, dal coronamento della diga, sarà necessario predisporre tre gradini da ciascun lato, anch'essi in grigliato; le due travi longitudinali saranno ancorate sul coronamento della diga mediante barre di acciaio M27 inghisate nel calcestruzzo con resina epossidica.

L'analisi strutturale viene eseguita con un modello agli elementi finiti, mediante programma di calcolo automatico, con l'impiego di elementi "beam-3D" per travi e traversi, e "truss" per i diagonali di controvento.

Le azioni elementari di carico applicate alla struttura sono:

- Peso proprio strutturale (G_1)
- Sovraccarico permanente (G_2)
- Sovraccarico accidentale (Q_k)
- Azione del vento ad opera carica (W)
- Azione sismica (E)

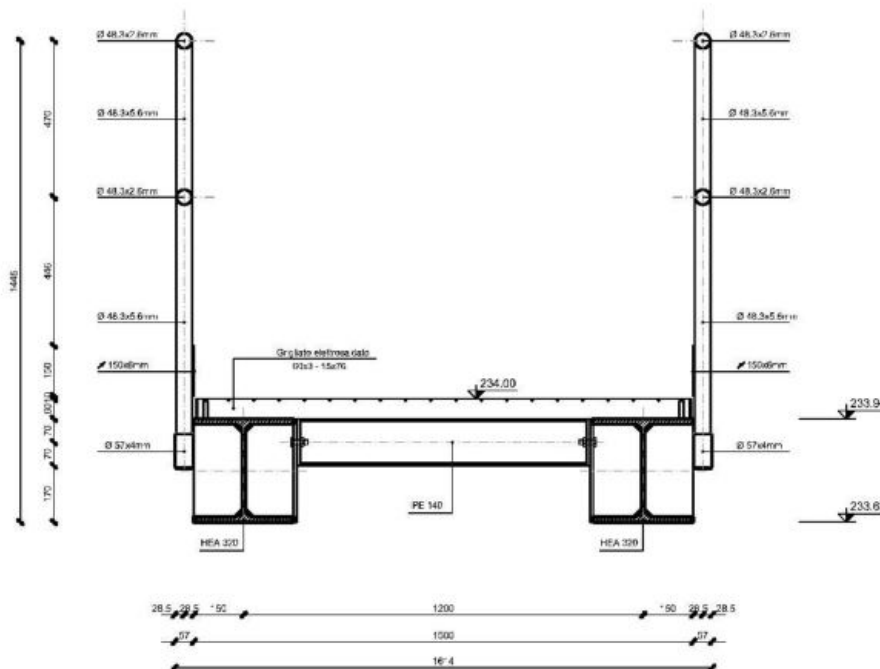
Le azioni elementari vengono combinate secondo le indicazioni della norma (NTC 2018)

- Combinazione fondamentale $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione caratteristica (rara) $G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione frequente $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione quasi permanente $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione sismica $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$
- Combinazione eccezionale $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{Kj}$$

SEZIONE TRASVERSALE



6.1 Analisi dei carichi

- Peso strutturale: $g_1 = 150 \text{ kg/m}^2$
- Grigliato: $g_2 = 80 \text{ kg/m}^2$
- Parapetti: $G_2 = 2 \cdot 50 = 100 \text{ kg/m}$
- Sovraccarico accidentale: $q = 500 \text{ kg/m}^2$

- Azione del vento

Zona 1: $v_{b,0} = 25 \text{ m/sec}$, $a_0 = 1000 \text{ m} > a_s$

Velocità di riferimento: $v_r = 25 \text{ m/sec}$

Pressione cinetica di riferimento: $q_r = 40 \text{ kg/m}^2$

Classe di rugosità del terreno: D

Categoria di esposizione del sito: II

Coefficiente di esposizione

$k_r = 0.19$, $z_0 = 0.05 \text{ m}$, $z_{\min} = 4 \text{ m}$, $z = 18.00 \text{ m} > z_{\min}$

$C_e(z = 18 \text{ m}) = 2.738$

Coefficiente aerodinamico

$d = 1.52 \text{ m}$, $h_{\text{tot}} \cong 3.40 \text{ m}$, $d/h_{\text{tot}} = 0.447 < 2$

$C_{fx} = 0.73 \cdot \log_{10} 0.447 + 2.51 = 2.255$ (orizzontale trasversale)

$C_{fy} = \pm (0.7 + 0.1 \cdot 0.447) = \pm 0.745$ (verticale)

$C_{mz} = \pm 0.2$ (torcente)

Forza del vento sull'impalcato

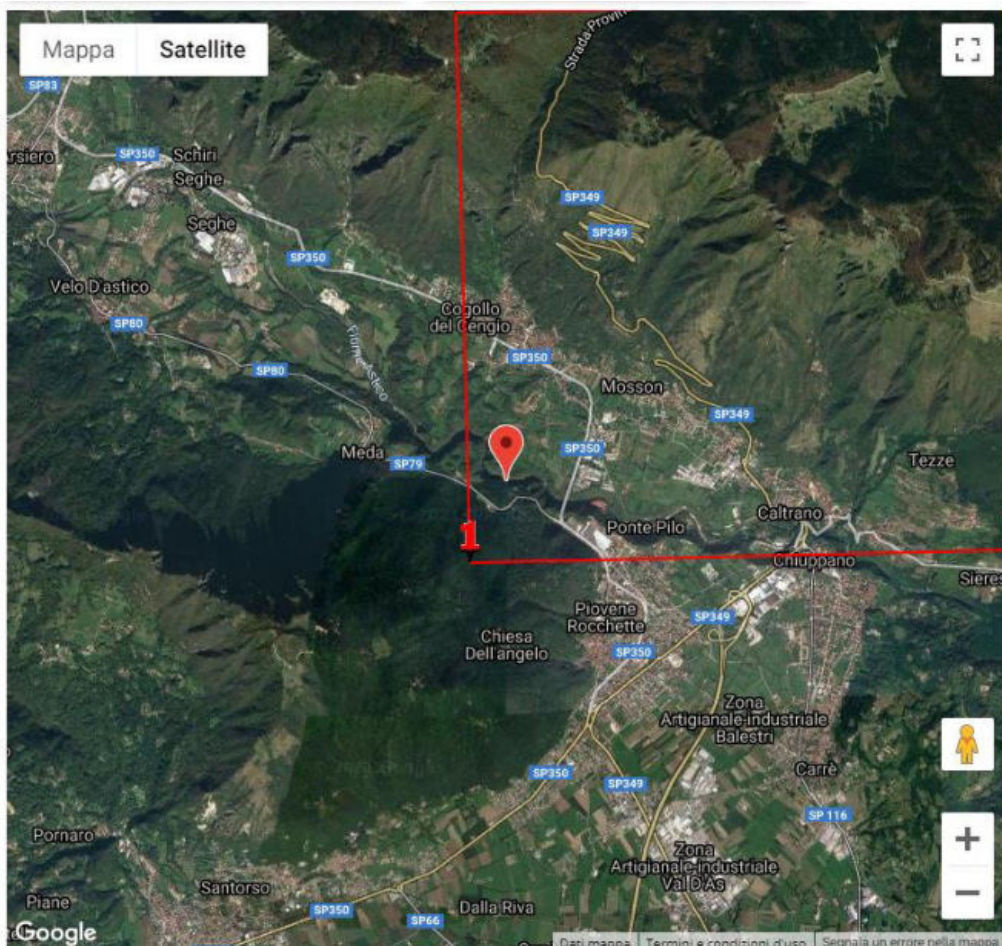
Trasversale: $q_{v,x} = 2.255 \cdot 2.738 \cdot 40 \cdot 1.52 = 375 \text{ kg/m}$

Verticale: $q_{v,y} = \pm 2.738 \cdot 0.745 \cdot 40 \cdot 1.52 = \pm 124 \text{ kg/m}$

Torcente: $m_z = \pm 2.738 \cdot 0.2 \cdot 40 \cdot 1.52^2 = \pm 5.1 \text{ kgm/m}$

- Azione sismica

Parametri sismici



Sito in esame.

latitudine: 45,774506
longitudine: 11,419414
Classe: 4
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 11182	Lat: 45,7671	Lon: 11,4146	Distanza: 905,166
Sito 2	ID: 11183	Lat: 45,7683	Lon: 11,4861	Distanza: 5216,527
Sito 3	ID: 10961	Lat: 45,8183	Lon: 11,4844	Distanza: 7005,548
Sito 4	ID: 10960	Lat: 45,8171	Lon: 11,4128	Distanza: 4762,807

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 100anni

Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):
 Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 60 [anni]
 ag: 0,062 g
 Fo: 2,489
 Tc*: 0,255 [s]

Danno (SLD):
 Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 101 [anni]
 ag: 0,079 g
 Fo: 2,435
 Tc*: 0,271 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
 Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 949 [anni]
 ag: 0,199 g
 Fo: 2,441
 Tc*: 0,290 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
 Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 1950 [anni]
 ag: 0,255 g
 Fo: 2,404
 Tc*: 0,297 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2008

SLO:
 Ss: 1,000
 Cc: 1,000
 St: 1,000
 Kh: 0,012
 Kv: 0,006
 Amax: 0,603
 Beta: 0,200

SLD:
 Ss: 1,000
 Cc: 1,000
 St: 1,000
 Kh: 0,016
 Kv: 0,008
 Amax: 0,779
 Beta: 0,200

SLV:
 Ss: 1,000
 Cc: 1,000
 St: 1,000
 Kh: 0,058
 Kv: 0,029
 Amax: 1,954
 Beta: 0,290

SLC:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,079
Kv: 0,040
Amax: 2,503
Beta: 0,310

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Coordinate WGS84
latitudine: 45.773600
longitudine: 11.418400

Azione sismica orizzontale allo SLV

Massa strutturale dell'impalcato: $W = 7002 \text{ kg}$

$S \cdot a_g = 0.199 \cdot g$

$F_0 = 2.441,$ $F_v = 1.47,$ $F_v/F_0 = 0.6$

Azione orizzontale: $H_s = 0.199 \cdot 7002 = 1393 \text{ kg}$

Azione verticale: $H_v = \pm 0.6 \cdot 1393 = \pm 836 \text{ kg}$

6.2 Analisi della struttura della passerella.

Di seguito si riportano i tabulati relativi all'analisi sul modello FEM della struttura ed alcune immagini esplicative dello stato di sollecitazione e deformativo. Dall'esame degli involucri degli stati tensionali nella struttura si evince che le massime tensioni ideali sono sempre inferiori alla tensione di calcolo dell'acciaio della struttura.

< Control Data >

*** CONTROL DATA

Panel Zone Effect : Do not Calculate

Unit System : KGF, M

Definition of Frame

- X Direction of Frame : Braced I Non-sway

- Y Direction of Frame : Braced I Non-sway

- Design Type : 3-D

Design Code

- Steel : Eurocode3:05
 - Concrete : Eurocode2:04
 - SRC : SSRC79

< Static Loadcase >

*** LOAD CASE DATA

NO	NAME	TYPE	SELF WEIGHT FACTOR			DESCRIPTION
			X	Y	Z	
1	Peso strutturale	D	0.000	0.000	-1.150	Peso proprio
2	Sovraccarico perman~	D	0.000	0.000	0.000	Permanente portato
3	Sovraccarico accide~	L	0.000	0.000	0.000	Sovraccarico di servizio
4	Vento trasversale	W	0.000	0.000	0.000	Azione del vento ad opera carica
5	Sisma SLV	USER	0.000	0.120	-0.199	Sisma trasversale SLV

< Node >

*** NODE DATA

NO	X	Y	Z	TEMPERATURE
1	0	0.2	0	0
2	12.74	0.2	0	0
3	1.592	0.2	0	0
4	3.185	0.2	0	0
5	4.777	0.2	0	0
6	6.37	0.2	0	0
7	7.963	0.2	0	0
8	9.555	0.2	0	0
9	11.15	0.2	0	0
10	0	1.4	0	0
11	12.74	1.4	0	0
12	1.592	1.4	0	0

13	3.185	1.4	0	0
14	4.777	1.4	0	0
15	6.37	1.4	0	0
16	7.963	1.4	0	0
17	9.555	1.4	0	0
18	11.15	1.4	0	0
28	0	0.2	-0.585	0
29	12.74	0.2	-0.585	0
30	0	1.4	-0.585	0
31	12.74	1.4	-0.585	0

< Boundary >

** SUPPORT / SPECIFIED DISPLACEMENT

NODE	SUPPORT	SPECIFIED DISPLACEMENT					
		DDDRR	Dx	Dy	Dz	Rx	Ry
28	111101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	111101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	111101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	111101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

< Beam >

*** BEAM MEMBER DATA

NO	NODAL CONNECTIVITY		BEAM END RELEASE		MATERIAL	SECTION	LENGTH
	I	J	I	J			
1	1	3	-	-	S235	HEA320	1.592
2	3	4	-	-	S235	HEA320	1.592
3	4	5	-	-	S235	HEA320	1.592
4	5	6	-	-	S235	HEA320	1.593
5	6	7	-	-	S235	HEA320	1.593

6	7	8	-	-	S235	HEA320	1.592
7	8	9	-	-	S235	HEA320	1.593
8	9	2	-	-	S235	HEA320	1.592
9	10	12	-	-	S235	HEA320	1.592
10	12	13	-	-	S235	HEA320	1.592
11	13	14	-	-	S235	HEA320	1.592
12	14	15	-	-	S235	HEA320	1.593
13	15	16	-	-	S235	HEA320	1.593
14	16	17	-	-	S235	HEA320	1.592
15	17	18	-	-	S235	HEA320	1.593
16	18	11	-	-	S235	HEA320	1.592
25	1	10	000011	000011	S235	IPE140	1.2
27	3	12	000011	000011	S235	IPE140	1.2
29	4	13	000011	000011	S235	IPE140	1.2
31	5	14	000011	000011	S235	IPE140	1.2
33	6	15	000011	000011	S235	IPE140	1.2
35	7	16	000011	000011	S235	IPE140	1.2
37	8	17	000011	000011	S235	IPE140	1.2
39	9	18	000011	000011	S235	IPE140	1.2
41	2	11	000011	000011	S235	IPE140	1.2
43	1	12	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
44	3	10	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
45	3	13	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
46	4	12	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
47	4	14	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
48	5	13	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
49	5	15	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
50	6	14	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
51	6	16	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
52	7	15	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
53	7	17	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
54	8	16	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
55	8	18	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
56	9	17	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
57	9	11	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
58	2	18	000011	000011	S235	Tiranti	1.994
60	30	10	-	-	S235	HEA320	0.585

61	28	1	-	-	S235	HEA320	0.585
63	31	11	-	-	S235	HEA320	0.585
64	29	2	-	-	S235	HEA320	0.585

< Load Combination >

** GENERAL

NO	NAME	TYPE	ACTIVE	DESCRIPTION
1	gLCB1	Add	ACTIVE	1.3D + 1.5(1.0Sovraccarico accidentale)
2	gLCB2	Add	ACTIVE	1.3D + 1.5(1.0Sovraccarico accidentale) + 1.5(0.6)Vento trasversale
3	gLCB3	Add	ACTIVE	1.3D + 1.5(0.7Sovraccarico accidentale) + 1.5Vento trasversale
4	gLCB4	Add	ACTIVE	1.3D + 1.5(1.0Sovraccarico accidentale) - 1.5(0.6)Vento trasversale
5	gLCB5	Add	ACTIVE	1.3D + 1.5(0.7Sovraccarico accidentale) - 1.5Vento trasversale
6	gLCB6	Add	ACTIVE	1.0D + (1.0Sovraccarico accidentale)
7	gLCB7	Add	ACTIVE	1.0D + (1.0Sovraccarico accidentale) + (0.6) Vento trasversale
8	gLCB8	Add	ACTIVE	1.0D + (1.0Sovraccarico accidentale) - (0.6) Vento trasversale
9	gLCB9	Add	ACTIVE	1.0D + (0.7Sovraccarico accidentale) + 1.0Vento trasversale
10	gLCB10	Add	ACTIVE	1.0D + (0.7Sovraccarico accidentale) - 1.0Vento trasversale
11	gLCB11	Add	ACTIVE	1.0D + (0.5Sovraccarico accidentale)
12	gLCB12	Add	ACTIVE	1.0D + (0.3Sovraccarico accidentale) + (0.2) Vento trasversale
13	gLCB13	Add	ACTIVE	1.0D + (0.3Sovraccarico accidentale) - (0.2) Vento trasversale
14	gLCB14	Add	ACTIVE	1.0D + (0.3Sovraccarico accidentale)
15	STL ENV_S~	Envelope	ACTIVE	Steel Strength Envelope
16	STL ENV_S~	Envelope	ACTIVE	Steel Serviceability Envelope
17	SLV	Add	ACTIVE	

Tabella 1 ReacG

Node	Load	FX (kgf)	FY (kgf)	FZ (kgf)	MX (kgf*m)	MY (kgf*m)	MZ (kgf*m)
28	STL ENV_STR(max)	16463.422776	1897.920146	5144.199239	1087.890534	0.000000	20.336727
29	STL ENV_STR(max)	-13465.033500	1897.920146	5144.199239	1087.890534	0.000000	20.311530
30	STL ENV_STR(max)	18326.280243	1864.079862	5565.939240	1112.879471	0.000000	20.314491
31	STL ENV_STR(max)	-10360.271064	1864.079862	5565.939240	1112.879471	0.000000	20.339689
28	STL ENV_STR(min)	13465.033500	-1859.573271	4047.279239	-1110.251565	0.000000	-20.311530
29	STL ENV_STR(min)	-16463.422777	-1859.573270	4047.279239	-1110.251565	0.000000	-20.336727
30	STL ENV_STR(min)	10360.271064	-1902.426738	3344.379240	-1090.518440	0.000000	-20.339689
31	STL ENV_STR(min)	-18326.280243	-1902.426738	3344.379240	-1090.518440	0.000000	-20.314491
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT							
	Load	FX (kgf)	FY (kgf)	FZ (kgf)			
	STL ENV_STR(max)	-0.000000	7524.000016	21420.276959			
	STL ENV_STR(min)	-0.000000	-7524.000016	14783.316958			

Tabella 2 DispG

Node	Load	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	RX ([rad])	RY ([rad])	RZ ([rad])
1	STL ENV_SER(all)	0.000366	-0.000068	-0.000008	0.000145	0.001370	-0.001180
2	STL ENV_SER(all)	-0.000366	-0.000068	-0.000008	0.000145	-0.001370	0.001180
3	STL ENV_SER(all)	0.000298	-0.001927	-0.003827	-0.000154	0.002713	-0.001031
4	STL ENV_SER(all)	0.000210	-0.003390	-0.008541	-0.000173	0.002611	0.000729
5	STL ENV_SER(all)	0.000108	-0.004305	-0.012164	-0.000188	0.001546	-0.000374
6	STL ENV_SER(all)	0.000000	-0.004615	-0.013504	-0.000194	0.000000	0.000000
7	STL ENV_SER(all)	-0.000108	-0.004305	-0.012164	-0.000188	-0.001546	0.000374
8	STL ENV_SER(all)	-0.000210	-0.003390	-0.008541	-0.000173	-0.002611	-0.000729
9	STL ENV_SER(all)	-0.000298	-0.001927	-0.003827	-0.000154	-0.002713	0.001031
10	STL ENV_SER(all)	0.000328	0.000068	-0.000008	-0.000145	0.001232	0.001180
11	STL ENV_SER(all)	-0.000328	0.000068	-0.000008	-0.000145	-0.001232	-0.001180
12	STL ENV_SER(all)	0.000260	0.001927	-0.003767	0.000152	0.002741	0.001031

13	STL ENV_SER(all)	0.000184	0.003391	-0.008598	0.000167	0.002695	-0.000729
14	STL ENV_SER(all)	0.000095	0.004305	-0.012356	0.000179	0.001608	0.000374
15	STL ENV_SER(all)	0.000000	0.004616	-0.013752	0.000184	0.000000	0.000000
16	STL ENV_SER(all)	-0.000095	0.004305	-0.012356	0.000179	-0.001608	-0.000374
17	STL ENV_SER(all)	-0.000184	0.003391	-0.008598	0.000167	-0.002695	0.000729
18	STL ENV_SER(all)	-0.000260	0.001927	-0.003767	0.000152	-0.002741	-0.001031
28	STL ENV_SER(all)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000976	0.000000
29	STL ENV_SER(all)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000976	0.000000
30	STL ENV_SER(all)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000882	0.000000
31	STL ENV_SER(all)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000882	0.000000

Tabella 3 BForce

Elem	Load	Part	Axial (kgf)	Shear-y (kgf)	Shear-z (kgf)	Torsion (kgf*m)	Moment-y (kgf*m)	Moment-z (kgf*m)
1	STL ENV_STR(max)	I[1]	-10638.23	425.22	-3950.68	-0.06	-7876.96	20.31
1	STL ENV_STR(max)	J[3]	-10638.23	43.53	-2975.50	-0.06	-1831.22	295.79
2	STL ENV_STR(max)	I[3]	-5930.76	298.13	-2961.23	-0.08	-1831.22	295.79
2	STL ENV_STR(max)	J[4]	-5930.76	173.92	-1986.05	-0.08	2879.35	396.78
3	STL ENV_STR(max)	I[4]	-2642.26	260.18	-1971.77	-0.07	2879.36	396.78
3	STL ENV_STR(max)	J[5]	-2642.26	209.69	-996.59	-0.07	6006.98	438.74
4	STL ENV_STR(max)	I[5]	-977.86	242.55	-982.32	-0.02	6006.99	438.74
4	STL ENV_STR(max)	J[6]	-977.86	227.77	-7.14	-0.02	7049.53	450.88
5	STL ENV_STR(max)	I[6]	-977.86	227.70	7.14	0.04	7049.53	450.88
5	STL ENV_STR(max)	J[7]	-977.86	242.48	1256.55	0.04	6006.99	438.74
6	STL ENV_STR(max)	I[7]	-2642.26	210.07	1270.82	0.10	6006.98	438.74
6	STL ENV_STR(max)	J[8]	-2642.26	260.56	2520.23	0.10	2879.36	396.78

7	STL ENV_STR(max)	I[8]	-5930.76	172.12	2534.51	0.13	2879.35	396.78
7	STL ENV_STR(max)	J[9]	-5930.76	296.33	3783.92	0.13	-1831.22	295.79
8	STL ENV_STR(max)	I[9]	-10638.23	45.03	3798.19	0.08	-1831.22	295.79
8	STL ENV_STR(max)	J[2]	-10638.23	426.72	5047.60	0.08	-7876.96	20.31
9	STL ENV_STR(max)	I[10]	-12868.27	426.89	-3247.78	0.09	-6060.81	20.34
9	STL ENV_STR(max)	J[12]	-12868.27	44.86	-2448.33	0.09	-1361.52	293.63
10	STL ENV_STR(max)	I[12]	-9061.60	296.12	-2434.05	0.13	-1361.52	293.63
10	STL ENV_STR(max)	J[13]	-9061.60	172.33	-1634.60	0.13	2833.45	397.24
11	STL ENV_STR(max)	I[13]	-5773.10	260.60	-1620.32	0.10	2833.41	397.24
11	STL ENV_STR(max)	J[14]	-5773.10	210.02	-820.87	0.10	6221.98	438.66
12	STL ENV_STR(max)	I[14]	-4108.70	242.47	-806.59	0.04	6221.96	438.66
12	STL ENV_STR(max)	J[15]	-4108.70	227.71	-7.14	0.04	7351.48	450.90
13	STL ENV_STR(max)	I[15]	-4108.70	227.78	7.14	-0.03	7351.48	450.90
13	STL ENV_STR(max)	J[16]	-4108.70	242.54	1361.98	-0.03	6221.96	438.66
14	STL ENV_STR(max)	I[16]	-5773.10	209.65	1376.26	-0.07	6221.98	438.66
14	STL ENV_STR(max)	J[17]	-5773.10	260.23	2731.10	-0.07	2833.41	397.24
15	STL ENV_STR(max)	I[17]	-9061.60	174.13	2745.38	-0.09	2833.45	397.24
15	STL ENV_STR(max)	J[18]	-9061.60	297.92	4100.22	-0.09	-1361.52	293.63
16	STL ENV_STR(max)	I[18]	-12868.27	43.36	4114.50	-0.06	-1361.52	293.63
16	STL ENV_STR(max)	J[11]	-12868.27	425.39	5469.34	-0.06	-6060.81	20.34
25	STL ENV_STR(max)	I[1]	103.22	0.00	-8.66	0.07	0.00	0.00
25	STL ENV_STR(max)	J[10]	103.22	0.00	8.66	0.07	0.00	0.00

27	STL ENV_STR(max)	I[3]	250.54	0.00	-8.66	0.01	0.00	0.00
27	STL ENV_STR(max)	J[12]	250.54	0.00	8.66	0.01	0.00	0.00
29	STL ENV_STR(max)	I[4]	252.81	0.00	-8.66	0.04	0.00	0.00
29	STL ENV_STR(max)	J[13]	252.81	0.00	8.66	0.04	0.00	0.00
31	STL ENV_STR(max)	I[5]	251.12	0.00	-8.66	0.03	0.00	0.00
31	STL ENV_STR(max)	J[14]	251.12	0.00	8.66	0.03	0.00	0.00
33	STL ENV_STR(max)	I[6]	251.52	0.00	-8.66	0.00	0.00	0.00
33	STL ENV_STR(max)	J[15]	251.52	0.00	8.66	0.00	0.00	0.00
35	STL ENV_STR(max)	I[7]	251.12	0.00	-8.66	0.03	0.00	0.00
35	STL ENV_STR(max)	J[16]	251.12	0.00	8.66	0.03	0.00	0.00
37	STL ENV_STR(max)	I[8]	252.81	0.00	-8.66	0.04	0.00	0.00
37	STL ENV_STR(max)	J[17]	252.81	0.00	8.66	0.04	0.00	0.00
39	STL ENV_STR(max)	I[9]	250.54	0.00	-8.66	0.01	0.00	0.00
39	STL ENV_STR(max)	J[18]	250.54	0.00	8.66	0.01	0.00	0.00
41	STL ENV_STR(max)	I[2]	103.22	0.00	-8.66	0.07	0.00	0.00
41	STL ENV_STR(max)	J[11]	103.22	0.00	8.66	0.07	0.00	0.00
43	STL ENV_STR(max)	I[1]	2808.46	0.00	-2.81	0.04	0.00	0.00
43	STL ENV_STR(max)	J[12]	2808.46	0.00	2.81	0.04	0.00	0.00
44	STL ENV_STR(max)	I[3]	2856.83	0.00	-2.81	-0.03	0.00	0.00
44	STL ENV_STR(max)	J[10]	2856.83	0.00	2.81	-0.03	0.00	0.00
45	STL ENV_STR(max)	I[3]	2097.95	0.00	-2.81	0.00	0.00	0.00
45	STL ENV_STR(max)	J[13]	2097.95	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00

46	STL ENV_STR(max)	I[4]	2145.83	0.00	-2.81	0.00	0.00	0.00
46	STL ENV_STR(max)	J[12]	2145.83	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00
47	STL ENV_STR(max)	I[4]	1192.63	0.00	-2.81	-0.02	0.00	0.00
47	STL ENV_STR(max)	J[14]	1192.63	0.00	2.81	-0.02	0.00	0.00
48	STL ENV_STR(max)	I[5]	1240.51	0.00	-2.81	0.03	0.00	0.00
48	STL ENV_STR(max)	J[13]	1240.51	0.00	2.81	0.03	0.00	0.00
49	STL ENV_STR(max)	I[5]	247.92	0.00	-2.81	-0.03	0.00	0.00
49	STL ENV_STR(max)	J[15]	247.92	0.00	2.81	-0.03	0.00	0.00
50	STL ENV_STR(max)	I[6]	295.81	0.00	-2.81	0.04	0.00	0.00
50	STL ENV_STR(max)	J[14]	295.81	0.00	2.81	0.04	0.00	0.00
51	STL ENV_STR(max)	I[6]	295.81	0.00	-2.81	-0.03	0.00	0.00
51	STL ENV_STR(max)	J[16]	295.81	0.00	2.81	-0.03	0.00	0.00
52	STL ENV_STR(max)	I[7]	247.92	0.00	-2.81	0.04	0.00	0.00
52	STL ENV_STR(max)	J[15]	247.92	0.00	2.81	0.04	0.00	0.00
53	STL ENV_STR(max)	I[7]	1240.51	0.00	-2.81	-0.02	0.00	0.00
53	STL ENV_STR(max)	J[17]	1240.51	0.00	2.81	-0.02	0.00	0.00
54	STL ENV_STR(max)	I[8]	1192.63	0.00	-2.81	0.03	0.00	0.00
54	STL ENV_STR(max)	J[16]	1192.63	0.00	2.81	0.03	0.00	0.00
55	STL ENV_STR(max)	I[8]	2145.83	0.00	-2.81	0.00	0.00	0.00
55	STL ENV_STR(max)	J[18]	2145.83	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00
56	STL ENV_STR(max)	I[9]	2097.95	0.00	-2.81	0.00	0.00	0.00
56	STL ENV_STR(max)	J[17]	2097.95	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00

57	STL ENV_STR(max)	I[9]	2856.83	0.00	-2.81	0.05	0.00	0.00
57	STL ENV_STR(max)	J[11]	2856.83	0.00	2.81	0.05	0.00	0.00
58	STL ENV_STR(max)	I[2]	2808.46	0.00	-2.81	-0.03	0.00	0.00
58	STL ENV_STR(max)	J[18]	2808.46	0.00	2.81	-0.03	0.00	0.00
60	STL ENV_STR(max)	I[30]	-3344.38	1864.08	-10360.27	20.34	0.00	1090.52
60	STL ENV_STR(max)	J[10]	-3259.25	1864.08	-10360.27	20.34	10720.87	0.05
61	STL ENV_STR(max)	I[28]	-4047.28	1897.92	-13465.03	20.31	0.00	1110.25
61	STL ENV_STR(max)	J[1]	-3962.15	1897.92	-13465.03	20.31	9631.10	-0.03
63	STL ENV_STR(max)	I[31]	-3344.38	1864.08	18326.28	20.31	0.00	1090.52
63	STL ENV_STR(max)	J[11]	-3259.25	1864.08	18326.28	20.31	-6060.76	0.05
64	STL ENV_STR(max)	I[29]	-4047.28	1897.92	16463.42	20.34	0.00	1110.25
64	STL ENV_STR(max)	J[2]	-3962.15	1897.92	16463.42	20.34	-7877.04	-0.03
1	STL ENV_STR(min)	I[1]	-17831.10	-426.72	-5047.60	-0.08	-9631.12	-20.34
1	STL ENV_STR(min)	J[3]	-17831.10	-45.03	-3798.19	-0.08	-2532.33	-293.34
2	STL ENV_STR(min)	I[3]	-20709.72	-296.33	-3783.92	-0.13	-2532.35	-293.34
2	STL ENV_STR(min)	J[4]	-20709.72	-172.12	-2534.51	-0.13	1918.62	-397.30
3	STL ENV_STR(min)	I[4]	-23998.24	-260.56	-2520.23	-0.10	1918.57	-397.30
3	STL ENV_STR(min)	J[5]	-23998.24	-210.07	-1270.82	-0.10	4367.47	-438.65
4	STL ENV_STR(min)	I[5]	-25662.60	-242.48	-1256.55	-0.04	4367.43	-438.65
4	STL ENV_STR(min)	J[6]	-25662.60	-227.70	-7.14	-0.04	5183.73	-450.91
5	STL ENV_STR(min)	I[6]	-25662.60	-227.77	7.14	0.02	5183.73	-450.91
5	STL ENV_STR(min)	J[7]	-25662.60	-242.55	982.32	0.02	4367.43	-438.65

6	STL ENV_STR(min)	I[7]	-23998.24	-209.69	996.59	0.07	4367.47	-438.65
6	STL ENV_STR(min)	J[8]	-23998.24	-260.18	1971.77	0.07	1918.57	-397.30
7	STL ENV_STR(min)	I[8]	-20709.72	-173.92	1986.05	0.08	1918.62	-397.30
7	STL ENV_STR(min)	J[9]	-20709.72	-298.13	2961.23	0.08	-2532.35	-293.34
8	STL ENV_STR(min)	I[9]	-17831.10	-43.53	2975.50	0.06	-2532.33	-293.34
8	STL ENV_STR(min)	J[2]	-17831.10	-425.22	3950.68	0.06	-9631.12	-20.34
9	STL ENV_STR(min)	I[10]	-16493.08	-425.39	-5469.34	0.06	-10720.81	-20.31
9	STL ENV_STR(min)	J[12]	-16493.08	-43.36	-4114.50	0.06	-2814.14	-296.08
10	STL ENV_STR(min)	I[12]	-18780.33	-297.92	-4100.22	0.09	-2814.17	-296.08
10	STL ENV_STR(min)	J[13]	-18780.33	-174.13	-2745.38	0.09	1995.11	-396.72
11	STL ENV_STR(min)	I[13]	-20867.40	-260.23	-2731.10	0.07	1995.14	-396.72
11	STL ENV_STR(min)	J[14]	-20867.40	-209.65	-1376.26	0.07	4009.13	-438.76
12	STL ENV_STR(min)	I[14]	-22531.77	-242.54	-1361.98	0.03	4009.15	-438.76
12	STL ENV_STR(min)	J[15]	-22531.77	-227.78	-7.14	0.03	4680.48	-450.87
13	STL ENV_STR(min)	I[15]	-22531.77	-227.71	7.14	-0.04	4680.48	-450.87
13	STL ENV_STR(min)	J[16]	-22531.77	-242.47	806.59	-0.04	4009.15	-438.76
14	STL ENV_STR(min)	I[16]	-20867.40	-210.02	820.87	-0.10	4009.13	-438.76
14	STL ENV_STR(min)	J[17]	-20867.40	-260.60	1620.32	-0.10	1995.14	-396.72
15	STL ENV_STR(min)	I[17]	-18780.33	-172.33	1634.60	-0.13	1995.11	-396.72
15	STL ENV_STR(min)	J[18]	-18780.33	-296.12	2434.05	-0.13	-2814.17	-296.08
16	STL ENV_STR(min)	I[18]	-16493.08	-44.86	2448.33	-0.09	-2814.14	-296.08
16	STL ENV_STR(min)	J[11]	-16493.08	-426.89	3247.78	-0.09	-10720.81	-20.31

25	STL ENV_STR(min)	I[1]	70.69	0.00	-8.66	-0.07	0.00	0.00
25	STL ENV_STR(min)	J[10]	70.69	0.00	8.66	-0.07	0.00	0.00
27	STL ENV_STR(min)	I[3]	171.58	0.00	-8.66	-0.01	0.00	0.00
27	STL ENV_STR(min)	J[12]	171.58	0.00	8.66	-0.01	0.00	0.00
29	STL ENV_STR(min)	I[4]	173.13	0.00	-8.66	-0.04	0.00	0.00
29	STL ENV_STR(min)	J[13]	173.13	0.00	8.66	-0.04	0.00	0.00
31	STL ENV_STR(min)	I[5]	171.98	0.00	-8.66	-0.03	0.00	0.00
31	STL ENV_STR(min)	J[14]	171.98	0.00	8.66	-0.03	0.00	0.00
33	STL ENV_STR(min)	I[6]	172.25	0.00	-8.66	0.00	0.00	0.00
33	STL ENV_STR(min)	J[15]	172.25	0.00	8.66	0.00	0.00	0.00
35	STL ENV_STR(min)	I[7]	171.98	0.00	-8.66	-0.03	0.00	0.00
35	STL ENV_STR(min)	J[16]	171.98	0.00	8.66	-0.03	0.00	0.00
37	STL ENV_STR(min)	I[8]	173.13	0.00	-8.66	-0.04	0.00	0.00
37	STL ENV_STR(min)	J[17]	173.13	0.00	8.66	-0.04	0.00	0.00
39	STL ENV_STR(min)	I[9]	171.58	0.00	-8.66	-0.01	0.00	0.00
39	STL ENV_STR(min)	J[18]	171.58	0.00	8.66	-0.01	0.00	0.00
41	STL ENV_STR(min)	I[2]	70.69	0.00	-8.66	-0.07	0.00	0.00
41	STL ENV_STR(min)	J[11]	70.69	0.00	8.66	-0.07	0.00	0.00
43	STL ENV_STR(min)	I[1]	-3219.98	0.00	-2.81	0.03	0.00	0.00
43	STL ENV_STR(min)	J[12]	-3219.98	0.00	2.81	0.03	0.00	0.00
44	STL ENV_STR(min)	I[3]	-3268.34	0.00	-2.81	-0.05	0.00	0.00
44	STL ENV_STR(min)	J[10]	-3268.34	0.00	2.81	-0.05	0.00	0.00

45	STL ENV_STR(min)	I[3]	-2505.39	0.00	-2.81	-0.00	0.00	0.00
45	STL ENV_STR(min)	J[13]	-2505.39	0.00	2.81	-0.00	0.00	0.00
46	STL ENV_STR(min)	I[4]	-2553.28	0.00	-2.81	-0.00	0.00	0.00
46	STL ENV_STR(min)	J[12]	-2553.28	0.00	2.81	-0.00	0.00	0.00
47	STL ENV_STR(min)	I[4]	-1600.06	0.00	-2.81	-0.03	0.00	0.00
47	STL ENV_STR(min)	J[14]	-1600.06	-0.00	2.81	-0.03	0.00	0.00
48	STL ENV_STR(min)	I[5]	-1647.94	0.00	-2.81	0.02	0.00	0.00
48	STL ENV_STR(min)	J[13]	-1647.94	-0.00	2.81	0.02	0.00	0.00
49	STL ENV_STR(min)	I[5]	-655.38	0.00	-2.81	-0.04	0.00	0.00
49	STL ENV_STR(min)	J[15]	-655.38	0.00	2.81	-0.04	0.00	0.00
50	STL ENV_STR(min)	I[6]	-703.27	0.00	-2.81	0.03	0.00	0.00
50	STL ENV_STR(min)	J[14]	-703.27	0.00	2.81	0.03	0.00	0.00
51	STL ENV_STR(min)	I[6]	-703.27	0.00	-2.81	-0.04	0.00	0.00
51	STL ENV_STR(min)	J[16]	-703.27	0.00	2.81	-0.04	0.00	0.00
52	STL ENV_STR(min)	I[7]	-655.38	0.00	-2.81	0.03	0.00	0.00
52	STL ENV_STR(min)	J[15]	-655.38	0.00	2.81	0.03	0.00	0.00
53	STL ENV_STR(min)	I[7]	-1647.94	0.00	-2.81	-0.03	0.00	0.00
53	STL ENV_STR(min)	J[17]	-1647.94	0.00	2.81	-0.03	0.00	0.00
54	STL ENV_STR(min)	I[8]	-1600.06	0.00	-2.81	0.02	0.00	0.00
54	STL ENV_STR(min)	J[16]	-1600.06	0.00	2.81	0.02	0.00	0.00
55	STL ENV_STR(min)	I[8]	-2553.28	0.00	-2.81	-0.00	0.00	0.00
55	STL ENV_STR(min)	J[18]	-2553.28	0.00	2.81	-0.00	0.00	0.00

56	STL ENV_STR(min)	I[9]	-2505.39	0.00	-2.81	-0.00	0.00	0.00
56	STL ENV_STR(min)	J[17]	-2505.39	0.00	2.81	-0.00	0.00	0.00
57	STL ENV_STR(min)	I[9]	-3268.34	0.00	-2.81	0.03	0.00	0.00
57	STL ENV_STR(min)	J[11]	-3268.34	0.00	2.81	0.03	0.00	0.00
58	STL ENV_STR(min)	I[2]	-3219.98	0.00	-2.81	-0.04	0.00	0.00
58	STL ENV_STR(min)	J[18]	-3219.98	0.00	2.81	-0.04	0.00	0.00
60	STL ENV_STR(min)	I[30]	-5565.94	-1902.43	-18326.28	-20.31	0.00	-1112.88
60	STL ENV_STR(min)	J[10]	-5480.81	-1902.43	-18326.28	-20.31	6060.76	0.03
61	STL ENV_STR(min)	I[28]	-5144.20	-1859.57	-16463.42	-20.34	0.00	-1087.89
61	STL ENV_STR(min)	J[1]	-5059.07	-1859.57	-16463.42	-20.34	7877.04	-0.05
63	STL ENV_STR(min)	I[31]	-5565.94	-1902.43	10360.27	-20.34	0.00	-1112.88
63	STL ENV_STR(min)	J[11]	-5480.81	-1902.43	10360.27	-20.34	-10720.87	0.03
64	STL ENV_STR(min)	I[29]	-5144.20	-1859.57	13465.03	-20.31	0.00	-1087.89
64	STL ENV_STR(min)	J[2]	-5059.07	-1859.57	13465.03	-20.31	-9631.10	-0.05

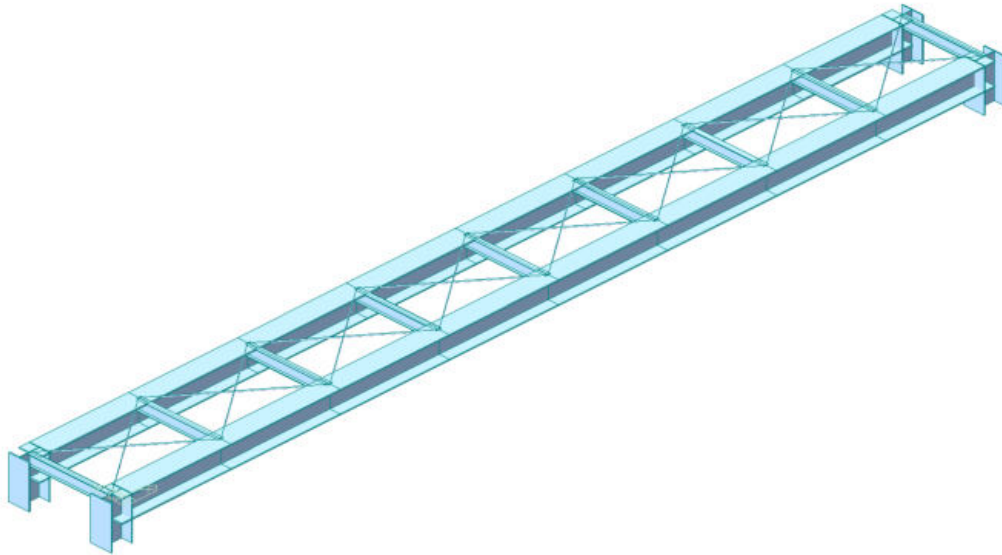


Figura 1 Modello solido

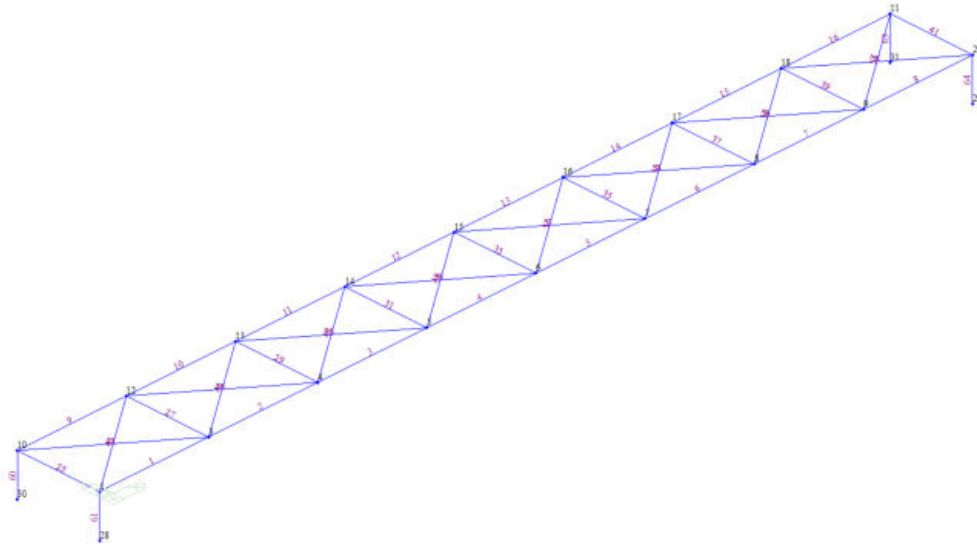


Figura 2 Numerazione aste e nodi

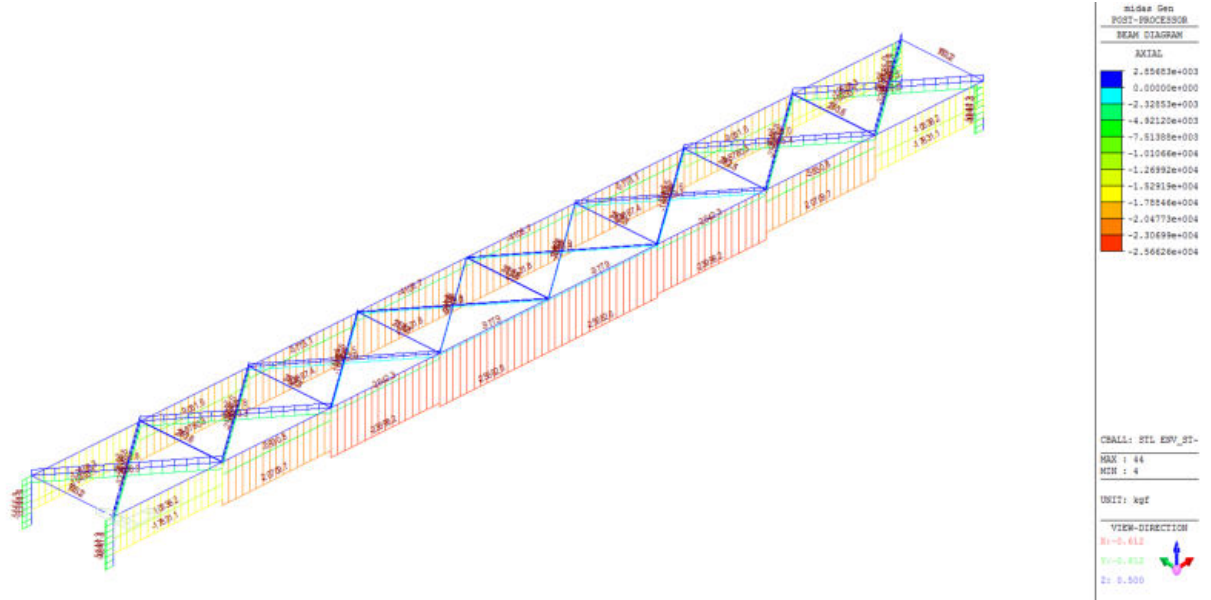


Figura 3 Inviluppo N SLU

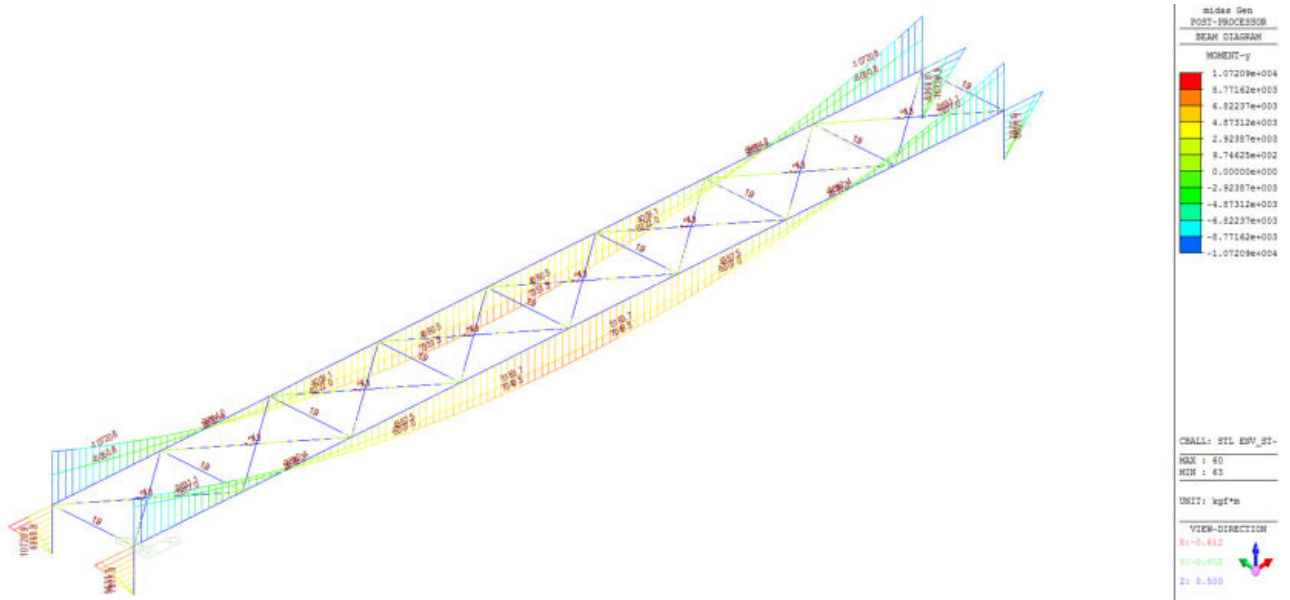


Figura 4 Inviluppo Myd SLU

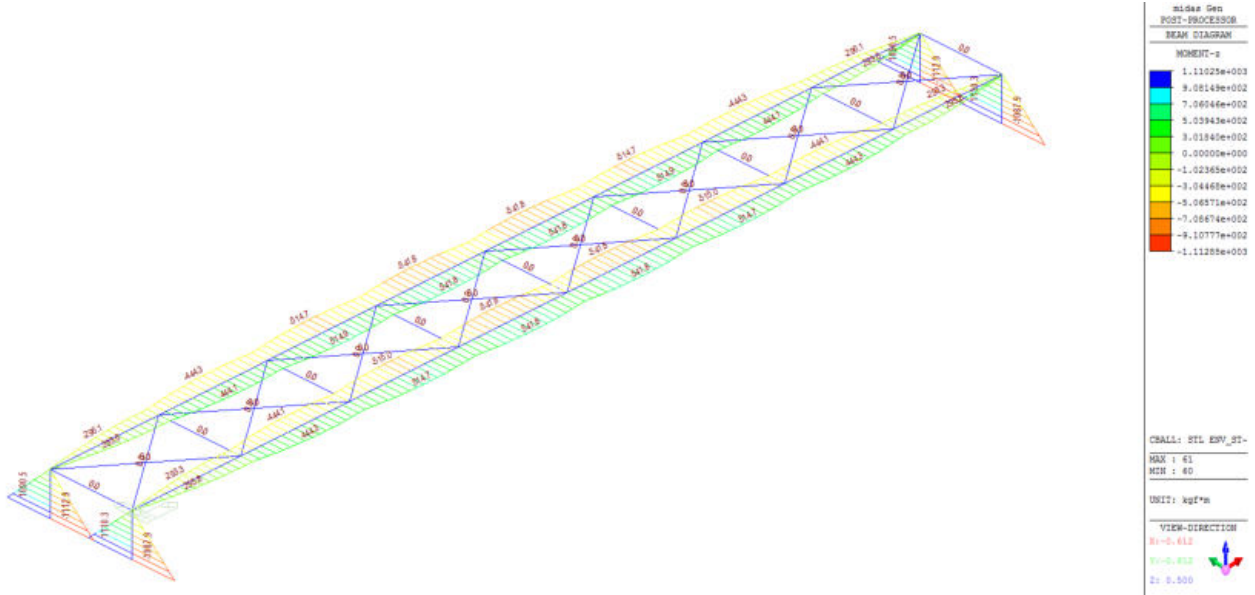


Figura 5 Involuppo Mzd SLU

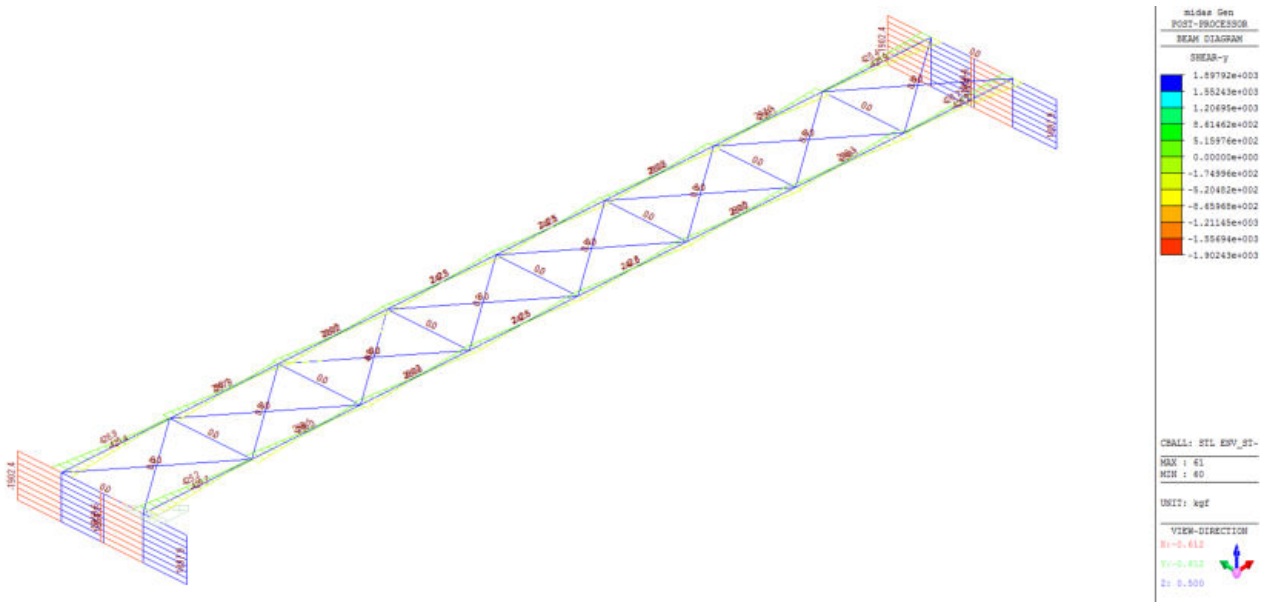


Figura 6 Involuppo Vyd SLU

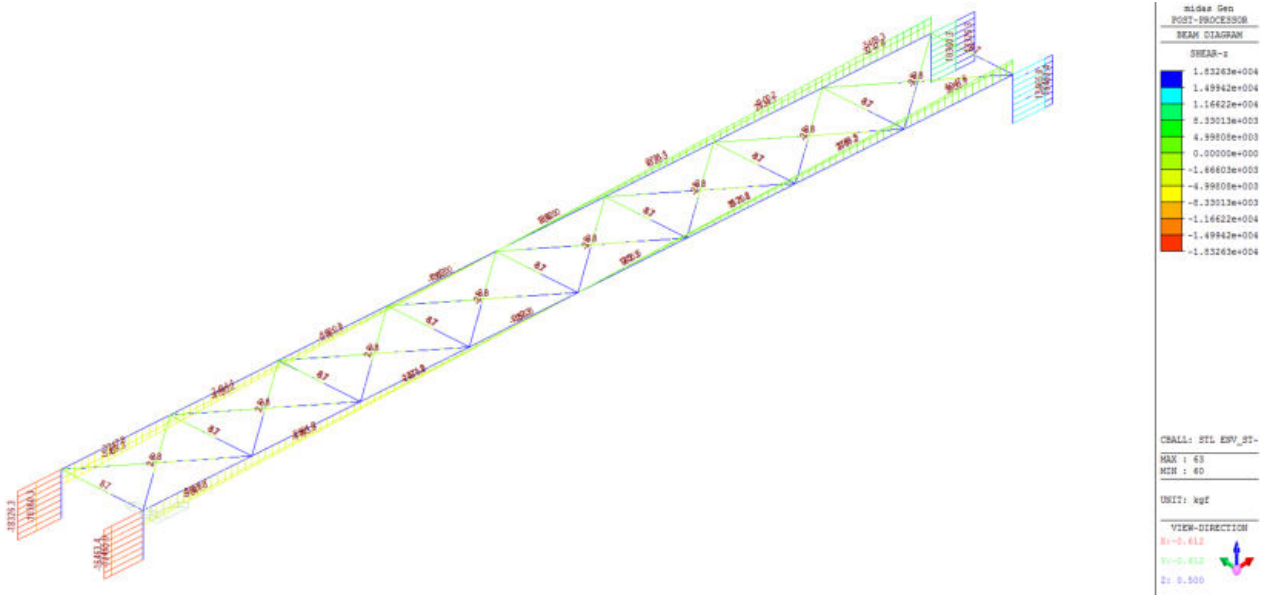


Figura 7 Inviluppo Vzd SLU

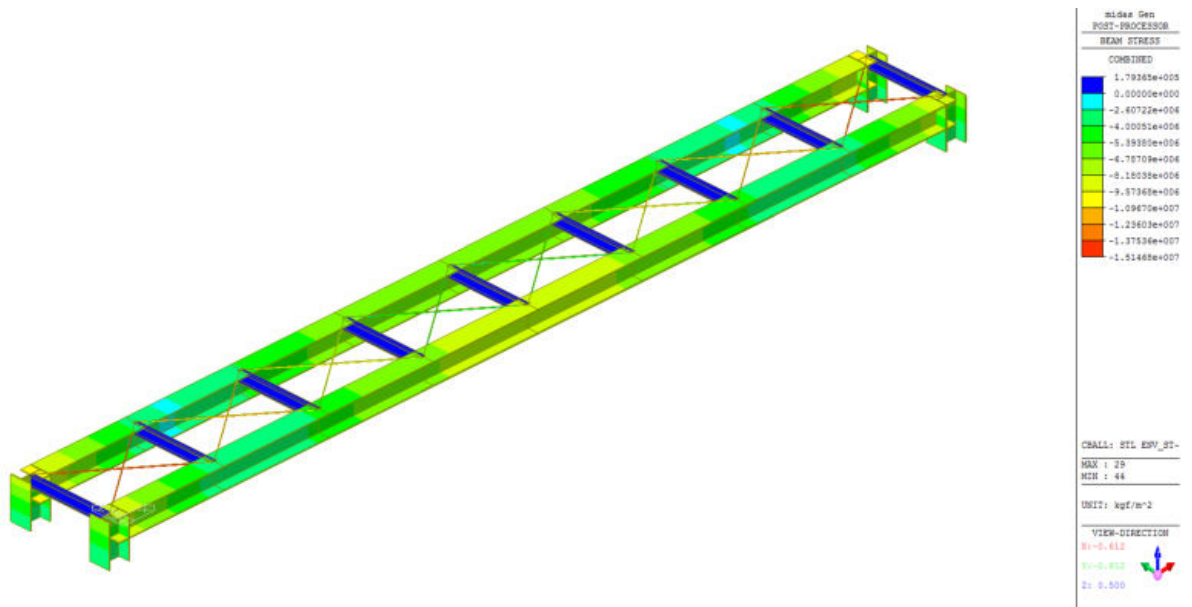


Figura 8 Inviluppo σ SLU

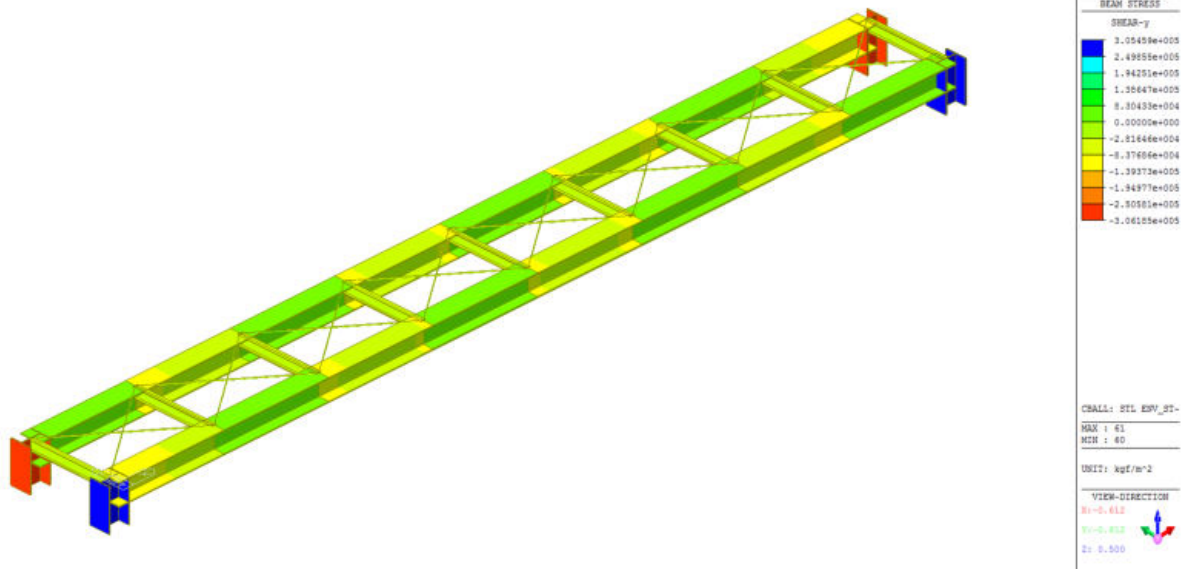


Figura 9 Involuppo τ_y SLU

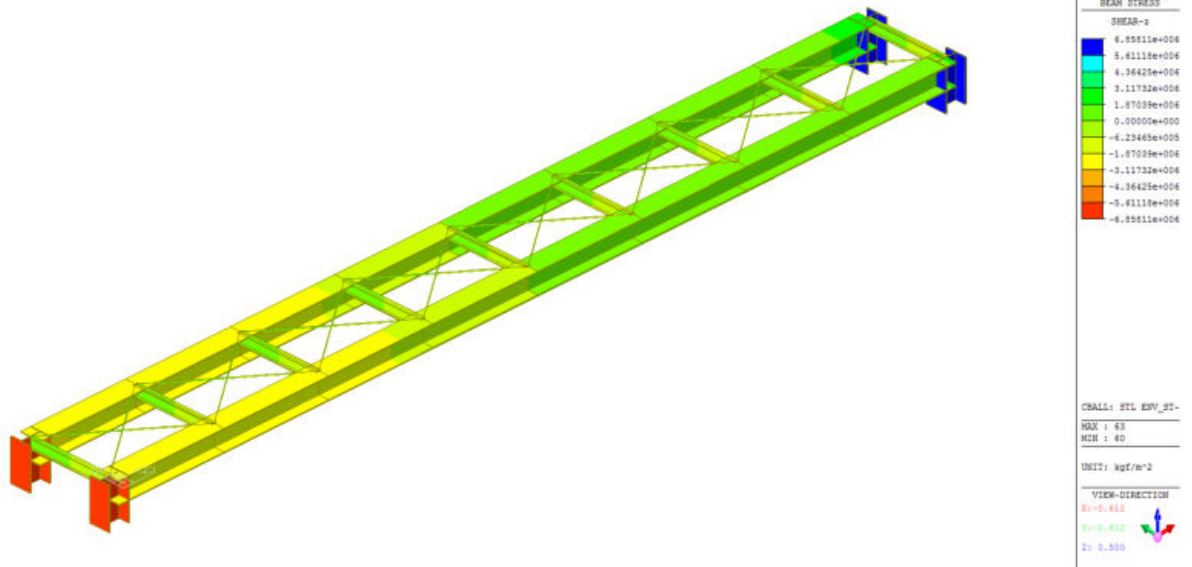


Figura 10 Involuppo τ_z SLU

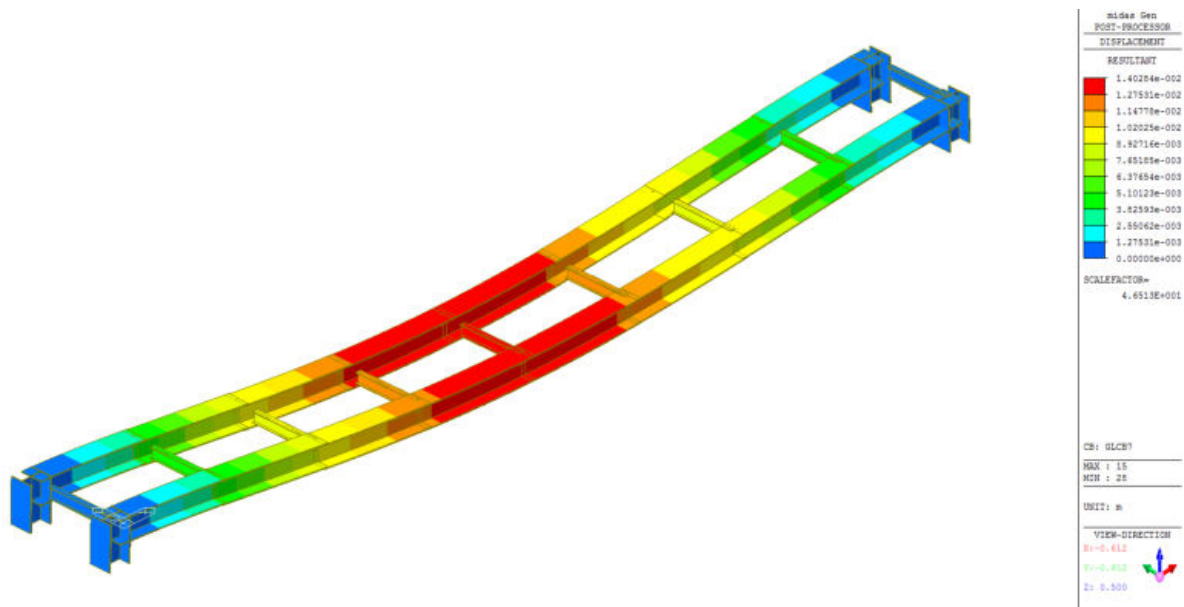


Figura 11 Deformata SLE Rara

6.3 Verifica dei collegamenti.

Giunto di continuità delle travi principali

Sollecitazioni da trasmettere

$$M_d = 6222 \text{ kgm}$$

$$V_d = 5048 \text{ kg}$$

$$N_d = 25663 \text{ kg}$$

Lo sforzo di taglio è affidato integralmente ai bulloni d'anima, il momento flettente è ripartito fra ali ed anima in funzione della rigidità.

Ripartizione del momento flettente

$$\text{Momento d'inerzia delle HEA 320: } J_z = 22930 \text{ cm}^4$$

$$\text{Momento d'inerzia delle ali: } J_{zf} = 20165 \text{ cm}^4$$

$$\text{Momento d'inerzia dell'anima: } J_{za} = 2765 \text{ cm}^4$$

- Collegamento delle ali

$$M_{df} = 54472 \text{ kg}$$

$$N_d = \pm 5472/0.2945 \pm 10233 = \pm 28814 \text{ kg}$$

Si adottano (6+6) bulloni M18, Cl. 8.8

$$A_{res} = 1.92 \text{ cm}^2$$

Resistenza a taglio: $F_{v,Rd} = 2 \cdot 6 \cdot (0.6 \cdot 8000 \cdot 1.92 / 1.25) = 88474 \text{ kg} > N_d$

Resistenza a rifollamento: $\alpha = \min(30 / (3 \cdot 19), 8000 / 3600, 1) = 0.526$

$$k = \min((2.8 \cdot 50) / 19 - 1.7, 2.5) = 2.5$$

$$F_{b,Rd} = 6 \cdot 2.5 \cdot 0.526 \cdot 3600 \cdot 1.8 \cdot 1.5 / 1.25 = 61389 \text{ kg} > N_d$$

Verifica del coprigiunto $s_p = 15 \text{ mm}$

$$A_n = 2 \cdot (12.5 - 1.9) \cdot 1.5 = 31.8 \text{ cm}^2$$

$$N_{Rd} = 2400 \cdot 31.8 / 1.05 = 72686 \text{ kg}$$

- Collegamento anima

Si adottano (6+6) bulloni M18, Cl. 8.8

$$M_{da} = 750 \text{ kgm}$$

$$V_{da} = 5048 \text{ kg}$$

$$N_{dq} = 5197 \text{ kg}$$

Sollecitazioni in centro bullonatura

$$M_d = 750 + 5048 \cdot 0.0625 = 1065 \text{ kgm}$$

Sollecitazioni nel bullone maggiormente sollecitato

$$H_d = 1065 / (0.16 \cdot 2) + 5197 / 6 = 4196 \text{ kg}$$

$$V_d = 5048 / 6 = 841 \text{ kg}$$

$$R_d = 4280 \text{ kg}$$

Resistenza a taglio: $F_{v,Rd} = 2 \cdot (0.6 \cdot 8000 \cdot 1.92 / 1.25) = 14746 \text{ kg} > R_d$

Resistenza a rifollamento: $\alpha = \min(40 / (3 \cdot 19), 2.22, 1) = 0.702$

$$k = \min((2.8 \cdot 30) / 19 - 1.7, 2.5) = 2.5$$

$$F_{b,Rd} = 2.5 \cdot 0.702 \cdot 3600 \cdot 1.8 \cdot 0.9 / 1.25 = 8185 \text{ kg} > R_d$$

Collegamento controventi

Sollecitazioni da trasmettere

$$N_d = 6125 \text{ kg}$$

Si adottano bulloni M16, Cl. 8.8

Verifica a taglio: $F_{v,Rd} = 2 \cdot 0.6 \cdot 8000 \cdot 1.57 / 1.25 = 12058 \text{ kg} > N_d$

Resistenza a rifollamento: $\alpha = \min(30 / (3 \cdot 15), 2.22, 1) = 0.667$

$$k = \min((2.8 \cdot 30) / 15 - 1.7, 2.5) = 2.5$$

$$F_{b,Rd} = 2 \cdot 2.5 \cdot 0.667 \cdot 3600 \cdot 1.6 \cdot 0.6 / 1.25 = 9216 \text{ kg} > N_d$$

Vincolo al piede delle travi principali

Le travi principali sono vincolate al piede tramite due barre M27, classe 8.8.

Sforzo verticale: $V = 6850 \text{ kg}$

Sforzo longitudinale: $H_{lmax} = 21654 \text{ kg}$

Sforzo trasversale: $H_{tmax} = 1829 \text{ kg}$

Coppia trasversale: $M_{tmax} = 1070 \text{ kgm}$

Verifica dell'ancoraggio con resina epossidica.

Basi della progettazione

Ancorante

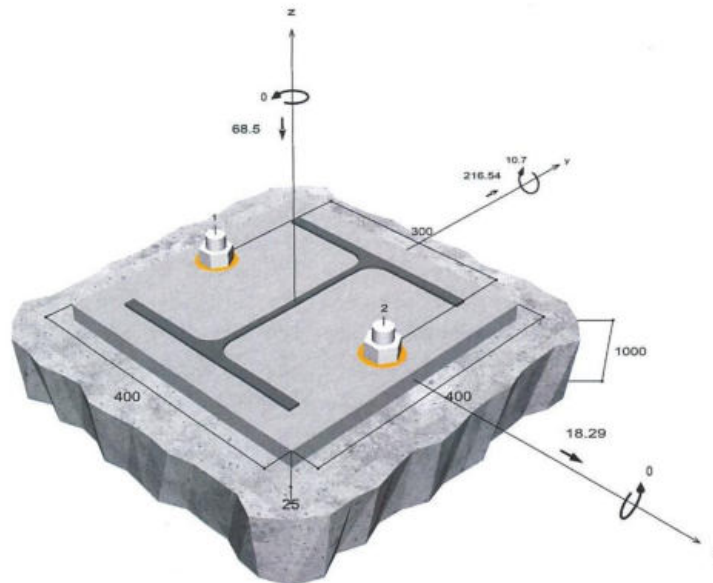
Sistema	fischer Sistema a iniezione FIS EM plus
Ancorante chimico ad iniezione	FIS EM Plus 390 S
Elemento di fissaggio	Barra filettata FIS A M 27 x 1000 8.8, Acciaio zincato, Classe di resistenza 8.8 Con la barra filettata selezionata è possibile eseguire fino a 2 fissaggi.
Profondità di ancoraggio	400 mm
Dati di progetto	Progettazione dell'ancorante in Calcestruzzo secondo Valutazione Tecnica Europea ETA-17/0979, Opzione 1, Emesso 17/06/2020



Geometria / Carichi

mm, kN, kNm

Valore di progetto delle azioni (sono inclusi i coefficienti parziali di sicurezza delle azioni)



Non in scala

Dati di input

Metodo di progettazione	Metodo di progettazione EN 1992-4:2017: Ancoranti chimici
Materiale di base	C20/25, EN 206
Condizioni calcestruzzo	Non fessurato, Foro asciutto
Range di temperatura	24 °C Temperatura nel lungo periodo, 40 °C Temperatura nel breve periodo
Armatura	Armatura normale o senza armatura. Senza armatura di bordo
Metodo di foratura	Rotopercussione
Tipo di installazione	Installazione passante
Spazio anulare tra foro della piastra e barra	Spazio anulare tra foro della piastra e barra riempito
Tipo di carico	Statico
Distanziato	Nessuna flessione
Dimensioni piastra di ancoraggio	Ancorante fissato sul materiale di base 400 mm x 400 mm x 25 mm
Tipo di profilo	HEA 320

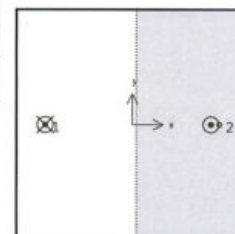
Carichi di progetto *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Tipo di carico
1	-68.50	18.29	216.54	0.00	10.70	0.00	Statico

*) I coefficienti parziali di sicurezza per le azioni sono inclusi.

Forze risultanti sull'ancoraggio

Ancorante n°	Forza di trazione kN	Forza di taglio kN	Forza di taglio x kN	Forza di taglio y kN
1	4.95	108.66	9.15	108.27
2	0.00	108.66	9.15	108.27



max. deformazione a compressione del calcestruzzo :

0.06 ‰

max. tensione di compressione del calcestruzzo :

1.9 N/mm²

Forza risultante di trazione :

4.95 kN, Coordinate x/y (-150 / 0)

Forza risultante di compressione :

73.45 kN, Coordinate x/y (136 / 0)

Resistenza di progetto a trazione

Verifica	Carico kN	Portata kN	Utilizzo β_N %
Rottura dell'acciaio *	4.95	245.33	2.0
Rottura combinata sfilamento e cono di calcestruzzo	4.95	339.29	1.5
Rottura per formazione del cono di calcestruzzo	4.95	399.86	1.2

* Ancorante piú sfavorevole

Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
368.00	1.50	245.33	4.95	2.0

Ancorante n°	$\beta_{N,s}$ %	Gruppo n°	Beta decisivo
1	2.0	1	$\beta_{N,s;1}$
2	0.0	2	$\beta_{N,s;2}$

Rottura combinata sfilamento e cono di calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{cc,Np} \cdot \Psi_{rr,Np}$$

Equazione
(7.13)

$$N_{Rk,p} = 508.94kN \cdot \frac{582,169mm^2}{582,169mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 = 508.94kN$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1.00 \cdot \pi \cdot 27mm \cdot 400mm \cdot 15.0N/mm^2 = 508.94kN$$

Equazione
(7.14)

$$\Psi_{sus} = 1.00$$

Equazione
(7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0.00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0.60$$

$$s_{cr,Np} = \min\left(7.3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0.5}; 3 \cdot h_{ef}\right)$$

Equazione
(7.15)

$$s_{cr,Np} = \min\left(7.3 \cdot 27mm \cdot \left(1.00 \cdot 15.0N/mm^2\right)^{0.5}; 3 \cdot 400mm\right) = 763mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{763mm}{2} = 382mm$$

Equazione
(7.16)

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{\infty}{382mm}\right) = 1.000 \leq 1$$

Equazione
(7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1)\right) = 1.000 - \sqrt{\frac{0mm}{763mm}} \cdot (1.000 - 1) = 1.000 \geq 1$$

Equazione (7.17)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1.5}\right)$$

Equazione (7.18)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{1} - (\sqrt{1} - 1) \cdot \left(\frac{15.0N/mm^2}{11.6N/mm^2}\right)^{1.5}\right) = 1.000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{11}{3.14 \cdot 27mm} \sqrt{400mm \cdot 20.0N/mm^2} = 11.6N/mm^2$$

Equazione (7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_x}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1.000 \cdot 1.000 = 1.000 \leq 1$$

Equazione (7.21)

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{763mm}} = 1.000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{763mm}} = 1.000 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1.000$$

Equazione (7.5)

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
508.94	1.50	339.29	4.95	1.5

Ancorante n°	$\beta_{N,p}$ %	Gruppo n°	Beta decisivo
1	1.5	1	$\beta_{N,p;1}$

Rottura per formazione del cono di calcestruzzo



$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Equazione (7.1)

$$N_{Rk,c} = 393.55kN \cdot \frac{1,440,000mm^2}{1,440,000mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.524 = 599.79kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 11.0 \cdot \sqrt{20.0N/mm^2} \cdot (400mm)^{1.5} = 393.55kN$$

Equazione (7.2)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{\infty}{600mm}\right) = 1.000 \leq 1$$

Equazione (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1.000$$

Equazione (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_x}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1.000 \cdot 1.000 = 1.000 \leq 1$$

Equazione (7.6)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{1,200mm}} = 1.000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{1,200mm}} = 1.000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 2 - \frac{z}{1.5 \cdot h_{ef}} = 2 - \frac{286mm}{1.5 \cdot 400mm} = 1.52 \geq 1$$

Equazione (7.7)

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
599.79	1.50	399.86	4.95	1.2

Ancorante n°	$\beta_{N,c}$ %	Gruppo n°	Beta decisivo
1	1.2	1	$\beta_{N,c;1}$

Resistenza a taglio

Verifica	Carico kN	Portata kN	Utilizzo β_v %
Rottura dell'acciaio senza braccio di leva *	108.66	147.20	73.8
Rottura calcestruzzo sul lato opposto al carico	217.31	945.39	23.0

* Ancorante più sfavorevole

Rottura dell'acciaio senza braccio di leva

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1.00 \cdot 184.00 \text{ kN} = 184.00 \text{ kN}$$

Equazione
(7.35)/(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
184.00	1.25	147.20	108.66	73.8

Ancorante n°	β_{Vs} %	Gruppo n°	Beta decisivo
1	73.8	1	$\beta_{Vs;1}$
2	73.8	2	$\beta_{Vs;2}$

Rottura calcestruzzo sul lato opposto al carico

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 709.04 \text{ kN} = 1,418.09 \text{ kN}$$

Equazione
(7.39c)

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Equazione
(7.13)

$$N_{Rk,p} = 508.94 \text{ kN} \cdot \frac{811,069 \text{ mm}^2}{582,169 \text{ mm}^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 = 709.04 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1.00 \cdot \pi \cdot 27mm \cdot 400mm \cdot 15.0N/mm^2 = 508.94kN$$

Equazione
(7.14)

$$\Psi_{sus} = 1.00$$

Equazione
(7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0.00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0.60$$

$$s_{cr,Np} = \min\left(7.3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0.5}; 3 \cdot h_{ef}\right)$$

Equazione
(7.15)

$$s_{cr,Np} = \min\left(7.3 \cdot 27mm \cdot \left(1.00 \cdot 15.0N/mm^2\right)^{0.5}; 3 \cdot 400mm\right) = 763mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{763mm}{2} = 382mm$$

Equazione
(7.16)

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{\infty}{382mm}\right) = 1.000 \leq 1$$

Equazione
(7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi_{g,Np}^0 - 1\right)\right)$$

Equazione
(7.17)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; 1.000 - \sqrt{\frac{300mm}{763mm}} \cdot (1.000 - 1)\right) = 1.000 \geq 1$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1.5}\right)$$

Equazione
(7.18)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{2} - (\sqrt{2} - 1) \cdot \left(\frac{15.0N/mm^2}{11.6N/mm^2}\right)^{1.5}\right) = 1.000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{11}{3.14 \cdot 27mm} \sqrt{400mm \cdot 20.0N/mm^2} = 11.6N/mm^2$$

Equazione
(7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1.000 \cdot 1.000 = 1.000 \leq 1$$

Equazione
(7.21)

$$\Psi_{rv,Np} = 1.000$$

Equazione
(7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
1,418.09	1.50	945.39	217.31	23.0

Ancorante n°	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppo n°	Beta decisivo
1, 2	23.0	1	$\beta_{V,cp,1}$

Risultato dei carichi di trazione e taglio

Carichi di trazione	Utilizzo β_N %	Carichi di taglio	Utilizzo β_V %
Rottura dell'acciaio *	2.0	Rottura dell'acciaio senza braccio di leva *	73.8
Rottura combinata sfilamento e cono di calcestruzzo	1.5	Rottura calcestruzzo sul lato opposto al carico	23.0
Rottura per formazione del cono di calcestruzzo	1.2		

* Ancorante più sfavorevole

Resistenza alla combinazione di trazione e taglio

Utilizzo dell'acciaio $\beta_{N,s} = \beta_{N,s1} = 0.02 \leq 1$ $\beta_{V,s} = \beta_{V,s1} = 0.74 \leq 1$ $\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s1}^2 + \beta_{V,s1}^2 = 0.55 \leq 1$		Verifica soddisfatta	Equazione (7.55)
Utilizzo del calcestruzzo $\beta_{N,p} = \beta_{N,p1} = 0.01 \leq 1$ $\beta_{V,ep} = \beta_{V,ep1} = 0.23 \leq 1$ $\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} = \beta_{N,p1}^{1.5} + \beta_{V,ep1}^{1.5} = 0.11 \leq 1$			Equazione (7.56)

Informazioni sulla piastra

Dettagli piastra di base

Spessore della piastra definito dall'utente senza verifiche

t = 25 mm

Tipo di profilo

HEA 320

Osservazioni tecniche

La trasmissione dei carichi dell'ancoraggio al supporto in calcestruzzo deve essere indicata per lo stato limite ultimo e lo stato limite di esercizio; a tal fine, le normali verifiche devono essere effettuate considerando le azioni introdotte dagli ancoraggi. Per tali verifiche saranno considerate le disposizioni aggiuntive del metodo di progettazione.

Durante la progettazione sono stati emessi le seguenti note e avvertenze:

- Per combinazioni di carico con momento flettente e forza di trazione, dovrebbero essere controllate anche le corrispondenti combinazioni di carico senza momento flettente.

Dati di installazione

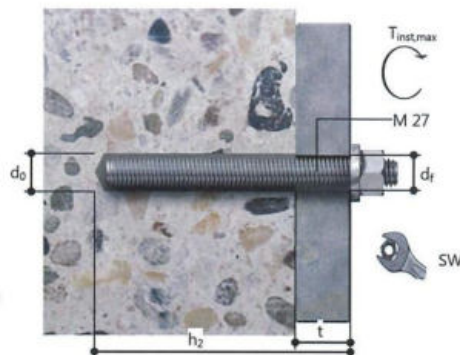
Ancorante

Sistema	fischer Sistema a iniezione FIS EM plus	
Ancorante chimico ad iniezione	FIS EM Plus 390 S (sono disponibili altri formati della cartuccia)	Articolo 544163
Elemento di fissaggio	Barra filettata FIS A M 27 x 1000 8.8, Acciaio zincato, Classe di resistenza 8.8 Con la barra filettata selezionata è possibile eseguire fino a 2 fissaggi.	Disponibile su richiesta
Accessorio	FIS MR Plus Tubo flessibile da 9mm Adattatore da iniezione da 30mm Dispenser FIS DM S Pistola ad aria compressa ABS Pistola ad aria compressa (p >= 6 bar) Tubo flessibile da 9mm Ugello ad aria compressa D30-D35 BS 35 Punta SDS Max IV 30/450/570 o alternativamente FHD Max 30/600/820 Foratura a roto-percussione con o senza aspirazione	Articolo 545853 Articolo 48983 Articolo 90689 Articolo 511118 Articolo 93286 Fornito dal cliente Articolo 19705 Articolo 511959 Articolo 78184 Articolo 504246 Articolo 546606
Cartucce alternative	FIS EM Plus 585 S FIS EM Plus 1500 S La cartucce mostrate sono alternative a quella evidenziata con lo stesso numero di Benestare/Valutazione.	Articolo 544164 Articolo 544167



Dettagli di installazione

Filettatura	M 27
Diametro del foro	$d_0 = 30 \text{ mm}$
Profondità di foratura	$h_2 = 425 \text{ mm}$
Profondità di ancoraggio	$h_{ef} = 400 \text{ mm}$
Metodo di foratura	Rotopercussione
Pulizia del foro	Pulire con 2 soffiare, 2 spazzolate e 2 soffiare eseguite con idonei pistola ad aria compressa e scovolino Nessuna pulizia del foro richiesta in caso di utilizzo di una punta cava, per es. fischer FHD
Tipo di installazione	Installazione passante
Spazio anulare tra foro della piastra e barra	Spazio anulare tra foro della piastra e barra riempito
Coppia di serraggio massima	$T_{inst,max} = 200.0 \text{ Nm}$
Dimensioni della chiave	41 mm
Spessore della piastra di base	$t = 25 \text{ mm}$
t fix	$t_{fix} = 25 \text{ mm}$
Consumo di resina per foro	114 ml/57 Unità graduate



Dettagli piastra di base

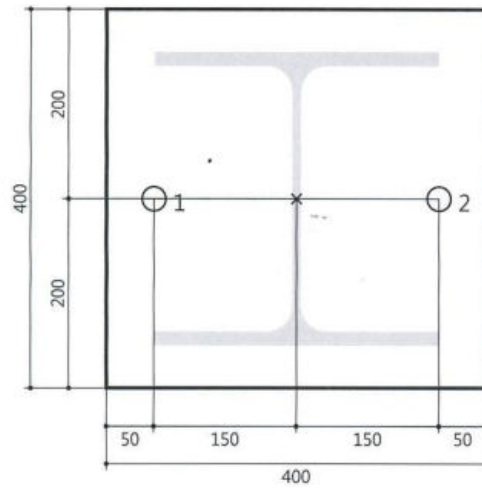
Materiale della piastra di base S 235 (St 37)
Spessore della piastra di base $t = 25$ mm
Diametro del foro nell'oggetto da fissare $d_f = 33$ mm

Profilo

Tipo di profilo HEA 320

Coordinate dell'ancoraggio

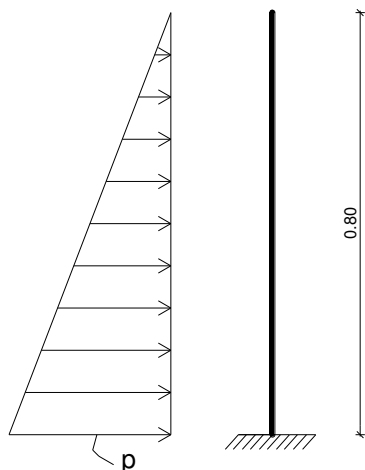
Ancorante n°	x mm	y mm
1	-150	0
2	150	0



6.4 Sovralzo del coronamento della diga

Il sovrizzo di 80 cm del coronamento della diga è ottenuto con un muro in c.a. dello spessore di 20 cm gettato in opera, le cui armature verticali saranno ancorate nel corpo della diga con resina epossidica.

Schema statico del muro



$$p = 1000 \cdot 0.80 = 800 \text{ kg/m}^2$$

La combinazione di carico considerata è di tipo eccezionale per cui il coefficiente moltiplicativo della spinta dell'acqua è assunto pari a 1.

Sezione di base

$$M_d = 320 \cdot 0.80 / 3 = 85.33 \text{ kgm/m}$$

$$V_d = 800 \cdot 0.80 / 2 = 320 \text{ kg/m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$d \cong 13 \text{ cm}$$

$$A_s = 1\phi 10 / 0.20 = 3.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A'_s = 1\phi 6 / 0.20 = 1.41 \text{ cm}^2/\text{m}$$

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: BaseMuro

(Percorso File: D:\Lavori\Geostru\RC-SEC2017\0221_DigaLeda\BaseMuro.sez)

Descrizione Sezione:	Sezione di base
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	181.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	339316 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	20.0	cm
Barre inferiori:	5Ø10	(3.9 cm ²)
Barre superiori:	5Ø6	(1.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	85	320	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali:	6.5	cm
Interfero netto minimo barre longitudinali:	5.2	cm
Coprifero netto minimo staffe:	6.4	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico										
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)										
Mx Ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico										
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000										
Yneuro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.										
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]										
x/d	Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)										
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]										
As Tesa	Area armature long. [cm ²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)										

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	85	-22	2256	26.437	18.6	1949	0.11	0.70	3.9 (2.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione						
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace						
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)						
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)						
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)						
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)						
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)						

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01791	20.0	-0.01399	13.0	-0.02898	7.0

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata						
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)						
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]						
d	Altezza utile sezione [cm]						
bw	Larghezza minima sezione [cm]						
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02]						
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm ²]						

N°Comb	Ver	Vsdu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	320	7280	13.0	100.0	0.0030	0.0