



COMUNE DI LOCATE VARESINO

Provincia di Como

REALIZZAZIONE NUOVO PERCORSO CICLO-PEDONALE LUNGO VIA BATTISTI NEL TRATTO COMPRESO TRA VIA TRIONFINA ED IL CONFINE COMUNALE

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Aggiornamento 2023



RELAZIONE GENERALE E RELAZIONI SPECIALISTICHE

data	aggiornamento	classificazione
Settembre 2023	Aggiornamento richiesta validatore	220507
		scala
		--
		data
		settembre 2023



Studio Tecnico Associato
geom. A. De Lillo & geom. M. Vanzini

INDICE DELLA RELAZIONE GENERALE

- 1. Premesse**
- 2. Inquadramento territoriale**
- 3. Impatto ambientale – criteri ambientali minimi**
- 4. Presenza di vincoli - autorizzazioni**
- 5. Descrizione dell'intervento**
- 6. Quadro economico dell'intervento**

1. Premesse

Il Comune di Locate Varesino con Determinazione del Responsabile del Servizio Tecnico n. 30 in data 17.02.2022 affidava al geom. Mario Vanzini dello *Studio Tecnico Associato geom. A. De Lillo & geom. M. Vanzini*, l'incarico professionale per la redazione del presente Progetto Definitivo – Esecutivo concernente la *“Realizzazione nuovo percorso ciclo-pedonale lungo via Battisti nel tratto compreso tra via Trionfina e il confine comunale”*.

Il Progetto Definitivo – Esecutivo è quindi redatto in conformità ai contenuti di cui al corrispondente Studio di Fattibilità redatto in data settembre 2018, dal geom. Mario Vanzini, approvato con Delibera Giunta Comunale n. 127 in data 31.10.2018, costituisce un secondo consistente intervento per la realizzazione del suddetto percorso ciclo-pedonale, il quale prevede una breve estensione del tracciato verso il confine con il limitrofo Comune di Tradate rispetto al summenzionato Studio di Fattibilità.

Il presente Aggiornamento è conseguente all'avvenuta “Rettifica n. 1 del P.G.T. vigente per correzione di errori materiali o rettifica (art. 13, comma 14 bis, l.r. n. 12/2005)”, in vigore dal 14.12.2022, la quale ha comportato anche un adeguamento di alcune cifre delle somme a disposizione contenute nel quadro economico.

2. Inquadramento territoriale

Il Comune di Locate Varesino è il primo comune della provincia di Como che si incontra percorrendo la SP 233 “Varesina” da Varese in direzione di Milano.

Il territorio comunale confina a Nord con Tradate (VA), a Est e Sud con Carbonate (CO) e a Ovest con Cairate (VA), Fagnano Olona (VA) e Gorla Maggiore (VA), ha un'estensione di 6,04 kmq, sulla quale risiedono circa 4.300 abitanti.

La via Battisti, oggetto dell'intervento progettuale, altri non è che la sede stradale della SP 233, importante arteria stradale che mette in comunicazione Varese, Tradate, Saronno e Milano, unendo le due provincie di Varese e Milano, transitando appunto in territorio della provincia di Como.

Ciò evidenzia l'importanza dell'obiettivo del Comune di Locate che è quello di completare l'analogo percorso ciclo-pedonale già esistente lungo via Battisti ed oggetto recentemente di un ampliamento nel tratto compreso tra l'incrocio con le vie Mazzini e Parini e la via Trionfina in direzione Nord, verso Tradate e Varese, sul lato destro.

L' intervento di cui al presente Progetto rappresenta un secondo significativo lotto per il completamento del percorso ciclo-pedonale sul lato destro sino al confine comunale con Tradate e la realizzazione di un nuovo tratto sul lato sinistro, dal predetto confine comunale, sino all'incrocio con via Nobile. per lotti successivi di cui il presente Progetto rappresenta il primo.

3. Impatto ambientale – criteri ambientali minimi

Siamo in presenza di opere di sistemazione stradale e di istituzionalizzazione ed implementazione sia di un percorso ciclo-pedonale, sia del sistema di raccolta delle acque meteoriche superficiali, con realizzazione di pavimentazioni e manufatti pressoché “a raso” lungo un importante via di comunicazione fortemente trafficata; quindi, le stesse non possono che considerarsi positivamente sia sotto il profilo paesaggistico che sotto quello ambientale.

Pur considerando che attualmente non sono stati pubblicati i decreti per la regolamentazione dei Criteri Ambientali Minimi per le opere stradali, il presente progetto prescrive che l'appaltatore metta in atto ogni accortezza possibile per il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, in particolare in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere e all'impiego di materiali il cui prezzo di applicazione compreso nel presente appalto, richieda la rispondenza al D.M. 23 giugno 2022, n.256, quali l'acciaio tondo per armature, chiusini in ghisa, masselli autobloccanti per pavimentazioni e la rete in acciaio elettrosaldata; ovviamente saranno prese in considerazione anche altre forniture di materiali con certificazione ambientale.

4. Presenza di vincoli - autorizzazioni

L'area oggetto d'intervento non presenta particolari vincoli e a seguito della “Rettifica n. 1 del P.G.T. vigente per consentire la realizzazione delle previsioni urbanistiche definendo l'assetto stradale definitivo dell'ex SS 233”, in vigore dal 14 dicembre 2022, le opere previste hanno ottenuto la piena conformità urbanistica.

L'unica autorizzazione che risulta necessaria per la realizzazione delle opere in oggetto è quella da parte della Provincia di Como, ente proprietario e gestore della sede stradale di Via Battisti (ex SS 233 – Varesina), autorizzazione ottenuta mediante Accordo di Programma tra i due Enti, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 23 del 30.06.2021.

L'intervento oggetto della presente relazione risulta escluso dall'applicazione del “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica” di Regione Lombardia n. 7 in data 23 novembre 2017, in base a quanto stabilito dall'art. 3, comma 3, lettera c) del medesimo provvedimento.

5. Descrizione dell'intervento

Il tratto oggetto d'intervento lungo il lato destro di via Battisti ha uno sviluppo di circa 280 metri, mentre quello lungo il lato sinistro ha uno sviluppo di circa m 90 e secondo quanto concordato con il Comune di Locate Varesino e previsto dal citato Studio di Fattibilità, le nuove opere presenteranno caratteristiche analoghe a quelle del percorso ciclo-pedonale esistente ed a quelle del recente ampliamento dello stesso, nel tratto da via Mazzini a via Trionfina.

La realizzazione del nuovo percorso ciclo-pedonale sarà resa possibile utilizzando lo spazio disponibile a lato della corsia destra della carreggiata stradale, in direzione di Varese, attualmente occupato da un marciapiede e/o da un'ampia banchina stradale.

Si prevede quindi la demolizione dell'esistente marciapiede, ove presente, con rimozione dei cordoli, della pavimentazione, dei cavidotti, dei condotti e delle caditoie e ancora l'estirpazione delle ceppaie delle piante oramai non più presenti e di quelle residuali dopo il loro taglio, la rimozione dei segnali stradali, degli elementi di arredo urbano e dei pali della pubblica illuminazione che saranno poi riposizionati.

Le nuove opere comprenderanno un risanamento del sottofondo stradale della zona da destinare a banchina e/o parcheggio auto, mediante scavo del cassonetto per uno spessore medio di cm 35, stesa di misto inerte a granulometria stabilizzata per uno spessore finito e rullato di cm 30 e il rifacimento della pavimentazione bituminosa mediante stesura di tout-venant dello spessore di cm 15 e del tappeto d'usura dello spessore di cm. 3, saranno inoltre riportati in quota i chiusini dei servizi interrati esistenti e verrà realizzata la nuova segnaletica orizzontale.

Il percorso ciclopedonale, previo scavo del cassonetto, sarà realizzato con sottofondo in misto inerte a granulometria stabilizzata per uno spessore finito e rullato di cm 20, strato di pietrischetto di frantumazione pezzatura 6/12 per uno spessore di cm 5, stesura di tessuto non tessuto e pavimentazione in masselli in calcestruzzo autobloccanti dello spessore di cm 8, posati su letto di sabbia dello spessore di cm 6, il percorso sarà inoltre delimitato verso la banchina/parcheggio da un cordolo prefabbricato in calcestruzzo con sezione cm 15/12 x h. 25; le caratteristiche dei masselli autobloccanti dovranno essere del tutto identiche a quelle del percorso ciclo-pedonale recentemente realizzato ed al quale ci si andrà a raccordare.

In corrispondenza dei nuovi parcheggi longitudinali affiancati al percorso ciclo-pedonale, quest'ultimo si troverà "a raso" rispetto alla quota della banchina/parcheggi e la cordatura di separazione fungerà quindi da protezione oltre che da contenimento delle acque meteoriche.

Gli attraversamenti pedonali e gli accessi carrai saranno salvaguardati prevedendo in corrispondenza degli stessi un solo cordolo ribassato e a protezione degli stessi saranno realizzate delle aiuole della larghezza di m 1,20, racchiuse sempre da cordoli prefabbricati in calcestruzzo e pavimentate con ciottoli posati su letto di sabbia e cemento, posto sopra a un massetto in calcestruzzo dello spessore di cm 10, armato con rete elettrosaldata.

La larghezza del percorso ciclo-pedonale varierà in funzione del raccordo con le recinzioni esistenti, normalmente superiore a m 2,00 ed in alcuni tratti inferiore a tale dimensione.

All'interno delle aiuole, ricavate come sopra riportato, quando necessario, troveranno posto i segnali stradali e i pali della pubblica illuminazione, mentre le caditoie per l'intercettazione delle acque meteoriche saranno poste in banchina, immediatamente a ridosso dei nuovi cordoli.

Le nuove caditoie stradali saranno realizzate con pozzetti muniti di sifone, con chiusini in ghisa sferoidale per l'intercettazione delle acque, che saranno convogliate lungo il lato destro di via Battisti alla rete fognaria mista esistente nel tratto compreso tra via Trionfina e la laterale di accesso ad alcune palazzine e a un centro estetico.

Sempre lungo il lato destro, da questo punto e sino al confine comunale con Tradate, si è prevista l'estensione dell'esistente rete di raccolta delle acque meteoriche, per un tratto di circa m 113, mediante la posa in opera di una tubazione in PVC, del diametro esterno di mm 200, con giunti a banchiera ed anello elastomerico, classe di rigidità SN 8kN/mq, con una livelletta di posa pari all'1% , con sottofondo, rinfillo e cappa di protezione in calcestruzzo ed immissione nell'esistente rete posta a valle.

Lungo il lato sinistro è stata prevista la realizzazione di analoga rete di raccolta delle acque meteoriche, dal confine comunale con Tradate, sino alla via Nobile, con immissione nell'esistente rete acque bianche di quest'ultima, per un tratto dello sviluppo di circa m 122; le tubazioni impiegate e le modalità di posa sono identiche a quelle sopra descritte.

A completamento delle nuove reti di raccolta delle acque meteoriche, sono state previste camerette d'ispezione di tipo prefabbricato in conglomerato cementizio, costituite da elementi ad anello delle dimensioni interne di cm 80 x 80, soletta carrabile sempre in calcestruzzo dello spessore di cm 15, dotate di chiusini in ghisa sferoidale, classe D 400, con luce netta del diametro di mm 600.

L'esatta posizione planimetrica dei nuovi tratti di rete di raccolta delle acque meteoriche sarà definita in fase esecutiva a seguito dei necessari assaggi puntuali necessari alla esatta determinazione dei servizi interrati esistenti ed interferenti.

In corrispondenza del civico n. 67 di via Battisti, a causa del consistente dislivello presente tra la banchina stradale e l'area verde interna alla proprietà, è stato necessario prevedere la realizzazione di un muro in cemento armato, per il contenimento del percorso ciclo-pedonale.

Tale muro avrà una lunghezza di circa m 19,00, fondazione con sezione di cm 85 x 25, altezza pari a cm 130 e spessore pari a cm 25, lungo il lato del percorso ciclo-pedonale formerà un cordolo dell'altezza di circa cm 20 – 25 al di sopra del quale dovrà essere posizionata una cancellata realizzata in profilati metallici, a disegno semplice, dell'altezza di m 1,50; si provvederà anche alla sostituzione della siepe esistente necessariamente rimossa precedentemente.

Quali opere complementari all'intervento sono stati previsti:

- la posa di un cavidotto di servizio costituito da una tubazione in polietilene corrugata a doppia parete del diametro di mm 125 e relativi pozzetti d'ispezione muniti di chiusino in ghisa;

- la predisposizione del nuovo impianto per la pubblica illuminazione comprendente cavidotto con caratteristiche come sopra descritte ma del diametro di mm 110, pozzetti, chiusini e plinti di ancoraggio dei pali – la realizzazione della relativa linea di alimentazione, posa corpi illuminanti, collegamenti ecc. sarà oggetto di intervento non previsto nel presente Progetto;
- interventi di assistenza per il coordinamento con i servizi a rete esistenti;
- posa nuova segnaletica;
- opere varie di finitura e completamento.

Visto quanto sin qui riportato si può ritenere che le opere previste siano a bassissimo impatto ambientale e pienamente compatibili sotto il profilo paesaggistico e che per la realizzazione delle stesse non si renda necessaria l'adozione di particolari misure di salvaguardia della tutela ambientale e paesaggistica, se non in riferimento alla corretta raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Per l'occupazione temporanea e il successivo esproprio delle aree interessate dalle opere, per altro già tutte oggetto di arretramento delle recinzioni e già sede dell'attuale banchina/marciapiede, è stato predisposto il necessario Piano Particellare, anche se si rimanda quanto riportato al precedente paragrafo 4 in merito al necessario ottenimento della conformità urbanistica.

Per quanto concerne i calcoli statici relativi alle opere strutturali ed a quelli idraulici necessari per il dimensionamento delle nuove condotte di raccolta delle acque meteoriche, si allegano, in calce alla presente Relazione, le Relazioni Specialistiche redatte a cura del dott. ing. Maurizio Girolidi.

6. Quadro economico dell'intervento

Il costo complessivo dei lavori, determinato mediante apposito computo metrico estimativo, risulta pari a complessivi € 410.000,00 di cui € 111.124,83 per Costi della Manodopera e € 10.650,00 per Costi della Sicurezza, entrambi non assoggettabili a ribasso.

Il costo totale dell'intervento comprensivo delle "Somme a disposizione dell'Amministrazione" comprendenti le voci per imprevisti, incentivo per la progettazione, oneri per coordinamento servizi, contributo ANAC, spese per pubblicità, spese tecniche per progettazione, direzione lavori e coordinamento sicurezza, oneri per occupazione temporanea ed esproprio ed imposta di registro spese tecniche per adeguamento atti P.G.T., spese tecniche per validazione progetto ed I.V.A. ammonta ad €550.000,00.

Locate Varesino, *settembre 2023*

IL PROGETTISTA
(geom. Mario VANZINI)

RELAZIONE E CALCOLI OPERE IN C.A.

a cura dell'Ing. Maurizio GIROLDI

1 RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DELLE STRUTTURE - PREMESSE

Il sottoscritto dott. ing. Maurizio Girolidi, avente studio in Luino via Cairoli n. 26 ed iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Varese al n. 1774 di posizione, incaricato da Studio Tecnico Associato geom. De Lillo e geom. Mario Vanzini, nell'ambito della redazione del progetto di REALIZZAZIONE NUOVO PERCORSO CICLO-PEDONALE LUNGO VIA BATTISTI NEL TRATTO COMPRESO TRA VIA TRIONFINA ED IL CONFINE COMUNALE in Comune di Locate Varesino.

Ai sensi degli artt. 29 e 37 del D.P.R. 207/2010 redige quindi il presente documento.

Si sono sviluppati nel presente progetto tutti gli elementi di calcolo necessari per aver contezza dell'effettivo dimensionamento delle opere, con riferimento anche alla successiva denuncia delle opere in c.a. (attinente alla fase di esecuzione delle opere) anticipata nella presente relazione.

I calcoli a seguire evidenziati sono riferiti alla tavole di progetto n. 14 - STRUTTURE IN C.A.

2 RELAZIONE GENERALE E RELAZIONE DI CALCOLO

Il presente progetto strutturale è relativo all'esecuzione di un tratto modestissimo di muretto di contenimento della nuova pista ciclabile e pedonale, per una lunghezza complessiva di circa 14 metri; il muretto avrà altezza, da spiccato fondazionale, pari a 130 cm circa.

Per quanto riguarda le opere di sostegno del terreno, è possibile operare scavi aperti per il raggiungimento quota -100/120 cm circa da piano campagna (quota appoggio magrone) in ragione sia della assenza di carichi stradali nelle immediate adiacenze, sia dell'angolo d'attrito interno stimabile per i litotipi interessati.

Si è operata una modellazione del manufatto e dei carichi che consideri:

- il peso proprio delle strutture;
- il peso dei reinterri, dei riempimenti e della modellazione del terreno finito;
- i carichi accidentali.

Il sovraccarico applicabile, cautelativamente ed in considerazione di eventuali sovraccarichi stradali futuri, pur non auspicabili per il corretto mantenimento delle cordolature, è stato indicato in 20 kN/m² quale accidentale e 2 kN/m² quale sovraccarico permanente.

Le modalità esecutive del manufatto risultano come sotto indicato per fasi sequenziali di lavoro:

- scavo sino a quota – 1,00 m circa da piano campagna;
- realizzazione magrone di appoggio fondazioni, la cui esecuzione è obbligatoria e non eliminabile in fase esecutiva;
- getto opere di fondazione;
- getto delle strutture in opera in elevazione e successivo reinterro.

Per quanto riguarda l'eventuale possibilità di galleggiamento della vasca non si opera la verifica che tenga conto della condizione di equilibrio di cui al cap. 6.2.4 UPL di cui alle citate Norme Tecniche 2018 in ragione dell'assenza di acqua di falda nel terreno oggetto di intervento.

3 QUADRO NORMATIVO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento:

D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

L'esecuzione dei calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle seguenti norme:

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" (G.U. Serie Generale n. 35 del 11.2.2019 – Supp. Ordinario n. 5)
- L.R. 12 Ottobre 2015 n. 33 "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche"
- D.G.R. Lombardia 30 Marzo 2016 n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica".
- D.G.R. Lombardia 15 febbraio 2021 n. XI/4317 "Indirizzi per l'uniforme applicazione del decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 30 aprile 2020, "Approvazione delle linee guida per l'individuazione, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all'articolo 94 bis, comma 1, del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, nonché delle varianti di carattere non sostanziale per le quali non occorre il preavviso

di cui all'articolo 93”.

In riferimento ai “Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione” del Decreto Ministeriale del 24 dicembre 2015 (G.U. n. 16 del 21 gennaio 2016) ed al successivo secondo aggiornamento di cui al Decreto Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - 11 ottobre 2017 “Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni (allegato 1), per l'edilizia (allegato 2) e per i prodotti tessili (allegato 3)” (G.U. n. 23 del 28 gennaio 2017), si sono operate le necessarie verifiche di congruità già nella presente fase tecnica.

In particolare ai sensi dell'art. 2.4.2.1, i calcestruzzi usati dovranno essere prodotti con un contenuto minimo di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti).

L'appaltatore dovrà produrre alla Stazione appaltante, in fase di esecuzione dei lavori, la documentazione a comprova dell'utilizzo di materiale riciclato come sopra indicato e secondo i dettami del citato art. 2.4.2.1.

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In assenza di specifica relazione geologica ci si è avvalsi della cartografia e della documentazione disponibili a corredo del vigente P.G.T. per la valutazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

In considerazione della tipologia di substrato indicata (limi e argille superficiali) si riportano i dati significativi del substrato di appoggio per i manufatti precedentemente indicati.

- 1) Strato 1: da piano campagna a profondità -0.50 m circa, terreno humico-vegetale e/o riporti
- 2) Strato 2: da -0.50 m terreno variabile con matrice sabbiosa o limosa

Per la modellazione dei manufatti si sono assunti i seguenti parametri:

coefficiente elastico suolo alla Winkler $3,00 \text{ kg/cm}^3$ (valore tabellare medio per tipologia di sottosuolo)

massima pressione al suolo in SLU $q_{\text{SLU}} = 1,00 \text{ kg/cm}^2$

assenza di falda interagente con le strutture in progetto.

Quanto alla verifica sismica si evidenzia come le opere non siano soggette a modellazione sismica in quanto ricadenti nella disciplina dell'allegato E alla D.G.R. XI/4317 del 15.05.2021.

5 MATERIALI D'IMPIEGO

5.1 CALCESTRUZZI

R_{ck} = Resistenza caratteristica cubica

f_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica = $R_{ck} \times 0.83$

f'_{cd} = Resistenza di calcolo cilindrica = $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$

α_{cc} = coefficiente riduttivo = 0.85

γ_c = coefficiente di sicurezza = 1.5

Calcestruzzo sottofondazioni

Classe di resistenza C12/15, non armato

Classe di esposizione X0

Calcestruzzo fondazioni ed elevazioni

Classe del calcestruzzo C30/37

Classe di esposizione XA1

Resistenza caratteristica cubica ≥ 37.00 MPa

Resistenza caratteristica f_{ck} 30.00 MPa

Modulo elastico E_c 32308 MPa

Copriferro c 35 mm

5.2 ACCIAIO

f_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento

f_{yd} = Resistenza di calcolo = f_{yk} / γ_s

γ_s = coefficiente di sicurezza = 1.15

Acciaio per armatura ordinaria

B450C (ex FeB44k)

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540.00$ MPa

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450.00$ MPa

Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ 391.30 MPa

Modulo elastico E_s 210000 MPa

Acciaio per carpenteria metallica

Acciaio S275JR

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 510.00$ MPa

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 355.00$ MPa

Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 308.70$ MPa

Modulo elastico $E_s = 210000$ MPa

Le caratteristiche dei profilati metallici, conformi a EN 10025, sono le seguenti:

Designazione		Carico unitario minimo di snervamento ReH ^{a)} MPa ^{b)}									Resistenza a trazione Rm ^{a)} MPa ^{b)}				
		Spessore nominale mm									Spessore nominale mm				
in conformità alla EN 10027-1 e CR 10260	in conformità alla EN 10027-2	≤16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{c)}	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{c)}
S235JR	I.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360+510	360+510	350+500	340+490	-
S235J0	I.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360+510	360+510	350+500	340+490	-
S235J2	I.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360+510	360+510	350+500	340+490	330+480
S275JR	I.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430+580	410+560	400+540	380+540	-
S275J0	I.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430+580	410+560	400+540	380+540	-
S275J2	I.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195	430+580	410+560	400+540	380+540	380+540
S355JR	I.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	-	510+680	470+630	450+600	450+600	-
S355J0	I.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	-	510+680	470+630	450+600	450+600	-
S355J2	I.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510+680	470+630	450+600	450+600	450+600
S355K2	I.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510+680	470+630	450+600	450+600	450+600
S450J0 ^{d)}	I.0590	450	430	410	390	380	380	-	-	-	-	550+720	530+700	-	-

6 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

6.1 AZIONI DI CARICO

Si considera ogni struttura sottoposta alle seguenti azioni:

- Pesi propri
- Carichi permanenti portati
- Carichi variabili

Le azioni elementari di carico vengono combinate in maniera da ottenere le condizioni più sfavorevoli per la struttura, in accordo alle prescrizioni di cui al paragrafo 2.5.3 delle norme NTC 2018 per i diversi stati limite ultimo e di esercizio.

Pesi propri

Peso elementi gettati in opera – valutato automaticamente dal codice di calcolo in base alle dimensioni degli elementi, considerando un peso per unità di volume pari a $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.

Carichi permanenti portati

Si sono considerati i pesi degli elementi strutturali di sottofondo e pavimentazioni, considerando un peso per unità di volume pari a $\gamma_{cop} = 18 \text{ kN/m}^3$.

Carichi variabili-accidentali

Reinterri e terreno saturo: peso per unità di volume pari a $\gamma_{terr} = 20 \text{ kN/m}^3$.

Sovraccarichi generali: $S = 22,00 \text{ kN/m}^2$ di cui $2,00 \text{ kN/m}^2$ permanente e $20,00 \text{ kN/m}^2$ accidentale.

6.2 INTERAZIONI – CRITERI DI CALCOLO - VERIFICHE

Non vi sono interazioni con il territorio circostante né con le costruzioni ed i manufatti esistenti all'intorno.

Il calcolo è stato condotto in base ai criteri della Scienza delle Costruzioni secondo il metodo degli Stati limite, con riferimento al D.M. 17.01.2018.

Si è calcolata la struttura tridimensionale continua data dall'insieme degli elementi (fondazioni - murature portanti in c.a.) che costituiscono i manufatti.

Fondazione continua: calcolata supponendo un appoggio elastico sul terreno con coefficiente di sottofondo pari a $W = 3,0 \text{ kg/cm}^3$; la massima pressione sul terreno in SLU si è supposta pari a $q_{SLU} = 1,0 \text{ kg/cm}^2$.

Il software di calcolo utilizzato è dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

Filtri per la congruenza geometrica del modello generato

Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilità o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all'autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Da quanto sopra esposto si può quindi affermare, ai sensi del cap. 10.2 delle NTC 2018, che il calcolo è andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato è risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

Luino, settembre 2022

dott. ing. Maurizio Girolidi

FASCICOLO VERIFICHE STRUTTURALI

MURO DI CONTENIMENTO

a cura dell'Ing. Maurizio GIROLDI

aggiornamento settembre 2023

COMUNE DI LOCATE VARESINO

REALIZZAZIONE NUOVO PERCORSO CICLO-PEDONALE LUNGO VIA BATTISTI NEL TRATTO COMPRESO TRA VIA TRIONFINA ED IL CONFINE COMUNALE

FASCICOLO VERIFICHE STRUTTURALI MURO DI CONTENIMENTO

Verifiche di Equilibrio (EQU) e Stabilità (GEO)

RIBALTAMENTO

(Ed) : M.Ribaltante (daNm)

823

(Rd) : M.Stabilizz. (daNm)

851

Rd/Ed =

1.03

(EQU-M2)

↑ (Sisma) ↓

312

316

1,141

1,153

3.65

3.66

SCORRIMENTO

(Ed) : Spinta : (daN)

1,210

(Rd) : $\frac{N_d \cdot \tan \delta}{\gamma_R}$

1,277

Rd/Ed =

1.06

(A1-M1-R3)

↑ (Sisma) ↓

502

507

1,459

1,474

2.90

2.91

CARICO LIMITE

(Ed) : N_d : (daN)

4,964

(Rd) : N_u : (daN)

9,702

Rd/Ed =

1.95

$\sigma_t = \frac{R_d}{(B' \times L)}$

(daN/cm²)

1.54

(A1-M1-R3)

↑ (Sisma) ↓

2,779

2,808

11,766

11,774

4.23

4.19

(daN/cm²)

1.83

1.84

Approccio di Verifica

☐ Approccio 1

STR (A1-M1-R1)

GEO (A2-M2-R2)

☒ Approccio 2

(A1-M1-R3)

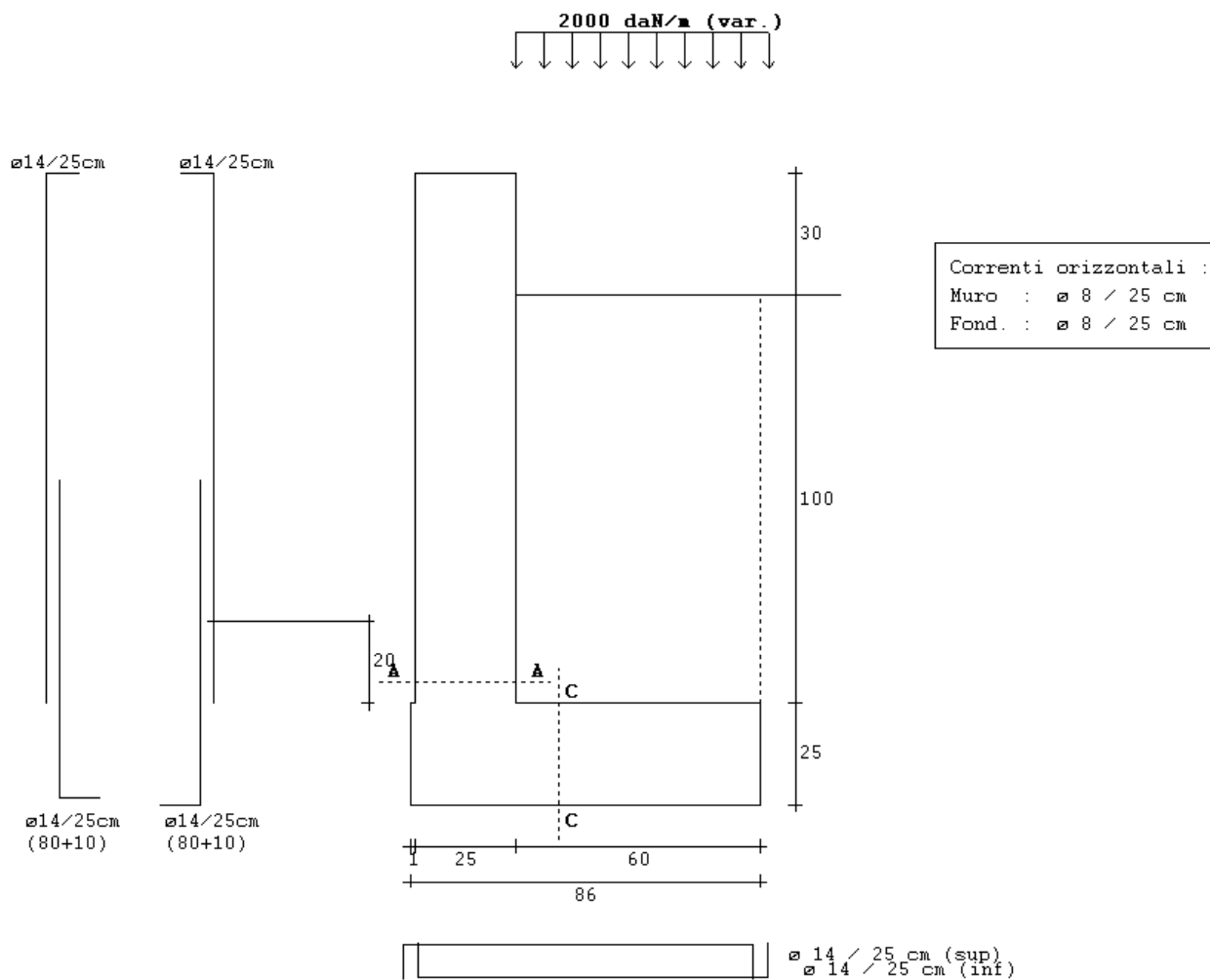
Coeff.Parziali

CHIUDI

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$
 3.00 cm
 cls. : $R_{ck} = 370 \text{ daN/cm}^2$
 3.00 cm

$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$
 $f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / 1.50 = 174 \text{ daN/cm}^2$

copriferro muro:
 copriferro fond:



SEZ.	cdc	N.d.	M.d.	M.slu	M.slu/M.d	Arm. tesa	Arm. comp.
A-A	M1-A1	813	385	5,342	13.87		
	M2-A2	813	414	5,342	12.90	ø 14 / 25cm	ø 14 / 25cm
	Sisma	817	175	5,342	30.45		
B-B	M1-A1						
	M2-A2					ø 14 / 25cm	ø 14 / 25cm
	Sisma						
C-C	M1-A1		568	5,257	9.25		

M2-A2	599	5,257	8.77	ø 14 /25cm	ø 14 /25cm
Sisma	281	5,257	18.72		

SEZ.	cdc	T.d.	T.slu	T.slu/T.d	Bracci Staffe	A.stf./m ²
A-A	M2-A2	906	11,650	12.86		
B-B	M1-A1	69	11,650	169.01		
C-C	M2-A2	909	11,650	12.81		

T.slu = Taglio Resistente senza armatura

Verifiche di STABILITA'

<u>RIBALTAMENTO</u>	(EQU-M2)	Sisma (M2)	
		(-kv)	(+kv)
(Ed) : M.R. (daNm)	823	312	316
(Rd) : M.S. (daNm)	851	1,141	1,153
(Rd/Ed)	1.03	3.65	3.66

<u>SCORRIMENTO</u>	Approccio 2 (A1-M1-R3) $\gamma_R=1.1$	Sisma Appr.2 (M1)	
		(-kv) $\gamma_R=1.1$	(+kv) $\gamma_R=1.1$
(Ed) : Sd (daN)	1,210	502	507
(Rd) : Nd tan(d) / γ_R	1,277	1,459	1,474
(Rd/Ed)	1.06	2.90	2.91

<u>CARICO LIMITE</u>	Approccio 2 (A1-M1-R3) $\gamma_R=1.4$	Sisma Appr.2 (M1)	
		(-kv) $\gamma_R=1.4$	(+kv) $\gamma_R=1.4$
(Ed) : Nd (daN)	4,964	2,779	2,808
(Rd) : Nu / γ_R	9,702	11,766	11,774
(Rd/Ed)	1.95	4.23	4.19

$\sigma_{t.}$ (daN/cm ²)			
Nd / (B' x 100)	0.79	0.43	0.44

DATI TECNICI TERRENO

angolo attrito interno terreno : $\varphi = 38.00^\circ$
angolo attrito muro-terreno : $\delta = 20.00^\circ$
angolo scorrimento fondazione : $\delta' = 30.00^\circ$ $f = \tan(\delta') = 0.577$
angolo incl.su orizz. del muro : $\alpha = 90.00^\circ$
angolo di inclinazione terreno : $\beta = 0.00^\circ$

peso specifico terreno :ps = 1800 daN/mc
peso specifico muro :pp = 2500 daN/mc
sovraccarico :Sov= 2000 daN/m²

altezza del terreno a valle... : hv= 0.20 m

coeff. di spinta attiva (Ka)

(vedi CESTELLI-GUIDI vol.II - formula di MULLER-BRESLAU)

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2(\alpha) \sin(\alpha - \delta) \times \left(1 + \frac{(\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta))}{(\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta))} \right)^{\frac{1}{2}}} = 0.217$$

coeff. di spinta ridotta (ka')

(Norme Tecniche sulle Costruzioni - tab. 6.2.II)

$$\tan \varphi' = (\tan \varphi) / 1.25$$

angolo attrito interno ridotto : $\varphi' = 32.01^\circ$ -----> **ka' = 0.275**

SPINTA SISMICA

(NTC 2018 - cap. 3.2 e 7.11)

Zona Sismica : 3

accelerazione orizz.sito : $a_g = 0.039g$

Categoria suolo : C ----> $S_s = 1.50$

Coeff.amplific.Topografico : $S_T = 1.00$

accelerazione max. attesa :

$a_{max} = (a_g S_s S_T) = 0.039 \times 1.50 \times 1.00 = 0.059g$

coeff. riduzione acc.sismica locale: $\beta_m = 0.18$

Coff. spinta orizzontale : $K_h = \beta_m a_{max} = 0.0105$

Coff. spinta verticale : $K_v = 0.5 K_h = 0.0053$

angolo di inclinazione sismica:

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v} = \frac{0.011}{1 \pm 0.010} \rightarrow \theta = 0.606^\circ \quad \text{comp.verticale sisma verso ALTO } (-K_v)$$
$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v} = \frac{0.011}{1 \pm 0.010} \rightarrow \theta = 0.600^\circ \quad \text{comp.verticale sisma verso BASSO } (+K_v)$$

coeff. di spinta sismica ($\beta \leq \varphi - \theta$)

$$KAE = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \sin^2(\alpha) \sin(\alpha - \theta - \delta) \times \left(1 + \frac{(\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \theta))^{\frac{1}{2}}}{(\sin(\alpha - \theta - \delta) \sin(\alpha + \beta))} \right)^2}$$

appr.2 (M1)

appr.1 (M2)

($\phi = 38.00^\circ$)

($\phi' = 32.01^\circ$)

KAE = 0.2223

KAE = 0.2817

comp.verticale sisma verso ALTO (-kv)

KAE = 0.2222

KAE = 0.2816

comp.verticale sisma verso BASSO (+kv)

Coefficienti SISMICI di combinazione per carichi variabili

Carico distribuito : $\psi_2 = 0.30$

Carico Verticale : $\psi_2 = 0.30$

Carico Orizzontale : $\psi_2 = 0.30$

Momento : $\psi_2 = 0.30$

SPINTE sul MURO di SOSTEGNO

Spinte lungo la superficie verticale del terreno a filo fondazione a monte : $h = 1.25$ m

coeff. spinta (M1): $k_a = 0.217$

coeff. spinta (M2): $k_a' = 0.275$

coeff. carichi = 1

Spinta del Terrapieno	(M1)	(M2)	
$St = 1/2 \times ps \times h^2 \times Ka =$	305 daN	387 daN	applicata a $(1/3 h)$: 0.42 m
Spinta del Sovraccarico			
$Ss = SovA \times h \times Ka =$	542 daN	689 daN	applicata a $(1/2 h)$: 0.63 m

Approccio 2

coeff.Parziali Terreno (M1)

Coeff.Parziali Carichi = 1

	(-kv)	(+kv)	
coeff.di spinta sismica attiva : KAE =	0.2223	0.2222	
Spinta Sismica Terreno :			
Ed = 1/2 x ps x (1±Kv) x KAE x h² = m	311 daN	314 daN	applicata a (1/3 h) : 0.42
Spinta Sismica Sovraccarico :			
q.sis. = 2000 x 0.30 = 600 daN/m			
Ed' = q.sis. x (1±Kv) x KAE x h = m	166 daN	168 daN	applicata a (1/2 h) : 0.63

Spinta Sismica di Massa : Orizzontale

Fh(M) = Pm Kh =	813 x 0.0105 =	9 daN	muro
Fh(F) = Pf Kh =	538 x 0.0105 =	6 daN	fondazione
Fh(T) = Pt Kh =	1080 x 0.0105 =	11 daN	terreno

Spinta Sismica di Massa : Verticale :

Fv(M) = Pm Kv =	813 x 0.0053 =	4 daN	muro
Fv(F) = Pf Kv =	538 x 0.0053 =	3 daN	fondazione
Fv(T) = Pt Kv =	1080 x 0.0053 =	6 daN	terreno

Verifica di Equilibrio : RIBALTAMENTO (EQU + M2)

coeff. parziali carichi : $\gamma_g \gamma_q = 0,9/1,1$ $0,0/1,5$
coeff. parziali terreno : $\gamma_M = 1,25$: $\phi = 32.01^\circ$
coeff. sicurezza globale : $\gamma_R = 1.0$

Carichi Verticali

	P (daN)	P (daN)	x (m)	Mr (daNm)
Pf : peso fondazione :	538 x 0.9 =	484	0.43	208
Pm : peso paramento verticale :	813 x 0.9 =	732	0.14	99
Ptm: peso terreno a monte.... :	1080 x 0.9 =	972	0.56	544
Ptv: peso terreno a valle.... :	4 x 0.9 =	4	0.01	
totali :		2190		851

Spinte Orizzontali

	S (daN)	S (daN)	y (m)	Ms (daNm)
Stx: Spinta attiva orizzontale:	387 x 1.1 =	426	0.42	178
Ssx: Spinta Sovr. Variabile :	689 x 1.5 =	1034	0.63	646
totali :		1459		824

Verifica Ribaltamento

$\Sigma Mr > \Sigma Ms$ -----> 851 daNm > 824 daNm

Verifica Scorrimento - approccio 2 (A1 + M1 + R3)

coeff. parziali carichi : $\gamma_g \gamma_q = 1,0/1,3 \quad 0,0/1,5$
coeff. parziali terreno : $\gamma_M = 1,0$: $\phi = 38.00^\circ$ $\delta' = 30.00^\circ$
coeff. sicurezza globale : $\gamma_R = 1.1$

Carichi Verticali

	P (daN)	P (daN)
Pf : peso fondazione :	538	538
Pm : peso paramento verticale :	813	813
Ptm: peso terreno a monte.... :	1080	1080
Ptv: peso terreno a valle.... :	4	4
totali :		<hr/> 2434

Spinte Orizzontali

	S (daN)	S (daN)
Stx: Spinta attiva orizzontale:	305 x 1.3 =	397
Ssx: Spinta Sovr. Variabile :	542 x 1.5 =	813
totali :		<hr/> 1210

$$\Sigma P \cdot \tan(\delta') / \gamma_R > \Sigma S \quad \text{---->} \quad 2434 \times 0.577 / 1.1 = 1278 \text{ daN} > 1210 \text{ daN}$$

Verifica Carico Limite - approccio 2 (A1 + M1 + R3)

coeff. parziali carichi : $\gamma_g \gamma_q = 1,0/1,3$ 0,0/1,5
coeff. parziali terreno : $\gamma_M = 1,0$: $\phi = 38.00^\circ$
coeff. sicurezza globale : $\gamma_R = 1.4$

Carichi Verticali

	P (daN)	P (daN)	x (m)	Mr (daNm)
Pf : peso fondazione	538 x 1.3 =	699	0.43	300
Pm : peso paramento verticale :	813 x 1.3 =	1057	0.14	143
Ptm: peso terreno a monte.... :	1080 x 1.3 =	1404	0.56	786
Ptv: peso terreno a valle.... :	4 x 1.3 =	5	0.01	
Psq: sovracc. variabile..... :	1200 x 1.5 =	1800	0.56	1008
totali :		4964		2237

Spinte Orizzontali

	S (daN)	S (daN)	y (m)	Ms (daNm)
Stx: Spinta attiva orizzontale:	305 x 1.3 =	397	0.42	165
Ssx: Spinta Sovr. Variabile :	542 x 1.5 =	813	0.63	508
totali :		1210		673

Sezione Ridotta

$$u = \frac{M_r - M_s}{\sum P} = \frac{156400}{4964} = 32 \text{ cm}$$

zona reagente : $B' = 2 \times U = 63 \text{ cm}$

Carico Limite Fondazione : $Q_{lim.} = (2 \times 32 \times 100) \times 2.16 = 13582 \text{ daN}$

Carico di Progetto Fondaz. : $N_d = 4964 \text{ daN}$

$$Q_{lim.}/\gamma_R > N_d \text{ ----> } 13582 / 1.4 = 9701 \text{ daN} > 4964 \text{ daN}$$

Fattori formula capacità portante ($\phi = 32.00^\circ$)

$$\begin{aligned} d_c &= 1 + 0.2(D/B') \quad k_p^{(1/2)} = 1.258 & i_c &= (1 - \alpha/90)^2 = 0.719 & \alpha &= \arctang(S_d/N_d) = 13.70^\circ \\ d_q &= 1 + 0.1(D/B') \quad k_p^{(1/2)} = 1.129 & i_q &= i_c = 0.719 \\ d_g &= d_q = 1.129 & i_g &= (1 - \alpha/\phi)^2 = 0.327 & k_p &= 3.255 \end{aligned}$$

Coefficienti di capacità portante terreno (formula di Vesic)

$$\begin{aligned} N_q &= \tan^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \tan(\phi))} = 23.177 & q &= 810 \text{ daN/m}^2 \\ N_c &= (N_q - 1)/\tan(\phi) = 35.490 & C_u &= 0.00 \text{ daN/cm}^2 \\ N_g &= 2(N_q + 1) \times \tan(\phi) = 30.215 & \gamma &= 1800 \text{ daN/m}^3 \end{aligned}$$

$$q_{ult} = c_u N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B' N_g d_g i_g$$

Capacità portante ultima del Terreno : $q_{ult.} = 0.00 + 1.52 + 0.63 = 2.16 \text{ daN/cm}^2$

Verifica SISMICA di Equilibrio : RIBALTAMENTO (M2)

coeff. parziali carichi : $\gamma_g \gamma_q = 1,00$

coeff. parziali terreno : $\gamma_M = 1,25$:

$\phi = 32.01^\circ$

coeff. sicurezza globale : $\gamma_R = 1.0$

Carichi Verticali

	P (daN)	P (daN)	x (m)	Mr (daNm)
Pf : peso fondazione	538	538	0.43	231
Pm : peso paramento verticale :	813	813	0.14	110
Ptm: peso terreno a monte.... :	1080	1080	0.56	605
Ptv: peso terreno a valle.... :	4	4	0.01	
Psq: sovracc. variabile..... :	1200 x 0.3 =	360	0.56	202
totali :		2794		1147

Spinte Statiche e Dinamiche KAE = 0.2817 (-kv)

	Sd(daN)	Sd(daN)	y (m)	Ms (daNm)
Ed : Spinta sismica terreno.. :	394	394	0.42	164
Ed': Spinta sismica sovracc.. :	210	210	0.63	131
Sw1: Spinta massa muro..... :	9	9	0.90	8
Sw2: Spinta massa fondazione :	6	6	0.13	1
Sw4: Spinta massa terreno :	11	11	0.75	9
totali :		630		312

Verifica Ribaltamento (-kv)

$Mr \times (1-kv) > Ms$

$$1147 \times (1-0.0053) = 1141 > 312 \text{ daNm}$$

Spinte Statiche e Dinamiche KAE = 0.2816 (+kv)

	Sd(daN)	Sd(daN)	y (m)	Ms (daNm)
Ed : Spinta sismica terreno.. :	398	398	0.42	166
Ed': Spinta sismica sovracc.. :	212	212	0.63	133
Sw1: Spinta massa muro..... :	9	9	0.90	8
Sw2: Spinta massa fondazione :	6	6	0.13	1
Sw4: Spinta massa terreno :	11	11	0.75	9
totali :		636		316

Verifica Ribaltamento (+kv)

$Mr \times (1+kv) > Ms$

$$1147 \times (1+0.0053) = 1153 > 316 \text{ daNm}$$

Verifica SISMICA : SCORRIMENTO - approccio 2 (M1 + R3)

coeff. parziali carichi : $\gamma_g \gamma_q = 1,0$

coeff. parziali terreno : $\gamma_M = 1,0$:

$\phi = 38.00^\circ$

$\delta' = 30.00^\circ$

coeff. sicurezza globale : $\gamma_R = 1.1$

Spinte Statiche e Dinamiche KAE = 0.2223 (-kv)

	Sd(daN)	Sd(daN)		
Ed : Spinta sismica terreno.. :	311	311	0.42	130
Ed' : Spinta sismica sovracc.. :	166	166	0.63	104
Sw1 : Spinta massa muro..... :	9	9	0.90	8
Sw2 : Spinta massa fondazione :	6	6	0.13	1
Sw4 : Spinta massa terreno :	11	11	0.75	9
totali :		503		251

Verifica Scorrimento (-kv)

$$Nd \times (1-kv) \tan(\delta') / \gamma_R > Sd$$

$$2794 \times (1-0.0053) \times \tan(30.00) / 1.1 = 1459 > 503 \text{ daN}$$

Spinte Statiche e Dinamiche KAE = 0.2222 (+kv)

	Sd(daN)	Sd(daN)		
Ed : Spinta sismica terreno.. :	314	314	0.42	131
Ed' : Spinta sismica sovracc.. :	168	168	0.63	105
Sw1 : Spinta massa muro..... :	9	9	0.90	8
Sw2 : Spinta massa fondazione :	6	6	0.13	1
Sw4 : Spinta massa terreno :	11	11	0.75	9
totali :		508		253

Verifica Scorrimento (+kv)

$$Nd \times (1+kv) \tan(\delta') / \gamma_R > Sd$$

$$2794 \times (1+0.0053) \times \tan(30.00) / 1.1 = 1474 > 508 \text{ daN}$$

Verifica SISMICA : CARICO LIMITE - approccio 2 (M1 + R3)

coeff. parziali carichi : $\gamma_g \gamma_q = 1,0$
coeff. parziali terreno : $\gamma_M = 1,0$: $\phi = 38.00^\circ$
coeff. sicurezza globale : $\gamma_R = 1.4$

Verifica Carico Limite (-kv)

$N_d = 2794 \times (1-0.0053) = 2779 \text{ daN}$	Carico Sismico
$S_d = 502 \text{ daN}$	Spinta Sismica
$e = B/2 - (M_r - M_s)/N_d = 86/2 - (1141-250)/2779 = 11 \text{ cm}$	eccentricità
$B' = (B - 2 e) = (86 - 2 \times 11) = 64 \text{ cm}$	Sezione ridotta

Fattori formula capacità portante ($\phi = 32.00^\circ$)

$d_c = 1 + 0.2(D/B') k_p^{(1/2)} = 1.253$	$i_c = (1 - \alpha/90)^2 = 0.785$	$\alpha = \arctang(S_d/N_d) = 10.25^\circ$
$d_q = 1 + 0.1(D/B') k_p^{(1/2)} = 1.127$	$i_q = i_c = 0.785$	
$d_g = d_q = 1.127$	$i_g = (1 - \alpha/\phi)^2 = 0.462$	$k_p = 3.255$

$q_{ult} = c_u N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B' N_g d_g i_g = 2.57 \text{ daN/cm}^2$

$Q_{lim.} = (64 \times 100) \times 2.57 = 16472 \text{ daN}$ Carico Limite Fondazione

$Q_{lim.}/\gamma_R > N_d$ ----> $16472 / 1.4 = 11766 \text{ daN} > 2779 \text{ daN}$

Verifica Carico Limite (+kv)

$N_d = 2794 \times (1+0.0053) = 2808 \text{ daN}$	Carico Sismico
$S_d = 507 \text{ daN}$	Spinta Sismica
$e = B/2 - (M_r - M_s)/N_d = 86/2 - (1153-253)/2808 = 11 \text{ cm}$	eccentricità
$B' = (B - 2 e) = (86 - 2 \times 11) = 64 \text{ cm}$	Sezione ridotta

Fattori formula capacità portante ($\phi = 32.00^\circ$)

$d_c = 1 + 0.2(D/B') k_p^{(1/2)} = 1.253$	$i_c = (1 - \alpha/90)^2 = 0.785$	$\alpha = \arctang(S_d/N_d) = 10.24^\circ$
$d_q = 1 + 0.1(D/B') k_p^{(1/2)} = 1.127$	$i_q = i_c = 0.785$	
$d_g = d_q = 1.127$	$i_g = (1 - \alpha/\phi)^2 = 0.462$	$k_p = 3.255$

$q_{ult} = c_u N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B' N_g d_g i_g = 2.57 \text{ daN/cm}^2$

$Q_{lim.} = (64 \times 100) \times 2.57 = 16484 \text{ daN}$ Carico Limite Fondazione

$Q_{lim.}/\gamma_R > N_d$ ----> $16484 / 1.4 = 11774 \text{ daN} > 2808 \text{ daN}$

Coefficienti di capacità portante terreno (formula di Vesic)

$$\begin{aligned} N_q &= \tan^2(45+\phi) e^{(\pi \tan(\phi))} = 23.177 \\ N_c &= (N_q-1)/\tan(\phi) = 35.490 \\ N_g &= 2(N_q+1) \times \tan(\phi) = 30.215 \end{aligned}$$

$$\phi=38.00^\circ$$

$$\begin{aligned} q &= 810 \text{ daN/m}^2 \\ C_u &= 0.00 \text{ daN/cm}^2 \\ \gamma &= 1800 \text{ daN/m}^3 \end{aligned}$$

SPINTE sul PARAMENTO VERTICALE

Spinte su paramento interno muro

coeff. spinta (M1): $k_a = 0.217$

coeff. spinta (M2): $k_a' = 0.275$

coeff. carichi = 1

$h_{\text{muro}} = 1.30 \text{ m}$

$h_{\text{terr.}} : h = 1.00 \text{ m}$

Spinta del Terrapieno	(M1)	(M2)	
$Sp = 1/2 \times 1800 \times h^2 \times K_a =$	195 daN	248 daN	applicata a (1/3 h) : 0.33 m
componenti orizz. e vert. della spinta attiva :			
$S_{px} = Sp \times \cos(20^\circ) =$	183 daN	233 daN	quota = 0.33
$S_{py} = Sp \times \sin(20^\circ) =$	67 daN	85 daN	

Spinta del Sovraccarico

$SsA = 2000 \times h \times k_a =$	434 daN	551 daN	applicata a (1/2 h) : 0.50 m
componenti orizz. e vert. della spinta sovraccarico :			
$SsAx = SsA \times \cos(20^\circ) =$	408 daN	518 daN	quota = 0.50
$SsAy = SsA \times \sin(20^\circ) =$	148 daN	188 daN	

SPINTE SISMICHE su Muro di Sostegno

<u>Approccio 1 comb. 2</u>	coeff.Parziali Terreno (M2)		Coeff.Parziali Carichi = 1
	(-kv)	(+kv)	
coeff.di spinta sismica attiva : $KAE =$	0.2817	0.2816	

Spinta Sismica Terreno :

$Ed = 1/2 \times p_s \times (1 \pm K_v) \times KAE \times h^2 =$ m	252 daN	255 daN	applicata a (1/3 h) : 0.33
---	---------	---------	----------------------------

Spinta Sismica Sovraccarico :

$q_{\text{sis.}} = 2000 \times 0.30 = 600 \text{ daN/m}$			
$Ed' = q_{\text{sis.}} \times (1 \pm K_v) \times KAE \times h =$ m	168 daN	170 daN	applicata a (1/2 h) : 0.50

SOLLECITAZIONE alla BASE MURO

c.d.c. (M1 + A1)

	N [daN]		T [daN]	y [m]	M [daNm]
Sax: Spinta attiva orizz.:		183 x 1.3 =	238	0.33	79
Ssx: Spinta orizz.Sov.Acc.:		408 x 1.5 =	612	0.50	306
Pm : Peso muro..... :	813			0.00	
totali....:	<u>813</u>		<u>850</u>		<u>385</u>

c.d.c. (M2 + A2)

	N [daN]		T [daN]	y [m]	M [daNm]
Sax: Spinta attiva orizz.:			233	0.33	78
Ssx: Spinta orizz.Sov.Acc.:		518 x 1.3 =	673	0.50	337
Pm : Peso muro..... :	813			0.00	
totali....:	<u>813</u>		<u>906</u>		<u>414</u>

c.d.c. SISMICA (M2) (-kv)

	N [daN]		T [daN]	y [m]	M [daNm]
Ed : Spinta sismica terreno.. :			252	0.33	84
Ed': Spinta sismica sovracc.. :			168	0.50	84
Swl: Spinta massa muro..... :			9	0.90	6
dPm: Eccentricità muro..... :	808			0.00	
totali....:	<u>808</u>		<u>429</u>		<u>174</u>

c.d.c. SISMICA (M2) (+kv)

	N [daN]		T [daN]	y [m]	M [daNm]
Ed : Spinta sismica terreno.. :			255	0.33	85
Ed': Spinta sismica sovracc.. :			170	0.50	85
Swl: Spinta massa muro..... :			9	0.90	6
dPm: Eccentricità muro..... :	817			0.00	
totali....:	<u>817</u>		<u>433</u>		<u>175</u>

Pressione di calcolo sul terreno

$\sigma.d(1) =$	$4964 / (63 \times 100)$	$= 0.79 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	cdc.(M1-A1)
$\sigma.d(2) =$	$3994 / (55 \times 100)$	$= 0.73 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	cdc.(M2-A2)
$\sigma.d(3) =$	$2779 / (60 \times 100)$	$= 0.47 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	cdc.Sisma (M2) (-kv)
$\sigma.d(4) =$	$2808 / (60 \times 100)$	$= 0.47 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	cdc.Sisma (M2) (+kv)

Sezione a valle (B - B)

$$Md(1) = (0.79 \times 100 \times 1) \times 0.01 - (2500 \times 0.25 + 0.20 \times 1800) \times 0.01^2 / 2 = 0 \text{ daNm}$$

$$Md(2) = (0.73 \times 100 \times 1) \times 0.01 - (2500 \times 0.25 + 0.20 \times 1800) \times 0.01^2 / 2 = 0 \text{ daNm}$$

$$Md(3) = (0.47 \times 100 \times 1) \times 0.01 - (2500 \times 0.25 + 0.20 \times 1800) \times 0.01^2 / 2 = 0 \text{ daNm}$$

$$Md(4) = (0.47 \times 100 \times 1) \times 0.01 - (2500 \times 0.25 + 0.20 \times 1800) \times 0.01^2 / 2 = 0 \text{ daNm}$$

Sezione a monte (C - C)

$$M.c(1) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 1.3 \times 0.60^2 / 2 + 3000 \times 0.60^2 / 2 - (0.79 \times 100 \times 37)^2 / 2 = 568 \text{ daNm}$$

$$T.c(1) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 1.3 \times 0.60 + 3000 \times 0.60 - (0.79 \times 100 \times 37) = 776 \text{ daN}$$

$$M.c(2) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 0.60^2 / 2 + 2600 \times 0.60^2 / 2 - (0.73 \times 100 \times 29)^2 / 2 = 599 \text{ daNm}$$

$$T.c(2) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 0.60 + 2600 \times 0.60 - (0.73 \times 100 \times 29) = 909 \text{ daN}$$

$$M.c(3) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 0.60^2 / 2 + 600 \times 0.60^2 / 2 - (0.47 \times 100 \times 34)^2 / 2 = 281 \text{ daNm}$$

$$T.c(3) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 0.60 + 600 \times 0.60 - (0.47 \times 100 \times 34) = 247 \text{ daN}$$

$$M.c(4) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 0.60^2 / 2 + 600 \times 0.60^2 / 2 - (0.47 \times 100 \times 34)^2 / 2 = 278 \text{ daNm}$$

$$T.c(4) = (2500 \times 0.25 + 1.00 \times 1800) \times 0.60 + 600 \times 0.60 - (0.47 \times 100 \times 34) = 231 \text{ daN}$$

Luino, 31.07.2023

dott. ing. Maurizio Girolodi

RELAZIONE E VERIFICHE IDRAULICHE

a cura dell'Ing. Maurizio GIROLDI

1 - CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E DIMENSIONAMENTO RETI

Si riporta, in allegato a seguire, la tabella di calcolo relativa al dimensionamento delle tubazioni, con la precisazione che si è optato per un modesto sovradimensionamento delle condotte al fine di rendere agevoli le operazioni di manutenzione, eventuale lavaggio e videoispezione delle stesse anche in prosieguo di tempo.

Tronco da caditoie 1-2-3-4-5-6-7-8 a rete fognaria esistente

Si è ipotizzato il deflusso dell'intera portata critica (primi 15 minuti di pioggia) attraverso la sezione avente minor pendenza, pari allo 1,00%, costituita da tubazione pvc ø200 mm SN8, con sezione libera interna diametro 188 mm; il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato posto, in ragione di sicurezza e considerando eventuali futuri depositi o concrezioni, pari a 100.

Si è considerato, per il dimensionamento delle tubazioni, un evento meteorico con tempo di ritorno $T_r = 10$ anni.

Per il tratto terminale delle sezioni idrauliche considerate, corrispondenti alla citata tubazione ø 200 mm in pvc sottesa ad una superficie pari a 1.160 m², con coefficiente di deflusso pari a $\phi = 1,0$, la portata da smaltire è pari (tabella ARPA) a:

$$h_{crit} = a \cdot D^{0,5}$$

ove

$$a = 47,39 \text{ mm} = 0,0474 \text{ m (vedasi tabella ARPA per } T_{10})$$

$$D = 15 \text{ minuti} = 0,25 \text{ ore}$$

$$S1 = 1.160 \text{ m}^2$$

$$V_{T10} = (S \cdot h_{crit}) = 27,49 \text{ m}^3 \text{ volume da smaltire nei primi 15 minuti di pioggia}$$

$$Q_{T10} = V_{T10} / (15 \cdot 60) = 30,5 \text{ l/s}$$

La portata massima defluisce con un riempimento della tubazione pari al 70%, un'altezza da direttrice inferiore scorrimento di 132,37 mm ed una velocità di 1,46 m/s, compatibile col regime idraulico della condotta.

Tronco da caditoie 10-11-12-13-14-15-16 a manufatto D

Si è ipotizzato il deflusso dell'intera portata critica (primi 15 minuti di pioggia) attraverso la sezione avente minor pendenza, pari allo 1,00%, costituita da tubazione pvc ø200 mm SN8, con sezione libera interna diametro 188 mm; il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato posto, in ragione di sicurezza e considerando eventuali futuri depositi o concrezioni, pari a 100.

Si è considerato, per il dimensionamento delle tubazioni, un evento meteorico con tempo di ritorno $T_r = 10$ anni.

Per il tratto terminale delle sezioni idrauliche considerate, corrispondenti alla citata tubazione ø 200 mm in pvc sottesa ad una superficie pari a 790 m², con coefficiente di deflusso pari a $\phi = 1,0$, la portata da smaltire è pari (tabella ARPA) a:

$$h_{crit} = a \cdot D^{0,5}$$

ove

$$a = 47,39 \text{ mm} = 0,0474 \text{ m (vedasi tabella ARPA per } T_{10})$$

$$D = 15 \text{ minuti} = 0,25 \text{ ore}$$

$$S_2 = 790 \text{ m}^2$$

$$V_{T10} = (S \cdot h_{crit}) = 18,72 \text{ m}^3 \text{ volume da smaltire nei primi 15 minuti di pioggia}$$

$$Q_{T10} = V_{T10} / (15 \cdot 60) = 20,8 \text{ l/s}$$

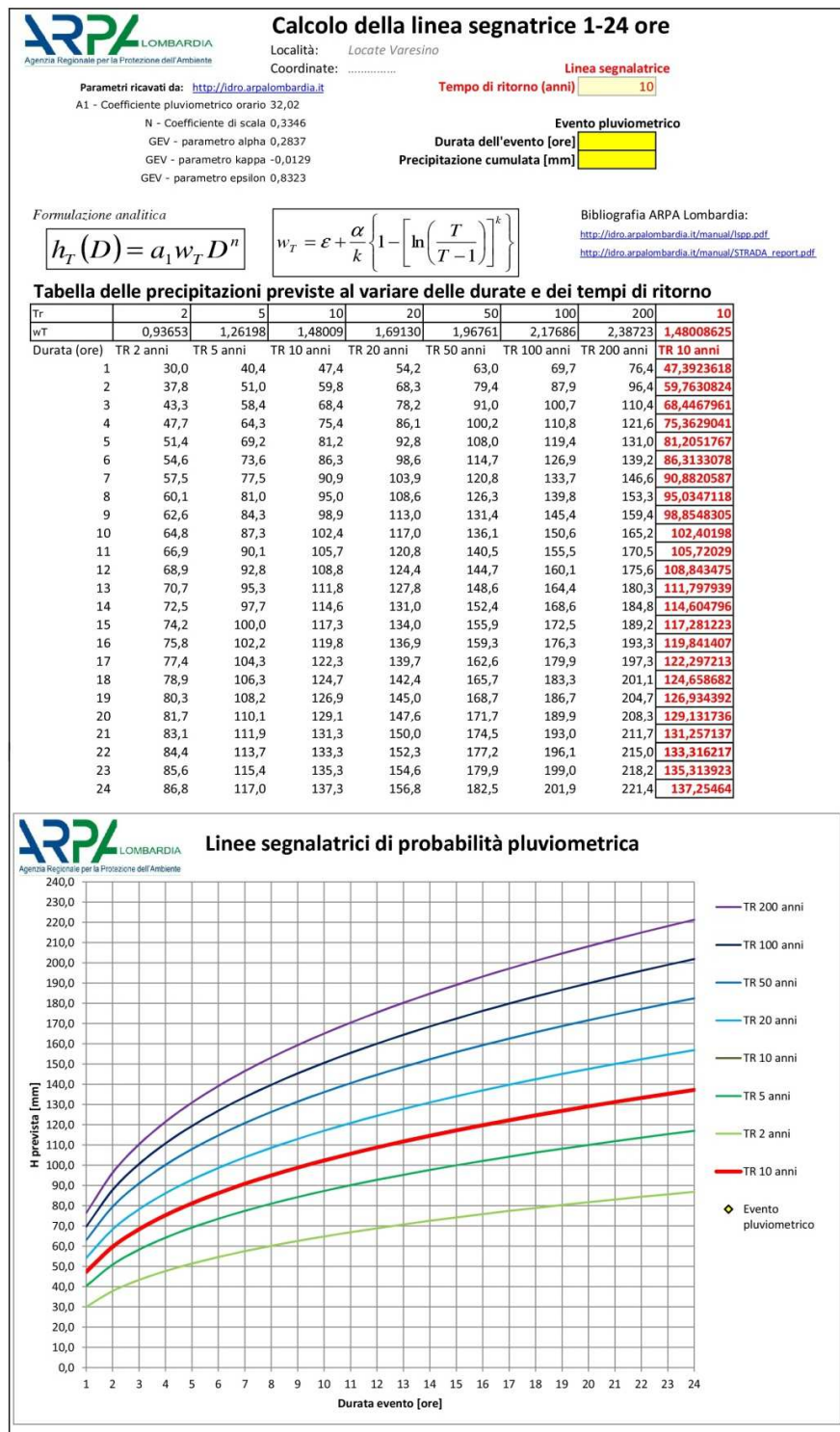
La portata massima defluisce con un riempimento della tubazione pari al 54%, un'altezza da direttrice inferiore scorrimento di 102,27 mm ed una velocità di 1,35 m/s, compatibile col regime idraulico della condotta.

Si riporta, nella tabella, il calcolo pluviometrico secondo le linee segnalatrici della probabilità pluviometrica di ARPA per il luogo in esame e a pagina seguente la suddivisione delle aree scolanti.

Luino, settembre 2022

dott. ing. Maurizio Girolodi

COMUNE DI LOCATE VARESI
 REALIZZAZIONE NUOVO PERCORSO CICLO-PEDONALE
 LUNGO VIA BATTISTI NEL TRATTO COMPRESO TRA VIA TRIOFINA ED IL CONFINE COMUNALE
 PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO





Agente Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



— TR 200 anni
— TR 100 anni
— TR 50 anni
— TR 20 anni
— TR 10 anni
— TR 5 anni
— TR 2 anni
— TR 10 anni
◆ Evento pluviometrico

