

MARZO 2026

ALLEGATO C

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Lavori di regimazione idraulica del Rio D'Ostino in fraz. Magognino di Stresa e relative opere accessorie: tratto compreso tra Via della Torre, Vicolo del Carretto e Via Genova.

CUP: G68B25001790004

COMUNE DI STRESA
Settore Lavori Pubblici



ING. **GIAN MARIA JULITA**

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 – 346 8033486

I via Roma 19 – 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
4. MATERIALI IMPIEGATI	4
5. APPROCCIO PROGETTUALE E CARICHI APPLICATI.....	5
6. VERIFICHE STRUTTURALI	6

ING. **GIAN MARIA JULITA**

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 – 346 8033486

I via Roma 19 – 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo è redatta nell'ambito del **Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE)** relativo ai **“LAVORI DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL RIO D'OSTINO IN FRAZIONE MAGOGNINO DI STRESA E RELATIVE OPERE ACCESSORIE – TRATTO COMPRESO TRA VIA DELLA TORRE, VICOLO DEL CARRETTO E VIA GENOVA”**.

L'area di intervento del progetto, avente CUP G68B25001790004, risulta localizzata nel Comune di Stresa in frazione Magognino, in Provincia di Verbania.

L'intervento si inserisce nel quadro delle opere finalizzate alla mitigazione del rischio idraulico, al ripristino delle condizioni di sicurezza del contesto esistente e alla tutela della pubblica e privata incolumità, in un contesto urbano caratterizzato da spazi ridotti e da significative interferenze con edifici e percorsi pedonali.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 17 gennaio 2018, G.U. n. 8 del 20/02/2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare Ministero Infrastrutture 21 gennaio 2019 n. 7 – “Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;

ING. **GIAN MARIA JULITA**

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 – 346 8033486

I via Roma 19 – 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'oggetto della presente relazione di calcolo è la vasca di accumulo in calcestruzzo armato da realizzare all'interno del Lotto n.2 a valle del tratto di alveo caratterizzato da forte pendenza. La struttura sarà così costituita:

- Platea di fondazione: realizzata in calcestruzzo gettato in opera spessore 25 cm armata con doppia maglia di d12 passo 20 cm.
- Murature di elevazione: realizzate in calcestruzzo gettato in opera spessore 20 cm, armata con ferri verticali d12 passo 20 cm.
- Soletta di copertura: realizzata in calcestruzzo armato gettato in opera spessore 20 cm, sulla quale verranno fissati chiusini metallici classe D400 necessari per l'ispezione e la pulizia della vasca stessa. Centralmente tali chiusini saranno in appoggio su due elementi in carpenteria metallica tipo IPE 200.

4. MATERIALI IMPIEGATI

Per quanto riguarda i materiali si utilizzerà un calcestruzzo di classe C25/30 (XC2) e consueto acciaio da cemento armato B450C. Le carpenterie metalliche saranno di tipo S275JR.

Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole strutturali di riferimento.

ING. **GIAN MARIA JULITA**

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 – 346 8033486

I via Roma 19 – 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

5. APPROCCIO PROGETTUALE E CARICHI APPLICATI

Per quanto riguarda l'approccio progettuale si è fatto riferimento a quanto prescritto per le nuove costruzioni. Gli elementi strutturali verranno verificati mediante fogli excel e mediante calcoli manuali, vista la semplicità della struttura in esame (utilizzo di schemi statici elementari). Non verrà svolta analisi sismica in quanto la vasca risulta completamente interrata.

Per quanto riguarda i carichi applicati alle strutture si ha:

- Carichi permanenti:
 - Tombino in ghisa: 2.0 kN/m^2 ;
 - Pacchetto pavimentazioni: 5.0 kN/m^2 .

- Carichi variabili:
 - Folla/mezzi leggeri: 4.0 kN/m^2
 - Neve: 1.3 kN/m^2 .

Le azioni sopra riportate sono state combinate secondo quanto richiesto al paragrafo 2.5.3 delle NTC18 "Combinazione delle azioni".

6. VERIFICHE STRUTTURALI

Si procede innanzitutto con la verifica a capacità portante della vasca, mediante Metodo di Meyerhof. Si considera un angolo d'attrito compatibile con il terreno presente in sito pari a 26°.

METODO DI MEYERHOF (1951,1963) - CAPACITA' PORTANTE									
GEOMETRIA FONDAZIONE					COEFFICIENTI UTILIZZATI				
dimensioni plinto	B	3,40	m		Sovraccarico		M1	M2	
	L	2,40	m			q	18,0	18,0	(kPa)
		M1	M2			D _f /B	0,29	0,29	(-)
terreno di fondazione	γ	18,0	18,0	(kN/m ³)	Coefficienti di portata	k _p	2,56	2,14	(-)
	φ	26,0	21,3	(°)		N _q	11,84	7,29	(-)
	c	0,0	0,0	(kPa)		N _γ	8,00	3,61	(-)
	γ	18,0	18,0	(kN/m ³)		N _c	22,24	16,13	(-)
falda	quota	50	m		Fattori di forma	S _q	1,363	1,303	(-)
	Z _w	49,0	(m)			S _γ	1,363	1,303	(-)
						Sc	1,726	1,607	(-)
Terreno di ricoprimento	γ	18	(kN/m ³)		Fattori di profondità	d _q	1,047	1,043	(-)
Spessore ricoprimento min	D _f	1,00	(m)			d _γ	1,047	1,043	(-)
					dc	1,094	1,086	(-)	
RESISTENZA DI PROGETTO									
Resistenza caratteristica	R _{k-R1/R3}	653,37	(kPa)						
Approccio 2									
A1+M1+R3	γ _{R3} =	2,3			CARICHI DI PROGETTO [SLU]		35,0	ton	
RESISTENZA	R _{d-R3} =	284,1	(kPa)						
SOLLECITAZIONE	S _d =	42,9	(kPa)						
VERIFICA SODDISFATTA									

Verifica a capacità portante

La verifica risulta ampiamente soddisfatta con resistenza pari a 284 kPa contro una sollecitazione di 42 kPa.

ING. GIAN MARIA JULITA

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 - 346 8033486

I via Roma 19 - 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

Si procede con la verifica della parete della vasca considerando come schema di calcolo una mensola incastrata nella platea. Per il calcolo della spinta del terreno si utilizza la teoria di Rankine (condizione di carico con vasca vuota in quanto maggiormente sfavorevole). Si procede con il calcolo delle sollecitazioni agenti sul paramento verticale.

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO MURO		
ANGOLO ATTRITO	26	gradi
Ka	0,39	[-]
SOVRACCARICO TOT	10,30	kN/mq
SPINTA TERRENO	14,45	kN/m
SPINTA SOVRACCARICO	8,04	kN/m
MOMENTO SLU	24,90	kNm/m
TAGLIO SLU	30,85	kN/m

Sollecitazioni paramento verticale

Si procede con la verifica a flessione e a taglio del paramento verticale della vasca.

ING. **GIAN MARIA JULITA**

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 – 346 8033486

I via Roma 19 – 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	4
2	5,65	16

Tipo Sezione

☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni

S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C **C25/30**

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Metodo di calcolo

☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta ☐ Devia

N° rett.

Calcola MRd
L₀ cm Col. modello
☐ Precompresso

Verifica a flessione paramento verticale soddisfatta:
sollecitazione pari a 24.9 kNm < resistenza pari a 36.05 kNm

Automaticamente risulta soddisfatta la verifica sulla platea essendo la stessa armata con la medesima quantità di ferro ed avente altezza maggiore (25 cm).

ING. GIAN MARIA JULITA

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 - 346 8033486

I via Roma 19 - 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

ELEMENTI PRIVI DI ARMATURA A TAGLIO				
Vrd =	7926	>	790,37	LIMITAZIONE VERIFICATA
Vsd =	3085	<	7925,75	VERIFICATO
K =	2			
ρ_1 =	0,0035313			
Vmin =	0,4939838			

Verifica a taglio paramento verticale per elementi privi di armatura a taglio – verifica soddisfatta

Si procede con la verifica a flessione e taglio delle porzioni di soletta in c.a. considerando schema di semplice appoggio.

ANALISI DEI CARICHI			CARICHI LINEARI SLU		CARICHI LINEARI SLE	
SOLAIO						
PP	500	kg/m2	455	kg/m	350	kg/m
P PERM	700	kg/m2	637	kg/m	490	kg/m
VAR	530	kg/m2	556,5	kg/m	371	kg/m
		TOT	1648,5	kg/m	1211	kg/m
interasse	0,7	m				
γ perm	1,3	-				
γ var	1,5	-				
LUCE TRAVE	1,8	m				
Msd mezzeria	6,68	kNm				
Tsd appoggio	14,84	kN				

Calcolo delle sollecitazioni soletta vasca

ING. **GIAN MARIA JULITA**

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 – 346 8033486

I via Roma 19 – 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	70	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,24	4
2	9,24	16

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN

M_{xEd} 0 0 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?

ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

M_{xRd} 50,97 kN m

σ_c -14,17 N/mm²

σ_s 391,3 N/mm²

ϵ_c 3,5 ‰

ϵ_s 9,926 ‰

d 16 cm

x 4,171 x/d 0,2607

δ 0,7659

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

DXF

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Verifica a flessione soletta vasca soddisfatta:
sollecitazione pari a 6.7 kNm < resistenza pari a 50.9 kNm

ING. GIAN MARIA JULITA

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 - 346 8033486

I via Roma 19 - 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038

VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE SECONDO NT 2018									
SEZIONE			MATERIALI			ARMATURA			ANGOLI TRALICCIO
BASE b_w =	70	cm	Rck	300	kg/cm ²	Ast =	0,79	cm ²	α = 90
ALTEZZA h =	20	cm	fck	249	kg/cm ²	n° bracci =	2	2	θ = 21,8
d =	16	cm	fcd	141,1	kg/cm ²	Passo =	20	cm	cotg(θ) = 2,500178362
			f'cd	70,55	kg/cm ²	Asl =	5,65	cm ²	cotg(α) = 6,12574E-17
η =	0,0001898		fyd	3913	kg/cm ²	PASSO MINIMO PILASTRI SECONDO 7.4.6.2.2			
ω =	0,0625953		γ_c	1,5		S1max =	42,131467		
						S2max =	8,69379479		
Vr _{sd} =	111,3	kN				V _{sd} =	15	<	V _{rd} VERIFICATO
V _r cd =	245,2	kN							
V _{Rd,max} =	245,2	kN							

Verifica a taglio soletta soddisfatta: sollecitazione pari a 15.0 kNm < resistenza pari a 111.3 kNm

Si conclude con la verifica delle carpenterie metalliche costituite da 2 IPE 200 a supporto dei chiusini di ispezione in ghisa.

ANALISI DEI CARICHI			CARICHI LINEARI SLU		CARICHI LINEARI SLE		S275JR			275
SOLAIO							PROFILO	IPE 200	U.M.	n profili
PP	500	kg/m ²	1170	kg/m	900	kg/m	Wpl	220	cm ³	2
P PERM	730	kg/m ²	1708,2	kg/m	1314	kg/m	J	1943	cm ⁴	
VAR	500	kg/m ²	1350	kg/m	900	kg/m	Av	14	cm ²	
		TOT	4228,2	kg/m	3114	kg/m				
interasse	1,8	m								
γ perm	1,3	-								
γ var	1,5	-								
LUCE TRAVE	2	m								
Msd mezzeria	21,14	kNm								
Mrd	115,24	kNm								
VERIFICA	0,18	OK								
f calcolo	0,08	cm								
f amm (1/250)	0,80	cm								
VERIFICA	0,10	OK								
Tsd	42,28	kN								
Trd	211,70	kN								
VERIFICA	0,20	OK								

Verifiche putrelle carpenteria metallica soddisfatte (sfruttamento massimo pari al 20%).

ING. GIAN MARIA JULITA

www.studiojulita.it

info@studiojulita.it

T 0322 538188 - 346 8033486

I via Roma 19 - 28040 Paruzzaro (NO)

Ordine Ingegneri Novara n. 2416/A

PI 02582400038