REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA
VERBANO CUSIO OSSOLA

COMUNE DI VARZO

UTILIZZAZIONE A FINI ENERGETICI DEL RIO RII PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI CENTRALE IDROELETTRICA.

D.LGS.VO 387/2003 E VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE AI SENSI DELL'ART. 12 DELLA L.R. 40/1998 E S.M.I

VERIFICA STATICA PONTICELLO SUL RIO BLANCA

COMMITTENZA

Edifica S.r.l.
Via Marconi n°14
28845 Domodossola (VB)

30.12.2023

I progettisti

architetto FABIO DALLA POZZA Via Rivola n° 2 Crevoladossola (VB) 28865
ingegnere GIULIO BERRINO Via Bonomelli n°30 Domodossola (VB) 28845

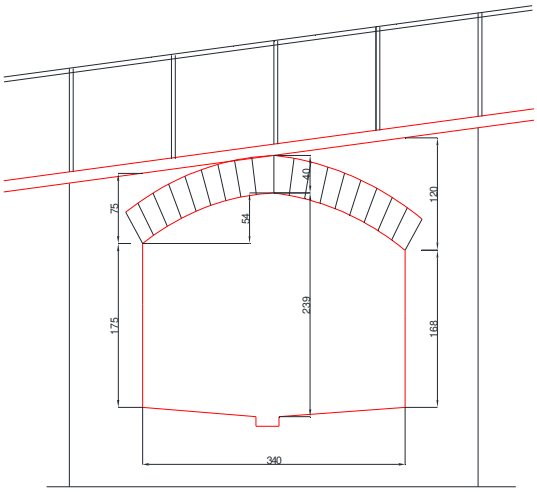
PREMESSA

Il Ponte Stradale, sul Rio Blanca (fra i mappali 603 e 613), nel Comune di Varzo è un manufatto in muratura ad una sola arcata di luce netta 3,40 m. e freccia di 54 cm.
L'opera si trova in uno stato di degrado, da un primo esame visivo l'intradosso della volta presenta zone prive di malta di riempimento fra i vari conci, inoltre si evidenziano muschi e licheni che hanno intaccato la superficie dei sassi.
È presente anche una zona, verso l'intradosso di valle, priva di elementi in sasso probabilmente staccatisi a seguito del gelo e disgelo che ne ha intaccato la malta di riempimento.
Livelli di conoscenza e Fattori di confidenza
Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive, rilievi visivi in sito e sui materiali, il livello di conoscenza è LC1 ed il Fattore di Confidenza ad esso associato è FC=1.35.

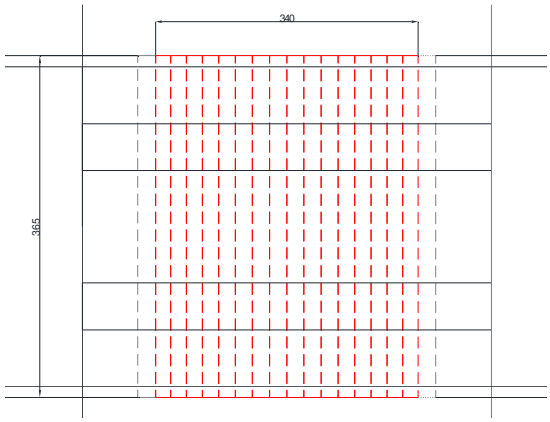
DESCRIZIONE E CONSIDERAZIONI SULLO STATO DI FATTO DELLA STRUTTURA

Dal punto di vista geometrico, il ponte si presenta costituito da una sola arcata con piano stradale inclinato. L'arco non è a tutto sesto bensì è ribassato e presenta una freccia in chiave di 54 cm. Le spalle non hanno uno spessore finito in quanto presentano un riempimento in continuità sulla strada esistente. Il ponte è realizzato con struttura in sasso e i vuoti sono stati riempiti di malta.
La volta in sasso ha uno spessore di circa 40 cm e ha un ricoprimento in chiave di circa 12 cm costituito da un selciato in sasso con doppio trottatoio in lastre di sasso locale.
Per maggiori dettagli geometrici si vedano i grafici sottostanti.

PROSPETTO VISTO DA VALLE



PIANTA



Dai risultati ottenuti si può asserire che la malta non ha buone caratteristiche meccaniche, e non raggiunge i valori minimi previsti dalle NTC 2018.
Per quanto riguarda lo stato di degrado, come si evince dalla documentazione fotografica, il ponte si trova in una condizione di forte ammaloramento, stato di degrado della malta e dislocazione di elementi resistenti. Per maggiori dettagli si veda la documentazione fotografica di seguito allegata.

CONDIZIONI DI SICUREZZA – AZIONI DI PROGETTO

Si precisa che le preesistenti condizioni di sicurezza del ponte non sono pienamente note, non è noto infatti il carico massimo di progetto del ponte e si ritiene non siano mai stati condotti calcoli statici o prove di collaudo per accertarne la portata.

Dal punto di vista del calcolo si è condotta la Verifica Statica del ponte sottoposto ai carichi permanenti rilevati in sito ed ai carichi stradali previsti dalle attuali NTC 2018 per lo Schema di Carico 5. Il calcolo è stato condotto considerando il ponte nella configurazione esistente.
Si precisa che le condizioni attuali del ponte, le scarse caratteristiche della malta o la sua totale assenza consentono di fare una analisi numerica approssimata delle condizioni di sicurezza attuali.

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DEL PONTE

Schema statico e di calcolo
L'analisi del ponte in muratura viene condotta agli Stati Limite Ultimi eseguendo:
- Analisi elastica della volta in muratura

Caratteristiche dei Materiali
Peso specifico strutturale arco γ_M = 21 KN/m^3
Peso specifico riempimento γ_1 = 19 KN/m^3
Peso specifico ciottolato sommitale γ_2 = 19 KN/m^3
Muratura in pietra a spacco con buona tessitura fbk=20 N/mmq.
Malta M1 – M2 fm=2.5 N/mmq.
Resistenza caratteristica a compressione della muratura (*Tab. 11.10.VII NTC 2018*) fk=6.1 N/mmq.
Resistenza caratteristica al taglio in assenza di tensioni normali (*Tab. 11.10.VIII NTC 2018*) fvk0=0.1 N/mmq.
Fattore di confidenza FC=1.35
Muratura con elementi resistenti di cat. II, ogni tipo di malta, classe di esecuzione 2 γM=3.0
Resistenza di calcolo a compressione della muratura fd=1.51 N/mmq.
Resistenza di calcolo al taglio in assenza di tensioni normali (*Tab. 11.10.VIII NTC2018*) fvd0=0.025 N/mmq.

Analisi dei Carichi
Il calcolo viene condotto considerando il ponte sottoposto all'azione del solo schema di carico 5 indicato al capitolo 5.1.3.3.3 delle NTC 2018 costituito dalla folla compatta pari a 5.0 KN/m^2.

Valutazione della Sicurezza della volta in muratura
La volta viene discretizzata in archi paralleli per ricondurre il modello ad un problema piano.
Sull'arco di progetto è stata condotta una analisi elastica una volta ipotizzato il carico derivante dal traffico veicolare.
L'analisi elastica dell'arco in muratura è stata condotta con il programma "Arco" del prof. Piero Gelfi che si basa sulla teoria di Méry (1840), applicabile al caso in esame in quanto soddisfa le ipotesi di base della suddetta teoria, ovvero:
- Arco a spessore costante;
- Luce non superiore a 8 m;
- Arco costruito in materiale omogeneo approssimabile con un corpo rigido (gli effetti deformativi non devono essere determinanti);
- Carichi agenti simmetrici rispetto all'asse di simmetria dell'arco;
- Riempimento incoerente.

Méry elaborò una soluzione grafica della verifica delle volte, secondo la quale la **linea delle pressioni** in condizioni di equilibrio deve essere sempre contenuta in una fascia mediana della volta compresa tra le due curve passanti per l'estremo superiore e quello inferiore del nocciolo centrale di inerzia di ogni sezione trasversale della volta. Tra le infinite curve di pressione compatibili con l'equilibrio, scelse di effettuare la verifica di stabilità assumendo la curva passante per l'estremo superiore del terzo medio in chiave e per l'estremo inferiore del terzo medio alle reni.
Il metodo consiste nel verificare la porzione di arco compresa tra i 30° ed i 90°, l'arco viene suddiviso in conci di ampiezza costante (cercando di approssimarlo alla realtà) e su ciascun concio viene proiettata la quota parte di carico agente su di esso, si determina il baricentro, si associa a ciascun baricentro la forza peso corrispondente (tenendo

conto anche dei carichi portati) e si costruisce la curva o linea delle pressioni, che descrive a livello locale e globale l'equilibrio dell'arco.
Dalle indagini condotte si evince che l'arco ha spessore pari a 40 cm, si è ipotizzato che il riempimento è in materiale sciolto e il suo peso specifico è uguale a quello della sovrastruttura in ciottolato di sasso locale.
L'arco è stato suddiviso in 18 conci, come indicato nella figura precedente.
Nel calcolo si è considerato il contributo offerto dal riempimento in termini di spinta passiva.

Carichi applicati sono i seguenti

- carico permanente dovuto al peso proprio dell'arco (G_1)
- carico permanente dovuto al riempimento (G_2)
- carico variabile dovuto alla folla compatta (Q)

Verifiche: SLU STR Approccio 1 - Coefficienti Parziali

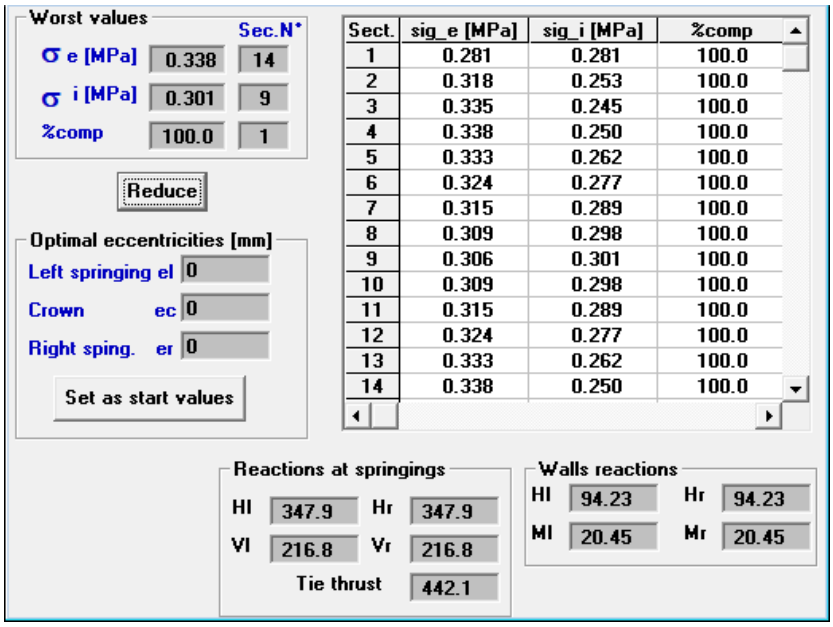
Permanenti Strutturali $\gamma G1=1.35$
Permanenti non Strutturali $\gamma G2=1.50$
Azioni variabili da traffico $\gamma Q=1.35$

Combinazioni di carico
I carichi vengono discretizzati ed applicati a ciascun concio come indicato nelle figure che seguono, applicando la seguente combinazione di carico:

$$\text{Comb. 1 SLU } \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q Q$$

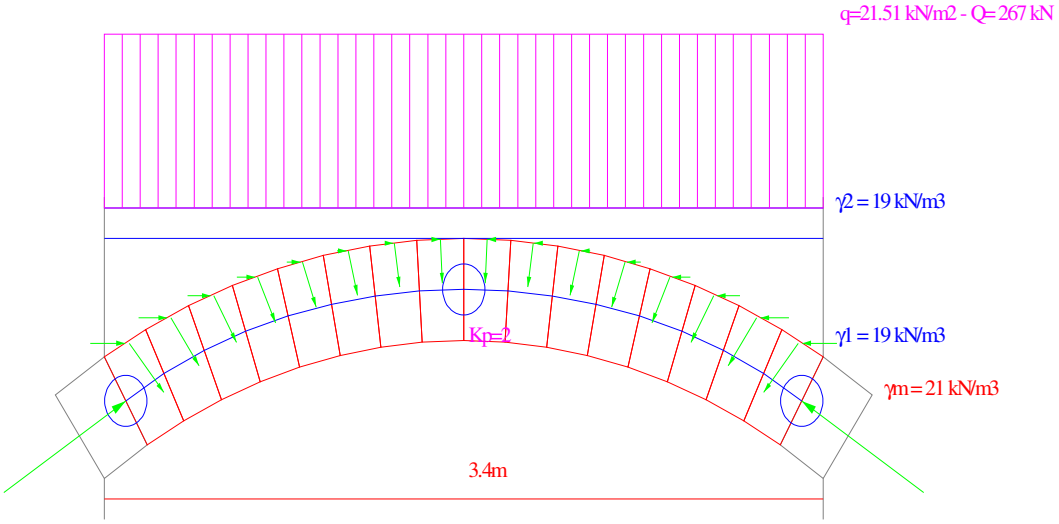
$$1.35*0.40*21 + 1.50*0.12*19 + 1.35*5.0 = 21.51 \text{ KN/m}^2$$

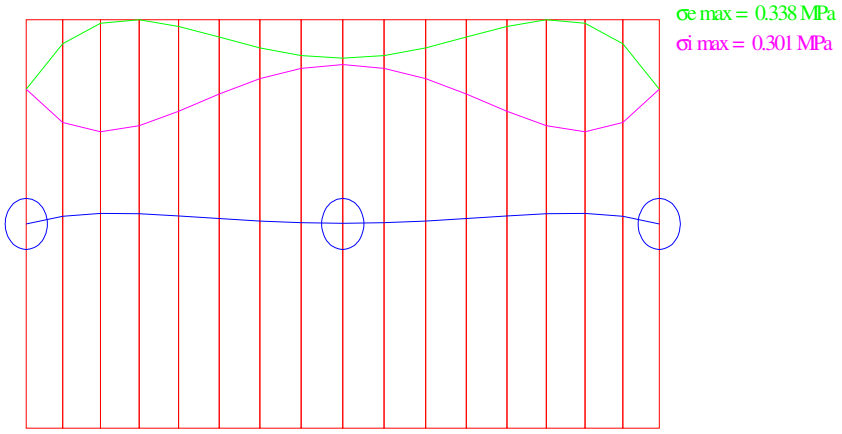
I risultati ottenuti con il programma *Arco* sono rappresentati di seguito:



Sect.	sig_e [MPa]	sig_i [MPa]	%comp
1	0.281	0.281	100.0
2	0.318	0.253	100.0
3	0.335	0.245	100.0
4	0.338	0.250	100.0
5	0.333	0.262	100.0
6	0.324	0.277	100.0
7	0.315	0.289	100.0
8	0.309	0.298	100.0
9	0.306	0.301	100.0
10	0.309	0.298	100.0
11	0.315	0.289	100.0
12	0.324	0.277	100.0
13	0.333	0.262	100.0
14	0.338	0.250	100.0

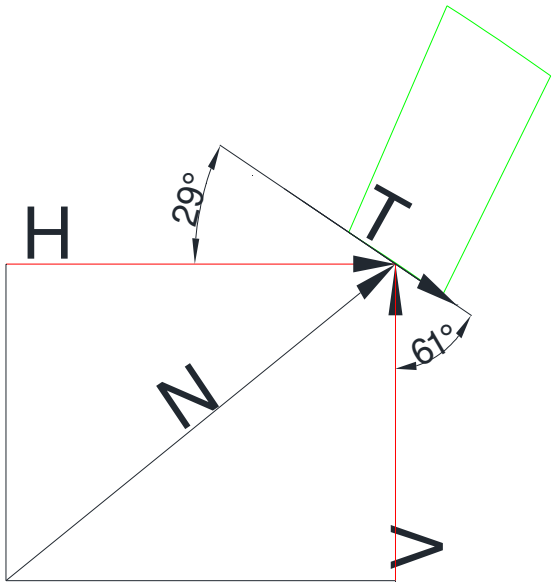
PONTICELLO RIO RI





Verifica a schiacciamento del singolo concio

H=347.9 kN Risultante orizzontale alle imposte
V=216.8 kN Risultante verticale alle imposte
N_{Ed}=409.92 kN Sforzo normale di progetto (**capacità**)
T_{Ed}=-199.17 kN Azione di taglio di progetto (**capacità**)



Caratteristiche sezione dell'arco:
Spessore arco s=40cm
Larghezza sezione b=100cm
Resistenze di progetto f_d=1.51 N/mm^2
f_{vd} = 0.025 N/mm^2
N_{Rd}=604 kN Sforzo normale resistente
V_{Rd}=±10.0 kN Taglio Resistente

In tutti gli scenari analizzati
$N_{Ed} < N_{Rd}$
$T_{Ed} < V_{Rd}$

CONCLUSIONI

L'arco come si evince dall'analisi di cui sopra verifica lo schema di carico 5 che potrebbe essere assimilato al transito di mezzi la cui portata complessiva non è superiore a 30 q.li.

I mezzi che verranno utilizzati per le lavorazioni saranno dunque di portata non superiore a 30 q.li