Firmato digitalmente da:

PAOLO NOCE

10/03/2025 11:39

rev.	data	
rev. 00	data febbraio 2025	

richiedente

COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE - GE
Piazza Mazzini 46 - 16038 Santa Margherita Ligure
c.f. 00854480100 - p.iva 00172160996

oggetto dell'intervento

REGIMENTAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE NOZAREGO - SECONDO LOTTO. CUP G58B21000120001

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

localizzazione dell'intervento

Comune di Santa Margherita Ligure - GE

oggetto della tavola

Relazione idrologica-idraulica

tavola

R3

codice elaborato .....

scala . . .

progettazione idraulica e coordinamento RTP

IDROING - Ingegneria Idraulica e Ambientale
Dott. Ing. Paolo Noce
Via Fieschi 3/3 - 16121 Genova - tel. +39.329.9273739 - ing.paolonoce@gmail.com - paolo.noce@ingpec.eu

progettazione architettonica

castaldi *e* **poggi** • *studio di architettura*
via g. galilei 24/3 - 16010 sant'olcese genova - +39.349.6781722 - +39.349.6775465 - p.i. 01691650996
fmcastaldi@libero.it - francesco.castaldi@archiworldpec.it - monica.poggi@archiworldpec.it

progettazione strutturale

STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI
Ing. Federico Martignone – Albo Ingegneri provincia di Genova N°6166
Ing. Emanuela Timossi – Albo Ingegneri provincia di Genova N°8431A
Ing. Luca Molisani – Albo Ingegneri provincia di Genova N°8880A
Via Palestro 25/3 16122 Genova – Telefono 010.876287
E-mail: studio@martignoneassociati.it P.Iva / C.F. 01787210994

indagini geologiche

Dott. Geol. Ruggero DAMERI
via Vesuvio 52r - 16134 Genova - +39.338.1900629 - p.iva 03149990107 - rogeolog@libero.it - ruggerodameri@pec.epap.it

progettazione architettonica - giovane professionista

MARTINA CASTALDI ▪ ARCHITETTO
Via G. Galilei 24/3 - 16010 Sant'Olcese - GE - p.i. 02819570991- +39.3492689302 - castaldi.marti@gmail.com - martina.castaldi@archiworldpec.it

consulenti

Dott.ssa Valentina BRODASCA - Archeologa
via Borgo degli Incrociati 3/7 - 16137 Genova - +39.349.3101063 - p.iva 02322480993 - vbrodasca@gmail.com - vbrodasca@pec.it

Agr. Dott. Fabrizio ONETO - Naturalista
via Cesare Viazzi - 16142 Genova - +39.340.6298028 - p.iva 01616340996 - info@cesbin.it

Studio Tecnico Topografico Geometra Fabio Crovetto
via Redipuglia 87/2 - 16147 Genova - +39.3289186370 - fabio@studiocrovetto.it

La proprietà di questo elaborato appartiene ai progettisti e pertanto è vietato riprodurlo o renderlo noto a terzi, in tutto od in parte, senza specifica autorizzazione scritta da parte dei progettisti stessi.

INDICE

1 PREMESSA. 1

2 CRITICITA' E OBIETTIVI DEL PROGETTO 1

3 GENERALITA' SUL BACINO DEL NOZAREGO 2

4 IDROLOGIA 2

5 DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO. 3

5.1 Stato dell'alveo del t. Nozarego. 3

6 VERIFICHE IDRAULICHE 6

6.1 Generalità. 6

6.2 Verifica dello stato attuale 6

6.3 Verifica dello stato di progetto. 11

1 PREMESSA.

La presente relazione idrologica e idraulica è redatta da a corredo del progetto di un intervento di **REGIMENTAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE NOZAREGO – SECONDO LOTTO (CUP G58B21000120001)**, finanziato dal Ministero dell'Interno, per il quale è stato incaricato un Raggruppamento temporaneo di professionisti, coordinati dal sottoscritto.

Il Comune di Santa Margherita ha affidato al RTP l'incarico completo di progettazione di fattibilità tecnico economica ed esecutiva, direzione lavori e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione per l'intervento suddetto con Determinazione Dirigenziale n. 1407 del 11.12.2024.

2 CRITICITA' E OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il torrente Nozarego è un piccolo corso d'acqua del versante orientale del promontorio del Monte di Portofino, con un bacino di estensione poco inferiore a un chilometro quadrato, una parte del quale è naturale, parzialmente sistemata a terrazzamenti con uliveti e la parte inferiore è urbanizzata, attraversando il centro di Santa Margherita Ligure.

Questa differenza tra le due porzioni con diverso uso del suolo e la morfologia delle aree scolanti, più acclivi nella parte superiore e quasi pianeggianti nella parte valliva, è un elemento di rischio idraulico per il tratto cittadino: il Nozarego è coperto per lunghi tratti nel percorso terminale, prima di sboccare nell'area portuale e il trasporto solido proveniente dai tratti montani può costituire un pericolo per la parziale ostruzione delle sezioni di deflusso, già parzialmente insufficienti a smaltire le portate di piena.

Il Comune di Santa Margherita ha pertanto ottenuto un finanziamento per progettare e realizzare opere di regimazione idraulica nel tratto pedemontano, che abbiano appunto lo scopo di mitigare il rischio idrogeologico dell'intera asta.

Si è progettata quindi un'opera di trattenuta del materiale solido, in particolare di quello flottante, posizionata alla base del tratto montano, in prossimità dell'imbocco delle tombinature di fondovalle, in una zona facilmente accessibile per le manutenzioni.

Oltre a ciò, nel corso di sopralluoghi e ispezioni lungo l'asta, si sono verificate situazioni puntuali di criticità, quasi sempre imputabili a infrastrutture interferenti con le sezioni di deflusso, per le quali si propongono opere di miglioria e mitigazione del rischio.

I caratteri generali dell'area e le specifiche indagini compiute sul sito, sia dal punto di vista geologico, sia naturalistico, sia paesistico, sia storico-archeologico sono contenute nella relazione tecnica generale (R1) e nelle relazioni specialistiche, redatte dai singoli professionisti del gruppo (R2-R4-R5-R6).

3 GENERALITA' SUL BACINO DEL NOZAREGO

Il corso d'acqua ha origine nell'immediato entroterra di S. Margherita Ligure e, dopo aver ricevuto quale affluente di sinistra il Fosso Santa Barbara, attraversa il centro abitato e confluisce a mare, in località Corte, nel bacino del porticciolo.

Il bacino imbrifero ha una superficie complessiva di circa 0,96 kmq.

Il corso principale si sviluppa per circa 1,5 km, parte in ambito urbano, con una pendenza media dell'ordine del 8,4%. La quota dello spartiacque presenta un massimo intorno ai 400 m s.l.m. La superficie scolante è geograficamente collocata in un intorno di 9° 12' di longitudine est e di 44° 20' di latitudine nord.

Nel tratto di fondovalle, a partire dalla quota 20 m s.l.m., l'alveo è fortemente antropizzato: la parte urbanizzata si è gradatamente estesa verso monte e l'alveo naturale è stato coperto e tombinato per lunghi tratti sotto strade.

A monte del limite urbanizzato l'alveo è naturale, scorre in roccia, in sezioni piuttosto strette, con ripe coperte da vegetazione e qualche infrastruttura di attraversamento, costituita da ponticelli per accesso ad aree private. Le aree intorno a questo tratto intermedio sono terrazzate e coltivate a uliveti.

La parte superiore del bacino, a partire dalla quota 200 m s.l.m. circa, è del tutto coperta da boschi di latifoglie e culmina nel Monte Croci di Nozarego (397 m s.l.m.)

4 IDROLOGIA

Il torrente Nozarego è un corso d'acqua pubblico, segnato sul Reticolo idrografico regionale: l'assetto idrogeologico del torrente è stato analizzato dal Piano di Bacino per il rischio idrogeologico dell'Ambito 15, che partendo dallo studio della morfologia del bacino, tenendo conto dall'uso del suolo, della geologia e del regime pluviometrico, ha determinato i valori delle portate di piena.

Il bacino imbrifero complessivo è stato suddiviso in tre sottobacini:

- sezione di chiusura sul Nozarego a monte della confluenza con il Fosso Santa Barbara;
- sezione di chiusura sul Fosso Santa Barbara.
- sezione di chiusura alla foce;

Le superfici dei tre sottobacini sono tutte molto ridotte, con valori tutti inferiori al chilometro quadrato; la stima delle portate di piena è stata quindi effettuata ricorrendo al metodo CIMA, con la semplificazione specifica per bacini di area minore ai 2 kmq.

Sezione	Codice	A (kmq)	Q50 (mc/s)	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)
Nozarego foce	NOZ-1	0,96	23,6	34,1	41,1
S. Barbara confl. Nozarego	NOZ-2	0,35	8,6	12,4	14,9
Nozarego confl. S. Barbara	NOZ-3	0,52	12,7	18,4	22,1

Il tratto oggetto di indagine è quello a monte dell'imbocco della tombinatura che inizia al limite della porzione di abitato. In tale sezione il bacino scolante, calcolato sulla Carta Tecnica Regionale è pari a 0,436 kmq.

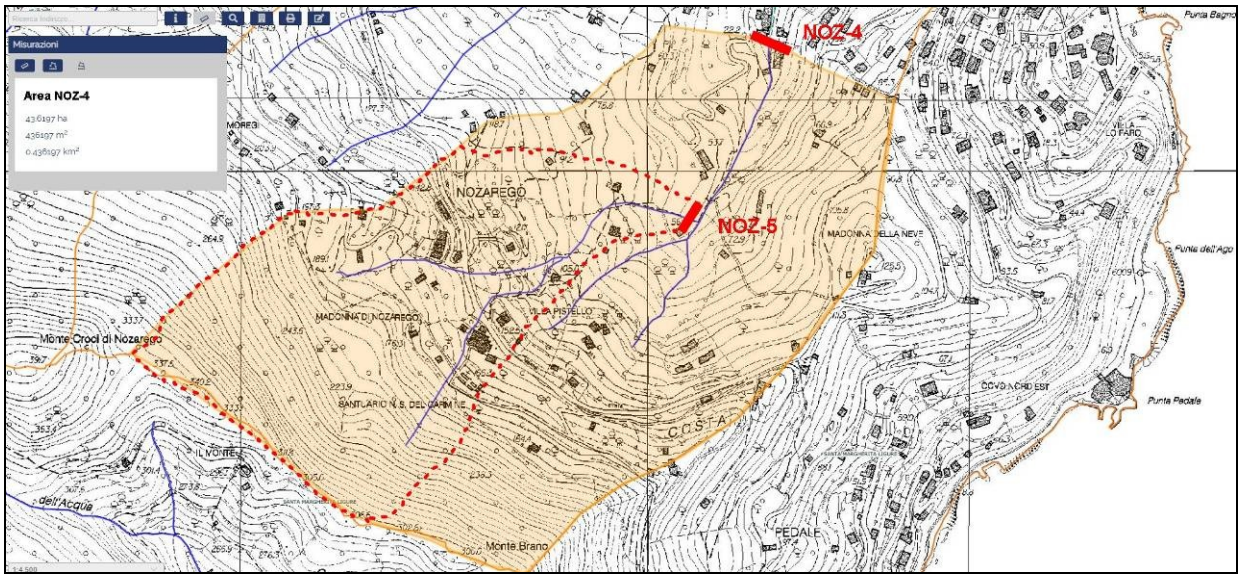


***FIGURA n. 1** – Il bacino del torrente Nozarego alla sezione terminale del tratto indagato.*

Si sono quindi rimodulate le portate di piena calcolandole sul bacino scolante effettivo, operando una semplice proporzione sui valori indicati dal Piano di Bacino: tale semplice operazione è giustificata dalla omogeneità dei bacini, per i quali è ragionevole pensare ad una risposta idrologica analoga.

Parimenti, per la verifica dei tratti più a monte, si è parzializzato il bacino, ottenendo quindi i seguenti valori di portate:

Sezione	Codice	A (kmq)	Q50 (mc/s)	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)
Nozarego briglia	NOZ-4	0,436	10,65	15,43	18,53
Nozarego confl.	NOZ-5	0,185	4,52	6,55	7,86

Tali valori sono adottati per le verifiche idrauliche sviluppate sull'intero tratto indagato.

In concreto quindi il tratto di monte – dove sono presenti i ponticelli di attraversamento del corso d'acqua - è stato verificato con le portate del nodo NOZ-5, mentre il tratto di valle – ove è prevista la realizzazione della opera di trattenuta (briglia selettiva) – è stato analizzato con le portate del nodo NOZ-5.

5 DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO.

5.1 STATO DELL'ALVEO DEL T. NOZAREGO.

L'area di intervento è ubicata nella parte inferiore dell'asta del torrente Nozarego, appena a monte della zona urbanizzata, dove il corso d'acqua è arginato e tombinato per lunghi tratti.

Nell'ultimo tratto a cielo aperto il torrente scorre in un alveo di ridotte dimensioni, con fondo in roccia e sponde naturali, con brevi tratti di muri d'argine in pietrame a secco. L'andamento plano-altimetrico dell'alveo è molto irregolare, con cambi di direzione e frequenti salti e scivoli in roccia.



***FIGURA n. 2** – Il tratto a cielo aperto, poco prima dell'imbocco della lunga tombinatura di fondovalle.*

Le sponde sono rivestite da ricca vegetazione, per lo più infestante (rovi) e di scarso valore; sono presenti alcuni alberi, alcuni dei quali sono cresciuti in alveo o nelle immediate prossimità e che sono stati rimossi nell'ambito delle operazioni di pulizia pre-progetto.

Lungo il tracciato del torrente, sulla sua sponda sinistra, è presente la via Madonnetta, che sale verso il Santuario di Nozarego, con un tracciato pedonale. Lungo tale percorso alcuni ponticelli attraversano l'alveo per consentire l'accesso a lotti privati; la maggior parte di questi ponticelli costituiscono una interferenza idraulica significativa, avendo impalcati che lasciano sezioni di deflusso insufficienti allo smaltimento delle portate di piena.

La pendenza media del tratto pedemontano è mediamente pari a 13% circa.

L'intero tratto è stato preliminarmente pulito e liberato da vegetazione e accuratamente rilevato con strumenti topografici, che hanno permesso di ottenere un modello tridimensionale dell'asta, da cui è stato possibile estrarre la planimetria completa, numerose sezioni e il profilo longitudinale.

La geometria dell'alveo è riportata nelle tavole di progetto.

Il rilievo completo dell'alveo ha interessato un tratto di lunghezza complessiva pari a 410 metri a partire dalla sezione di imbocco della prima tombinatura (corrispondente alla sezione NO-S18 delle verifiche del Piano di Bacino) sino a poco monte del ponticello di attraversamento della strada comunale via Madonnetta.



***FIGURA n. 3** – Tratti intermedi del corso d'acqua.*



***FIGURA n. 4** – Lungo il tracciato sono presenti diversi piccoli attraversamenti del corso d'acqua.*

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 GENERALITÀ.

Le verifiche idrauliche sono state compiute in moto permanente monodimensionale sull'intero tratto analizzato, inserendo i dati geometrici dell'alveo rilevato con numerose sezioni nel codice di calcolo messo a punto dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito Americano, noto con l'acronimo Hec-Ras, nella versione 4.10.

Si sono assunte le seguenti condizioni:

- calcolo in moto permanente con le portate associate ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni;
- condizione al contorno di monte: stato critico nella sezione iniziale (sez. 30) a monte del ponticello pedonale;
- condizione al contorno di valle: stato critico nella sezione di imbocco della tombinatura di fondovalle (sez. 1);
- coefficiente di scabrezza dell'alveo naturale in roccia con presenza di vegetazione ripariale pari a 0,033 s/m$^{1/3}$ (secondo Manning) corrispondente a 30 m$^{1/3}$/s (per Gauckler-Strickler);
- modellazione della briglia selettiva come *obstruction* nel codice di calcolo, inserendo anche la presenza dei profilati in acciaio superiori;
- modellazione dei ponticelli lungo il percorso come *lid* nel codice di calcolo, specificandone precisamente le dimensioni e la posizione.
- per i coefficienti di perdita localizzata dovuta a contrazione ed espansione in prossimità dei ponti e delle interferenze con il deflusso sono stati assunti rispettivamente un coefficiente pari a 0,3 e 0,5.

6.2 VERIFICA DELLO STATO ATTUALE

La verifica dello stato attuale del torrente è stata sviluppata sull'intero tratto indagato, inserendo numerose sezioni, concentrate nei punti di maggiore interesse, ovvero dove il corso d'acqua presenta cambi di direzione, salti di quota, manufatti di attraversamento o singolarità di rilievo, come confluenze.

Si sono utilizzati i valori di portata di piena per assegnato tempo di ritorno, distinti nei due tratti:

- tratto dalla sezione 30 alla sezione 22 (tratto di monte) con portate del nodo NOZ-5 Q_{50} = 4,52 mc/s Q_{200} = 6,55 mc/s Q_{500} = 7,86 mc/s.
- tratto dalla sezione 30 alla sezione 22 (tratto di monte) con portate del nodo NOZ-4 Q_{50} = 10,65 mc/s Q_{200} = 15,43 mc/s Q_{500} = 18,53 mc/s.

Il parametro di scabrezza è stato mantenuto uniforme per l'intero tratto, pari a 30 m$^{1/3}$/s.

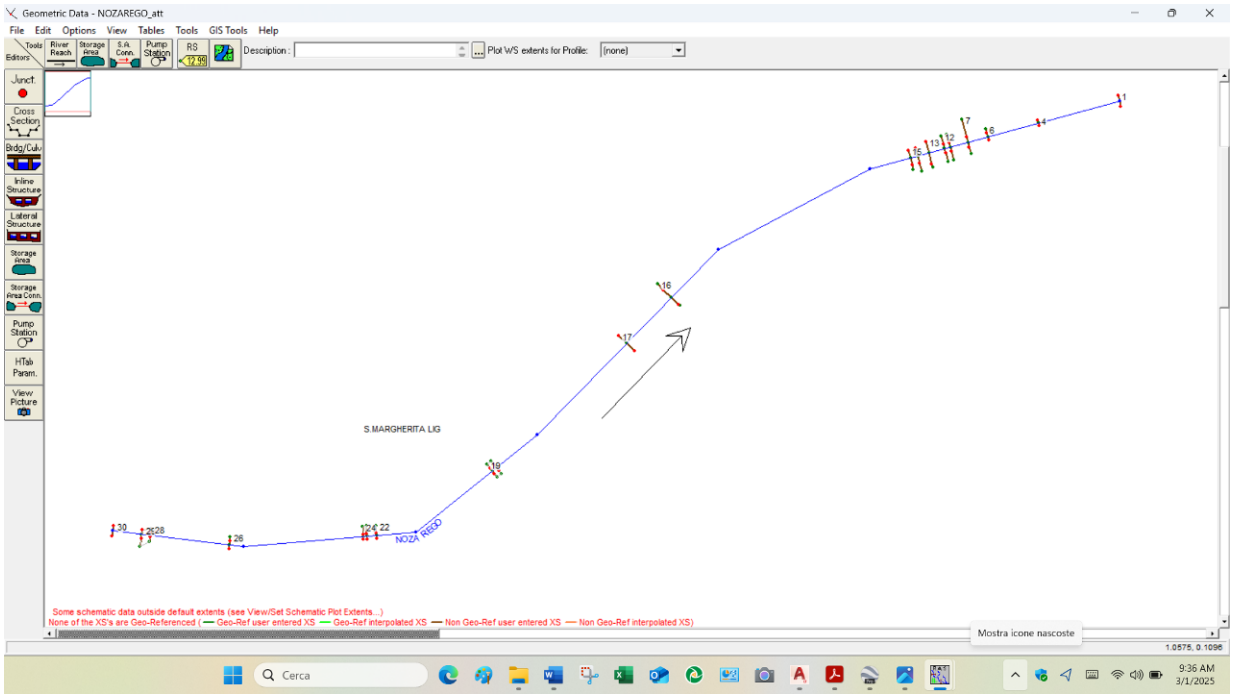


***FIGURA n. 5** – Planimetria schematica del codice di calcolo Hec-Ras che mostra l'intero tratto indagato.*

Le verifiche hanno mostrato un comportamento sostanzialmente corretto del corso d'acqua, con contenimento delle piene all'interno della sezione dell'alveo attivo per gran parte del tracciato. Le portate defluiscono in condizioni di corrente veloce, con valori del numero di Froude compresi tra 1,5 e 2.

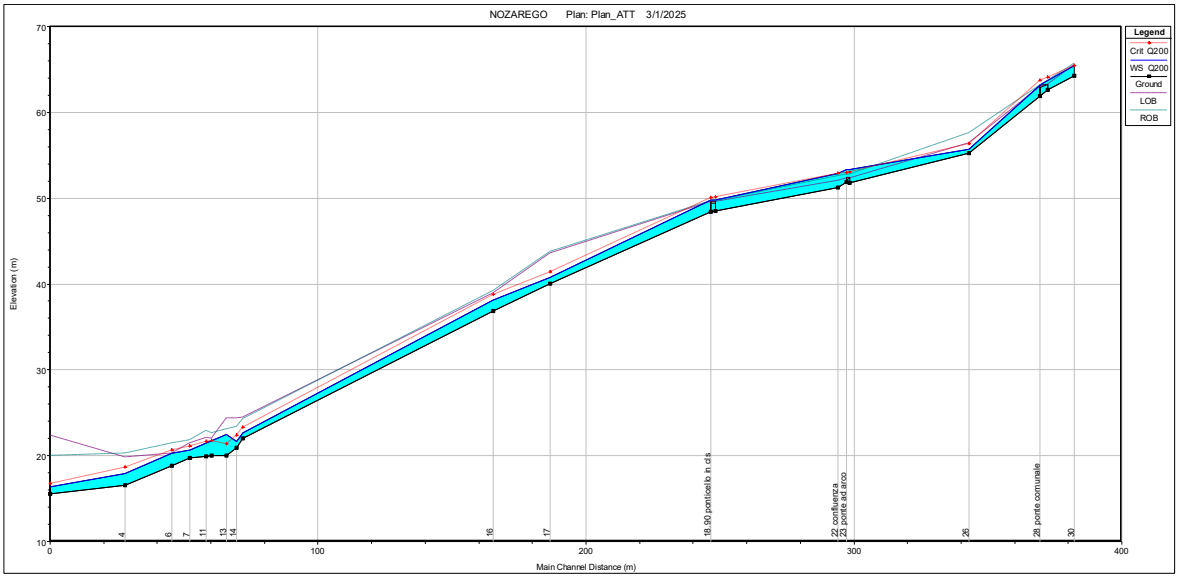


***FIGURA n. 6** – Profilo completo del corso del torrente Nozarego, dalla sezione 30 alla sezione 1.*

Fa eccezione il tratto superiore, dove sono presenti alcuni ponticelli che attraversano l'alveo che risultano insufficienti a smaltire tutte le portate. In quei tratti l'alveo ha sezione moto ridotta, per la presenza della strada pedonale in sponda destra e l'interferenza dei manufatti di attraversamento crea condizioni di ostacolo alla corrente e conseguenti rigurgiti.

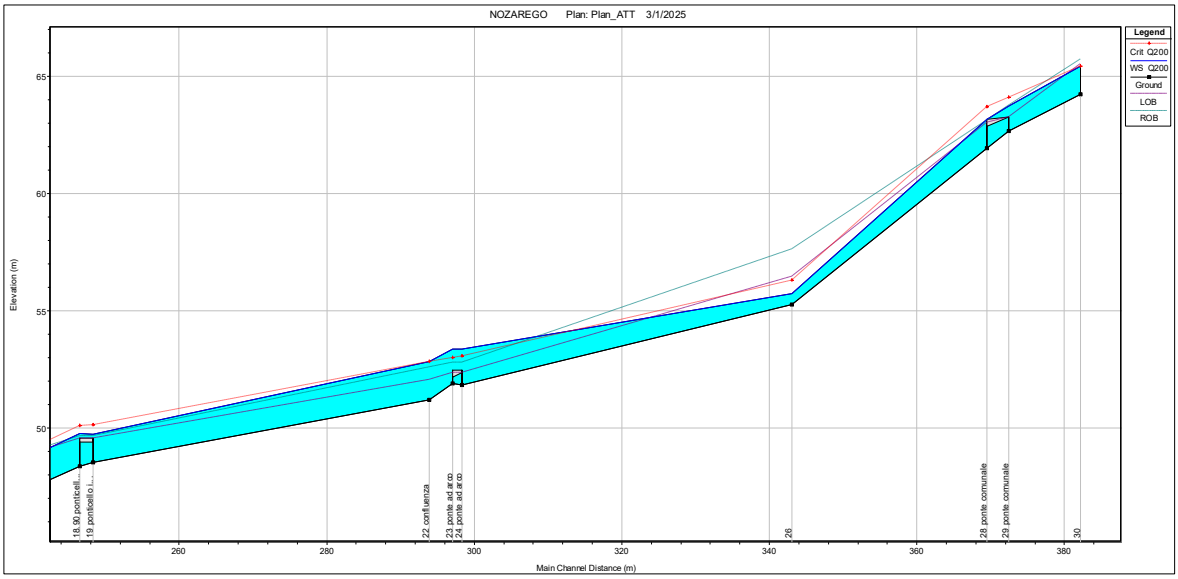


FIGURA n. 7 *– Profilo del torrente Nozarego, con gli attraversamenti nelle sezioni 29, 24, 19, tutti insufficienti.*

In particolare, il ponticello pedonale della strada comunale nella sezione 29 ha una sezione di deflusso ridottissima all'imbocco e viene tracimato facilmente, causando esondazione soprattutto sulla sponda sinistra e riversando le acque lungo la pedonale a valle.

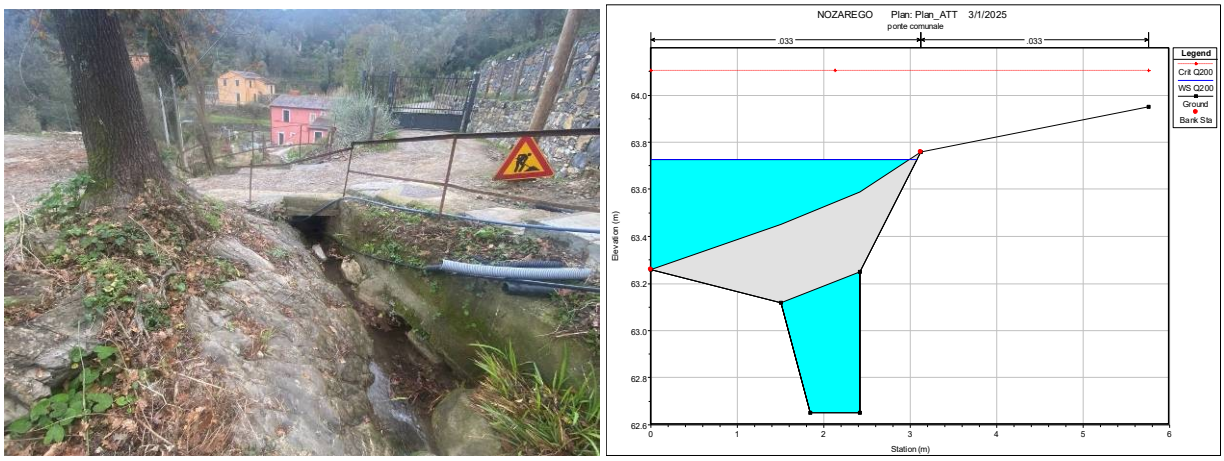


FIGURA n. 8 *– Il ponticello della strada comunale che attraversa il Nozarego, nella sezione 29.*

Nella sezione 24, poco prima della confluenza del ramo secondario, un ponticello ad arco in pietra crea un ostacolo significativo alla già ridotta sezione di deflusso: le acque fuoriescono dall'alveo e invadono la vicina strada comunale. Occorre precisare tuttavia che la criticità è in gran parte dovuta alla ristrettezza della sezione, pur aggravata dalla presenza del ponticello.

Il ponte con soletta in calcestruzzo nella sezione 19 presenza una criticità meno rilevante, pur essendo scavalcato anch'esso dalle portate di piena.

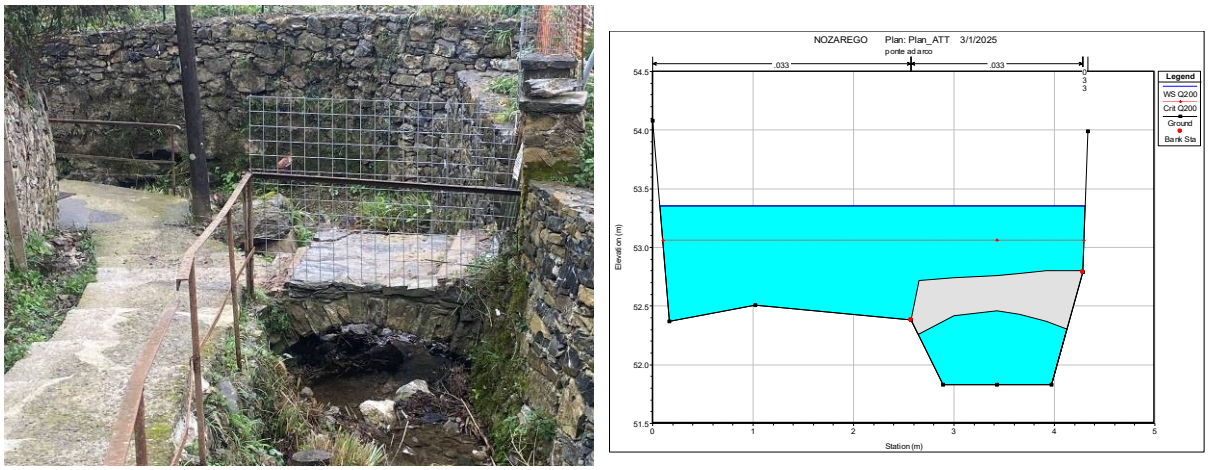


FIGURA n. 9 *– Il ponticello ad arco nella sezione 24 con i livelli della portata 200ennale.*

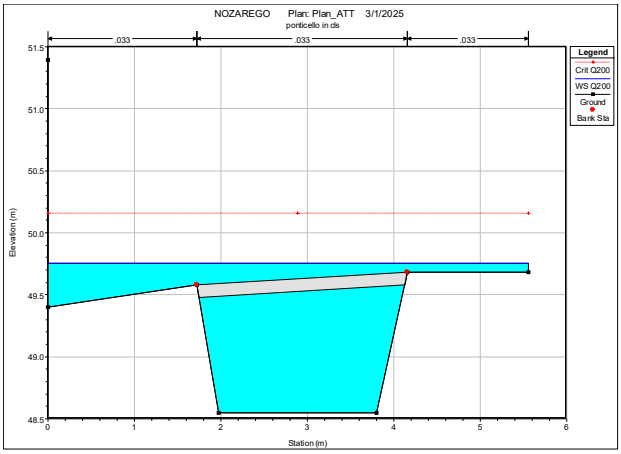


FIGURA n. 10 *– Il ponticello nella sezione 19 con i livelli della portata 200ennale.*

Il tratto che verrà interessato dalla costruzione della briglia selettiva (dalla sezione 12 alla sezione 10), presentando un alveo inciso e chiuso da muri d'argine, non presenta problematiche idrauliche: le portate di piena sono contenute in alveo senza dare luogo ad esondazioni.

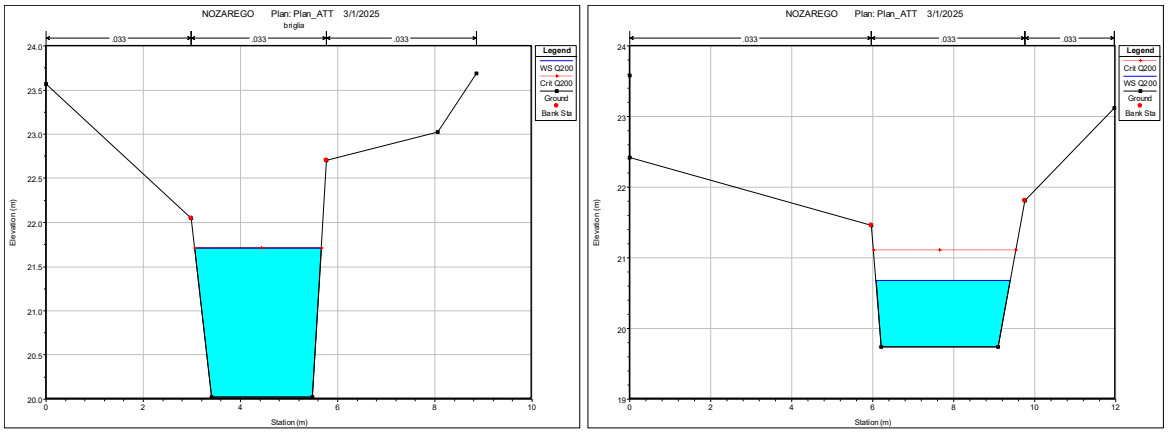


FIGURA n. 11 *– Le sezioni 12 e 10 in prossimità del tratto ove verrà realizzata la briglia selettiva.*

In corrispondenza della sezione 12 la corrente passa lo stato critico, per effetto del restringimento operato dagli argini e del cambio di pendenza: si crea un modesto rigurgito in corrente lenta e un risalto idraulico. Questo cambio di regime e la dissipazione energetica localizzata generata dal risalto è probabilmente alla base del fenomeno di dissesto dell'argine destro in quel tratto.

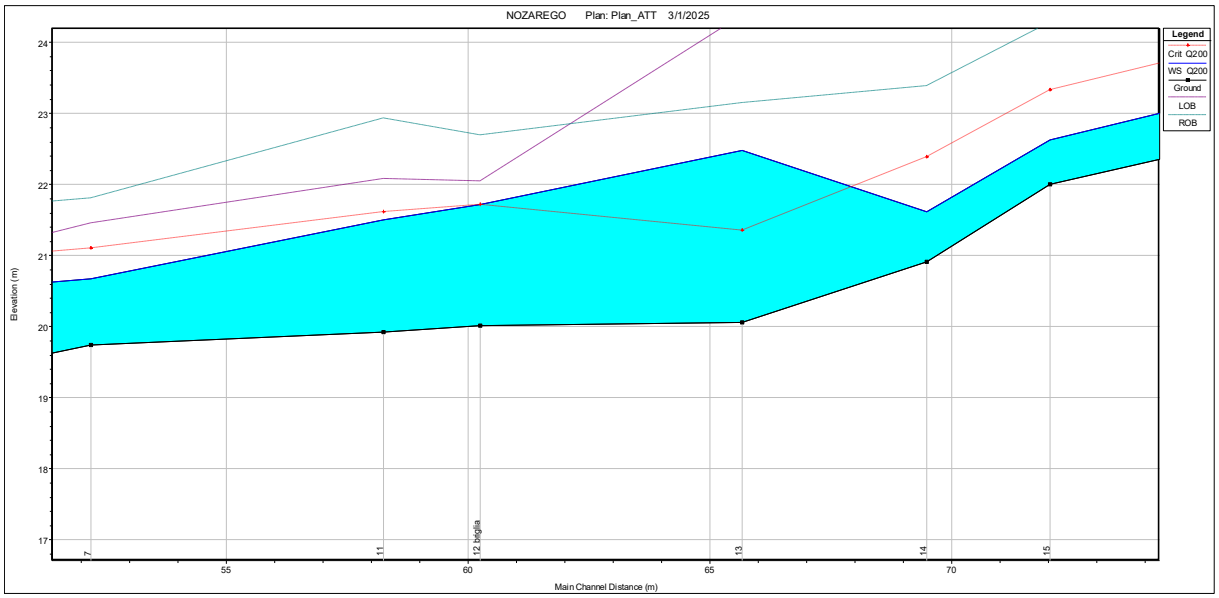


FIGURA n. 12 *– Il tratto tra le sezioni 15 e 7, dove verrà posizionata la briglia selettiva.*



FIGURA n. 13 *– Stato attuale del tratto tra le sezioni 15 e 7: si nota il dissesto della sponda destra.*

La scelta di posizionare in questo punto la nuova opera selettiva è quindi, anche da punto di vista idraulico – corretta e opportuna.

6.3 VERIFICA DELLO STATO DI PROGETTO.

La verifica di progetto ha analizzato il medesimo tratto, tra la sezione 30 e la sezione 1, inserendo le nuove opere e le modifiche all'alveo in corrispondenza degli attraversamenti, con lo scopo di migliorare per quanto possibile le condizioni di deflusso.

Si è mantenuto, anche per la configurazione di progetto, il medesimo coefficiente di scabrezza dello stato attuale, in considerazione del fatto che la gran parte dell'alveo resta invariato.

Il comportamento delle portate di piena nell'alveo è sostanzialmente analogo a quello dello stato attuale, ad eccezione dei tratti in prossimità dei manufatti modificati: la corrente è veloce per la gran parte del corso, come si osserva dalla figura seguente.

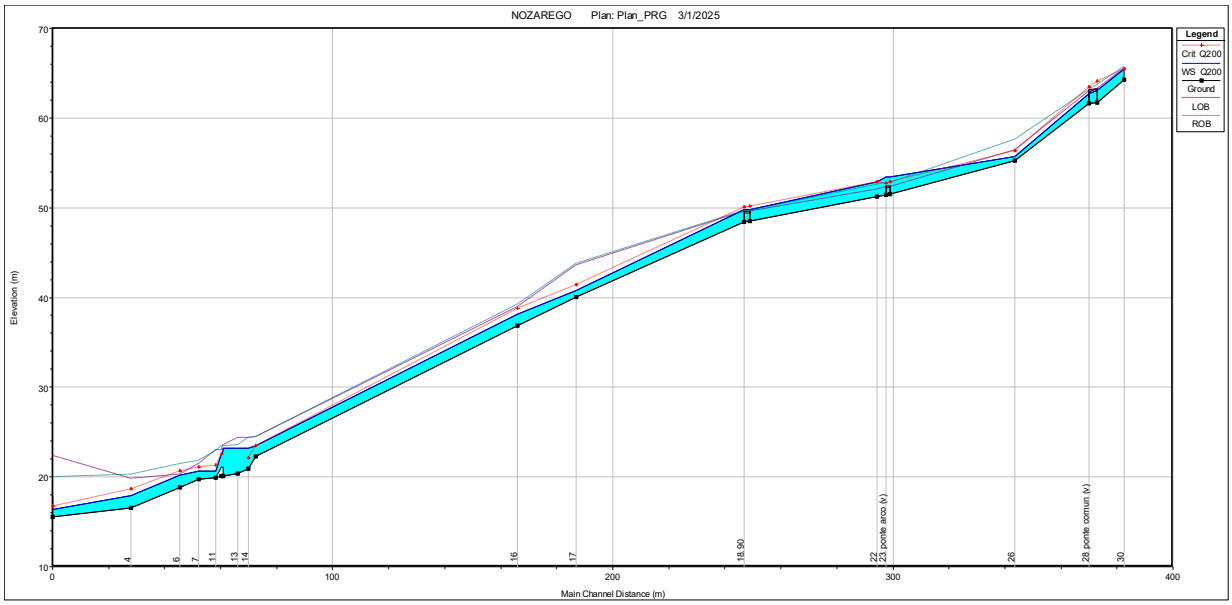


FIGURA n. 14 *– Stato di progetto del t. Nozarego per l'intero tratto analizzato.*

Scendendo nel dettaglio e partendo da monte, il ponticello della strada comunale nella sezione 29, dove è previsto l'abbassamento del fondo e la realizzazione di un cordolo in sponda sinistra per impedire la fuoriuscita di acque, risulta migliorato: la portata di piena 200ennale transita senza esondare, pur senza franco.

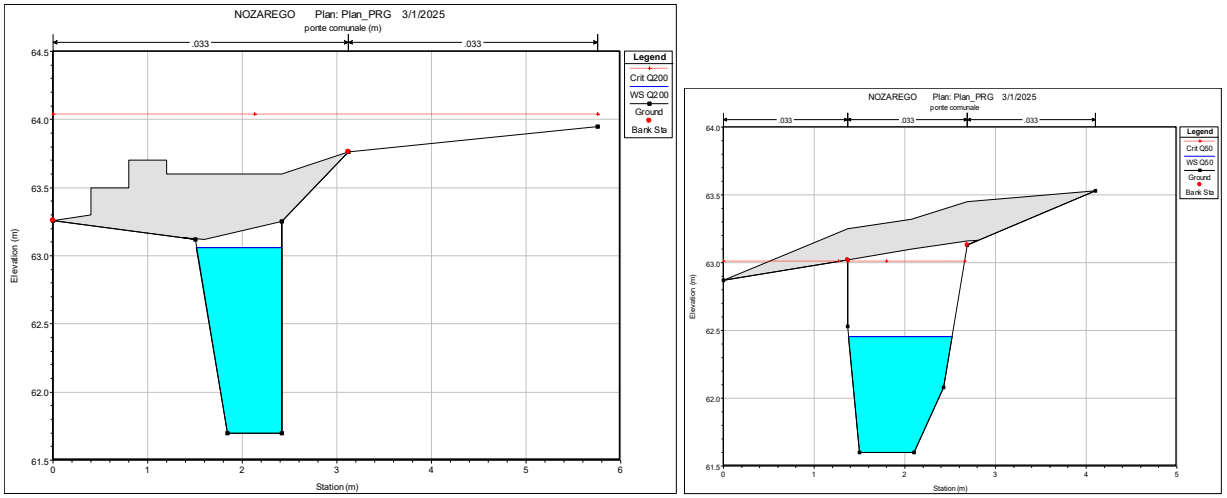


FIGURA n. 15 *– La modifica dell'alveo e dell'impalcato nelle sezioni 29 (monte) e 28 (valle) del ponticello della pedonale comunale via Madonnetta.*

Proseguendo verso valle, il ponticello ad arco in pietra nella sezione 24 può essere solo parzialmente migliorato, operando un modesto scavo nell'alveo in roccia. Il rischio di esondazione anche per valori di portata modesti permane ugualmente, con scavalco del manufatto e invasione della stradina laterale

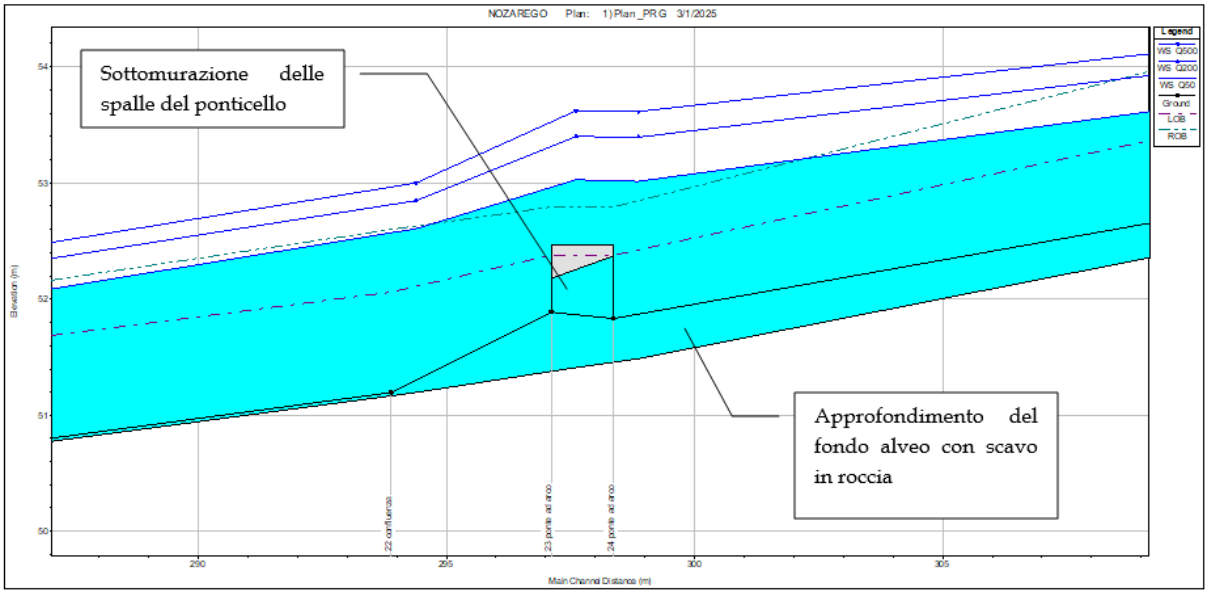


FIGURA n. 16 *– Il tratto di alveo in prossimità del ponticello ad arco..*

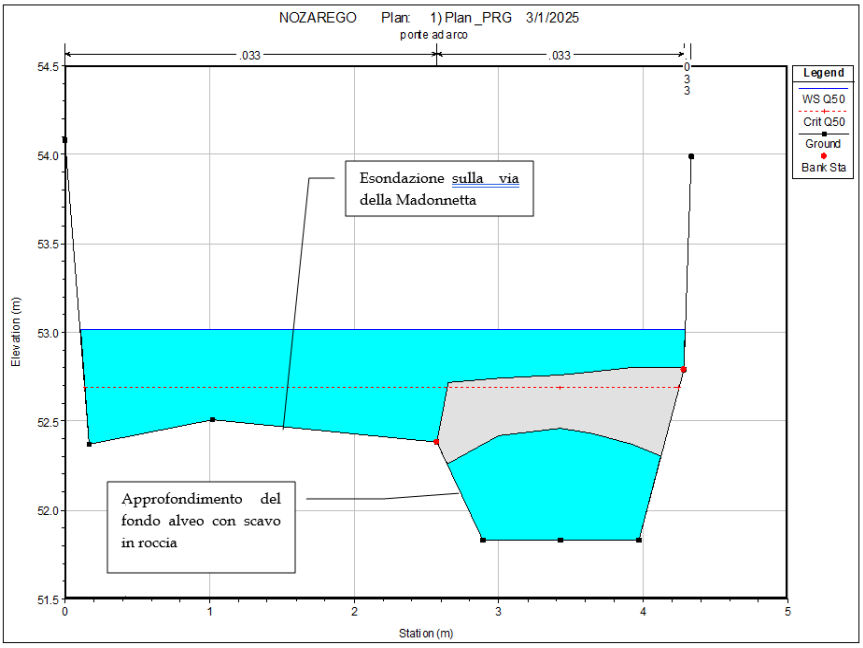


FIGURA n. 17 *– La sezione 24 del ponticello ad arco.*

La esondazione sulla strada laterale si estende verso valle, raggiungendo il successivo ponticello, nella sezione 19; anche in questo caso la criticità è in gran parte dovuta alla limitata dimensione della sezione, dovuta alla presenza della strada.

La portata 50ennale è contenuta all'interno dell'alveo ma le portate maggiori esondano e tracimano come nel caso precedente.

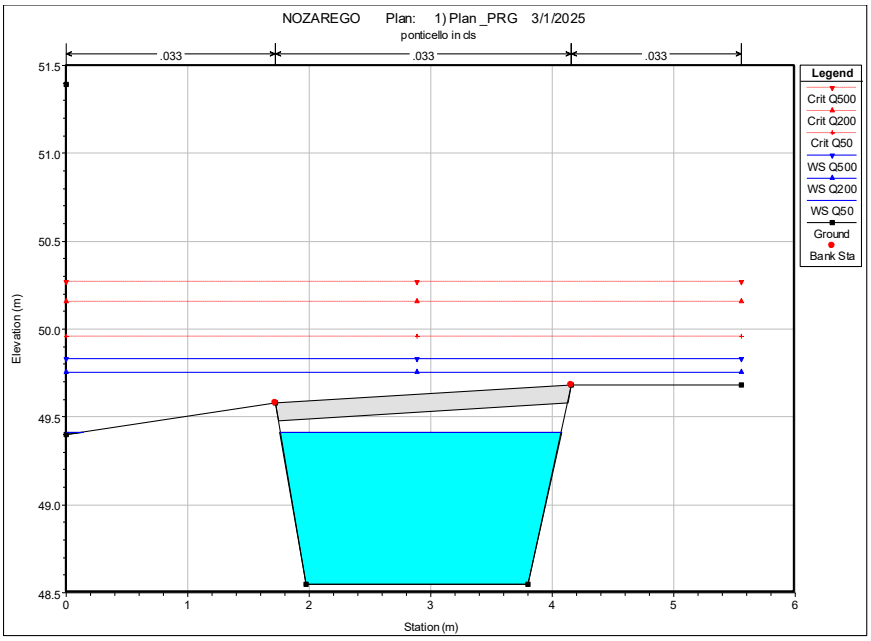


***FIGURA n. 18** – La sezione 19 del ponticello con impalcato in cls.*

A valle del ponticello nella sezione 19, il profilo di piena riprende la condizione ipercritica e le portate esondate rientrano in alveo; tutto il tratto compreso tra la sezione 18 e la sezione 15 è sufficiente a smaltire tutte le portate.

Il tratto interessato dalla creazione della nuova briglia è ovviamente alterato dalla presenza dei nuovi argini e soprattutto dell'ostacolo del manufatto di sbarramento: scopo della briglia selettiva è infatti duplice:

- lo sbarramento trasversale costituito dall'opera muraria che innalza e sporge dal fondo alveo crea una ostruzione, rallenta la corrente e crea le condizioni per il deposito del trasporto solido che si accumula a tergo, nel bacino a monte;
- la presenza dei profilati metallici che si elevano sopra lo sbarramento svolge funzioni di trattenuta del materiale flottante, quello che la corrente trasporta in superficie, costituito da parti vegetali, ramaglie e radici divelte lungo il percorso.

Ovviamente questo tipo di opera dovrà essere accuratamente e periodicamente sorvegliato e manutenuto, provvedendo alla rimozione del materiale accumulato.

Nella verifica idraulica la presenza della briglia crea ovviamente un rigurgito con sopraelevazione del pelo libero; per questo motivo si è provveduto a innalzare la quota degli argini e a proteggere le sponde con gabbionate e georeti.

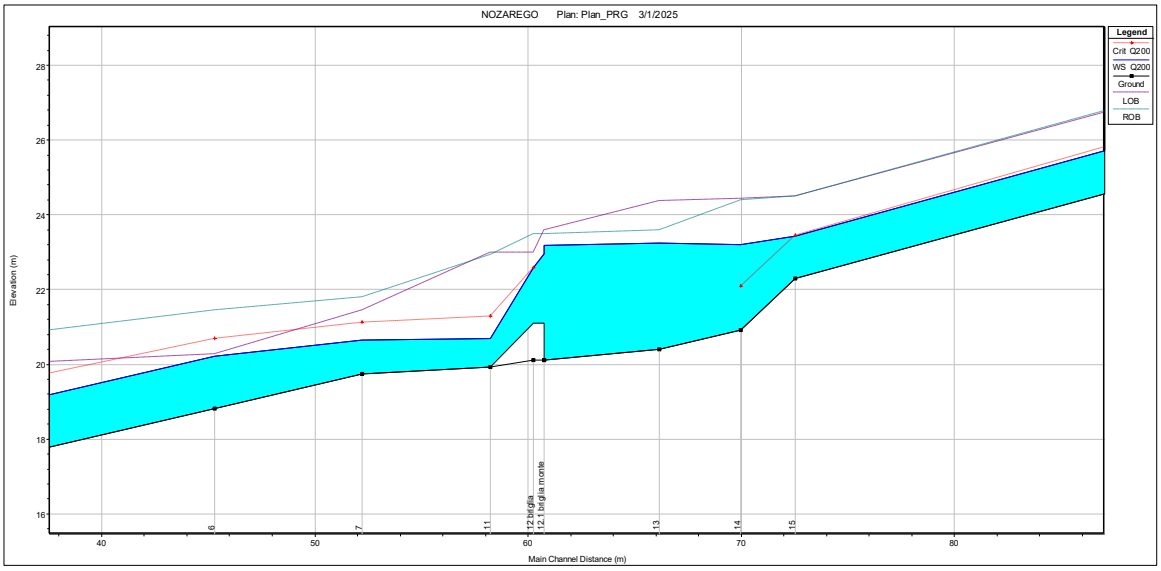


FIGURA n. 19 *– Profilo della piena 200ennale in corrispondenza della briglia: si osserva il rigurgito in corrente lenta creato dallo sbarramento, che è tuttavia contenuto dalle nuove arginature.*

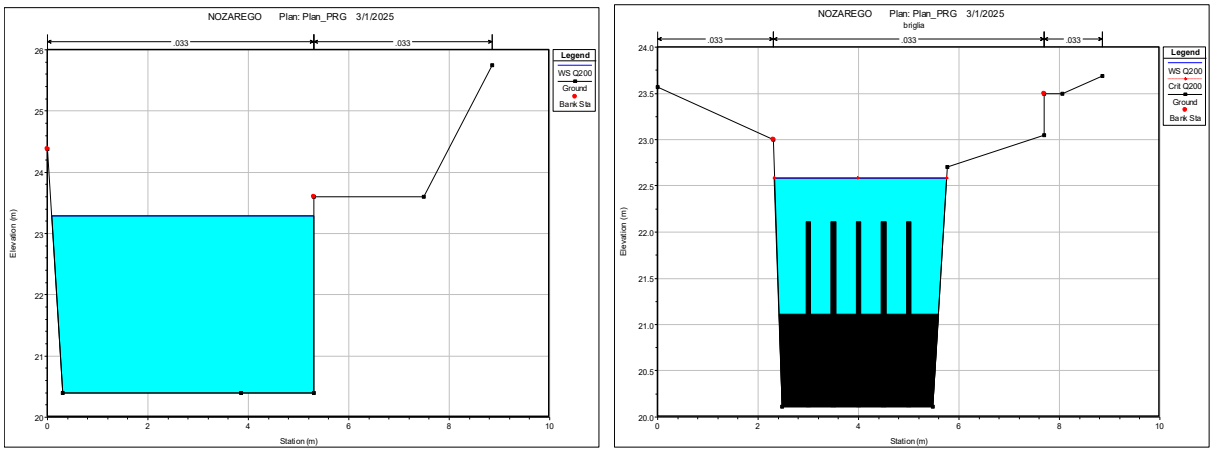


FIGURA n. 20 *– Sezioni 13 e 11, rispettivamente a monte e in asse alla briglia selettiva.*

A valle della briglia l'alveo attuale contiene adeguatamente le portate di piena sino alla sezione di imbocco del tombino di fondovalle (sez. 1).

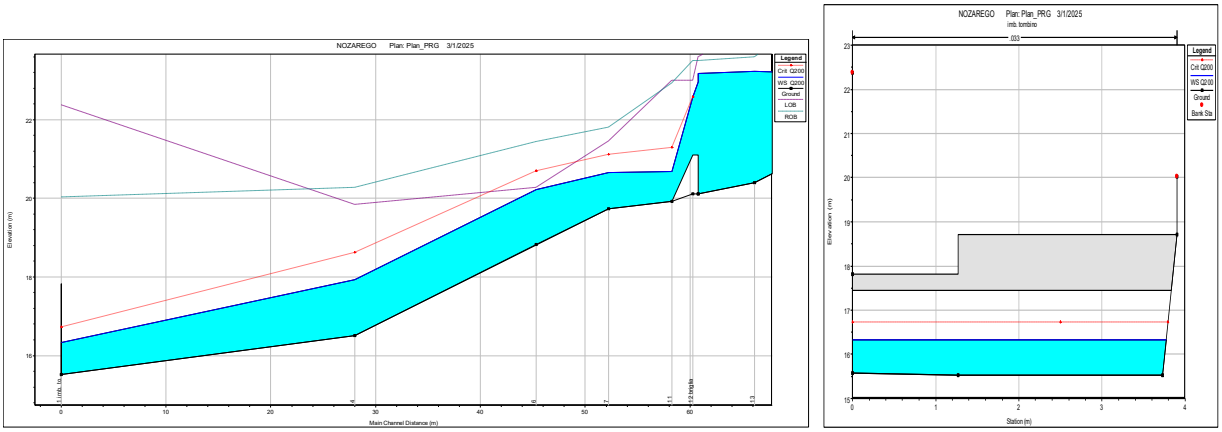


FIGURA n. 21 *– Il tratto a valle della briglia e la sezione 1 di imbocco del tombino.*