

## LAVORI DI COLLETTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE TRA I COMUNI DI SELLERO - CEDEGOLO E BERZO DEMO IN PROVINCIA DI BRESCIA CUP D57B17000100003

### Progetto Esecutivo

Progettista incaricato:

RESPONSABILE AREA TECNICA



**Dott. Ing. RICCARDO MARIOLINI**

via A. Manzoni n° 33 - 25041 BOARIO TERME  
Ordine degli Ingegneri di Brescia n° A. 1686

Collaboratore:  
Ing. Marco Puritani

Consulente parte geologica:



NUMERO	DESCRIZIONE	DATA
rev. 0		agosto 2019
OGGETTO :		ELABORATO
RELAZIONE GEOLOGICA		1.2
		DATA agosto 2019
		SCALA ///
DISEGNATORE:	CONTROLLATO:	COMMESSA:



### **Progetto Esecutivo:**

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

### **Relazione Geologica**

Il presente documento riporta le valutazioni geologiche effettuate in sede di progettazione definitiva e qui riconfermate.

Per quanto attiene gli allegati alla relazione geologica, questi sono disponibili all'interno del supporto informatico DVD di progetto:

All. 1.2 – Relazione geologica (cartaceo e supporto informatico)

Allegati alla relazione disponibili sul supporto informatico del progetto:

- All. 1.2.1.A – DEF – Direttiva Alluvioni Da Sez. 1 a 13
- All. 1.2.1.B- DEF - Direttiva Alluvioni Da Sez. 13 a 42
- All. 1.2.1.C- DEF - Direttiva Alluvioni Da Sez. 42 a 70
- All. 1.2.1.D.- DEF - Direttiva Alluvioni Da Sez. 70 a 88
- All. 1.2.1.E.- DEF - Direttiva Alluvioni Da Sez. 88 a 110
- All. 1.2.1.F.- DEF - Direttiva Alluvioni Da Sez. 110 a 131
- All. 1.2.2.A - DEF - Fattibilità Geologica Da Sez. 1 a 13
- All. 1.2.2.B - Fattibilità Geologica Da Sez. 13 a 42
- All. 1.2.2.C - Fattibilità Geologica Da Sez. 42 a 70
- All. 1.2.2.D - Fattibilità Geologica Da Sez. 70 a 88
- All. 1.2.2.E - Fattibilità Geologica Da Sez. 88 a 110
- All. 1.2.2.F - Fattibilità Geologica Da Sez. 110 a 131

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.0 INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
1.1 COROGRAFIA .....	5
1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	6
<b>2.0 FASE DI INDAGINE .....</b>	<b>7</b>
2.1 ASPETTI GEOMORFOLOGICI GENERALI .....	7
2.2 AREE IN DISSESTO .....	8
2.2.1 AREE A ELEVATO RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	8
2.2.2 DISSESTI PAI .....	10
2.2.3 DISSESTI IFFI .....	12
2.3 FASCE PAI E DIRETTIVA ALLUVIONI .....	13
2.4 SINTESI DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA ESISTENTI .....	20
<b>3.0 FASE DI ELABORAZIONE (ANALISI INTERFERENZE) .....</b>	<b>23</b>
3.1 INQUADRAMENTO PROBLEMATICHE .....	23
3.2 CRITICITA' EVIDENZIATE (DESCRIZIONE DEI TRATTI E SEZIONI TIPO) .....	26
3.2.1 ASPETTI IDRAULICI .....	27
3.2.1.1 FIUME OGLIO .....	27
3.2.1.2 ASTE MINORI AMBITI DI CONOIDE .....	31
SCHEDA 1 TORRENTE RE DI SELLERO .....	32
SCHEDA 2 VALLE CASTELLANICO .....	33
SCHEDA 3 TORRENTE DOSBO .....	34
SCHEDA 4 TORRENTE POLLO .....	35
SCHEDA 5 TORRENTE POGLIA .....	36
SCHEDA 6 TORRENTE COPPO .....	37
SCHEDA 7 TORRENTE VALZELLI .....	38
SCHEDA 8 TORRENTE RASEGA .....	39
2.2.2 ASPETTI AREE IN DISSESTO .....	40
2.2.3 ASPETTI GEOTECNICI .....	40
<b>3.0 FASE DI SINTESI .....</b>	<b>41</b>

### ALLEGATO:

- DISSESTI PAI
- SINTESI CRITICITA'



## PREMESSA

La presente relazione geologica è a supporto del progetto di completamento del sistema di collettamento della media Valle Camonica e ampliamento dell'impianto di depurazione di Esine 2° Lotto, 2° stralcio, dal Comune di Breno al Comune di Berzo Demo, dal Comune di Esine al Comune di Prestine, relativamente al tratto che dal Comune di Sellero, si collega al tratto del Comune di Capo di Ponte.

L'analisi eseguita fornisce un quadro di riferimento degli aspetti geologici-geomorfologici e geologico-tecnici delle opere in progetto, cercando di individuare le principali criticità e problematiche che potranno essere meglio approfondite nelle successive fasi o affrontate direttamente nelle fasi di esecuzione dei lavori.

Lo studio è stato condotto considerando dapprima una serie di documenti tecnici di inquadramento tra cui:

- *atlante dei rischi idrogeologici del Piano di Assetto Idrogeologico (di seguito PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;*
- *carte di Piano Gestione Rischio Alluvioni (di seguito PGRA)*
- *carte inventario dissesti della Regione Lombardia e verifica degli aggiornamenti PAI nei comuni interessati dalle opere;*
- *sistema GEOIFFI della Regione Lombardia di individuazione delle frane e dissesti;*
- *sistema SIBCA della Regione Lombardia sulle caratteristiche idrauliche ed idrogeologiche dei corsi d'acqua;*
- *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio" dell'Autorità di Bacino per il Po (AdBPo);*
- *Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio della Regione Lombardia- Bollettino Ufficiale R.L. n.13 del 28 marzo 2006. Riferimento all'allegato 2 "procedure per la valutazione e la zonazione del rischio frana", allegato 4 "criteri di compatibilità idraulica e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico".*

Le analisi e gli approfondimenti effettuati sono relativi ai seguenti aspetti:

- *evoluzione morfologico idraulica del Fiume Oglio ed analisi delle interferenze degli eventi di piena con il percorso della condotta in progetto;*
- *evoluzione morfologica, assetto idraulico e criticità degli attraversamenti dei tratti di alveo dei corsi d'acqua minori affluenti del Fiume Oglio, con analisi della pericolosità e rischio delle opere in progetto;*
- *Analisi degli aspetti geologico-tecnici legati all'esecuzione degli scavi per la posa della condotta, relativamente ad interferenze con opere antropiche.*

Lo studio si compone di una serie di tavole grafiche illustrative riportate di seguito nei paragrafi relativi all'argomento trattato.

## 1.2 Relazione geologica (presente elaborato)

### 1.2.1.A Direttiva alluvioni e fasce PAI

### 1.2.1.B Direttiva alluvioni e fasce PAI

### 1.2.1.C Direttiva alluvioni e fasce PAI

### 1.2.1.D Direttiva alluvioni e fasce PAI

### 1.2.1.E Direttiva alluvioni e fasce PAI

### 1.2.1.F Direttiva alluvioni e fasce PAI

### 1.2.2.A Fattibilità geologica

### 1.2.2.B Fattibilità geologica

### 1.2.2.C Fattibilità geologica

### 1.2.2.D Fattibilità geologica

### 1.2.2.E Fattibilità geologica

### 1.2.2.F Fattibilità geologica

Il presente studio è da intendersi quale svincolo alla fattibilità geologica delle opere e non certo quale studio di compatibilità idraulica che esula dalle competenze di carattere geologico.

Si rimanda quindi alle tavole progettuali e alle considerazioni di seguito espresse circa le principali criticità connesse alla realizzazione dell'opera. I contenuti della relazione sono stati sviluppati distinguendo le fasi di studio in:

- **FASE DI RACCOLTA DATI:** consistente nella verifica e raccolta della documentazione esistente, con particolare riguardo alle aree in dissesto;
- **FASE DI ELABORAZIONE:** consistente nella valutazione delle interferenze delle opere in progetto con il quadro del dissesto;
- **FASE DI PROPOSTA:** consistente nella definizione delle opere, indicazioni e prescrizioni di carattere geologico finalizzate alla riduzione del rischio.

L'opera si può di fatto considerare una infrastruttura a rete lineare che attraversa aree ad elevata criticità idraulica, con particolare riferimento alla zona di Cedegolo, dove il corso d'acqua acquista un'elevata energia e capacità di erosione, per la pendenza che cresce sensibilmente e perché il Fiume Oglio si trova, in questo punto di attraversamento dell'abitato, costretto tra il versante in sponda destra orografica e le arginature in sinistra. Si dovranno quindi rispettare tutte le norme PAI e garantire la stabilità delle opere nel tempo, in relazione alla problematica di carattere idraulico presente.

## 1.0 INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### 1.1 COROGRAFIA

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di:

- un nuovo tratto di collettore che dalla località Forno Allione in Comune di Berzo Demo, arriva a collegarsi all'esistente collettore in Comune di Capo di Ponte, attraversando i territori di Berzo Demo, Cedegolo e Sellero. Il collettore si sviluppa principalmente in sinistra orografica per il tratto compreso tra l'abitato di Berzo Demo e Cedegolo, per poi passare in destra orografica, lungo la ex. S.S. n° 42, attraversare l'abitato di Sellero e quindi collegarsi all'esistente cameretta del tratto di Capo di Ponte da poco realizzato.

Nella cartografia tecnica regionale, le aree interessate dalle opere sono comprese nel Foglio D3 alla scala 1:50.000.

Per maggior chiarezza espositiva il presente studio è stato suddiviso in sei tratti, seguendo la suddivisione delle tavole fornite dal progettista come di seguito dettagliato.



## 1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La realizzazione di un nuovo tratto di collettore intercomunale, si inserisce nel progetto più ampio di collettamento dei reflui della Valle Camonica che ha visto l'ampliamento del depuratore di Esine, andando quindi a completare il collettamento e la depurazione dei reflui fognari dei Comuni della media Valle Camonica.

Con un primo lotto, già realizzato, si sono collettati i reflui di Breno, Malegno, Cividate Camuno, Piancogno (per quanto riguarda la frazione di Cogno) ed Esine e si è costruito l'impianto di depurazione atto a trattare i reflui per circa 20.000 abitanti equivalenti. Con un secondo lotto, si sono collegati i reflui da Capo di Ponte sino a Breno.

Con questo progetto si intende completare il collettamento dei reflui fognari dei Comuni della media Valle Camonica a partire da Forno Allione fino Sellero:

- **Comune di Sellero:** a partire dal confine con il comune di Capo di Ponte la tubazione sarà interrata lungo la sede stradale, e raccoglierà i reflui provenienti dalle immissioni "Sellero 2", "Sellero 3", "Grevo 2", "Sellero 4", "Novelle 2" e "Grevo". Da questa immissione in poi la tubazione sarà interrata lungo l'argine e protetta da scogliera. A valle del ponte della Noce è prevista la raccolta dell'immissione "Novelle". Nel comune di Sellero vengono attraversati mediante sifoni i torrenti Re di Sellero e Dosbo mentre vengono attraversati lungo la sede stradale la Valle di Castellanico e il torrente Pollo.
- **Comune di Cedegolo:** in corrispondenza del ponte della Noce è previsto l'attraversamento del Fiume Oglio mediante sifone. La tubazione torna quindi in sinistra idrografica e, dopo un breve tratto interrato, sarà ancorata al muro d'argine sino all'immissione "Andrista". Da questo punto la tubazione sarà posata lungo la strada statale. Nel comune di Cedegolo si attraverseranno mediante sifone il Torrente Poggia ed il Torrente Coppo.
- **Comune di Berzo Demo:** proseguendo lungo la strada statale e attraversando i torrenti Valzelli e Rasega la tubazione raccoglie le immissioni "Demo" e "Saletto". Il collettore, attraverserà poi il corso del fiume Oglio mediante sifone e si porterà in destra in corrispondenza dell'insediamento produttivo in località Forno Allione, raccogliendo le due immissioni denominate "Forno Allione 2" e "Forno Allione".

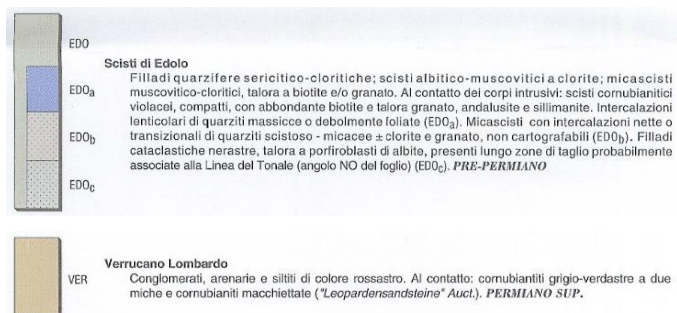
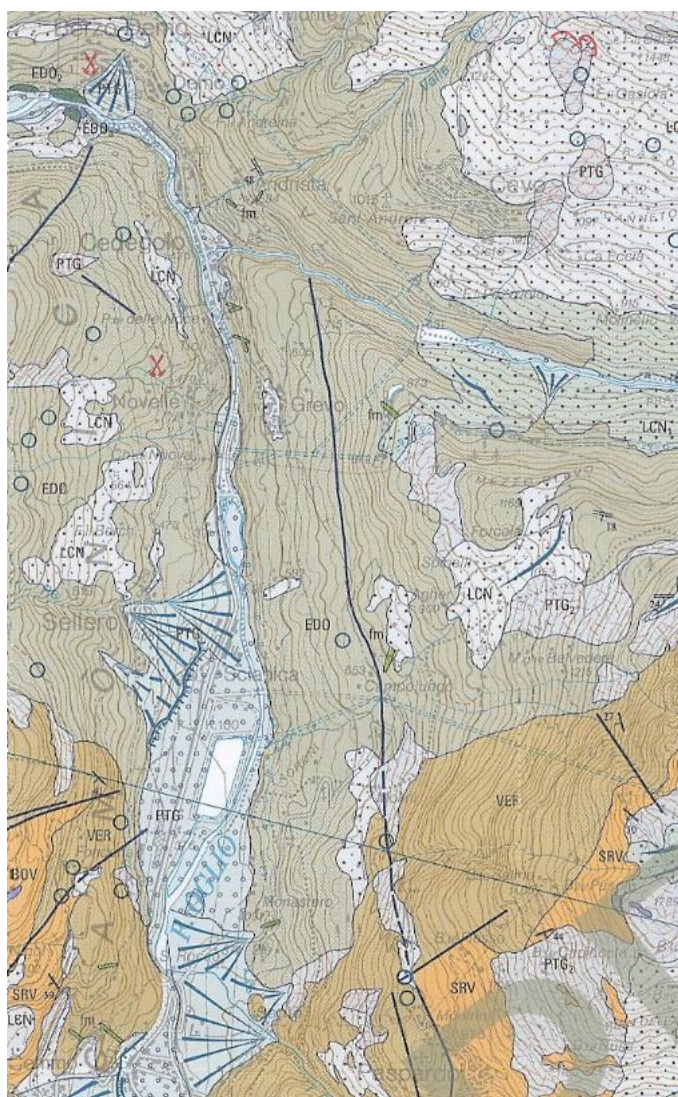
Per la realizzazione di questo tratto di collettore è previsto l'utilizzo di Tubo PEAD PN 3,2 con diametri di 400 mm e 315 mm. E in GRES, con diametri di 300mm e 400 mm.

Nella posa interrata delle tubazioni a seconda della profondità e della sede di posa, verrà realizzato un idoneo rinfilanco in sabbia o calcestruzzo, con sovrastante rinterro in materiale vagliato e ripristino superficiale della pavimentazione o del piano campagna. Nel caso in cui la tubazione verrà posata ancorata ad un manufatto esistente, la stessa sarà dotata di una protezione esterna in acciaio saldato, bitumata esternamente a caldo e protetta da un rivestimento pesante esterno costituito da uno strato isolante di una miscela bituminosa e da una sovrastante fascia elicoidale formata di nastro in lana di vetro in modo da garantire la tenuta sia da che verso l'esterno, ancorata alla struttura mediante apposite mensole di sostegno in acciaio zincato e cravatte fermatubo.



## 2.0 FASE DI INDAGINE

### 2.1 ASPETTI GEOMORFOLOGICI GENERALI



Dal punto di vista geologico il tracciato interessa le aree comprese nel Foglio 058 Monte Adamello della cartografia CARG scala 1:50.000

Tra il comune di Capo di Ponte ed il Comune di Berzo Demo, i versanti in sponda sinistra e destra idrografica al Fiume Oglio, sono interessati dall'affioramento di scisti, filladi e micascisti a due miche dal tipico assetto a piani di scistosità. Caratteristica di questa formazione è l'assetto strutturale con micropiegamenti e piegamenti a scala metrica dove sono evidenti noduli di quarzo interposti tra le cerniere dei piegamenti. Nella zona di Cedegolo è presente un importante piegamento denominato anticlinale di Cedegolo con asse circa Est-Ovest. A contatto con queste rocce, geometricamente superiori ad esse, si osservano le formazioni sedimentarie del Verrucano Lombardo e del Servino, con locali brandelli di carnioli di Bovegno.

Lungo i piani di scistosità sono frequenti e caratteristiche le mineralizzazioni in ossidi di ferro. Sopra questo basamento sono adagiati depositi glaciali e di versante, nelle zone dei pendii, di conoide, nelle zone di raccordo tra pendio e pianura, e fluviali, nelle zone di fondovalle; tutti questi depositi si trovano in relazioni geometriche complesse, e sono spesso sovrapposti e affiancati tra loro, mostrando spesso interdigitazioni e bruschi passaggi laterali.

Per quanto riguarda l'evoluzione morfologica del territorio è ben evidente l'azione di modellamento glaciale con l'incisione dell'asse vallivo dell'Oglio. All'azione di erosione glaciale si è poi sovrapposta l'azione di erosione fluviale, operata principalmente dal Fiume Oglio e, lateralmente, dai corsi d'acqua minori. Il naturale evolvere delle azioni di erosione, trasporto e sedimentazione ha portato alla formazione dei depositi di fondovalle fluviali dell'Oglio e degli apparati di

conoide, generatisi dall'accumulo detritico dei torrenti alla confluenza nella valle principale. La piana alluvionale dell'Oglio è molto esigua in prossimità dell'abitato di Cedegolo e, tende ad ampliarsi in corrispondenza del Comune di Capo di Ponte. Questo assetto è determinato sostanzialmente dal fatto che proprio in corrispondenza di Sellero e

Capo di Ponte, si passa dalle rocce del Basamento Cristallino alle arenarie del Verrucano Lombardo, al Servino e alla Carniola di Bovegno, le cui rocce sono decisamente più soggette all'erosione e disaggregazione.

L'intervento interesserà nella sua quasi totalità i depositi fluviali attuali dell'Oglio, caratterizzati dalla presenza di sabbie e ghiaie stratificate e lenti a diversa granulometria ed interdigitazione laterale. Frequenti in questi depositi sono le variazioni granulometriche che dalle sabbie e ghiaie, portano alla presenza di limi e sabbie fini, generatisi dalla deposizione in condizioni di acque lente. Sono numerosi anche i grossi blocchi e massi che il corso d'acqua è in grado di trasportare, soprattutto nella zona di Cedegolo, dove la maggior pendenza dell'asta, conferisce alla corrente maggior velocità e quindi energia.

In generale si tratta di depositi incoerenti dalle discrete caratteristiche di resistenza dovute sostanzialmente alla forte eterogeneità granulometrica.

## 2.2 AREE IN DISSESTO

Per la verifica di compatibilità dell'intervento previsto si sono prese in considerazione la carta dei dissesti PAI, la carta dell'Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia e le perimetrazioni delle aree soggette a esondazione riportate nel PAI e proposte dalla Direttiva Alluvioni, al fine di individuare ed inquadrare eventuali situazioni di rischio legate a fenomeni di dissesto dei versanti e di esondazione dell'Oglio. Si intendono aree a rischio idrogeologico gli ambiti in cui è possibile il verificarsi di un dissesto idrogeologico in grado di causare danni a persone, cose e patrimonio ambientale, in relazione al grado di vulnerabilità del territorio interessato e alla pericolosità dell'evento.

Le tavole di seguito allegate riportano uno stralcio della cartografia relativa all'area interessata dal progetto, rappresentando le diverse tipologie di dissesto ed il loro eventuale grado di attività (attivo-quiescente-stabilizzato).

Si evidenzia che, nel Comune di Sellero, il tracciato in progetto lambisce il conoide del Torrente Re di Sellero classificato come Area a rischio idrogeologico molto elevato e il progetto dovrà pertanto considerare questo importante elemento di criticità.

L'analisi delle interferenze del progetto con tali aree viene trattata nella parte 2 della presente relazione alla quale si rimanda per un maggior dettaglio.

### 2.2.1 AREE A ELEVATO RISCHIO IDROGEOLOGICO

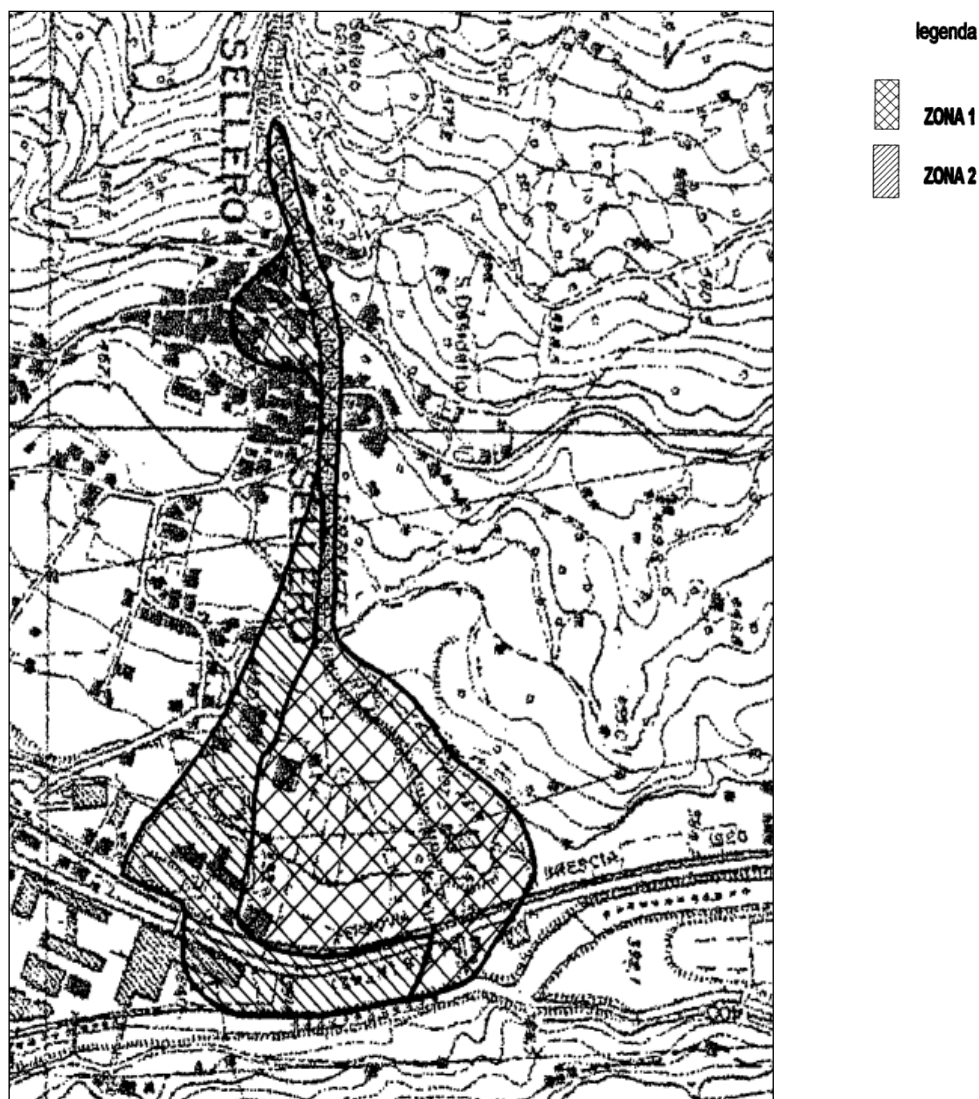
Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico classifica, nell'Atlante dei Rischi idraulici ed Idrogeologici, alcune aree come Aree ad Elevato Rischio Idrogeologico. Tali aree ricomprendono le aree dal Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato, denominato PS 267.

Lungo il tracciato in progetto si attraversa, seppur marginalmente, l'unica area ex 267 ed in particolare l'area del Conoide del Torrente Re di Sellero nel Comune di Sellero (CODICE 038-LO-BS).

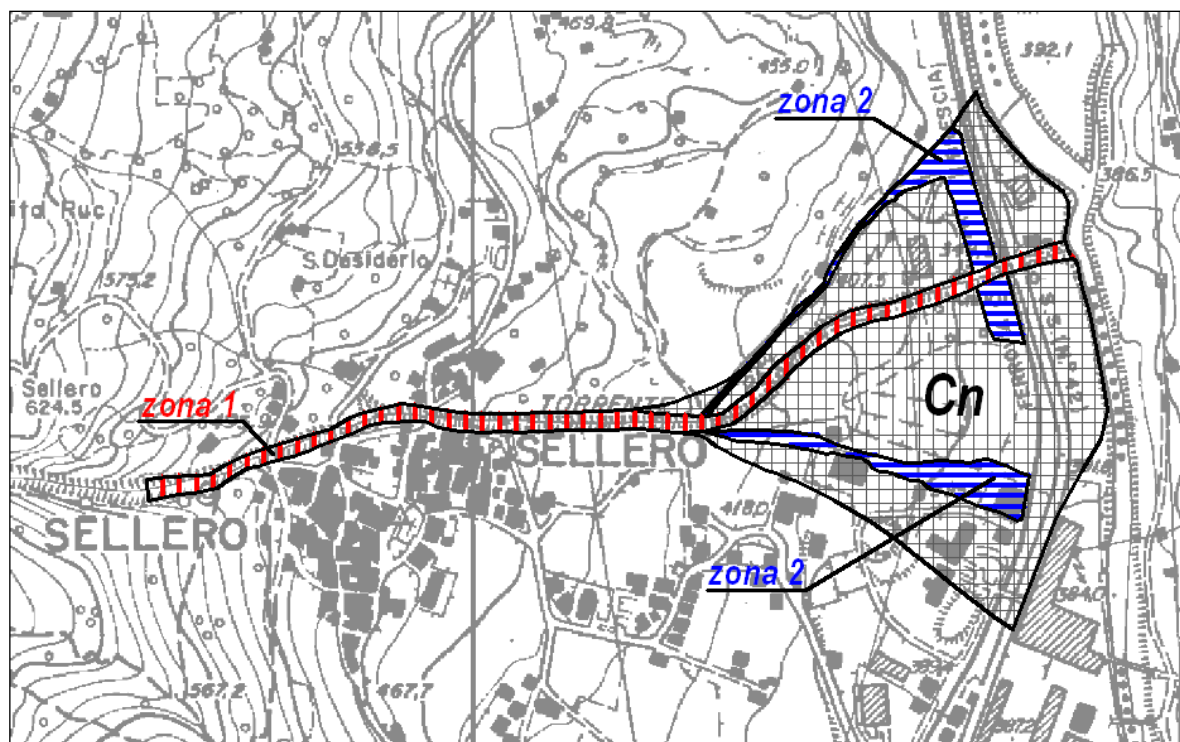
Tale area è stata perimetrata distinguendo la zona 1 e la zona 2. La zona 1 è classificata come area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso. La zona 2, invece, è classificata come area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti.



Rispetto alla perimetrazione effettuata dall'Autorità di Bacino del Po, di seguito riportata in stralcio, il Comune di Sellero ha provveduto a proporre alla Regione Lombardia la ripermetrazione dell'area di conoide, approvata ed adottata dal comune stesso ed oggi vigente nel nuovo PGT del comune. Di seguito sono riportate entrambe le perimetrazioni.



Stralcio della perimetrazione dell'area 267 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (Codice 038-LO-BS)



*Stralcio della perimetrazione dell'area 267 del Comune di Sellero (Approvata ed adottata dal Comune)*

Entrambe le perimetrazioni delle aree di potenziale instabilità, considerando chiaramente l'asta del corso d'acqua come attiva e si dovrà in tal caso curare particolare l'attraversamento del torrente, cercando di approfondire la condotta oltre il limite di possibile erosione di fondo del corso d'acqua, prevedendo se vi è la necessità, di inserire nuove pavimentazioni e consolidamenti delle sponde, al fine di aumentare la velocità di deflusso delle acque e delle correnti di piena liquido-solida.

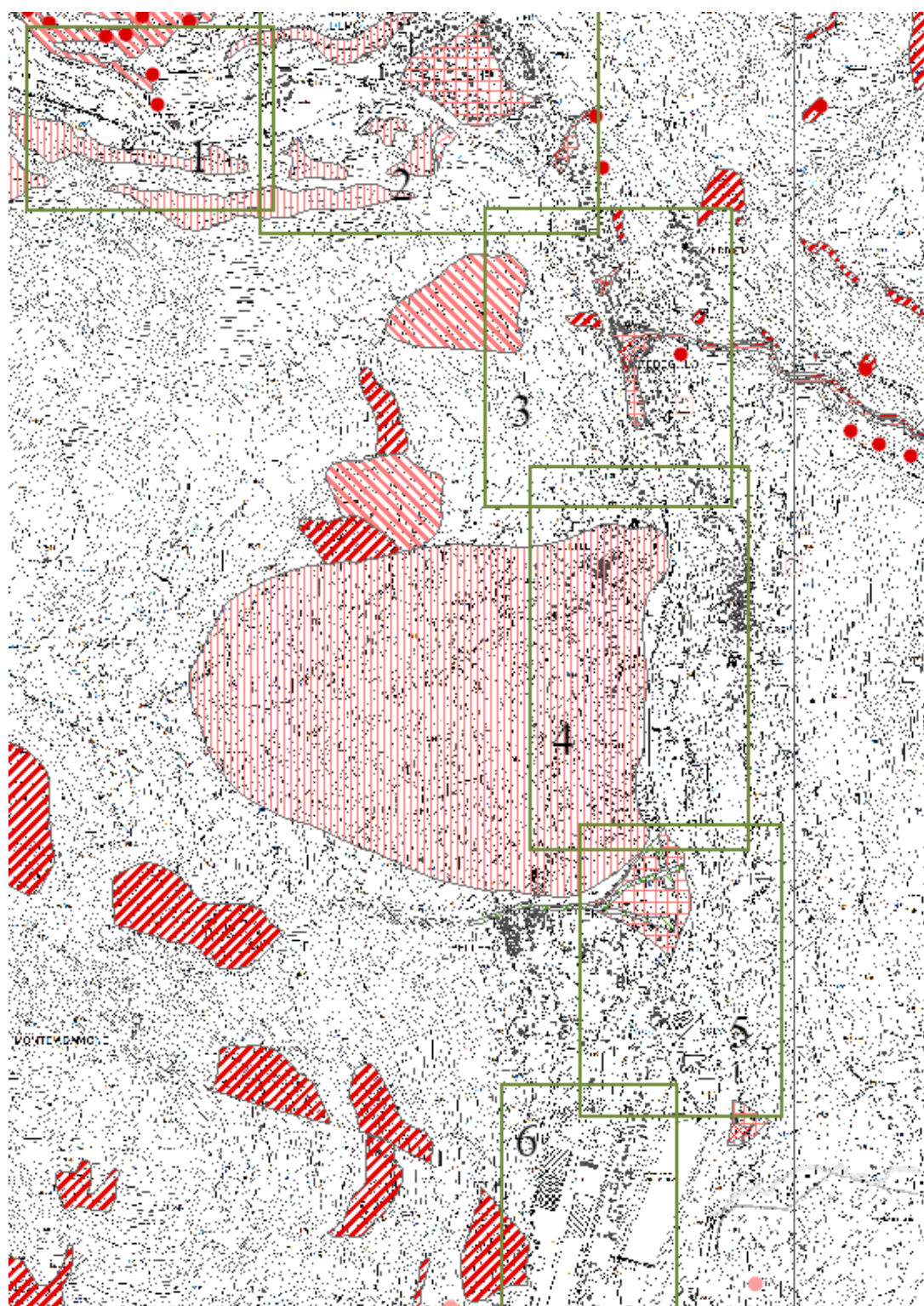
## 2.2.2 DISSESTI PAI







Ai fini della verifica di compatibilità dell'intervento previsto si è preso in considerazione l'allegato "Tavola di delimitazione delle Fasce Fluviali" del "Progetto di Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico delle Fasce Fluviali" (PAI). Il PAI, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità del Bacino del Po con deliberazione n°18 del 26 aprile 2001 ai sensi della L. 18 maggio 1989 n°183, è stato approvato con successive modifiche ed integrazioni dal D.P.C.M. del 24 maggio 2001.

Obiettivo principale del PAI è garantire al territorio del bacino del Fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici ed ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni.

Le cartografie di seguito riportate sovrappongono il tracciato del collettore in progetto con le perimetrazioni dei dissesti PAI desunte dal Geoportale della Lombardia. Ad eccezione dell'area 267 sopra menzionata, il tracciato non è interessato da fenomeni PAI classificati come "attivi", si tratta quindi di situazioni dalla modesta pericolosità che non comportano particolari limitazioni al progetto e non prevedono pertanto indicazioni progettuali.





- |   |   |
|---|---|
|  FRANE: Area di frana attiva (Fa)/Modifiche e integrazioni       |  CONOIDI: Area di conoide attivo non protetta (Ca)/Modifiche e integrazioni                                  |
|  FRANE: Area di frana quiescente (Fq)/Modifiche e integrazioni   |  CONOIDI: Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)/Modifiche e integrazioni                         |
|  FRANE: Area di frana stabilizzata (Fs)/Modifiche e integrazioni |  CONOIDI: Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)/Modifiche e integrazioni |

*Stralcio della carta dei dissesti PAI*





La perimetrazione dei dissesti IFFI riprende abbastanza bene quella del PAI, per cui differisce sostanzialmente solo per la presenza di sparsi fenomeni di crollo e ribaltamento diffuso, che sono tipiche delle aree montuose con affioramenti sparsi e, quindi, caratterizzano i versanti. Valgono pertanto le considerazioni espresse per la aree PAI.

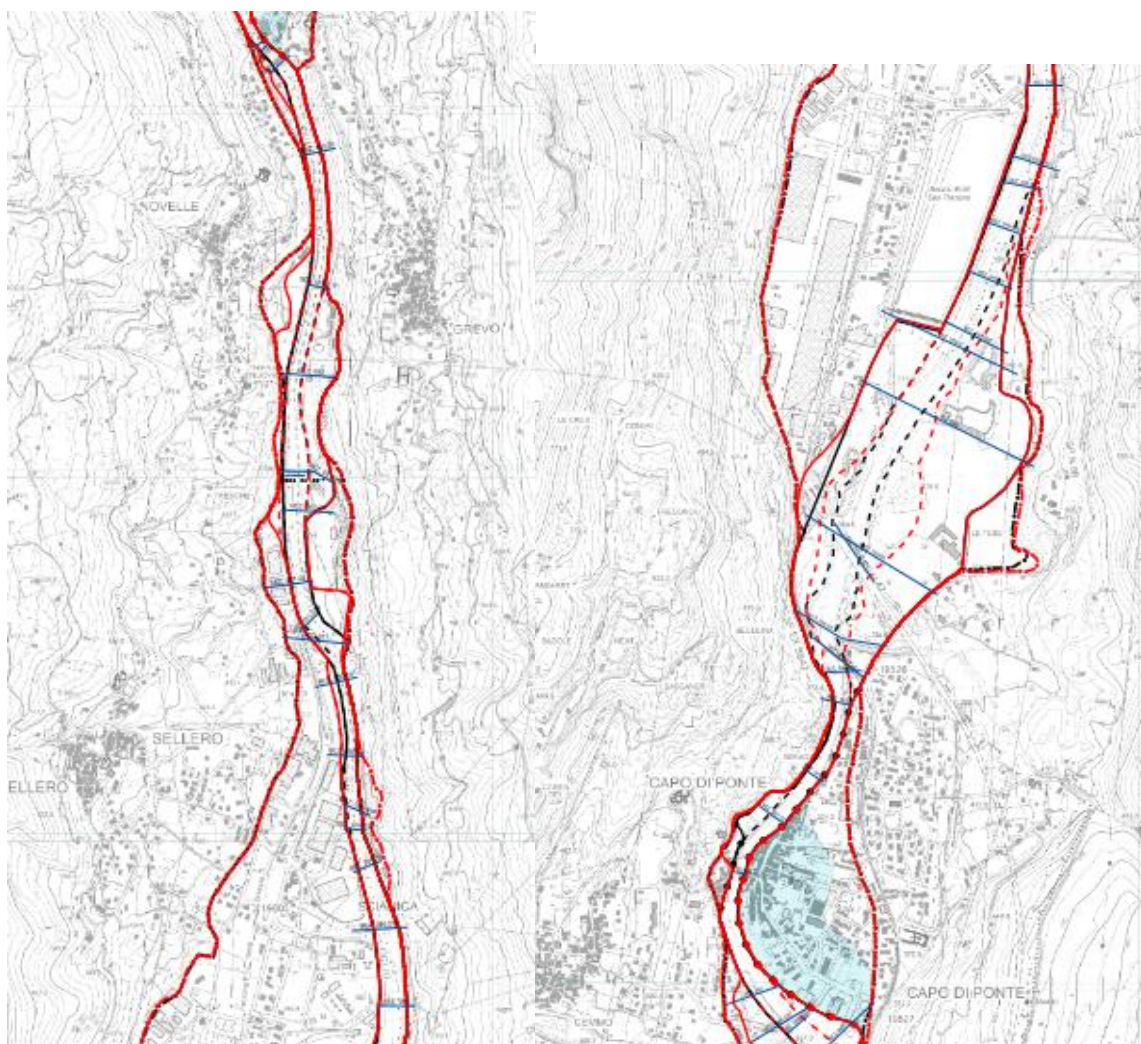
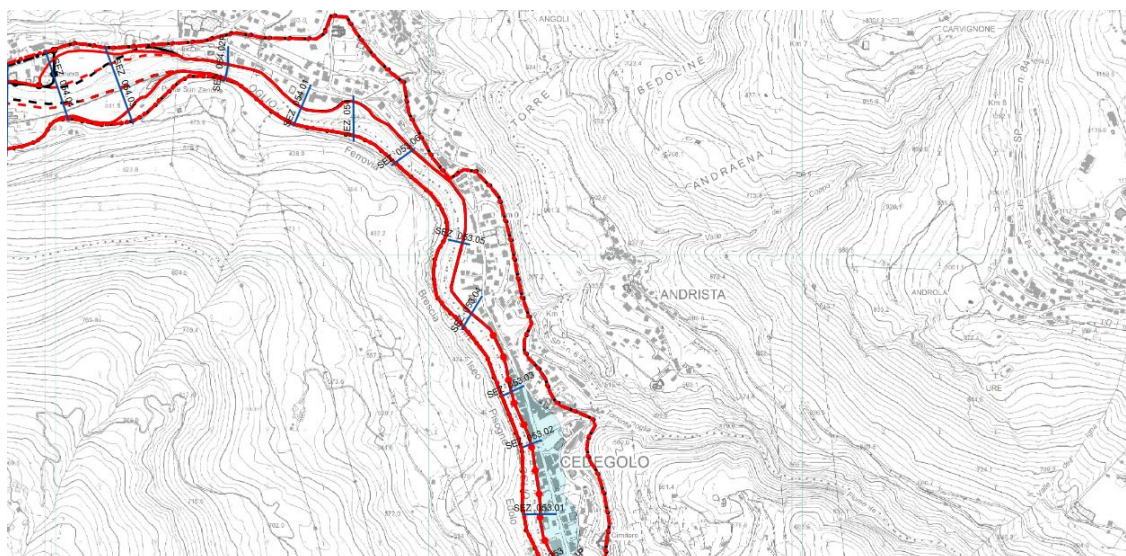
## 2.3 FASCE PAI DIRETTIVA ALLUVIONI

Al PAI che è stato pubblicato nell'anno 2001, si è oggi sovrapposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) che è in fase di integrazione con il PAI, attraverso il progetto di Variante d'Asta del Fiume Oglio che si chiuderà entro il 2018. In particolare in quest'ultimo lavoro che sta predisponendo Autorità di bacino in concerto con Regione Lombardia, si stanno uniformando le previsioni di aree di esondazione, definendo le B di progetto e l'assetto del corso d'acqua. Di fatto il passaggio dal PAI al PGRA, ha segnato un miglioramento sensibile delle conoscenze e messo in luce alcune criticità di carattere idraulico che andranno poi nel tempo risolte o mitigate con misure di Protezione Civile o con opere attive. In particolare la maggior differenza che si registra tra i due strumenti, è relativa all'abitato di Cedegolo, laddove nelle previsioni PAI non vi erano evidenziate problematiche idrauliche se non per la piena di fascia C con  $Tr=500$  anni, mentre nel PGRA, si evidenziano problematiche di esondazione già con piene frequenti assimilabili alle piene con  $Tr = 20$  anni. Di fatto entrambe gli strumenti definiscono le aree potenzialmente esondabili, con vari tempi di ritorno; dal punto di vista normativo, gli scenari H (Tempo Ritorno di 20 anni), M ( $TR=200$ ) e L ( $TR=500$ ) del PGRA, sono assimilati alle fasce A, B e C rispettivamente del PAI. Buona parte del progetto oggetto della presente relazione, si sviluppa in zone H e M, soprattutto nella zona più settentrionale, dove peraltro il flusso dell'Oglio risulta confinato e impossibilitato a sfogarsi in caso di piena, andando a creare delle situazioni con elevata energia e capacità erosiva, che vanno a influire su qualsiasi struttura sia esposta alla corrente.

In tal caso valgono le prescrizioni contenute nelle norme PAI che citano: *Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico “(...) all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo (...)”.* Tali aspetti sono chiaramente rispettati poiché si tratta di una condotta di dimensioni esigue rispetto alla larghezza dell'alveo e alla geometria del problema, dove la capacità di invaso viene modificata ma certamente in modo poco significativo e anche il regime idraulico non subisce modifiche poiché si inserisce in un contesto già fortemente antropizzato e modificato dall'uomo



per la presenza di argini e infrastrutture. Rimane quindi un'elevata vulnerabilità dell'infrastruttura lineare che è riferita alla possibile locale rottura ad opera di collassi o rotture d'argine o a danneggiamenti ad opera di massi trasportati



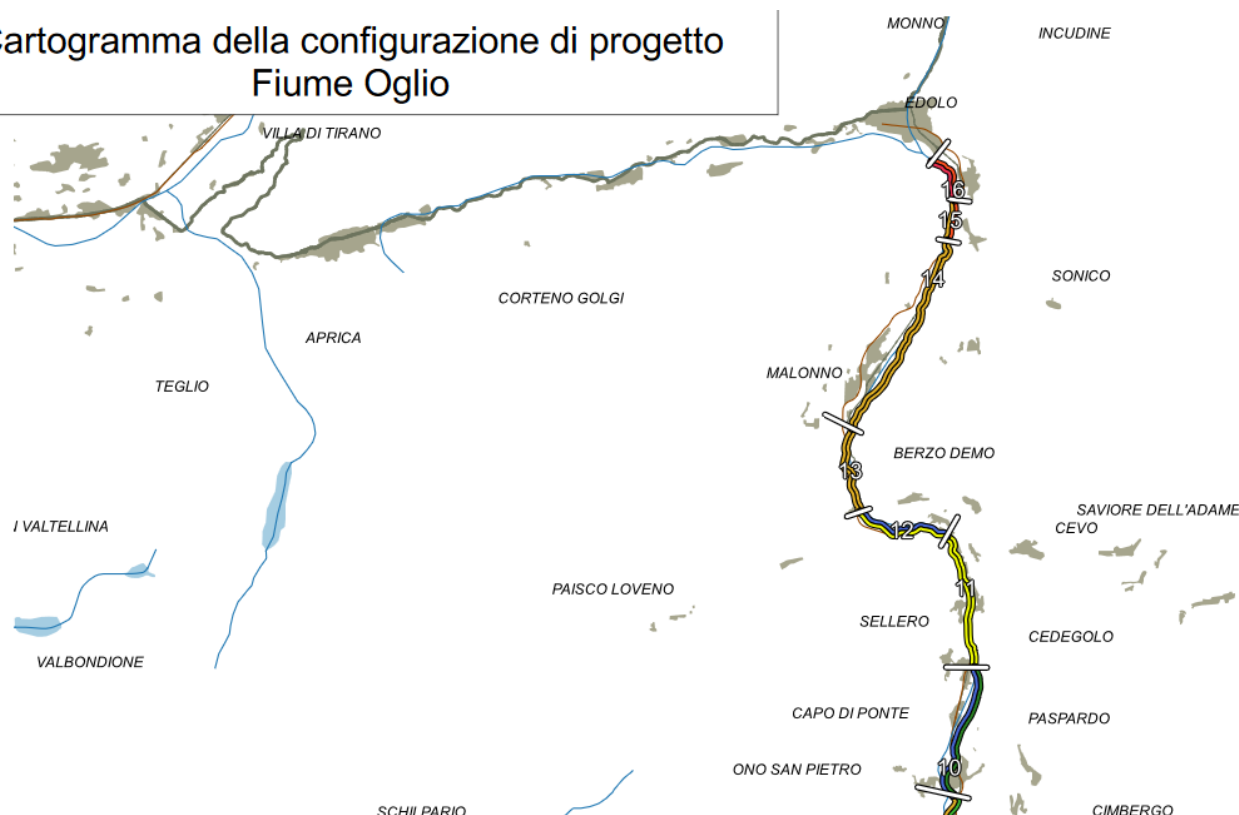
*Stralcio dell'andamento delle fasce PAI e della perimetrazione Direttiva Alluvioni (Non in scala)*

dalla piena. Di tali condizioni si dovrà tenere conto nel progetto e nella fase di realizzazione delle opere, come meglio specificato in seguito.

Nel progetto di Variante d'Asta, sono presenti alcuni dati molto interessanti sull'assetto del corso d'acqua, nel tratto di intervento che si riportano di seguito in stralcio, rimandando alla documentazione presente in rete per un maggior approfondimento <http://pianoalluvioni.adbpo.it/pubblicazione-schema-dei-progetti-di-variante-dei-fiumi-bormida-e-oglio/>

Un primo elemento analizzato è il Cartogramma delle configurazioni di progetto del Fiume Oglio dal quale si identifica per le aree in interesse, denominate zone 10-11 e 12 una serie di considerazioni sulle attività da mantenere per il futuro, riportate nello schema di sintesi con identificativo GM-EM per tutto il tratto in Comune di Cedegolo in sponda sinistra e destra orografica, così come per il Comune di Berzo Demo, in sponda destra orografica, mentre per la restante parte del tratto di intervento valgono le considerazioni espresse per aree identificate come GM-ER.

## Cartogramma della configurazione di progetto Fiume Oglio



GM - EM

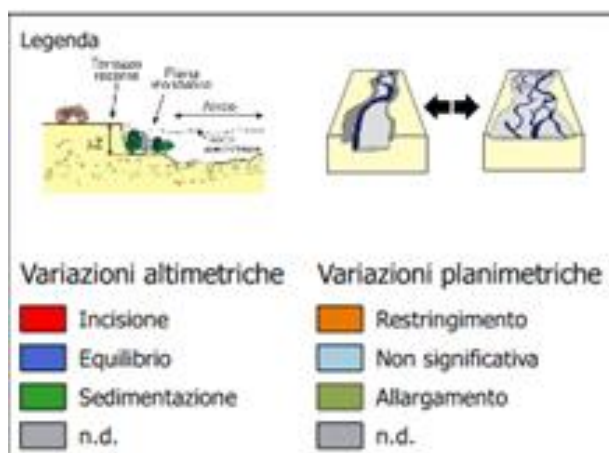
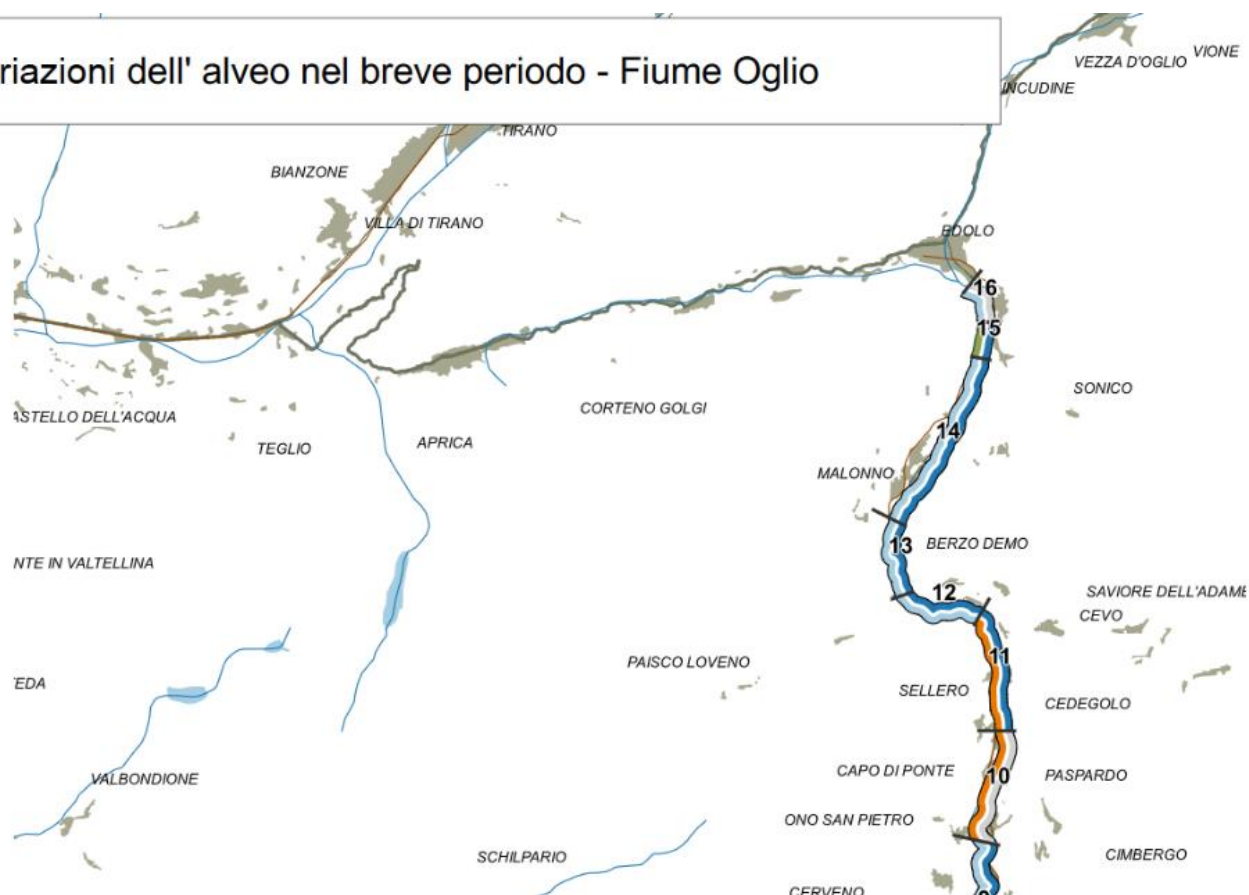
La configurazione di progetto deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite. Il tratto è fortemente artificializzato dalla presenza continua di un sistema difensivo, prevale infatti la funzione di protezione d'insediamenti e infrastrutture altamente strategici da fenomeni alluvionali e non si possono pertanto ipotizzare miglioramenti della funzionalità geomorfologica; sono presenti solo lembi di formazioni vegetali funzionali che non corrispondono a quelle attese per struttura e fisionomia

GM - ER

La configurazione di progetto deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite. Il tratto è fortemente artificializzato dalla presenza continua di un sistema difensivo, prevale infatti la funzione di protezione d'insediamenti e infrastrutture altamente strategici da fenomeni alluvionali e non si possono pertanto ipotizzare miglioramenti della funzionalità geomorfologica; si ha sostanziale assenza di formazioni funzionali

Anche lo schema sulle possibili variazioni dell'alveo nel breve periodo, evidenziano come non vi siano possibili variazioni per la presenza di una struttura antropica oramai consolidata.

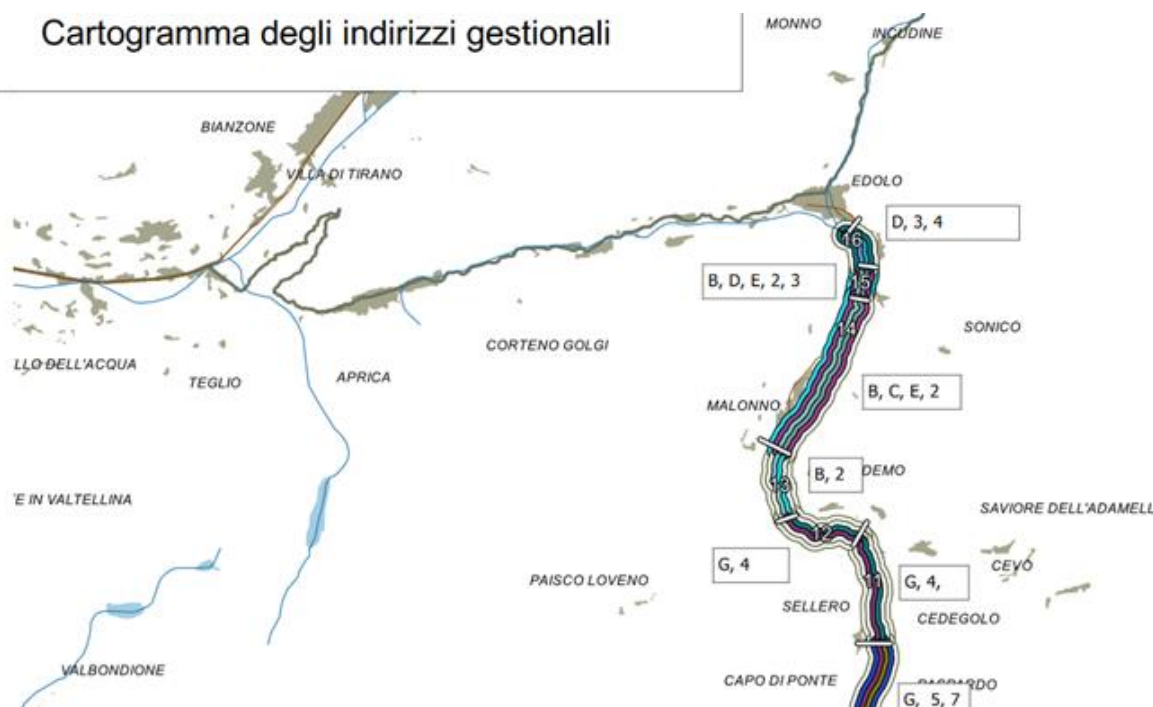
## Variazioni dell' alveo nel breve periodo - Fiume Oglio



L'analisi del cartogramma degli indirizzi gestionali evidenzia invece ridotte possibilità di miglioramento della situazione idraulica se non attraverso azioni di movimentazione dei sedimenti verso valle poiché l'ambito è di fatto già precostituito e consolidato nelle arginature e negli elementi antropici.



## Cartogramma degli indirizzi gestionali



### Indirizzi gestionali (aspetti geomorfologici ed idraulici)

<span style="color: #00FFFF;">■</span> A	Nessun intervento, tutelare forme e processi geomorfologici.
<span style="color: #008080;">■</span> B	Migliorare la divagazione del corso d'acqua recuperando le aree ricomprese nella fascia di mobilità.
<span style="color: #008080;">■</span> C	Migliorare la divagazione del corso d'acqua recuperando le aree ricomprese nella fascia di mobilità attraverso interventi di adeguamento e parziale o totale dismissione di opere idrauliche longitudinali.
<span style="color: #0000FF;">■</span> D	Migliorare la divagazione del corso d'acqua recuperando le aree ricomprese nella fascia di mobilità tramite la parziale o totale dismissione di opere idrauliche longitudinali a condizione di modificare la destinazione d'uso delle aree retrostanti.
<span style="color: #800080;">■</span> E	Migliorare la capacità di convogliamento delle portate di piena nelle aree di confluenza con i tributari, anche attraverso interventi di movimentazione di sedimenti verso valle.
<span style="color: #800080;">■</span> F	Interventi di movimentazione dei sedimenti.
<span style="color: #800080;">■</span> G	Mantenimento della capacità di deflusso anche attraverso la ricalibratura del tratto con movimentazione verso valle dei sedimenti.

### Indirizzi gestionali (aspetti ecologici)

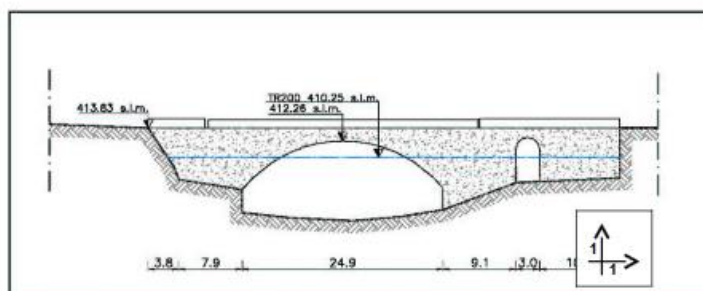
<span style="color: #FFFF00;">■</span> I	Tutela attiva degli habitat fluviali presenti, nei confronti di impatti quali distruzione e frammentazione per diversa destinazione d'uso del suolo, diffusione di specie esotiche invasive.
<span style="color: #FFFF00;">■</span> II	Riquilibrificazione delle formazioni vegetali di interesse presenti attraverso interventi di miglioramento/assestamento verso habitat fluviali a maggior coerenza ecologica.
<span style="color: #FFA500;">■</span> III	Recupero della naturalità e funzionalità del corridoio fluviale attraverso la ricostruzione ex novo di habitat fluviali trasformando gli attuali uso del suolo (sia agricoli sia artificiali).
<span style="color: #FFA500;">■</span> IV	Miglioramento e costruzione di cenosi che possano garantire quantomeno elementi di naturalità residuale in contesti dove la configurazione di progetto morfologica deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite limitanti per lo sviluppo di habitat fluviali.
<span style="color: #FF4500;">■</span> V	Tutela attiva degli habitat presenti in aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale.
<span style="color: #FF0000;">■</span> VI	Riquilibrificazione delle formazioni vegetali funzionali presenti in aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale attraverso interventi di miglioramento/assestamento verso habitat a maggior coerenza ecologica.
<span style="color: #8B0000;">■</span> VII	Recupero della naturalità e funzionalità attraverso la ricostruzione ex novo di habitat in aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale trasformando

Un elemento antropico importante evidenziato nell'analisi della variante d'asta è la presenza delle strutture interferenti quali ponti e strutture trasversali. Il tratto in esame prevede proprio un attraversamento in un importante punto che è quello del ponte della S.S.n°42. Nel precedente progetto si prevedeva l'attraversamento in corrispondenza del ponte della Noce, che risulta essere una struttura fortemente interferente poiché in grado di generare una strozzatura nella piena. L'attuale progetto ha modificando tale previsione, inserendo l'attraversamento in corrispondenza appunto del ponte della S.S. n° 42.



## OGS-01-09 - STRADA S.S.42- CEDEGOLO

SEZ. 052.03P - PROGR. 43.153 Km



### DESCRIZIONE

IL PONTE IN ESAME CONSENTE ALLA STRADA S.S. 42 DI ATTRAVERSARE L'OGLIO POCO A VALLE DI CEDEGOLO. LA SPALLA SINISTRA È IN COMUNE DI CEDEGOLO, MENTRE LA SPALLA DESTRA È IN COMUNE DI SELLERO.

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

LUNGHEZZA DELL'IMPALCATO:	24.90 M
LARGHEZZA DELL'IMPALCATO:	8.23 M
NUMERO DI PILE:	
DIMENSIONE DELLE PILE (RISPETTO ALLA DIREZIONE DEL FLUSSO):	
LUCE TRA LE PILE O SPALLE (DA SINISTRA A DESTRA):	24.9M
ALTEZZA MAX DELL'INTRADOSSO DELL'IMPALCATO RISPETTO AL FONDO ALVEO:	9.84 M
SPESSORE DELL'IMPALCATO (MINIMO/MASSIMO):	1.63 / 1.17 M
QUOTA ASSOLUTA DELL'INTRADOSSO DELL'IMPALCATO:	412.26 M
QUOTA ASSOLUTA DELL'ESTRADOSSO DELL'IMPALCATO:	413.83 M
SVILUPPO SPALLA E RAMPA DI ACCESSO IN SINISTRA:	11.70 M
SVILUPPO SPALLA E RAMPA DI ACCESSO IN DESTRA:	22.10 M

## OGS-01-09 ATTRAVERSAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. 052.03P

### ANALISI IDRAULICA

Il modello di simulazione dell'evento di piena con tempo di ritorno duecentennale ha fornito i seguenti risultati:

Portata massima:	860.33 m <sup>3</sup> /s
Altezza massima d'acqua (in corrispondenza del ponte):	410.25 mslm
Franco idraulico minimo:	2.01 m
Velocità massima della corrente (sulla sez. trasversale):	4.10 m/s
Altezza cinetica della corrente:	0.85 m
Numero di Froude massimo:	0.832

### ANALISI TIPOLOGICA

L'opera in esame è un ponte ad arco in pietra, di moderna realizzazione. Esso attraversa il fiume ad una quota piuttosto alta rispetto al fondo alveo (circa 10 m) ed ha una luce ampia e pari a circa 24,9 m., sufficiente al passaggio di eventuale materiale galleggiante.

Un passaggio realizzato all'interno del rilevato mette in comunicazione i terreni posti a monte del ponte con quelli posti a valle dello stesso. Sia in destra che in sinistra, le spalle sono protette da muri di sponda in muratura, mentre non sono presenti opere di difesa dall'erosione di fondo.

I sopralluoghi effettuati hanno, anzi, evidenziato una tendenza all'accumulo di materiale in prossimità della sezione ove sorge il ponte.

### ANALISI FUNZIONALE

Con riferimento alla piena con tempo di ritorno duecentennale, il franco idraulico minimo risulta adeguato alle prescrizioni della Direttiva Infrastrutture dell'Autorità di Bacino del Po.

Con riferimento alla piena duecentennale, la riduzione dell'area utile al deflusso è pari a circa il 39% e, pertanto, l'accelerazione subita dalla corrente risulta importante. Tuttavia, non si segnalano zone in prossimità delle spalle in cui sono presenti erosioni localizzate.

Si noti che l'allagamento delle zone a monte, oltre che dal rigurgito determinato dal ponte, dipende anche dal fatto che il ponte precedente è tracimato dalle acque. Infatti, le acque che sormontano il ponte s'incanalano nella strada d'accesso e allagano le zone limitrofe.

### SINTESI COMPLESSIVA

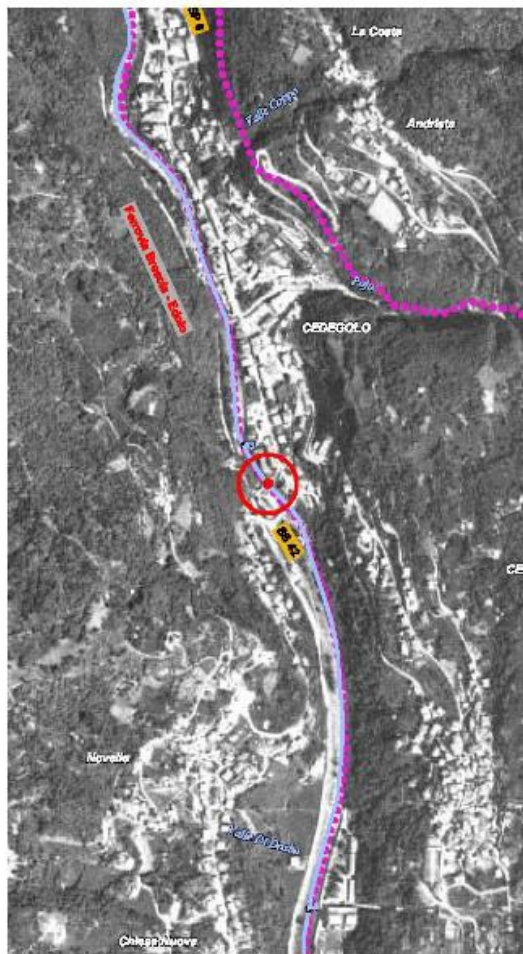
Alla luce di quanto sopra, la struttura in esame appare adeguata. L'assenza di opere di difesa del fondo alveo appare giustificata dall'assenza di evidenze di erosioni localizzate.

### CRITERI DI ADEGUAMENTO

La rimozione dell'interferenza rappresentata dall'attraversamento è condizione per il raggiungimento dell'assetto di progetto, infatti pur non essendo incompatibile, l'attraversamento in oggetto risulta ubicato pochi metri a valle di un ponte storico inadeguato (Ponte della Noce, sez.052.04P) che non può, per ragioni storiche, essere eliminato. Con la soluzione adottata si migliora il deflusso nel tratto a valle, e si scongiura il rischio -nell'eventualità di improvviso cedimento del ponte storico- che le condizioni di insufficienza del ponte di monte si trasferiscano a quello di valle, con il conseguente allagamento di aree sensibili.

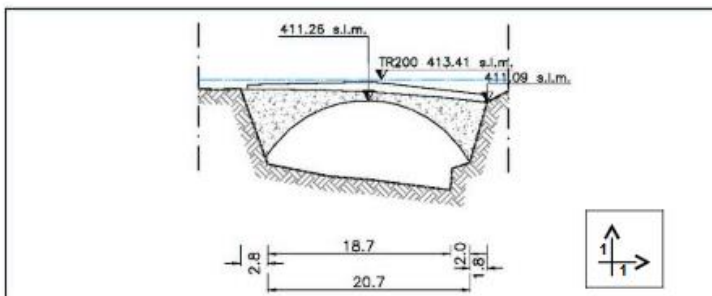






## OGS-OI-08 – PONTE DELLA NOCE - CEDEGOLO

SEZ. 052.04P – PROGR. 43.091 Km.



### DESCRIZIONE

L'OPERA IN ESAME È COSTITUITA DA UN ANTICO ATTRAVERSAMENTO STRADALE RISALENTE AL 1560. ESSO CONSENTE IL COLLEGAMENTO VIARIO TRA L'ABITATO DI CEDEGOLO, POSTO IN SPONDA SINISTRA E LA LOCALITÀ NOVELLE POSTA IN SPONDA DESTRA.

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

LUNGHEZZA DELL'IMPALCATO:	20.70 M
LARGHEZZA DELL'IMPALCATO:	3.70 M
NUMERO DI PILE:	
DIMENSIONE DELLE PILE (RISPETTO ALLA DIREZIONE DEL FLUSSO):	
LUCE TRA LE PILE O SPALLE (DA SINISTRA A DESTRA):	20.70 M
ALTEZZA MAX DELL'INTRADOSSO DELL'IMPALCATO RISPETTO AL FONDO ALVEO:	8.12 M
SPESSORE DELL'IMPALCATO (MINIMO/MASSIMO):	0.88 M
QUOTA ASSOLUTA DELL'INTRADOSSO DELL'IMPALCATO:	411.26 M
QUOTA ASSOLUTA DELL'ESTRADOSSO DELL'IMPALCATO:	411.09 M
SVILUPPO SPALLA E RAMPA DI ACCESSO IN SINISTRA:	2.80 M
SVILUPPO SPALLA E RAMPA DI ACCESSO IN DESTRA:	1.80 M

## OGS-OI-08 ATTRAVERSAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. 052.04P

### ANALISI IDRAULICA

Il modello di simulazione dell'evento di piena con tempo di ritorno duecentennale ha fornito i seguenti risultati:

Portata massima:	859.80 m <sup>3</sup> /s
Altezza massima d'acqua (in corrispondenza del ponte):	413.41 mslm
Franco idraulico minimo:	-2.15 m
Velocità massima della corrente (sulla sez. trasversale):	5.08 m/s
Altezza cinetica della corrente:	1.30 m
Numero di Froude massimo:	1.051

### ANALISI TIPOLOGICA

L'opera in esame è un ponte ad arco in pietra le cui spalle sono situate all'interno dell'alveo inciso. Esso attraversa il fiume ad una quota di circa otto metri rispetto al fondo alveo e lascia libera una luce pari a circa otto metri, sufficiente, in condizioni di piena ordinaria, al passaggio di eventuale materiale galleggiante. L'orientamento delle spalle del ponte è parallelo alla direzione principale della corrente.

Immediatamente a valle del ponte ed in sponda sinistra, è presente un muro di sponda in muratura, mentre non sono presenti opere a difesa dall'erosione del fondo alveo.

Da segnalare la presenza, circa sessanta metri a valle di ponte, di un altro attraversamento (si veda la tav. ogs-oi-09).

### ANALISI FUNZIONALE

Al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 50 anni il ponte viene trascinato dalle acque.

Con riferimento alla piena duecentennale, il pelo libero supera il piano stradale di circa 2 metri. Tuttavia, l'allagamento dei terreni in prossimità del ponte non è determinato dalla riduzione della sezione indotta dal ponte, ma dalla generale insufficienza della sezione di deflusso nel tratto cui il ponte appartiene.

Con riferimento alla piena duecentennale, la riduzione dell'area utile al deflusso è pari a circa il 29.5% e, pertanto, l'accelerazione della corrente risulta elevata.

### SINTESI COMPLESSIVA

Alla luce di quanto sopra, la struttura in esame appare inadeguata ma da salvaguardare in quanto ponte di rilevanza storica. Dovranno essere effettuate periodiche verifiche della stabilità al fine di garantirne la sicurezza.



## 2.4 SINTESI DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA ESISTENTI

Il Fiume Oglio, nel tratto considerato da questo studio, risulta mediamente interessato da opere di regimazione idraulica anche se, a causa delle sue dimensioni, non presenta casi estremi di antropizzazione quali tombinature.

Per avere una visione generale e globale del numero e del tipo di opere presenti lungo il Fiume Oglio si è consultato e qui in parte riportato il “Catasto delle Opere Idrauliche del Fiume Oglio” realizzato nel Novembre 2003 dall’Autorità di Bacino del Fiume Po di Parma.

La finalità del Catasto delle Opere Idrauliche è quella di rappresentare proprio la consistenza delle opere esistenti, fornendo così elementi indispensabili alla valutazione della funzionalità e alla definizione del fabbisogno di manutenzione.

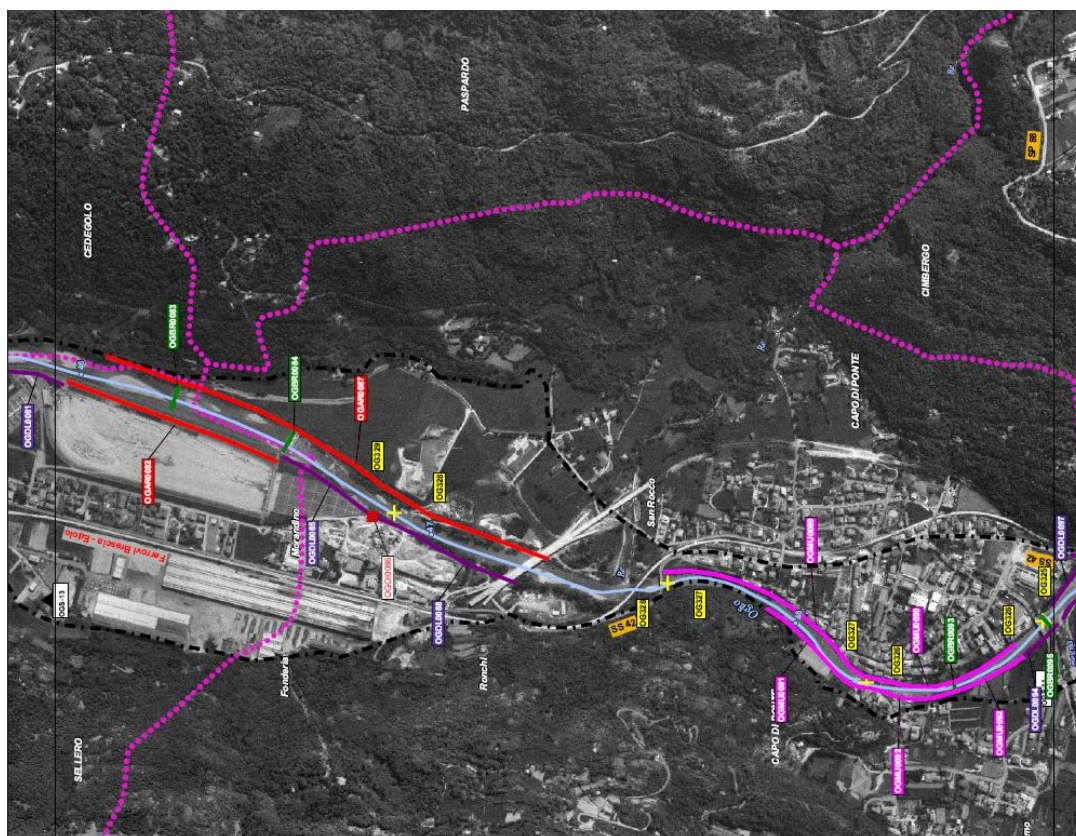
L’Autorità di Bacino del Fiume Po ha realizzato questo catasto mediante rilevamento diretto in campagna, e in base alle specifiche tecniche dell’attività le opere idrauliche sono state suddivise in:

- **traverse:** opere a sviluppo trasversale, dotate o meno di organi di regolazione, finalizzate alla derivazione di acque ad uso diverso (idroelettrico, irriguo, ecc.);
- **briglie/soglie:** opere a sviluppo trasversale, finalizzate alla stabilizzazione del fondo alveo del corso d’acqua;
- **difese di sponda longitudinali:** opere a sviluppo longitudinale finalizzate ad impedire la divagazione planimetrica del corso d’acqua;
- **difese di sponda trasversali (pennelli o repellenti):** opere finalizzate ad impedire l’erosione di sponda;
- **muri arginali:** opere a sviluppo longitudinale finalizzate ad impedire la divagazione planimetrica del corso d’acqua e che hanno la funzione di contenimento dei livelli;
- **argini:** opere a sviluppo longitudinale che hanno la funzione di contenimento dei livelli;
- **diaframmi:** opere a sviluppo longitudinale finalizzate ad impedire il sifonamento degli argini in cui sono inseriti;
- **chiaviche:** opere puntuali di regolazione dei deflussi, all’immissione di piccoli collettori nei corsi d’acqua;
- **canalizzazioni artificiali, tombini:** opere a sviluppo longitudinale di artificializzazione dei corsi d’acqua;
- **diversivi/scolmatori:** opere atte a deviare parte della portata di un corso d’acqua verso altro recapito;
- **sfioratori laterali:** opere atte a divergere portata da un corso d’acqua;
- **opere di immissione non regolate:** opere puntuali di immissione di flussi d’acqua non naturali (in particolare sono state censite tutte le immissioni artificiali aventi dimensione superiore ad 1 metro).

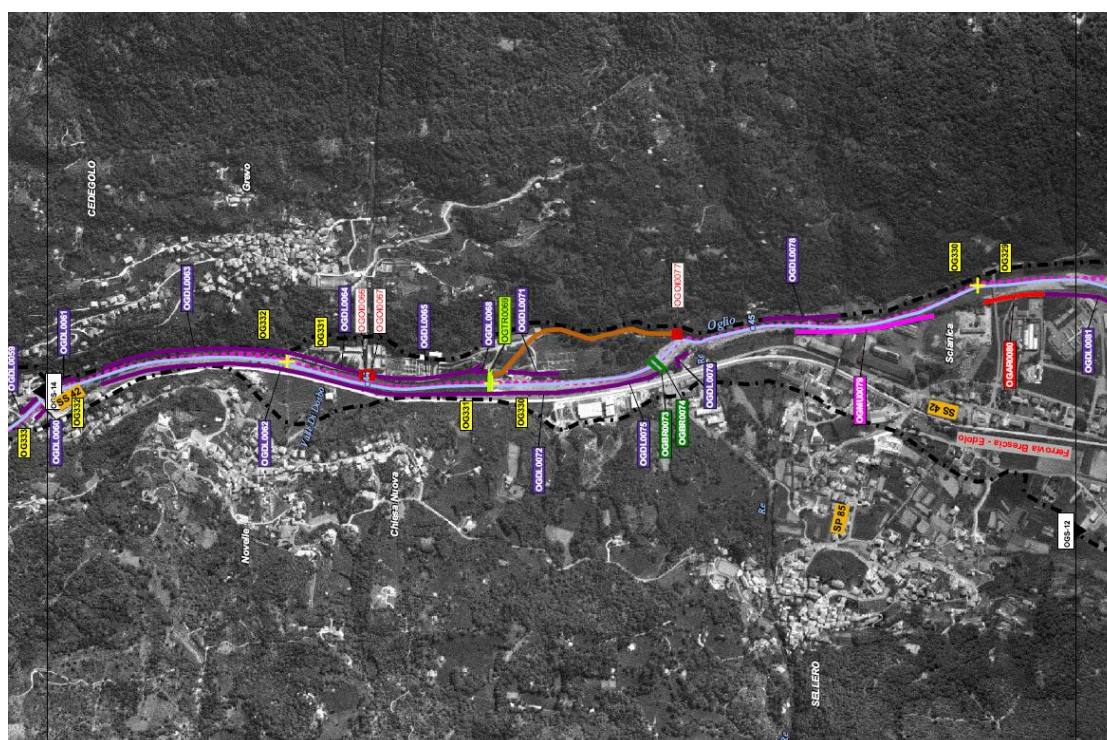
In allegato si riportano le tavole redatte dall’Autorità di Bacino del Fiume Po di Parma del “Catasto delle Opere Idrauliche del Fiume Oglio” relative al Tratto Berzo Demo – Capo di Ponte.

(OSG 12,13,14)



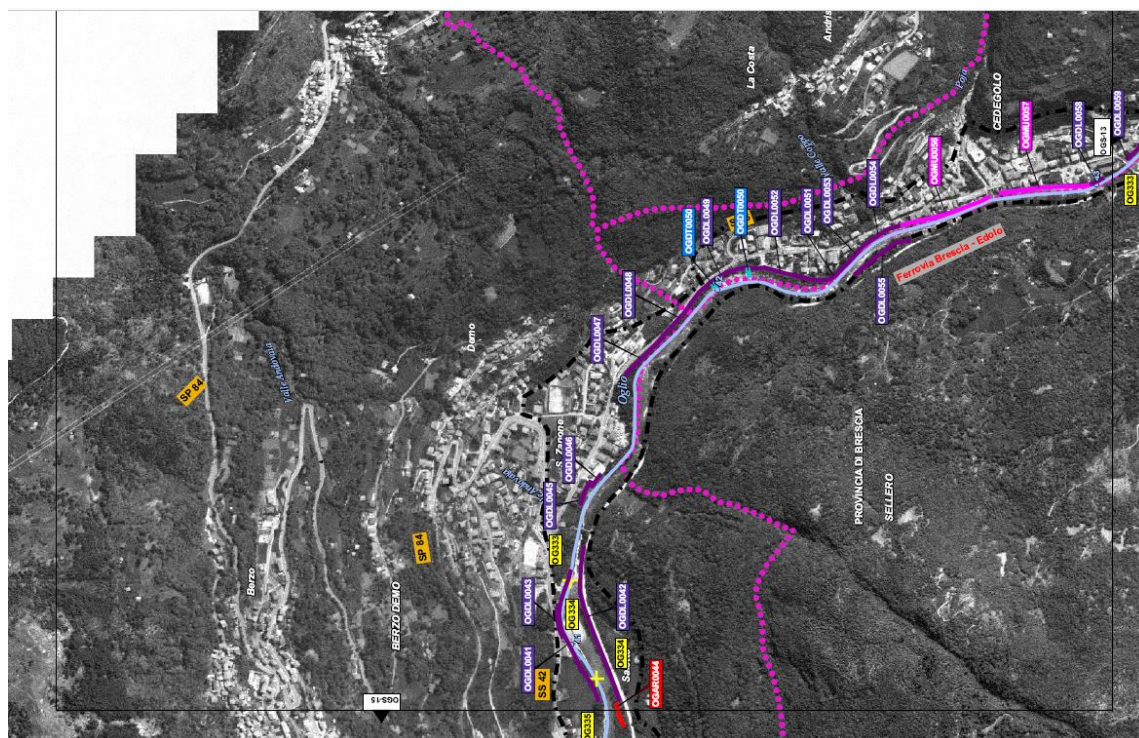


Stralcio OGS12



Stralcio OGS13





Stralcio OGS14



## 3.0 FASE DI ELABORAZIONE (ANALISI INTERFERENZE)

### 3.1 RISCHI GEOLOGICI NATURALI E INDOTTI

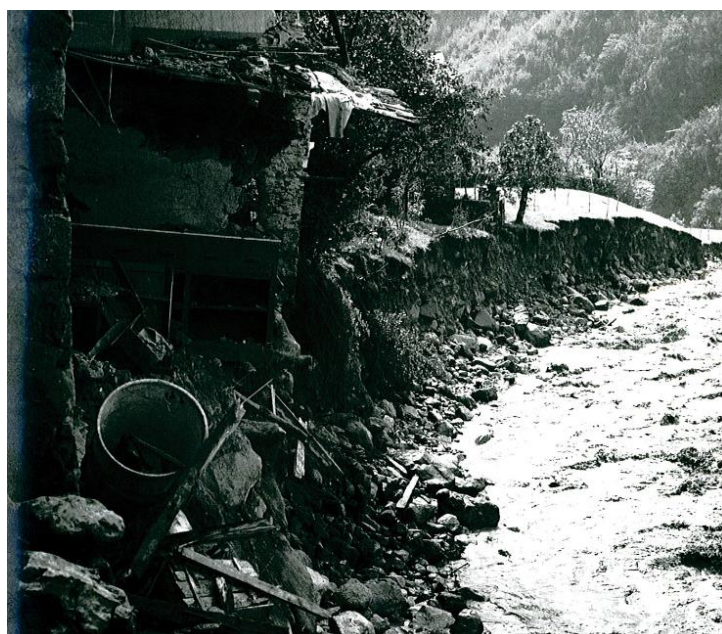
Per quanto riguarda i rischi geologici naturali, la linea in esame è posta in una situazione dominata da processi legati all'azione delle acque di piena del Fiume Oglio. La zona che risulta più critica e pericolosità è la porzione di Cedegolo, dalla confluenza del Torrente Poja, salendo verso il raccordo con la S.S. n°42 ovvero tra le sezioni..... Anche la parte di tracciato a valle della confluenza con il Poja e sino alla centrale Musil, ha delle criticità idrauliche, seppur minori perché in questo tratto il fiume Oglio ha un'area più ampia di sfogo in sponda destra orografica e non risulta così confinato come il tratto a monte.

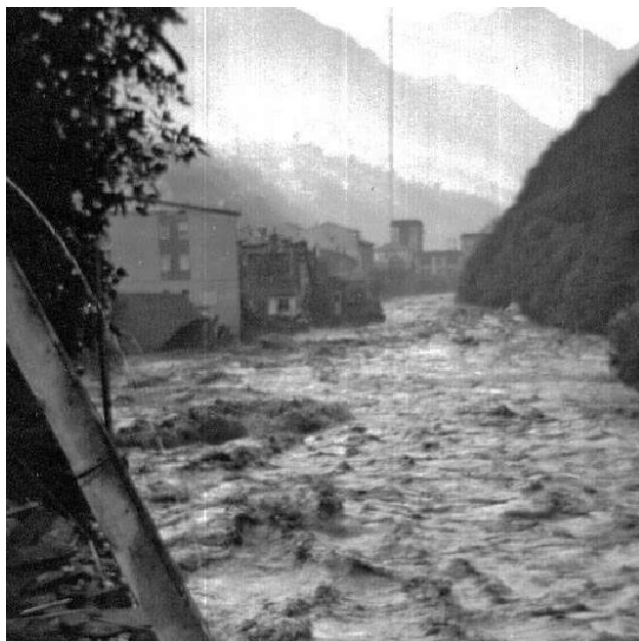
Il tratto a monte della confluenza con il Poja è di fatto costretto in una sezione confinata in sinistra dalla presenza dell'abitato, ed in destra dal versante roccioso, che solo in pochi punti, consente degli slarghi e delle riduzioni di battente idrico in caso di piena.



Oltre alla condizione di deflusso confinato, vi è poi il fatto che questo tratto presenta la maggior pendenza e quindi le velocità che si possono sviluppare in caso di piena, possono essere molto elevate. Nel 1960, quando vi fu una piena storica (si vedano fotografie riportate), buona parte della sponda sinistra venne erosa e gli argini crollarono per la piena, coinvolgendo anche alcune abitazioni. Da allora, le difese arginali sono state ricostruite e in parte sovralzate negli anni, ma è difficile

determinare lo stato di integrità e stabilità delle stesse in caso di piena.





La Direttiva Alluvioni nell'ambito del PGRA, ha poi ridefinito i battenti idrici di piena e considerato che in questo tratto di fiume o perlomeno nella parte mediana dello stesso, sino alla confluenza con il T.Poja, si possa verificare esondazione già con  $Tr = 20$  anni e quindi con  $Tr = 200$  anni, si possono produrre dei battenti idrici anche molto elevati. Tale condizione pone certamente delle verifiche in merito alle spinte idriche alle quali può essere soggetta la condotta e soprattutto alle sollecitazioni in termini di impatto di massi quando la condotta è collocata nella parte bassa delle difese e, sia per impatto di tronchi o altri oggetti galleggianti e semigalleggianti trasportati dalle acque. Di fatto è stata

prevista una copertura con lamiera della condotta che consente un riparo e si consiglia di prevedere la stessa con fori, per consentire la dissipazione delle spinte idriche e comunque garantire che la condotta esterna possa reggere ad eventuali colpi e impatti in caso di piena.

Per buona parte del tracciato la condotta è prevista interrata lungo la strada S.S. 42 e in questo caso le condizioni di pericolosità geologica sono minime e riferite ai soli punti dove la strada e quindi il tracciato, interessano le aste dei corsi d'acqua minori che confluiscono in Oglio.

Vi saranno pertanto in queste condizioni, dei rischi geologici indotti dalle attività di scavo che potranno avvenire solo con adeguati sistemi di sostegno con sbatacchi in legno e armature provvisorie, come avviene in genere nei cantieri edili.

Si possono pertanto individuare in sintesi le seguenti problematiche geologiche e geologico-tecniche:

- 1) problematiche connesse alle condizioni di piena del Fiume Oglio e quindi alla stabilità delle opere arginali, dove si dovranno verificare le altezze in caso di piena nella verifica di compatibilità idraulica. Non si prevedono delle sostanziali modifiche alle condizioni di evoluzione morfologica del corso d'acqua, come testimoniato dalle cartografie della Variante d'Asta, riportate nella presente relazione e come si evince in sito, visto la forte antropizzazione del tratto fluviale;
- 2) problematiche legate all'attraversamento del Fiume Oglio in subalveo e quindi alle verifiche delle condizioni morfologiche evolutive e di stabilità del fondo alveo nel confronto dei processi di erosione e deposito. In questo caso, rispetto alla previsione iniziale del precedente progetto, che prevedeva l'attraversamento in prossimità del Ponte della Noce, si è optato per lo spostamento più a valle, appena a monte del ponte della S.S. n 42. Questo ponte non presenta criticità idrauliche in caso di piena (si vedano schede ponti del PGRA riportate nei paragrafi precedenti), problema che invece si evidenzia in modo sensibile nel ponte della Noce. Le stesse schede ponti non individuano particolari problematiche connesse all'erosione di fondo o laterale nel tratto di ponte della S.S. n° 42 e quindi l'attraversamento non dovrebbe avere alcun problema legato alla possibile evoluzione del fondo alveo. Andrà invece fatta attenzione agli scavi per la posa delle camerette di



attraversamento laddove è possibile localmente, intercettare il substrato roccioso e dove lo scavo potrà essere interessato dalle acque di infiltrazione nella sua parte sul fondo. Anche in questo caso, la problematica è risolvibile con le armature di scavo e l'uso di pompe di drenaggio ;

- **3)** problematiche connesse all'attraversamento delle aste minori e degli apparati di conoide che vengono fortemente limitate dalla realizzazione delle opere in subalveo;
- **4)** problematiche connesse agli aspetti prettamente geologico tecnici ovvero alle caratteristiche dei terreni per quanto attiene l'esecuzione degli scavi per i manufatti in c.a. che di fatto sono riferiti alle sole opere di attraversamento.

### 3.2 CARATTERI SISMICI DEL SITO

Recentemente Regione Lombardia, con D.g.r. 11 luglio 2014 – n.° X/2129 pubblicata sul BURL n° 29 Serie Ordinaria del 16 luglio 2014, ha aggiornato la classificazione sismica dei comuni lombardi: tale classificazione è in vigore, dopo alcune proroghe, dall'aprile 2016 e prevede ora, per i Comuni interessati dal progetto, la zona sismica 3. Mediante un'estensione del Software GeoStru (GeoStru PS) è possibile avere i parametri sismici generali di una qualsiasi zona, con riferimento ad un substrato rigido orizzontale (classe di sottosuolo A). Il software si basa sulla posizione geografica dell'area per la definizione dell'accelerazione sismica prevista; questa a sua volta è definita in determinati punti che formano una maglia di valori di accelerazione estesa a tutto il territorio nazionale. Per la zona di interesse, i dati di accelerazione che si ottengono sono riportati nella figura seguente. Alla situazione semplificata così ottenuta, bisogna aggiungere le caratteristiche del sito, in particolare l'amplificazione stratigrafica causata dai depositi (dove presenti) e quella topografica. Per valutare questi due aspetti si sono utilizzati, in via indicativa, un suolo di categoria "B" e una categoria topografica T1. Si sottolinea che questi dati sono forniti in via indicativa; la loro esatta definizione è impossibile in assenza di apposite prove sismiche di sito, prove che per il presente lavoro non sono state richieste e, pertanto, non sono state eseguite.

## Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbl...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.026	2.519	0.187
Danno (SLD)	50	0.032	2.589	0.205
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.062	2.696	0.296
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.076	2.740	0.317

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

## Coefficienti sismici

Tipo Muri di sostegno NTC 2008

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

Cat. Sottosuolo B

Cat. Topografica T1

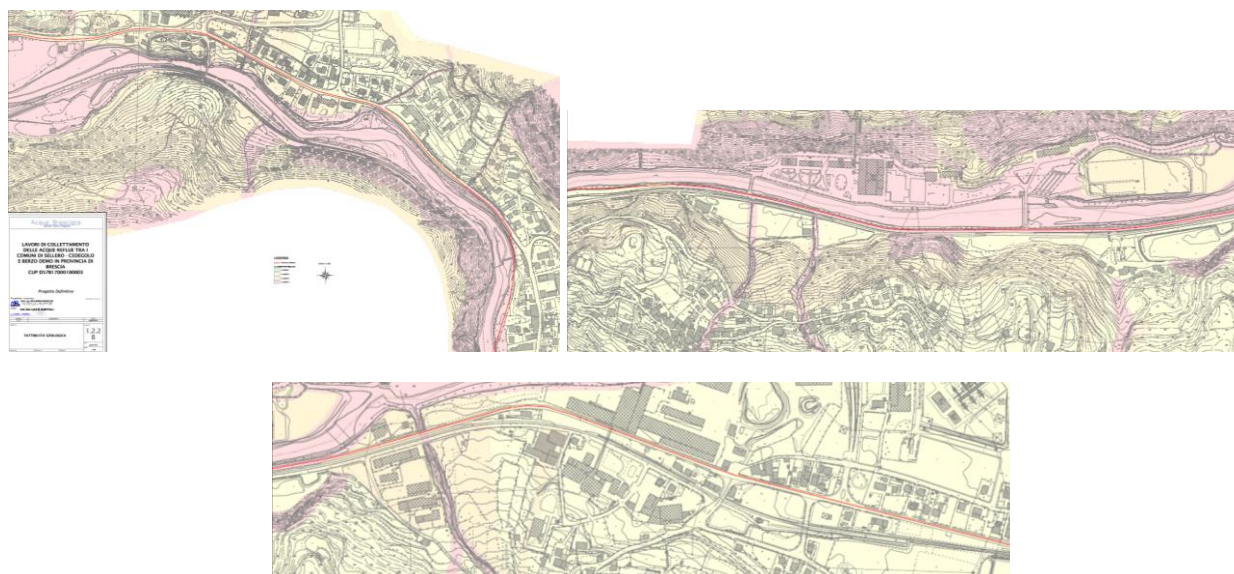
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz. categoria	1,54	1,51	1,40	1,38
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>] 0.6

L'output del software GeoStru PS per un suolo di categoria A (sopra), a destra i parametri considerando suolo B e categoria T1.

## 3.3 VINCOLI GEOLOGICI

Per quanto riguarda la fattibilità, il tracciato del collettore attraverserà zone identificate da differenti classi geologiche, in particolare saranno interessate aree in classe 2 (con modeste limitazioni), classe 3 (con consistenti limitazioni) e aree in classe 4 (con gravi limitazioni).



Stralci di alcune tavole 1.2.2



### 3.4 CRITICITA' EVIDENZIATE (descrizione dei tratti e sezioni tipo)

Per questo ambito del progetto, di seguito vengono analizzate le principali interferenze di carattere idrologico, morfologico e geologico tecnico, finalizzate all'individuazione degli accorgimenti per la riduzione della vulnerabilità dell'infrastruttura in progetto, richiamando comunque il fatto che, in caso di piena con  $Tr=20$  e 200 anni, vista la potenziale ampia area di esondazione e l'energia del problema, si possono determinare delle condizioni di locale collasso arginale e quindi danneggiamento della condotta. Tali condizioni sono riferite soprattutto al tratto di intervento nell'abitato di Cedegolo, dalla confluenza del T.Poja, verso monte. È questa una condizione di rischio che va considerata e discende dalla necessaria localizzazione della rete nella parte attiva del corso d'acqua. E' evidente che se fossero possibili delle diverse localizzazioni della condotta, si otterrebbe un sensibile miglioramento delle condizioni di vulnerabilità e, qualora la stessa potesse essere spostato oltre l'alveo attivo, si annullerebbero le condizioni di rischio legate alla piena del Fiume Oglio. Tale analisi non può che prescindere da una verifica costi benefici e fattibilità della scelta progettuale di spostamento del tracciato.

Il percorso previsto in questa fase progettuale avviene prevalentemente lungo il fondovalle, nell'ambito dei depositi alluvionali, pertanto la principale interferenza rimane, come più volte evidenziato, legata alle fasce di esondazione.

#### 3.2.1 ASPETTI IDRAULICI

Le verifiche di carattere idraulico si riferiscono alle problematiche legate al Fiume Oglio e alle aste minori di attraversamento della condotta. Per quanto riguarda il Fiume Oglio si sono considerate le fasce di esondazione e si è eseguita una verifica tra le previsioni delle fasce PAI ed i recenti dati messi a disposizione dall'Autorità di Bacino del Po nell'ambito dello studio *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio" dell'Autorità di Bacino per il Po (AdBPo)" nonché ai dati del PGRA che riporta i livelli di piena che coincidono con lo studio sopra richiamato.*

In particolare di tale studio si sono considerate le nuove altezze del pelo libero della corrente per le portate di piena con tempo di ritorno di 200 anni e, conseguentemente le verifiche sono state trattate in relazione alle altezze della lama d'acqua in piena e all'ipotesi di velocità della corrente nel contesto di realizzazione della condotta.

Per quanto attiene invece le problematiche di dissesto potenziali relative all'attraversamento delle aree di conoide, si sono considerate le portate di piena liquide e liquido-solidi di ogni corso d'acqua minore, desunte dai dati della Regione Lombardia (Progetto SIBCA), verificando le aree di possibile influenza delle colate detritiche, ricavate dall'analisi delle proposte di ripermimetrazione delle aree di conoide effettuate dai singoli comuni attraversati dal progetto.

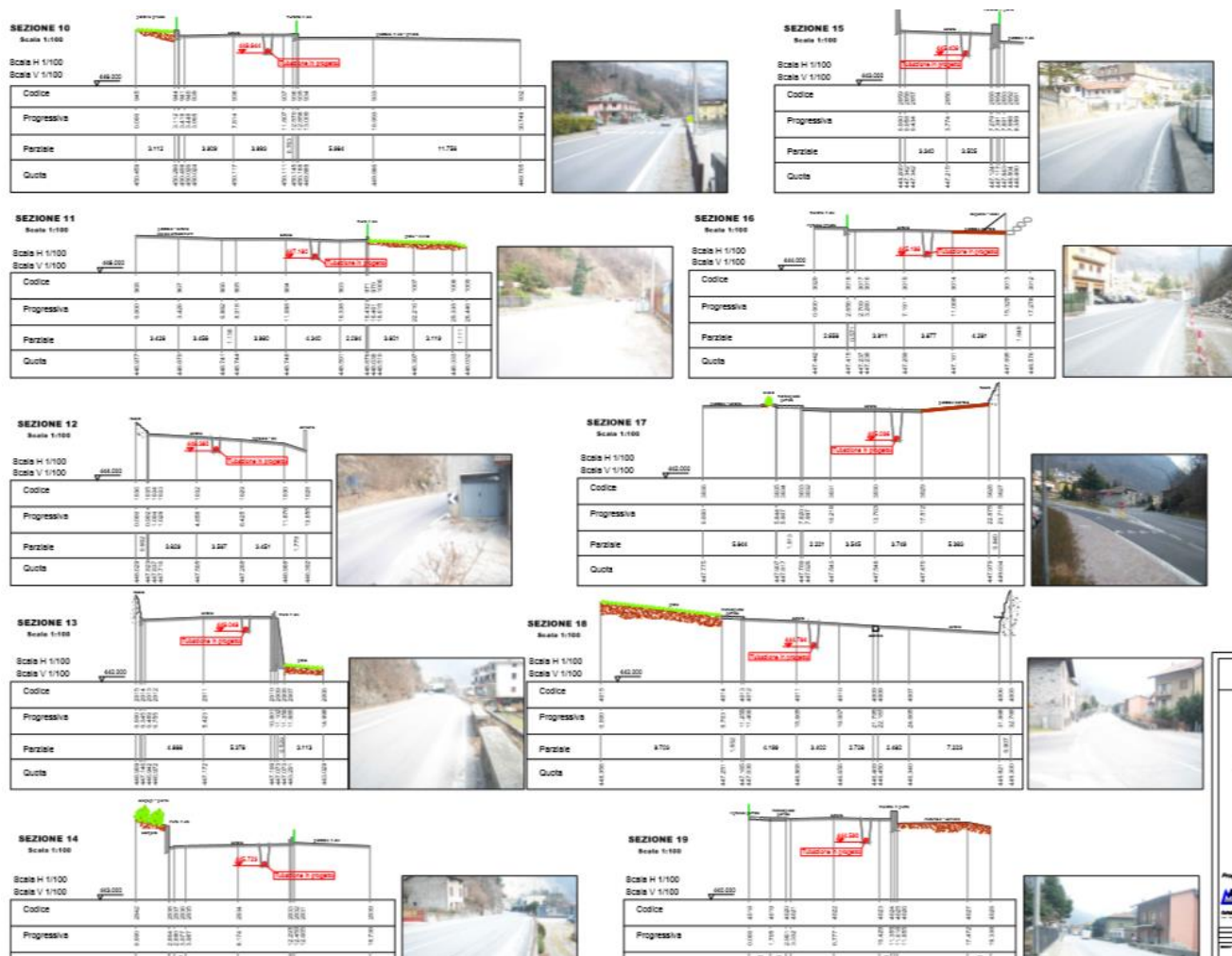
Per una migliore trattazione dell'argomento di seguito vengono trattate separatamente le problematiche del Fiume Oglio e delle aste minori.

##### 3.2.1.1 FIUME OGLIO

L'analisi delle interferenze è stata condotta considerando i tratti critici della condotta, procedendo da monte verso valle, rispettando le tavole progettuali fornite dall'Ing. Mariolini Renato.

**Tratto compreso tra le sezioni 10 e 35**

Questo tratto non presenta problematiche particolari poiché il tracciato è previsto interrato lungo la strada statale e non sono presenti condizioni di pericolosità idraulica connesse alla piena.

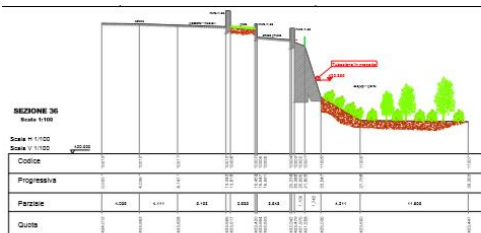


La condotta stessa si colloca a ridosso del muro d'argine che sostiene la strada statale che, nel tratto in prossimità del Comune di Cedegolo, venne ricostruito dopo la piena del 1960 poiché collasso per l'erosione del piede

### Tratto compreso tra le sezioni 36 e 51

Questo tratto è quello dove la condotta inizia ad essere collocata sulle difese arginali presenti e dove la stessa corre appena sotto la passerella pedonale che è stata realizzata dal Comune di Cedegolo. Per questo tratto il PGRA non prevede esondazione pertanto i battenti idrici di piena sono sempre previsti al di sotto della quota arginale. Di fatto le sezioni idrauliche dell'Autorità di Bacino alle quali riferirsi per la verifica delle quote di piena sono la sezione 053.06-053.05 – 054-04 che prevedono una quota di piena riportata nello stralcio di seguito allegato sia per Tr=20-200-500 anni.

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
054	41.734	433.64	434.40	434.68
053.06	41.902	429.29	430.33	430.70
053.05	42.182	426.06	426.05	426.40
053.04	42.422	421.09	422.14	422.49
053.03	42.655	416.38	417.64	417.97
053.02	42.804	415.58	416.99	417.36
053.01	42.989	411.21	413.78	414.49
053	43.066	410.64	413.34	414.02
052.04P (m)	43.146	410.02	413.41	414.17
052.04P (v)	43.146	407.95	409.83	410.65
052.03P (m)	43.208	408.07	410.25	411.19
052.03P (v)	43.208	406.91	408.11	408.51
052.02	43.473	405.90	407.12	407.55
052.01P (m)	43.841	404.12	405.58	406.07
052.01P (v)	43.841	402.19	403.01	403.29
052	44.091	400.06	400.83	401.09
051.04M t (m)	44.357	396.80	397.96	398.25
051.04M t (v)	44.357	396.11	397.26	397.76
051.03-1_s (m)	44.367	396.11	397.26	397.77
051.03-1_s (v)	44.367	395.91	397.06	397.60
051.03	44.466	395.61	396.71	397.17
051.02	44.665	394.96	396.02	396.48
051.01S_1 (m)	44.768	394.78	395.90	396.43
051.01S_1 (v)	44.768	393.85	394.98	395.36
051.01S_2 (m)	44.789	393.81	394.95	395.33
051.01S_2 (v)	44.789	391.09	392.14	392.49



Acque Bresciane  
LAVORI DI COLLETTAMENTO  
DELLE ACQUE REFLUE TRA I  
COMUNI DI SELLERO - CEDEGOLO  
E BERZO DEMO IN PROVINCIA DI  
BRESCIA  
CUP D57B17000100003  
Progetto Definitivo

### Tratto compreso tra le sezioni 52 e 59

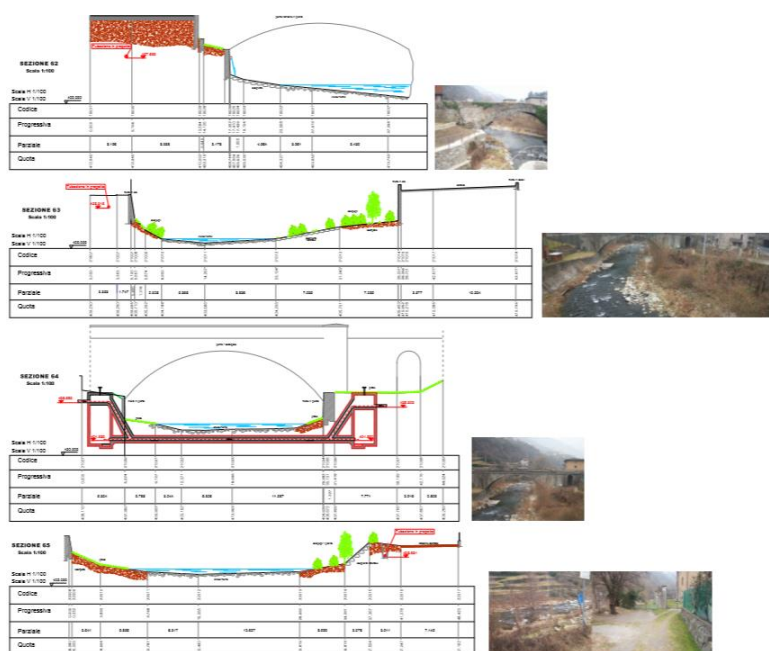
Questo tratto è quello più critico di tutto il tracciato. La condotta interferisce con l'area di possibile esondazione della piena che può avvenire già per  $Tr = 20$  anni, in un tratto un cui le velocità della corrente sono stimate superiori a 5 m/sec. La condotta stessa deve poi attraversare dei setti/pilastri, di sostegno della passerella pedonale che possono essere elemento di contrasto della piena e costituire delle interferenze dove si possono fermare tronchi o materiale solido e dove le sollecitazioni di spinta delle acque, possono essere molto importanti.





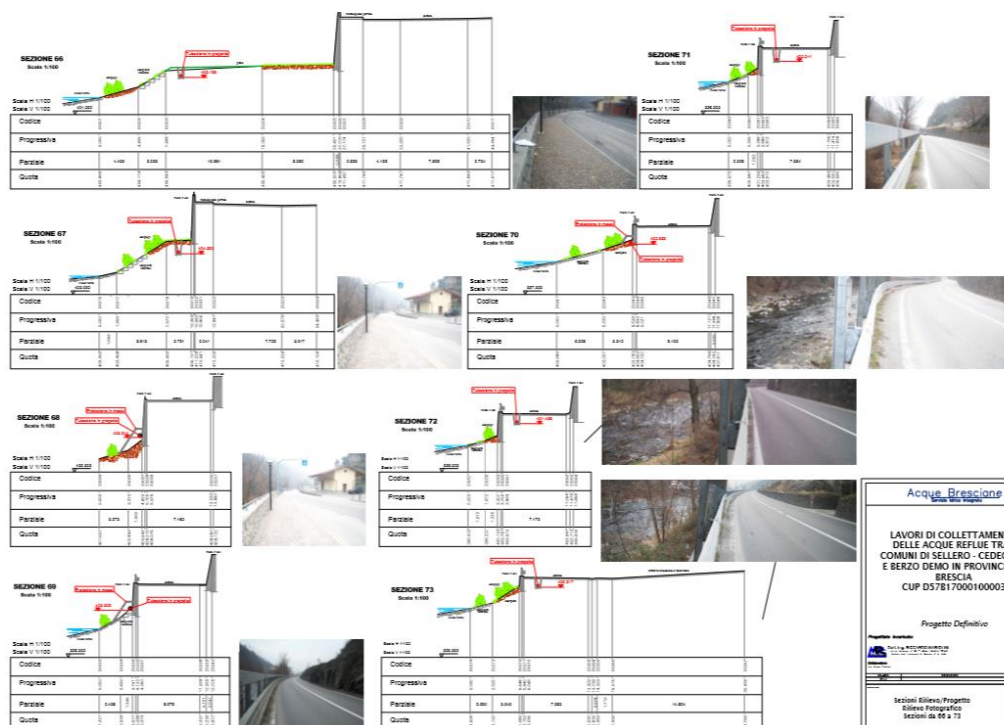
### Tratto compreso tra le sezioni 60 e 65

Il primo tratto dove la condotta attraversa la centrale museo non presenta particolari criticità se non sempre il fatto che la zona è potenzialmente esondabile e pertanto la condotta anche se interrata andrà protetta adeguatamente dalla possibilità di erosione superficiale delle acque di piena. Il punto tecnicamente più impegnativo è quello dell'attraversamento in subalveo del Fiume Oglio per quanto riguarda gli scavi e la presenza di acque nella fase di esecuzione dei lavori. Tutti problemi connessi in genere alle opere edili e facilmente affrontabili con un'adeguata organizzazione di cantiere. Si potrà intercettare il substrato roccioso nella parte di fondo dell'opera e si dovrà pertanto prevedere questa ipotesi nel contesto delle lavorazioni. Eventuali verifiche puntuali potranno essere effettuate solo con un preventivo sondaggio che indaghi la profondità del substrato roccioso in questo punto.



### Tratto compreso tra le sezioni 66 e 70

Il progetto prevede la realizzazione della condotta in parte interrata lungo la sponda destra orografica ed in parte ancorata lungo l'arginatura con protezione in grossi massi. Di fatto questa protezione può costituire un elemento di interferenza con la piena e di parziale limitata riduzione di capacità di deflusso anche se non vi sono problemi di carattere idraulico poiché non sono presenti abitazioni in questo tratto.



### Tratto compreso tra le sezioni 70 e 132

La condotta è interrata lungo la strada S.S. 42 e lungo le strade comunali e terreni stabili, dove non sono presenti fenomeni di esondazione e dove le uniche criticità sono connesse alle operazioni di scavo e posa del manufatto. Rimangono gli attraversamenti in subalveo che vengono analizzati di seguito ma per i quali non vi sono particolari criticità.

### 3.2.1.2 ASTE MINORI AMBITI DI CONOIDE

Lungo il percorso previsto per la realizzazione del nuovo collettore fognario Berzo Demo, sono previsti diversi attraversamenti di aste minori. In questo paragrafo si analizzano le caratteristiche idrauliche dei bacini coinvolti e le relative perimetrazioni del PAI sugli apparati di conoide.

L'analisi sui parametri dei bacini, sulle portate, e sull'eventuale trasporto solido dei torrenti attraversati è stato condotto utilizzando i dati forniti dal Sistema Informativo dei Bacini e dei Corsi d'Acqua della Regione Lombardia e, in alcuni casi, quelli forniti dallo Studio di pericolosità idraulica del Fiume Oglio, predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume PO.

Per quanto riguarda invece la perimetrazione degli ambiti di conoide si è preso in considerazione il PAI aggiornato, fornito dalla Regione Lombardia, che distingue le aree di conoide attivo non protetto (Ca), le aree di conoide attivo non parzialmente protetta (Cp) e le aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn).

#### SISTEMA INFORMATIVO BACINI E CORSI D'ACQUA (SIBCA) :

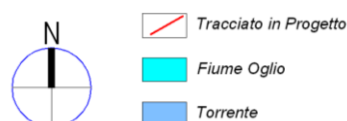
Il Sistema Informativo si prefigge di creare un approccio per la definizione di scenari di rischio idrogeologico all'interno di bacini idrografici alpini e allo sbocco dei corsi d'acqua sui conoidi. Lo scopo finale è quello di calcolare in modo semi-automatico la massima portata liquida e la magnitudo di un bacino idrografico costruito partendo da un punto qualunque del reticolo idrografico, scelto dall'utente.

La scelta delle formule per il calcolo della magnitudo è basata sugli studi e le esperienze realizzate nelle zone alpine con i precedenti progetti INTERREG. Tra le molte formule proposte in letteratura, sono state scelte quelle che possono essere considerate più attendibili in relazione alle caratteristiche geologiche delle aree in cui verranno applicate, in particolare quelle di Bottino (1996), Bianco (1999) e Ceriani (2000).

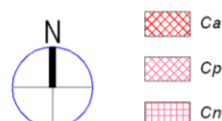
Di seguito si riportano la carta di inquadramento dei bacini interessati e delle schede, una per ogni torrente attraversato, che riassumono tutti i dati ottenuti e analizzano le eventuali interferenze.

Le legende a cui fare riferimento per la consultazione delle schede di seguito riportate sono le seguenti

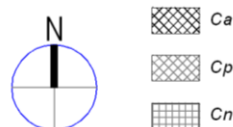
Ubicazione degli attraversamenti:



Perimetrazione conoidi PAI aggiornato:



Perimetrazione conoidi PAI originario:



## **SCHEDA 1 TORRENTE RE DI SELLERO**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE RE DI SELLERO:**

**Area Planimetrica:** 1,56 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 490,90 m s.l.m.

**Quota massima:** 2040,04 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 6,76 Km

**Indice di Melton:** 1,24

**Tempo di corrivazione:** 0,40 h

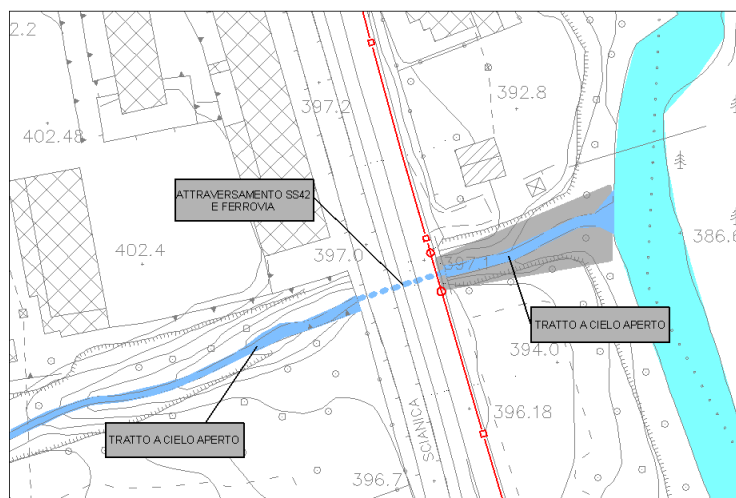
**Portata Tr 50 anni:** 10,38 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 11,56 mc/sec

**Magnitudo (Bottino):** 24075 mc

**Magnitudo (Ceriani):** 15158 mc

**Magnitudo (Bianco):** 35586 mc



Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

A valle della SS42 il Torrente Re di Sello risulta compreso tra scogliera in massi e il fondo è pavimentato. Il ponte per l'attraversamento è in pietra e cemento ad arco. Attualmente esistono già diverse condotte agganciate esternamente al ponte.

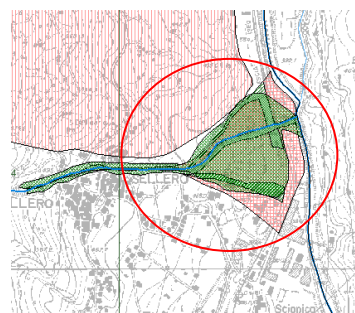
### **INTERFERENZE:**

Il Torrente Re di Sello ricade nelle zone ad elevato rischio idrogeologico (ex L. 267/88) e l'attraversamento della condotta intercetta la Zona 1.

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

Poiché il Torrente risulta inserito nelle aree a elevato rischio idrogeologico, risulta indispensabile evitare qualsiasi restringimento della sezione di deflusso.

La condotta interrata in sub-alveo dovrà essere protetta da eventuali fenomeni erosivi torrentizi attraverso



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato

un ritombamento e una chiusura dello scavo accurata. Eventuali manufatti esistenti (sponde in pietrame, selciati di fondo), intercettati dalle opere, dovranno essere ripristinati.

## **SCHEDA 2 VALLE CASTELLANICO**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE VALLE DI CASTELLANICO:**

**Area Planimetrica:** 0,55 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 428,49 m s.l.m.

**Quota massima:** 1659,47 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 2,48 Km

**Indice di Melton:** 1,66

**Tempo di corrivazione:** 0,32 h

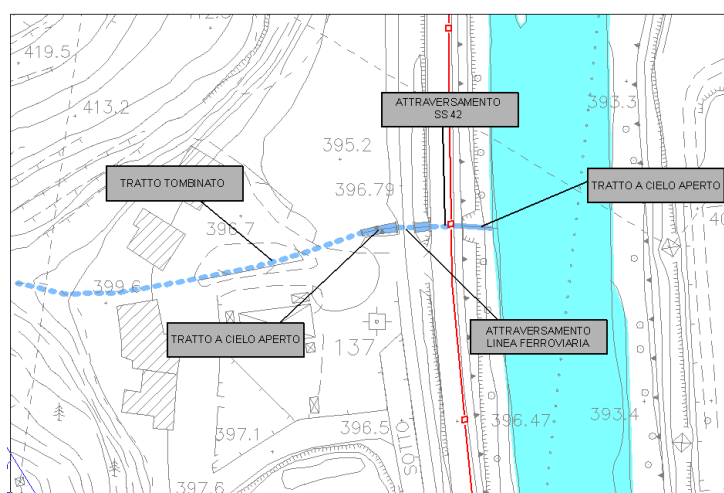
**Portata Tr 50 anni:** 3,87 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 4,32 mc/sec

**Magnitudo (Bottino):** 17938 mc

**Magnitudo (Ceriani):** ----- mc

**Magnitudo (Bianco):** 17716 mc



Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

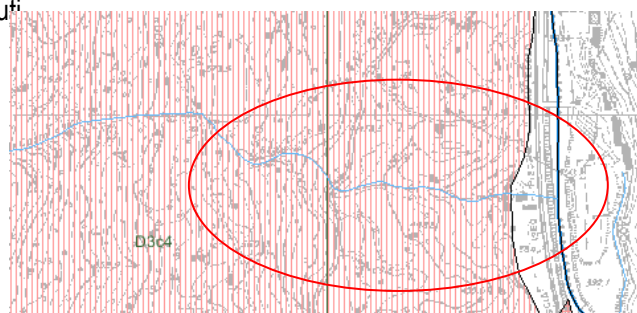
Il Torrente Valle di Castellanico attraversa la SS42 e la linea ferroviaria mediante un tombotto in pietrame e cemento.

### **INTERFERENZE:**

Il bacino della Valle di Castellanico, posto in destra idrografica al fiume Oglio, non presenta particolari problematiche legate a dissesti attivi, ma è interessato dalla presenza di una paleo frana a monte della confluenza con il Fiume Oglio. I valori di portata liquida e di magnitudo risultano contenuti.

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

Il progetto prevede l'attraversamento del Torrente Valle di Castellanico lungo la SS42, quindi risulta necessario valutare la geometria



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato

del tombotto esistente.

## **SCHEDA 3 TORRENTE DOSBO**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE DOSBO:**

**Area Planimetrica:** 2,33 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 400,70 m s.l.m.

**Quota massima:** 1796,05 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 8,21 Km

**Indice di Melton:** 0,91

**Tempo di corrivazione:** 0,53 h

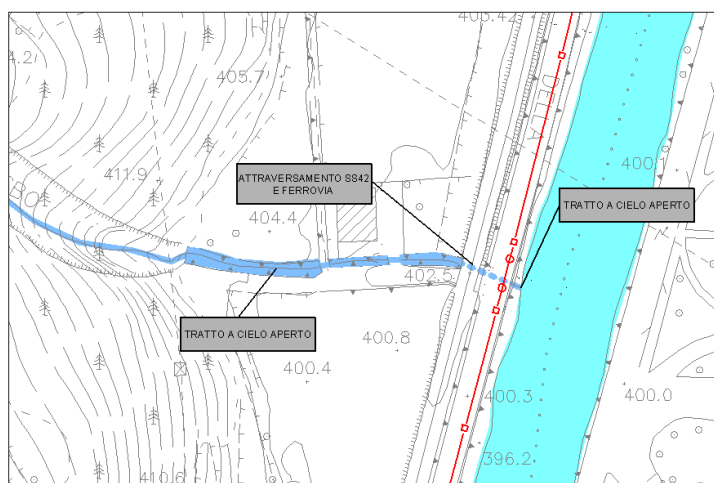
**Portata Tr 50 anni:** 11,92 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 13,25 mc/sec

**Magnitudo (Bottino):** 26914 mc

**Magnitudo (Ceriani):** 85967 mc

**Magnitudo (Bianco):** 46774 mc



Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

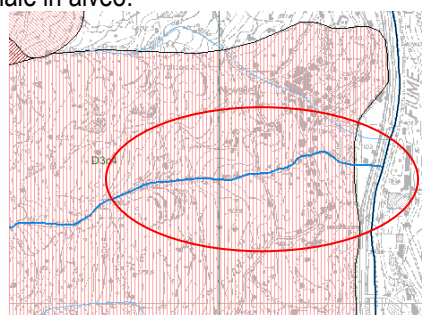
Il Torrente Dosbo attraversa la SS42 mediante un tombotto in cls rivestito da pietrame ad arco. La sezione di deflusso risulta essere limitata.

### **INTERFERENZE:**

Il bacino del Torrente Dosbo è interessato dalla presenza di una paleo frana a monte della confluenza con il Fiume Oglio da tenere in considerazione in vista di possibili accumoli di materiale in alveo.

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

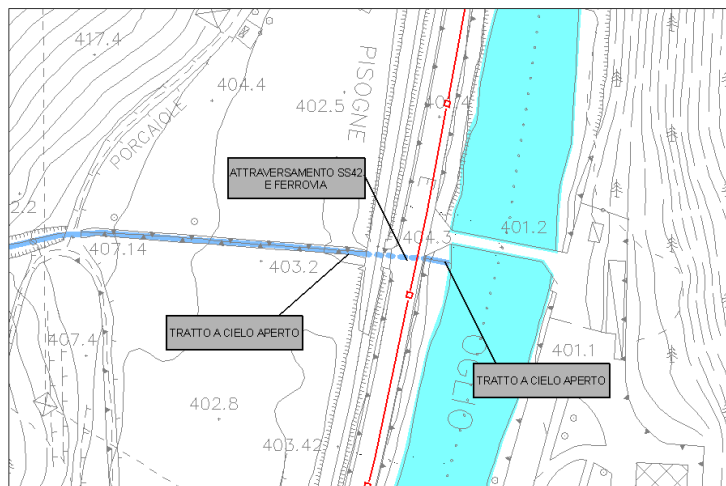
La condotta interrata in sub-alveo dovrà essere protetta da eventuali fenomeni erosivi torrentizi attraverso un ritombamento e una chiusura dello scavo accurata. Eventuali manufatti esistenti (sponde in pietrame, selciati di fondo), intercettati dalle opere, dovranno essere ripristinati.



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato



## **SCHEDA 4 TORRENTE POLLO**



Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

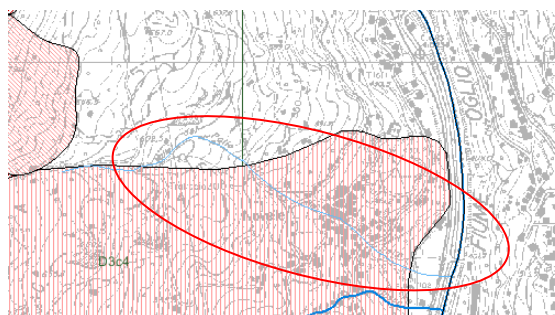
Il ponte per l'attraversamento del torrente Pollo mostra una sezione di deflusso di monte ad arco in pietra e cemento, mentre una sezione di deflusso di valle rettangolare in cls.

### **INTERFERENZE:**

Il bacino del Torrente Pollo, posto in destra idrografica al fiume Oglio, non presenta particolari problematiche legate a dissesti attivi, ma risulta marginalmente interessato dalla presenza di una paleo frana.

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

Il progetto prevede l'attraversamento del Torrente Pollo lungo la SS42, quindi risulta necessario valutare la geometria del tombotto esistente.



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato

## **SCHEDA 5 TORRENTE POGLIA**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE POGLIA:**

**Area Planimetrica:** 109,61 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 424,35 m s.l.m.

**Quota massima:** 3535,04 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 521,50 Km

**Indice di Melton:** 0,30

**Tempo di corrivazione:** 2,34 h

**Portata Tr 50 anni:** 318 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 378 mc/sec

**Magnitudo (Tr 50 anni):**

124200 mc (scenario ordinario)

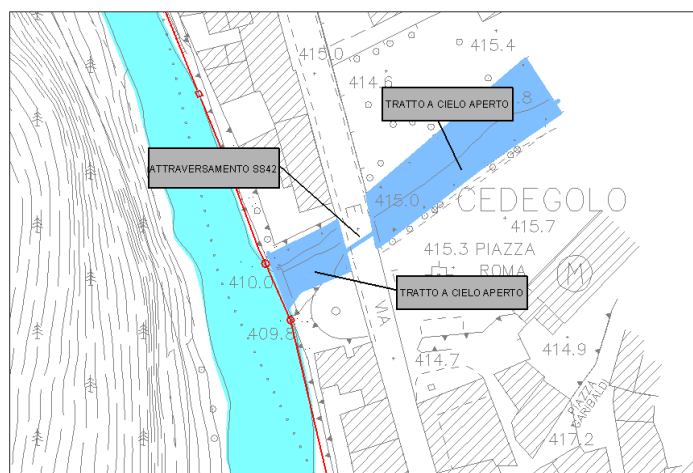
183800 mc (scenario frane)

**Magnitudo (Tr 100 anni):**

169900 mc (scenario ordinario)

251400mc (scenario frane)

\*I dati relativi alla portata e alla magnitudo sono  
Oglio redatto dall'autorità di bacino del Fiume Po.



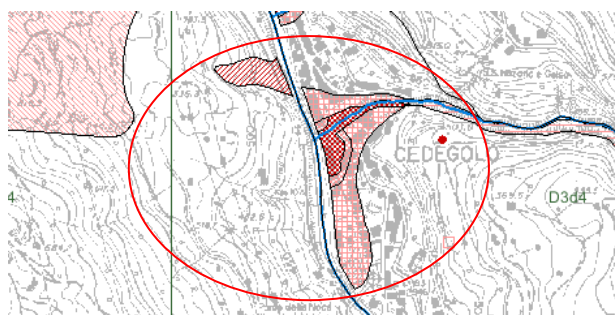
Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

La sezione di deflusso del Torrente Poggia, a valle dell'attraversamento della SS42, è costituita da muri in cls e pietrame; il fondo è selciato e in corrispondenza della confluenza con il Fiume Oglio è presente un salto di fondo (piccola soglia).

### **INTERFERENZE:**

Il bacino del Torrente Poggia ha valori di portata liquida e di trasporto solido elevati, anche se la conoide non presenta particolari problemi di dissesto attivo. Il passaggio in subalveo deve comunque garantire un corretto deflusso dell'acqua.



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

La condotta interrata in sub-alveo dovrà essere protetta da eventuali fenomeni erosivi torrentizi attraverso un ritombamento e una chiusura dello scavo accurata. Eventuali manufatti esistenti (sponde in pietrame, selciati di fondo), intercettati dalle opere, dovranno essere ripristinati.

## **SCHEDA 6 TORRENTE COPPO**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE COPPO:**

**Area Planimetrica:** 4,81 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 423,59 m s.l.m.

**Quota massima:** 2620,39 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 14,22 Km

**Indice di Melton:** 1,00

**Tempo di corrivazione:** 0,61 h

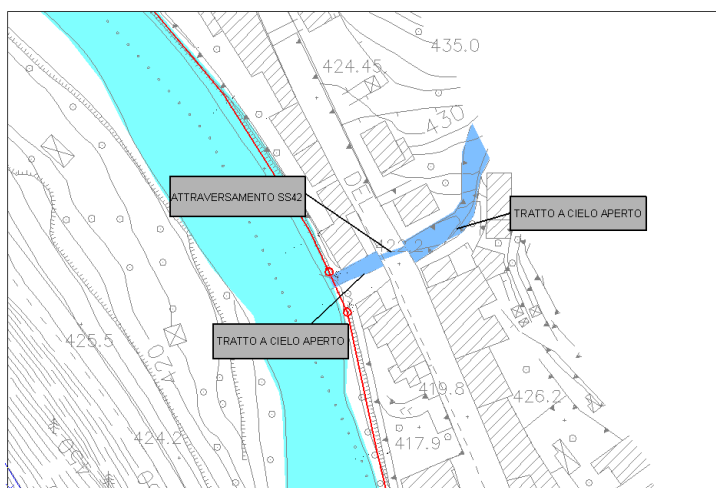
**Portata Tr 50 anni:** 21,59 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 23,96 mc/sec

**Magnitudo (Bottino):** 32975 mc

**Magnitudo (Ceriani):** --- mc

**Magnitudo (Bianco):** 99074 mc



Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

La sezione di deflusso del Torrente Coppo, a valle dell'attraversamento della SS42, risulta compresa tra muri in cls (muri perimetrali degli edifici adiacenti); il fondo è pavimentato e in corrispondenza della confluenza con il Fiume Oglio è presente un salto di fondo.

### **INTERFERENZE:**

Il Bacino del Torrente Coppo non presenta particolari problematiche legate alla presenza di dissesti attivi.

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato



La condotta interrata in sub-alveo dovrà essere protetta da eventuali fenomeni erosivi torrentizi attraverso un ritombamento e una chiusura dello scavo accurata. Eventuali manufatti esistenti (sponde in pietrame, selciati di fondo), intercettati dalle opere, dovranno essere ripristinati.

## **SCHEDA 7 TORRENTE VALZELLI**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE VALZELLI:**

**Area Planimetrica:** 1,84 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 450,32 m s.l.m.

**Quota massima:** 2237,54 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 6,49 Km

**Indice di Melton:** 1,32

**Tempo di corrivazione:** 0,44 h

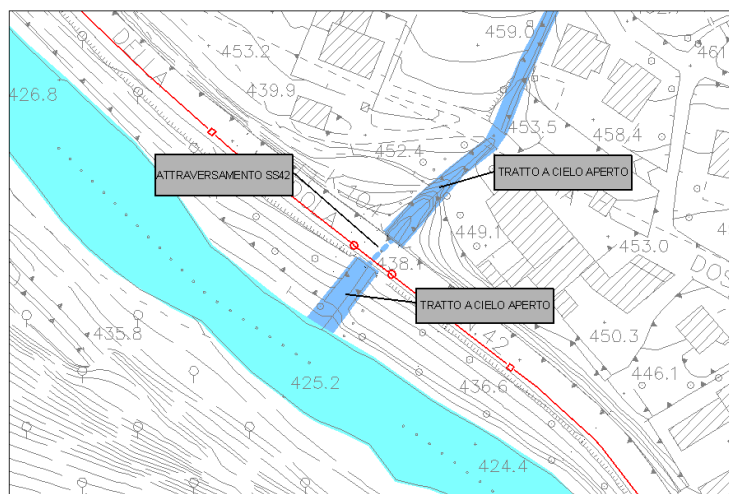
**Portata Tr 50 anni:** 9,97 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 11,10 mc/sec

**Magnitudo (Bottino):** 25188 mc

**Magnitudo (Ceriani):** 33276 mc

**Magnitudo (Bianco):** 51715 mc



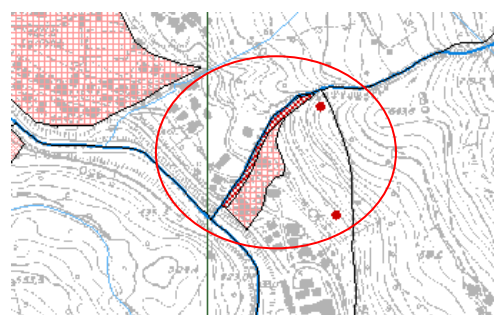
Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

Il ponte per l'attraversamento del torrente Valzelli mostra una sezione di deflusso di valle ad arco in calcestruzzo

### **INTERFERENZE:**

L'apparato di conoide del Torrente Valzelli non presenta particolari problematiche legate a colamenti rapidi.



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

La condotta interrata in sub-alveo dovrà essere protetta da eventuali fenomeni erosivi torrentizi attraverso un ritombamento e una chiusura dello scavo accurata. Eventuali manufatti esistenti (sponde in pietrame, selciati di fondo), intercettati dalle opere, dovranno essere ripristinati.

## **SCHEDA 8 TORRENTE RASEGA**

### **CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE RASEGA:**

**Area Planimetrica:** 2,27 Km<sup>2</sup>

**Quota minima:** 431,67 m s.l.m.

**Quota massima:** 2122,33 m s.l.m.

**Lunghezza totale idrografica:** 9,53 Km

**Indice di Melton:** 1,12

**Tempo di corrivazione:** 0,47 h

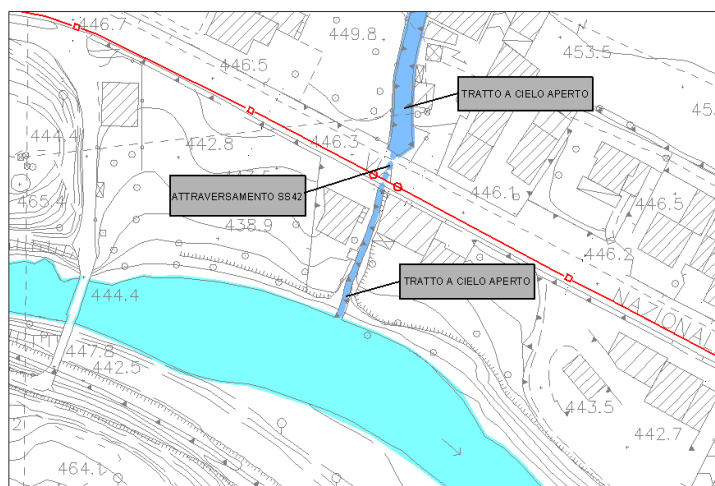
**Portata Tr 50 anni:** 11,99 mc/sec

**Portata Tr 100 anni:** 13,33 mc/sec

**Magnitudo (Bottino):** 26707 mc

**Magnitudo (Ceriani):** --- mc

**Magnitudo (Bianco):** 56608 mc



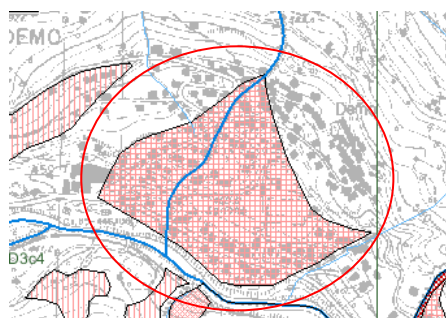
Ubicazione attraversamento

### **DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI:**

Il ponte per l'attraversamento del torrente Rasega mostra una sezione di deflusso di monte rettangolare in cls, mentre una sezione di deflusso di valle ad arco in pietrame e cemento.

### **INTERFERENZE:**

L'apparato di conoide del Torrente Rasega non presenta particolari problematiche legate a colamenti rapidi.



Perimetrazione Conoide PAI aggiornato

### **INDICAZIONI PROGETTUALI:**

La condotta interrata in sub-alveo dovrà essere protetta da eventuali fenomeni erosivi torrentizi attraverso un ritombamento e una chiusura dello scavo accurata. Eventuali manufatti esistenti (sponde in pietrame, selciati di fondo), intercettati dalle opere, dovranno essere ripristinati.

### 2.2.2 ASPETTI AREE IN DISSESTO

La verifica delle aree in dissesto è stata eseguita considerando le cartografie della Regione Lombardia realizzate nel progetto Carta Inventario dei Dissesti, considerando i soli aspetti di instabilità dei versanti per fenomeni di crollo e scivolamento, poiché i fenomeni di colata detritica e di esondazione sono trattati negli altri paragrafi.

Il tracciato della condotta segue principalmente aree di fondovalle di pertinenza fluviale e, nei tratti abitati strade esistenti, senza prevedere tagli di versante e senza interessare aree di pendio.

**In tal senso non si rilevano problematiche di interferenze con aree instabili.**

### 2.2.3 ASPETTI GEOLOGICO TECNICI

I principali aspetti geologico-tecnici che interessano il progetto in oggetto si riferiscono all'analisi delle interferenze delle opere di scavo e di attraversamento della condotta fognaria.

La parte sopralacuale del fiume Oglio, relativamente al tratto considerato in questo studio, vede il suo corso inserito in un territorio fortemente antropizzato; lo stesso corso d'acqua risulta interessato da numerose opere di regimazione sia trasversali che longitudinali.

Il fiume Oglio presenta un letto costituito da materiali prevalentemente ciottolosi ghiaiosi e con blocchi lungo praticamente tutto il corso. Tendenzialmente i sedimenti d'alveo emersi e sommersi, di thalweg risultano più grossolani di quelli di barra, mentre quelli di sponda presentano le granulometrie inferiori.

Il profilo di fondo si presenta complessivamente regolare con una più marcata variazione di pendenza. Le dimensioni granulometriche non presentano un chiaro trend correlabile a naturali variazioni del profilo di fondo, in nessuna delle unità fisiografiche distinte, a causa dell'apporto solido dei tributari. Evidente appare la correlazione tra variazioni granulometriche ed apporti solidi dei tributari, i quali sono numerosi lungo tutto il corso esaminato.

In generale si ritiene che i punti individuati per l'attraversamento della condotta siano idonei e stabili e atti quindi a garantire che nel tempo l'opera non possa subire danni o modifiche. Rimane per l'attraversamento in subalveo in prossimità del ponte della S.S. 42 abitato di Cedegolo, l'incertezza della presenza del substrato roccioso di fondo, che può costituire un elemento di disturbo in fase di scavo. Tale incertezza potrà essere risolta con eventuali sondaggi puntuali.

Per quanto riguarda le opere di scavo per la posa della condotta si ribadisce che nella maggior parte dei casi si interessano aree pianeggianti di fondovalle dove sono prevalenti i depositi grossolani incoerenti dei quali si possono considerare, cautelativamente e generalmente i seguenti parametri:

- Peso di volume = 1900 Kg/mc
- Angolo d'attrito efficace = 36-38°
- Coesione = 0
- Densità = 50-70%

Dati puntuali più precisi sono possibili solo con prove e indagini in sito specifici.



### 3.0 FASE DI SINTESI

L'analisi incrociata dei dati relativi alle aree in dissesto, alle aree esondabili e alle criticità di carattere geologico, consente di ritenere fattibili dal punto di vista geologico le opere previste in progetto, anche se rimangono delle forti vulnerabilità connesse al tratto di condotta che attraversa l'abitato di Cedegolo, in un punto dove le sollecitazioni idrauliche in caso di piena sono elevate.

Si tratta in questo caso del tratto compreso tra le sezioni 52 e 59 dove andrà verificata la compatibilità idraulica dell'intervento in rispetto delle norme PAI e dove si dovranno adottare gli accorgimenti tecnici al fine di evitare che le spinte idrostatiche e le sollecitazioni in caso di piena, possano danneggiare la struttura.

La criticità e vulnerabilità è in questo caso connessa anche al fatto che la condotta verrà collocata sull'esistente arginatura che in caso di piena può subire essa stessa delle forti sollecitazioni e spinte..

Si tratta comunque di interventi di carattere pubblico e di interesse pubblico e, nell'ambito di tali aree interessate dalle fasce di esondazione, gli interventi edificatori sono fortemente limitati, tuttavia, trattandosi di opera di interesse pubblico non diversamente localizzabili, valgono le indicazioni di cui alle norme PAI:

*“(...) all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo (...)”.*

Per i tratti in cui l'opera è interrata infatti sono rispettate tutte le indicazioni delle norme PAI ovvero:

- non vengono modificati i fenomeni idraulici naturali poiché viene nella quasi totalità del tracciato rispettata la quota del piano campagna attuale e, dove il piano campagna viene modificato per il riporto di materiale (alcuni tratti di seguito descritti e per i quali si sono date alcune prescrizioni) la quota del nuovo piano è sempre inferiore al livello di massima piena (portata con tempo di ritorno di 200 anni);
- non vengono modificate le caratteristiche dell'ecosistema fluviale perché a fine lavori è previsto l'inerbimento e la completa sistemazione delle aree attraversate dal tracciato. Vi sono interferenze relative alle fasi di realizzazione delle opere che tuttavia si ritengono limitate poiché i tracciati seguono, nella maggior parte dei casi, stradine di campagna o rilevati arginali.
- non viene limitata né ostacolata la capacità di invaso poiché la condotta è interrata.

Per i tratti a cielo aperto, si dovrà verificare la compatibilità idraulica, in relazione ai battenti e alle velocità idriche ma di fatto, se si considera che la portata di piena prevista è di poco inferiore ai 1.000 mc/sec, l'ingombro della condotta è trascurabile rispetto ad una portata di questa entità che difficilmente può subire innalzamenti o modifiche del pelo libero del livello di piena.

Si ritiene pertanto di prescrivere le seguenti indicazioni e di fare riferimento, oltre che a queste, anche alle indicazioni riportate nella presente relazione, nei vari paragrafi specifici:

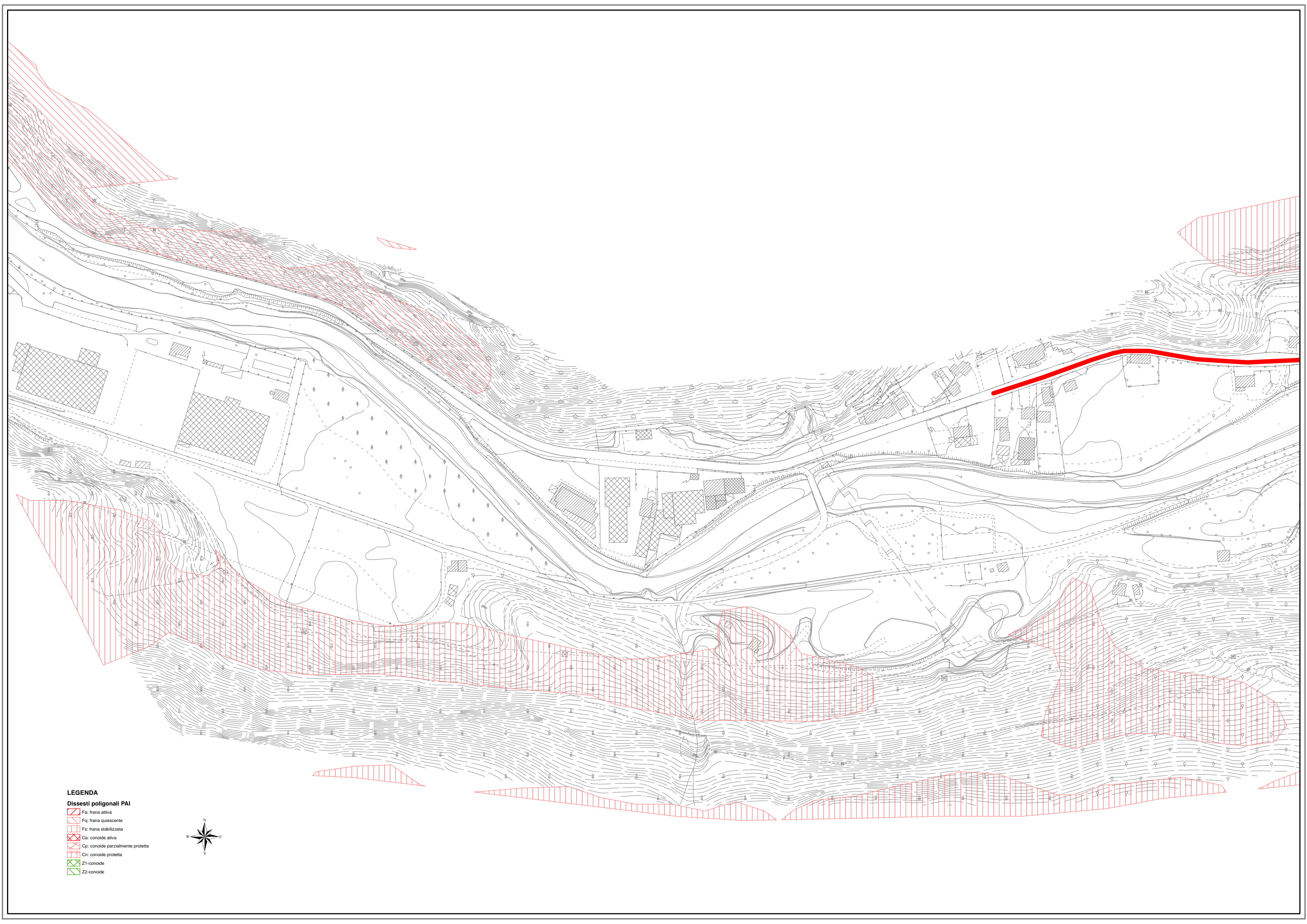
- Per le aree in cui le interferenze della condotta in progetto con le aree di esondazione dove il battente di piena è inferiore al metro, non vi sono particolari indicazioni se non la corretta costipazione del riporto e la rinaturalizzazione dello scavo con inerbimento o ripristino della pavimentazione esistente.
- Per interferenze in aree di esondazione dove il battente di piena è superiore al metro si dovrà porre particolare attenzione alla chiusura dello scavo, privilegiando la posa di materiale grossolano tra la superficie del piano campagna e la condotta. Dovrà porsi particolare attenzione alle opere di sistemazione finale evitando che si verifichino aree depresse per il consolidamento del riporto lungo il tracciato della condotta che, in caso di piena con forte velocità della corrente, porti ad incisioni dello scavo e a deviazioni del flusso della corrente.
- Per quanto riguarda gli attraversamenti in subalveo, la sezione di scavo per la posa della condotta dovrà essere stabilizzata con la posa di grossi massi sia lateralmente alla condotta che in ricoprimento sino al livello del fondo alveo. Tale accorgimento consente di ridurre l'azione di cavitazione operata dalla corrente e di eventuale sifonamento e alterazione del livello di fondo dell'alveo nel tratto di attraversamento. Il progetto di attraversamento dovrà inoltre rispettare tutte le prescrizioni e indicazioni tecniche dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, in merito alle opere trasversali ed essere conforme alle norme PAI.
- La condotta dovrà garantire, per quanto possibile, la minor interferenza con la piena di progetto ed evitare che si innescino fenomeni localizzati di contrasto al deflusso che possano compromettere la stabilità delle difese arginali esistenti questo soprattutto nel tratto tra le sezioni 52 e 59.
- Gli savi nell'ambito della sede stradale e delle aree dove si devono raccordare le pendenze che comportano importanti altezze di sbancamento, dovranno essere protetti con sbatacchi e armature provvisorie, al fine di garantire l'incolumità delle maestranze al lavoro.
- La condotta andrà protetta dagli urti che sono possibili da parte dei massi trasportati dalla corrente e dai grossi tronchi che possono fluitare in caso di piena. Sempre nell'ambito dell'abitato di Cedegolo questo aspetto riveste molta importanza poiché la velocità della corrente risulta molto elevata e superiore ai 5 m/sec. (dati Autorità di Bacino progetto Variante d'Asta Fiume Oglio).
- Tutti gli interventi dovranno comunque garantire quanto contenuto nelle norme PAI con particolare riferimento all'art. 38 che si riporta in stralcio:

*Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico*

1. *Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui al comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.*
2. *L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.*







3. *Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino*





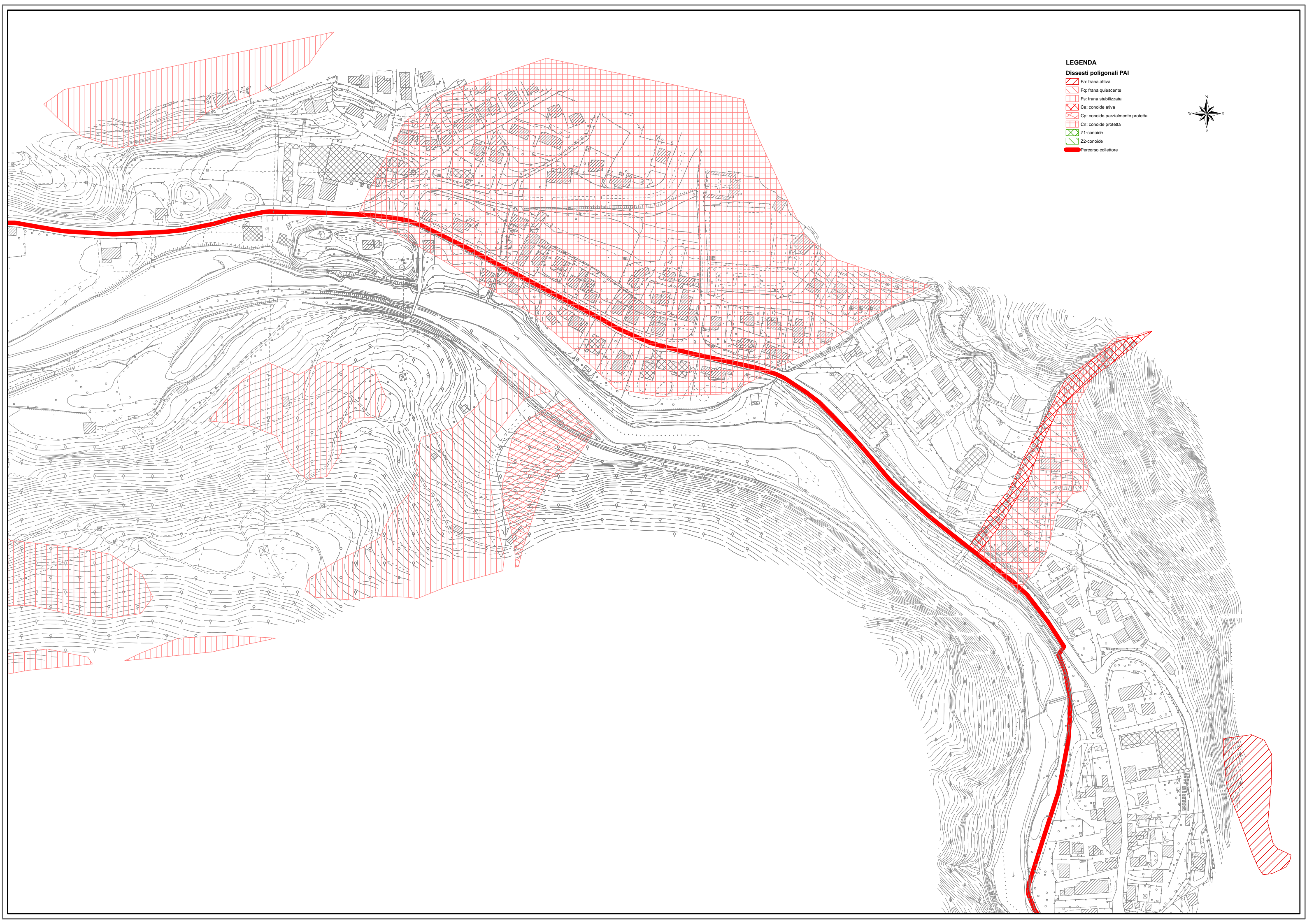
**LEGENDA**

**Dissesti poligonal PAI**

-  Fa: frana attiva
-  Fq: frana quiescente
-  Fs: frana stabilizzata
-  Ca: conoide attiva
-  Cp: conoide parzialmente protetta
-  Cn: conoide protetta
-  Z1-conoide
-  Z2-conoide







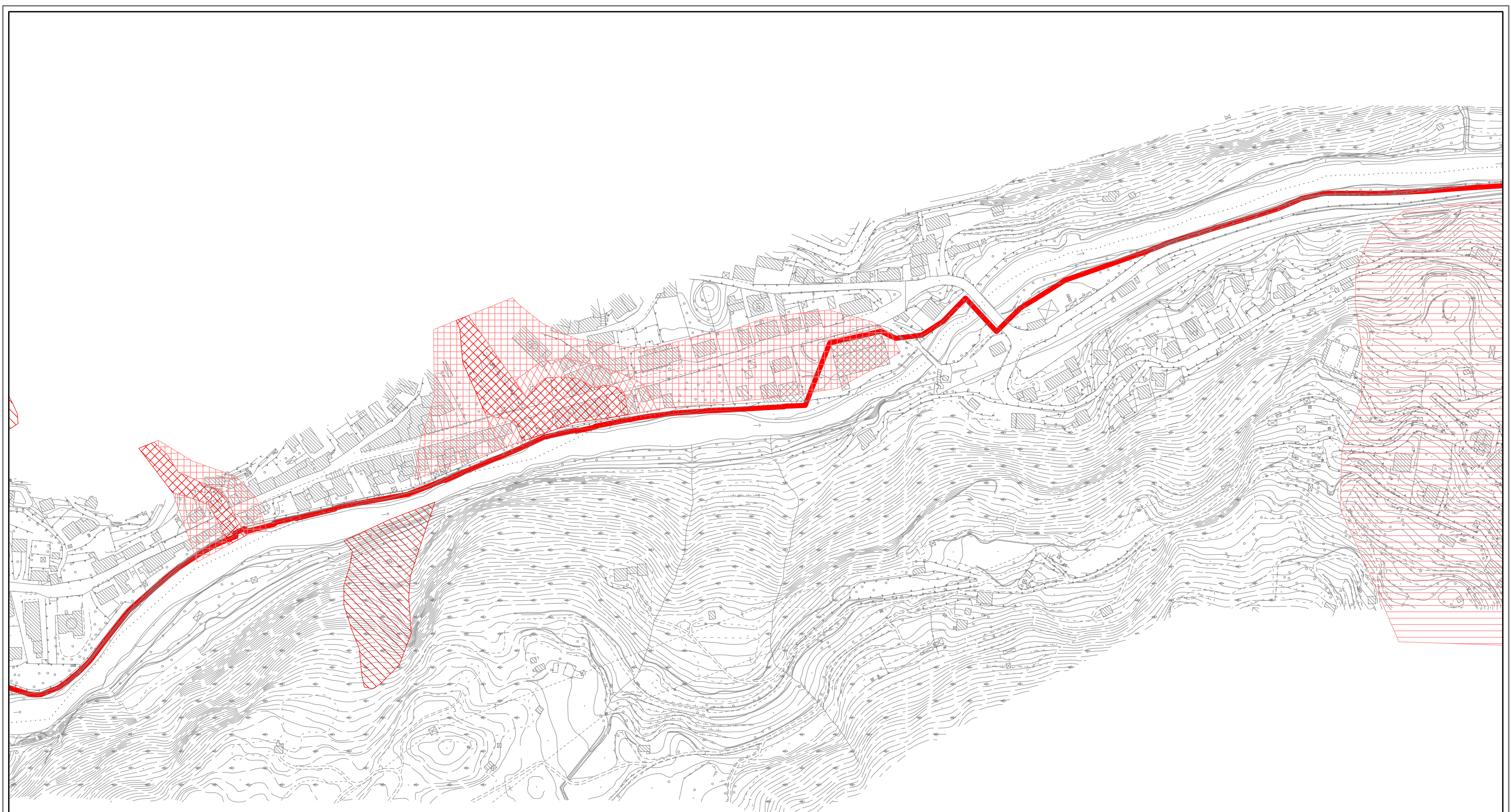
**LEGENDA**

**Dissesti poligonali PAI**

- Fa: frana attiva
- Fq: frana quiescente
- Fs: frana stabilizzata
- Ca: conoide attiva
- Cp: conoide parzialmente protetta
- Cn: conoide protetta
- Z1-conoide
- Z2-conoide
- Percorso collettore












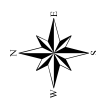




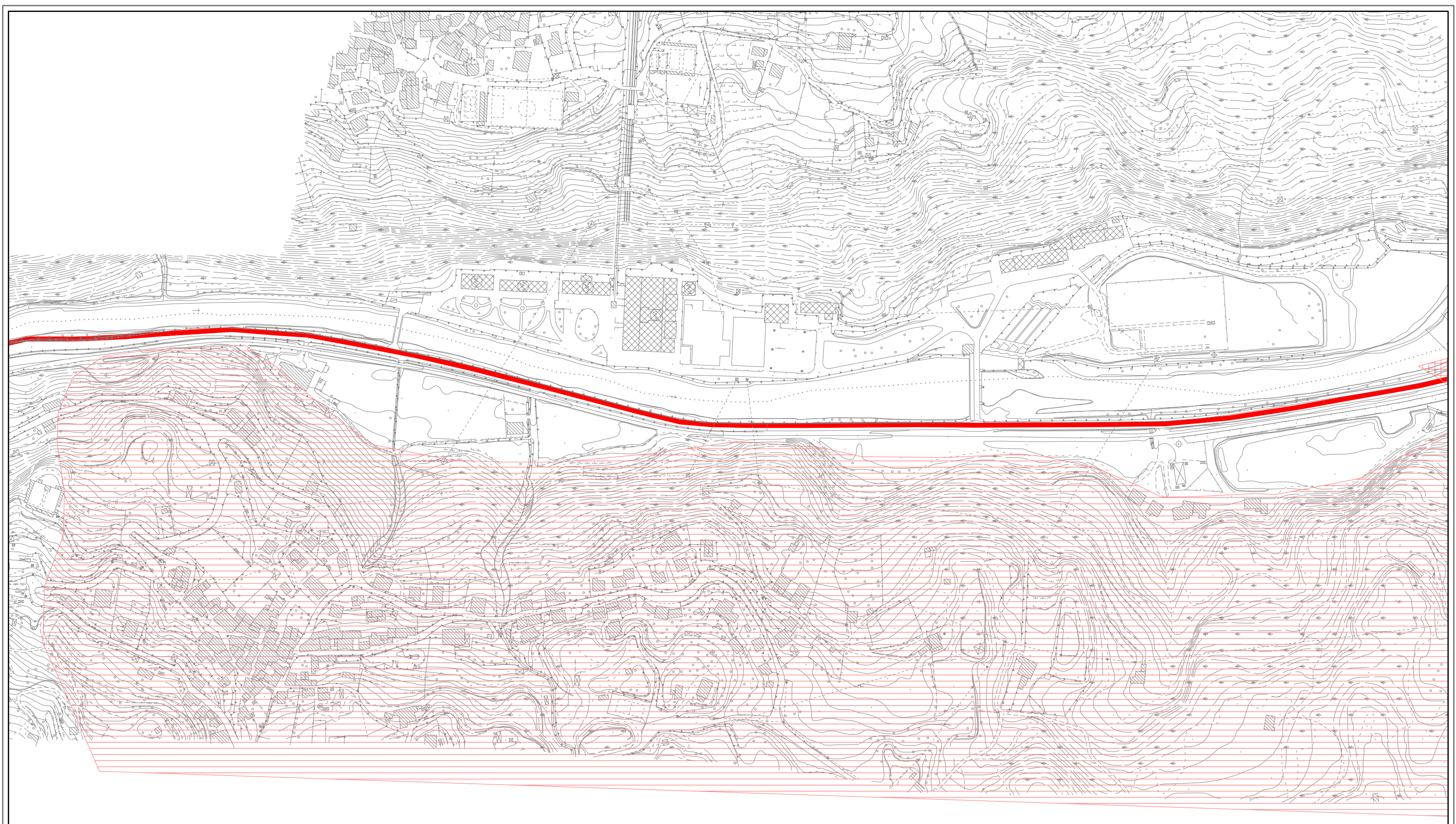
**LEGENDA**

**Dissesti poligonali PAI**

-  Fa: frana attiva
-  Fq: frana quiescente
-  Fs: frana stabilizzata
-  Ca: conoide attiva
-  Cp: conoide parzialmente protetta
-  Cn: conoide protetta
-  Z1-conoide
-  Z2-conoide
-  Percorso collettore












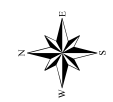




**LEGENDA**

**Dissesti poligonali PAI**

-  Fa: frana attiva
-  Fq: frana quiescente
-  Fs: frana stabilizzata
-  Ca: conoide attiva
-  Cp: conoide parzialmente protetta
-  Cn: conoide protetta
-  Z1: conoide
-  Z2: conoide
-  Percorso collettore

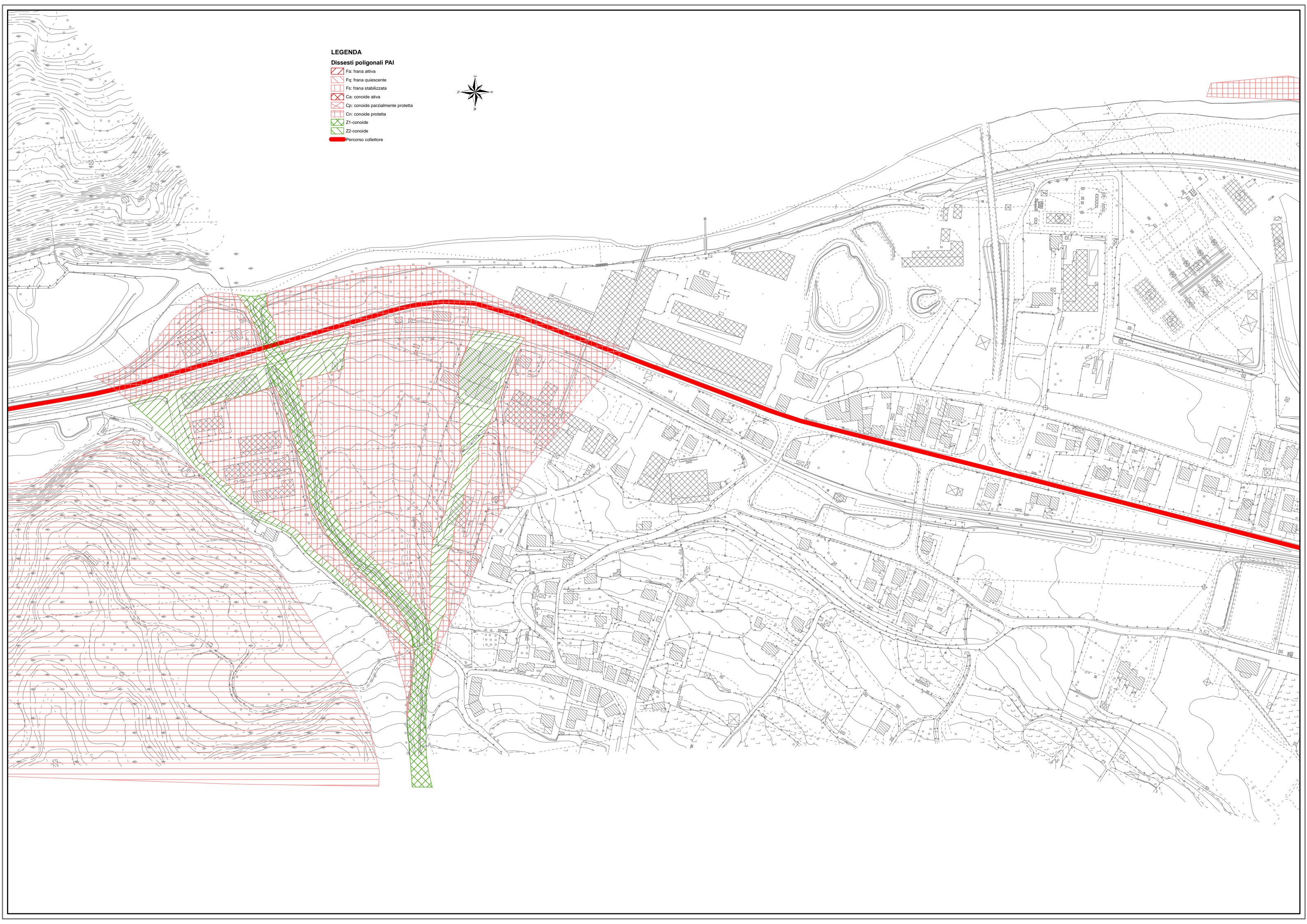




LEGENDA

Dissesti poligonali PAI

- Fa: frana attiva
- Fq: frana quiescente
- Fs: frana stabilizzata
- Ca: conoide attiva
- Cp: conoide parzialmente protetta
- Cn: conoide protetta
- Z1-conoide
- Z2-conoide
- Percorso collettore





LEGENDA

Dissesti poligonal PAI

Fa: frana attiva

Fq: frana quiescente

Fs: frana stabilizzata

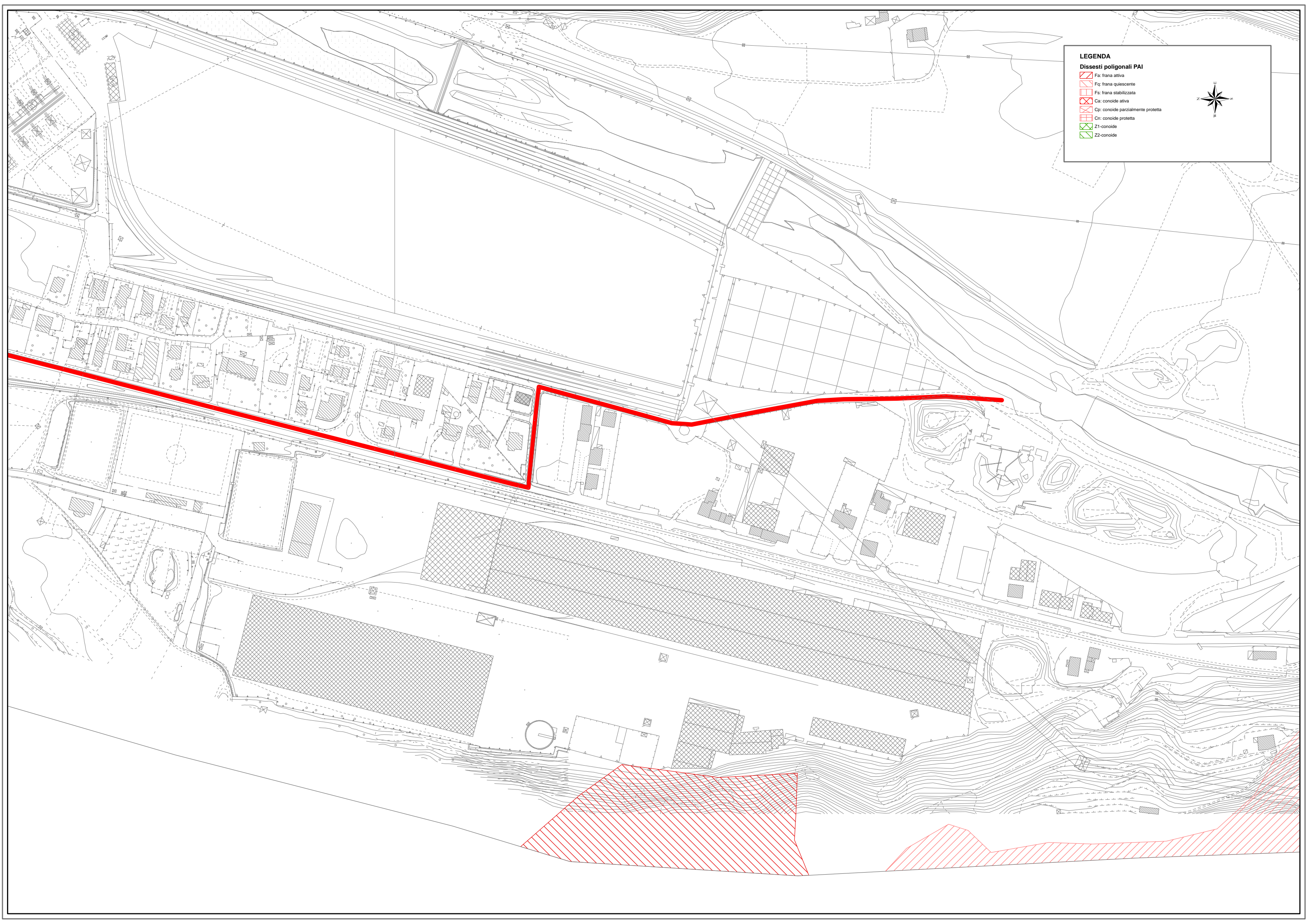
Ca: conoide attiva

Cp: conoide parzialmente protetta

Cn: conoide protetta


Z1-conoide

Z2-conoide





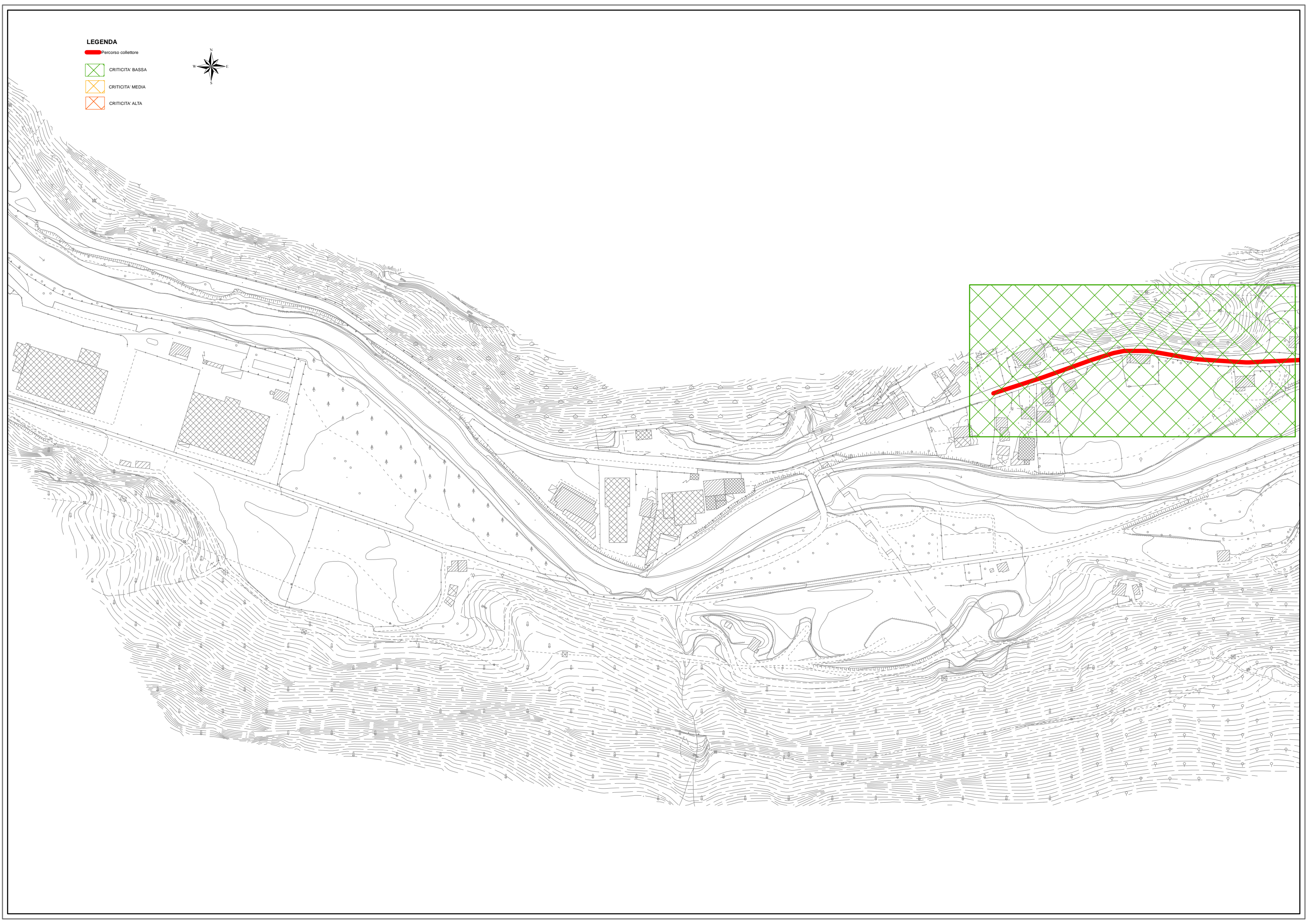
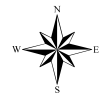
LEGENDA

 Percorso collettore

 CRITICITA' BASSA


 CRITICITA' MEDIA

 CRITICITA' ALTA





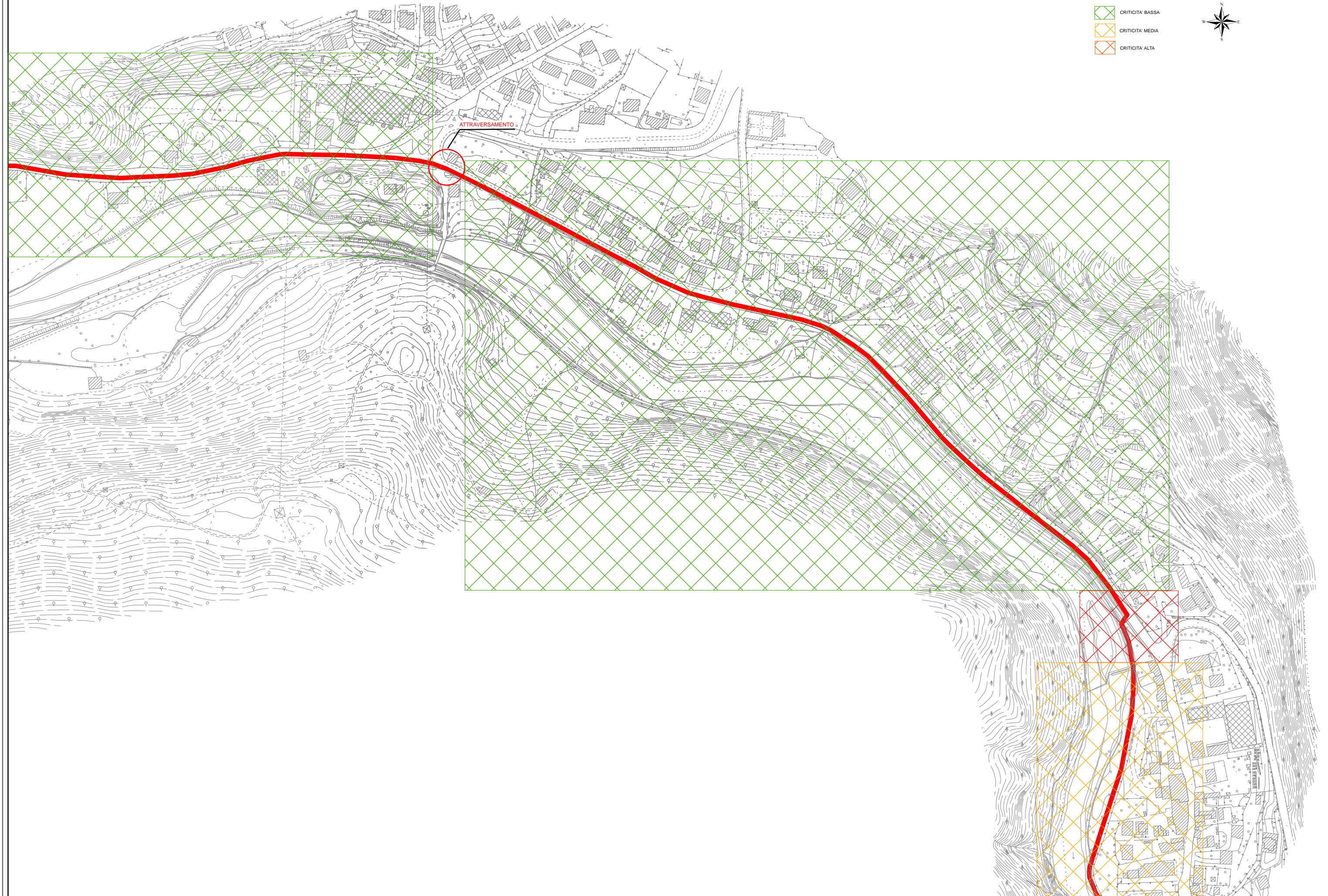
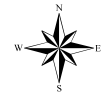
LEGENDA

 Percorso collettore

 CRITICITA' BASSA


 CRITICITA' MEDIA

 CRITICITA' ALTA






LEGENDA

 Percorso collettore

 CRITICITA' BASSA

 CRITICITA' MEDIA

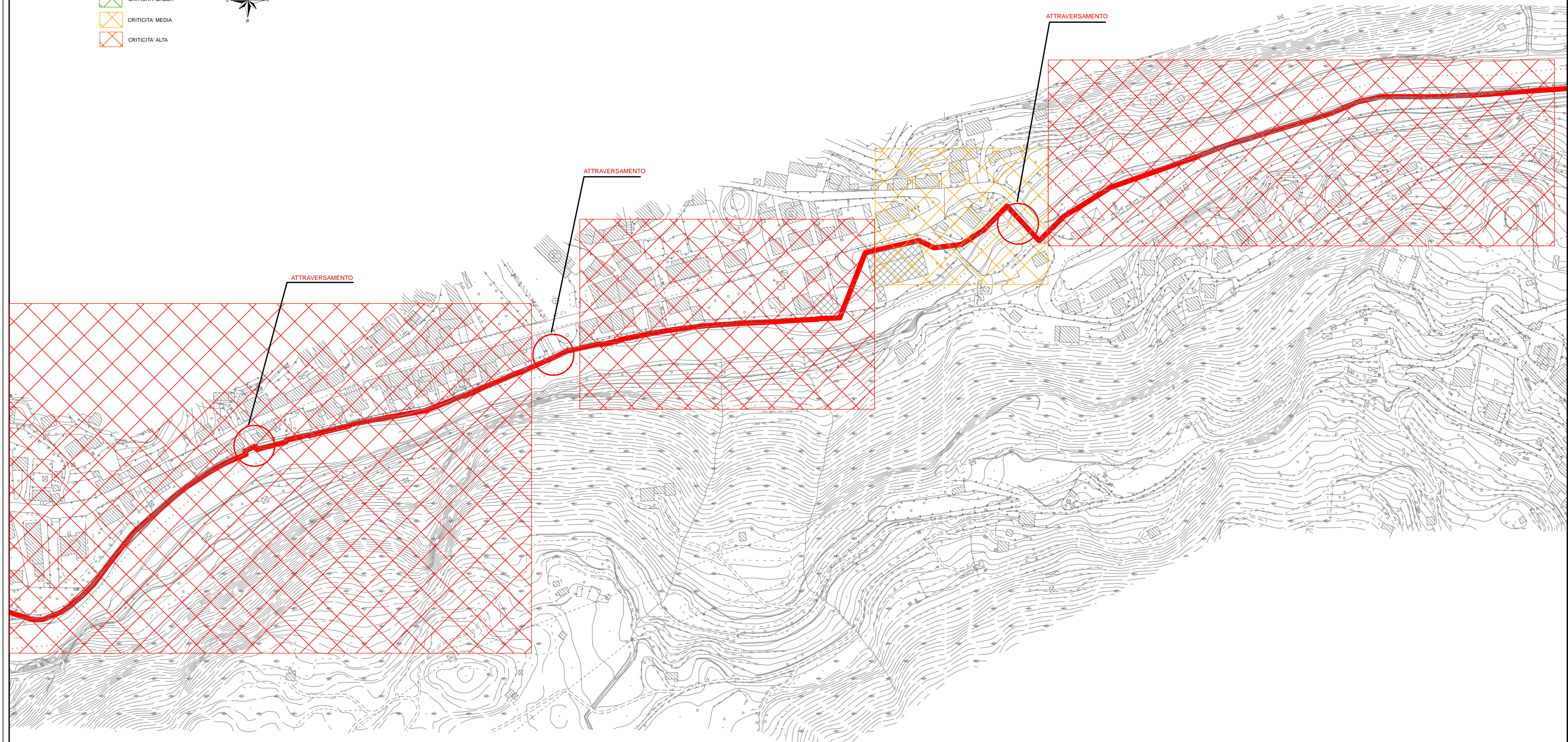
 CRITICITA' ALTA



ATTRAVERSAMENTO

ATTRAVERSAMENTO

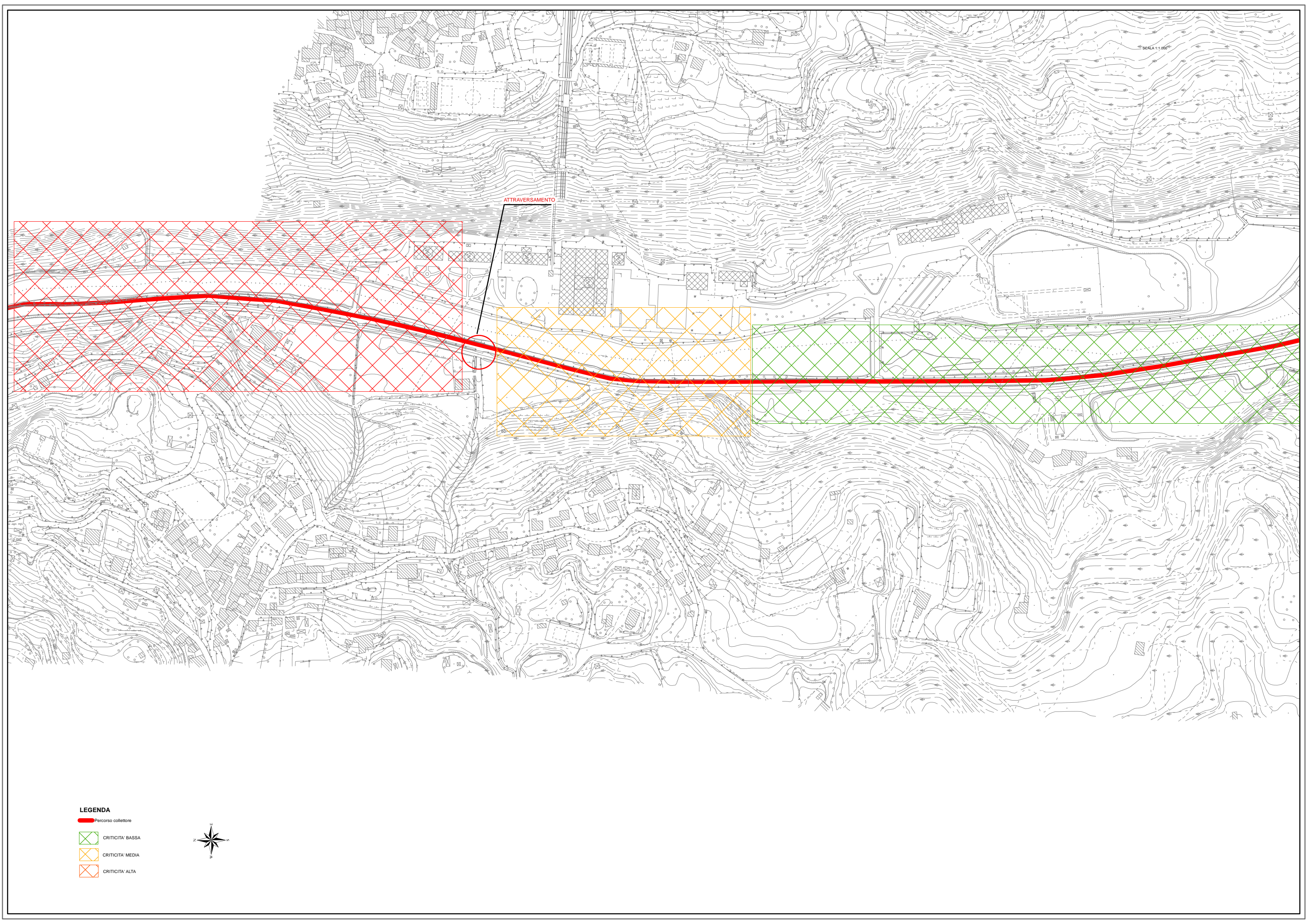
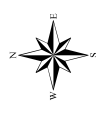
ATTRAVERSAMENTO





ATTRAVERSAMENTO

- LEGENDA**
-  Percorso collettore
  -  CRITICITA' BASSA
  -  CRITICITA' MEDIA
  -  CRITICITA' ALTA



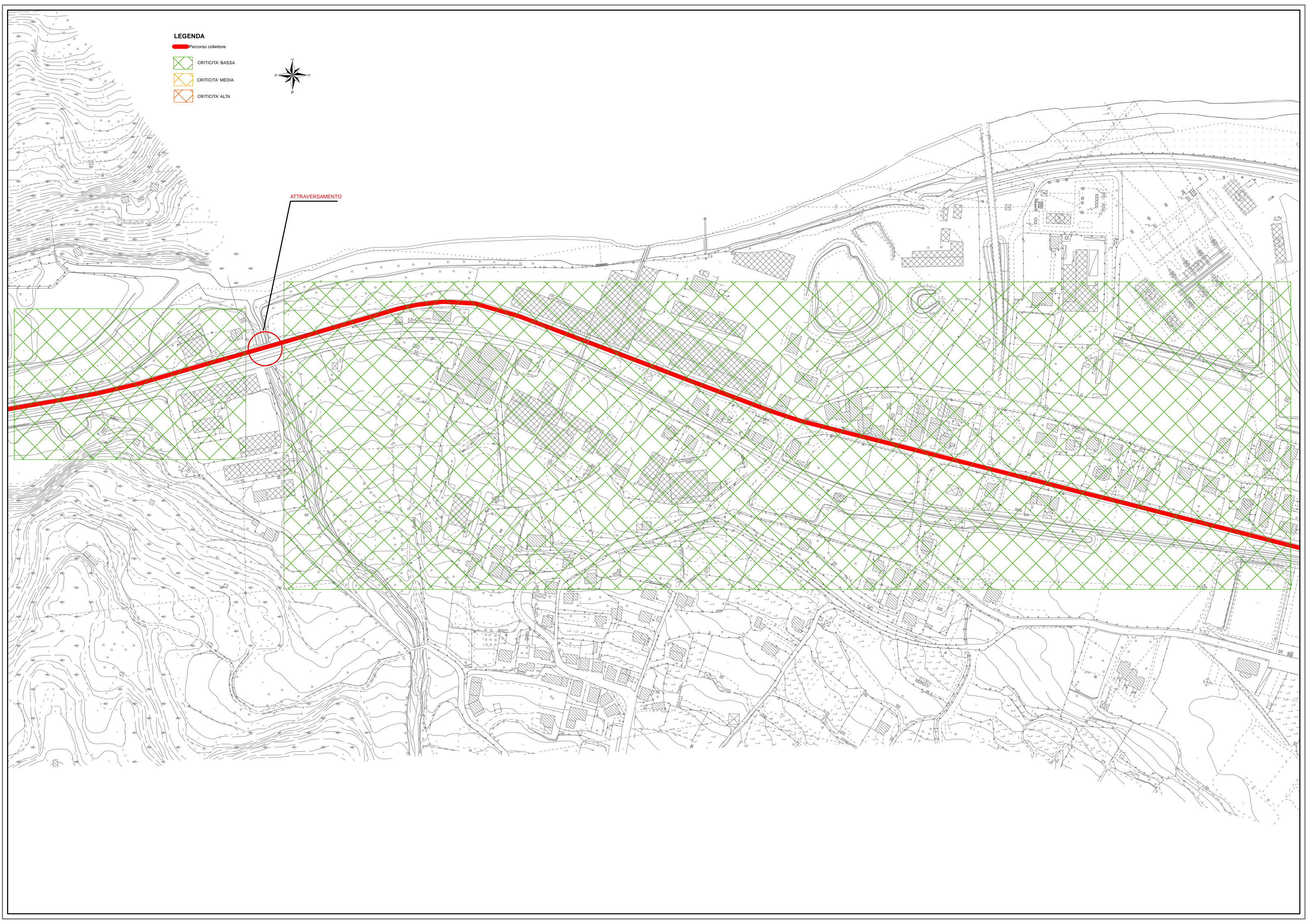


**LEGENDA**

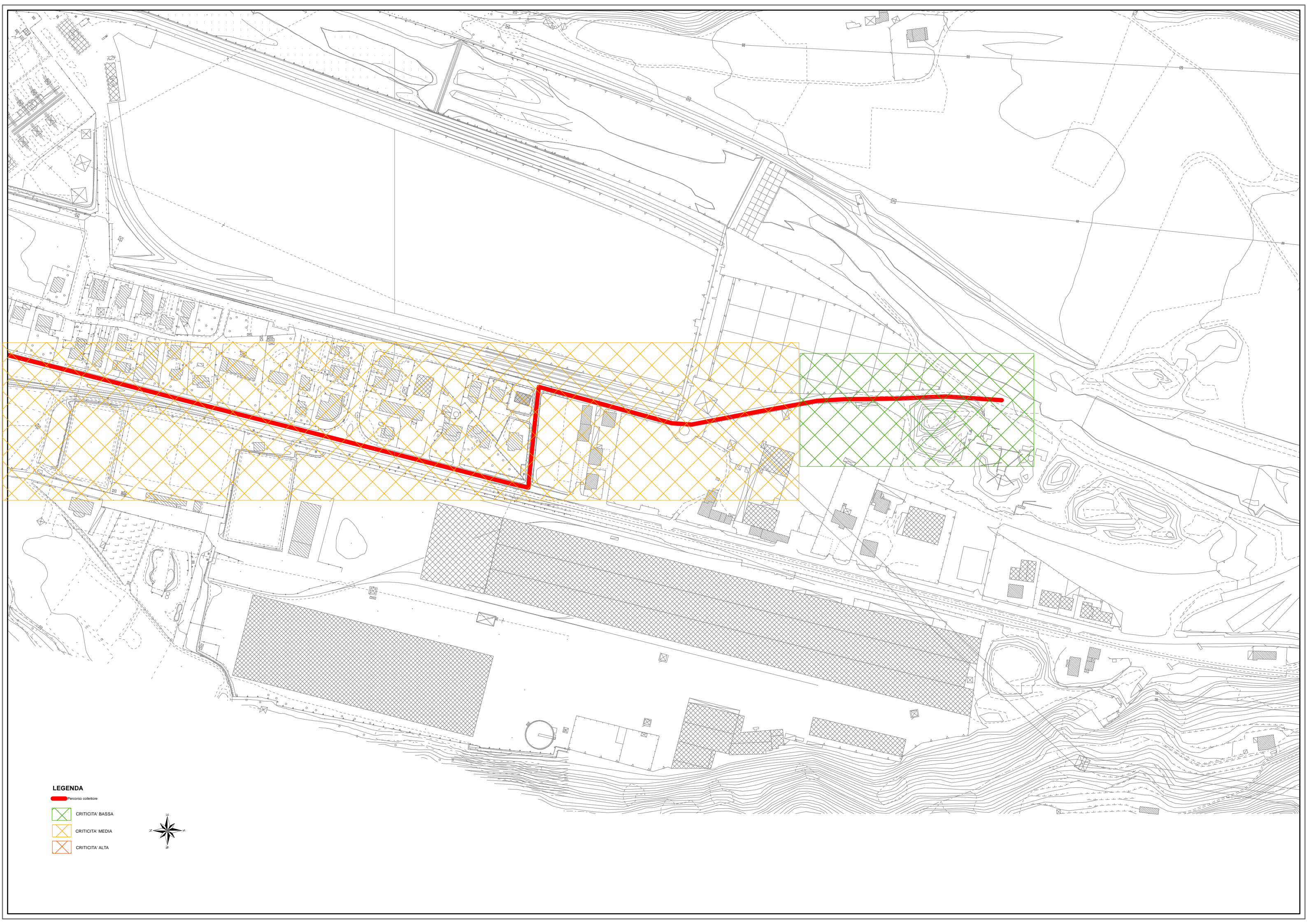
-  Percorso collettore
-  CRITICITA' BASSA
-  CRITICITA' MEDIA
-  CRITICITA' ALTA



ATTRAVERSAMENTO







LEGENDA

-  Percorso collettore
-  CRITICITA' BASSA
-  CRITICITA' MEDIA
-  CRITICITA' ALTA

