

Studio di compatibilità idraulica

Linee a 132 kV a Semplice Terna

“Pessina – FS Cremona” T. 657
“Pessina – Canneto sull’Oglio” T. 181
“Asola – Canneto sull’Oglio” T. 184

Progetto di realizzazione delle linee aeree a 132 kV
nell'area ad est di Cremona, previsto dal Piano di Sviluppo
della rete di trasmissione nazionale,
in Provincia di Cremona e di Mantova

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

GEOLINE
MEASUREMENTS
Via Solferino, 8 - 26012 Castelleone (CR)
Tel. 0374 57988 - Fax 0374 358368
C.F.: DND SNT 58R16 C153N - P.IVA: 01485420182
geoline.castelleone@gmail.com



Unità Progettazione Realizzazione Impianti.
Il Responsabile
P. Zanni
(P. ZANNI)

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 27/02/2015	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato	Verificato	Approvato
GEOLINE Dott. G. BASSI	F. Pedrinazzi DTNO-UPRI-Team Linee	P. Zanni DTNO-UPRI

Studio di compatibilità idraulica

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO FISICO ED IDROGRAFICO	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	6
3.1	Inquadramento geologico	6
3.2	Inquadramento idrogeologico	8
4	VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA.....	10
5	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	13

Studio di compatibilità idraulica

1 PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di definire i contenuti dello Studio di Compatibilità Idraulica per le infrastrutture elettriche di progetto ricadenti in aree sottoposte a vincolo idrogeologico con forte rischio di esondazione.

Parte del tracciato in esame ricade in un'area con vincolo idrogeologico con forte rischio di esondazione.

Si considera la porzione di elettrodotto che attraversa il fiume Oglio, in particolare il nuovo palo 65N a cavallo dell'alveo del fiume Oglio in sostituzione dei pali 083 e 084 del tracciato attuale (vedi planimetria seguente – fig. 1.1).

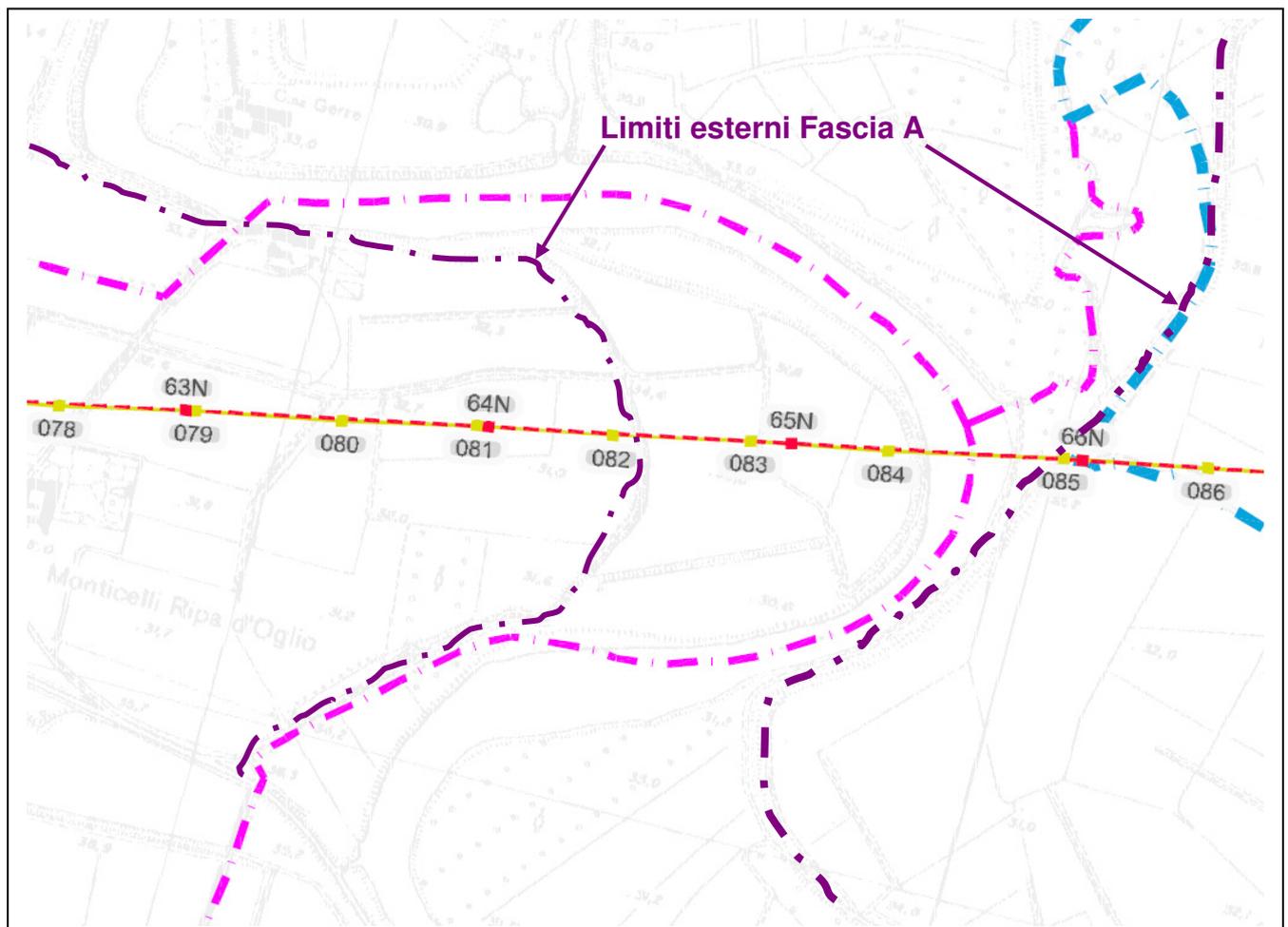


Figura 1.1 Planimetria del nuovo tracciato in attraversamento del fiume Oglio.

Lo Studio di Compatibilità Idraulica è eseguito in quanto parte dell'elettrodotto ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico con forte rischio di esondazione o in Fascia A del PAI, ai

 <small>T E R N A G R O U P</small>	Progetto di realizzazione delle linee aeree a 132 kV nell'area ad est di Cremona, previsto dal Piano di Sviluppo della rete di trasmissione nazionale, in Provincia di Cremona e di Mantova Studio di compatibilità idraulica	Codifica RE23181B1BBX00107	
		Rev. N° 00 del 27/02/2015	Pag. 4 di 14

fini dell'ottenimento dell'autorizzazione all'esecuzione delle seguenti infrastrutture elettriche tipo elettrodotti aerei.

Lo Studio di Compatibilità Idraulica verifica l'ammissibilità degli interventi progettuali considerando le interferenze che questi hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove trasformazioni d'uso del suolo possono determinare. Lo studio idraulico si basa sulla documentazione e sui dati messi a disposizione da AdBPo (Autorità di Bacino fiume Po) ovvero, delle indicazioni del *Piano per l'Assetto Idrogeologico (e relative Norme di Attuazione e Linee Guida)*, inteso come strumento basilare della politica di assetto territoriale.

2 INQUADRAMENTO FISICO ED IDROGRAFICO

Il bacino idrografico dell'Oglio ha una superficie di circa 6.360 km² (9% della superficie del bacino del fiume Po), il 54% dei quali in ambito montano. Il bacino del fiume Oglio si estende dai passi Gavià e Tonale fino alla confluenza in Po in località Torre d'Oglio (Mn). La denominazione di fiume Oglio si origina a Ponte di Legno, alla confluenza dei torrenti Frigidolfo, proveniente dal Gavia e Norcanello, proveniente dalla Val Sozzine. Percorre la Val Camonica immettendosi nel Lago d'Iseo a Pisogne. Esce poi dal Lago tra Sarnico (Bg) e Paratico (Bs) e confluisce nel fiume Po poco a monte di Borgoforte dopo aver percorso complessivamente 280 km.

Nel tratto sopralacuale l'Oglio riceve numerosi affluenti, fra i quali i più importanti di sinistra sono i torrenti Val Paghera, Val Moranda, Val Finale e Val Foppa, Val D'Avio, Grigna, Inferno, Rovinazza, Re di Gianico, Re di Artogne e Val Palot; in destra i torrenti Val Grande, Ogliolo di Monno della Val Dorena, Fiumicello, Ogliolo di Corteno, Dezzo, Ogne e Supine. I più importanti affluenti dell'Oglio sottolacuale sono i fiumi Mella e Chiese.

Dalla confluenza del Mella all'immissione in Po, l'Oglio è delimitato sia in destra che in sinistra da arginature pressoché continue, con brevi interruzioni nelle aree già naturalmente rilevate; le arginature a monte della confluenza del Chiese sono piuttosto distanti, con zone di golena relativamente ampie; tra il Chiese e Bocca le Chiaviche si stringono notevolmente fino a coincidere con le sponde; oltre agli argini principali esistono anche una serie di argini secondari a protezione di aree agricole e di alcune cascate in golena.

Infine dalla confluenza del Mella alla confluenza in Po, l'Oglio è caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione, in relazione alla presenza continua di argini; presenta rischi di esondazione in rapporto agli argini non sempre adeguati in quota e alla limitazione delle aree di espansione anche determinata dalle infrastrutture viarie interferenti. Aree a rischio di

Studio di compatibilità idraulica

inondazione sono individuabili in prossimità della confluenza del Mella, di Ostiano, Gabbioneta, Carzaghetto e in prossimità della immissione in Po. Problemi di instabilità planimetrica sono presenti a livello puntuale in corrispondenza della confluenza del Chiese e in prossimità di Acquanegra e di Marcaria. Inoltre in corrispondenza della confluenza in Po, l'alveo manifesta una rilevante instabilità del fondo per effetto dell'abbassamento di quello del Po, valutabile in 2-3 m.

Nel fiume Oglio dalla confluenza del Mella alla confluenza in Po sono presenti rischi di esondazione in rapporto agli argini non sempre adeguati in quota e alla limitazione delle aree di espansione anche determinata dalle infrastrutture viarie interferenti.



Figura 2.1: Fiume Oglio .

 T E R N A G R O U P	Progetto di realizzazione delle linee aeree a 132 kV nell'area ad est di Cremona, previsto dal Piano di Sviluppo della rete di trasmissione nazionale, in Provincia di Cremona e di Mantova Studio di compatibilità idraulica	Codifica RE23181B1BBX00107	
		Rev. N° 00 del 27/02/2015	Pag. 6 di 14

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

3.1 Inquadramento geologico

La geologia di questo tratto di pianura lombarda è strettamente influenzata dall'alternanza delle azioni di deposito ed erosione dei corsi d'acqua (fiumi Po a sud e Oglio a nord), connessi ai complessi fenomeni climatici che si sono susseguiti dal Pleistocene ai nostri giorni.

Nella pianura cremonese e mantovana sono attualmente riconoscibili una serie di terrazzi fluviali la cui successione altimetrica risponde alla regola: la quota è tanto maggiore quanto più antica è l'età del terrazzo; inoltre tanto più antica è l'età del terrazzo più ridotta sarà la sua estensione attuale, in quanto sottoposto all'azione erosiva negli stadi interglaciali successivi.

La successione dei terrazzi nella pianura lodigiana è la seguente:

Fluviale Mindel: superfici più antiche e poste a quote maggiori,

Fluviale Riss: superfici intermedie per quota ed età,

Fluviale Würm: superfici più recenti e disposte a quote inferiori.

Quest' ultima costituisce il "Livello fondamentale della pianura o piano generale terrazzato (PGT)", risultato dell'ultima fase dell' esteso colmamento della pianura. Successivamente a tale colmamento alluvionale, nel corso del cataglaciale (fase di ripresa termica dopo il periodo freddo) würmiano, ha avuto inizio un ciclo prevalentemente erosivo protrattosi nell'Olocene, che ha determinato la formazione delle alte scarpate morfologiche che, incidendo il (PGT), delimitano le valli dei principali fiumi occupate, a loro volta, dai successivi depositi alluvionali medio recenti (fig. 1).

Inquadramento locale

In Fig. 3.1 si nota che il tracciato della linea aerea attraversa sia depositi alluvioni fluvioglaciali e fluviali, caratterizzati da depositi sabbiosi con lenti limose e sottili livelli ghiaiosi e con strato di alterazione superficiale di debole spessore generalmente brunastro, condizioni tipiche del Livello Fondamentale della Pianura, sia le alluvioni recenti del fiume Oglio.

In particolare si nota che il tracciato dell'elettrodotto in discussione attraversa le seguenti unità geomorfologiche (Carta geologica e geomorfologica All. DE23181B1BBX00108) della porzione meridionale di pianura con aree stabili e idrografia di tipo meandriforme (bassa pianura sabbiosa) e della valle alluvionale del fiume Oglio.

Studio di compatibilità idraulica

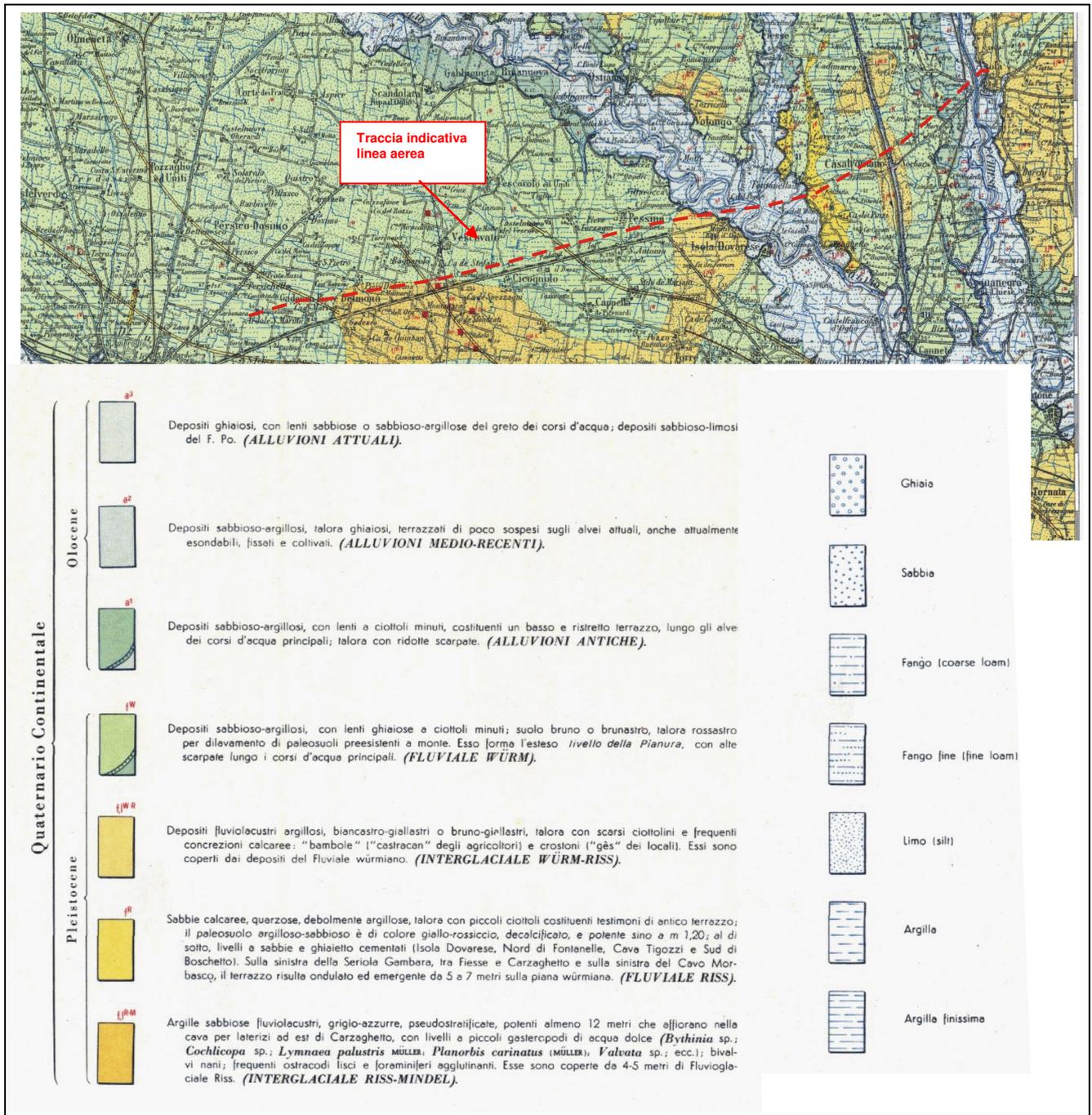


Fig. 3.1: Estratto da Carta Geologica d'Italia 1:100.000, F61, Cremona.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	Progetto di realizzazione delle linee aeree a 132 kV nell'area ad est di Cremona, previsto dal Piano di Sviluppo della rete di trasmissione nazionale, in Provincia di Cremona e di Mantova Studio di compatibilità idraulica	Codifica RE23181B1BBX00107	
		Rev. N° 00 del 27/02/2015	Pag. 8 di 14

3.2 Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico del territorio cremonese-mantovano (Fig. 3.2 – Carta idrogeologica All. DE23181B1BBX00109) è dominato dall'azione drenante del fiume Oglio e del Po non meno che dalle scarpate create dalla sua attività erosiva.

La soggiacenza della falda varia notevolmente da un settore morfologico all'altro, soprattutto, a causa dell'elevazione delle aree e della distanza relativa dalle numerose scarpate.

In particolare nell'area in esame la soggiacenza varia meno di -1.00 m nella porzione interessata dalle valli alluvionali recenti del tracciato fino ad una soggiacenza anche maggiore di 5 m nella porzione caratterizzata dal livello fondamentale della pianura – piana fluvio-glaciale.

Al piede delle scarpate morfologiche la falda è subaffiorante e si mantiene a meno di 3 m di profondità su gran parte della piana alluvionale, ad eccezione delle aree più prossime alla scarpata del corso attivo dell'Oglio; ovviamente tali profondità possono diminuire significativamente durante fasi di piena prolungate.

In prossimità della sommità dell'orlo del terrazzo morfologico, si è osservato che il pelo libero dell'acquifero, soggiace anche 8-10 m da p.c..

Il flusso della falda superficiale ha andamento generale da NNO a SSE nel territorio cremonese, mentre in provincia di Mantova tende a verticalizzarsi orientandosi in direzione N-S, risentendo maggiormente dell'azione drenante del fiume Oglio.

Il regime della falda, come per tutta la bassa pianura, è caratterizzato da minimi invernali e da massimi primaverili estivi, legati prevalentemente alla fase di irrigazione dei campi. Il livello di falda è ovviamente influenzato dal regime di precipitazioni e dalle fasi di piena dell'Oglio e del Po, soprattutto nelle zone ad essi limitrofe.

La differenza tra livelli di falda massimi e minimi è nell'ordine del metro, con oscillazioni maggiori nelle zone prossime ai fiumi e in corrispondenza di periodi di piena.

Studio di compatibilità idraulica

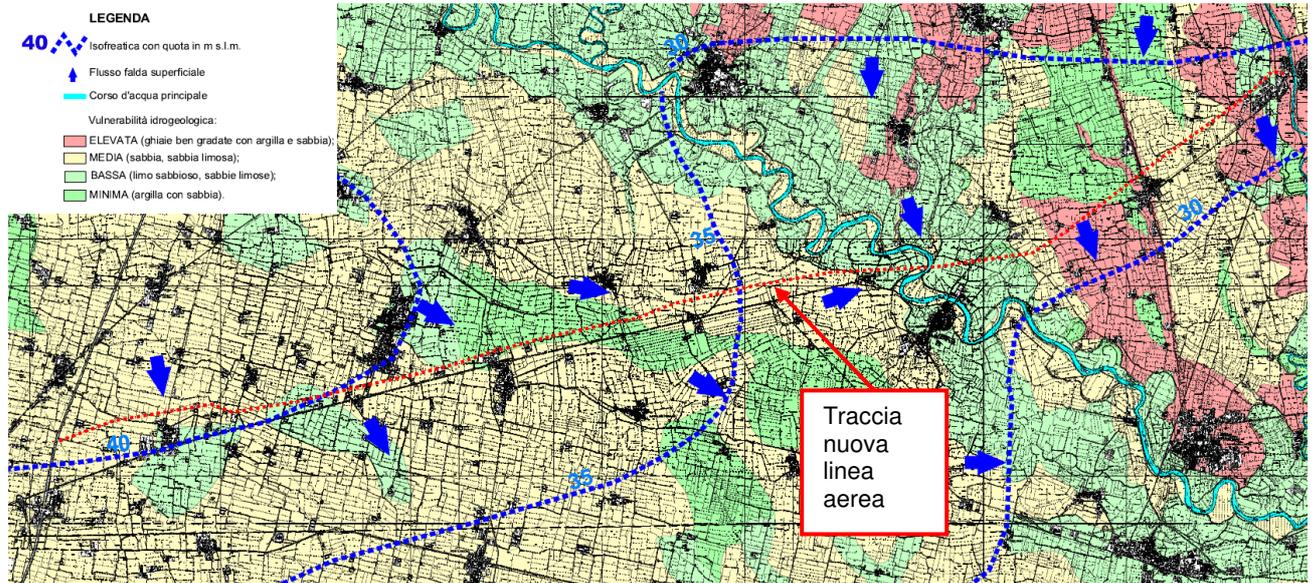


Fig. 3.1 – Carta idrogeologica

In Fig. 3.2 è riportata la suddivisione del territorio sulla base della soggiacenza della falda superficiale e della sua vulnerabilità, funzione della granulometria dei sedimenti superficiali; vi sono indicate le principali direzioni di deflusso.

In base a quanto osservato si indica il seguente modello idrogeologico di riferimento, basato sulla suddivisione del sottosuolo in due distinte litozone:

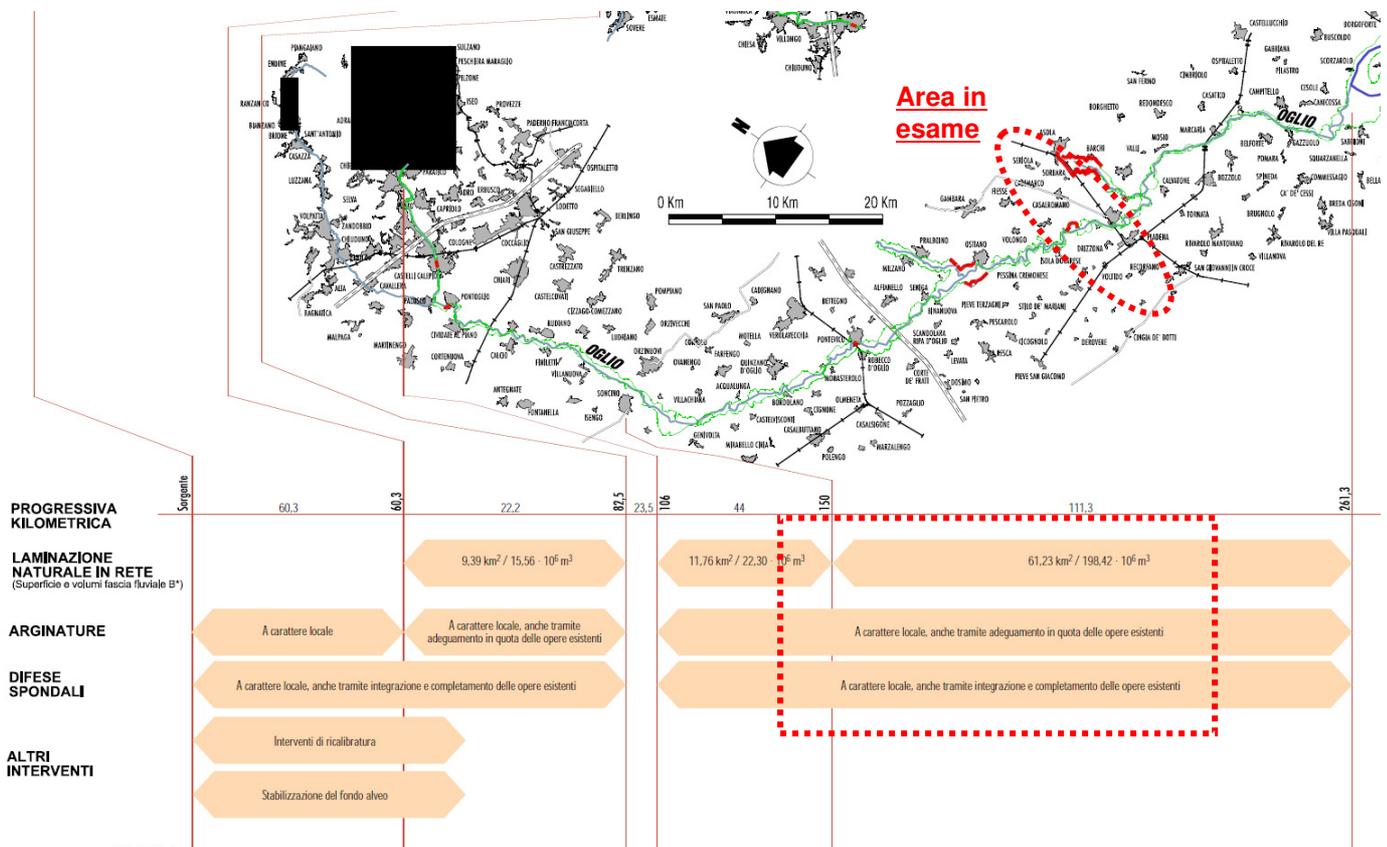
- **litozona superficiale**: sede di falda freatica o semifreatica, costituita da facies a sabbie prevalenti con ghiaie. La potenza di strato è di 40-70 m, l'alimentazione dell'acquifero sotterraneo è diretta, dalla superficie immanente, per infiltrazione di acqua meteorica o irrigua. Vulnerabilità molto elevata;
- **litozona intermedia**: ospita falde più semiartesiane verso il tetto, decisamente artesiane verso il letto della litozona, che può collocarsi a 100-120 m. Sabbie alternate a livelli argillosi con torbe denunciano ambiente di deposizione di transizione tra continente e mare. Le falde sono sufficientemente ricche di acque ed alimentate per infiltrazione non dalla superficie immanente ma da zone remote o dalla falda soprastante. Buona la protezione costituita dagli acquicchiusi potenti 10-20 m.

La permeabilità media dei primi 15 m di terreno, analizzando le informazioni pedologiche, è pari a $K = 10^{-3}-10^{-5}$ m/s, tipica di sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita.

Studio di compatibilità idraulica

4 VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA

Qui di seguito si analizzano gli interventi dell'asta del fiume Oglio, in corrispondenza dell'area interessata dal tracciato. Nella planimetria che segue sono rappresentate le arginature, le difese spondali e la laminazione naturale in rete (tratto da LINEE GENERALI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E QUADRO DEGLI INTERVENTI BACINO DELL' OGLIO – Autorità di Bacino Fiume Po).



Il valico dell'Oglio da parte dell'elettrodotto rientra in un'area con laminazione naturale in rete caratterizzata da una superficie di 61.23 km², per un volume di 198.42 x 10⁶ m³. La fascia di esondazione (fasce A e B) è individuata dai limiti morfologici naturali di contenimento della piena di riferimento fino alla confluenza del Mella; a valle di essa dalle opere di contenimento dei livelli esistenti e in progetto. Gli interventi strutturali individuati sono costituiti da:

- contenimento dei livelli di piena per tempo di ritorno 200 anni mediante nuova realizzazione e adeguamento delle arginature esistenti in prossimità di Pontevico, della confluenza del Mella, in corrispondenza e a valle di Ostiano, di Gabbioneta, di Carzaghetto e in corrispondenza dell'immissione in Po;

Studio di compatibilità idraulica

b) integrazione e completamento di opere di difesa spondale esistenti e realizzazione di nuove opere con funzione di contenimento a livello locale dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo.

Si considerano inoltre le sezioni del rilievo fluviale dell'Oglio eseguito dall'Agenzia Interregionale per il fiume Po (2002) in cui si evidenziano i profili delle sezioni prossime al tracciato in esame. La planimetria dell'ubicazione delle sezioni è riportata nella figura che segue:

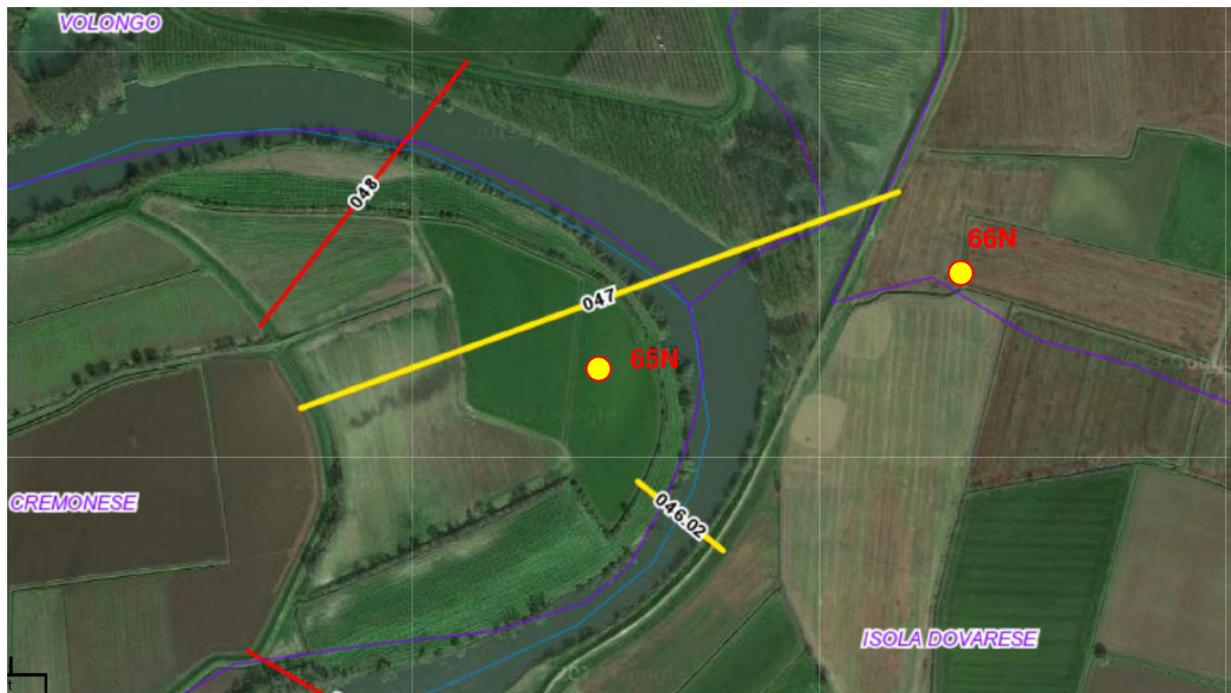


Fig. 4.1 – Ubicazione sezioni AIPO considerate (047- 046.02) con evidenziati i nuovi pali del tracciato (65N – 66N).

In fig. 4.2 sono riportate le sezioni 047 e 0.46.02, per valutare la possibile massima onda di piena in funzione dell'altezza delle opere arginali presenti a monte e a valle dei nuovi pali e la morfologia del territorio in esame.

Dalle sezioni è possibile individuare la zona *di deflusso della piena* costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena; questa zona è delimitata dal tracciato dell'argine ad ovest verso l'abitato di Monticelli Ripa d'Oglio in destra.

Va considerato che l'Oglio, secondo dati AIPO, scarica nel Po la portata media elevata (137 m³/s.) con regime regolare rispetto ad altri fiumi alimentanti il fiume Po, grazie all'alimentazione alpina del suo alto corso e soprattutto alla presenza del Lago di Iseo che funge da efficace regolatore dei flussi. In estate dunque le portate minime sono

Studio di compatibilità idraulica

relativamente elevate e scendono difficilmente sotto $36 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre in autunno e in primavera le massime sono abbastanza copiose con **$425 \text{ m}^3/\text{s}$** , pur non essendo comunque particolarmente imponenti. Non mancano in ogni caso, in presenza di precipitazioni insistenti, piene anche superiori a $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

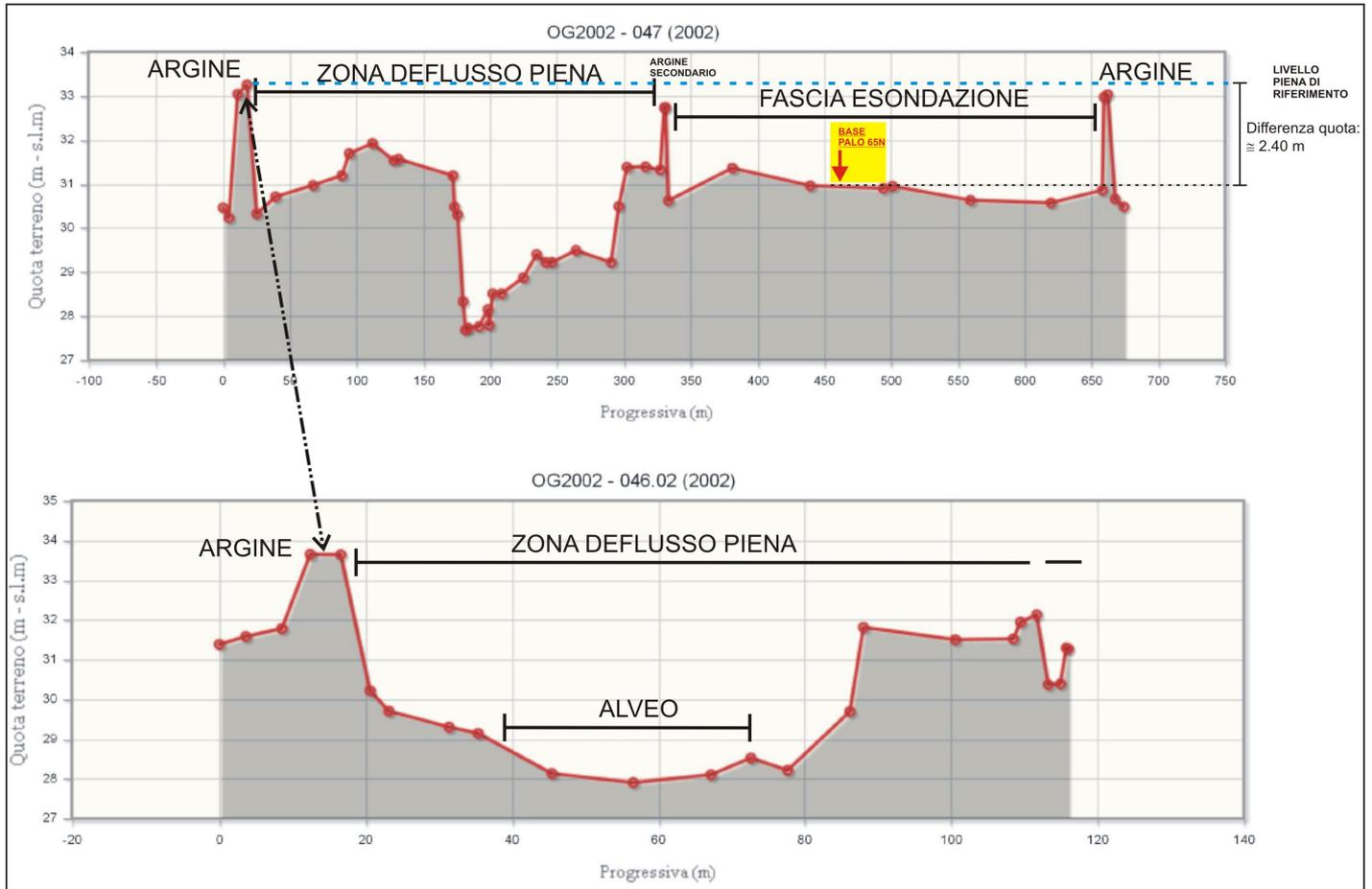


Fig. 4.2 – Sezioni AIPO considerate (047-046.02) con ubicazione palo 65N.

Il palo 65N del nuovo tracciato ricade nella fascia di esondazione del fiume Oglio compresa tra l'argine e l'alveo.

Sulla base dei confronti dei livelli di piena ottenuti con la morfologia del territorio e con il tracciamento delle aree esondabili dalla piena di riferimento, la differenza di quota tra la base del palo e il livello di piena è pari a circa 2.40 m, presupponendo la tenuta dell'argine principale.

E' possibile stimare la velocità della corrente di piena compresa tra 0.33 e 0.77 m/s considerando l'area di deflusso della sezione 047 (AIPO).

Questo definisce l'area in cui ricadrà il nuovo palo 65N con pericolosità da elevata a molto elevata.

Studio di compatibilità idraulica

5 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il nuovo palo 65N sostituirà 2 pali (083-084) del vecchio tracciato in fascia di esondazione.

Al fine di garantire la stabilità del palo 65N in caso di piena ed esondazione si dovranno prendere le seguenti misure mitigative:

Misure per evitare il danneggiamento alla struttura:

- progettare la viabilità minore interna e la disposizione del palo così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità;
- favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.

Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni del palo:

- opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione (fondazione profonda su palo anche in ghiaia e/o micropali);
- qualora non si eseguano fondazioni profonde si eseguirà un'unica platea di fondazione con estradosso modellato a in forma blandamente cupoliforme; sono da escludere fondazioni su plinti, ciò al fine di evitare erosione delle fondazioni superficiali;
- utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche;
- utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.

Il palo n. 65N ricadente in fascia A PAI, sarà posato su fondazione profonda così da evitare qualsiasi interferenza negativa sulla fondazione da parte dell'onda di piena. La platea in cls sarà opportunamente smussata e arrotondata su tutti lati e con dorso il più possibile regolare e blandamente cupoliforme così da favorire il deflusso delle acque

Studio di compatibilità idraulica

evitando il ristagno e favorendo l'allontanamento degli eventuali corpi galleggianti. Il palo n. 65N sarà soggetto a controlli più frequenti di quelli da eseguire sulla restante linea. Sarà cura del gestore rimuovere dal piede del palo gli eventuali corpi ivi depositati dalla piena.

Particolare cura sarà posta nell'eseguire getti di cls, aumentando lo spessore del copriferro onde evitare che i ferri di armatura siano messi a giorno.

Dr Giovanni Bassi, geologo

