

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 1 di 30	Rev. 0

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Gasdotto:

VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO
DN 400 (16'') – DP 24 bar
e opere connesse

*Nei Comuni di
Chivasso, Castagneto Po, San Raffaele Cimena e Brandizzo (TO)*

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

0	Emissione	Polloni	Mochi	Luminari	06/06/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 2 di 30	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
2.1	Localizzazione	5
2.2	Descrizione dell'intervento	6
3	LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI	12
3.1	Caratteri geomorfologici-idrografici.....	12
3.2	Caratteri geologici	13
4	INQUADRAMENTO IDROLOGICO - IDRAULICO	16
4.1	Caratteristiche idrologiche	16
4.2	Caratteristiche idrauliche.....	17
4.3	Velocità deflusso	19
4.3.1	Tratto a valle del ponte di Chivasso	19
4.3.2	Tratto a monte del ponte di Chivasso.....	19
5	INTERFERENZE CON PAI/PRGA.....	21
5.1	Generalità del metodo	24
5.2	Caratteristiche dei MT in progetto.....	25
6	CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	27
	ALLEGATI E ANNESSI.....	30

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 3 di 30	Rev. 0

1 PREMESSA

La presente relazione, redatta su incarico di Snam S.p.A., è relativa alla valutazione di compatibilità idraulica per la realizzazione del metanodotto “Variante Cortemaggiore - Torino (Chivasso) DN 400 (16'') – DP 24 bar” di lunghezza 7+485 km, che si snoda nel territorio dei comuni di Chivasso, Castagneto Po, San Raffaele Cimena e Brandizzo (in provincia di Torino) attraversando in subalveo due volte il fiume Po e il canale Cimena.

Tale variante è dettata dall'esigenza di posizionare la tubazione in area diversa da dove attualmente posata in sponda sinistra del F. Po, in zona meno urbanizzata. Il tracciato della variante si stacca dal metanodotto esistente in sinistra idrografica, attraversa una prima volta il F. Po, percorre il fondovalle in destra per circa 5 km e quindi riattraversa il F. Po per ricollegarsi al tracciato esistente. Gli attraversamenti del F. Po sono in subalveo ad elevata profondità, tramite l'impiego della tecnologia trenchless del *microtunneling*. Tale tecnologia viene anche utilizzata per attraversare il Canale Cimena.

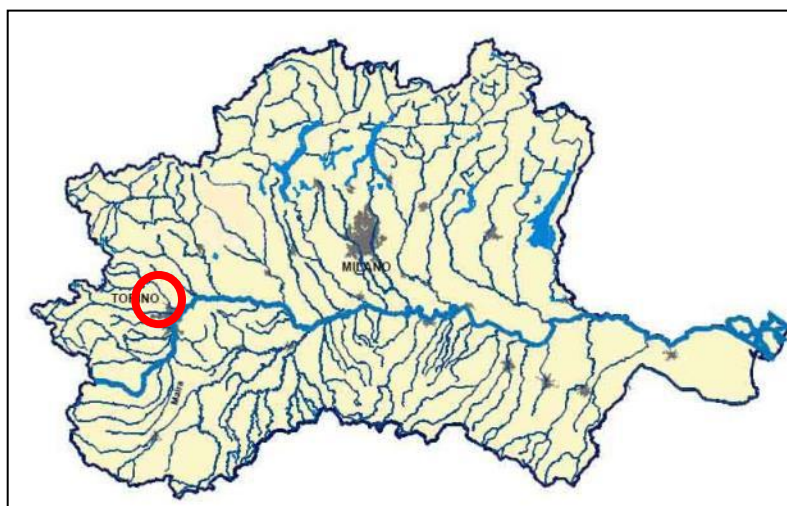


Figura 1 - Area in studio nell'ambito del bacino del F. Po

Il fondovalle del F. Po, e in particolare la zona interessata dal tracciato del metanodotto in progetto, è stato oggetto di studi idraulici nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico dall'Autorità di Bacino per il fiume Po¹, con suddivisione in fasce a diversa pericolosità aventi diversi limiti e vincoli di utilizzo, come definito nel “Piano stralcio delle fasce fluviali” approvato dalla deliberazione n. 19/1995 del 09.11.1995 dell'Autorità di Bacino del F. Po e dal DPCM del 24.07.1998, e successive modifiche tra le quali ultima è il *Progetto di aggiornamento del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico* del Bacino del Fiume Po (PAI-Po) e del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) del Distretto idrografico del Fiume Po adottato con DS 316 del 3 agosto 2021.

L'area in oggetto ricade pertanto nell'ambito della mappatura delle fasce PAI ed anche del “Piano Gestione del Rischio Alluvioni” (PGRA).

In base alla D.I. 5/2'16 di AdB Po, Allegato 1 (*Variante alle Norme di Attuazione del PAI, Coordinamento tra PAI e PGRA*) le mappe PGRA costituiscono quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI (art. 57) e si richiede coerenza delle misure tra PAI e PGRA.

¹ attualmente confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 4 di 30	Rev. 0

L'opera in progetto rappresenta una infrastruttura di interesse pubblico e, come per le infrastrutture ricadenti in fascia A e B (v. direttiva AdB Po "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", deliberazione Autorità di Bacino del Fiume Po 11 maggio 1999, aggiornata il 5 Aprile 2006), viene richiesto uno studio di compatibilità idraulica che documenti che l'intervento non costituisca ostacolo al deflusso e non limiti la capacità d'invaso del fondovalle attraversato.

Nella presente relazione vengono pertanto nel seguito illustrate le caratteristiche geomorfologiche del sito, la situazione litologica del sottosuolo, le caratteristiche idrauliche del fiume, la localizzazione dell'opera in progetto in relazione alle perimetrazioni della pericolosità idraulica stabilite dalla mappatura PGRA, argomentando in merito alla compatibilità dell'opera nei confronti della dinamica del corso d'acqua.

A tal fine ci si è basati sulla documentazione disponibile, sui risultati di una specifica indagine geognostica comprensiva di 15 sondaggi con prove di laboratorio geotecnico integrata da rilievi geofisici, condotta nel mese di Aprile 2022 dalla società Beduschi Geotecnica.

Lo studio effettuato tiene conto della legislazione, della normativa, delle raccomandazioni vigenti, e delle informazioni contenute nei seguenti documenti:

- Autorità di Bacino F. Po: Piano di Bacino, Sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità alvei fluviali" (Autorità di Bacino F. Po, 1995)
- Autorità di bacino F. Po: Piano Stralcio Fasce Fluviali (Autorità di Bacino F. Po, 1996)
- Autorità di Bacino F. Po: Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi, Bacino Secchia
- Autorità di Bacino F. Po: PAI, Cartografia di Piano
- Autorità di Bacino F. Po: Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica
- Autorità di Bacino F. Po: Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica"
- Autorità di Bacino F. Po: Piano di Gestione del Rischio idraulico PRGA
- D.M. 11 Marzo 1988: Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- CIRC. 24 Settembre 1988 n° 30483. D.M. 11 Marzo 1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni, Istruzioni per l'applicazione.
- Ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica
- Ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio: Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni
- UNI ENV 1977-1- EUROCODICE n° 7: Progettazione geotecnica
- UNI ENV 1998- 5 - EUROCODICE n° 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture: Parte 5 fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici
- D.M. 14 Gennaio 2008: Norme Tecniche per le costruzioni
- D.M. 17 Gennaio 2018: Norme Tecniche per le costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Circolare 21 gennaio 2019, n. 7. Istruzioni per l'applicazione delle NTC
- Autorità di Bacino F. Po Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del F. Po nel tratto dalla confluenza de F. Stura di Lanzo alla confluenza del F. Dora Baltea

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 5 di 30	Rev. 0

2 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1 Localizzazione

Il tracciato della variante in progetto si localizza interamente lungo il fondovalle del F. Po piemontese nel tratto a cavallo della città di Chivasso (v. Corografia in Fig. 2.1/A). Cartograficamente l'area ricade nel foglio 156040 e 156030 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10 000 (v. planimetria di progetto PG-TP-0-10100), interessando il territorio dei comuni di Chivasso, Castagneto Po, San Raffaele Cimena e Brandizzo (in provincia di Torino). In figura 2.1/B viene riportata l'ubicazione su immagine aerea Google.

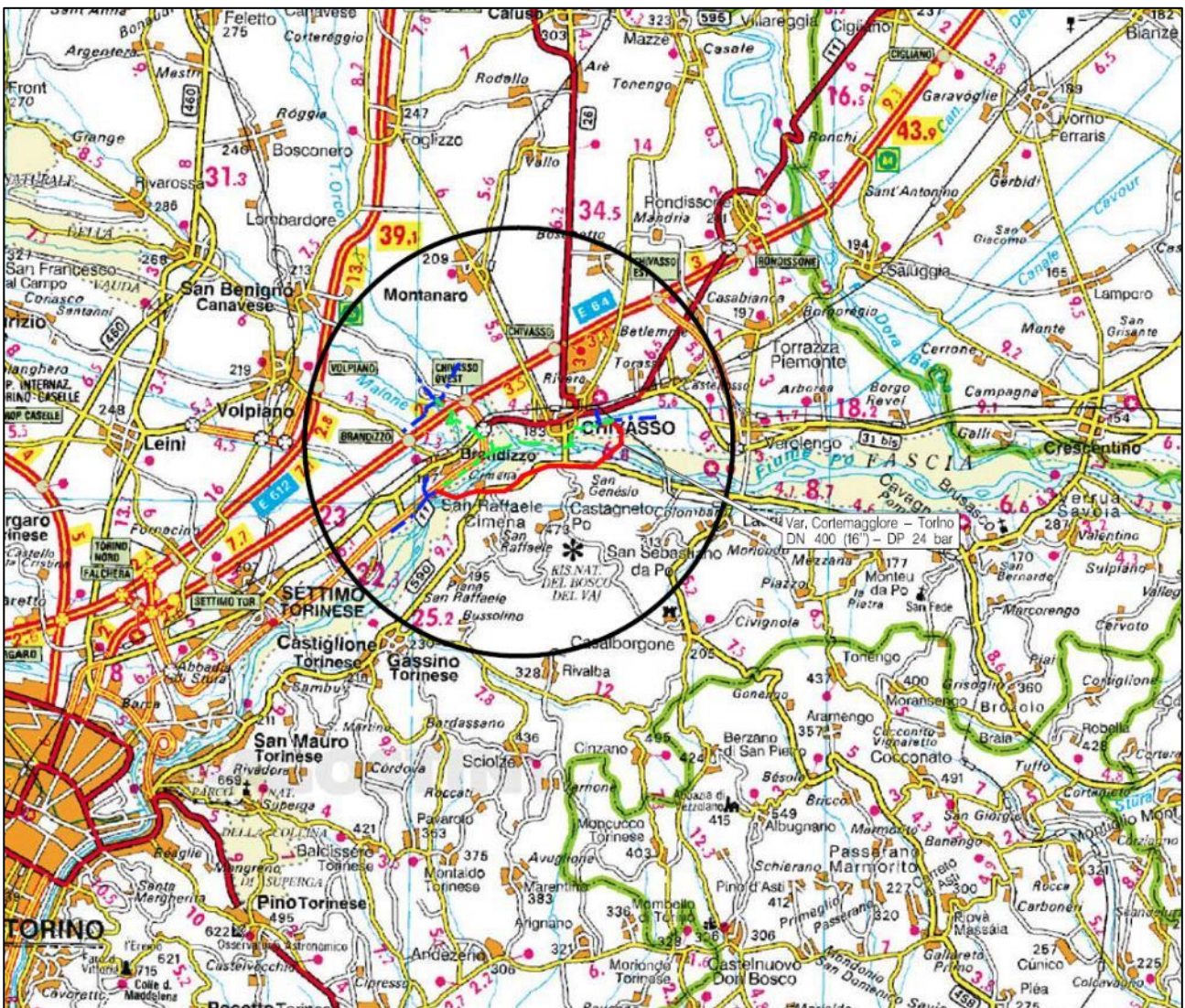


Figura 2.1/A – Corografia da Atlante TCI (tracciato metanodotto: linea rossa)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 6 di 30	Rev. 0

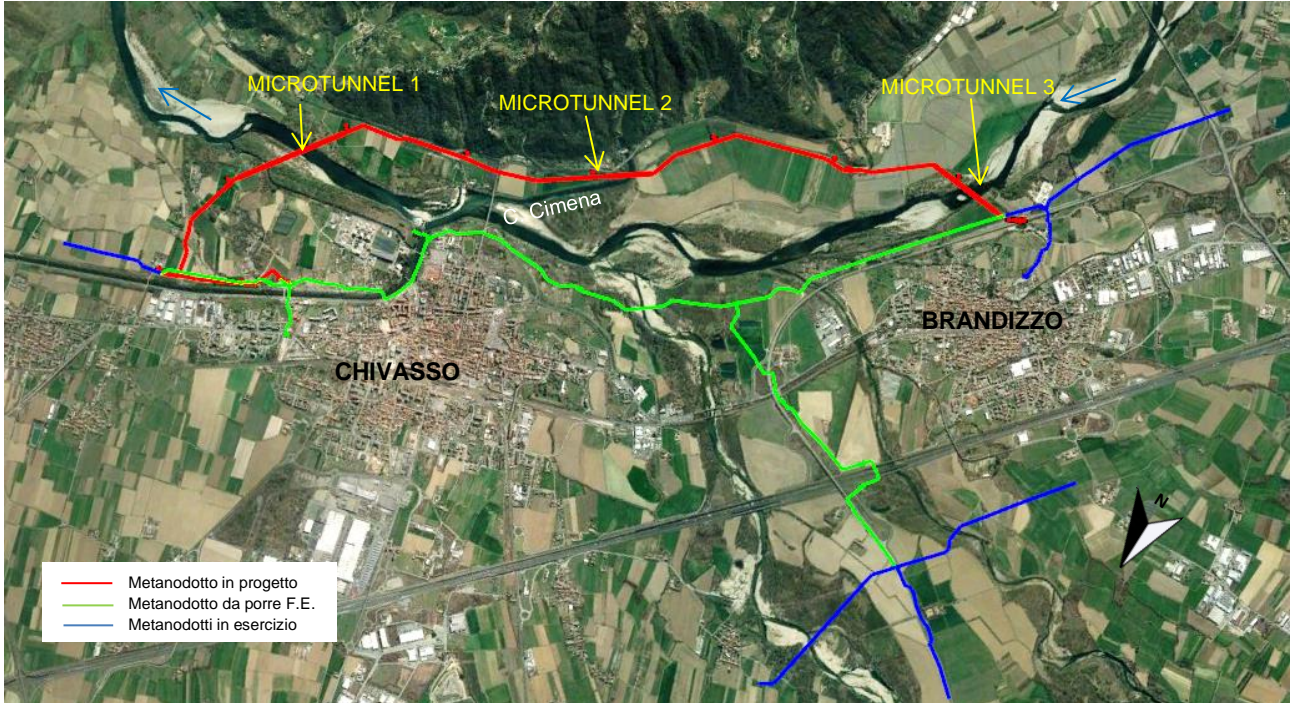


Figura 2.1/B – Immagine aerea dell'area in studio
(in rosso tracciato variante, in verde tracciato esistente in dismissione, in blu gasdotto esistente)

2.2 Descrizione dell'intervento

Il metanodotto in oggetto si localizza per l'intero sviluppo del suo tracciato, lungo 7,485 km, nel fondovalle alluvionale del fiume Po piemontese interessando terreni alluvionali pianeggianti, senza particolari elementi morfologici di rilievo, ad eccezione dell'alveo del fiume Po e di canali e fossi secondari. Esso attraversa in direzione Est-Ovest principalmente terreni coltivati a seminativo interessando i territori comunali di Chivasso, Castagneto Po, San Raffaele Cimena e Brandizzo.

Il metanodotto è una struttura del tutto interrata ad una profondità secondo la normativa non inferiore a 0.90 m (v. DM 17.04.2008). La costruzione del gasdotto consiste, per i tratti non in *trenchless*, nella posa della tubazione in una trincea scavata con mezzo meccanico e successivo rinterro della stessa; la profondità di posa nel presente progetto verrà mantenuta superiore ai valori di normativa, garantendo una copertura della tubazione non inferiore a 1.50 m.

Nella fase di scavo della trincea lo strato superficiale del terreno agrario viene accantonato separatamente per essere successivamente ricollocato in superficie.

La trincea, una volta posata la tubazione, viene riempita con il terreno di risulta degli scavi così che non saranno modificate le caratteristiche granulometrico-stratigrafiche e di permeabilità del sottosuolo.

I tratti di attraversamento del F. Po e del Canale Cimena, invece, vengono realizzati con la metodologia *trenchless* del *microtunneling* che permette di posare la tubazione anche a notevole profondità in una galleria di piccole dimensioni rivestita in anelli in c.a. pre-scavata tramite idonea testa fresante.

Nella figura di seguito allegata si riporta il tracciato del metanodotto su carta tecnica regionale (v. Fig. 2.2/A); segue la descrizione sintetica del tracciato. Per dettagli in merito si veda la specifica relazione REL-FTE-E-00005

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16”) – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 7 di 30	Rev. 0

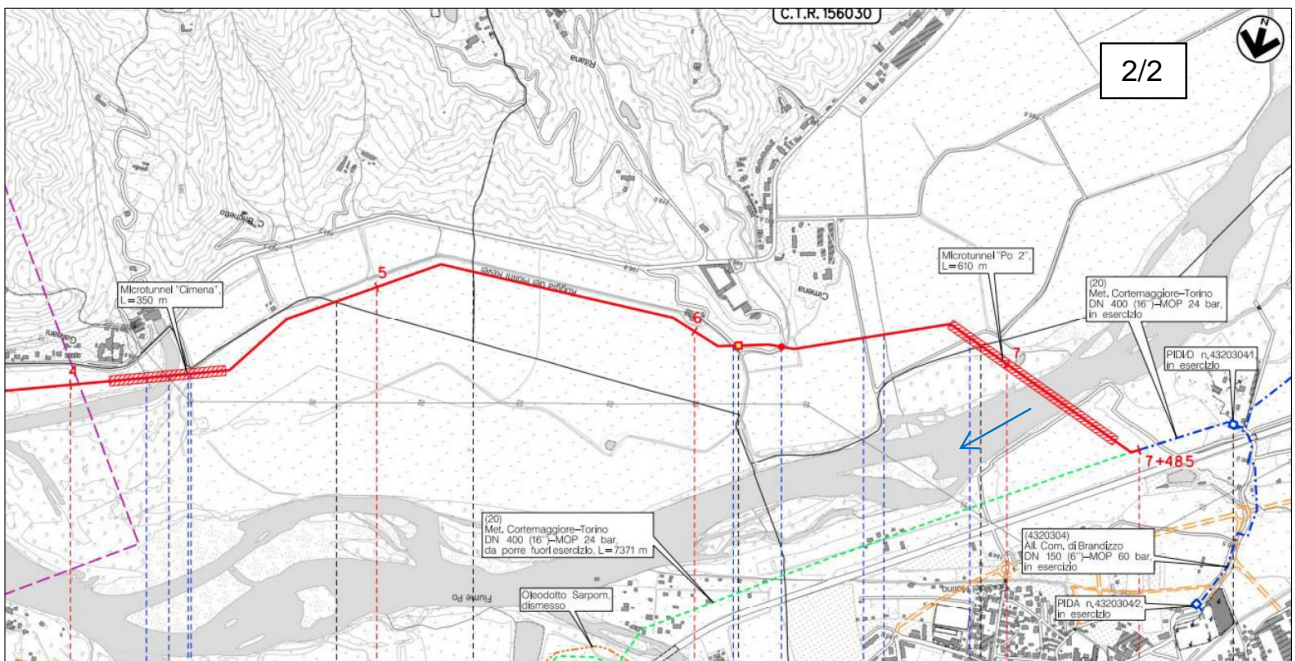
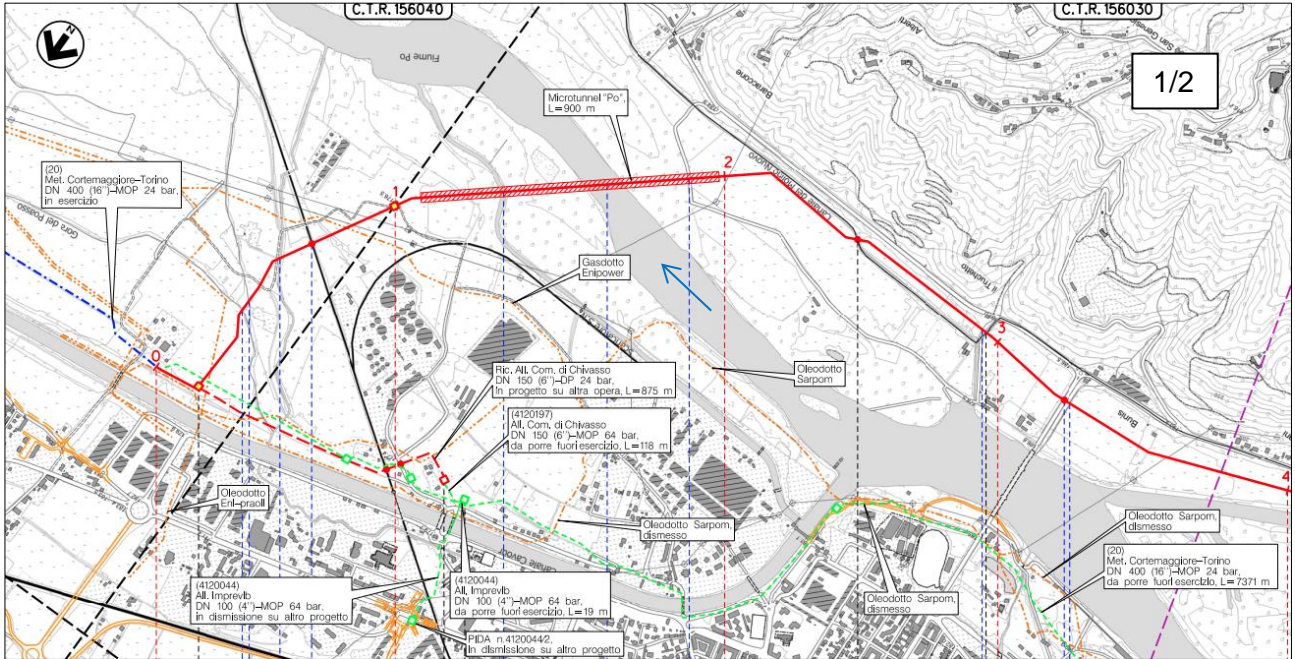


Figura 2.2/A – Stralcio della Carta Tecnica Regionale con localizzazione del tracciato di progetto (linea rossa; con tratto marcato rosso sono indicati i microtunnel)

Il tracciato in oggetto ha origine dal metanodotto esistente “(20) Cortemaggiore – Torino DN 400 (16”) – MOP 24 bar” a circa 700 m a monte dell’esistente impianto P.I.L. 20/187, nella piana alluvionale del Po in sinistra idrografica e si dirige quindi verso l’alveo del fiume per poi attraversarlo. L’attraversamento del Po è previsto in subalveo profondo tramite la tecnologia trenchless del *Microtunneling*, passando sotto il letto ad una profondità minima di 15.63 m (“*Microtunnel n. 1*”). Tale

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 8 di 30	Rev. 0

microtunnel permette anche l'attraversamento contestuale dello "Scaricatore S.N." collegato al Canale Cavour (v. Figg. 2.2/A e 2.2/B). Per dettagli si veda sezione di progetto (Dis-AT-31E-00101).



Figura 2.2/A – Immagine aerea del primo attraversamento del F. Po, microtunnel n. 1

Trenchless n. 1 – Primo attraversamento Fiume Po, L=900 m

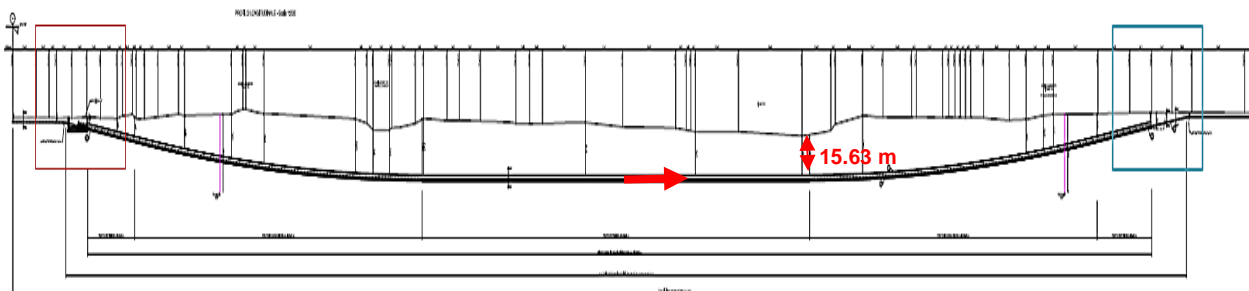


Figura 2.2/B – Sezione del primo attraversamento del F. Po, microtunnel n. 1 (scala forzata),

Attraversato il Po e passato in destra idrografica, il tracciato percorre per circa 4 km il fondovalle alluvionale, ai margini del rilievo della *Collina Torinese* in parallelismo dapprima con il Canale del Molino Nuovo, poi con la Roggia dei Molini Revel. In tale tratto il metanodotto attraversa anche il Canale Cimena in profondità tramite un microtunnel ("Microtunnel n. 2", v. Figg. 2.2/C e 2.2/D). Per dettagli si veda sezione di progetto (Dis-AT-17E-00102).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 9 di 30	Rev. 0



Figura 2.2/C – Immagine aerea dell'attraversamento del Canale Cimena, microtunnel n. 2

Trenchless n. 2 – Attraversamento Canale Cimena, L=350 m

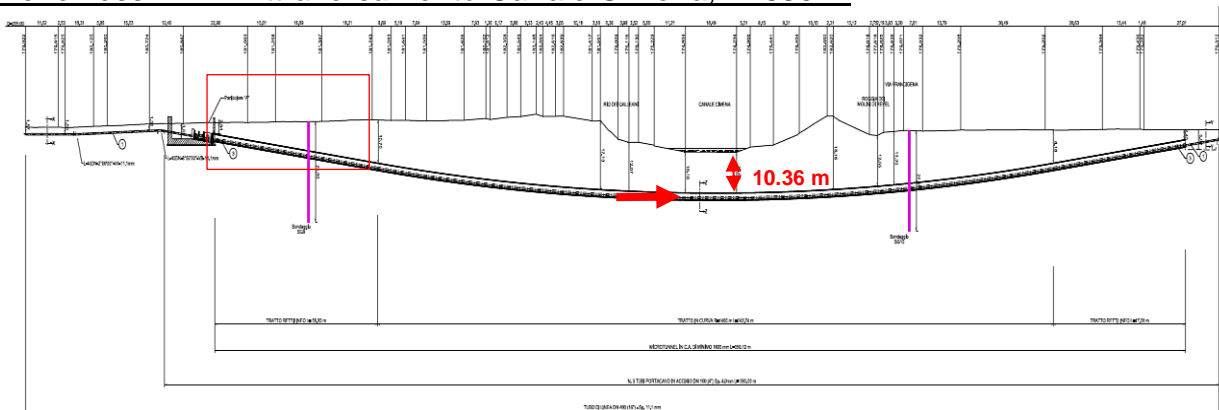


Figura 2.2/D – Sezione dell'attraversamento del Canale Cimena, microtunnel n. 2 (scala forzata)

Arrivato all'altezza del piccolo nucleo di Cimena, il tracciato si dirige verso l'alveo del F. Po, per attraversarlo in subalveo profondo tramite microtunnel ("Microtunnel n. 3", v. Figg. 2.2/E e 2.2/F). Per dettagli si veda sezione di progetto (Dis-AT-22E-00103).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 10 di 30	Rev. 0



Figura 2.2/E – Immagine aerea del secondo attraversamento del F. Po, microtunnel n. 3

Trenchless n. 3 – Secondo attraversamento Fiume Po, L=610 m

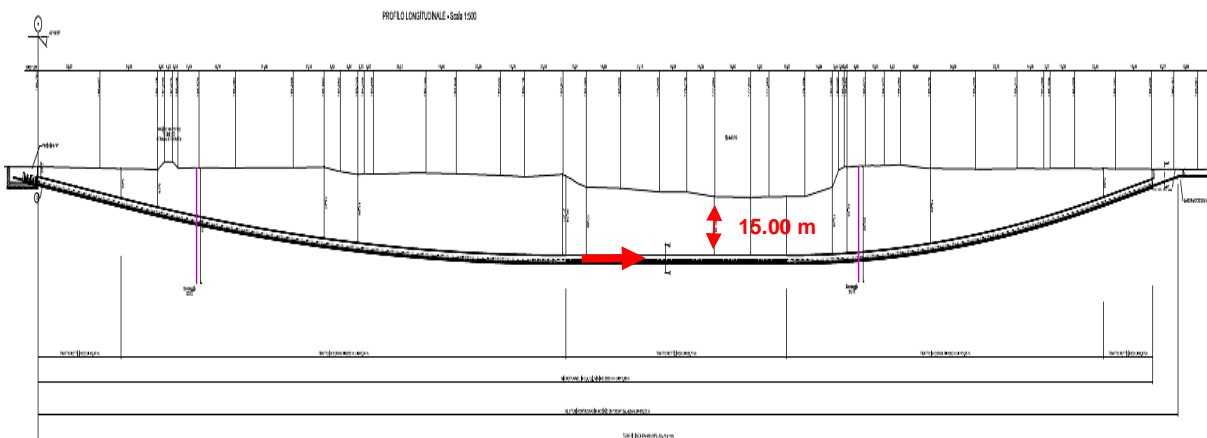


Figura 2.2/F – Sezione del secondo attraversamento del F. Po, microtunnel n. 3 (scala forzata)

Uscito dal microtunnel, dopo circa 90 metri, il tracciato giunge al termine del proprio percorso ricollegandosi - poco dopo l'impianto 20/192- al metanodotto esistente "(20) Cortemaggiore – Torino DN 400 (16'') – MOP 24 bar" nel comune di Brandizzo.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 11 di 30	Rev. 0

Oltre al gasdotto sopra descritto, l'intervento comprende anche la realizzazione dell'opera connessa *Ric. All. Comune di Chivasso*, di lunghezza pari a 884m e 3 impianti di linea di linea:

- PIDI 1 (*punto di intercettazione di derivazione importante*)
- PIL 2 (*punto di intercettazione di linea*)
- PIL 3 (*punto di intercettazione di linea*).

Essi sono costituiti da tubazioni, valvole di intercettazione e pezzi speciali, prevalentemente interrati, ubicati in area di dimensioni circa

- 8,638 m x 8,638 m per il nuovo PIDI n. 1
- 6,988 m x 8,638 m per i nuovi PIL n. 2 e n. 3

recintata con pannelli in grigliato di ferro, su cordolo di calcestruzzo armato. L'area interna di ogni impianto è pavimentata con autobloccanti prefabbricati. L'assenza di edifici e di muri perimetrali fa sì che questo tipo di impianti, recintati da una semplice rete metallica, non offrano alcun ostacolo al flusso idrico, né riduzione di capacità di invaso.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 12 di 30	Rev. 0

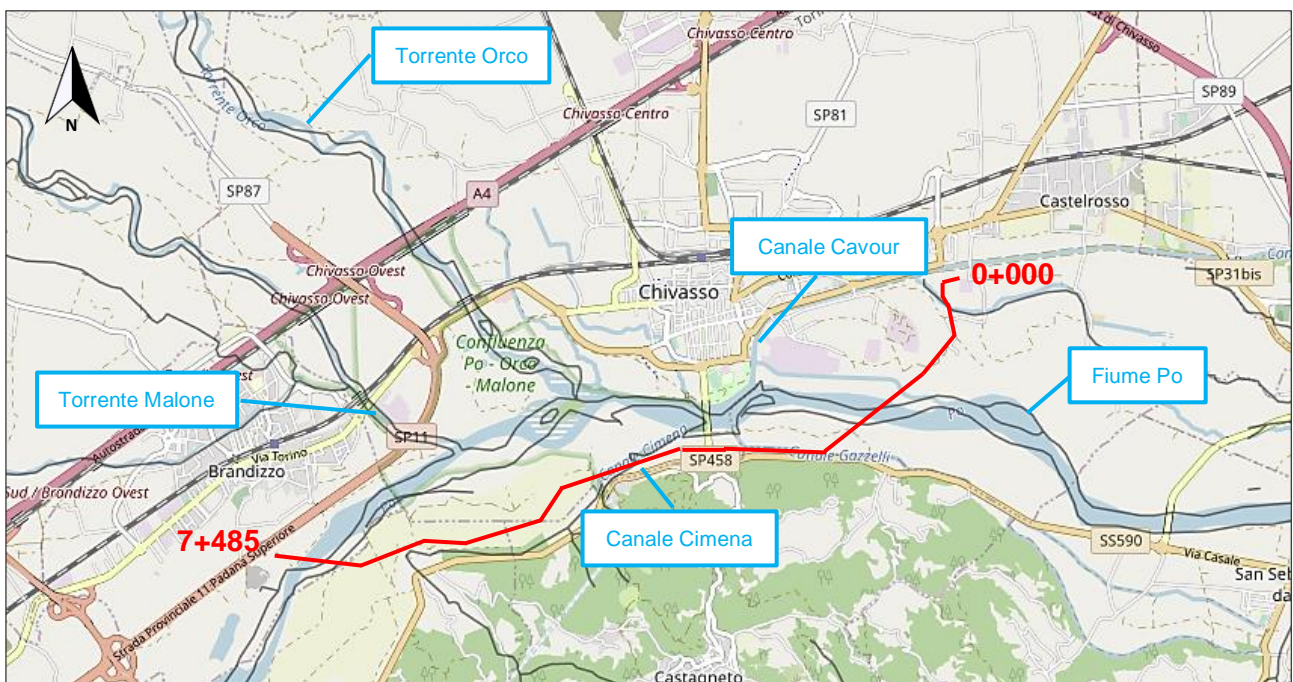
3 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI

3.1 Caratteri geomorfologici-idrografici

L'area in cui si sviluppa il metanodotto è costituita dal fondovalle del Po nell'intorno di Chivasso, nel tratto di corso in corrispondenza delle confluenze dei fiumi Malone e Orco.

La piana di fondovalle ha una larghezza dell'ordine di 1000-1500 m, limitata verso sud dai rilievi della Collina di Torino, mentre verso settentrione si raccorda dolcemente con i depositi conoidali degli affluenti di sinistra del Po, Malone, Orco e Dora Baltea.

Il reticolo idrografico della zona è riportato in figura 3.1/A; oltre ai corsi d'acqua suddetti che costituiscono la rete principale, si aggiungono il Canale Cavour, importante derivazione in sinistra a scopo principalmente irriguo con traversa e opera di presa in corrispondenza del centro di Chivasso, e il Canale Cimena, di Enel Green Power, con il tratto di immissione in destra Po, anch'esso di fronte all'abitato di Chivasso.



**Figura 3.1/A - Reticolo fluviale nell'area in studio
(in rosso la direttrice del tracciato)**

Il corso del F. Po ha un andamento molto sinuoso, con alveo ordinario a tratti unicursale e subordinatamente a rami intrecciati. Evidente risulta l'ampia ansa verso la collina torinese che l'alveo compie a seguito dei copiosi depositi trasportati dagli affluenti Malone e Orco. Nel tratto il fondo del Po risulta altimetricamente fissato dalla presenza della traversa Cavour.

In figura 3.1/B si riporta il reticolo idrografico del F. Po Piemontese con evidenziata l'area di bacino sottesa alla sezione di attraversamento idrograficamente più a valle da parte del metanodotto in progetto (*attraversamento n. 1*).

La superficie di tale bacino risulta pari a $S = 8960 \text{ km}^2$, comprendendo – oltre a quella del Po stesso - le superfici dei seguenti affluenti principali:

- Varaita e Maira in destra idrografica
- Pellice, Chisola, Doria Riparia, Stura di Demonte, Malone e Orco in sinistra idrografica.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 13 di 30	Rev. 0

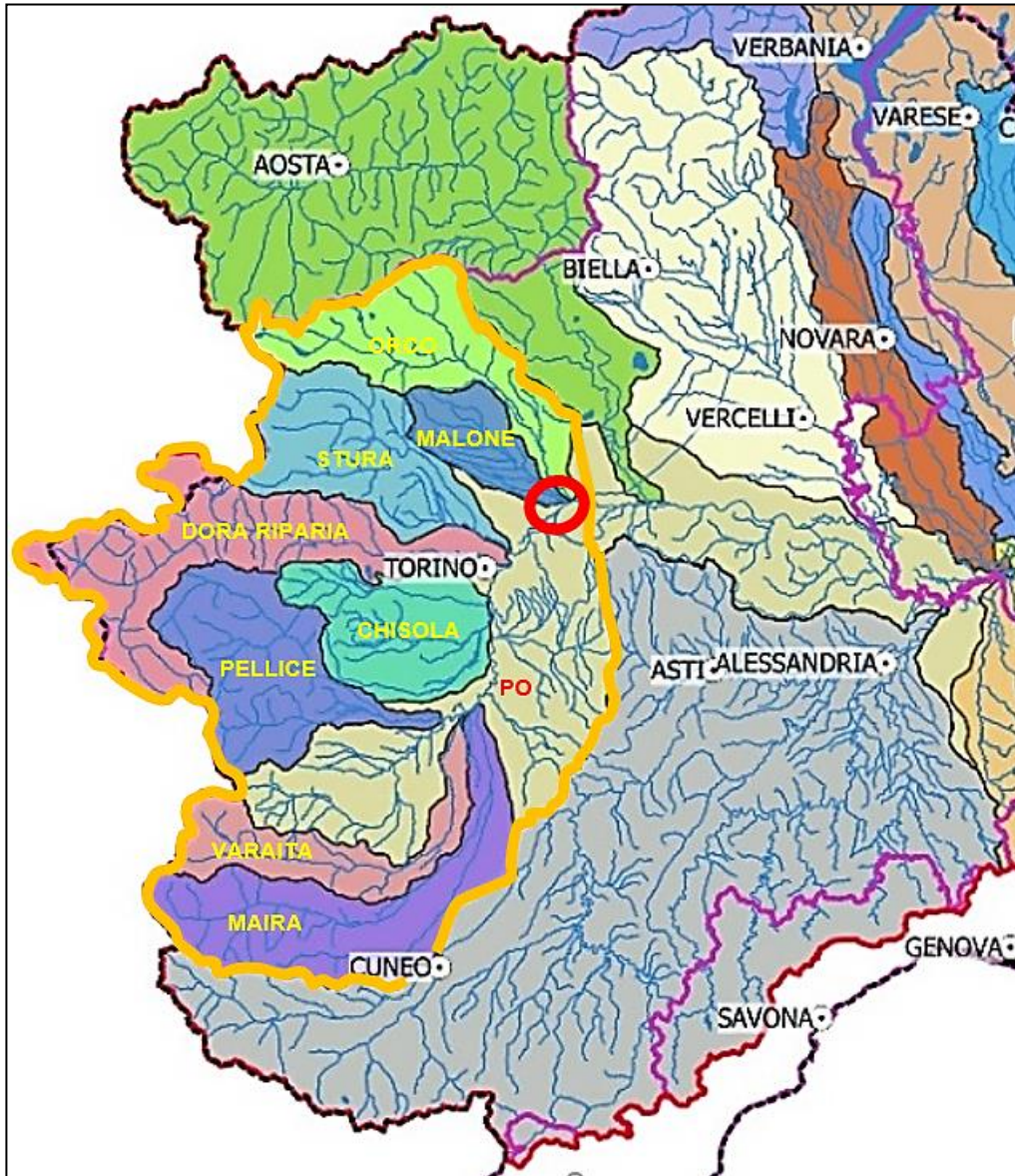


Figura 3.1/A – Reticolo idrografico del Po Piemontese con riportato il limite del bacino sotteso all'area in studio (da AdB, modificata)

3.2 Caratteri geologici

La zona in studio si colloca dal punto di vista geologico al limite settentrionale della *Collina di Torino* con la pianura alluvionale del fiume Po, formata dai depositi dei fiumi che scendono dalla Alpi e confluiscono in Po (v. Fig 3.2/A).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 14 di 30	Rev. 0

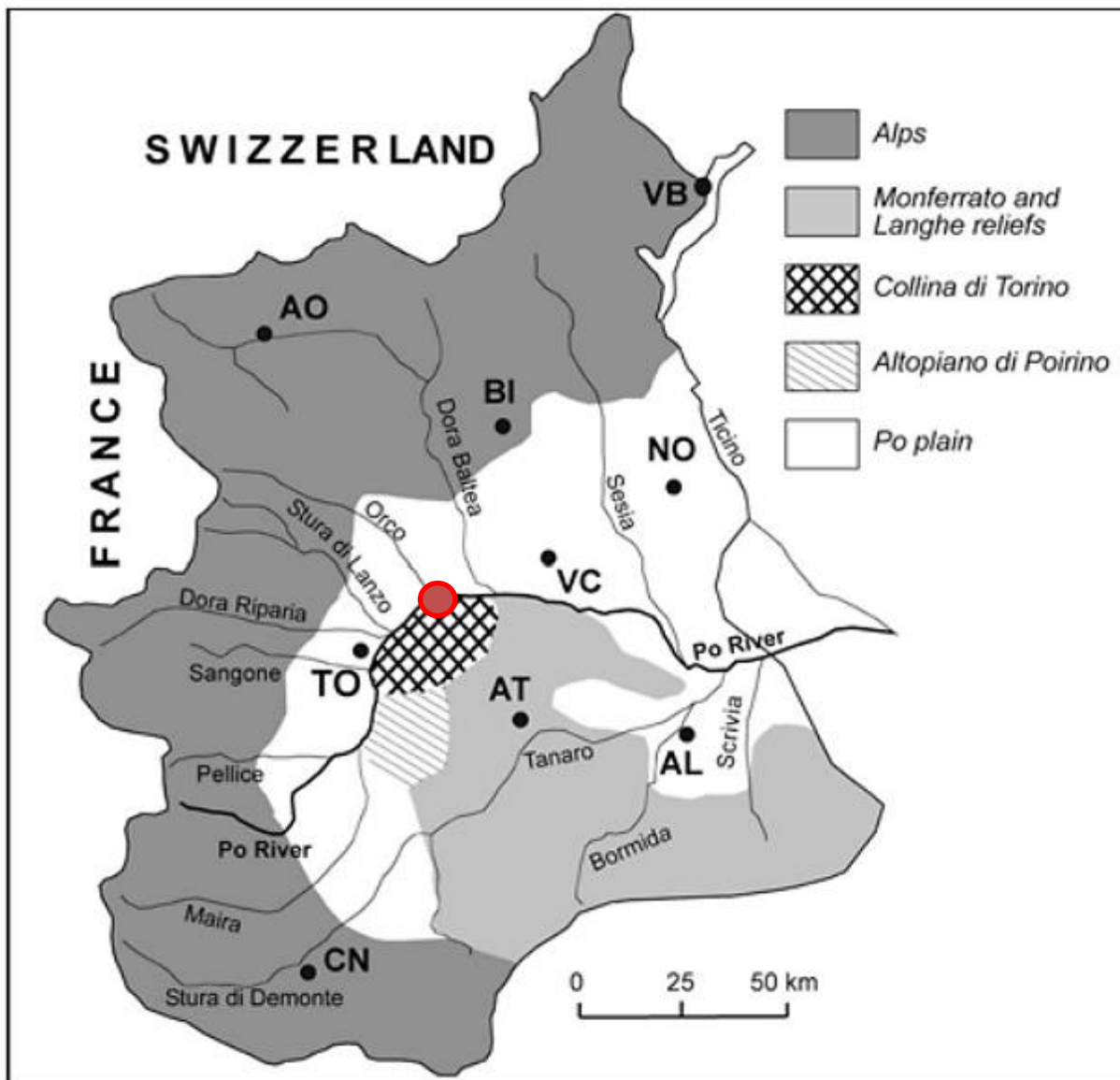


Figura 3.2/A - Localizzazione schematica delle unità geologiche
(da Boano P., Forno M.G. & Lucchesi S., 2004)

La *Collina di Torino* insieme con il *Monferrato* costituisce la porzione settentrionale del cosiddetto Bacino Terziario Piemontese (BTP), limitato tettonicamente a N dall'avanfossa padana tramite il *thrust frontale padano* (TFP). I rilievi della *Collina di Torino* sono costituiti da depositi eocenici-pliocenici prevalentemente rappresentati da arenarie e marne.

Le alluvioni di fondovalle consistono in materiale per lo più incoerente, costituito da ghiaie, ciottoli con sabbia. (v. Fig. 3.2/B).

Le indagini geognostiche eseguite lungo il tracciato del metanodotto hanno tutte riscontrato la presenza di materiale alluvionale, mettendo anche in evidenza nelle perforazioni più profonde il substrato terziario marnoso-arenaceo in sinistra idrografica a profondità dell'ordine di 20 m (per dettagli si veda la Relazione Geologica REL-CGB-E-00400 e quella Geotecnica REL-GEO-E-00403).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 15 di 30	Rev. 0

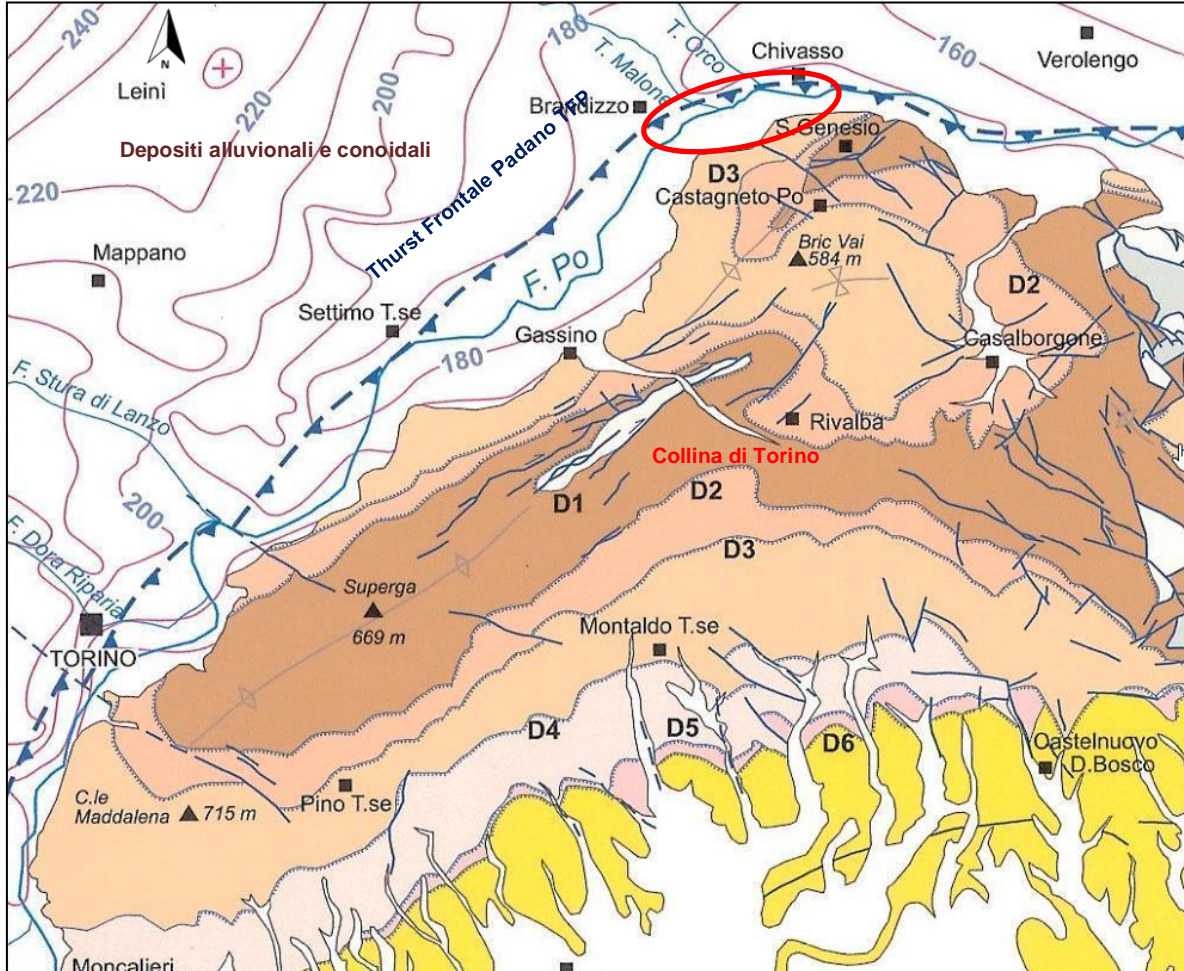


Figura 3.2/B: Schema strutturale dell'area della Collina di Torino

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 16 di 30	Rev. 0

4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO - IDRAULICO

4.1 Caratteristiche idrologiche

L'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del *Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni* PGRA ha pubblicato nel documento *Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale* (Marzo 2016) le tabelle dei valori di portata al colmo nelle sezioni significative dei corsi d'acqua principali del bacino Po e, ove disponibili, le tabelle dei profili longitudinali dei valori delle massime quote idriche e delle massime velocità medie nelle sezioni fluviali per diversi tempi di ritorno. Per il fiume Po, nel documento sopra citato vengono riportati dati idrologici di portata relativi alla sezione di Chivasso e in sezioni ricadenti in tratti limitrofi del corso d'acqua.

Corso d'acqua	Sezione			Superficie km ²	Q20	Q ott 2000	Q200	Q500	Idrometro Denominazione
	Progr. (km)	Cod.	Denomin.		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
Po	29.700	325	Gambasca	214	370	-	650	760	
Po	53.787	311	Villafranca Piemonte	670	900	-	1300	1460	
Po	72.000	300	Lombriasco	3500	1550	-	2320	2630	
Po	90.100	287	La Loggia	3820	1600	-	2400	2720	
Po	98.051	281	Moncalieri	4885	1750	-	2700	3100	Po a Moncalieri
Po	118.464	255	San Mauro	7408	2800	-	4300	4800	Po a San Mauro
Po	132.692	234	Chivasso	8960	3800	-	5900	6600	
Po	150.500	208	Crescentino	13640	6100	8200	-	10900	Po a Crescentino

Tabella 4.1/A – Valori di portata del Po per vari tempi di ritorno (da Profili di Piena PGRA)

La sezione 234 a Chivasso è ubicata in corrispondenza del ponte al centro dell'abitato e i relativi valori di portata si ritengono significativi anche per la sezione del primo attraversamento subalveo (*denominato attraversamento n. 1*) del metanodotto in studio, ubicata poco a valle. Il secondo attraversamento in subalveo del F. Po (*denominato attraversamento n. 3*) è ubicato invece a monte delle immissioni in Po del T. Orco e del T. Malone, le cui caratteristiche in corrispondenza della confluenza sono di seguito riportate.

Corso d'acqua	Sezione			Superficie km ²	Q20	Q200	Q500	Idrometro Denominazione
	Progr. (km)	Cod.	Denomin.		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
Malone	23.433	4	Brandizzo	371	725	1032	1170	Malone a Brandizzo
Orco	79.825	1	Confl. in Po	930	1300	2370	2870	

Tabella 4.1/B – Valori di portata del Malone e dell'Orco per vari tempi di ritorno (da Profili di Piena PGRA)

Per tale motivo in corrispondenza della sezione del secondo attraversamento in subalveo del Po non può essere assunta la portata alla sezione di Chivasso, che risulterebbe eccessiva e, pertanto, essa è stata stimata diversamente, facendo ricorso al metodo della regionalizzazione delle portate.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 17 di 30	Rev. 0

Sulla base di tale metodo (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico), alla sezione a monte delle confluenze in Po di Malone e Orco, che sottende una superficie di bacino pari a 7659 km², si stima una portata duecentennale pari a:

$$Q_{200} = 5296 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Quindi per le sezioni di attraversamento del F. Po da parte del metanodotto in valori di portata duecentennale risultano essere:

- primo attraversamento Po: $Q_{200} = 5900 \text{ m}^3/\text{s}$
- secondo attraversamento Po: $Q_{200} = 5296 \text{ m}^3/\text{s}$

4.2 Caratteristiche idrauliche

La modellazione idraulica condotta nell'ambito degli studi PAI, di supporto alla perimetrazione delle fasce fluviali, i cui risultati sono da considerarsi come riferimento per la progettazione degli interventi di difesa, sono riportati nel documento AdB Po "Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni: Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale, 2016". In tale documento vengono riportati, oltre ai valori delle portate al colmo nelle sezioni più significative dei corsi d'acqua del reticolo principale del bacino del F. Po, ove disponibili anche le tabelle dei profili longitudinali delle massime quote idriche e delle massime velocità medie nelle sezioni fluviali, relative agli scenari di evento assunti per la delimitazione delle mappe di pericolosità di alluvione, cioè per diversi tempi di ritorno (20, 200, 500 anni). Le massime quote idriche in funzione di vari tempi di ritorno sono disponibili per il F. Po per l'intero tratto di interesse per il progetto in oggetto, mentre invece non vengono riportate le relative velocità. Nella seguente tabella 4.2/A si riporta lo stralcio della tabella del sopra citato documento AdB Po relativa alle sezioni che ricadono nel tratto di interesse con i valori delle quote idriche. La localizzazione di tali sezioni è riportata nella planimetria in figura 4.2/A nella quale sono evidenziati anche i limiti tra alveo e zona golenale.

Sez. PAI	Progr. PAI (km)	Sez. modello SdF	Progr. modello SdF (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni	Sez. PAI	Progr. PAI (km)	Sez. modello SdF	Progr. modello SdF (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.)					Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
		102664	128.429	184.38	185.53	185.77			98493	132.600	178.79	179.99	180.32
		102187	128.906	183.62	184.64	184.85			98468	132.625	178.70	179.80	180.10
		102117	128.976	183.65	184.73	184.95			98390	132.703	178.32	179.27	179.51
		101955	129.138	183.54	184.60	184.81			98364	132.729	178.35	179.45	179.78
		101909	129.184	183.45	184.45	184.65	233	133.250	98265	132.828	178.22	179.21	179.51
		101583	129.510	182.92	183.75	183.91	232	133.400	97897	133.196	178.21	179.32	179.67
237	130.460	101184	129.909	182.37	183.10	183.30			97886	133.207	178.20	179.30	179.65
		100861	130.232	181.96	182.68	182.93			97835	133.258	177.67	179.12	179.49
		100527	130.566	181.55	182.43	182.72			97820	133.273	177.66	179.12	179.49
		100107	130.986	181.17	182.24	182.55	231	133.800	97626	133.467	177.09	178.47	178.80
		99552	131.541	180.91	182.03	182.35			97153	133.940	176.23	177.46	177.79
		99144	131.949	179.87	181.26	181.65			96652	134.441	175.49	176.65	176.95
		98685	132.408	179.28	180.63	181.00			96420	134.673	175.25	176.50	176.82

Tabella 4.2/A – Quote idriche di piena per Tr= 20, 200, 500 anni per il fiume Po nel tratto di interesse (da Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale, AdB Po, 2016)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 18 di 30	Rev. 0

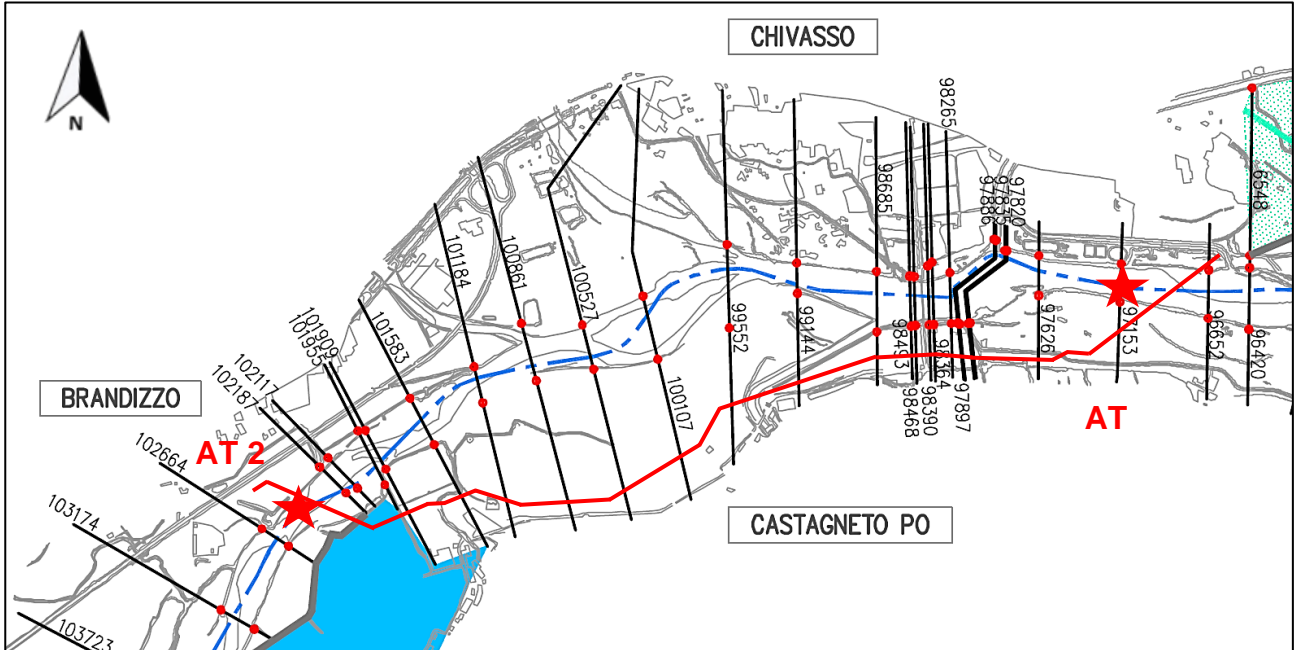


Figura 4.1/A – Localizzazione delle sezioni utilizzate per lo studio AdB Po con riportati i punti di attraversamento del tracciato (stella rossa) e i limiti tra alveo e zona golenale (punti rossi)

In figura 4.2/B si riporta il grafico del profilo di fondo e del profilo idrico duecentennale per il tratto di interesse, tratti dalla modellazione AdB Po eseguita nell'ambito dello *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del F. Po nel tratto dalla confluenza de F. Stura di Lanzo alla confluenza del F. Dora Baltea*.

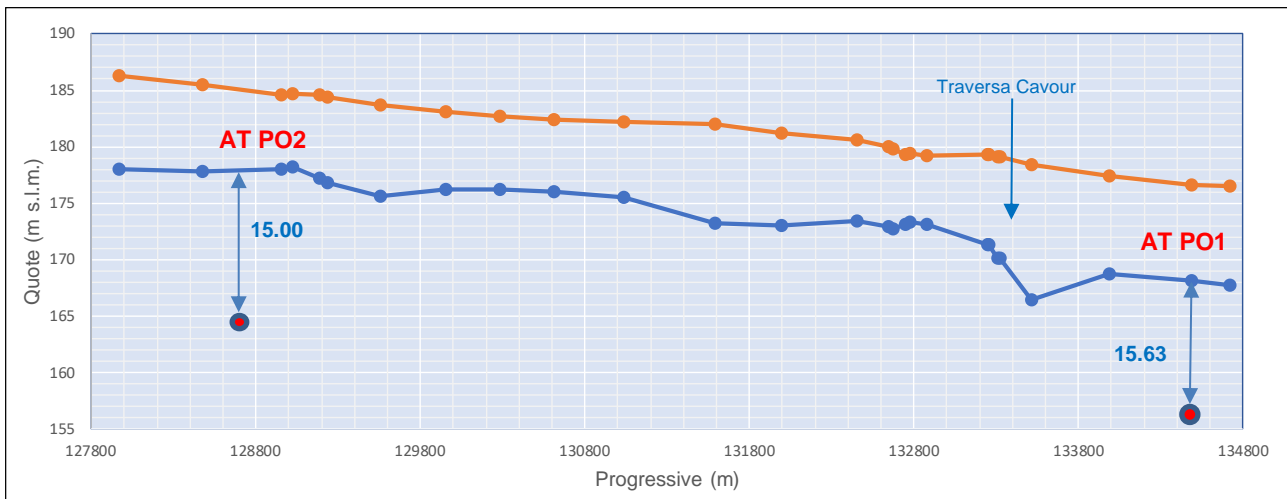


Figura 4.1/B – Profilo di fondo e livelli idrici di piena $Tr=200$ del F. Po. Con cerchio rosso sono indicate le due condotte in attraversamento subalveo, con la relativa profondità dal fondo alveo.

I valori della quota di fondo e del livello idrico, nonché dei relativi tiranti vengono riportati in tabella 4.1/B.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 19 di 30	Rev. 0

Progressiva	Q. fondo	Q. H ₂₀₀	Tirante	Progressiva	Q. fondo	Q. H ₂₀₀	Tirante
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
127966.0	178.06	186.32	8.26	132646.4	172.93	179.99	7.06
128475.8	177.87	185.53	7.66	132672.3	172.77	179.80	7.03
128953.1	178.03	184.64	6.61	132750.3	173.16	179.27	6.11
129023.1	178.21	184.73	6.52	132776.0	173.30	179.45	6.15
129185.3	177.19	184.60	7.41	132875.3	173.16	179.21	6.05
129231.2	176.83	184.45	7.62	133243.7	171.38	179.32	7.94
129557.2	175.60	183.75	8.15	133254.6	171.38	179.30	7.92
129955.7	176.27	183.10	6.83	133305.7	170.14	179.12	8.98
130279.5	176.21	182.68	6.47	133320.3	170.14	179.12	8.98
130613.0	176.00	182.43	6.43	133514.7	166.43	178.47	12.04
131032.9	175.50	182.24	6.74	133987.0	168.74	177.46	8.72
131587.4	173.27	182.03	8.76	134488.4	168.20	176.65	8.45
131996.5	173.04	181.26	8.22	134720.6	167.79	176.50	8.71
132455.3	173.40	180.63	7.23				

Tabella 4.1/B – Quote di fondo, livelli idrici e tiranti duecentennali per le varie sezioni di modellazione

Per il tratto a valle del ponte stradale di Chivasso fino al ponte di Crescentino il suddetto studio AdB Po ha sviluppato anche una modellazione bidimensionale utilizzando il codice di calcolo agli elementi finiti RMA-2 (sviluppato dalla Resource Modelling Associated Sydney, Australia).

Da tale modellazione sono stati ricavate la mappa dei tiranti massimi e la mappa delle velocità per un evento di piena duecentennale.

In merito ai tiranti massimi, la modellazione eseguita evidenzia tiranti del flusso di piena a valle della traversa Cavour che rientrano nelle classi "0-5 m" e "> 5 m", mentre in area golenale sinistra battenti in corrispondenza del tracciato in classe "0.1-0.5 m" e in golena destra in classe "0.1-0.5 m" e "0.5-1.0 m" (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico REL-PAI-E-00501).

4.3 Velocità deflusso

4.3.1 Tratto a valle del ponte di Chivasso

La modellazione 2D eseguita da AdB Po, sopra citata, ha fornito anche la mappa delle velocità massime per evento di piena $T_r = 200$ anni (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico).

Da tale rappresentazione si evidenzia che le velocità raggiunte dal flusso di piena in canale, a valle del ponte di Chivasso nel tratto attraversato dal metanodotto in profondità con microtunnel, hanno valori di 4.5÷5 m/s, mentre nelle aree golenali percorse dal tracciato posato a cielo aperto in trincea le velocità del flusso di esondazione sono assai più modeste, comprese nelle classi 0÷0.5 m/s e 0.5÷1.0 m/s.

4.3.2 Tratto a monte del ponte di Chivasso

Per il tratto a monte del ponte di Chivasso non è disponibile nello studio suddetto di AdB Po la modellazione 2D. Tuttavia nello stesso studio, sulla base della modellazione monodimensionale,

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 20 di 30	Rev. 0

vengono forniti per le numerose sezioni considerate i limiti di passaggio della piena duecentennale Q_{200} con velocità= 0.4 m/s (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico).

Come risulta da tale modellazione (v. mappa riportata nell' Annesso Studio Idrologico-Idraulico), il tracciato del metanodotto, a parte i tratti di attraversamento subalveo profondo con microtunnel, si sviluppa sempre al di fuori di tali limiti e pertanto interamente in zona golenale con velocità inferiore a 0.4 m/s.

In merito alla stima della velocità in canale in corrispondenza del secondo attraversamento del F. Po da parte del tracciato (*attraversamento n. 3*), si è effettuata allo scopo una modellazione a moto permanente con il programma HEC RAS in corrispondenza di un tratto di alveo a cavallo dell'attraversamento di estensione pari a circa 2 km, utilizzando sezioni desunte da AIPO, modificate dove necessario sulla base del DTM Lidar 5X5 - Ripresa aerea ICE 2009-2011 della Regione Piemonte, e la sezione di attraversamento appositamente rilevata (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico).

I risultati di tale modellazione hanno mostrato che la velocità della corrente di piena duecentennale in canale a monte del ponte di Chivasso in corrispondenza dell'attraversamento da parte del gasdotto è di 4.25 m/s mentre in golena destra di 0.83 m/s e sinistra 0.91 m/s.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 21 di 30	Rev. 0

5 INTERFERENZE CON PAI/PRGA

Nell'area interessata dal progetto in esame il fiume Po è stato oggetto da parte dell'Autorità di Bacino per il Fiume Po (ora confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po) di *fasciatura* nell'ambito PAI e di perimetrazione delle aree a pericolosità di alluvione in ambito PGRA.

La delimitazione delle fasce fluviali del fiume Secchia contenute nel PAI adottato con deliberazione n. 18 in data 26 aprile 2001 approvato con DPCM 24 maggio 2001 sono state oggetto di variante nell'ambito del Progetto di aggiornamento del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI PO), adottato con DS 316 del 3 agosto 2021. Tale variante modifica ed aggiorna le mappe di pericolosità del PGRA limitatamente ad alcune aree.

Nella seguente figura 4/A si riporta lo stralcio della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica nel tratto del F. Po in cui ricade il tracciato del gasdotto in oggetto. Per maggiore dettaglio si veda il disegno di progetto Dis. PG-PAI-IDR-D-10009.

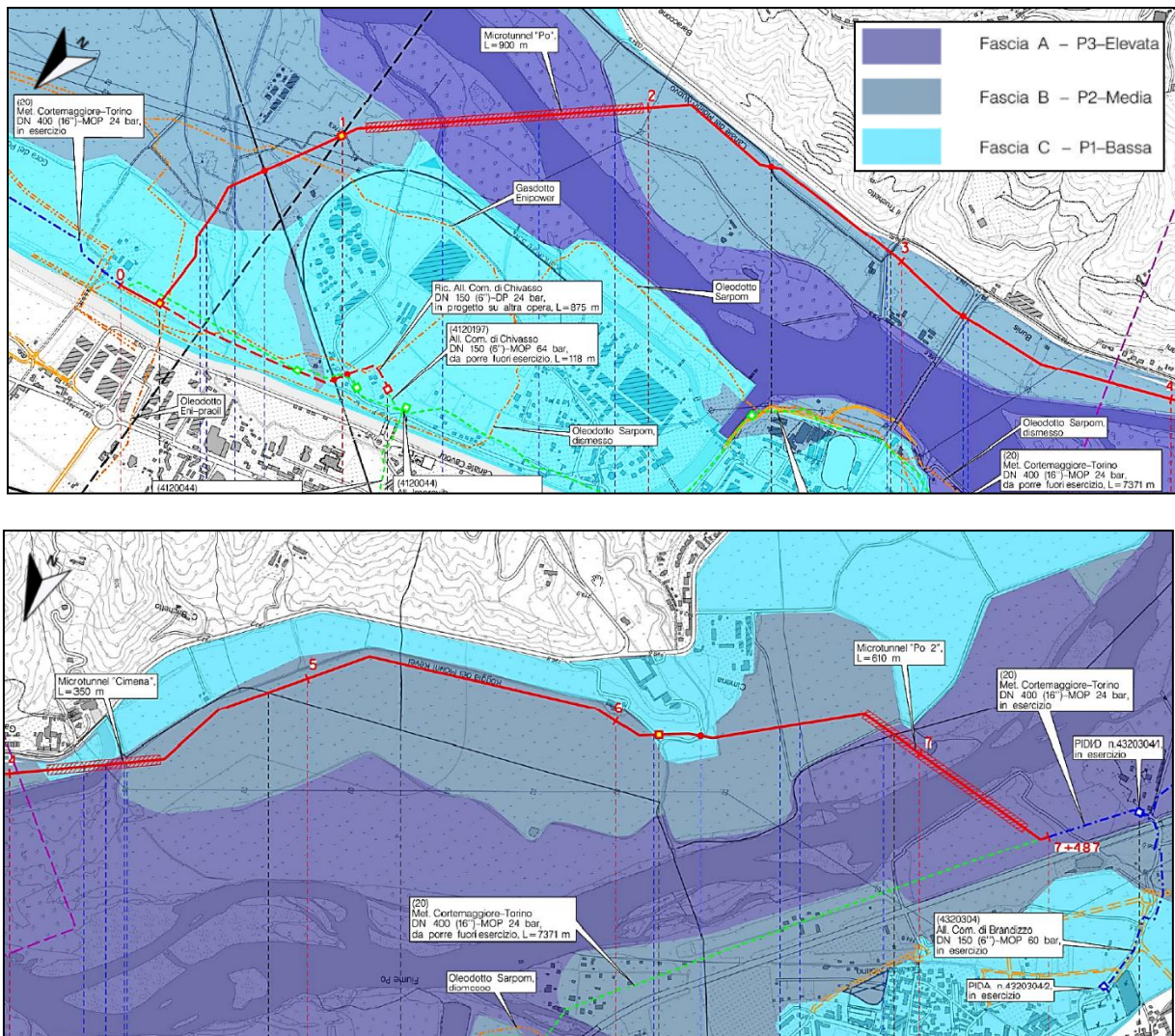


Figura 4/A – Carta delle interferenze del tracciato con aree a pericolosità idraulica PGRA

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 22 di 30	Rev. 0

Dall'esame di tale carta si evidenzia come il tracciato ricada interamente in aree a pericolosità idraulica di:

- livello elevato P3 in corrispondenza dei 2 attraversamenti dell'alveo del F. Po (che vengono realizzati con microtunnel), tra le progressive PK 1+223 ÷ 1+896 e PK 6+875 e 7+485, e marginalmente nel tratto di attraversamento del Canale Cimina (anch'esso realizzato in microtunnel) tra le progressive PK 4+285 ÷ 4+354;
- livello medio P2 per un tratto di attraversamento della golena sinistra prima dell'alveo del fiume (PK 0+461 ÷ 1+223) e la quasi totalità della percorrenza in golena destra fino all'attraversamento del fiume (PK 1+896 ÷ PK 6+875). In questa classe di pericolosità ricade anche il piccolo impianto di linea P.I.L. n. 2 (PK 0+998);
- livello basso P1 nel tratto iniziale del tracciato in sponda sinistra (PK 0+000 ÷ 0+461) e un contenuto tratto alla base del rilievo dell'abitato di Cimina; in tale classe di pericolosità ricadono anche l'intero tracciato del metanodotto Ric. All. Comune di Chivasso e gli impianti di linea P.I.D.I. 1 (PK 0+148), P.I.L. n. 3 (PK 6+146).

Nella porzione di territorio interessato dal progetto, in relazione alle specifiche condizioni idrauliche cartografate da PGRA, le aree di interferenza sono soggette alle seguenti Norme di Attuazione del PAI:

Art. 29. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)

Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. Nella Fascia A sono vietate le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Art. 30. Fascia di esondazione (Fascia B)

Nella Fascia B sono vietati gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Art. 31. Area di inondazione per piena catastofica (Fascia C)

Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

Il gasdotto in progetto è da considerarsi alla stregua di un'"opera pubblica o di interesse pubblico", normata dalle Norme tecniche di attuazione del PAI all'Art 38, sotto riportato.

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

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

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 23 di 30	Rev. 0

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, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino così come individuata dalla Direttiva 4 contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B, approvata con DCI n. 2 dell'11 maggio 1999 e aggiornata con DCI n. 10 del 5 aprile 2006. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino. 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.

Si ritiene pertanto che esso, pur ricadendo nelle Fasce A e B come perimetrato dal PAI (quindi in aree a pericolosità P3 e P2 come mappate da PGRA) rientri tra gli interventi consentiti dalla normativa PAI, a patto che vengano osservate le condizioni contenute nell'articolo 38, sopra riportato.

Analizzando nello specifico le caratteristiche dell'opera nei vari tratti di interferenza con le zone a pericolosità PGRA, si osserva quanto segue:

- gli attraversamenti dell'alveo del fiume PO ricadono in zona P3 e sono previsti tramite la tecnologia trenchless del microtunnel:
 - il primo attraversamento (n. 1) ha una copertura minima dell'estradosso del microtunnel di 15.63 m sotto il fondo alveo. Gli estremi del tratto in microtunnel sono localizzati in zona a pericolosità media P2, ampiamente al di fuori della zona a pericolosità elevata P3;
 - il secondo attraversamento (n. 3) ha una copertura minima dell'estradosso del microtunnel di 15.00 m sotto il fondo alveo. L'inizio del tratto in microtunnel in sponda destra si trova in zona a pericolosità media P2, mentre il termine in zona a pericolosità elevata P3, a poca distanza dalla fine del tracciato, ma assolutamente all'esterno dell'alveo fluviale, in area esondabile per evento idrologicamente critico.

Il metanodotto viene a trovarsi nei tratti di attraversamento dell'alveo del F. Po sempre ad elevate profondità dal letto del fiume, sicuramente superiori a qualsiasi ipotizzabile spessore di erosione del letto stesso (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico), per di più alloggiato all'interno del tunnel in c.a.;

- in merito all'attraversamento del Canale Cimena, la sua classificazione PGRA in area P3 al limite della P2, è dovuta ai livelli del Po che in caso di piena risalgono a ritroso lungo il corso del canale; non si tratta quindi delle portate del canale (massime limitate a 110 m³/s) a determinarne la classe di pericolosità in cui si localizza. Si sottolinea per di più che la presa del Canale Cimena dal Po a San Mauro viene chiusa per valori di piena del Po eccedenti i 2500 m³/s (piena circa ventennale), non contribuendo pertanto alle portate del canale nel tratto di restituzione (dove si colloca l'attraversamento in progetto). Anche il Canale Cimena viene comunque attraversato in microtunnel con una copertura minima dal fondo del canale di 10.36 m, valore che ne garantisce ampiamente la sicurezza;

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 24 di 30	Rev. 0

- il tracciato lungo i tratti di percorrenza della piana golenale si situa in area esondabile quasi interamente classificata P2, con brevi tratti P1; qui le velocità del flusso previste (v. Annesso Studio Idrologico-Idraulico) sono in genere inferiori a 0.5 m/s, per brevi tratti tra 0.5 e 1 m/s, velocità che, stanti il materiale alluvionale e la copertura del suolo presenti, fanno escludere la possibilità di erosione con approfondimento della piana e conseguente rischio per la condotta, sempre posata con copertura minima di 1.50 m. Nel tratto di percorrenza iniziale, al km 0+997, ricade in area P2 l'impianto PIL n. 2. Date le sue caratteristiche costruttive e geometriche, come precedentemente descritto al punto 2.2, esso non presenta significativo ostacolo per il passaggio del flusso di esondazione, né sottrazione di capacità di laminazione della piana;

Infine si fa notare che l'intero tracciato, a parte i tratti di attraversamento del corso d'acqua in microtunnel, si situano nel fondovalle del Po all'esterno sia della fascia di mobilità di progetto che della fascia di tutela morfologica, così come perimetrata da AdB Po nella specifica cartografia *Atlante cartografico delle fasce di mobilità del fiume Po da confluenza Stura di Lanzo all'incile del Po di Goro*. Solamente il tratto finale del secondo attraversamento del Po ricade, giocoforza, per breve estensione in fascia di tutela morfologica dovendosi collegare con il metanodotto esistente ivi presente in tale fascia.

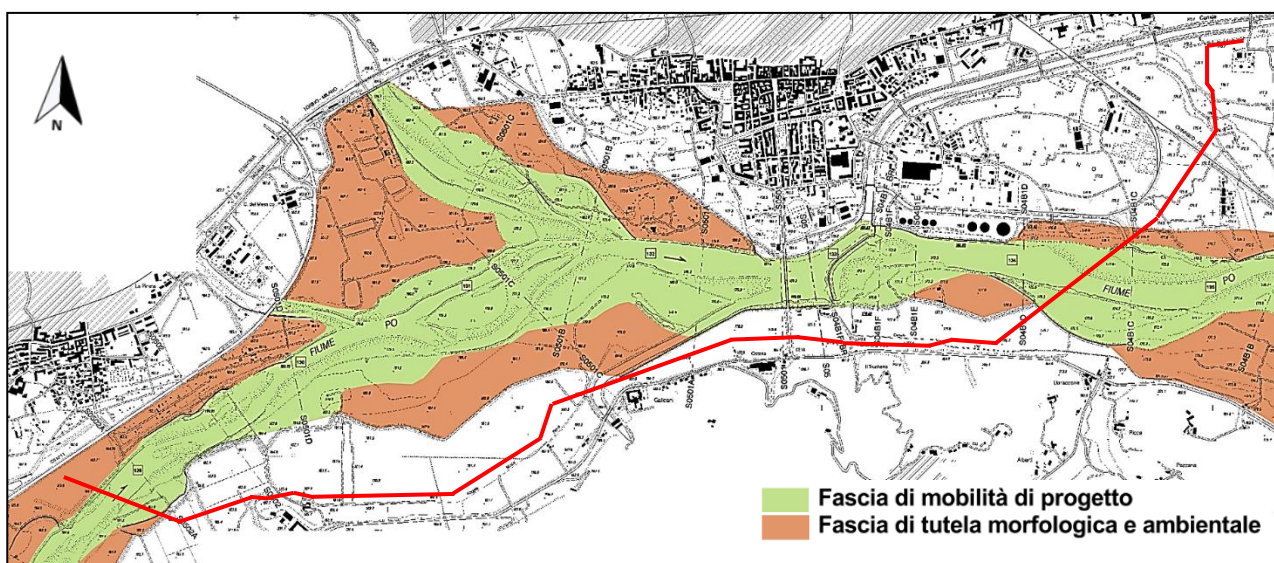


Figura 4/B – Carta delle fasce di mobilità (da Atlante cartografico, AdB Po)

5.1 Generalità del metodo

Per i due attraversamenti del fiume Po ed anche del Canale Cimena si fa ricorso alla metodologia trenchless, cioè senza scavo diretto ma tramite trivellazione e installazione della condotta nel foro preventivamente eseguito.

In tal modo la realizzazione dell'opera interferente con il corso d'acqua non comporta alcun danno all'ambiente idraulico né all'ambiente ripariale, risultando – essendo adeguatamente approfondita – essa stessa sicura nei confronti dei fenomeni di dinamica idraulica e di eventuale evoluzione plano-altimetrica che l'alveo potrebbe subire nel tempo.

Gli attraversamenti in oggetto sono previsti in particolare con la tecnologia trenchless del *Microtunneling* (MT), ritenuto più idoneo rispetto alla *Trivellazione Orizzontale Controllata* (TOC), in

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 25 di 30	Rev. 0

quanto la natura del terreno che comprende granulometrie grossolane sconsiglia l'applicazione di questo ultimo metodo.

La metodologia trenchless del microtunnel consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro (compreso tra i 300 e i 3000 mm) tramite l'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente una testa fresante, e la contestuale introduzione per spinta nel foro praticato di conci cilindrici prefabbricati che sostengono e rivestono la cavità.

Martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta esercitano la necessaria pressione sugli elementi di rivestimento del tunnel (conci in c.a.) per provocarne l'avanzamento, mentre lo scudo telecomandato (microtunneler) munito di una fresa rotante disgrega il materiale durante l'avanzamento. La testa fresante è conformata e munita di appositi cutters in funzione del tipo di terreno/roccia che si intende attraversare.

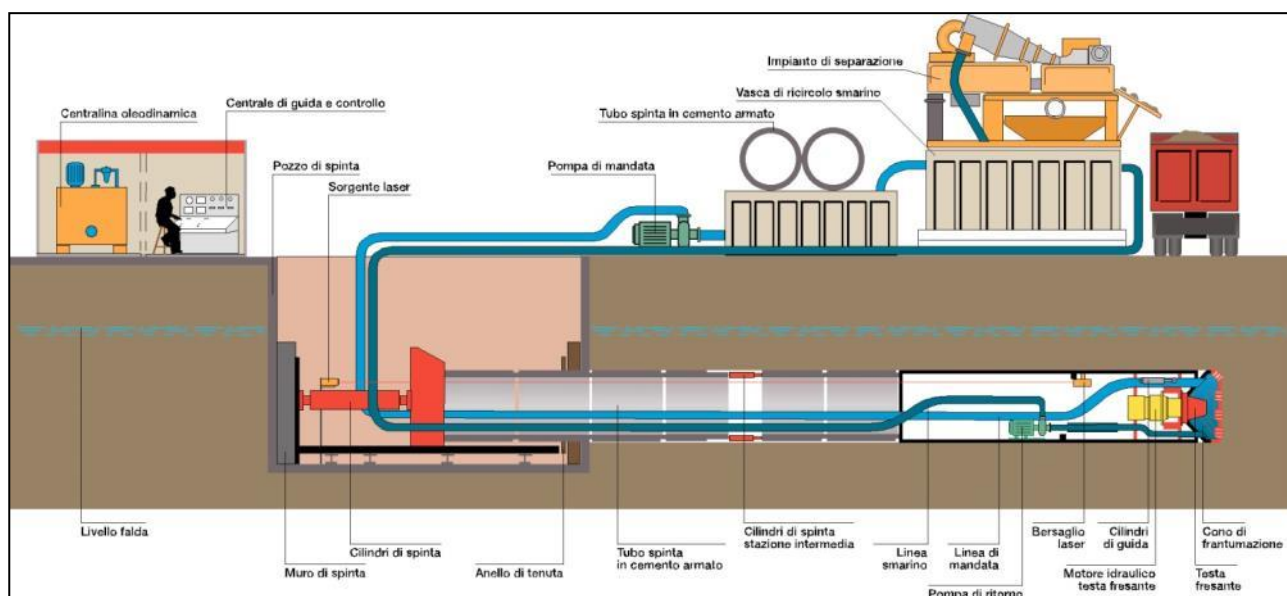


Figura 5.1/A – Schema del sistema di microtunneling

Per consentire una riduzione della spinta esercitata sui tubi in c.a. è necessario utilizzare un sistema di lubrificazione dell'estradosso dei conci. Viene solitamente impiegata una miscela di acqua e bentonite, preparata mediante idoneo impianto di miscelazione ad alta turbolenza ed iniettata durante l'avanzamento sull'estradosso della condotta tramite valvole già inserite nello spessore del tubo. A scavo ultimato le stesse valvole predisposte sui conci verranno utilizzate per intasare l'intercapedine con una miscela cemento-bentonitica, in modo da sigillare l'intercapedine del sovrascavo (di 4-6 cm) tra conci e terreno.

5.2 Caratteristiche dei MT in progetto

I due microtunnel in progetto per l'attraversamento del Po saranno realizzati con conci prefabbricati in c.a. di diametro interno $D_i = 2000$ mm ed esterno $D_e = 2500$ mm; quello per l'attraversamento del canale Cimena con conci prefabbricati in c.a. di diametro interno $D_i = 1800$ mm ed esterno $D_e = 2200$ mm. Per la loro esecuzione si rende necessaria la predisposizione provvisoria di una buca di spinta ed una di arrivo facendo ricorso ad adeguate opere di sostegno delle terre (palancolati o

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 26 di 30	Rev. 0

altro). Tali buche, una volta posato il gasdotto, verranno rinterrate con lo stesso materiale di sterro ripristinando la morfologia e le condizioni di addensamento e permeabilità del terreno ante operam. Di seguito si elencano le caratteristiche salienti di tali microtunnel.

Microtunnel 1: attraversamento F. Po 1 (v. DIS-AT-31E-00101)

Lunghezza	900 m
Sviluppo complessivo	903.52 m
Tratto rettilineo inclinato 7°	39.74 m
Tratto curvilineo R= 2000 m:	244.35 m
Tratto rettilineo centrale	328.36 m
Tratto curvilineo R= 2000 m	244.35 m
Tratto rettilineo inclinato 7°	46.09 m

Microtunnel 2: attraversamento C. Cimena (v. DIS-AT-17E-00103)

Lunghezza	350 m
Sviluppo complessivo	351.88 m
Tratto rettilineo inclinato 9°	23.28 m
Tratto curvilineo R= 1000 m:	314.16 m
Tratto rettilineo inclinato 9°	14.45 m

Microtunnel 3: attraversamento F. Po 2 (v. DIS-AT-22E-00103)

Lunghezza	610 m
Sviluppo complessivo	616.75 m
Tratto rettilineo inclinato 7°	28.43 m
Tratto curvilineo R= 2000 m:	243.74 m
Tratto rettilineo centrale	150.88 m
Tratto curvilineo R= 1000 m	173.65 m
Tratto rettilineo inclinato 10°	18.80 m

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 27 di 30	Rev. 0

6 CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

La variante di tracciato del gasdotto in oggetto è dettata dall'esigenza di posizionare la tubazione in area diversa da dove attualmente posata in sponda sinistra del F. Po nell'intorno di Chivasso, zona altamente urbanizzata.

A tale scopo è stato prescelto un tracciato, interamente di fondovalle, che, staccatosi dal metanodotto esistente, attraversa il fiume e poi ne percorre la fascia golenale destra in direzione controcorrente per circa 5 km, per attraversarlo di nuovo e ricollegarsi al metanodotto esistente.

L'opera in progetto è costituita da una tubazione di diametro DN 400 mm, di lunghezza 7485 m, interamente interrata nel sottosuolo con una copertura minima di 1.50 m

Data la sua posizione il metanodotto interferisce per tutta la sua estensione con le fasce fluviali PAI sia A, sia B, oltre che C.

Il gasdotto è una struttura totalmente interrata, posata nel sottosuolo con una copertura minima di 1.50 m. Per gli attraversamenti dell'alveo del F. Po, al fine di individuare le soluzioni tecniche-operative più idonee (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo) sono state eseguite specifiche valutazioni di carattere geomorfologico, litologico e idraulico sulla base della quali è stata scelto come più idoneo il sistema di attraversamento trenchless tramite *microtunneling*.

Tale soluzione operativa consente, in corso di realizzazione, di evitare interferenze tra i lavori di posa del metanodotto con il deflusso naturale del corso d'acqua non arrecando pertanto danno alcuno all'ambiente idrico né alla copertura vegetazionale delle sponde, ed assicurando nella vita operativa del gasdotto, grazie alla elevata profondità di posa della condotta, ampia sicurezza nei confronti di eventuali evoluzioni morfodinamiche dell'alveo.

La geometria delle trivellazioni è stata configurata in modo da soddisfare i vincoli relativi sia all'aspetto idraulico del corso d'acqua che a quello costruttivo del microtunnel stesso, assicurando adeguate profondità al di sotto del letto e rispettando nel contempo i raggi di curvatura minimi sopportabili dalla elasticità della condotta e dal metodo operativo del microtunnel.

È stata prevista una conformazione di posa in subalveo che assicura profondità molto elevate nei confronti delle quote di fondo alveo del Po (non inferiore a 15 m), in assoluta sicurezza nei confronti di eventuali processi erosivi, che peraltro in zona si ritengono di improbabile accadimento.

L'adozione e il rispetto dei criteri e dei vincoli suddetti, sia quelli propri del sistema di trivellazione che quelli più strettamente dipendenti dalla configurazione geometrica della tubazione, offrono pertanto ottime garanzie della stabilità dell'insieme, a breve e a lungo termine. Pertanto si può affermare che la tecnica operativa individuata e la geometria della tubazione garantiscono i necessari livelli di sicurezza sia per il metanodotto che per l'alveo sovrastante.

In fase costruttiva la realizzazione dei microtunnel richiede lo scavo di pozzi di spinta e di ricezione che ricadono in aree a diversa pericolosità idraulica (P3, P2, P1). Quelli di spinta hanno dimensione planimetrica di 18 m x 10 m e profondità dell'ordine di 5,5 m, con pareti sostenute da palancolati metallici o da paratie di pali secanti. In corrispondenza dei punti di arrivo i pozzi sono di più contenuta dimensione (circa 12 m x 8 m) e soprattutto minore profondità.

Tali pozzi sono di carattere assolutamente temporaneo, della durata strettamente necessaria per la realizzazione dei microtunnel e per l'installazione della tubazione; dopo di che saranno riempiti con il materiale di sterro, ripristinando la situazione morfologica antecedente i lavori.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 28 di 30	Rev. 0

Nei tratti di percorrenza golenale la condotta si situa a sufficiente distanza dalle sponde, così da risultare sicura nei confronti di eventuali arretramenti della stessa. Le profondità di posa, con copertura minima di 1.50 m, risultano di sufficiente garanzia in considerazione dell'assenza di fenomeni idraulici di approfondimento in golena. Lungo la percorrenza golenale in destra il tracciato incontra anche il Canale Cimina, nel tratto a valle della centrale di restituzione in Po. Anche questo corso d'acqua artificiale viene attraversato con microtunnel, ad una profondità di circa 10 m.

Unica struttura fuori terra da segnalare è un piccolo impianto di linea PIL ricadente in fascia B in sinistra idrografica, distante più di 1 km dalla sponda fluviale, di dimensioni in pianta di 6,988 m x 8,638 m. Esso è costituito da tubazioni, valvole di intercettazione e pezzi speciali, prevalentemente interrati, ubicati in area recintata con pannelli in grigliato di ferro, su cordolo di calcestruzzo armato. L'assenza di edifici e di muri perimetrali fa sì che questo impianto, recintato con una semplice rete metallica, non offra alcun ostacolo al flusso idrico, né sottragga capacità di invaso.

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI (Art. 38) consentono la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, come si configura l'intervento in oggetto, non diversamente 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 le capacità d'invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo....".

A tale riguardo, in considerazione delle caratteristiche dell'opera in progetto e in particolare delle modalità operative scelte per la messa in opera della condotta e della geometria della stessa, sia nei tratti di attraversamento in subalveo ad elevata profondità che nelle percorrenze in golena, si possono esprimere in sintesi le seguenti considerazioni in merito alla compatibilità dell'intervento con la dinamica fluviale del corso d'acqua in oggetto.

1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena
L'intervento, essendo del tutto interrato in profondità, non induce alcun effetto sui livelli idrici e quindi sull'inviluppo del profilo di piena e non costituisce alcun intralcio al flusso di piena.
2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo
Nessuna sottrazione della capacità di invaso dell'area verrà indotta dal metanodotto in progetto, che risulta del tutto interrato.
3. Modifiche indotte sulle potenziali dinamiche fluviali dei corsi d'acqua
La tecnica operativa trenchless prevista e le geometrie dei profili di attraversamento del corso d'acqua sono tali da escludere qualsiasi interferenza dell'intervento con la dinamica fluviale e in particolare le profondità di attraversamento sotto l'alveo sono di ampia garanzia nei confronti di eventuali fenomeni di approfondimento del fondo.
4. Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti
L'attraversamento, condotto con metodologia trenchless, non comporta nessuna interferenza con le opere di difesa idraulica esistenti, sia di fondo che spondali. Nel contempo i lavori in progetto non rappresentano ostacolo alla realizzazione in futuro di nuove opere di protezione o di prosecuzione delle esistenti che si volessero intraprendere.
5. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento
Il progetto non prevede la realizzazione di opere di protezione idraulica del fondo e delle sponde.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 29 di 30	Rev. 0

6. Modifiche indotte sull'assetto morfologico, planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso
L'intervento in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico né planimetrico, né altimetrico, dal momento che esso si sviluppa tutto in subalveo ad una profondità superiore a qualsiasi prevedibile fenomeno di approfondimento.
7. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale
L'intervento non modifica affatto la morfologia del sito né incide sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, dal momento che non c'è alcuna interferenza con l'ambiente fluviale.
8. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena
Stante l'elevata profondità di posa della condotta nel tratto di attraversamento fluviale, che ne garantisce una elevata copertura anche in relazione ad eventuali fenomeni di approfondimento del letto, si ritiene che essa sia assolutamente sicura nei confronti di eventuali eventi di massima piena.

Alla luce delle considerazioni soprariportate si ritiene che le specificità dell'opera in oggetto (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva ed alla configurazione geometrica della condotta siano congruenti con le disposizioni stabilite nella normativa PAI/PGRA.

Pertanto, in conclusione, l'opera in progetto è da considerarsi **compatibile** con il contesto idraulico in esame.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NQ/R21072	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE PIEMONTE	REL-PAI-E-00500	
	PROGETTO VARIANTE CORTEMAGGIORE – TORINO DN 400 (16'') – DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pagina 30 di 30	Rev. 0

ALLEGATI E ANNESSI

- REL-PAI-E-00501 Studio di Idrologico-Idraulico
- DIS-AT-31E-00101 Attraversamento Scaricatore Canale Cavour e F. Po (1:500)
- DIS-AT-17E-00102 Attraversamento Rio dei Galleani e Canale Cimena (1:500)
- DIS-AT-22E-00103 Attraversamento Fiume Po (1:500)
- PG-TP-D-10000 Tracciato di Progetto (1:10.000)
- PG-TP-D-10100 Tracciato di Progetto (1:10.000)
- RIM-TP-D-90000 Tracciato di Progetto (1:10.000)
- RIM-TP-D-90100 Tracciato di Progetto (1:10.000)
- PG-PAI-IDR-D-10009 Piano di assetto idrogeologico-Idraulico (1:10.000)
- PG-PAI-IDR-D-10109 Piano di assetto idrogeologico-Idraulico (1:10.000)
- RIM-PAI-IDR-D-90009 Piano di assetto idrogeologico-Idraulico (1:10.000)
- RIM-PAI-IDR-D-90109 Piano di assetto idrogeologico-Idraulico (1:10.000)
- PG-PAI-VER-D-10010 Piano di assetto idrogeologico-Versanti (1:10.000)
- PG-PAI-VER-D-10110 Piano di assetto idrogeologico-Versanti (1:10.000)
- RIM-PAI-VER-D-90010 Piano di assetto idrogeologico-Versanti (1:10.000)
- RIM-PAI-VER-D-90110 Piano di assetto idrogeologico-Versanti (1:10.000)