

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 1 di 50	Rev. 1

Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti
Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti
DN 650 (26"), DP 75 bar
ed opere connesse

Attraversamento in subalveo del fiume PESCARA

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

1	Aggiornamento riferimenti	Caccavo	Brunetti	Sciosci	Feb. '22
0	Emissione	Caccavo	Brunetti	Sciosci	Gen. '19
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 2 di 50

INDICE

1	GENERALITA'	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
1.4	Definizioni	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME	9
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione dell'ambito di attraversamento	11
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
4.1	Generalità	13
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	13
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	13
4.4	Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche	15
4.4.1	<u>Premessa</u>	15
4.4.2	<u>Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI</u>	15
4.4.3	<u>Stima delle portate al colmo</u>	17
4.4.4	<u>Curva di crescita regionale</u>	17
4.4.5	<u>Portata Indice m_Q</u>	18
4.5	Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse	19
4.6	Portate al colmo di piena nella sezione di studio	22
4.7	Validazione dei risultati	23
5	VALUTAZIONI IDRAULICHE	24
5.1	Generalità	24
5.2	Considerazioni specifiche	24
5.3	Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrauliche	25
5.4	Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse	27
5.5	Analisi per il caso specifico	30
6	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	31
6.1	Metodologia costruttiva: Microtunnelling	31
6.2	Configurazione geometrica di progetto	31
7	DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL	33
7.1	Generalità	33
7.2	Requisiti generali del sistema costruttivo	33
7.3	Fasi Operative	35

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 3 di 50

7.4	Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo	38
8	INTERFERENZE CON VASCHE DI LAMINAZIONE (DA REALIZZARE)	40
8.1	Premessa	40
8.2	Interferenze e soluzioni progettuali	40
9	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	42
9.1	Premessa	42
9.2	PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica	42
9.3	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	44
9.4	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	46
10	CONCLUSIONI	49

ANNESSO:

- **Elaborato grafico di progetto: LC-11D-82229**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 4 di 50	Rev. 1

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "*Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti*" intende realizzare il nuovo tratto "*San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26") - DP 75 bar*", in sostituzione del tratto di metanodotto attualmente in esercizio, che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo.

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume PESCARA nel tratto medio-basso dello sviluppo del corso d'acqua, nei pressi della località Brecciarola e in un ambito di confine tra i territori di Chieti e di Cepagatti (Pe).

Il Fiume Pescara rappresenta uno dei corsi d'acqua principali nella Regione Abruzzo per il quale l'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", nell'ambito del "Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni" (PSDA), ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Conseguentemente nell'ambito di attraversamento in esame s'individuano delle interferenze tra il tracciato del metanodotto in progetto con le aree censite di pericolosità idraulica nel PSDA. Le Norme di Attuazione del Piano consentono la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica, subordinatamente alla presentazione di uno specifico studio di compatibilità idraulica.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

Lo studio è stato redatto in conformità delle disposizioni delle Norme di attuazione del PSDA, con particolare riferimento all'art.8 ed all'Allegato D delle norme stesse.

Nell'ambito della presente relazione vengono pertanto illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

Le scelte sono state effettuate, in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione dell'aspetto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

In tal senso le valutazioni specifiche di cui al presente elaborato sono state condotte in riferimento alle fasi di studio qui di seguito sinteticamente descritte:

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche, al fine di stimare le portate al colmo di piena in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 5 di 50	Rev. 1

attraversamento);

- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici del deflusso idraulico in corrispondenza dell'ambito di attraversamento;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PSDA.

In aggiunta si vuole evidenziare che il tracciato di progetto del metanodotto "Ravenna - Chieti", in corrispondenza dell'area di attraversamento del fiume Pescara, ricade in un ambito territoriale in cui è prevista la realizzazione di alcune vasche di laminazione delle piene, da eseguire a cura della Regione Abruzzo - Servizio Genio Civile Pescara. A tal proposito, nel presente elaborato sono riportate anche le valutazioni effettuate per la definizione delle soluzioni progettuali sul metanodotto in modo da renderlo compatibile anche con l'esecuzione dell'intervento sopra citato.

1.3 Disegno di Attraversamento

Il progetto dell'attraversamento del corso d'acqua, comprendente le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, è stato sviluppato nel seguente elaborato grafico:

- **LC-11D-82229** *Attraversamento Fiume Pescara*

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico sopra citato.

1.4 Definizioni

Metanodotto

Accezione convenzionale associata ad una specifica tipologia di gasdotto, che identifica una condotta di considerevole importanza per il trasporto del gas tra due punti di riferimento. È designato con i nomi dei comuni o delle località dove l'opera ha origine e fine, e in relazione alla finalità del trasporto.

Linea o Condotta

Insieme di tubi, curve, raccordi, valvole ed altri pezzi speciali, uniti tra loro per il trasporto del gas; a sviluppo interrato ma comprensiva di parti fuori terra.

Tubazione

Insieme di tubi, uniti tra loro, comprese le curve ottenute mediante formatura a freddo.

Diametro nominale (DN)

Indicazione convenzionale, che serve quale riferimento univoco per individuare la grandezza dei tubi e dei diversi elementi accoppiabili. Si indica con DN seguito dal numero, che ne esprime la grandezza in millimetri o pollici ("inches").

Trincea

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 6 di 50	Rev. 1

Scavo a cielo aperto, con definita sezione geometrica, finalizzata alla collocazione interrata della tubazione.

Trenchless

Tecnologie per lo scavo del terreno, finalizzate alla posa della condotta in sotterraneo, alternative alla trincea (microtunnel, gallerie, trivellazioni sub-verticali realizzate con "Raise borer", trivellazioni orizzontali controllate – T.O.C., ecc.).

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

Distanza compresa tra la generatrice superiore esterna della tubazione o del relativo manufatto di protezione, ove presente, e la superficie del terreno (piano campagna o fondo alveo).

Copertura minima

Valore minimo della profondità di interramento della tubazione, che vien stabilito in ciascun tratto della linea caratterizzato dalle medesime condizioni generali di esecuzione.

Pista di lavoro

Fascia di territorio, resa disponibile lungo l'asse del tracciato, predisposta per il transito dei normali mezzi di cantiere e per l'esecuzione delle fasi di scavo e di montaggio della condotta, entro la quale devono essere contenuti tutti i lavori di costruzione e posa.

Alveo

Sede del libero deflusso delle acque, delimitato da cigli di sponda e/o da pareti interne di tratti arginati. Comprende le aree morfologicamente appartenenti al corso d'acqua, in quanto sedimi storicamente interessati dal deflusso o attualmente interessati da andamento pluricursale e da naturali divagazioni delle correnti, e le aree manifestamente soggette alle dinamiche evolutive del corso d'acqua. La sua delimitazione è, di norma, individuata graficamente dalle Autorità aventi competenza sui corpi idrici o da strumenti di pianificazione.

Opere di ripristino

Opere di sistemazione e di recupero ambientale delle aree attraversate dal metanodotto; possono essere correlate e contestuali a lavori di consolidamento e stabilizzazione dei terreni o di regimazione e difesa idraulica della condotta, tra cui: sistemazioni arginali; ripristino di strade e servizi interferiti dal tracciato; ripristini morfologici; ripristini vegetazionali.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 7 di 50	Rev. 1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'interferenza tra il metanodotto in progetto con il fiume Pescara ricade nel tratto medio-basso dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 5.5 km a monte della confluenza da parte del torrente Nora), nei pressi della località Brecciarola e in un ambito di confine tra i territori di Chieti e di Cepagatti.

Più esattamente l'attraversamento ricade a circa 450m a monte del ponte dell'Autostrada A25 "Torano - Pescara" e a circa 300m a monte dell'esistente attraversamento aereo da parte del metanodotto "Ravenna - Chieti" in fase di dismissione.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso, il metanodotto in fase di dismissione è indicato tramite una linea in verde e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

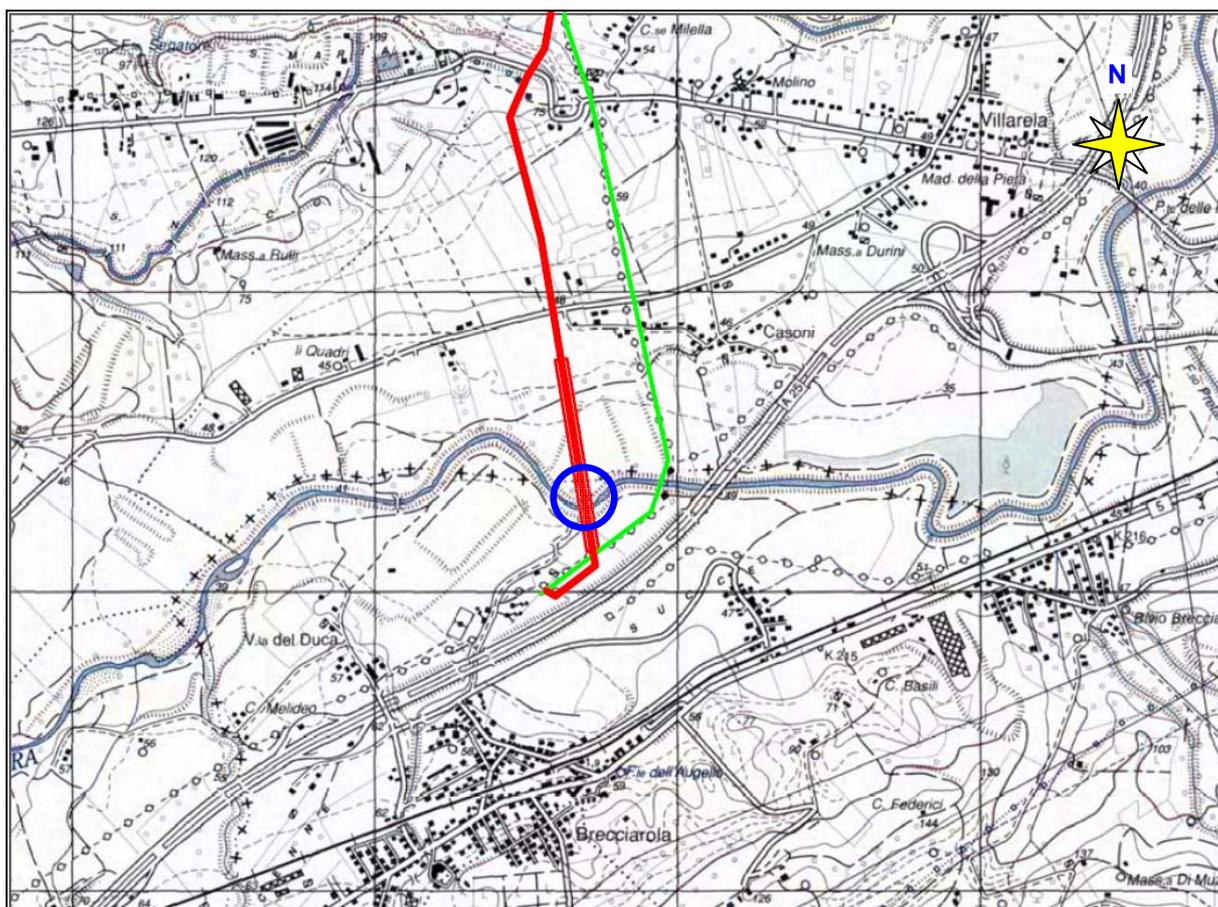


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

Le coordinate piane dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

Tab.2.1/A: Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	425637 m E	4687066 m N

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 8 di 50	Rev. 1

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (linea in rosso), il metanodotto in esercizio da dismettere (linea in verde) e l'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame (cerchio in blu).

Nella stessa figura è inoltre indicato schematicamente (mediante campitura a strisce in rosso) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione; ciò, in quanto (come meglio specificato in seguito), l'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame verrà eseguito in trenchless.

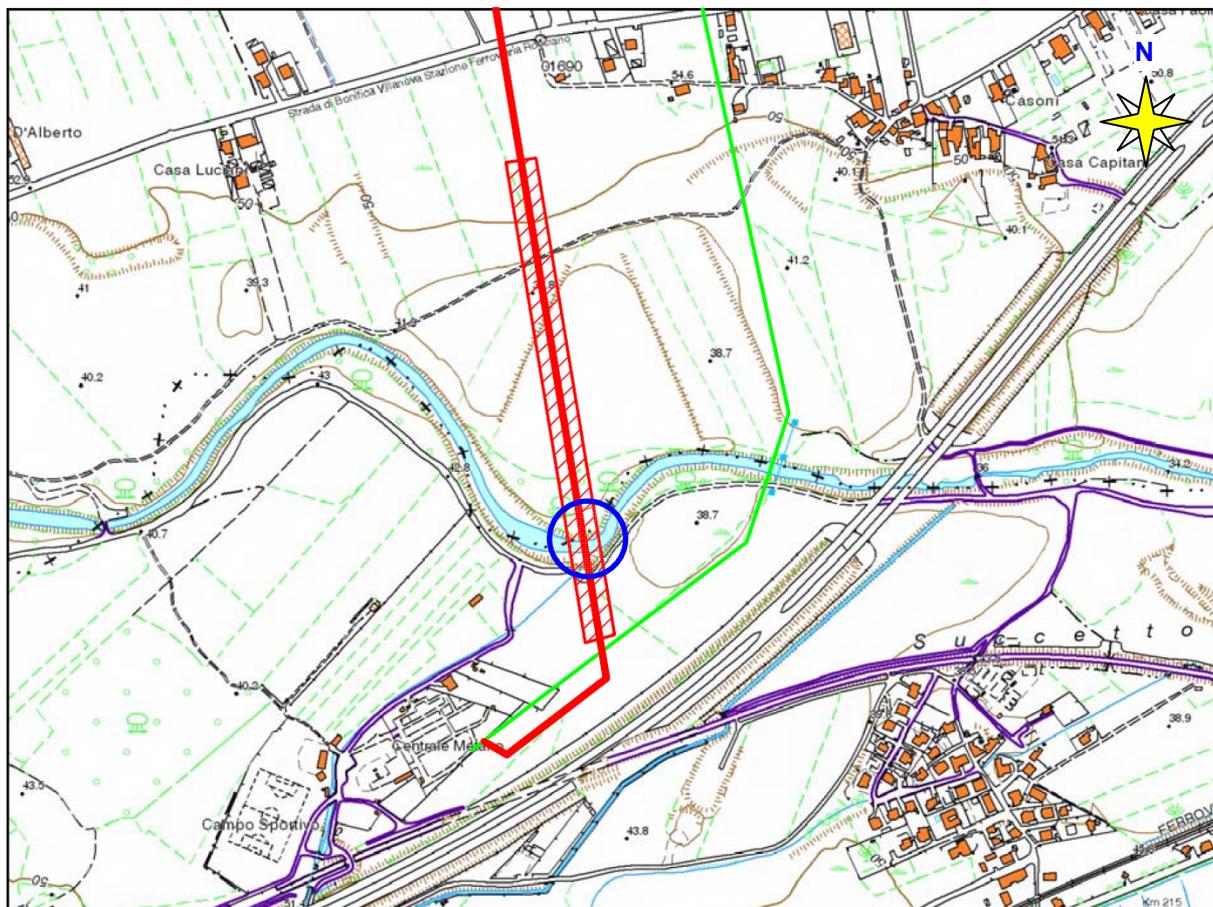


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Infine si pone in evidenza che, in corrispondenza dell'area di attraversamento del fiume Pescara, il tracciato del metanodotto ricade in un ambito territoriale nel quale è prevista la realizzazione di alcune vasche di laminazione delle piene, da eseguire a cura della Regione Abruzzo - Servizio Genio Civile Pescara.

L'intervento, denominato "Opere di Laminazione delle piene del fiume Pescara", prevede la realizzazione di cinque casse di espansione nei territori di Chieti, Manoppello, Cepagatti e Rosciano".

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 9 di 50	Rev. 1

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua

Tra i corsi d'acqua sfocianti nel Mare Adriatico a sud del Reno, il fiume Aterno-Pescara è quello che presenta la maggiore estensione del bacino idrografico, con una superficie complessiva di 3190 kmq ricadente per il 75% in provincia de L'Aquila, il 23.5% in provincia di Pescara e l'1.5% in provincia di Chieti.

Il bacino presenta una forma pseudo-triangolare, con il lato maggiore allungato in senso NO-SE all'interno della catena appenninica parallelamente alle direttrici principali del rilievo.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua, con indicazione del reticolo idrografico principale e dell'ambito in esame (*figura estrapolata dagli elaborati del Piano di Tutela delle acque della Regione Abruzzo*).

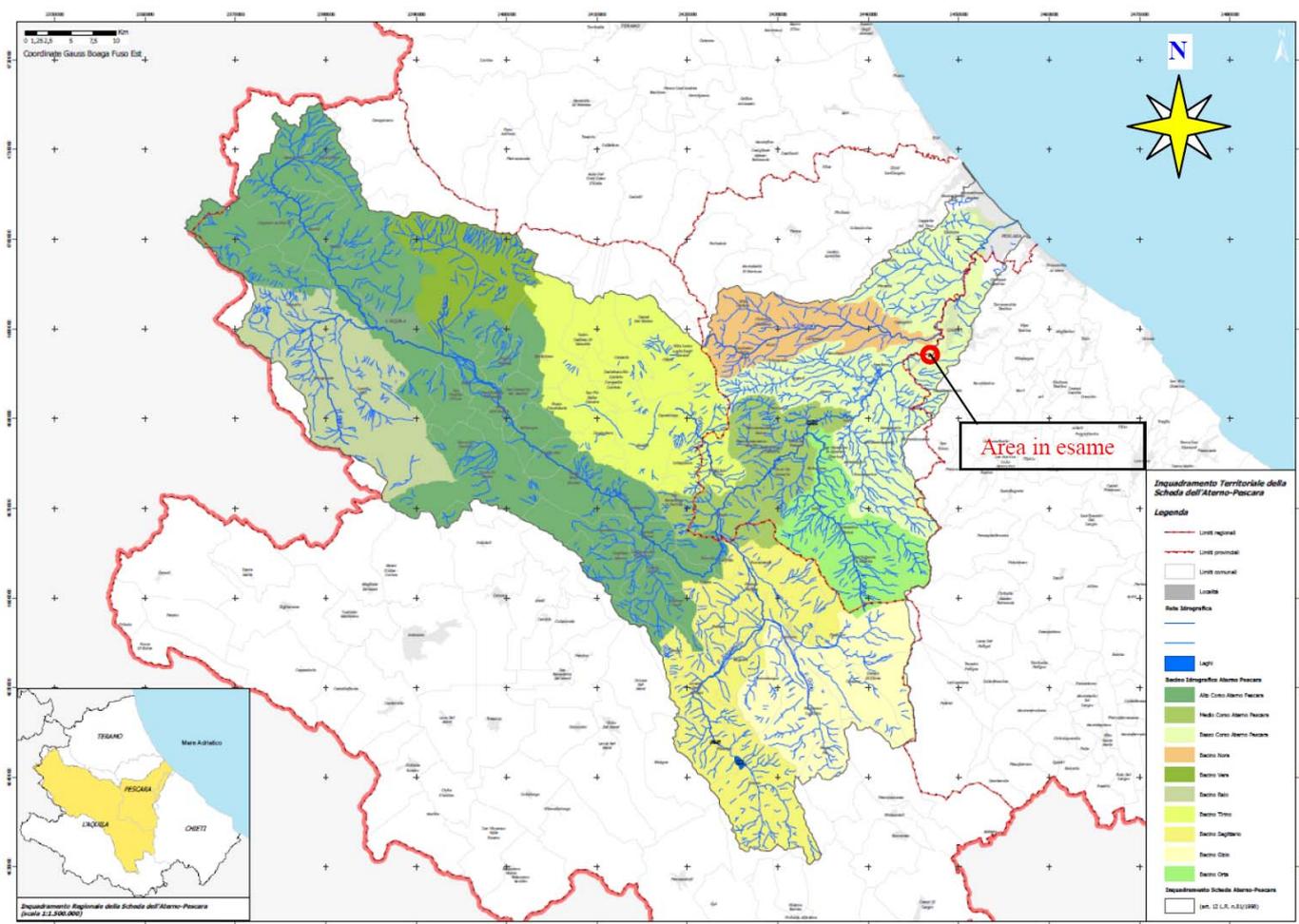


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 10 di 50	Rev. 1

Descrizione del reticolo idrografico dell'Aterno- Pescara

Il fiume Aterno (145 km di lunghezza totale) drena direttamente, o tramite sorgenti, un bacino comprendente la conca aquilana, una parte del massiccio del Gran Sasso, del Velino e del Sirente. L'Aterno nasce a Nord dell'abitato di Aringo, alimentato dalle omonime sorgenti situate sulle pendici di M. Capo-Cancelli (1398 m s.l.m.) e prende il nome di Torrente Mandragone fino alla località Piè di Colle. Il fiume attraversa e drena la Piana di Montereale-Capitignano, per una stretta gola, perviene al centro dell'Aquila dopo aver attraversato numerosi piccoli centri abitati. Nella piana a Nord della Città di L'Aquila, il fiume Aterno riceve importanti contributi dal fiume Vetoio, e dal torrente Raio; a sud dell'abitato di Bazzano, a circa 10 km ad est di L'Aquila, il fiume riceve, in sinistra, l'apporto del fiume Raiale. All'altezza della piana di Molina, il fiume Aterno è rifornito dall'omonimo gruppo di sorgenti. A valle di Molina il fiume Aterno scorre ripido ed incassato nelle aspre Gole di San Venanzio fino a raggiungere la piana di Molina e quella di Raiano. Il fiume Aterno a monte dell'abitato di Popoli riceve, in destra, il fiume Sagittario, suo principale affluente, che a sua volta riceve le acque dal fiume Gizio e dal fiume Vella.

Il fiume Pescara nasce dall'omonima sorgente (Riserva Naturale) poco a monte di Popoli. In corrispondenza dell'abitato di Popoli, il fiume Aterno riceve le acque del Pescara e prende il nome di Pescara. Il Pescara è composto da una rete idrica superficiale molto articolata, alimentata in parte da sorgenti perenni ed in parte dallo scioglimento dei nevai in quota, attraverso una ricca rete di torrenti stagionali. La geomorfologia del bacino a valle dell'abitato di Popoli cambia rapidamente e si conforma al modello comune di corsi d'acqua peninsulari adriatici, con progressiva trasformazione da tipologia montana, con sponde acclivi ed essenzialmente calcaree, a tipologia collinare, con sponde a debole pendenza costituite essenzialmente da argille e limi argillosi.

Nella sua parte terminale, dall'attraversamento della città di Pescara fino alla foce, il fiume Pescara è stato arginato e canalizzato dopo la piena del 1934.

Caratteristiche idrologiche del corso d'acqua

La parte superiore del bacino dell'Aterno viene alimentato da numerose sorgenti che garantiscono una portata pressoché costante. A seguito dei fenomeni meteorologici anche intensi i contributi di portata trasferiti alla rete idrografica non subiscono gli improvvisi aumenti tipici dei bacini di carattere torrentizio. Pertanto le onde di piena che caratterizzano il fiume Pescara sono provocati dagli apporti degli affluenti che si immettono lungo il tratto di valle (dalla diga di Alanno sino alla foce), in particolare il Nora ed il Cigno in sinistra idrografica, il Lavino e l'Orta in destra.

Tali affluenti sembrano essere in massima parte i responsabili degli eventi di piena che si realizzano sul Pescara. Infatti confrontando il contributo di massima piena per il bacino del Pescara stimato dal S.I.M.N. per la sezione di S. Teresa con quello della sezione di Maraone, si desume che il bacino sotteso dagli affluenti della parte terminale contribuisce per 0.89 m³/s km² sulla massima piena, mentre il contributo del resto del bacino ammonta a soli 0.06 0.89 m³/s km².

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 11 di 50	Rev. 1

3.2 Descrizione dell'ambito di attraversamento

L'ambito d'attraversamento del fiume Pescara avviene nel tratto medio- basso del corso d'acqua (come si rileva peraltro dalla Fig.3.1/A), nei pressi della località Brecciarola, in un tratto di confine tra i territori di Chieti e di Cepagatti (Pe), a circa 5.5 km a monte della confluenza del torrente Nora.

In prossimità del tratto in esame il corso d'acqua presenta una conformazione estremamente sinuosa, a tratti meandriforme con pendenza longitudinale valutabile nell'ordine del 0.3%.

Più specificatamente in corrispondenza dell'area di attraversamento, che è localizzato poco a monte del ponte dell'autostrada A25 "Torano - Pescara", l'alveo presenta una configurazione incisa per circa 3+4m nei confronti del piano campagna ed larghezza complessiva al fondo di circa 25÷30 m.

Le sponde, dolcemente acclivi, sono interessate da una fitta vegetazione ripariale arbustiva e arborea; mentre le aree circostanti risultano coltivate principalmente a seminativo ed a ortaggi.

Il sottosuolo è formato da depositi alluvionali costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa. I sedimenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e ciottoli arrotondati e sub-arrotondati. Non si rilevano segni evidenti di erosioni spondali e/o di approfondimenti di fondo alveo.

Si pone inoltre in evidenza che, come meglio specificato nel seguito, che in prossimità dell'area di attraversamento è prevista la realizzazione di un intervento finalizzato alla esecuzione di n.5 vasche di laminazione delle piene del corso d'acqua.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (linea in rosso) ed il corso d'acqua.



Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 12 di 50	Rev. 1

L'attraversamento in esame, come meglio specifico nel seguito, verrà eseguito in trenchless il cui sviluppo di trivellazione è indicato schematicamente, nella precedente Fig.3.2/A, mediante una sagoma rettangolare in arancione a cavallo della condotta da posare.

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda destra del corso d'acqua). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito mediante l'impiego di tecniche in trenchless e pertanto senza interferire in alcun modo con la configurazione d'alveo esistente.

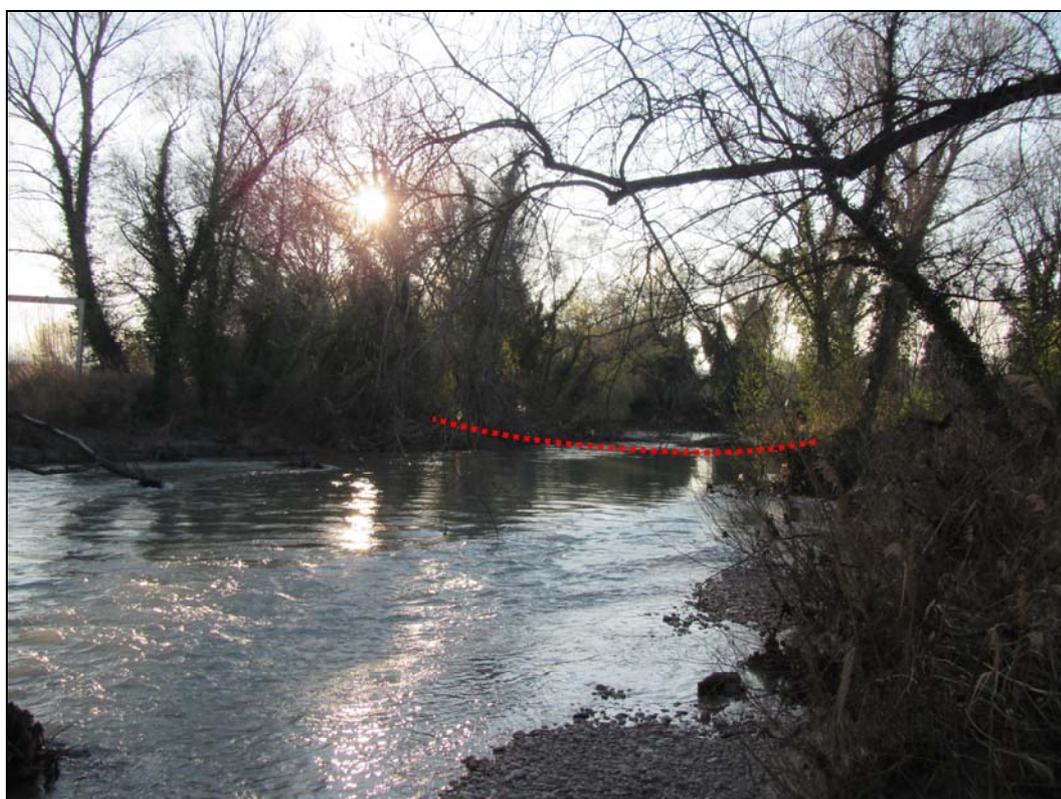


Fig.3.2/B: Foto ambito di attraversamento del corso d'acqua

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 13 di 50	Rev. 1

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

Lo studio idrologico in generale assume la finalità di determinazione delle portate al colmo di piena e/o degli idrogrammi di piena di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio ed in funzione di associati tempi di ritorno.

La valutazione delle portate può essere eseguita con diverse metodologie di calcolo, in funzione della natura dei dati disponibili.

In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).

In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).

In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.

Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Il fiume in esame, ricadente nel territorio di competenza "dell'ex Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", rappresenta uno dei corsi d'acqua di rilievo regionale per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni* (PSDA), ha proceduto ad effettuare specifiche valutazioni idrologiche ed idrauliche con lo scopo di individuare e censire le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Pertanto, in ragione di quanto evidenziato, per le valutazioni idrologiche nella sezione in esame, ci si riferisce esplicitamente agli "studi ufficiali" prodotti dall'Autorità di Bacino, per i quali qui di seguito si riporta una descrizione delle metodologie di elaborazione e la selezione dei risultati di interesse.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Il corso d'acqua viene attraversato dal metanodotto in progetto in un ambito di confine tra i territori di Chieti e di Cepagatti (Pe), nei pressi della località Brecciarola.

L'attraversamento in particolare avviene poco a monte del viadotto autostradale della A25 e a circa 5.5 km a monte della confluenza da sinistra del torrente Nora.

A tal proposito nella figura seguente è riportata in color magenta la delimitazione del bacino imbrifero sotteso dalla sezione di studio (sezione di attraversamento). Nella stessa figura, oltre il tracciato di progetto del metanodotto (riportato mediante una linea in rosso) risulta inoltre possibile individuare i sottobacini degli affluenti principali.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 14 di 50	Rev. 1

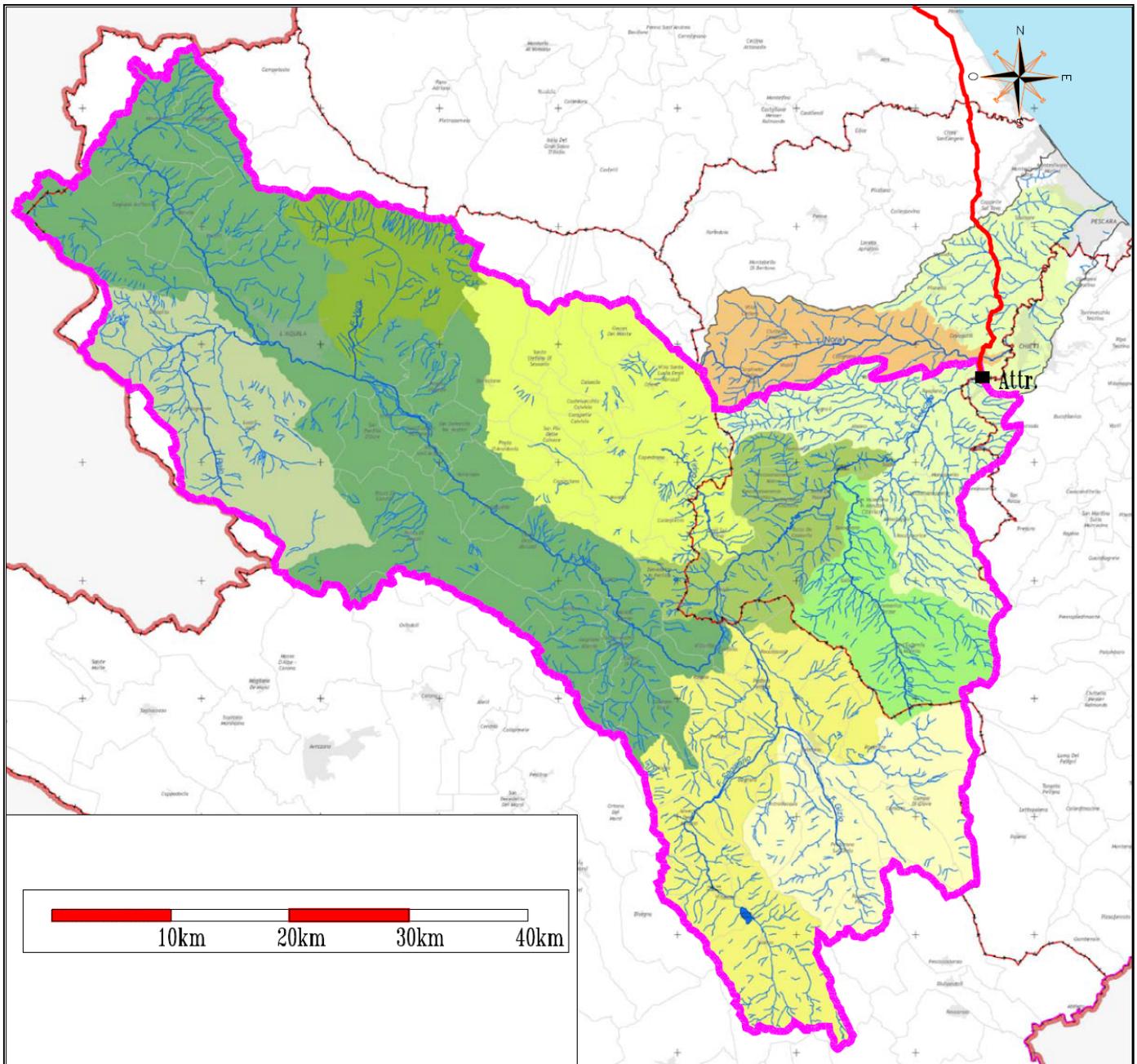


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 15 di 50

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio (sezione di attraversamento).

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
F. Pescara- Sez. Attraversamento	2863	143	972	37m

4.4 Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche

Nel presente paragrafo vengono descritte le modalità utilizzate per le valutazioni idrologiche nell'ambito degli studi per la redazione del PSDA.

4.4.1 Premessa

Le moderne tecniche di analisi statistica delle grandezze idrologiche consentono di elaborare e di correlare tra loro diversi campioni di dati, provenienti da strumenti di monitoraggio ubicati in zone diverse del territorio, in modo da ottimizzare la densità di informazione disponibile, ridurre le incertezze dovute alla frammentazione delle osservazioni, al fine di una rappresentazione continua ed omogenea del fenomeno indagato all'interno di una regione di territorio.

Uno studio orientato al raggiungimento di questo obiettivo è stato realizzato, con riferimento al territorio regionale abruzzese (Regione Abruzzo, 2003), nell'ambito della redazione del Piano Stralcio per la Difesa dalle Alluvioni (PSDA), successivamente approvato dallo stesso Ente (Regione Abruzzo, 2008).

Lo studio ha inteso fornire uno strumento utilizzabile in ambito professionale per la stima dell'intensità con cui si manifestano i fenomeni idrologici, sia in termine di portate di massima piena che di precipitazioni intense, garantendo, nel contempo, una certa uniformità nella stime idrologiche. Lo studio è stato impostato nel rispetto delle procedure di regionalizzazione raccomandate nel Progetto VAPI, sulla base dei dati pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) di Pescara.

4.4.2 Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI

L'obiettivo del Progetto VAPI è quello di consentire la stima del valore di una prefissata grandezza idrologica (precipitazione massima annua $h_{d,T}$ di durata $d=1÷24$ ore o portata massima annua al colmo Q_T) per un assegnato tempo di ritorno T , in punti del territorio o in sezioni idrografiche, ove si possono verificare due diverse situazioni:

- nei siti di interesse è disponibile una serie storica sperimentale sufficientemente lunga da permettere la valutazione di alcuni parametri statistici, ma insufficiente a permettere una stima affidabile della grandezza idrologica corrispondente a tempi di ritorno elevati quali quelli considerati in questo studio;
- nei siti di interesse non è disponibile un'informazione sperimentale sufficiente per qualunque elaborazione statistica affidabile o l'informazione sperimentale è totalmente assente.

Come ampiamente riportato nella letteratura scientifica a partire da Wallis (1982), il modo migliore per conseguire una stima accurata delle grandezze idrologiche di interesse in entrambe le situazioni precedenti è rappresentata dalla "regionalizzazione" dell'informazione idrologica disponibile su un territorio più ampio, così da integrare la

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 16 di 50	Rev. 1

limitata o assente informazione temporale con la più ampia informazione spaziale (Chow, Maidment e Mays, 1988; Maidment, 1993).

Tra le possibili tecniche di analisi regionale, il Progetto VAPI promosso dal gruppo GNDCI-CNR suggerisce di fare riferimento al *metodo della grandezza indice*. L'idea di base di questa metodologia consiste nell'individuare una regione idrologicamente omogenea nei riguardi della variabile idrologica di interesse, cioè una regione costituita da un insieme di siti caratterizzati da una distribuzione di probabilità degli eventi idrologici intensi che si può ritenere unica a meno di un fattore di scala (Cunnane, 1989) ed elaborare unitamente l'insieme dei dati sperimentali rilevati.

Se si indica con X la variabile rappresentativa dei massimi annui della grandezza idrologica considerata, avente probabilità di non superamento $F(x)$, ovvero assegnato tempo di ritorno $T = 1 / [1-F(x)]$, l'analisi regionale consiste nel definire, in riferimento alla regione omogenea, la funzione di probabilità di non superamento $F(x')$ della variabile casuale $X' = X / \mu$, ottenuta adimensionalizzando la variabile originaria X rispetto ad una grandezza indice μ . La funzione $F(x')$, la sua inversa $x'(F)$ e l'equivalente legge $x'(T)$ vengono generalmente indicate, nel campo idrologico, con il termine di curva di crescita.

Definita pertanto la curva di crescita $x'(T)$ ed una relazione che permetta il calcolo della grandezza indice μ , la stima della variabile di assegnato tempo di ritorno risulta esprimibile mediante il semplice prodotto:

$$x_T = \mu \cdot x'(T) \quad (\text{eq. 1})$$

Il concetto di regionalizzazione consente, in definitiva, di estendere la validità dell'equazione (eq.1), valutata sull'insieme delle stazioni di misura considerate, a tutti i siti di interesse che appartengono all'area omogenea esaminata.

Posto che la regione considerata sia effettivamente omogenea nel senso prima detto, il metodo dell'analisi regionale della portata indice consente stime agevoli ed affidabili grazie alla maggiore informazione sugli eventi estremi utilizzata (Maidment, 1993). E' stato peraltro dimostrato che l'analisi regionale permette di ottenere stime più robuste e corrette rispetto ai risultati offerti da un'analisi di tipo puntuale, sia in presenza di parziale eterogeneità della regione (Lettenmaier et al., 1987) sia in presenza di correlazione spaziale tra le stazioni, la quale, di fatto, riduce l'effettiva numerosità campionaria disponibile (Hosking e Wallis, 1988). Per queste ragioni l'analisi regionale viene considerata il mezzo più idoneo per ottenere valutazioni attendibili di x_T in corrispondenza di tempi di ritorno elevati, sia per sezioni non provviste di dati sperimentali sia per siti di misura con ridotta numerosità campionaria. La ricerca scientifica mostra infatti chiaramente che è sconsigliabile estendere l'estrapolazione statistica a livello puntuale oltre 2÷3 volte la dimensione campionaria (Benson, 1962; Jakob et al., 1999; De Michele e Rosso, 2000).

In sintesi, nell'analisi regionale basata sul metodo della grandezza indice si possono distinguere due fasi fondamentali:

- l'individuazione, all'interno della regione di studio, di zone idrologicamente omogenee nei confronti della variabile di interesse, ognuna delle quali è caratterizzata da una propria curva di crescita i cui parametri sono opportunamente stimati;
- la definizione di relazioni che permettono di valutare la grandezza indice, solitamente espressa come funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

L'individuazione di zone idrologicamente omogenee può essere condotta mediante criteri puramente geografici (NERC, 1975) o facendo ricorso a criteri di raggruppamento fondati sull'affinità delle caratteristiche idro-geomorfoclimatiche che intervengono nei processi idrologici (Wiltshire, 1986a,b; Acreman e Sinclair, 1986;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 17 di 50	Rev. 1

Nathan e McMahon, 1990; Burn, 1997) o infine utilizzando la similarità dei parametri statistici che caratterizzano le serie sperimentali (Fiorillo e Rolla, 1989; Burn, 1990; Reitano e Rossi, 1992).

Rimandando alla letteratura citata per un esame approfondito dei vantaggi-svantaggi offerti dai diversi approcci è comunque importante sottolineare che, qualunque sia il criterio di accorpamento utilizzato, è necessario verificarne la correttezza, valutando mediante opportuni test di omogeneità la capacità del modello di riprodurre le distribuzioni di frequenza delle variabili statistiche di controllo (Hosking e Wallis, 1993).

Secondo quanto emerso dall'analisi svolta nell'ambito del PSDA, il territorio della Regione Abruzzo può essere suddiviso in 2 sotto zone omogenee (SZO) e precisamente una Zona Costiera ed una Zona Appenninica, per la cui esatta delimitazione si rimanda alla Tavola n. 6.2 del PSDA e la cui omogeneità in senso statistico è stata confermata dalle verifiche condotte e riportate nella Relazione n. 6.1 dello stesso PSDA.

4.4.3 Stima delle portate al colmo

Nella redazione del PSDA, la stima della curva di crescita per la valutazione delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno è stata condotta secondo le linee guida del Progetto VAPI, a partire da una base di dati sperimentali aggiornata rispetto a quella utilizzata nei precedenti lavori, condotti in modo simile, da Calenda et al. (1994, 1999).

Le zone idrologicamente omogenee, rispetto alla capacità di generare portate di piena intense, all'interno dell'ambito territoriale interessato, è stata effettuata secondo la metodologia suggerita nell'ambito di altri rapporti regionali VAPI (Versace et al., 1989; Cannarozzo e Ferro, 1991; Cannarozzo et al., 1993; Copertino e Fiorentino, 1994; Rossi, 1994). In pratica, le zone idrologicamente omogenee identificate nell'ambito dello studio delle precipitazioni massime annue vengono ritenute valide anche per i deflussi di piena in quanto dedotte a partire da una base dati molto più ampia. Sulla base di questa ipotesi, nel territorio esaminato è possibile identificare, anche per le portate al colmo, due zone con un diverso comportamento idrologico, di fatto coincidenti rispettivamente con la Zona Costiera e la Zona Appenninica (vedi PSDA, Tavola n. 6.2).

La base di dati disponibile, circa le portate massime annue registrate dalle stazioni di misura idrometrica, è risultata alquanto eterogenea, con una concentrazione sulla Zona Appenninica, per la quale sono stati reperiti dati sufficienti al fine dell'analisi statistica. Di conseguenza, è stato possibile pervenire alla determinazione di una sola curva di crescita la cui validità è da ritenersi limitata alla sola Zona Appenninica. E' inoltre ipotizzabile che la curva di crescita valida per la Zona Appenninica non sia utilizzabile per la caratterizzazione delle portate di piena nella Zona Costiera in quanto tendenzialmente sotto-stimante.

Nell'intento di pervenire alla definizione dell'idrogramma di piena in una qualunque sezione idrografica all'interno del territorio regionale, le indagini condotte nell'ambito del PSDA sono state articolate secondo una serie di fasi per le quali si rimanda alla già citata relazione.

4.4.4 Curva di crescita regionale

Per la stima della curva di crescita regionale rappresentativa del comportamento statistico delle portate al colmo massime annue nei bacini regionali abruzzesi, l'acquisizione dei dati utili alle elaborazioni statistiche ha evidenziato due situazioni alquanto differenti circa la loro utilità al fine dell'applicazione della metodologia VAPI.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 18 di 50	Rev. 1

Per quanto riguarda la Zona Appenninica, lo studio ha fatto riferimento alle portate al colmo massime annue rilevate alle stazioni provviste di almeno 20 valori di portata massima annuale ed il cui bacino contribuyente sia almeno per il 70% della sua superficie complessiva all'interno di tale Zona. Sulla base di tale criterio, l'esame dei dati di portata massima annuale disponibili ha consentito di individuare 18 stazioni idrografiche tra le quali:

• Sangro a Opi;	• Zittola a Montenero;	• Aventino a Vicenne;
• Sangro a Villetta Barrea;	• Sangro a Ateleta;	

Applicando le direttive metodologiche VAPI gli autori sono pervenuti alla rappresentazione della curva di crescita regionale utilizzabile per la valutazione delle portate al colmo massime annue che caratterizzano i bacini idrografici ubicati nell'ambito della Zona Appenninica. La Tabella seguente presenta il valore dei parametri λ^* , Θ^* , λ_1 e η necessari alla costruzione della curva di crescita TCEV e un'espressione esplicita approssimante tale curva, valida per $T > 5$ anni e che fornisce un errore comunque inferiore al 1% nell'intervallo $10 < T < 500$.

Tab.4.3/A: Parametri ed espressione approssimata dei fattori di crescita delle portate al colmo, per la Zona Appenninica

$\hat{\lambda}^*$	$\hat{\Theta}^*$	$\hat{\lambda}_1$	η	$x'(T)$ per $T > 5$ anni	Note
0.413	3.302	6.56	3.5651	$-0.2781 + 0.9230 \cdot \ln T$	Valida per la sola Zona Appenninica

Le curve di crescita così ottenute sono utilizzabili per tutti i bacini appenninici, con superficie superiore ai 10 km².

4.4.5 Portata Indice m_Q

La stima della portata indice m_Q , ossia il valore atteso di portata al colmo massima annuale che particolarizza la (eq.1) per il sito fluviale di interesse, costituisce uno dei problemi aperti di maggiore complessità nell'idrologia; le innumerevoli applicazioni pratiche del metodo della portata indice hanno infatti evidenziato la difficoltà di ottenere stime attendibili di m_Q indipendentemente dal metodo di stima utilizzato. Come già evidenziato da Hebson e Cunnane (1987) e dal FEH (1999), e confermato da Brath et al. (1999) e da De Michele e Rosso (2000), se si dispone di un campione sperimentale anche di dimensioni non elevate (12÷15 anni) la stima diretta di m_Q è preferibile a qualunque altro approccio.

Nel caso di sezioni fluviali rappresentative di situazioni idrologiche particolari, ad esempio bacini dove un'elevata permeabilità o la presenza di fenomeni di carsismo genera meccanismi di risposta alle sollecitazioni meteoriche non generalizzabili, Brath et al. hanno mostrato che 5÷10 anni di misure dirette sono in genere sufficienti per fornire risultati migliori di quelli ottenibili con approcci indiretti.

Nell'insieme del territorio costituito dai bacini idrografici scolanti nel versante adriatico, sulla base dei dati forniti dal S.I.M.N., sono state individuate 23 sezioni idrometrografiche, per le quali si dispone di più di 12 valori di portata al colmo massima annua. In aggiunta, si sono resi disponibili i valori di portata indice calcolati in altre 5 sezioni sulla base di un campione sperimentale di almeno 5 anni, che possono essere quindi utilizzate ai fini operativi. In definitiva l'informazione sperimentale disponibile per la valutazione della portata indice, rappresentata dal valore m_Q in 28 sezioni di misura,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 19 di 50	Rev. 1

è apparsa di discreta consistenza in termini di numerosità e di distribuzione sul territorio.

Per poter comunque permettere la valutazione della portata indice m_Q in una qualunque sezione di interesse lo studio del PSDA ha portato alla definizione di alcune relazioni, valide a livello regionale, tramite le quali pervenire ad una stima indiretta di m_Q . In particolare è stato seguito il suggerimento di Franchini e Galeati (1996) ed Brath et al. (1999) che, esaminando in maniera specifica il problema della stima della piena indice per le sezioni idrografiche dei bacini appenninici compresi tra l'Emilia e le Marche (dal bacino del Trebbia al Tronto) e comparando vari modelli di stima ed utilizzando tecniche di verifica jack-knife, sono pervenuti alla conclusione che l'impiego di relazioni multiregressive appare l'approccio in grado di fornire le migliori stime dei valori indice. Muovendosi lungo questa linea di indagine e utilizzando le portate indice calcolate alle sezioni idrografiche strumentate, provviste di almeno 10 anni di dati, sono state esaminate numerose possibili relazioni multiregressive utilizzando diverse combinazioni di grandezze geomorfologiche. La relazione risultata come ottimale è:

$$\hat{m}_Q = 0.00858 \cdot A_{imp}^{0.6506} \cdot m_g^{1.4387} \quad (\text{eq. 2})$$

dove A_{imp} è l'area sottesa classificata come impermeabile secondo le indicazioni del S.I.M.N. (km²) e m_g è la pioggia indice di durata 1 giorno valutata nel baricentro del bacino (mm). La pioggia indice m_g è stata in particolare calcolata come media pesata delle precipitazioni indice puntuali alle stazioni di misura afferenti ciascun bacino considerato, con pesi ottenuti mediante costruzione dei poligoni di Thiessen. Ai fini operativi la pioggia indice può comunque essere valutata nel baricentro del bacino di interesse in maniera speditiva e senza particolare perdita di accuratezza in base alle isolinee riportate nella Tavola N. 6.5 del PSDA.

4.5 Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse

Premessa

Relativamente al bacino del bacino Aterno-Pescara, nell'ambito degli elaborati di studio del PSDA si è provveduto alla costruzione degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno $T = 20, 50, 100, 200$ e 500 anni in dodici sezioni idrologiche, indicate nella Tavola C0611.

In tal senso nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri geomorfologici relativamente ai bacini idrografici sottesi dalle sezioni considerate lungo le aste fluviali.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 20 di 50

Tab.4.5/A: Grandezze geomorfologiche che caratterizzano i bacini idrografici sottesi dalle sezioni considerate.

Sezione	A (km ²)	A perm. (%)	A imp. (km ²)	L (km)	ΔH (m)	Z (m s.l.m.)
Sez.AT1	168.5	35	109.5	24.4	355.0	1074.0
Sez. RA1	227.1	50	113.6	21.5	623.4	1258.0
Sez.AT1-RA1	130.0	50	65.0	12.0	347.0	1024.0
Sez. RA1-AT2	294.0	70	88.2	22.0	490.0	1085.0
Sez.AT3	1309.2	60	523.7	93.0	812.0	1092.0
Sez. ST1	377.0	93	26.4	20.0	806.0	1121.0
Sez.AT-ST-PE	208.0	90	20.8	12.0	397.0	657.0
Sez. PE1	2674.2	67	882.5	128.0	937.0	1023.0
Sez. NO1	137.0	4	131.5	32.0	461.0	492.0
Sez. PE2	3132.0	58	1315.4	165.0	908.0	914.0
Sez. PE1-NO1	181.0	5	172.0	21.0	204.0	255.0
Sez. NO1-PE2	139.3	5	132.4	17.0	86.0	96.0

Per le specifiche valutazioni idrologiche di cui il presente elaborato risultano principalmente significative le sezioni PE1 "Pescara ad Alanno" e PE2 "Pescara a Pescara" (i cui parametri sono evidenziati in giallo nella tabella precedente), le quali sono ubicate lungo l'asta principale rispettivamente a monte ed a valle nei confronti della sezione idrologica di riferimento.

Sintesi dei Risultati per le sezioni PE1 e PE2

Nella figura seguente è riportata una tavola con la rappresentazione del bacino complessivo del Pescara, dalla quale sono riportati:

- *in giallo*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione PE2 (con superficie di 3132 km²);
- *in celeste*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione PE1 (con sup. di 2674.2 km²);
- *in magenta*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione di attraversamento (di studio nel presente elaborato), il quale è intermedio alle sezioni PE1 e PE2 (con superficie di 2863 km²);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 21 di 50	Rev. 1

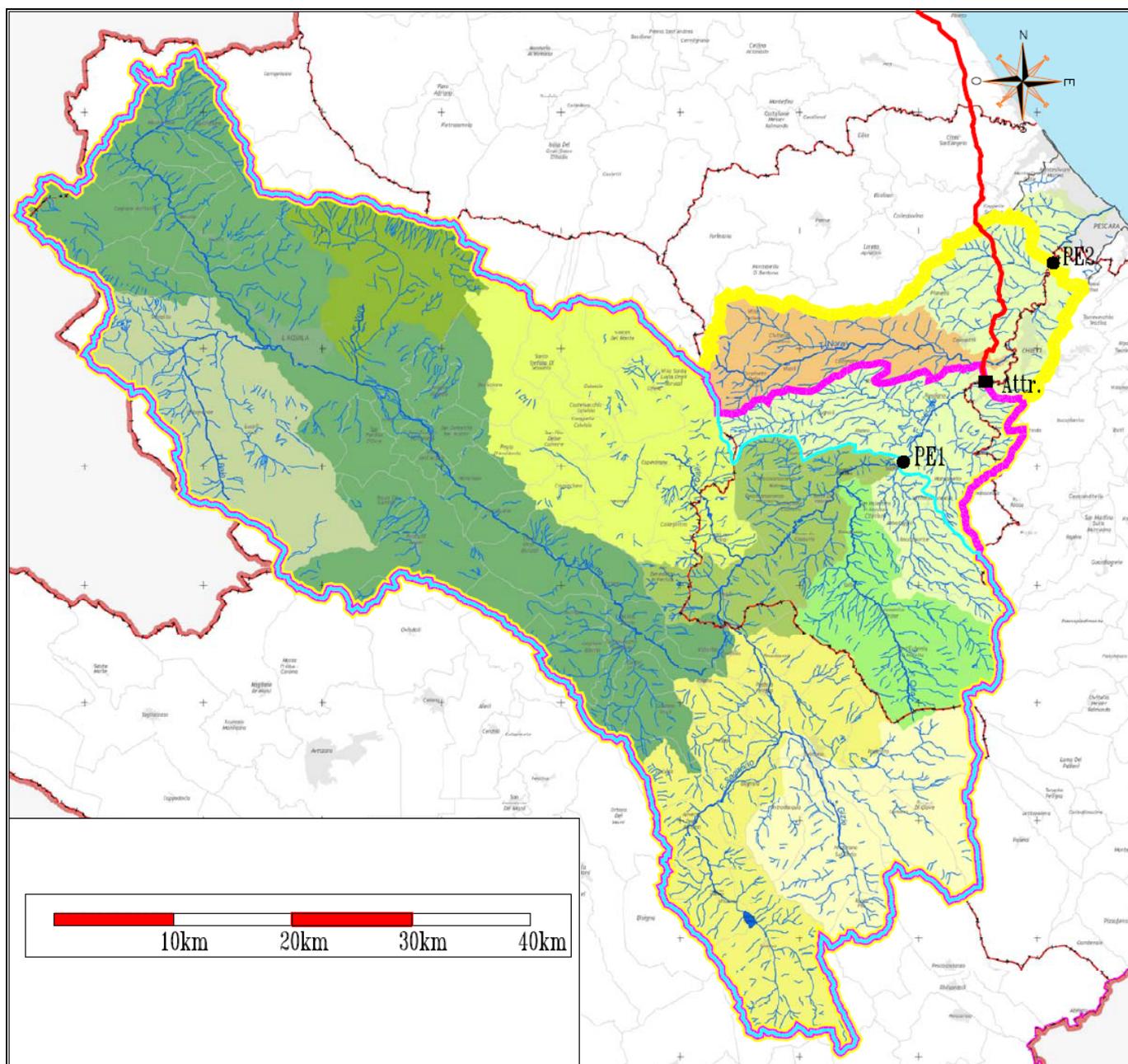


Fig.4.5/A: Bacini Imbriferi sottesi dalle sezioni PE2, PE1 e dalla Sez. Studio

I risultati delle elaborazioni idrologiche effettuate nell'ambito nel PSDA, intesi come portate al colmo di piena sono stati rappresentati nella Tavola C0611, e riportati in forma tabellare in Allegato E delle Norme di Attuazione.

Gli stessi valori di portata (per le sezioni di interesse) sono stati estrapolati nella tabella seguente.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 22 di 50	Rev. 1

Tab.4.5/B: Risultati delle elaborazioni

TR (anni)	SEZ. ID=PE1		SEZ. ID=PE2	
	Sup. Bacino (kmq)	Portata (mc)	Sup. Bacino (kmq)	Portata (mc)
20	2674.2	471	3132.0	815
50	2674.2	633	3132.0	1094
100	2674.2	754	3132.0	1305
200	2674.2	878	3132.0	1518
500	2674.2	1037	3132.0	1794

4.6 Portate al colmo di piena nella sezione di studio

La sezione di interesse nel presente elaborato risulta intermedia tra quelle indicate nella precedente Tab.4.5/B, per le quali sono state valutate (nell'ambito degli studi PSDA) le portate al colmo in funzione del tempo di ritorno.

In tal senso, la valutazione delle portate al colmo di piena nella sezione idrologica di riferimento può essere eseguita mediante il criterio della "similitudine idrologica", che consente di determinare i valori delle portate di piena in funzione della superficie del bacino imbrifero secondo l'espressione nel seguito riportata:

$$Q_2 = Q_1 * \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^m \quad \text{eq.4.1}$$

dove:

Q₁, Q₂= rappresentano le portate rispettivamente nelle sezioni generiche 1 e 2 (in mc/s);

S₁, S₂= rappresentano le superfici dei bacini nelle sezioni 1 e 2 (in kmq);

m= parametro adimensionale;

Quindi considerando la eq.4.1 in riferimento ai valori delle portate e delle superfici dei bacini di cui alla precedente Tab.4.5/B, può essere valutato il parametro *m* per il campo di superfici di riferimento. Nel caso in esame è stato individuato m=3.47

Pertanto i valori di portata nella sezione di studio possono essere determinati sempre dalla stessa eq.4.1, in funzione dei valori di portata e di superficie della sezione di monte (o di valle) ed in considerazione del parametro adimensionale *m* precedentemente individuato.

Le portate risultanti sono state riportate nella tabella seguente.

Tab.4.6/A: Portate di riferimento nella Sezione di Studio (tabella riepilogativa)

Sezione Idrologica	Superficie Bacino	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
		(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)
Fiume Pescara - Sez. Attraversamento	2863kmq	597	802	955	1113	1314

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 23 di 50	Rev. 1

4.7 Validazione dei risultati

Al fine di validare i risultati idrologici conseguiti è stata eseguita un'analisi di confronto con le valutazioni idrologiche eseguite nell'ambito del progetto per il dimensionamento delle vasche di laminazione da realizzare in prossimità dell'area di attraversamento (si veda quanto meglio illustrato nel seguito).

I risultati sono praticamente analoghi a quanto riportato in Tab.4.6/A.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 24 di 50	Rev. 1

5 VALUTAZIONI IDRAULICHE

5.1 Generalità

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) in considerazione di una generica portata o idrogramma di piena in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici in un tronco d'alveo e dall'individuazione delle eventuali fasce di esondazione e dei relativi tiranti idraulici, in concomitanza di prestabiliti eventi di piena.

Relativamente agli attraversamenti in subalveo da parte di metanodotti, le verifiche idrauliche sono invece finalizzate principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso necessari per la valutazione delle erosioni in alveo nell'ambito d'attraversamento. Ciò con lo scopo di determinare i valori di copertura in alveo della condotta che assicurino gli adeguati margini di sicurezza nei confronti dei processi erosivi del letto fluviale, relativamente a tutta la vita utile dell'opera.

5.2 Considerazioni specifiche

Nel caso specifico l'interferenza idraulica in esame nel presente elaborato riguarda l'attraversamento in subalveo del corso d'acqua da parte del metanodotto, il quale verrà realizzato mediante la posa della pipeline mediante una tecnica in trenchless in considerazione di profondità di posa molto elevate nei confronti del fondo alveo del corso d'acqua.

Infatti la trivellazione per la posa della condotta verrà eseguita con postazioni di estremità posizionate a distanze ragguardevoli nei confronti dell'alveo e dei rilevati arginali del corso d'acqua, con una configurazione in subalveo curvilinea che assicura profondità di posa molto elevate nei confronti delle quote di fondo del letto fluviale (di circa 15m). A tal proposito si rimanda a quanto meglio specificato nei capitoli seguenti.

In ragione di quanto detto risulta del tutto evidente che, nel caso specifico, la condotta verrà posizionata in assoluta sicurezza nei confronti dei processi erosivi del fondo alveo e pertanto non si è ravvisata la necessità di sviluppare degli specifici studi idraulici finalizzati alla valutazione di detti fenomeni di approfondimento dell'alveo, in quanto ritenuti superflui.

Peraltro, come più volte già accennato in precedenza, l'area in esame è soggetta (da qui a breve) a stravolgimenti dell'assetto idraulico a causa della prossima realizzazione di n.5 casse di laminazione proprio in corrispondenza del contesto in esame. Pertanto un'analisi idraulica della configurazione idraulica attuale è destinata a divenire obsoleto, presumibilmente nel giro di pochi anni.

Detto ciò, a titolo prettamente conoscitivo in merito alla specifica argomentazione, nel presente capitolo ci si limita esclusivamente a riportare una descrizione delle elaborazioni idrauliche effettuate per la redazione del PSDA sul corso d'acqua, evidenziando i risultati riferiti all'ambito specifico in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 25 di 50

5.3 Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrauliche

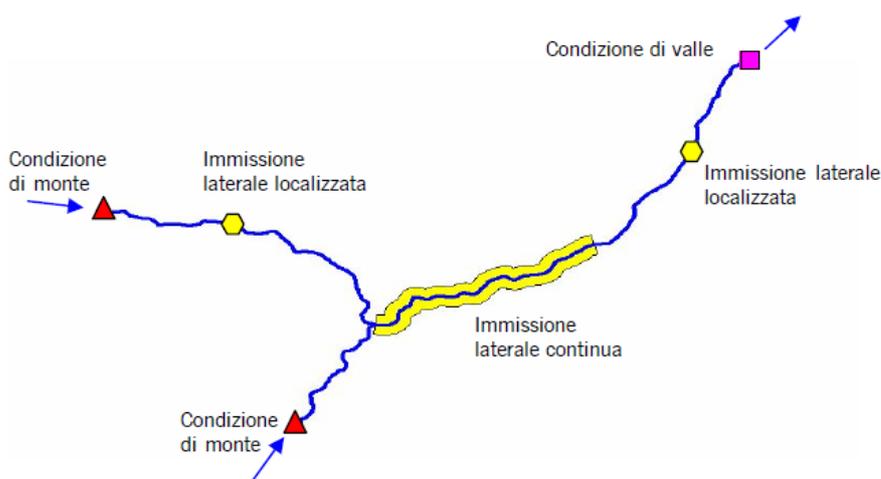
Nel presente paragrafo vengono descritte sinteticamente le modalità utilizzate per le valutazioni idrauliche nell'ambito degli studi per la redazione del PSDA, i quali sono stati sviluppati nei tratti fluviali (appartenenti ai bacini idrografici di rilievo regionale e del bacino interregionale del F. Sangro) indicati Tavola n. 7.3 “Studi idraulici per la mappatura delle aree inondabili - carta dei tratti fluviali indagati”.

5.3.1 Cenni sulle elaborazioni

Le elaborazioni idrauliche sono state eseguite mediante il modello di calcolo SOBEK che rappresenta un pacchetto informatico prodotto da WL|Delft Hydraulics di simulazione integrata dei processi idrologici e idraulici. Il software permette di considerare il modulo in moto vario monodimensionale e il modulo in moto bidimensionale (che possono funzionare in maniera autonoma o accoppiati).

Le condizioni al contorno utilizzate per le simulazioni idrauliche svolte sono di 3 tipi:

1. Condizione al contorno di monte;
2. Condizione al contorno di valle;
3. Condizione di immissione laterale;



La condizione di tipo 1, applicata nella sezione di monte dove inizia la schematizzazione, è un idrogramma, ovvero una curva che descrive la portata al variare del tempo $Q(t)$, mentre quella di tipo 2, applicata nella sezione di valle, è un livello idrometrico, ovvero la quota del pelo libero riferita al livello medio del mare; tale valore può essere assunto come costante h , oppure come variabile in funzione della portata transitante $h(Q)$ secondo una scala di portata. Al fine di valutare il contributo di portata della parte di bacino che si trova tra la sezione di monte e quella di valle, vengono assegnate le condizioni di tipo 3, applicate lungo l'asta fluviale o in modo localizzato oppure uniformemente distribuite sull'intera lunghezza.

Al pari delle condizioni di tipo 1, anche quelle di tipo 3 sono degli idrogrammi (curve $Q(t)$), solo che mentre nel primo caso essi sono riferiti ad una sezione di chiusura, ovvero sono rappresentativi di tutto il bacino sotteso alla sezione stessa, nel secondo fanno riferimento alla parte di bacino compresa tra due sezioni di chiusura successive.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 26 di 50	Rev. 1

La metodologia utilizzata nel calcolo degli idrogrammi è illustrata nell'Elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa", secondo quanto già illustrato nel capitolo precedente.

5.3.2 Simulazione idraulica fiume Pescara

Il fiume Pescara è stato studiato a partire dal tratto situato poco a valle della diga di Alanno in quanto è da qui che sorgono le principali criticità idrauliche.

Gli idrogrammi utilizzati, per assegnare le condizioni al contorno, fanno riferimento alle sezioni codificate come in tabella:

<i>Fiume</i>	<i>Sezione</i>	<i>Descrizione</i>
Pescara	PE01	Bacino sotteso alla diga di Alanno
Pescara	NO01	Bacino dell'affluente Nora, prima della sua confluenza con il Pescara
Pescara	PE01-NO01	Interbacino a valle di sez PE01, chiuso subito a monte della confluenza col Nora
Pescara	PE02	Bacino sotteso 3 km a monte della foce
Pescara	NO01-PE02	Interbacino a valle della confluenza col Nora e a monte della sez. PE05

Descrizione del problema idraulico

In questo paragrafo sono descritte le situazioni di pericolosità idraulica del Pescara dalla diga di Alanno fino all'immissione del fiume Nora, per una lunghezza complessiva di 20.65 km.

Le sezioni sono in genere molto larghe (oltre i 70 m), con ampie golene che vengono occupate anche per bassi tempi di ritorno; la pendenza varia da 4.6‰ nel tratto di monte, al 2.5‰ di valle, per attestarsi attorno a una media del 4‰.

Si applica la consueta modalità di studio, accompagnando l'analisi di uno schema bidimensionale a moto vario con l'implementazione di uno schema monodimensionale a moto permanente.

La geometria delle sezioni del modello monodimensionale viene estratta da documenti forniti dalla sezione Abruzzo ("Diga di Alanno - Rappresentazione indicativa dell'area interessata dal deflusso della piena conseguente all'apertura dei soli scarichi profondi, secondo le disposizioni della circolare del Ministero dei LL.PP. N. 1125 del 28.8.86" e "Interporto di Chieti - Pescara - Studio di Impatto Ambientale").

Anche in questo caso si assumono delle scabrezze standard: 33 m^{1/3}/s di Gauckler-Strickler (0.03 s/m^{1/3} di Manning) per il corso d'acqua e 16 m^{1/3}/s (0.06 s/m^{1/3} di Manning) per le celle dello schema bidimensionale.

Condizioni al contorno utilizzate

Nella sezione di monte (PE01P29 alla progressiva 0.0 km) si assegna l'idrogramma di piena PE01, mentre l'idrogramma di interbacino PE01-NO01 si applica in una sezione a monte della confluenza con il Nora, all'incirca alla progressiva 11 km.

A valle la condizione al contorno è determinata dall'imposizione di un livello costante.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 27 di 50	Rev. 1

5.3.3 Risultati delle elaborazioni

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati negli seguenti elaborati (che costituiscono anche le Tavole di Pericolosità Idraulica):

- Tavola 7.2.07.PE.01 in scala 1:10000;
- Tavola 7.2.07.PE.02 in scala 1:10000;
- Tavola 7.2.07.PE.03 in scala 1:10000;
- Tavola 7.2.07.PE.04 in scala 1:10000;
- Tavola 7.2.07.PE.05 in scala 1:10000;

5.4 **Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse**

Relativamente all'ambito di interesse, i risultati delle elaborazioni idrauliche sono rappresentate nella tavola 7.2.07.PE.03, di cui qui di seguito si riporta uno stralcio (in scala 1:10.000), nel quale è riportato il tracciato metanodotto in progetto (mediante una spezzata in colore rosso).

Nella stessa figura il tratto previsto in trivellazione è indicata con apposita campitura a righe e l'ambito d'interferenza con l'alveo del corso d'acqua è evidenziata mediante un cerchio in blu.



PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

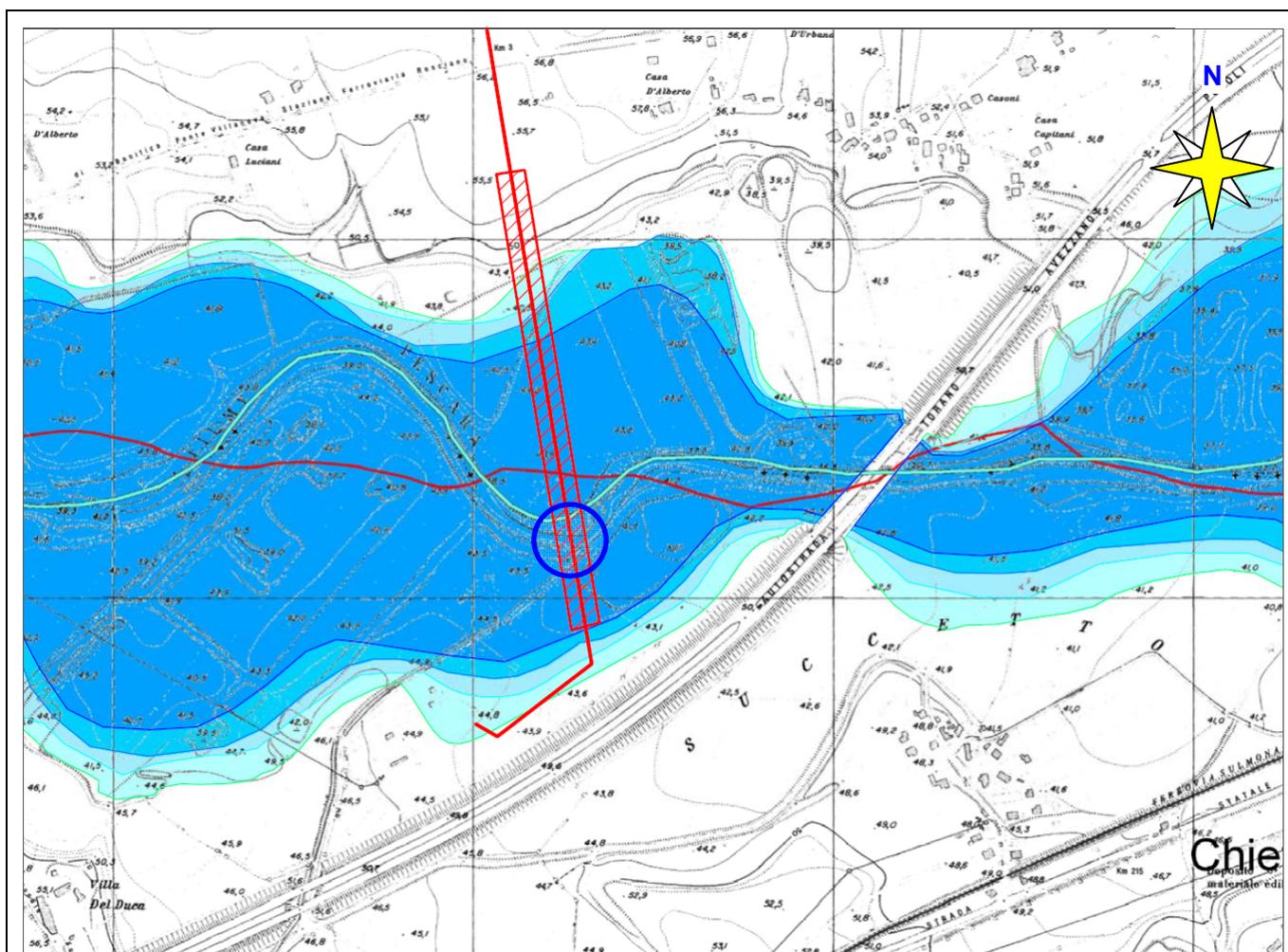
Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83139

PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti
Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti

Fg. 28 di 50

Rev.
1



LEGENDA

Classi di pericolosità idraulica (Q50 - Q100 - Q200) (*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1m$ $v_{50} > 1m/s$		Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1m > h_{50} > 0.5m$ $h_{100} > 1m$ $v_{100} > 1m/s$		
	Pericolosità media $h_{100} > 0m$		
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0m$		

Fig.5.4/A: Ambito di riferimento -Rappresentazione grafica dei risultati delle elaboraz. idrauliche

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 29 di 50	Rev. 1

Interpretazione dei risultati

Vengono individuate 4 classi di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata).

La classe di **pericolosità molto elevata** fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento $Tr = 50$ anni e/o all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna superiore ad 1m o ad una velocità massima di trasferimento, sempre sul piano campagna, superiore ad 1m/s.

La classe di **pericolosità elevata** fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento pari alla precedente ($Tr = 50$ anni) e all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 50cm e 1m; oppure a condizioni come quelle stabilite per la pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1m oppure velocità maggiore di 1m/s) ma per un evento di piena più raro ($Tr = 100$ anni).

La classe di **pericolosità media** fa riferimento ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno Tr pari a 100 anni e all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 0 cm e 1m.

La classe di **pericolosità bassa** fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno Tr pari a 200 anni in qualunque condizione di lama d'acqua e di velocità sul piano campagna.

Le porzioni del piano campagna che soddisfano le condizioni di appartenenza di più classi di pericolosità idraulica vengono collocate nella classe a pericolosità maggiore. I concetti espressi vengono schematizzati nella tabella seguente:

Tab.5.4/A: PSDA - Classi di pericolosità idraulica adottate

PERICOLOSITA' IDRAULICA	CONDIZIONI IDRAULICHE
Molto elevata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 50$ anni $h_{50} > 1m$ oppure $v_{50} > 1m/s$
Elevata	Riferimento: eventi di piena con $Tr = 50$ anni e con $Tr = 100$ anni $1m > h_{50} > 0.5m$ oppure $h_{100} > 1m$ oppure $v_{100} > 1m/s$
Media	Riferimento: evento di piena con $Tr = 100$ anni $h_{100} > 0m$
Moderata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 200$ anni $h_{200} > 0m$

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 30 di 50	Rev. 1

5.5 Analisi per il caso specifico

Sulla base dei risultati dello studio idraulico si rileva che in corrispondenza dell'area di attraversamento, l'area di esondazione risulta abbastanza ampia (ossia di circa 570m), e si sviluppa soprattutto nel lato in sinistra idrografica dell'alveo del corso d'acqua.

Pertanto analizzando anche le scelte progettuali inerenti al metanodotto in progetto (metodologia costruttiva dell'attraversamento e configurazione geometrica della condotta - si veda la Fig. 5.4/A e l'elaborato grafico di progetto), si rileva che lo sviluppo complessivo della trivellazione (microtunnel) consente di superare l'alveo del corso d'acqua ed integralmente le aree di esondazione nel lato in sinistra idrografica. Mentre nel lato destro, la trivellazione non consente di superare la totalità dell'area inondabile.

Conseguentemente la postazione di partenza della trivellazione e l'area di cantiere, (previste nel lato in sinistra idrografica) ricadano in aree non inondabili, anche per piene eccezionali.

Discorso differente va eseguito nell'altra estremità della trivellazione, infatti la postazione di arrivo del microtunnel (localizzata in destra idrografica) ricade all'interno delle fasce di esondazione del corso d'acqua, seppur in aree inondabili per eventi di piena estremamente importanti.

Pertanto, a livello prettamente cautelativo, è comunque opportuno prevedere degli accorgimenti operativi (arginelli temporanei nell'intorno del pozzo di arrivo) che in qualche modo possano tenere in considerazione della manifestazione di eventi di piena eccezionale nel corso dell'esecuzione dei lavori.

Detto accorgimento operativo risulta del tutto inutile qualora i lavori di posa del metanodotto dovessero essere eseguiti successivamente alla realizzazione delle casse di espansione, trattate specificatamente nel capitolo 8 della presente relazione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 31 di 50

6 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

6.1 Metodologia costruttiva: Microtunnelling

La scelta del sistema d'attraversamento, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di rilevanti dimensioni, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia in fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta di linea in progetto quanto per il corso d'acqua.

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, ambientali, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento mediante trivellazione con la tecnica del "microtunnelling", prevedendo l'utilizzo di una fresa a scudo chiuso, con bilanciamento di pressione in testa.

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico in considerazione delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua e dell'assetto litostratigrafico dell'ambito in esame e soprattutto in funzione della prossima realizzazione di delle casse di espansione nell'ambito di attraversamento in esame. Infatti nello specifico, la trivellazione consente di superare ad elevate profondità di posa sia l'alveo del fiume Pescara che la vasca d'invaso prevista nel lato in sinistra idrografica.

Detta tecnica consente dunque di evitare le interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua (anche durante le fasi costruttive) e sostanzialmente di eliminare gli impatti sul territorio della regione fluviale.

6.2 Configurazione geometrica di progetto

La definizione geometrica del tunnel (e quindi delle condotte), viene effettuata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo del minitunnel e della condotta.

E' necessario infatti, assicurare adeguate profondità del cavo al di sotto dell'alveo rispettando allo stesso tempo i raggi di curvatura minimi consentiti dalla tubazione di linea, sia in termini di sollecitazioni indotte nel terreno che nei riguardi delle operazioni di varo della condotta.

Qui di seguito vengono descritte le caratteristiche geometriche del profilo di trivellazione del tunnel. Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento in subalveo, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

Geometria d'attraversamento

Il profilo di trivellazione presenta una configurazione costituita da 3 tratti rettilinei (di cui 2 alle estremità ed uno centrale) e da 2 archi di circonferenza intermedi.

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di circa 745 metri (di cui complessivamente circa 465m relativamente ai tratti rettilinei e circa 280m per i tratti curvilinei);
- diametro interno minimo del microtunnel: 2000mm;
- raggio di curvatura per i tratti curvilineo pari a 1000 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo: di circa 15m;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 32 di 50

- postazione di partenza (di spinta): in sinistra idrografica del fiume (monte senso gas), con profondità del pozzo di circa 6m dal piano campagna. Distanza dalla sponda dell'alveo del corso d'acqua di oltre i 600m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);
- postazione di arrivo (di recupero): in destra idrografica del fiume (valle senso gas), con profondità del fondo della postazione di circa 7m dal piano campagna. Distanza dalla sponda del corso d'acqua di oltre i 100m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);

Tale configurazione di progetto consente di realizzare il tunnel ad adeguate profondità sia dal fondo alveo che la vasca d'invaso prevista nel lato in sinistra idrografica (da realizzare a cura della Regione Abruzzo - Servizio Genio Civile Pescara).

Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 33 di 50

7 DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL

7.1 Generalità

Questa tecnologia consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro (tra i 300 mm e fino a 3000 mm) mediante l'avanzamento controllato di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di scavo e che consente di realizzare trivellazioni di sviluppi anche superiori ai 1000 m.

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel (che in questo caso è di cemento armato). L'elemento principale del microtunnelling è il microtunneller che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento.

Le teste fresanti vengono scelte in funzione delle condizioni geologiche dei terreni interessati. Vi è la possibilità di combinare le varie soluzioni per ottenere teste "miste", utilizzabili in terreni che presentano nelle varie stratigrafie materiali diversi.

Qui di seguito si riporta la descrizione del sistema operativo di riferimento.

7.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

I sistemi di trivellazione che utilizzano le tecniche del microtunnelling presentano una serie di opzioni tali da garantire sia la fattibilità esecutiva del tunnel che il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza rispetto alla stabilità dei terreni che del tunnel stesso.

La definizione del sistema operativo da adottare riguarda sostanzialmente i seguenti elementi: tipo di fresa di perforazione, tubi di protezione in c.a., intasamento del terreno di perforazione.

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

E' necessario ricorrere all'uso di un sistema che preveda una fresa integrale con scudo chiuso con bilanciamento della pressione sul fronte di scavo tramite fanghi bentonitici. In questo modo, in corso d'opera l'equilibrio delle pressioni sul fronte di scavo inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel.

- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie

La potenza della stazione di spinta principale sarà adeguata alle previste resistenze all'avanzamento, al numero delle eventuali stazioni intermedie ed alle modalità e caratteristiche esecutive che verranno adottate in fase di avanzamento della trivellazione.

L'unità di spinta principale verrà messa a contrasto con il muro reggispinga, realizzata all'interno della postazione di partenza della trivellazione.

- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione

Sarà approntato un sistema per il controllo (durante l'avanzamento) della direzionalità del tunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

In considerazione della precisione di esecuzione richiesta ed essendo necessario il controllo in tempo reale sulla direzionalità del tunnel, il sistema sarà dotato di adeguati strumenti computerizzati per l'elaborazione dei dati rilevati con sistemi di puntamento ottico e laser. L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di trivellazione, e tramite il sistema di puntamento laser controllerà l'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 34 di 50	Rev. 1

- Tubi di rivestimento in c.a.

I tubi di rivestimento che saranno impiegati, sono anelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato ($R_{ck} \geq 35$ N/mm², con armatura FeB 44K). In considerazione degli elevati standard di qualità richiesti alle tubazioni, i manufatti in calcestruzzo armato saranno prodotti in stabilimento di prefabbricazione con materiali di qualità e caratteristiche controllate e certificate e dovranno presentare resistenze garantite per le massime sollecitazioni prevedibili. Il tubo di rivestimento sarà, inoltre, a tenuta idraulica, corredato di giunti a tenuta idraulica, capaci di resistere ad una pressione $\geq 5-7$ atm.

I manufatti, infine, saranno forniti di valvole di iniezione (almeno 3 manchettes per tubo) necessarie per eseguire nel terreno di trivellazione iniezioni fluidificanti con miscele bentonitiche durante le fasi di avanzamento ed iniezioni a base di miscele di cemento e bentonite per l'intasamento dell'intercapedine "terreno-tubo di protezione" nelle fasi finali di costruzione del minitunnel.

- Giunti di tenuta idraulica

Le giunzioni tra i tubi di rivestimento saranno di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del tunnel e la tenuta idraulica: l'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi saranno garantiti mediante opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari in acciaio annegati nel getto, la tenuta idraulica del giunto viene assicurata da anelli in gomma.

Essendo richiesta l'ispezionabilità del tunnel durante tutte le fasi costruttive del tunnel, si porranno in opera giunti di tenuta idraulica tra i conci di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni di esercizio più gravose.

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti lungo le pareti dei tubi di rivestimento. Le iniezioni saranno effettuate per ogni singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.

L'intasamento idraulico delle cavità tra tubo e terreno, riduce la filtrazione che può verificarsi lungo il contatto tra tubo di rivestimento e terreno in corso di realizzazione dell'opera.

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato verrà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

Verrà predisposto in cantiere un impianto di produzione di fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato.

L'impianto di produzione sarà dotato di un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 35 di 50	Rev. 1

- Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento
 Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.
- Sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento
 La sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento sarà eseguita dall'interno del tunnel successivamente alle operazioni di avanzamento, con malta di cemento ad alta resistenza in modo da ottenere una superficie interna del tunnel perfettamente liscia e priva di risalti con lo scopo di realizzare un'ulteriore garanzia di tenuta dei giunti nei confronti di possibili fenomeni di filtrazione, in aggiunta a quella strutturale del giunto.
- Intasamento interno del tunnel
 terminate le operazioni di varo ed eseguito il collegamento di linea delle condotte, dovrà essere realizzato il riempimento dell'intercapedine tra tubo di linea e tubo di rivestimento tramite idonee miscele, con lo scopo di saturare l'intercapedine stessa e impedire la formazione di flussi idrici all'interno del tubo di rivestimento ed eliminare la camera d'aria altrimenti presente tra tubo di linea e pareti del tunnel. Le miscele impiegate possono essere conglomerati cementizi additivati e/o alleggeriti oppure miscele di tipo bentonitico.

7.3 Fasi Operative

Di seguito viene fornita la descrizione delle principali fasi operative per la costruzione del microtunnel e la messa in opera, al suo interno, delle condotte in acciaio.

Fasi Operative:

- Impianto cantiere;
- Esecuzione delle postazioni di estremità;
- Esecuzione della trivellazione;
- Varo delle condotte;
- Collaudo delle condotte;
- Posa dei cavi;
- Intasamento interno del tunnel;
- Ripristini.

Impianto cantiere

Il cantiere sarà costituito da due aree di dimensioni adeguate, ubicate in corrispondenza dei pozzi di spinta e di arrivo.

Esecuzione delle postazioni di estremità

Prima dell'installazione delle apparecchiature relative alla realizzazione del tunnel, si procederà alla costruzione del pozzo di spinta. La postazione di arrivo sarà realizzata prima dell'ultimazione della trivellazione (di cui al punto seguente).

Le metodologie realizzative dipendono dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e dalla presenza della falda. I pozzi (postazione di trivellazione e di recupero) saranno di dimensioni adeguate per effettuare tutte le lavorazioni occorrenti per la realizzazione del minitunnel e per essere equipaggiati con tutti gli impianti a corredo del sistema di trasporto. Saranno realizzate strutture di contenimento verticali adeguate a resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, pressione della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna). In particolare, nella

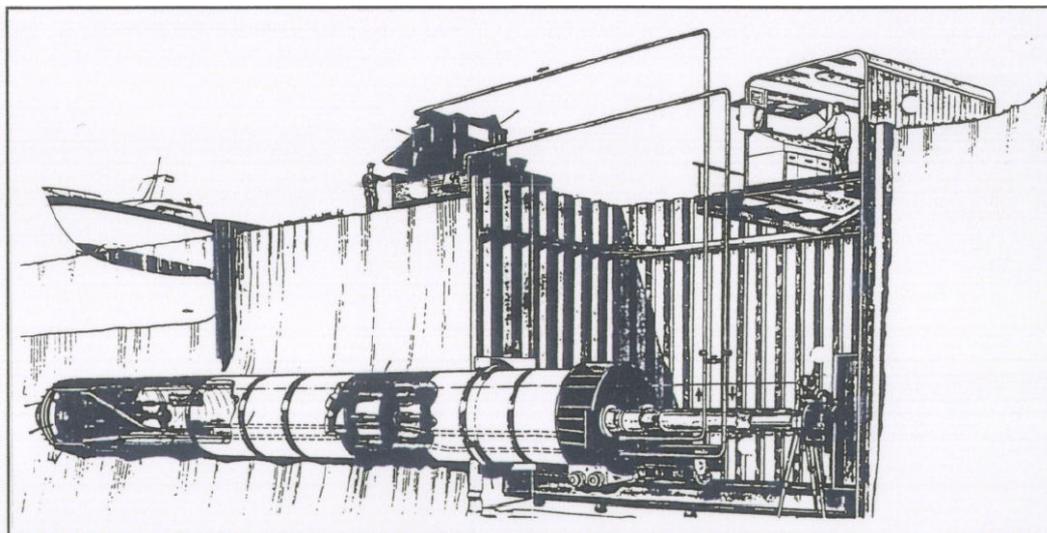
	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 36 di 50	Rev. 1

realizzazione dei pozzi, dovendo essere realizzati sottofalda, saranno adottate tipologie strutturali che garantiscano la tenuta idraulica.

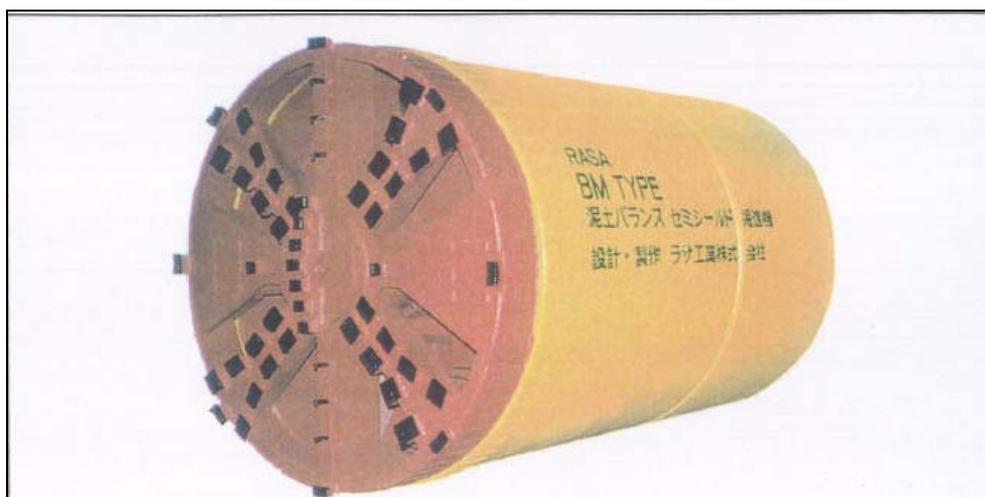
Esecuzione della trivellazione

La trivellazione sarà eseguita con una fresa a scudo chiuso con il bilanciamento della pressione sul fronte di scavo. Le caratteristiche tecniche del sistema costruttivo è stato descritto nel capitolo precedente.

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente uno schema di trivellazione, a partire dalla postazione di trivellazione ed uno esempio di scudo a bilanciamento di pressione.



Schema del sistema di trivellazione con microtunnel



Scudo con bilanciamento pressione meccanica del terreno (microtunneller)

Varo delle condotte

Ciascuna condotta potrà essere collocata dentro il microtunnel con due metodologie:

- 1) - Varo dell'intera colonna in unica soluzione
- 2) - Varo con inserimento progressivo delle singole barre

Al fine di evitare lo strisciamento tra la condotta ed il fondo del tunnel e diminuire l'attrito radente che si sviluppa tra le due superfici verranno applicati alla condotta

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 37 di 50

opportuni collari distanziatori costituiti da materiali in grado di resistere all'usura (collari RACI in PEAD rinforzato e/o in malta poliuretanicca gettati in opera).

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

La colonna di varo potrà essere predisposta rispettando la geometria di progetto.

La lunghezza della colonna di varo sarà formata da singoli tronconi che verranno assiemati man mano che le operazioni di infilaggio progrediranno.

La scelta della posizione e della lunghezza della colonna sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore.

In testa alla colonna di varo verrà saldata una testata di tiro alla quale, mediante un sistema di pulegge, verrà collegato il cavo in acciaio per il tiro. Dal lato opposto della colonna un argano, ovvero un sistema di martinetti, produrrà il tiro necessario all'infilaggio della condotta nel tunnel.

Lungo la colonna sarà disposto un sufficiente numero di mezzi di sollevamento che aiuteranno la condotta sia ad assumere la geometria elastica di varo prevista in progetto che le operazioni di infilaggio.

- *Varo con l'inserimento progressivo delle singole barre*

La scelta della posizione per il varo sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore.

Le singole barre verranno calate una alla volta nel pozzo con l'ausilio di trattori posatubi e qui assiemate mediante saldatura di testa.

L'inserimento nel tunnel avverrà perciò progressivamente grazie al tiro di un argano, posizionato nel pozzo opposto a quello di varo, collegato con un cavo in acciaio alla testata di tiro saldata sulla prima barra.

Le saldature del tratto di condotta in attraversamento saranno tutte radiografate ed accompagnate dal certificato di idoneità rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura.

La condotta sarà protetta con:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento in polietilene estruso ad alta densità applicato in fabbrica dello spessore minimo di mm 3 ed un rivestimento interno in vernice epossidica.
- i giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- una protezione attiva (catodica) attraverso un sistema di correnti impresse con apparecchiature poste lungo la linea.

Collaudo idraulico delle condotte

Il tratto di ciascuna condotta interessato dall'attraversamento sarà sottoposto a prove di collaudo. In generale saranno prove idrauliche in opera con una pressione pari a 1,2 volte la pressione massima di esercizio (75 bar).

La pressione di prova idraulica sarà controllata con manometro registratore. Il risultato della prova idraulica sarà verbalizzato.

Posa dei cavi

Insieme alle condotte, verranno collocati i vari cavi nell'ambito dei relativi alloggiamenti predisposti.

Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 38 di 50	Rev. 1

ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

7.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo

Qui di seguito viene affrontato il problema della stabilità dei terreni rispettivamente nella configurazione transitoria nel corso di esecuzione dei lavori e a lungo termine, successiva al completamento dei lavori.

Stabilità per “filtrazione” in corso di esecuzione dei lavori

L’instabilità per filtrazione lungo una traiettoria preferenziale a permeabilità elevata rispetto al terreno può avvenire ogni qualvolta si verifica una repentina dissipazione del carico idraulico. Ciò si verifica quando nel “tubo di flusso” le perdite di carico idraulico sono piuttosto elevate, come nel caso di una trivellazione a “sezione aperta” dove può aversi un flusso all’interno del tubo di protezione oppure, nel terreno di trivellazione, qualora siano presenti “scavernamenti” lungo la trivellazione stessa.

Relativamente ai lavori d’interesse la tecnica adottata elimina tali rischi, presenti per alcune metodologie di scavo sottofalda, legati a possibili fenomeni di filtrazione lungo il foro di trivellazione. Con tale tecnica infatti è possibile un bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche consentendo di operare con un sistema “chiuso” a tenuta idraulica. Infatti:

- la fresa presente sul fronte scavo è a sezione piena;
- l’allontanamento del terreno di perforazione avviene internamente al tubo di protezione con l’utilizzo di un apposito sistema idraulico. La quantità di terreno scavato è in rapporto costante con l’avanzamento del tunnel;
- Il tubo di rivestimento in c.a. che spinge la fresa assicura, puntualmente ed in ogni istante, il sostegno dello scavo ed il bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche (giunti a tenuta idraulica);
- I pozzi di spinta e di recupero, da realizzare con manufatti in c.a., saranno a tenuta idraulica. In particolare, l’anello di neoprene di tenuta idraulica presente sulla parete del pozzo di trivellazione consente il progressivo inserimento dei conci in c.a. impedendo eventuali flussi localizzati, in prossimità della parete esterna del tubo di protezione, verso il pozzo di spinta.

Come già accennato, la metodologia adottata è anche in grado di garantire un’idonea tenuta della zona di contatto terreno-tubazione nei riguardi di eventuali moti di filtrazione preferenziali.

La lubrificazione del terreno a contatto con il rivestimento mediante un circuito esterno di fanghi, che consente di ridurre in maniera sensibile le resistenze laterali all’avanzamento, e la particolare configurazione del sistema di giunzione, che garantisce assenza di sovraingombri dei giunti nei confronti del diametro esterno del tubo di protezione in c.a., fanno venire meno la necessità di procedere ad un sovracarotaggio del foro rispetto al tubo di protezione ottenendosi così il diametro del foro praticamente coincidente con quello della tubazione di rivestimento.

Stabilità per “filtrazione” a lungo termine

Le motivazioni esposte sulla stabilità alla filtrazione durante le fasi operative, sono a maggior ragione valide per la configurazione finale dell’opera.

Si è già detto che la metodologia minimizza le deformazioni plastiche nel terreno e le conseguenti alterazioni delle caratteristiche di permeabilità: la sua rottura viene ottenuta per rotazione e non per taglio avendosi così una sorta di aderenza tra il

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 39 di 50	Rev. 1

rivestimento e il terreno (l'utilizzo dei fanghi bentonitici e la possibilità di bilanciare le pressioni esterne contribuiscono a minimizzare l'alterazione dello stato tensionale preesistente nel terreno).

Una garanzia rispetto ai fenomeni di filtrazione in sub-alveo è insita nella configurazione geometrica del tunnel stesso. Infatti, nel corso della sua definizione geometrica è stata privilegiata la geometria di progetto che, interessando terreni posti ad "elevate profondità", soddisfa sostanzialmente ai seguenti criteri di sicurezza:

- le elevate profondità di posa del tunnel presuppongono percorsi preferenziali di filtrazione lungo il suo profilo molto più lunghi di quelli che si avrebbero naturalmente (in assenza del tunnel);

Viene inoltre introdotto un ulteriore grado di sicurezza, a garanzia della stabilità dell'insieme, riutilizzando lo stesso impianto già adoperato per le iniezioni in fase di avanzamento. Al termine dei lavori di trivellazione, il terreno prossimo al tubo di protezione viene "intasato" iniettando a bassa pressione una miscela di acqua, bentonite e cemento.

Tali iniezioni hanno lo scopo di escludere, per ogni evenienza, l'instaurarsi di un flusso preferenziale lungo l'asse di trivellazione. Si ottiene così, nell'intorno del foro, un terreno a permeabilità sicuramente inferiore rispetto al terreno in posto.

L'esecuzione di tali iniezioni è prevista lungo tutto lo sviluppo longitudinale della trivellazione. Le due estremità del tunnel verranno sigillate con setti in c.a., in corrispondenza dei due pozzi (di spinta e di recupero). Quest'ultimi, al termine dei lavori, verranno riempiti con terreni a bassa permeabilità opportunamente costipati.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 40 di 50	Rev. 1

8 INTERFERENZE CON VASCHE DI LAMINAZIONE (DA REALIZZARE)

8.1 Premessa

Il tracciato di progetto del metanodotto "Ravenna - Chieti DN 650 (26") - DP 75bar", in corrispondenza del passaggio piana in sinistra idrografica in sinistra idrografica e poi nel successivo attraversamento dell'alveo del fiume Pescara, ricade nell'ambito territoriale in cui è prevista la realizzazione di alcune vasche di laminazione delle piene del corso d'acqua, a cura della Regione Abruzzo - Servizio Genio Civile Pescara.

Il progetto esecutivo dell'intervento, denominato "Opere di Laminazione delle piene del fiume Pescara", è stato approvato dal Presidente della Regione Abruzzo, nella sua veste di Commissario straordinario delegato per l'attuazione dell'intervento di mitigazione del rischio idraulico del Bacino idrografico del fiume Aterno - Pescara, con Decreto n.15 del 18/10/2017.

L'intervento complessivo prevede la realizzazione di cinque casse di espansione, ricadente nell'ambito dei territori comunali di Chieti, Manoppello, Cepagatti e Rosciano".

Al fine di aggiudicare i lavori inerenti all'intervento summenzionato la Regione Abruzzo ha bandito una gara con procedura ordinaria aperta ai sensi dell'art.60 del D.Lgs. n.50 del 18 Aprile del 2016, mediante il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa. Nella gara d'appalto per l'affidamento dei lavori, l'intervento complessivo previsto in progetto è stato suddiviso in n.3 lotti funzionali.

Il progetto definitivo ed esecutivo dell'intervento, e tutti gli atti pubblici relativi alle varie fasi di gara e di aggiudicazione dei lavori in appalto sono attualmente visionabili nel link:

<https://www.regione.abruzzo.it/content/opere-di-laminazione-delle-pienu-del-fiume-pescara>

8.2 Interferenze e soluzioni progettuali

Le scelte progettuali inerenti il metanodotto in progetto nell'ambito in esame (riguardanti sia il tracciato di progetto, che le metodologie costruttive) sono state effettuate in modo da risolvere le potenziali criticità d'interferenza con le opere in progetto per la costituzione delle vasche di laminazione.

In particolare nello specifico si rileva l'interferenza tra la linea del metanodotto in progetto con la vasca denominata "Bsx", prevista a monte A25 "Torano - Pescara", nella piana valliva in sinistra dell'alveo del fiume Pescara.

A tal proposito nella figura seguente è riportato uno stralcio (in scala 1:10.000) relativo all'ambito in esame estrapolato dall'elaborato "Planimetria dell'intervento con indicazione della suddivisione in lotti funzionali" (cod.0496PE0L02) del progetto esecutivo "Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara", redatto dalla società Beta Studio di Padova.

In detto stralcio è stato inserito il metanodotto in progetto mediante una linea in rosso ed inoltre il tratto di condotta la cui posa è prevista in microtunnel è stato rappresentato mediante una campitura rossa a strisce.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 41 di 50

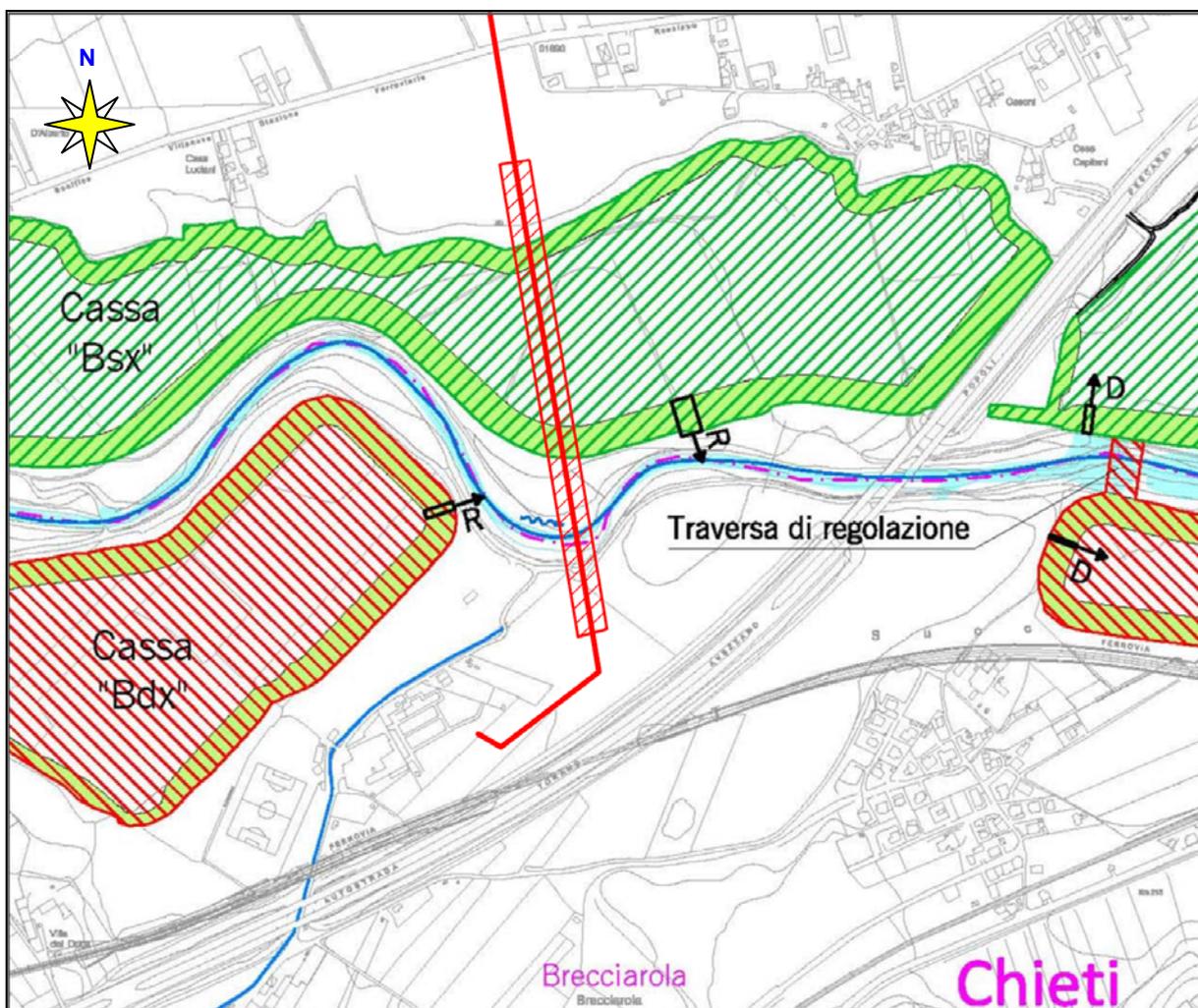


Fig.8.2/A: Tavola delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le Vasche di esondazione in progetto

Dall'analisi della figura precedente si rileva che la trivellazione con microtunnel consente di superare ad elevate profondità di posa sia l'ambito territoriale dove è prevista la realizzazione della vasca di laminazione denominata "Cassa Bsx", che l'alveo del corso d'acqua. In tal senso, per approfondimenti sulla configurazione di posa in subalveo della condotta, si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

Conseguentemente, alla luce di quanto sopra rappresentato, le soluzioni progettuali inerenti il metanodotto (intese sia come linea di tracciato, che come metodologie costruttive) risultano assolutamente COMPATIBILI con la futura realizzazione delle vasche di laminazione.

Peraltro detta compatibilità rimane comunque inalterata a prescindere che le vasche di laminazione vengano realizzate prima o dopo la costruzione del metanodotto in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 42 di 50

9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

9.1 Premessa

Il Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) per il territorio ricompreso nei 14 Bacini Idrografici abruzzesi di rilievo regionale con esclusione del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, è stato adottato con DGR 1050 del 5 Novembre 2007 ed approvato con DCR del 29 Gennaio 2008, Verbale N° 94/5.

Per quanto riguarda il territorio abruzzese ricompreso nel Bacino Idrografico Interregionale del Fiume Sangro, il PSDA è stato adottato con DGR N° 237 del 31 Marzo 2008 ed approvato con DCR n.101/5 del 29 Aprile 2008.

Si precisa che dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il DM 25/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), da tale data sono soppresse su tutto il territorio nazionale, le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e il trasferimento delle competenze alle Autorità di bacino distrettuali.

Con l'entrata in vigore del DM 25/10/2016 gli aggiornamenti dei Piani di bacino vengono gestiti dalle Autorità di Bacino Distrettuale. Nello specifico l'Autorità di bacino distrettuale di riferimento risulta essere Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale.

9.2 PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica

Il PSDA, individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica.

In tali aree il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

Il PSDA individua n.4 livelli di pericolosità idraulica, ossia:

- pericolosità idraulica molto elevata (P4);
- pericolosità idraulica elevata (P3);
- pericolosità idraulica media (P2);
- pericolosità idraulica moderata (P1);

Inoltre, il PSDA perimetra le aree a rischio idraulico all'interno delle aree di pericolosità idraulica, esclusivamente allo scopo di individuare ambiti ed ordini di priorità degli interventi di mitigazione del rischio, nonché allo scopo di segnalare aree di interesse per i piani di protezione civile. Tali aree sono classificate come di rischio molto elevato (R4), elevato (R3), medio (R2) e moderato (R1).

Norme Generali

Secondo l'Art. 7 delle NdA (Norme di Attuazione del Piano), tutti i nuovi interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media sono realizzati o iniziati subordinatamente alla presentazione dello studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 8, se richiesto dalle NdA, in applicazione delle linee guida e dei criteri indicati nell'Allegato D.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 43 di 50

Nelle aree di pericolosità idraulica sono consentiti esclusivamente gli interventi individuati dalle disposizioni degli articoli da 17 a 23, con inammissibilità di tutti gli altri, nel rispetto delle condizioni stabilite dallo studio di compatibilità idraulica ove richiesto.

Allo scopo di impedire l'aumento delle situazioni di pericolosità nelle aree di pericolosità idraulica perimetrate dal PSDA tutti i nuovi interventi, opere, attività previsti dallo stesso PSDA ovvero assentiti dopo la sua approvazione devono essere comunque tali da:

- non compromettere la riduzione delle cause di pericolosità, né la sistemazione idraulica a regime;
- conservare o mantenere le condizioni di funzionalità dei corsi d'acqua, facilitare il normale deflusso delle acque ed il deflusso delle piene;
- non aumentare il rischio idraulico;
- non ridurre significativamente le capacità di laminazione o invasamento nelle aree interessate;
- favorire quando possibile la formazione di nuove aree inondabili e di nuove aree permeabili;
- salvaguardare la naturalità e la biodiversità degli alvei.

Gli interventi elencati adottano normalmente le tecniche di realizzazione a basso impatto ambientale.

Interventi consentiti nelle Aree di Pericolosità Idraulica Molto Elevata (P4)

L'Art. 19 delle NdA indica come, fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico sono consentiti esclusivamente:

- la manutenzione ordinaria e straordinaria di infrastrutture a rete o puntuali;
- la ricostruzione di infrastrutture a rete danneggiate o distrutte da calamità idrogeologiche, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;
- le nuove infrastrutture a rete previste dagli strumenti di pianificazione territoriale, che siano dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;
- l'ampliamento e la ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali, destinate a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili;
- i nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse;
- i nuovi attraversamenti di sottoservizi a rete;
- gli interventi di allacciamento a reti principali;
- i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati all'interno degli impianti cimiteriali esistenti;
- le attrezzature per il tempo libero, per la fruizione pubblica, occasionale e temporanea dell'ambiente e per le attività sportive ivi compreso i percorsi ciclabili e pedonali, laghetti di pesca sportiva fermo restando quanto disposto dall'art. 13 comma 1, previa installazione di sistemi di preallarme e compatibilmente con i piani di protezione civile.

Inoltre gli interventi consentiti dal presente articolo:

- devono essere conformi ai piani di protezione civile;
- non possono incrementare in modo significativo le aree impermeabili esistenti se non stabilendo idonee misure compensative;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 44 di 50	Rev. 1

- non possono aumentare il carico urbanistico esistente nell'area interessata;
- sono basati su progetti che dimostrano l'esistenza della sicurezza idraulica o prevedono misure di messa in sicurezza da realizzare preventivamente o contestualmente all'intervento e misure compensative di miglioramento del regime idraulico e riqualificazione fluviale.

Interventi consentiti nelle Aree di Pericolosità Idraulica Elevata (P3), Media (P2) e Moderata (P1)

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10 delle NdA, nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti, tra gli altri (Art. 20 delle NdA), gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata. Lo studio di compatibilità idraulica viene sempre richiesto in tali casi.

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tra gli altri (Art. 21 delle NdA), gli interventi, le opere e le attività consentite nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni rispettivamente stabilite, nonché la realizzazione e l'ampliamento di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.

Tali interventi:

- devono essere conformi ai piani di protezione civile;
- richiedono lo studio di compatibilità idraulica.

Nelle aree di pericolosità idraulica moderata è demandato agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, conformemente alle prescrizioni generali degli articoli 7, 8, 9 e 10 e a condizione di impiegare tipologie e tecniche costruttive idonee alla riduzione della pericolosità e dei danni potenziali (Art. 22 delle NdA).

9.3 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Il fiume in esame, ricadente nella pertinenza dell'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", rappresenta uno dei corsi d'acqua di rilievo regionale per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA)*, ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Conseguentemente in corrispondenza dell'ambito di attraversamento si individuano delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica individuate nel PSDA.

In tal senso nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico dell'ambito in esame (in scala 1:10.000), dal quale si possono individuare le effettive interferenze tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con le aree censite di pericolosità idraulica per esondazioni delle piene del corso d'acqua.

Nella stessa figura è inoltre indicato schematicamente (mediante campitura rossa a strisce) il tratto di condotta la cui posa è prevista in trenchless.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 45 di 50

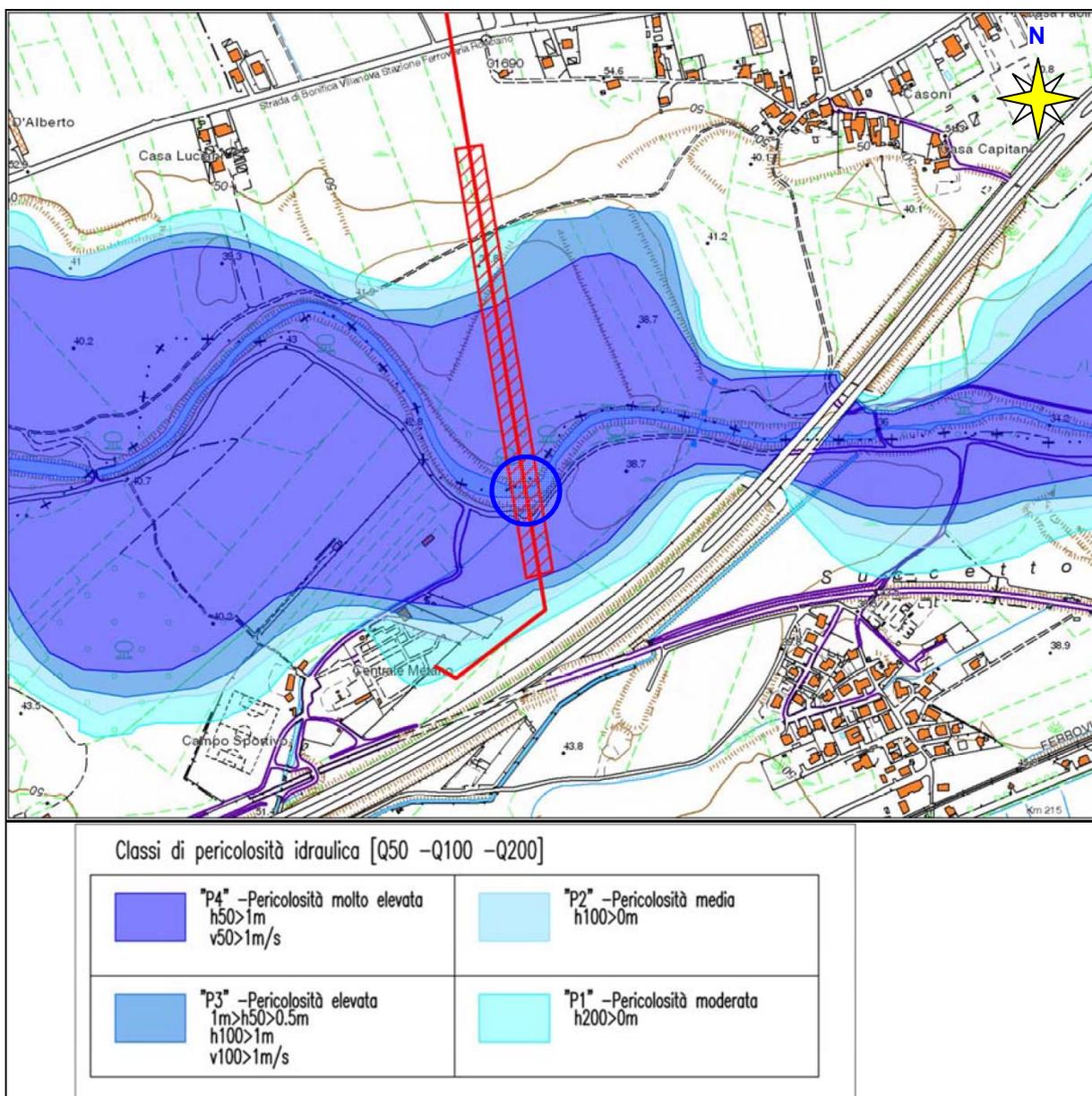


Fig.9.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree di "Pericolosità Idraulica"

Dall'esame della Fig.9.3/A si evince che l'alveo del corso d'acqua, tutte le aree di esondazione nel lato in sinistra idrografica, e la gran parte delle aree di esondazione in destra, verranno superati in trenchless (ad elevate profondità di posa).

Pertanto esclusivamente nell'ambito marginale del lato destro della regione fluviale del corso d'acqua, la condotta verrà posizionata con la tecnica degli scavi a cielo aperto.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 46 di 50	Rev. 1

9.4 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del Piano (art.19, comma 1 lettera c), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore).

A tal proposito si pone in evidenza che la tipologia di opera rispetta tutte le condizioni indicate nel già citato art.19 delle Norme di Piano.

L'interferenza specifica con le aree di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare si sottolinea che in ogni caso non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il tracciato del metanodotto ha un andamento prevalente Nord-Sud, mentre il corso d'acqua ha un andamento Ovest-Est.

Inoltre si mette in evidenza che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata ed essendo costituita da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e allagamento dell'area.

La costruzione dell'infrastruttura lineare inoltre non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Per di più non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, né azioni di esproprio; ma unicamente una servitù di una stretta fascia a cavallo dell'asse della tubazione, lasciando dunque inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo dei fondi.

Pertanto, in ragione di quanto esposto, si ritiene che la costruzione dell'opera non determini alcun mutamento significativo sulle condizioni idrologiche ed idrauliche dell'ambito fluviale interessato dall'interferenza.

Infine in considerazione della tipologia di opera (tubazione interrata) non è previsto alcun incremento del carico insediativo nell'area d'intervento.

Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato che l'alveo del corso d'acqua, tutte le aree di esondazione nel lato in sinistra idrografica, e la gran parte delle aree di esondazione in destra, verranno superati in trivellazione, ad elevate profondità di posa. Pertanto alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 47 di 50	Rev. 1

- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

In ragione delle scelte progettuali e del sistema d'attraversamento, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni inerenti alle interferenze con la dinamica fluviale del corso d'acqua:

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con posa in trivellazione), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
La linea in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*
L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento. La configurazione in subalveo a "corda molle" (con risalite a coperture ordinarie a distanze molto elevate dall'alveo attivo) consente peraltro di essere abbondantemente in sicurezza anche nei confronti di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'alveo attivo del corso d'acqua.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

Inoltre, relativamente al tratto di percorrenza della regione fluviale ricadente esternamente all'ambito di trivellazione (ricadente nel lato in destra idrografica), dove il metanodotto verrà posizionato mediante scavi a cielo aperto, si evidenzia quanto segue.

Questa interferenza nello specifico riguarda delle porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione e/o di invaso del corso d'acqua in occasione di piene eccezionali ed in quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

A tal proposito si mette in evidenza che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata ed essendo costituita da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e allagamento dell'area.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 48 di 50

L'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo eventuali tratti a copertura ulteriormente maggiorata) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

In detti ambiti non sono previste modifiche circa lo stato dei luoghi, trasformazioni del territorio e/o cambiamenti di destinazione d'uso dei fondi. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d'acqua e/o riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all'eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

Pertanto, alla luce di quanto sopra affermato, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alle metodologie costruttive ed alla configurazione geometrica della condotta nell'ambito in esame, non determinino alcun incremento dei livelli di pericolosità idraulica e che siano congruenti con i requisiti, le prescrizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Attuazione del Piano e pertanto conformi con le relative disposizioni contenute.

In conclusione si ritiene quindi che l'opera in progetto risulti **COMPATIBILE** con il contesto idraulico dell'ambito in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 49 di 50	Rev. 1

10 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti" intende realizzare il nuovo tratto "San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26") - DP 75 bar", in sostituzione del tratto di metanodotto attualmente in esercizio, che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo.

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume PESCARA nel tratto medio-basso dello sviluppo del corso d'acqua, nei pressi della località Brecciarola e in un ambito di confine tra i territori di Chieti e di Cepagatti (Pe).

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per l'attraversamento in esame (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo della condotta, eventuali opere di ripristino) sono state eseguite specifiche valutazioni di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua in esame, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trivellazione, mediante la tecnica del "microtunnelling", utilizzando una fresa a bilanciamento di pressione.

Detta soluzione operativa consentirà dunque di evitare interferenze tra i lavori di posa del metanodotto con il deflusso naturale del corso d'acqua, nonché eviterà di interrompere la contiguità delle eventuali opere e/o strutture presenti a terra.

La geometria della trivellazione è stata configurata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo della condotta, assicurando adeguate profondità al di sotto dell'alveo e dei manufatti a terra e rispettando allo stesso tempo, i raggi di curvatura minimi consentiti alla tubazione ed alla trivellazione stessa.

L'adozione ed 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 ed a lungo termine. Pertanto si può affermare che la tecnica operativa individuata e la geometria del tunnel garantiscono i necessari livelli di sicurezza sia per il metanodotto che per l'alveo sovrastante.

Inoltre si pone in evidenza che in prossimità dell'ambito specifico di attraversamento si rilevano delle interferenze tra la linea in progetto con delle vasche di laminazione in progetto da realizzare a cura della Regione Abruzzo - Servizio Genio Civile Pescara.

A tal proposito le scelte progettuali inerenti il metanodotto in progetto nell'ambito in esame (riguardanti sia il tracciato di progetto, che le metodologie costruttive) sono state effettuate in modo da risolvere le potenziali criticità d'interferenza con le opere summenzionate.

Pertanto la costruzione del metanodotto risulta assolutamente compatibile con la futura realizzazione delle vasche di laminazione, ciò a prescindere che le vasche di laminazione vengano realizzate prima o dopo la posa del metanodotto in esame.

Infine, nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PSDA (redatto dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro"), è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83139	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 50 di 50	Rev. 1

del suolo.

Pertanto si dichiara:

- che l'opera in esame, ai sensi di quanto previsto nell'Art.19 delle Norme di Attuazione del PSDA, risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con le aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore);
- che le tipologie di intervento previste nell'ambito specifico di riferimento rispettano le finalità e le disposizioni stabilite nell'Art. 7 comma 3 delle NdA;
- l'opera risulta nel contesto in esame "non delocalizzabile";
- che più in generale gli interventi in progetto nell'ambito in esame risultano congruenti le prescrizioni e finalità stabilite nelle Norme di Piano del PSDA.

In ragione di quanto sopra evidenziato, si ritiene che le scelte progettuali inerenti lo specifico ambito d'interferenza possano essere ritenute congruenti con le disposizioni delle Norme di Attuazione del Piano e che dunque l'opera in progetto risulti **COMPATIBILE** con il contesto idraulico relativo all'ambito in esame.