

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09103	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 1 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

METANODOTTO:

MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA CANALE GALINA

00	Emissione	Filandro	Stroppa	Santillo	08/09/2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 2 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

INDICE

1	PREMESSA E CARATTERISTICHE GENERALI.....	3
1.1	Normativa	6
2	CARATTERISTICHE DELL’OPERA IN PROGETTO	14
2.1	Descrizione dell'ambito di attraversamento	14
2.2	Tipologia di attraversamento	15
3	STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO	16
3.1	Individuazione dei bacini idrografici	16
3.2	Curve di possibilità pluviometrica.....	17
3.3	Stima della portata.....	20
3.4	Metodo CN	20
3.5	Tempo di corrvazione.....	22
3.6	Studio idraulico.....	25
3.7	Interferenza 3 – Canale Galina.....	25
4	DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PROFONDITÀ DI EROSIONE	29
4.1	Approfondimenti localizzati	29
4.2	Stima dei massimi approfondimenti attesi	31
5	CONCLUSIONI	32

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 3 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

1 PREMESSA E CARATTERISTICHE GENERALI

La presente relazione è finalizzata alla determinazione delle caratteristiche idrologiche-idrauliche del canale Galina attraversato dal metanodotto in progetto alla progressiva 4+335 presso Brindisi. È necessario eseguire la verifica di compatibilità idraulica della nuova condotta in acciaio “Met. Matagiola-Masseria Manampola DN 1400 (56”), DP 75 bar”, la quale interferisce con aree indicate con livello di pericolosità idraulica Alta (A.P.), nel Piano per l’Assetto Idrogeologico - Unit of Management Regionale Puglia e interregionale Ofanto - euUoMCode ITR1611020, in particolare nel bacino idrografico del Canale Galina. Le norme tecniche di attuazione del PAI, in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell’ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, dettano norme per le aree di cui agli articoli 6, 7, 8, 9 e 10. In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art.8);
- aree a bassa pericolosità idraulica (B.T.) (art. 9);
- fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

Il corso d’acqua Canale Galina, attraversato dall’opera in progetto, rientra all’interno del bacino Cillarese, il cui corso d’acqua si estende nel territorio della provincia di Brindisi, raccoglie i deflussi di un bacino idrografico esteso per circa 152 km² e sfocia nel seno di ponente del porto di Brindisi. Le sue acque sono raccolte da un invaso artificiale, con volume utile di regolazione pari a 4,2 Mm³, e utilizzate dal Polo Industriale di Brindisi. A valle dell’attraversamento del metanodotto è presente un invaso caratterizzato da due scarichi, uno di fondo e uno di superficie a soglia fissa. L’alveo a valle dell’invaso è sistemato con un canale rivestito in calcestruzzo, a sezione trapezia, e le sue aree esondabili interessano elementi esposti ad elevato danno potenziale: il parco pubblico del Cillarese, aree portuali ed insediamenti economico-produttivi, aree sportive, rete stradale e spazi accessori, strutture strategiche come la zona militare portuale.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fig. 4 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

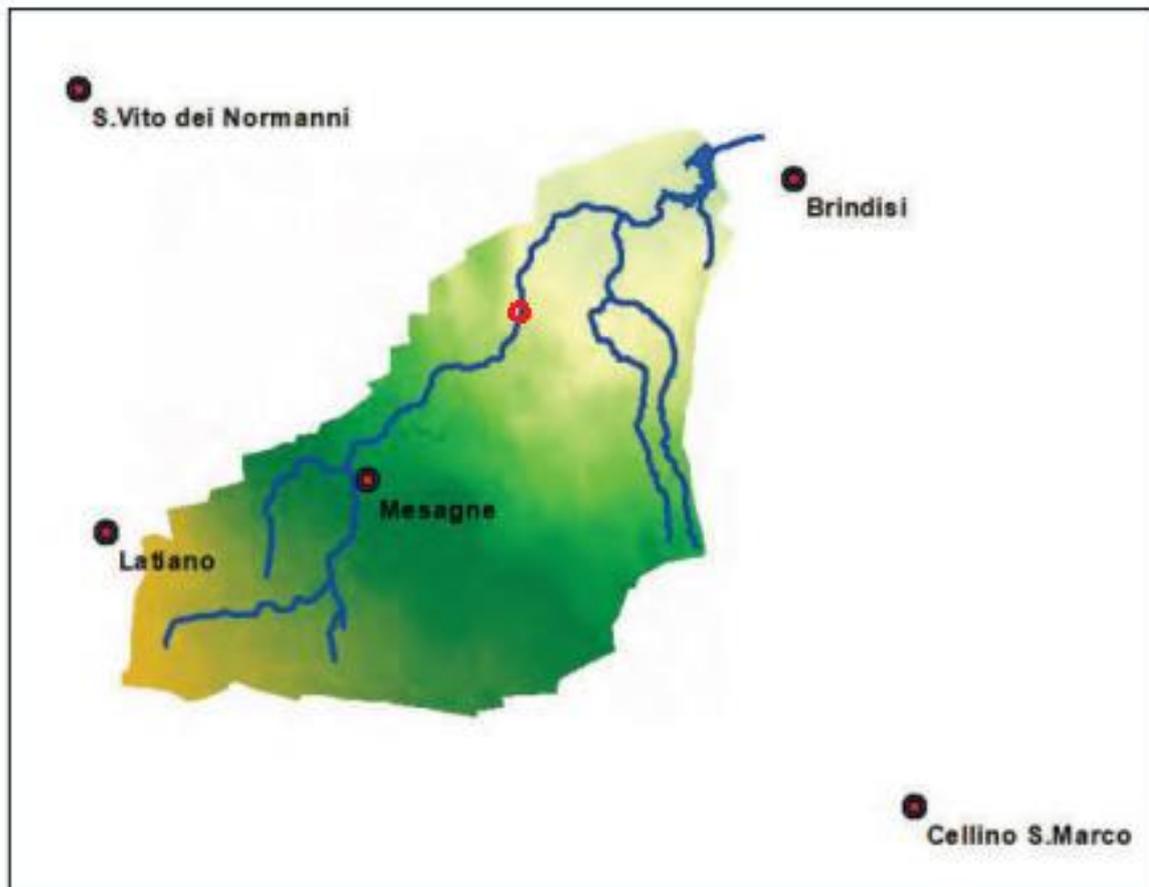


Fig. 1-1: Bacino Cillarese; il cerchio rosso individua l'interferenza del metanodotto in progetto con il Canale Galina

L'attraversamento oggetto di studio, riguarda il solo ramo in destra idraulica denominato "Canale Galina", perimetrato dal P.A.I. e dal P.G.R.A.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 5 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011



Fig. 1-2: Tracciato del metanodotto in progetto e punto di interferenza con reticolo idrografico (attraversamento 3: Canale Galina)

L'obiettivo del presente studio è la verifica dell'idoneità della profondità di posa della condotta in progetto e delle protezioni adottate rispetto alle possibili dinamiche evolutive del fondo alveo o a possibili fenomeni di dissesto/erosione localizzati in corrispondenza del transito degli eventi di piena.

A tal fine è stata eseguita una simulazione idraulica mono dimensionale sulla base delle caratteristiche geometriche della sezione del corso d'acqua, desunte dal DEM rilasciato dalla Regione Puglia, per una lunghezza di circa 800 m.

Per quanto concerne la larghezza media del canale, quest'ultima è di circa 10 m.

Si è provveduto in tal modo alla determinazione delle grandezze caratteristiche del deflusso in alveo, quali altezza del tirante idrico, velocità della corrente, raggio idraulico, ecc (v. capitolo 3). I valori così calcolati sono stati in seguito utilizzati per le verifiche della profondità di posa della nuova condotta (v. Cap. 4).

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 6 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

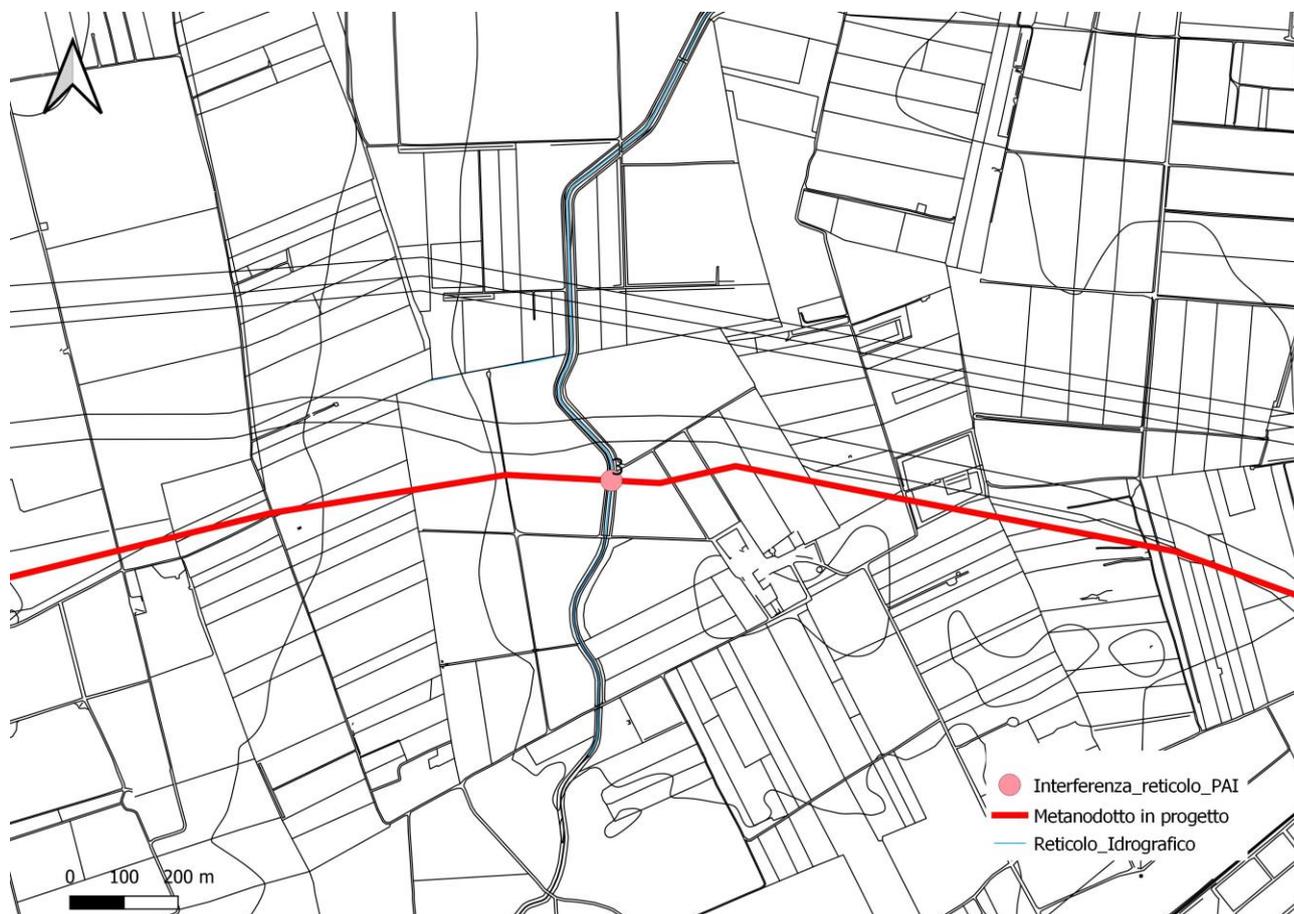


Fig. 1-3: Interferenza 3 con reticolo idrografico (canale Galina)

1.1 Normativa

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. ha soppresso le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituito, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Il bacino afferisce all’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale. Ai sensi dell’art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall’art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell’Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 7 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico. La ex Autorità di Bacino Interregionale Puglia ad oggi è Unit of Management Regionale Puglia e interregionale Ofanto bacino idrografico Ofanto, già bacino interregionale; bacini idrografici della Puglia, già bacini regionali. Il Piano originario fu approvato con delibera 30/11/2005.

Il Canale Galina e le sue criticità idrauliche sono stati analizzati in sede di redazione del PGRA - Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (il cui ultimo aggiornamento è del dicembre 2019). Il PGRA di fatto contiene le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (ai sensi dell'articolo 6 del D. Lgs. 49/2010), predisposte dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

PGRA

L'ambito di applicazione del PGRA è caratterizzato dall'elevata estensione territoriale e dalla pluralità di elementi esposti a differenti tipologie di eventi alluvionali. In questo contesto, in conformità con la legislazione vigente, il PGRA è elaborato per ambiti territoriali definiti "Unit of Management – UOM", ovvero unità di gestione di competenza delle "Competent Authority - CA". Conclusa la fase di redazione delle Mappe della Pericolosità e del Rischio e di Reporting delle stesse sul portale SINTAI dell'Ispra, si definisce dunque il Piano di Gestione delle Alluvioni per la Unit of Management ITR161I020, corrispondente al territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, indicata come Competent Authority ITADBR161. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), ai sensi dell'art. 7 comma 3 del D.Lgs. 49/2010, si compone di due parti tra loro integrate, rappresentando l'opportunità concreta per ricompattare il sistema della difesa del suolo, integrando ed armonizzando gli aspetti della pianificazione territoriale con quelli della protezione civile, sia di area vasta che a scala comunale:

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 8 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

- **PIANIFICAZIONE** delle azioni di mitigazione del rischio, di competenza delle Autorità di Bacino Distrettuali (autorità competenti per le unità di gestione, con coordinamento dell’Autorità di Bacino Nazionale – ai sensi del D.Lgs. 219/2010);
- **SISTEMA DI ALLERTAMENTO**, nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile, di competenza delle Regioni, in coordinamento tra loro, nonché con il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

Nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni per il Distretto Idrografico, le Autorità di Bacino hanno provveduto alla definizione e mappatura delle aree inondabili secondo i seguenti criteri

- aree con elevata probabilità di accadimento ($30 \leq T \leq 50$)
→P3 (pericolosità elevata).
- aree con media probabilità di accadimento ($100 \leq T \leq 200$)
→P2 (pericolosità media).
- aree con bassa probabilità di accadimento ($200 \leq T \leq 500$)
→P1 (pericolosità bassa).

Le medesime AdB, prima ancora della Direttiva 2007/60/CE, avevano già redatto i Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), pertanto, le azioni intraprese per la stesura delle “mappe di pericolosità e rischio” sono state finalizzate all’aggiornamento, omogeneizzazione e valorizzazione dei PAI vigenti (parte alluvioni) al fine di raggiungere un primo livello comune in ambito nazionale, in cui tutte le informazioni derivabili da dati già contenuti nei vigenti strumenti di pianificazione siano rappresentate in modo omogeneo e coerente con le indicazioni riportate nell’art.6 del D.Lgs. 49/2010. L’Unità di Gestione (UoM) identificata come Regionale Puglia/Ofanto coinvolge territori interessati da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena. Per queste ragioni, al fine di orientare al meglio le scelte di piano, il territorio è stato ulteriormente suddiviso in 6 Ambiti Territoriali Omogenei. Il progetto del metanodotto ricade nel seguente ambito.

Bari e Brindisi

La natura prevalentemente carsica del territorio pugliese determina nei corsi d’acqua l’assenza di deflussi per finestre decennali. Tuttavia, accade che in corrispondenza di eventi precipitativi straordinari si attiva una fitta rete di lame e canali in grado di convogliare le acque fino a mare. I bacini più importanti sono: per la provincia di Barletta-Andria-Trani, canale Ciappetta-Camaggi, Lama Palumbariello, Lama Paterna e Lama di Macina; per la provincia di Bari, Lama Balice, Lama Lamasinata, Torrente Picone, Torrente Valenzano, Lama San Giorgio, Lama Giotta; per la provincia di Brindisi, Canale Reale, Canale Cillarese, Fiume Grande, Canale Foggia di Rau, Canale Infocaciucci.

In merito all’utilizzo delle mappe come strumento conoscitivo per la pericolosità idraulica è opportuno precisare quanto segue:

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 9 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

1) le mappe della Direttiva Alluvioni non sostituiscono il Piano di Assetto Idrogeologico, il quale resta l'unico strumento normativo di vincolo sul territorio, attraverso i seguenti articoli del Titolo II - Assetto Idraulico delle Norme Tecniche di Attuazione: - art. 4. Disposizioni generali, - art. 6. Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali, - art. 7. Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.), - art. 8. Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.), - art. 9. Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.), - art. 10. Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale;

2) le Mappe di Pericolosità e Rischio hanno frequenza e modalità di aggiornamento differenti rispetto al PAI; ne consegue che il PAI può contenere perimetrazioni non presenti nelle mappe di pericolosità e rischio;

3) considerata la finalità (non vincolistica, ma conoscitiva) delle Mappe di Pericolosità e Rischio, si è scelto di inserirvi perimetrazioni che ancora non avevano concluso l'iter burocratico per l'aggiornamento del PAI alla data di redazione delle Mappe; ne consegue che le Mappe possono contenere perimetrazioni non presenti nel PAI vigente.

NTA PAI

Nelle aree classificate come a bassa, media e alta pericolosità le NTA prescrivono all'Art. 7 e 8 comma 1: "Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:

- a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
- b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
- c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
- d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;
- f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica."

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 10 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

Inoltre, sono consentiti esclusivamente secondo le Norme Tecniche di Attuazione:

- per le aree ad Alta Pericolosità (AP) Idraulica (Art. 7 comma 1)

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

- per le aree a Media Pericolosità (MP) Idraulica (Art. 8 comma 1)

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 11 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

- a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;
- e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;
- g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 12 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

- per le aree a Bassa Pericolosità (BP) Idraulica (Art. 9 comma 1)

“Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.”

- per le fasce di pertinenza fluviale (Art. 10 commi 1, 2 e 3)

1. Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 13 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

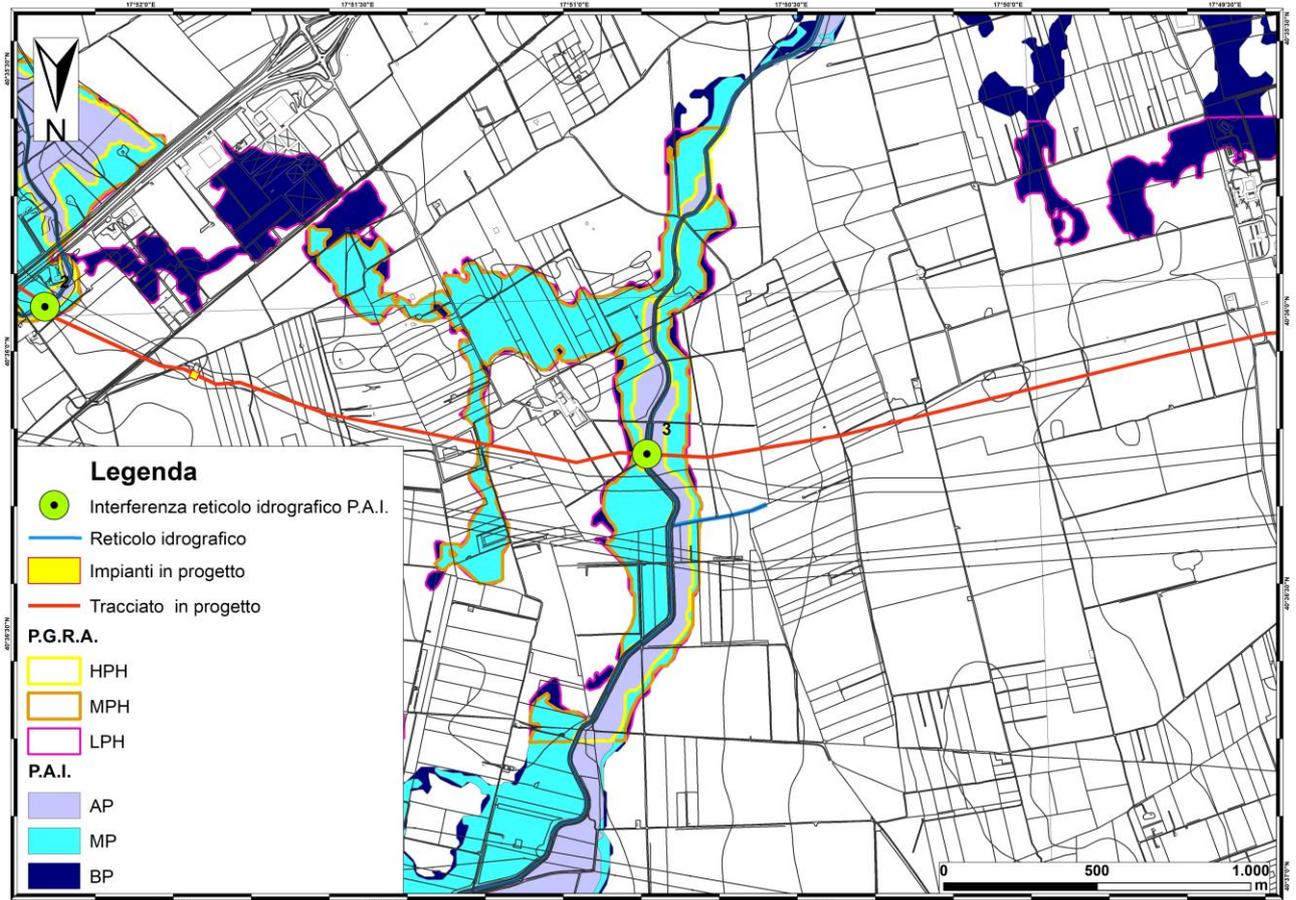


Fig. 1-4: Stralcio di interferenza del metanodotto in progetto con aree censite nel P.A.I. e P.G.R.A.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 14 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

2 CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN PROGETTO

Per la tipologia di posa del metanodotto in progetto in corrispondenza dell'interferenza studiata si rimanda agli elaborati progettuali. Per una sintesi si riporta la tabella seguente.

Canale Galina	
Tipologia interferenza	Attraversamento.
Interferenza*	3
Esecuzione posa	Trenchless (trivellazione Spingitubo)

* si rimanda all'allegato NR15437-PG-PAI-D-09102 – Carta del reticolo idrografico P.A.I. per la consultazione delle interferenze individuate tra i corsi d'acqua relativi al reticolo idrografico censito dal P.A.I. e all'allegato NR15437-PG-PAI-D-09101 – Piano della pericolosità idraulica P.A.I. e P.G.R.A.

2.1 Descrizione dell'ambito di attraversamento

L'alveo è un canale trapezoidale caratterizzato da un rivestimento in cls, con presenza di vegetazione e accumuli di materiale (Fig. 2-1). La zona circostante è pianeggiante e gli argini non sono elevati ma rivestiti. Non sono stati riscontrati fenomeni erosivi significativi in alveo (sia al fondo, che sulle sponde).



Fig. 2-1: attraversamento del Canale Galina

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 15 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

2.2 Tipologia di attraversamento

Il corso d'acqua sarà attraversato dal metanodotto in progetto in trenchless, mediante trivellazione spingitubo, considerando una copertura minima, definita sulla base delle verifiche riportate ai paragrafi successivi, di circa 2.60 m tra il punto più depresso del fondo alveo e la generatrice superiore del tubo.

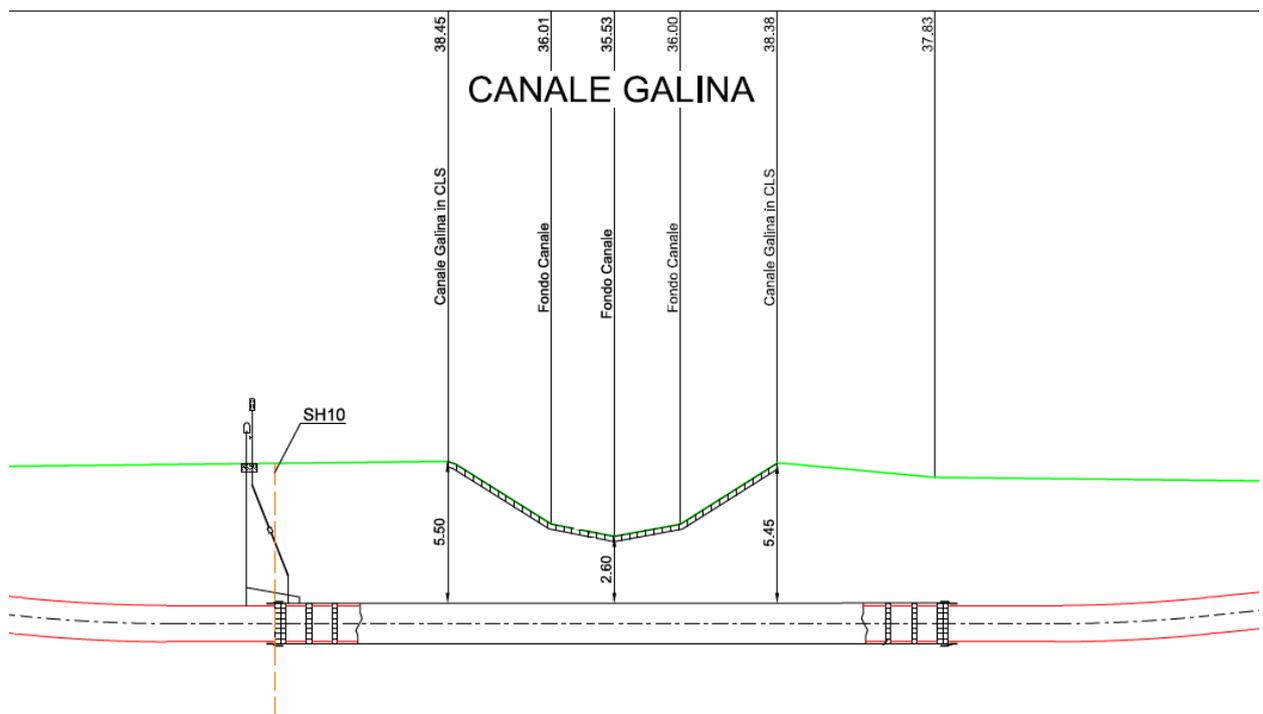


Fig. 2-2: Sezione schematica di progetto dell'attraversamento del Canale Galina

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 16 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

3 STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO

3.1 Individuazione dei bacini idrografici

Per tracciare il bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse si è fatto riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Puglia mediante la quale si è definito il bacino idrografico riportato nella figura sottostante.

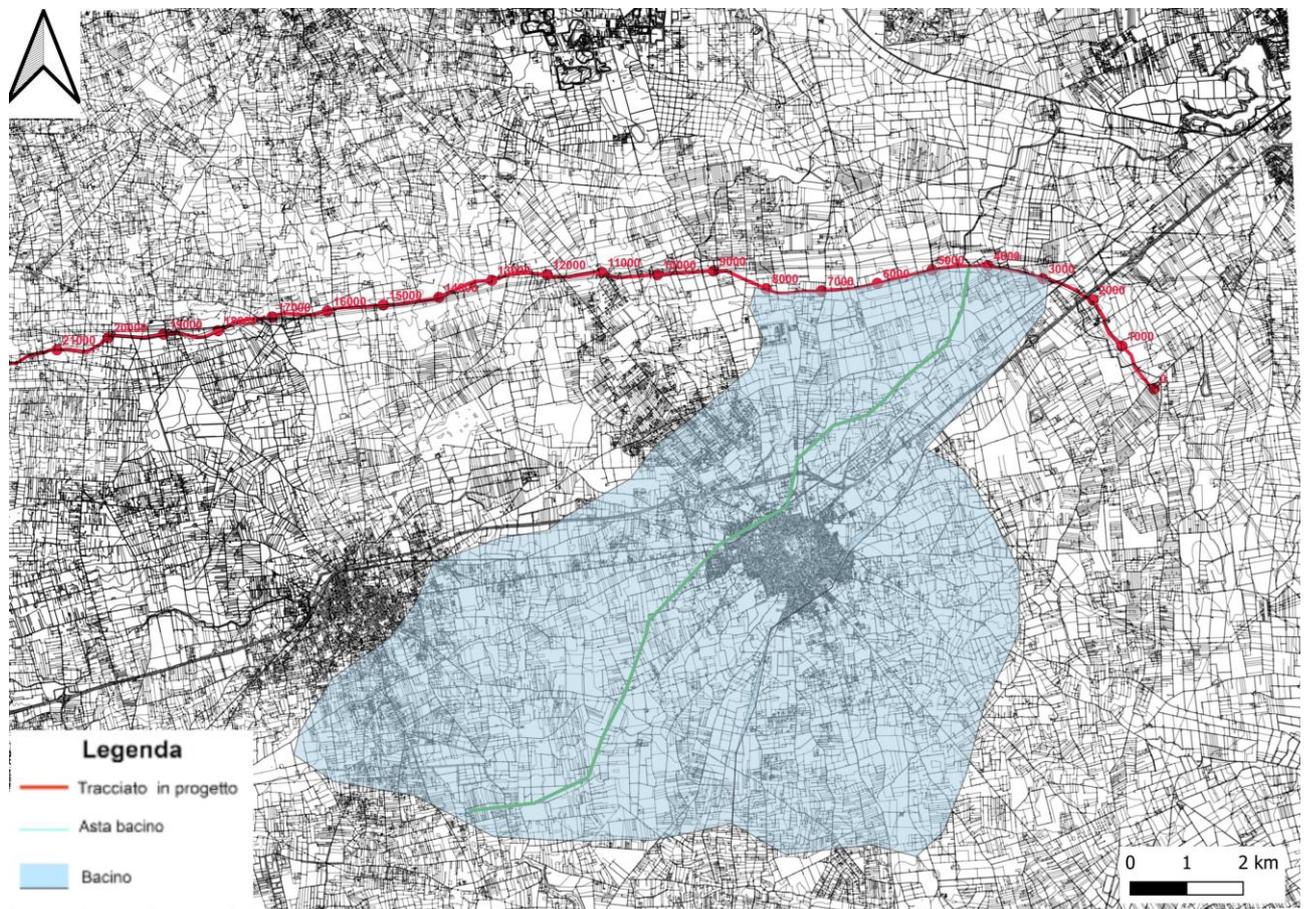


Fig. 3-1: Bacino idrografico C+D in corrispondenza dell'attraversamento del Canale Galina del metanodotto in progetto

Per il bacino idrografico si sono ricavate le seguenti caratteristiche:

Attraversamenti	Bacino	A(kmq)	L	Qmax	Qmed	Qmin
		KMq	m	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.
3	Bacino c + Bacino D	83.5869	17090.30	110.5	74.4	38.3

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 17 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

3.2 Curve di possibilità pluviometrica

Lo studio idrologico dei bacini in oggetto è stato condotto determinando innanzitutto le curve di possibilità climatica di riferimento, ricavate dal progetto VAPI Puglia. Il Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche ha previsto uno speciale programma operativo denominato VAPI (Valutazione Piene Italia) con l'obiettivo di unificare a scala nazionale le procedure di valutazione probabilistica delle piene.

Per la stima degli afflussi è stata utilizzata la procedura proposta nel Progetto VAPI Puglia, sviluppato dai proff. M. Fiorentino e V.A. Copertino nell'ambito del lavoro Valutazione delle Piene in Italia, a cura del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche. I dati pluviometrici utilizzati nello studio VAPI sono gestiti quasi tutti dalla sezione di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). La rete pluviometrica del SIMN al 1985 risultava composta da 100 stazioni di misura delle piogge con almeno 1 anno di osservazione. Secondo la procedura la curva di possibilità pluviometrica può essere espressa:

$$h(t,T)=m(h)+KT$$

La relazione rappresenta la curva di possibilità pluviometrica riferita ai valori medi e KT rappresenta il fattore di crescita con il periodo di ritorno T . Secondo il metodo proposto nello studio "VAPI-Puglia", il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato suddiviso in sei "zone pluviometriche omogenee", individuando, per ciascuna di queste, i coefficienti delle curve di possibilità climatica.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 18 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

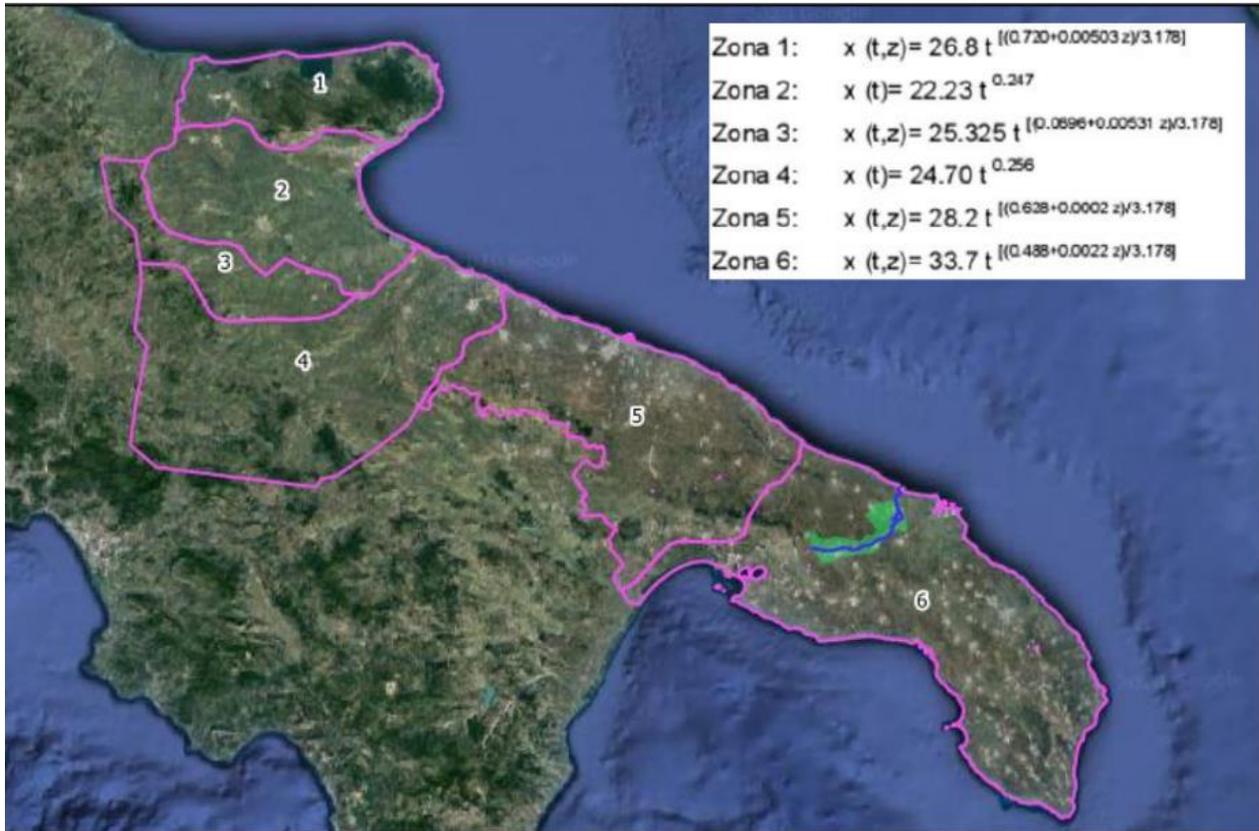


Fig. 3-2: Zone pluviometriche omogenee (studio VAPI-Puglia)

L'area in studio ricade nella sottozona omogenea n.6 per la quale vale:

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 19 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

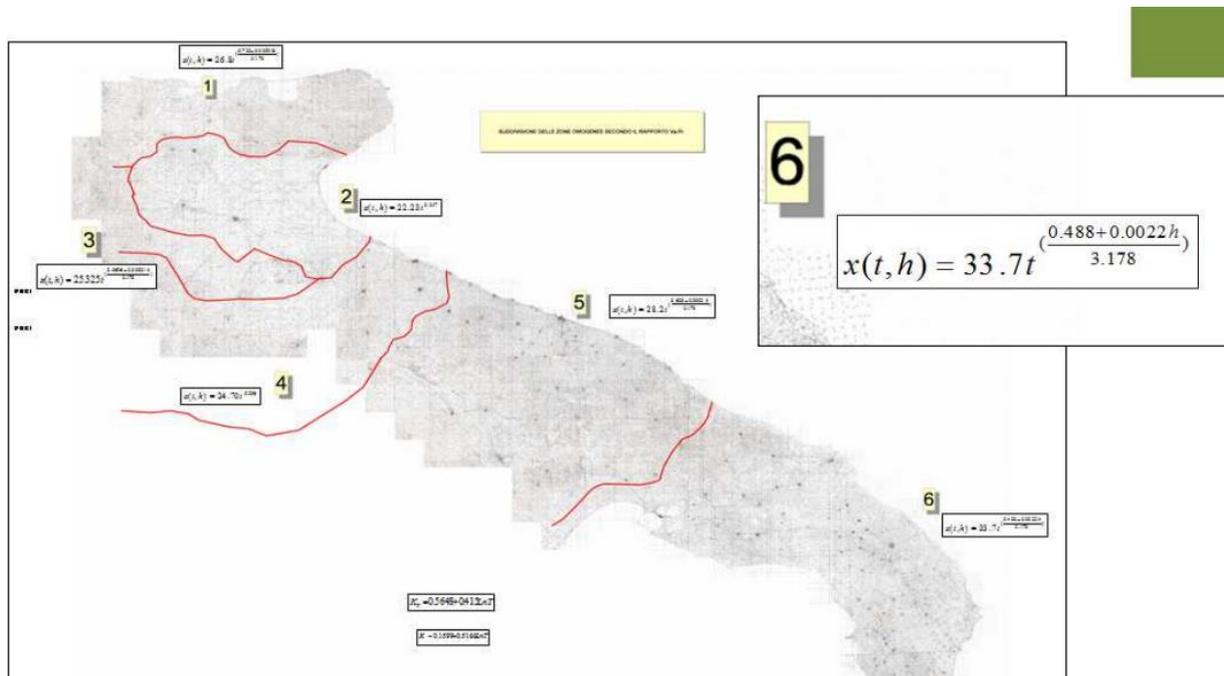


Fig. 3-3: Coefficiente della curva di possibilità climatica relativa alla zona 6 (VAPI-Puglia)

Ai valori così ottenuti vanno applicati i coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto), espresso in anni. Il valore di K_T può essere calcolato, invece, in funzione del tempo di ritorno T attraverso un'approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$K_T = a + b \ln T$$

Per la Puglia Centro-Meridionale i valori di a e b da adottare sono rispettivamente 0,1599 e 0,5166, mentre per la Puglia Settentrionale 0,5648 e 0,415.

Oppure utilizzare quelli riportati di seguito:

Tab. 3 Valori di K_T Puglia Centro-Meridionale.

T	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
K_T	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	3.38	3.73

Bacino	Attraversamenti	h(30)	h(50)	h(100)	h(200)
		mm	mm	mm	mm
Bacino c + Bacino D	3	135.52	154.22	179.58	204.95

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 20 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

3.3 Stima della portata

Per la determinazione della massima portata di progetto per un assegnato tempo di ritorno si procede secondo il metodo cinematico, secondo l'espressione di Turazza che pone:

$$Q_i = \frac{\phi_i \times i_{ci} \times S_i}{360} \quad (3)$$

dove:

- Q_i portata massima in corrispondenza della sezione di interesse del bacino (m³/s);
- ϕ_i valore medio ponderale del coefficiente di deflusso del bacino, determinato come media ponderale dei valori delle diverse tipologie di aree
- S_i superficie del bacino scolante (Ha)
- i_{ci} intensità media della pioggia espressa in mm/h, pari al rapporto tra l'altezza di pioggia critica (h) ed il tempo di corrivazione t_c, calcolati come descritto nel seguito.

Nel 2012 l'AdB Puglia ha stimato i massimi valori di portata a monte della diga pari a 100, 193 e 240 mc/s per T=30, 200 e 500 rispettivamente (fonte studio Hydrodata DHI pubblicato su Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 54 del 16-5-2022).

I parametri della formula vengono quindi definiti nei paragrafi seguenti.

3.4 Metodo CN

Per il calcolo della pioggia netta è stato utilizzato il metodo del CN. Per determinare l'infiltrazione cumulata riferita all'intero fenomeno di piena si utilizza l'applicazione dell'equazione di bilancio:

$$P_{netta} = Q = P - P_{loss}$$

in cui P_{netta}, P_{loss} e P rappresentano rispettivamente i volumi di pioggia netta, persa e totale per l'evento in esame, e Q il deflusso superficiale corrispondente. Il metodo SCS-CN proposto dal Soil Conservation Service (1972), noto con il termine inglese di Curve Number, considera la seguente equazione di continuità ai fini del bilancio idrologico:

$$P_{netta} = P - S'$$

in cui P_{netta} è la precipitazione netta cumulata all'istante t, P è la precipitazione totale cumulata allo stesso tempo ed S' è il volume specifico di acqua complessivamente perduto.

Il modello si basa sull'ipotesi che sussista la seguente relazione di proporzionalità:

$$S'/S = P_{netta} / P$$

in cui S indica il massimo volume specifico che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione. Considerando S' pari ad F, volume infiltrato per unità di superficie fino allo stesso istante ed introducendo al posto di P il termine (P-la) con la pari alle perdite iniziali per unità di superficie, la relazione di proporzionalità può essere così riformulata:

$$P_{netta} = (P - la) F / S$$

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 21 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

ad F l'espressione ottenuta dall'equazione di continuità

$$F = P - I_a - P_{netta}$$

si ottiene la relazione:

$$P_{netta} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

È da sottolineare che il metodo per quanto basato su considerazioni circa l'andamento temporale delle perdite nella formulazione originaria è stato proposto per stimare il deflusso relativo all'intero fenomeno di piena e risulta quindi del tutto equivalente ad un metodo di stima del coefficiente di afflusso. Il volume specifico di saturazione, S, dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN, secondo la relazione

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

dove $0 < CN \leq 100$, ed S_0 è un fattore di scala, che dipende dall'unità di misura adottata e che per valori di S, F, P misurati in mm, è pari a 254 mm, ovvero 10 inches. Il metodo SCS-CN prevede due parametri, I_a e CN. In realtà, il termine I_a rappresenta un volume di pioggia sottratto a priori dal bilancio in esame, che descrive in modo globale processi differenti, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali. Così definito, esso risulterebbe di difficile taratura, dovendo tenere conto di fattori climatici, geopedologici, ed antropici molto complessi. Per ovviare alle difficoltà di taratura, la procedura del SCS-CN suggerisce di esprimerne la stima semplicemente come una quota percentuale di S, ponendo

$$I_a = cS,$$

con c generalmente variabile tra 0.1 e 0.2. Di conseguenza, il modello risulta monoparametrico, in cui S, ovvero CN, è il solo parametro che descrive il fenomeno dell'assorbimento. Per CN pari a 100 il deflusso superficiale coincide con la pioggia totale cumulata, per cui l'infiltrazione risulta nulla (superfici completamente impermeabili). Viceversa, per CN pari a 0 si ha una retta orizzontale corrispondente a superfici completamente permeabili. Il parametro CN è un fattore decrescente della permeabilità e risulta legato:

- 1) alla tipologia litologica del suolo;
- 2) all'uso del suolo;
- 3) al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato.

Per quanto riguarda la natura del suolo, l'SCS ha classificato i tipi di suolo in quattro gruppi

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 22 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

<i>Tipo idrologico di suolo</i>	<i>Descrizione</i>
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e coloidi, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza delle superfici.

Al fine di stimare i valori di CN, nel presente progetto sono stati presi in considerazione i dati provenienti dalla carta dell'uso del suolo e dalla carta geologica della regione Puglia. In particolare, su ogni bacino è stata sovrapposta, l'informazione derivante dall'uso del suolo, e una informazione relativa al tipo di infiltrazione in base al tipo di suolo (vedi tabella precedente) e l'incrocio tra questi dati fornisce un valore che corrisponde a un valore di CN (tipo idrologico suolo B). Nel presente studio il valore del CN stimato nell'ambito del presente bacino è pari a 82.

Attraversamenti	Bacino	CN
3	Bacino c + Bacino D	82

3.5 Tempo di corrivazione

La trasformazione afflussi – deflussi è una determinata sequenza di operazioni che permette, conoscendo l'altezza di precipitazione e la durata di un evento meteorico, di ottenere la portata che defluisce per la sezione di chiusura del bacino idrografico. Nelle comuni schematizzazioni della trasformazione afflussi - deflussi si fa l'ipotesi che il tempo impiegato da una goccia di pioggia per raggiungere la sezione di chiusura del bacino scorrendo sempre in superficie sia una costante, che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta. È facile rendersi conto dei limiti di tale assunzione, tenendo conto del fatto che lo scorrimento superficiale avviene per la maggior parte in canalizzazioni naturali, anche di dimensioni molto ridotte: in esse, la velocità dell'acqua che scorre in superficie dipende dall'altezza d'acqua, che ovviamente varia al variare della portata. A favore della affermazione precedentemente descritta, vi è la considerazione che la velocità dell'acqua si mantiene pressochè costante da monte verso valle, dal momento che la diminuzione di pendenza è bilanciata dai cambiamenti di larghezza, di profondità e di scabrezza. Il tempo impiegato da una goccia d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura prende il nome di tempo di corrivazione. A ogni punto del bacino corrisponde dunque un particolare valore del tempo di corrivazione. Un importante punto del bacino è quello idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura, cioè il punto dello spartiacque da cui ha origine l'asta principale della rete idrografica. Il tempo di corrivazione di questo

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 23 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

punto, che è il tempo impiegato da una goccia d'acqua per percorrere l'intera asta fluviale principale, dall'origine sullo spartiacque topografico alla sezione di chiusura, è il maggiore tra quelli di tutti i punti del bacino e prende il nome di tempo di corrivazione del bacino. Il tempo di corrivazione si stima in genere utilizzando formule empiriche derivate dall'analisi di una gran quantità di casi reali, che esprimono il legame mediamente esistente tra il tempo di corrivazione e alcune grandezze caratteristiche del bacino di facile determinazione. Vengono descritte le diverse relazioni usate per determinare il tempo di corrivazione del bacino, a partire dalla espressione più utilizzata in Italia, ovvero la formula di Giandotti.

• **Formula di Giandotti (1934)**

$$tc = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8H_{med}}$$

dove:

tc= tempo di corrivazione (h)

A= area del bacino (km²)

L= lunghezza dell'asta principale (km)

hmedia= quota media del bacino (m s.l.m.)

hmin= quota della sezione di chiusura (m s.l.m.)

La espressione appena descritta è ottimale per bacini di superficie compresa tra 170 e 70000 km² per cui non sarebbe formalmente corretto il suo utilizzo.

• **Formula di Pasini**

$$tc = \frac{0.108\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{i}}$$

dove: tc= tempo di corrivazione (h)

A=area Km²

L= lunghezza dell'asta principale (m)

i= pendenza media dell'asta principale (-)

• **Formula di Puglisi Zanframundo**

$$tc = \frac{6L^{\frac{2}{3}}}{\sqrt[3]{H_{max} - H_{min}}}$$

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 24 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

dove:

tc= tempo di corrivazione (h)

Hmax=quota massima del bacino

Hmin= quota della sezione di chiusura (m s.l.m.)

L=lunghezza dell’asta principale (km)

• Formula di Viparelli

$$tc = \frac{L}{V}$$

dove:

tc= tempo di corrivazione (h)

L= lunghezza dell’asta principale (km)

v=velocità media di deflusso all’interno dei canali, con valori suggeriti dall’autore compresi tra 1 e 1,5 m/s. il valore di V utilizzato nel presente lavoro è di 1,5 m/s.

• Formula di Kirpich (1940)

$$tc = \frac{0,000325L^{0.77}}{i^{0.385}}$$

tc= tempo di corrivazione (h)

L= lunghezza dell’asta principale (m)

iv=pendenza media del versante (-)

È stato assunto il valore del tempo di corrivazione calcolato con Giandotti, per far sì che i risultati di portata ottenuti siano confrontabili con i valori riportati negli studi pregressi.

Attraversamenti	Bacino	T Giandotti	Viparelli	Puglisi-Zanframundo	Kirpich	Passini	T corr
		ore	ore	ore	ore	ore	
3	Bacino c + Bacino D	37.46	3.16	9.56	4.84	18.71	37.46

Attraversamenti	Bacino	Q 30 anni	Q 50 anni	Q 100 anni	Q 200 anni
		mc/s	mc/s	mc/s	mc/s
3	Bacino c + Bacino D	53.65	64.32	79.07	94.04

Il tempo di ritorno di 200 anni è quello utilizzato per il calcolo del massimo scavo in subalveo in accordo con le norme tecniche di attuazione del PAI.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 25 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

3.6 Studio idraulico

Per la verifica idraulica è stata eseguita una specifica modellazione idraulica di moto permanente con l'ausilio del programma di calcolo Hec-Ras.

Come condizioni al contorno, a monte e valle del tratto modellato, è stata imposta l'altezza di moto uniforme, calcolata con una pendenza pari a quella media del tratto rilevato immediatamente successivo o precedente.

La modellazione è stata eseguita direttamente nello stato di progetto, essendo previsto il sostanziale ripristino dell'andamento delle sponde esistenti.

.

Le portate considerate sono quelle corrispondenti a eventi con tempo di ritorno 200 anni per verificare la profondità di posa.

La scabrezza dell'alveo è stata considerata pari a 0.033.

Ai fini della modellazione del terreno si è utilizzato il DEM dal quale sono state ricavate le sezioni fluviali.

3.7 Interferenza 3 – Canale Galina

La simulazione idraulica è stata eseguita su un tratto di circa 800 metri in cui il metanodotto attraversa il corso d'acqua in un punto.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 26 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

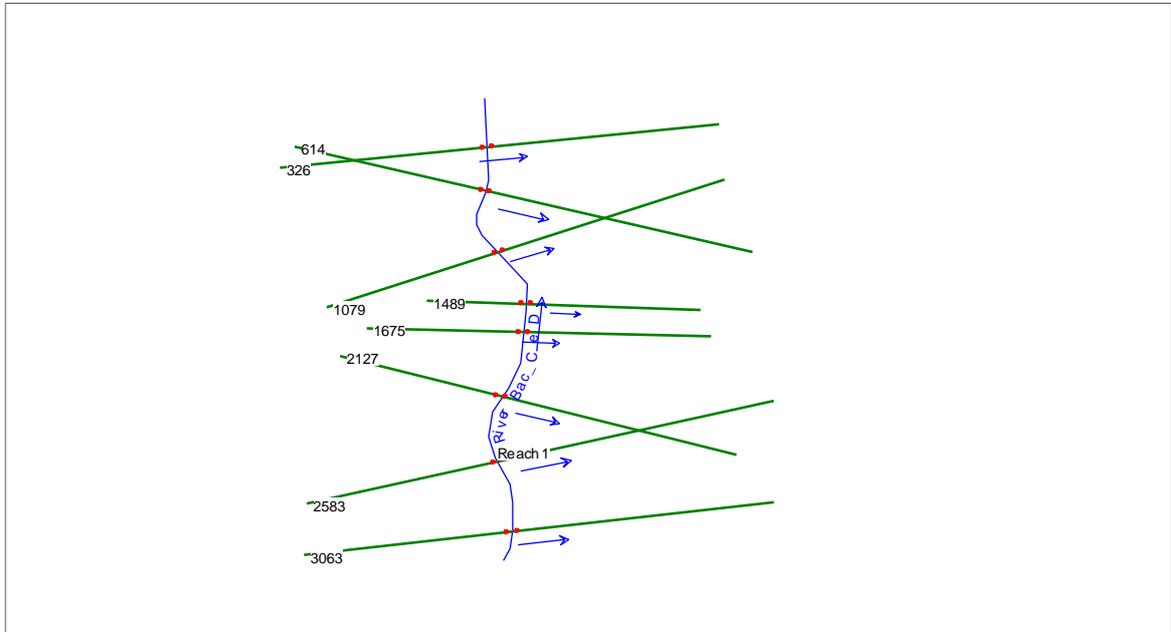


Fig. 3-4: Tratto in cui è stata eseguita la simulazione idraulica- Sezione 1489

Le condizioni di deflusso della portata con Tempo di ritorno 200 anni in corrispondenza della sezione di attraversamento 1489 sono quelle indicate nelle figure sottostanti.

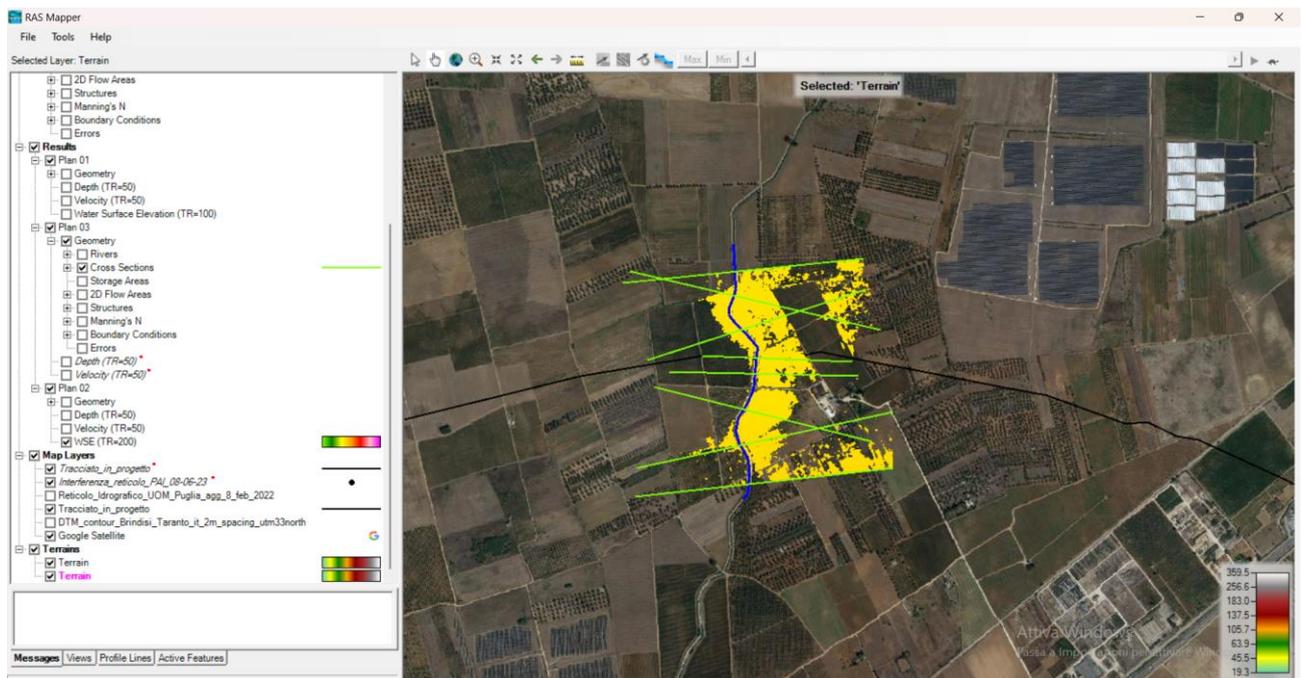


Fig. 3-5: Area esondabile per un tempo di ritorno pari a 200 anni; in blu la schematizzazione del corso d'acqua, in nero il metanodotto, in verde le sezioni

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 27 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

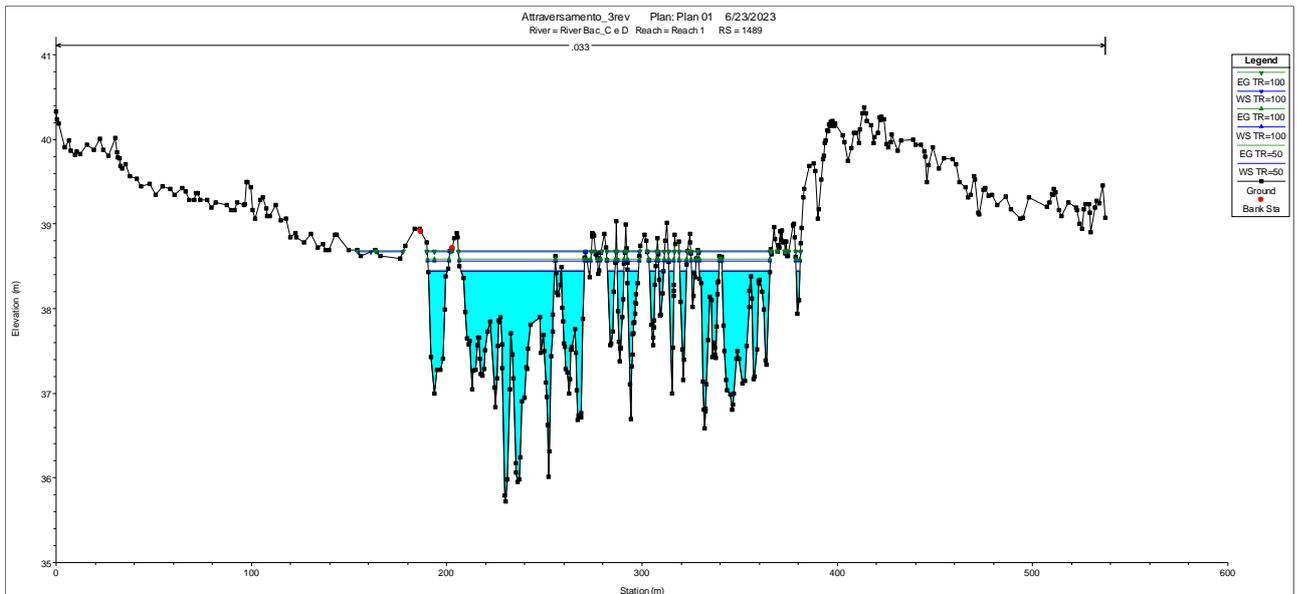
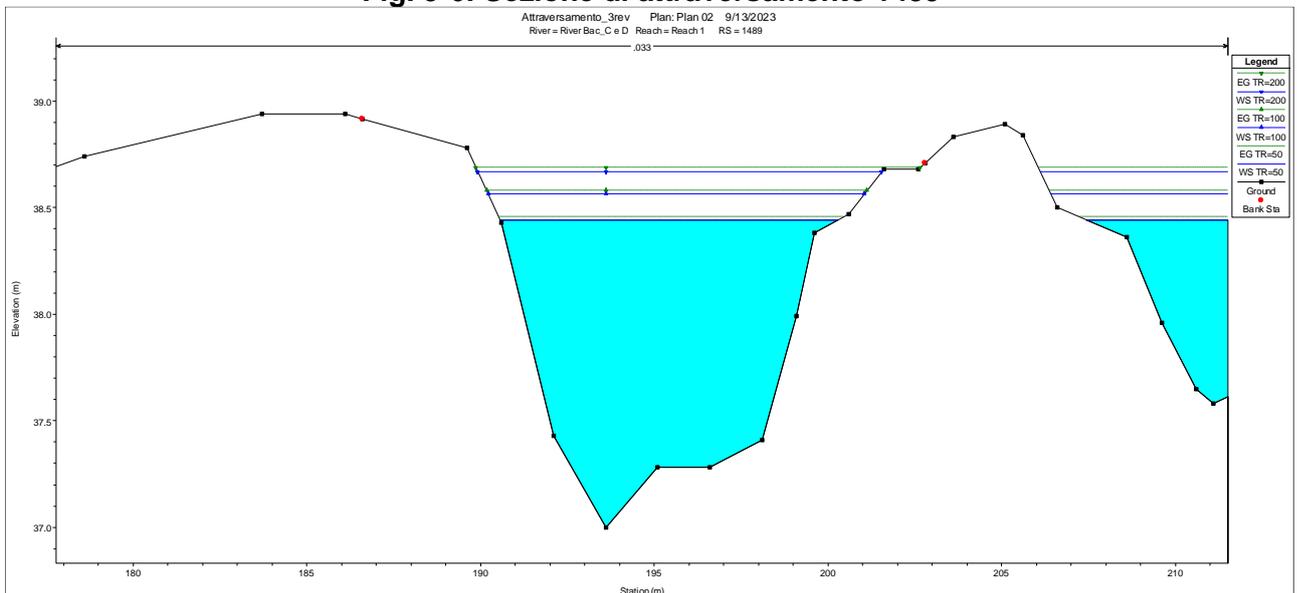


Fig. 3-6: Sezione di attraversamento 1489



Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	Hydr Radius C (m)	Top W Chnl (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	3063	TR=200	94.04	38.06	1.13	10.66	40.11	39.61	40.13	0.00077	0.91	172.45	407.93	0.26
Reach 1	2583	TR=200	94.04	37.83	1.29	11.35	39.73	39.73	39.88	0.00456	2.42	76.76	243.54	0.66
Reach 1	2127	TR=200	94.04	37.14	0.96	9.55	38.76	37.74	38.78	0.00031	0.52	171.14	152.58	0.16
Reach 1	1675	TR=200	94.04	37.25	0.93	10.99	38.69		38.72	0.00061	0.71	130.73	133.32	0.23
Reach 1	1489	TR=200	94.04	37	0.91	11.62	38.67		38.69	0.00043	0.59	155.21	176.93	0.19
Reach 1	1079	TR=200	94.04	36.36	1.31	17.59	38.61		38.63	0.00049	0.8	173.54	302.33	0.22
Reach 1	614	TR=200	94.04	36.01	1.29	12.64	38.56		38.57	0.00037	0.69	186.11	253.16	0.19
Reach 1	326	TR=200	94.04	36.96	0.85	12.02	38.49	37.85	38.52	0.00095	0.84	120.5	211.67	0.28

Tab. 3-1: Tabella con livelli idrici, energia, quota minima, etc

Di seguito si specificano le voci riportate nella tabella sopra riportata:

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 28 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

River: nome Corso d'acqua

Reach: ramo del fiume

River station: sezione fluviale

Profile: tempo di ritorno

Q total: portata

Min. ch. EL: quota minima alveo

Hydr: Radius: raggio idraulico

Top W Chnl: larghezza in testa canale centrale

W.S. Elev: altezza idricac

Crit. W.S.: altezza critica

E.G. Elev.: energia

E.G. Slope: linea dell'energia (pendenza)

Vel chnl: velocità nel canale centrale

Flow Area: area occupata dal deflusso

Top width larghezza totale

Froude: numero di Froude

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 29 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

4 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PROFONDITÀ DI EROSIONE

4.1 Approfondimenti localizzati

Per quanto attiene alla formazione locale di buche ed approfondimenti, le posizioni e le caratteristiche di queste erosioni sono talvolta abbastanza prevedibili, come ad esempio nel punto di gorgo dei meandri o in corrispondenza di manufatti, ed a volte del tutto imprevedibili, specialmente in alvei a fondo mobile, cioè costituiti da un materiale di fondo essenzialmente granulare.

Infatti, in tali alvei, anche in assenza di manufatti, sul fondo possono crearsi buche di notevole profondità; le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso.

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione. Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media Schoklitsh è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici. Per determinare un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo, si ricorre alla citata formula di Schoklitsh:

$$s = 0.378H^{\frac{1}{2}}q^{0.35} + 2.15A$$

dove

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota media del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** = $h_0 + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **q** = Q_{Max}/L è la portata specifica per unità di larghezza L della corrente in alveo;
- **A** è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca.

Il valore di **A** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima incisione, relativo ad una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena ivi determinata.

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 30 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

Arature di fondo

Per quanto attiene al fenomeno di scavo temporaneo durante le piene o "aratura di fondo", esso raggiunge valori modesti, se inteso come generale abbassamento del fondo alveo, mentre può assumere valori consistenti, localmente, se inteso come migrazione trasversale o longitudinale dei materiali incoerenti.

Nel primo caso si tratta della formazione di canali effimeri di fondo alveo sotto l'azione di vene particolarmente veloci.

Nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudentiale, proposta in Italia, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena. Per quanto riguarda il fenomeno di scavo temporaneo durante le piene, come detto, non disponendo allo stato di algoritmi opportunamente tarati, atti a determinare la potenziale entità del fenomeno in relazione alle specificità del sito in studio, ci si basa sulle considerazioni empiriche proposte in letteratura tecnica, secondo le quali un valore del tutto cautelativo della profondità di tali potenziali escavazioni del fondo (Z) è stimabile, in corrispondenza di una assegnata sezione, al massimo in ragione del 50% del battente idrometrico di piena (ho), ovvero

$$Z = 0,5h_o$$

Diametro limite dei clasti trasportabili

In merito al problema della determinazione del diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena, si ricorre alla formula di Shields, che, per i casi di regime turbolento ($Re^* > 1000$), diviene

$$\delta = \frac{\tau_0}{[0,06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w)]}$$

dove

- δ è il diametro delle particelle;
- τ_0 è la tensione tangenziale in alveo;

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 31 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m³);
- γ_w è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

4.2 Stima dei massimi approfondimenti attesi

Le valutazioni dei fenomeni erosivi e di trasporto solido sono state eseguite in riferimento alla portata di massima piena duecentennale (TR=200 anni), i cui parametri di deflusso nelle sezioni di studio sono evidenziati in grigio, in corrispondenza della sezione di calcolo. Nello specifico è riportata la sezione più prossima all'attraversamento.

I risultati che si ottengono sono i valori delle erosioni di fondo alveo in un caso e dei diametri limite dei clasti trasportabili dalla corrente nell'altro, nella sezione di attraversamento.

Attraversamenti	DIAMETRO LIMITE CLASTI				V*	δ	X	γ	γ_s	d
	τ_o	R	i	V						
	kg/m ²	m	m/m	m/s		kg/s ² m ⁴	scabrezza	Kg/m ³	Kg/m ³	m
	0						33			
3	13.2	0.91	0.0013		0.359738	102	0.030	1000	2400	0.16

SCAVO (SCHOKLITSCH)					
S	H	Q	L	q	a
	m	mc/s	m	mc/m	m
1.03	1.69	94.04	11.62	8.092943	0.002171

ARATURE	
Z	h0
m	m
0	
0.84	1.67

Tab. 4-1: Riepilogo massime profondità di erosione

	PROGETTISTA ENERECO S.p.A.	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-CI-E-09102	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 32 di 32	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-PPL-RE-000-011

5 CONCLUSIONI

Il presente studio è redatto al fine di calcolare la massima profondità di erosione del Canale Galina in corrispondenza del tratto di interferenza della nuova condotta “Met. Matagiola-Masseria Manampola DN 1400 (56”) – DP 75 bar”.

In particolare, lo studio ha lo scopo di determinare la profondità di posa della condotta in funzione del tempo di ritorno richiesto dalle NTA del PAI che a differenza della vita nominale di esercizio dell’opera (50 anni) richiede 200 anni, al fine di verificarne le condizioni di sicurezza nei confronti dei fenomeni erosivi in occasione delle piene studiate.

Per l’attraversamento del canale Galina, è previsto il superamento in subalveo mediante trenchless, in particolare con tecnologia spingitubo; tale metodo consentirà 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.

Nell’analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree di pericolosità del PGRA Appennino Meridionale e P.A.I. Puglia, si è rilevato che l’attraversamento del corso d’acqua ricade in ambito territoriale censito come area H-M-L (a pericolosità elevata da alluvioni fluviali).

In tal senso, nel presente studio è stato evidenziato che l’intervento di progetto non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi, non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l’uso del suolo e pertanto non introduce alterazioni al regime attuale di deflusso delle acque e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d’acqua. L’intervento, inoltre, non determina alcun aggravio delle condizioni di rischio idraulico nell’area, né tantomeno in ambiti esterni.

Pertanto, si ritiene che l’opera (infrastruttura interrata) interferente con il canale Galina e le scelte progettuali inerenti possano essere ritenute compatibili con le disposizioni contenute nelle Norme del PAI.

Considerando le norme tecniche e le prescrizioni per attraversamenti in aree a rischio, la verifica idraulica è stata condotta con tempo di ritorno 200 anni, sebbene la vita nominale di esercizio del metanodotto sia 50 anni. A seguito della stima dei parametri idraulici, è stato possibile stimare lo scavo pari a 1.03 m. Pertanto, è stato progettato che la condotta in progetto abbia una copertura minima compresa tra il fondo dell’alveo e la generatrice superiore del tubo pari a 2.60 m.

In conclusione, le verifiche condotte hanno evidenziato che le profondità di posa previste sono idonee a garantire il corretto ricoprimento della condotta per un tempo superiore alla vita utile delle opere.