

Proponente



IONIO FUEL S.r.l.  
Riviera di Chiaia, 276 - 80121 NAPOLI



# DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE PER IL GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Comune di Crotona area industriale CO.R.A.P. "Ionio Fuel - Crotona LNG"

Società di Ingegneria incaricata per la progettazione

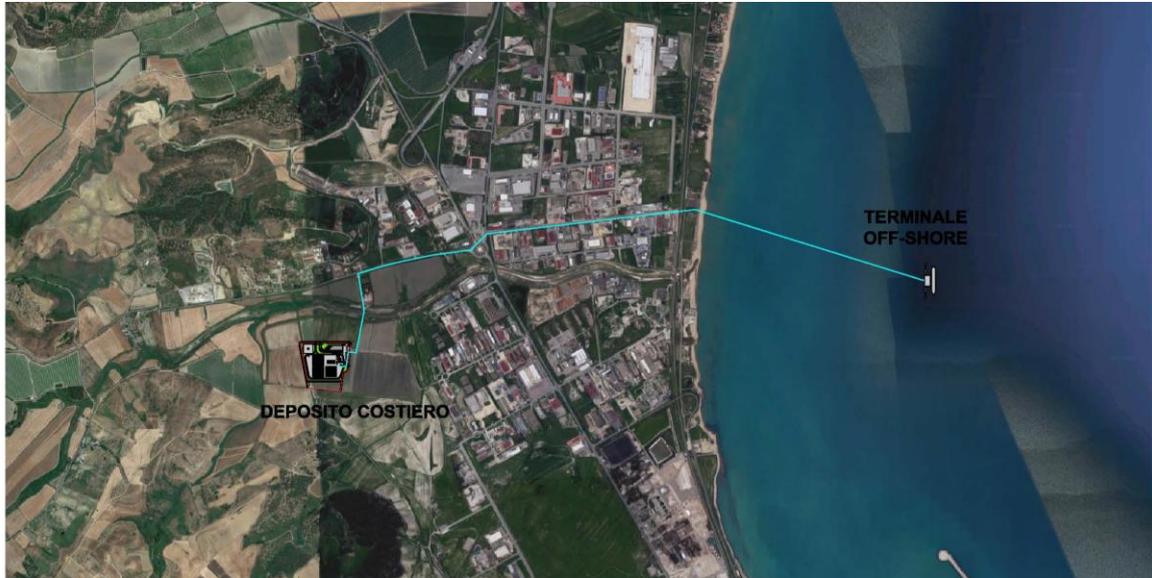


LASTPROJECT

LAST PROJECT S.R.L.

Sede legale ed uffici:  
80121 Napoli (NA) – Riviera di Chiaia n.°276  
Tel +39 081 0607954 – Fax +39 081 19361324  
P.IVA: 07557711210

DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE DI GNL DA 20.000 MC NEL COMUNE DI CROTONE IN ZONA INDUSTRIALE CO.R.A.P. PROVINCIA DI CROTONE



People, Skills, Equipment.

Saipem S.p.A.



Festa S.p.A.



Molino Facchinelli Zerbini & Partners S.r.l.



ICARO S.r.l.

Gruppo di lavoro Last Project S.r.l.

Consulenze specialistiche

**Studio di Impatto Ambientale**

Arch. Maddalena Proto

**Opere Antincendio**

Arch. Luigi Vartuli

**Opere Strutturali**

Ing. Alfredo Stompanato

**Sicurezza Cantieri**

Arch. Rosa Vartuli

**Opere Civili**

Arch. Maddalena Proto

Arch. Luigi Vartuli

**Ingegneria Gestionale**

Dott. Ing. Valentina Vartuli

**Studio di fattibilità**

Dott. Luca Lamagna

**Geologia e Geotecnica**

Geol. Alessandro Amato

**Opere Idrauliche**

Ing. Giovanni Bruno

**Opere marittime**

Ing. Roberto de Rosa

**Studio di Impatto acustico ed elettromagnetico**

Ing. Carmine Iandolo

**Rapporto preliminare di sicurezza**

ICARO S.r.l.

## RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

01- ELABORATI TECNICI E SPECIALISTICI

NOME FILE

P.01\_ES\_21\_RII\_R01

Progetto Definitivo

FORMATO

CODICE ELAB

P 01 ES 21 RII R01

REV. B

A4

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

B

Aggiornamento del Progetto Definitivo a seguito dell'esame del gruppo di lavoro Comitato Tecnico Regionale (C.T.R.) della Calabria per la richiesta del Nulla-Osta di Fattibilità (NOF)

Agosto 2020

## Sommario

PREMESSA.....	3
DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
SCENARI RISCHIO IDRAULICO.....	4
FINALITA' E CONTENUTI DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) .....	6
RISOLUZIONE INTERFERENZE CON LE AREE CARTOGRAFATE A RISCHIO IDRAULICO .....	9
PROTEZIONE DEL FONDO ALVEO DAI FENOMENI DI EROSIONE.....	11
CONCLUSIONI.....	13

## PREMESSA

La presente Relazione specialistica ha l'obiettivo di verificare la compatibilità idraulica del progetto di costruzione di un deposito costiero di rigassificazione per il GNL (Gas Naturale Liquefatto) da realizzare nell'area industriale Co.R.A.P. del Comune di Crotona.

Il documento fornisce, tra l'altro, le informazioni richieste al punto 26 dal Ministero dell'Interno dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile del Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Crotona con nota Form. Registro Ufficiale. 0000535.U.23-01-2020.

Nella sopracitata nota, il Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Crotona ha esaminato il Rapporto preliminare di Sicurezza – redatto ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 105/2015 – presentato dalla Società IONIO FUEL Srl volto alla realizzazione di un “Terminale di GNL nell'area industriale di Crotona”.

La società Ionio Fuel intende realizzare un Terminal per il LNG (**Liquefied Natural Gas**). L'impianto è stato localizzato in un'area che intercetta il tracciato delle reti di trasporto del gas GPL (Gas Petrolio Liquefatto) esistente a servizio dell'area vasta di Crotona.

Il Deposito costiero di rigassificazione sarà caratterizzato da un Terminale di ricezione GNL Off- Shore per la connessione e lo scarico del GNL dalle navi metaniere e da un complesso di tubazioni criogeniche per il trasporto del fluido sino alla zona d'impianto, distante circa 1.80 Km dalla costa.

## DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'impianto nel suo complesso è concettualmente suddiviso nelle seguenti aree funzionali:

- **Area Terminale Off-Shore** ovvero area di attracco navi metaniere e bettoline attrezzata per operazioni di carico-scarico e per il trasferimento del GNL da nave metaniera a stoccaggio e da stoccaggio verso bettoline; In Terminale saranno presenti le infrastrutture e i dispositivi per l'ormeggio delle metaniere / bettoline e tutti i dispositivi e le apparecchiature necessarie per il corretto trasferimento e la misurazione del GNL e del BOG (boil off gas) durante il trasferimento;
- **Area di interconnessione fra Terminale e area stoccaggio**; all'interno di un **controtubi in acciaio** , saranno posizionate le tubazioni criogeniche per il collegamento dell'area di attracco nave al terminal e tutti i sistemi ausiliari per il corretto funzionamento e gestione;
- **Area Deposito** vero e proprio con serbatoi di stoccaggio del GNL e tutti i dispositivi accessori ed ausiliari necessari alla loro corretta gestione, una zona vaporizzatori ad aria e gestione BOG, una zona con motori a combustione interna, fabbricato con uffici-sala controllo per la supervisione e la gestione del Deposito, zona vaporizzatori, pensilina carico ATC, odorizzazione, misura fiscale, nonché il sistema di raccolta scarichi di emergenza (torcia di emergenza).

Il GNL verrà trasportato dal Terminale Off-Shore al Deposito a terra tramite tubazioni criogeniche (VIP). All'interno delle controtubazioni verranno installate le tubazioni per il GNL per il carico dei serbatoi, quelle per il BOG, quelle per il bunkeraggio e corrugati per il passaggio delle linee elettriche e cavi di segnale per la trasmissione dei dati di processo.

Verranno utilizzate tubazioni di diversi diametri che variano dai 12” per il collettore principale del GNL (da nave a serbatoi), fino ai 3” ovvero le tubazioni di ingresso del GNL ai vaporizzatori.

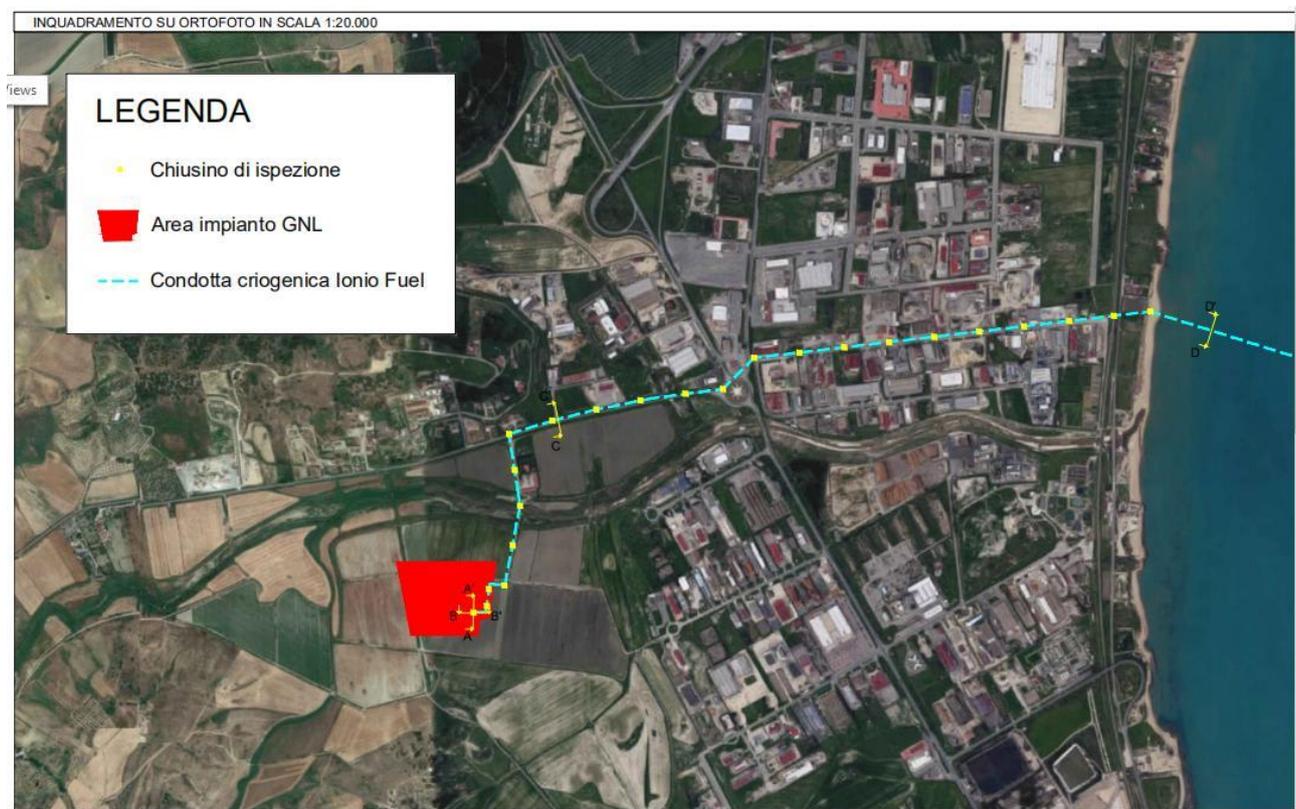


Figura 1: inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto e della condotta criogenica.

Le tubazioni VIP sono composte da un “*tubo-in-tubo*” concepite principalmente per il trasferimento di liquidi criogenici. Il tubo interno contiene liquido, il tubo esterno mantiene l'isolamento tramite il vuoto che viene creato fra i due tubi e sopporta anche i carichi esterni. L'intercapedine tra i tubi è dotata di un isolamento sottovuoto e la contrazione termica del tubo interno è compensata con dei soffietti o dei “*loops*” lungo linea.

## SCENARI RISCHIO IDRAULICO

A partire dall'evento alluvionale del 1996, il territorio di Crotona è stato interessato da studi di carattere idraulico volti ad individuare le fasce allagabili del torrente Esaro e del torrente Passovecchio.

In particolare lo studio idraulico condotto nel 1998, per la perimetrazione delle aree allagabili nelle zone colpite dall'evento alluvionale, era basato su un modello idrodinamico bidimensionale che utilizzava il modello digitale del terreno estratto dalla Cartografia Tecnica Regionale disponibile all'epoca, integrato con il rilievo topografico degli attraversamenti.

La perimetrazione delle aree allagabili era stata fatta con riferimento ai 3 tempi di ritorno **30, 200 e 500** anni. Per il piano innanzi detto e denominato piano Versace, l'area di deposito rientra parzialmente nella zona cartografata a moderato rischio di esondazione. La condotta terrestre rientra per circa 360 metri nella parte iniziale e per altri 900 metri nella parte finale in zona ad alto, moderato e limitato rischio di inondazione

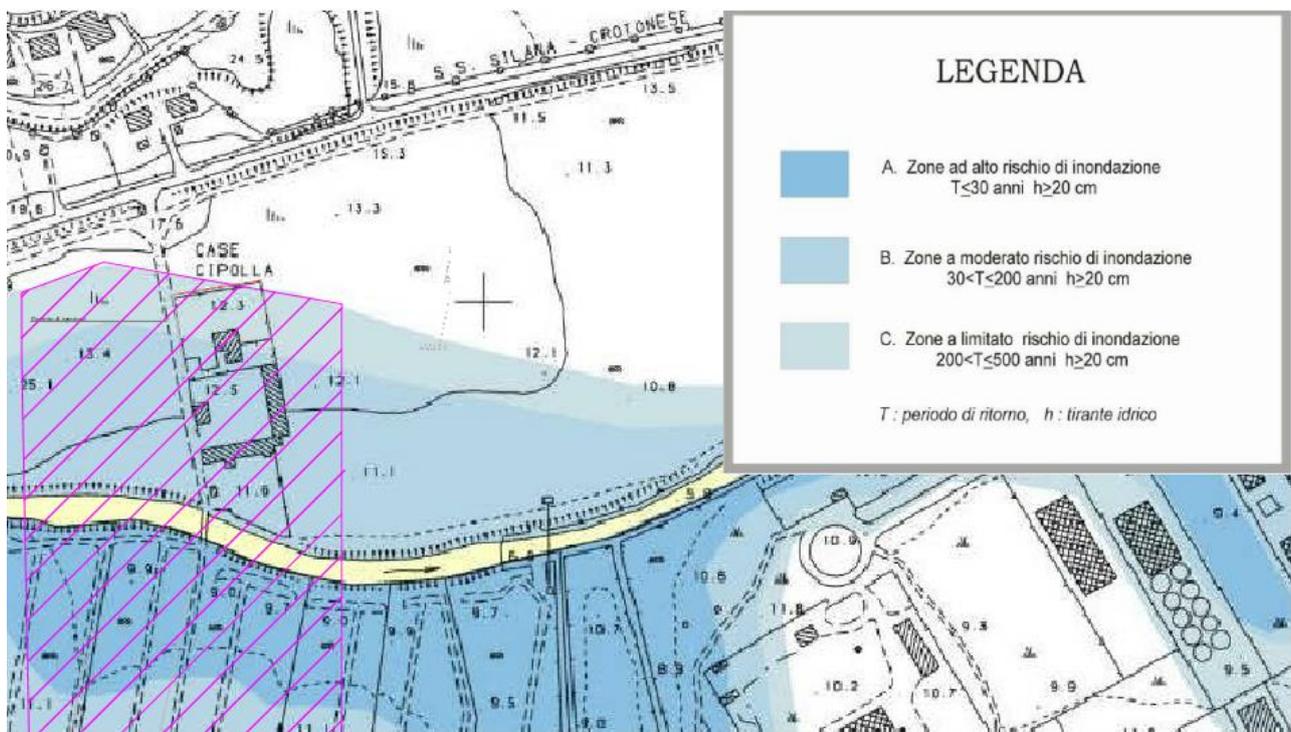


Figura 2 : Carta scenario del Rischio idraulico nei pressi dell'attraversamento del torrente Passovecchio, ( fonte: PAI - Piano Versace).

Successivamente nell'ambito del Piano di Gestione del rischio alluvione predisposto dall' Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale è stato effettuato un ulteriore studio idraulico, basato sullo stato dei luoghi che si aveva al momento dell'alluvione verificatasi nell'ottobre del 1996.

Le mappe del PGRA, costituite da Mappe della pericolosità idraulica e Mappe del rischio idraulico, redatte nel rispetto del D.Lgs. 49/2010 e degli indirizzi operativi predisposti dai Ministeri competenti, costituiscono integrazione al PAI ed integrano il quadro di riferimento per l'attuazione delle finalità e contenuti del PAI.

Le mappe della pericolosità da alluvione identificano le tre classi seguenti:

**P3**, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;

**P2**, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale a 200 anni;

**P1**, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

Le classi omogenee di danno potenziale sono rappresentate da D4 (danno potenziale molto elevato), D3 (danno potenziale elevato), D2 (danno potenziale medio) e D1 (danno potenziale moderato o nullo).

Le classi del rischio di alluvioni che sono state definite sono **R4** (rischio molto elevato); **R3** (rischio elevato); **R2** (rischio medio) e **R1** (rischio moderato o nullo).

Secondo il PGRA l'area di deposito rientra parzialmente nella zona cartografata a rischio R1-R2

La condotta terrestre rientra per circa 360 metri nella parte iniziale e per circa 900 metri nella parte finale in zona ad alto, moderato e limitato rischio di inondazione.

Si tiene a precisare che entrambi gli studi, pur se di epoca differente, sono basati su di una cartografia tecnica regionale di fine anni 90 che non tiene conto di lavori di arginatura dell'alveo realizzati successivamente all'anno 2000.

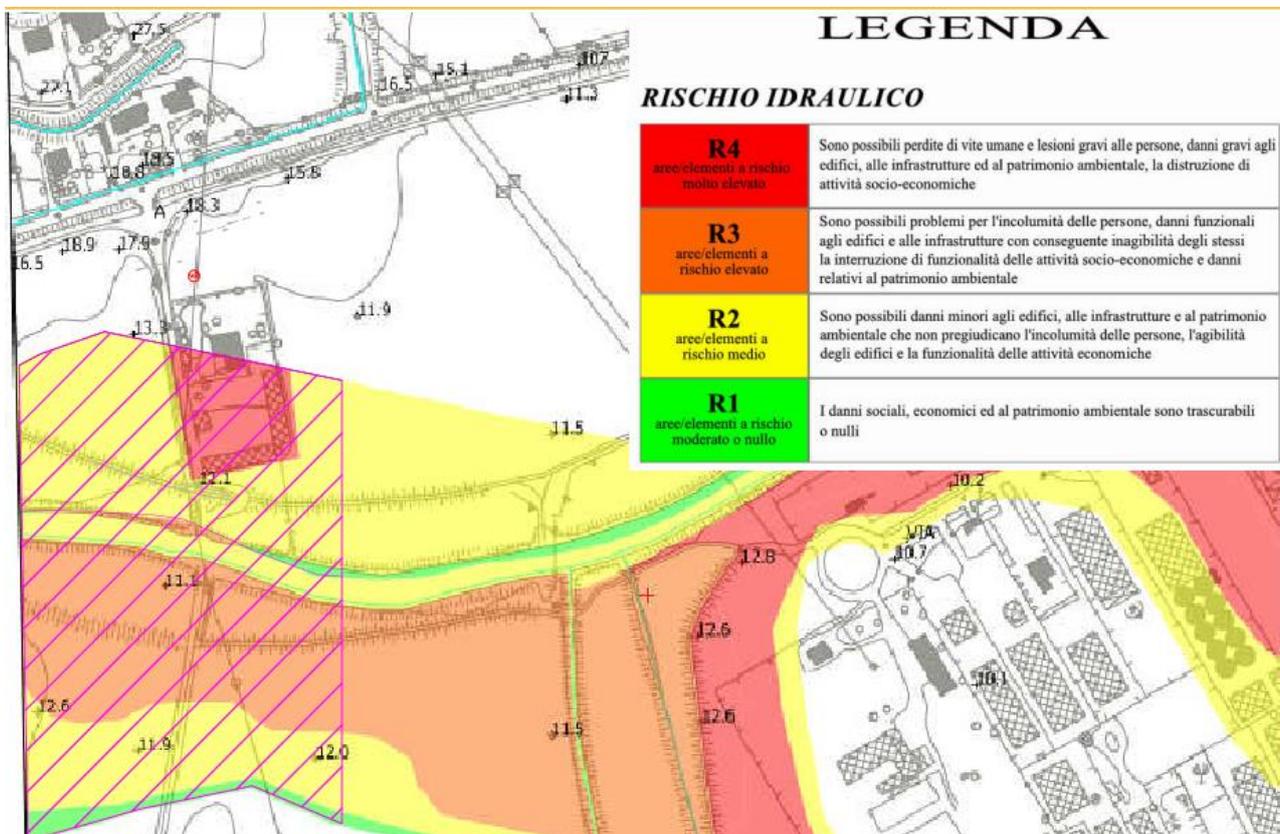


Figura 3 : Carta scenario del Rischio idraulico nei pressi dell'attraversamento del torrente Passovecchio, ( fonte: PGRA).

Difatto, come meglio documentato nell'elaborato "P\_03\_EL\_17\_RPS\_R00 \_ Rilievo topografico planimetria e sezioni", nel tratto prossimo al sito di impianto, il torrente Passovecchio presenta argini in terra dell'altezza di circa 5 metri, sezione libera per il deflusso delle acque con ampiezza di circa 105 metri con geometria composta "doppio-trapezia" e pendenza del fondo alveo pari a circa 1.5%.

### FINALITA' E CONTENUTI DEL PIANO PER L'ASSESTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Con la Delibera n.3/2016 dell'11 aprile 2016 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Calabria ha approvato le "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Idraulico del PAI Calabria - Nove Carte di Pericolosità e Rischio idraulico e la modifica delle Norme Tecniche di Attuazione e Misure di salvaguardia del PAI relative al Rischio Idraulico".

In considerazione della circostanza che tale documento entrerà in vigore solo dopo l'adozione del progetto di piano, allo stato trova applicazione la delibera del C.I. n° 27 del 02/08/20011 con cui sono state approvate le norme tecniche di attuazione e misure di salvaguardia del PAI.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, e all'assetto della costa, relativo alla dinamica della linea di riva e al pericolo di erosione costiera.

Da un punto di vista idraulico il Piano riporta le situazioni di rischio e/o pericolo d'inondazione stimate dall'Autorità tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza.

Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite il PAI disciplina l'uso del territorio nelle: a) aree perimetrate mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi R4, R3, R2, R1; b) aree storicamente inondate e/o localizzate dai Piani di Protezione Civile e riportate nell'Atlante allegato al Piano; aree all'intorno di tratti e punti critici rilevati (riduzioni di sezioni, ostruzioni, rotture d'argine, ecc) e indicati negli elaborati del PAI come aree di attenzione, linee di attenzione e punti di attenzione.

#### **Disciplina delle aree a rischio R4**

Nelle aree a rischio R4, così come definite nell'art. 11, il PAI persegue l'obiettivo di garantire condizioni di sicurezza idraulica, assicurando il libero deflusso della piena con tempo di ritorno 20 – 50 anni, nonché il mantenimento e il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo.

Nelle aree predette sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:

- a) interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b) interventi sul patrimonio edilizio esistente, di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti dall'articolo 31, lettere a), b) e c) della legge 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superfici e di volumi;
- c) interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro, di abbattimento delle barriere architettoniche, nonché interventi di adeguamento o miglioramento sismico o di riparazione o intervento locale così come definiti nel Cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 approvate con D.M. 14.01.2008;
- d) interventi finalizzati alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture, delle reti idriche e tecnologiche, delle opere idrauliche esistenti e delle reti viarie;
- e) interventi idraulici volti alla mitigazione o rimozione del rischio che non pregiudichino le attuali condizioni di sicurezza a monte e a valle dell'area oggetto dell'intervento, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari di trasporto (strade, ferrovie e canali);
- f) interventi volti a diminuire il grado di vulnerabilità dei beni e degli edifici esistenti esposti al rischio, senza aumento di superficie e di volume;
- g) **ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili,**

**compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso;**

- h) le pratiche per la corretta attività agraria, con esclusione di ogni intervento che comporti modifica della morfologia del territorio o che provochi ruscellamento ed erosione;
- i) interventi volti alla bonifica dei siti inquinati, ai recuperi ambientali e in generale alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione dei fattori d'interferenza antropica;
- j) occupazioni temporanee, se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non recare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- k) interventi di manutenzione idraulica ordinaria (esclusa la risagomatura dell'alveo), di idraulica forestale, di rinaturazione come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;
- l) interventi di manutenzione idraulica straordinaria come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;

### **Disciplina delle aree a rischio di inondazione R3**

Nelle aree predette, il PAI persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza idraulica, mantenendo o aumentando le condizioni d'invaso delle piene con tempo di ritorno di 200 anni, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

In tali aree sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:

- a) **tutti gli interventi consentiti nelle aree a rischio R4;**
- b) gli interventi di cui alla lettera d) dell'art. 31 della L. 457/1978, a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione dell'attuale capacità d'invaso delle aree stesse senza aumento di superficie e volume;
- c) gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per necessità di adeguamento igienico-sanitario;
- d) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattive autorizzate, da realizzarsi secondo le modalità prescritte dai dispositivi di autorizzazione.

### **Disciplina delle aree a rischio di inondazione R2 e R1**

Nelle aree a rischio R2 e R1 non è consentita la realizzazione di locali sotterranei e/o seminterrati ad uso abitativo e commerciale.

## **RISOLUZIONE INTERFERENZE CON LE AREE CARTOGRAFATE A RISCHIO IDRAULICO**

Il tracciato del fascio di tubi si sviluppa su un terreno sub pianeggiante a una quota compresa tra 13 m e 18 m s.l.m. circa. ( cfr. Elaborato: P\_03\_EL\_17\_RPS\_R00 \_ Rilievo topografico planimetria e sezioni ).

Dal punto di origine, il fascio di tubi segue la strada di accesso ai terreni per circa 200 m, quindi si dispone per attraversare il tratto arginato del Torrente Passovecchio.

Superato il torrente la condotta si ridispone per un breve tratto sulla strada di accesso al fondo, per poi proseguire, costeggiando la Strada Statale 107 bis sino alla rotonda di loc. Passovecchio. Oltrepassato tale punto, prosegue lungo Via Mattei e quindi giunge all'area del terminale terrestre, da realizzare nei pressi del viale delle Conchiglie.

Ai fini della risoluzione dell'interferenze, il progetto prevede la posa in opera del fascio di tubazioni al di sotto dell' alveo del torrente Passovecchio per tutta l'ampiezza delle fasce allagabili individuate nel Piano Assetto Idrogeologico della Regione Calabria. In particolare, per l'intero tratto compreso tra il punto di origine e l'incrocio con la SS 107 bis, della lunghezza complessiva di 530 m circa, saranno predisposti controtubi di protezione e pozzetti di ispezione. Analoga soluzione sarà adottata per la porzione di tracciato di via delle Conchiglie, mappata a rischio idraulico.

Il fascio di tubazioni sarà posato in opera per mezzo della tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata T.O.C. Questa particolare tecnica permette il superamento di ostacoli morfologici in maniera non invasiva grazie alla possibilità di orientare la direzione della trivellazione in maniera teleguidata.

Tale tecnologia permette, inoltre, di eseguire scavi di lunghezze rilevanti anche in presenza di terreni disomogenei e di approfondire la quota di passaggio al di sotto del piano di scorrimento del corso d'acqua.

### *Fasi della trivellazione orizzontale controllata*

La trivellazione in oggetto sarà eseguita con una rampa inclinata mobile (RIG) che provvede alla spinta, alla rotazione ed al successivo tiro.

La rampa inclinata sarà posizionata in una buca (fossa di spinta) avente una profondità variabile fra i 2,00 ed i 3,00 m rispetto al piano di campagna.

Per stabilire la quota precisa della "fossa di spinta" per il posizionamento della macchina per la TOC, non potendo conoscere al momento il periodo in cui verranno eseguiti i lavori di perforazione, si ritiene opportuno prevedere uno scavo di profondità variabile (dipendente dalla presenza o meno di acqua) da approfondire fino alla quota di intercettazione della eventuale subalvea.

La successiva fase, dopo il posizionamento della rampa, consiste nell'esecuzione del foro pilota che viene realizzato facendo avanzare una batteria di aste di piccolo diametro con in testa una lancia a getti di fango bentonitico, che consente il taglio del terreno. I cambi di direzione necessari sono ottenuti ruotando le aste di perforazione in modo tale che la direzione della deviazione coincida con quella prevista in progetto. La possibilità di effettuare le correzioni di direzione presuppone una conoscenza della posizione e della direzione della testa di perforazione.

Queste informazioni sono ottenute mediante una sonda posizionata all'interno dell'asta pilota, in prossimità della testa di perforazione, la quale, sensibile all'orientamento rispetto al campo magnetico terrestre, fornisce l'inclinazione e l'azimut della testa di perforazione.

Questi valori, unitamente al numero di aste inserite, consentono di calcolare, in continuo, le coordinate orizzontali e verticali della testa della trivella lungo il foro pilota.

Dopo il completamento del foro pilota vengono estratte le aste di perforazione lasciando il tubo guida nel foro. A questo viene collegato il treno di alesaggio, costituito in genere da una fresa, da un alesatore e da uno snodo, seguito dalla condotta, che nel frattempo è stata interamente collegata e precollaudata a formare la colonna di varo. Quindi si procede al tiro fino a che la condotta non arriva in prossimità della rampa, dove viene scollegato il treno di tiro e si può procedere al collegamento, con le necessarie curve verticali, alla tubazione di linea.

Per la perforazione verranno utilizzate le seguenti apparecchiature:

- UNITA' DI TRIVELLAZIONE
- RIG
- POMPA FANGHI
- TRAILER DI SERVIZIO
- TRAILER PER ASTE DI TRIVELLAZIONE

Per maggiori dettagli circa le modalità di attraversamento del torrente Passovecchio si rimanda all'elaborato

“P\_03\_EL18\_PFT\_R00 \_ Planimetria di dettaglio posa in opera fascio di tubazioni”

## **PROTEZIONE DEL FONDO ALVEO DAI FENOMENI DI EROSIONE**

Nonostante il progetto preveda la posa in opera del fascio di tubazioni al disotto del greto del torrente Passovecchio, e quindi senza alcuna interferenza con i tiranti in alveo, come ulteriore protezione delle tubazioni è prevista la sistemazione dell'alveo interessato dall'attraversamento con una scogliera in massi ciclopici del diametro nominale di 150 cm.

In corrispondenza dell'attraversamento, l'alveo presenta una larghezza di circa 100 metri e una altezza di massima ritenuta misurata tra il fondo alveo e la testa argine pari a 5 metri circa. (cfr. foto 1 e foto 2).



Foto 1: Attraversamento torrente Passovecchio.



Foto 2: Argine in destra idraulica.



Foto 3: Rilievo topografico alveo torrente Passovecchio.

Di conseguenza, considerati anche i massimi tiranti prevedibili in caso di piena cinquecentennale si è optato per rivestire l'alveo centrale e le sponde inclinate, sino ad un'altezza di 5 metri.

Di seguito si riportano i calcoli eseguiti per il dimensionamento di massima dei massi che si intende impiegare per il rivestimento.

Dall'idraulica, la tensione tangenziale massima al fondo in caso di asta planimetricamente rettilinea è legata alla seguente espressione:

$$\tau_b = R_t (\gamma_w h i)$$

dove:

$R_t$  = è un coefficiente che dipende dalla forma della sezione;

$\gamma_w$  = peso dell'unità di volume dell'acqua, assunto pari a 1000 kg/mc;

$h$  = tirante idraulico, assunto nel caso specifico pari a 5 metri. (altezza di massima ritenuta degli argini)

$i$  = pendenza dell'alveo, assunta pari al 1.5% (da rilievo topografico)

Tenendo conto delle seguenti figure 2 e 3

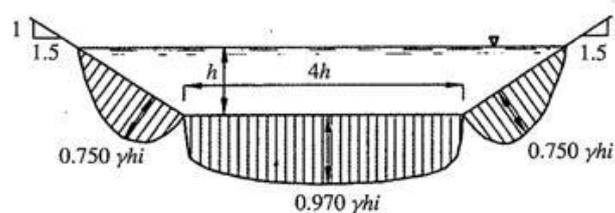


Figura 4: Andamento degli sforzi tangenziali sul fondo e sulle sponde per il caso di una sezione trapezia (tratto da: la sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro-McGraw-Hill.)

Sostituendo nella precedente espressione, il valore del tirante  $h = 5$  metri e tenuto conto del valore medio di  $R_t$ , assunto pari 0.97, si ottiene:

$$\tau_b = 0.97 * 1000 * 5 * 0.015 = \mathbf{72 \text{ kg/mq}};$$

All'azione di trascinalamento sopra definita, si oppone l'azione di contenimento esercitata dai massi ciclopici

La tensione tangenziale al fondo, che può essere raggiunta senza movimento de massi vale:

$$\tau_c = C^* (\gamma_s - \gamma) d.$$

Dove:

$C^*$  = coefficiente di Shields per il pietrame sciolto vale circa **0.047**;

$\gamma_s$  = peso dell'unità di volume dei massi in pietra calcarea, assunto pari a 2400 kg/m<sup>3</sup>;

$D$  = diametro medio del pietrame.

In definitiva, nel caso in esame, per garantire la stabilità dei massi, uguagliando le due relazioni precedenti i massi di riempimento **dovrebbero avere una dimensione caratteristica  $d$** , data dalla seguente espressione:

$$D = \frac{17h}{C^* (\gamma_s - \gamma)}$$

Nel caso specifico, sostituendo i valori prima ricavati per i due scenari si ricava

$$h = 5 \text{ metri} \quad \mathbf{D = 1.10 \text{ cm}};$$

**A vantaggio di sicurezza saranno adottati massi con diametro nominale  $D =$  non inferiore a 1.5 metri.**

## CONCLUSIONI

Il presente studio ha l'obiettivo di verificare la compatibilità idraulica in riferimento alla realizzazione di un deposito costiero di rigassificazione per il GNL (Gas Naturale Liquefatto) da realizzare nell'area industriale Co.R.A.P. del Comune di Crotona.

Il documento fornisce, tra l'altro, le informazioni richieste al punto 26 dal Ministero dell'Interno dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile del Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Crotona con nota Form. Registro Ufficiale. 0000535.U.23-01-2020.

Ai fini della risoluzione dell'interferenze, con il reticolo idraulico di superficie e le aree a rischio idraulico R4-R1 individuate nel PAI Calabria, il progetto prevede il posizionamento in sotterraneo del fascio di tubazioni in controtubazioni di acciaio sia in corrispondenza dell'attraversamento del torrente Passovecchio che lungo il tracciato di Via delle Conchiglie. Lo stesso sarà alloggiato nel sottosuolo per mezzo della tecnica di trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

La soluzione adottata permetterà, tra l'altro, di attraversare l'alveo del torrente Passovecchio senza creare alcuna interferenza con i tiranti in alveo né tantomeno generare ostacolo al libero deflusso delle acque.

Ad ulteriore protezione del fascio di tubazioni è prevista la protezione del fondo alveo per una fascia di larghezza di 20 metri con scogliera in massi calcarei. Dalle verifiche eseguite è risultato più che sufficiente un diametro medio dei massi pari a 150 cm.; gli spazi interstiziali verranno riempiti con pietrame di più piccola e variegata pezzatura, tale da garantire la stabilità del fondo alveo da scalzamenti e aggiramenti.

Infine, in riferimento alla compatibilità della proposta progettuale, fermo restando il rispetto nelle successive fasi di progettazione delle prescrizioni impartite dalle Norme Tecniche di Attuazione di cui al PAI Calabria, allo stato è possibile affermare che l'intervento, così come concepito non costituisce un ostacolo al libero deflusso delle acque, né tantomeno riduce l'attuale capacità d'invaso dell'area.

## ALLEGATI

Elaborato: P\_03\_EL\_17\_RPS\_R00 \_ Rilievo topografico Planimetria e sezioni;

Elaborato: P\_03\_EL18\_PFT\_R00 \_ Planimetria di dettaglio posa in opera fascio di tubazioni.

**Napoli, Agosto 2020**

**Il Tecnico**

