

Regione



Calabria

COMUNE DI  
CENTRACHE



COMUNE DI  
MONTEPAONE



COMUNE DI  
PETRIZZI



Provincia di



Catanzaro

**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI DA REALIZZARE NEI COMUNI DI CENTRACHE (CZ) E MONTEPAONE (CZ) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. RICADENTI NEL COMUNE DI PETRIZZI (CZ)**

RELAZIONE IDRAULICA

ELABORATO

A.3

PROPONENTE:



**SKI 17 s.r.l.** via  
Caradosso n.9 Milano  
20123  
P.Iva 12128880965

CONSULENZA:

PROGETTO E SIA:



Via Caduti di Nassirya, 55  
70124- Bari (BA)  
pec: atechsrl@legalmail.it

Ing. Alessandro Antezza

Il DIRETTORE TECNICO  
Ing. Orazio Tricarico



**SOLARITES s.r.l.**  
piazza V.Emanuele II n.14  
Ceva (CN) 12073

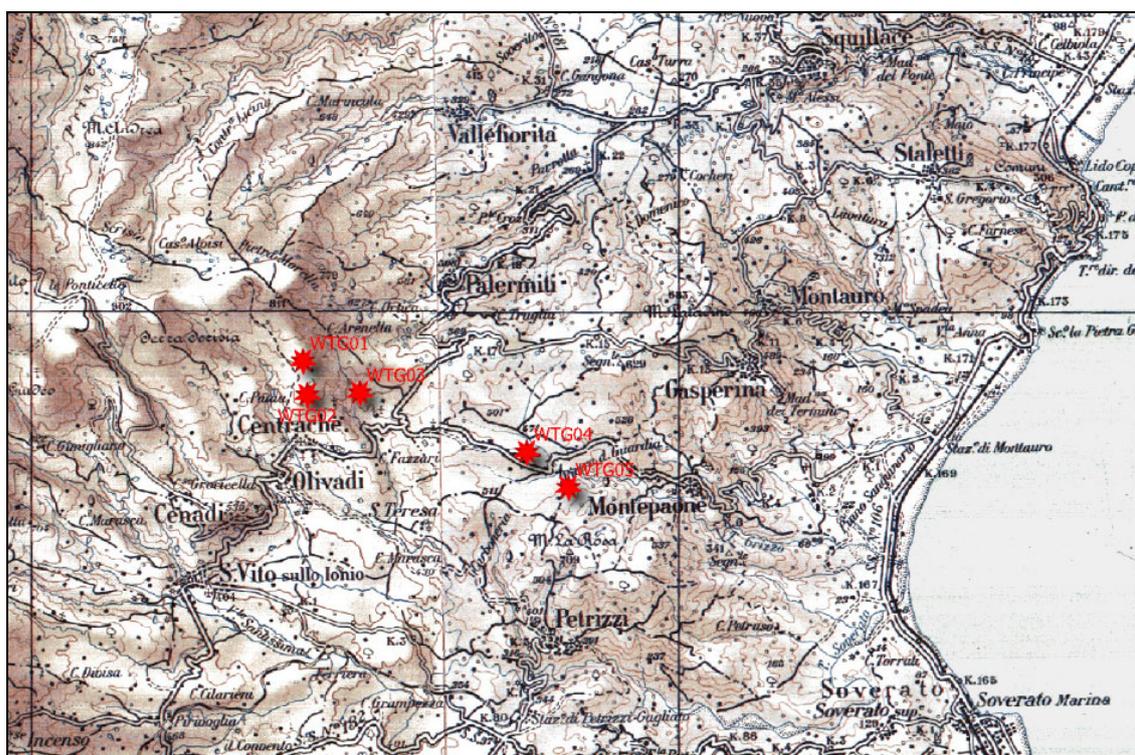
0	DIC 2022	B.B.	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto Definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE CALABRIA .....</b>	<b>8</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE.....</b>	<b>14</b>
<b>5. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI .....</b>	<b>19</b>
4.1 Inquadramento geologico.....	21
4.2 Uso del suolo .....	23
<b>6. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI .....</b>	<b>25</b>
<b>7. ANALISI IDRAULICA .....</b>	<b>27</b>
<b>8. MODELLAZIONE IDRAULICA.....</b>	<b>31</b>
8.1 Asta 3.....	33
8.2 Asta 1.....	39
<b>9. CONCLUSIONI.....</b>	<b>45</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>47</b>

## 1. PREMESSA

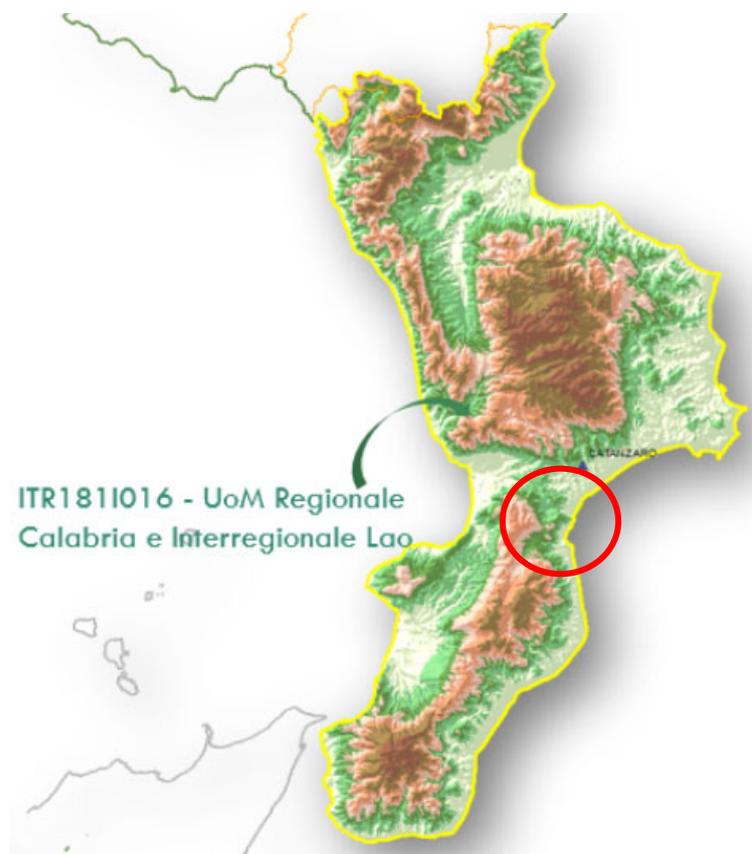
La presente Relazione di Compatibilità Idrologica ed Idraulica è stata redatta nell'ambito di un progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione da fonte eolica costituito da **5 turbine aventi potenza complessiva pari a 33 MW** da realizzare nei comuni di Centracche (CZ) e Montepaone (CZ) e relative opere di connessione ricadenti nel comune di Petrizzi (CZ).



**Figure 1 Inquadramento intervento di area vasta**

Il sito di intervento è situato a circa 1 km a nord del centro abitato di Centracche e a circa 1,5 km da centro abitato del comune di Montepaone, mentre le opere di connessione saranno realizzate nel comune di Petrizzi.

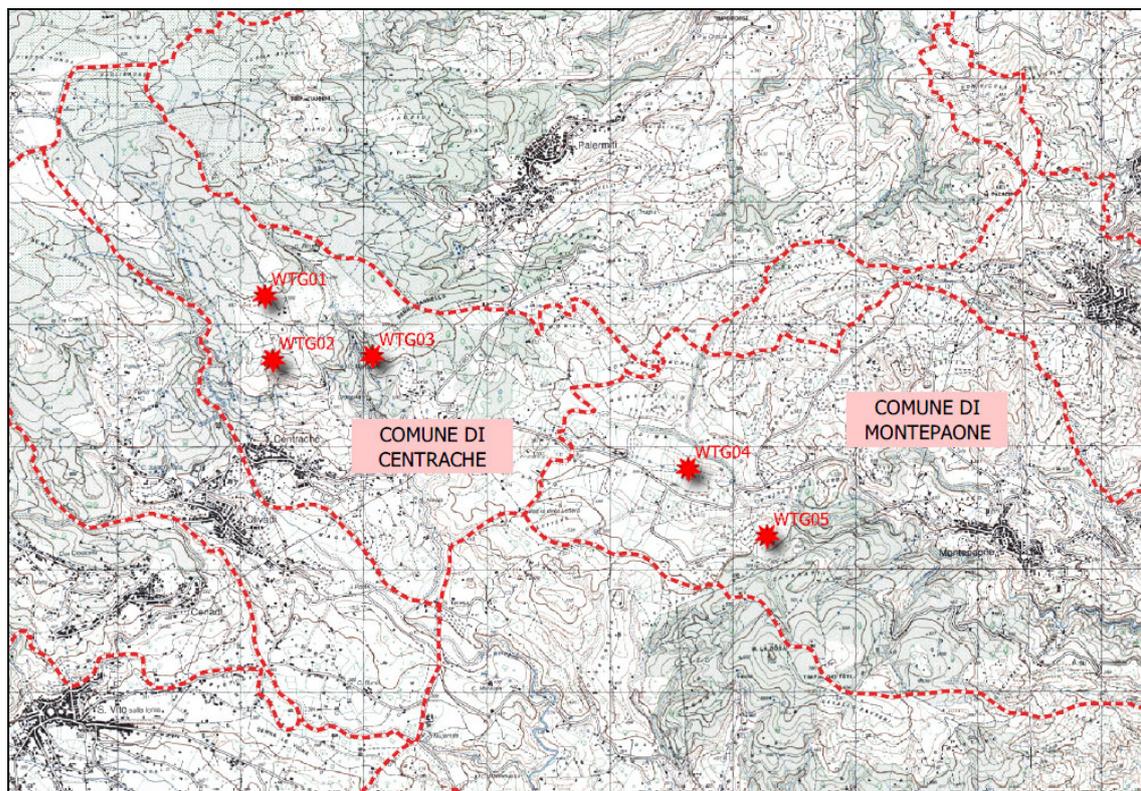
Come evidenziato nell'immagine FIG 2 l'area di impianto ricade all'interno dei limiti amministrativi di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale sede Calabria pertanto la finalità del presente studio è quella di verificare la compatibilità, ai sensi del PAI del Distretto dell'Appennino Meridionale, nei territori dell'ex Autorità di Bacino Regionale Calabria, dei terreni alla realizzazione futura dell'impianto e ad individuare eventuali aree inondabili interferenti con gli stessi.



**Figure 2 Limite amministrativo della Autorità Interregionale di Bacino della Calabria con indicazione dell'area di impianto cerchiata in rosso**

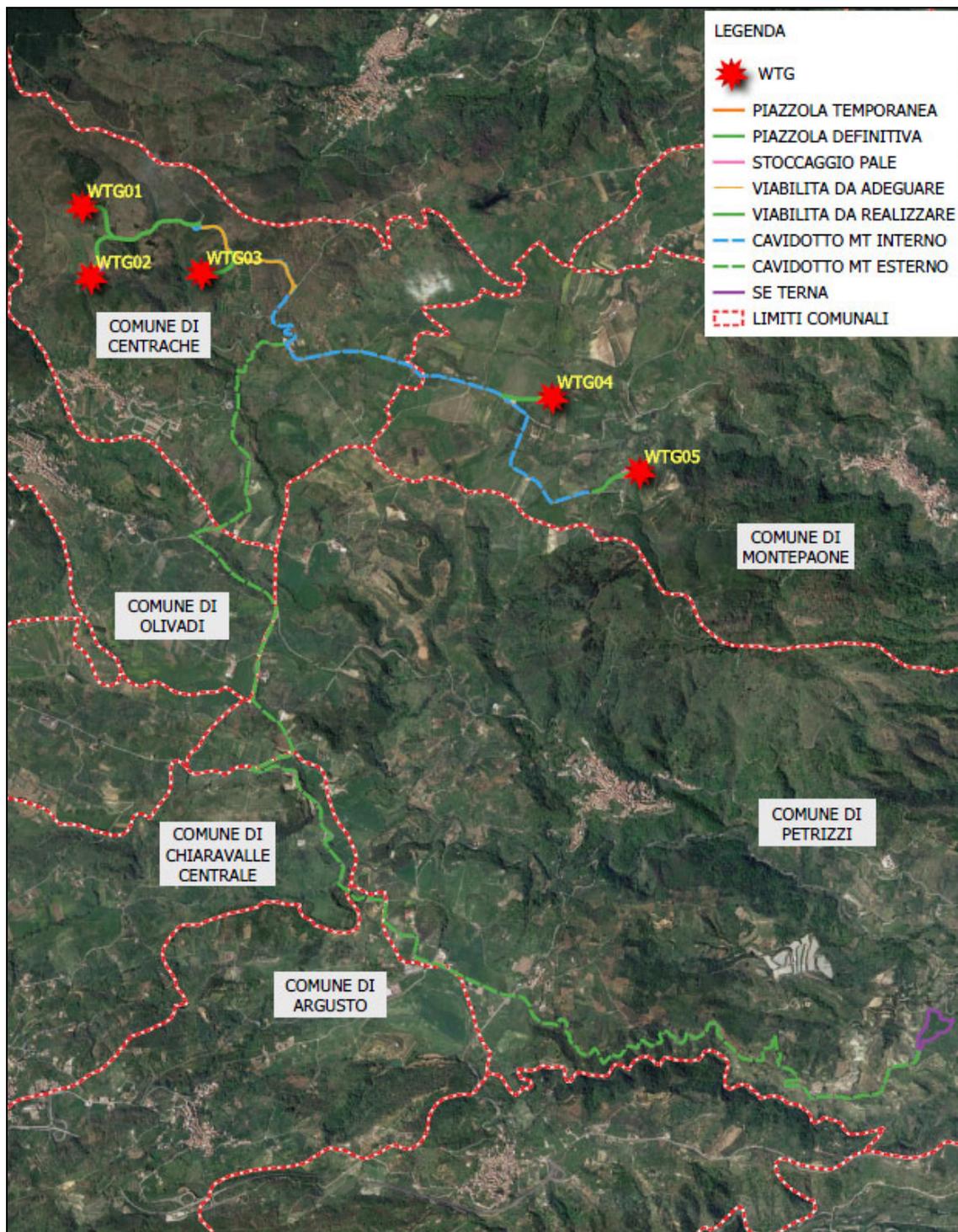
## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto in parola si sviluppa nei territori dei comuni di Centrache (CZ) e Montepaone (CZ) e le relative opere di connessione ricadono nel comune di Petrizzi (CZ).



**Figure 3 Area di intervento su base CTR**

Le turbine sono raggiungibili dalla viabilità locale che si innesta sulla SP171 (WTG01, WTG02, WTG03) e sulla SP116 (WTG 04 e WTG05).



**Figure 4 Area di intervento: dettaglio layout di progetto su ortofoto**

Gli aerogeneratori sorgeranno generalmente in aree libere da vegetazione arborea, caratterizzate principalmente da seminativi e privi di vegetazione di pregio.

L'area in questione non presenta insediamenti abitati per cui non risulta interessata da infrastrutture rilevanti, ad eccezione delle linee elettriche MT e BT aeree.

Dal punto di vista urbanistico, i terreni interessati dall'installazione del parco eolico sono destinati a zone agricole, esterne agli ambiti urbani.

L'ubicazione degli aerogeneratori e delle infrastrutture necessarie è stata evidenziata sugli stralci planimetrici degli elaborati progettuali.

Tali aerogeneratori, collegati in gruppi, convoglieranno l'energia elettrica prodotta alla Sottostazione Elettrica utente da ubicarsi nel territorio comunale di Petrizzi.

La realizzazione della centrale di produzione di energia elettrica da fonte eolica risulta essere caratterizzata dalla esecuzione delle seguenti opere:

- Opere civili propedeutiche a consentire la viabilità di parco e la futura posa in opera degli aerogeneratori e delle altre apparecchiature elettromeccaniche;
- Posa in opera degli aerogeneratori e delle apparecchiature elettromeccaniche;
- Opere impiantistiche elettriche.

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro mediante una rete interrata di cavi elettrici MT 30kV; lo schema proposto per il collegamento degli aerogeneratori viene effettuato in funzione della disposizione degli stessi, dell'orografia del territorio e della viabilità interna del parco.

Il percorso dei cavi elettrici che collegano gli aerogeneratori alla Sottostazione MT/AT seguirà, per quanto possibile, la viabilità esistente.

È inoltre prevista la realizzazione di nuove strade per l'accesso agli aerogeneratori ove saranno collocati i relativi cavidotti.

I cavi elettrici MT interrati saranno posati a ridosso o in mezzera alle strade sterrate e a lato strada per il cavidotto interno parco eolico, ad una profondità non inferiore a 1,20 m circa, come previsto dalla normativa vigente.

Il tracciato è stato studiato in conformità con quanto previsto dall'art. 121 del R.D. 1775/1933, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati, e progettato in modo da arrecare il minor pregiudizio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni limitrofe. Il tracciato del cavidotto è stato scelto in modo da essere il più breve possibile così da avere un basso impatto ambientale e allo stesso tempo minimizzare le possibili interferenze presenti lungo il percorso.

Il caviodotto interesserà i territori comunali di:

- Centrache
- Montepaone
- Olivadi
- Chiaravalle centrale
- Argusto
- Petrizzi.

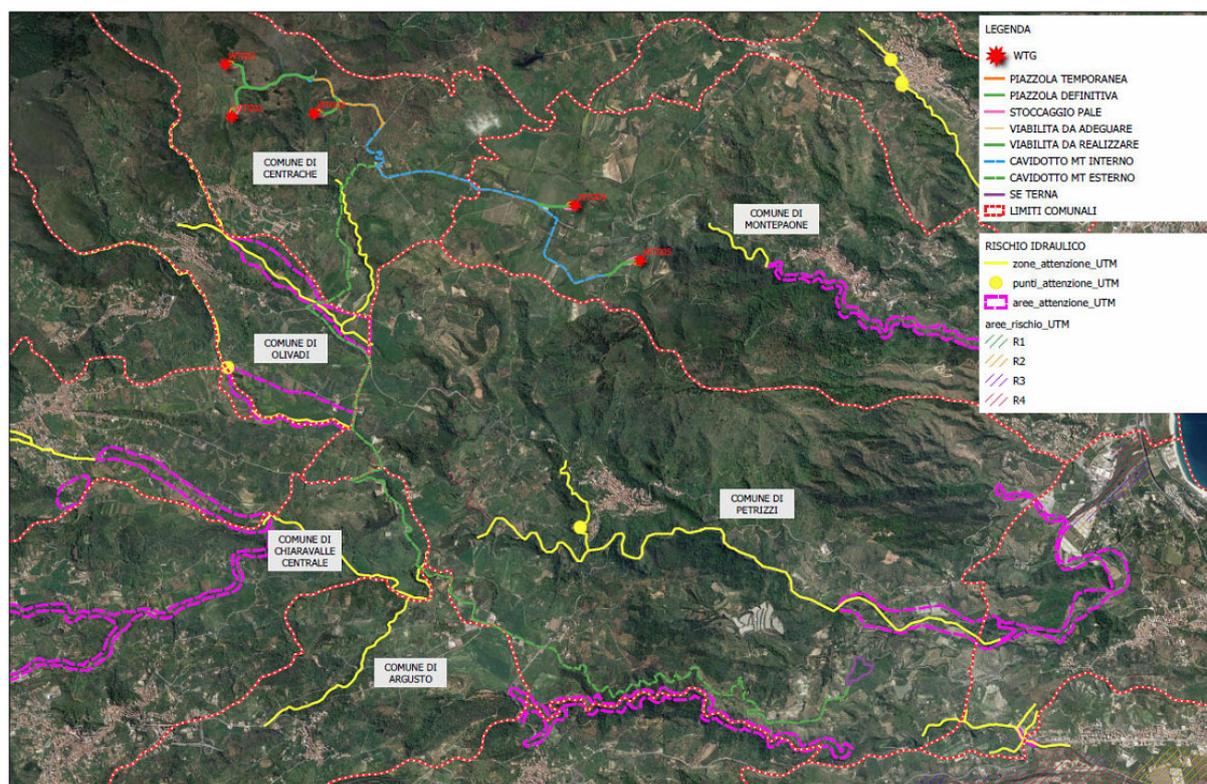
### 3. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE CALABRIA

Poiché l'area di intervento ricade su un suolo di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Calabria in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente ed alla prevenzione da possibili effetti dannosi prodotti dall'intervento antropico proposto, sono prese in esame le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) redatte dalla stessa Autorità. Il Piano nella sua totalità è finalizzato alla valutazione del rischio di frana, di alluvione e di erosione costiera.

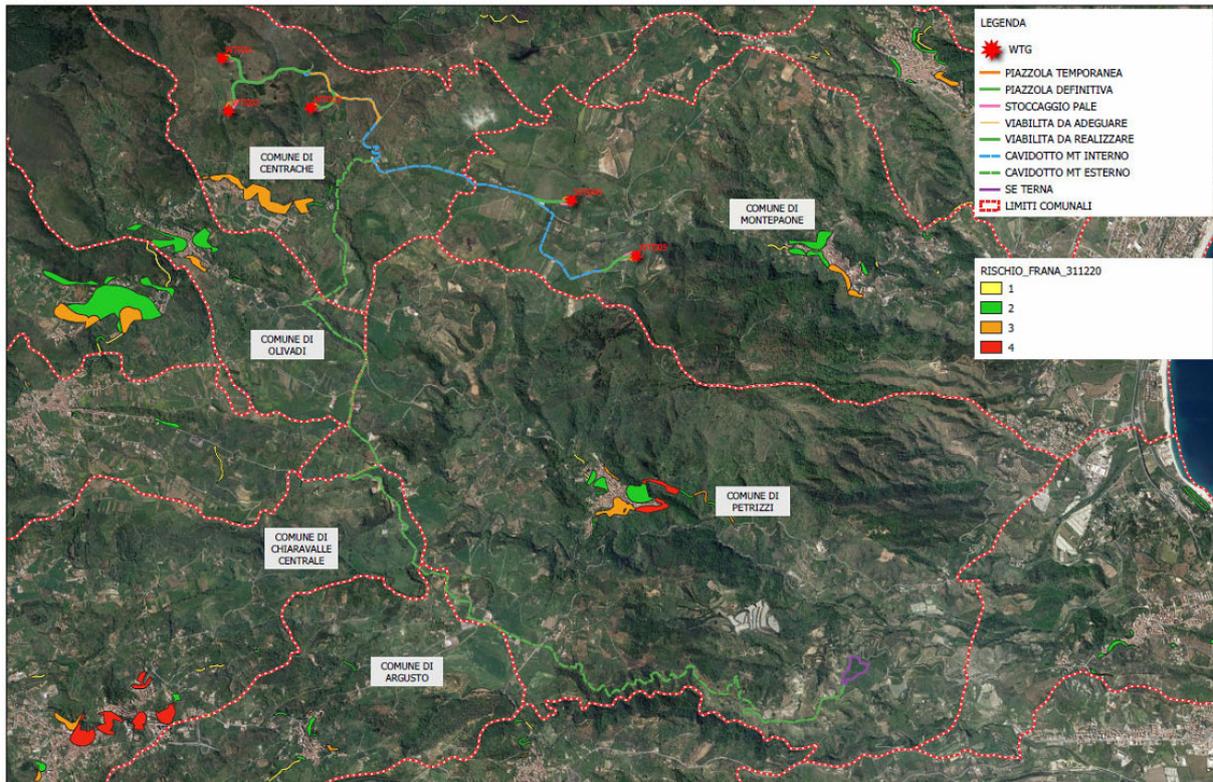
Il Piano individua le aree di rischio e/o pericolo d'inondazione stimate dall'Autorità tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza - Art. 11 (Individuazione delle aree a rischio e/o pericolo d'inondazione).

Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite il PAI disciplina l'uso del territorio nelle:

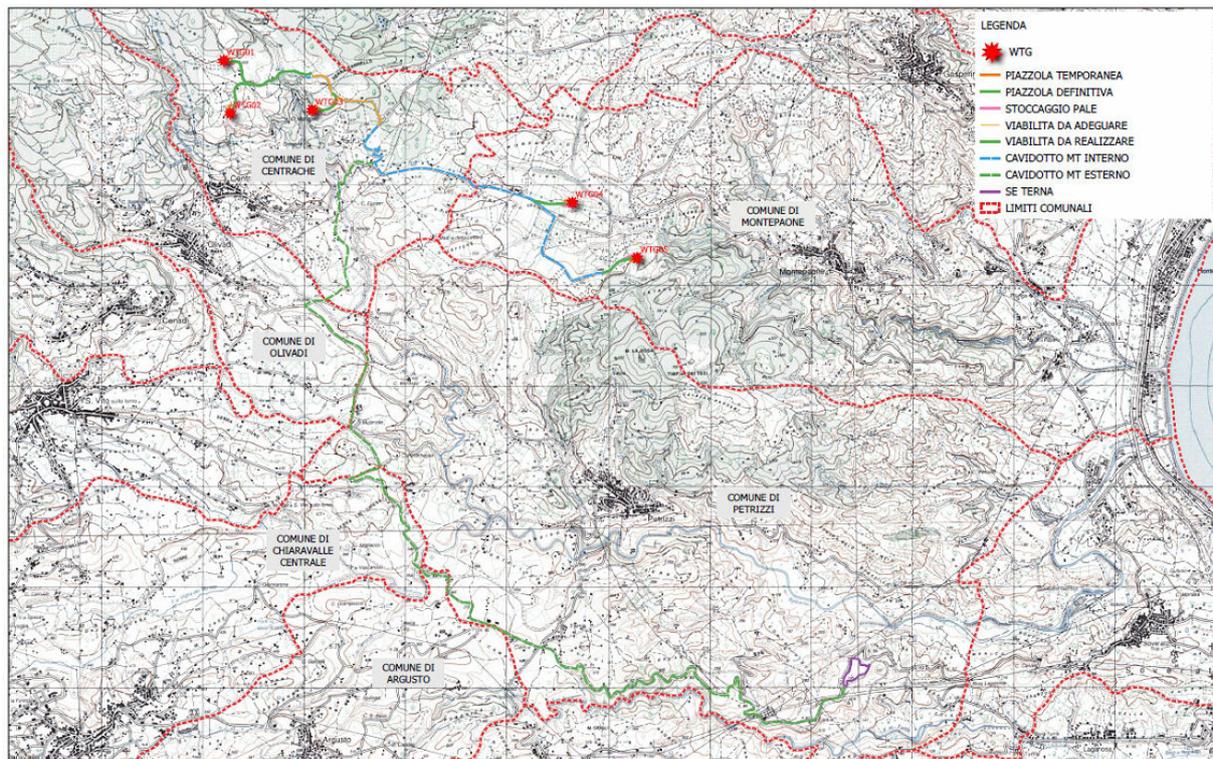
- a) aree perimetrare mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi **R4, R3, R2, R1**;
- b) aree storicamente inondate e/o localizzate dai Piani di Protezione Civile e riportate nell'Atlante allegato al Piano; aree all'intorno di tratti e punti critici rilevati (riduzioni di sezioni, ostruzioni, rotture d'argine, ecc) e indicati negli elaborati del PAI come **aree di attenzione, linee di attenzione e punti di attenzione**.



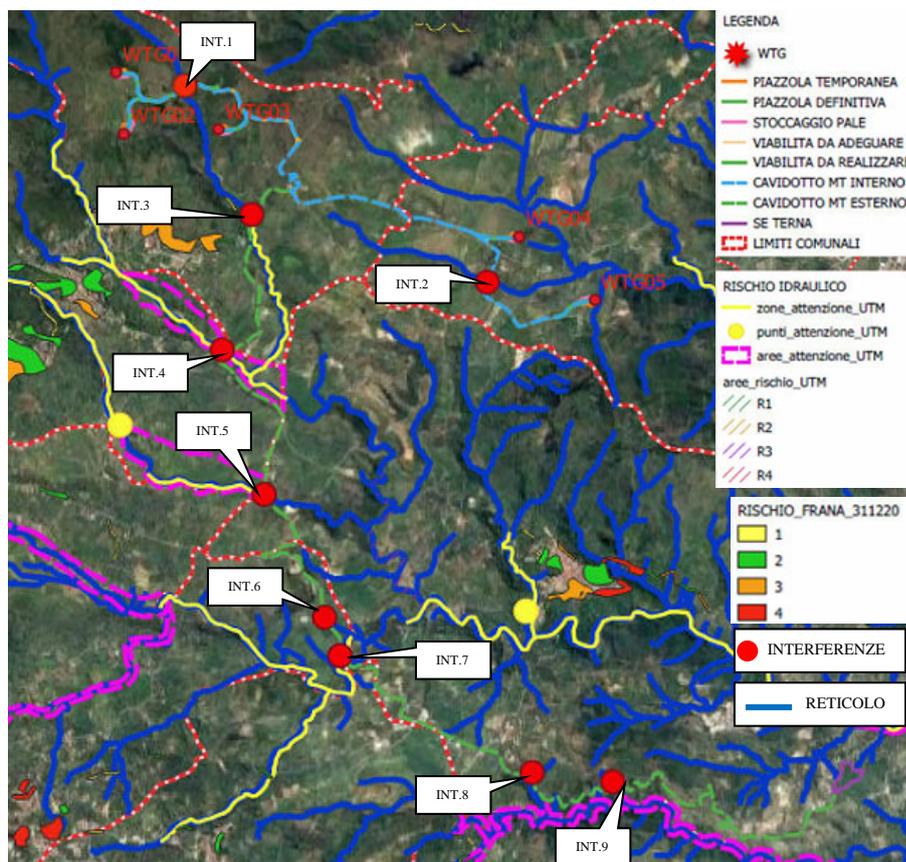
**Figure 5 Piano Di Assetto Idrogeologico - Rischio idraulico**



**Figure 6 Piano Di Assetto Idrogeologico - Rischio frane**



**Figure 7 IDROGEOMORFOLOGIA ex IGM 25.000**



**Figure 8 Individuazione delle interferenze**

Dall'analisi della cartografia ufficiale emerge che l'area di intervento **non è perimetrata per pericolosità geomorfologica ma perimetrata per pericolosità idraulica** poiché il cavidotto lungo il suo percorso interseca il reticolo superficiale in nove distinti punti indicati nel presente studio con la sigla INT. ed il numero identificativo, in ordine crescente dall'impianto verso il punto di consegna da 1 a 9. Inoltre le intersezioni 3-4-5-7 avvengono nelle aree definite "zone di attenzione".

Gli attraversamenti saranno in parte risolti con opere di staffaggio sul lato di valle delle opere stradali esistenti ed in parte risolti con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata - T.O.C.; per l'attraversamento n.1 è previsto in progetto la realizzazione di una strada di accesso alla turbina che sostituirà, migliorandone le caratteristiche, la viabilità esistente con l'opportuna posa in opera di un tombino scatolare. Tutte le soluzioni individuate sono atte ad evitare interferenze sul regime idraulico e a limitare l'impatto ambientale.

Tuttavia è opportuno precisare che gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, sono opere di **pubblica utilità** ai sensi del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2003,

n.387 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità).

L'art. 24 "Disciplina delle aree d'attenzione per pericolo d'inondazione" delle N.T.A., comma 4 sancisce che nelle aree di attenzione, in mancanza di studi di dettaglio come indicato ai commi 1 e 2 del medesimo articolo, ai fini della tutela preventiva, valgono le stesse prescrizioni vigenti per le aree a rischio R4 disciplinato **dall'art. 21 (Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R4)**.

Nel dettaglio il richiamato art. 21 evidenzia che *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.*

Al comma 2, tra le opere e le attività consentite sono elencate al **punto 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.**

Al comma 4 è previsto che per gli interventi di cui al comma 2 lettere g), i), j) e l) la progettazione presentata presso le Amministrazioni competenti all'approvazione, dovrà essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle LINEE GUIDA predisposte dall'ABR (l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria).

Le interferenze con i corsi d'acqua non disciplinati dal PAI sono oggetto dell'Art. 26 "Verifica di compatibilità dei progetti" che al comma 2 recita:

*nella progettazione delle opere di difesa idraulica, delle opere di consolidamento dei versanti e delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua non disciplinati dal PAI e definiti nel reticolo idrografico dell'ABR, salvo i casi espressamente previsti da altre norme di legge, le Amministrazioni competenti all'approvazione o al rilascio di nulla osta sono tenute a rispettare le specifiche tecniche e le linee guida predisposte dall'ABR e a trasmettere, per conoscenza, il relativo provvedimento di approvazione all'ABR.*

Comma 3. *Le stesse Amministrazioni, in relazione a particolari situazioni locali, da motivare adeguatamente, possono applicare deroghe alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR solo per interventi riguardanti le opere esistenti che interferiscono con il reticolo idrografico dell'ABR. La progettazione di tali interventi dovrà, comunque, conseguire un*

*significativo miglioramento delle preesistenti condizioni di rischio idraulico e idrogeologico in generale.*

*Comma 4. E' inoltre vietata la tombatura di qualsiasi corso d'acqua, anche dei fossi minori, compresi quelli non disciplinati dal PAI. Limitate tombature sono ammesse solo in casi eccezionali e di comprovata necessità e in ottemperanza alle verifiche e prescrizioni riportate nelle Specifiche Tecniche e nelle Linee Guida emanate dall'ABR. I relativi progetti devono essere sottoposti a parere vincolante dell'ABR.*

Nelle richiamate LINEE GUIDA predisposte dall'ABR al capitolo 4 "Progettazione e verifica delle opere che interagiscono con la rete idrografica", paragrafo 4.1 "Progettazione di ponti, viadotti, attraversamenti, costituenti parte di qualsiasi infrastruttura a rete" si riportano gli indirizzi e le prescrizioni da seguire nella progettazione e dimensionamento idraulico degli attraversamenti in generale e nello specifico per le opere di attraversamento minori quali ponticelli e scotolari. Mentre al capitolo 5 "Indicazioni per la verifica idraulica delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio" si riportano gli indirizzi e le prescrizioni da seguire nella redazione dello studio idrologico-idraulico per la definizione del livello di rischio, con la precisazione che lo studio deve considerare i periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Lo studio è stato suddiviso nei seguenti punti:

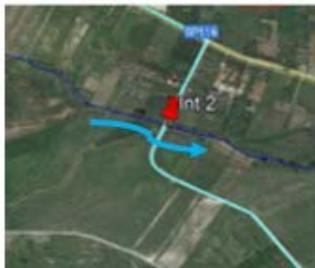
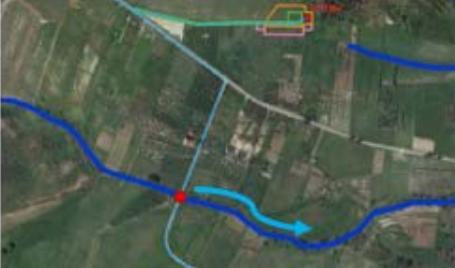
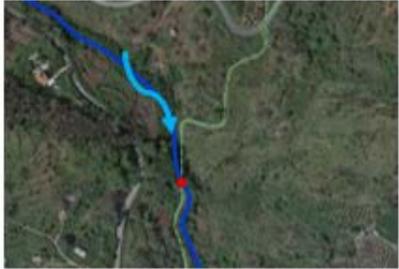
- Fase di inquadramento generale dell'area di intervento: analisi di tutti gli elementi significativi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico della porzione di territorio oggetto di intervento;
- Fase di acquisizione dei dati: cartografia, rilievi topografici, modello digitale del terreno (DEM) e raccolta accurata di dati idrologici storici del tratto fluviale in esame;
- Fase di analisi idrologica;
- studio idraulico delle aste fluviali di interesse e determinazione dei livelli idrici e delle aree inondabili al variare del tempo di ritorno;
- analisi e valutazione della compatibilità idraulica delle opere oggetto di autorizzazione.

**Per lo studio delle portate di piena sono stati reperiti i dati di pioggia della stazione pluviometrica di Brindisi e per la simulazione delle piene è stato utilizzato un software che opera in moto permanente (HEC-RAS 3.1.3).**

**Inoltre, sono state effettuate elaborazioni cartografiche prodotte mediante un Sistema Informativo Territoriale in ambiente GIS, coadiuvato da elaborazioni in ambiente CAD, sulla base di cartografie tecniche e tematiche georeferenziate e di rilievi di dettaglio.**

#### 4. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del caavidotto, necessario alla realizzazione della connessione elettrica dell'impianto, nei tratti interferenti con il reticolo idrografico presente sul territorio.

N	NOME	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.
1	CAVIDOTTO INTERNO su STRADA DA "REALIZZARE" Attraversamento strada da realizzare corso d'acqua - Fosso Madonna della Lettera			TOC
2	CAVIDOTTO INTERNO Attraversamento strada esistente con corso d'acqua - Vallone Bruvarito			TOC
3	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento strada esistente con corso d'acqua - Fosso Madonna della Lettera			TOC
4	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento con ponticello su strada esistente con corso d'acqua - Fosso Gianbattistello			TOC

5	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento con ponticello su strada esistente con corso d'acqua - Vallone Piano di Cenadi			STAFFAGGIO LATO VALLE
6	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento corso d'acqua con ponticello su strada esistente			TOC
7	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento ponte su strada esistente con corso d'acqua - Torrente Soverato - Fosso Beltrame			STAFFAGGIO LATO VALLE
8	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento con ponte su strada esistente SP 182 con corso d'acqua - Fosso Turrì			TOC
9	CAVIDOTTO ESTERNO Attraversamento con ponte su strada esistente SP 182 con corso d'acqua - Fosso Turrì			TOC

Come illustrato, lungo il percorso del cavidotto sono state individuate n.9 intersezioni con il reticolo superficiale, indicate nel presente studio con la sigla INT. ed un numero crescente in

direzione impianto- punto di consegna; in tutti i casi si adotteranno soluzioni tali da evitare ripercussioni sul regime idraulico e contestualmente atte a limitare l'impatto ambientale.

Solo le INT. 5 e INT. 7 saranno risolte con opere di staffaggio sul lato di valle degli attraversamenti esistenti, per le restanti interferenze si procederà con la trivellazione orizzontale controllata - T.O.C..

La tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) permette di evitare interferenze sul regime idraulico e di limitare l'impatto ambientale; in prossimità del reticolo idrografico il cavidotto elettrico verrà posto alla profondità di minimo cm 150 dal piano stradale e spinto oltre il reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).



**Figure 9 Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).**

Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie.

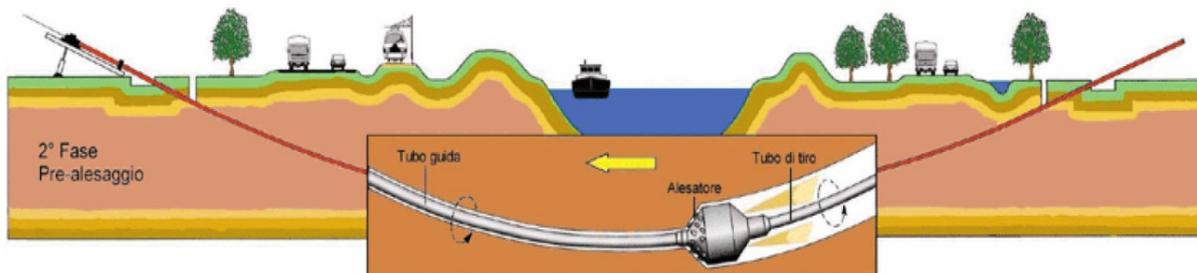
Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ( $\varphi = 200 \div 500\text{mm}$ ). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



**Figure 10 Schema della fase di realizzazione del foro pilota**



**Figure 11 Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo.**

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi.

I pozzetti prefabbricati di partenza e di arrivo previsti alle estremità del tratto di cavidotto interrato, ubicati su strade esistenti, posizionati al di fuori dell'alveo, saranno realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni

a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali.

L'ubicazione dei pozzetti e la posa del cavidotto non altereranno le condizioni esistenti e pertanto non produrranno effetti peggiorativi sull'ambiente circostante, inoltre le caratteristiche delle opere a farsi saranno tali da garantire un corretto funzionamento dell'impianto e tali da evitare l'insorgere di situazioni di rischio.

In tutte le interferenze riscontrate tra il reticolo superficiale e le strade esistenti sono presenti delle opere di attraversamento stradale, fatta eccezione per l'interferenza 1 ubicata su strada di accesso ad una turbina che è oggetto di intervento e per la quale è prevista la posa in opera di un nuovo attraversamento minore da realizzare con un tombino scatolare.

In corrispondenza dei cavidotti da eseguirsi lungo la viabilità asfaltata, si provvederà successivamente al ripristino della pavimentazione stradale mediante binder in conglomerato bituminoso, e comunque rispettando i capitolati prestazionali dell'Ente proprietario delle strade.

## 5. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI

Per gli attraversamenti 1 e 3 ubicati lungo il Fosso della Madonna della Lettera si è proceduto con l'analisi dell'orografia dell'area di intervento, sono stati individuati i due relativi bacini idrografici BACINO INT.1 e BACINO INT.3 al fine di individuare le aree di esondazione delle relative aste di studio. Il BACINO INT.1 è sottobacino del BACINO INT.3

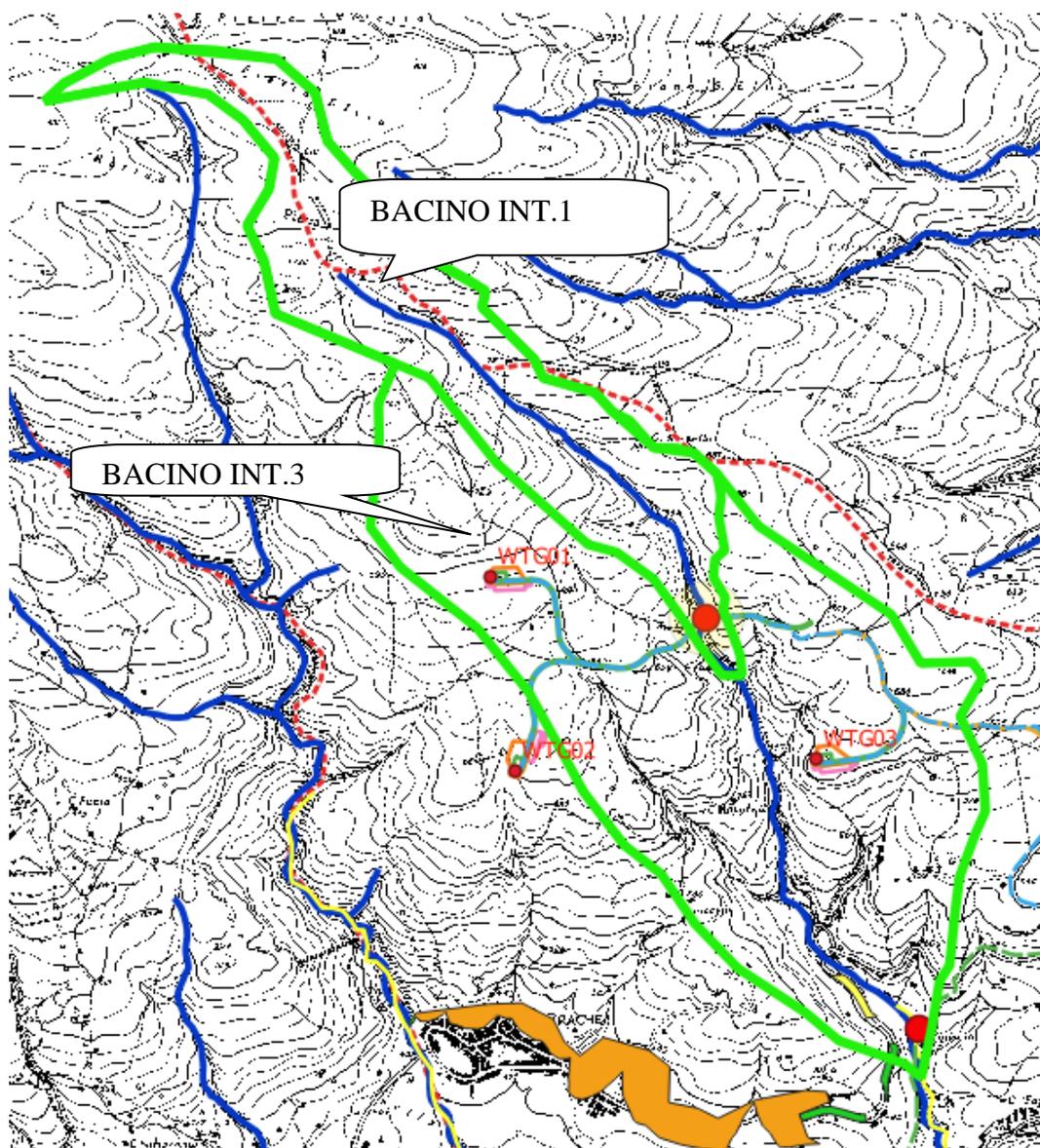
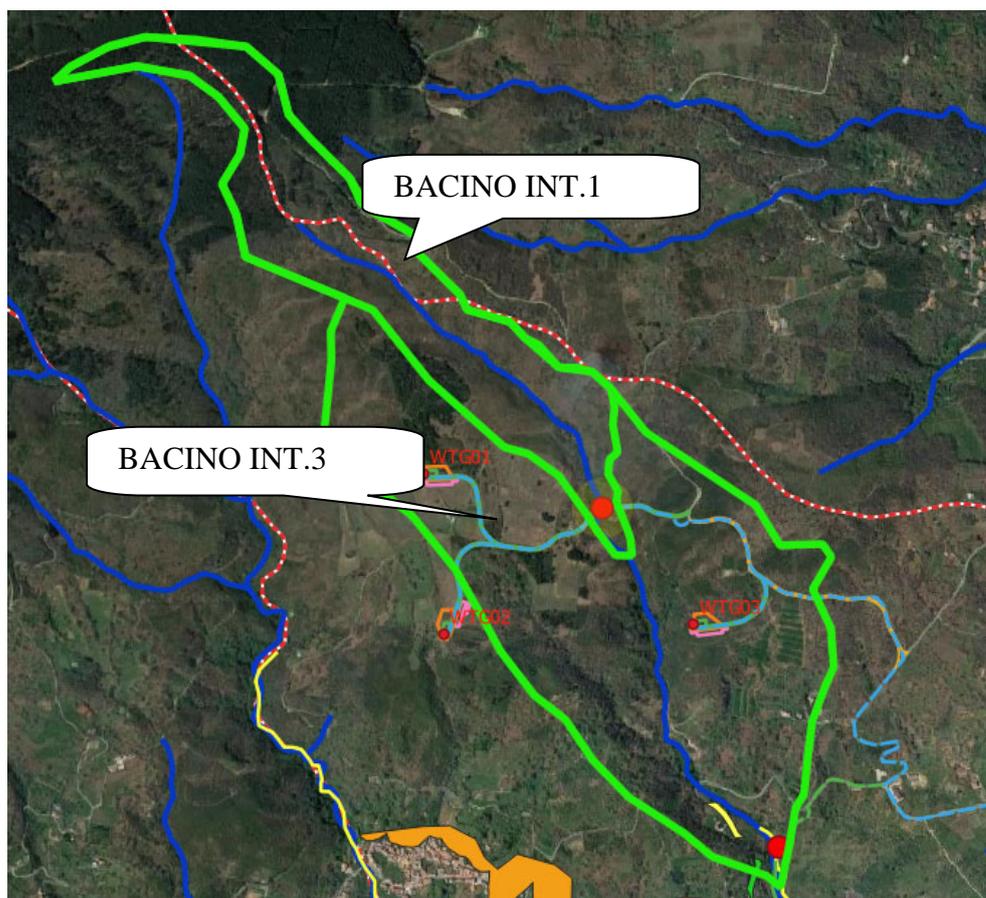


Figura 12 Inquadramento dei bacini idrografici su CTR


**Figura 13 Inquadramento dei bacini idrografici su Ortofoto**

Di seguito i parametri geomorfologici caratteristici dei bacini idrografico tabellati

<b>BACINO 1</b>		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	1.50
<i>H massima del bacino</i>	[m]	832
<i>H minima del bacino</i>	[m]	598
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	750
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.61
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	15.58
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.10

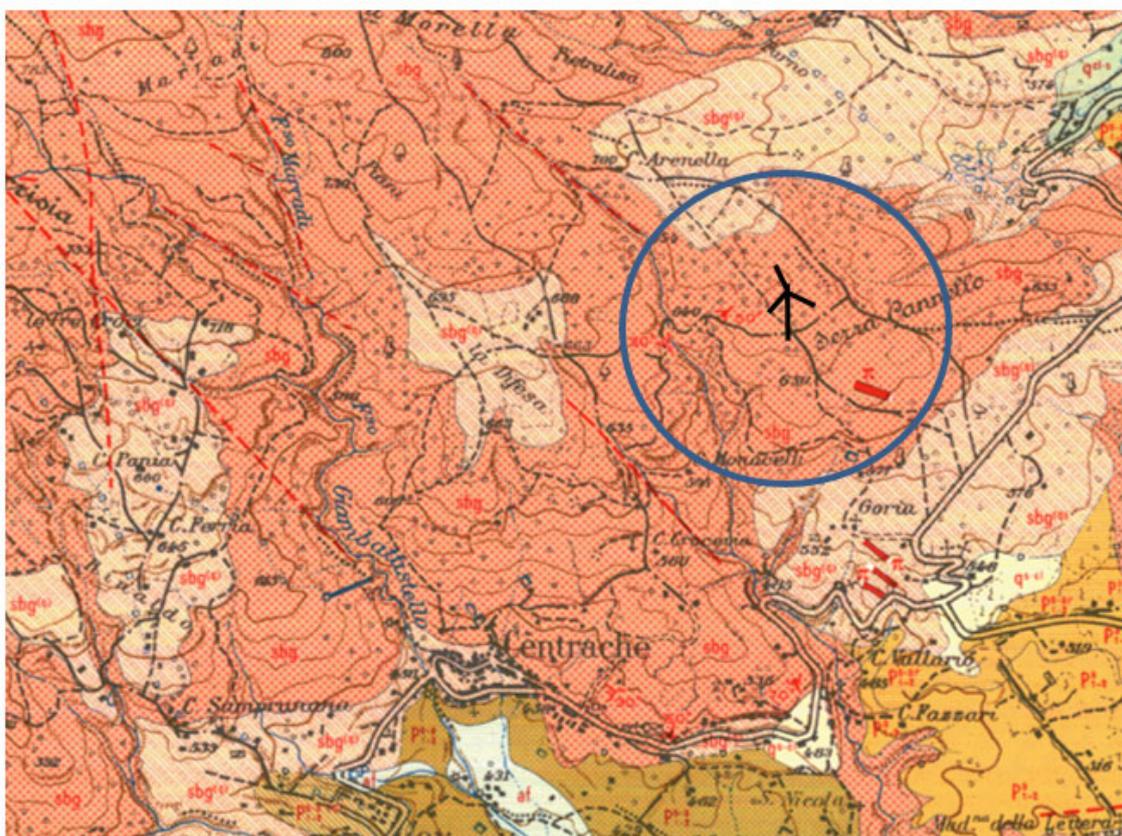
<b>BACINO 3</b>		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	2.80
<i>H massima del bacino</i>	[m]	832
<i>H minima del bacino</i>	[m]	470
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	750
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	1.95
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	24.10
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.10

## 4.1 Inquadramento geologico

L'areale in oggetto di studio risulta molto vasto, tale da non potersi unificare in un singolo stralcio di carta geologica, comprende due differenti tavole cartografiche, le quali ricadono all'interno del comune di Centrache e in quello di Montepaone.

Di seguito, sono indicati gli stralci dell'area di studio distinti tra il settore posto più a nord (comune di Centrache), laddove è prevista l'ubicazione di 3 aerogeneratori e quello a più a sud-est, dove invece saranno ubicate altre 2 turbine (comune di Montepaone).

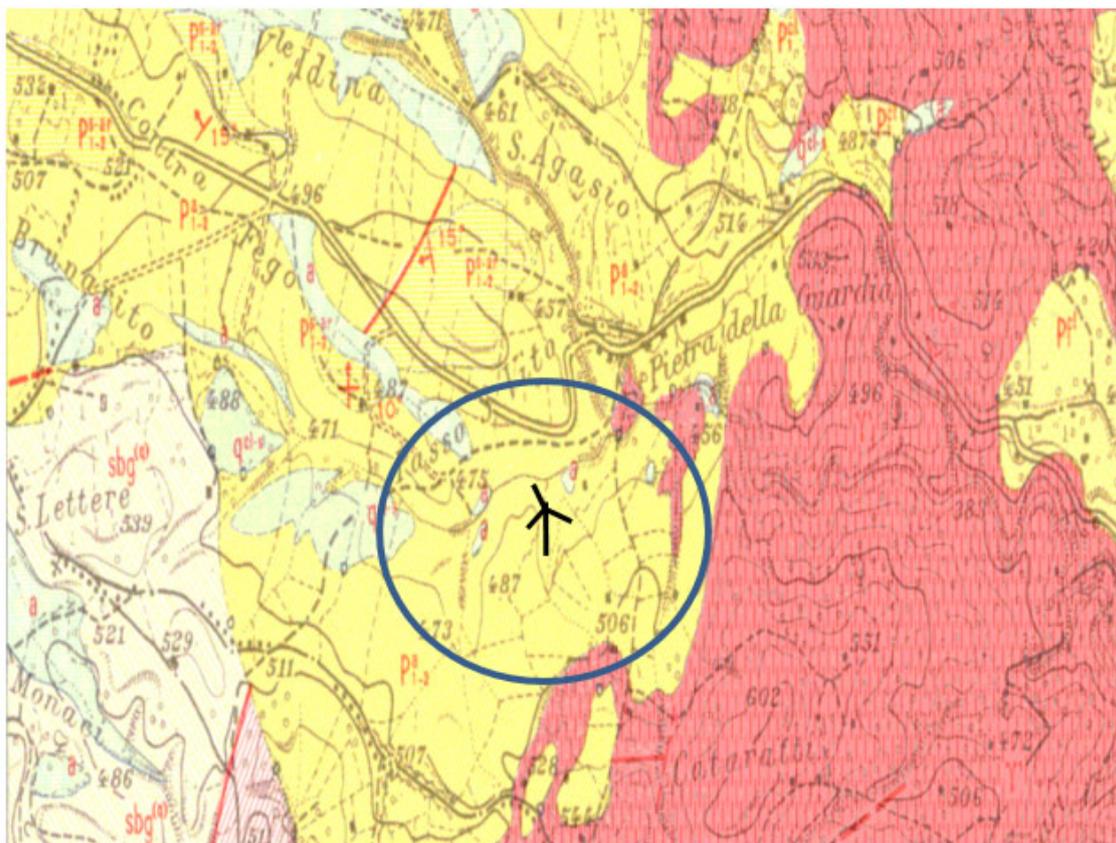
Da quanto emerge, risulta che la composizione geo-litologica dei due settori è totalmente differente.



**Figure 12 Litologie affioranti nella area di studio del settore Nord (Centrache)**

Nel settore più a nord, posto in prossimità del centro abitato di Centrache, le litologie affioranti dell'area così come il sottosuolo dell'area di studio, appartengono al complesso metamorfico pre-carbonifero, costituito da gneiss biotitici con granati, paragneiss con orneblenda, paragneiss migmatitici, a grana medio-minuta e foliati, con locali intercalazioni di

calcari metamorfici (sbg in carta geologica). Lo spessore dell'intera formazione è di circa 3000 m.



**Figure 13 Litologie affioranti nella area di studio del settore Est all'interno del comune di Montepaone**

L'area di studio su cui verranno ubicate le altre turbine, disposta più a est rispetto al sito precedente, e ricadente all'interno del comune di Montepaone, fa parte del cosiddetto Supersistema delle Serre orientali e nello specifico del sistema di Davoli (da progetto CARG, Foglio 580-Soverato).

Nello specifico si tratta di argille grigio azzurre siltose e marne, presenti in strati da decametrici a metrici, con locali intercalazioni siltose e sabbiose da centimetriche a decimetriche (Pa1-2 in carta geologica) di età pliocenica.

## 4.2 Uso del suolo

Si riportano di seguito due distinti inquadramenti su carte Uso del Suolo: uno relativo all'intera area di intervento e l'altro alla sola area di impianto delle turbine; dai quali risulta di facile lettura la relativa mappatura.

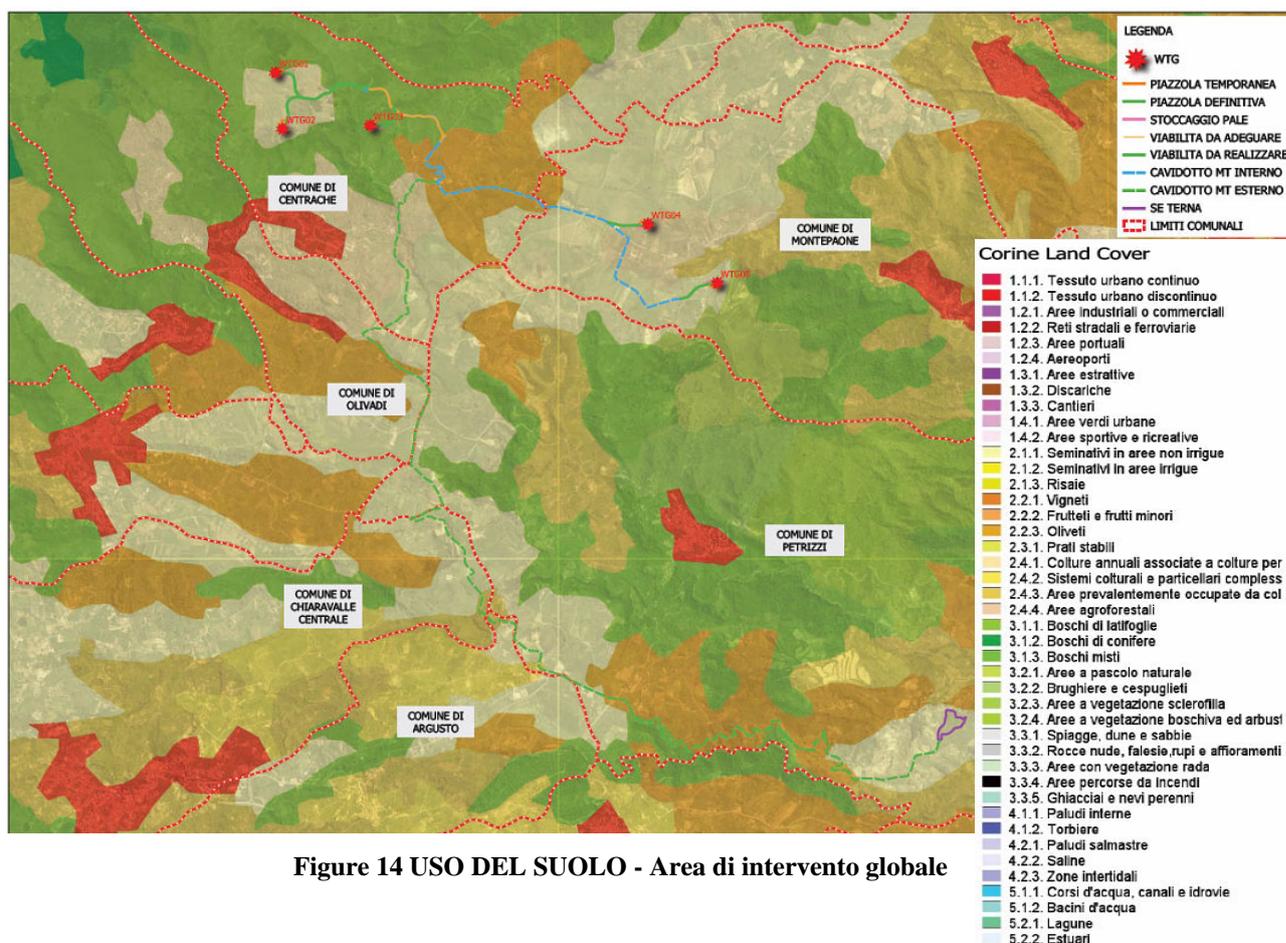
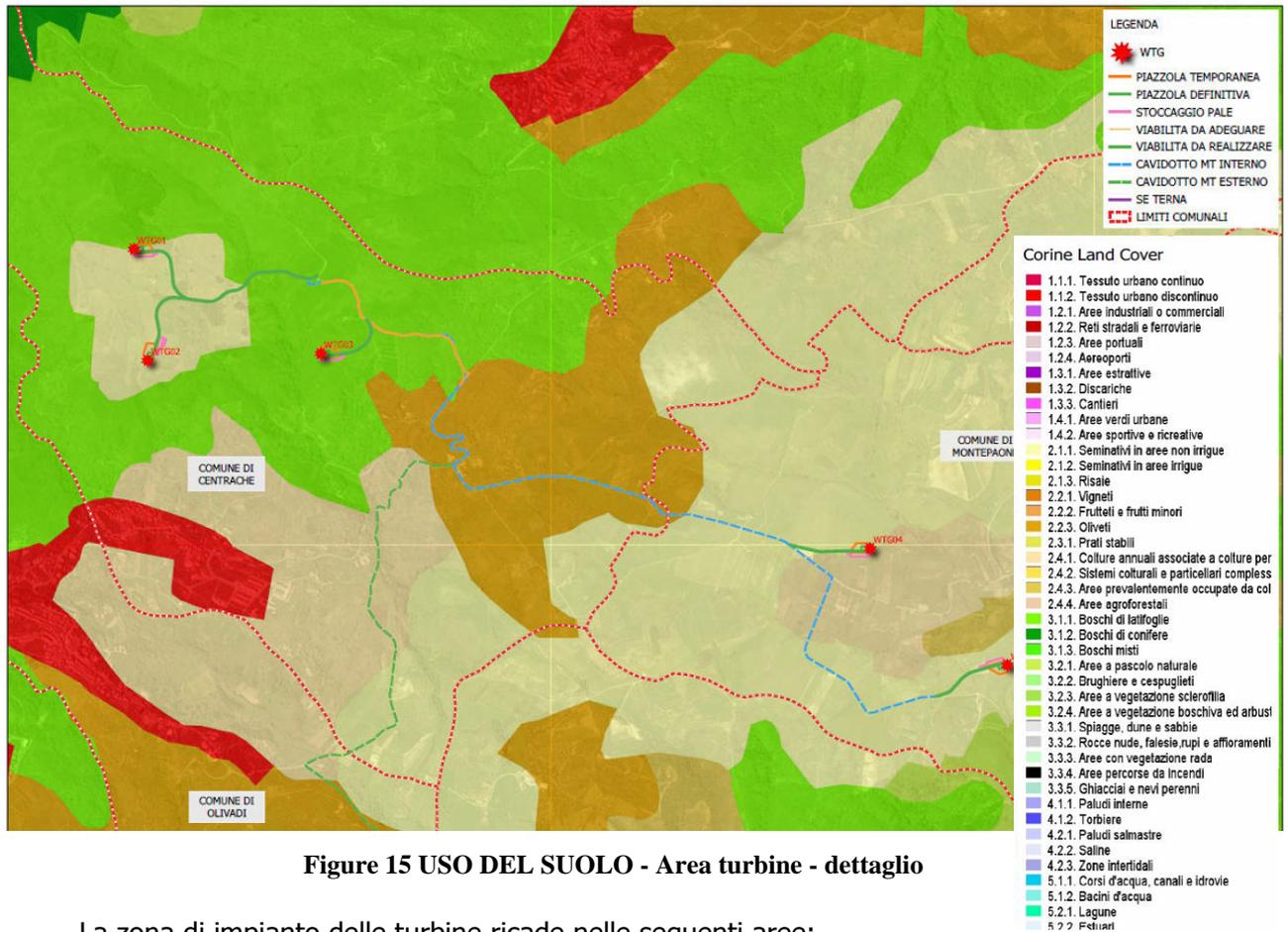


Figure 14 USO DEL SUOLO - Area di intervento globale



**Figure 15 USO DEL SUOLO - Area turbine - dettaglio**

La zona di impianto delle turbine ricade nelle seguenti aree:

- 2.1.1 Seminativi in aree non irrigue
- 3.1.1 Territori boscati
- 2.3.3 Uliveti
- 2.4.1 Colture annuali associate e colture permanenti

## 6. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI

Il modello idrologico per la definizione delle portate di assegnato periodo di ritorno nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha utilizzato la procedura descritta nel "Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Calabria" pubblicato nel 1989 a cura del CNR-IRPI, nell'ambito del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), al quale si rimanda per quanto qui non espressamente riportato.

Nel presente studio la determinazione delle curve di possibilità climatica dell'area in esame, al variare del tempo di ritorno, è stata ricavata in maniera speditiva utilizzando i parametri caratteristici "a" ed "n" fruibili sul sito

[http://160.97.12.152:81/Web\\_GIS\\_Por/map.phtml?language=it](http://160.97.12.152:81/Web_GIS_Por/map.phtml?language=it),

facilmente desumibile dall'interrogazione delle interfacce disponibili, nell'ambito del POR Calabria 200-2006, Asse 1 misura 1.4 – Lotto 7 – Stima delle massime portate al colmo di piena.

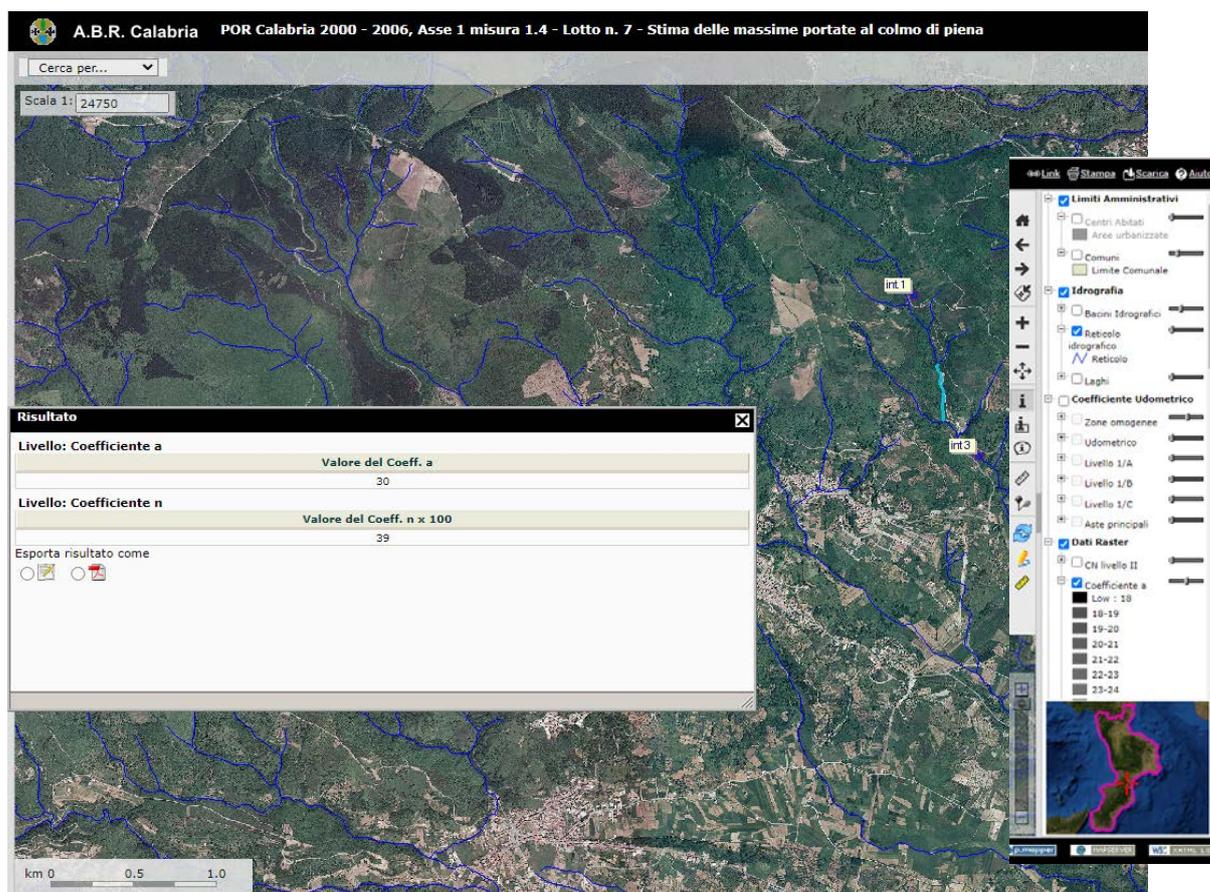


Figure 16 [http://160.97.12.152:81/Web\\_GIS\\_Por/map.phtml?language=it](http://160.97.12.152:81/Web_GIS_Por/map.phtml?language=it)  
 Parametri "a" ed "n" per curva di possibilità climatica.

L'area in esame è caratterizzata dai valori  $a = 30$  e  $n = 0.39$  da inserire nella nota formula seguente

$$h = a t^n$$

Va, infine, evidenziato che i valori dei tempi di ritorno (TR) utilizzati nello studio idrologico e per la stima degli eventi di piena sono quelli che il PAI Calabria sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite, ha disciplinato nell'uso del territorio in:

- a) aree perimetrate mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi
  - R4** - il PAI persegue l'obiettivo di garantire condizioni di sicurezza idraulica, assicurando il libero deflusso della piena con tempo di ritorno 20 – 50 anni;
  - R3** - 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 - tempo di ritorno 100 - 200 anni;
  - R2, R1** - tempo di ritorno 500 anni;
- b) **aree di attenzione, linee di attenzione e punti di attenzione:** 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.

## 7. ANALISI IDRAULICA

### Metodo Razionale

Per la determinazione della massima piena temibile è stato utilizzato il metodo razionale, che rappresenta un metodo indiretto basato sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari ha:

$$Q = \frac{c * h * A * k}{t_c}$$

Q = portata di piena [m<sup>3</sup>/sec]

c = coefficiente di deflusso

h = pioggia netta [mm]

A = area del bacino [km<sup>2</sup>]

t<sub>c</sub> = tempo di corrivazione [ore]

k = 0.2777 (fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura).

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione t<sub>c</sub>: infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo t<sub>c</sub> solo una parte del bacino A contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena.

Il tempo di corrivazione, che è un parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione di un bacino è generalmente definito come il tempo necessario alla goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura dello stesso.

Una relazione frequentemente utilizzata per il calcolo di tale grandezza è quella proposta da Giandotti (1934), valida per bacini idrografici aventi superficie (A) variabile tra 170 e 70000 km<sup>2</sup>, che si esplicita nella seguente relazione:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \quad (6)$$

nella quale  $t_c$  è espresso in ore,  $A$  in  $\text{km}^2$  mentre  $L$ , la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua a partire dallo spartiacque, è espressa in  $\text{km}$  e  $H_m$ , altitudine media del bacino, riferita alla sezione di chiusura, in metri sul livello del mare.

Pezzoli (1970), analizzando il comportamento di alcuni bacini piemontesi, ha proposto, invece, una diversa espressione del tempo di corrivazione che ha la seguente forma:

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i_a}} \quad (7)$$

nella quale  $t_c$  è espresso in ore e  $L$  in  $\text{km}$ . Il parametro  $i_a$  rappresenta la pendenza media ( $\text{m/m}$ ) dell'asta principale.

Kirpich, infine, utilizzando i dati sperimentali di sei bacini americani, nel 1940, aveva proposto una correlazione grafica tra il tempo di corrivazione e il rapporto  $\frac{L}{\sqrt{i_a}}$ . Tale grafico, successivamente integrato dal contributo di altri dati sperimentali, ha condotto alla formulazione della seguente equazione, comunemente nota con il nome di equazione di Kirpich.

$$t_c = 0.00325 \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.77} \quad (10)$$

Il complesso dei valori determinabili con le succitate equazioni può essere ben rappresentato da un'unica espressione (Ferro, Sistemazione dei Bacini Idrografici, McGraw Hill, 2002), che integra tutti i contributi sperimentali derivanti dalle esperienze condotte, ed ha la seguente equazione, nel seguito denominata P-C-W-K:

$$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.8} \quad (11)$$

nella quale  $t_c$  è espresso in minuti e  $L$  in metri.

Applicando le relazioni succitate con riferimento ai parametri geomorfologici del bacino di interesse, si sono ottenuti i seguenti risultati:

	<b>P-C-W-K (h)</b>	<b>Pezzoli (h)</b>	<b>Kirpich (h)</b>	<b>Giandotti (h)</b>
<b>BACINO 1</b>	0.322	0.260	0.219	0.621
<b>BACINO 3</b>	0.530	0.485	0.354	0.908

La valutazione successiva di stima della portata di piena di calcolo è stata eseguita facendo riferimento al tempo di corrivazione valutato dalla media tra le suddette relazioni.

**Il valore del tempo di corrivazione desunto dalla media è riportato nella tabella seguente:**

	Tc (h)
<b>BACINO 1</b>	0.355
<b>BACINO 3</b>	0.569

Per ciò che concerne il coefficiente di deflusso  $\phi$ , esso è stato stimato effettuando una media pesata dei valori stimati per le differenti sub-aree isoparametriche caratterizzate da un determinato valore di tipo di terreno, dal punto di vista della geologia e dell'uso del suolo, sulla base dei valori consigliati in letteratura; i pesi sono stati calcolati in funzione delle sotto aree sull'area totale del bacino individuato.

Tra le numerose indicazioni esistenti nella letteratura tecnico-scientifica per la valutazione del coefficiente di deflusso, sono stati utilizzati i valori indicati dal Manuale di Ingegneria Civile riportati nella tabella seguente:

Tipo di terreno	Coltivato	Pascolo	Bosco
Molto permeabile: sabbia o ghiaia	0.20	0.15	0.30
Permeabile: limo	0.40	0.35	0.30
Poco permeabile: argilla o substrato roccioso	0.50	0.45	0.40
Tipologia urbanistica			$\phi$
Costruzioni dense			0.80
Costruzioni Spaziate			0.60
Aree con ampi cortili e giardini			0.50
Zone a villini sparsi			0.30-0.40
Giardini, prati e zone non edificabili né destinate a strade			0.20
Parchi e boschi			0.05-0.10

Per i bacini di interesse è stato adottato un coefficiente di deflusso pari a 0,350.

Applicando i valori precedenti nella formula razionale sono stati ottenuti i seguenti valori per le portate di piena:

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
<b>50 anni</b>	31	0.39	0.355	142,55	401,018	23,74
<b>200 anni</b>	31	0.39	0.355	244,77	688,600	40,77
<b>500 anni</b>	31	0.39	0.355	349,91	984,382	58,28

**Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino 1**

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
50 anni	31	0.39	0.569	142,55	250,326	47,55
200 anni	31	0.39	0.569	244,77	429,843	81,65
500 anni	31	0.39	0.569	349,91	614,478	116,73

**Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino 3**

È stato scelto come evento che massimizza il calcolo della portata di piena un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino, utilizzando come "tc" i risultati ottenuti in base al calcolo effettuato al paragrafo precedente (cioè tempo di corrivazione calcolato con il metodo Pezzoli, Chow, Watt & Chow, Kirpich P-C-W-K, in quanto tale relazione è quella che meglio si adatta alle dimensioni dei bacini oggetto del presente studio).

## 8. MODELLAZIONE IDRAULICA

Il tracciamento dei profili di corrente è stato condotto utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 3.1.3, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Questo software consente la simulazione di flussi idrici, nell'ipotesi di monodimensionalità della corrente, sia in moto permanente che in moto vario.

Il sistema comprende una interfaccia grafica, componenti separate per le analisi idrauliche dei due diversi tipi di moto, possibilità di analisi e memorizzazione dati, possibilità di esportazione e graficizzazione dei risultati.

Elemento chiave è che entrambi i tipi di simulazione citati usano una comune rappresentazione geometrica dei dati (l'alveo e le sue caratteristiche fisiche, geometriche ed idrauliche) e una comune routine di calcolo geometrico ed idraulico preliminare.

HEC-RAS è progettato per effettuare calcoli idraulici monodimensionali per una rete completa di canali naturali ed artificiali.

Nel caso di moto permanente, il software è in grado di modellare profili di correnti lente, veloci ed anche miste quando richiesto o ritenuto opportuno automaticamente dal programma.

Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando valori delle portate di piena, riportati in precedenza, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni, come richiesto dall'Autorità di Bacino della Calabria per l'identificazione delle aree caratterizzate rispettivamente da alta (AP), media (MP) e bassa (BP) pericolosità idraulica.

### Scabrezza di Manning

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un valore del **coefficiente di scabrezza n secondo Manning** che è pari a **0.033** sulle sponde dell'alveo e per il letto dell'alveo, trattandosi di un canale artificiale in terra.

### Condizioni al contorno e condizioni iniziali

Le condizioni al contorno si distinguono in condizioni al contorno di tipo esterno e condizioni al contorno di tipo interno, ove per condizioni esterne si intendono le altezze idriche da assegnare nella sezione di calcolo posta a valle e in tutte le sezioni iniziali poste a monte del reticolo idrografico, mentre per condizioni interne sono intese quelle relative alle sezioni di confluenza di due o più rami dello stesso reticolo.

**Per le sezioni di monte e di valle dei tratti studiati si è fissata l'altezza di moto uniforme.**

## Sezioni di calcolo e profilo longitudinale

La realizzazione dei modelli degli affluenti in esame è stata effettuata avendo come base cartografica il **DTM della Regione Calabria**.

Sulla base delle informazioni plano altimetriche disponibili è stato ricavato un **modello geometrico**, come base di input per il software HEC-RAS, di seguito si riportano le modellazioni ed i relativi output per i due tratti di reticolo analizzati ubicati lungo il Fosso della Madonna della Lettera; sull'Asta 1 sono state individuate n.8 sezioni, mentre per l'Asta n.3 ne sono state individuate n.8 numerate progressivamente da monte verso valle.

Definito il **modello geometrico dello stato di fatto**, si è provveduto ad effettuare l'ipotesi di calcolo.

## Risultati delle simulazioni

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente, in riferimento alle aste modellate.

In particolare, sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente in corrispondenza di portate di piena caratterizzate dal tempo di ritorno di 200 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, al variare del tempo di ritorno e per ognuna delle sezioni, sono riportati i **dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena**.

Le sigle riportate sono relative a:

- |               |   |
|---------------|---|
| a) Q total    | = Portata totale espressa in $m^3/s$ ;          |
| b) Min Ch El  | = Quote del fondo dell'alveo;                   |
| c) W.S. Elev  | = Quota del pelo libero;                        |
| d) Crit W.S.  | = Quota critica del pelo libero;                |
| e) E.G. Elev  | = Quota della linea dell'energia;               |
| f) E.G. Slope | = Pendenza della linea dell'energia;            |
| g) Vel Chnl   | = Velocità media della corrente nell'alveo;     |
| h) Flow area  | = Area totale della sezione liquida effettiva;  |
| i) Top Width  | = Larghezza superficiale della sezione liquida; |
| j) Froude     | = Numero di Froude dell'alveo.                  |

I risultati ottenuti sono riportati nei paragrafi seguenti.

### 8.1 Asta 3

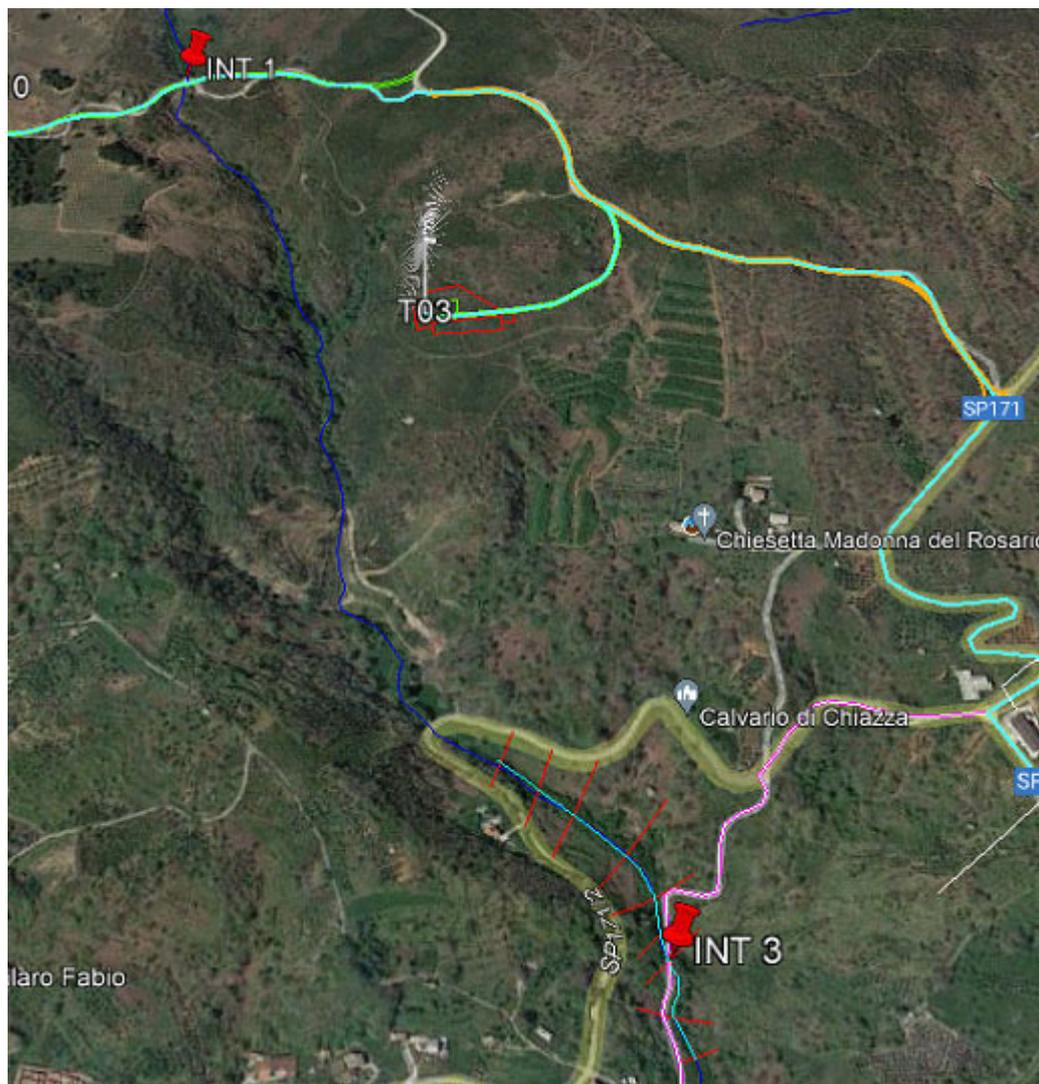
L'intersezione tra la porzione studiata del reticolo "Fosso della Madonna della Lettera" ed il cavidotto che corre su strada esistente avviene in una area definita dal PAI **zona di attenzione**: area storicamente inondata e/o localizzata dai Piani di Protezione Civile e riportata nell'Atlante allegato al Piano, derivante da una prima perimetrazione delle aree a rischio, in attesa della classificazione secondo le metodologie adottate dal Piano stesso.

È stato quindi condotto uno studio idrologico per la determinazione delle caratteristiche delle piene attese nel bacino sotteso alla sezione di chiusura con i diversi tempi di ritorno ed uno studio idraulico per valutare l'andamento del pelo libero e le caratteristiche idrauliche sezione per sezione con riferimento ai tre diversi tempi di ritorno, al fine di valutare che l'intervento in progetto non alteri le condizioni di rischio dell'intera zona in cui ricade proprio l'intervento.

Dalla verifica idraulica dello stato attuale è stata determinata la mappa delle aree allagabili con particolare riferimento al tempo di ritorno di 200 anni al fine di individuare un'area, esterna all'area allagabile, per la possibile ubicazione dei pozzetti di estremità necessari per la posa del cavidotto con tecnologia T.O.C.

Nella modellazione effettuata si specifica che le sezioni sono numerate in modo decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati le planimetrie con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale e gli output della modellazione.



**Figure 17 Individuazione delle interferenze su Google Earth.**

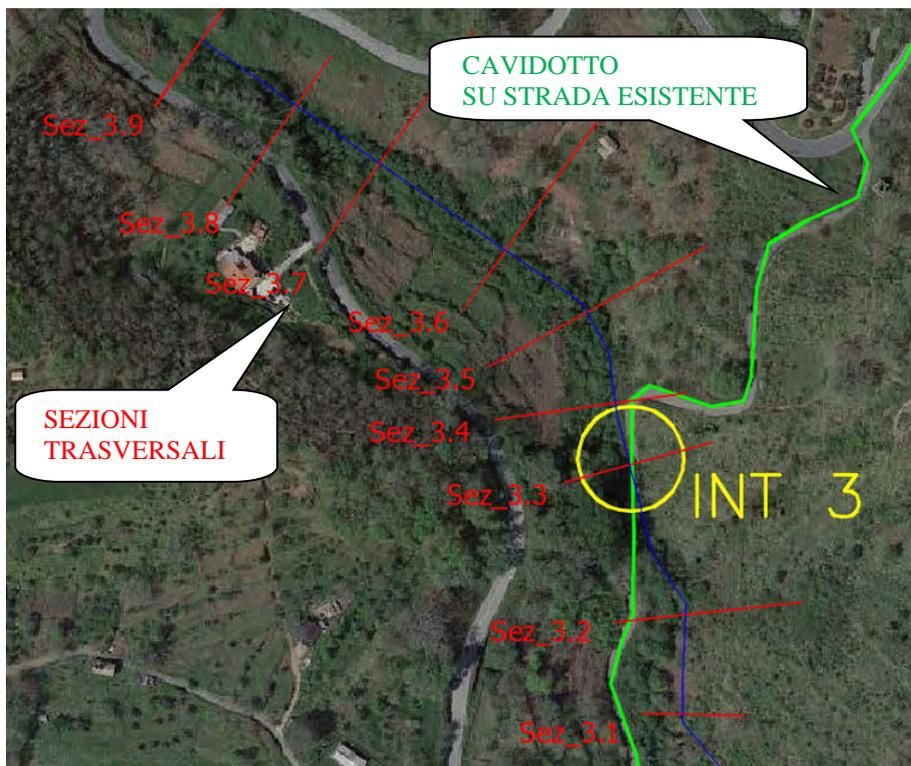


Figure 188 Planimetria con indicazione delle sezioni in dwg su base ortofoto.

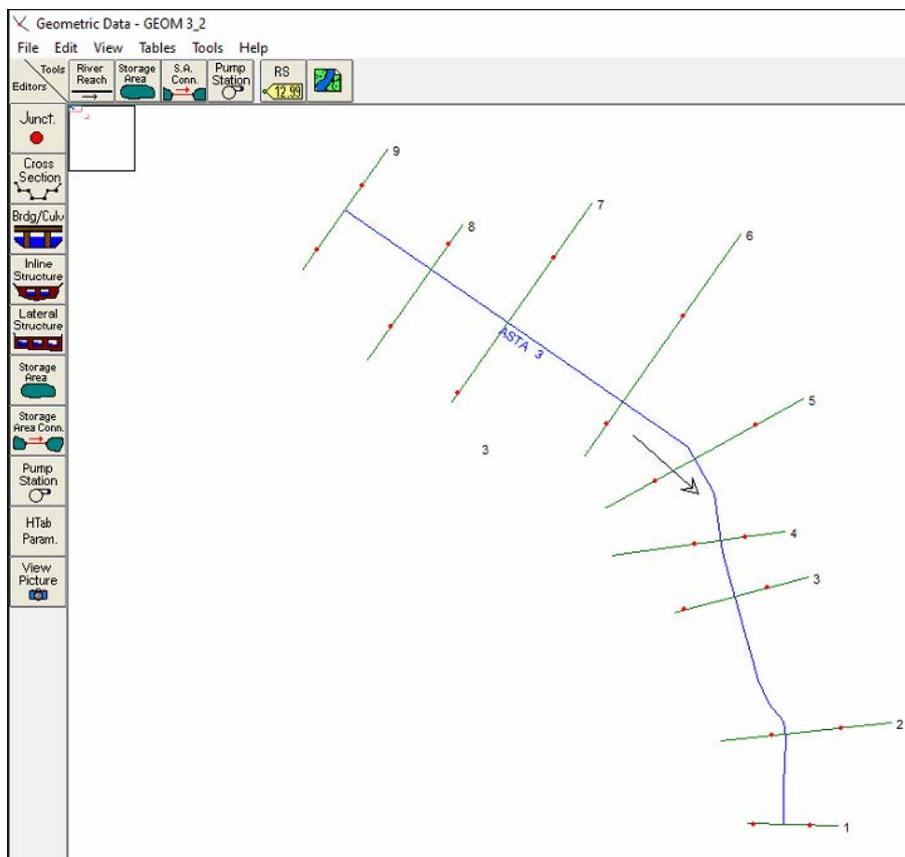
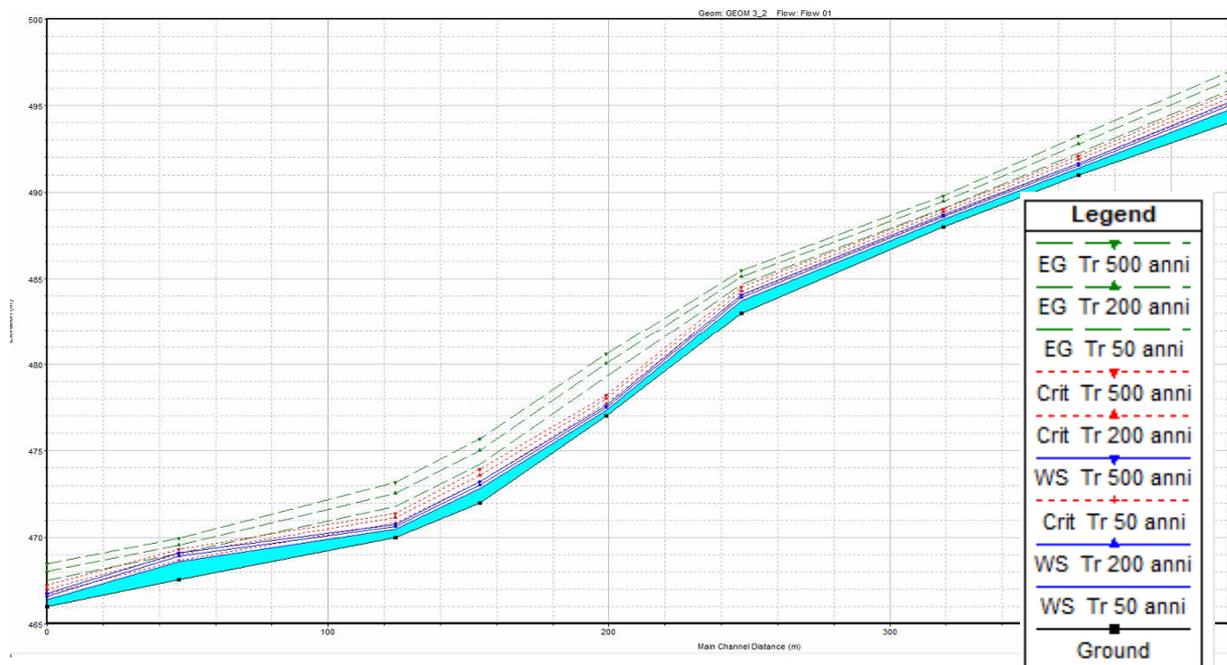


Figure 19 Planimetria con indicazione delle sezioni su interfaccia HEC RAS.



**FIG 20** Profilo longitudinale di moto permanente.  
(è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con Tr= 50-200-500 anni)

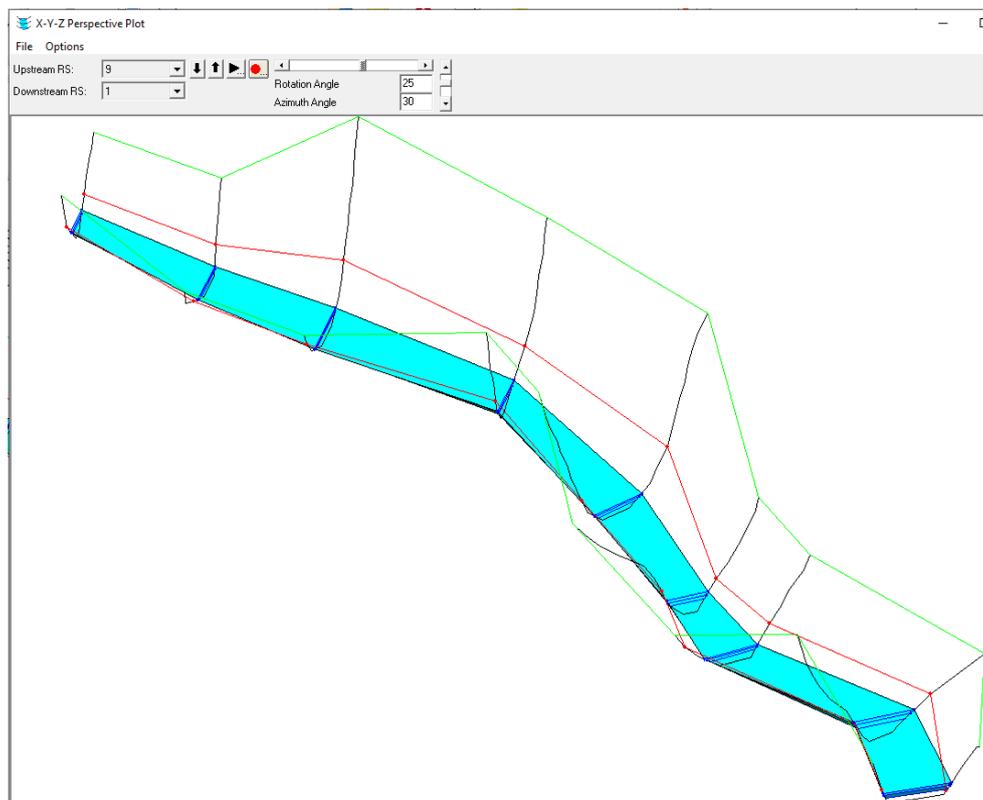
Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

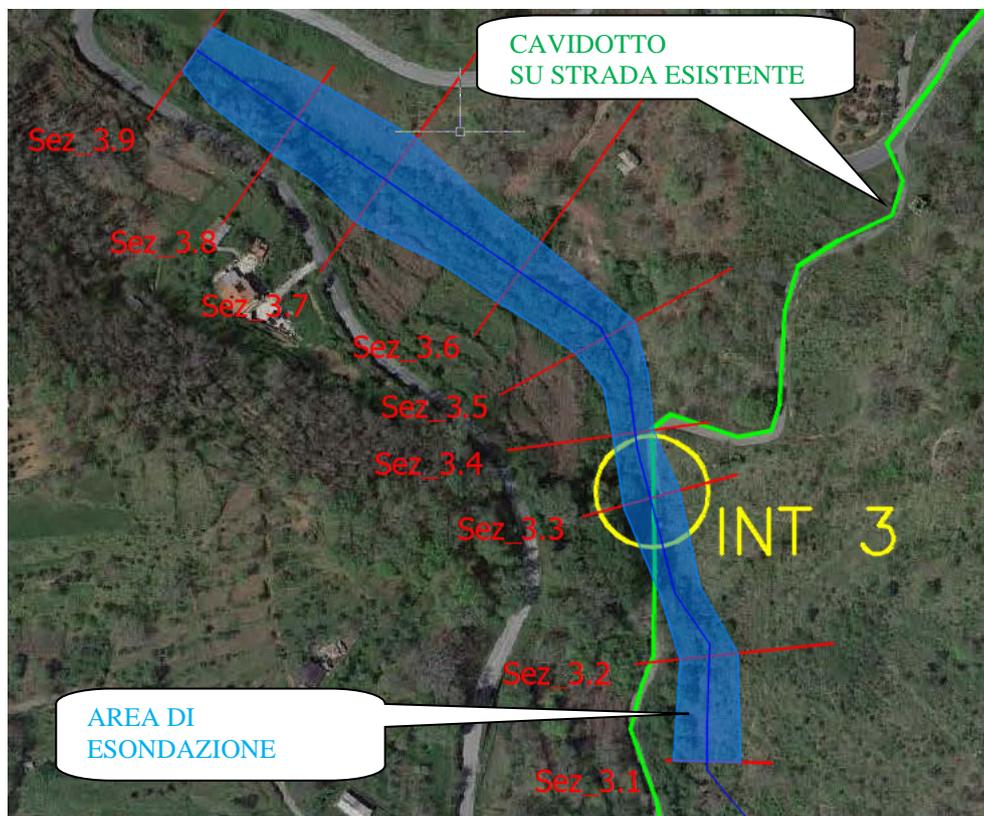
HEC-RAS Plan: Plan 03 River: AS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
3	9	Tr 50 anni	47.55	494.00	494.77	495.12	495.88	0.056022	4.67	10.18	19.28	2.05
3	9	Tr 200 anni	81.65	494.00	495.01	495.47	496.49	0.056039	5.40	15.11	22.97	2.13
3	9	Tr 500 anni	116.73	494.00	495.19	495.74	496.98	0.056067	5.91	19.74	26.22	2.18
3	8	Tr 50 anni	47.55	491.00	491.40	491.65	492.25	0.078385	4.10	11.59	34.38	2.25
3	8	Tr 200 anni	81.65	491.00	491.53	491.89	492.79	0.082397	4.97	16.42	37.85	2.41
3	8	Tr 500 anni	116.73	491.00	491.64	492.08	493.25	0.084476	5.61	20.80	40.74	2.51
3	7	Tr 50 anni	47.55	488.00	488.44	488.63	489.06	0.054970	3.48	13.67	39.91	1.90
3	7	Tr 200 anni	81.65	488.00	488.58	488.85	489.44	0.055893	4.11	19.87	45.68	1.99
3	7	Tr 500 anni	116.73	488.00	488.70	489.03	489.78	0.057420	4.60	25.37	50.26	2.07
3	6	Tr 50 anni	47.55	483.00	483.73	484.02	484.68	0.066588	4.31	11.03	26.87	2.15
3	6	Tr 200 anni	81.65	483.00	483.92	484.29	485.13	0.063392	4.87	16.77	32.84	2.17
3	6	Tr 500 anni	116.73	483.00	484.08	484.51	485.48	0.061117	5.25	22.22	37.76	2.19
3	5	Tr 50 anni	47.55	477.00	477.35	477.74	479.28	0.216772	6.17	7.71	26.64	3.66
3	5	Tr 200 anni	81.65	477.00	477.48	478.00	480.04	0.196765	7.09	11.51	30.00	3.65
3	5	Tr 500 anni	116.73	477.00	477.60	478.20	480.62	0.181867	7.70	15.16	32.89	3.62
3	4	Tr 50 anni	47.55	472.00	472.80	473.21	474.20	0.065763	5.24	9.08	16.26	2.24
3	4	Tr 200 anni	81.65	472.00	473.03	473.60	475.01	0.068108	6.22	13.12	18.61	2.37
3	4	Tr 500 anni	116.73	472.00	473.22	473.92	475.70	0.069005	6.98	16.73	20.16	2.44
3	3	Tr 50 anni	47.55	470.00	470.47	470.83	471.80	0.097787	5.12	9.29	23.34	2.59
3	3	Tr 200 anni	81.65	470.00	470.63	471.13	472.54	0.099328	6.13	13.32	25.80	2.72
3	3	Tr 500 anni	116.73	470.00	470.76	471.38	473.19	0.101839	6.90	16.91	27.90	2.83
3	2	Tr 50 anni	47.55	467.54	468.61	468.68	469.07	0.015733	2.99	15.89	22.56	1.14
3	2	Tr 200 anni	81.65	467.54	468.89	469.04	469.55	0.016972	3.58	22.78	26.12	1.22
3	2	Tr 500 anni	116.73	467.54	469.11	469.32	469.96	0.018133	4.08	28.63	28.79	1.30
3	1	Tr 50 anni	47.55	466.00	466.40	466.71	467.53	0.090552	4.71	10.14	27.80	2.46
3	1	Tr 200 anni	81.65	466.00	466.58	467.00	468.04	0.069988	5.36	15.39	29.09	2.31
3	1	Tr 500 anni	116.73	466.00	466.75	467.24	468.46	0.059145	5.82	20.34	30.26	2.21

**FIG 21-** Parametri idraulici del calcolo in moto permanente.



**FIG 21– Aree di esondazione visualizzazione tridimensionale su interfaccia HEC RAS.**



**FIG 1 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali su base dwg.**

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come **il corso d'acqua in esame è sufficiente a contenere la portata di piena bi-centenaria, portata valutata ottenuta con un tempo di ritorno notevolmente superiore alla vita utile dell'impianto a farsi ragionevolmente pari a circa 50 anni. I pozzetti di estremità utilizzati per la posa in opera del cavidotto con tecnologia T.O.C. verranno posizionati al di fuori delle aree di esondazione individuate.**

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato).

E' di tutta evidenza che il tempo di ritorno di 200 anni in base al quale è stato valutato l'evento di piena della modellazione, atta alla verifica idraulica affrontata, è considerevolmente ben più grande della vita utile dell'impianto e molto probabilmente non si verificherà mai durante l'esercizio dello stesso.

L'intersezione tra il reticolo idrografico ed il cavidotto avverrà su una strada asfaltata esistente, che non sarà oggetto di intervento; rimarranno inalterate la sua tipologia e le caratteristiche fisiche e geometriche plano-altimetriche.

I pozzetti prefabbricati di partenza e di arrivo, previsti alle estremità del tratto di cavidotto interrato, posti al di fuori delle aree di esondazione saranno realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali.

**L'ubicazione dei pozzetti e la posa del cavidotto non altereranno le condizioni esistenti e pertanto non produrranno effetti peggiorativi sull'ambiente circostante, inoltre le caratteristiche delle opere a farsi saranno tali da garantire un corretto funzionamento dell'impianto ed evitare l'insorgere di situazioni di rischio anche in caso di eventi di piena eccezionali.**

## 8.2 Asta 1

L'intersezione tra la porzione studiata del reticolo "Fosso della Madonna della Lettera" ed il cavidotto avverrà in corrispondenza di una nuova strada di servizio per l'accesso alle turbine T01 e T02, prevista in progetto che sostituirà, migliorandone le caratteristiche, la viabilità esistente con l'opportuna posa in opera di un tombino scatolare atto ad evitare interferenze sul regime idraulico e a limitare l'impatto ambientale conseguente.

Con lo studio che segue è stata effettuata la verifica dell'opera a farsi interferente con la rete idrografica superficiale e determinata la mappa delle aree allagabili con particolare riferimento al tempo di ritorno di 200 anni, nel rispetto di quanto disciplinato per le opere di attraversamento minori (ponticelli e scolorari) al Capitolo 4 "Progettazione e verifica delle opere che interagiscono con la rete idrografica" delle già richiamate Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Nella modellazione effettuata si specifica che le sezioni sono numerate in modo decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati le planimetrie con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale e gli output della modellazione.



**Figure 23 Individuazione delle interferenze su Google Earth.**

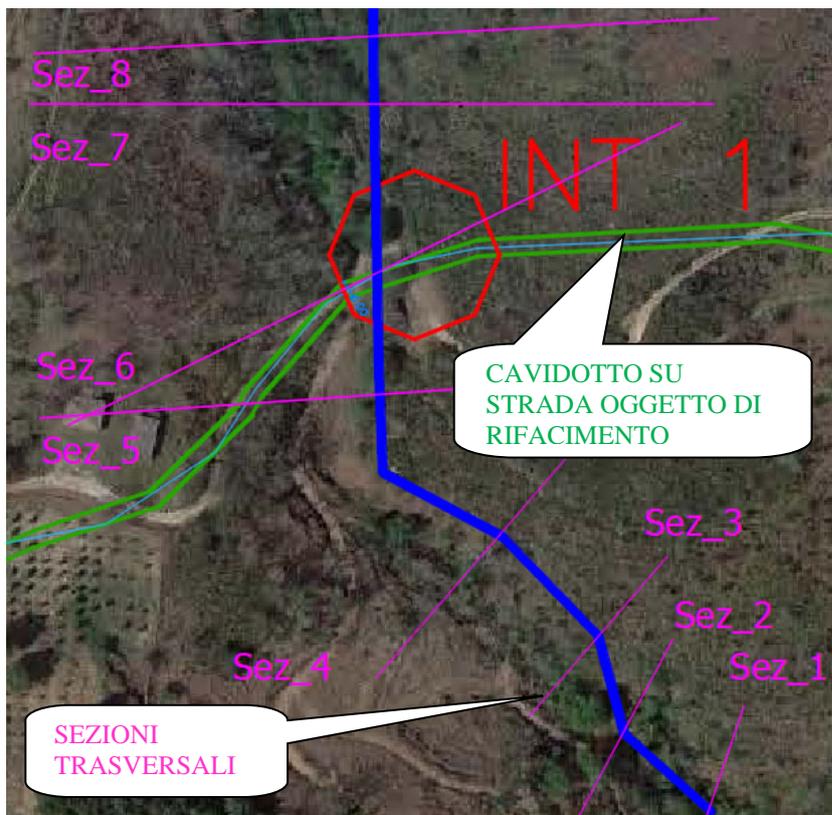


Figure 24 Planimetria con indicazione delle sezioni in dwg su base ortofoto.

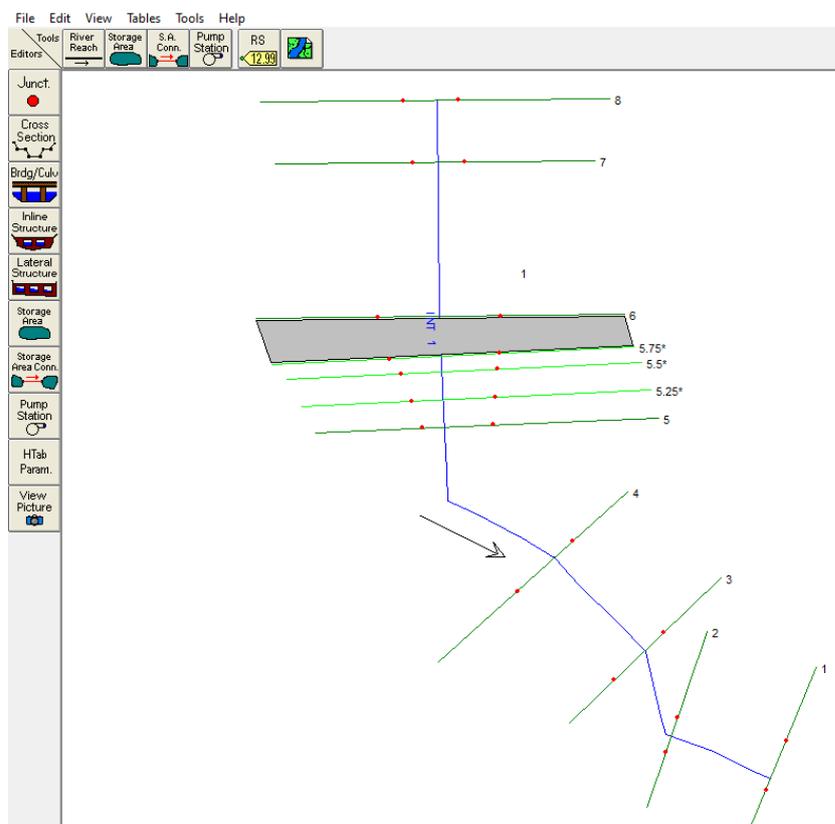
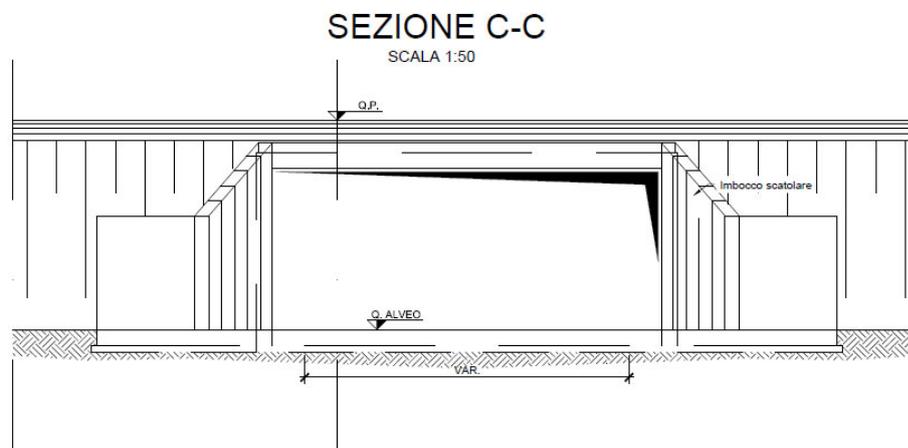
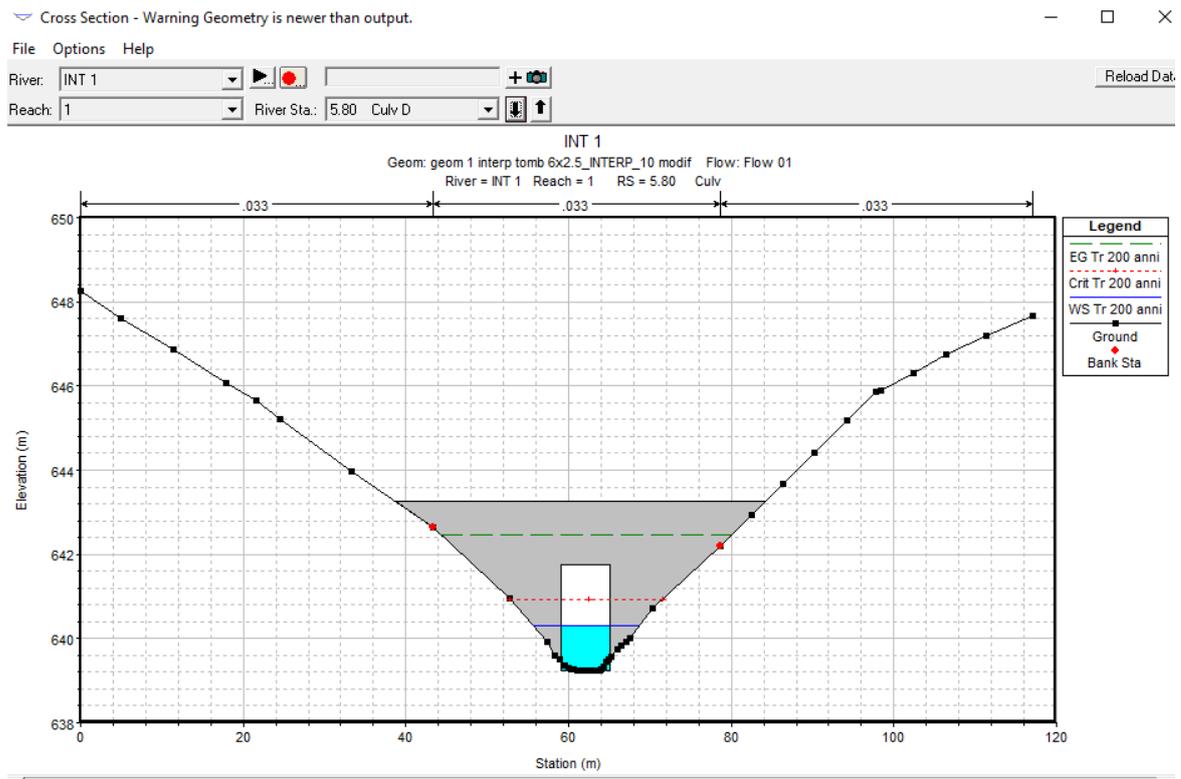


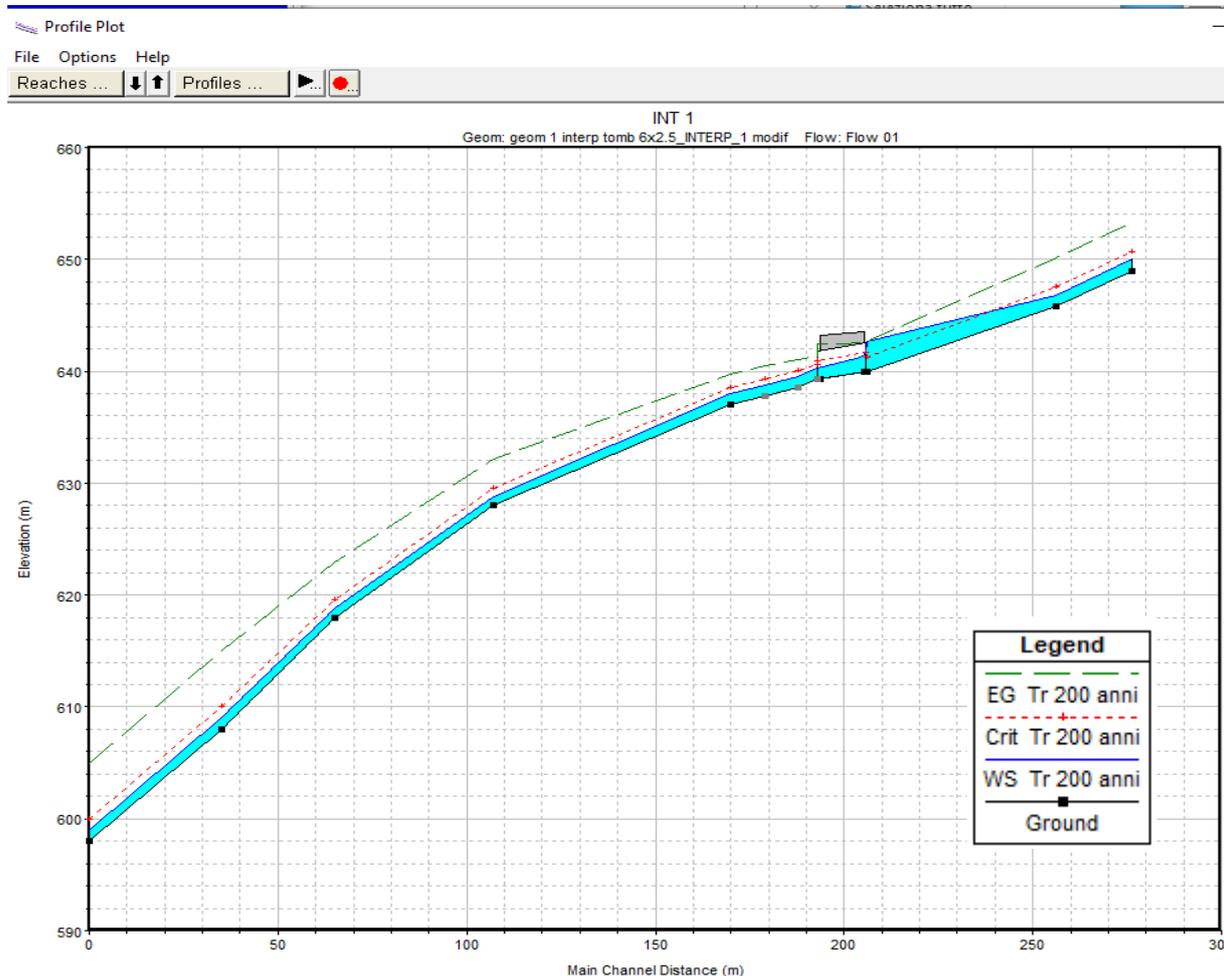
Figure 25 Planimetria con indicazione delle sezioni su interfaccia HEC RAS.

Il nuovo tombino scatolare è posto tra le sezioni 6 e 5.75\* ed ha dimensioni trasversali di 6 m di larghezza e 2,5 m di altezza, la nuova strada di servizio all'impianto ha una larghezza di 5 m.

Nella schematizzazione che segue, a vantaggio di sicurezza, per tener conto di eventuali restringimenti sul flusso dovuti alla presenza del tombino che si estende non solo al di sotto della sede stradale ma anche del suo rilevato, l'attraversamento viene modellato con una lunghezza pari a complessivi 13 m. Le caratteristiche del tombino scatolare sono riportate nel relativo elaborato grafico "A.3.1 ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI".



**Figure 26 Schematizzazioni del tombino scatolare- sezione trasversale - su interfaccia HEC RAS e su dwg**



**FIG 27 Profilo longitudinale di moto permanente.**  
(è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con Tr= 200 anni)

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan 10 River:

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	8	40.77	649.00	650.04	650.73	653.29	0.159154	7.99	5.10	9.24	3.43
1	7	40.77	645.80	646.77	647.53	650.17	0.149577	8.16	4.99	8.32	3.36
1	6	40.77	640.00	642.65	641.23	642.68	0.000422	0.83	48.98	31.12	0.21
1	5.80	Culvert									
1	5.75*	40.77	639.25	640.30	640.65	641.39	0.040501	4.63	8.81	13.07	0.21
1	5.5*	40.77	638.50	639.56	640.02	641.09	0.065640	5.48	7.44	12.36	2.25
1	5.25*	40.77	637.75	638.79	639.28	640.46	0.072486	5.71	7.14	11.99	2.36
1	5	40.77	637.00	638.03	638.53	639.78	0.076781	5.86	6.96	11.70	2.43
1	4	40.77	628.00	628.84	629.50	632.21	0.202202	8.13	5.01	10.72	3.80
1	3	40.77	618.00	618.83	619.56	622.92	0.238999	8.96	4.55	9.50	4.13
1	2	40.77	608.00	609.07	610.02	615.00	0.278643	10.80	3.78	6.45	4.50
1	1	40.77	598.00	599.03	599.97	605.01	0.292663	10.83	3.76	6.63	4.59

**FIG 28- Parametri idraulici del calcolo in moto permanente.**

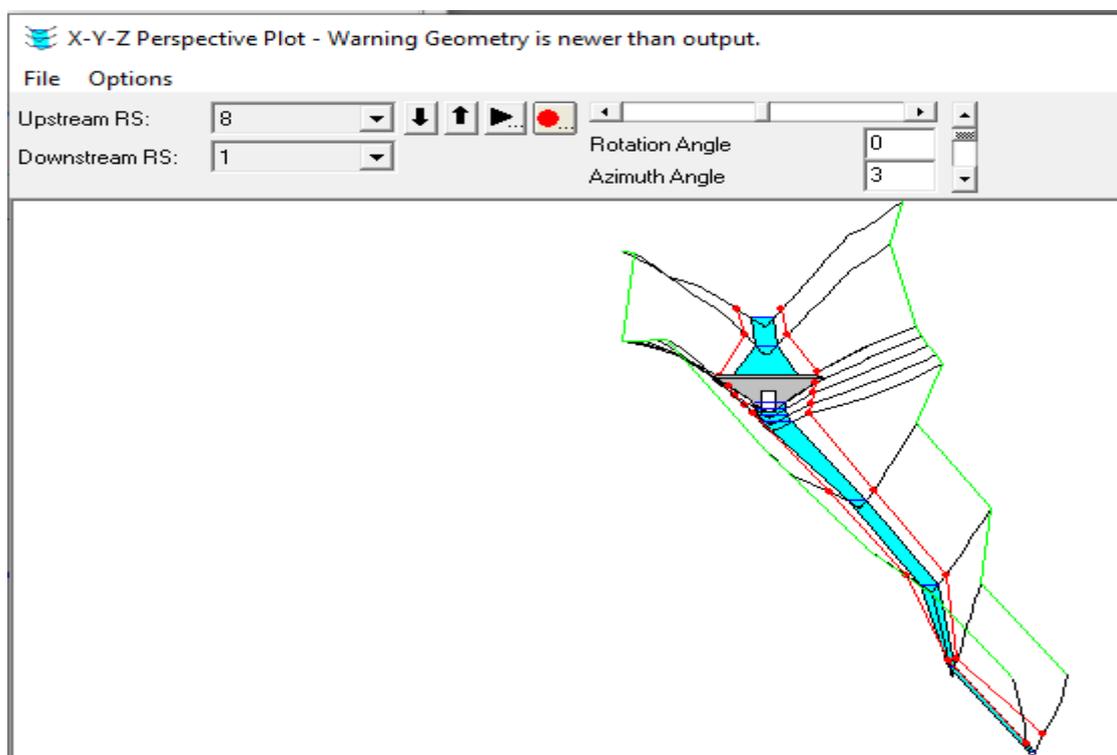
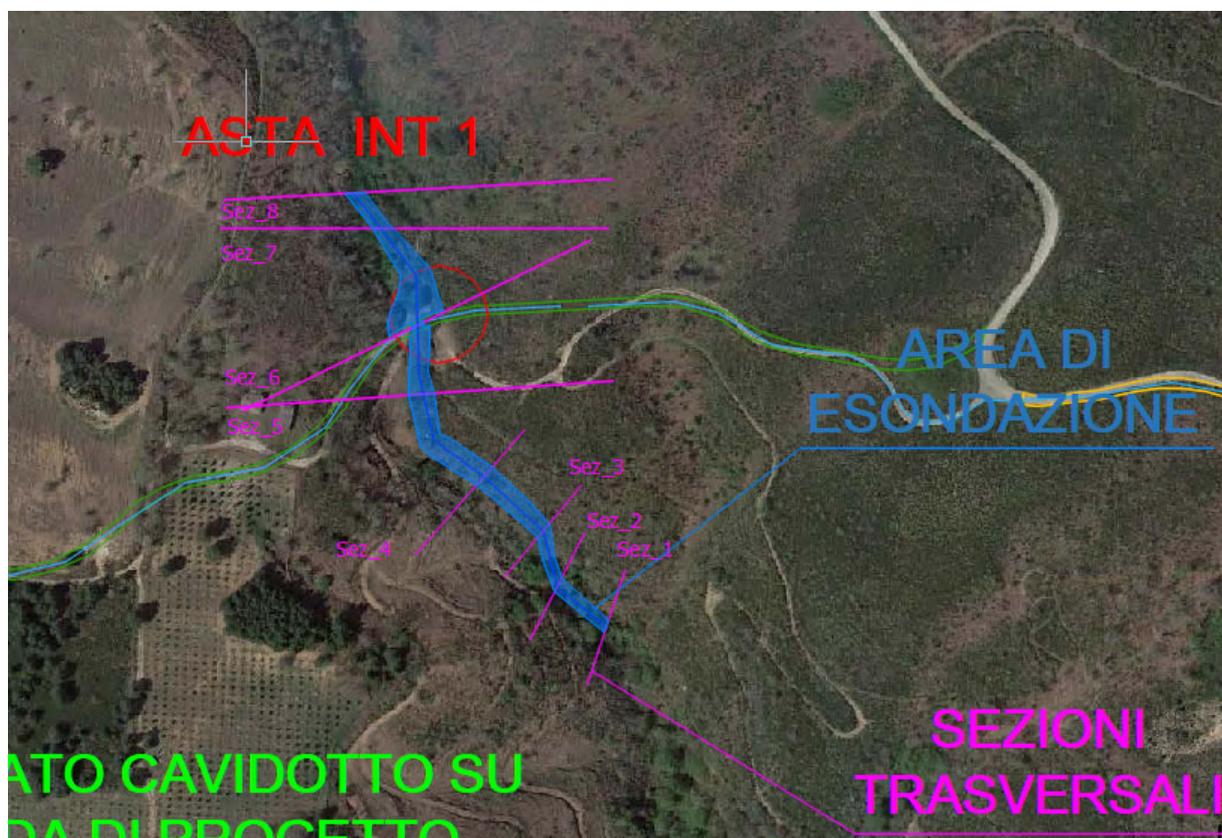


FIG 29- Aree di esondazione visualizzazione tridimensionale su interfaccia HEC RAS.



**FIG 30 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali su base dwg.**

Osservando gli output di HEC-RAS si evince che l'opera di attraversamento minore in progetto sia tale da garantire il transito della portata bi-centenaria assicurando l'idoneo franco di sicurezza richiesto dal PAI.

E' di tutta evidenza che la strada in progetto rientra nella viabilità di servizio dell'impianto, sarà infatti utilizzata solo per accedere alle turbine garantendo il passaggio agli addetti a i lavori e pertanto non sarà oggetto di significativo traffico veicolare.

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato ASTA 1).

## 9. CONCLUSIONI

Il presente Studio è stato redatto al fine di valutare la compatibilità idrologica ed idraulica relativa al progetto per **la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione da fonte eolica costituito da 5 turbine aventi potenza complessiva pari a 33 MW da realizzare nei comuni di Centrache (CZ) e Montepaone (CZ) e relative opere di connessione ricadenti nel comune di Petrizzi (CZ).**

I cogeneratori saranno ubicati in spazi che non rientrano nelle aree perimetrata a rischio idraulico, né in aree di pertinenza del reticolo idrografico.

Dall'analisi della cartografia ufficiale emerge che l'area di intervento **non è perimetrata per pericolosità geomorfologica ma in parte perimetrata per pericolosità idraulica poiché** il cavidotto lungo il suo percorso interseca il reticolo superficiale in nove distinti punti inoltre tre di esse (int.3-4-5-7) avvengono nelle aree definite **"zone di attenzione"**.

A valle dello studio affrontato si può asserire che l'impianto a farsi con il suo cavidotto di collegamento in MT globalmente non comporterà durante il suo esercizio una alterazione o un peggioramento delle condizioni di funzionalità idraulica, e non costituirà in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nelle aree adiacenti, poiché non produrrà ostacoli all'attuale normale e libero deflusso delle acque.

L'unico nuovo intervento è costituito dalla realizzazione della strada di accesso alle turbine T01 e T02, che sostituirà la viabilità esistente, migliorandone le caratteristiche, con l'opportuna posa in opera di un tombino scatolare atto ad evitare interferenze sul regime idraulico e a limitare al contempo impatti ambientale conseguenti.

Il tombino scatolare ha avrà dimensioni tali da garantire il deflusso della piena duecentennale nel rispetto del franco di sicurezza, lungo una strada di servizio funzionale alla sola gestione e manutenzione dell'impianto energetico.

Le intersezioni del cavidotto con il reticolo idrografico verranno risolte senza modificare lo stato di deflusso attuale:

- con lo staffaggio su lato valle degli attraversamenti stradali esistenti non si apporterà alcuna modifica alle configurazioni esistenti poiché l'ancoraggio avverrà su un impalcato già presente;

- con l'adozione della tecnologia della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) interrando opportunamente il cavidotto fino ad una profondità minima di 2 m dal piano campagna lo stesso non comporterà alcuna modifica alla morfologia del reticolo idrografico, garantendo allo stesso tempo un ampio margine di sicurezza idraulica, sia nei confronti dei deflussi superficiali che di quelli (eventuali) sotterranei.

L'ubicazione dei pozzetti prefabbricati di partenza e di arrivo da utilizzare con la TOC, previsti alle estremità del tratto di cavidotto interrato, saranno posti al di fuori delle aree di esondazione e realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali.

L'ubicazione dei pozzetti e la posa del cavidotto non altereranno le condizioni esistenti e pertanto non produrranno effetti peggiorativi sull'ambiente circostante, inoltre le caratteristiche delle opere a farsi saranno tali da garantire un corretto funzionamento dell'impianto e da evitare l'insorgere di situazioni di rischio.

E' di tutta evidenza inoltre che il tempo di ritorno di 200 anni in base al quale è stato valutato l'evento di piena delle modellazioni, atte alla verifica idraulica affrontata, è considerevolmente ben più grande della vita utile dell'impianto e che molto probabilmente non si verificherà mai durante l'esercizio dello stesso.

**L'opera in progetto risulta pertanto compatibile con i vincoli imposti dal PAI e dalla relativa normativa in materia e con le finalità del Piano stesso, garantendo altresì la sicurezza idraulica dell'area.**

## **ALLEGATI**

TAV 1 Inquadramento Territoriale

TAV 2 Idrogeomorfologia ex IGM 25.000 Individuazione Aree Di Intervento

TAV 3 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio idraulico - individuazione aree di intervento ed interferenze

TAV 4 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio frane individuazione aree di intervento

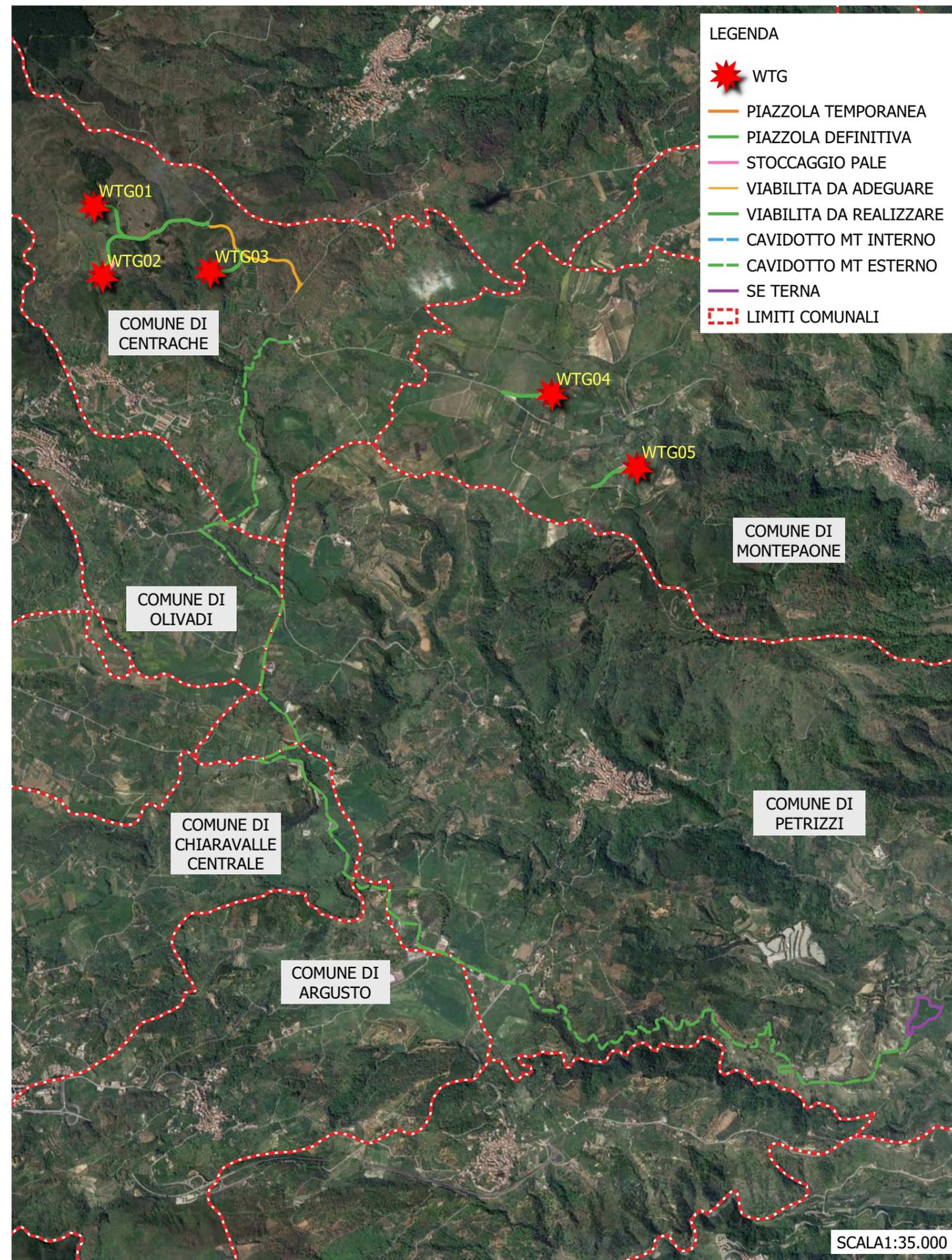
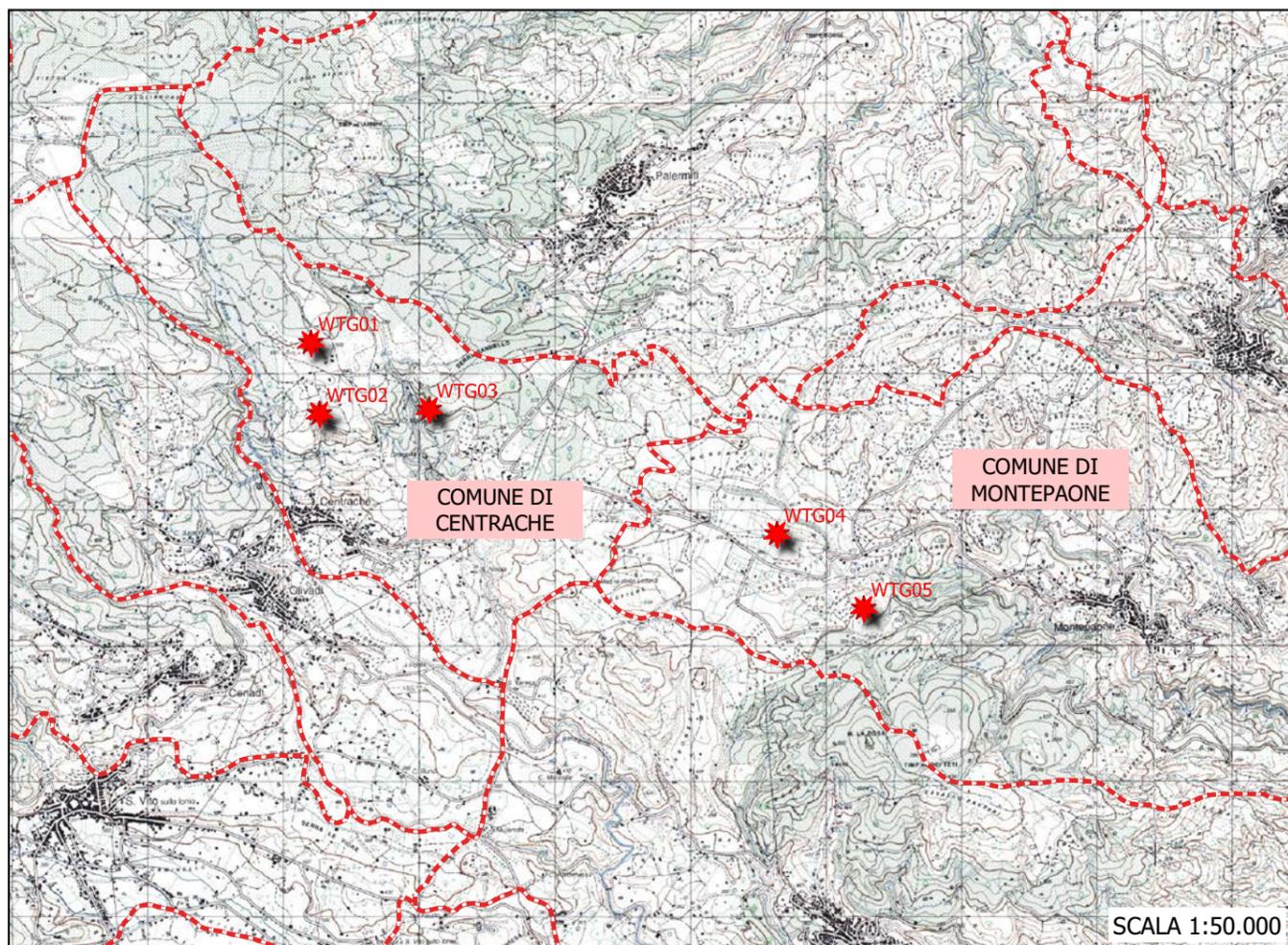
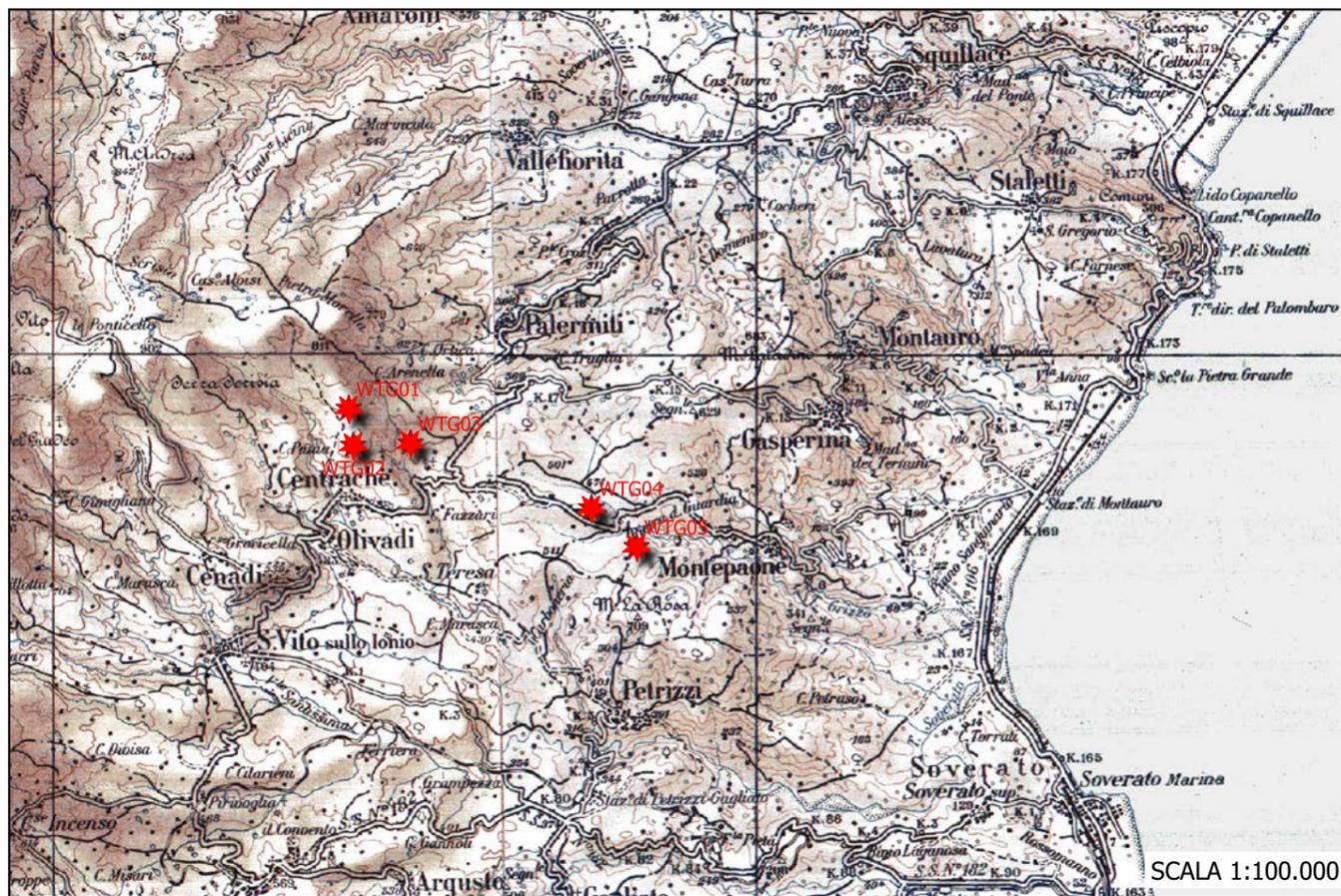
TAV 5 IDROGEOLOGIA ex IGM 25.000 - Bacini Idrografici

TAV 6 Individuazione delle aree di esondazione con Tr 200 anni - Fosso della Madonna della Lettera - ASTA 1 INTERFERENZA 3

TAV 7 Individuazione delle aree di esondazione con Tr 200 anni - Fosso della Madonna della Lettera - ASTA 1 INTERFERENZA 1

Quaderno delle sezioni ASTA 1

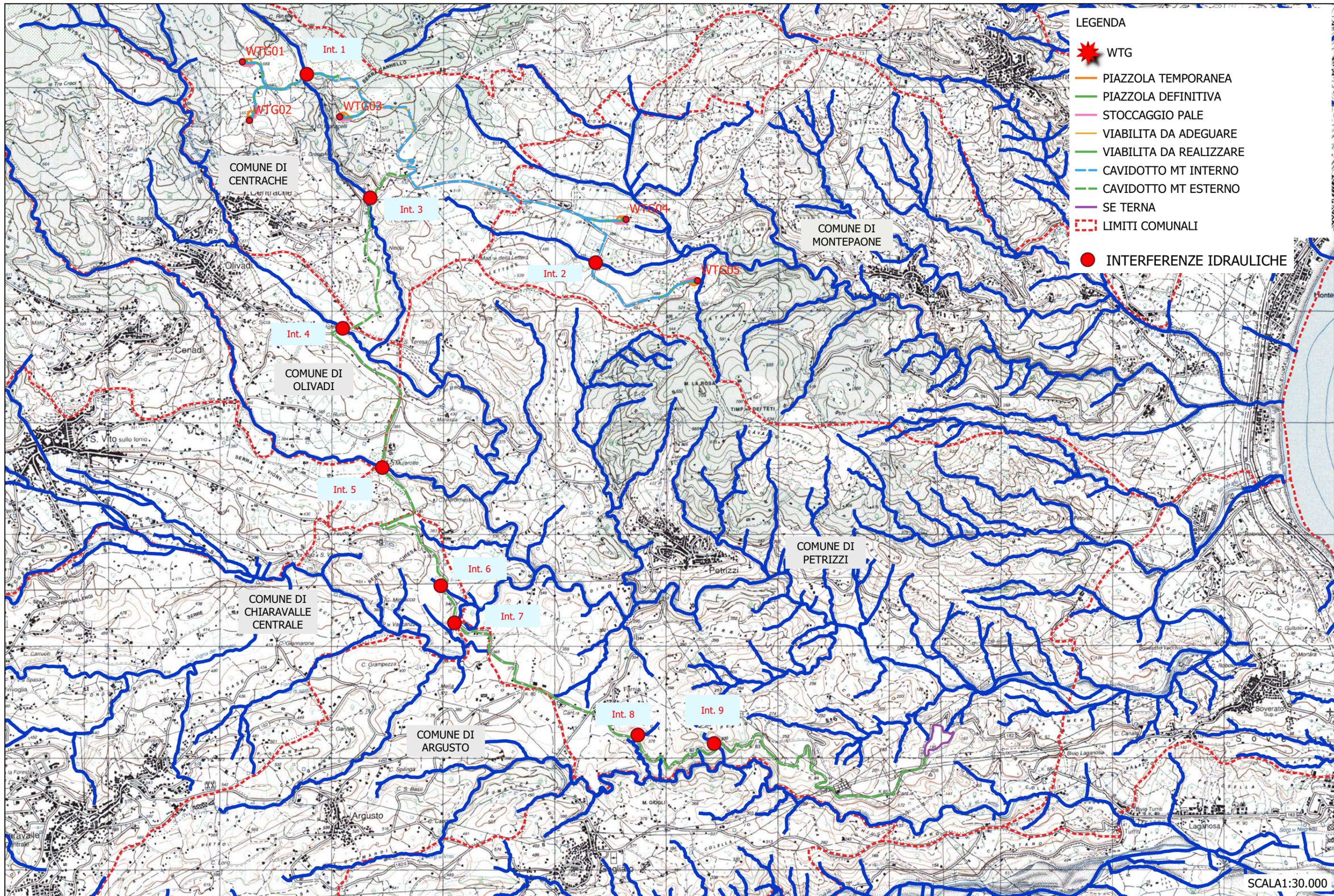
Quaderno delle sezioni ASTA 3



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROLOGICA  
INQUADRAMENTO TERRITORIALE

TAV 01

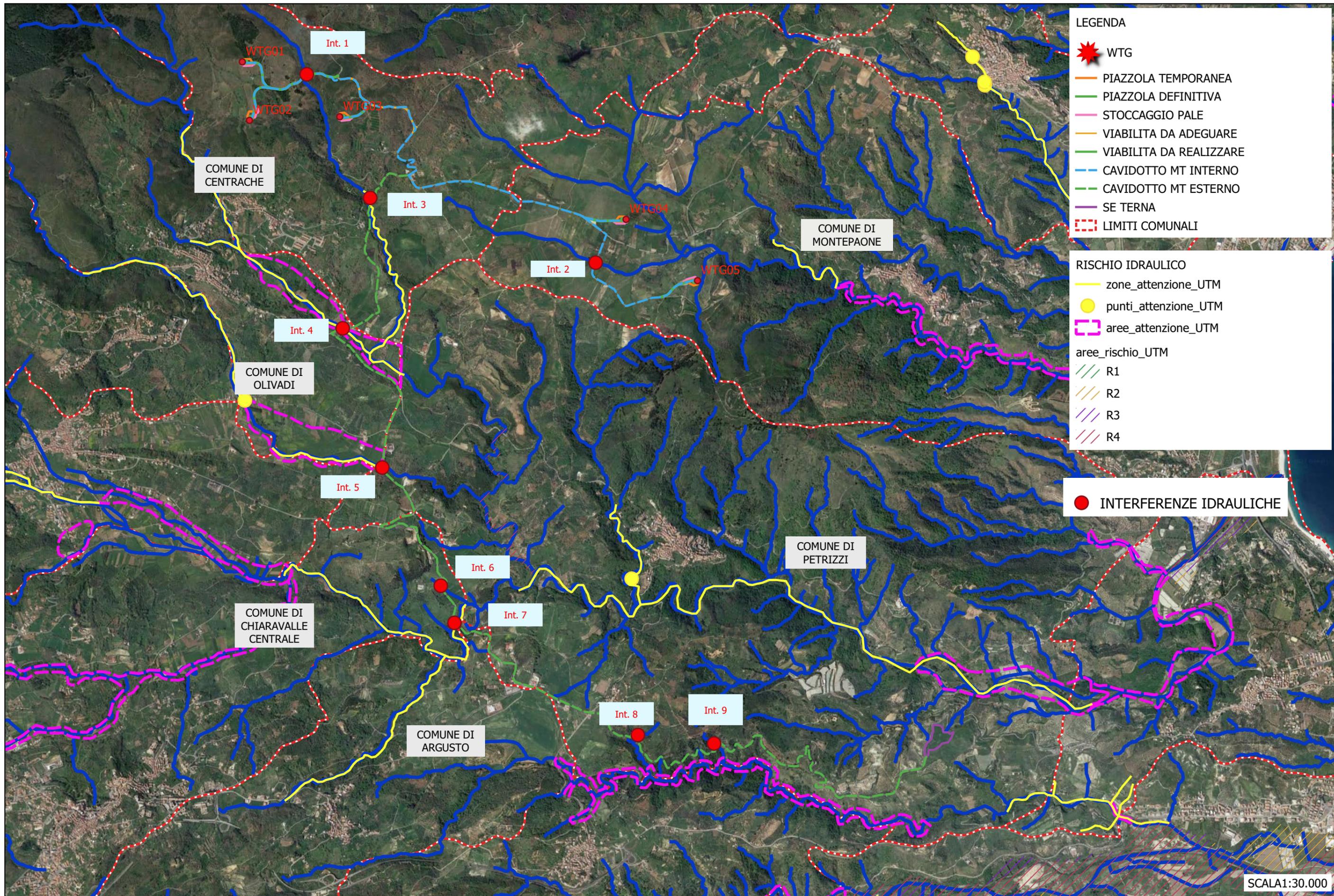


- LEGENDA**
- ★ WTG
  - PIAZZOLA TEMPORANEA
  - PIAZZOLA DEFINITIVA
  - STOCCAGGIO PALE
  - VIABILITA DA ADEGUARE
  - VIABILITA DA REALIZZARE
  - CAVIDOTTO MT INTERNO
  - CAVIDOTTO MT ESTERNO
  - SE TERNA
  - - - LIMITI COMUNALI
  - INTERFERENZE IDRAULICHE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROLOGICA**  
**IDROGEOMORFOLOGIA ex IGM 25.000**  
**INDIVIDUAZIONE AREE DI INTERVENTO**

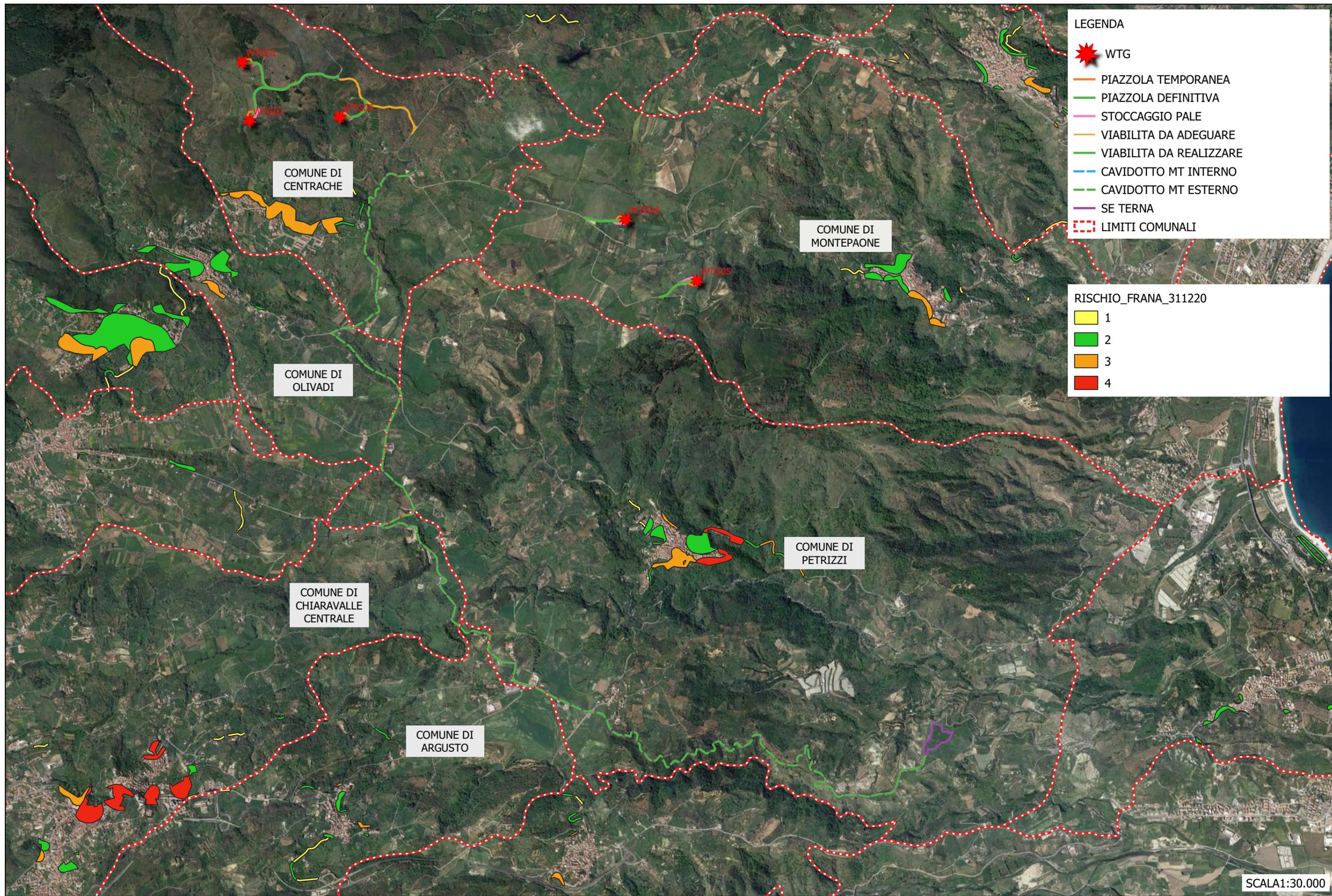
**TAV 02**



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROLOGICA**  
**PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio idraulico -**  
**INDIVIDUAZIONE AREE DI INTERVENTO ED INTERFERENZE**

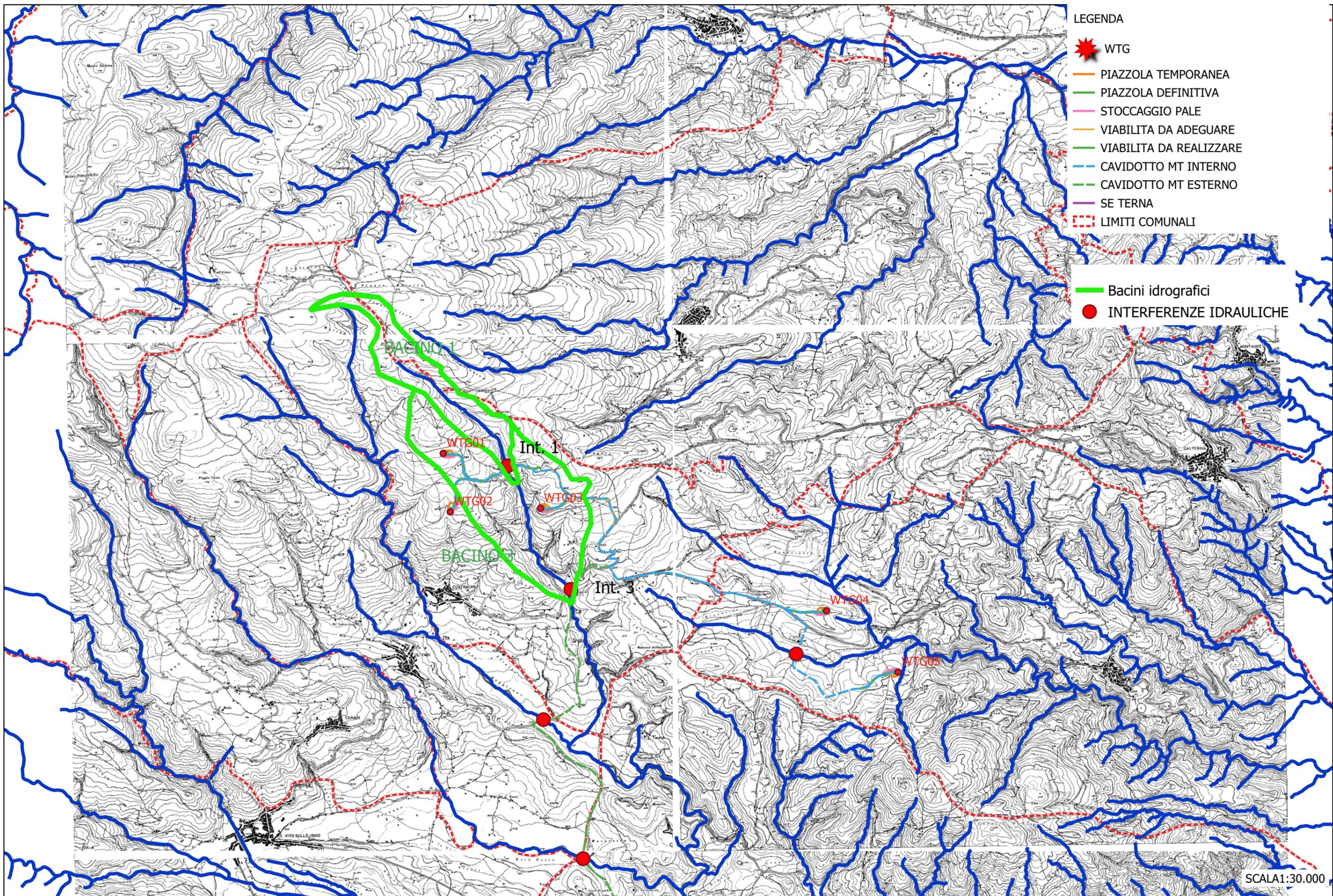
**TAV 03**



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROLOGICA**  
**PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio frane**  
**INDIVIDUAZIONE AREE DI INTERVENTO**

**TAV 04**



- LEGENDA**
- WTG
  - PIAZZOLA TEMPORANEA
  - PIAZZOLA DEFINITIVA
  - STOCCAGGIO PALE
  - VIABILITA DA ADEGUARE
  - VIABILITA DA REALIZZARE
  - CAVIDOTTO MT INTERNO
  - CAVIDOTTO MT ESTERNO
  - SE TERNA
  - LIMITI COMUNALI
  - Bacini idrografici
  - INTERFERENZE IDRAULICHE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROLOGICA**  
**IDROGEOMORFOLOGIA ex IGM 25.000**  
**BACINI IDROGRAFICI**

**TAV 05**

# TRACCIATO CAVIDOTTO SU STRADA ESISTENTE

## ASTA INT 3

Sez\_3.9

Sez\_3.8

Sez\_3.7

Sez\_3.6

Sez\_3.5

Sez\_3.4

Sez\_3.3

Sez\_3.2

Sez\_3.1

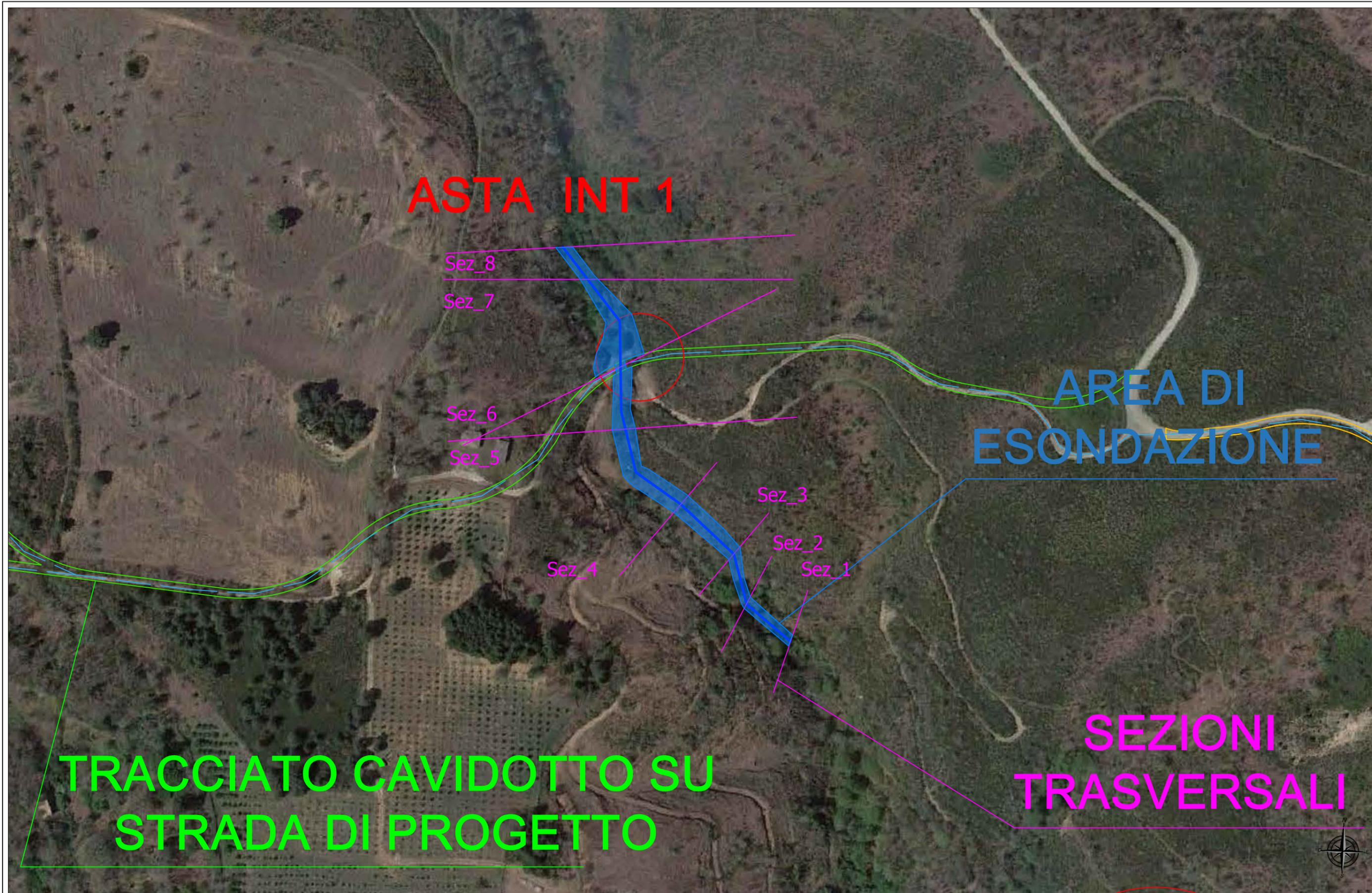
## AREA DI ESONDAZIONE

## SEZIONI TRASVERSALI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA  
Individuazione delle aree di esondazione con Tr 200 anni  
Fosso della Madonna della Lettera - ASTA 3 INTERFERENZA 3  
SCALA 1:2.000

TAV. 06

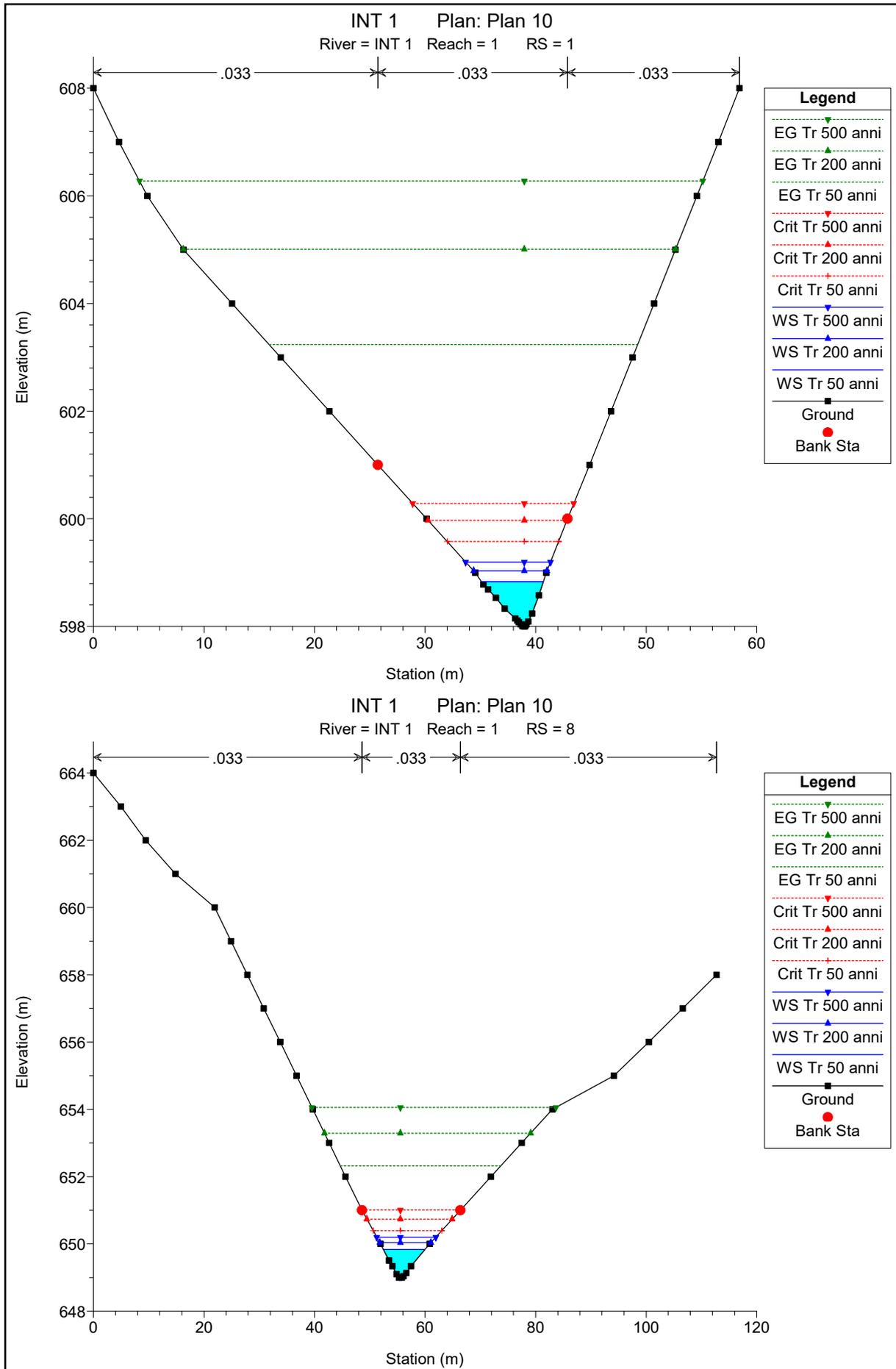


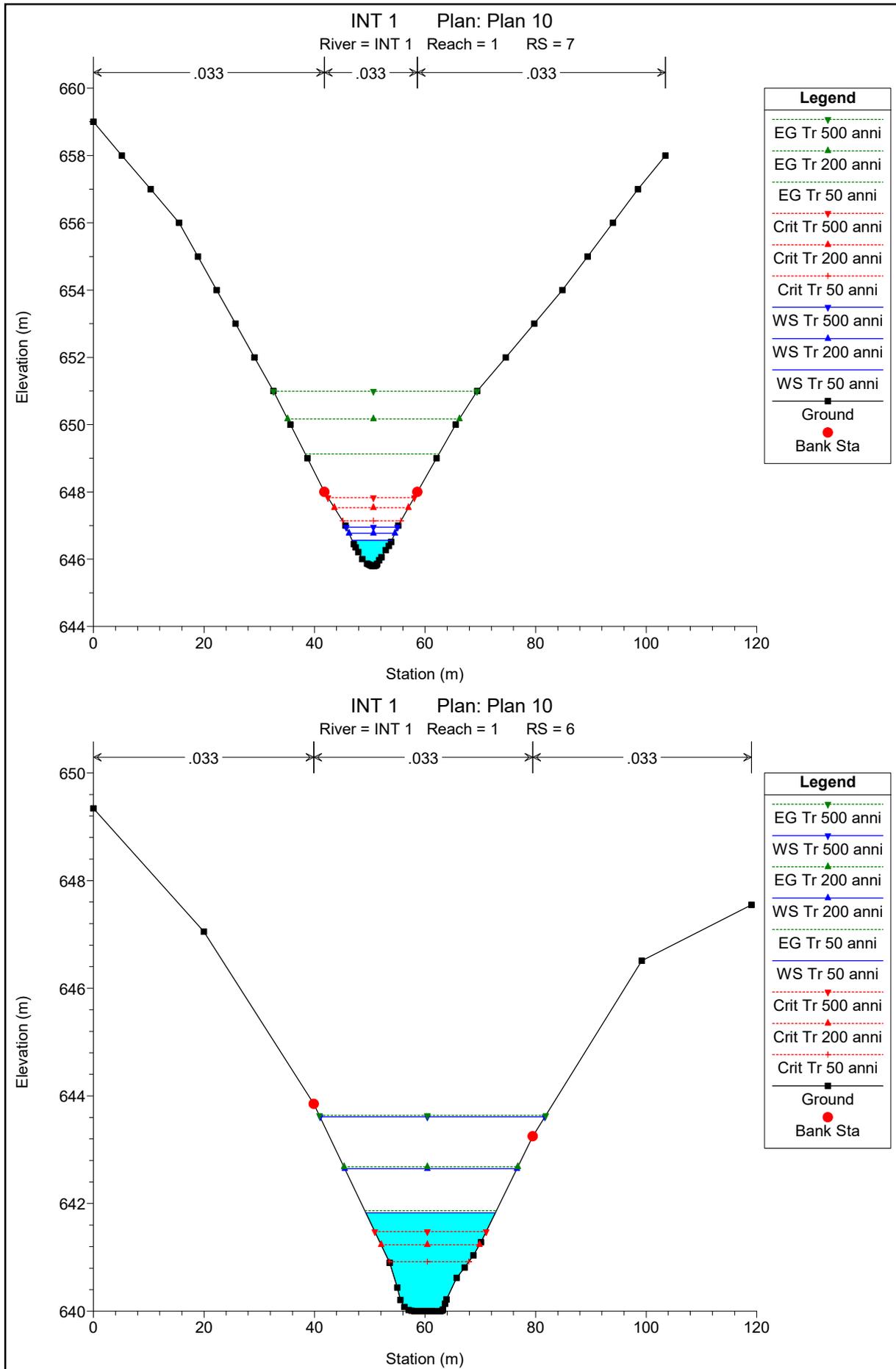
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERENZA COMPLESSIVA PARI A 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CENTRACHE E MONTEPAONE (CZ)

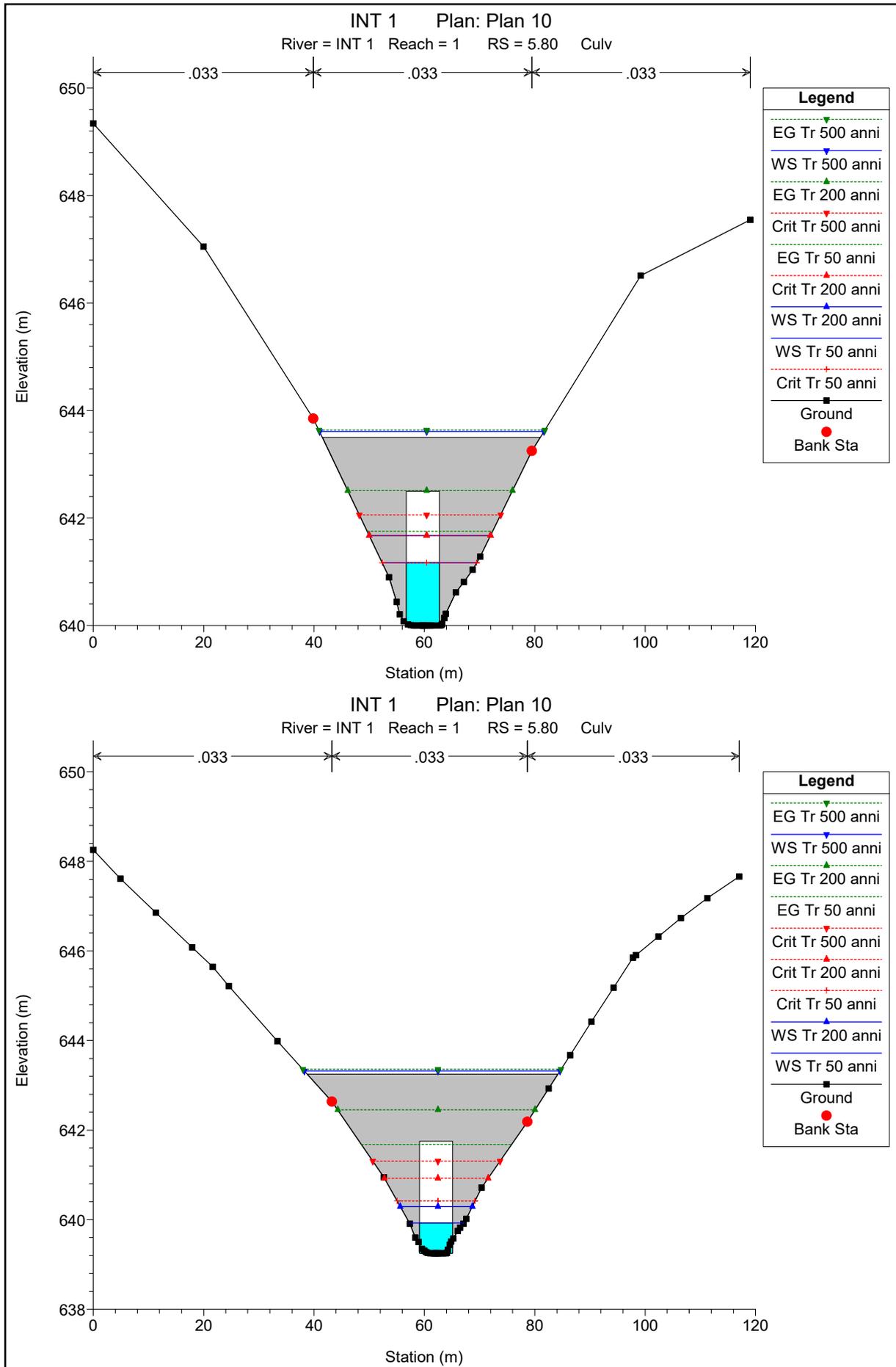
**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA**  
 Individuazione delle aree di esondazione con Tr 200 anni  
 Fosso della Madonna della Lettera - ASTA 1 INTERFERENZA 1  
 SCALA 1:1.000

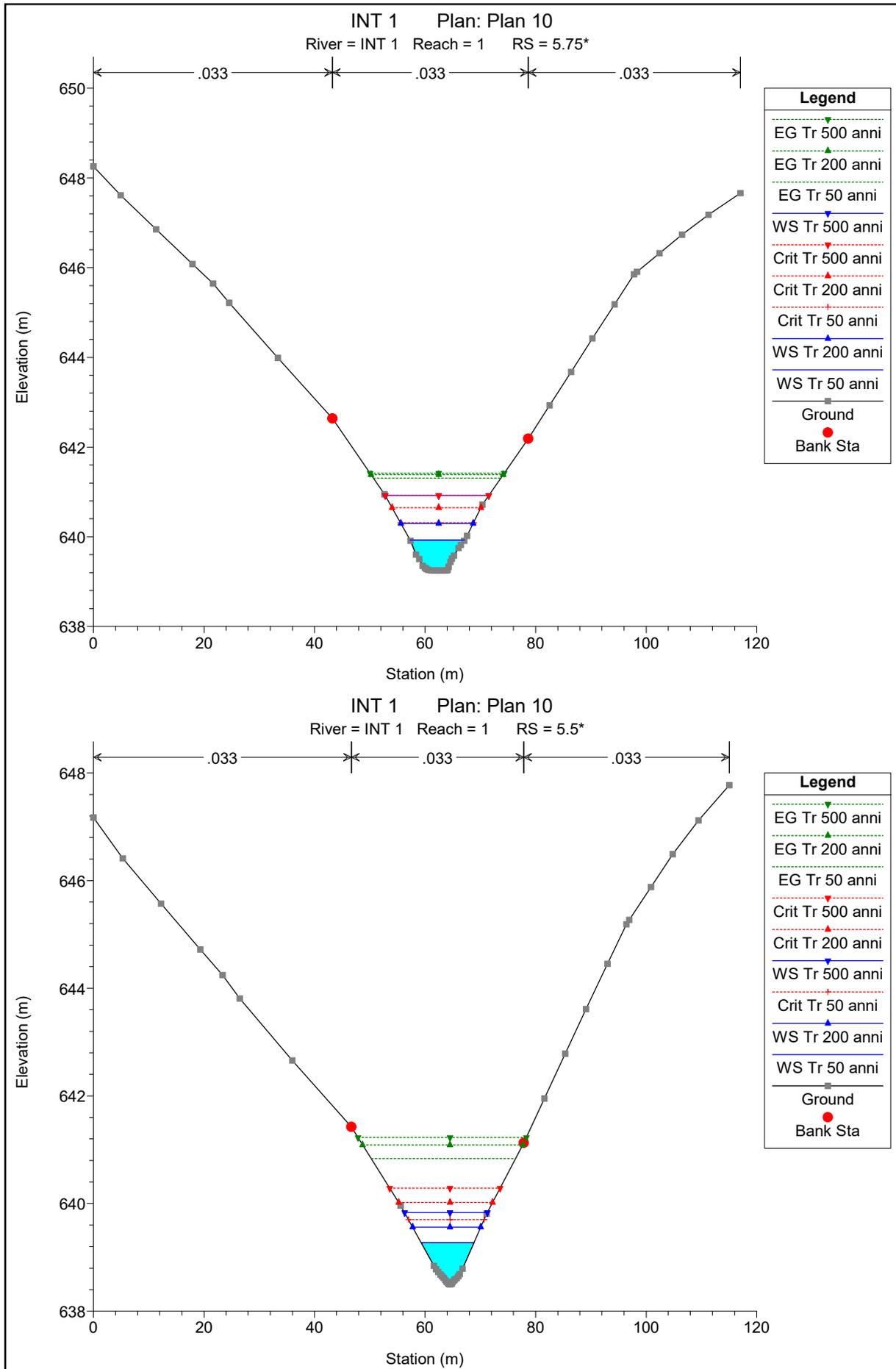
TAV. 07

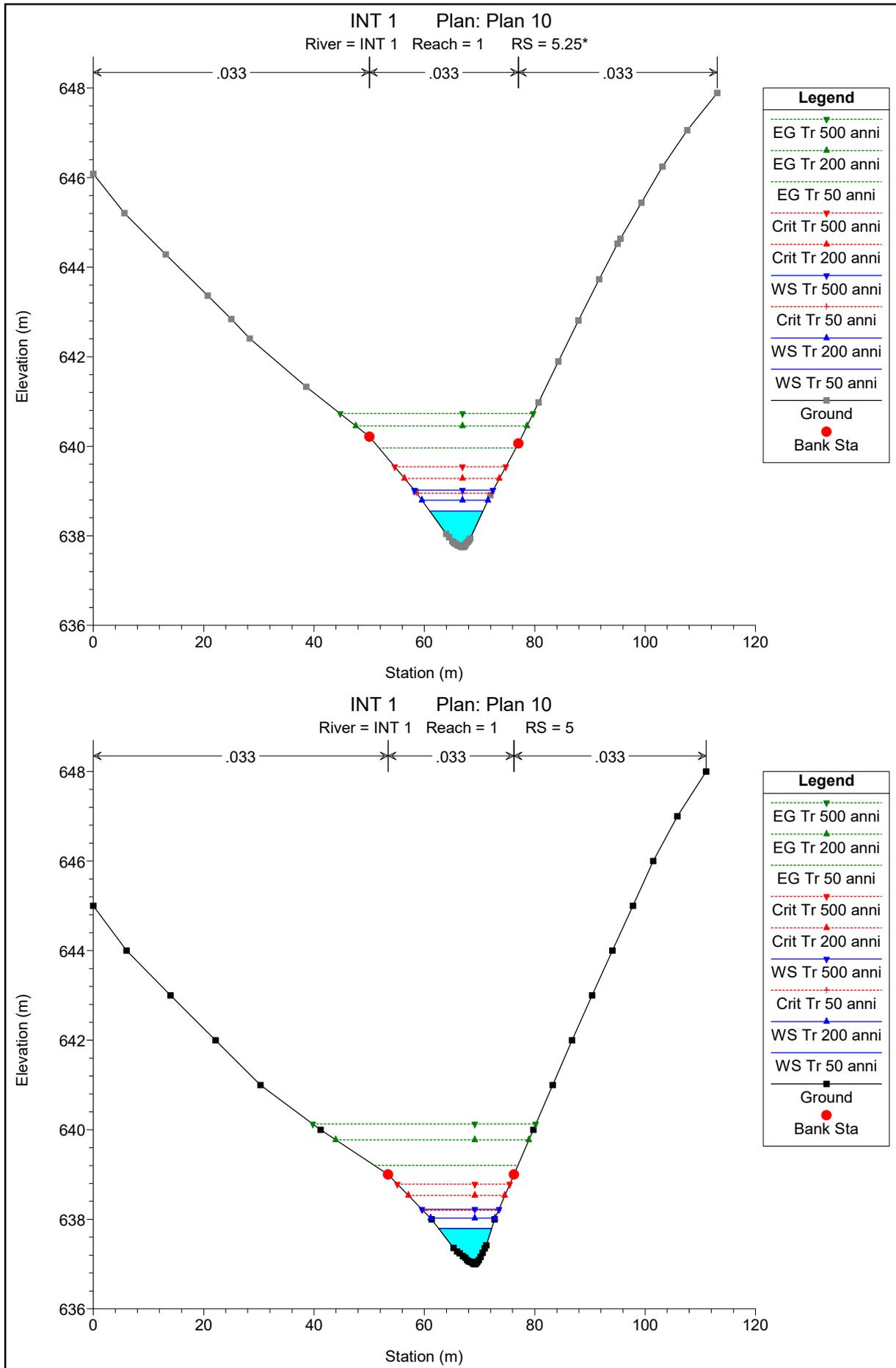
# QUADERNO SEZIONI INTERFERENZA 1







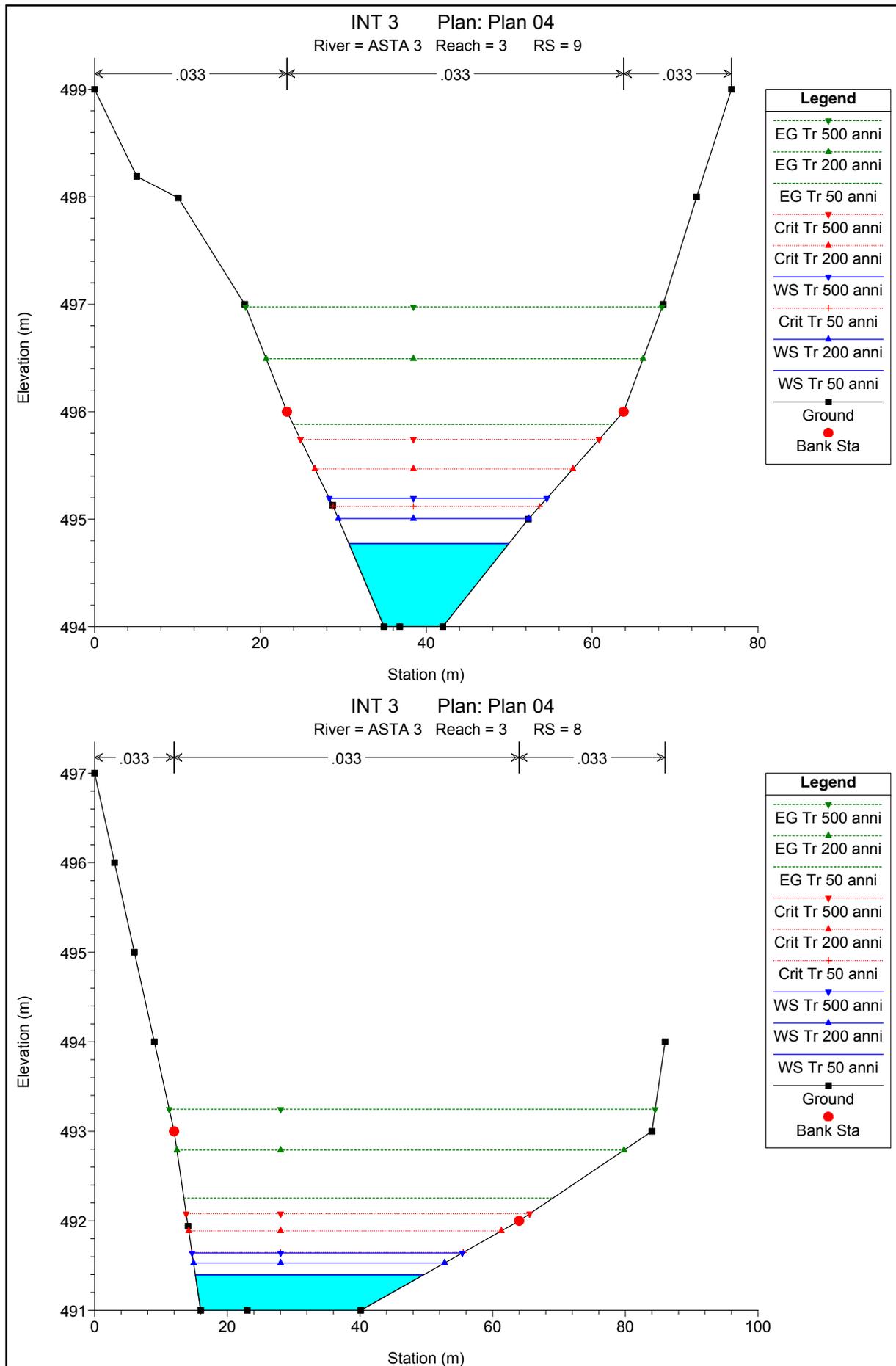


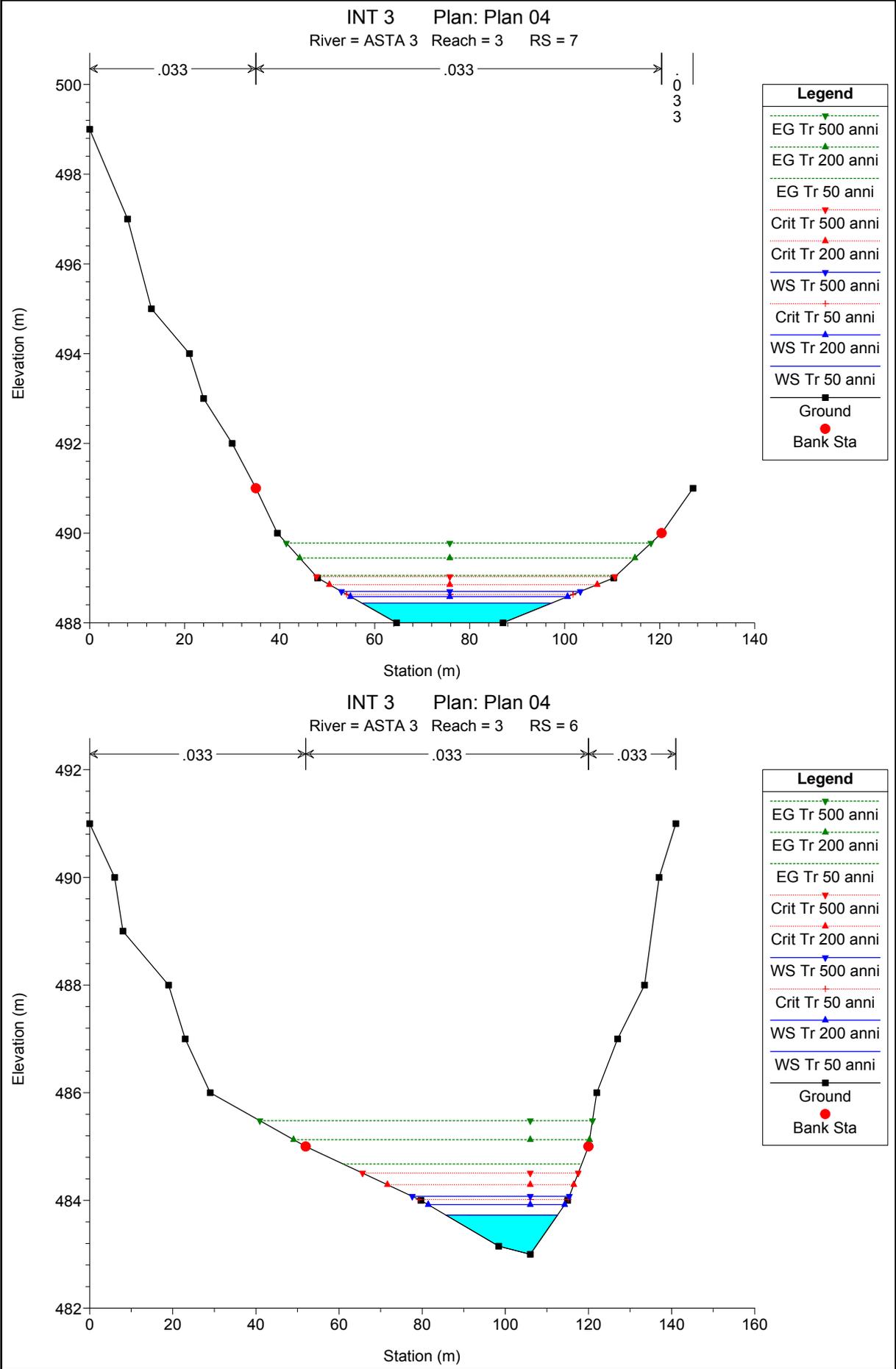


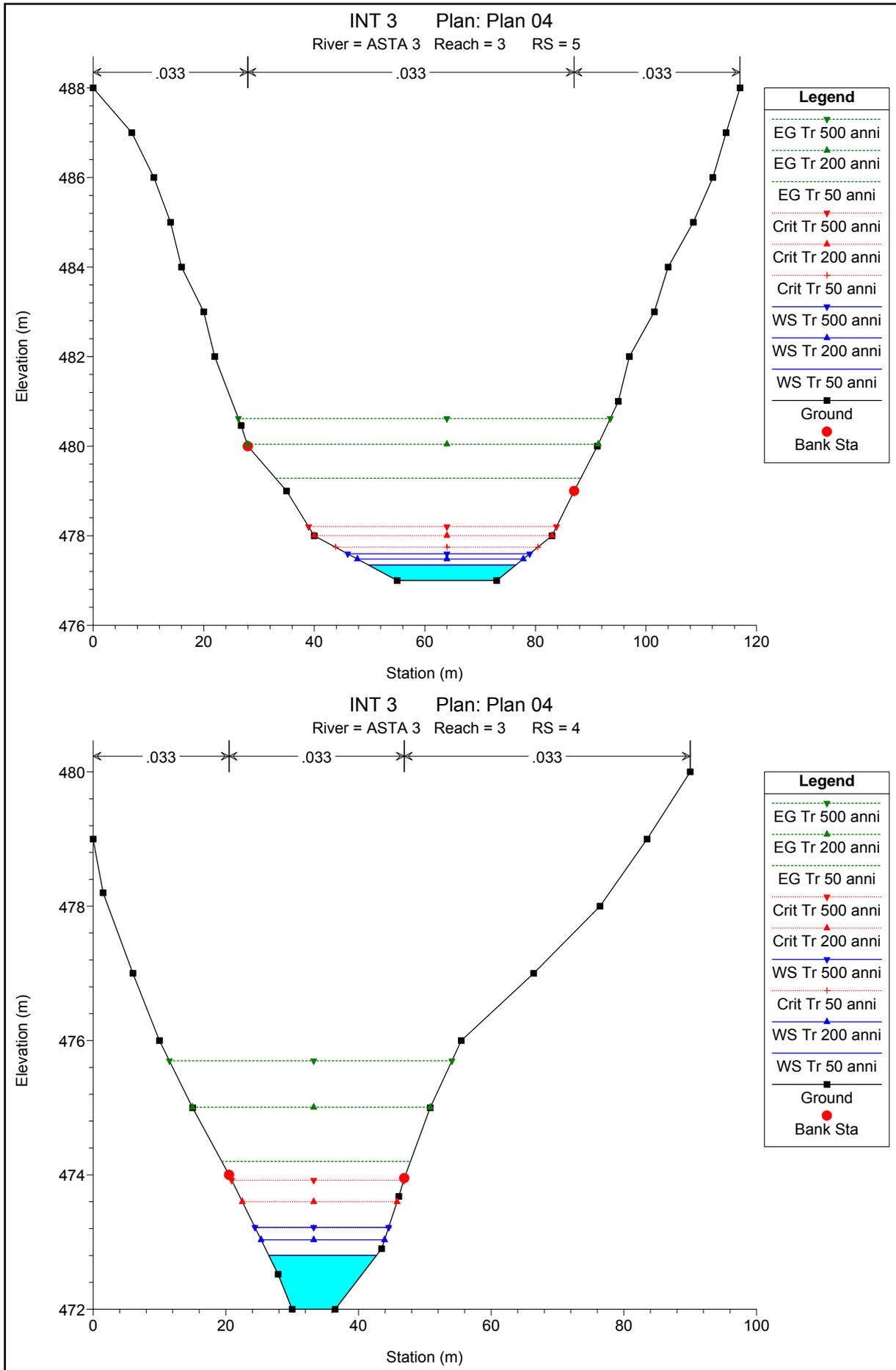


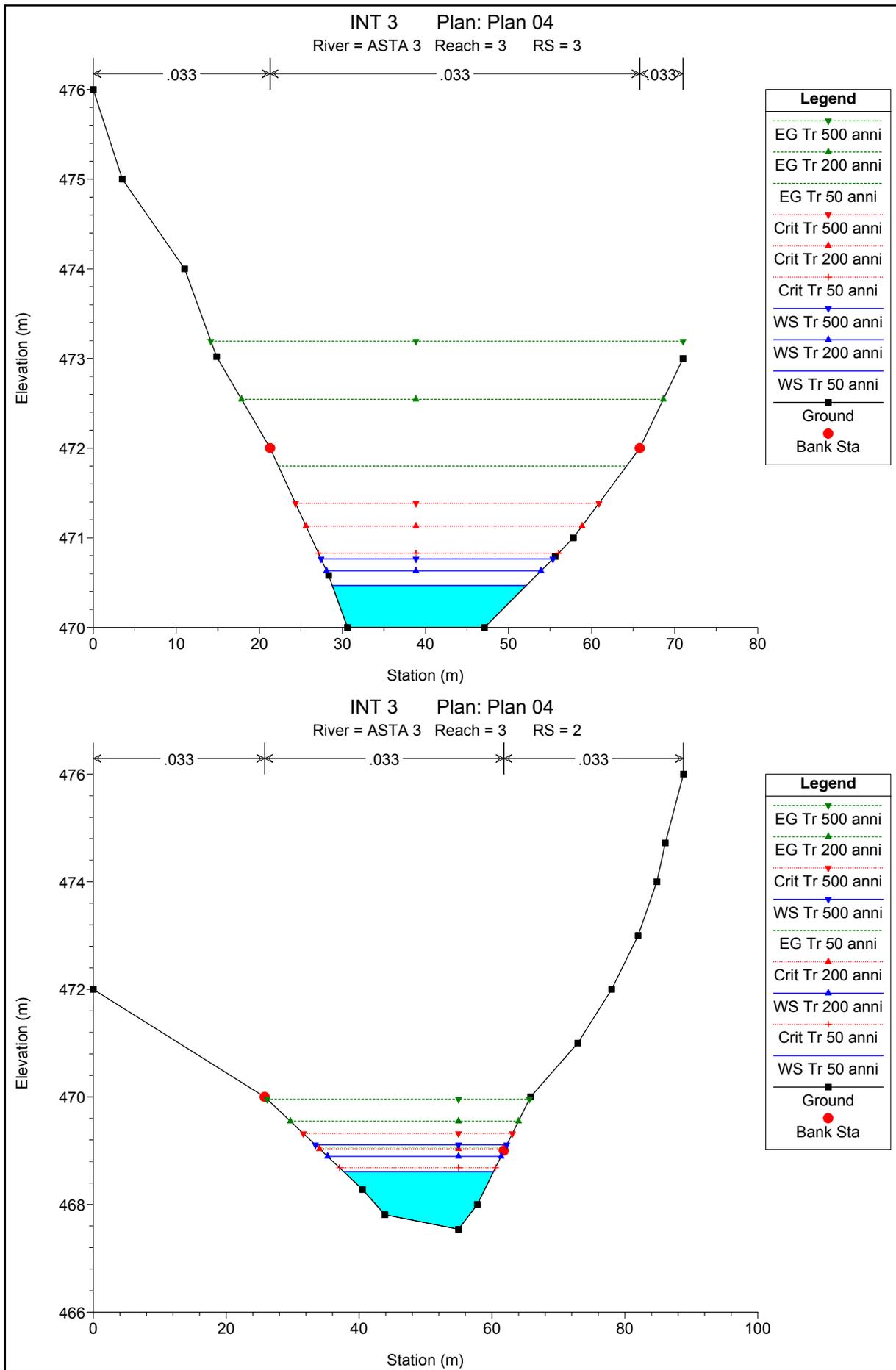


# QUADERNO SEZIONI INTERFERENZA 3

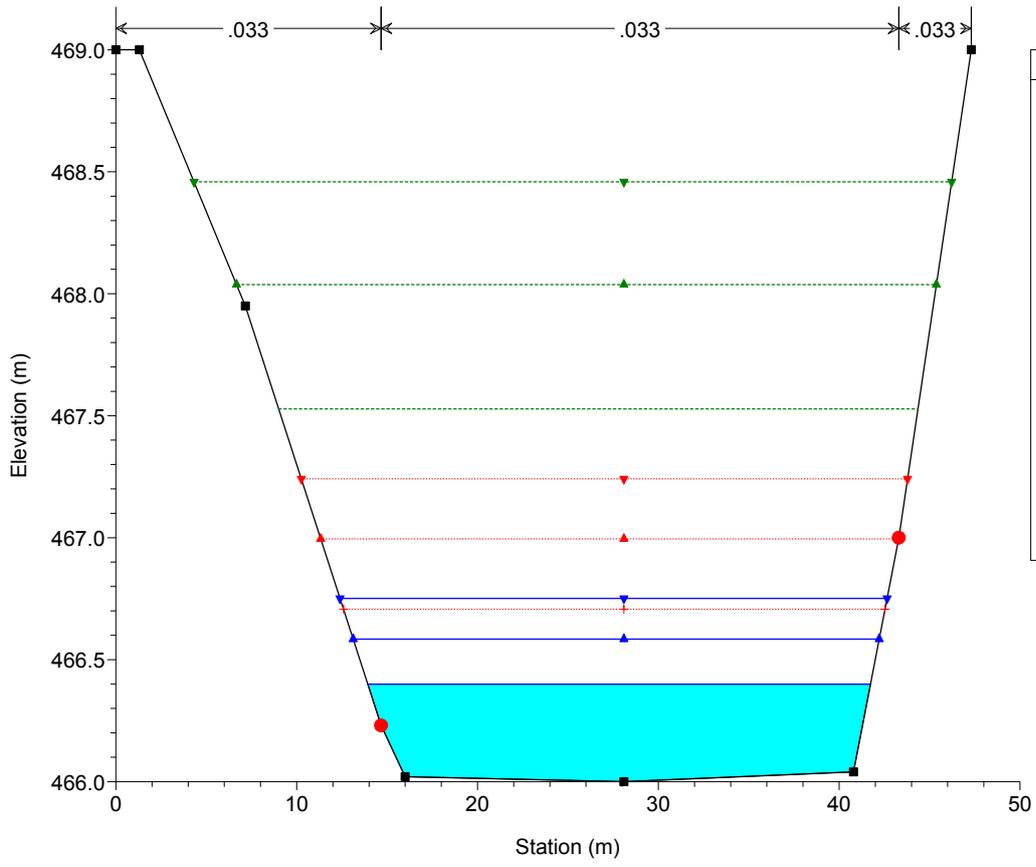








INT 3 Plan: Plan 04  
 River = ASTA 3 Reach = 3 RS = 1



Legend	
EG Tr 500 anni	Green dashed line with downward triangle
EG Tr 200 anni	Green dashed line with upward triangle
EG Tr 50 anni	Green dotted line with downward triangle
Crit Tr 500 anni	Red dotted line with downward triangle
Crit Tr 200 anni	Red dotted line with upward triangle
WS Tr 500 anni	Blue solid line with downward triangle
Crit Tr 50 anni	Blue dotted line with downward triangle
WS Tr 200 anni	Blue solid line with upward triangle
WS Tr 50 anni	Blue solid line with downward triangle
Ground	Black solid line with square marker
Bank Sta	Red solid line with circle marker