

Regione



Calabria

COMUNE DI TORRE DI RUGGIERO CHIARAVALLE CENTRALE



COMUNE DI PETRIZZI



Provincia di



Catanzaro

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI DA REALIZZARE NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO (CZ) E CHIARAVALLE CENTRALE (CZ) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. RICADENTI NEL COMUNE DI PETRIZZI (CZ).

RELAZIONE IDRAULICA

ELABORATO

A.3

PROPONENTE:



SKI W A1 s.r.l.
via Caradosso n.9
Milano 20123
P.Iva 12655730963

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	APR 2023	B.B.	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto Definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE CALABRIA	8
4. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE	15
5. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI	21
4.1 Inquadramento geologico	24
4.2 Uso del suolo	26
6. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI	27
7. ANALISI IDRAULICA	29
8. MODELLAZIONE IDRAULICA	33
MODELLAZIONE	34
9. CONCLUSIONI	41
ALLEGATI	43

1. PREMESSA

La presente Relazione Idraulica analizza la Compatibilità Idrologica ed Idraulica ed è stata redatta nell'ambito di un progetto di un **parco eolico di potenza complessiva pari a 72 MW da realizzare nei comuni di Torre di Ruggiero (CZ) e Chiaravalle Centrale (CZ) e relative opere di connessione ricadenti nel comune di Petrizzi (CZ).**

In particolare, il progetto è costituito da:

- **n° 10 aerogeneratori della potenza massima di 7,2 MW** (denominati "WTG 1-10") e delle rispettive piazzole di collegamento;
- tracciato dei cavidotti di collegamento (tra gli aerogeneratori e la cabina di raccolta MT e tra la cabina MT e la sottostazione elettrica di trasformazione utente MT-AT);
- ampliamento ed adeguamento definitivo della viabilità di accesso;
- nuova Stazione Elettrica Utente 36/30kV;
- collegamento in antenna a 36 kV su una Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN a 150/36 kV "Soverato".

La società proponente è la **SKI W A1 S.r.l.**, con sede legale in Via Caradosso n. 9 – 20123 Milano.

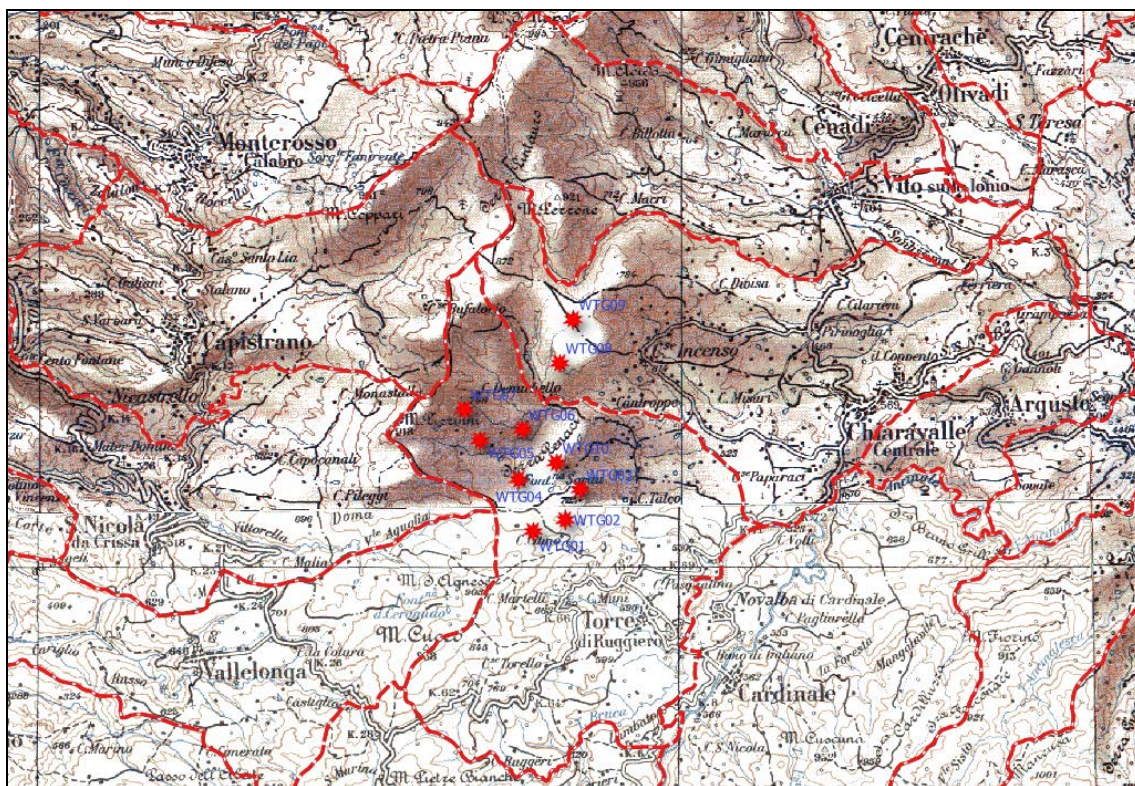


Figura 1 Inquadramento intervento di area vasta

Il sito di intervento è situato a circa 1,2 km a nord del centro abitato di Torre di Ruggiero e a circa 3,8 km da centro abitato del comune di Chiaravalle Centrale, mentre le opere di connessione saranno realizzate nel comune di Petrizzi.

Le turbine sono raggiungibili dalla viabilità locale che si innesta sulla SS182 e sulla SP154.

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.

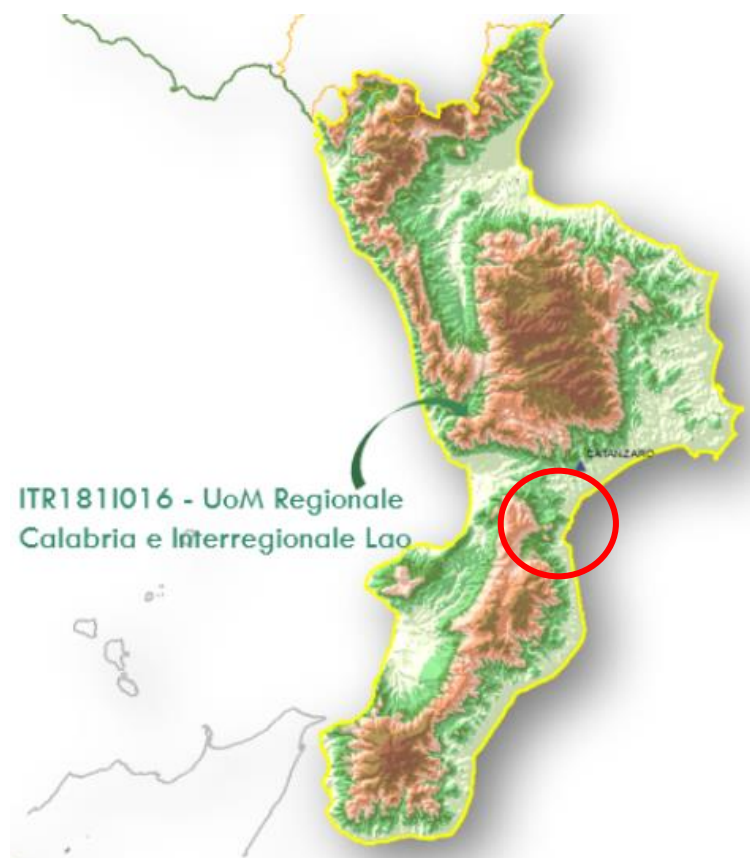


Figura 2 Limite amministrativo della Autorità Interregionale di Bacino della Calabria con indicazione dell'area di impianto cerchiata in rosso

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in oggetto è finalizzato alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione da fonte eolica costituito da 10 turbine aventi potenza complessiva pari a 72 MW da realizzare nei comuni di **Torre di Ruggiero (CZ) e Chiaravalle Centrale (CZ) e relative opere di connessione ricadenti nel comune di Petrizzi (CZ).**

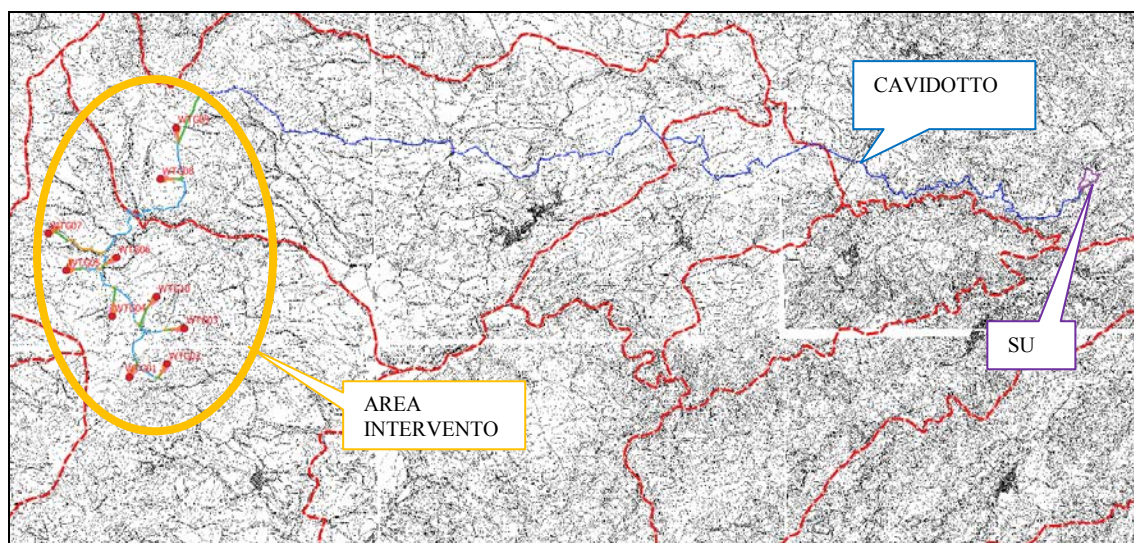


Figura 3 Area di intervento su base CTR

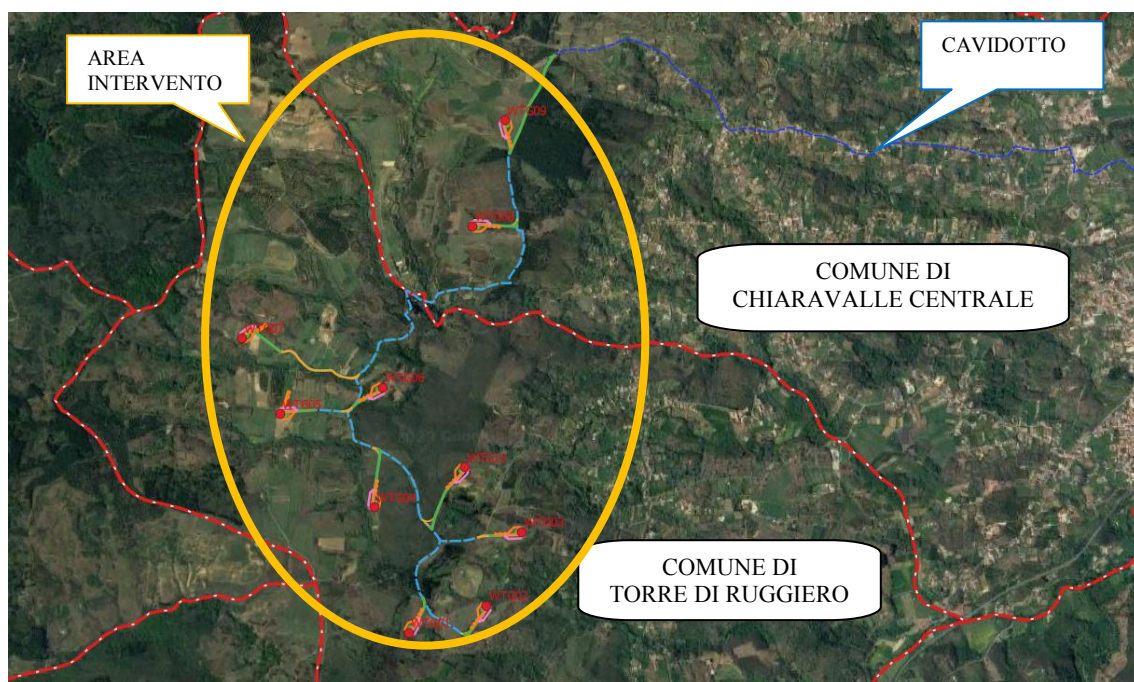


Figura 4 Area di intervento: dettaglio layout di progetto su ortofoto

Il progetto in esame prevede l'ubicazione del parco eolico all'interno dei limiti amministrativi del comune di Torre di Ruggiero e Chiaravalle Centrale. Gli aerogeneratori, collegati in gruppi, mediante cavidotto a 30kV interrato **convoglieranno l'energia elettrica** prodotta alla cabina elettrica di trasformazione 36/30 kV utente da ubicarsi nel territorio comunale di Petrizzi.

Il cavidotto 30kV lungo il suo percorso verso la cabina di trasformazione interesserà i territori comunali di:

- Torre di Ruggiero
- Chiaravalle Centrale
- Argusto
- Petrizzi.

Le coordinate geografiche nel sistema di coordinate geografiche (lat, long fuso 33) e le relative quote altimetriche ove sono posizionati gli aerogeneratori sono le seguenti:

NR	Latitudine N	Longitudine E
WTG01	38°39'50.33"	16°21'8.76"
WTG02	38°39'55.77"	16°21'29.64"
WTG03	38°40'11.00"	16°21'39.44"
WTG04	38°40'24.70"	16°21'24.39"
WTG05	38°40'16.61"	16°21'0.03"
WTG06	38°40'36.40"	16°20'35.28"
WTG07	38°40'52.40"	16°20'25.53"
WTG08	38°40'41.69"	16°21'2.86"
WTG09	38°41'37.10"	16°21'36.44"
WTG10	38°41'15.14"	16°21'27.41"

Figura 2-1: Coordinate geografiche fuso 33 degli aerogeneratori

Il sito interessato alla realizzazione del parco eolico si colloca in un territorio caratterizzato da lievi ondulazioni, tra diverse diramazioni del reticolo idrografico, a quote variabili tra i 740 e i 800 m s.l.m.. Si tratta generalmente di aree libere da vegetazione arborea, caratterizzate principalmente da seminativi, orti e castagneti da frutto.

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.

3. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' 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 perimetrate mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi **R4 (molto elevato), R3 (elevato), R2 (medio), R1 (basso)**;
- 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**.

Nelle cartografie seguenti si riportano le sovrapposizioni tra il layout delle opere in progetto con le perimetrazioni delle aree a rischio frana e a rischio idraulico disponibili sul sito web ufficiale del Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (<https://www.distrettoappenninomeridionale.it/>).

Per quanto concerne il rischio idraulico né l'area di installazione delle turbine (fondazioni e piazzole), né la viabilità di accesso interessano aree a rischio idraulico, il cavidotto di connessione presenta invece due interferenze con *aree e zone d'attenzione per pericolo d'inondazione ed una a rischio frana*.

Le interferenze INT 7 e 11 del cavidotto – ubicato su strada – ed il reticolo sono ricomprese nelle aree di Attenzione definite dal PAI e saranno risolte con opere di staffaggio sul lato di valle degli attraversamenti esistenti; nessuna modifica verrà pertanto apportata alle condizioni attuali. Le condizioni di sicurezza e stabilità rimarranno inalterate.

Inoltre l'interferenza INT 7 è anche perimetrata dal PAI come area a RISCHIO FRANA R2 e per quanto già precisato l'intervento è compatibile con quanto previsto dal PAI.

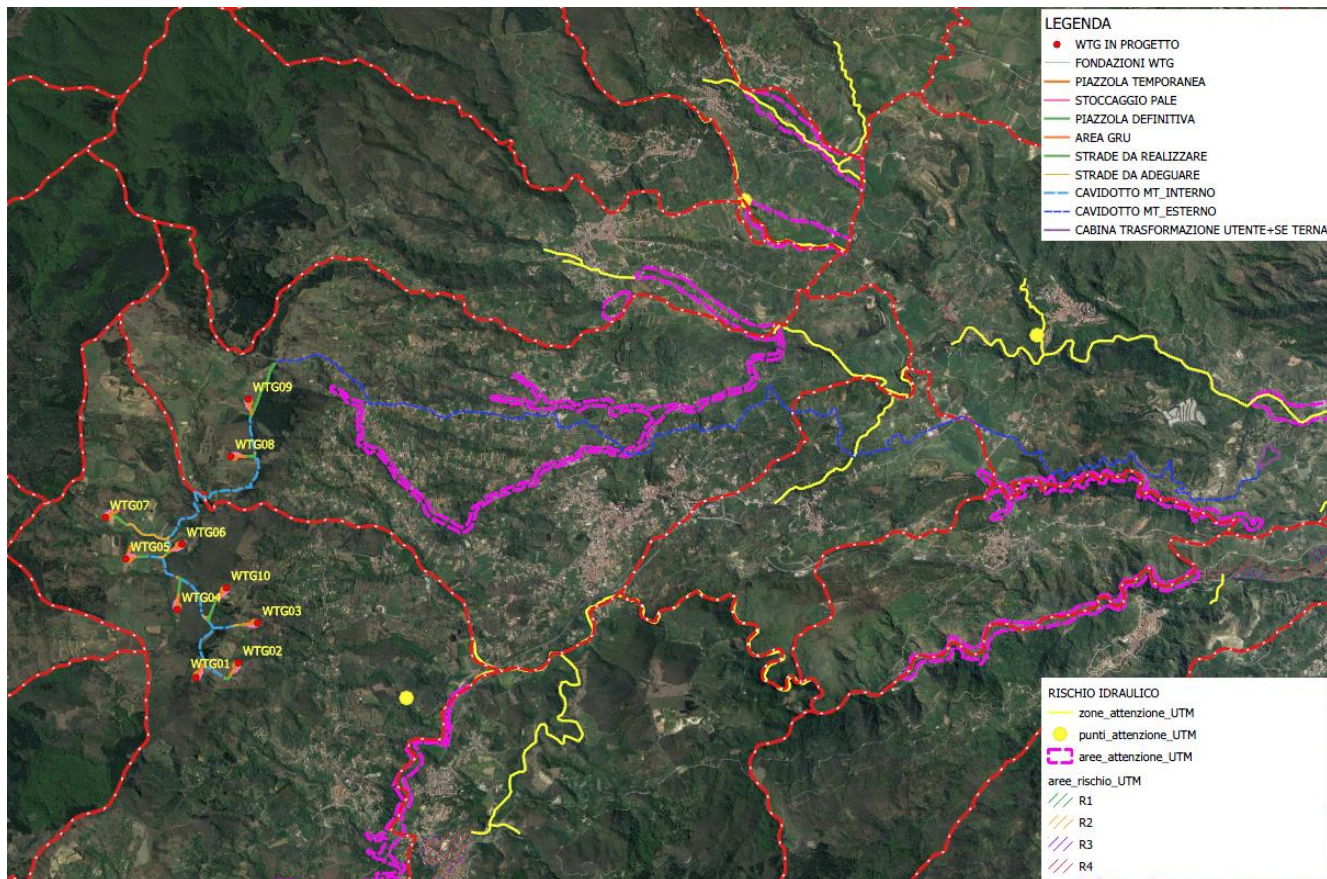


Figura 5 Piano Di Assetto Idrogeologico - Rischio idraulico

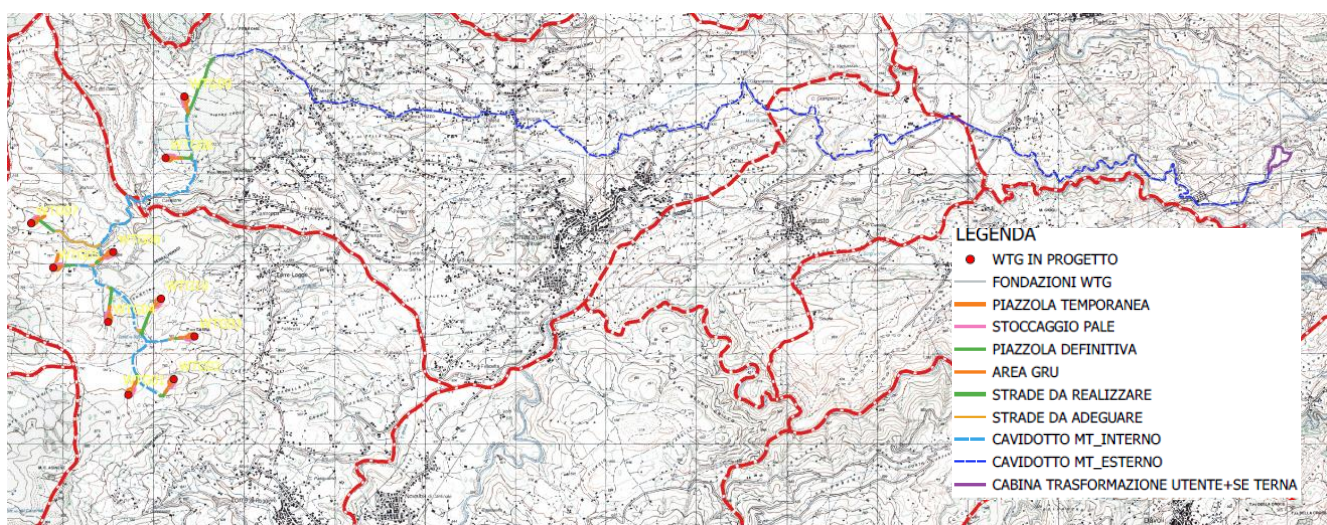


Figura 6 IDROGEOMORFOLOGIA ex IGM 25.000

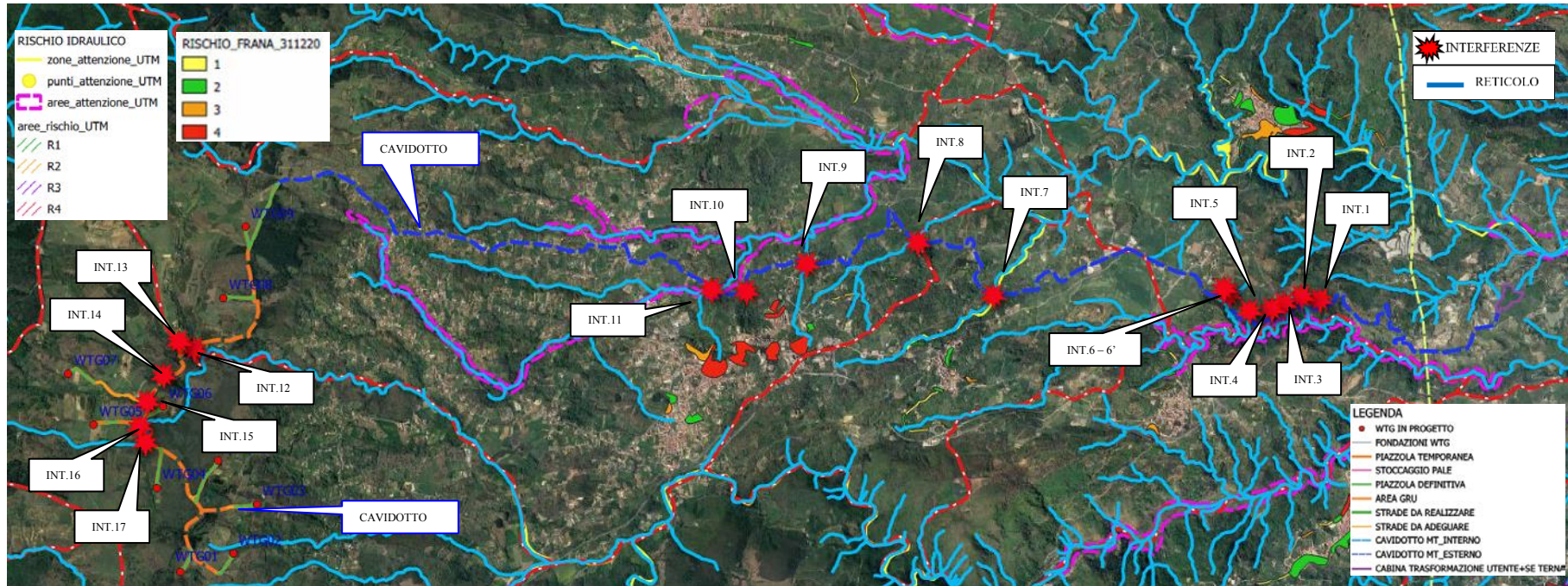


Figura 7 Individuazione delle interferenze con reticolo e aste IGM – rischio idraulico – rischio frana

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROLOGICA

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 10 turbine da realizzare nei comuni di Torre di Ruggiero (CZ) e Chiaravalle Centrale (CZ) e relative opere di connessione ricadenti nel comune di Petrizzi (CZ)

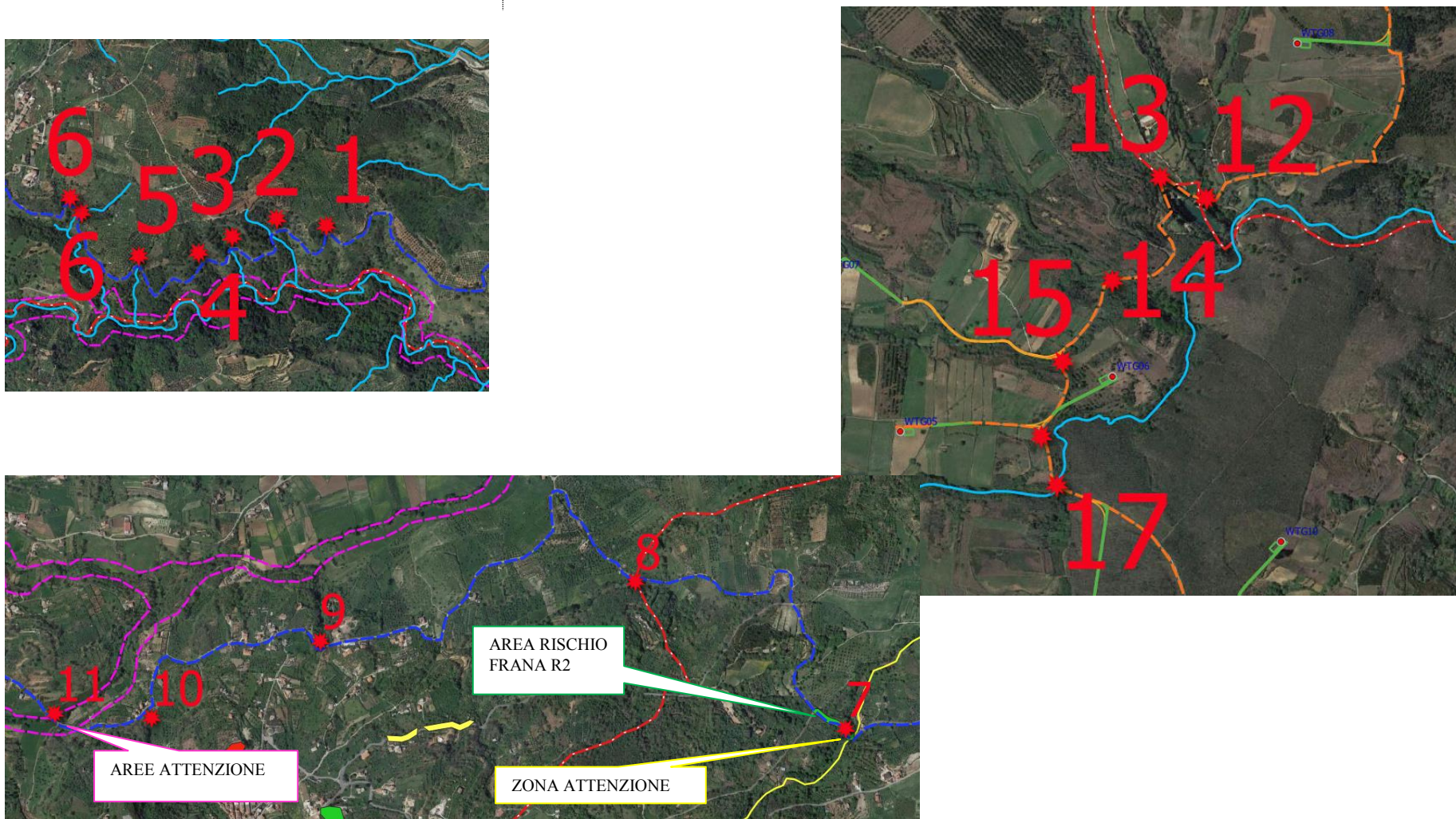


Figura 8 particolari-individuazione delle interferenze con reticolo e aste IGM

Dall'analisi della cartografia ufficiale emerge che le turbine WTG 02-04-06 e 07 sono ubicate nelle vicinanze di reticoli superficiali e pertanto si procederà con la modellazione idraulica di detti corsi al fine di valutare quali siano le aree di esondazione al transito della piena duecentennale e verificare che le opere in progetto siano in sicurezza idraulica e che al contempo non alterino le condizioni di sicurezza idraulica esistenti.

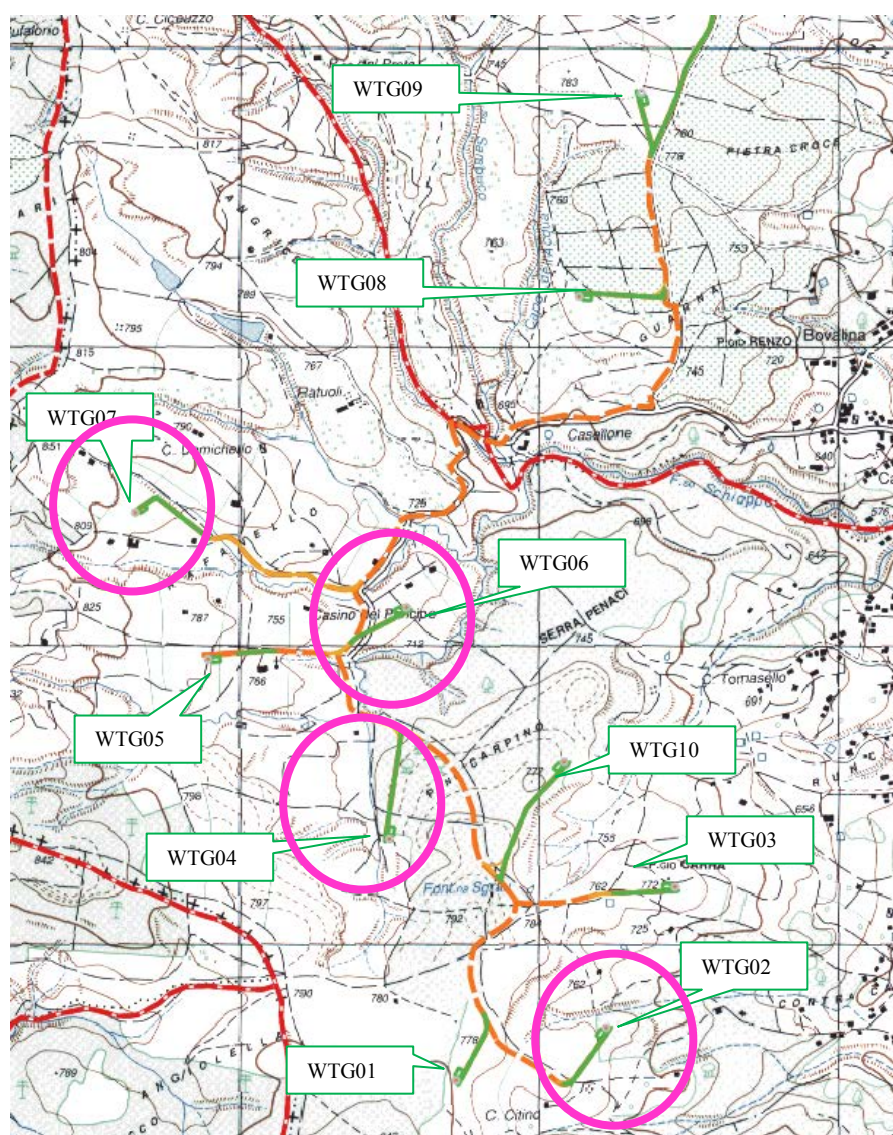


Figura 9 Planimetria impianto con indicazione (in magenta) delle aree ubicate nelle vicinanze delle aste superficiali oggetto di modellazione

Gli attraversamenti in funzione della specificità dei luoghi saranno in parte risolti con opere di staffaggio sul lato di valle delle opere stradali esistenti, in parte con scavo e rinterro su strada esistente e con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata - T.O.C. **Tutte le soluzioni**

individuare sono atte ad evitare interferenze sul regime idraulico e a limitare l'impatto ambientale.

E' 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.*

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 della curva di possibilità climtica 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 cavidotto, necessario alla realizzazione della connessione elettrica dell'impianto, nei tratti interferenti con il reticolo idrografico presente sul territorio.

N°	NOME-DESCRIZIONE	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.	
1	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - tombino (dato: IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE	
2	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - tombino (dato: reticolo +IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE	
3	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - tombino (dato: reticolo +IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE	
4	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - attraversamento a raso			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE	
5	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - attraversamento a raso (dato: IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE	

N°	NOME-DESCRIZIONE	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.
6.1	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - attraversamento (dato: reticolo)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE
6.2	Intersezione strada con testa corso d'acqua episodico - attraversamento (dato: IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE
7	Intersezione strada con corso d'acqua Fosso Pantano - su opera di attraversamento (dato: reticolo + IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE
8	Intersezione strada in rilevato su corso d'acqua (dato: reticolo + IGM)			TOC
9	Intersezione strada in rilevato su corso d'acqua (dato: reticolo + IGM)			TOC
10	Intersezione strada con corso d'acqua episodico (dato: IGM)			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE

N°	NOME-DESCRIZIONE	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.
11	Intersezione strada con corso d'acqua su opera di attraversamento (dato: reticolo +IGM)			STAFFAGGIO SU OPERA ATTRAVERSAMENTO LATO VALLE
12	Intersezione strada con corso d'acqua (dato: IGM)			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE
13	Intersezione strada con corso d'acqua (dato: IGM)			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE
14	Intersezione strada con corso d'acqua (dato: IGM)			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE
15	Intersezione strada con corso d'acqua			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE
16	Intersezione strada con corso d'acqua (dato: IGM)			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE
17	Intersezione strada con corso d'acqua (dato: IGM + reticolo)			SCAVO E RINTERRO SU STRADA ESISTENTE

Come illustrato, lungo il percorso del cavidotto sono state individuate n.18 intersezioni (con il reticolo superficiale e/o con il reticolo riportato su cartografia IGM), indicate nel presente studio con la sigla INT. ed un numero crescente in direzione punto di consegna – impianto, dalla 1 alla 6.1, 6.2 sino alla 17; in tutti i casi si adotteranno soluzioni tali da evitare ripercussioni sul regime idraulico e contestualmente atte a **limitare l'impatto ambientale**.

- Le INT 1-2-3-5-6.1-6.2-7-11 saranno risolte con opere di staffaggio sul lato di valle degli attraversamenti esistenti; Le INT 11 e 7 sono ricomprese nelle aree di Attenzione definite dal PAI;
- Le INT 4-10-12-13-14-15-16-17 saranno risolte con scavo e rinterro su sede stradale;
- per le restanti interferenze INT 8-9 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.)**.



Figura 10 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.



Figura 11 Schema della fase di realizzazione del foro pilota

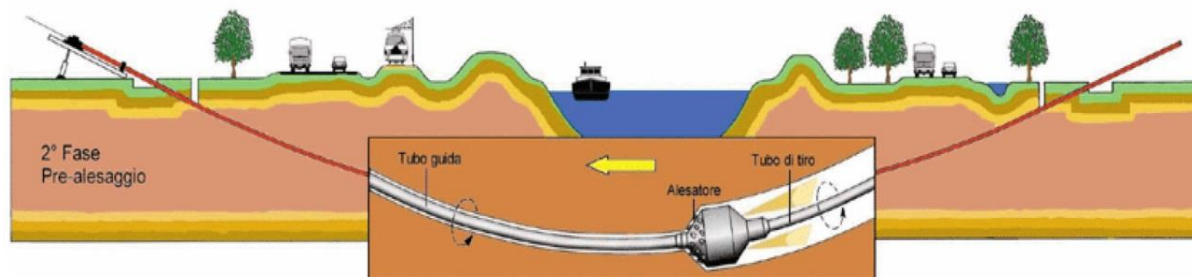


Figura 12 Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo.

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 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, garantendo la continuità dei rivestimenti.

5. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI

Per le modellazioni che seguiranno sono stati individuati cinque bacini idrografici:

- BACINO WTG02
- BACINO WTG04
- BACINO WTG06 dx
- BACINO WTG06 sx
- BACINO WTG07

al fine di individuare le aree di esondazione delle relative aste di studio.

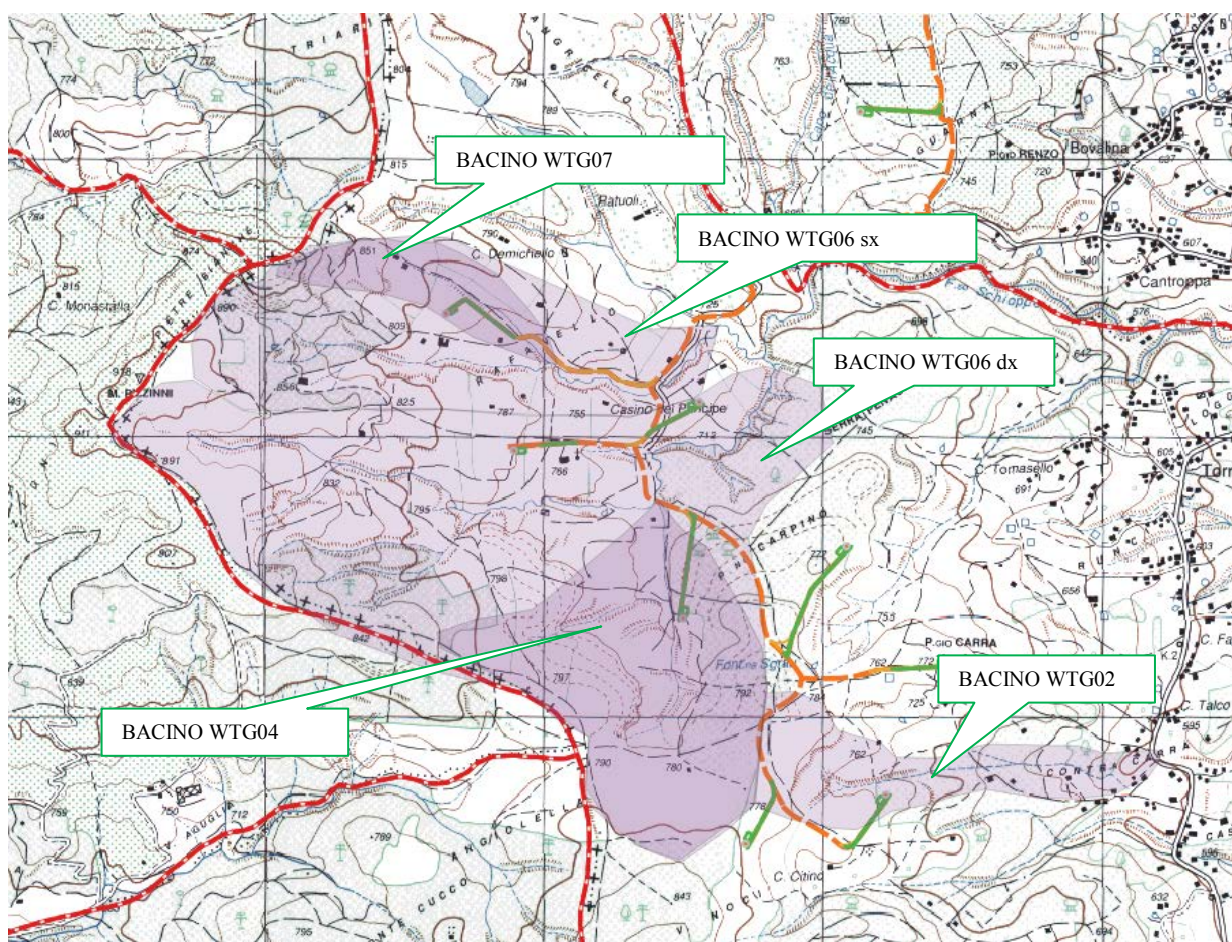


Figura 13 Inquadramento dei bacini idrografici su IGM

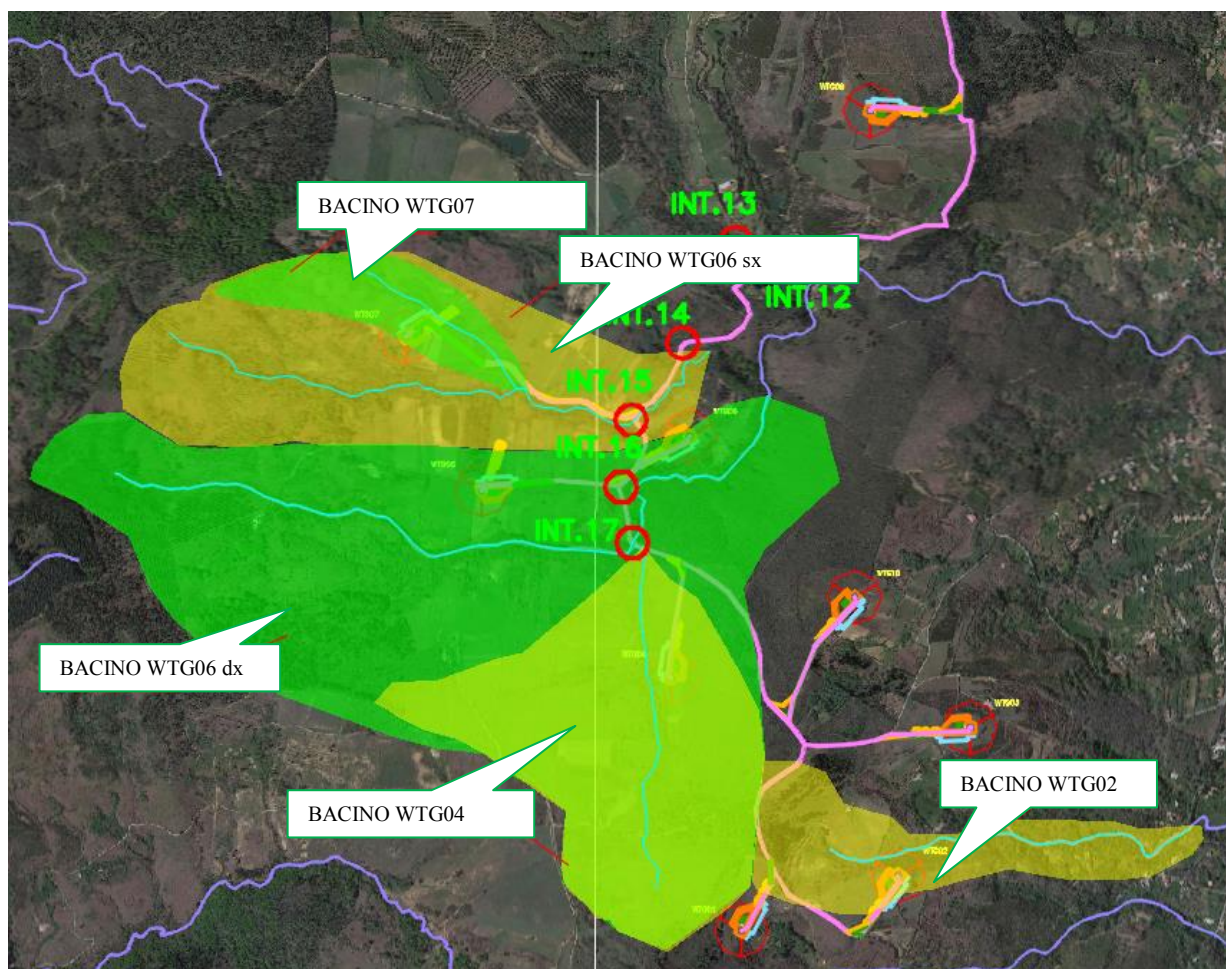


Figura 14 Inquadramento dei bacini idrografici su Ortofoto

Di seguito i parametri geomorfologici caratteristici dei bacini idrografico tabellati

BACINO WTG02		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.66
H massima del bacino	[m]	912
H minima del bacino	[m]	750
H monte dell'asta princ.	[m]	810
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.19
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.13

BACINO WTG04		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	1.15
H massima del bacino	[m]	830
H minima del bacino	[m]	734
H monte dell'asta princ.	[m]	790
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.79
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.05

BACINO WTG06 dx		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	<i>[Km]</i>	2.6
<i>H massima del bacino</i>	<i>[m]</i>	890
<i>H minima del bacino</i>	<i>[m]</i>	698
<i>H monte dell'asta princ.</i>	<i>[m]</i>	875
<i>Superficie del Bacino</i>	<i>[Kmq]</i>	2.30
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	<i>[m/m]</i>	0.07

BACINO WTG06 sx		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	<i>[Km]</i>	2.00
<i>H massima del bacino</i>	<i>[m]</i>	885
<i>H minima del bacino</i>	<i>[m]</i>	717
<i>H monte dell'asta princ.</i>	<i>[m]</i>	860
<i>Superficie del Bacino</i>	<i>[Kmq]</i>	0.88
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	<i>[m/m]</i>	0.07

BACINO WTG07		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	<i>[Km]</i>	0.66
<i>H massima del bacino</i>	<i>[m]</i>	912
<i>H minima del bacino</i>	<i>[m]</i>	750
<i>H monte dell'asta princ.</i>	<i>[m]</i>	810
<i>Superficie del Bacino</i>	<i>[Kmq]</i>	0.19
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	<i>[m/m]</i>	0.09

4.1 Inquadramento geologico

L'areale in oggetto di studio, evidenziato nello stralcio cartografico che segue, ricade all'interno della Carta Geologica n. 241 II-SE denominata "San Vito Sullo Jonio" (carta realizzata per la Cassa per il Mezzogiorno - scala 1:25.000).

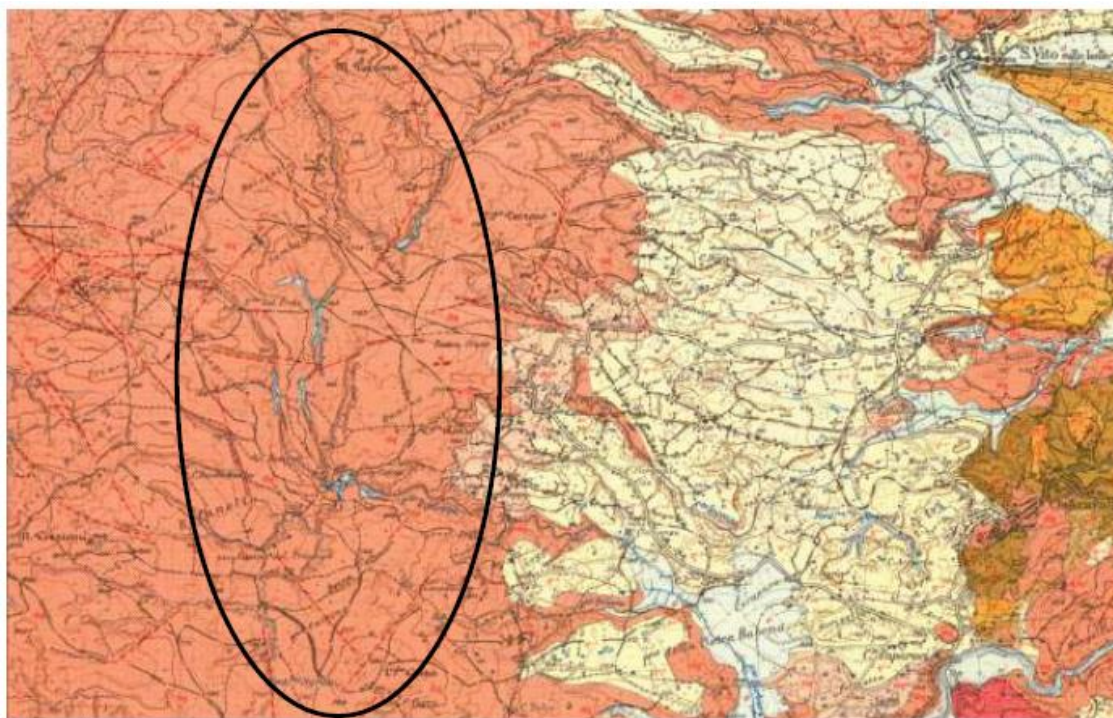


Figura 15 : Carta Geologica n. 241 II-SE - "San Vito Sullo Jonio"

Dalla consultazione della suddetta carta, **risulta che le rocce affioranti nell'intera area di studio, sono da ricondurre a rocce metamorfiche paleozoiche, costituite da gneiss, paragneiss e scisti biotitici a grana media e grossolana, generalmente granatiferi, i cui cristalli sono visibili ad occhio nudo, in associazione a ortogneiss granitoidi, dioritici ed anfibolitici e vene o parti di rocce granitiche (Sbg in carta geologica). Lo spessore totale dell'intera formazione supera i 3000 m.**

Tali rocce posseggono caratteristiche differenti a seconda se affiorano come masse litoidi compatte (roccia integra) oppure come terreni granulari (roccia alterata-degradata), **quest'ultime in genere occupanti le porzioni più superficiali dell'affioramento, maggiormente sottoposti alla degradazione.**

Le rocce integre e compatte più profonde, sono supportate da una elevata resistenza **all'erosione e permeabilità che si esplica in funzione della fratturazione dell'ammasso, mentre la coltre più degradata, essendo il prodotto prolungato di erosione, assimilabile ad un**

ammasso sabbioso e/o sabbioso-ghiaioso, presenta una scarsa resistenza ed una permeabilità in genere medio-elevata.

Strettamente alle aree di sedime si ritiene che **la realizzazione del parco eolico, ed in particolar modo dell'area impianto, possa migliorare le condizioni di stabilità dei pendii in quanto si procederà alla sistemazione superficiale dei terreni con regimentazione delle acque di corrivazione.**

Anche la posa del cavidotto, per il quale sarà necessario uno scavo limitato nelle dimensioni e nei volumi di terreno rimossi, non intaccherà i fattori di sicurezza preesistenti delle aree attraversate dall'opera a rete.

In virtù di quanto rilevato **nella relazione Geologica (cfr. allegato A.2), è possibile affermare che la realizzazione del progetto di che trattasi non andrà ad interferire con l'attuale stato di equilibrio dei luoghi e, quindi, assolutamente sarà ininfluente sul grado di pericolosità/rischio idrogeologico delle aree attraversate che, comunque, si presentano stabili.**

4.2 Uso del suolo

Come si evince dalla figura seguente l'area delle turbine interesserà prevalentemente seminativi.

Le WTG04, WTG08 e WTG10, nel comune di Torre di Ruggiero interesseranno un'area che viene classificata come bosco di latifoglie, mentre le WTG6 e WTG7 interessano aree classificate Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali.

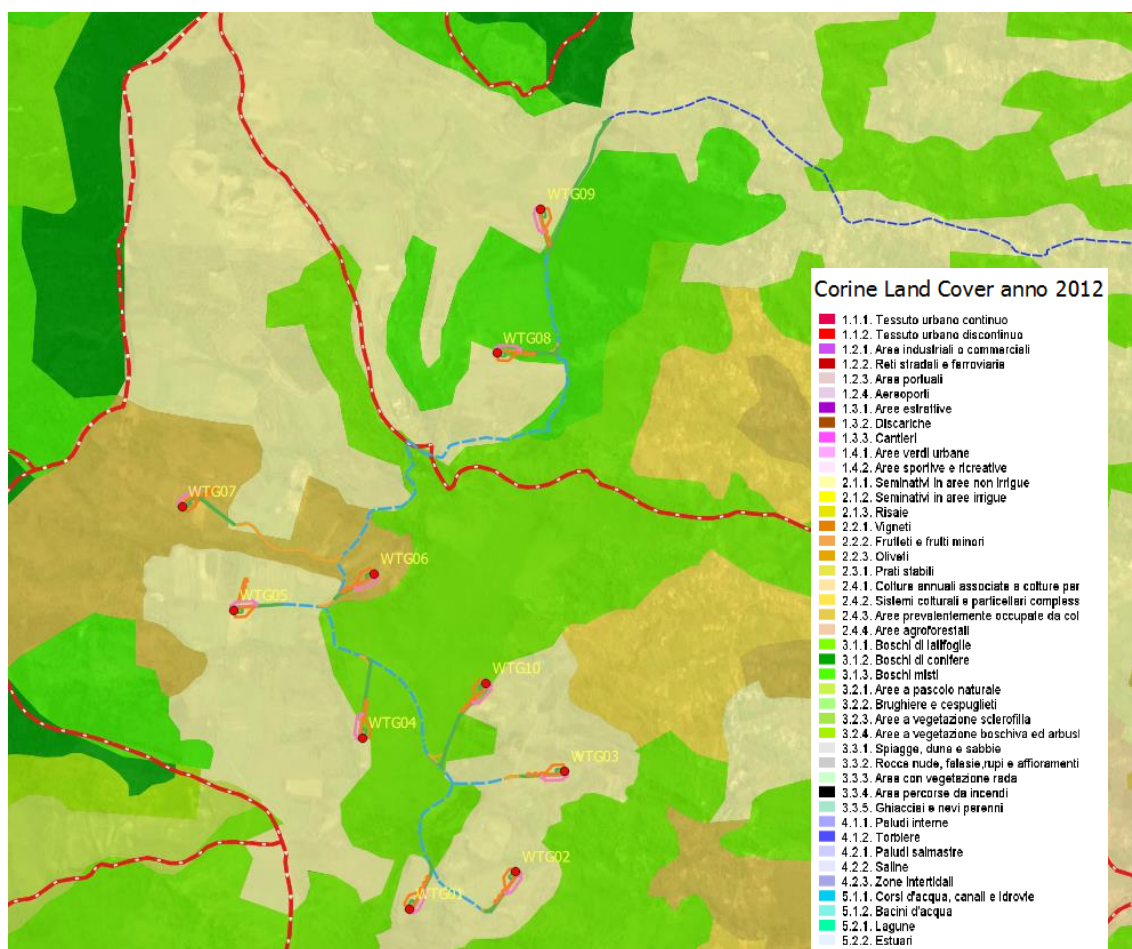


Figura 16 USO DEL SUOLO - Area di intervento globale

Per quanto riguarda l'occupazione di aree boschive, si precisa che le aree interessate dalle piazzole di cantiere, dallo stoccaggio delle pale e dagli adeguamenti temporanei della viabilità saranno immediatamente restituite allo stato ante operam al termine del montaggio delle turbine, ovvero al termine delle operazioni di realizzazione del parco tali aree saranno oggetto di ripristino ambientale.

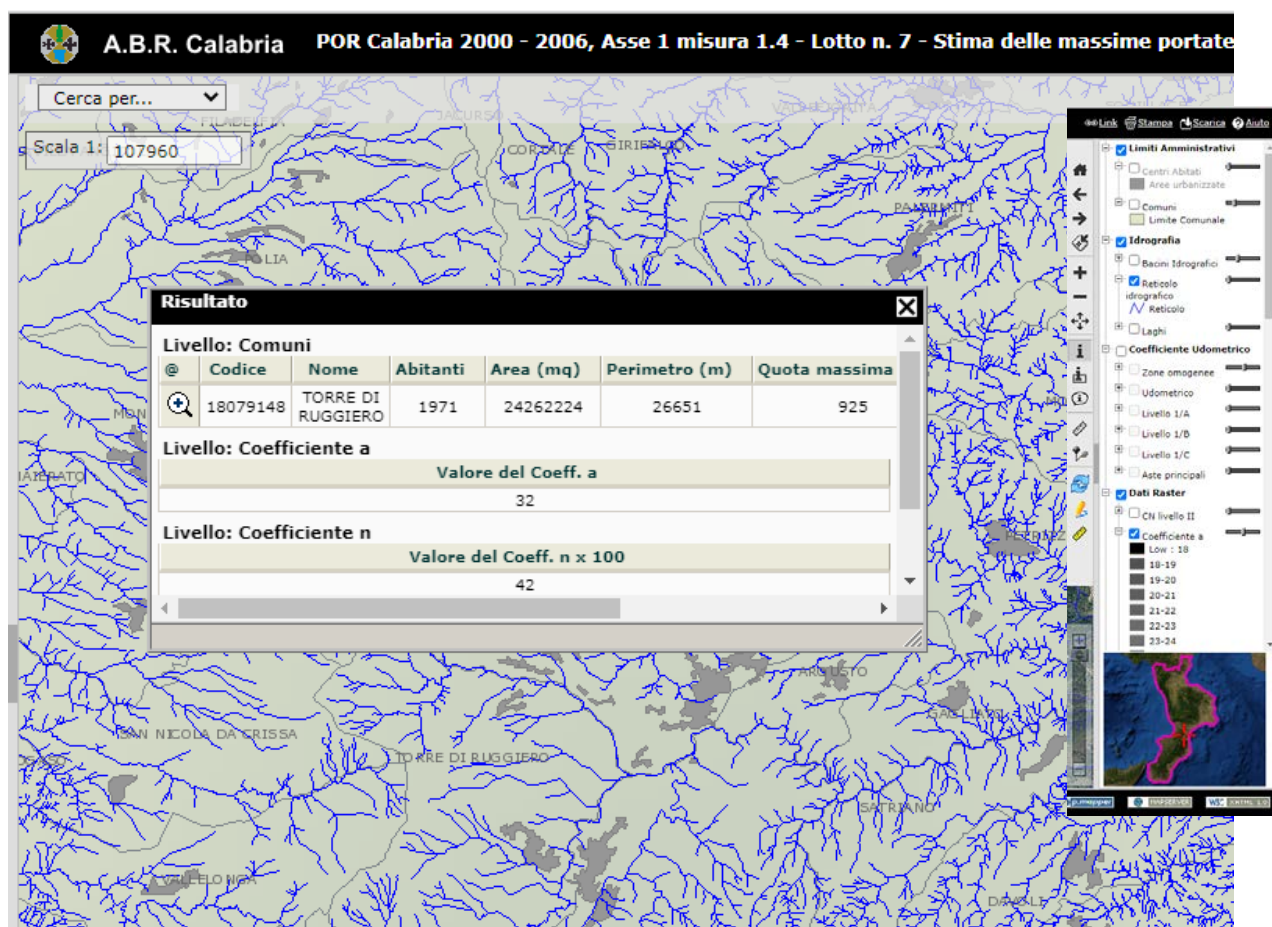
6. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI

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,

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.



**Figura 137 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 $a = 32$ e $n = 0.42$ 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 perimetrare 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 [m³/sec]

c = coefficiente di deflusso

h = pioggia netta [mm]

A = area del bacino [km²]

t_c = 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_c: infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo t_c 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 km², 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 km^2 mentre L , la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua a partire dallo spartiacque, è espressa in 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 km . Il parametro i_a rappresenta la pendenza media (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:

	P-C-W-K (h)	Pezzoli (h)	Kirpich (h)	Giandotti (h)
BACINO WTG02	0.254	0.193	0.175	0.522
BACINO WTG04	0.350	0.288	0.238	0.954
BACINO WTG06 dx	0.580	0.543	0.387	1.268
BACINO WTG06 sx	0.465	0.411	0.312	0.921
BACINO WTG07	0.173	0.120	0.121	0.379

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)
BACINO WTG02	0.286
BACINO WTG04	0.458
BACINO WTG06 dx	0.694
BACINO WTG06 sx	0.527
BACINO WTG07	0.198

Per ciò che concerne il coefficiente di deflusso ϕ , 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	ϕ		
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]
50 anni	32	0.42	0.286	165.47	578.528	18.82
200 anni	32	0.42	0.286	296.20	1035.593	33.68
500 anni	32	0.42	0.286	435.23	1521.682	49.49

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino WTG02

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
50 anni	32	0.42	0.457	165.47	361.681	27.75
200 anni	32	0.42	0.457	296.20	647.427	49.66
500 anni	32	0.42	0.4575	435.23	951.317	72.98

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino WTG04

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
50 anni	32	0.42	0.694	165.47	238.293	53.21
200 anni	32	0.42	0.694	296.20	426.556	95.25
500 anni	32	0.42	0.694	435.23	626.774	139.96

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino WTG06dx

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
50 anni	32	0.42	0.527	165.47	313.745	26.82
200 anni	32	0.42	0.527	296.20	561.620	48.01
500 anni	32	0.42	0.527	435.23	825.234	70.55

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino WTG06sx

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
50 anni	32	0.42	0.198	165.47	834.918	15.35
200 anni	32	0.42	0.198	296.20	1494.546	27.47
500 anni	32	0.42	0.198	435.23	2196.059	40.36

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino WTG07

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 piano 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 tratti di reticolo analizzati

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 m³/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.

MODELLAZIONE

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 la corretta ubicazione delle turbine in progetto.

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.

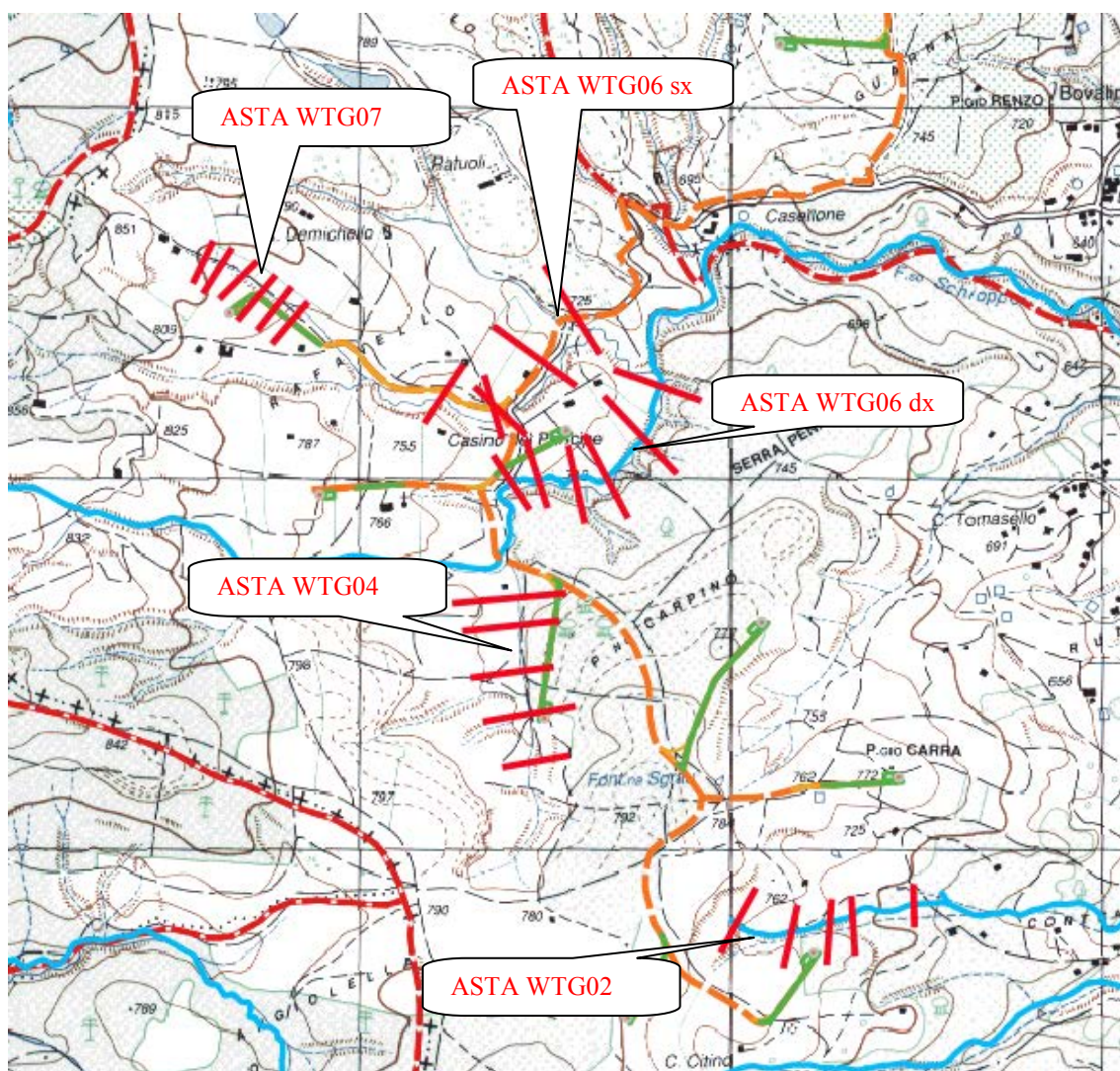


Figura 148 Individuazione delle aste analizzate su IGM.

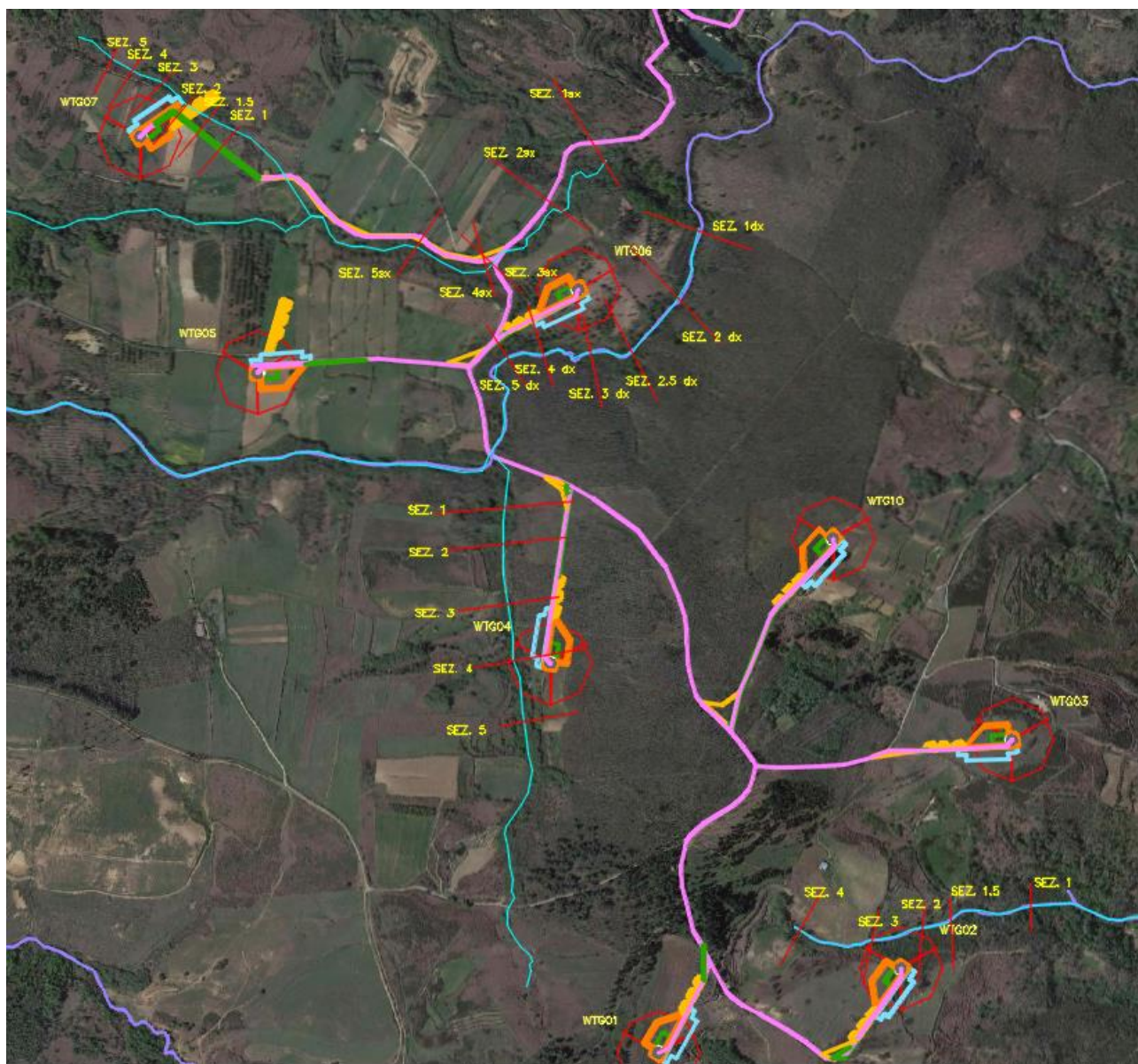


Figura 159 Planimetria con indicazione delle sezioni in dwg su base ortofoto.

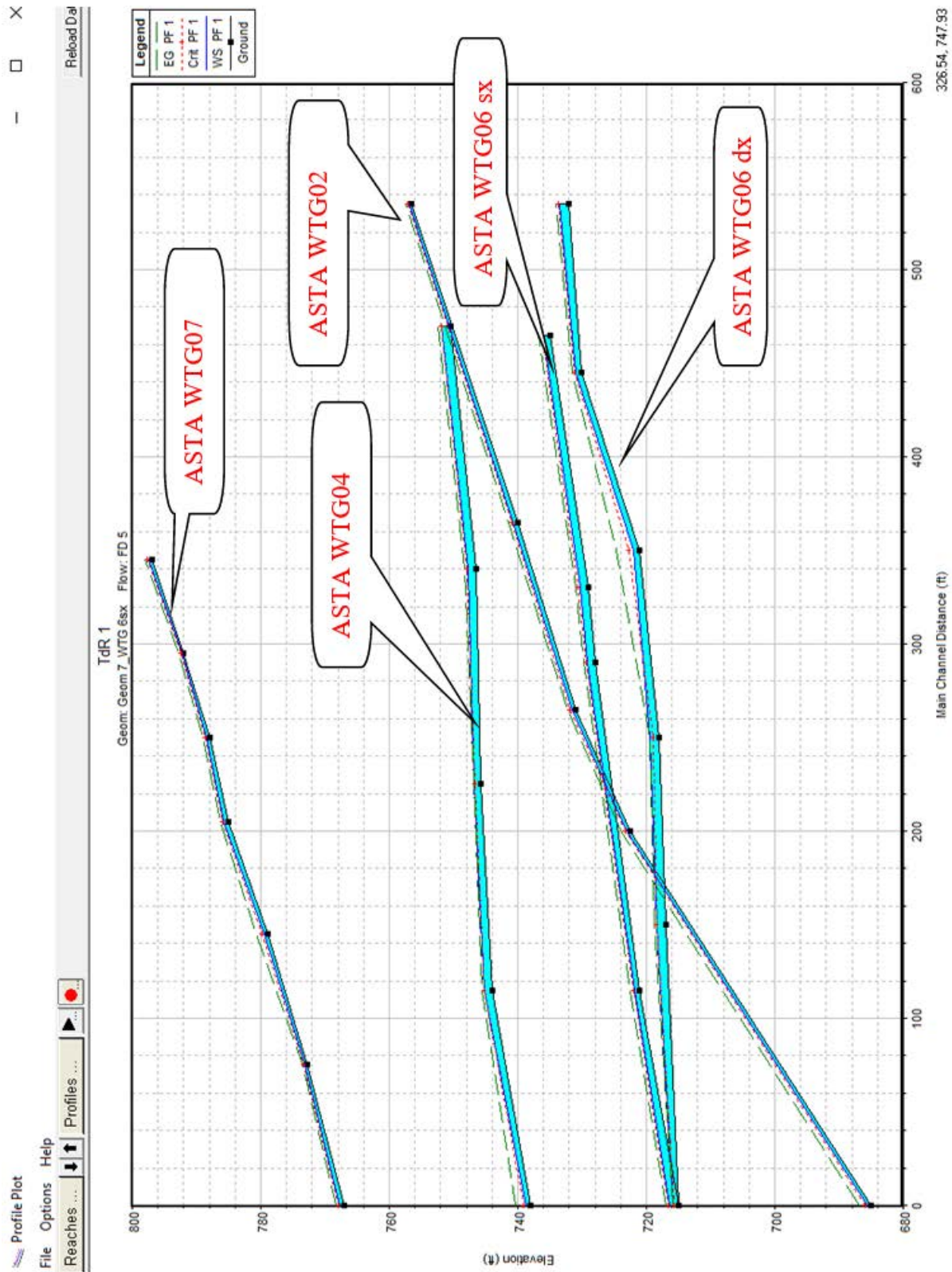


Figura 21 Profilo longitudinale di moto permanente.
(è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $Tr = -200$ - anni)

Profile Output Table - Standard Table 1

 File Options **Std. Tables** Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 Profile: PF 1

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
ASTA WTG07	WTG07	5	PF 1	27.50	797.00	797.50	797.65	797.98	0.100134	5.61	4.90	19.80	1.99
ASTA WTG07	WTG07	4	PF 1	27.50	792.00	792.30	792.46	792.82	0.106358	5.77	4.76	19.31	2.05
ASTA WTG07	WTG07	3	PF 1	27.50	788.00	788.47	788.61	788.92	0.071353	5.43	5.07	16.69	1.73
ASTA WTG07	WTG07	2.5	PF 1	27.50	785.00	785.81	785.96	786.31	0.047926	5.72	4.81	10.72	1.51
ASTA WTG07	WTG07	2	PF 1	27.50	779.00	779.46	779.76	780.75	0.238039	9.13	3.01	11.16	3.10
ASTA WTG07	WTG07	1.5	PF 1	27.50	772.80	773.21	773.29	773.49	0.054223	4.27	6.45	24.81	1.48
ASTA WTG07	WTG07	1	PF 1	27.50	767.00	767.67	767.87	768.32	0.089219	6.46	4.26	12.72	1.97
ASTA WTG06 sx	WTG06 sx	5	PF 1	48.00	735.00	736.09	736.27	736.69	0.044075	6.20	7.74	14.36	1.49
ASTA WTG06 sx	WTG06 sx	4	PF 1	48.00	729.00	730.35	730.59	730.91	0.041378	6.02	7.97	14.66	1.44
ASTA WTG06 sx	WTG06 sx	3	PF 1	48.00	728.00	729.27	729.31	729.65	0.023097	4.96	9.68	15.48	1.10
ASTA WTG06 sx	WTG06 sx	2	PF 1	48.00	721.00	721.74	721.98	722.49	0.089806	6.96	6.90	18.57	2.01
ASTA WTG06 sx	WTG06 sx	1	PF 1	48.00	715.00	716.42	716.53	716.89	0.029708	5.50	8.73	14.35	1.24
ASTA WTG06 dx	WTG06 dx	5	PF 1	95.00	732.00	733.57	733.63	734.02	0.022031	5.38	17.67	24.28	1.11
ASTA WTG06 dx	WTG06 dx	4	PF 1	95.00	730.00	730.94	731.08	731.47	0.037545	5.85	16.25	29.55	1.39
ASTA WTG06 dx	WTG06 dx	3	PF 1	95.00	721.00	721.96	722.66	724.76	0.160902	13.42	7.08	10.73	2.91
ASTA WTG06 dx	WTG06 dx	2.5	PF 1	95.00	718.00	719.41	718.95	719.50	0.003824	2.40	39.62	49.44	0.47
ASTA WTG06 dx	WTG06 dx	2	PF 1	95.00	717.00	718.40	718.40	718.76	0.017970	4.83	19.69	27.38	1.00
ASTA WTG06 dx	WTG06 dx	1	PF 1	95.00	715.00	715.77	715.70	715.92	0.013020	3.10	30.61	65.17	0.80
ASTA WTG04	WTG04	5	PF 1	50.00	750.50	751.82	751.95	752.37	0.031011	5.99	8.35	12.36	1.28
ASTA WTG04	WTG04	4	PF 1	50.00	746.50	747.75	747.89	748.32	0.031309	6.10	8.20	11.96	1.30
ASTA WTG04	WTG04	3	PF 1	50.00	745.75	746.79	746.64	746.92	0.009036	2.84	17.63	32.66	0.68
ASTA WTG04	WTG04	2	PF 1	50.00	744.00	745.17	745.17	745.50	0.018921	4.63	10.80	16.48	1.01
ASTA WTG04	WTG04	1	PF 1	50.00	738.00	738.71	739.08	740.28	0.201853	10.06	4.97	14.10	2.99
ASTA WTG02	WTG02	4	PF 1	33.68	756.50	757.02	757.17	757.52	0.097078	5.71	5.90	22.67	1.97
ASTA WTG02	WTG02	3	PF 1	33.68	740.00	740.73	740.97	741.48	0.091544	6.94	4.85	13.21	2.02
ASTA WTG02	WTG02	2	PF 1	33.68	731.00	731.62	731.81	732.23	0.092559	6.26	5.38	17.36	1.98
ASTA WTG02	WTG02	1.5	PF 1	33.68	722.50	723.01	723.25	723.94	0.184757	7.75	4.34	17.10	2.71
ASTA WTG02	WTG02	1	PF 1	33.68	685.00	685.63	685.96	686.87	0.185714	8.93	3.77	11.97	2.81

Figura 22– Parametri idraulici del calcolo in moto permanente.

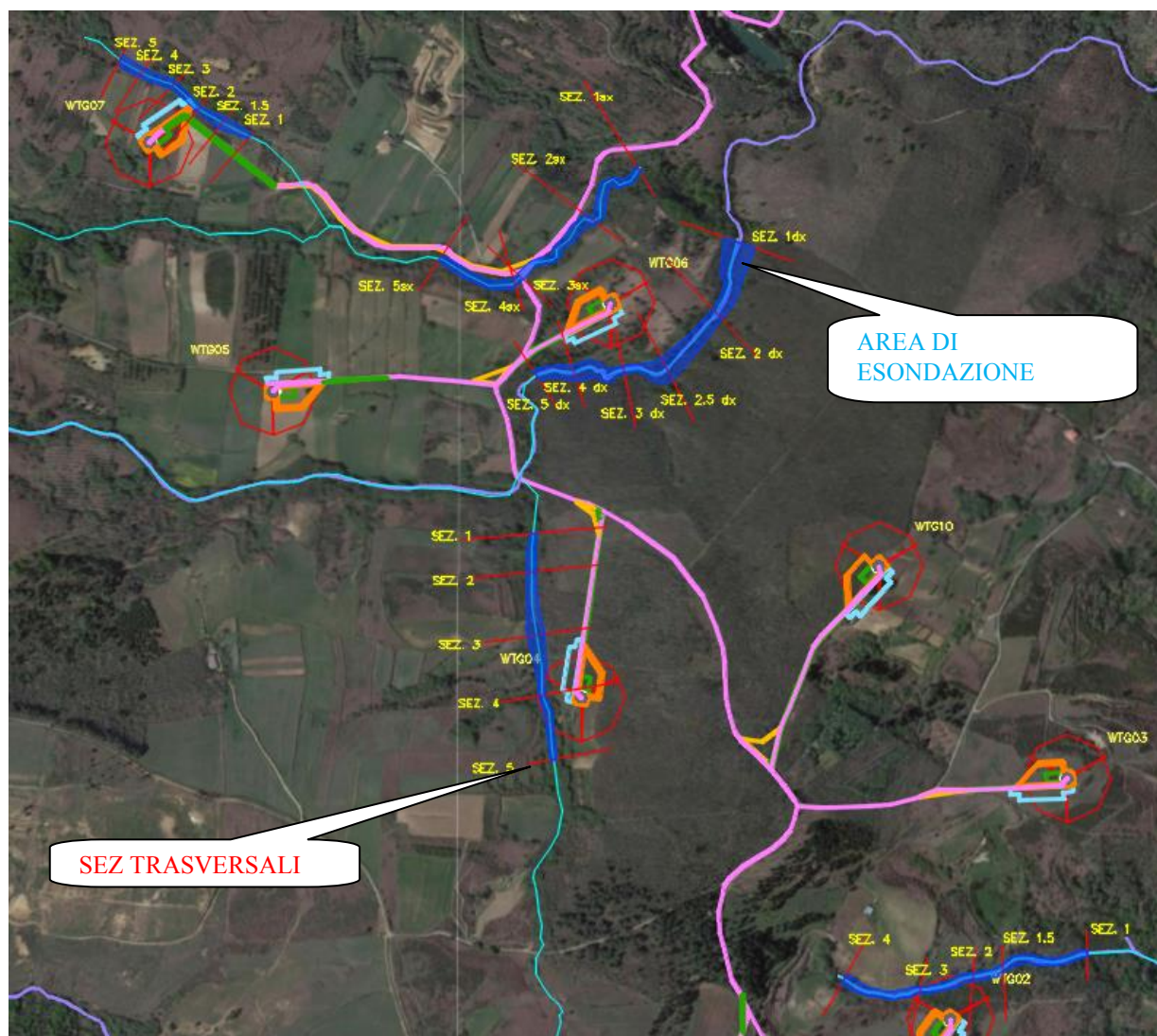


Figura 23 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali su base dwg.

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come **i corsi d'acqua in esame sono sufficienti a contenere la portata di piena bi-centenaria, portata ottenuta con un tempo di ritorno notevolmente superiore alla vita utile dell'impianto a farsi ragionevolmente pari a circa 50 anni.**

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.

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 10 turbine aventi potenza complessiva pari a 72 MW da realizzare nei comuni Torre di Ruggiero (CZ) e Chiaravalle Centrale (CZ) e relative opere di connessione ricadenti nel comune di Petrizzi (CZ).**

Dall'analisi della cartografia ufficiale emerge che l'area di intervento **non è perimetrata per pericolosità geomorfologica né idraulica**, i cogeneratori saranno ubicati al di fuori delle aree di esondazione delle portate bicentinarie ricavate nel presente studio.

Lungo il percorso del cavidotto sono state individuate n.18 intersezioni (con il reticolo superficiale e/o con il reticolo riportato su cartografia IGM), in tutti i casi si adotteranno soluzioni tali da evitare ripercussioni sul regime idraulico e contestualmente atte a limitare l'impatto ambientale

Le interferenze INT 7 e 11 del cavidotto – ubicato su strada – ed il reticolo sono ricomprese nelle aree di Attenzione definite dal PAI e saranno risolte con opere di staffaggio sul lato di valle degli attraversamenti esistenti; nessuna modifica verrà pertanto apportata alle condizioni attuali. Le condizioni di sicurezza e stabilità rimarranno inalterate.

Inoltre l'interferenza INT 7 rientra anche nella zona perimetrata dal PAI come area a **RISCHIO FRANA R2** e per quanto già precisato l'intervento a farsi con opera di staffaggio sul lato di valle dell'attraversamento esistente è compatibile con quanto previsto dal PAI poiché non modifica o peggiora le condizioni di sicurezza esistenti.

A valle dello studio affrontato si può asserire che l'impianto a farsi con il suo cavidotto di collegamento in MT 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.

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 lo scavo e rinterro su sede stradale esistenti non si apporterà alcuna modifica alle configurazioni esistenti;

- **con l'adozione della tecnologia della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)** interrando opportunamente il cavidotto fino ad una profondità minima di 1.5 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.

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 Bacini idrografici su CTR

TAV 2 Bacini idrografici su ORTOFOTO

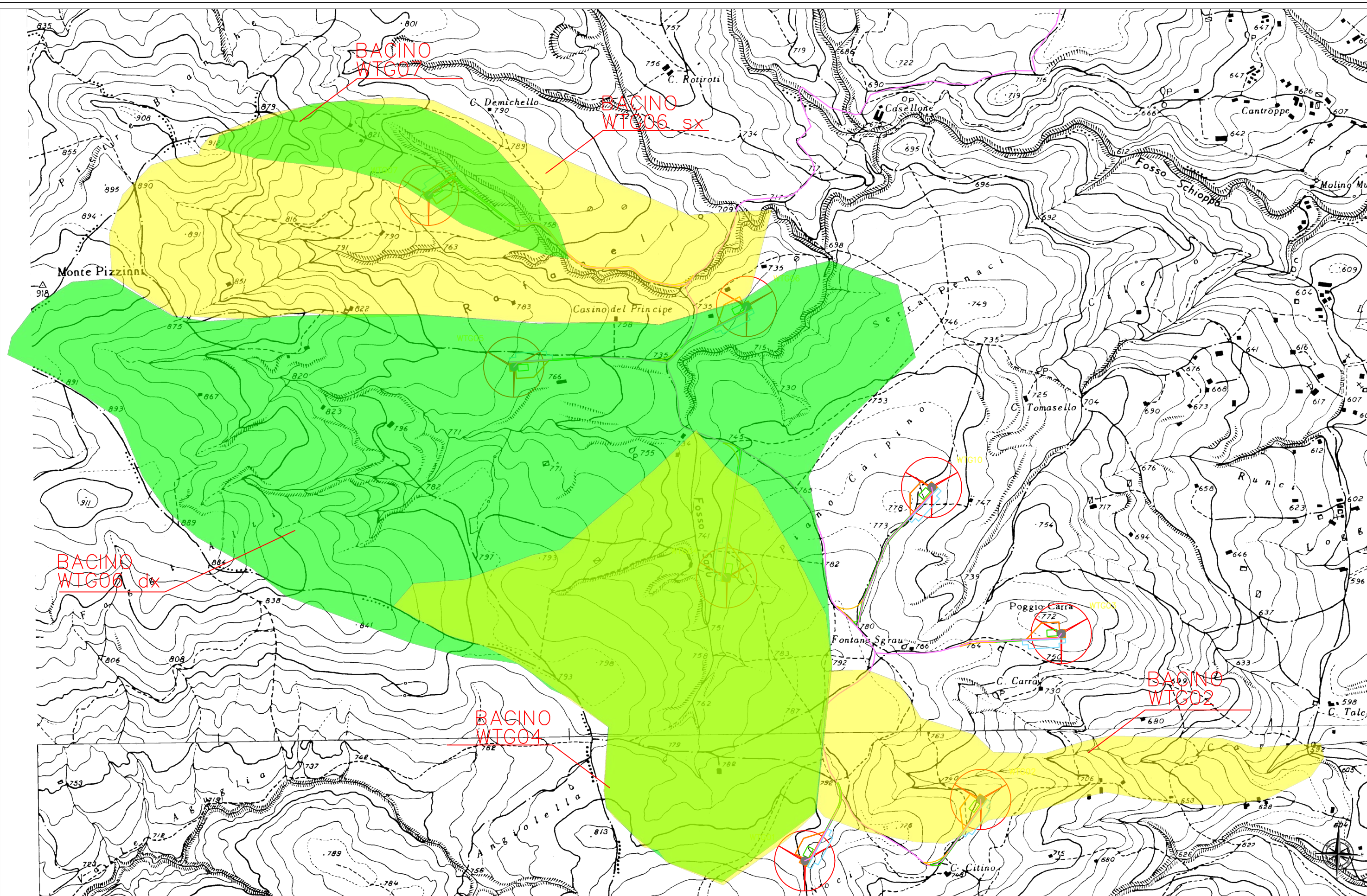
TAV 3 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio frane

TAV 4 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio idraulico

TAV 5 Individuazione delle aree di esondazione con Tr 200 anni

TAV 6 Individuazione interferenze

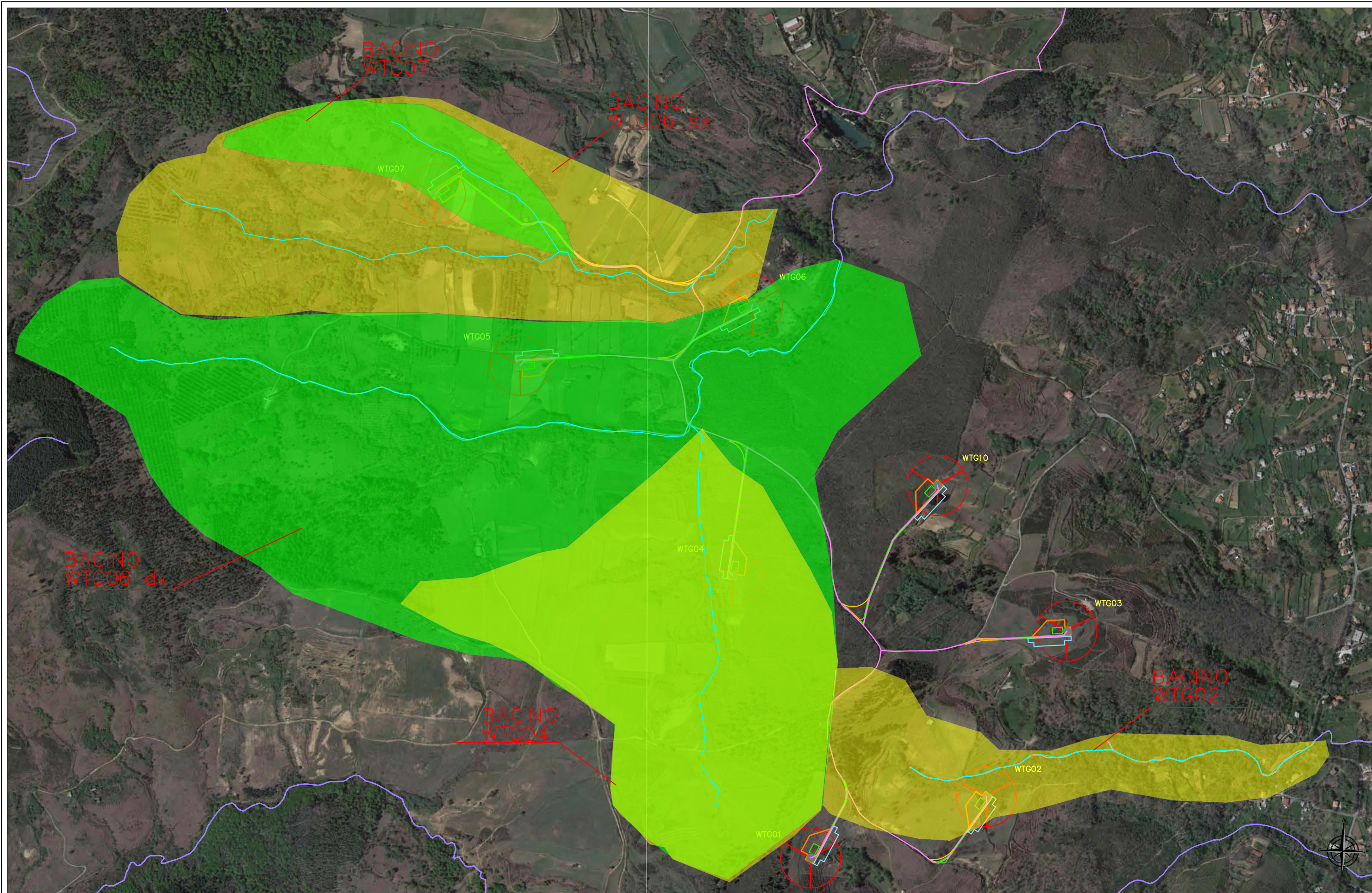
Quaderno delle sezioni.



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERNA COMPLESSIVA PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO, CHIARAVALLE CENTRALE e PETRIZZI (CZ)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Bacini idrografici su CTR
 SCALA 1:10.000

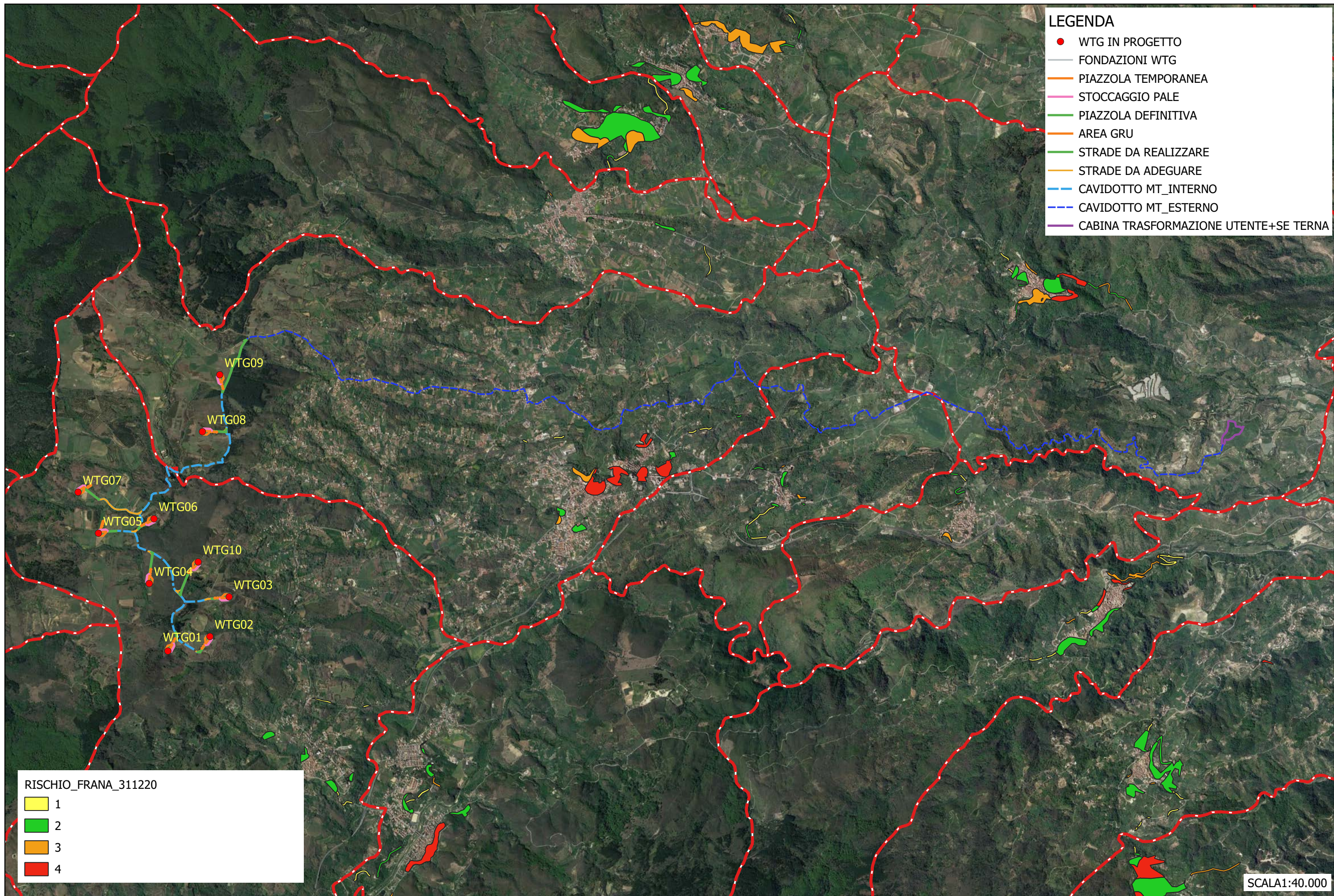
TAV. 01



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERENZA COMPLESSIVA PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO, CHIARAVALLE CENTRALE e PETRIZZI (CZ)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Bacini idrografici su ortofoto
 SCALA 1:10.000

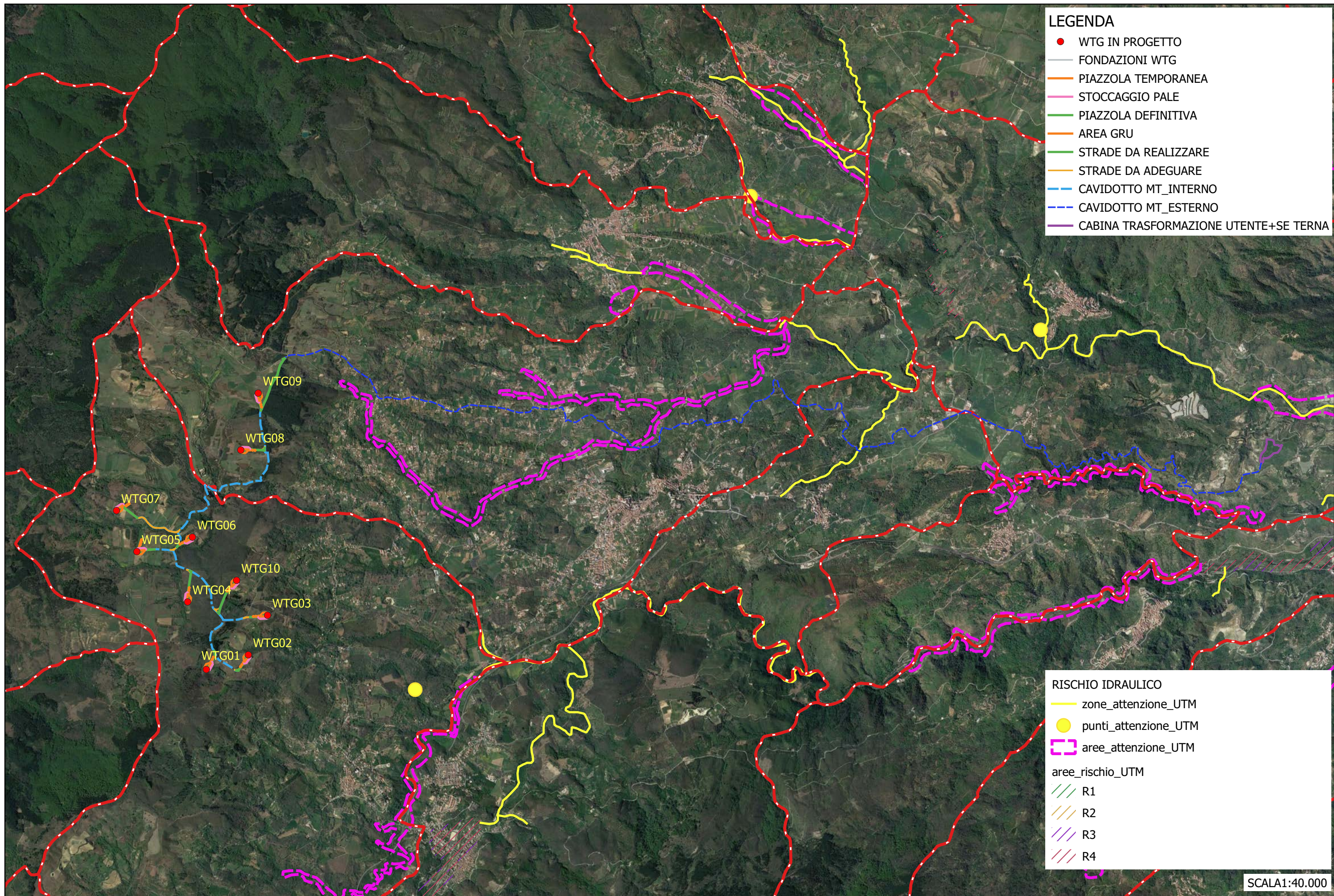
TAV. 02



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERENZA COMPLESSIVA PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO E CHIARAVALLE CENTRALE (CZ)

S
PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio frane

TAV 3



- LEGENDA**
- WTG IN PROGETTO
 - FONDAZIONI WTG
 - PIAZZOLA TEMPORANEA
 - STOCCAGGIO PALE
 - PIAZZOLA DEFINITIVA
 - AREA GRU
 - STRADE DA REALIZZARE
 - STRADE DA ADEGUARE
 - CAVIDOTTO MT_INTERNO
 - CAVIDOTTO MT_ESTERNO
 - CABINA TRASFORMAZIONE UTENTE+SE TERNA

- RISCHIO IDRAULICO**
- zone_attenzione_UTM
 - punti_attenzione_UTM
 - aree_attenzione_UTM
 - aree_rischio_UTM
 - /// R1
 - /// R2
 - /// R3
 - /// R4

SCALA 1:40.000

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERENZA COMPLESSIVA PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO E CHIARAVALLE CENTRALE (CZ)

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - Rischio idraulico

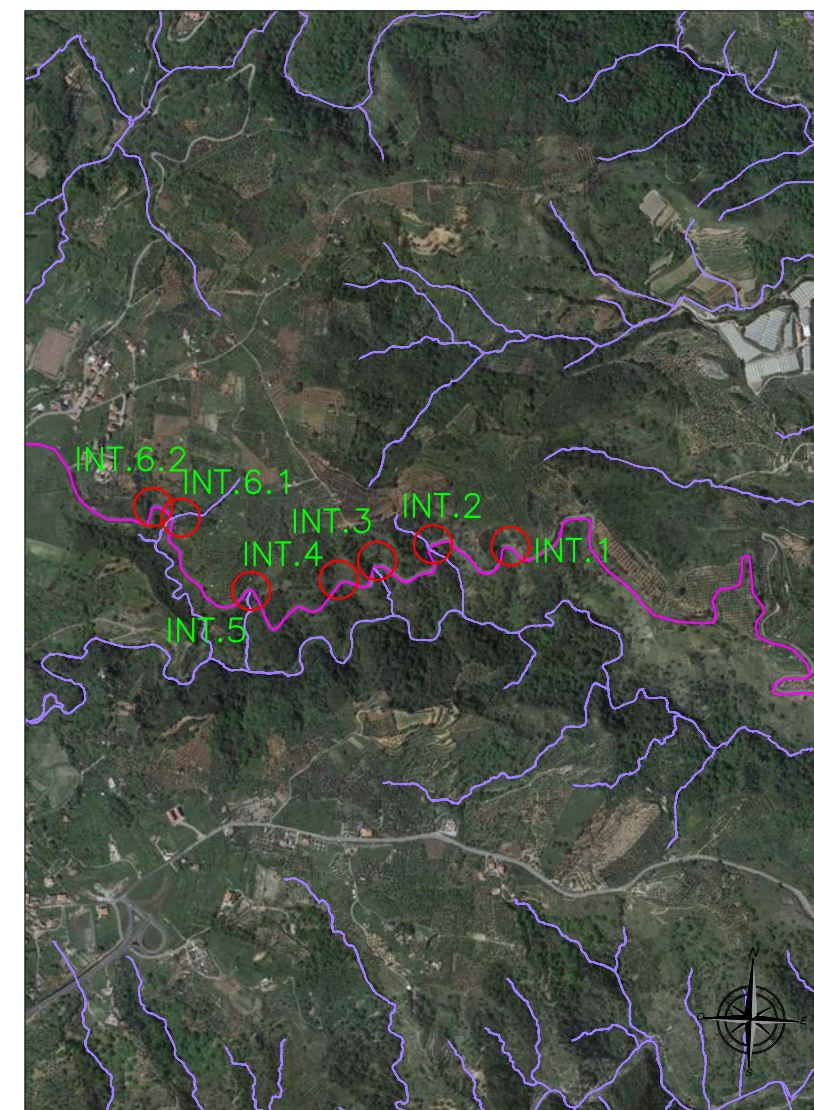
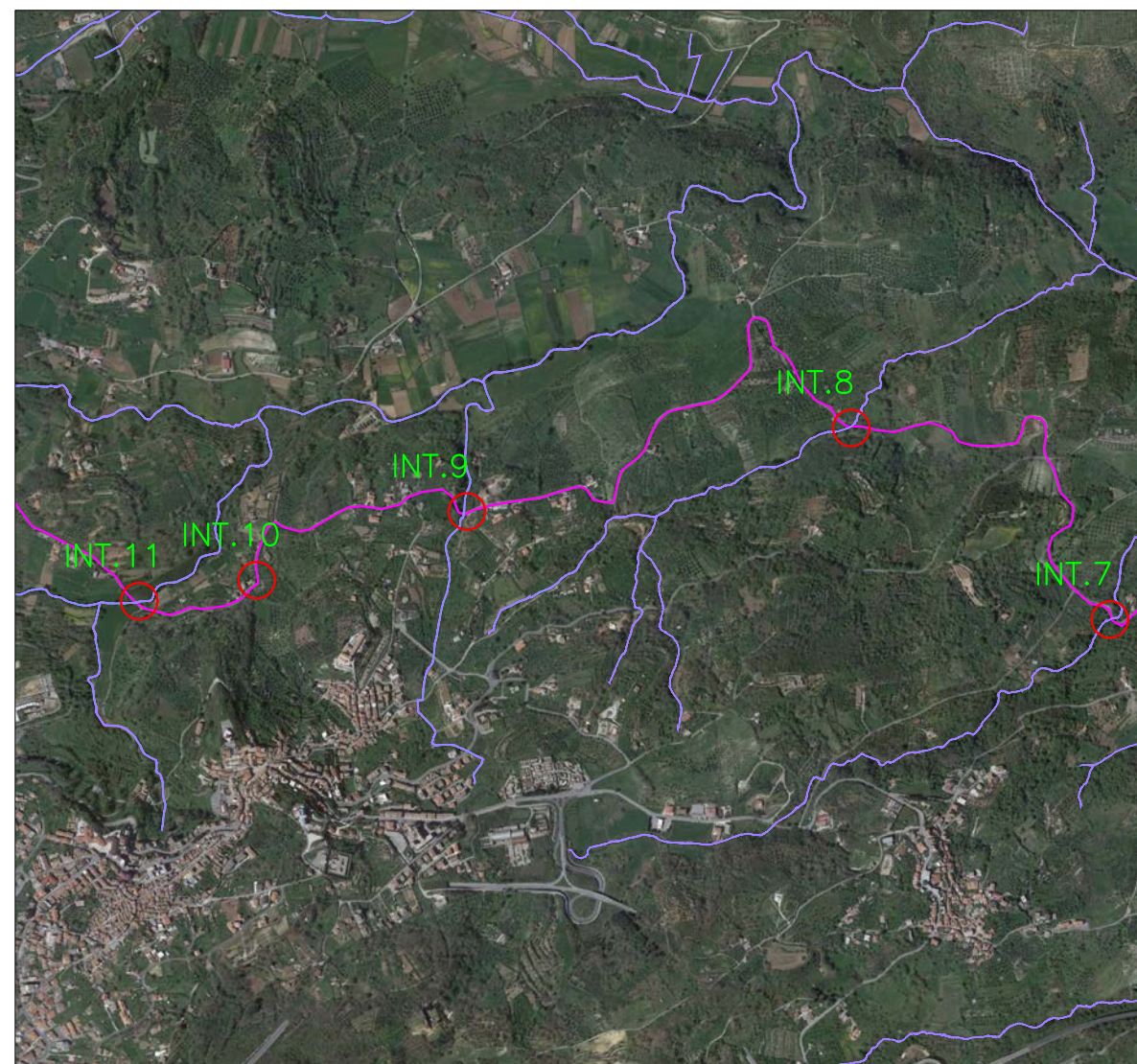
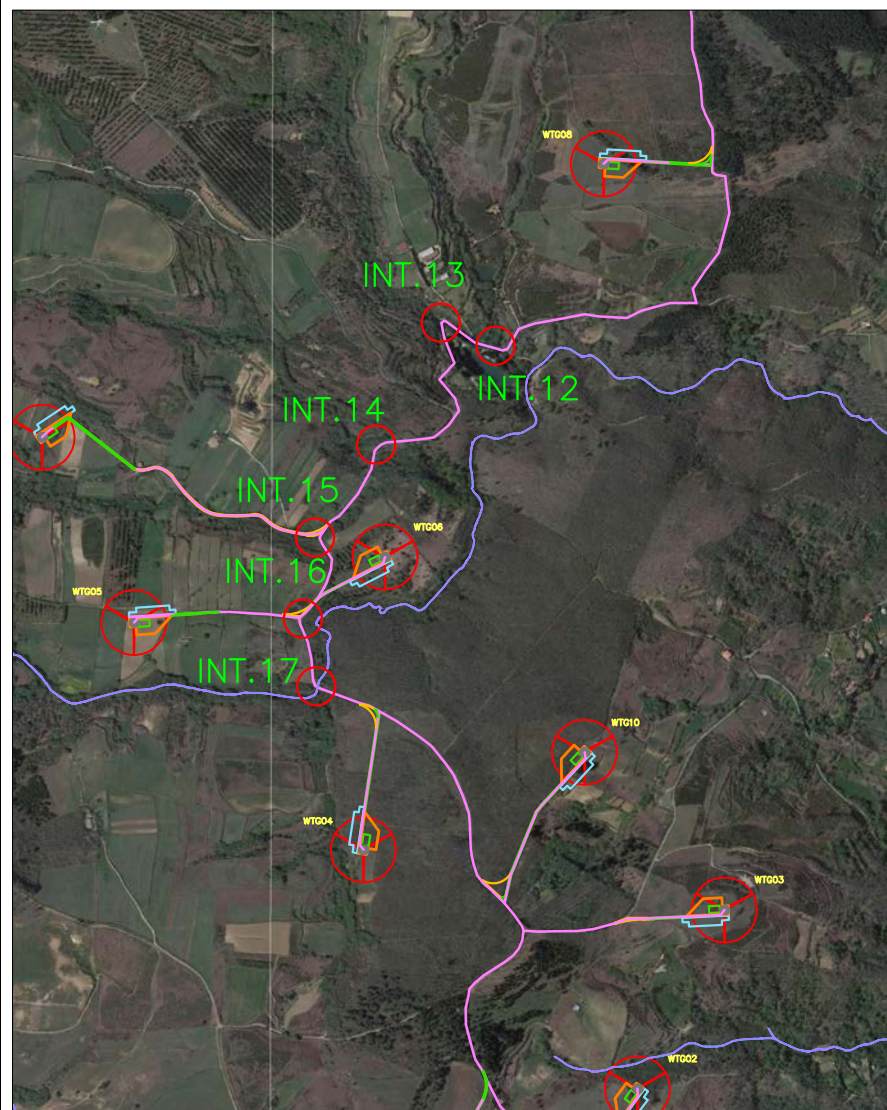
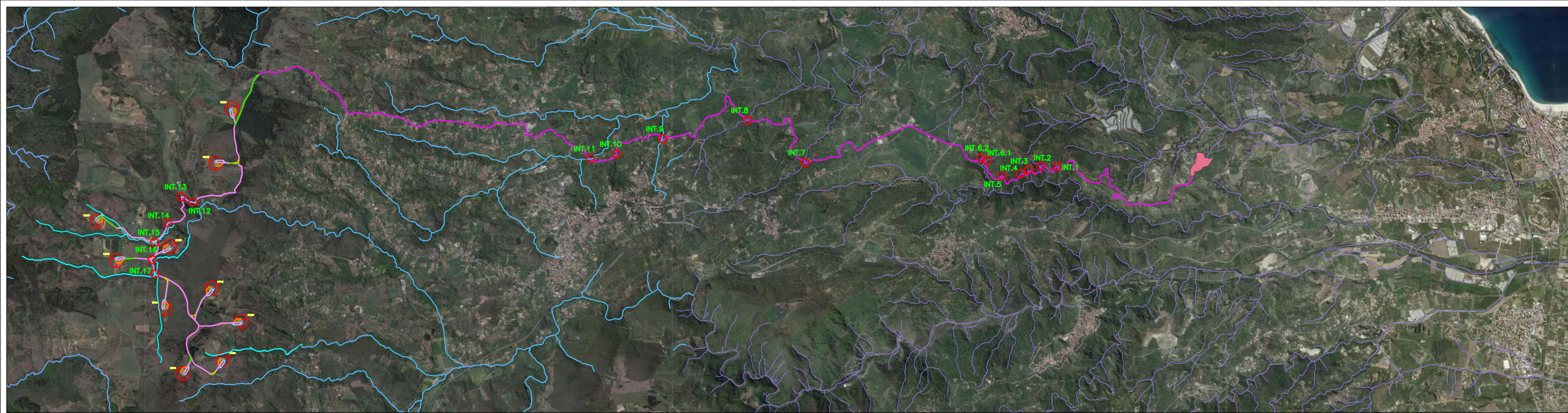
TAV 04



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERNA COMPLESSIVA PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO, CHIARAVALLE CENTRALE e PETRIZZI (CZ)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Individuazione delle aree di esondazione con Tr 200 anni
 SCALA 1:10.000

TAV. 05



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COSTITUITO DA 10 AEROGENERATORI AVENTI UNA POTERNA COMPLESSIVA PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TORRE DI RUGGIERO, CHIARAVALLE CENTRALE e PETRIZZI (CZ)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Individuazione interferenze su ortofoto
 SCALA 1:50.000 - 1:20.000

TAV. 06

