

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI COMUNI DI GANGI (PA) E CALASCIBETTA (EN)



Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Fabio MASTROSERIO
ing. Martino LAPENNA
ing. Margherita DEBERNARDIS
ing. Miriam MATARRESE
pianif. terr. Antonio SANTANDREA
ing. Nunzia ZECCHILLO
ing. Mariano MARSEGLIA
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI
ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V17		Relazione idraulica	22116	D		
			CODICE ELABORATO			
			DC22116D-V17			
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE		SOSTITUITO DA	
00			-		-	
			NOME FILE		PAGINE	
			DC22116D-V17.doc		23 + copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	30/10/22	Emissione	Matarrese	Miglionico	Pomponio	
01						
02						
03						
04						
05						
06						

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	5
4	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	8
5	STUDIO IDROLOGICO	12
6	STUDIO IDRAULICO.....	12
6.1	Analisi idraulica con $Tr = 100$ anni	14
7	INTERFERENZE CAVIDOTTO-RETICOLI IDROGRAFICI	21
8	CONCLUSIONI	23

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere relative al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **Sorgenia Maestrale S.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 13 aerogeneratori, del tipo Siemens-Gamesa con rotore pari a 170 m e altezza al tip di 210 m, ciascuno di potenza nominale pari a 4,52 MW, per una potenza complessiva di 58,76 MW, da realizzarsi nei comuni di Gangi (PA) e Calascibetta (EN), in cui insistono gli aerogeneratori e le relative opere di connessione che attraversano anche i territori di Enna e Villarosa (EN), per il collegamento alla futura Stazione Elettrica Terna di Villarosa, mediante rete elettrica interrata a 36 kV.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) costituisce, ai sensi dell'art. 67 del D. Lgs. 152/2006, uno stralcio tematico e funzionale del Piano di Bacino Distrettuale, previsto dall'art. 65 dello stesso decreto. Il P.A.I. definisce lo scenario di riferimento a scala regionale delle situazioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e di erosione costiera, ed è strumento conoscitivo, normativo e tecnico-amministrativo di supporto per le politiche di conservazione, difesa e valorizzazione del territorio, ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico e della tutela della salute pubblica e dell'ambiente, nonché della salvaguardia degli insediamenti e delle infrastrutture.

L'ambito territoriale di riferimento del P.A.I. è il Distretto Idrografico della Sicilia, previsto dall'art. 51, comma 5, della legge n. 221 del 28 dicembre 2015. Attualmente, il Distretto è suddiviso in n. 102 bacini idrografici e aree territoriali, per il P.A.I. continentale, e in n. 21 unità fisiografiche per il P.A.I. delle coste siciliane.

Tale strumento di pianificazione settoriale tende ad ottimizzare la compatibilità tra la domanda di uso del suolo e la naturale evoluzione geomorfologica del territorio, nel quadro di una politica di governo rispettosa delle condizioni ambientali. Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- la *funzione conoscitiva*, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- la *funzione normativa e prescrittiva*, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo;

- la *funzione programmatica*, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio.

Gli obiettivi del P.A.I., per quanto riguarda l'assetto idraulico, relative alle nuove attività sono:

- a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
- b) garantire il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo;
- c) salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione delle piene, al fine di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità d'invaso e laminazione delle piene delle aree predette;
- d) non costituire in nessun caso un fattore di aumento del rischio idraulico, né localmente né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
- e) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
- f) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- g) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque o un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- h) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque, anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- i) impiegare ove possibile tecniche a basso impatto ambientale;
- j) salvaguardare la risorsa acqua in funzione del minimo deflusso vitale o della potenzialità della falda.

Il P.A.I. definisce e disciplina le aree così denominate: Aree a pericolosità geomorfologica, Aree a rischio geomorfologico, Aree a pericolosità idraulica, Aree a rischio idraulico.

Nelle nuove Norme d'Attuazione (anno 2021) il Piano disciplina le aree come segue:

- **Assetto geomorfologico**
 - art. 21. Aree a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3)
 - art. 22. Aree a pericolosità media (P2)
 - art. 23. Aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0)
 - art. 24. Tipologie dei siti di attenzione
- **Assetto idraulico**
 - art. 26. Aree a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3);

- art. 27. Aree a pericolosità media (P2) e moderata (P1).

Nel quadro di riferimento programmatico della SIA sono stati analizzati i piani e i programmi nell'area vasta prodotti da vari Enti Pubblici, a scala regionale, provinciale e comunale, al fine di correlare il progetto oggetto di studio con la pianificazione territoriale esistente.

In particolare, sono stati analizzati i seguenti strumenti di piano:

- Strumenti urbanistici Generali;
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR);
- Analisi Aree E Siti Non Idonei e compatibilità Linee Guida (DM2010) e D.P. 10/10/2017;
- Aree protette Natura 2000, SIC e ZPS e Rete Ecologica Siciliana;
- Piano di Assetto Idrogeologico Sicilia (PAI);
- Piano Tutela Delle Acque (PTA);
- Vincolo Idrogeologico.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

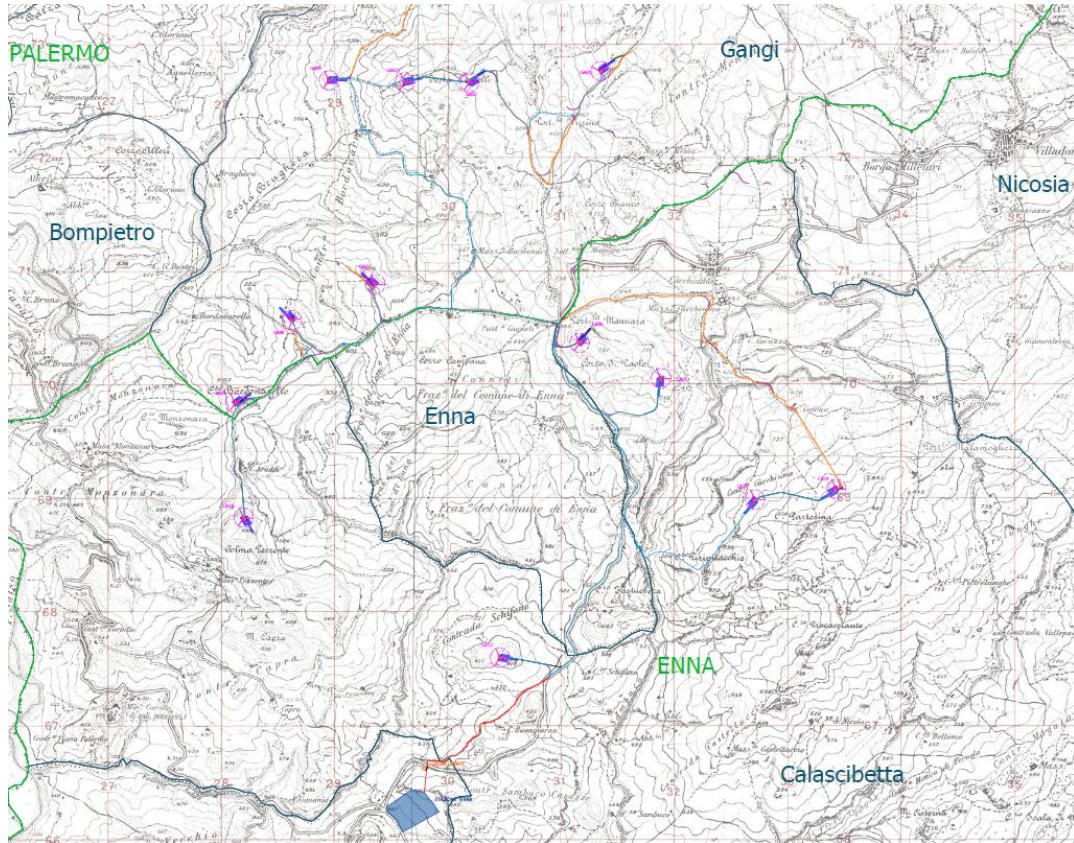
Il parco eolico di progetto sarà ubicato a ridosso del confine comunale tra Gangi (PA) e Calascibetta (EN), rispettivamente a distanza di 10,5 km e 6 km dai centri urbani. I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie vasta, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto. L'area di progetto, intesa come quella occupata dai 13 aerogeneratori di progetto con annesso piazzole, dai cavidotti AT interni e dal cavidotto AT esterno, interessa i territori comunali di Gangi (PA), Calascibetta (EN), Enna e Villarosa (EN).

Dal punto di vista cartografico, le opere di progetto ricadono nelle seguenti tavolette e fogli di mappa catastale:

- Foglio I.G.M. scala 1:25.000 – Tavolette n° 622 "Gangi" e n° 623 "Nicosia"
- CTR scala 1:10.000 – Tavolette nn. 622070, 622110, 622120, 622150
- F.M. 73, 74, 78, 79 80 del comune di Gangi
- F.M. 281, 282, 283, 284, 285, 286 del comune di Enna
- F.M. 1, 5, 7, 10, 18, 19, 20 del comune di Calascibetta
- F.M. 4 del comune di Villarosa

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate e le particelle catastali dei Comuni di Gangi (PA) e Calascibetta (EN).

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	EST (X)	NORD (Y)	Comune	foglio	p.lla
GA01	37°41'52.11"	14°13'14.10"	431289	4172573	Gangi	74	120
GA02	37°41'48.55"	14°12'26.85"	430131	4172473	Gangi	79	7
GA03	37°41'48.43"	14°12'3.62"	429562	4172474	Gangi	79	101
GA04	37°41'48.79"	14°11'36.26"	428892	4172491	Gangi	80	4
CA05	37°40'24.39"	14°13'36.70"	431820	4169865	Calascibetta	1	124
CA06	37°40'34.33"	14°13'7.37"	431104	4170177	Calascibetta	1	320
GA07	37°40'50.61"	14°11'53.62"	429302	4170694	Gangi	79	140
GA08	37°40'40.05"	14°11'23.73"	428567	4170375	Gangi	80	69
GA09	37°40'16.22"	14°11'3.54"	428066	4169645	Gangi	80	57
CA10	37°39'43.51"	14°11'7.00"	428142	4168636	Calascibetta	10	113
CA12	37°39'4.03"	14°12'39.66"	430402	4167400	Calascibetta	18	10
CA13	37°39'49.93"	14°14'10.89"	432649	4168796	Calascibetta	5	32
CA14	37°39'53.11"	14°14'40.13"	433366	4168888	Calascibetta	5	54



LEGENDA













	Aerogeneratori		Viabilità di nuova realizzazione
	Piazzola definitiva		Adegamenti stradali temporanei
	Piazzola temporanea		Stazione Terna "Villanova"
	Cavitotto interno AT		Cabina utente
	Cavitotto esterno AT		Limiti comunali
	Adegamenti stradali		Limiti provinciali

Figura 1: Ubicazione dell'area di impianto specifica degli aerogeneratori su IGM



LEGENDA






	Aerogeneratori		Adegamenti stradali temporanei
	Piazzola definitiva		Stazione Terna "Villanova"
	Piazzola temporanea		Cabina utente
	Cavidotto interno AT		Limiti comunali
	Cavidotto esterno AT		Limiti provinciali
	Adegamenti stradali		
	Viabilità di nuova realizzazione		

Figura 2: Ubicazione dell'area di impianto su ortofoto

4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area interessata dall'impianto eolico ricade all'interno del bacino idrografico del "Fiume Imera Meridionale", censito dal P.A.I. al numero 072.

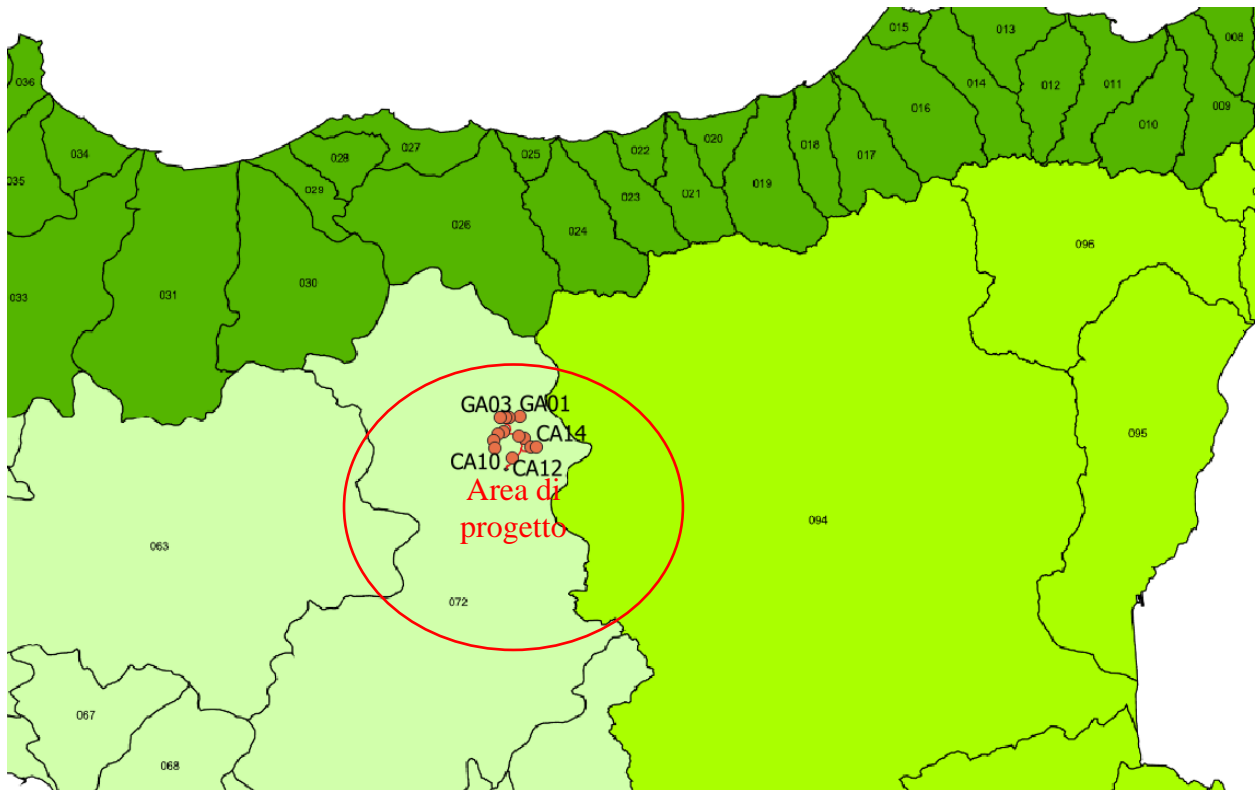


Figura 3: Stralcio dei Bacini idrografici della Regione Sicilia

Il Fiume Imera Meridionale, invece, lungo circa 132 km, nasce a Portella Mandarinini sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centro-meridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell'abitato di Licata, in provincia di Agrigento.

Lungo il suo percorso riceve gli apporti di numerosi corsi d'acqua secondari ed accoglie i deflussi di un considerevole numero di linee di drenaggio minori.

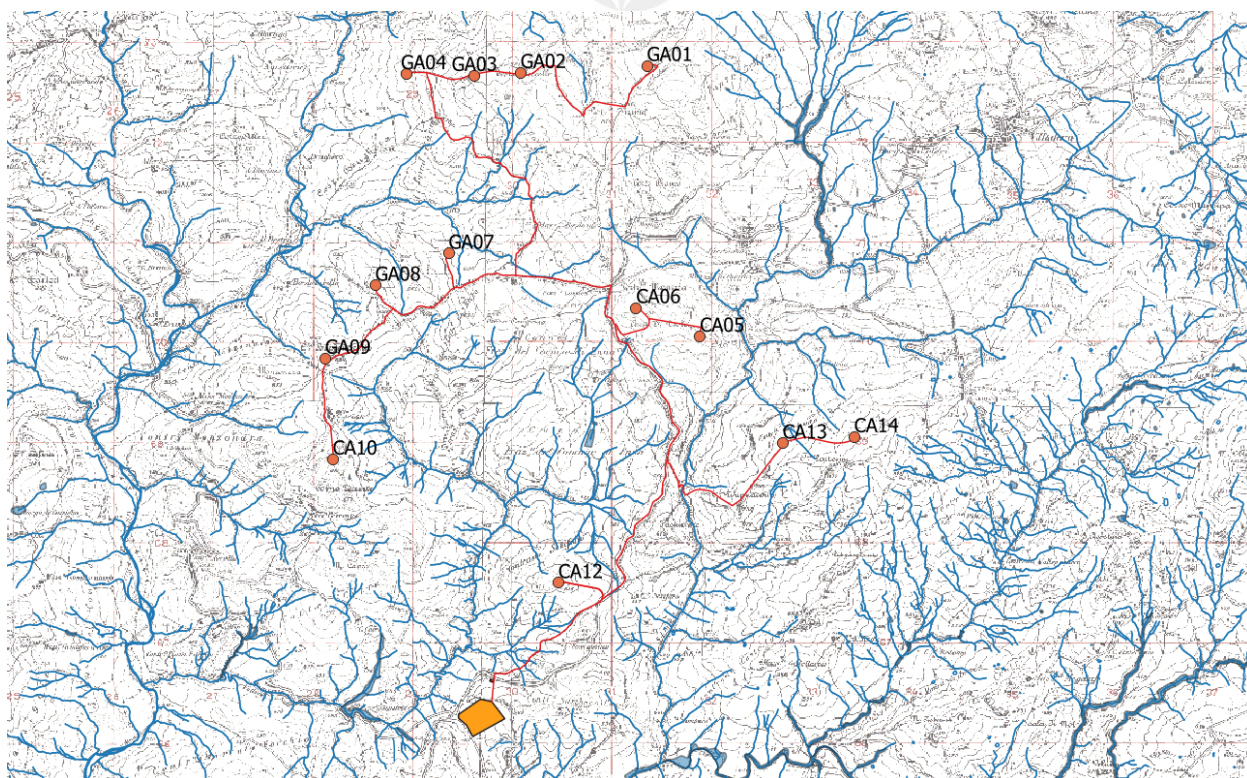


Figura 4: Reticolo idrografici su IGM 25.000

Per definire il microclima dell'area territoriale del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale sono stati considerati gli elementi climatici *temperatura e piovosità* registrati presso le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche situate all'interno dell'area in esame o limitrofe ad essa. Le stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche presenti nel bacino del Fiume Imera Meridionale, secondo i dati presenti nel P.A.I. del bacino di appartenenza, sono le seguenti:

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
ALIMENA	1965-1994	Pluviometro	750	4172966N	422127E
CALTANISSETTA	1965-1994	Termo-pluviometro	570	4148970N	417480E
ENNA	1965-1994	Termo-pluviometro	950	4158040N	436700E
GANGI	1965-1994	Pluviometro	1000	4183995N	429568E
LICATA	1965-1994	Termo-pluviometro	142	4106565N	405211E
MAZZARINO	1965-1994	Termo-pluviometro	560	4128520N	429090E
PETRALIA SOTTANA	1965-1994	Termo-pluviometro	930	4184090N	419297E
PIETRAPERZIA	1965-1994	Pluviometro	525	4141500N	423300E
RESUTTANO	1965-1994	Pluviometro	642	4171190N	414760E
RIESI	1965-1994	Pluviometro	369	4126760N	418740E
S. CATALDO	1965-1994	Pluviometro	625	4149040N	410110E
S. CATERINA VILLAROSA	1965-1994	Pluviometro	606	4160090N	414640E
SOMMATINO	1965-1994	Pluviometro	369	4132400N	409930E
VILLAROSA	1965-1994	Pluviometro	525	4159980N	426420E

Figura 5: Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche del bacino del F. Imera Meridionale

La stazione pluviometrica in prossimità dell'impianto eolico in esame è la *Stazione di Villarosa (EN)*, come si può notare dall'immagine seguente.

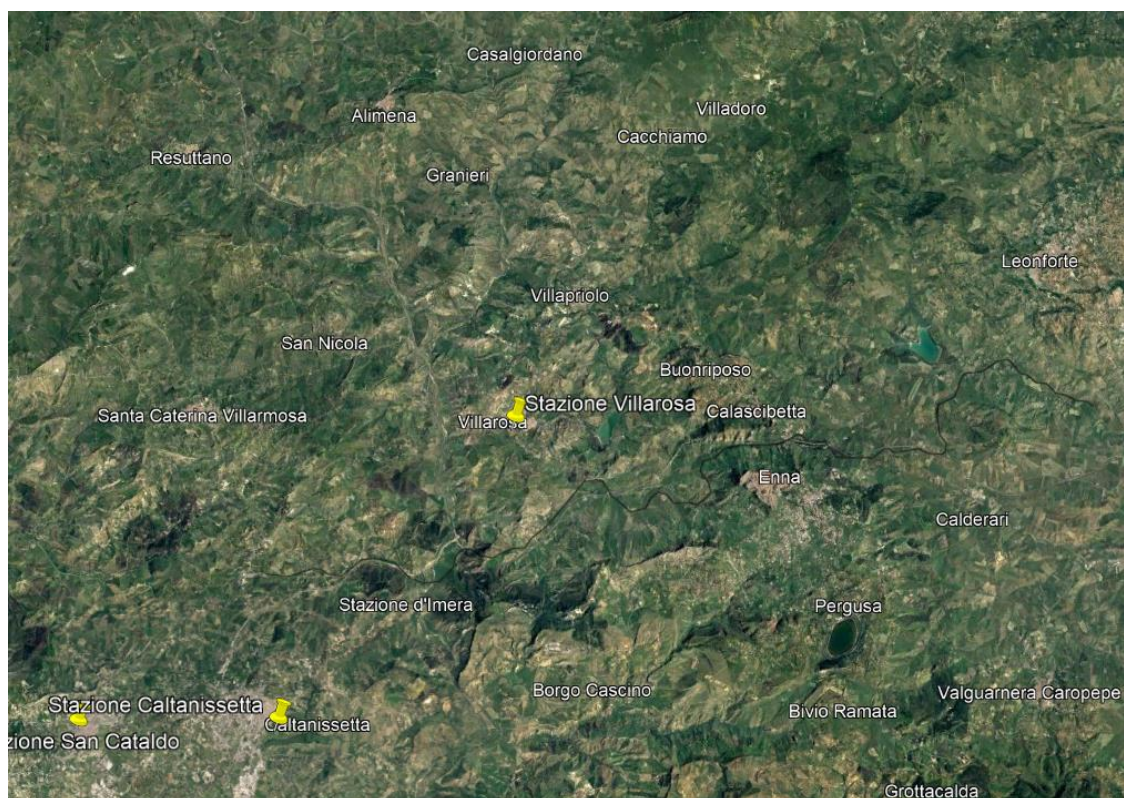


Figura 6: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con indicazione dell'impianto

Di seguito si riporta, per l'ultimo trimestre dell'anno corrente 2022, le informazioni registrate mese per mese dei valori dell'altezza di pioggia e dei giorni piovosi.

Stazioni	agosto 2022						settembre 2022						ottobre 2022						Ultimo giorno piovoso *	Precipitazioni cumulate dal 1° giorno **
	Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (n) **			Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (n) **			Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (n) **				
	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec		
Alta	2,6	1,6	0,8	10	10	0	0	0,2	25,8	0	0	20	13,6	---	---	30	---	---	15/10/2022	---
Camporeale	0	21,6	0,6	0	20	0	0,4	4,2	80,4	0	10	30	7,8	---	---	10	---	---	14/10/2022	---
Castelbuono	9,8	15,2	4,4	20	10	9,1	0	0	11,8	0	0	10	13,4	---	---	30	---	---	15/10/2022	---
Contessa Entellina	20	6	0	10	10	0	0	3,4	141,2	0	20	30	46,4	---	---	20	---	---	13/10/2022	---
Corleone	20,8	32,8	2,8	30	20	9,1	0	2,4	154	0	10	40	11,4	---	---	20	---	---	14/10/2022	---
Gangi	19	6	2,2	20	20	9,1	0	0,8	35,7	0	0	20	11,2	---	---	10	---	---	15/10/2022	---
Giuliana	20,2	16,8	3	30	10	9,1	0	3	89,8	0	10	30	44,2	---	---	30	---	---	13/10/2022	---
Lascari	33,2	18,2	14,4	20	10	27,3	0	0,2	33,8	0	0	30	22,6	---	---	30	---	---	15/10/2022	---
Mezzogiuso	22	2,2	13,2	20	10	9,1	0	1	48,4	0	0	30	8	---	---	30	---	---	13/10/2022	---
Misilmeri	20,8	20	4	10	10	9,1	0	0,4	72,6	0	0	40	6,6	---	---	20	---	---	15/10/2022	---
Monteate Bifarella	84,4	17,8	31	20	20	18,2	0	10,4	117,2	0	10	30	8,6	---	---	30	---	---	14/10/2022	---
Monteate Vigna Api	40,4	5,4	2,6	20	10	9,1	0	0,8	67,6	0	0	30	5,4	---	---	20	---	---	15/10/2022	---
Palermo	22,2	9,4	32,4	10	10	9,1	0	0,2	57,8	0	0	30	9	---	---	20	---	---	15/10/2022	---
Portofino	1	5,2	18,4	10	10	9,1	0	0,4	66,8	0	0	30	14,6	---	---	20	---	---	14/10/2022	---
Petralia Sottana	48,6	4	0	50	10	0	0	1	44,2	0	10	20	12,4	---	---	20	---	---	15/10/2022	---
Potizzi Generosa	40,4	8,8	7,6	40	20	18,2	0	0,2	16,8	0	0	10	10,4	---	---	20	---	---	15/10/2022	---
Prizzi	24,8	1,2	14,2	30	10	9,1	0	3,4	50	0	10	30	38	---	---	30	---	---	13/10/2022	---
Scalfari Bagli	3,2	4,8	0	0	10	20	0	0,8	40,4	0	0	10	30	---	---	20	---	---	15/10/2022	---
Termini Imerese	18,2	10,4	2	20	10	9,1	0	0	67,4	0	0	40	5,8	---	---	20	---	---	15/10/2022	---

Figura 7: Dati misurati dalla stazione meteo della Provincia di Palermo

Secondo le perimetrazioni del P.A.I., gli aerogeneratori di progetto, con le relative piazzole e opere di rete, risultano tutti esterni alle aree a pericolosità idraulica P4, P3, P2 e P1.

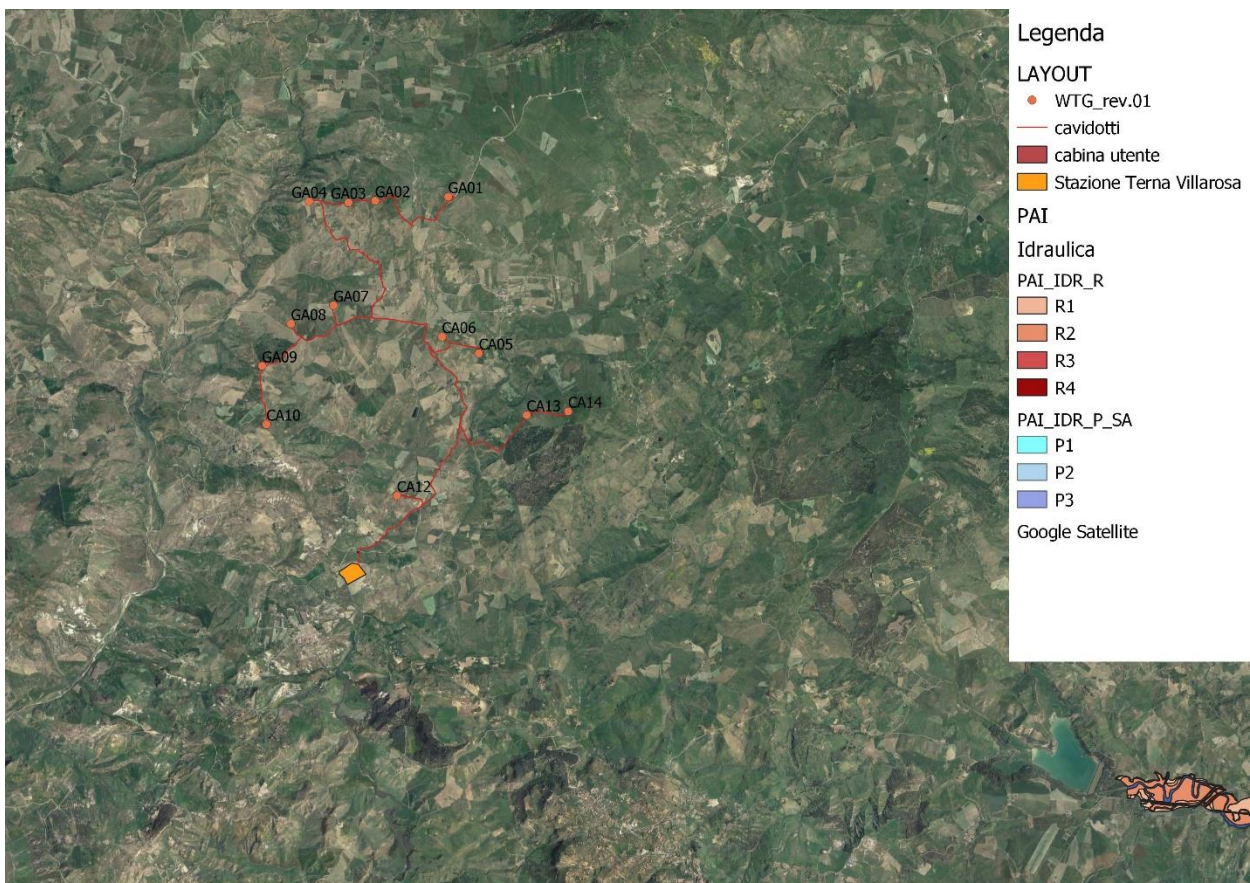


Figura 8: Stralcio delle perimetrazioni delle aree a rischio e pericolosità idraulica del PAI

5 STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico ha permesso di stimare le portate al colmo di piena all'interno dei bacini idrografici di studio per tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni. Nello specifico, è stato utilizzato il tempo di ritorno di 100 anni per la determinazione delle aree in cui è stato rilevato il rischio di alluvione, al fine di valutare le condizioni di sicurezza dell'intervento. Le portate di piena centennali, quindi, sono state utilizzate come input nella modellazione idraulica per perimetrare l'impronta allagabile a 100 anni (output). Di seguito, si riportano i risultati dell'analisi idrologica.

Bacini	Q ₅₀ (mc/s)	Q ₁₀₀ (mc/s)	Q ₃₀₀ (mc/s)
Bacino 1	2.20	2.50	2.99
Bacino 2	5.60	6.37	7.62
Bacino 3	3.92	4.45	5.33
Bacino 4	3.15	3.58	4.29
Bacino 5	8.25	9.38	11.22
Bacino 6	1.91	2.17	2.60
Bacino 7	2.43	2.76	3.30
Bacino 8	3.32	3.78	4.52
Bacino 9	76.31	86.79	103.83
Bacino 10	2.80	3.18	3.81
Bacino 11	0.83	0.94	1.13
Bacino 12	1.79	2.04	2.44
Bacino 13	0.71	0.81	0.97
Bacino 14	0.83	0.94	1.13

6 STUDIO IDRAULICO

La seguente analisi idraulica consiste nella modellazione bidimensionale del comportamento idraulico dei corpi idrici che interferiscono con l'area di impianto, in condizioni di moto non stazionario e allo stato attuale, attraverso l'ausilio del software HEC-RAS 5.0.7.

Il codice di calcolo HEC-RAS è un programma sviluppato presso l'Hydrological Engineering Center (HEC) dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), utilizzato per l'implementazione di modelli numerico-idraulici di canali naturali ed artificiali e per ricostruire con un accettabile grado di approssimazione, la geometria, la dinamica fluviale e la risposta di un corso d'acqua agli interventi in alveo.

La modellazione bidimensionale in regime di moto vario ha consentito la simulazione del deflusso nelle due direzioni piane, partendo da una rappresentazione 2D della morfologia dell'alveo e delle aree golenali limitrofe, definita con un modello digitale del terreno.

Le leggi fisiche che regolano il moto vario di una corrente a pelo libero sono l'equazione di conservazione della massa e l'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) - q_l V_l = 0$$

le cui variabili introdotte hanno il seguente significato:

- Q = portata defluente in alveo
- q_l = portata immessa lateralmente per unità di lunghezza
- A = sezione idrica della corrente
- g = accelerazione di gravità
- V = velocità media di deflusso della corrente
- V_l = velocità media di deflusso della portata immessa lateralmente;
- S_f = slope friction
- z = quota di pelo libero, che è legata al tirante idrico e alla quota di fondo alveo.

La risoluzione del sistema di equazioni suddetto è affidata al metodo delle differenze finite, il quale permette di riscrivere le equazioni in termini di differenze finite, evitando di dover risolvere delle derivate parziali: si passa così da un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali ad un sistema di equazioni algebriche.

In particolare, la modellazione 2D in HEC-RAS utilizza uno schema di tipo implicito ai volumi finiti, noto come "box scheme". L'algoritmo di soluzione di tipo implicito consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti; l'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti. Per testare la stabilità del modello si è utilizzato il criterio di Courant – Friedrichs – Lewy, abbreviato con CFL, secondo il quale un modello è stabile se è soddisfatta la seguente condizione:

- caso unidimensionale

$$C = \frac{u \cdot \Delta t}{\Delta x} < C_{max}$$

- caso bidimensionale

$$C = \frac{u_x \cdot \Delta t}{\Delta x} + \frac{u_y \cdot \Delta t}{\Delta y} < C_{max}$$

dove u rappresenta la velocità di flusso, Δt è l'intervallo temporale e Δx è l'intervallo spaziale e il numero adimensionale C è chiamato numero di Courant.

La costante C_{max} dipende dalla tipologia di equazione che deve essere risolta e dal tipo di schema numerico utilizzato per la soluzione (esplicito o implicito). Se si utilizza uno schema esplicito allora C_{max} è pari a 1; se invece lo schema è di tipo implicito sono tollerati valori di C_{max} più elevati.

6.1 Analisi idraulica con $Tr = 100$ anni

Definito e generato il modello digitale del terreno (*Terrain*), si è passato alla creazione del grigliato di calcolo (*2D Flow Area*) che costituisce il corpo vero e proprio dell'area 2D rappresentativa della piana alluvionale, per lo sviluppo della modellazione bidimensionale.

Per una simulazione accurata, è possibile associare alle aree 2D dei valori di scabrezza variabili che simulino l'eterogeneità reale delle aree inondabili.

Questa variabilità spaziale è stata ottenuta dalla sovrapposizione dell'area 2D di calcolo con la Carta d'Uso del Suolo e dall'attribuzione del coefficiente di scabrezza di Manning relativo alle varie tipologie di uso del suolo. Nel caso specifico, si è attribuito un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.040 corrispondente alla classe UDS "Seminativi semplici in aree non irrigue".

Nelle simulazioni idrauliche effettuate in condizioni di moto vario per i vari bacini idrografici di studio, come condizione al contorno di valle si è associata la condizione di *Normal Depth*, mentre per la condizione di monte è stata utilizzata l'opzione del *Flow Hydrograph*, mediante l'inserimento dell'idrogramma di piena con intervalli temporali pari a 10 minuti, considerando un giorno di simulazione.

A titolo di esempio, si riportano gli idrogrammi di piena inseriti come condizione di monte nelle simulazioni idrauliche, relativi ai bacini idrografici di studio n. 2 e 9 dell'area di impianto, contribuenti dei reticoli idrografici potenzialmente più critici e caratterizzati da portate maggiori. Il picco dell'idrogramma rappresenta la portata di piena di un evento meteorico con tempo di ritorno $Tr = 100$ anni.

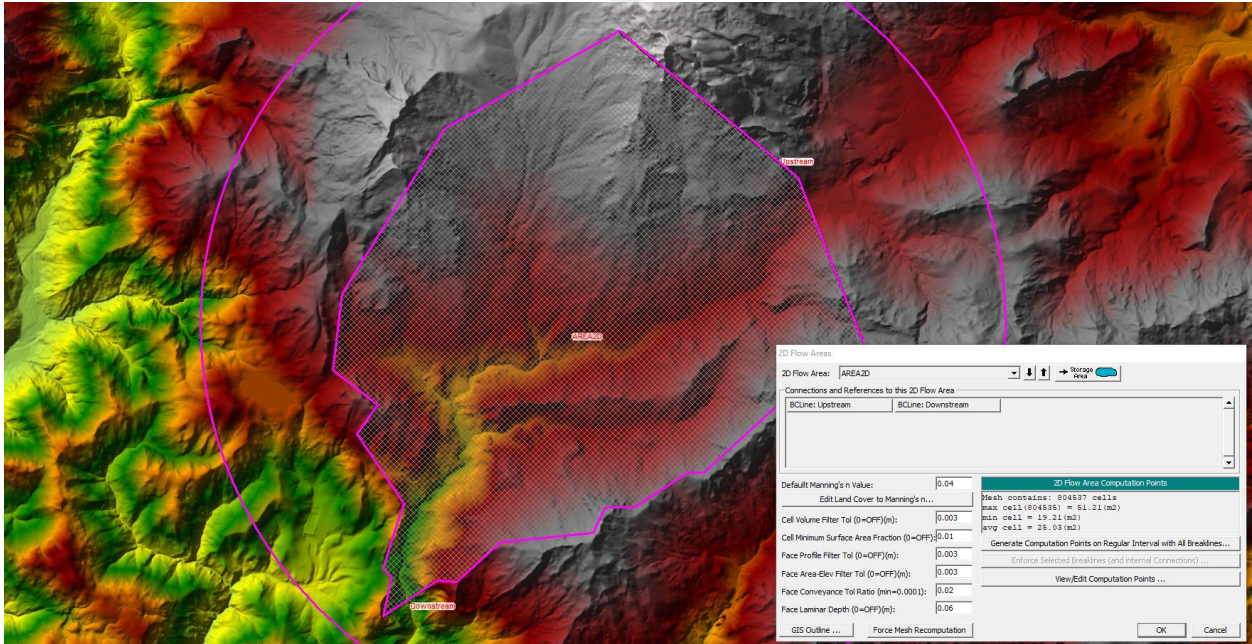


Figura 9: Griglia di calcolo 5x5 m del Bacino 9

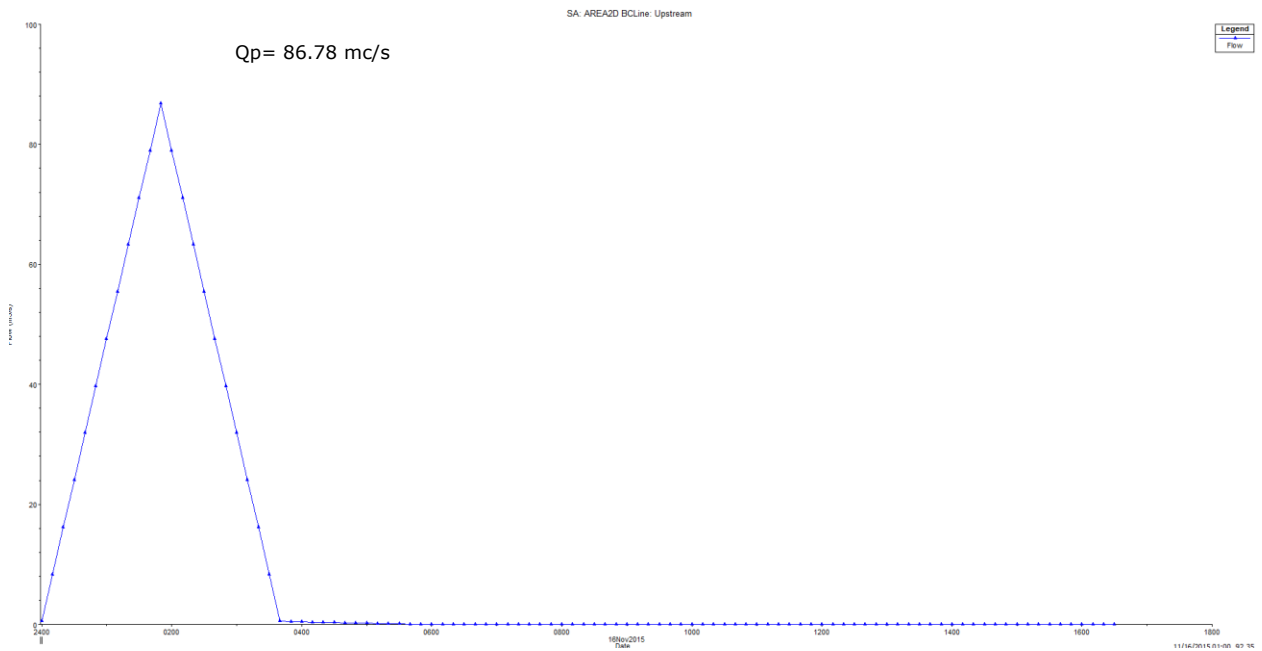


Figura 10: Idrogramma di piena in input – Bacino 9

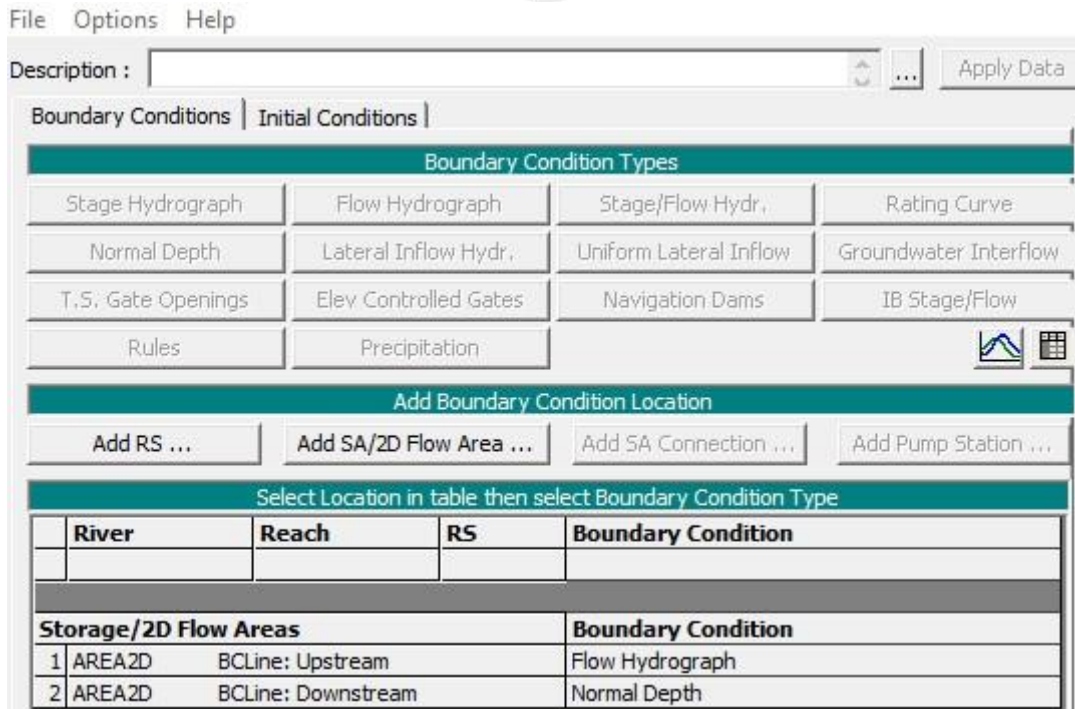


Figura 11: Boundary conditions per il Bacino 9

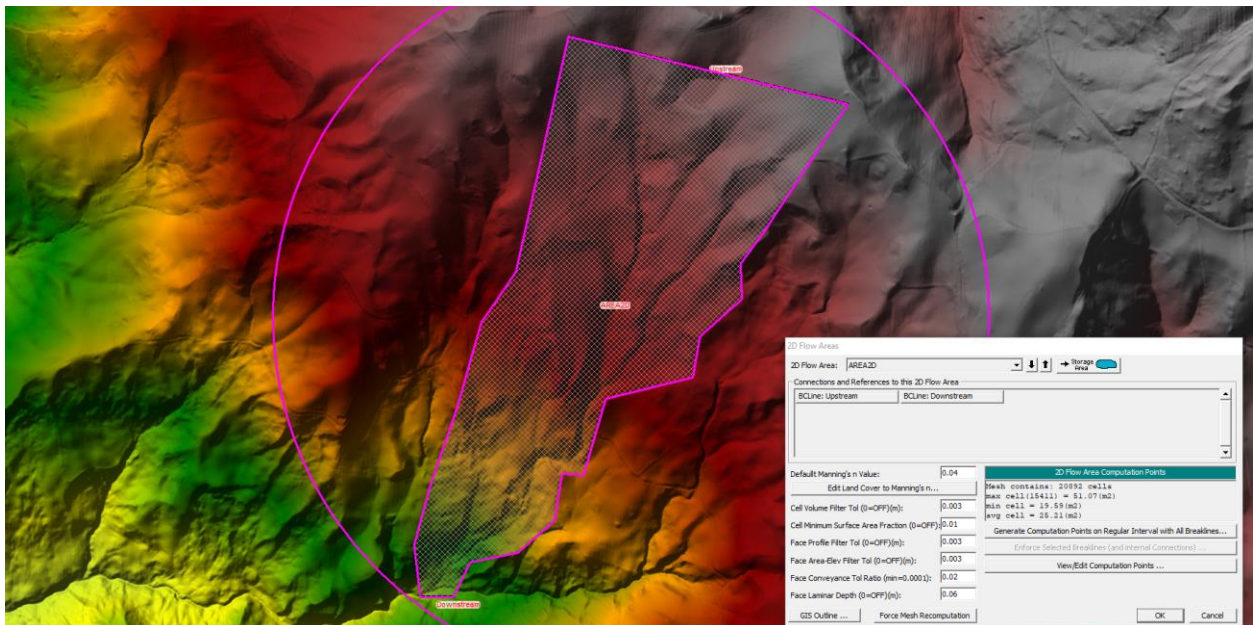


Figura 12: Griglia di calcolo 5x5 m del Bacino 2

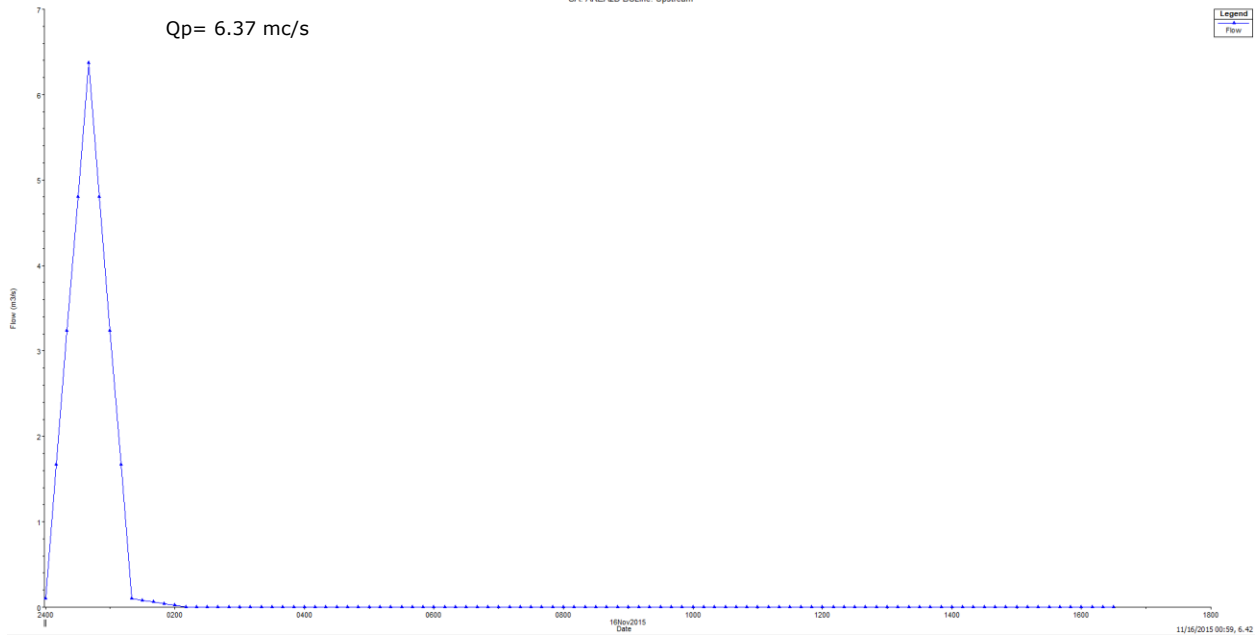


Figura 13: Idrogramma di piena in input – Bacino 9

File Options Help

Description : Apply Data

Boundary Conditions | Initial Conditions

Boundary Condition Types

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add SA Connection ... Add Pump Station ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition
Storage/2D Flow Areas			Boundary Condition
1	AREA2D	BCLine: Upstream	Flow Hydrograph
2	AREA2D	BCLine: Downstream	Normal Depth

Figura 14: Boundary conditions per il Bacino 9

Di seguito, si riportano i risultati delle modellazioni idrauliche in termini di perimetrazione dell'*area allagabile* e *mappa dei tiranti idrici* con tempo di ritorno di 100 anni. Come si può notare tutti gli aerogeneratori e le relative piazzole definitive sono esterni alle aree inondabili, solo alcuni tratti di cavidotto attraversano dei reticoli.

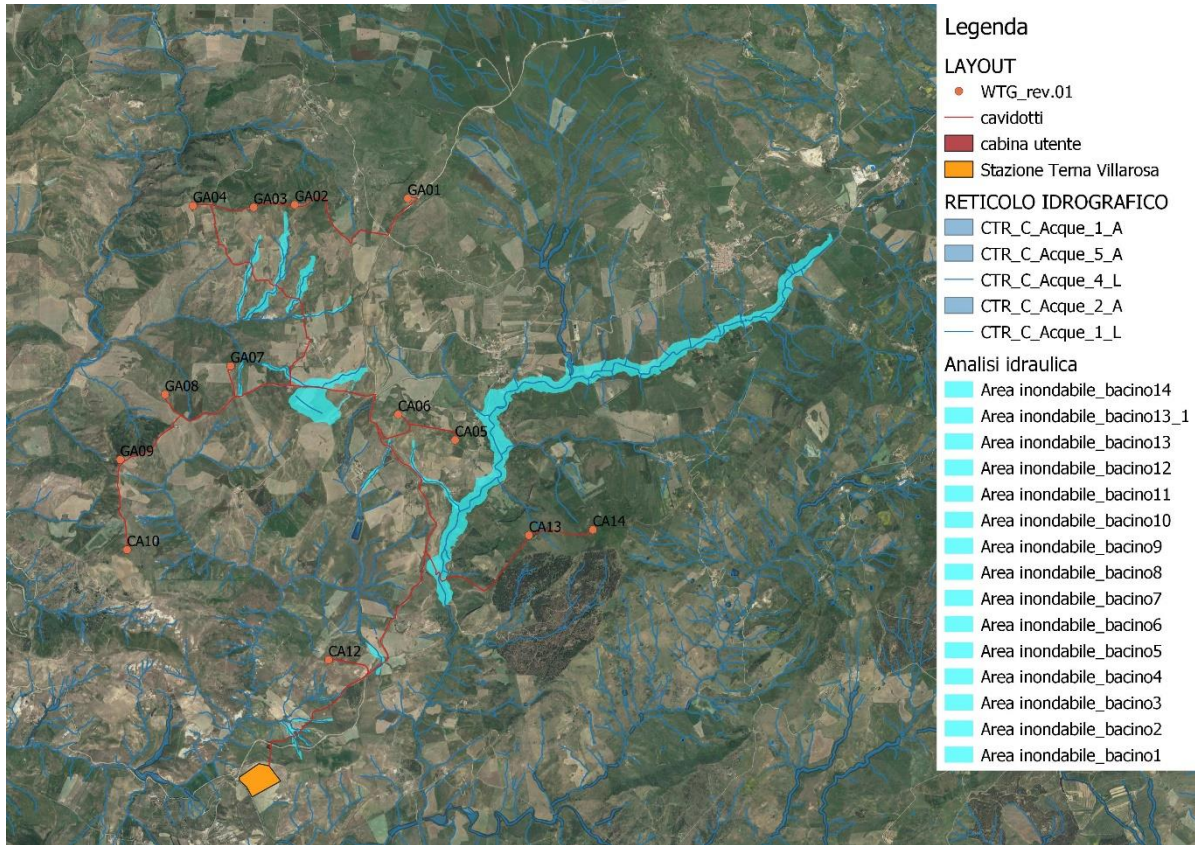


Figura 15: Stralcio mappa area allagabile con Tr=100 anni

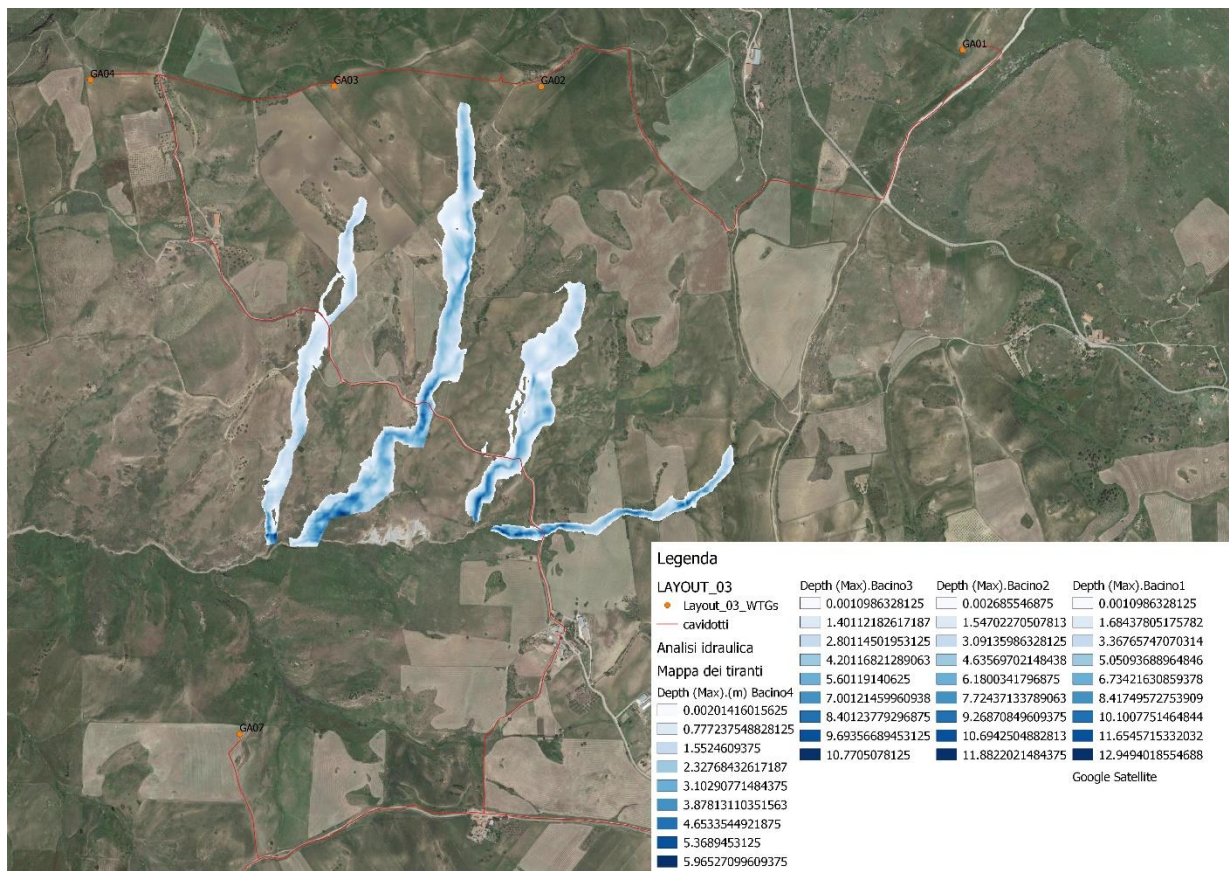


Figura 16: Stralcio mappa dei tiranti idrici (m) con Tr=100 anni – WTG1, WTG2, WTG3 e WTG4

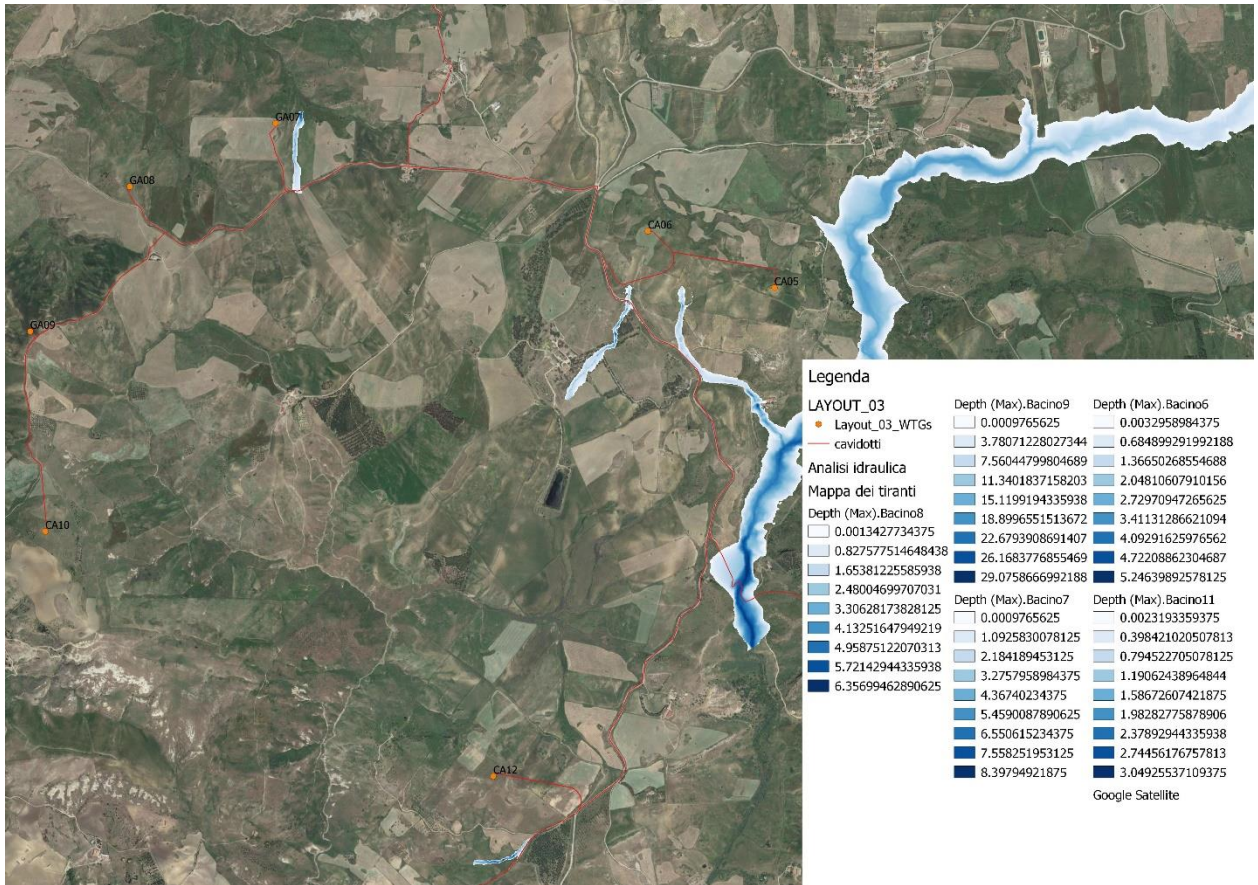


Figura 17: Stralcio mappa dei tiranti idrici (m) con Tr=100 anni – WTG5, WTG6, WTG7, WTG8, WTG9 e WTG10

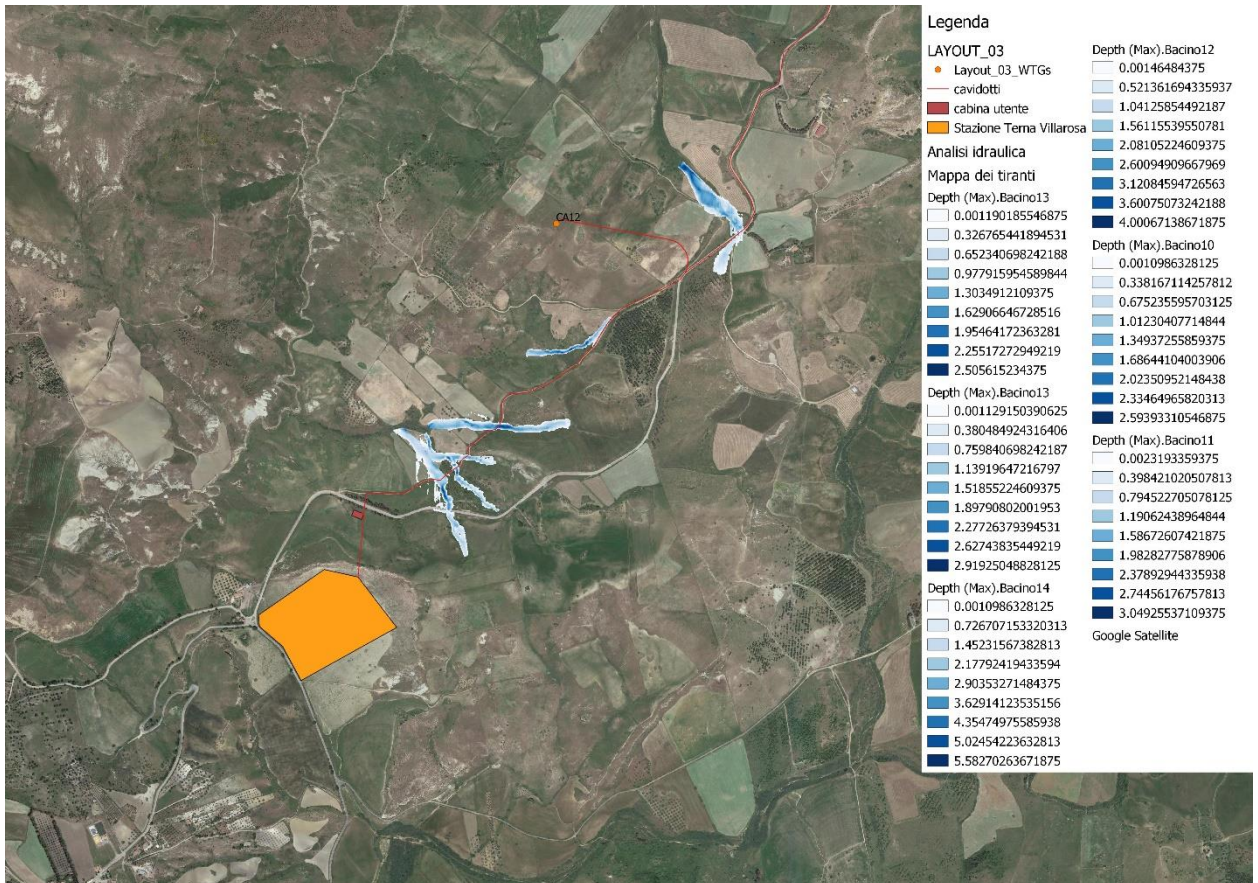


Figura 18: Stralcio mappa dei tiranti idrici (m) con Tr=100 anni - WTG12 e SSE

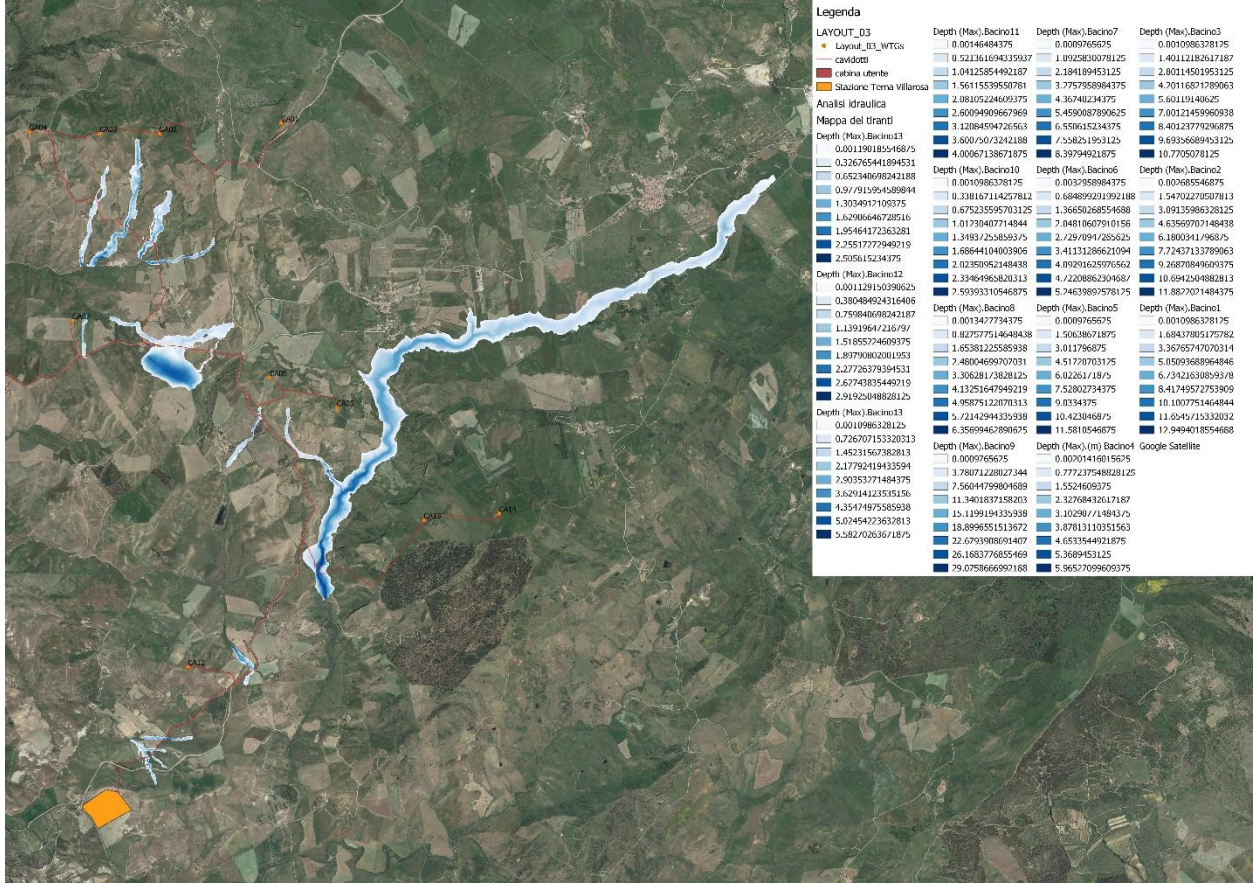


Figura 19: Stralcio mappa dei tiranti idrici (m) con $T_r=100$ anni – scala 1:20.000

7 INTERFERENZE CAVIDOTTO-RETICOLI IDROGRAFICI

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del cavidotto interrato di connessione, in corrispondenza dei diversi punti di interferenza con il reticolo idrografico, rilevati dall'analisi della cartografia.

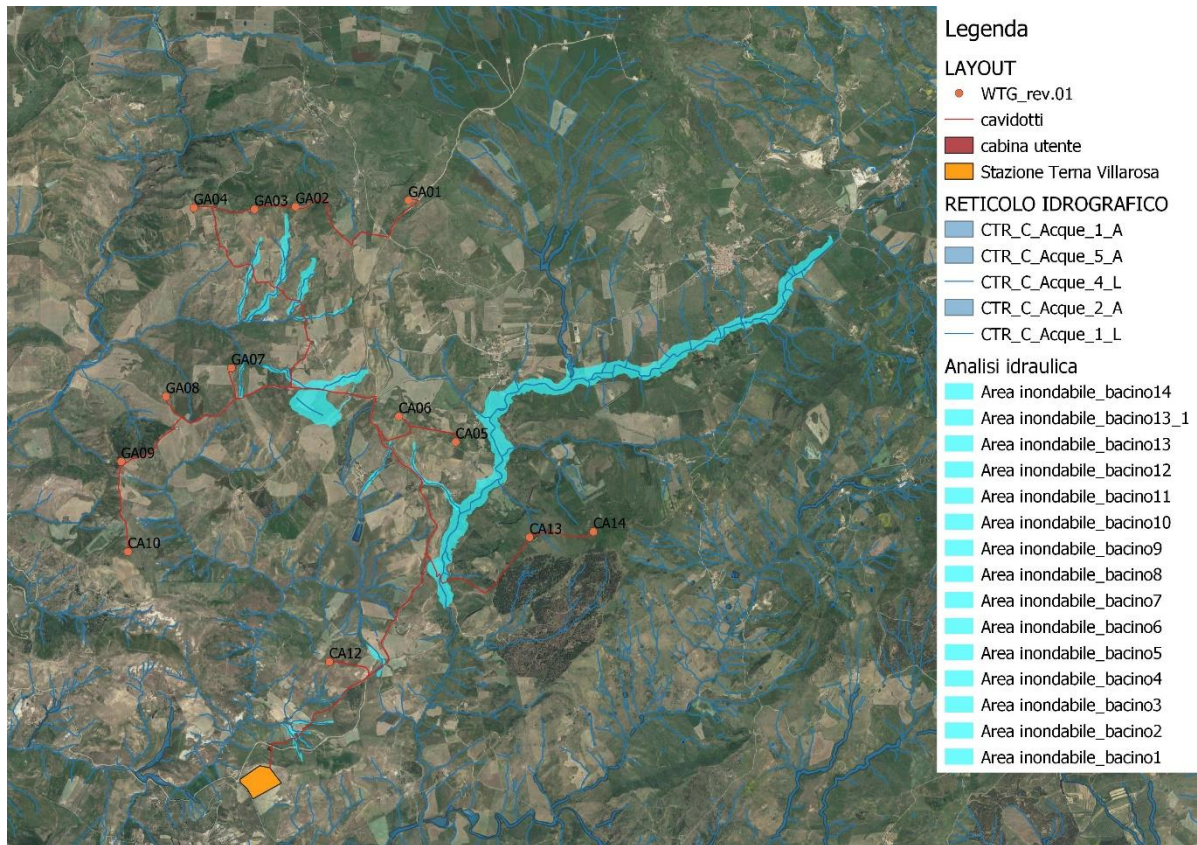


Figura 20: Intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico

Le intersezioni tra il cavidotto interrato e i reticoli idrografici possono essere, generalmente, risolte con diverse modalità costruttive:

- con scavi semplici a cielo aperto nei periodi asciutti per corsi d'acqua secondari di tipo episodico, definiti come corsi d'acqua temporanei con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni;
- in presenza di un'infrastruttura esistente, con posa in opera in spalla al ponte con canaline di protezione passacavi in modo da non modificare la morfologia dei reticoli idrografici;
- con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) per corsi d'acqua principali. Si prevede la posa del cavo ad una profondità maggiore di 2.0 m rispetto al fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle Autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

Nello specifico, la tecnica della T.O.C. consente di posare linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie. In questo caso, la scelta della

metodologia T.O.C, oltre che per motivi di minore interferenza sul regime idraulico e, quindi, di minore impatto ambientale, deriva anche dalla impossibilità di eseguire scavi a cielo aperto. Tale tecnica consiste essenzialmente nella posa del cavidotto interrato mediante una trivellazione eseguita da una apposita macchina, la quale permette di controllare l'andamento plano-altimetrico del cavo per mezzo di un radio-controllo.

L'esecuzione della T.O.C. costa essenzialmente di 3 fasi successive di lavoro:

1. *Foro pilota*: si realizza un foro pilota infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste di perforazione teleguidate, in modo da creare un percorso sotterraneo da un punto di partenza ad uno di arrivo. La punta di perforazione viene spinta nel terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche da permettere la realizzazione di curve altimetriche;
2. *Alesatura o allargamento del foro pilota*: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando, a ritroso, alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta, montati al posto della punta di perforazione;
3. *Posa della tubazione*: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato. All'interno del tubo guaina, che sarà a tenuta stagna, saranno inseriti i cavi di potenza. In prossimità degli attraversamenti potranno essere installate apposite paline segnaletiche indicanti la presenza dell'elettrodotto interrato. Gli eventuali pozzetti di testata dell'attraversamento saranno realizzati in cemento gettato in opera sigillati, completi di chiusini carrabili in ghisa.

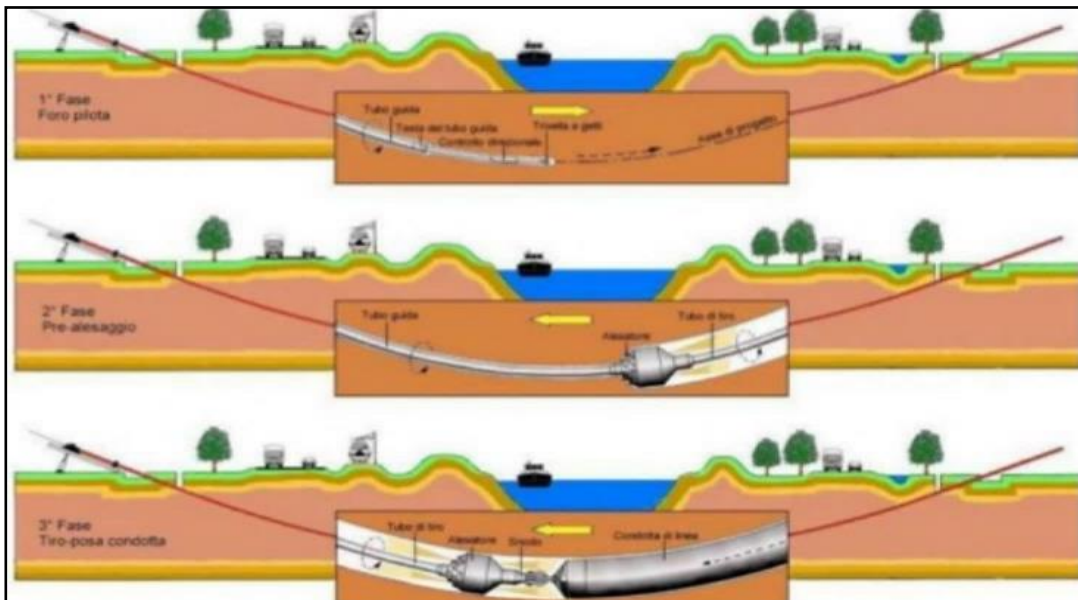


Figura 21: Fasi di realizzazione della T.O.C.

Nel caso in esame, tutte le interferenze del cavidotto interrato con il reticolo idrografico saranno superate mediante la tecnica della T.O.C., le quali avranno estensioni variabili dipendenti dalla larghezza delle aree inondabili determinate con un $Tr = 100$ anni, tenendo conto anche che i

punti di ingresso e uscita delle perforazioni dovranno essere poste all'esterno delle aree allagabili, e profondità d'esecuzione in subalvea pari a circa 3.00 m.

Tuttavia, per maggior dettagli, si rimanda agli elaborati grafici "Planimetria interferenze cavidotto" e "Particolari tipologici risoluzione interferenze con cavidotto".

8 CONCLUSIONI

La presente relazione idraulica ha consentito di perimetrare l'effettiva impronta allagabile e la mappa dei battenti idrici della rete idrografica potenzialmente soggetta a criticità, relativa ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 100 anni.

La modellazione idraulica è stata svolta in modo bidimensionale e in condizioni di moto non stazionario, utilizzando il software HEC-RAS River Analysis System per i reticoli nell'area di impianto e per analizzare i punti di interferenza del cavidotto interno ed esterno con i reticoli idrografici.

Dai risultati delle modellazioni di flooding, si può osservare che tutti gli aerogeneratori comprese le piazzole definitive risultano essere esterni alle aree inondabili, non comportando alcuna variazione del livello di sicurezza dei reticoli idrografici di studio.

Relativamente alle intersezioni del tracciato del cavidotto di connessione con il reticolo idrografico, si può affermare che la posa in opera dei cavi interrati è prevista mediante la tecnica della T.O.C., ad una profondità maggiore di 2.00 mt al di sotto del fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

Nella condizione dello stato di progetto, si può affermare che gli interventi risultano compatibili con le finalità e prescrizioni del PAI.