

Alba Wind Srl

Parco Eolico Alba Wind sito nel Comune di Piana degli Albanesi (PA) e di Monreale (PA)

Relazione idraulica

Settembre 2022





Committente:

Alba Wind Srl

Alba Wind Srl

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 16277231003

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico Alba Wind sito nel Comune di Piana degli Albanesi
(PA) e di Monreale (PA)**

Documento:

Relazione idraulica

N° Documento:

IT-VesALB-BFP-GEO-TR-003

Progettista:



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

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

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO

ing. Giulia CARELLA

ing. Tommaso MANCINI

ing. Margherita DEBERNARDIS

ing. Fabio MASTROSERIO

ing. Martino LAPENNA

ing. Nunzia ZECCHILLO

ing. Miriam MATARRESE

ing. Roberta ALBANESE

ing. Mariano MARSEGLIA

ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI

ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	13/09/2022	Emissione	Matarrese	Miglionico	Pomponio

Sommario

1. PREMESSA	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	4
3.1 Caratteristiche generali del campo eolico	4
4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	6
5. STUDIO IDROLOGICO	11
6. STUDIO IDRAULICO	11
6.1 Analisi idraulica con $Tr = 100$ anni	12
7. INTERFERENZE CAVIDOTTO-RETICOLI IDROGRAFICI	17
8. CONCLUSIONI	19

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste nel progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **Alba Wind S.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di 57,6 MW, da realizzarsi nella Provincia di Palermo, nei territori comunali di Piana degli Albanesi e Monreale, in cui insistono gli aerogeneratori e le relative opere di connessione alla RTN.

In base alla soluzione di connessione, l'impianto eolico sarà collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) in doppia sbarra a 220/36 kV della RTN, da collegare in entra - esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna".

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da immettere nella rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione. In questo scenario il parco eolico consentirà di raggiungere obiettivi più complessi fra i quali si annoverano:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, priva di alcuna emissione diretta o derivata nell'ambiente;
- la valorizzazione di un'area marginale rispetto alle altre fonti di sviluppo regionale con destinazione prevalente a scopo agricolo e con bassa densità antropica;
- la diffusione di know-how in materia di produzione di energia elettrica da fonte eolica, a valenza fortemente sinergica per aree con problemi occupazionali e di sviluppo.

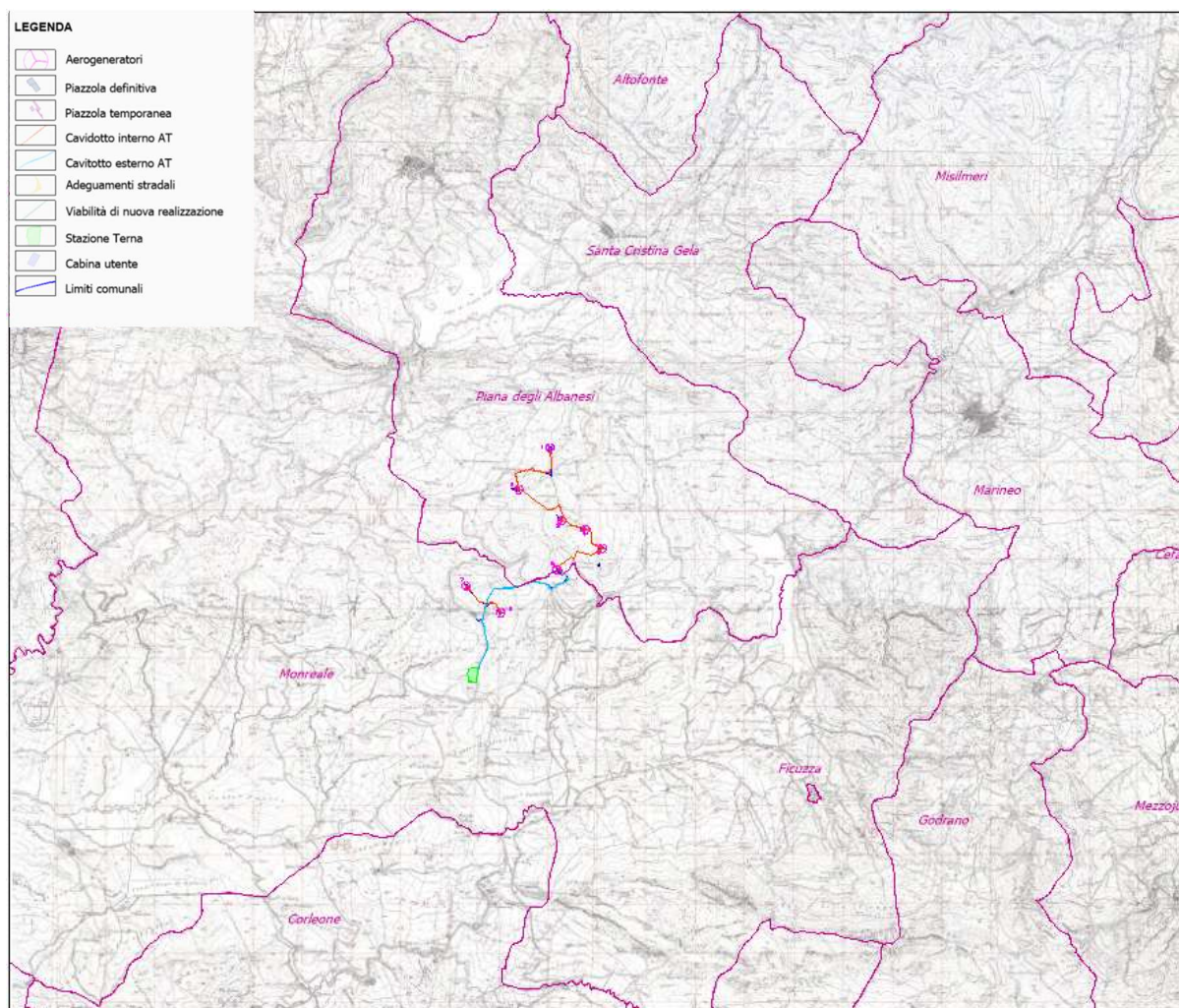


Figura 1: Inquadramento geografico

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

3.1 Caratteristiche generali del campo eolico

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 8 aerogeneratori della potenza massima di circa 7,2 MW ciascuno ed avente generatore di tipo asincrono, tipo EnVentus V162-7.2 MW, con diametro del rotore pari a 162 m, altezza mozzo pari a 119 m, per un'altezza massima al tip (punta della pala) pari a 200 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione MT/BT;
- cabina utente, ubicata nei pressi del punto di connessione presso la stazione TERNA da realizzare. Raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna mediante un raccordo in cavo interrato (36 kV);
- rete elettrica interrata a 36 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la cabina utente e tra quest'ultima e la stazione Terna;

- rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
- impianti di messa a terra.

L'area di progetto, intesa come quella occupata dagli 8 aerogeneratori di progetto con annesse piazzole, i cavidotti AT di connessione tra gli aerogeneratori e quello di connessione alla cabina utente e alla stazione Terna, interessa il territorio comunale di Piana degli Albanesi (AG), censito al NCT ai fogli di mappa nn. 19, 20, 22, 23, ed il territorio comunale di Monreale (AG), censito al NCT ai fogli 128 e 129.

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (WGS84 – UTM zone 33S) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni dei Comuni di Piana degli Albanesi e Monreale.

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	EST (X)	NORD (Y)	Comune	foglio	p.lle
1	37°56'42.99	13°18'55.05	351972	4201082	Piana degli Albanesi	19	69, 76
2	37°56'15.11	13°18'30.05	351346	4200233	Piana degli Albanesi	22	78
3	37°55'54.96	13°19'6.06	352214	4199596	Piana degli Albanesi	23	65
4	37°55'49.52	13°19'26.11	352701	4199420	Piana degli Albanesi	23	100, 195
5	37°55'37.54	13°19'40.25	353039	4199044	Piana degli Albanesi	23	103, 104
6	37°55'22.59	13°19'3.11	352124	4198601	Piana degli Albanesi	22	132, 185
					Piana degli Albanesi	23	74
					Monreale	129	89
7	37°55'10.57	13°17'47.58	350274	4198263	Monreale	128	39, 41, 87, 89
8	37°54'53.70	13°18'16.43	350968	4197730	Monreale	128	465, 506

4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area interessata dall'impianto eolico ricade all'interno dei bacini idrografici del "Fiume Belice", censito dal P.A.I. al numero 057.

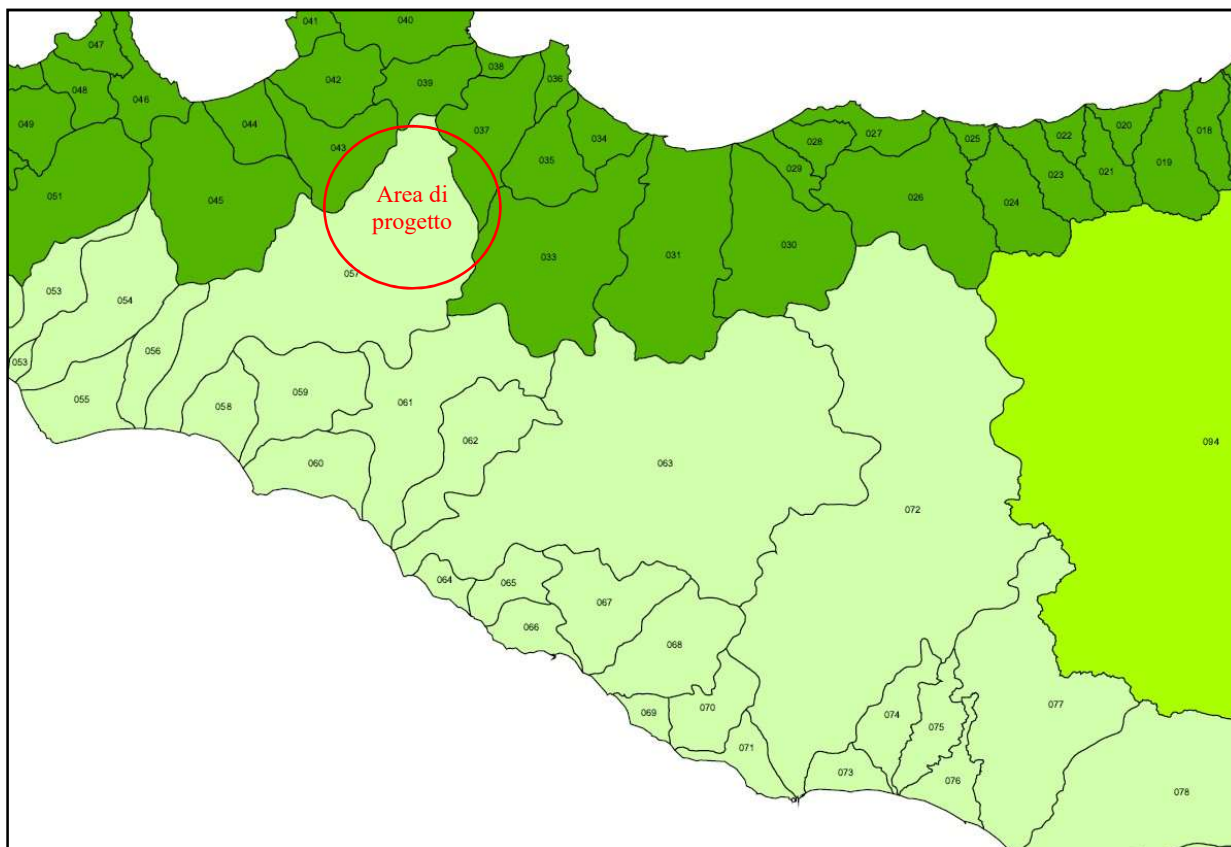


Figura 2: Stralcio dei Bacini idrografici della Regione Sicilia

Il Fiume Belice presenta un ampio bacino idrografico che si sviluppa dai Monti di Palermo a Nord alle spiagge del Mediterraneo a SW. L'assetto geomorfologico presenta pertanto caratteri variabili, da quelli tipici dell'entroterra isolano a quelli delle fasce costiere meridionali e sud-occidentali.

Il bacino del Fiume Belice si sviluppa lungo una direttrice NE-SW dalle aree a sud dei Monti di Palermo fino alla costa meridionale della Sicilia, tra Punta Granitola e Capo S. Marco. Esso confina, nella zona settentrionale, con i bacini del F. Jato e del F. Oreto; ad occidente lo spartiacque è comune con il bacino del Fiumefreddo e a SW con quello del F. Modione. Dal lato orientale, da nord a sud confina con i bacini del F. San Leonardo, F. Verdura, F. Carboj e con alcuni bacini minori. Presenta un bacino idrografico complessivo di circa 955,5 kmq.

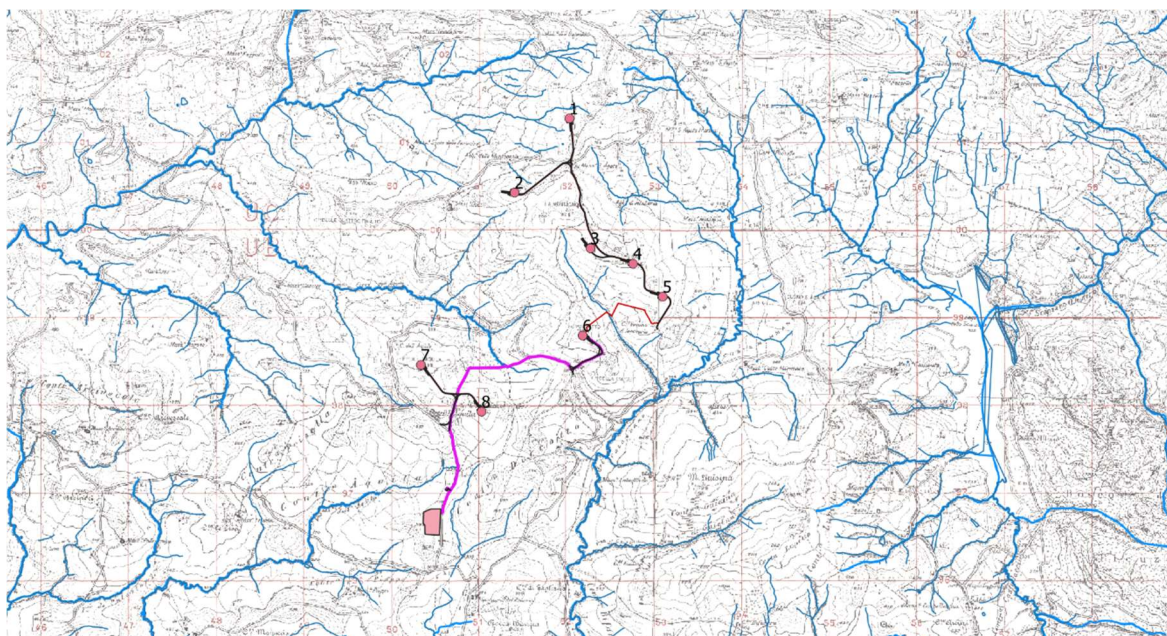


Figura 3: Reticoli idrografici su IGM 25.000

Per definire il microclima dell'area territoriale dei bacini idrografici del Fiume Belice, 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 Belice, secondo i dati presenti nel P.A.I. del bacino di appartenenza, sono le seguenti:

STAZIONE	LOCALITA'	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Lat.	Long.
Diga Arancio	Diga Arancio	Pluviometro	190	4.166.991	327.930
Montevago	Montevago	Pluviometro	460	4.176.394	320.777
Partanna	Partanna	Termo-pluviometro	407	4.176.557	313.430
Castelvetrano	Castelvetrano	Termo-pluviometro	190	4.173.062	304.528
Gibellina	Gibellina	Pluviometro	410	4.183.792	320.937
Roccamena	Roccamena	Pluviometro	480	4.189.005	337.194
Corleone	Corleone	Termo-Pluviometro	594	4.186.905	350.362
Ficuzza	Ficuzza	Termo-Pluviometro	681	4.194.198	356.380
Piana degli Albanesi	Piana degli Albanesi	Pluviometro	740	4.205.426	349.235
Piana dei Greci	Piana dei Greci	Pluviometro	616	4.203.576	349.201
San Giuseppe Jato	San Giuseppe Jato	Termo-Pluviometro	450	4.203.743	340.416

Figura 4: Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche del bacino del F. Belice

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

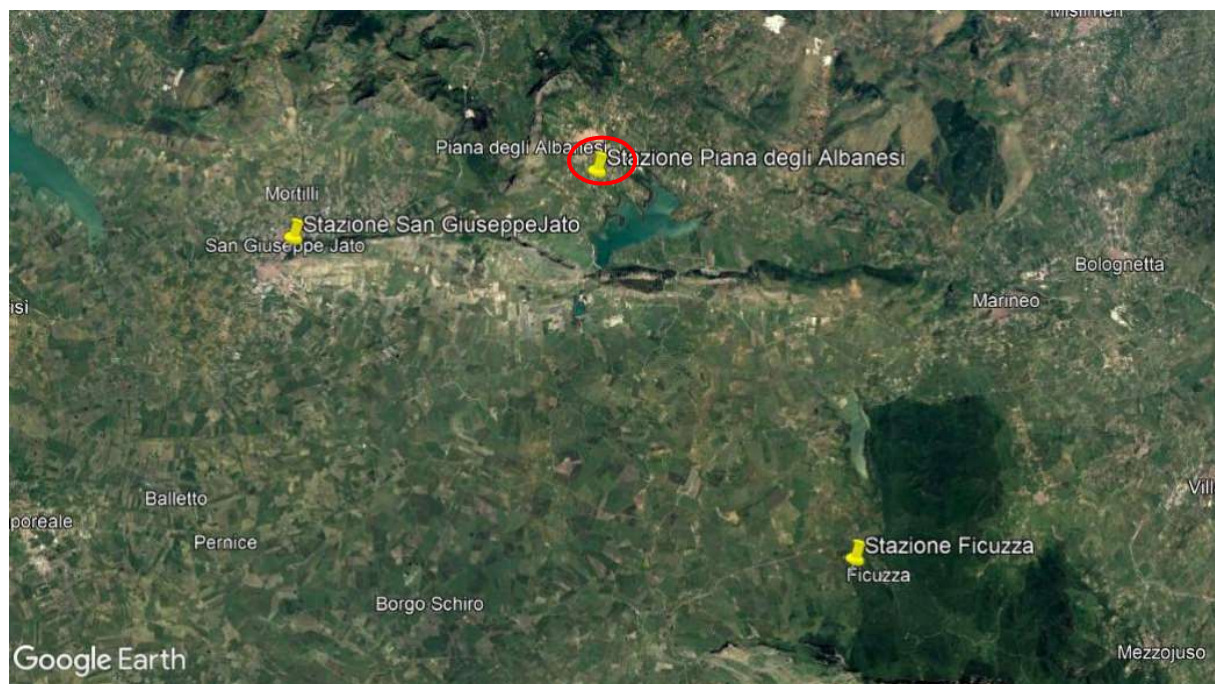


Figura 5: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con indicazione dell'impianto

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.

Data	Direzione vento 2m media oraria (°)	Precipitazioni totali orarie (mm)	Pressione atmosferica istantanea ridotta (hPa)	Radiazione solare totale oraria (MJ/mq)	Temperatura aria media oraria (°C)	Umidità relativa media oraria (R)	Velocità vento 2m massima oraria (m/s)	Velocità vento 2m media oraria (m/s)
04/09/2022 00:00	191	0	1018	0	24,7	28	7,5	4,3
04/09/2022 01:00	195	0	1018,2	0	24,3	26	7,1	4,3
04/09/2022 02:00	197	0	1019,3	0	24,5	26	8	4,7
04/09/2022 03:00	183	0	1019,3	0	24,6	30	8,1	4,6
04/09/2022 04:00	185	0	1019,9	0	23,7	44	8,5	4,7
04/09/2022 05:00	188	0	1019,5	0	23,2	96	6,2	3,2
04/09/2022 06:00	199	0	1018,6	0,2	24,4	65	5,3	2,2
04/09/2022 07:00	276	0	1018,3	1	27	29	4,1	1,4
04/09/2022 08:00	306	0	1018,8	1,6	28,3	28	5,3	2
04/09/2022 09:00	325	0	1018,9	2,2	30,1	24	3,6	1,2
04/09/2022 10:00	307	0	1019,2	2,7	30,7	21	6,2	2,3
04/09/2022 11:00	286	0	1018,8	3	31,1	19	8,6	2,9
04/09/2022 12:00	260	0	1018,3	3	30,9	19	7,8	3,7
04/09/2022 13:00	289	0	1018,6	2,8	31,4	19	8,8	3,7
04/09/2022 14:00	286	0	1018,3	2,4	30,7	19	7,3	3,1
04/09/2022 15:00	277	0	1019,6	2	30	19	6,9	3,5
04/09/2022 16:00	283	0	1019,4	0,9	28,5	22	6,3	2,5
04/09/2022 17:00	329	0	1019,3	0,5	28,2	25	2,8	0,8
04/09/2022 18:00	236	0	1020,4	0	25	41	2,6	0,8
04/09/2022 19:00	182	0	1021,2	0	22,9	50	2,6	1,3
04/09/2022 20:00	174	0	1021,2	0	23,9	43	3,6	1,5
04/09/2022 21:00	179	0	1021,4	0	23	39	3,3	2
04/09/2022 22:00	185	0	1021,7	0	22,8	38	3,3	2,1
04/09/2022 23:00	178	0	1021,8	0	22,1	39	2,5	1,5
05/09/2022 00:00	184	0	1022,2	0	21,1	46	2,3	1,4

Figura 6: Dati misurati dalla stazione meteo della Stazione di Piana degli Albanesi

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.

Legenda

Layout_PianaDegliAlbanesi

- wtg
- Piazzola di montaggio
- Piazzola definitiva
- Nuova viabilità
- Viabilità cabina
- Adeguamento stradale
- Stazione Terna
- Cavidotto esterno
- Cavidotto interno
- Cabina utente

PAI

PAI - shape - sito adb

PAI_IDR_R

- R2
- R3
- R4

PAI_IDR_P_SA

- P3
- SA

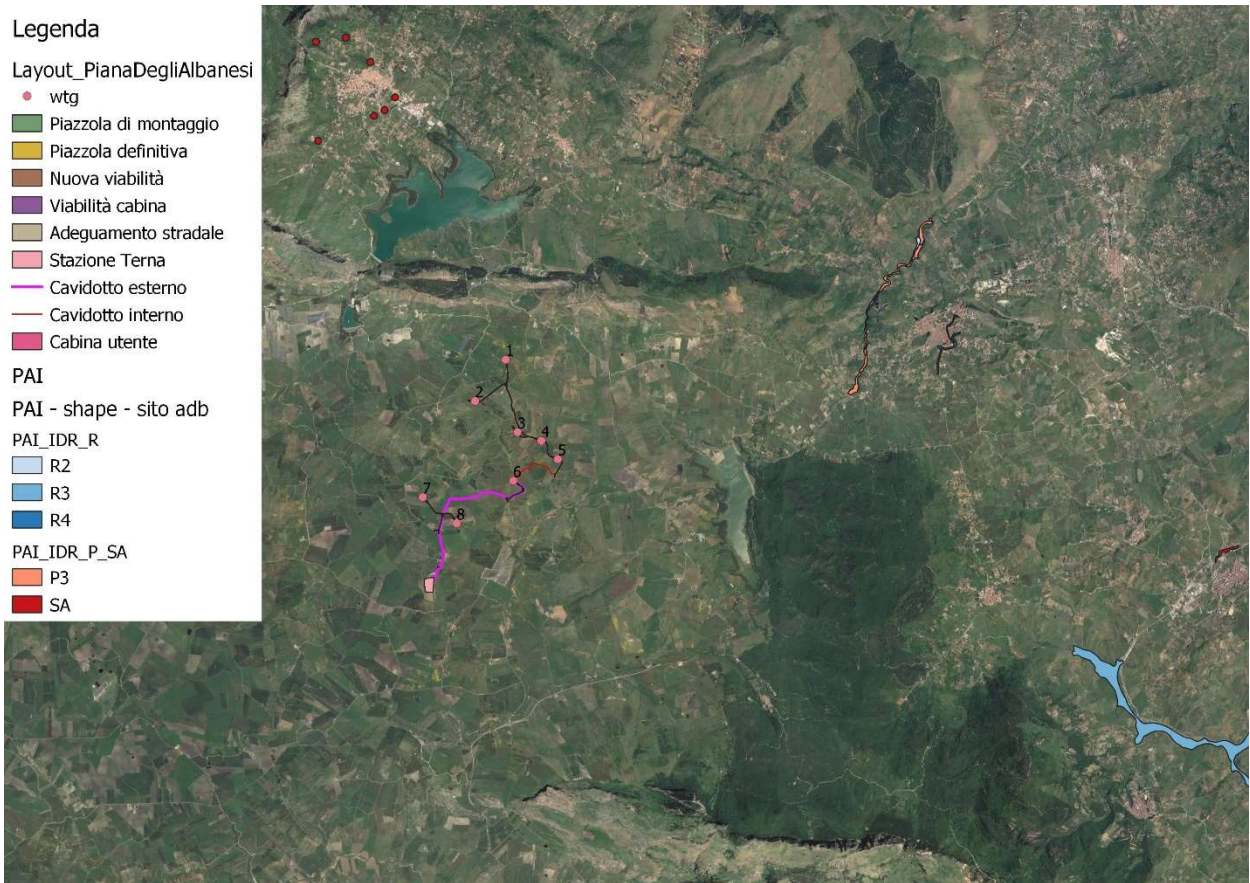


Figura 7: Stralcio delle perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica del PAI

Geologicamente l'area oggetto di studio rientra nel Foglio 258 "Alcamo" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.



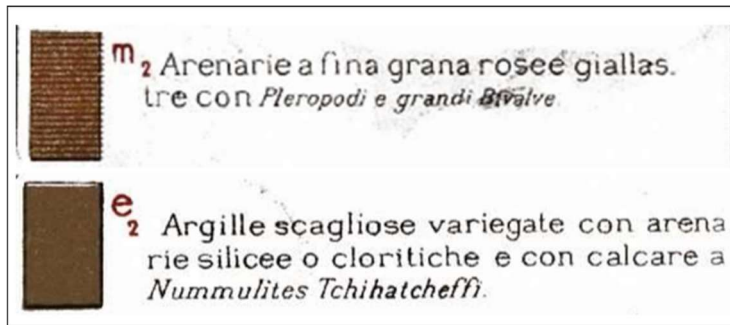


Figura 8: Inquadramento geologico

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	6.39	7.27	8.69
Bacino 2	7.68	8.74	10.45
Bacino 3	0.95	1.08	1.29

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. 1 e 2 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.

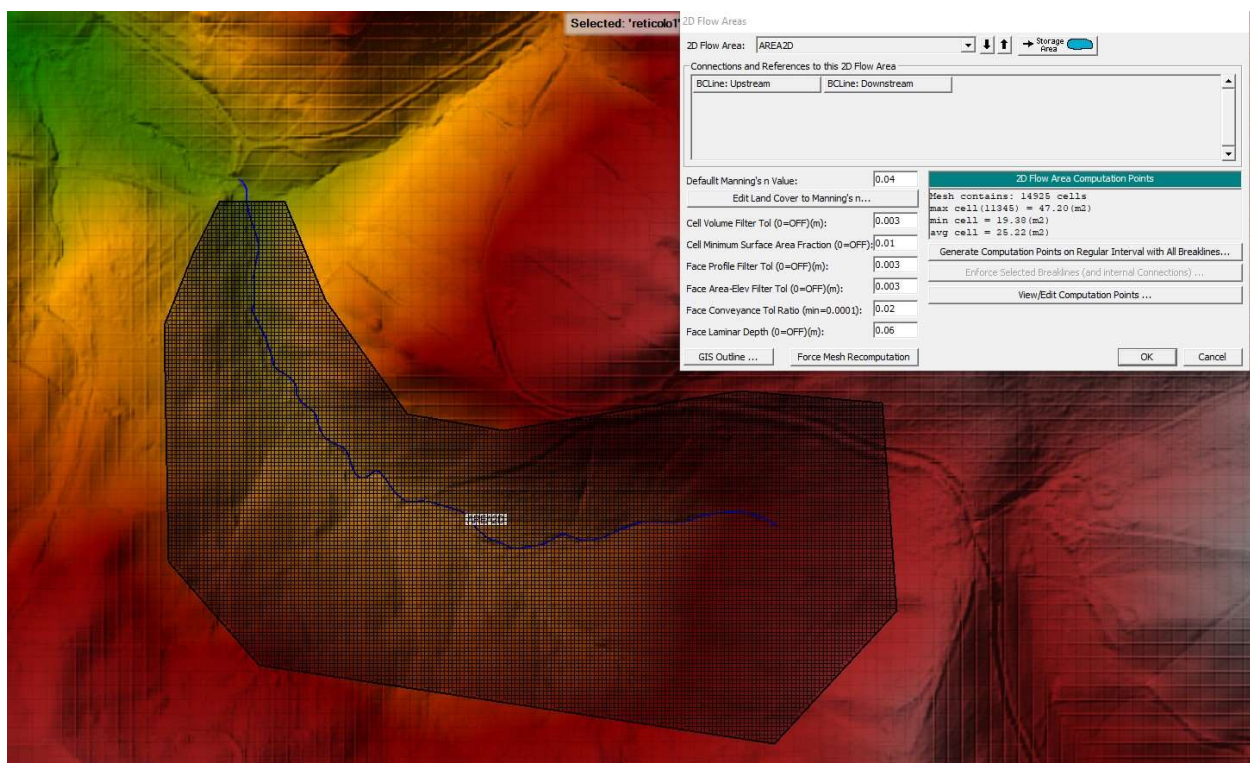


Figura 9: Griglia di calcolo 5x5 m del Bacino 15


Figura 10: Idrogramma di piena in input – Bacino 1

File Options Help

Description :

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

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 11: Boundary conditions per il Bacino 1

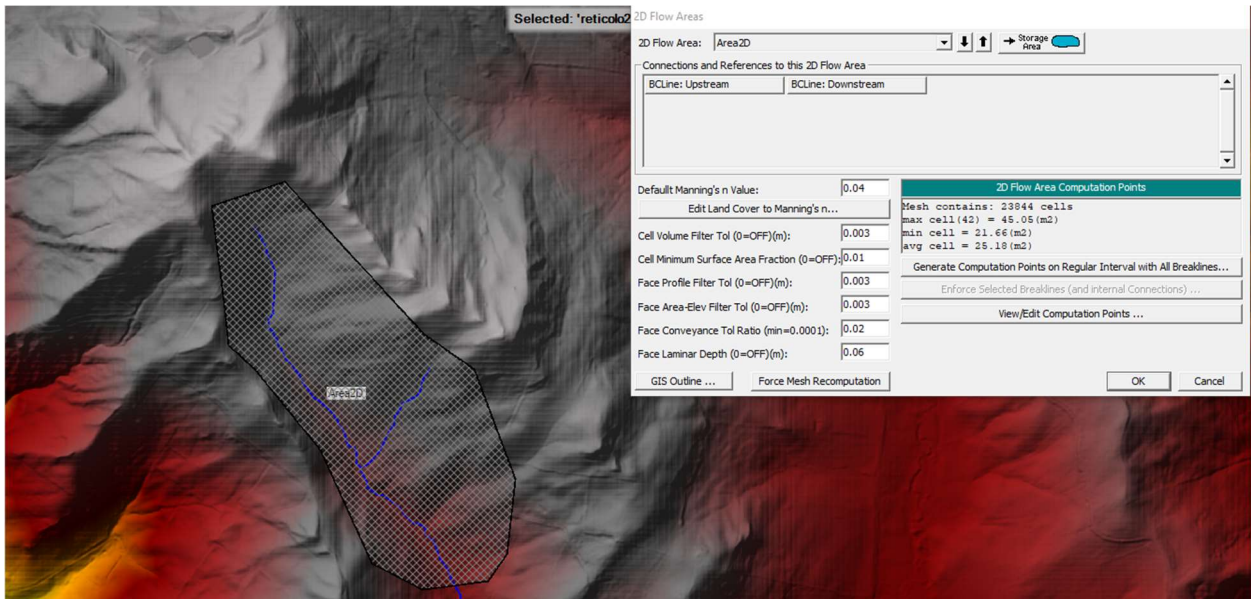


Figura 12: Griglia di calcolo 5x5 m del Bacino 2

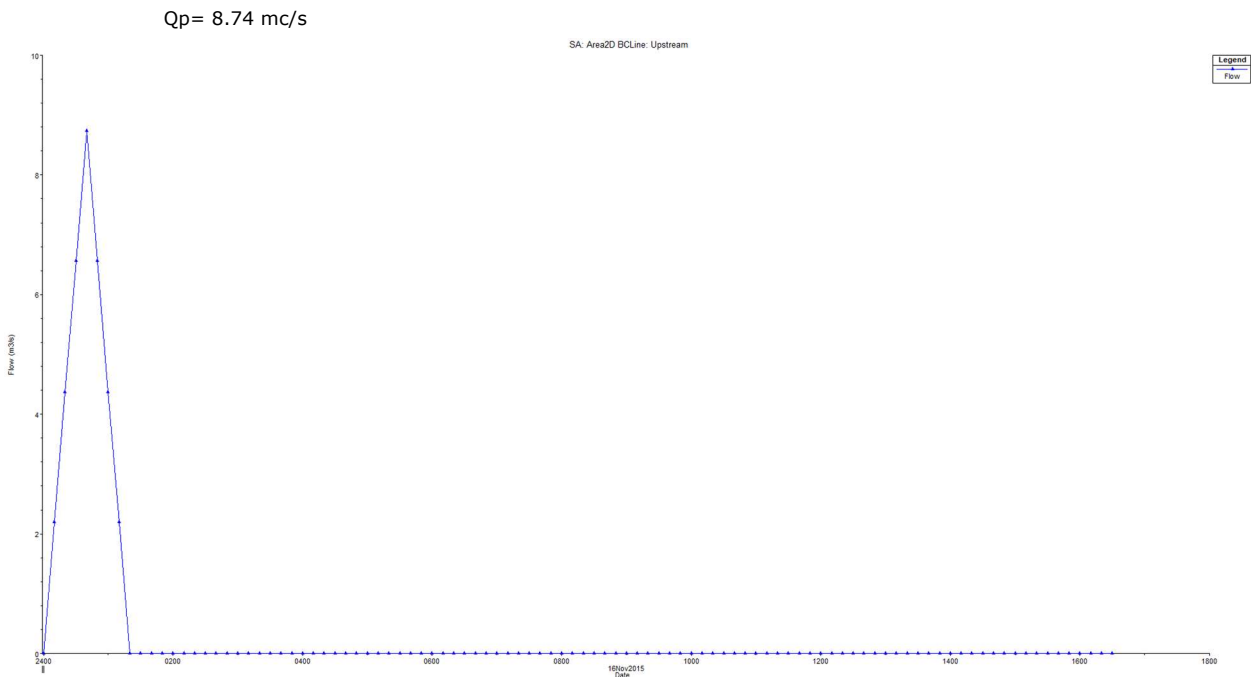


Figura 13: Idrogramma di piena in input – Bacino 2

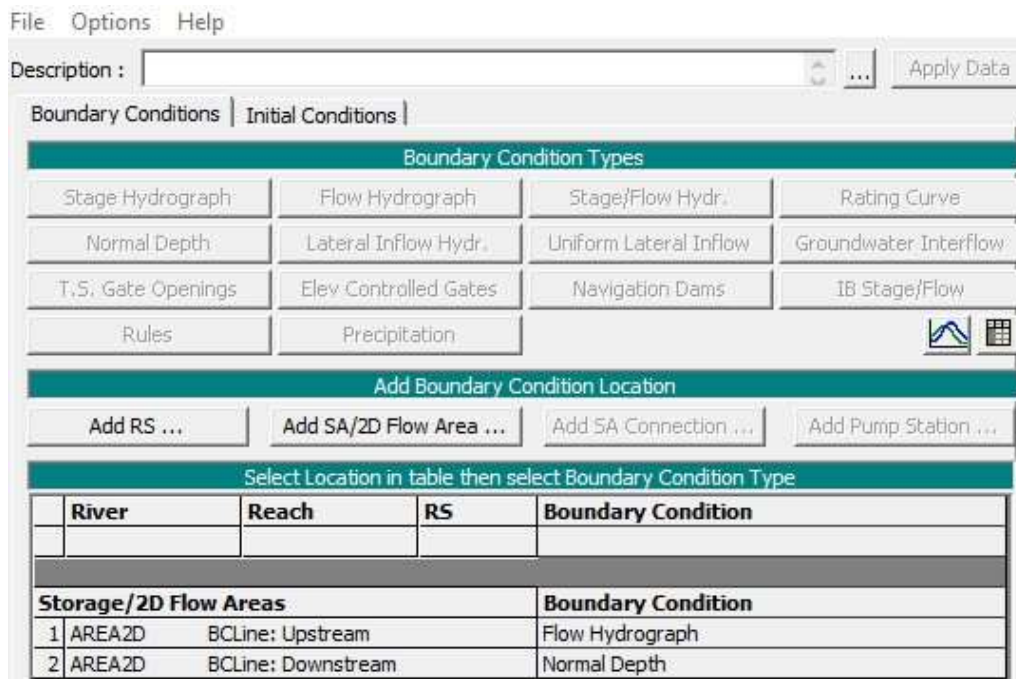


Figura 14: Boundary conditions per il Bacino 2

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.

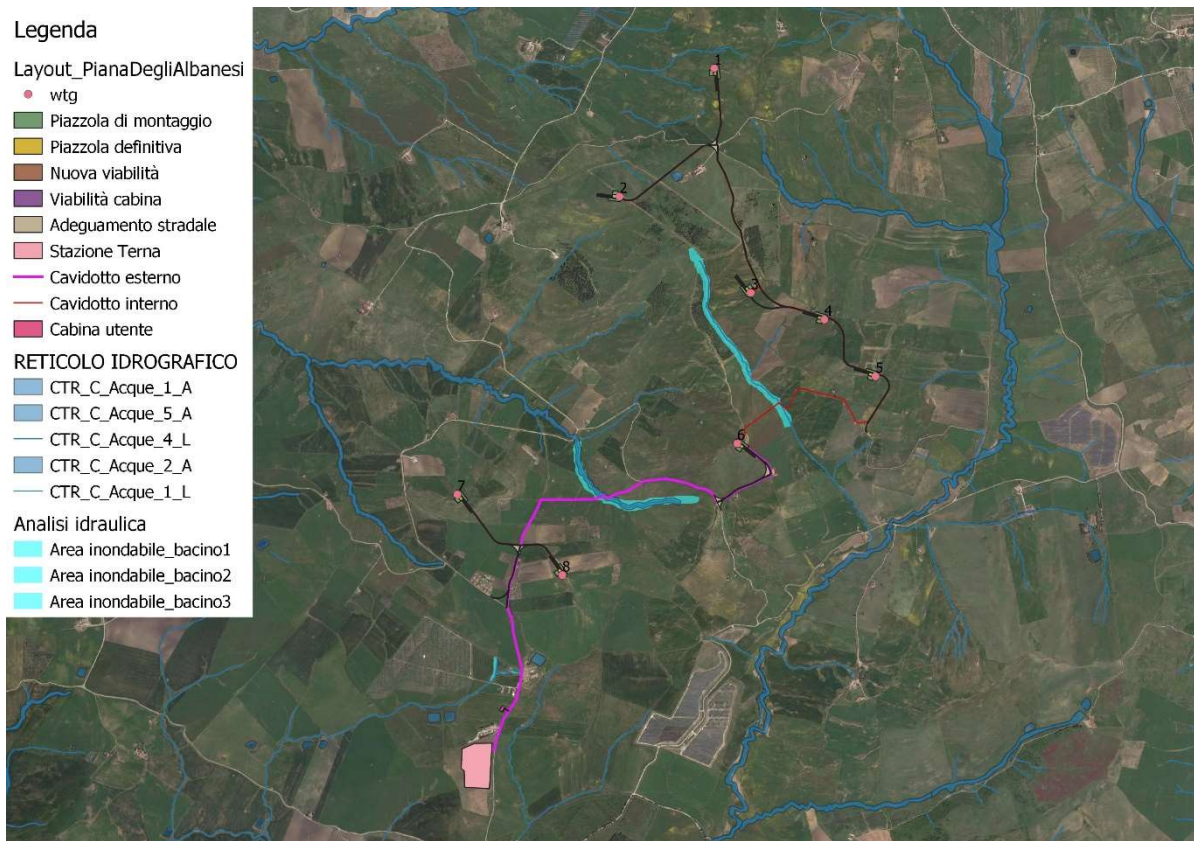


Figura 15: Stralcio mappa area allagabile con $Tr=100$ anni

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.

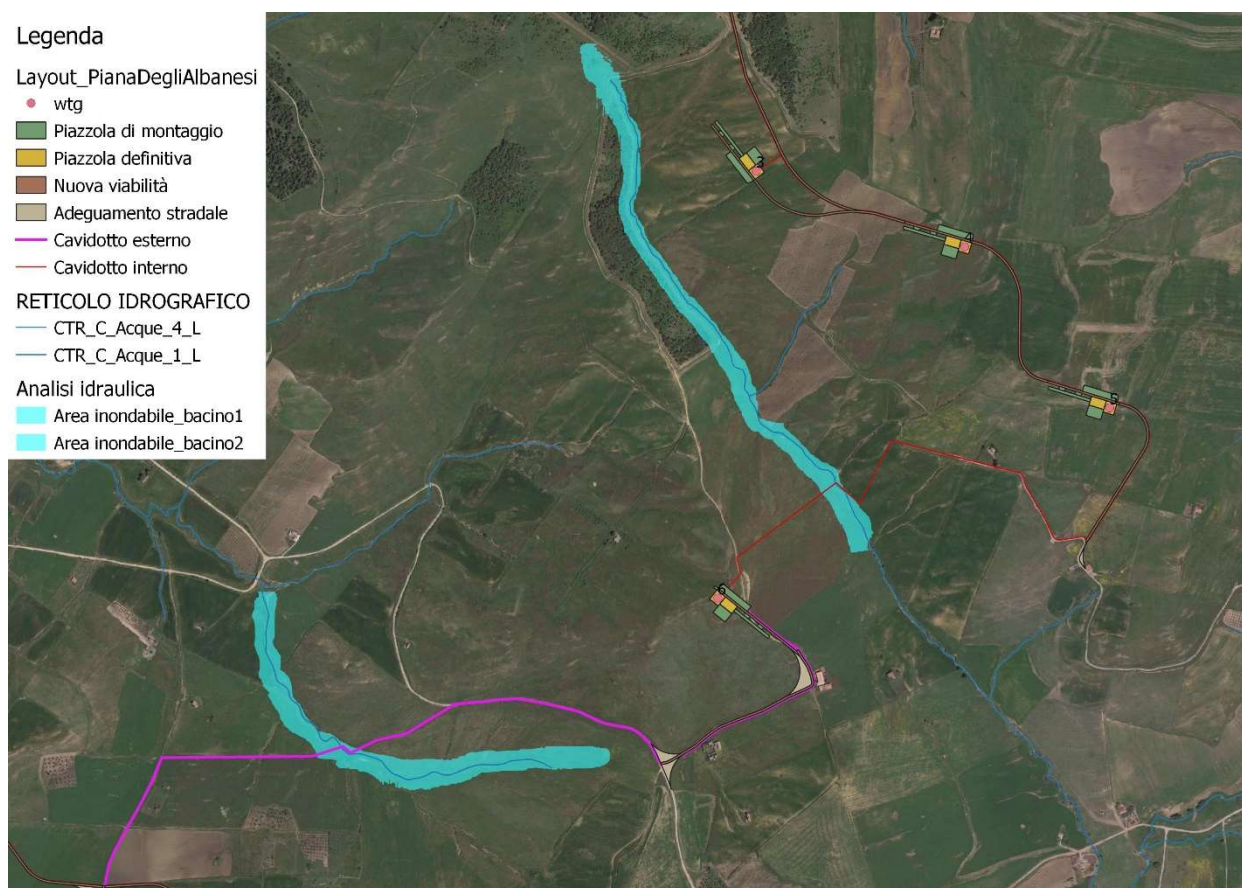


Figura 16: Intersezioni tra il cavidotto interno e il reticolo idrografico

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.

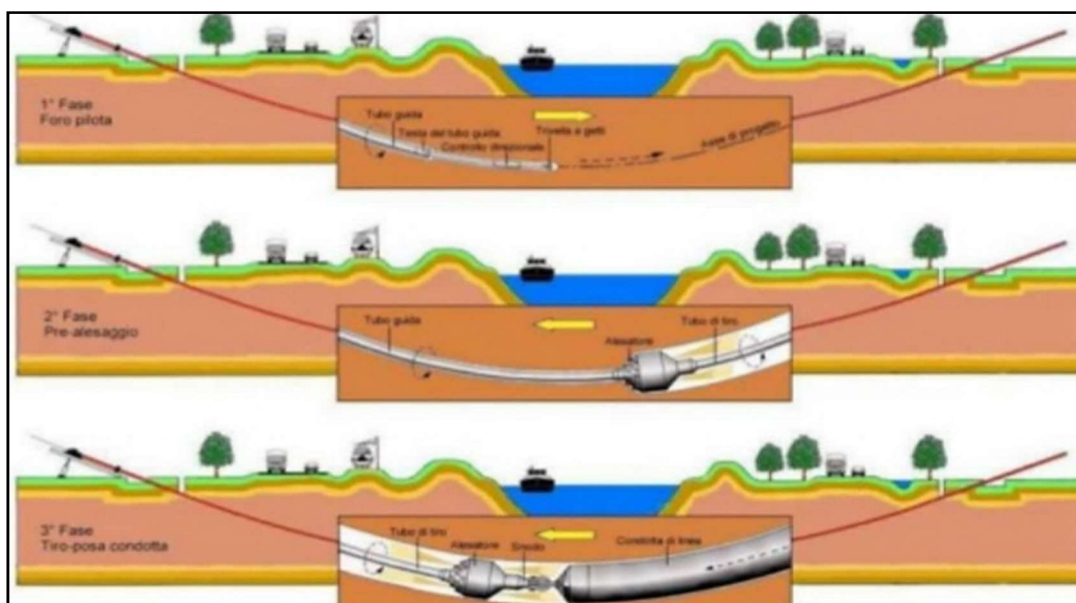


Figura 17: Fasi di realizzazione della T.O.C.

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.