



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI CASTELLUCCIO DEI SAURI (FG)



COMUNE DI DELICETO (FG)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO NELLA LOCALITA' "TAMERICETO" DEL COMUNE DI CASTELLUCCIO DEI SAURI (FG) DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 46.010,25 KWp e MASSIMA IN IMMISIONE IN AC PARI A 35.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

ELABORATO N.
A03.1

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA
DEL PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE IDROLOGICA

Scala
-

COMMITTENTE

SR TARANTO SRL
VIA LARGO GUIDO DONEGANI,2
20121 - MILANO
P.IVA 10706720967

Studio Acustico	Dott. Tullio Ciccarone
Studio Geologico Idraulico	Dott. Tullio Ciccarone
Studio Archeologico	Dott. Antonio Mesisca
Studio Paesaggistico e Agronomico	Dott. Luca Boursier
Studio Naturalistico e Studio Ambientale	Dott. Giampaolo Pennacchioni
Studio Elettrico	Dott. Giovanni Marsicano
Strutturista	Ing. Giovanni Marsicano
Studio idrologico e idraulico	Ing. Leonardo Pio Rosiello

FIRMA E TIMBRO
IL TECNICO
Ing. Leonardo Pio Rosiello



PROGETTAZIONE E
COORDINAMENTO



M.E. Free Srl

Via Athena,29
Cap 84047 Capaccio Paestum
P.Iva 04596750655
Ing. Giovanni Marsicano

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

Aggiornamenti	N°	Data	Cod. Stmg	Nome File	Eseguito da	Approvato da
	Rev 0	GENNAIO 2021	202000228	IT_CST_A_03.1	Ing. Leonardo Pio Rosiello	Ing. Giovanni Marsicano

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 1 di 31</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

Sommario

1. PREMESSA 2

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO 6

2.1 Generalità6

2.2 Ubicazione.....6

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto.....8

3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO 10

4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA 11

4.1 Ambito territoriale della AdB 11

4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI 11

4.3 Compatibilità idraulica degli interventi 11

5. ITERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000 12

5.1 Impianto fotovoltaico, cavidotto MT e Stazione di trasformazione e cavidotto AT 12

5.2 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT 13

6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO 14

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area..... 14

6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici 15

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici 20

6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI..... 22

6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI 22

7 STUDIO IDROLOGICO..... 25

7.1 Generalità 25

7.2 ANALISI IDROLOGICA..... 26

7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia 26

7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA 30

IT_ASC2_A03.3- ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica

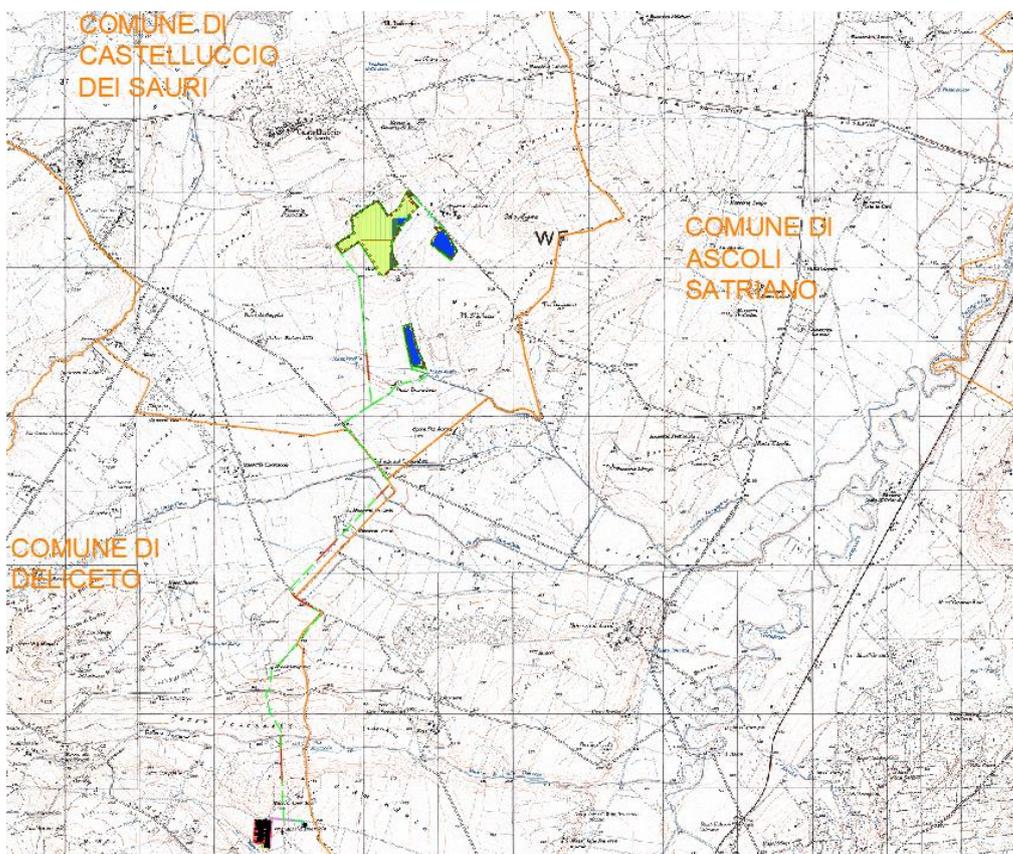
IT_ASC2_A03.3- ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e carta idrogeomorfologica

IT_ASC2_A03.3- ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

1. PREMESSA

Il progetto descritto nella presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di potenza complessiva in AC di 35.000 kW e in DC di 46.010,25 kWp, da installare nel Comune di Castelluccio dei Sauri (FG) in località "Tamariceto" situato a 1,3 km a sud del centro abitato e avente opere di connessione ricadenti nel Comune di Deliceto (Fg) presso il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Deliceto. Proponente dell'iniziativa è la società SR TARANTO Srl. L'impianto fotovoltaico essenzialmente è costituito da 3 CAMPI collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto "cavidotto interno") tutti ubicati nella località "Tamariceto" del Comune di Castelluccio dei Sauri (FG) su terreni individuati al NCT al Foglio 16 p. 10,104,27,39,109,33,37,38,107,35,108,275,31,32,25,26,9, Foglio 17 p.88,240,283,22,227,16 e Foglio 19 p. 102, 24 . Dai campi fotovoltaici denominati "CAMPO 1" "CAMPO 2" e "CAMPO 3" è prevista la posa di un cavidotto interrato (detto "cavidotto esterno") costituito da nr. 3 terne di cavi in MT da 30 kV per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV di progetto (SE di Utenza) collocata in adiacenza al futuro ampliamento della sottostazione elettrica esistente (SE 380/150 kV di Deliceto) in località PIANO D'AMENDOLA . La SE di Utenza sarà collegata al futuro ampliamento della SE 380/150 kV di DELICETO in antenna a 150 kV, come da preventivo di connessione emesso da Terna ed accettato dal proponente **(STMG cod. id. 202000228)**.

L'immagine a seguire mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000.



 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 3 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------------

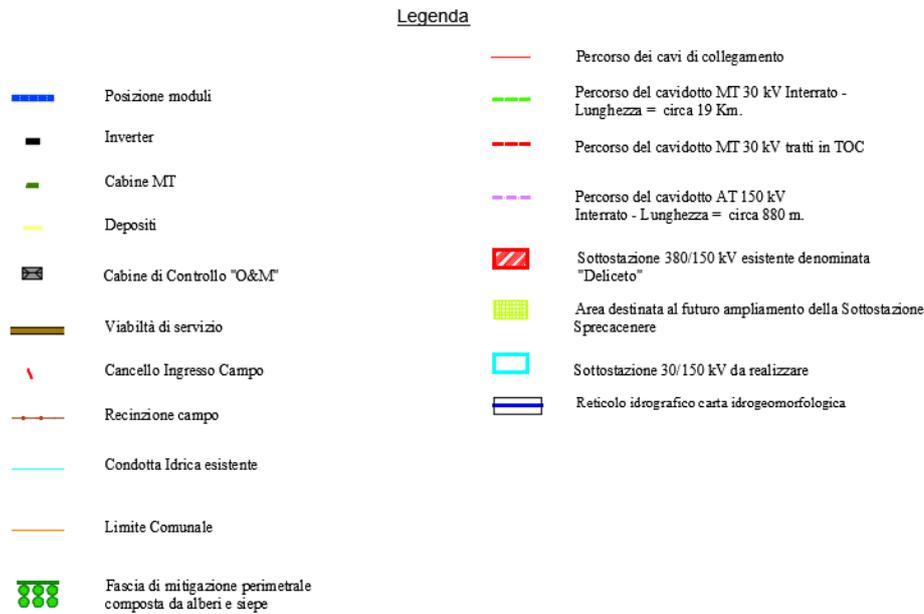


Figura 1 - Layout con ipotesi di progetto del cavidotto: in rosso il cavidotto interno; in blu il cavidotto esterno

Per il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica, si sono ricavate tutte le interferenze del reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale senza eseguire la studi in condizione di moto permanente per determinare la portata con Tr 200 anni.

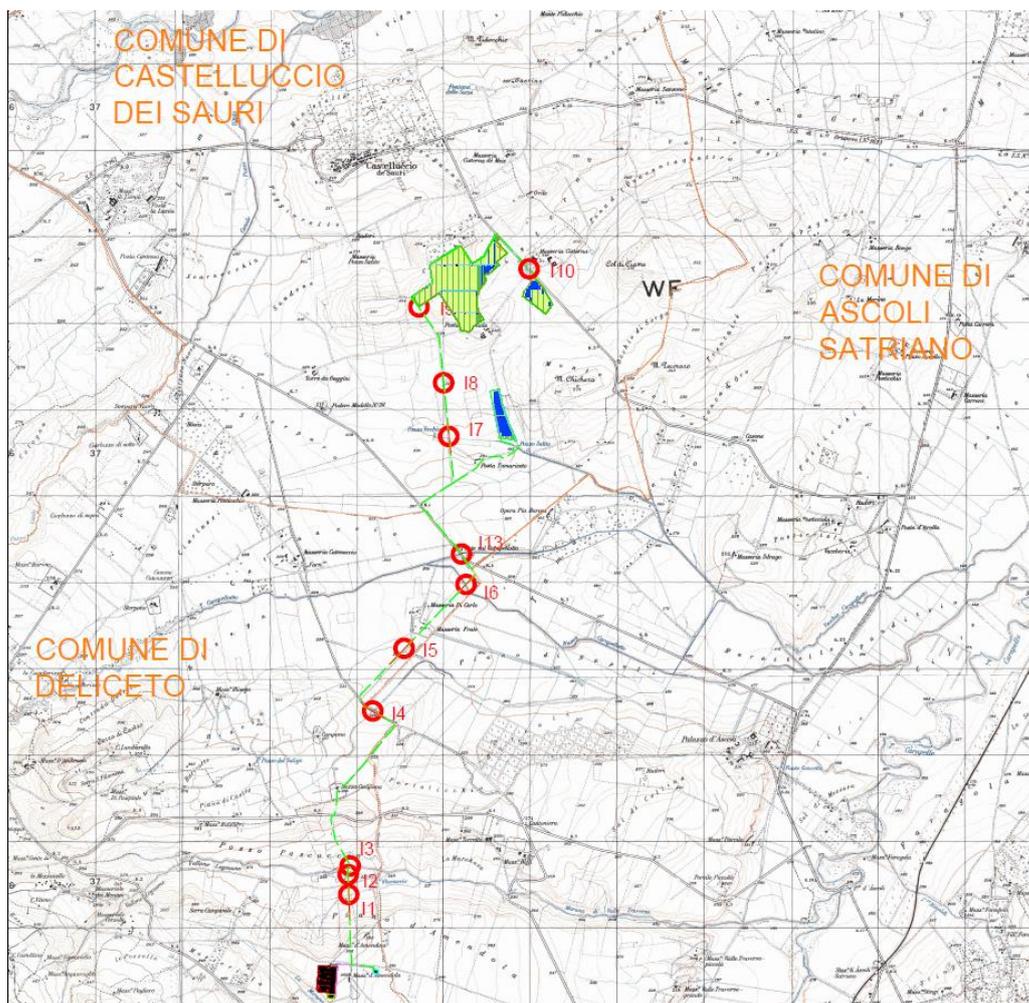
Di seguito sono dapprima descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla permeabilità e alla determinazione dei bacini idraulici afferenti le sezioni di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti per la valutazione delle relative portate e quindi della verifica degli stessi.

In particolare, si forniranno approfondimenti utili a chiarire alcuni aspetti progettuali in rapporto all'assetto idraulico del territorio, come l'insistenza di alcune opere nelle aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento.

In fase di impostazione dello studio, per l'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla cartografia I.G.M. 1:25000. Successivamente per meglio definire la morfologia delle aree interessate dalle opere in progetto e dei reticoli idrografici individuati, sono state prese in considerazione la Carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia e la Carta tecnica Regione Puglia, in quanto rappresentano meglio lo stato dei luoghi.

Gli studi idraulici eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente, sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da poter valutare la sussistenza delle condizioni di "sicurezza idraulica" prescritte dalle NTA del PAI dell'AdB Puglia.

L'immagine a seguire (rif. Elab. IT_CST_A03.3 – allegato 1) mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici e con l'indicazione **Ixx** i punti di interferenza..



Legenda

	Posizione moduli		Percorso dei cavi di collegamento
	Inverter		Percorso del cavo MT 30 kV Interrato - Lunghezza = circa 19 Km.
	Cabine MT		Percorso del cavo MT 30 kV tratti in TOC
	Depositi		Percorso del cavo AT 150 kV Interrato - Lunghezza = circa 880 m.
	Cabine di Controllo "O&M"		Sottostazione 380/150 kV esistente denominata "Deliceto"
	Viabilità di servizio		Area destinata al futuro ampliamento della Sottostazione Spreacenero
	Cancello Ingresso Campo		Sottostazione 30/150 kV da realizzare
	Recinzione campo		Reticolo idrografico carta idrogeomorfologica
	Condotta Idrica esistente		
	Limite Comunale		
	Fascia di mitigazione perimetrale composta da alberi e siepe		

Figura 2 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 3 (rif. Elab. IT_ASC2_A03.4 – allegato 2) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM scala 1:25000 e da carta idrogeomorfologica.

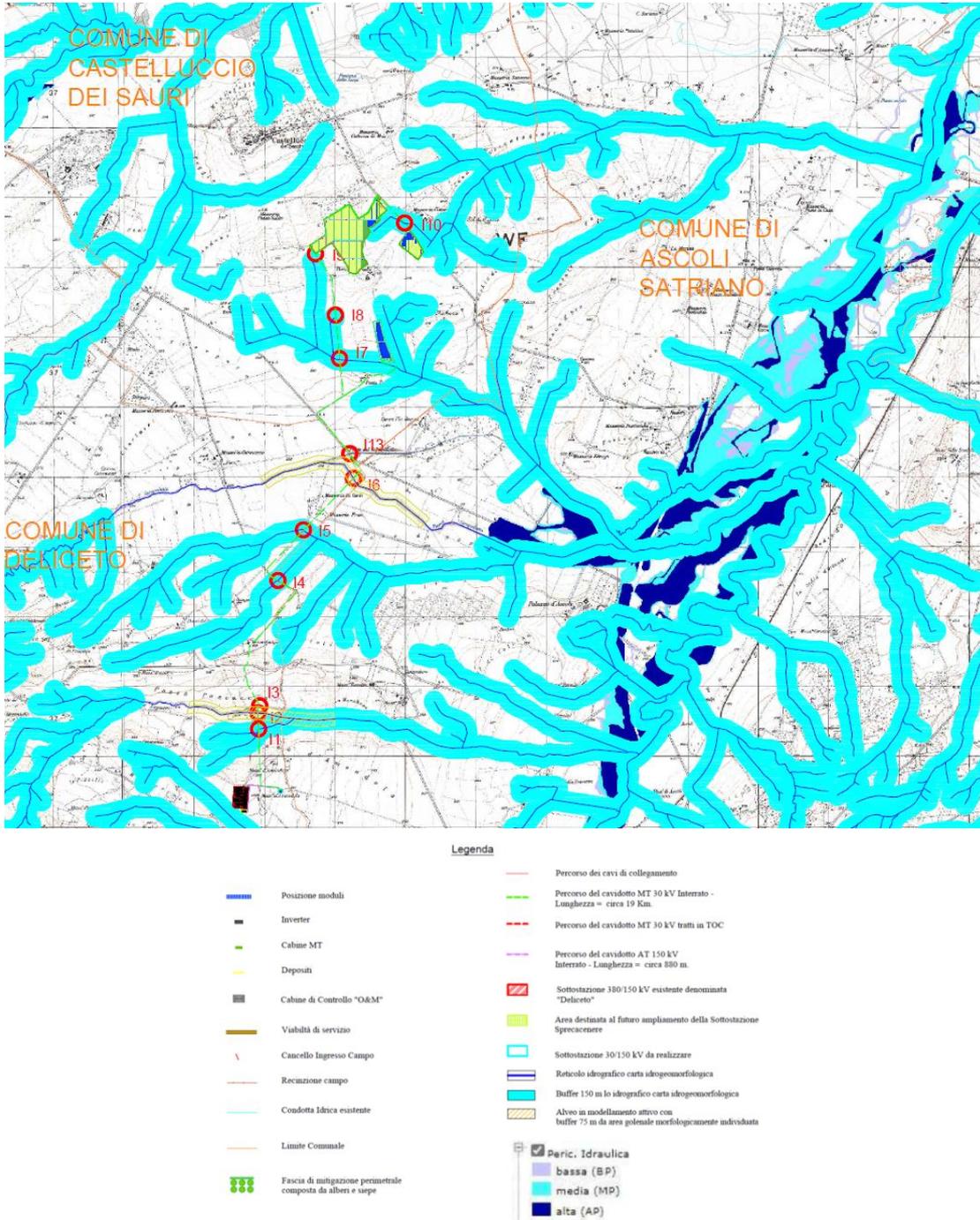


Figura 3 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione dell'alveo in modellamento attivo e della fascia di pertinenza fluviale buffer in ciano Individuata con 150 metri contermini all'area golenale morfologicamente individuata artt. 6 e 10.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 6 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------------

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di potenza complessiva in AC di 35.000 kW e in DC di 46.010,25 kWp, da installare nel Comune di Castelluccio dei Sauri (FG) in località "Tamariceto" situato a 1,3 km a sud del centro abitato e avente opere di connessione ricadenti nel Comune di Deliceto (Fg) presso il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Deliceto

2.2 Ubicazione

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva in DC di 46.010,25 kWp a cui corrisponde una potenza di connessione in AC di 35.000 kW. L'impianto fotovoltaico è stato configurato con un sistema ad inseguitore solare mono-assiale. L'inseguitore mono-assiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione. L'inseguitore solare orienta i pannelli fotovoltaici posizionandoli sempre nella direzione migliore per assorbire più radiazione luminosa possibile. L'impianto nel suo complesso prevede l'installazione di 78.650 pannelli fotovoltaici monocristallino, per una potenza di picco complessiva di 46.010,25 kWp, raggruppati in stringhe del singolo inseguitore e collegate direttamente sull'ingresso dedicato dell'inverter. Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (inseguitore) saranno fissate al terreno attraverso dei pali prefabbricati in acciaio dotati di una o più eliche, disponibili in varie geometrie e configurazioni che verranno avvitate nel terreno. Complessivamente saranno installati nr. 472 inseguitori da 104 moduli in configurazione verticale, nr. 308 inseguitori da 78 moduli in configurazione verticale e nr. 116 inseguitori da 52 moduli in configurazione verticale che saranno installati a una distanza di pitch uno dall'altro in direzione est-ovest di 10,50 metri. Il modello di modulo fotovoltaico previsto è "BiHiKu6" della CANADIAN SOLAR da 585 Wp bifacciale in silicio monocristallino. L'impianto fotovoltaico interesserà complessivamente una superficie contrattualizzata di 66,56 Ha di cui soltanto circa 25,56 Ha saranno occupati dagli inseguitori, dalle cabine di trasformazione e consegna, dalle strade interne mettendo così a disposizione ampi spazi per le compensazioni ambientali e di mitigazione degli impatti visivi dell'impianto fotovoltaico oltre che per la coltivazione. L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in agro del Comune di CASTELLUCCIO DEI SAURI (FG) in località "TAMARICETO" ai seguenti Fogli e particelle:

Foglio 16 p. 10,104,27,39,109,33,37,38,107,35,108,275,31,32,25,26,9,

Foglio 17 p.88,240,283,22,227,16 e

Foglio 19 p. 102, 24

Sottostazione elettrica di utenza 30/150 kV :

Foglio 42 p. 575 del Comune di Deliceto (Fg)

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 7 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------------

L'impianto fotovoltaico è essenzialmente suddiviso in 3 CAMPI aventi le seguenti estensioni, ubicazioni catastali e coordinate geografiche di riferimento:

Comune	Campo	Foglio	Particelle	Ha Tot. Particelle	Ha interessati dal progetto fotovoltaico	Ha occupati dalle strutture	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
Castelluccio dei Sauri (FG)	1	16-17	F.16 p.10,104,27, 39,109,33,3 7,38,107,35, 108,227,16, 275,31,32,2 5,26,9,F17 p. 227,16	58,04	50,89	18,65	541176 m	4571241 m
Castelluccio dei Sauri (FG)	2	17	88,240,283, 22	9,65	7,75	2,31	542017 m	4571135 m
Deliceto (Fg)	Sottostazione Elettrica di trasformazione e Lato Utente 30/150 kV	42	575	0,62	0,25			
				77,31	66,81			

Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terreni collinari con pendenze molte basse rivolti verso sud con elevazione s.l.m. variabili da 200 m. ai 250 m. tali da avere un'esposizione ottimale e una conformazione morfologica ideale per il posizionamento delle strutture di tracker ad inseguimento est-ovest. Le aree di impianto fotovoltaico sono servite da una buona rete di viabilità esistente costituita da strade comunali e interpoderali sterrate che dai campi fotovoltaici portano sino sulla SP 107 e SP 106. La connessione dell'impianto alla RTN è prevista in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV del futuro

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 8 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------------

ampliamento della SE 380/150 kV di terna della RTN di Deliceto (anche detta SE 380/150 kV di Deliceto nel prosieguo) come previsto nel preventivo di connessione rilasciato da Terna Spa e regolarmente accettato – **STMG cod. id. 202000228**. L'impianto fotovoltaico sarà collegato tramite un cavidotto interrato di circa 9,8 km in media tensione alla sottostazione di trasformazione 30/150 kV (anche detta SE di Utenza nel prosieguo), prevista in adiacenza del futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Deliceto e precisamente al **F. 42 p. 575 del Comune di Deliceto (Fg)**. L'accesso alla SE di Utenza avviene strada Comunale Ascoli Satriano -Deliceto che costeggia la particella del F. 42 p. 575 del Comune di Deliceto. Il collegamento in antenna a 150 kV sarà effettuato tramite un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza pari a circa 860 metri che sarà posato in parte lungo la strada comunale Ascoli Satriano-Deliceto e per la restante parte attraverserà le particelle 167,420,418,416,534,126,560 del F. 42 del comune di Deliceto sino ad arrivare allo stallo di connessione assegnato da Terna Spa sul futuro ampliamento della sottostazione 380/150 kV di Deliceto. L'intero impianto fotovoltaico occupa un'area contenuta e ricadente per quanto riguarda i campi fotovoltaici nel Comune di Castelluccio dei Sauri, mentre per le opere di rete queste saranno realizzate nel Comune di Deliceto (Fg). Il cavidotto interrato di collegamento dell'impianto alla SE di Utenza è costituito da 3 terne di cavi da 400mmq in un unico scavo che percorrono a partire dai **CAMPI 1 e 2 e 3** i seguenti tratti stradali: **SP 107,STRADA COMUNALE LAGOTORIO, SP 106,SP 104, STRADA COMUNALE ASCOLI SATRIANO-DELICETO** . Inoltre il cavidotto MT di collegamento alla sottostazione SE di Utenza attraverserà le seguenti particelle catastali :

Comune di Castelluccio dei Sauri : F. 16 p. 275,10,35,37,38,39,26,25,9

Comune di Deliceto : F. 3 p. 57,67,63 – F. 4 p.84,83,82,209,214,213,57,58B – F.28 p.576,150,14,635,633,637 – F. 42 p.167,535

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

Di seguito si riporta una descrizione sintetica dei principali componenti dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico di potenza in immissione in AC pari a 35.000 kW e in DC di 46.010,25 kWp è costituito da 3 CAMPI in agro del Comune di Castelluccio dei Sauri (Fg) collegati tra di loro mediante cavidotti in media tensione interrati (detto "cavidotti interni"). Dai CAMPI C1, C2 si diparte un cavidotto in MT a 30 kV costituito da 3 terne di cavi ("detto "cavidotto esterno") di lunghezza totale pari a circa 9,8 km per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV di progetto (SE di Utenza), collocata in adiacenza del futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione esistente (SE 380/150 kV di Deliceto) in località Piano D'Amendola. La SE di Utenza sarà collegata al futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Deliceto in antenna a 150 kV mediante un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza pari a 866 metri, come da preventivo di connessione Codice Pratica **20200228** emesso da Terna ed accettato dal proponente.

- Il **generatore fotovoltaico** sarà realizzato con moduli provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli sarà selezionabile e dotata di diodo di blocco. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. I moduli saranno da 585 Wp in silicio monocristallino bifacciali modello "**BiHiKu6**" della casa produttrice **CANADIAN SOLAR**. Qualora dovesse essere scelta una delle

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 9 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------------

tecnologie diversa da quella prevista in questa fase progettuale, il layout generale dell'impianto, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ed i fabbricati delle cabine elettriche manterranno la stessa configurazione.

- Il **gruppo di conversione e trasformazione** è formato da cabine di tipo prefabbricato che ospitano l'inverter, il trasformatore BT/MT e il trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari. L'inverter effettua la trasformazione dell'energia proveniente dal generatore fotovoltaico da corrente continua a corrente alternata; il gruppo di trasformazione è costituito da un quadro generale BT che alimenta il secondario del trasformatore MT/BT e il trasformatore dei servizi ausiliari BT/BT; le celle MT si collegano al primario del trasformatore di potenza e sono composte da sezionatori, relè di protezione e gruppi di misura; infine il quadro BT a valle del relativo trasformatore alimenta i servizi ausiliari di cabina. All'interno della cabina verrà inoltre installato l'interruttore generale dell'impianto con le relative protezioni di interfaccia come da norme CEI 0-16, CEI 11-20, dette protezioni saranno corredate di una certificazione di conformità emessa da un organismo accreditato. I valori della tensione e della corrente di ingresso agli inverter sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli dei gruppi di trasformazione ai quali viene connesso l'impianto. Tale tipologia di impianto è basata sul concetto della modularizzazione, o di architettura distribuita: collegando un insieme di stringhe al corrispondente inverter si ottiene un impianto fotovoltaico indipendente, impedendo che eventuali interazioni o sbilanciamenti fra le stringhe stesse diminuiscano l'efficienza complessiva dell'impianto. Dal lato del generatore CC le stringhe sono collegate ad ingressi dedicati gestiti da MPPT indipendenti dal lato dell'immissione in rete sono presenti i relè di protezione e il filtro per le interferenze elettromagnetiche.
- **Cabine di raccolta** per l'alloggio dei quadri MT per il collegamento delle venti cabine di trasformazione/conversione;
- L'impianto, inoltre, sarà dotato di un sistema di monitoraggio della quantità di energia prodotta e immessa in rete dell'impianto e di tutte le prestazioni dei principali componenti dell'impianto (inverter, stringhe, ecc.).
- Cavidotti di collegamento in MT tra cabine inverter/trasformazione e cabine di raccolta realizzati con cavi MT da 30 kV in alluminio (lunghezza complessiva 14.568 m.)
- Cavidotto di collegamento esterno realizzato con 3 terne di cavi di MT da 30 kV in alluminio che giungono sino alla SE di Utenza (lunghezza complessiva 9.800 m.)
- Una sottostazione elettrica di Utenza 30/150 kV da ubicarsi in prossimità del futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Deliceto
- Un cavidotto interrato in AT a 150 kV di collegamento tra la sottostazione SE di Utenza e la sottostazione terna 380/150 kV di Deliceto (lunghezza complessiva 866 m)

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 10 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO

Gli approfondimenti sull'assetto idraulico delle aree in esame saranno svolti con riferimento a tutte le opere elencate al paragrafo precedente, ad eccezione dei tratti di strada esistenti, in quanto consentiranno il solo transito dei mezzi per il trasporto speciale in fase di montaggio dell'aerogeneratore e ove necessario saranno solo oggetto di sistemazione senza incidere sul regime idraulico preesistente.

A tutt'oggi, diversamente dalle aree a pericolosità idraulica, il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI, per cui è uso consolidato presso l'Autorità di Bacino della Puglia intendere "reticolo idrografico", al quale applicare i relativi articoli delle NTA del PAI stesso, tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica.

Gli articoli 6 e 10 delle N.T.A. del PAI, si riferiscono, rispettivamente, ad "Alvei fluviali in modellamento attivo ed aree golenali" ed a "Fasce di pertinenza fluviale", elementi associati al reticolo idrografico.

L'allegato 2 riporta l'ubicazione degli interventi da realizzare con l'individuazione dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e da carta idrogeomorfologica.

Al fine di definire il grado di interferenza tra le opere in progetto e le linee di impluvio che insistono sul territorio, si è ritenuto di dover procedere con uno studio idraulico, a scala di bacino, volto non soltanto a caratterizzarne il regime idraulico, ma, soprattutto, a definirne con la maggiore accuratezza possibile l'andamento sul territorio in relazione agli eventi che stabiliscono le condizioni di "sicurezza idraulica" secondo quanto stabilito dalle N.T.A. del PAI.

Pertanto, si è scelto di pervenire alla completa definizione dell'assetto idraulico per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Di seguito si illustrano le fasi previste per la redazione dello studio:

- Reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, carta idrogeomorfologica, rilievi aerofotogrammetrici della nuova cartografia CTR 1:5.000 della Regione Puglia, ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m;
- Integrazione dei dati con un rilievo metrico in sito necessario per definire la geometria del reticolo indagato, come da traccia delle sezioni riportate nell'elaborato grafico allegato 6;
- Individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico oggetto di approfondimento;
- Studio della pluviometria con i tempi di ritorno di 200 anni, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Puglia in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno che vanno da 5 a 200 anni;

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 11 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA

4.1 Ambito territoriale della AdB

L'intervento progettato ricade nei comuni di Castelluccio dei Sauri (FG) e Deliceto (FG); inseriti nell'elenco dei comuni di competenza della AdB interregionale Puglia. I reticoli idrografici oggetto di studio sono quelli ricadenti nel bacino del Torrente Cervaro.

4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI

Dalla perimetrazione dell'AdB della Puglia e come mostra la figura successiva si evince che le opere in progetto non ricadano in aree a pericolosità idraulica.

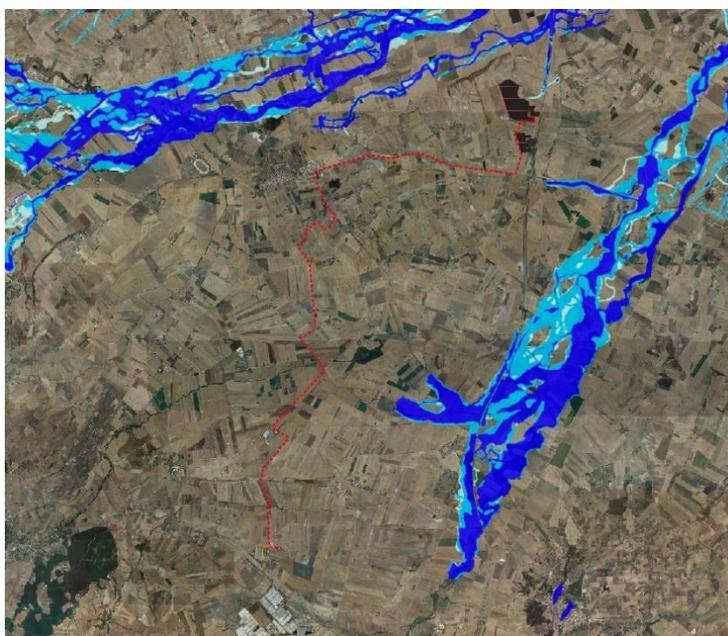


Figura 4 - Inquadramento dell'area di intervento con le aree a pericolosità individuate dal PAI dell'AdB Puglia

4.3 Compatibilità idraulica degli interventi

Ai sensi delle NTA del PAI dell'AdB Puglia ed in particolare dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica; il comma 2 dell'art. 10 così recita: "All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino".

L'art. 36 delle NTA definisce la sicurezza idraulica come:

Condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 12 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------------------

5. ITERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000

5.1 Impianto fotovoltaico, cavidotto MT e Stazione di trasformazione e cavidotto AT

L'impianto fotovoltaico, il cavidotto MT di collegamento dall'impianto FV alla stazione di trasformazione per alcune parti interessano reticoli idrografici e le relative fasce di pertinenza fluviale così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

L'allegato 3 (rif. Elab. IT_CST_A03.4 – allegato 2), riporta il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM SCALA 1:25000 e carta idrogeomorfologica.

Di seguito si riporta la tipologia d'interferenza per ogni opera in progetto con il reticolo idrografico e le relative fasce tutelate.

CODICE Interferenza	tipologia alveo	Denom.	Tipologia di opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I1	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale
I2	Canale rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Canale Marana di Valle Traversa	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale
I3	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	I1 reticolo non è presente allo stato dei luoghi il tutto confermato dalla carta idrogeomorfologica e dalla carta tecnica Regionale
I4	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale
I5	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale
I6	Canale rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Canale Nuovo Carapellotto	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale
I7	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 13 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

CODICE Interferenza	tipologia alveo	Denom.	Tipologia di opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I8	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I9	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I10	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico	fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I13	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT	I1 reticolo non è presente allo stato dei luoghi il tutto confermato dalla carta idrogeomorfologica e dalla carta tecnica Regionale

5.2 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT

Già in fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale scegliendo la posizione della stazione di trasformazione in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale. Dall'allegato 2 si evince che la stazione di trasformazione non interessa il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale. Anche il cavidotto AT ricade al di fuori di tali ambiti.

6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area

L'impianto eolico ricade nei bacini del Torrente Cervaro e del Torrente Carapelle (figura 5)

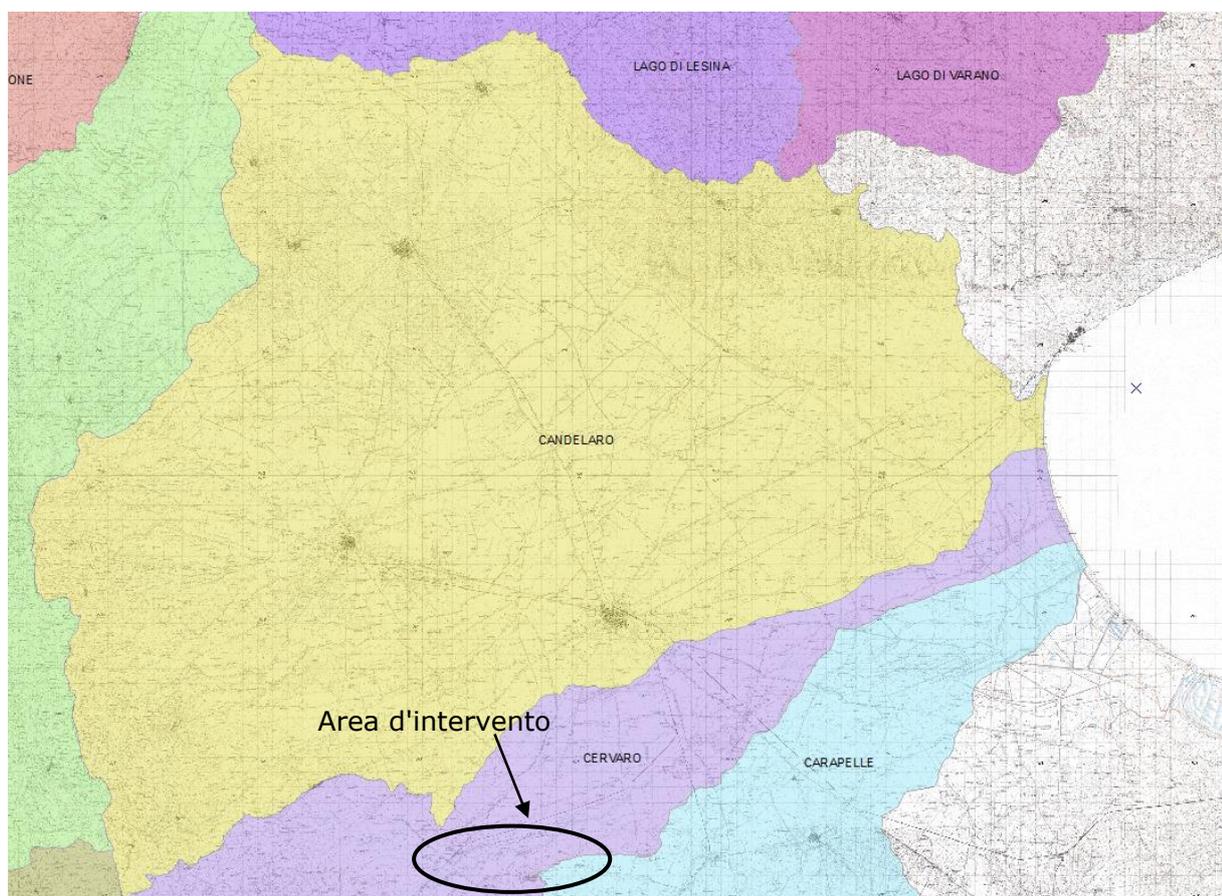


Figura 5 - Individuazione dell'area d'impianto con individuazione del bacino del Torrente Cervaro e del Torrente Carapelle

La valle del **Cervaro**, è situata tra l'Appennino Campano e il Subappennino Dauno, a cavallo fra le province di Avellino e Foggia. La valle deve il suo nome all'omonimo fiume, il quale nasce dalle pendici del monte Monte Grossateglia (987 m s.l.m.) nel territorio di Monteleone di Puglia per poi sfociare, dopo aver attraversato dapprima la stessa valle e quindi il Tavoliere delle Puglie, nel Golfo di Manfredonia. La valle del Cervaro è percorsa dalla strada statale 90 delle Puglie (tra la sella di Ariano e il passo di Segezia) e dalla ferrovia Roma-Bari (tra la stazione di valico di Pianerottolo d'Ariano e il posto di movimento Cervaro). La parte alta della valle scorre, con direzione sud-est–nord-ovest, stranamente vicina e parallela alla linea spartiacque, marcando a tratti il confine tra Puglia e Campania. Quest'area, oltre a Monteleone di Puglia, interessa anche i territori comunali di Zungoli e Ariano Irpino e si caratterizza per le colture cerealicole e i pascoli che solo lungo i pendii più ripidi lasciano il campo a boschi e incolti. Nell'alta valle del Cervaro re Ruggero II d'Altavilla tenne nel 1140 e poi ancora nel 1142 le Assise di Ariano (la prima sul pianoro di Camporeale, la seconda sull'altipiano della Ferrara nel territorio di Savignano Irpino).

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 15 di 31
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

Il Torrente Carapelle, nasce in Irpinia alle falde del Monte La Forma (m 864) col nome di torrente Calaggio. Scorre per circa 98km prima di sfociare nel golfo di Manfredonia in località Torre Rivoli, presso Zapponeta(FG).

I principali affluenti del Carapelle sono i valloni Isca e di San Pietro, rispettivamente nelle zone di Bisaccia e Scampitella(AV), e i torrenti Carapellotto e Frugno, che affluiscono in Puglia provenienti da Sant'Agata e Deliceto (FG). Il suo basso corso è interessato come area protetta all'interno della Riserva Statale delle Saline di Margherita di Savoia.

L'assetto idraulico del Torrente Cervaro e del Torrente Carapelle e dei reticolo a questi afferente non è stato completamente definito, a meno delle aree su cui vigono le perimetrazioni del PAI a vario grado di pericolosità idraulica, stabilite in parte in base a criteri storici, in parte sulla scorta di studi di dettaglio.

La zona in cui si prevede la realizzazione del parco rientra è stata pertanto interessata da interventi di bonifica che tramite l'apertura di canali colatori e di drenaggio superficiale, hanno consentito lo scolo naturale nei recettori di valle, in ordine sempre crescente fino al recapito finale rappresentato dai torrenti.

6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici

A partire da un ampio territorio, si sono delimitati i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. Tale posizione, in considerazione della presenza di infrastrutture stradali esistenti che, pur non interessando direttamente i siti di intervento, possono condizionare il regime idraulico del reticolo che le interseca, in quanto gli attraversamenti avvengono a raso, in assenza di qualunque manufatto di scavalco.

La morfologia dell'area interessata dai bacini idrografici è variabile con l'alternanza di ampie distese pianeggianti ad aree con andamento collinare. Le pendenze, che in taluni casi si azzerano quasi, raggiungono anche valori superiori al 15%. Le opere di progetto sono tutte previste su aree con pendenze relativamente basse.

L'idrografia superficiale è costituita da impluvi superficiale e valloni che drenano verso il Torrente Cervaro e il Torrente Carapelle che si sviluppano che costituiscono i corsi d'acqua principali interessate dalle opere in progetto.

Dal punto di vista geomorfologico generale l'area si trova nella fascia, di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici e la vasta pianura del Tavoliere tra i rilievi collinari a NE di Ascoli Satriano e Deliceto, sulle pendici dei Monti della Daunia, ai margini orientali dell'Appennino meridionale.

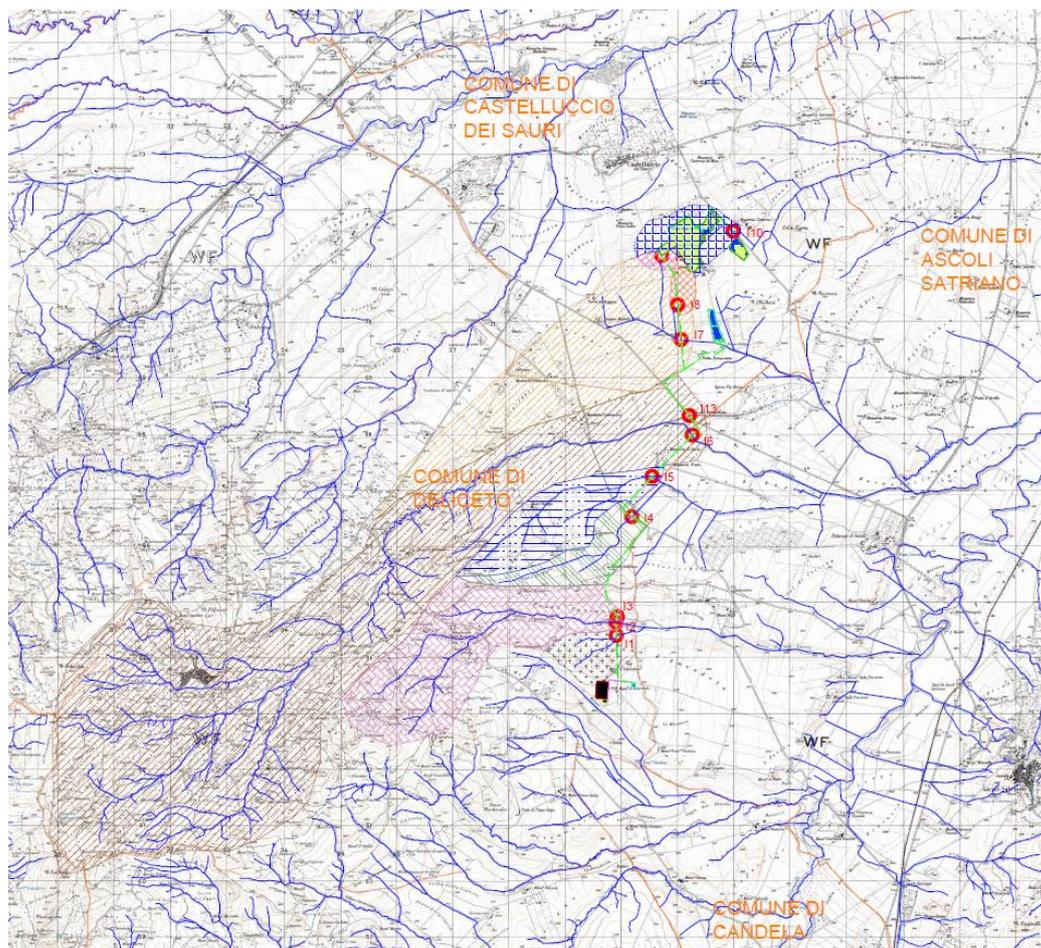
La morfologia dei luoghi è tipica delle aree collinari caratterizzate da sagome dolci, in relazione alla natura prevalentemente argillosa dei terreni (con litologia facilmente erodibile), associate a forme più aspre in corrispondenza dei rilievi formati da formazioni più resistenti (arenarie, calcari e brecce), in relazione alla natura dei terreni e alle azioni subite dagli agenti geodinamici, primo fra tutti quello tettonico.

In dettaglio la zona in oggetto è contraddistinta dalla presenza di una serie di dorsali, allungate in direzione all'incirca SSO-NNE interessate dall'azione erosiva di alcuni corsi d'acqua, facenti parte del bacino idrografico del T. Carapelle e del Torrente Cervaro.



I corsi d'acqua, attivi soprattutto nella stagione invernale, presentano un profilo delle valli a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati.

Le operazioni cartografiche sono state effettuate attraverso l'applicazione di software GIS, costruendo il DEM (Digital Elevation Model) successivamente integrato da rilievi metrici in modo da definire la geometria del reticolo idrografico interessato. La figura 6 mostra i bacini idrografici individuati ed aventi la medesima numerazione dei Punti di interferenza I per i quali sono stati eseguite le verifiche idrauliche (rif. Allegato 3)



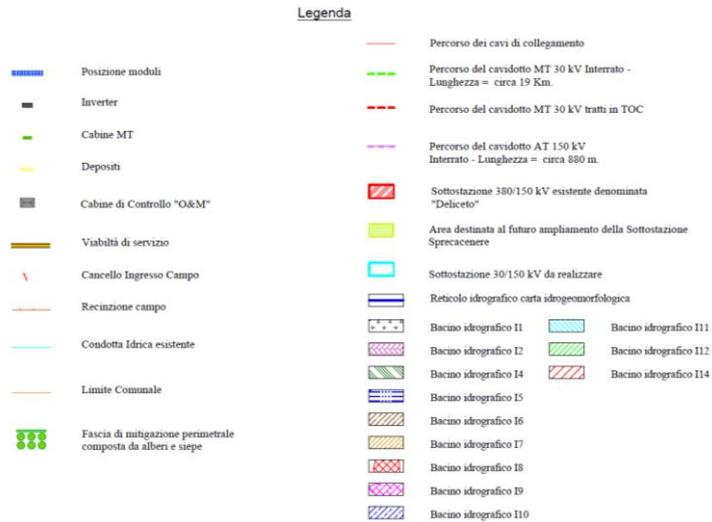


Figura 6 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini così definiti (nell'ordine: superficie, pendenza media dei versanti, quota minima, massima e media s.l.m., lunghezza totale dell'asta alla cresta spartiacque) sono riportate nelle tabelle a seguire.

Bacino Idrografico I1		
Superficie	0.91	Kmq
Quota max	339.00	m
Quota sez. chiusura	255.10	m
Quota media	297.05	m
Lunghezza asta principale	1280.00	m
Dislivello	83.90	m
Pendenza media	0.07	%

Tabella 1 – Parametri geomorfologici del bacino I1.

Bacino Idrografico I2		
Superficie	6.61	Kmq
Quota max	695.00	m
Quota sez. chiusura	253.00	m
Quota media	474.00	m
Lunghezza asta principale	5590.00	m
Dislivello	442.00	m
Pendenza media	0.08	%

Tabella 2 – Parametri geomorfologici del bacino I2.

Bacino Idrografico I4		
Superficie	1.77	Kmq
Quota max	415.00	m
Quota sez. chiusura	226.10	m
Quota media	320.55	m
Lunghezza asta principale	3453.00	m
Dislivello	188.90	m
Pendenza media	0.05	%

Tabella 3 – Parametri geomorfologici del bacino I4.

Bacino Idrografico I5		
Superficie	2.98	Kmq
Quota max	430.00	m
Quota sez. chiusura	212.00	m
Quota media	321.00	m
Lunghezza asta principale	3923.00	m
Dislivello	218.00	m
Pendenza media	0.06	%

Tabella 4 – Parametri geomorfologici del bacino I5

Bacino Idrografico I6		
Superficie	30.78	Kmq
Quota max	1030.00	m
Quota sez. chiusura	202.00	m
Quota media	616.00	m
Lunghezza asta principale	14407.00	m
Dislivello	828.00	m
Pendenza media	0.06	%

Tabella 5 – Parametri geomorfologici del bacino I6.

Bacino Idrografico I7		
Superficie	8.40	Kmq
Quota max	320.00	m
Quota sez. chiusura	201.00	m
Quota media	260.50	m
Lunghezza asta principale	6392.00	m
Dislivello	119.00	m
Pendenza media	0.02	%

Tabella 6 – Parametri geomorfologici del bacino I7

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 19 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

Bacino Idrografico I8		
Superficie	0.33	Kmq
Quota max	268.00	m
Quota sez. chiusura	204.00	m
Quota media	236.00	m
Lunghezza asta principale	899.00	m
Dislivello	64.00	m
Pendenza media	0.07	%

Tabella 7 – Parametri geomorfologici del bacino I8.

Bacino Idrografico I9		
Superficie	0.19	Kmq
Quota max	268.00	m
Quota sez. chiusura	227.00	m
Quota media	247.50	m
Lunghezza asta principale	384.00	m
Dislivello	41.00	m
Pendenza media	0.11	%

Tabella 8 – Parametri geomorfologici del bacino I9

Bacino Idrografico I10		
Superficie	1.37	Kmq
Quota max	284.00	m
Quota sez. chiusura	209.00	m
Quota media	246.50	m
Lunghezza asta principale	1950.00	m
Dislivello	75.00	m
Pendenza media	0.04	%

Tabella 9 – Parametri geomorfologici del bacino I10

Le superfici sottese dai bacini, ancorché scelti in maniera più ampia di quelli strettamente riguardanti le aree di interesse, risultano assai modeste, nell'ordine dei 3 Km² ad eccezione del bacino idrografici I2-I6-I7.

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 20 di 31</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	--------------------------------------------------------

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici

Il territorio dell'area oggetto di studio si localizza nel settore occidentale del Tavoliere delle Puglie, non lontano dai primi rilievi collinari dell'Appennino Dauno. Esso presenta un paesaggio morbido ed ondulato, con rilievi a sommità piatta, dati da depositi terrazzati marini dolcemente digradanti ad oriente, e che raggiungono quote massime non superiori ai 298 metri (*Mass. D'Amendola* m. 298, nel territorio di Deliceto; *Crocechia* e *Posta Cisternola* max. m 287, nel territorio di Castelluccio dei Sauri, *Mezzana Grande* m. 170 nel territorio di Ascoli), collegati da deboli pendii ad ampie vallate alluvionali tra loro interposte.

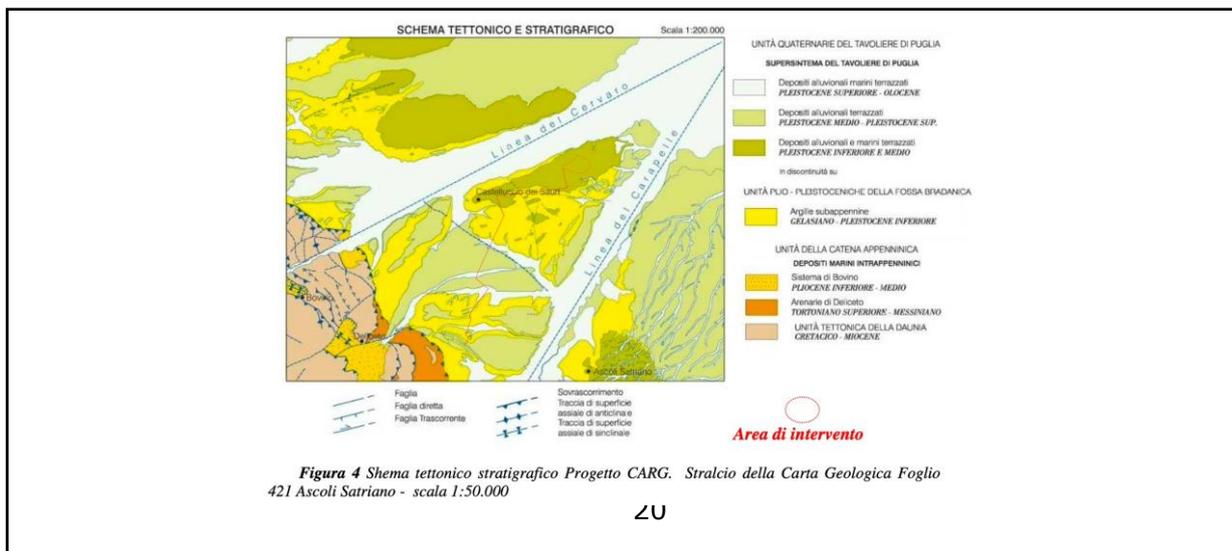
Dal punto di vista geostrutturale questo settore appartiene al dominio di Avanfossa adriatica, nel tratto che risulta compreso tra i Monti della Daunia, il promontorio del Gargano e l'altopiano delle Murge. L'Avanfossa, bacino adiacente ed in parte sottoposto al fronte esterno della Catena appenninica, si è formata a partire dal Pliocene inferiore per progressivo colmamento di una depressione tettonica allungata NW-SE, da parte di sedimenti clastici; questo processo, sia pure con evidenze diacroniche, si è concluso alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area.

Il basamento del Tavoliere come pure dell'intera regione pugliese è costituito da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie su cui poggiano le coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche costituite in particolare da:

- depositi argillosi con livelli di argille sabbiose, con una potenza variabile e decrescente dal margine appenninico verso il Mare Adriatico compresa tra 200 e 1000 metri;
- sedimenti sabbioso-ghiaiosi in lenti con uno spessore che varia da pochi metri a qualche decina di metri;
- depositi terrazzati costituiti da brecce cementate ad elementi calcarei;
- sabbie con faune litorali e dune individuate lungo l'arco del Golfo di Manfredonia.

Più nello specifico, e per quanto riguarda l'area in esame, le diverse litofacies affioranti sono attribuibili alle unità quaternarie del Tavoliere di Puglia che giacciono in discontinuità stratigrafica sull'unità plio-pleistocenica della Fossa Bradanica.

Geologica d'Italia Foglio 175 "Cerignola" indicate con la sigla PQa) su cui poggiano, più o meno in continuità stratigrafica e con contatto regressivo, i Conglomerati e ghiaie sabbioso-limose, del Pleistocene inferiore (**Qc1**), e quindi i depositi alluvionali terrazzati recenti, poco superiori all'attuale alveo dei fiumi, ascrivibili all'Olocene (**Qt 3**).



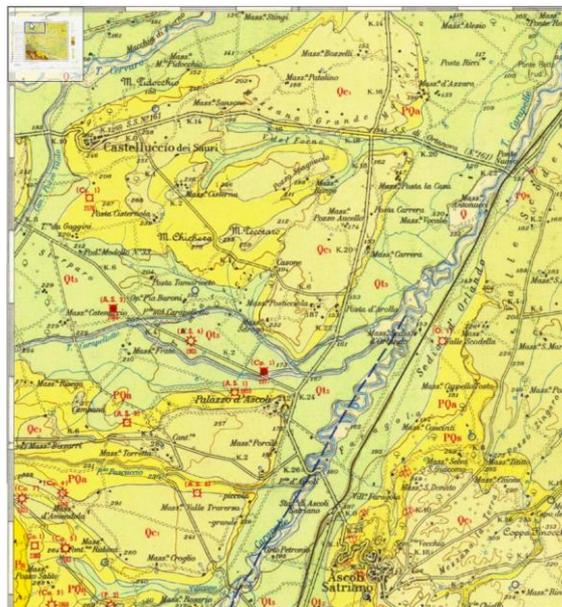


Figura 5
Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio N° 175 "Cerignola" non in scala
Q₃ - Alluvioni fluviali terrazzate (Olocene);
Q_{c1} - Conglomerati e ghiaie sabbioso-limosi (Pleistocene inferiore);
P_Q - Argillesubappennine (Plio-Pleistocene);

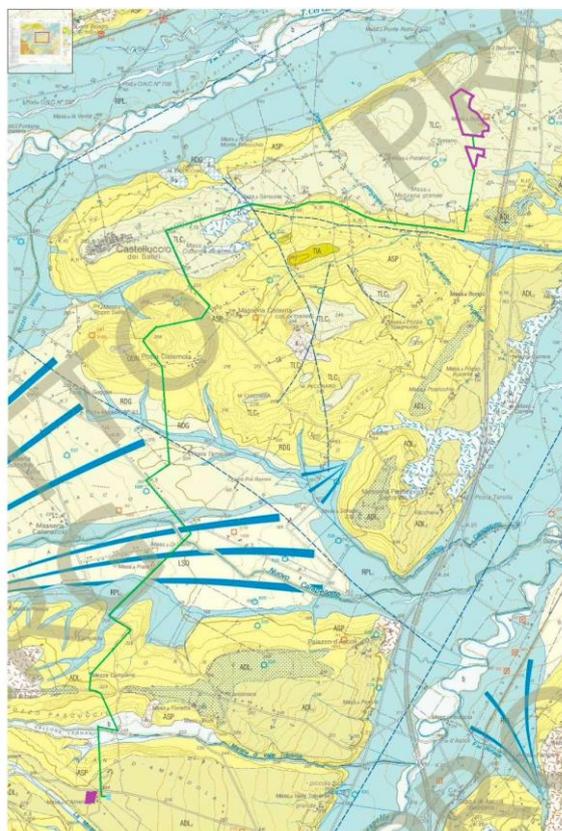


Figura 7 Stralcio della carta geologica d'Italia 1:50.000 "ASCOLI SATRIANO" N 421

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 22 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

La zona è incisa dal T. Carapellotto e dal Vallone Legnano, e dai canali Fosso Valle dell'Angelo e Fosso Pozzo Vitolo, corsi d'acqua facenti parte del bacino idrografico del T. Carapelle e da una serie di tributari minori (fossi e canali), dal profilo a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati, solitamente attivi soprattutto nella stagione invernale.

L'idrografia superficiale è dominata dai due corsi d'acqua principali T. Cervaro e il T. Carapelle, e da una serie di canali, marane, fiumare e fossi che alimentano gli stessi. Il regime idraulico è stagionale e strettamente legato all'andamento delle precipitazioni.

Dal punto di vista idrogeologico, la permeabilità è strettamente condizionata dalla situazione litostratigrafica. Possiamo pertanto definire diverse unità idrogeologiche. L'unità idrogeologica principale, l'acquifero poroso superficiale, è rappresentata dai depositi di copertura quaternaria in cui sono incise le ampie valli dei corsi d'acqua principali. Tale unità, che presenta uno spessore di circa 50 m, è costituita da una successione di terreni sabbioso-ghiaiosociotolosi, permeabili ed acquiferi con intercalazione di livelli argilloso-siltosi a minore permeabilità, con il ruolo di acquitardi.

In questa unità l'acqua si rinviene essenzialmente in condizioni di falda libera e coincide, nella parte alta, con la zona di preferenziale ricarica.

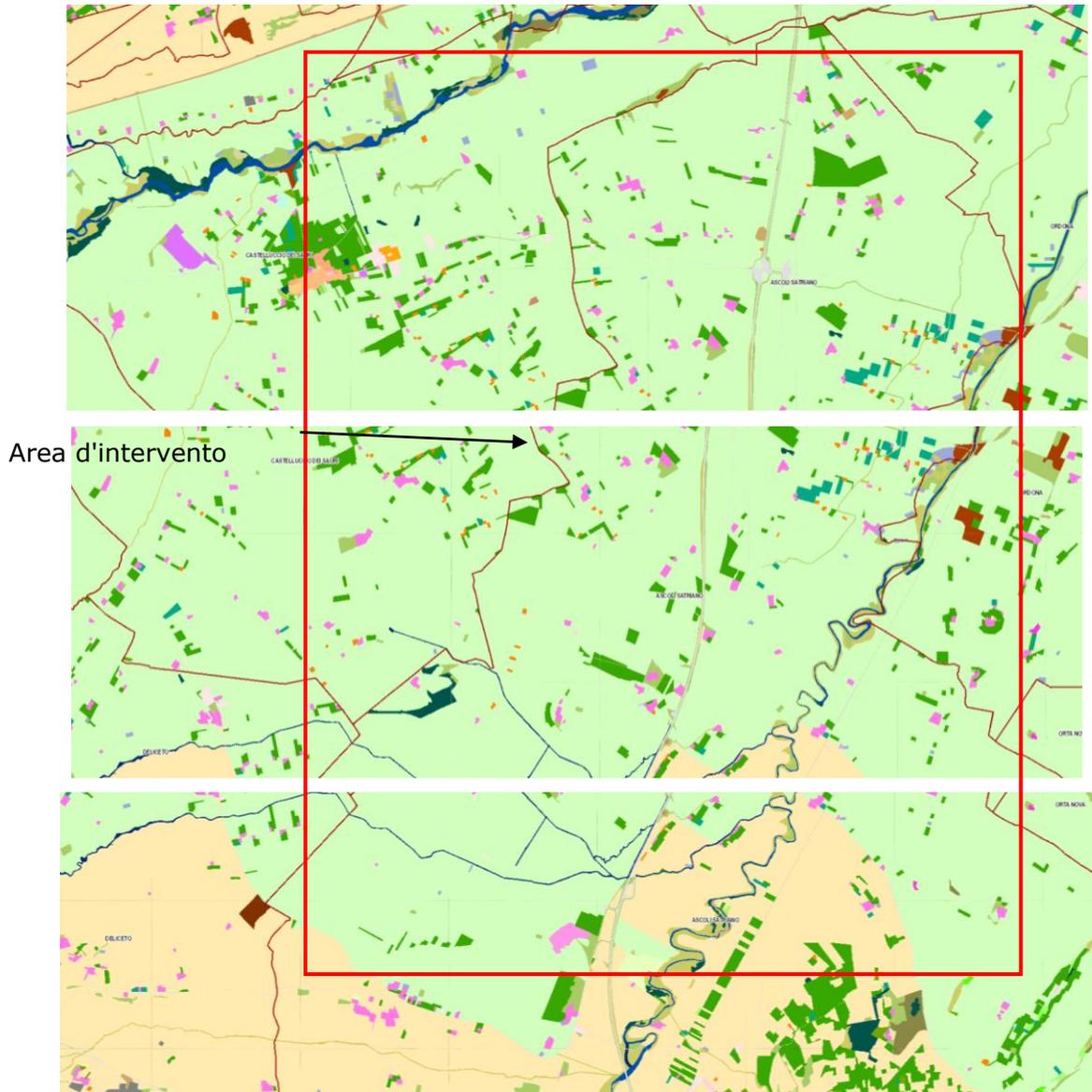
L'unità impermeabile di base è rappresentata dalle argille grigio azzurre (argille subappennine) sottostanti. Le variazioni stagionali dei carichi piezometrici, che superano anche il metro, indicano l'esistenza di carichi massimi al termine del periodo invernale.

Interessante è anche la circolazione idrica sotterranea nei depositi marini sabbiosoconglomeratici del ciclo bradanico (sabbie marine e conglomerati di Ascoli Satriano) laddove poggianti sulle argille subappennine. Di un certo rilievo dal punto di vista idrogeologico, è la presenza, all'interno della successione plio-pleistocenica di interstrati costituiti da sabbie e sabbie limose (acquifero poroso profondo) la profondità, tra i 300 e i 500 m, nonché lo spessore di tale successione è estremamente variabile. I livelli acquiferi che esso ospita sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare.

6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI

Dalla carta dell'uso del suolo del territorio interessato dai bacini idrografici si evince che le aree sono utilizzate per la maggior parte per scopi agricoli (figura 8). In particolare i principali utilizzi sono rappresentati da insediamenti produttivi agricoli discontinui, seminativi semplici in aree non irrigue e uliveti.

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 23 di 31</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------



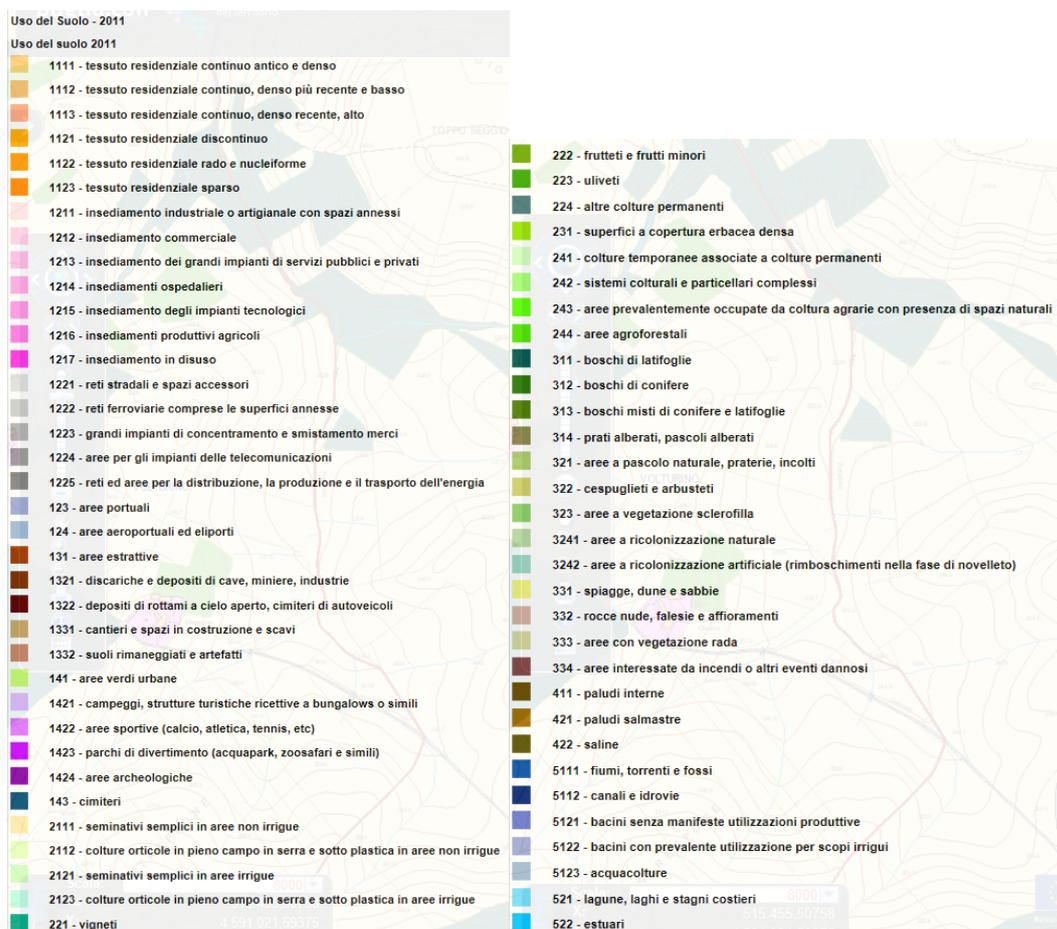


Figura 7 - Carta uso del suolo

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 25 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

7 STUDIO IDROLOGICO

7.1 Generalità

Effettuato lo studio morfologico, la metodologia da utilizzare per le analisi idrologiche deve essere individuata in base alle peculiarità del bacino e del reticolo idrografico che lo drena.

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena e dei relativi volumi che, per prefissati tempi di ritorno, interessano il bacino idrografico e, di conseguenza, il territorio e tutti gli elementi vulnerabili in esso presenti.

In congruenza con le finalità dello studio, volto a definire un assetto idraulico dei luoghi di interesse adeguato allo stato di fatto, si deve fare riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 200 anni, attraverso i quali si stabiliscono le condizioni di sicurezza idraulica.

Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che *"Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va. Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I.- C.N.R."*.

Il progetto VAPI sulla valutazione delle piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si prefigge l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Scopo di tale rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza.

La metodologia propria del progetto Va.Pi. effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.

Il presente studio idrologico è stato condotto rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa della Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la *"Valutazione delle Piene in Puglia"* (a cura di Vito Antonio Copertino e Mauro Fiorentino, 1994), nel seguito, denominato **"VAPI Puglia"**, che, nella sua stesura originaria, era concentrato al territorio a nord del fiume Ofanto e che, in fase successiva, è stato allargato all'intero territorio regionale nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari, 2001). La procedura adottata e i calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi.

Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali del corso d'acqua in esame si è fatto ricorso all'analisi comparata dei risultati derivati dall'applicazione di alcuni modelli di trasformazione afflussi-deflussi. In particolare si sono utilizzati i risultati rinvenuti dall'applicazione a scala regionale di due diversi approcci che si sono sinteticamente definiti con il nome di modello empirico e modello razionale e le cui peculiarità e limiti di applicabilità saranno dettagliatamente illustrati nel seguito.

I valori derivati dall'applicazione delle due metodologie su descritte sono stati successivamente confrontati con i risultati ottenuti dall'applicazione di formule semplificate basate sulla stima, di carattere geomorfologico, dei tempi di concentrazione propri del bacino.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 26 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

7.2 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica dell'area in oggetto è stata condotta utilizzando il metodo VAPI elaborato dal Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque del Politecnico di Bari, 2001).

I valori dei tempi di ritorno (**TR**) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica, è noto come "*analisi regionale*".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese *Two Component Extreme Value*, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese settentrionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano il periodo dal 1940 al 2000 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 27 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

giornaliere ed orarie. Le serie sono variabili da un minimo di 19 ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, tutte appartenenti alla Puglia centromeridionale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* .

L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ 1. Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

Nel riquadro a seguire (tabella 11) si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia settentrionale	2.3515	0.7721	44.629

Tabella 11 – Parametri d'interesse.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 28 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_{TR} , detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T_R e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno T_R ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno. La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T_R ed il fattore di crescita K_{TR} , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_{TR} autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione. Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e Λ 1, è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia settentrionale, anche se tale fattore può essere calcolato in funzione di T_R attraverso la approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e Λ 1.

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

I valori di K_T utilizzati nel caso in esame sono riportati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)							
	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

Tabella 12. Valori di K_T al variare della zona e del tempo di ritorno.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di *curva di probabilità pluviometrica*. Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(X_g)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(X_g)$ e le quote sul mare h (tabella 13):

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a - \ln a)/\ln 24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 13. Correlazione tra $\mu(X_g)$ e la durata di precipitazione

in cui C e D sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

- nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale (figura 9).

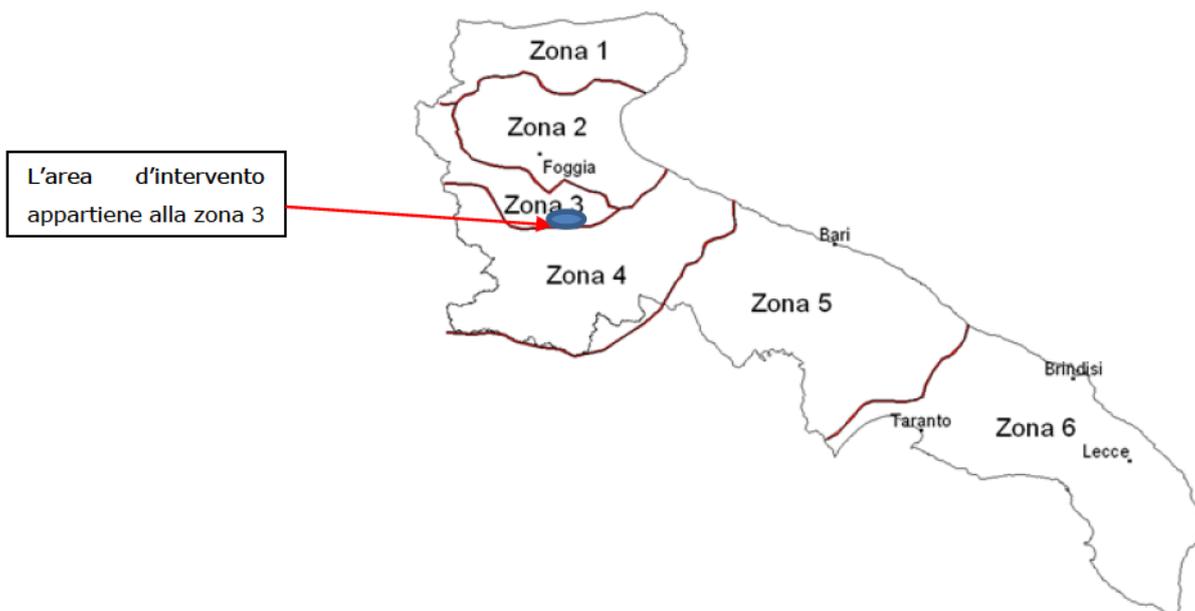


Figura 8 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	IT_CST_A03.1 00 25/01/2021 30 di 31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln \alpha - \ln a) / \ln 24}$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire.

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella 14. - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (K_T) per la precipitazione media:

$$h = K_T \cdot \mu(X_d)$$

I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 3.

7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Le procedure di regionalizzazione descritte in precedenza hanno consentito, quindi, di determinare le curve di possibilità climatiche al variare del tempo di ritorno.

In particolare ricadono i bacini idrografici ricadono interamente nella Zona 3. Il rapporto VAPI Puglia assegna alla Zona 3 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

$$\text{ZONA 3} \quad \mu(X_d) = 25.325d \frac{0.696 + 0.000531 Z}{3.178}$$

Il metodo precedentemente spiegato porta all'individuazione delle seguenti curve di possibilità climatiche.

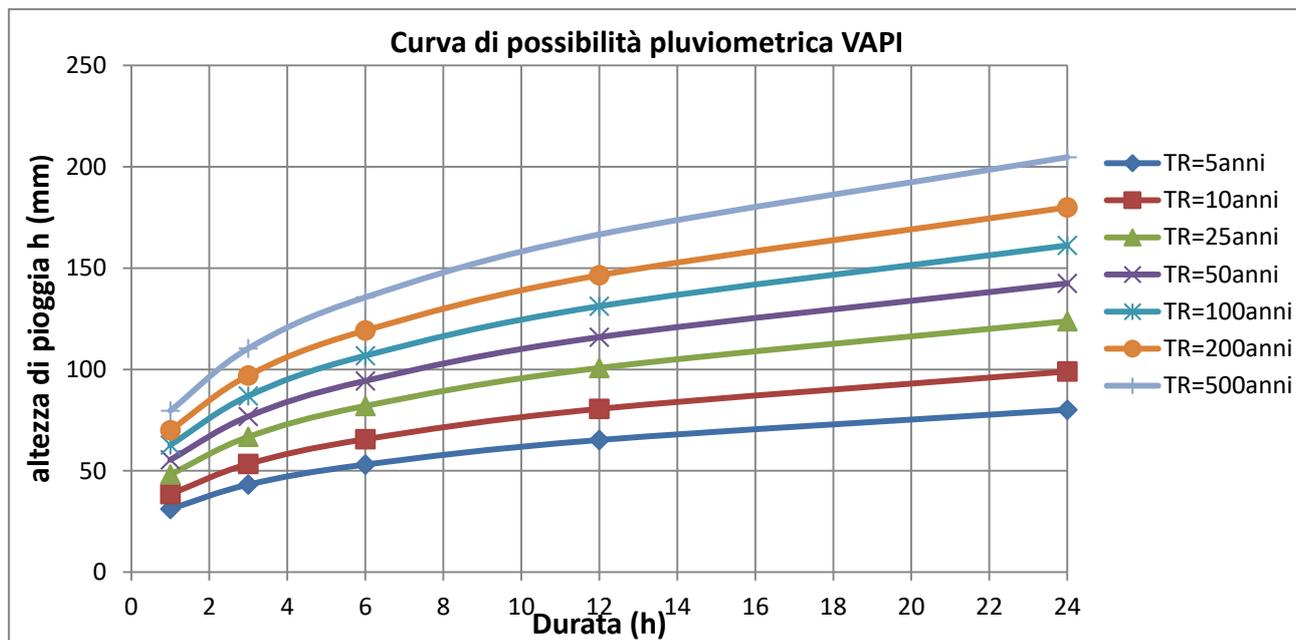


Figura 9 – Legge probabilità pluviometrica zona