



REGIONE CAMPANIA



PROVINCIA DI BENEVENTO



COMUNE DI APOLLOSA (BN)



COMUNE DI CASTELPOTO (BN)



COMUNE DI BENEVENTO (BN)

**OGGETTO:**

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO NELLA LOCALITA' "PEZZA DELLE CAVE" NEI COMUNI DI APOLLOSA (BN), CASTELPOTO (BN) E BENEVENTO (BN) DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 44.036,3 KWp e MASSIMA IN IMMISIONE IN AC PARI A 35.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE UBICATE NEL COMUNE DI BENEVENTO (BN)

ELABORATO N. MMIT_APBA_03.1	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE IDROLOGICA	SCALA -
--------------------------------	--	------------

**COMMITTENTE**

**APOLLOSA SOLAR PARK S.R.L.**  
 VIALE FRANCESCO RASTELLI N.3/7  
 20124 MILANO  
 P.IVA 06055390659

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	SETTEMBRE 2022	202100416	MMIT_APBA_03.6	Ing.Leonardo Rosiello	Ing.Giovanni Marsicano

 <p><b>M.E. Free S.r.l.</b></p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 1 di 32</p>
--	--	---	---

**Sommario**

**1. PREMESSA ..... 3**

**2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO ..... 7**

2.1 Generalità .....7

2.2 Ubicazione.....8

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto..... 13

**3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO ..... 14**

**4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA ..... 15**

4.1 Ambito territoriale della AdB ..... 15

4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI ..... 15

4.3 Compatibilità idraulica degli interventi ..... 15

**5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000 ..... 16**

5.1 Impianto fotovoltaico e strade interne di cantiere ..... 16

5.2 Linea elettrica cavo MT per il collegamento tra l'impianto fotovoltaico fino alla sottostazione di trasformazione ..... 17

5.3 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT ..... 17

**6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ..... 18**

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area..... 18

6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici ..... 18

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici ..... 21

6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI..... 23

6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI ..... 25

**7 STUDIO IDROLOGICO..... 27**

7.1 Generalità ..... 27

7.2 ANALISI IDROLOGICA..... 28

7.3 Analisi regionale delle piogge in Campania ..... 29

7.4 LEGGI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICHE..... 30


7.5 Portata al colmo di piena istantanea..... 31

**MMIT\_APBA\_03.3 - ALLEGATO 1** - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000

**MMIT\_ APBA\_03.4 - ALLEGATO 2** - Layout di progetto su carta IGM con individuazione delle perimetrazioni delle fasce fluviali AdB dei Liri, Garigliano e Volturno

**MMIT\_ APBA\_03.5 - ALLEGATO 3** - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

**MMIT\_ APBA\_03.6 - ALLEGATO 4** - Planimetria su IGM con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un Tr=200


	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 2 di 32</p>
---	--	---	---

**MMIT\_APBA\_03.7 - ALLEGATO 5** – Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

**MMIT\_APBA\_03.8 - ALLEGATO 6** - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras con modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo

**MMIT\_APBA\_03.9 - ALLEGATO 7** - Layout di progetto e individuazione delle aree allagabili determinate in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni e individuazione delle sezioni di calcolo nel sistema UTM WGS 84 su supporto digitale (file dwg)

**MMIT APBA\_03.10 - ALLEGATO 8** - Modelli di calcolo HEC-RAS (Cd room)

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 3 di 32
---	--	---------------------------------------	---

## 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 44.036,3 kWp, da installare nei Comuni di Benevento (BN), Apollosa (Bn) e Castelpoto (Bn) in località "Pezza delle Cave" situato a 5,3 km a ovest del centro abitato di Benevento, a 1,1 Km a nord del centro abitato di Apollosa e 2,15 km a sud del centro abitato di Castelpoto (Bn), avente opere di connessione ricadenti nello stesso Comune di Benevento (Bn) presso la esistente stazione SE RTN 380/150 kV di Terna denominata "Benevento 2". Proponente dell'iniziativa è la società **Apollosa Solar Park Srl**. L'impianto fotovoltaico essenzialmente è costituito da 2 Campi che mediante cavidotti distinti in MT di collegano alla stazione di Utenza 30/150 kV che sarà ubicata sempre nel Comune di Benevento al F.43 p. 360 poco distante dalla stazione Terna 380/150 kV "Benevento 2" nella località "Pezza delle Cave". I Campi fotovoltaici saranno ubicati ai seguenti fogli e particelle del nuovo Catasto Terreni dei **Comuni di Benevento, Apollosa e Castelpoto**:

**Campo 1 – Comune di Apollosa = F.8 p. 19-41-33-39-40-42-183-173-3-34-43-44-172-16-193-223-197-171-210-15-277-274-424-179-9-226-227-17-198-47-273-264-262-5-20-48-21-22-263-38-23-46-255-254-233 --F.3 p. 199-12--F. 2 P 124-125-132-184-131-127-128**


**Comune di Benevento = F. 43 p.360**

**Campo 2 – Comune di Benevento = F. 43 p. 134-142-26-141-140-143-136-135**

**Comune di Castelpoto = F. 13 P. 35-65-9-67-12-194-200-87-196-86-198-195-36-45-46-199-66**

**Sottostazione Utente = Comune di Benevento F. 43 p. 360**

Dai campi fotovoltaici denominati "**CAMPO 1**" e "**CAMPO 2**" è prevista la posa di un cavidotto interrato (detto "cavidotto esterno") costituito in totale da 4 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 alla SE RTN 380/150 kV di Terna denominata "Benevento 2" ove è prevista la connessione dell'impianto agrovoltaico alla RTN. SE RTN 380/150 kV di Terna denominata "Benevento 2" in antenna a 150 kV come da preventivo di connessione emesso da Terna ed accettato dal proponente (**STMG cod. id. 202100416**). L'impianto agro voltaico sarà realizzato su un'area complessiva di circa 55,43 Ha e la sua realizzazione comporterà un significativo contributo alla produzione di energie da fonte rinnovabili. Il progetto si inquadra in quelli che sono i programmi Nazionali e Internazionali per la transizione verso un'economia globale a impatto climatico zero entro il 2050. In occasione della Conferenza sul clima tenutasi a fine 2015 a Parigi è stato stipulato un nuovo accordo sul clima per il periodo dopo il 2020 che, per la prima volta, impegna tutti i Paesi, compreso l'Italia a ridurre le proprie emissioni di gas serra. In tal modo è stata di fatto abrogata la distinzione di principio tra Paesi industrializzati e Paesi in via di sviluppo. Nell'ambito di tale accordo l'Italia ha elaborato un **Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC)** in cui l'Italia fissa degli obiettivi vincolanti al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO2. Stabilisce inoltre il target da raggiungere in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile,

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 4 di 32</p>
---	--	---	---

definendo precise misure che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi definiti con l'[accordo di Parigi](#) e la transizione verso un'economia a impatto climatico zero entro il 2050.

Per il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica, tutte le verifiche sono state eseguite in condizione di moto permanente determinando la portata con Tr 200 anni per le interferenze del reticolo idrografico nei pressi del campo fotovoltaico e per il collegamento del cavidotto MT. Tutte le interferenze dei cavidotti da realizzare con le aree allagabili determinate con Tr 200 anni verranno superate con TOC (Trivellazione orizzontale controllata) con inizio e fine esternamente alle aree allagabili individuate.

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 e la Carta tecnica Regione Campania, 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".

L'immagine a seguire (rif. Elab. MMIT\_APBA\_A03 – 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 **lxx** i punti di interferenza.

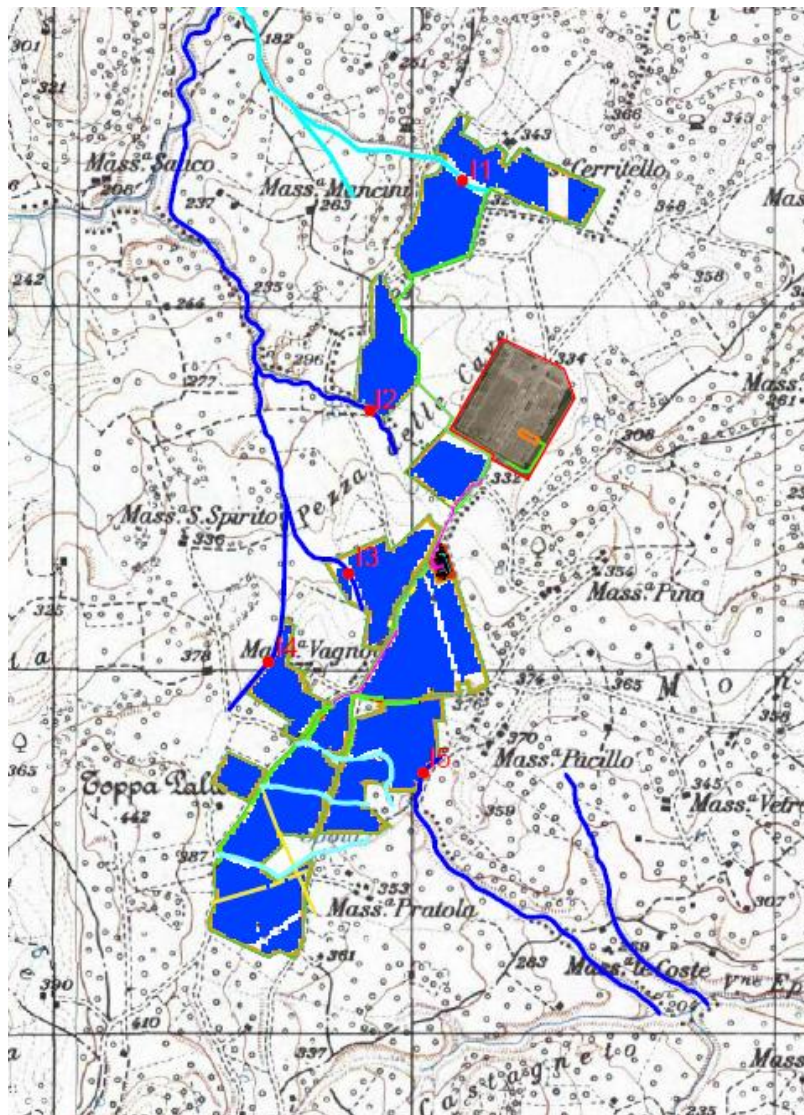


Figura 1 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 2 (rif. Elab. MMIT\_APBA\_A\_04 – allegato 2) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione delle aree a pericolosità idraulica perimetrata dal PAI alla Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno.



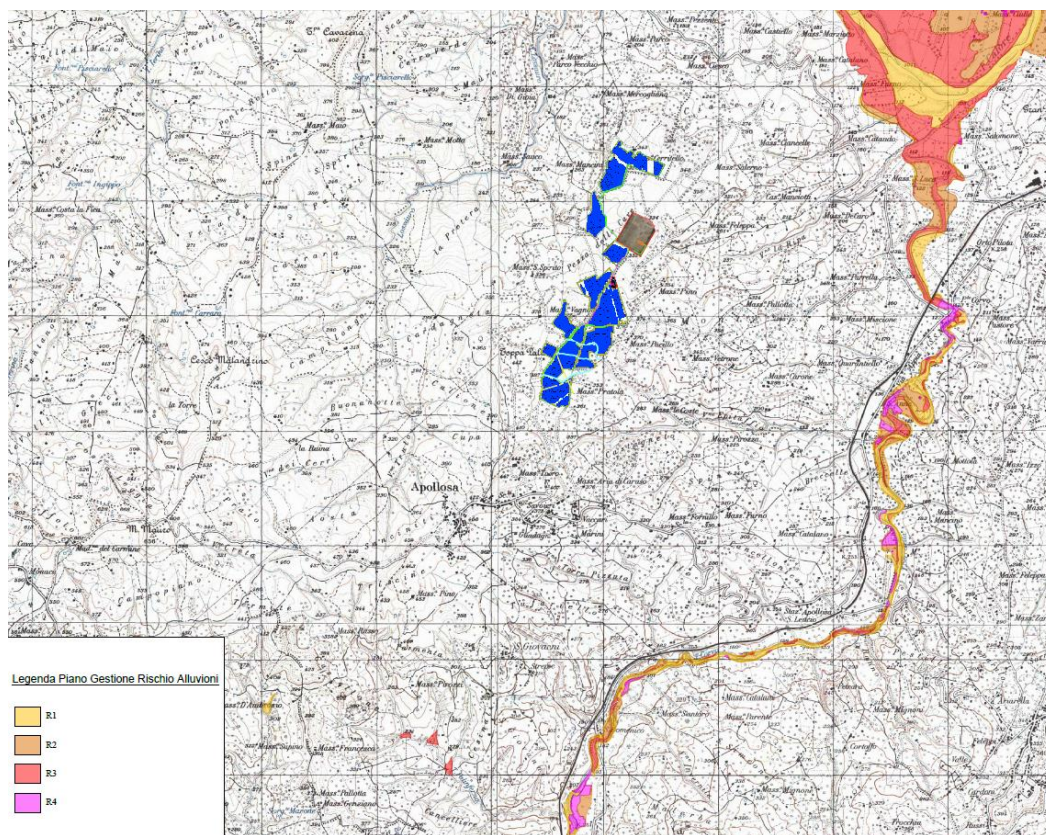



Figura 2 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione della perimetrazione AdB dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 7 di 32
---	--	---------------------------------------	---

## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

### 2.1 Generalità

Il progetto prevede l'installazione di un impianto agrovoltaiico della potenza complessiva in DC di **44.036,3 kWp** a cui corrisponde una potenza di connessione in AC di **35.000 kW**. L'impianto agrovoltaiico 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 66.220 pannelli fotovoltaici monocristallino, per una potenza di picco complessiva di **44.036,3 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. 2.365 inseguitori da 28 moduli in configurazione verticale, a una distanza di pitch uno dall'altro in direzione est-ovest di 9 metri. Il modello di modulo fotovoltaico previsto è **"CS7N-665MS (1500V) bifacciale"** della **CANADIAN SOLAR** da **665 Wp** bifacciale in silicio monocristallino. L'impianto fotovoltaico interesserà complessivamente una superficie contrattualizzata di **55,43 Ha** di cui soltanto circa **24,913 Ha** saranno occupati dagli inseguitori, dalle cabine di trasformazione e consegna, dalle strade interne, dalla SE di utenza, 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 agro voltaico sarà realizzato in agro del Comuni di **BENEVENTO (BN), APOLLOSA (BN) e CASTELPOTO (BN)** in località "Pezza delle Cave" ai seguenti Fogli e particelle:

**Comune di Benevento al:**

**F. 43 p. 134-142-26-141-140-143-136-135-360**

**Comune di Apollosa al :**

**F.8 p. 19-41-33-39-40-42-183-173-3-34-43-44-172-16-193-223-197-171-210-15-277-274-424-179-9-226-227-17-198-47-273-264-262-5-20-48-21-22-263-38-23-46-255-254-233**

**F.3 p. 199-12**

**F. 2 P 124-125-132-184-131-127-128**

**Comune di Castelpoto al :**


**F. 13 P. 35-65-9-67-12-194-200-87-196-86-198-195-36-45-46-199-66**

Le opere di connessione e la SE di Utenza cadranno nel Comune di Benevento (Bn) al

**Foglio 43 p. 360 ( SE UTENZA) e 403 ( Stallo all'interno della SE RTN 380/150 KV "Benevento 2")**

Nell'area strettamente interessata dall'impianto i terreni sono di tipo agricolo con l'assoluta prevalenza di colture di cereali.




	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 8 di 32
---	--	---------------------------------------	---

## 2.2 Ubicazione


Il comune di Apollosa si inserisce nella parte centrale della Campania. Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terreni in parte pianeggianti e in parte collinari con pendenze molte basse rivolti verso sud - sud ovest con elevazione s.l.m. variabili da 380 m. ai 311 m. lungo tutto l'impianto agrovoltaiico 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 146 , SP 150 e SS7. La connessione dell'impianto alla RTN è prevista in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV della esistente Stazione di Terna 380/150 kV "Benevento 2" su uno stallo esistente da adeguare come previsto nel preventivo di connessione rilasciato da Terna Spa e regolarmente accettato – **STMG cod. id. 202100416**. L'impianto fotovoltaico sarà collegato tramite due cavidotti MT interrati che dalle cabine di consegna più lontane di ciascun Campo fotovoltaico in direzioni opposte raggiungeranno la SE di Utenza 30/150 kV ubicata in posizione baricentrica rispetto ai 2 campi agri voltaici di progetto. Da tale SE di Utenza 30/150 kV e più precisamente dalla barra 150 kV condivisa con altro produttore partirà un unico cavidotto in AT lungo 515 metri che giungerà sino allo stallo assegnato da Terna SPA all'interno della esistente stazione SE RTN 380/150 kV denominata "Benevento 2" .I cavidotti sia MT di collegamento tra i campi fotovoltaici e la SE di Utenza che il cavidotto AT 150 kV percorreranno per la maggior parte del loro percorso la strada comunale esistente in località Pezza delle Cave.

Il territorio in esame rientra nella Regione Campania, come detto, in **Provincia di Benevento**. La **Provincia di Benevento**, estesa 2.070 ,64 km<sup>2</sup>, di cui 927,77 km<sup>2</sup> di territorio collinare e 1142,87 km<sup>2</sup> di montagna, è compresa tra le province di Campobasso a nord, di Foggia ad est, di Avellino a sud-est ed a sud, di Napoli a sud-ovest, di Caserta ad ovest. È attraversata dallo spartiacque appenninico che la divide in due aree; la prima di circa 243 km<sup>2</sup>, rappresentata dall'estremo lembo nord – orientale del Fortore, è ubicata sul versante adriatico della dorsale appenninica; la seconda, comprendente circa 1.828 km<sup>2</sup>, è posta sul versante tirrenico della medesima dorsale montuosa. L'area posta sul versante adriatico è drenata dal fiume Fortore, quella posta sul versante tirrenico è drenata dai fiumi Titerno (con pochi e modesti affluenti), Calore (i cui più importanti tributari sono rappresentati dai fiumi Tammaro, Miscano - Ufita, Sabato, Torrente Grassano), Isclero (privo di affluenti significativi), tutti aventi come recapito finale il fiume Volturno. Limitati per numero, estensione e capacità, i laghi esistenti in provincia, tra i quali l'unico perenne è il lago di Telesse, ubicato presso l'omonima città. Sotto il profilo orografico, il territorio provinciale comprende tre grandi aree, quella nord -orientale, quella centrale e quella occidentale, ciascuna caratterizzata da rilievi diversificati per litologia, orientamento spaziale, altezze. L'area **nord - orientale** comprende i monti del Fortore, orientati secondo l'andamento della dorsale appenninica, con quote massime di poco superiori a 1.000 m (Monte San Marco con 1.007 m, Murgia Giuntatore con 987 m, Monti di San Giorgio con 950 m); l'area **centrale** comprende i rilievi collinari verso Benevento con quote massime intorno ai 500 m; l'area **occidentale** è

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 9 di 32</p>
---	--	---	---

prevalentemente caratterizzata dalla presenza dell'isolato massiccio del Taburno Camposauro, le cui quote massime sfiorano i 1.400 m (Monte Taburno, 1.393 m, Monte Camposauro, 1.388 m). Interessano marginalmente, a nord-ovest, il territorio della provincia di Benevento le estreme propaggini meridionali del massiccio del Matese (con quote comprese tra i 1.300 metri circa di Cusano Mutri e di Monte Monaco di Giova a sud e gli oltre 1.800 metri di Monte Mutria, Faicchio, a nord) e, a sud-ovest del territorio provinciale, l'area pedemontana settentrionale dei Monti del Partenio (Monte Orni, 826 metri, nel Comune di Forchia e i Monti di Avella, 1.598 metri, nel Comune di Pannarano), i circa 300 metri del bassopiano a sud - ovest di Benevento, i circa 130 metri della bassa valle del fiume Sabato a Benevento, i circa 400 metri della media valle del fiume Tammaro a Morcone. Le caratteristiche geologiche dell'area sono quelle proprie del tratto campano della catena appenninica, della sua litologia, della sua struttura, della sua tettonica, della sua evoluzione geomorfologica. La genesi recente riferibile al tardo - miocene, la struttura a coltri di ricoprimento, la notevole entità delle dislocazioni tettoniche, distensive e compressive, la prevalente natura clastica dei sedimenti, le caratteristiche sismogenetiche, ne fanno un territorio fragile, assoggettato ad una evoluzione accelerata, che si manifesta con vistosi e diffusi fenomeni franosi e significativi processi erosivi e di dilavamento. Dal punto di vista amministrativo, la Provincia di Benevento è stata istituita il 25 ottobre 1960 e si compone oggi di 78 comuni. Secondo i criteri ISTAT, i Comuni della Provincia sono da considerarsi o montani o collinari; in particolare i Comuni montani, concentrati nelle zone Nord e Sud-Ovest della Provincia, sono in totale 35 e ricoprono complessivamente 1.142,87 kmq (pari al 55,20 % del territorio provinciale). La popolazione residente in questa tipologia montana di Comune assomma a 115.539 unità (pari al 39,1 % delle popolazione totale provinciale). Il restante territorio provinciale è considerato terreno di tipo collinare (927,77 kmq).

Il sito di interesse progettuale è costituito essenzialmente da 1 macro area in cui sono localizzati i due campi agro voltaici di progetto. Tale macro area si estende tra i confini territoriali dei tre Comuni interessati dall'intervento quali Benevento, Apollosa e Castelpoto. L'area di progetto è posta sulla sommità di un crinale collinare a lievi pendenze in direzione nord nord-est e nord nord-ovest che da Toppo Pallotta (482 m) nel Comune di Apollosa degrada dolcemente in direzione nord verso il Comune di Castelpoto (BN) rientrando in parte nel territorio del Comune di Benevento proprio nella località Pezza delle Cave posta a 334 m s.l.m. caratterizzata da terreni misti tra pianeggianti e leggermente ondulati. Tale promontorio collinare è delimitato a Nord dal fiume Calore Calore che scorre lungo i confini territoriali tra il Comune di Castelpoto e Benevento a 1550 dal confine nord dell'area di progetto, a Est dal Torrente Serretella che delimita i confini comunali tra i Comuni di Apollosa e Benevento distante 2500 metri dall'area di progetto, a Sud con il torrente Palinferno nel Comune di Apollosa a 3350 metri dall'area di progetto e a Ovest con il Torrente Lossauro a 1670 metri dall'area di progetto che delimita i confini comunali tra i Comuni di Castelpoto e Apollosa. L'area di progetto è posizionata a Nord del centro abitato di Apollosa da cui dista 1100 metri, a sud ovest del centro abitato di Benevento da cui dista mediamente circa 4500 metri, a sud sud-est del

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 10 di 32
---	--	---------------------------------------	--

centro abitato del Comune di Castelpoto da cui dista 2000 metri e a Est del centro abitato di Campoli del monte Taburno da cui dista 5500 metri.

In sintesi l'ubicazione dei campi agri voltaici costituenti il progetto in esame è così ripartita :

**Campi agri voltaici ricadenti nel Comune di Apollosa e Benevento :**

**Campo 1 – Occupazione area in HA = 38,12**


**Campi agri voltaici ricadenti nel Comune di Apollosa, Benevento e Castelpoto :**

**Campo 2 - Occupazione area in HA = 18,87**

Infine l'area di ubicazione della SE di Utenza 30/150 kV e del punto di connessione assegnato da Terna all'interno della esistente stazione SE RTN 380/150 kV "Benevento 2" , è posta proprio nella località "Pezza delle Cave" nel Comune di Benevento . Si tratta come già accennato in precedenza di un'area con una morfologia prevalentemente pianeggiante a tratti ondulati . L' area totale di occupazione della SE di Utenza compreso l'area di condivisione della barra 150 kV con altro produttore come voluto da Terna ha un'estensione totale di 2.700 mq.

L'intero intervento ricade nei fogli 1:25.000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare (IGM Vecchia Ed.) n.173 IINO (BENEVENTO) e III-NE (APOLLOSA) , nei fogli 1: 50.000 – 432 "BENEVENTO" e nei fogli 1:100.000 - 173 "BENEVENTO" .

Il sito di installazione è ubicato nei Comuni di **Benevento (BN), Apollosa (BN) e Castelpoto (BN)** nella Provincia di Benevento rispettivamente a 1,1 km in direzione Nord-Nord-Est dal centro abitato di Apollosa, in direzione Ovest del centro abitato di Benevento a 4,5 km e in direzione Sud Sud Est del centro abitato di Castelpoto a 2 km . I Campi agro voltaici di progetto ricadono nei territori costituenti i confini fisici dei tre comuni interessati dall'intervento nella località "Pezza delle Cave " . L'area ha un'estensione complessiva di 57,42Ha ed è suddivisa in 2 CAMPI recintati aventi rispettivamente le seguenti dimensioni e coordinate geografiche:


 <b>M.E. Free S.r.l.</b>	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 11 di 32
--	--	---------------------------------------	--

Comune	Campo	Ha	Ha occupati dalle strutture	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
		interessati dal progetto agrovoltaiico			
Apollosa	1	29,42	11,06	475709	455003
Benevento	1	8,00	3,04	475968	4550891
Castelpoto	2	11,17	4,00	476103	4551342
Benevento	2	5,22	2,04	475903	4551579
Apollosa	2	1,19	0,53	475990	4551342
Benevento	Substation	0,43		476000	4551101
		55,43	20,67		

Dal punto di vista catastale, i CAMPI costituenti l'impianto fotovoltaico ricadono sulle seguenti particelle dei Comuni di Benevento, Apollosa e Castelpoto :

Comune	Campo	Fogli e Particelle
Apollosa	1	<b>Foglio 8 P. 19-41-33-39-40-42-183-173-3-34-43-44-172-16-193-223-197-171-210-15-277-274-424-179-9-226-227-17-198-47-273-264-262-5-20-48-21-22-263-38-23-46-255-254-233</b> <b>Foglio 3 P. 199-12</b>



 <b>M.E. Free S.r.l.</b>	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 12 di 32
--	--	---------------------------------------	--


<b>Benevento</b>	<b>1</b>	<b>Foglio 43 p. 360</b>
<b>Castelpoto</b>	<b>2</b>	<b>Foglio 13 P. 35-65-9-67-12-194-200-87-196-86-198-195-36-45-46-199-66</b>
<b>Benevento</b>	<b>2</b>	<b>Foglio 43 p. 134-142-26-141-140-143-136-135</b>
<b>Apollo</b>	<b>2</b>	<b>Foglio 2 P. 124-125-132-184-131-127-128</b>
<b>Benevento</b>	<b>Substation</b>	<b>Foglio 43 p. 360</b>

Il cavidotto interrato in MT di collegamento dei campi agri voltaici alla SE 30/150 KV di Utenza è costituito dai seguenti tratti :

Nr. 3 terne di cavi da 300 mmq in un unico scavo che collegano la cabina di consegna denominata CB//2 del Campo 1 con la SE 30/150 kV di Utenza – lunghezza cavidotto 45 metri. Tale cavidotto si sviluppa tutto interno alla particella 360 del Foglio 43 del Comune di Benevento.

Nr. 3 terne di cavi da 240 mmq in un unico scavo che collegano la cabina di consegna denominata CB// 1 del Campo 1 con la cabina di consegna CB //2 – lunghezza cavidotto 482 metri. Tale cavidotto si sviluppa in parte sulla strada comunale esistente “Pratola-Fontana Spina” e nell'ultimo tratto sulla particella 360 del Foglio 43 del Comune di Benevento.

Nr. 1 terna di cavi da 300 mmq in un unico scavo che dalla cabina di consegna denominata CB//3 del Campo 2 collega fino alla SE 30/150 KV di Utenza – lunghezza cavidotto 322 metri. Tale cavidotto si sviluppa a partire dalla particella 140 del Foglio 43 del NCT del Comune di Benevento sulla strada comunale “Pratola-Fontana Spina” fino ad arrivare alla particella 360 dello stesso Foglio 43 del NCT del Comune di Benevento dove è ubicata la stazione di trasformazione di Utenza.

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 13 di 32</p>
---	--	---	--

**La sottostazione elettrica SE di 30/150 kV di utenza** interessa la particella del seguente foglio catastale:  
Comune di **Benevento** : Foglio 43 Particella 360

Il sito di installazione della centrale fotovoltaica ricade rispetto allo strumento urbanistico PRG vigente dei Comuni di Apollosa, Benevento e Castelpoto in Zona E “Agricola” come tra l’altro attestato nei CDU rilasciati dagli uffici Tecnici Comunali ( **Vedi CDU allegati alla presente relazione**).

La sottostazione di utenza e le opere di connessione ricade secondo il strumento urbanistico PRG vigente del Comune di Benevento in in Zona E “Agricola” come riportato nel CDU rilasciato dall’Ufficio Tecnico Comunale .( **Vedi CDU allegato alla presente relazione**).

### **2.3 Caratteristiche tecniche dell’impianto**

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

L’impianto fotovoltaico sarà essenzialmente costituito da:

N° 2 Campi di generazione fotovoltaica a loro volta suddivisi in un totale di 18 sottocampi

N° 14 cabine inverter e trasformazione o di sottocampo

N° 3 cabine di raccolta


L’impianto fotovoltaico inoltre prevede:

-Vie cavi e cavi elettrici di BT, MT,AT

-Impianto di terra

-Impianto di illuminazione

-Impianto di videosorveglianza

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 14 di 32</p>
---	--	---	--

### 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,

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 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.

L'articolo 4 definisce le fasce fluviali che sono denominate:

- in Alveo di piena Ordinaria,
- Alveo di Piena Standard (fascia A),
- Fascia di esondazione (fascia B),
- fascia di inondazione per piena d'intensità eccezionale (fascia C).

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.

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 Campania, ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Campania;
- 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 5;
- 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 Campania in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno che vanno da 5 a 200 anni;
- Individuazione delle aree interessate dal transito dei deflussi bicentenari in regime di moto permanente con tempo di ritorno di 200 anni utilizzando il software Hec-Ras.

## 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 Apollosa (BN), Castelpoto (BN) e Benevento (BN); inserito nell'elenco dei comuni di competenza della AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Campania e inquadrati nell'ambito dell'AdB dei fiumi Liri – Garigliano e Volturno.

### 4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI

Dalla perimetrazione dell'AdB dei Fiumi Liri, Carigliano e Volturno si evince che l'area dove sarà ubicato l'impianto fotovoltaico e la stazione di trasformazione non interessano aree perimetrate a pericolosità idraulica.

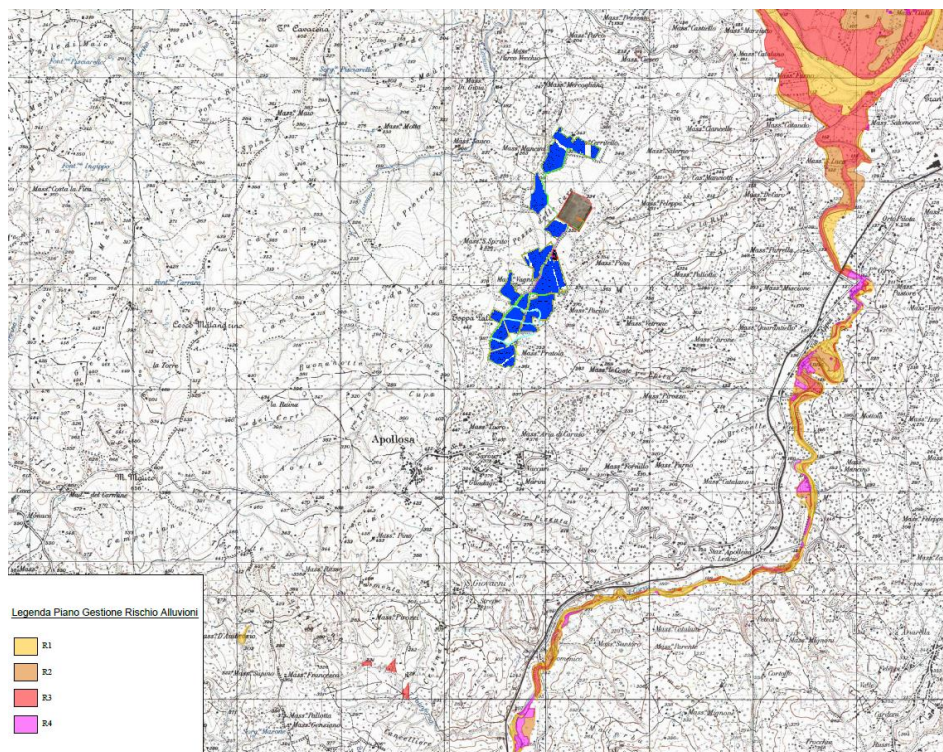



Figura 3 - Inquadramento dell'area di intervento con le aree a pericolosità individuate dal PAI Puglia

### 4.3 Compatibilità idraulica degli interventi

La condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Al fine di definire le aree in sicurezza idraulica si sono definite le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.



 <b>M.E. Free S.r.l.</b>	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 16 di 32
--	--	---------------------------------------	--

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


### 5.1 Impianto fotovoltaico e strade interne di cantiere

Il sito di installazione è ubicato nei Comuni di Apollosa(BN), Castelpoto (BN) e Benevento (BN). Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in n° 2 campi che presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

Campo	Potenza DNC LIMIT- kW	Potenza DC kW	Potenza AC Limit-KVA	DC/AC	Nr. Stringhe	Nr. inverter	Potenza in kVA singolo inverter
<b>1</b>	30.034,6	30.034,6	25.000	1.20	1613	10	<b>Nr. 10 da 2.500 kVA</b>
<b>2</b>	14.002,24	14.002,24	10.000	1.40	752	4	<b>Nr.4 da 2.500 kVA</b>
<b>TOTALE</b>	<b>44.036,3</b>	<b>44.036,3</b>	<b>35.000</b>		<b>2365</b>	<b>14</b>	

L'allegato 3 (MMIT\_APBA\_A\_04– allegato 2), riporta il layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM SCALA 1:25000. Si evince che l'area interessata dall'impianto fotovoltaico e le strade di cantiere interessano la fascia di pertinenza fluviale di un retico idrografico privo di denominazione.

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I1	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	<b>Fascia A alveo attivo</b>
I2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	<b>Fascia A alveo attivo</b>
I3	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	<b>Fascia A alveo attivo</b>
I4	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	<b>Fascia A alveo attivo</b>
I5	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	<b>Fascia A alveo attivo</b>


	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 17 di 32</p>
---	--	---	--

## **5.2 Linea elettrica cavo MT per il collegamento tra l'impianto fotovoltaico fino alla sottostazione di trasformazione**

Il cavidotto MT interferisce in un solo punto con il reticolo idrografico, interferenza I1. Il superamento dell'interferenza verrà eseguito con TOC con inizio e fine della TOC esternamente all'area allagabile determinata con Tr 200 anni.

## **5.3 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

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 18 di 32
---	--	---------------------------------------	--

## 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 nel bacino del Fiume Calore.

Calore Irpino o Beneventano (per distinguerlo dall'altro omonimo Calore Lucano, affluente del Sele), è un fiume della Campania lungo 108 km, principale affluente del fiume Volturno, nel quale confluisce in sinistra idrografica.

Nasce dal monte Accellica, nel territorio del comune di Montella, all'interno del parco regionale dei Monti Picentini, prosegue verso nord fino a Castelfranci, dove devia verso nord-ovest raggiungendo Taurasi, si dirige poi di nuovo verso nord fino ad Apice, dove riceve le acque dell'Ufita. Dalla confluenza con questo fiume prosegue ad ovest con un percorso ricco di anse che prima attraversa Benevento e poi scavalca verso nord-ovest il Camposauro, dopo il quale segna, nella parte finale del suo corso, la pianura della valle Telesina fino alla confluenza nel Volturno, nel comune di Amorosi.

Il percorso viene solitamente suddiviso in alto, medio e basso Calore, che individuano valli e territori con caratteristiche geografiche, geologiche, idrografiche, amministrative, e culturali relativamente diverse. Benché ci sia una concordanza sul vedere la confluenza dell'Ufita come punto di passaggio convenzionale tra alto e medio Calore, la stessa concordanza manca su quale sia il punto in cui inizia il basso Calore, se sia la confluenza della Jenca o il passaggio (pochi chilometri più avanti) attraverso le modeste gole di Ponte, che segnano il definitivo volgersi a ovest del corso fluviale.

Le caratteristiche geolitologiche dei Picentini (costituiti da calcari, calcari detritici e dolomitici, già rocce con un'elevata permeabilità, ancor più accentuata da fenomeni carsici molto evoluti), unite alla distanza della catena montuosa appenninica dalla foce, rendono i bacini del versante tirrenico centro-meridionale, tra cui quelli del Volturno e del Calore, abbastanza ampi, soprattutto rispetto a quelli ionici ed adriatici. Caratterizzato da un bacino di raccolta assai ampio (3.058 km<sup>2</sup>[senza fonte], oltre la metà di quello totale del Volturno), dalla discreta permeabilità e ricco di sorgenti, il Calore ha una notevole portata d'acqua alla foce (33,650 m<sup>3</sup>/s, il quarto del sud-Italia dopo Volturno, Sele e Crati)[senza fonte], pur risentendo in maniera pesante di una certa irregolarità di regime e di un pesante sfruttamento delle sue acque.

### 6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici

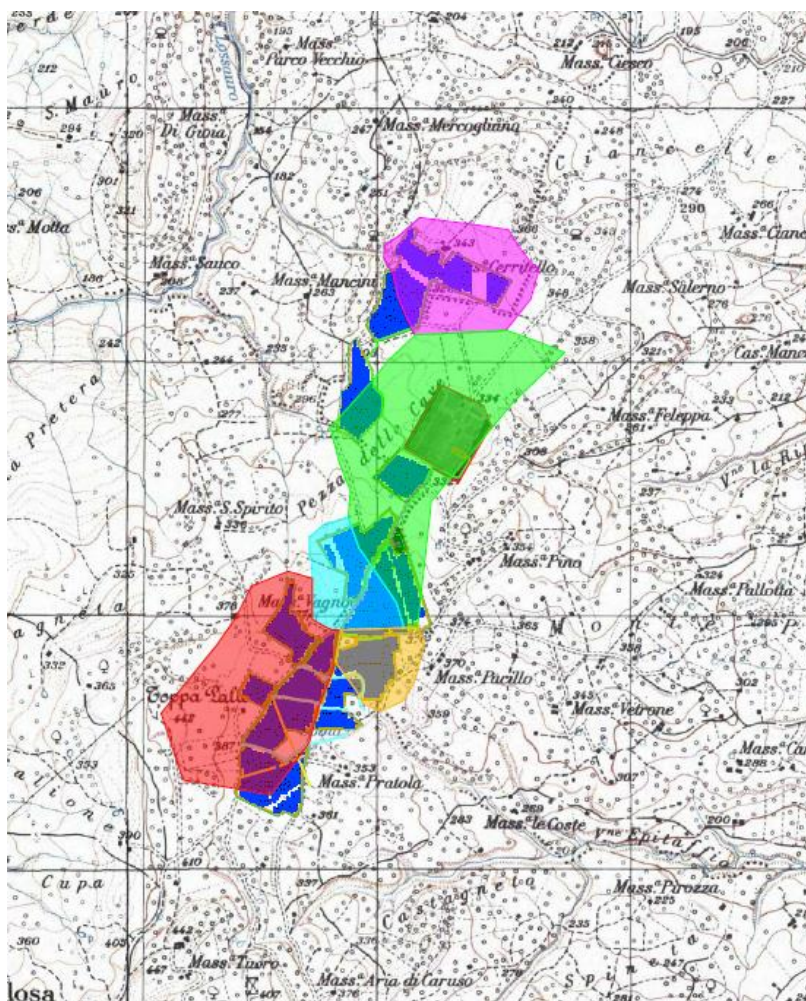
A partire da un ampio territorio, si sono delimitati i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. Tale posizione, in considerazione della presenza di infrastrutture stradali esistenti 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.


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.

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 4 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)





	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 20 di 32
---	--	---------------------------------------	--

Legenda bacini idrografici

	Bacino Idrografico I1
	Bacino Idrografico I2
	Bacino Idrografico I3
	Bacino Idrografico I4
	Bacino Idrografico I5

**Figura 4 - 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	0,21	Kmq
Quota max	356,00	m
Quota sez. chiusura	295,00	m
Quota media	325,50	m
Lunghezza asta principale	615,00	m
Dislivello	61,00	m
Pendenza media	0,10	%

**Tabella 1** – Parametri geomorfologici del bacino I1

Bacino Idrografico I2		
Superficie	0,47	Kmq
Quota max	358,00	m
Quota sez. chiusura	330,00	m
Quota media	344,00	m
Lunghezza asta principale	610,00	m
Dislivello	28,00	m
Pendenza media	0,05	%

**Tabella 2** – Parametri geomorfologici del bacino I2.

 <b>M.E. Free S.r.l.</b>	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 21 di 32
--	--	---------------------------------------	--

Bacino Idrografico I3		
Superficie	6.79	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 3** – Parametri geomorfologici del bacino I3.

Bacino Idrografico I4		
Superficie	0,38	Kmq
Quota max	428,00	m
Quota sez. chiusura	353,00	m
Quota media	390,50	m
Lunghezza asta principale	925,00	m
Dislivello	75,00	m
Pendenza media	0,08	%

**Tabella 4** – Parametri geomorfologici del bacino I4.

Bacino Idrografico I5		
Superficie	0,09	Kmq
Quota max	364,00	m
Quota sez. chiusura	320,00	m
Quota media	342,00	m
Lunghezza asta principale	332,00	m
Dislivello	44,00	m
Pendenza media	0,13	%

**Tabella 5** – Parametri geomorfologici del bacino I5

### 6.3 Geolitologia dei bacini idrografici

Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terreni in parte pianeggianti e in parte collinari con pendenze molte basse rivolti verso sud -sud ovest con elevazione s.l.m. variabili da 380 m. ai 311 m. lungo tutto l'impianto agrolivoltico tali da avere un'esposizione ottimale e una conformazione morfologica ideale per il posizionamento delle strutture di tracker ad inseguimento est-ovest.

L'area posta sul versante adriatico è drenata dal fiume Fortore, quella posta sul versante tirrenico è drenata dai fiumi Tevere (con pochi e modesti affluenti), Calore (i cui più importanti tributari sono rappresentati dai fiumi Tammaro, Miscano - Ufita, Sabato, Torrente Grassano), Isclero (privo di affluenti significativi), tutti aventi come recapito finale il fiume Volturno. La zona di interesse, con elevazione s.l.m. variabili da 380 m. ai 311 m., con riferimento alla Cartografia Ufficiale dello Stato, rientra nell'ambito delle tavole I.G.M. N°17

QUADRANTE 173 III "MONTESARCHIO" el.G.M. N°18 QUADRANTE 173 II "BENEVENTO" in scala 1:25.000, nella tavola topografica N°432 "BENEVENTO", in scala 1:50.000 e nella carta geologica d'Italia N°173 "BENEVENTO" in scala 1:100.000.

In particolare dalla carta geologica in scala 1:50.000 "BENEVENTO" si evidenzia che il sito è ubicato sulla formazione delle "ARGILLE VARICOLORI" costituiti da argille e marne siltose grigie con intercalazioni di argille siltose e, verso l'alto, di sottili strati di sabbie medio-fini.

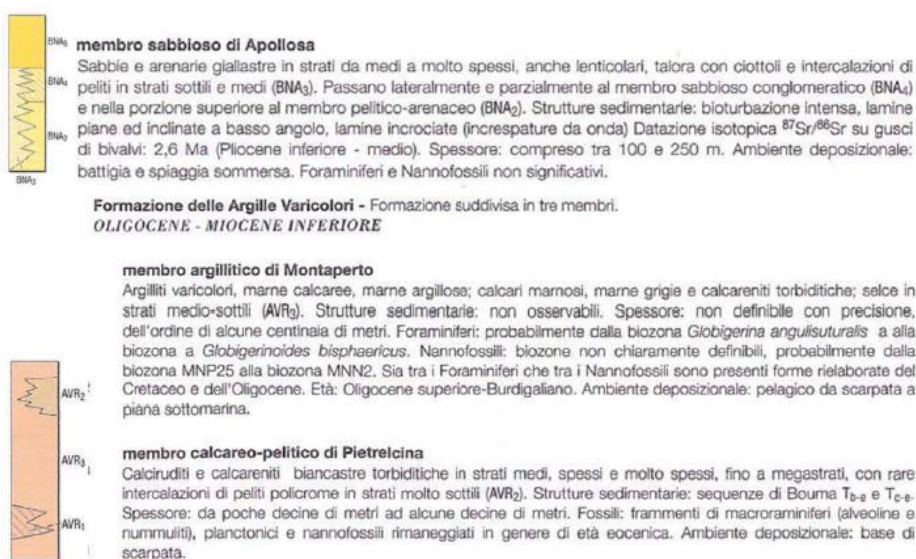
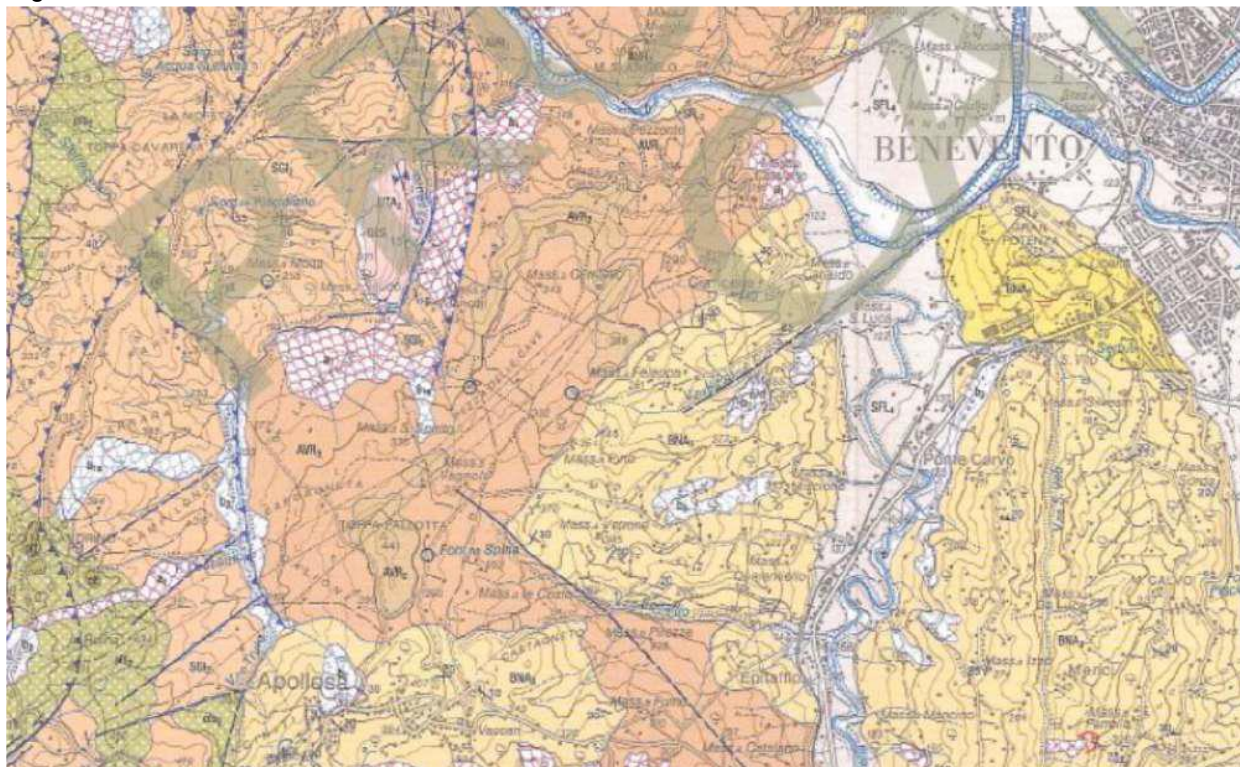



Figura 5 Stralcio della carta geologica d'Italia 1:50.000

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 23 di 32
---	--	---------------------------------------	--

#### 6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

Il territorio comunale di Apollosa è caratterizzato da un paesaggio collinare, sul cui fondo si elevano i massicci carbonatici del complesso Taburno- Camposauro. Esso è compreso tra il Torrente Lossauro a NW ed il Torrente Corvo- Serretella a SE, entrambi affluenti del fiume Calore. Le pendenze presenti sono varie e dipendono essenzialmente da fattori specificamente geolitologici. Si passa, infatti, da pendenze più o meno accentuate in corrispondenza dei termini più litoidi, a pendii dolci, dove si rinvengono le formazioni argillose, e peneplanati lungo gli alveifluviali. Anche lo sviluppo dell' idrografia locale è fortemente legato al grado di erodibilità dei terreni affioranti e alla presenza di motivi tettonici. Molti dei corsi d' acqua si sono impostati lungo le zone di contatto tra tipi litologici con diverso grado di permeabilità o, laddove sono presenti, delle faglie. Essi incidono le valli dando luogo ad erosione lineare~ tuttavia, si rinvengono casi in cui essi corrono tra versanti incassati nei collettori principali, che fanno pensare ad un' area in fase giovanile. La maggior parte di questi corsi d' acqua ha un carattere torrentizio e percorso breve in quanto alimentati prevalentemente da sorgenti di scarso interesse. Il reticolo fluviale è grossolano e di tipo dendritico, non molto gerarchizzato, al massimo è presente il III ordine . I collettori principali di tali reticoli sono il Torrente Lossauro e il Torrente Corvo-Serretella. Tutta l' area studiata è caratterizzata da fenomeni di instabilità. Tali fenomeni, che sono stati cartografati in dettaglio sulla carta inventario dei fenomeni franosi, sono legati soprattutto alla natura litologica dei sedimenti e alla pendenza .Essi sono da ricondursi all' azione delle acque correnti superficiali ma soprattutto all' azione della gravità. I fenomeni di intensa erosione sono molto diffusi nell' area studiata; essi sono particolarmente localizzati in corrispondenza degli affioramenti di rocce impermeabili o a bassa permeabilità, come le Argille Varicolori e le Argille Grigio-Azzurre. L'azione meccanica delle acque superficiali si esplica a volte su vaste aree come dilavamento e trascinamento. In altre zone, dove le acque si sono più o meno incanalate, si ha una forte azione meccanica, tanto più intensa quanto maggiore è la pendenza dei versanti. L'azione erosiva è accompagnata da fenomeni di crolli, localizzati in corrispondenza dei termini più litoidi, da smottamenti, generalmente diffusi in corrispondenza dei corsi d' acqua o di scavi, e da colamenti. I terreni argillosi sono, ancora, interessati da fenomeni di creeping e di soliflusso, che si manifestano in genere con formazioni di scarpatine, decorticazioni del manto vegetale e piccole ondulazioni. I fenomeni sono resi evidenti dall' incurvamento alla base della vegetazione di alto fusto e dall' inclinazione di pali infissi nel terreno.



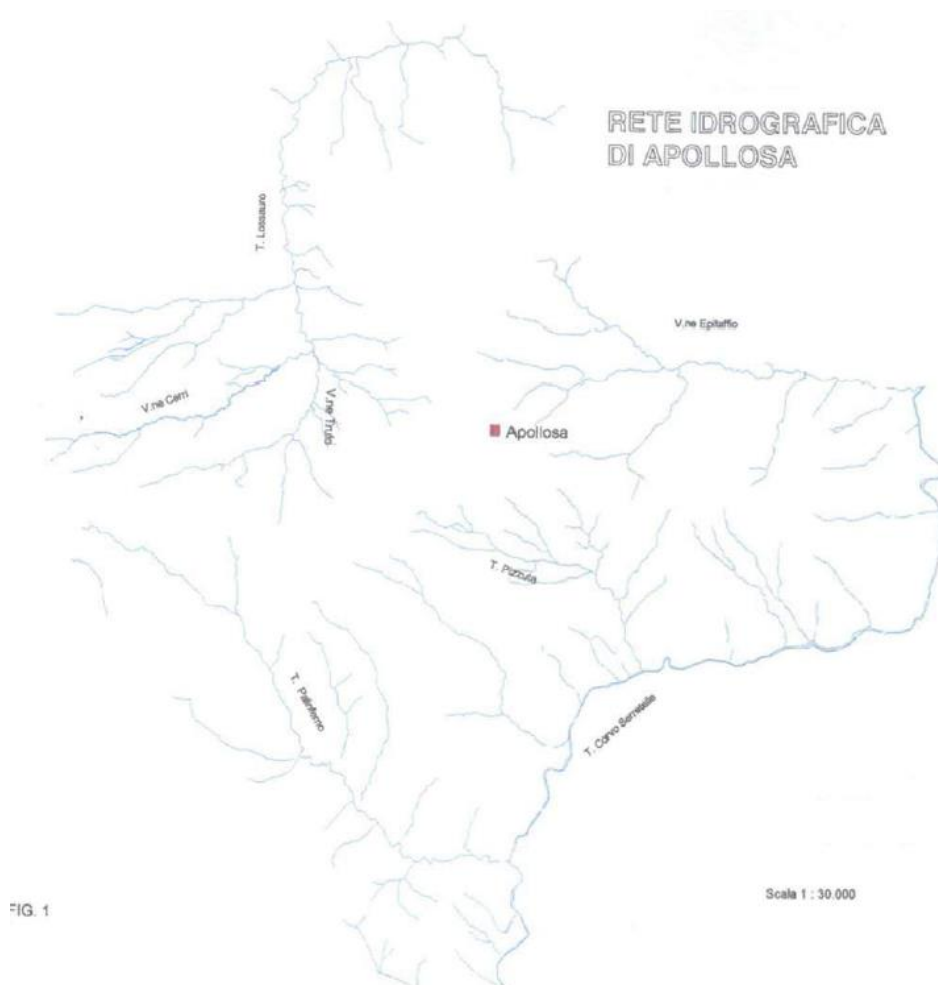



FIG. 1

Orograficamente il paesaggio si presenta, così, a morfologia collinare morbida e ondulata. Tale conformazione è conseguenza oltre che della evoluzione tettonica anche della natura litologica dei terreni affioranti. Le aree di affioramento delle facies prevalentemente ghiaiosa conglomeratiche, dotate di maggiore resistenza all'erosione, costituiscono gli alti morfologici, e sono caratterizzate da pendii più acclivi. Morfologie più morbide con pendenze dolci caratterizzano invece i terreni più plastici dati dalle Argille. Da un punto di vista idrogeologico, i litotipi affioranti nel territorio comunale sono caratterizzati da una diversa permeabilità generalmente bassa, molto bassa o variabile. I terreni a permeabilità più bassa sono rappresentati dal complesso delle Argille Varicolori e dal complesso delle Argille Azzurre. Il primo, più antico (età Miocene) è praticamente impermeabile. Può, tuttavia, ospitare piccole falde sospese stagionali ed effimeri accumuli idrici in corrispondenza degli inclusi litoidi presenti. Le Argille Azzurre plioceniche presentano una notevole potenza e non contengono acque sotterranee. Esse costituiscono il substrato impermeabile del complesso delle sabbie gialle plioceniche. Le Sabbie costituiscono un acquifero, anche se di modesta entità. Esse hanno una scarsa permeabilità per porosità e, più che un'unica falda, sono sedi di più falde discontinue e di limitata estensione. La produttività degli acquiferi, molto limitata, è spiccatamente differente da zona a zona a causa sia di variazioni di trasmissività che della presenza di



	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 25 di 32</p>
---	--	---	--

gobbe o avvallamenti del substrato impermeabile. Inoltre dislocazioni dovute a frane e a fenomeni tettonici curvano e spezzano il contatto sabbie/argille accentuando la formazione di piccole falde discontinue..

Il complesso mamoso arenaceo presenta una permeabilità variabile da strato a strato e complessivamente bassa, essendo costituito da arenarie molasse e mame siltose stratificate o a giacitura caotica, frammiste ad argille grigie e sabbie grossolane. Dal rilevamento eseguito nell' area si è visto che i depositi alluvionali non hanno continuità verso monte. Inoltre non hanno continuità lungo la piana alluvionale dove si presentano come lenti di ghiaia sabbiosa, separate l' una dall' altra ad occupare le anse del torrente. Tutto ciò porta ancora alla formazione di falde esigue e di importanza locale.

Dal punto di vista idrografico l'area dei campi fotovoltaici presenta linee di impluvio, canali, corsi d' acqua e/o elementi legati all'idrografia superficiale.

I bacini idrografici di tali canali hanno una estensione areale alquanto modesta ed essi sono caratterizzati da lunghi periodi estivi di asciutta alternati a periodi, generalmente invernali, in cui presentano deboli portate.

Peraltro anche i Torrenti hanno un regime tipicamente torrentizio caratterizzato da portate abbondanti durante i periodi piovosi (autunno-invernali) e minime durante il periodo estivo. L' andamento dei deflussi dei corsi d' acqua rispecchia sostanzialmente quello degli afflussi meteorici data la mancanza di significativi apporti sorgentizi.

In relazione alle caratteristiche litologiche è possibile distinguere dall' alto verso il basso due complessi idrogeologici diversi:

- Il primo interessa il complesso sabbioso ghiaioso di Apollosa, generalmente permeabili, che si rinvengono nelle aree adiacenti all'impianto di progetto e costituisce un acquifero poroso superficiale;
- . - Il secondo riguarda il membro argilloso della formazione delle Argille Varicolori a scarsa permeabilità all'interno del quale è possibile rinvenire un acquifero profondo dato da lenti e livelli sabbiosi.

L' acquifero poroso superficiale corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene ad alta permeabilità che ricoprono con limitata continuità laterale le sottostanti argille che ne costituiscono il limite di permeabilità.

## **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 7). In particolare i principali utilizzi sono rappresentati da insediamenti produttivi agricoli discontinui, seminativi semplici in aree non irrigue e uliveti.



M.E. Free S.r.l.

Studio di compatibilità idrologica e idraulica -  
Relazione idrologica

Codice  
Revisione  
Data  
Pagina

MMIT\_APBA\_03.1  
00  
05/07/2020  
26 di 32

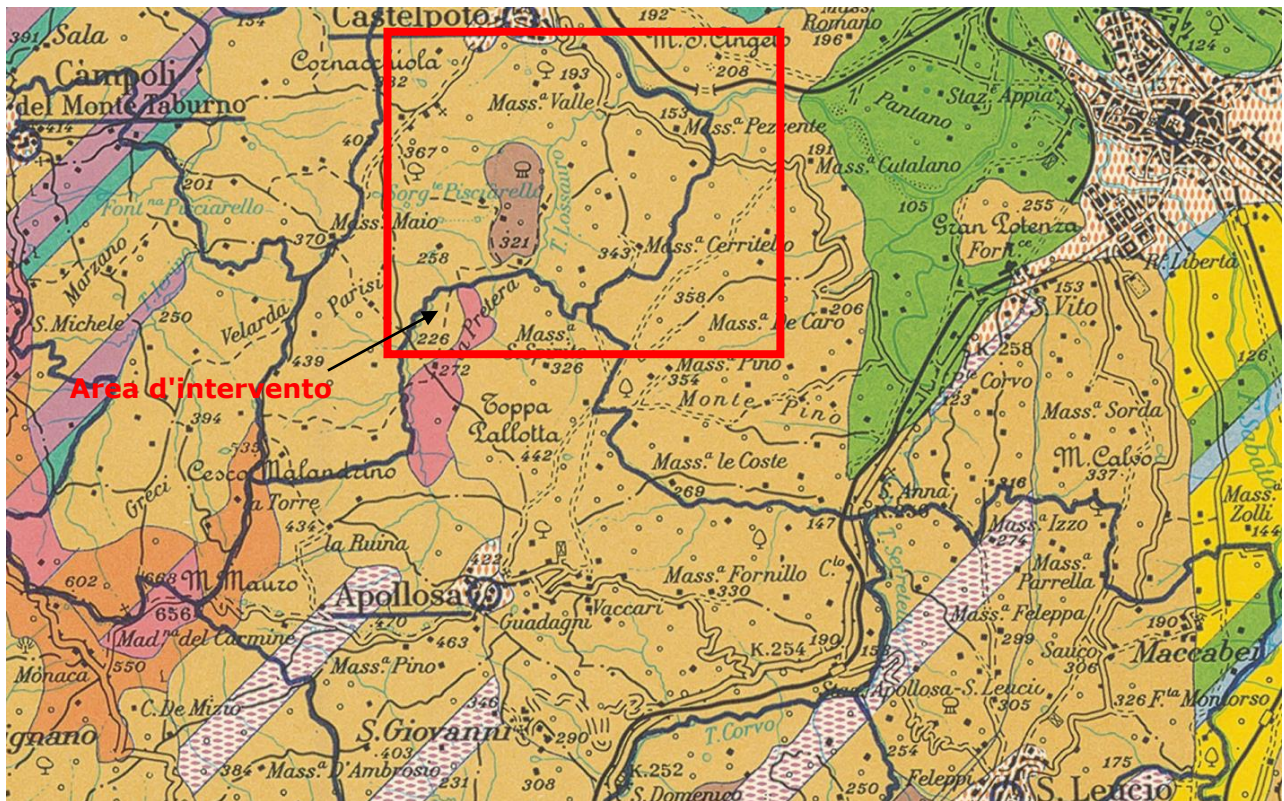



Figura 6 - Carta uso del suolo

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 27 di 32
---	--	---------------------------------------	--

## 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.

In conformità con i contenuti del P.S.D.A., la metodologia adottata nel presente studio per la valutazione delle massime portate di piena, fa riferimento a quella proposta nel Rapporto Valutazione delle Piene in Campania (VAPI) redatto a cura di Fabio Rossi e Paolo Villani dell'Unità Operativa 1.9 – Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno del C.N.R./G.N.D.C.I.

Di seguito è riportata

- una sintesi della metodologia VAPI,
- sono descritti i risultati dell'applicazione del modello idrologico al caso di studio
- sono illustrati i criteri metodologici per la valutazione delle portate di riferimento per le verifiche idrauliche delle opere
- i valori del periodo di ritorno assunti di riferimento per le simulazioni idrauliche.

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale delle informazioni idrologiche, che si avvale di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni meteoriche, con un approccio di tipo probabilistico, che associa ad ogni valore della variabile idrologica di riferimento una probabilità che si verifichino eventi con valori superiori. La valutazione della massima portata di piena in una data sezione della rete idrografica viene quindi effettuata in un contesto probabilistico, riferendosi ad un assegnato rischio di superamento in N anni, o al periodo di ritorno di T

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 28 di 32
---	--	---------------------------------------	--

anni. Per cui non esiste un massimo assoluto della variabile di interesse, ma ad ogni suo valore viene associata una probabilità di superamento in un anno e, quindi un periodo di ritorno,  $T$ , inteso come numero medio di anni fra due superamenti successivi della variabile idrologica di interesse.

La metodologia probabilistica adottata nel rapporto VAPI è basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente TCEV (Two Component Extreme Value), che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una combinazione di due popolazioni distinte, di cui la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma più intensi.

I diversi parametri del modello probabilistico vengono valutati a scale regionali differenti, attraverso una procedura di regionalizzazione gerarchica, in funzione dell'ordine statistico del parametro stesso.

Indicando con  $Q$  il massimo annuale della portata al colmo e con  $T$  il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena  $Q_T$  corrispondente al prefissato periodo di ritorno  $T$ , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T m_{(Q)}$$

Dove:

- $m(Q)$  = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice);
- $K_T$  = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra  $Q_T$  e la piena indice.

La legge di variazione di  $K_T$  con  $T$  si indica come legge di crescita con il periodo di ritorno.


Per quanto attiene alla valutazione del fattore probabilistico di crescita, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata al paragrafo che segue. Per la valutazione di  $m(Q)$ , vengono invece indicate quattro differenti metodologie, due di tipo diretto, basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall'area del bacino, e due di tipo indiretto (la formula razionale e il modello geomorfoclimatico) in cui la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva). Per il presente studio si è scelto di valutare il valore di  $m(Q)$  utilizzando il metodo razionale che di seguito viene descritto.

## 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**.

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.



	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 29 di 32
---	--	---------------------------------------	--

### 7.3 Analisi regionale delle piogge in Campania

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.


In riferimento alla (1), i parametri ottenuti per l'intera regione Campania sono riportati in Tab. 6.

Portate	$\theta_*=2.634$	$\Lambda_*=0.350$	$\Lambda_1=13$	$\eta=3.901$
---------	------------------	-------------------	----------------	--------------

Tab. 6 - Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle portate in Campania

Si riportano di seguito, nella Tab. 7, i valori di KT ottenuti numericamente per alcuni valori del periodo di ritorno.



	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 30 di 32
---	--	---------------------------------------	--

<b>T (anni)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>
<b>K<sub>T</sub> (portate)</b>	<b>0.87</b>	<b>1.29</b>	<b>1.63</b>	<b>2.03</b>	<b>2.61</b>	<b>3.07</b>	<b>3.53</b>	<b>4.15</b>	<b>4.52</b>

Tab. 7 - Valori teorici del coefficiente di crescita probabilistico K<sub>T</sub> per le portate in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T.

#### 7.4 LEGGI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICHE

##### Piogge puntuali

Le leggi di probabilità pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata d,  $\mu [I(d)]$ , con la durata stessa. Tali leggi devono essere strettamente monotone, in quanto mediamente l'intensità di pioggia media per una durata superiore deve essere necessariamente minore di quella per una durata inferiore. Inoltre, per una durata molto piccola devono raggiungere un valore finito, rappresentante al limite per d che tende a zero, la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia istantanea.

Per la Campania è stata adottata una espressione del tipo:

$$\mu[I(d)] = \frac{\mu(I_0)}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^\beta}$$

in cui d e d<sub>c</sub> vanno espressi in ore,  $\mu [I_0]$  e  $\mu [I(d)]$  in mm/ora e vale:

$$\beta = C - D Z$$

I parametri sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e variano nel passare dall'una all'altra.

Per identificare in quale area omogenea rientra il bacino in studio, si può fare riferimento alla corografia in Fig. 7. I parametri sono forniti in Tab. 8.

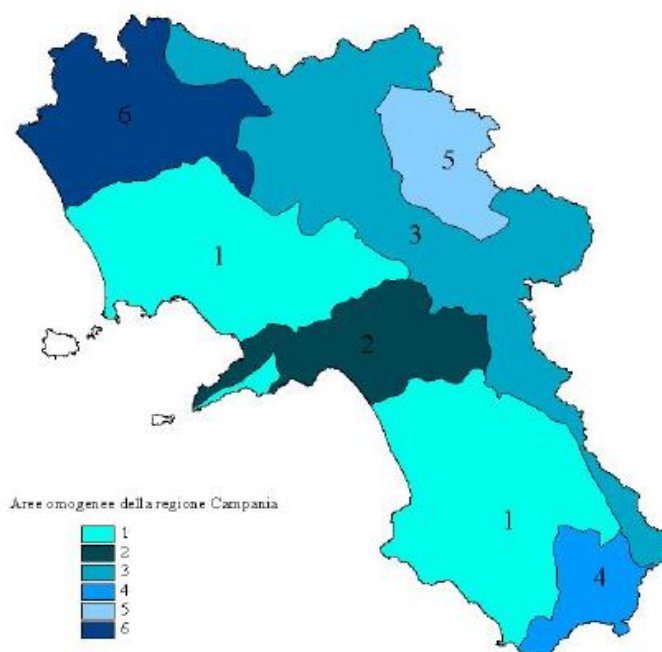



Figura 7 - Territorio campano suddiviso nelle 6 aree pluviometriche omogenee

Area omogenea	$\mu(I_0)$ (mm/ora)	$d_c$ (ore)	C	$D \cdot 10^5$
1	77.08	0.3661	0.7995	8.6077
2	83.75	0.3312	0.7031	7.7381
3	116.70	0.0976	0.736	8.73
4	78.61	0.3846	0.81	24.874
5	231.8	0.0508	0.8351	10.8
6	87.87	0.2205	0.7265	8.8476

Tabella 8. - Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche

### 7.5 Portata al colmo di piena istantanea

Nel caso più frequente in cui tali dati dovessero mancare del tutto, possono essere utilizzati diversi modelli per la stima indiretta della piena media annua; nel seguito ne vengono riportati i principali risultati applicativi introdotti nel rapporto VAPI.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_APBA_03.1 00 05/07/2020 32 di 32
---	--	---------------------------------------	--

### FORMULA RAZIONALE

Il modello razionale ha caratteristiche previsionali non molto inferiori a quelle di un modello concettuale più completo, che si espone in seguito, ma risulta di uso piuttosto agevole. In sintesi, tale modello si riassume nella seguente espressione:

$$\mu(Q) = C^* K_A(t_r) \mu[l(t_r)] A / 3.6$$

in cui i parametri del modello, cioè il *coefficiente di piena*  $C^*$  ed il *tempo di ritardo* del bacino,  $t_r$ , possono essere valutati in base alle seguenti espressioni:

$$C^* = C_1^* \cdot \left( \frac{A_1}{A} \right) + C_2^* \cdot \frac{A_2}{A}$$

$$t_r = \frac{C_1^* \cdot (A_1)}{C^* \cdot A} \cdot \frac{1.25}{3.6 \cdot c_1} \cdot \sqrt{A_1} + \frac{C_2^* \cdot A_2}{C^* \cdot A} \cdot \frac{1.25}{3.6 \cdot c_2} \cdot \sqrt{A_2}$$

con:

$$C_1^* = 0.29$$

$$C_2^* = 0.36$$

$$c_1 = 0.23 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 1.87 \text{ m/s}$$

Nelle (10) – (12) le aree sono in  $\text{km}^2$ ,  $t_r$  in ore,  $l(t_r)$  in mm/ora ed  $(Q)$  in  $\text{m}^3/\text{s}$ .

**I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 5.**