



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_03.2

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

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 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |



INDICE

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO | 7 |
| 2.1 | GENERALITÀ | 7 |
| 2.2 | UBICAZIONE | 7 |
| 2.3 | CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO | 13 |
| 2.4 | CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 13 |
| 2.5 | CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE STRADE DI CANTIERE E DA REALIZZARE | 18 |
| 2.6 | AREE DI CANTIERE E MANOVRA | 19 |
| 2.7 | CARATTERISTICHE TECNICHE CABINA DI RACCOLTA | 20 |
| 2.8 | OPERE CIVILI PUNTO DI CONNESSIONE | 21 |
| 2.9 | CARATTERISTICHE TECNICHE CAVO SOLARE PER COLLEGAMENTO DELLE STRINGHE E DEI MODULI | 23 |
| 2.10 | CARATTERISTICHE TECNICHE CAVI BT DI POTENZA, SEGNALAZIONE, MISURA E CONTROLLO | 24 |
| 2.11 | CARATTERISTICHE TECNICHE CAVIDOTTO MT | 24 |
| 2.12 | CAVIDOTTO AT | 25 |
| 3 | AREA D'INTERVENTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DEI FIUMI LIRI, GARIGLIANO E VOLTURNO | 27 |
| 3.1 | SINTESI DELLE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DELLE PAI DELL'ADB PUGLIA | 27 |
| 3.2 | IMPIANTO FOTOVOLTAICO E STRADE INTERNE DI CANTIERE | 27 |
| 3.3 | LINEA ELETTRICA CAVO MT PER IL COLLEGAMENTO TRA LL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO FINO ALLA SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE | 28 |
| 3.4 | STAZIONE DI TRASFORMAZIONE A 150 kV E CAVIDOTTO AT | 28 |
| 4 | COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI | 29 |
| 4.1 | STIMA DELLA PIENA INDICE: MODELLO RAZIONALE | 29 |
| 7.1 | LEGGI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICHE | 30 |
| 7.2 | PORTATA AL COLMO DI PIENA Istantanea | 32 |
| 4.2 | VALUTAZIONE DELLE PIENE INDICE E DELLE PORTATE DI PIENA DEI BACINI SOTTESI ALLE SEZIONI DI CALCOLO | 33 |
| 4.3 | METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE | 35 |
| 4.4 | DESCRIZIONE INTERFERENZE E VERIFICHE IDRAULICHE | 36 |
| 4.4.1 | DESCRIZIONE INTERFERENZA I1 | 36 |
| 4.4.2 | DESCRIZIONE INTERFERENZA I2 | 38 |
| 4.4.3 | DESCRIZIONE INTERFERENZA I3 | 40 |
| 4.4.4 | DESCRIZIONE INTERFERENZA I4 | 41 |
| 4.4.5 | DESCRIZIONE INTERFERENZA I5 | 43 |
| 4.5 | TRATTO DI POSA CAVIDOTTO INTERNO ED ESTERNO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE TULATE CONNESSE A RETICOLI CARTOGRAFATI SU IGM - SCAVI CON TOC | 44 |
| 4.6 | CALCOLO EROSIONE | 45 |
| 5 | CONCLUSIONI | 48 |

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | <p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p> | <p>Codice Revisione Data Pagina</p> | <p>IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 2 di 48</p> |
|---|---|---|---|

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 $Tr=200$

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 $Tr=200$ 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 idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 3 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|---|

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 idraulica</p> | <p>Codice Revisione Data Pagina</p> | <p>IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 4 di 48</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 **Ixx** i punti di interferenza.

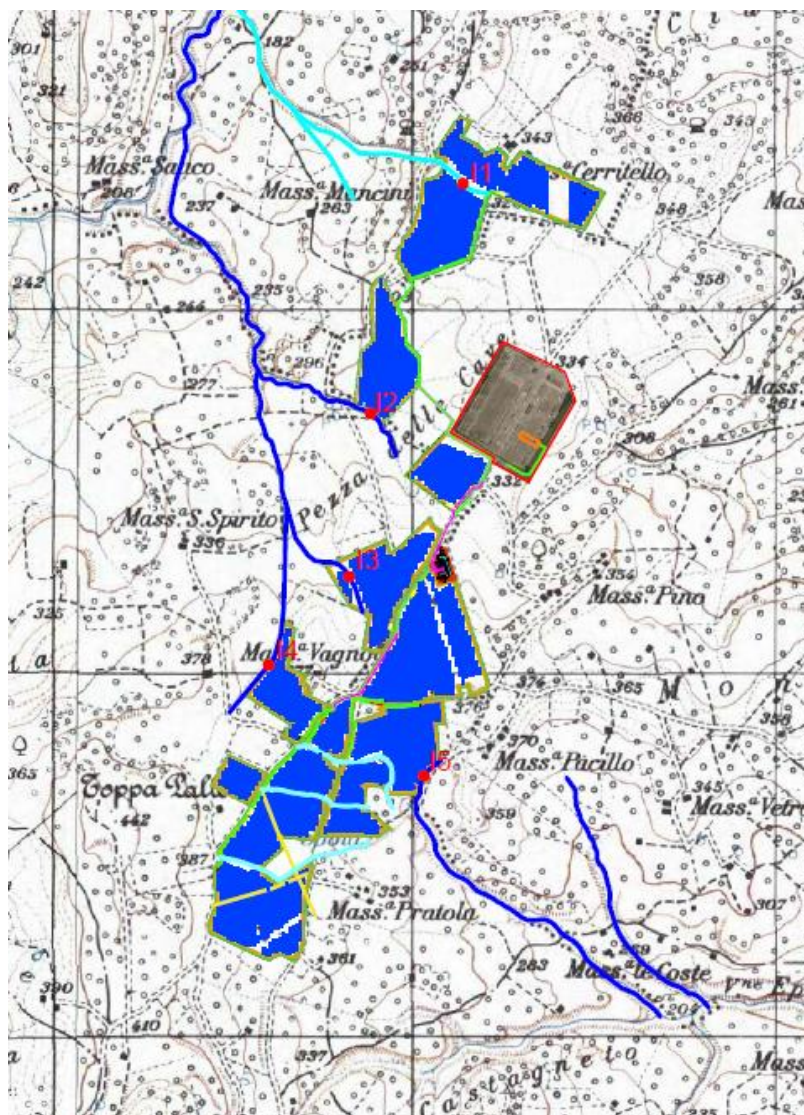


Figura 1 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

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 idrauliche perimetrata dal PAI alla Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno.

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 in per le interferenze del reticolo idrografico nei pressi del campo fotovoltaico e per le interferenze del reticolo idrografico con il caviodotti progetto cge verrà superate con TOC (Trivellazione orizzontale controllata) con inizio e fine esternamente all'area allagabile determinata con Trr 200 anni..

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. 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.

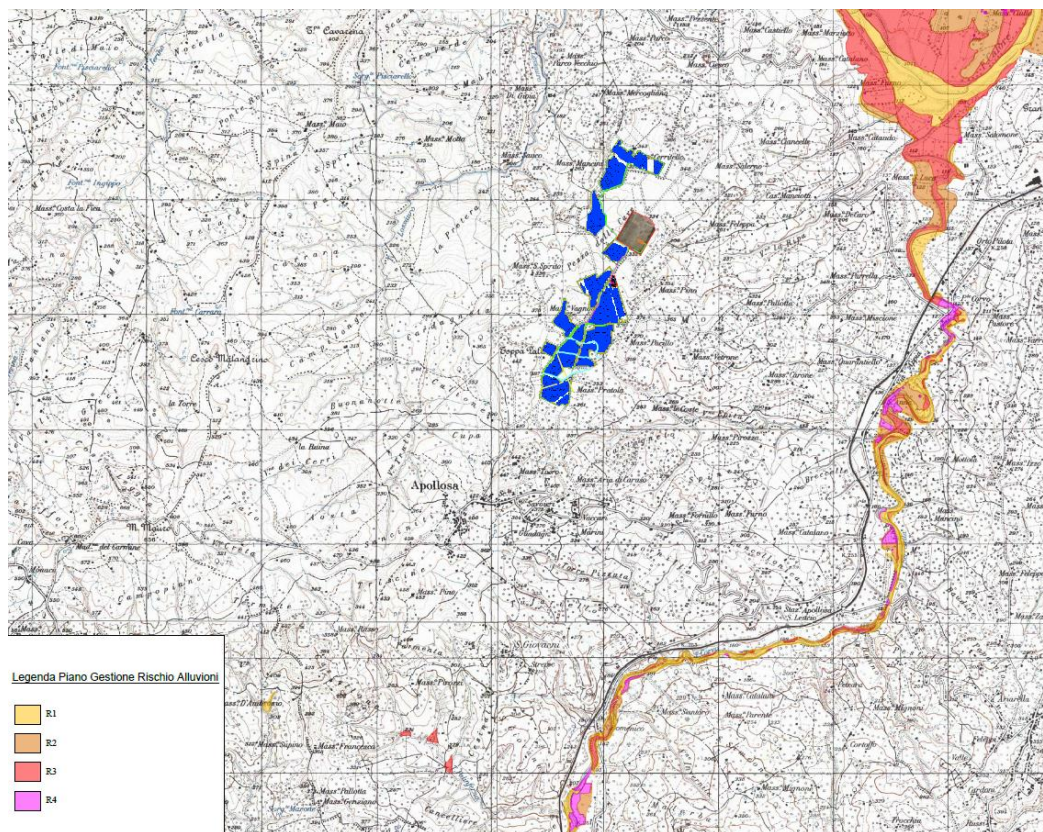



Figura 2 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione della perimetrazione AdB dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|---|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 7 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|---|

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) bifaciale**" della **CANADIAN SOLAR** da **665 Wp** bifaciale 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".

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


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

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|---|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 8 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|---|

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 km², di cui 927,77 km² di territorio collinare e 1142,87 km² 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 km², rappresentata dall'estremo lembo nord – orientale del Fortore, è ubicata sul versante adriatico della dorsale appenninica; la seconda, comprendente circa 1.828 km², 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 Teleso, 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 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 Gioia 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

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|---|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 9 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|---|

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 slm 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 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


| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 10 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

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:


| 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 | | |

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 11 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

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 | 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 Foglio 3 P. 199-12 |
| Benevento | 1 | Foglio 43 p. 360 |
| Castelpoto | 2 | Foglio 13 P. 35-65-9-67-12-194-200-87-196-86-198-195-36-45-46-199-66 |
| Benevento | 2 | Foglio 43 p. 134-142-26-141-140-143-136-135 |
| Apollosa | 2 | Foglio 2 P. 124-125-132-184-131-127-128 |
| Benevento | Substation | Foglio 43 p. 360 |
| | | |

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

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 12 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

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.

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**).

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.

L’elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalle relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 13 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

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


2.4 Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico

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 44.036,3 kWp è costituito da 2 CAMPI in agro del Comune di Benevento (Bn), Apollosa (Bn) e Castelpoto (Bn) collegati tra di loro mediante cavidotti in media tensione interrati (detto "cavidotti interni"). Dai CAMPI 1 e 2 si dipartono separatamente due cavidotti rispettivamente costituiti da 3 terne e 1 terna di Cavi MT a 30 kV che collegano sino alla Stazione di Utenza 30/150 kV ubicata al fianco del Campo 1 nel Comune di Benevento al F. 43 p. 360. La prima terna di Cavidotti esterni a 30 kV si diparte dalla cabina di consegna CB//1 posta nel campo 1 nel Comune di Apollosa e giunge sino alla cabina di consegna CB//2 posta nel Campo 1 nel Comune di Benevento percorrendo un tratto di strada Comunale "Pratola Fontana Spina" lungo 90 metri e i restanti 391 metri all'interno della particella 460 del F.43. Dalla cabina CB//2 partono poi 3 terne di cavi MT con un cavidotto lungo circa 45 metri che giunge sino alla Cabina di Utenza posta all'interno della stessa particella 360 del Foglio 43 del Comune di Benevento. Dalla cabina di consegna del Campo 2 ubicata nel Comune di Benevento parte una terna di cavi MT a 30 kV che lungo un cavidotto di 322 m. giunge sino alla SE di Utenza 30/150 kV percorrendo la strada comunale "Pratola Fontana Spina". La SE di Utenza come detto sarà realizzata nel Comune di Benevento al F. 43 p.360 su un'area di 3700 mq che prevede anche lo spazio per la realizzazione della stazione di condivisione della barra a 150 kV e per un'altra stazione Utente. La SE di Utenza 30/150 kV sarà collegata in antenna a 150 kV alla esistente stazione 380/150 kV "Benevento 2" mediante un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza pari a 512 metri, come da preventivo di connessione Codice Pratica **202100416** emesso da Terna ed accettato dal proponente.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 14 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

- 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 665 Wp in silicio monocristallino bifacciali modello **“CS7N-665MS (1500V)”** della casa produttrice **CANADIAN SOLAR**. Qualora dovesse essere scelta una delle 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 diciotto 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 4.498 m.)
- Cavidotto di collegamento esterno tra il Campo 1 parte sud e Campo 1 parte nord realizzato con nr. 3 terne di cavi MT da 30 kV in alluminio da 240 mmq (lunghezza complessiva 482 m)

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 15 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

- Cavidotto di collegamento esterno tra parte Campo 1 e SE DI UTENZA 30/150 KV realizzato con nr. 3 terne di cavi MT da 30 kV in alluminio da 300 mmq (lunghezza complessiva 45 m)
- Cavidotto di collegamento esterno tra i Campi 2 e il SE di Utenza 30/150 kV realizzato con nr. 1 terne di cavi MT da 30 kV in alluminio da 300 mmq (lunghezza complessiva 322 m.)
- Una sottostazione elettrica di Utenza 30/150 kV da ubicarsi nel Comune di Benevento in prossimità della esistente SE RTN 380/150 kV denominata “Benevento 2”
- Un cavidotto interrato in AT a 150 kV di collegamento tra la sottostazione SE di Utenza e la sottostazione terna 380/150 kV “Benevento 2” (lunghezza complessiva 512 m)

Tali opere richiedono la realizzazione delle seguenti infrastrutture:

Opere Meccaniche e Civili:

- Montaggio degli inseguitori mono-assiali est-ovest Tracker
- Scavi e rinterri dei cavidotti interni ed esterni a ciascun campo fotovoltaico costituente il generatore fotovoltaico
- Realizzazione strade bianche in misto interne a ciascun campo fotovoltaico
- Realizzazione piattaforme in calcestruzzo per l'appoggio delle cabine di conversione e di raccolta e per il posizionamento del locale di monitoraggio
- Realizzazione delle recinzioni lungo il bordo dell'area occupata da ciascun campo fotovoltaico
- Canalizzazioni e pozzetti di ispezione all'interno di ciascun campo fotovoltaico


Opere Elettriche e impiantistiche:

- Collegamenti dei moduli di ciascuna stringa e collegamento delle stringhe agli inverter
- Posa in opera degli inverter e collegamento alle rispettive stringhe
- Posa in opera delle cabine di parallelo e collegamento agli inverter di ciascun campo
- Posa in opera dei collegamenti all'impianto di terra
- Cablaggio elettrico dei trasformatori e apparecchiature MT nelle cabine di sottocampo
- Posa in opera di tutti i quadri in media QMT nelle cabine di trasformazione
- Posa in opera delle apparecchiature del sistema di supervisione e controllo.

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

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 16 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

Ogni cabina conterrà:

Un Inverter + Trasformatore modello **SG2500HV-20** della casa costruttrice **SUNGROW** avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Ingresso inverter cabine SG2500HV-20

- – Intervallo di tensione MPPT:800-1300 V
- – Numeri di ingressi DC: 18 -24
- – Corrente massima DC per MPPT: 4800 A

Dati in uscita trasformatore cabina SG2500HV-20

- – Potenza AC nominale: 2750 kV A
- – Potenza AC massima: 2886 kV A
- – Tensione AC a valle dell'inverter: 550 V
- – Corrente massima AC: 2886 A
- – Intervallo di funzionamento frequenza di rete (fAC) : 50 Hz / 60 Hz
- – Distorsione della corrente di rete: < 3 % con potenza nominale
- – Fattore di potenza (cosφ): $\cong 1$

Grado di rendimento cabine SG32500HV-20

- – Grado di rendimento massimo PCA, max (η) :99.00 %
- – Euro (η) : 98,70 %

Dati generali cabine SG32500HV-20

- – Larghezza/altezza/profondità in mm (L / A / P) :2991 / 2591 / 2438
- – Peso approssimativo (T) :17
- – Comunicazione:RS485, Ethernet

Conformità agli standard cabine SG32500HV-20

- – IEC 61727 : Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of utility interface
- – IEC 62116: Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures
- – CE IEC 62109: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems

In totale saranno utilizzate **nr. 14 cabine SG2500HV-20**

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 |
|-------|--------------------------|---------------|-------------------------|-------|--------------|--------------|------------------------------------|
| 1 | 30.034,6 | 30.034,6 | 25.000 | 1.20 | 1613 | 10 | Nr. 10 da 2.500 kVA |

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|---------------|------|-------------|-----------|-------------------|
| 2 | 14.002,24 | 14.002,24 | 10.000 | 1.40 | 752 | 4 | Nr.4 da 2.500 kVA |
| TOTALE | 44.036,3 | 44.036,3 | 35.000 | | 2365 | 14 | |

Potenza nominale: 545 Wp certificata a 1000 W/m², 25°C, AM 1,5. Il decadimento delle prestazioni è non superiore al 6,50 % nell'arco di 30 anni.

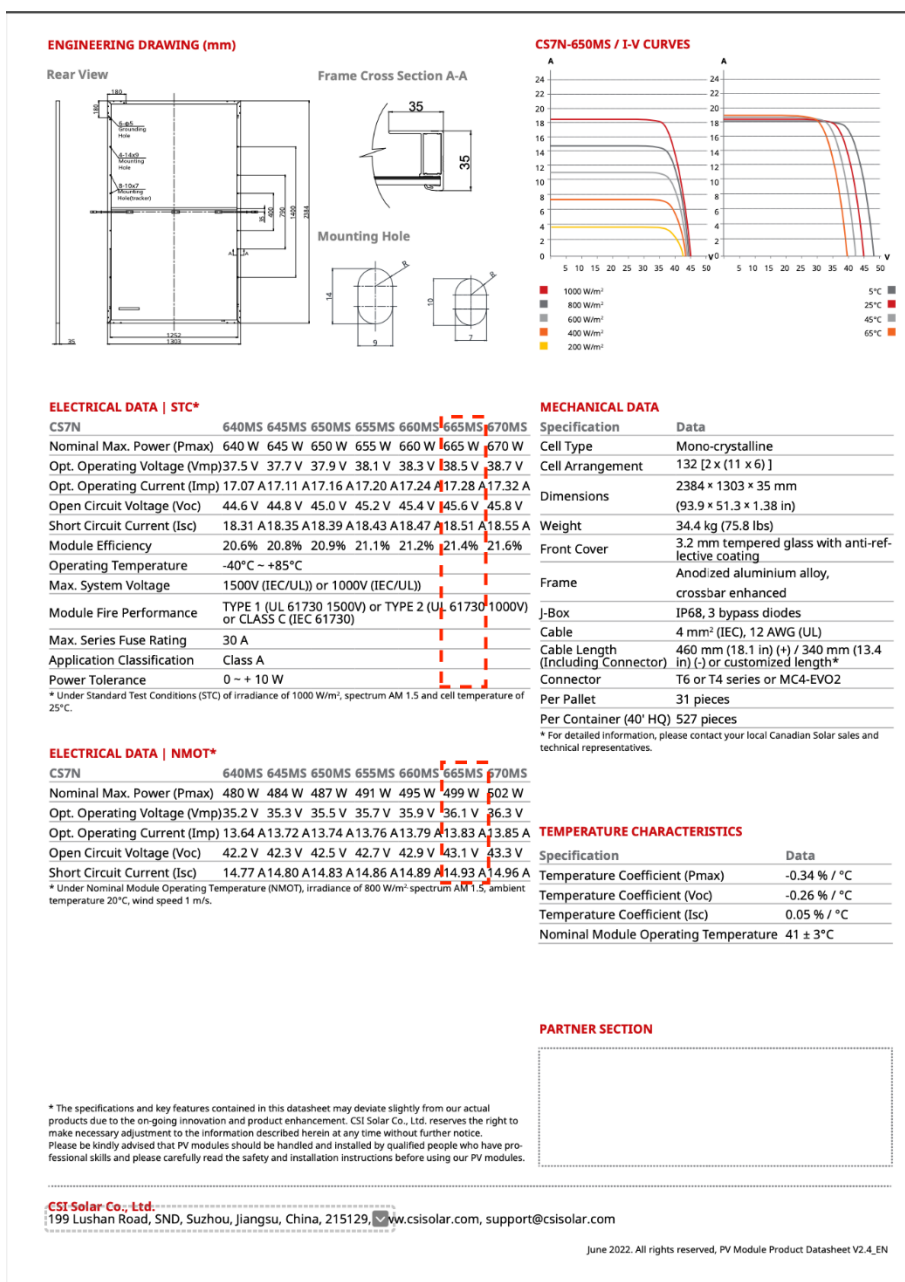



Figura 3 Caratteristiche tecniche modulo fotovoltaico di progetto

| | | | |
|---|---|---|--|
|  | <p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p> | <p>Codice Revisione Data Pagina</p> | <p>IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 18 di 48</p> |
|---|---|---|--|

I Dati tecnici caratteristici dei moduli fotovoltaici sono i seguenti:

- 132 celle in silicio monocristallino collegate in serie;
- Tensione alla massima potenza, $V_m = 38.5$ V
- Tensione massima di circuito aperto, $V_{oc} = 45.6$ V
- Corrente alla massima potenza, $I_m = 13.83$ A
- Corrente massima di Corto circuito, $I_{sc} = 14.93$ A
- Superficie anteriore: vetro temperato in grado di resistere alla grandine (Norma CEI/EN 161215);
- Incapsulamento delle celle: EVA
- Cornice di alluminio anodizzato
- Terminali di uscita: cavi pre-cablati a connessione rapida impermeabile resistenti ai raggi UV da 4 mmq, 1200 mm
- Presenza di diodi di bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali danneggiamenti di qualche modulo fotovoltaico

2.5 Caratteristiche tecniche delle strade di cantiere e da realizzare


Nella definizione del layout dell'impianto si sfrutta al massimo la viabilità esistente sul sito (carrarecce sterrate, piste, sentieri ecc.). La viabilità interna all'impianto risulterà, pertanto, costituita dall'adeguamento delle strade esistenti, integrata da tratti di strade da realizzare ex-novo.

La viabilità esistente interna all'area d'impianto è costituita principalmente da strade sterrate o con finitura in massicciata.

La sezione stradale, con larghezza medie di 5,00 m, sarà in massicciata tipo "Mac Adam" similmente alle carrarecce esistenti e sarà ricoperta da stabilizzato ecologico del tipo "Diogene", realizzato con granulometrie fini composte da frantumato di cava. Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, la viabilità di cantiere di nuova realizzazione coinciderà con quella definitiva di esercizio.

FASE 1

Durante la fase di cantiere è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 19 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 5 m.

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE

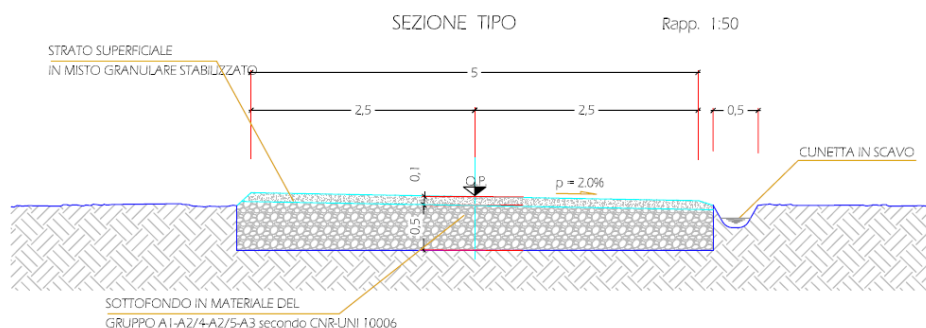


Figura 4 - Sezione tipo della strada

2.6 Aree di cantiere e manovra

È prevista la realizzazione di area di cantiere all'interno dell'area delimitata dal campo fotovoltaico da

realizzare. L'area di cantiere sarà realizzata mediante la pulizia e lo spianamento del terreno e verrà finita con stabilizzato.

2.7 Caratteristiche tecniche cabina di raccolta

In totale saranno utilizzate nr. 16 cabine SG3400HV-MV-20 e nr. 3 cabine SG3125HV-MV-20

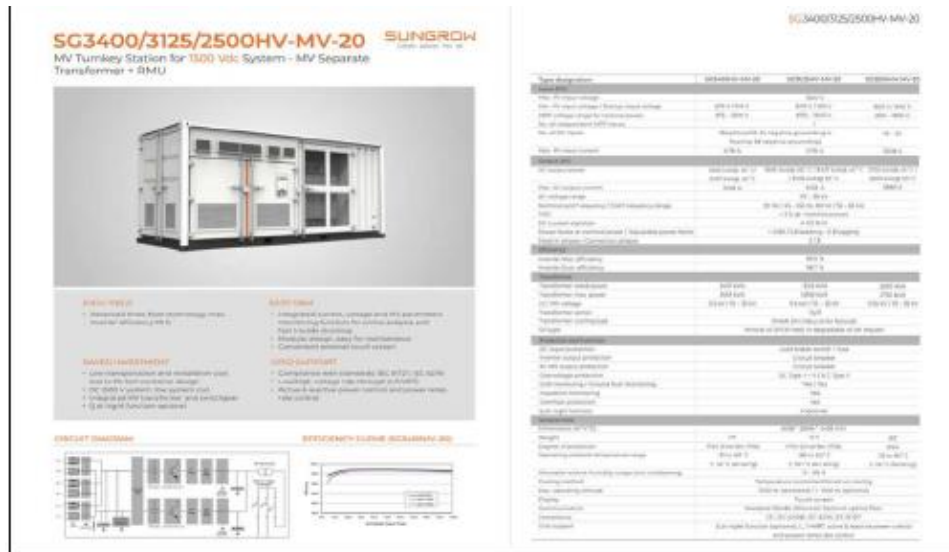


Figura 5 Modello Inverter-trasformatore di progetto

Le cabine inverter e di trasformazione di ciascun campo saranno collegate a cabine di parallelo in MT da cui partiranno i cavidotti diretti verso la SE di Utenza. In totale sono previste nr. 7 Cabine di Parallelo in MT.

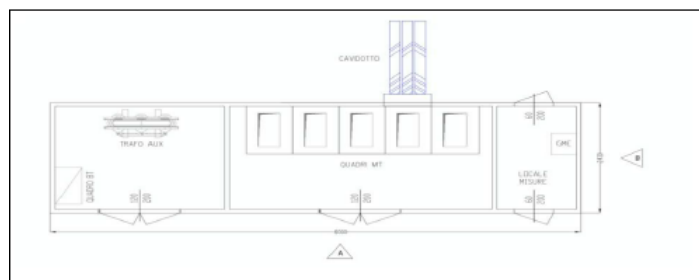
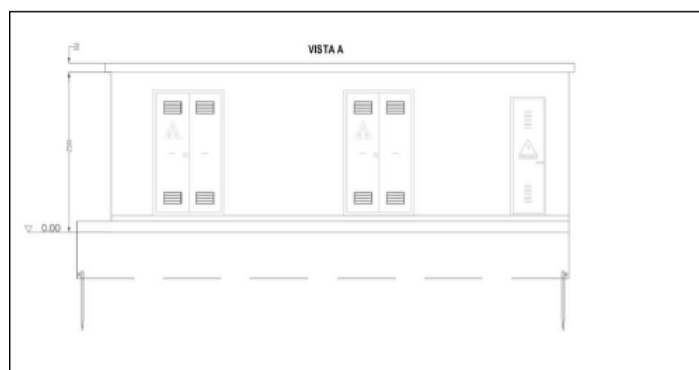


Figura 4-2 Locale cabina di Parallelo Mt-plant



2.8 Opere civili punto di connessione

Gli impianti tecnologici devono essere realizzati conformemente a quanto è prescritto dalle norme CEI e UNI di riferimento. Le apparecchiature e i materiali saranno provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente. Tutti gli impianti saranno conformi agli adempimenti del D.M. 37/08.

Gli impianti elettrici saranno realizzati "a vista", cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo "non incassato" nelle strutture murarie.

Devono essere previsti i seguenti impianti tecnologici per l'edificio della stazione Elettrica di trasformazione:


Impianto di illuminazione:

L'impianto di illuminazione normale sarà realizzato con armature fluorescenti stagne AD-FT, con lampade 36 W, reattore basse perdite, montate a soffitto.

Il livello di illuminamento previsto sarà di 200 Lux.

Lungo le pareti esterne dell'edificio, saranno installate alcune armature fluorescenti stagne. La loro accensione deriverà dalla fotocellula prevista per l'illuminazione esterna.

Prese forza motrice:

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 22 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

L'impianto di distribuzione forza motrice sarà realizzato in tutti i locali con prese stagne a parete 2x10/16 A, con fori allineati e prese stagne a parte 2x10/16 A con terra laterale.

Nel locale quadro MT e nel locale quadri BT sarà installato un gruppo prese composto da una presa CEE 32 A 3p+t e da una presa CEE 16 A 2p+t.

Illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato installando in ogni locale dell'edificio della sottostazione delle armature fluorescenti stagne previste per l'illuminazione normale, un gruppo autonomo con batteria e inverter avente autonomia di 3 ore.

Impianto di climatizzazione:

L'impianto di climatizzazione è previsto con climatizzatori, del tipo a pompa di calore con unità esterna e unità interna e deve essere tale da mantenere nei locali, ove sono installati, le seguenti condizioni termoisometriche:

- estate: da 26°C a 28°C – u.r. 50% ± 5%;
- inverno: da 18°C a 20°C - u.r. 50% ± 5%


La regolazione della temperatura è automatica comandata mediante termostati.

I climatizzatori, se non diversamente necessario, saranno installati nei seguenti locali:

- locale quadri BT: n°2 climatizzatore (9000 btu)
- locale quadro MT: n°3 climatizzatori (ognuno da 9000 btu) Impianto di rivelazione incendio, temperature e gas

L'impianto di rilevamento e segnalazione incendi per l'edificio si comporrà di:

- una centrale convenzionale a zone comprensiva di accumulatori da 12 V 7Ah;
- tastiera a membrana con tasti funzione;
- relè di uscita per invio segnale al sistema di controllo;
- rivelatori ottici di fumo analogici completi di base di fissaggio;
- rivelatori termovelocimetri analogici completi di base di fissaggio;
- rilevatore di idrogeno;
- pulsanti manuali a rottura di vetro completi di modulo di indirizzo;
- pannello ottico acustico completo di scritta intercambiabile, in versione IP54;

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 23 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

- cavi antifiamma twistati schermati 2x1,5 mmq per i rivelatori e n.1 set di cavi 2x1,5 antifiamma per i pannelli.


Saranno restituiti in locale e remoto le segnalazioni di:

- incendio e/o eccessiva temperatura
- anomalia impianto
- Impianto antintrusione e video sorveglianza:
- L'impianto antintrusione è costituito essenzialmente da:
 - contatti elettromagnetici o equivalenti su tutte le porte di accesso degli edifici e sul cancello d'ingresso pedonale e carraio, per segnalare l'avvenuta apertura da parte di persone estranee.
 - La centralina, oltre ad avere tutte le segnalazioni sul pannello di controllo e comando, permetterà l'invio in uscita (al sistema di controllo e supervisione) dei seguenti segnali:
 - segnale di allarme per intrusione in atto
 - segnale di presenza persona

L'impianto antintrusione deve prevedere dei tastierini numerici installati, uno all'esterno nelle vicinanze del cancello pedonale e l'altro nei pressi della porta d'ingresso del locale BT, per l'inserzione/disinserzione volontaria dell'impianto.


2.9 Caratteristiche tecniche cavo solare per collegamento delle stringhe e dei moduli

Per la connessione dei moduli fotovoltaici a formare le stringhe e delle stringhe stesse verrà utilizzato un cavo unipolare modello FG21M21 isolati con mescola elastomerica di qualità G21, sotto guaina elastometrica di qualità M21, esente da alogeni. E' un Cavo conduttore flessibile per posa fissa, non propagante la fiamma ed a basso sviluppo di fumo, con prova di durata 20.000 h/120°C il che significa 25 anni di durata in condizioni stazionarie di funzionamento. E' un cavo resistente all'ozono, ai raggi U.V., agli oli, all'umidità ed alle intemperie. Adatto per impiego fino ad una temperatura ambiente di 90°C (120°C sovraccarico), grazie all'utilizzo di materiali con indice di temperatura di 120°C, determinato secondo la Norma IEC 60216.

| | | | |
|---|---|---|--|
|  <p>M.E. Free S.r.l.</p> | <p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p> | <p>Codice Revisione Data Pagina</p> | <p>IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 24 di 48</p> |
|---|---|---|--|

Cavo FG7OH2M1 0,6/1kV

Cavi per energia e segnalazioni isolati in HEPR di qualità G7, non propaganti l'incendio senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi. Cavi flessibili per posa fissa schermati a treccia di fili di rame.
(Conforme alla direttiva BT 2006/95/CE - Direttiva RoHS: 2002/95/CE)



Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Isolamento in HEPR di qualità G7. Guainetta in M1. Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico compatibile. Schermo costituito da treccia di fili di rame rosso Guaina termoplastica qualità M1.

| | |
|---|--------|
| Tensione nominale U0 | 600 V |
| Tensione nominale U | 1000 V |
| Tensione di prova | 4000 V |
| Tensione massima Um | 1200 V |
| Temperatura massima di esercizio | 90°C |
| Temp. massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm ² | +250°C |
| Temp. massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm ² | +220°C |
| Temperatura minima di esercizio | -15°C |
| Temp. minima di installazione e maneggio | 0°C |

Norme di riferimento

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| CEI 20-13, CEI 20-38 | CEI EN 60332-1-2 CEI EN 50267-2-1 |
| CEI UNEL 35382 - 35384 | CEI EN 61034-2 CEI 20-37/4-0 |
| CEI EN 50266-2-4 (CEI 20-22 III) | |

Condizioni di impiego

Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.

Colori anime

Bipolare: blu • marrone
Tripolare: marrone • nero-grigio o G/V • blu • marrone
Quadrupolare: blu • marrone • nero • grigio (o G/V al posto del blu)
Pentapolare: G/V • blu • marrone • nero • grigio (senza GV 2 neri)
Multipoli per segnalazione: neri numerati + G/V

Colori guaina

Verde

Figura 6 Caratteristiche tecniche Cavo Solare

2.10 Caratteristiche tecniche cavi BT di potenza, segnalazione, misura e controllo

I collegamenti in Bt saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi in caso di incendio (CEI 20-45) e presenteranno le seguenti caratteristiche tecniche:

FG21M21

Cavi compatibili per impianti fotovoltaici a isolati, isolati con nucleo elastomerico di qualità G21, sotto guaina elastomerica di qualità M21, anelli di alogeni. Cavi conduttori flessibili per posa fissa, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi, con prova di durata 20.000 h/120°C.

Single core cables, for photovoltaic and solar system use, insulated in type G21 elastomeric compound and M21 elastomeric compound sheathed. Flame retardant, halogen-free and low smoke flexible cables for fixed laying. Lifetime testing: 20,000 h/120°C.

1 - Rame ricotto flessibile classe 5 (CEI EN 60332) 1 - Placca in platinato copper class 5 (CEI EN 60332)
2 - Nucleo elastomerico G21 (G21) 2 - LSCM Kalkor compound type G21
3 - Nucleo elastomerico M21 (M21) 3 - LSCM Kalkor compound type M21

NORME / STANDARDS **APPROVAZIONI / APPROVALS** **CONFEZIONAMENTO / PACKAGING**

CEI 20-13/20-38
MD-CP-DA5-1-EA
IEC 60214-1
IEC 60214-2

CARATTERISTICHE

Colore guaina: Nero, rosso, blu

Temperatura di esercizio: -40°C + 90°C sul conduttore

Temperatura di sovraccarico: 120°C sul conduttore

Durata: >25 anni

Tensione nominale: U₀/U AC 0,6/1 kV
U₀/U DC 0,9/1,5 kV

Temp. max di corto circuito: 250°C sul conduttore (durata max. 5 secondi)

Raggio min di curvatura: 4 x diametro esterno del cavo

Temp. min di installazione: -25°C

Max sforzo di tiro durante la posa: 50 N/mm²

Figura 7 Caratteristiche tecniche Cavo BT


2.11 Caratteristiche tecniche cavidotto MT

I cavi di energia in corrente alternata MT (30 kV) saranno trifasi del tipo unipolare con conduttore a corda rotonda compatta in alluminio da 18/30 kV del tipo ARE4H5EX idonei per tale tipo di applicazione. I cavi di energia saranno posati nel terreno protetti da appositi copri cavi con pozzetti di ispezione intervallati ogni 40-50 m. ed in corrispondenza di ogni cambio di direzione. All'interno delle cabine i cavi saranno posati in cunicoli e/o su canaline. I cavi in MT all'interno di ciascun campo che escono dalle cabine inverter/trasformazione e giungono alle cabine di parallelo saranno in alluminio del tipo ARE4H5EX 18/30

kV e avranno sezioni 1x(3x1)x240 mmq. I cavi che dalle 2 cabine di parallelo MT andranno verso la SE di Utenza saranno del tipo ARE4H5EX 18/30 kV e avranno sezioni 1x(3x1)x400 mmq. I cavi MT avranno le seguenti caratteristiche:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARE4H5EX COMPACT



Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

| | |
|---|---|
| <p>Norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2</p> <p>Descrizione del cavo Anima Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio Semiconduttivo interno Mescola estrusa Isolante Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8) Semiconduttivo esterno Mescola estrusa Rivestimento protettivo Nastro semiconduttore igroespandente Schermatura Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 5Ω/Km) Guaina Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2) Marcatura PRYSMIAN (***) ARE4H5EX <tensione> <sezione> <fase 1/2/3> <anno> <small>(***) sigla sito produttivo</small> Marcatura in rilievo ogni metro Marcatura metrica ad inchiostro</p> <p>Applicazioni Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.</p> <p>Accessori idonei Terminali ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136) Giunti ECOSPEED™ (pag. 140)</p> | <p>Standard HD 620/IEC 60502-2</p> <p>Cable design Core Compact stranded aluminium conductor Inner semi-conducting Layer Extruded compound Insulation Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8) Outer semi-conducting Layer Extruded compound Protective Layer Semiconductive watertight tape Screen Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 5Ω/Km) Sheath Polyethylene: red colour (DMP 2 type) Marking PRYSMIAN (***) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section> <phase 1/2/3> <year> <small>(***) production site label</small> Embossed marking each meter Ink-jet meter marking</p> <p>Applications According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.</p> <p>Suitable accessories Terminations ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136) Joints ECOSPEED™ (pag. 140)</p> |
|---|---|




Condizioni di posa / Laying conditions



Figura 8 Caratteristiche tecniche Cavo MT per trasporto energia


2.12 Cavidotto AT

Al fine di connettere l'impianto fotovoltaico di progetto alla Rete Elettrica Nazionale RTN come da preventivo di connessione rilasciato da Terna SPA – STMG cod. id. 202100644 – regolarmente accettata dal proponente dell'iniziativa, sarà necessario realizzare un cavidotto in AT a 150 kV, singola terna che colleghi in antenna la SE di utenza 30/150 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Deliceto. Il cavidotto in AT a 150 kV in singola terna sarà ubicato nel Comune di Ascoli Satriano (Fg). Esso si dipartirà dal palo gatto della SE di Utenza 30/150 kV che verrà ubicata in località

| | | | |
|---|---|---|--|
|  | <p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p> | <p>Codice Revisione Data Pagina</p> | <p>IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 26 di 48</p> |
|---|---|---|--|

La Mezzana del comune di Ascoli Satriano al F. 57 p. 86 e raggiungerà lo stallo di connessione assegnato da Terna. Esso avrà una lunghezza media di circa 169 metri e sarà posato interamente nella particella 86 del Foglio 57 Di Ascoli Satriano in cui verrà realizzata anche il futuro ampliamento della SE RTN 380/150 kV di Deliceto . Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente locale, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. Non vengono attraversati canali e corsi d'acqua. Le caratteristiche elettriche principali del sistema elettrico in alta tensione sono:

- sistema elettrico 3 fasi
- frequenza c.a. 50 Hz
- tensione nominale 150 kV
- tensione massima 170 kV
- categoria sistema A

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 27 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

3 AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DEI FIUMI LIRI, GARIGLIANO E VOLTURNO

3.1 Sintesi delle Norme tecniche di attuazione delle PAI dell'AdB dei Fiumi Liri, Garigliano e Voltirno

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale nel territorio dell'AdB di competenza dell'AdB dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno.

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).


Il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI. Attualmente l'Autorità di Bacino della Puglia intende per "reticolo idrografico" tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000. Considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, l'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto sono stati ottenuti considerando la cartografia IGM 1:25000 e successivamente, per definire l'andamento planimetrico del reticolo idrografico, si è fatto riferimento alla carta dei reticoli idrografico redatta dall'AdB, alla cartografia CTR e alle ortofoto scaricabili dal SIT Campania. Inoltre, le informazioni sono state integrate da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità dei reticoli idrografici interessati.

Di seguito vengono riportate le interferenze delle opere in progetto con le aree a pericolosità idraulica e con i reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e da carta dei reticoli idrografici.

Di seguito sono riportate le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.

3.2 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:

| | | | |
|--|---|------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 28 di 48 |
|--|---|------------------------------------|--|

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

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 interessano fa 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 |
|-------------------------------------|--|-------------------|---|----------------------------|
| 11 | Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 | Linea di impluvio | Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo | Fascia A alveo attivo |
| 12 | Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 | Linea di impluvio | Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo | Fascia A alveo attivo |
| 13 | Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 | Linea di impluvio | Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo | Fascia A alveo attivo |
| 14 | Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 | Linea di impluvio | Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo | Fascia A alveo attivo |
| 15 | Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 | Linea di impluvio | Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo | Fascia A alveo attivo |

3.3 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.

3.4 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 idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 29 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

4 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere interferenti descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito.

In particolare per ciascuna delle sezioni di attraversamento si determina:

- il bacino idrografico sotteso ad ogni sezione di attraversamento (rif. relazione idrologica elab. MMIT_APBA._A_01); il valore della portata media secondo la metodologia suggerita dal rapporto GNDC – VAPI Campania - utilizzando il Modello Razionale;
- il valore della portata per periodi di ritorno $T_r=200$ anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con $T = 200$ anni utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS in regime di moto permanente.

Si precisa che le sezioni di calcolo sono state ricavate dalla cartografia digitale prelevata dal sito della Regione Campania (DTM o modello digitale del Terreno) che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 25000. Le sezioni ottenute dal DTM sono state integrate ed associate con rilievi metrici eseguiti in sito necessari per individuare più in particolare l'effettiva entità del reticolo idrografico.


Per tutti gli attraversamenti inoltre sono stati eseguiti dei sopralluoghi con riprese fotografiche le quali sono state riportate nelle descrizioni di ogni attraversamento che sono esposte nei paragrafi successivi.

4.1 Stima della piena indice: modello razionale

In genere ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono di solito deflussi di piena nella sezione terminale del bacino dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico del bacino, durante i fenomeni di piena, può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi di ingresso e quelli di uscita si stabilisce una relazione per effetto della concomitante trasformazione subita dai due sottosistemi che costituiscono il bacino: sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione; nella rete idrografica l'aliquota delle piogge efficaci derivanti dai versanti viene invasata e trasportata nella sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha generato.

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

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 30 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

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 K_T ottenuti numericamente dalla per alcuni valori del periodo di ritorno.

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| T (anni) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
| K_T (portate) | 0.87 | 1.29 | 1.63 | 2.03 | 2.61 | 3.07 | 3.53 | 4.15 | 4.52 |

Tab. 7 - Valori teorici del coefficiente di crescita probabilistico K_T per le portate in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T .

7.1 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:

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

in cui d e d_c vanno espressi in ore, $\mu [I_o]$ e $\mu [I(d)]$ in mm/ora e vale:

$$\beta = C - DZ$$

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.

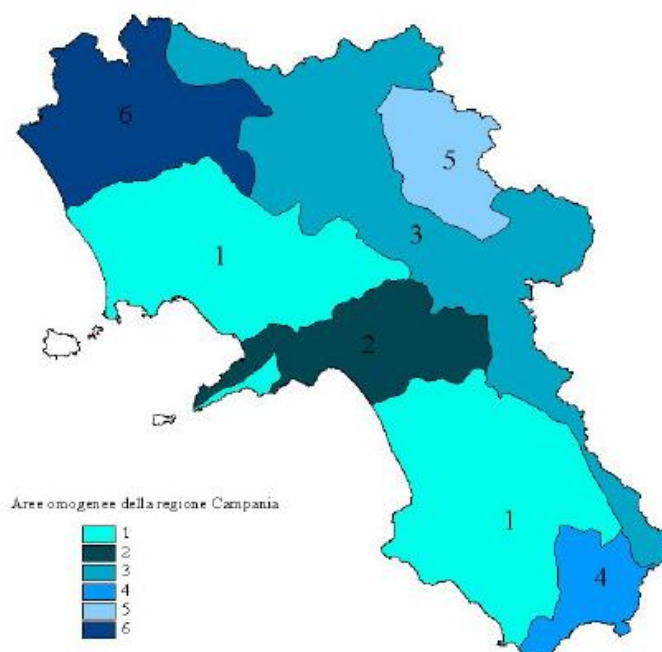



Figura 9 - Territorio campano suddiviso nelle 6 aree pluviometriche omogenee

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 32 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

| 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

7.2 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.

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:

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

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 km², t_r in ore, $[I(t_r)]$ in mm/ora ed (Q) in m³/s.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 33 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

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

4.2 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo

A seguire sono riportati i valori delle portate massime che interessano i bacini in esame, calcolate con le metodologie illustrate in precedenza. Allo scopo si sono considerati tempi di ritorno variabili tra i 5 e 500 anni, calcolando contestualmente il coefficiente udometrico u (in l/s ha), ottenuto dai valori delle suddette portate massime qualora divise per la superficie del bacino.

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 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.

Con l'utilizzo del modello razionale sono stati ricavati, per differenti tempi di ritorno e per ciascun bacino per il quale è stata necessaria la verifica idraulica, i valori riportati nelle tabelle seguenti ed in cui:

| Portata Bacino idrografico Interferza I1 | | | | |
|---|-------------|--------------------------|----------------|---------------|
| | | Modello Razionale | | |
| T | Kt | u(Q) | u(Q)*kt | u |
| anni | | mc/s | mc/s | l/s/ha |
| 5,00 | 1,16 | 2,32 | 2,69 | 125,42 |
| 10,00 | 1,38 | 2,32 | 3,20 | 149,21 |
| 25,00 | 1,64 | 2,32 | 3,80 | 177,32 |
| 50,00 | 2,03 | 2,32 | 4,71 | 219,49 |
| 100,00 | 2,36 | 2,32 | 5,48 | 255,17 |
| 200,00 | 2,71 | 2,32 | 6,29 | 293,02 |
| 500,00 | 3,17 | 2,32 | 7,35 | 342,76 |

Tabella 1: Portate massime che interessano il bacino I1

| Portata Bacino idrografico Interferza I2 | | | | |
|---|-------------|--------------------------|----------------|---------------|
| | | Modello Razionale | | |
| T | Kt | u(Q) | u(Q)*kt | u |
| anni | | mc/s | mc/s | l/s/ha |
| 5,00 | 1,16 | 5,14 | 5,96 | 125,94 |
| 10,00 | 1,38 | 5,14 | 7,09 | 149,82 |
| 25,00 | 1,64 | 5,14 | 8,42 | 178,05 |
| 50,00 | 2,03 | 5,14 | 10,43 | 220,39 |
| 100,00 | 2,36 | 5,14 | 12,12 | 256,22 |
| 200,00 | 2,71 | 5,14 | 13,92 | 294,21 |
| 500,00 | 3,17 | 5,14 | 16,28 | 344,16 |

Tabella 2: Portate massime che interessano il bacino I2

| Portata Bacino idrografico Interferza I3 | | | | |
|---|-------------|--------------------------|----------------|---------------|
| | | Modello Razionale | | |
| T | Kt | u(Q) | u(Q)*kt | u |
| anni | | mc/s | mc/s | l/s/ha |
| 5,00 | 1,16 | 1,17 | 1,36 | 125,94 |
| 10,00 | 1,38 | 1,17 | 1,62 | 149,82 |
| 25,00 | 1,64 | 1,17 | 1,93 | 178,05 |
| 50,00 | 2,03 | 1,17 | 2,39 | 220,39 |
| 100,00 | 2,36 | 1,17 | 2,77 | 256,22 |
| 200,00 | 2,71 | 1,17 | 3,18 | 294,21 |
| 500,00 | 3,17 | 1,17 | 3,72 | 344,16 |

Tabella 3: Portate massime che interessano il bacino I3

| Portata Bacino idrografico Interferza I4 | | | | |
|--|------|-------------------|---------|--------|
| | | Modello Razionale | | |
| T | Kt | u(Q) | u(Q)*kt | u |
| anni | | mc/s | mc/s | l/s/ha |
| 5,00 | 1,16 | 4,15 | 4,82 | 125,94 |
| 10,00 | 1,38 | 4,15 | 5,73 | 149,82 |
| 25,00 | 1,64 | 4,15 | 6,81 | 178,05 |
| 50,00 | 2,03 | 4,15 | 8,43 | 220,39 |
| 100,00 | 2,36 | 4,15 | 9,80 | 256,22 |
| 200,00 | 2,71 | 4,15 | 11,26 | 294,21 |
| 500,00 | 3,17 | 4,15 | 13,17 | 344,16 |

Tabella 4: Portate massime che interessano il bacino I4


| Portata Bacino idrografico Interferza I5 | | | | |
|--|------|-------------------|---------|--------|
| | | Modello Razionale | | |
| T | Kt | u(Q) | u(Q)*kt | u |
| anni | | mc/s | mc/s | l/s/ha |
| 5,00 | 1,16 | 0,93 | 1,08 | 125,94 |
| 10,00 | 1,38 | 0,93 | 1,28 | 149,82 |
| 25,00 | 1,64 | 0,93 | 1,52 | 178,05 |
| 50,00 | 2,03 | 0,93 | 1,88 | 220,39 |
| 100,00 | 2,36 | 0,93 | 2,19 | 256,22 |
| 200,00 | 2,71 | 0,93 | 2,52 | 294,21 |
| 500,00 | 3,17 | 0,93 | 2,94 | 344,16 |

Tabella 5: Portate massime che interessano il bacino I5

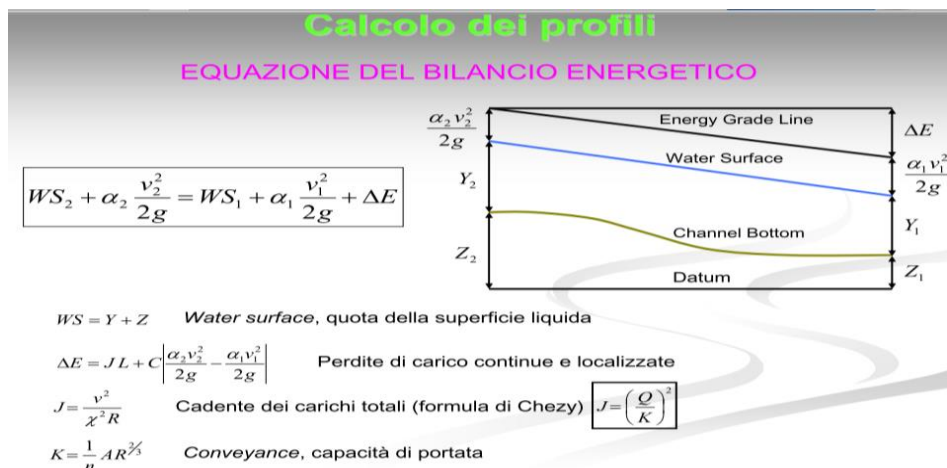
4.3 Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche

Al precedente paragrafo sono state valutate le portate indice e le portate massime per fissati tempi di ritorno sui sottobacini di interesse adottando il modello razionale.

Per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI. Il software HEC-RAS è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC. Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario. Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 36 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

gradualmente variato. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.



4.4 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

La tabella seguente fornisce uno schema sintetico sulle verifiche idrauliche eseguite nel presente studio:

| Attraversamenti | Verifiche idraulica | Note |
|------------------------|---------------------|------|
| I1 - I2 - I3 - I4 - I5 | Eseguita | |

Di seguito, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, si riportano la descrizione dell'attraversamento e la verifica idraulica eseguita.

4.4.1 Descrizione interferenza I1

Il campo fotovoltaico più a nord Campo fotovoltaico è interno alla fascia fluviale di un reticolo idrografico non riportato su carta IGM ma presente che rappresenta una linea d'impiuvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I1.

Per l'interferenza I1 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni e nelle condizioni ante operam..

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I1:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a 0,03 s/m^{1/3} per l'alveo in terra.

Le seguenti figure riportano la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente. Si precisa che la morfologia del canale presente è in grado di smaltire la piena bicentenaria che non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico, pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica. In prossimità dell'interferenza del cavidotto MT con il reticolo idrografico è prevista la posa con TOC della lunghezza di 27,00 m. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

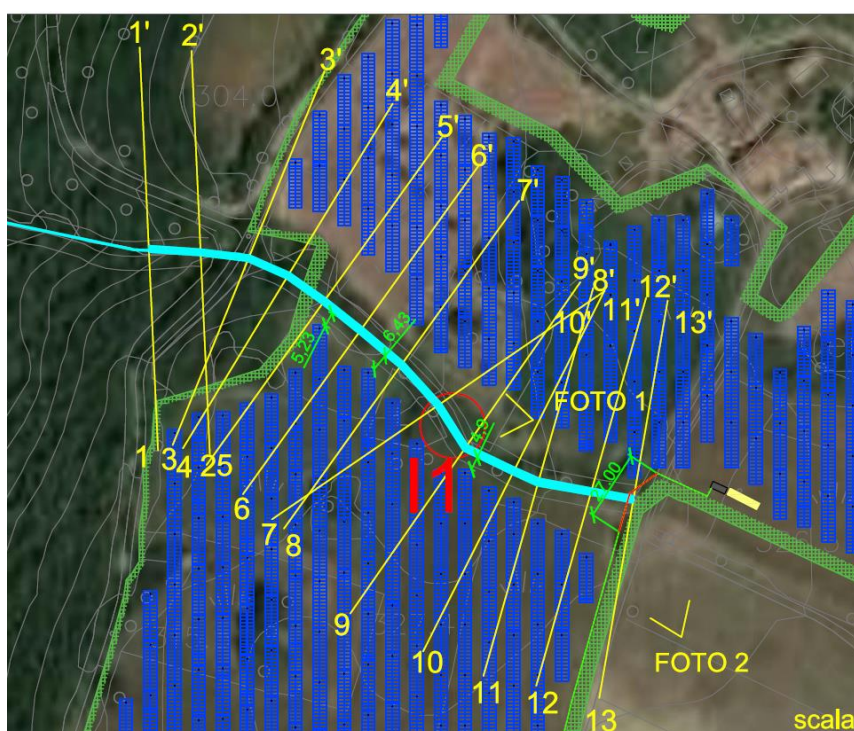



Figura 10 – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni in ciano. Si evince che l'area allagabile non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico. L'interferenza del cavidotto MT con il reticolo idrografico verrà eseguito con TOC (tratto in rosso) con una profondità di 2.50 m dal fondo del reticolo idrografico

Di seguito si riporto alcuni parametri idraulici di alcune sezioni di calcolo:

| Sezione di controllo | Q(m ³ /s) | l pendenza | C coefficiente di Manning | T (m) Tirante idrico |
|----------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| 5_5' | 6.29 | 0,10 | 0,03 | 0,43 |
| 6_6' | 6.29 | 0,10 | 0,03 | 0,47 |
| 7_7' | 6.29 | 0,10 | 0,03 | 0.54 |
| 8_8' | 6.29 | 0,10 | 0,03 | 0.49 |
| 9_9' | 6.29 | 0,10 | 0,03 | 0.49 |
| 10_10' | 6.29 | 0,10 | 0,03 | 0.58 |

| | | | |
|---|---|---|--|
|  | <p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p> | <p>Codice Revisione Data Pagina</p> | <p>IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 38 di 48</p> |
|---|---|---|--|

L'allegato 5 - Interferenza I1, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraverso.

rsato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $Tr=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.4.2 Descrizione interferenza I2

Il campo fotovoltaico è interno alla fascia fluviale di un reticolo idrografico non riportato su carta IGM ma presente che rappresenta una linea d'impluvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I2.

Per l'interferenza I2 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni e nelle condizioni ante operam..

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I2:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,11;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,11.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Le seguenti figure riportano la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente. Si precisa che la morfologia del canale presente è in grado di smaltire la piena bicentenaria che non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico, pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

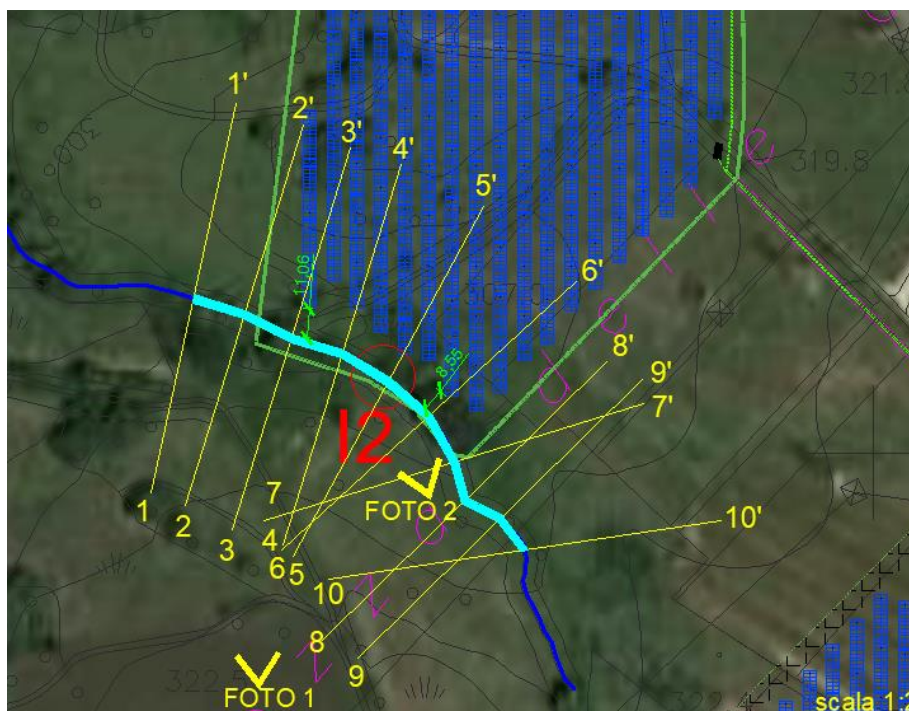


Figura 11 – individuazione dell’area allagabile determinata con Tr 200 anni in ciano. Si evince che l’area allagabile non interessa le aree occupate dall’impianto fotovoltaico.

Di seguito si riporto alcuni parametri idraulici di alcune sezioni di calcolo:

| Sezione di controllo | Q(m ³ /s) | I pendenza | C coefficiente di Manning | T (m) Tirante idrico |
|----------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| 5_5' | 13.92 | 0,11 | 0,03 | 0,98 |
| 6_6' | 13.92 | 0,11 | 0,03 | 0,83 |
| 7_7' | 13.92 | 0,11 | 0,03 | 0,82 |
| 8_8' | 13.92 | 0,11 | 0,03 | 0,82 |
| 9_9' | 13.92 | 0,11 | 0,03 | 0,81 |
| 10_10' | 13.92 | 0,11 | 0,03 | 0,78 |

L'allegato 5 - Interferenza I2, mostra l’area allagabile determinata in regime di moto permanente con Tr=200 anni, l’indicazione delle sezioni utilizzate per l’analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraverso.

rsato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l’analisi in moto permanente per la definizione dell’area allagabile con Tr=200 anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.4.3 Descrizione interferenza I3

Il campo fotovoltaico è interno alla fascia fluviale di un reticolo idrografico non riportato su carta IGM ma presente che rappresenta una linea d'impluvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I3.

Per l'interferenza I3 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni e nelle condizioni ante operam..

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I3:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a 0,03 s/m^{1/3} per l'alveo in terra.

Le seguenti figure riportano la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente. Si precisa che la morfologia del canale presente è in grado di smaltire la piena bicentenaria che non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico, pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

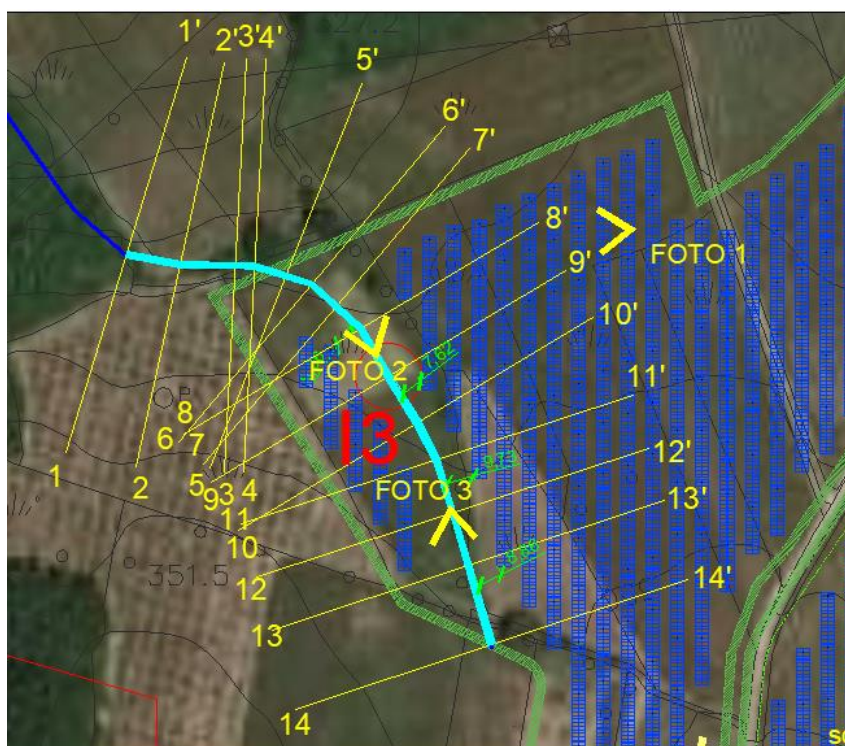



Figura 12 – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni in ciano. Si evince che l'area allagabile non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 41 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

Di seguito si riporto alcuni parametri idraulici di alcune sezioni di calcolo:

| Sezione di controllo | Q(m ³ /s) | I pendenza | C coefficiente di Manning | T (m) Tirante idrico |
|----------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| 5_5' | 3.18 | 0,11 | 0,03 | 0,23 |
| 6_6' | 3.18 | 0,11 | 0,03 | 0,33 |
| 7_7' | 3.18 | 0,11 | 0,03 | 0,23 |
| 8_8' | 3.18 | 0,11 | 0,03 | 0,38 |
| 9_9' | 3.18 | 0,11 | 0,03 | 0,45 |
| 10_10' | 3.18 | 0,11 | 0,03 | 0,25 |

L'allegato 5 - Interferenza I3, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con Tr=200 anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attrave.

rsato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con Tr=200 anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.4.4 Descrizione interferenza I4

Il campo fotovoltaico è interno alla fascia fluviale di un reticolo idrografico non riportato su carta IGM ma presente che rappresenta una linea d'impluvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I4.

Per l'interferenza I4 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni e nelle condizioni ante operam..

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I4:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05.

Alle sezioni trasversali si è ass

egnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a 0,03 s/m^{1/3} per l'alveo in terra.

Le seguenti figure riportano la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente. Si precisa che la morfologia del canale presente è in grado di smaltire le piena bicentenaria che non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico, pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

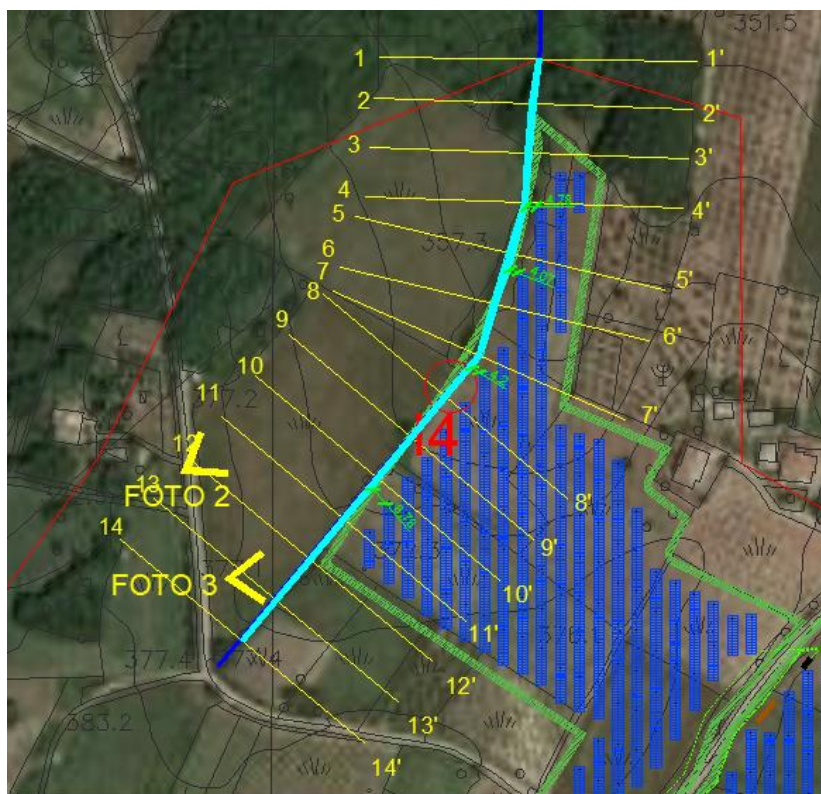


Figura 13 – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni in ciano. Si evince che l'area allagabile non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico.

Di seguito si riporto alcuni parametri idraulici di alcune sezioni di calcolo:

| Sezione di controllo | Q(m ³ /s) | I pendenza | C coefficiente di Manning | T (m) Tirante idrico |
|----------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| 5_5' | 11.26 | 0,05 | 0,03 | 0,79 |
| 6_6' | 11.26 | 0,05 | 0,03 | 1.11 |
| 7_7' | 11.26 | 0,05 | 0,03 | 0.75 |
| 8_8' | 11.26 | 0,05 | 0,03 | 0.80 |
| 9_9' | 11.26 | 0,05 | 0,03 | 0.59 |
| 10_10' | 11.26 | 0,05 | 0,03 | 1.03 |

L'allegato 5 - Interferenza I4, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con Tr=200 anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraverso.

rsato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con Tr=200 anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.4.5 Descrizione interferenza I5

Il campo fotovoltaico è interno alla fascia fluviale di un reticolo idrografico non riportato su carta IGM ma presente che rappresenta una linea d'impluvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I5.

Per l'interferenza I5 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni e nelle condizioni ante operam..

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I5:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Le seguenti figure riportano la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente. Si precisa che la morfologia del canale presente è in grado di smaltire la piena bicentenaria che non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico, pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

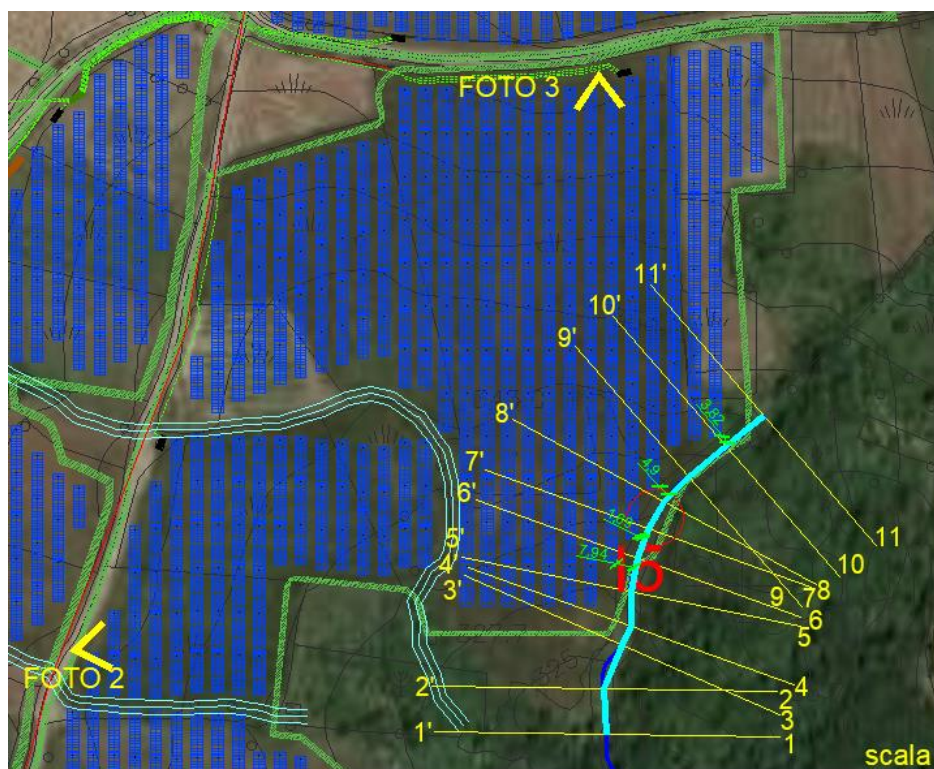



Figura 14 – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni in ciano. Si evince che l'area allagabile non interessa le aree occupate dall'impianto fotovoltaico.

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
|  M.E. Free S.r.l. | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 44 di 48 |
|--|---|---------------------------------------|--|

Di seguito si riporto alcuni parametri idraulici di alcune sezioni di calcolo:

| Sezione di controllo | Q(m ³ /s) | I pendenza | C coefficiente di Manning | T (m) Tirante idrico |
|----------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| 5_5' | 2.52 | 0,05 | 0,03 | 0,28 |
| 6_6' | 2.52 | 0,05 | 0,03 | 0.27 |
| 7_7' | 2.52 | 0,05 | 0,03 | 0.31 |
| 8_8' | 2.52 | 0,05 | 0,03 | 0.20 |
| 9_9' | 2.52 | 0,05 | 0,03 | 0.32 |
| 10_10' | 2.52 | 0,05 | 0,03 | 0.15 |

L'allegato 5 - Interferenza I5, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con Tr=200 anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attrave.

rsato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con Tr=200 anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5 Tratto di posa cavidotto interne ed esterno in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM - scavi con TOC

Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;
- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non

venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del reticolo idrografico prima indicate, l'attraversamento del reticolo idrografico avverrà ad una profondità maggiore di 2,50 m dal punto depresso del terreno in prossimità del reticolo idrografico, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno esternamente all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo.

A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO CON T.O.C.

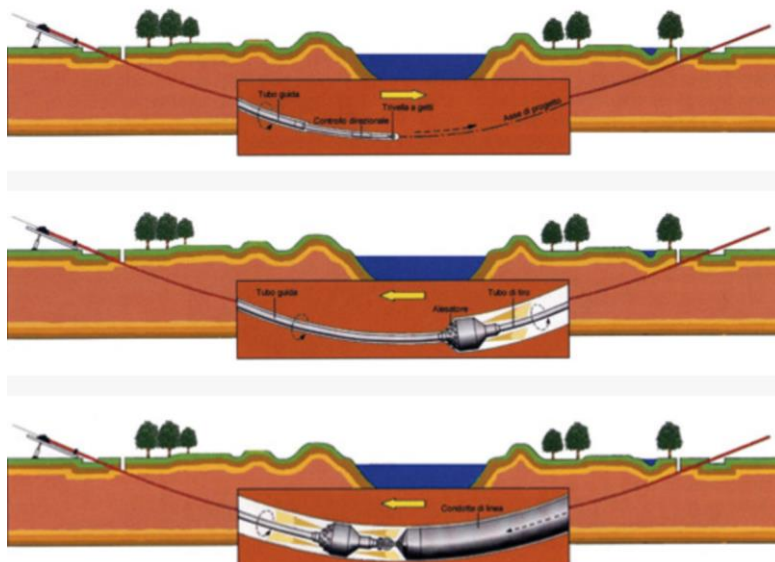
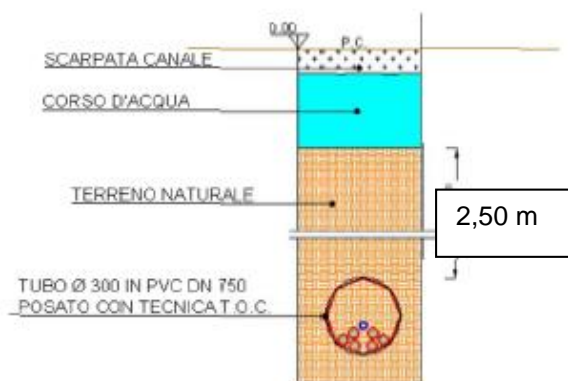



Figura 15 - Operazioni di scavo direzionali con TOC

4.6 Calcolo erosione

Il calcolo dell'erosione è stato eseguito per i seguenti reticoli in quanto sono i reticoli di maggiore importanza

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 46 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

e per i quali si hanno le portate più significative per i punti d'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto interno ed esterno:

| CODICE Interferenza/ Attraversamento | tipologia alveo |
|--|----------------------|
| I1 | Reticolo idrografico |

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 2,50 m di profondità per la posa del cavo al disotto del punto più depresso delle aree allagabili, sono state individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- Erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a precipitazioni eccezionali: si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica; la saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto; questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.


Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 2.50 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è un profondità molto cautelativa. Infatti dai calcoli di seguito riportati si stimano abbassamenti del letto inferiori ai 2,50 m.

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinamento della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione δ come differenza tra il tirante d'acqua h antecedente alla erosione e il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h - h_e$$

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 47 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

dove:

- h_e : tirante successivo all'erosione (calcolato con le formule empiriche di Blench)
- h : tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \quad \text{per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \quad \text{per sabbia e ghiaia con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)}$$

la formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \quad \text{per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove per q = portata nell'unità di larghezza del canale.

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si valuta a seguire il fenomeno per l'interferenza I11. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale q se li si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree allagabili.

Erosione Interferenza I1 –sezione di controllo 11-11'

Tirante = 0,70 m

Velocità = 3,64 m/sec


$d_{50} = 0,002$ (sabbie e limi)

Portata unitaria $q = 2,55 \text{ m}^2/\text{sec}$

$h_e = 1,99 \text{ m}$

$\delta = 1,99 - 0,70 = 1,29 \text{ m}$

Per quanto appena esposto il cavidotto interrato MT in corrispondenza degli attraversamenti verrà realizzato con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m è superiore alla profondità di escavazione esplicabile dalla corrente. Peretanto, a tale profondità il cavidotto non potrà essere interessato da fenomeni erosivi.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  | Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica | Codice Revisione Data Pagina | IT_APBA_A_03.2 00 19/09/2022 48 di 48 |
|---|---|---------------------------------------|--|

5 CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree inondabili con tempi di ritorno $Tr=200$ anni.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza. In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si sono delineate le seguenti conclusioni:

- L'impianto fotovoltaico è esterno alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $Tr=200$ anni con il software HEC-RAS;
- il cavidotto interrato MT nel suo percorso interseca il reticolo idrografico in un punto. Per tale interferenza si è determinate le aree allagabili con Tr 200 anni, l'attraversamento verrà eseguito con tecnica di scavo T.O.C. con inizio e fine TOC esternamente all'area allagabile determinata con Tr 200 anni. La profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi;
- la stazione di trasformazione di utenza e il cavidotto AT ubicati non interessano nessuna area tutelata in quanto la linea AT risulta essere esterna all'area allagabile determinata con Tr 200 anni.

Assodato che gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, delimitando 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. L'impianto fotovoltaico in progetto risulta essere esterno alle aree allagabili determinate con Tr 200 anni. Le interferenze del caviotto MT con i reticoli idrografici verranno eseguite con trivellazione orizzontale controllata (TOC) che risulta essere una tecnica idonee per non alterare l'equilibrio del materiale costituente gli alvei, dove li attraversa, ed a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

Pertanto, avendo riferito tutte le valutazioni agli eventi bicentenari, definite le fasce di pertinenza fluviale di ogni reticolo idrografico, l'impianto risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".