



REGIONE BASILICATA

Provincia di MATERA

CRACO E STIGLIANO



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' PANTANO E MANCA FIORENTINA

COMMITTENTE



wpd Calanchi s.r.l.

Viale Luca Gaurico, 9-11 - 00143 Roma (RM)
P.IVA: 16919481008

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 23_26_EO_CRC



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Direttore Tecnico : Dott. Ing. Angelo Micolucci



1	Luglio 2024	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	CRC	CIV	REL	024	01	CRC-CIV-REL-024_01	

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

SOMMARIO

1. PARCO EOLICO	2
1.1. Premessa	2
2. INQUADRAMENTO INTERVENTO	6
2.1. Individuazione del bacino imbrifero.....	9
2.2. Calcolo delle portate di piena	10
3. ANALISI IDRAULICA	19
3.2. Trivellazione Orizzontale Controllata	21
3.3. Verifica idraulica delle sezioni interferenti	24
4. CONCLUSIONI	25

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

1. PARCO EOLICO

1.1. PREMESSA

La presente relazione espone gli aspetti tecnici idrologici relativi alla progettazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolica, e la conseguente immissione dell'energia prodotta, attraverso la dedicata rete di connessione, sino alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 6 aerogeneratori ognuno da 7,2 MW nominali, per un totale di 43,20 MW da installare nel territorio dei Comuni di Craco e di Stigliano (MT) su di un'area che interessa la località "Pantano" e "Manca Fiorentina" con opere di connessione ricadenti nei medesimi comuni.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato che collegherà l'impianto alla futura Sottostazione Elettrica e alla futura Stazione Elettrica SE 36/150 kV nel Comune di Craco.

La Futura Stazione Elettrica RTN 36/150 kV è localizzabile alle seguenti coordinate: 622372 E, 4467470 N, identificabile a livello catastale al Foglio 40 – Particelle 20, 21, 24, 25, 97 del Comune di Craco (MT).

La Sottostazione Elettrica RTN 30/150 kV è localizzabile alle seguenti coordinate: 622295 E, 4467254 N, identificabile a livello catastale al Foglio 40 – Particelle 30 e 31 del Comune di Craco (MT).

L'aerogeneratore preso in considerazione per tale progetto è il modello Vestas V172 e fa parte di una classe di macchine che possono essere dotate di generatore diversa potenza, in funzione delle esigenze progettuali.

La seguente relazione espone gli aspetti idrologici legati al territorio; in quanto, l'Autorità di Bacino della Basilicata, attraverso il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico- aggiornamento 2015, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico regionale e dunque dell'area in esame.

La Carta Idrogeomorfologica, a partire dalle informazioni di ordine idrologico contenute in cartografie più antiche (I.G.M. in scala 1: 25.000) ed utilizzando dati topografici e morfologici di più recente acquisizione, fornisce un quadro conoscitivo di elevato dettaglio inerente al reale sviluppo del reticolo idrografico nel territorio di competenza dell'AdB Basilicata. Tale strumento è utilizzato come elemento conoscitivo essenziale anche per la redazione dei P.U.G. e costituisce una delle cartografie di riferimento del PPTR.

In assenza di studi idraulici che definiscano in dettaglio gli sviluppi planimetrici degli *alvei in modellamento attivo* e delle *aree golenali* di ciascuna linea di deflusso, per il reticolo idrografico identificato dalla Carta Idrogeomorfologica vigono **le misure di salvaguardia**, ai sensi del TITOLO III art. 5 comma 1 delle NTA del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico della Regione Basilicata.

Inoltre, il reale comportamento idraulico del reticolo idrografico dell'area, così come definito dalla carta Idrogeomorfologica, è stato per lunghi tratti studiato attraverso specifica modellazione sino a definire perimetrazioni di dettaglio (aree di pericolosità idraulica, danno potenziale e rischio idraulico) riportate sul P.A.I. vigente. Come indicato in precedenza, l'Autorità di Bacino della Basilicata, attraverso la Carta Idrogeomorfologica, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico dell'area in esame, rispetto a quanto riportato sulle vecchie cartografie I.G.M., riducendo la frammentazione del reticolo osservabile sulle cartografie degli anni '60.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 2 di 25
---	----------------------	--------------

Per l'accertamento della posizione delle opere in progetto rispetto alle previsioni delle N.T.A. del P.A.I per la tutela delle aree a rischio idraulico e del reticolo idrografico, si è proceduto a verifiche cartografiche, eseguite su due livelli di scala sulla cartografia IGM e sulla CTR regionale e ortofoto.

Per la definizione delle fasce di rispetto dei reticoli idrografici, in assenza di indicazioni dell'AdB, si è assunto cautelativamente un valore pari a 150 m dal reticolo.

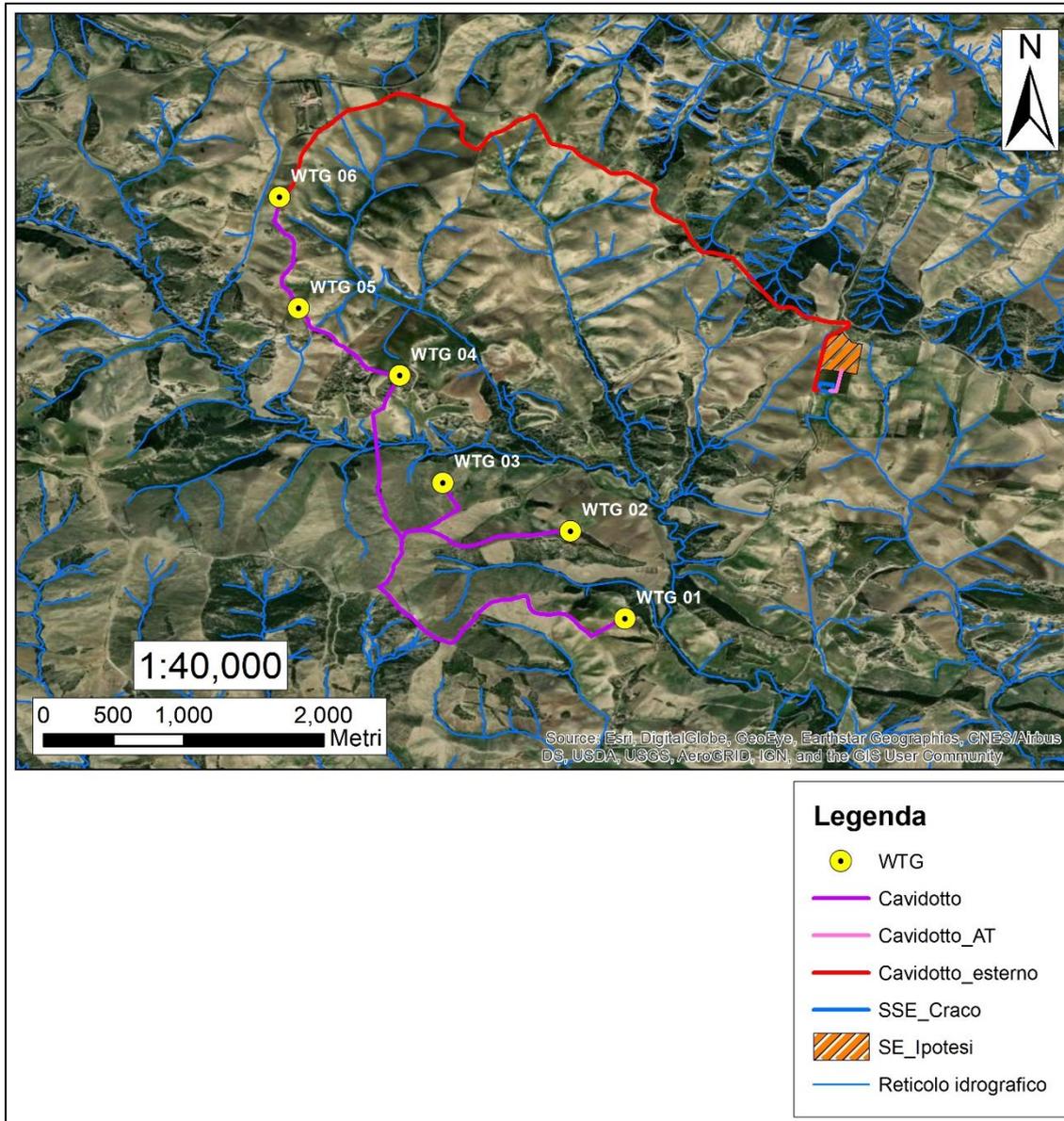


Figura 1 - Inquadramento su P.A.I. (Reticolo idrografico)

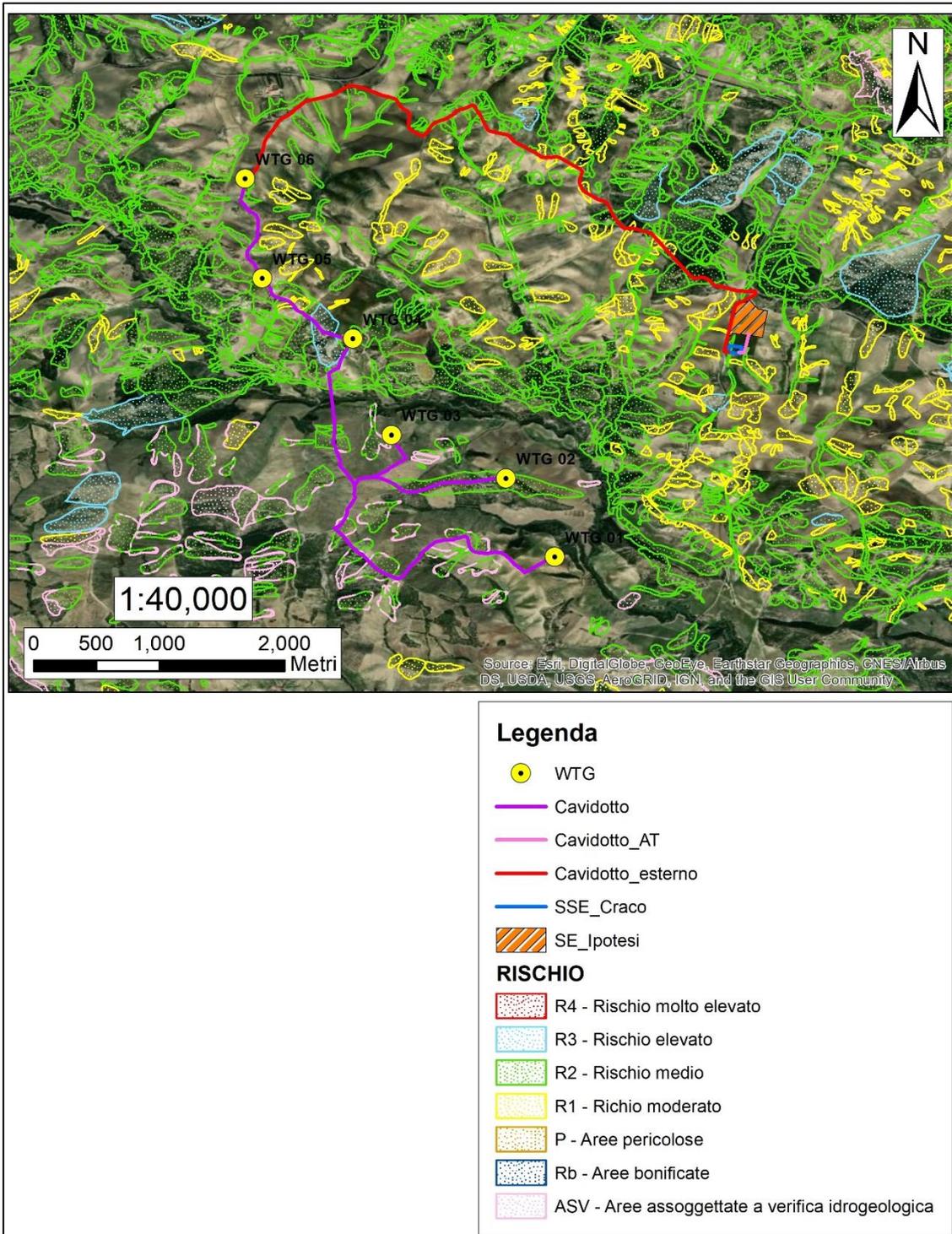


Figura 2 - Inquadramento su P.A.I. (Rischio frane)

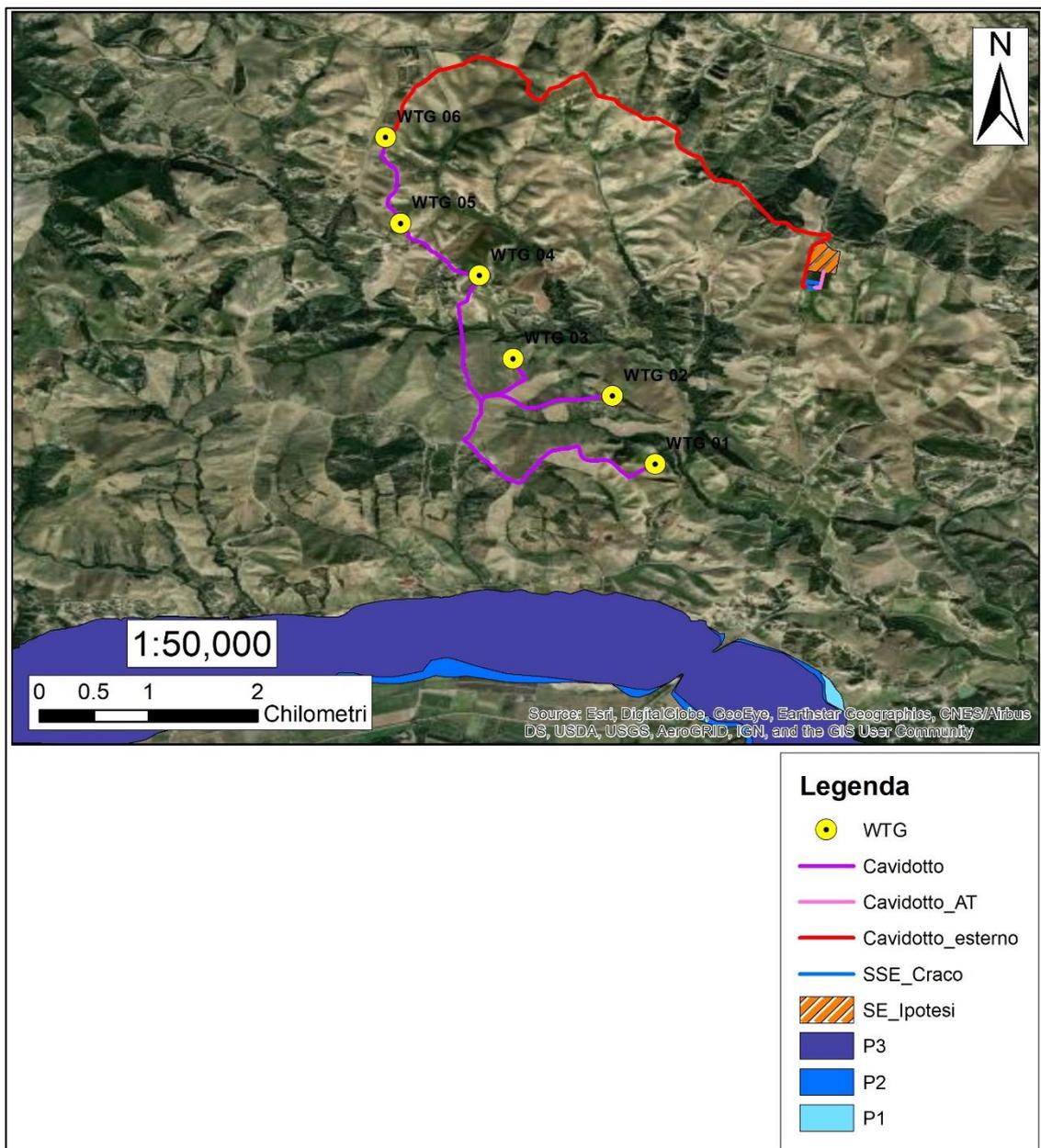


Figura 3 - Inquadramento su P.A.I. (Pericolosità Alluvioni)

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

Gli aerogeneratori sono localizzabili alle seguenti coordinate, espresse con datum WGS84 e proiezione UTM 33 N:

TURBINA	E (UTM WGS84 33N) [m]	N (UTM WGS84 33N) [m]
WTG01	621223	4465571
WTG02	620914	4466197
WTG03	620213	4466532
WTG04	619965	4467301
WTG05	619406	4467777
WTG06	619289	4468574

Le turbine sono identificate ai seguenti estremi catastali:

TURBINA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
WTG01	STIGLIANO	101	223
WTG02	STIGLIANO	99	21
WTG03	STIGLIANO	99	63
WTG04	CRACO	37	45
WTG05	CRACO	36	36
WTG06	CRACO	36	13

La Futura Stazione Elettrica RTN 150/150 kV è localizzabile alle seguenti coordinate: 622372 E, 4467470 N, identificabile a livello catastale al Foglio 40 – Particelle 20, 21, 24, 25, 97 del Comune di Craco (MT).

La Sottostazione Elettrica RTN 30/150 kV è localizzabile alle seguenti coordinate: 622295 E, 4467254 N, identificabile a livello catastale al Foglio 40 – Particelle 30 e 31 del Comune di Craco (MT).

2. INQUADRAMENTO INTERVENTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 6 aerogeneratori ognuno da 7,2 MW nominali, per un totale di 43,20 MW da installare nel territorio dei Comuni di Craco e di Stigliano (MT) su di un'area che interessa la località "Pantano" e "Manca Fiorentina" con opere di connessione ricadenti nei medesimi comuni.

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

- SS 598 – Strada Statale 598 di Fondo Valle d'Agri

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 6 di 25
---	----------------------	--------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

- SP 103 – Strada Provinciale 103
- Strade comunali

L'accesso alle torri è garantito in particolare dalla Strada Statale SS598, dalle Strade Provinciali SP 103 e SP Craco-Gannano e dalle strade comunali.

Distanza parco dai centri abitati:

- 1,8 km dalla frazione Gannano del Monte del comune di Stigliano
- 4,0 km dalla frazione Serra di Croce del comune di Stigliano
- 3,0 km dalla Borgata Sant'Antonio del comune di Stigliano
- 6,9 km dalla Frazione Peschiera del comune di Craco
- 3,2 km dalla Frazione Caprarico del comune di Tursi
- 3,1 km dalla Frazione Caprarico Sotto del comune di Tursi
- 3,7 km dalla Frazione Caprarico Vallo del comune di Tursi

Per la costruzione degli aerogeneratori è prevista la realizzazione di piazzole temporanee per lo stoccaggio e il montaggio. Tali aree saranno dismesse e ripristinate nella condizione ante-operam.

La precisa localizzazione del sito si evince dagli allegati elaborati cartografici CRC-CIV-TAV-003 - Inquadramento geografico e CRC-CIV-TAV-004 - Inquadramento territoriale.

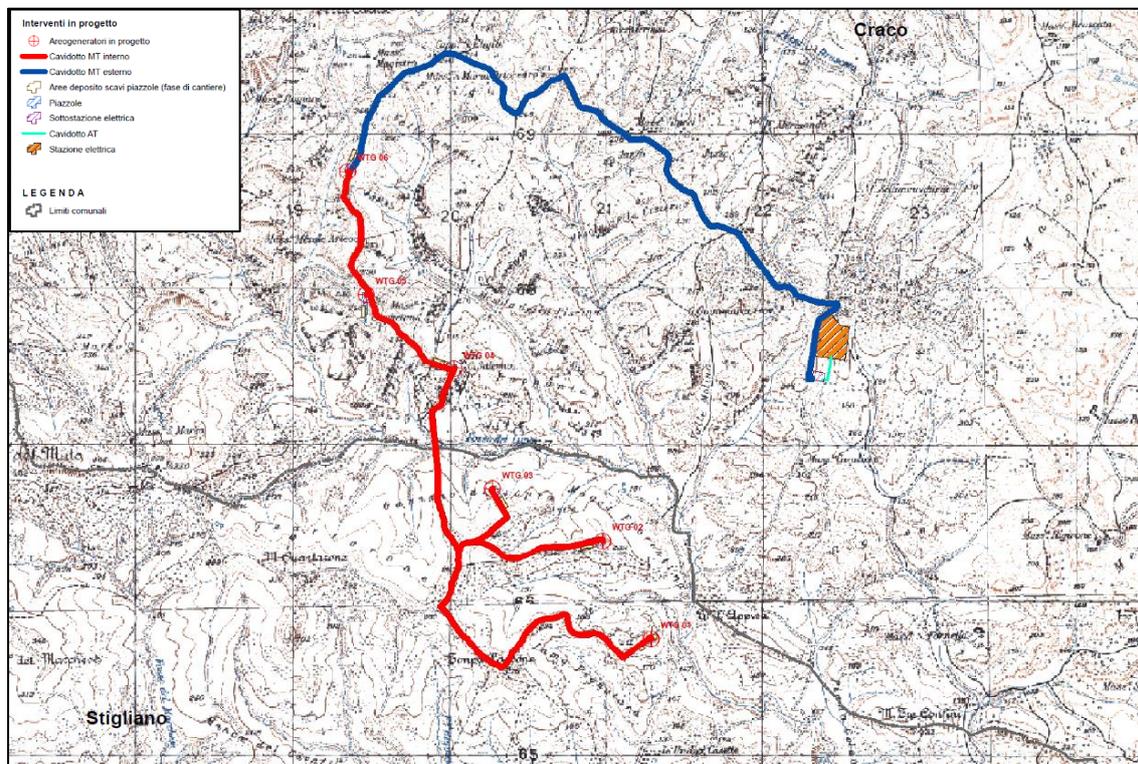


Figura 4 - Inquadramento impianto su Stralcio IGM 1:25.000

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 7 di 25
---	----------------------	--------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

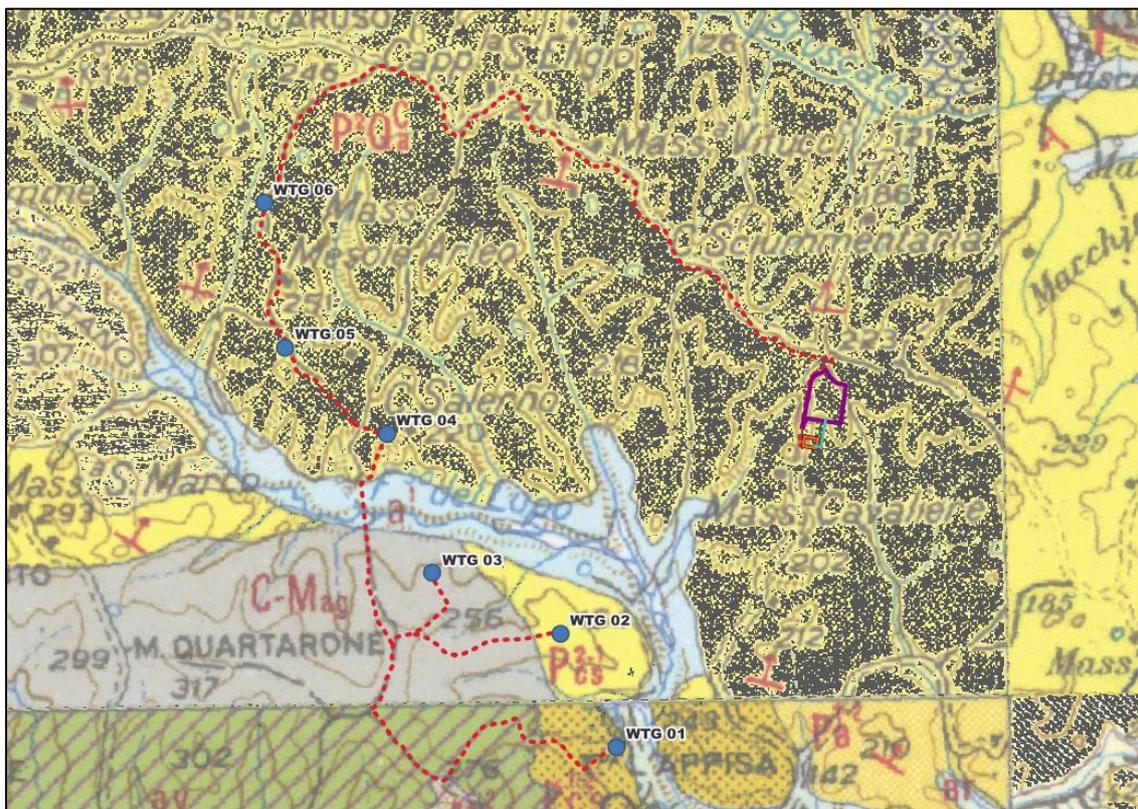


Figura 5 - Inquadramento su Carta geologica FG.200-211

Come indicato in precedenza, l'Autorità di Bacino della Basilicata, attraverso la cartografia tecnica, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico dell'area in esame.

Al fine di non creare squilibri alla rete idrografica esistente, si sono effettuati degli studi idrologici, atti a computare le portate al colmo di piena e dimensionare le opere idrauliche, di attraversamento stradale di nuova realizzazione, interferenti con l'idrografia superficiale.

Per l'accertamento della posizione delle opere in progetto rispetto alle previsioni delle N.T.A. del P.A.I per la tutela delle aree a rischio idraulico e del reticolo idrografico, si è proceduto ad accertamenti in sito, ed a verifiche cartografiche, eseguite su due livelli di scala sulla cartografia IGM e sulla CTR regionale.

Con riferimento all'intervento oggetto di studio, nessuna nuova strada interessa il reticolo idrografico. Si specifica che le nuove strade e l'adeguamento delle strade esistenti, verranno realizzate in Macadam, costituita da una massicciata di pietrisco sabbia e acqua, costipata e spianata ripetutamente da rullo compressore, integrata da un sottofondo di pietrame di grossa pezzatura, quindi senza ulteriore incremento di superfici impermeabili atte ad aumentare il deflusso idrico superficiale.

Per l'impianto in esame non si sono riscontrate interferenze tra le strade di nuova realizzazione e il reticolo idrografico come definito dalla cartografia ufficiale. Per lo studio dell'area si sono comunque definiti i riferimenti idrologici, Bacini e Curva di possibilità pluviometrica.

Per ciò che concerne il caviodotto intercetta il reticolo idrografico in più punti di intersezione, tuttavia, si evidenzia che tutte le intersezioni avvengono su strada esistente, già provviste quindi di strutture di attraversamento (tombini circolari, scatolari, ecc), che tutte le modalità di superamento dell'Intersezione

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 8 di 25
---	----------------------	--------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

saranno affrontate tramite tecnologia TOC come evidenziato nella tavola CRC-CIV-TAV-017 – Studio delle interferenze.

2.1. INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

Dopo l'acquisizione dei dati territoriali e cartografici di base, si è proceduto alla delimitazione e caratterizzazione dei bacini di interesse con l'ausilio di QGIS, sistema geografico informatizzato che consente di ottenere carte tematiche interattive utili al fine della valutazione del rischio.

Con l'utilizzo di QGis è stato possibile tracciare i confini geografici (linea di dislivello) del bacino in base ad una prefissata sezione di chiusura e determinare le relative informazioni geometriche (area, perimetro, altitudine), geologiche e di uso del territorio.

È necessario individuare e caratterizzare il bacino per determinare la portata che defluisce attraverso la sezione in esame. Si elencano le operazioni eseguite, attivando, di volta in volta, l'ultimo tema creato:

- 1) si è caricato il DEM per la zona interessata, ottenuto dal SIT regionale;
- 2) ottenuto il DEM si è attivata la funzione Fill sinks, che permette di eseguire l'interpolazione dei dati altimetrici immessi attraverso il grid, in maniera da ottenere continuità nel modello del terreno;
- 3) attraverso la funzione Catchment area si sono individuate le flow direction (direzioni di scorrimento delle acque superficiali: fiumi, torrenti, lame etc.) e le flow accumulation (aree contribuenti);
- 4) si è applicata la funzione Channel network che permette di determinare il reticolo idrografico, con diversi gradi di risoluzione;
- 5) con la funzione Watershed basins si sono determinati tutti i bacini della mappa;
- 6) Infine, con la funzione Upslow area, inserendo le coordinate del punto appartenente alla sezione di chiusura di interesse per la lama, si è determinato bacino sotteso alla sezione di chiusura; infatti, scegliendo come sezione di chiusura la foce del corso d'acqua si ottiene il bacino principale; se invece la sezione di chiusura è una qualunque sezione fluviale posta a monte della foce, si individua il bacino secondario o sottobacino;
- 7) Con la funzione Raster Layer statistic si sono determinate le caratteristiche morfologiche, area, perimetro e altitudine media del sottobacino sotteso alla sezione di chiusura.

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	---	---

I parametri geomorfologici caratteristici dei bacini idrografici sono indicati nelle tabelle seguenti:

DATI GEOMORFOLOGICI BACINO CAVONE	
Superficie (kmq)	657,80
Altezza media del bacino (m)	322,00
Altezza massima asta principale (m)	345,00
Altezza minima asta principale (m)	158,00
Pendenza media del bacino (%)	7,05
Lunghezza asta principale (km)	46,50
Lunghezza asta principale (m)	46500,00
Pendenza media asta principale	4,02

Per completare lo studio del bacino si sono ricavati i dati relativi al tipo di suolo caricando le mappe della permeabilità e dell'uso del suolo. Con il comando geoprocessing intersezione, sono state effettuate le seguenti intersezioni: tema del bacino - mappa della permeabilità, tema del bacino - mappa dell'uso del suolo, tema del bacino - mappa della litologia; tale elaborazione ha fornito, i dati necessari all'applicazione del metodo del Curve Number.

Gli elementi forniti dal programma hanno consentito l'avvio dello studio idrologico volto alla determinazione delle portate al colmo di piena associate a tempi di ritorno di 30, 200 anni.

A parità d'intensità e di altre condizioni è la precipitazione della durata uguale al tempo di corrivazione a determinare la massima portata in un bacino; se viene superato il tempo di corrivazione, la pioggia continua a cadere, con la stessa intensità, la portata si mantiene costante sul valore massimo, per poi cominciare a decrescere non appena la pioggia cessa, o comunque, si riduce d'intensità.

Se per contro la durata della precipitazione è inferiore al tempo di corrivazione, l'acqua proveniente dalle zone più lontane del bacino raggiunge la sezione terminale quando già ha avuto inizio la fase decrescente, giacché le aree più vicine hanno già cessato di dare il loro contributo.

2.2. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Per il calcolo delle portate di piena, rispetto alle quali verificare le sezioni del canale in prossimità delle opere di progetto, possono essere adottate diverse metodologie di calcolo, tra cui la procedura di calcolo delle portate di piena proposta nel Va.Pi. e la procedura del Curve Number del Soil Conservation Service. Queste metodologie di calcolo sono le più utilizzate per i bacini idrografici.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia critica mediante le curve di possibilità pluviometrica che definiscono le variazioni della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia per un tempo di durata t.

$$H = at^n$$

Dove a ed n sono parametri acquisiti dalla pubblicazione "Analisi regionale delle piogge brevi in basilicata" di Claps, P. e Straziuso E. (1996).

In funzione della suddivisione al III livello di regionalizzazione si sono ottenuti i parametri della cella relativa, ottenendo i seguenti valori:

$$\log(a) = 1.339$$

$$a = 21.827$$

$$n = 0.361$$

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 10 di 25
---	-----------------------------	----------------------

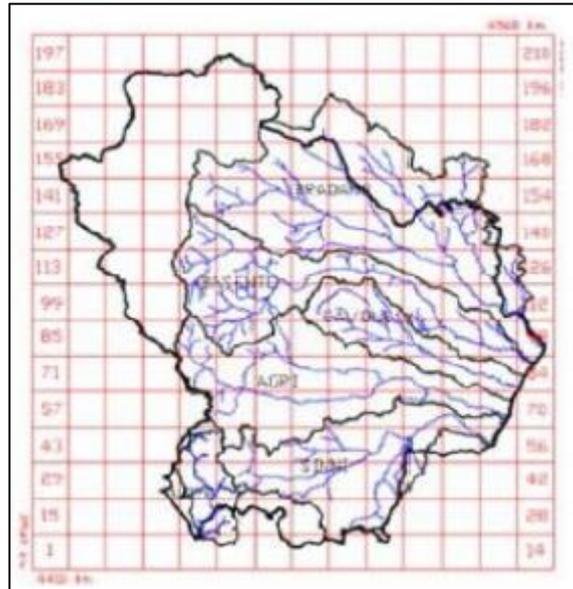


Figura 6 - Suddivisione al III livello di regionalizzazione

Quindi i parametri a ed n utilizzati per la definizione della legge di pioggia sono indicati nelle tabelle di seguito indicate: per i bacini che ricadono in più celle si fa la media pesata.

Per ciascuno dei bacini degli elementi minori del reticolo idrografico, i valori dei parametri della legge di pioggia sono stati dedotti in maniera analoga dalla pubblicazione di Claps, P. e Straziuso, E. (1996), sopra citata.

Per la valutazione delle altezze di pioggia relative ai differenti tempi di ritorno, il fattore di crescita KT è stato elaborato con le relazioni definite dal Metodo VAPI relativo alla pluviometria riportate nel "Rapporto di sintesi per la regione Basilicata (bacini del versante ionico" di P. Claps e M. Fiorentino, 1998).

L'area in studio ricade nella sottozona A, pertanto il fattore di crescita è espresso da:

$$KT = - 0.7628 + 0.6852 \ln(T)$$

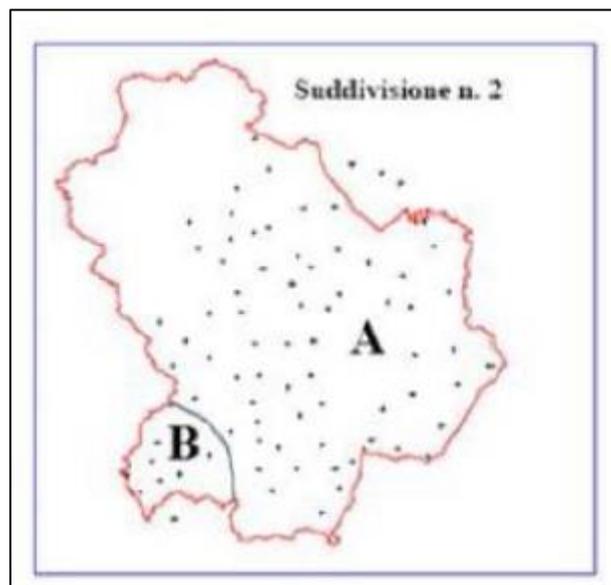


Figura 7 - Suddivisione al III Livello di regionalizzazione

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

Sulla base della relazione per la sottozona A in cui ricadono le aree studiate è stato calcolato il fattore di crescita kT, ai diversi Tempi di Ritorno:

fattori di crescita		
K	(T30)	1,56
K	(T200)	2,86
K	(T500)	3,49

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.) che massimizzano la piena di progetto si è dunque proceduto al calcolo mediante la formula $H = Kt * a * t ^n$, dove i parametri sono quelli determinati in precedenza.

KT	1,56	2,86	3,49
ALTEZZE DI PIOGGIA			
Tempo (ore)	TR30 h (mm)	TR200 h (mm)	TR500 h (mm)
1	34,05	62,43	76,18
3	50,62	92,81	113,26
6	65,02	119,20	145,46
12	83,50	153,09	186,81
24	107,24	196,61	239,93

Il procedimento finora descritto è idoneo per gli eventi lunghi ($t > 60$ min), ma non per gli eventi brevi ($t < 60$ min). Pertanto, le curve di possibilità pluviometrica ottenute elaborando dati di piogge con durata maggiore di un'ora non danno valori affidabili per piogge di durata inferiore ai 60 min. In particolare, si è verificato che i valori ottenuti risultano sovrastimati rispetto a quelli che effettivamente si possono verificare.

Bell ha elaborato una formula valida per piogge di durata inferiore ai 60 min

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54d^{0.25} - 0.5$$

dove T è il tempo di ritorno e d rappresenta la durata della pioggia in minuti.

La suddetta formula produce, nel caso in esame, variazioni estremamente limitate e quindi ci si pone nelle condizioni più sfavorevoli.

Metodo del Curve Number

Il calcolo è stato eseguito con il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. La formulazione usata permette di ricavare la pioggia netta depurata in base all'espressione:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 12 di 25
---	----------------------	---------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: center;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	--

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I)^2}{(h_{lorda} + S - I)}$$

dove h_{lorda} è la pioggia stimata per assegnata distribuzione di probabilità, S (in mm) rappresenta l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione:

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

ed I è l'assorbimento iniziale, legato empiricamente al parametro S dalla relazione $I_a = 0,2 \cdot S$.

In particolare, il metodo del CN sintetizza le caratteristiche idrologiche di un bacino attraverso un unico parametro CN che definisce la relazione precipitazione–volume di deflusso in bacini idrografici di cui è nota, oltre che la morfologia, la copertura vegetale e il tipo idrologico di suolo presenti nelle carte tematiche.

Il parametro CN, ricavato dall'analisi qualitativa delle carte tematiche, rappresenta la capacità di una porzione di terreno del bacino imbrifero di produrre deflusso ed è stato calcolato sulla base delle caratteristiche geopedologiche e vegetazionali del bacino stesso.

Il valore del CN si ottiene per incrocio delle caratteristiche del suolo (quattro tipi A, B, C, D) a permeabilità decrescente e delle caratteristiche di uso prevalente.

- Gruppo A: suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso e capacità di infiltrazione, in condizioni di saturazione, molto levata; comprende sabbie profonde, con bassa percentuale di limi e argille molto permeabili.
- Gruppo B: suoli aventi moderata potenzialità di deflusso e capacità di infiltrazione, anche in condizioni di saturazione, elevata; comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi rispetto al gruppo A;
- Gruppo C: suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta e scarsa capacità di infiltrazione e saturazione; comprende suoli contenenti considerevoli quantità di argille e colloidali.
- Gruppo D: Suoli aventi potenzialità di deflusso molto elevate e scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione; comprende argille ad elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

I valori del CN normalmente utilizzati per i tipi di suolo A, B, C e D e per una condizione standard di umidità del terreno agli inizi dell'evento di pioggia ("AMC", Antecedent Moisture Condition, di classe II) sono riportati nella seguente tabella.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 13 di 25
---	----------------------	---------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	---	---

Tipo di suolo	Descrizione
A deflusso superficiale potenziale basso	<p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) basso, ed è alta la permeabilità. Sono caratterizzati da avere meno del 10% di argilla e oltre il 90% di sabbia e/o ghiaia e la tessitura è sabbiosa o ghiaiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) è maggiore di 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm.</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo</p>
B deflusso superficiale potenziale moderatamente basso	<p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente basso, e l'acqua attraversa il suolo senza impedimenti. Sono caratterizzati da avere tra il 10% e il 20% di argilla e tra il 50 e il 90% di sabbia e la tessitura è sabbioso-franca, franco-sabbiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 3,6 e 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm.</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità, medio-alta e media, per fratturazione e/o carsismo</p>
C deflusso superficiale potenziale moderatamente alto	<p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limosa, franco-argilloso-sabbioso, franco-argillosa, e franco-argilloso-limosa.</p> <p>La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo</p>
D deflusso superficiale potenziale alto	<p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) alto, e l'acqua attraversa il suolo con forti limitazioni. Sono caratterizzati da avere oltre il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è argillosa, talvolta anche espandibili.</p> <p>La conducibilità idraulica (Ksat) è $\leq 0,36$ cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è compresa tra 50 cm e 100 cm, e la profondità della falda superficiale è entro i 60 cm</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità molto bassa, le rocce impermeabili e le aree non rilevate o non classificate.</p>

Tabella 1 - Tabella che descrive le diverse classi in funzione dei gruppi di Tipo di suolo

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95
CANTIERI	133	90	92	94	95
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84
CIMITERI	143	57	77	85	89
VIGNETI	221	72	81	88	91
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89
OLIVETI	223	72	81	88	91
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI	224	67	78	85	89
PRATI STABILI	231	67	71	81	89
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	242	63	73	82	88
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81
AREE AGROFORESTALI	244	45	66	77	83
BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE	313	39	51	63	70
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89
SPIAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100
SALINE	422	100	100	100	100
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100
MARI	523	100	100	100	100
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	1111	89	92	94	96
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	1112	78	80	85	87
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME A CARATTERE RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E FABBRICATI RURALI A CARATTERE TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	1212	89	92	94	95
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI (SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE DI PARCHEGGIO ECC.)	1221	98	98	98	98
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI, SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)	1222	96	96	96	96
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E SIMILI)	1223	92	93	94	95
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE)	1224	92	93	94	95

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
DISCARICHE	1321	90	92	94	95
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85
PRATI ARTIFICIALI. COLTURE FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I SEMINATIVI E UNA CERTA PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE POTENZIALMENTE RICONVERTITI A SEMINATIVO, POSSONO ESSERE RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI	2112	67	71	81	89
SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
RISAIE	2122	98	98	98	98
VIVAI	2123	66	77	85	89
COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	2412	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI E SEMINATIVI ARBORATI CON COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL 25%)	2413	59	74	82	86
BOSCO DI LATIFOGIE	3111	39	51	63	70
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGIE)	3112	39	51	63	70
BOSCHI DI CONIFERE	3121	39	51	63	70
CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE, STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE (ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI ECC.)	3221	51	58	73	80
FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	3222	51	58	73	80
MACCHIA MEDITERRANEA	3231	51	58	73	80
GARIGA	3232	51	58	73	80
AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3241	45	55	68	75
AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3242	45	55	68	75
SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3311	56	73	82	86
AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3312	56	73	82	86
AREE DUNALI CON COPERTURA VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A 25 M	3313	56	73	82	86
LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3315	56	73	82	86
FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5111	100	100	100	100
CANALI E IDROVIE	5112	100	100	100	100
BACINI NATURALI	5121	100	100	100	100
BACINI ARTIFICIALI	5122	100	100	100	100
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5211	100	100	100	100

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	5212	100	100	100	100
ESTUARI E DELTA	5213	100	100	100	100
AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	5231	100	100	100	100
ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	5232	100	100	100	100
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31121	39	51	63	70
SUGHERETE	31122	39	51	63	70
CASTAGNETI DA FRUTTO	31123	39	51	63	70
ALTRO	31124	39	51	63	70

Tabella 2 - Valore del Curve Number in funzione dell'uso del suolo (Corine) e del tipo di suolo

Dalla combinazione della attribuzione della classe di tipo di suolo e dell'uso del suolo, tramite la Tabella 3 sopra riportata è stato possibile ricavare il valore del CN-II medio dell'intera area che nel caso di specie ha condotto allo stesso valore:

CN II = 82

Nella presente trattazione si sono ipotizzate, a seconda delle caratteristiche dei bacini oggetto di studio, condizioni AMC tipo III (Antecedent Moisture Conditions) che prevede l'assunzione di un unico valore CN III, determinato a partire dal valore di CN II attraverso la seguente formulazione:

$$CN III = \frac{CN II}{0,43 + 0,0057 \cdot CN II} = 91,38$$

Con riferimento al calcolo della portata al colmo Q_p (m^3/s) il metodo SCS-CN considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in m^3 , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p \cdot t_b}{2}$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto:

$$t_b = 2,67 t_a$$

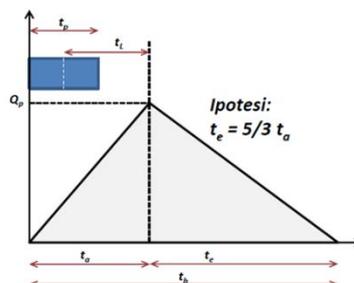
Utilizzando le formule di cui sopra, esprimendo il volume di deflusso V in mm, il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in Km^2 si ottiene:

$$Q_p = 0,208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p e indicando con T_L il tempo di ritardo, calcolato con la formula di Mokus:

$$T_L = 0,342 \frac{L^{0,8}}{s^{0,5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in %, L è la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla dispiuviale espressa in km.



Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

Per la determinazione della durata di pioggia si è determinato:

$$t_a = 0,5 T_c + T_L \quad - \quad t_b = 8/3 t_a$$

Si è infine determinato il tempo di corrivazione $0,6 T_L$ ottenendo un valore del tempo di corrivazione **Tc**.

Si sono così determinate le portate al colmo per i tempi di ritorno di 30 e 200 e 500 anni.

I risultati possono essere così sintetizzati:

METODO SCS CN (DETERMINAZIONE PORTATA AL COLMO)		
Curve Number		
CN(II)	82,00	
CN(III)	91,38	
Tempi		
TL (Mokus)	2,70	Tempo di ritardo
Tc (0,6*TL)	1,62	Tempo di corrivazione
t _a (ore)	3,51	Tempo di accumulo
t _b (ore)	9,37	Durata totale
Determinazione perdite per infiltrazione		
S	62,05	Volume specifico di saturazione
l _a	12,41	Perdite iniziali
Altezza di Pioggia relativa al tempo di corrivazione		
H _c	27,95	
Altezze di pioggia relative ai tempi di ritorno		
H 30 (mm)	34,05	Pioggia lorda (TR 30 anni)
H 200 (mm)	62,43	Pioggia lorda (TR 200 anni)
H 500 (mm)	76,18	Pioggia Lorda (TR 500 anni)
Altezza di pioggia netta		
Pe netta 30 (mm)	6,10	Pioggia netta (TR 30 anni)
Pe netta 200 (mm)	34,47	Pioggia netta (TR 200 anni)
Pe netta 500 (mm)	48,22	Pioggia netta (TR 500 anni)

Portate al colmo di piena	
Q 30 (mc/s)	31,74
Q 200 (mc/s)	89,72
Q 500 (mc/s)	112,96

L'idrogramma unitario SCS relativo ad un volume di deflusso V pari a un millimetro, si costruisce a partire dall'idrogramma adimensionale di Mockus che è una curva adimensionale, ricavata da numerosi idrogrammi unitari ottenuti da idrogrammi di piena registrati in bacini di differente estensione e posizione geografica, che

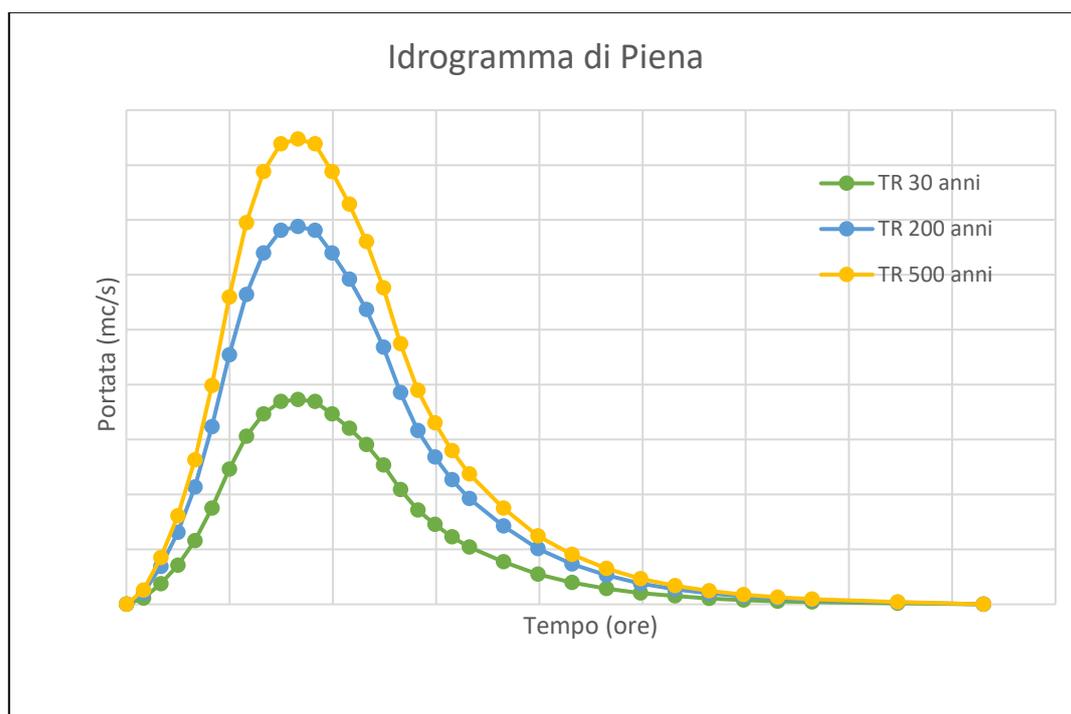
PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 18 di 25
---	----------------------	---------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

mette in relazione il rapporto tra la generica portata Q all'istante t e la portata al colmo Q_p che si verifica all'istante t_a (durata della fase di crescita) con la variabile adimensionale t/t_a .

Per il suddetto idrogramma unitario il 37,5% del volume totale di deflusso, che corrisponde ovviamente all'intera area ricadente tra l'idrogramma e l'asse delle ascisse t/t_a , si verifica in corrispondenza della sola fase ascendente dell'idrogramma stesso. In altri termini il volume di deflusso corrispondente alla fase crescente dell'idrogramma è pari al 37,5% del volume totale di deflusso.

Si sono determinati gli idrogrammi di piena dei bacini sulla base della formulazione dell'idrogramma di Mockus:



3. ANALISI IDRAULICA

Per l'accertamento della posizione delle opere in progetto rispetto alle previsioni delle N.T.A. del P.A.I per la tutela delle aree AP, MP e BP e del reticolo idrografico, si è proceduto ad accertamenti in sito, ed a verifiche cartografiche, eseguite su due livelli di scala sulla cartografia IGM e sulla CTR regionale.

Per l'impianto in esame non si sono riscontrate interferenze tra le strade di nuova realizzazione e il reticolo idrografico come definito dalla cartografia ufficiale, mentre il cavidotto di media tensione interferisce con il reticolo idrografico in molteplici punti che, al fine di non interferire con l'idrografia dell'area, sono stati affrontati con tecniche avanzate di superamento quali la **Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)** (in inglese *directional drilling* o *horizontal directional drilling, HDD*), o *perforazione teleguidata*, è una tecnologia *no dig* idonea alla installazione di nuove condotte senza effettuare scavi a cielo aperto. A tal proposito si evidenzia che il cavidotto, come evidente nelle immagini successive, percorre le aree a Pericolosità idraulica su strada esistente e le interferenze verranno superate, come da tavola di progetto CRC-CIV-TAV-017_01.

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

Tutti gli aerogeneratori e le piazzole in progetto sono esterni al reticolo idrografico ed alle relative fasce di rispetto, assunte cautelativamente pari a 150 m, ad eccezione degli aerogeneratori WTG4 e WTG6 per i quali è stato condotto uno specifico studio di compatibilità idraulica ed idrologica (cfr. CRC-CIV-REL-025) nel quale si è determinata la portata al colmo di piena dei bacini imbriferi studiati (Bacino W01 e Bacino W02) ottenendo i seguenti dati:

Caratteristiche fisiografiche dei bacini

bacino	S(Kmq)	Hmax(m)	Hmed(m)	Hmin(m)	L(Km)	i(%)	Y(%)	c(-)
W01	0.39	307	245	207	1.5	6.666667	19.5	0.4
W02	0.06	240	210	177	0.6	10.5	23	0.4

Nella precedente tabella sono state valorizzate le seguenti grandezze:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "Hmax" (mslm): quota massima;
- "Hmed" (mslm): quota media;
- "Hmin" (mslm): quota minima;
- "L" (km): lunghezza dell'asta principale;
- "i" (%): pendenza dell'asta principale;
- "Y" (%): pendenza media di versante;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.

Tempi di corrivazione

TEMPI DI CORRIVAZIONE				
bacino	Ventura (h)	Pezzoli (h)	Pasini (h)	tc (h)
W01	0.30717202	0.31952113	0.349828086	0.325507
W02	0.09600298	0.10184021	0.110051662	0.102632

Altezze di pioggia per la determinazione delle curve di possibilità climatica

CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA ED ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE zona 80								
bacino	K30	K200	K500	a	n	h30(mm)	h200(mm)	h500(mm)
W01	1.56	2.86	3.49	21.827	0.361	22.70664	41.62885	50.79884
W02	1.56	2.86	3.49	21.827	0.361	14.96894	27.44306	33.488213

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

Portate al colmo di piena

PORTATE AL COLMO DI PIENA			
bacino	Q30(mc/s)	Q200(mc/s)	Q500(mc/s)
W01	3.0228363	5.54186651	6.7626273
W02	0.9723413	1.78262567	2.175302

In particolare, con riferimento all'intervento oggetto di studio, si è riscontrato che

- le strade di nuova realizzazione, non intercettano reticoli idrografici, tuttavia si precisa a tal fine che le strade di nuova realizzazione e le piazzole verranno realizzate in Macadam, costituita da una massicciata di pietrisco sabbia e acqua, costipata e spianata ripetutamente da rullo compressore, integrata da un sottofondo di pietrame di grossa pezzatura, quindi senza ulteriore incremento di superfici impermeabili atte ad aumentare il deflusso idrico superficiale.
- Il cavidotto interrato intercetta il reticolo idrografico in n.3 punti, tali interferenze sono evidenziate e studiate nell'elaborato CRC-CIV-TAV-017. Per la risoluzione dell'interferenza sono stati adottati i metodi meglio descritti al capitolo seguente.

3.2. TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

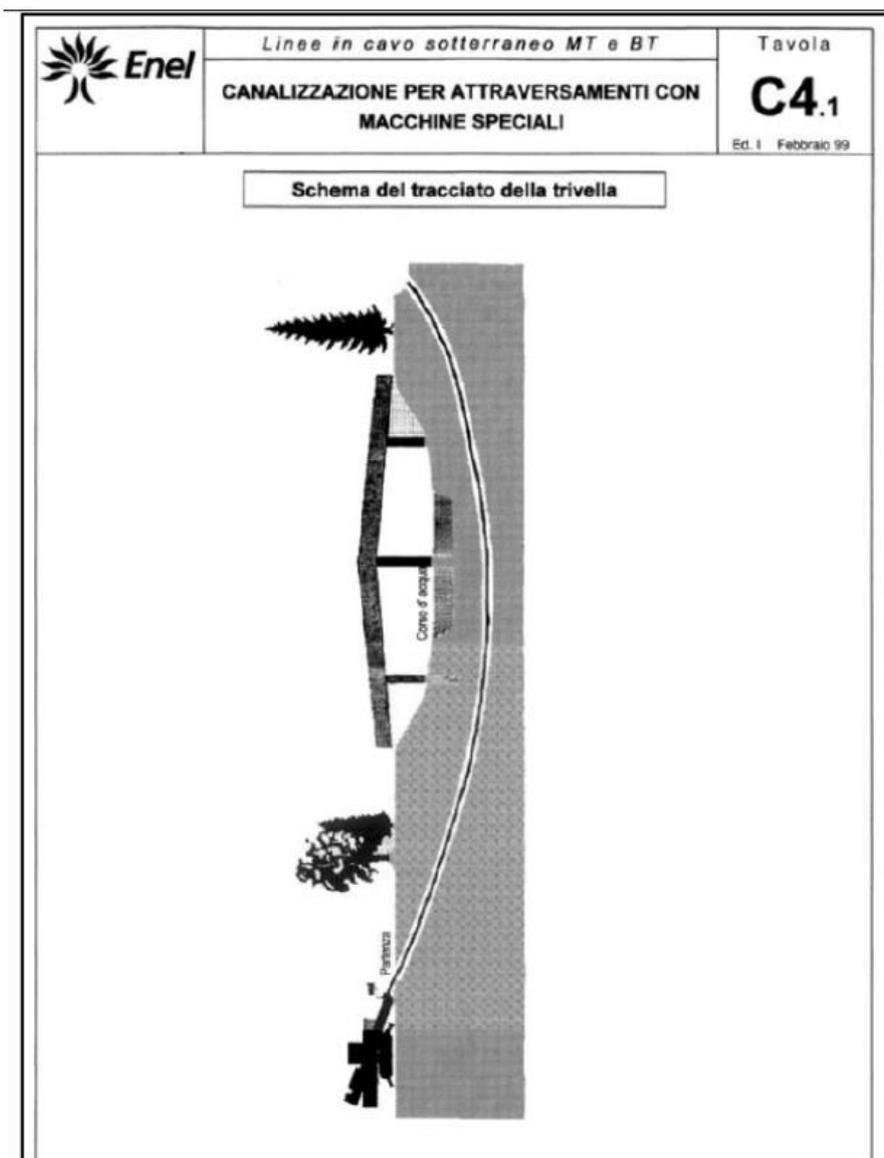
Il cavidotto interrato collega l'impianto fotovoltaico alla stazione di trasformazione e consegna.

Il cavidotto esterno di connessione, interamente interrato, sarà realizzato principalmente su strade esistenti e prevede il superamento delle interferenze con il reticolo idrografico tramite sistema TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) secondo le indicazioni presenti nelle LINEE GUIDA MT/BT dell'ENEL cap. 2.1 e 2.6.1

Il sistema che consiste nella realizzazione di un foro sotterraneo che costituirà la sede di posa di una tubazione plastica o metallica precedentemente saldata in superficie. Il foro nel sottosuolo viene realizzato mediante l'azione di una fresa rotante posta all'estremità di un treno d'aste. Le TOC sono particolarmente adatte per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali.

Lungo i tratti di intersezione precedentemente illustrati gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., secondo le indicazioni presenti nelle LINEE GUIDA MT/BT dell'ENEL cap. 2.1 e 2.6.1.

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---



Tale tecnica si articola in 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;

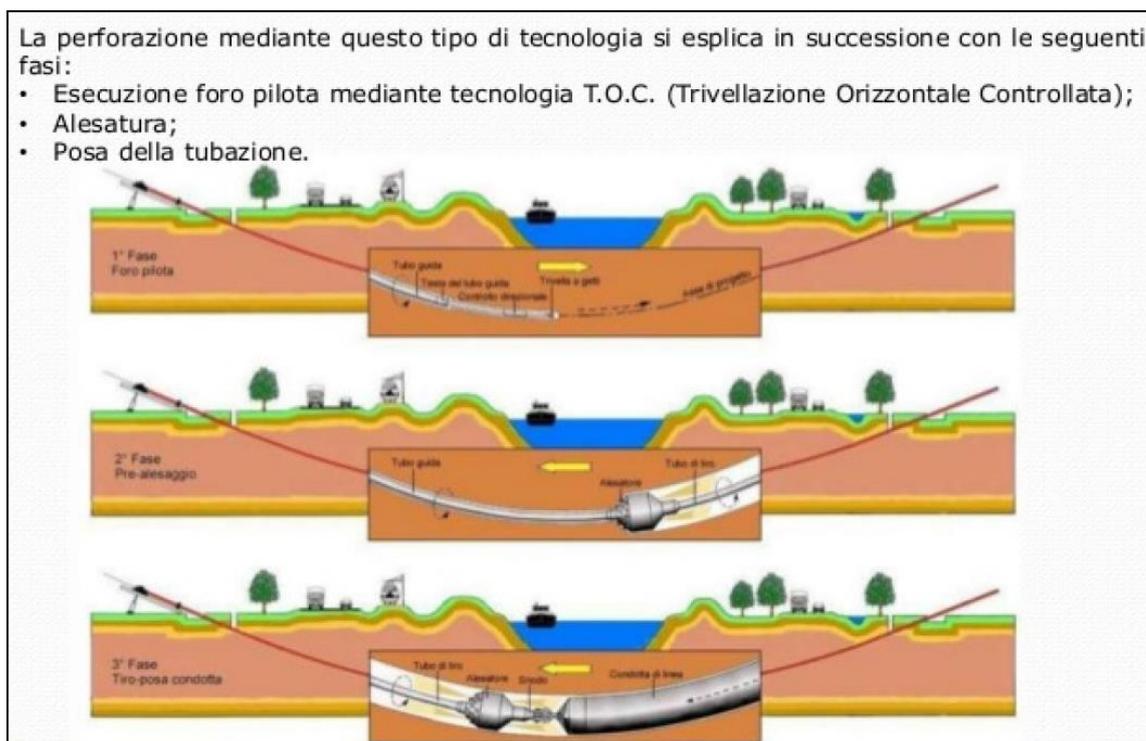
PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 22 di 25
---	----------------------	---------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

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 merito all'esigenza di effettuare uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica dell'intervento rispetto alla presenza di alcune aste del reticolo idrografico, si ritiene che le opere a farsi risultino già compatibili con il regime di tutela previsto dal P.A.I., poiché le modalità con le quali saranno realizzate garantiscono le condizioni di sicurezza idraulica. Lo studio per l'attraversamento dei corpi idrici è stato dettagliatamente approfondito nell'elaborato CRC-CIV-TAV-017_01.

In tale elaborato sono riportate le modalità realizzative di tutti gli attraversamenti valutati rispetto a tutte le aste facenti parte del reticolo idrografico riportato con il simbolo di "linea azzurra" sulla cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare (IGM) in scala 1:25.000 e relative aree di pertinenza.

Per ogni interferenza viene chiaramente evidenziato come il punto iniziale e finale della TOC sia esterno alle aree di pertinenza fluviale assunte cautelativamente pari a 150 m, assicurando quindi la tutela dell'assetto complessivo della rete idrografica, la salvaguardia dei corsi d'acqua, la limitazione del rischio idraulico e consentendo il libero deflusso delle acque.

Pertanto, superando le intersezioni del cavidotto con il reticolo idrografico tramite tecnologia TOC, il cui punto iniziale e finale della TOC è esterno alle aree di pertinenza fluviale, risulta superfluo definire specifiche

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 23 di 25
---	----------------------	---------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-CIV-REL-024_01
--	--	---

indicazioni sul regime idraulico a monte e valle delle aree interessate, in quanto tale intervento, per come concepito, non altera il libero deflusso delle acque e garantisce l'assetto complessivo della rete idrografica, in accordo con le NTA del P.A.I.

Attualmente la massima lunghezza eseguibile con il sistema TOC si attesta intorno ai valori di 1.000 – 1.500 m per tubazioni aventi diametro massimo di 800 mm.

Si specifica che, qualora l'intervento sia caratterizzato da lunghezze superiori, e perciò soggetto a limiti tecnologici, le interferenze saranno trattate adottando tutti gli accorgimenti tecnici, i materiali e le tecniche costruttive per evitare il dilavamento dei materiali esistenti e delle opere d'arte esistenti negli eventuali eventi di piena.

Le modalità con cui verranno realizzate le opere garantiscono le condizioni di sicurezza idraulica posizionandosi ad una profondità di almeno 3 m dalle opere imputate al deflusso delle acque.

Inoltre, le interferenze del cavidotto con i canali saranno trattate adottando tutti gli accorgimenti tecnici, i materiali e le tecniche costruttive per evitare il dilavamento dei materiali esistenti e delle opere d'arte esistenti negli eventuali eventi di piena. Durante le lavorazioni saranno usati opportuni rilevatori e segnalatori per garantire la sicurezza degli operatori in occasione di un eventuale evento di piena.

Per quanto esposto, e alla luce della tipologia di intervento e delle accortezze tecnologiche ed esecutive utilizzate per superare le intersezioni del cavidotto interrato con il reticolo idrografico, per cui la posa avverrà tramite trivellazione orizzontale controllata, si ritiene non sia necessario effettuare uno studio di compatibilità idraulica in quanto le opere a farsi risultano già compatibili con il regime di tutela previsto dal P.A.I. come approfondite nell'elaborato CRC-CIV-TAV-017_01.

3.3. VERIFICA IDRAULICA DELLE SEZIONI INTERFERENTI

Gli attraversamenti hanno la funzione di assicurare la continuità alle opere che non trovano un appoggio diretto e continuo sul terreno per ragioni altimetriche, per la natura e morfologia della valle e per gli ostacoli di varia specie che esse possono incontrare.

Un' eventuale ostruzione di un ponte può creare condizioni di estrema pericolosità e la sua tracimazione o il suo sormonto, in aggiunta a una sollecitazione (orizzontale) impropria delle sue strutture, può determinare fenomeni di rigurgito idraulico verso monte non più contenibili entro l'alveo provocando l'allagamento del piano stradale e del territorio circostante.

Inoltre, l'improvvisa rimozione dell'ostruzione (cedimento della struttura) può dar luogo ad un'onda improvvisa che, liberando in brevissimo tempo l'invaso e i materiali accumulati a monte, si propaga verso valle con singolare potenza.

Vista la tipologia di intervento e l'assenza di opere interferenti in modo diretto con reticolo idrografico se non su strada esistente, per le quali sono state già realizzate idonee opere d'arte (tombini, cunette, ponti, ecc) non si prevede la verifica delle sezioni e non è prevista la realizzazione di tombini o altre opere d'arte.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 24 di 25
---	----------------------	---------------

Committente: wpd Calanchi s.r.l. Via Luca Gaurnico, 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO (MT) NELLE LOCALITÀ "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: <p style="text-align: right;">CRC-CIV-REL-024_01</p>
--	--	---

4. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati valutati gli eventi di piena caratteristici dei bacini idrografici che interessano le aree in progetto e se ne sono determinate oltre che le portate al colmo riferite ai tempi di ritorno di 30, 200, 500 anni anche gli idrogramma di piena ottenuti con il metodo di Mockus.

Nell'area in esame sono state valutate le risoluzioni delle interferenze fra il cavidotto di connessione ed il reticolo idrografico ed il chiarimento circa le modalità di formazione dei rilevati delle piazzole e delle strade di nuova realizzazione che intercettano aree di pertinenza fluviale, formate in materiale drenante, quindi senza ulteriore incremento di superfici impermeabili atte ad aumentare il deflusso idrico superficiale.

Dall'analisi del progetto non è emersa la necessità di introdurre una tombinatura.

L'intervento in progetto prevede, a seguito della intersezione del cavidotto con il reticolo idrografico e di alcune aree a pericolosità idraulica, esclusivamente su viabilità esistente, interventi di attraversamento T.O.C.

Si conclude, pertanto, che l'intervento, non interferisce all'incremento della pericolosità idraulica così come verificato con il presente studio e con lo studio di compatibilità specifico, l'intervento risulta pertanto essere compatibile.