



REGIONE SICILIANA



COMMITTENTE:		RWE		RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L. via A. Doria, 41/G - 00192 ROMA (RM) P.IVA/C.F. 06400370968 pec: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it			
Titolo del Progetto:							
PARCO EOLICO CONTESSA							
Documento:			N° Documento:				
PROGETTO DEFINITIVO			PECO-P-0003				
ID PROGETTO:	PECO	DISCIPLINA:	P	TIPOLOGIA:	D	FORMATO:	A4
TITOLO:							
Relazione di dimensionamento idraulico							
FOGLIO:		SCALA:		FILE:	PECO-P-0003_00.dwg		
Il Progettista:							
ing. Riccardo Cangelosi  							
Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato		
00	marzo/2021	PRIMA EMISSIONE	Cangelosi	Cangelosi	RWE		

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO	4
3	CALCOLO IDRAULICO.....	8
3.1	Premessa	8
3.2	Metodo TCEV	8
3.3	Individuazione dei bacini idrografici	13
3.4	Portata di colmo	14
3.5	Dimensionamento canali a pelo libero	20
4	PROGETTO DELLE OPERE	22
4.1	Cunette di scarico acque piovane	22
4.2	Tombini attraversamento idraulico acque piovane	25
5	CONCLUSIONI	30
6	Allegato A Planimetrie dei bacini scolanti	31

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le metodologie di calcolo idraulico utilizzate per il dimensionamento delle condotte interrato e delle cunette da realizzare nell'ambito del progetto di un impianto eolico costituito da 10 turbine da realizzare nel territorio del comune di Contessa Entellina(PA).

Le opere idrauliche progettate hanno lo scopo di intercettare l'acqua pluviale che scola sulle opere da realizzare e portarla allo scarico nei recettori naturali. In questo modo si otterrà una maggiore stabilità e durabilità delle strade e delle piazzole permettendone un uso in sicurezza nel tempo.

A protezione idraulica delle opere sono previste delle cunette e fossi di guardia realizzate sul terreno senza rivestimenti in modo tale da minimizzare l'impatto visivo delle stesse. In alcuni casi si è previsto l'uso di tombini interrati per il passaggio dell'acqua nel percorso verso lo scarico.

Sono state evitate, il più possibile, le opere stradali lungo impluvi naturali che impedissero il normale deflusso delle acque. Le opere si trovano per lo più lungo linee di displuvio o su cozzi naturali permettendo in questo modo un minimo impatto sul deflusso superficiale naturale.

Sono stati eseguiti i calcoli di progetto a partire dalla intensità di pioggia prevedibile con tempo di ritorno di 50 anni.

Le condotte e le cunette sono state dimensionate in maniera tale che nel periodo di riferimento suddetto la portata massima ipotizzabile transitasse all'interno delle opere avendo cura di garantire un certo franco pari almeno a 5 cm per evitare esondazioni o

insufficienza delle opere progettate. Si riportano di seguito, i criteri di calcolo idraulico seguiti e i relativi dimensionamenti.

2 DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO

Da un punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui sono ubicate le opere in progetto può essere divisa in due settori: un settore orientale ed un settore occidentale separati dall'attraversamento del Fiume Belice.

Nel settore occidentale l'habitus geomorfologico è piuttosto regolare e costituito da un paesaggio contraddistinto da terrazzi marini formati durante il Plio-Pleistocene e caratterizzati dall'affioramento dei terreni riferibili al complesso calcarenitico – sabbioso, mentre il settore orientale risulta tormentato e caratterizzato da valli circondate da rilievi a differente andamento morfologico.

Infatti, da un lato le litologie di tipo pseudocoerente, che sono rappresentate dai termini argillo-marnosi, affiorano in corrispondenza di rilievi dall'andamento dolce e mammellonare, dall'altro quelle coerenti, ovvero le litologie conglomeratiche, calcaree e gessose danno luogo a rilievi molto più acclivi e dall'andamento accidentato.

È quindi, possibile effettuare una prima grande distinzione in quattro zone ad assetto morfologico generale differente:

- ❖ una zona nella quale affiorano i termini argillosi e sabbiosi, caratterizzata da rilievi collinari a morfologia arrotondata con versanti da poco a mediamente acclivi, con frequenti fenomeni geodinamici sia attivi che quiescenti anche di notevoli proporzioni;
- ❖ una zona in cui affiorano i termini conglomeratici, gessosi, trubacei, calcarei caratterizzata da rilievi acclivi a morfologia piuttosto accidentata, con frequenti rotture di pendenza e generalmente stabili;

- ❖ una zona di fondovalle stabile dove affiorano i termini alluvionali recenti caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie;
- ❖ una zona sub-pianeggiante stabile dove affiorano i termini alluvionali terrazzati e calcarenitico-sabbiosi plio-pleistocenici.

Questa marcata differenziazione di origine “strutturale” viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta “erosione selettiva”, ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici, che nel sistema morfoclimatico attuale sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica e da quelle di scorrimento superficiale.

Le litologie più coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono, quindi, a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudo-coerenti o incoerenti.

I processi morfodinamici prevalenti nel sistema morfoclimatico attuale vedono, infatti, come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operati dalle acque incanalate.

Sono essenzialmente i processi fluviali quelli che hanno esplicito e tutt'ora esplicito un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto riguarda i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità iniziali, con un pattern molto articolato dove affiorano i materiali fini da poco permeabili ad impermeabili, mentre diventa poco articolato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla presenza di litologie calcaree, gessose, sabbiose e conglomeratiche permeabili, come desumibile dal rilievo aerofotogeologico.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, abbiamo suddiviso in 4 tipi di permeabilità prevalente:

- ❖ **Rocce permeabili per porosità:** Si tratta di rocce incoerenti e coerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare del grado di cementazione e delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti. In particolare la permeabilità risulta essere media nella frazione calcarenitica cementata ed in quella sabbiosa fine mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi grossolani e ghiaiosi. Di conseguenza la circolazione idrica sotterranea è discontinua con livelli acquiferi sospesi. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi eluvio-colluviali, al detrito di falda, ai depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati, al Complesso Calcarenitico-sabbioso, alla frazione arenitica della Formazione Marnoso Arenacea del Belice, alla frazione tripolacea della Fm. Ciminna e della Fm. Terravecchia e alle Calcareniti di Corleone.
- ❖ **Rocce impermeabili:** Questo complesso è costituito dalle argille che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili. Si mette in evidenza, però, che l'acqua, riuscendo a permeare la frazione alterata superficiale ed aumentare le pressioni neutre, tende a destrutturare la frazione alterata azzerando la coesione e rendendola soggetta a possibili movimenti gravitativi lungo i versanti. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti al Complesso argilloso mioce-nico, alla frazione argillosa e marnosa della Formazione Marnoso Arenacea del Belice e delle Fm. Terravecchia, alla Fm. Ciminna ed alle Marne di San Cipirello.
- ❖ **Rocce poco permeabili per porosità e fratturazione:** Sono i trubi. Si tratta di rocce che presentano fratture e pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si

esplica lentamente da essere considerate con permeabilità bassa per porosità e fratturazione. Questi terreni possono essere interessati da falde idriche a carattere stagionale che si riscontrano soltanto nelle coltri superficiali alterate.

❖ **Rocce permeabili per fratturazione e carsismo:** Questa categoria comprende quelle rocce caratterizzate da una bassa o nulla porosità primaria ma che acquistano una permeabilità notevole a causa della fratturazione secondaria piuttosto articolata e dei fenomeni carsici per dissoluzione. Appartengono a questa categoria i litotipi afferenti alla Fm. Ragusa, alla Fm. di Pasquasia ed alla Fm. di Cattolica.

Si rimanda allo studio geologico allegato al presente progetto per una trattazione più approfondita delle caratteristiche idrogeologiche dei siti.

3 CALCOLO IDRAULICO

3.1 Premessa

Il dimensionamento di un sistema di drenaggio si basa sulla valutazione delle portate di pioggia, che possono essere determinate con i seguenti metodi:

- metodo diretto che prevede l'elaborazione statistica delle portate registrate nelle stazioni di misura;
- metodo indiretto che consente la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sul bacino.

Nel caso in esame si utilizzerà il metodo indiretto poiché i dati di registrazione delle portate non sono disponibili.

Dunque occorre studiare la pluviometria dei vari bacini in esame per passare poi al calcolo delle portate.

Si è condotta l'analisi sullo studio pluviometrico applicando il metodo TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) così come sviluppato e applicato dallo studio "regional frequency analysis of extreme precipitation in Sicily, Italy" di Lo Conti et alri 2007.

3.2 Metodo TCEV

Tale metodo determina altezze di pioggia e intensità seguendo una logica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messo a punto dall'Università di Palermo. Esso si

basa su una metodologia espressa di seguito.

L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle precipitazioni di breve durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri denominati "outliers".

Infatti la distribuzione di frequenza empirica dei valori della variabile idrologica, riportati in carta probabilistica da Gumbel, mostra un andamento a gomito che testimonia l'esistenza di due distinte distribuzioni: una relativa ai valori più contenuti della variabile e l'altra relativa ai valori più alti.

Una corretta interpretazione statistica di tali valori straordinari è quella di considerarli appartenenti ad una popolazione diversa, legata ad una differente fenomenologia meteorologica, che deve essere riprodotta dalla legge di distribuzione di probabilità.

Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici è stata proposta la seguente legge di probabilità, denominata TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

L'equazione della curva di probabilità pluviometrica, secondo questo metodo, si ottiene attraverso la seguente espressione:

$$h_{d,T} = K_T \times \mu_d(d)$$

dove:

- $h_{d,T}$ è l'altezza di pioggia per un dato tempo d e un dato tempo di ritorno T ;
- K_T è il fattore di distribuzione di frequenza della probabilità;
- $\mu_d(d)$ è fattore di relazione tra la media teorica ed il tempo di pioggia;

Il metodo probabilistico TCEV, essendo una legge a quattro parametri ed a causa della notevole variabilità della stima dei parametri stessi con la dimensione campionaria, necessita una indagine di tipo regionale.

Si possono individuare tre livelli gerarchici:

1. nel primo la Sicilia si può ritenere una zona pluviometrica omogenea. I valori stimati per le variabili Λ^* e Θ^* son rispettivamente pari a 0.71 e 0.24.
2. nel secondo livello si individuano delle aree, dette sottozone pluviometriche omogenee; la Sicilia è stata suddivisa in 6 sottozone che sono sempre le stesse qualunque sia la durata in esame. Nella figura seguente si riportano le aree appartenenti alle zone individuate



Fig. 3.1 Zonizzazione TCEV Sicilia al secondo livello di regionalizzazione (Lo conti et al 2007)

In questo livello di regionalizzazione il metodo individua il valore di K_T che viene calcolato con la seguente espressione:

$$K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

Dove:

a e b sono due fattori dipendenti dalla zonizzazione proposta

T è il tempo di ritorno considerato.

Nella tabella seguente si riportano i valori delle variabili a e b per le zone siciliane.

	Zone				
	Z0-Z5	Z1	Z2	Z3	Z4
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tabella 3.1 valori delle variabili a e b nel secondo livello di regionalizzazione del metodo TCEV

Per il territorio siciliano la media teorica $\mu(d)$ coincide con la media campionaria m_c per cui nel terzo livello di regionalizzazione è stato individuato un criterio regionale per la stima di m_c .

Per ciascuna delle 172 stazioni pluviografiche siciliane, che vantano almeno 10 anni di funzionamento, la media m_c è esprimibile in funzione della durata t secondo la seguente legge omonima:

$$m_c = a t^n$$

Per ciascuna sezione pluviografica, i valori delle costanti a ed n della formula precedente sono tabellati.

Nelle figure seguenti si riportano le carte delle iso-a e iso-n relative al territorio regionale siciliano.

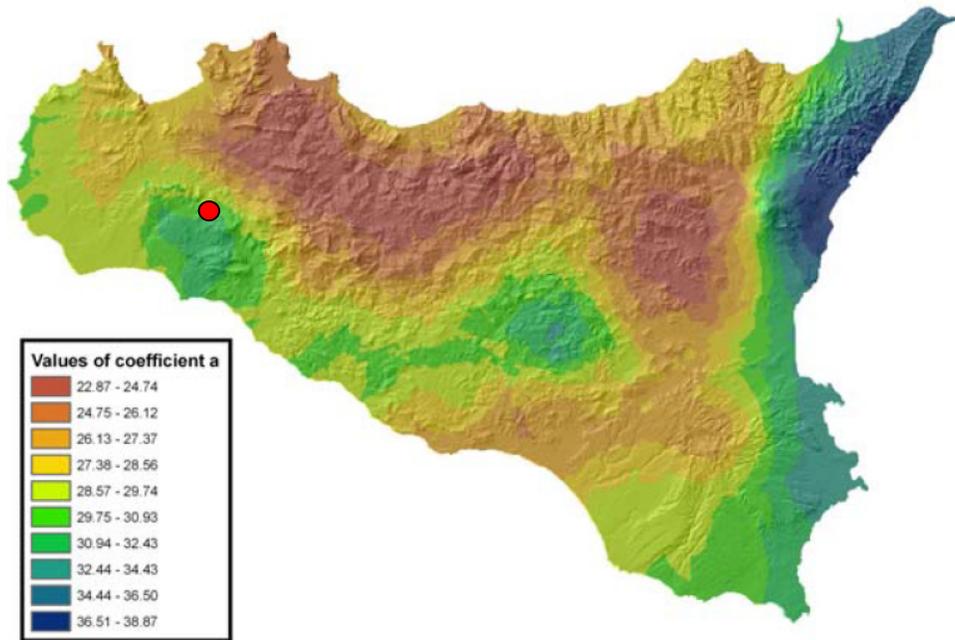


Fig. 3.2 Carta delle Iso-a per il territorio siciliano con individuazione progetto

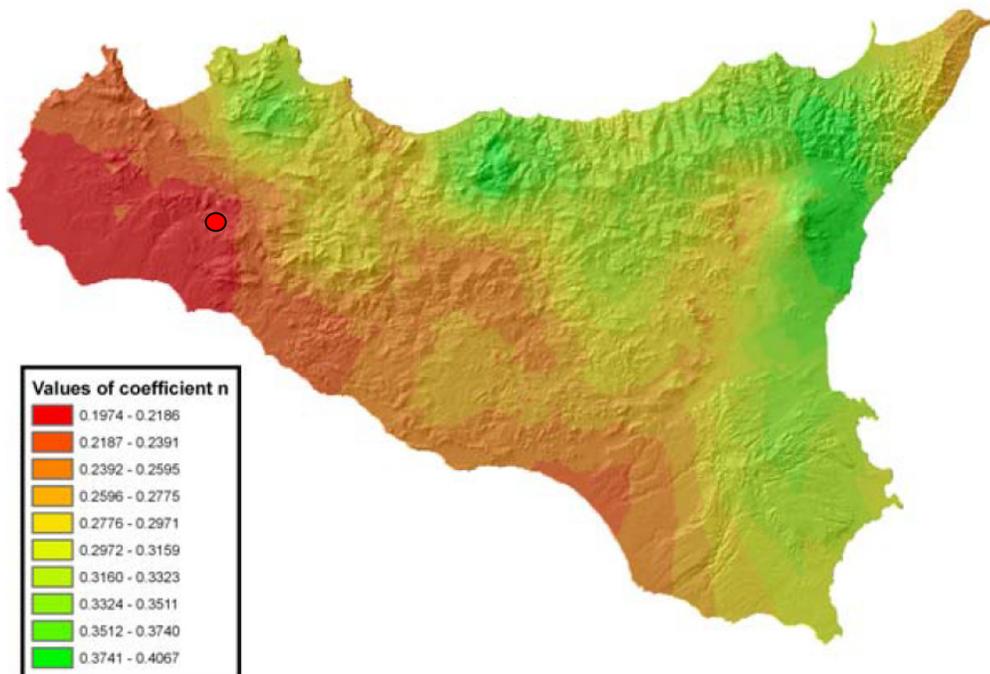


Fig. 3.3 Carta delle Iso-n per il territorio siciliano

Nel caso in esame sono stati utilizzati i dati relativi all'area interessata dal progetto, essi valgono:

$$a=30.34$$

$$n=0.208$$

In definitiva il metodo consente di determinare le altezze di pioggia e le relative intensità senza ricorrere ad elaborazioni dei dati di pioggia ma basandosi su criteri di regionalizzazione già messi a punto per la Sicilia dall'Università di Palermo.

3.3 Individuazione dei bacini idrografici

Relativamente agli interventi in progetto, attraverso lo studio della cartografia di riferimento (Carta Tecnica Regionale - scala 1:10.000) e l'osservazione diretta dei luoghi, supportata da rilievi topografici sono stati individuato i bacini idrografici naturali e sono stati suddivisi così come riportato nella tabella seguente.

ZONA	bacino	Area [mq]
Costiere	PECO 01	14.037
Costiere	PECO 02	6.954
Costiere	PECO 03	5.536
Costiere	PECO 04	12.541
Costiere	PECO 05	11.860
Poggio Carruba nuova	SA04.1	297.215
Poggio Carruba nuova	SA04.2	202.364
Poggio Carruba nuova	SA04.3	83.321
C/da Carruba vecchia	SA06.1	151.858
C/da Carruba vecchia	SA06.2	48.062
C/da Carruba vecchia	PECO 06	21.360
C/da Carruba vecchia	PECO 07	4.211

Tab. 3.1 Bacini scolanti e relative aree

- Si riportano in appendice le planimetrie con l'individuazione di tali bacini.

3.4 Portata di colmo

La valutazione della portata al colmo è stata eseguita attraverso l'applicazione della formula razionale di seguito riportata:

$$Q = \phi * i * S$$

In cui:

- ϕ : coefficiente di afflusso, che permette di valutare la portata netta che arriva alla sezione di chiusura e la cui espressione è (Gruppo Deflussi Urbani – AAVV 1997):

$$\phi = \varphi_{IMP} \cdot IMP + \varphi_{PERM} \cdot (1 - IMP)$$

Dove IMP rappresenta la frazione impermeabile del bacino e φ_{IMP} e φ_{PERM} i coefficienti di afflusso delle aree impermeabili e delle aree permeabili. Secondo lo studio AA.VV. del 1997 è possibile porre in relazione i coefficienti di afflusso φ_{IMP} e φ_{PERM} in funzione del tempo di ritorno della precipitazione considerata in seno al progetto, secondo la seguente tabella:

Tempo di ritorno in anni	φ_{PERM}	φ_{IMP}
< 2	0,00 – 0,15	0,60 – 0,75
2 – 10	0,10 – 0,25	0,65 – 0,80
> 10	0,15 – 0,30	0,70 – 0,90

Tabella 3.2 Valori dei coefficienti di afflusso delle aree impermeabili e permeabili a variare del tempo di ritorno della precipitazione di progetto.

1. i : intensità di pioggia. E' calcolata secondo i criteri di calcolo della TCEV,

riportati precedentemente. La durata della pioggia viene assunta pari al tempo di corrivazione (τ_c), infatti un evento di pioggia di tale durata e dato tempo di ritorno (T) produce una piena che è la massima possibile per quel tempo di ritorno.

2. S: superficie del bacino drenante.

Scelta dei tempi di ritorno

Il tempo di ritorno T associato ad un evento di piena rappresenta l'intervallo temporale entro cui l'evento stesso viene mediamente raggiunto o superato. Si possono prendere in considerazione i seguenti valori:

T = 10 anni (eventi ricorrenti – con alta frequenza)

T = 50 anni (eventi ricorrenti – con bassa frequenza)

T = 100 anni (eventi straordinari)

T = 300 anni (eventi eccezionalmente straordinari)

Si anticipa che le verifiche idrauliche saranno svolte con riferimento a T = 50 anni.

Il valore di 50 anni, apparentemente elevato, è legato alla vita utile dell'opera (almeno 30 anni). Si osservi, al riguardo, che la probabilità P di non superamento di un evento di tempo di ritorno T nell'arco di n anni di servizio di un'opera è pari a $100[1-(1/T)]^n$; pertanto, per T=50 anni e n = 30 si ha $P_{ns}=55\%$.

Tempo di corrivazione

Per la valutazione del tempo di corrivazione è stata utilizzata la formula di Kirpich:

$$\tau_c = 0,01947 * (L^{0,77}/p^{0,385})$$

In cui

- L è la distanza tra il punto idraulicamente più svantaggiato e la sezione di chiusura.
- p è la pendenza del tratto di lunghezza L (come anticipato si sceglie la pendenza maggiore in ciascun tratto).

Infine nel calcolo della portata di progetto Q_p si è considerata una porzione di aumento dovuta al trasporto solido delle acque pari al 20 % dei valori precedentemente calcolati.

Di seguito si riportano i valori dei parametri descritti precedentemente, relativamente a ciascun bacino.

Bacino PECO 01									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
157	15,00	0,096	2,36						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,04	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	15,48	35,08	891,93
calcolo portata di progetto									
ϕ_{Imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,01404	1,087	20	1,304		

Bacino PECO 02									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
100	10,00	0,100	1,64						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,03	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	14,35	32,51	1190,80
calcolo portata di progetto									
ϕ_{Imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,00695	0,719	20	0,863		

Bacino PECO 03

Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
230	30,00	0,130	2,81						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,05	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	16,05	36,37	777,02
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,00554	0,373	20	0,448		

Bacino PECO 04

Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
410	25,00	0,061	5,87						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,10	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	18,71	42,40	433,14
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,01254	0,472	20	0,566		

Bacino PECO 05

Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
235	50,00	0,213	2,37						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,04	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	15,49	35,09	890,29
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,01186	0,917	20	1,100		

Bacino SA04.1									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τc						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
870	140,00	0,161	7,22						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,12	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	19,53	44,26	368,03
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,20	0,28	0,29722	8,508	20	10,209		

Bacino SA04.2									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τc						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
870	135,00	0,155	7,32						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,12	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	19,59	44,39	363,97
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,20236	6,394	20	7,672		

Bacino SA04.3									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τc						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
620	125,00	0,202	5,10						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,08	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	18,17	41,17	484,69
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,08332	3,506	20	4,207		

Bacino SA06.1									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
567	100,00	0,176	5,01						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,08	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	18,10	41,02	491,37
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,15186	6,477	20	7,773		

Bacino SA06.2									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
567	70,00	0,123	5,75						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,10	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	18,63	42,21	440,74
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,04806	1,839	20	2,207		

Bacino PECO 06									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τ_c						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
220	50,00	0,227	2,19						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K_T	a	n	m_c	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,04	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	15,24	34,54	945,66
calcolo portata di progetto									
ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	IMP	ϕ	S	Q	T.S.	Q_{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,02136	1,753	20	2,104		

Bacino PECO 07									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	τc						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
147	30,00	0,204	1,67						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	K _T	a	n	m _c	h' _{i,T}	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,03	50	0,4485	0,5117	2,27	30,34	0,21	14,41	32,66	1170,22
calcolo portata di progetto									
φ _{imp}	φ _{perm}	IMP	φ	S	Q	T.S.	Q _{p1}		
-	-			[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]		
0,8	0,15	0,25	0,31	0,00421	0,428	20	0,513		

3.5 Dimensionamento canali a pelo libero

Il dimensionamento dei canali e delle sezioni dei tombini è stato effettuato in condizioni di moto uniforme tramite la seguente formula:

$$Q = \chi \Omega \sqrt{R i_f} \quad (1)$$

essendo:

Ω : sezione in metri quadrati ;

R : raggio idraulico in metri ;

i_f : pendenza del ramo;

χ : coefficiente di scabrezza, che nella versione di Gauckler-Strickler vale:

$$\chi = K_s R^{1/6} \quad (2)$$

essendo:

– K_s : coefficiente dimensionale di scabrezza;

– R : raggio idraulico in metri;

Combinando la (1) e la (2), si ottiene la ben nota formula di Gauckler-Strickler :

$$Q = K_s R^{2/3} i_f^{1/2} \Omega \quad (3)$$

Con la formula (3) si è costruita la scala delle portate per le sezioni in progetto. Si è scelta per ogni punto di progetto la sezione che permettesse il deflusso della portata di colmo con franco libero di almeno 5 cm o nelle sezioni circolari un grado di riempimento inferiore al 90%.

Nel capitolo seguente si riportano le tabelle di calcolo dei dimensionamenti.

4 PROGETTO DELLE OPERE

4.1 Cunette di scarico acque piovane

L'acqua pluviale scolante sulle strade e piazzole in progetto sarà raccolta e convogliata allo scarico tramite cunette in terra poste strategicamente all'interno delle aree servite.

Inoltre saranno realizzati dei fossi di guardia a monte delle opere che raccolgono l'eventuale acqua scolante di monte prima che queste possano intercettare le opere in progetto.

In generale le acque raccolte saranno avviate all'impluvio natura più vicino senza quindi alterare il percorso di scolo.

A partire dalle portate massime effluenti dai bacini individuati si sono calcolate le portate massime nelle cunette e nei tombini di progetto, suddividendo le portate in base all'effettivo percorso delle acque durante il deflusso.

Nella tabella seguente vengono riportate le portate massime calcolate per le opere in progetto.

ZONA	bacino	Area [mq]	Portata max di calcolo [mc/s]	Portata max cunetta [mc/s]	Portata max tombino [mc/s]
Costiere	PECO 01	14.037	1,304	1,043	1,304
Costiere	PECO 02	6.954	0,863	0,518	0,863
Costiere	PECO 03	5.536	0,448	0,448	0,448
Costiere	PECO 04	12.541	0,566	0,566	0,566
Costiere	PECO 05	11.860	1,100	0,880	1,100
Poggio Carruba nuova	SA04.1	297.215	10,209	Non presente	10,209
Poggio Carruba nuova	SA04.2	202.364	7,672	Non presente	7,672
Poggio Carruba nuova	SA04.3	83.321	4,207	Non presente	4,207
C/da Carruba vecchia	SA06.1	151.858	7,773	2,770	7,773
C/da Carruba vecchia	SA06.2	48.062	2,207	1.656	2,207
C/da Carruba vecchia	PECO 06	21.360	2,104	Non presente	2,104
C/da Carruba vecchia	PECO 07	4.211	0,513	0,250	0,513

Tabella 4.1 portate di progetto suddivise per i bacini scolanti

Le cunette in progetto avranno dimensione variabile in funzione del bacino scolante servito, le sezioni saranno a forma trapezia con fondo largo da 40 a 60 cm, altezza da 50 a 70 cm e pendenza delle scarpate 1:2.5.

Il progetto delle sezioni delle cunette è stato condotto in base alla massima portata calcolata suddividendo le zone con portata massima di 1.00 mc/s dove verrà utilizzata la cunetta tipo C1 e le aree con portare maggiori dove verrà utilizzata la cunetta tipo C3.

Nei calcoli seguenti si evidenzia la scala delle portate delle sezioni in progetto e il relativo grado di riempimento per le sezioni tipo C1, con fondo di larghezza di 40 cm ed altezza di 50 cm e C3 con fondo largo 60 cm e altezza di 70 cm.

I calcoli sono stati eseguiti per una pendenza minima del 2 %.

Scala delle portate									
Manufatto	Cunetta C1								
Sezione	Trapezia			Portata di progetto	Qp	1,000	mc/s		
Materiale	Terra								
Base	Lb	0,4	m						
Altezza	H	0,5	m						
Scarpa	m	2,5	0,4/1						
Scabrezza	γ	82	$m^{1/3}s^{-1}$						
Pendenza	i	0,02							
H	Lt	A	P'	P	R	K	Q	V	
m	m	mq		m	m		mc/s	m/s	
0,10	0,48	0,0440	1,0770	0,6154	0,0715	52,8278	0,0879	1,9977	
0,20	0,56	0,0960	1,0770	0,8308	0,1155	57,2280	0,2641	2,7511	
0,30	0,64	0,1560	1,0770	1,0462	0,1491	59,7123	0,5087	3,2608	
0,40	0,72	0,2240	1,0770	1,2616	0,1775	61,4752	0,8206	3,6633	
0,45	0,76	0,2610	1,0770	1,3693	0,1906	62,2065	1,0024	3,8408	
0,50	0,80	0,3000	1,0770	1,4770	0,2031	62,8689	1,2021	4,0070	

Scala delle portate									
Manufatto	Cunetta C3								
Sezione	Trapezia			Portata di progetto	Qp	2,700	mc/s		
Materiale	Terra								
Base	Lb	0,6	m						
Altezza	H	0,7	m						
Scarpa	m	2,5	0,4/1						
Scabrezza	γ	82	$m^{1/3}s^{-1}$						
Pendenza	i	0,02							
H	Lt	A	P'	P	R	K	Q	V	
m	m	mq		m	m		mc/s	m/s	
0,10	0,68	0,0640	1,0770	0,8154	0,0785	53,6556	0,1361	2,1259	
0,20	0,76	0,1360	1,0770	1,0308	0,1319	58,5069	0,4087	3,0054	
0,30	0,84	0,2160	1,0770	1,2462	0,1733	61,2290	0,7787	3,6050	
0,40	0,92	0,3040	1,0770	1,4616	0,2080	63,1180	1,2375	4,0709	
0,45	0,96	0,3510	1,0770	1,5693	0,2237	63,8870	1,4998	4,2729	
0,50	1,00	0,4000	1,0770	1,6770	0,2385	64,5754	1,7840	4,4601	
0,55	1,04	0,4510	1,0770	1,7847	0,2527	65,2000	2,0905	4,6352	
0,60	1,08	0,5040	1,0770	1,8924	0,2663	65,7731	2,4193	4,8003	
0,65	1,12	0,5590	1,0770	2,0001	0,2795	66,3039	2,7710	4,9571	
0,70	1,16	0,6160	1,0770	2,1078	0,2922	66,7991	3,1458	5,1069	

Nella tabella seguente si riportano le tipologie di cunette scelte per i bacini studiati.

ZONA	bacino	Area [mq]	Portata max cunetta [mc/s]	Tipologia cunetta
Costiere	PECO 01	14.037	1,043	C2
Costiere	PECO 02	6.954	0,518	C1
Costiere	PECO 03	5.536	0,448	C1
Costiere	PECO 04	12.541	0,566	C1
Costiere	PECO 05	11.860	0,880	C1
Poggio Carruba nuova	SA04.1	297.215	Non presente	
Poggio Carruba nuova	SA04.2	202.364	Non presente	
Poggio Carruba nuova	SA04.3	83.321	Non presente	
C/da Carruba vecchia	SA06.1	151.858	2,770	C2
C/da Carruba vecchia	SA06.2	48.062	1.656	C2
C/da Carruba vecchia	PECO 06	21.360	Non presente	
C/da Carruba vecchia	PECO 07	4.211	0,250	C1

4.2 Tombini attraversamento idraulico acque piovane

Le tubazioni per l'attraversamento intubato delle opere delle acque pluviali sono stati progettati in base alla massima portata scolante per ogni relativo bacino.

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo a sezione circolare in PEAD Corrugato o spiralato e avranno una pendenza minima del 5.00 % .

Nei calcoli seguenti si evidenzia la scala delle portate della sezione in progetto e il relativo grado di riempimento nel caso della portata massima di calcolo.

Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Q max	1,21	mc/s
Materiale	PEAD					
Diametro est.	De	0,63	m			
Diametro int.	Di	0,535	m			
Scabrezza	Ks	90	$m^{1/3}s^{-1}$			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,33	0,03	2,02	0,011	0,021	4,71
0,1	0,48	0,06	3,11	0,029	0,090	12,93
0,15	0,60	0,09	3,93	0,052	0,203	22,98
0,2	0,70	0,11	4,59	0,077	0,352	34,13
0,25	0,81	0,13	5,11	0,103	0,527	45,86
0,3	0,91	0,14	5,51	0,130	0,715	57,74
0,35	1,01	0,15	5,80	0,156	0,903	69,35
0,4	1,12	0,16	5,96	0,180	1,075	80,23
0,45	1,24	0,16	5,99	0,202	1,209	89,82
0,5	1,40	0,16	5,82	0,219	1,273	97,27

Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Q max	2,29	mc/s
Materiale	PEAD					
Diametro est.	De	0,80	m			
Diametro int.	Di	0,669	m			
Scabrezza	Ks	90	$m^{1/3}s^{-1}$			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,37	0,03	2,04	0,012	0,024	3,39
0,1	0,53	0,06	3,15	0,033	0,104	9,36
0,15	0,66	0,09	4,02	0,059	0,237	16,77
0,2	0,77	0,11	4,73	0,088	0,418	25,12
0,25	0,88	0,14	5,33	0,120	0,638	34,11
0,3	0,98	0,16	5,82	0,153	0,889	43,47
0,35	1,08	0,17	6,23	0,186	1,159	52,98
0,4	1,18	0,19	6,54	0,219	1,435	62,42
0,45	1,29	0,20	6,78	0,251	1,704	71,57
0,5	1,40	0,20	6,92	0,282	1,950	80,20
0,6	1,66	0,20	6,88	0,332	2,285	95
0,65	1,88	0,19	6,56	0,349	2,286	99,24

Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Q max	3,47	mc/s
Materiale	PEAD					
Diametro est.	De	1,00	m			
Diametro int.	Di	0,855	m			
Scabrezza	Ks	90	m ^{1/3} s ⁻¹			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,42	0,03	2,05	0,014	0,028	2,36
0,1	0,60	0,06	3,19	0,038	0,120	6,55
0,15	0,74	0,09	4,09	0,068	0,277	11,80
0,2	0,86	0,12	4,85	0,102	0,496	17,81
0,25	0,98	0,14	5,51	0,140	0,770	24,36
0,3	1,08	0,17	6,07	0,180	1,091	31,31
0,35	1,19	0,19	6,56	0,221	1,452	38,54
0,4	1,29	0,20	6,99	0,264	1,842	45,93
0,45	1,39	0,22	7,35	0,306	2,251	53,38
0,5	1,49	0,23	7,65	0,349	2,667	60,78
0,6	1,70	0,25	8,06	0,430	3,470	75
0,65	1,81	0,26	8,17	0,468	3,826	81,61
0,7	1,93	0,26	8,20	0,503	4,127	87,68
0,75	2,07	0,26	8,14	0,534	4,347	93,02
0,8	2,25	0,25	7,95	0,559	4,443	97,33
0,85	2,56	0,22	7,43	0,574	4,265	99,97

Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Qmax	13,52	mc/s
Materiale	PEAD Spiralato					
Diametro est.	De	1,50	m			
Diametro int.	Di	1,3	m			
Scabrezza	Ks	90	m ^{1/3} s ⁻¹			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,51	0,03	2,06	0,017	0,035	1,27
0,1	0,73	0,06	3,23	0,047	0,152	3,54
0,15	0,90	0,09	4,18	0,085	0,356	6,42
0,2	1,05	0,12	4,99	0,130	0,647	9,76
0,25	1,18	0,15	5,72	0,179	1,021	13,47
0,3	1,30	0,18	6,36	0,232	1,475	17,47
0,35	1,42	0,20	6,95	0,288	2,002	21,71
0,4	1,53	0,23	7,49	0,347	2,597	26,15
0,45	1,64	0,25	7,97	0,408	3,252	30,74
0,5	1,74	0,27	8,42	0,470	3,959	35,46
0,55	1,84	0,29	8,82	0,534	4,711	40
0,6	1,94	0,31	9,18	0,599	5,499	45,13
0,65	2,04	0,33	9,51	0,664	6,313	50,03
0,7	2,14	0,34	9,81	0,729	7,145	54,92
0,75	2,24	0,35	10,06	0,793	7,982	59,79
0,8	2,34	0,37	10,29	0,857	8,815	64,59
0,85	2,45	0,38	10,47	0,919	9,632	69,31
0,9	2,56	0,38	10,63	0,980	10,419	73,91
0,95	2,67	0,39	10,74	1,039	11,163	78,34
1	2,78	0,39	10,81	1,096	11,848	82,58
1,05	2,90	0,40	10,84	1,149	12,457	86,58
1,1	3,04	0,39	10,83	1,198	12,967	90,29
1,15	3,18	0,39	10,75	1,242	13,349	93,63
1,2	3,35	0,38	10,59	1,280	13,561	96,51
1,25	3,57	0,37	10,32	1,311	13,519	98,78

In base alle scale delle portate calcolate si sono scelti le seguenti tipologie di tubazioni da utilizzare.

ZONA	bacino	Area [mq]	Portata max tombino [mc/s]	Tipologia tubazione	Diametro nominale [mm]
Costiere	PECO 01	14.037	1,304	PEAD CRG	800
Costiere	PECO 02	6.954	0,863	PEAD CRG	630
Costiere	PECO 03	5.536	0,448	PEAD CRG	630
Costiere	PECO 04	12.541	0,566	PEAD CRG	630
Costiere	PECO 05	11.860	1,100	PEAD CRG	630
Poggio Carruba nuova	SA04.1	297.215	10,209	PEAD SPIR	1500
Poggio Carruba nuova	SA04.2	202.364	7,672	PEAD SPIR	1500
Poggio Carruba nuova	SA04.3	83.321	4,207	PEAD CRG	1000
C/da Carruba vecchia	SA06.1	151.858	7,773	PEAD SPIR	1500
C/da Carruba vecchia	SA06.2	48.062	2,207	PEAD CRG	800
C/da Carruba vecchia	PECO 06	21.360	2,104	PEAD CRG	800
C/da Carruba vecchia	PECO 07	4.211	0,513	PEAD CRG	630

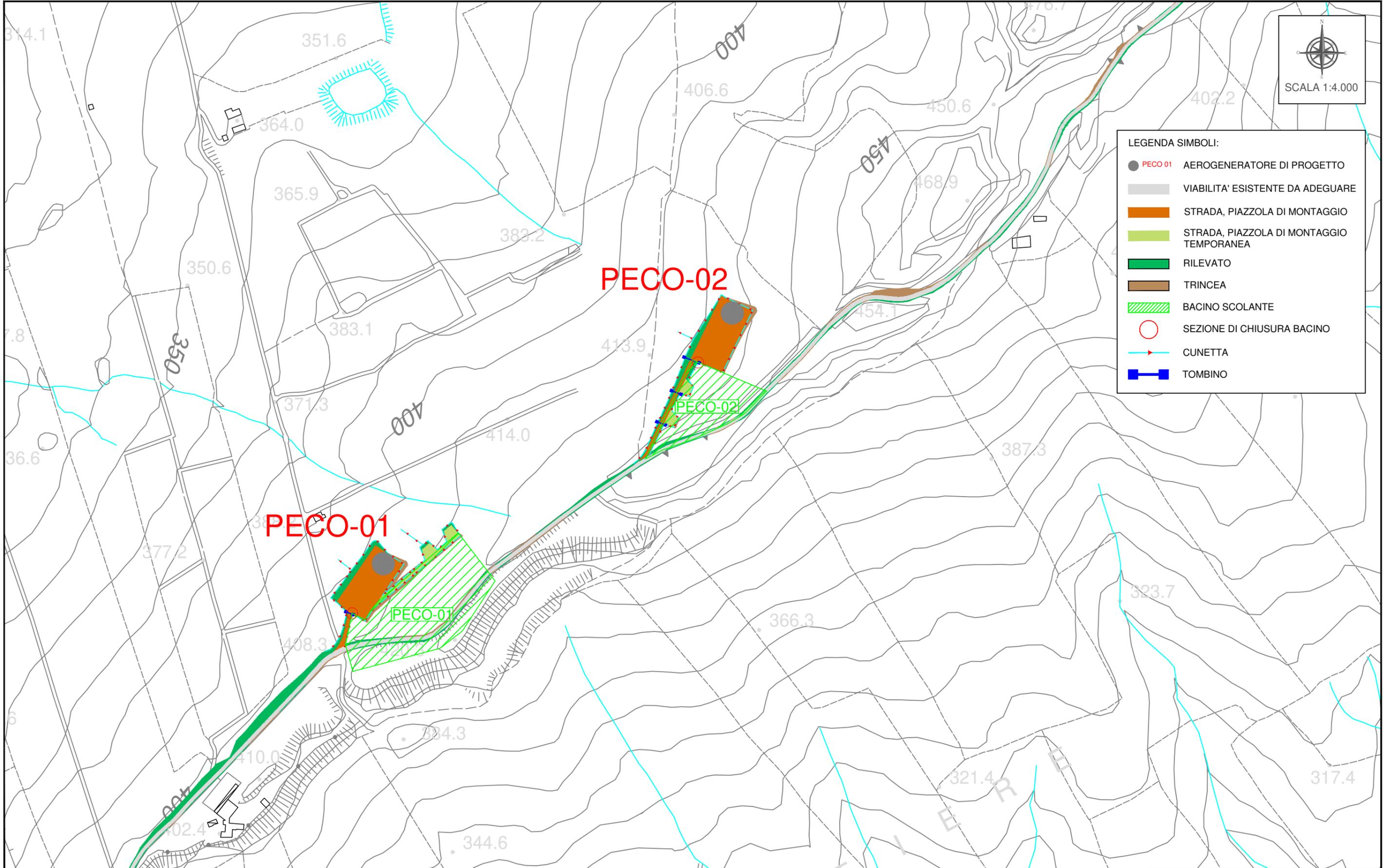
5 CONCLUSIONI

In merito agli elementi analizzati, come già precedentemente esposto, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica con effetti diretti sui manufatti e sulle aree interessate dalle opere.

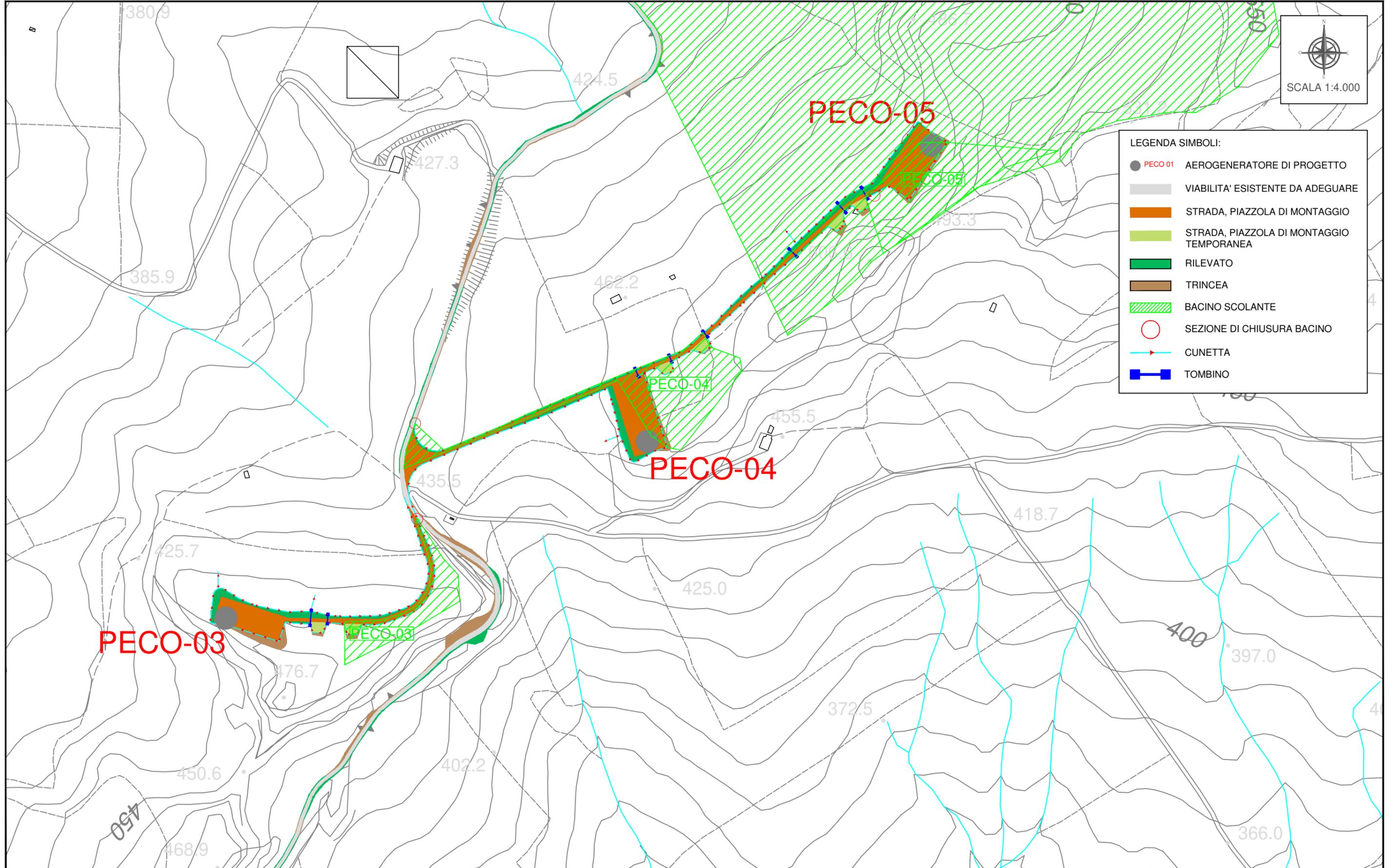
Al fine di evitare la concentrazione dei deflussi sarà utile parzializzare i recapiti finali dei deflussi dei bacini imbriferi individuati ricorrendo (ove possibile) a sistemi puntuali di smaltimento delle portate accumulate e ricorrere a sistemi di canalizzazione di tipo drenante e, ciò al fine di ridurre al minimo l'entità dei volumi potenzialmente veicolabili verso la viabilità esistente.

6 Allegato A Planimetrie dei bacini scolanti

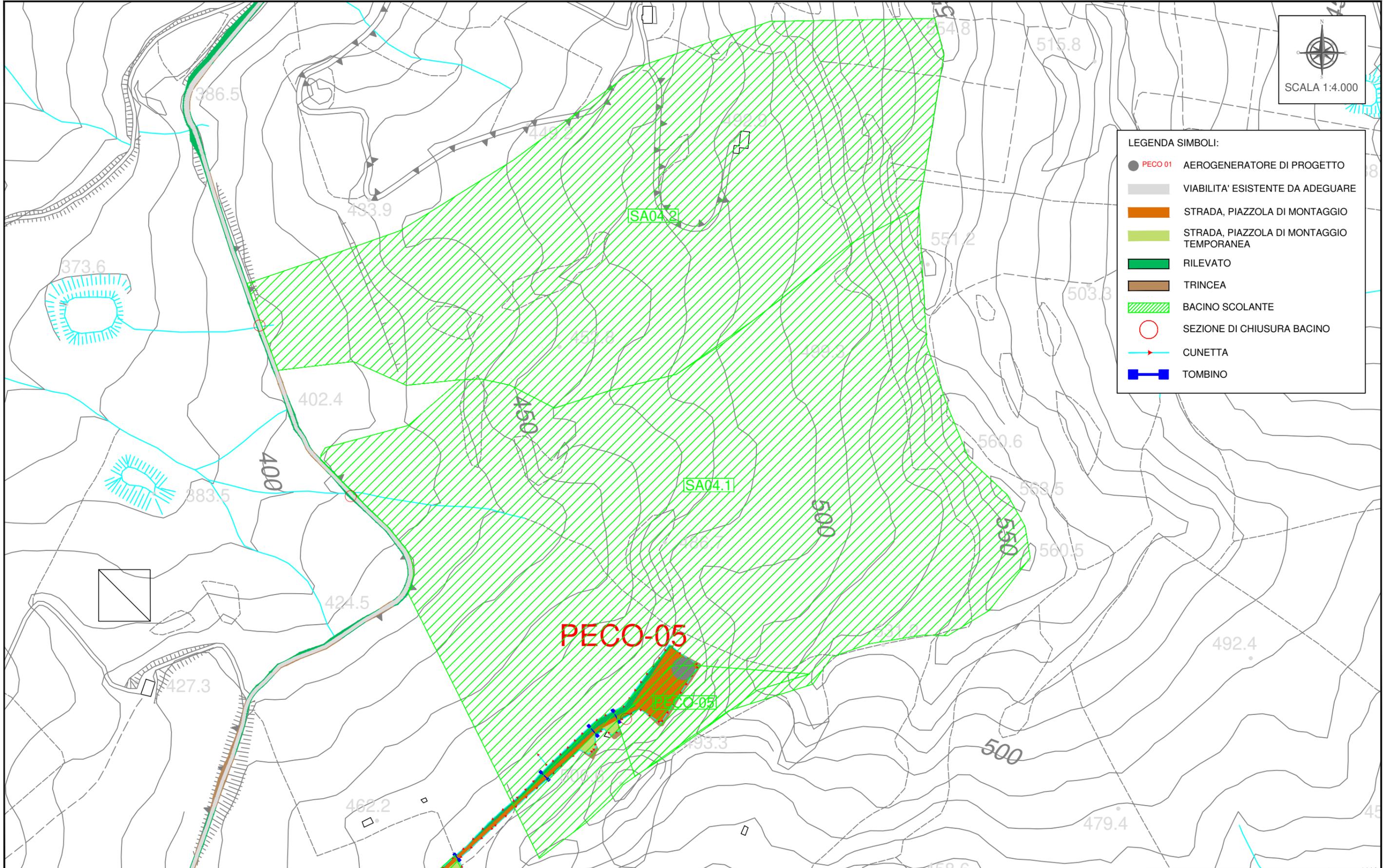
PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PECO 01 - PECO 02



PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PECO 03 - PECO 04 - PECO 05



PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PECO 05 - SA04.1 - SA04.2



PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PECO 06 - PECO 07 - SA04.3 - SA06.1 - SA06.2

