

Comune  
di Partanna



REGIONE  
SICILIANA



Comune  
di Castelvetro



COMMITTENTE:



**E.ON CLIMATE & RENEWABLES ITALIA S.R.L.**  
via A. Vespucci, 2 - 20124 Milano  
P.IVA/C.F. 06400370968  
pec: e.onclimateerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

## PARCO EOLICO SELINUS

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

**PESE-P-0003**

ID PROGETTO:	<b>PESE</b>	DISCIPLINA:	<b>P</b>	TIPOLOGIA:	<b>R</b>	FORMATO:	<b>A4</b>
--------------	-------------	-------------	----------	------------	----------	----------	-----------

TITOLO:

**Relazione di dimensionamento idraulico**

FOGLIO:

FILE:

**PESE-P-0003\_00.doc**

**Il Progettista:**

dott. ing. Riccardo Cangelosi



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	10/09/2018	PRIMA EMISSIONE	Cangelosi	Cangelosi	ECRI

---

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	12
3.4	Portata di colmo	13
3.5	Dimensionamento canali a pelo libero	19
4	PROGETTO DELLE OPERE .....	21
4.1	Cunetta di scarico acque piovane	21
4.2	Tombino attraversamento idraulico acque piovane	22
5	CONCLUSIONI .....	23
6	Allegato A Planimetrie dei bacini scolanti .....	24

## 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 9 turbine da realizzare nel territorio del comune di Partanna e del comune di Castelvetro denominato PESE.

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 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

L'impianto da realizzarsi è costituito da 9 generatori eolici e ricade all'interno dell'area delimitata: ad Ovest il Fiume Delia, ad Est il Fiume Modione, a Nord dall'altopiano di Santa Ninfa e a Sud dal Canale di Sicilia. (codice bacino Osservatorio Acque R 19 CC).

All'interno dell'area investigata i centri urbani più importanti sono: Castelvetro e Campobello di Mazara.

La piana costiera di Castelvetro-Campobello di Mazara ricade nelle seguenti tavolette a scala 1:25.000 della Carta d'Italia edite dall'I.G.M.I.: 265 I NE Valle Belice, 265 I NO Campobello di Mazara, 265 I SE Porto Palo, 265 I SO Selinunte, 265 IV NE Mazara del Vallo, 265 IV SE Torretta Granitola, 257 II SE Partanna, 257 II SO Castelvetro.

In generale la morfologia della piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è caratterizzata da vaste aree sub-pianeggianti, bordate da rilievi collinari, con pendenze che non superano il 20% e quote che variano da pochi metri, lungo la fascia costiera, a circa 250 m s.l.m., nelle porzioni più interne. La piana costiera è contraddistinta dalla presenza di una serie di terrazzi marini disposti in otto ordini (D'Angelo, Vernuccio, 1996). Tali terrazzi marini si rinvengono fino a quota 170 m s.l.m. e sono facilmente individuabili per la presenza di una serie di gradini morfologici alla cui sommità si rinvengono piattaforme di abrasione ricoperte talora da paleosuoli.

La fascia litoranea della piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è caratterizzata da ampie spiagge, prevalentemente sabbiose, in cui si sviluppano dune costiere con andamento parallelo alla costa. Si rinvengono, inoltre, alcune aree umide, oggi

parzialmente o totalmente prosciugate, conosciute localmente con il nome di “gorghi o margi” che rappresentano ecosistemi di notevole valore ambientale e sede talora di riserve naturali. Tali aree umide si rinvengono a sud della Foce del F. Arena e sono denominati “Lago Preola” e “Gorghi Tondi”. La loro genesi è legata a fenomeni di dissoluzione chimica dei gessi sottostanti, responsabili dello sprofondamento dei depositi calcarenitici soprastanti. Queste aree umide rivestono un ruolo importante nella circolazione idrica delle aree costiere in quanto regolano, in parte, i rapporti fra acque dolci e marine. La loro presenza, infatti, determina condizioni di equilibrio, in quanto l’acqua dolce che emerge in queste aree contrasta l’ingressione marina.

Nell’area vasta 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 nel settore occidentale risulta tormentato e caratterizzato da ampie e strette valli circondate da rilievi a differente andamento. Infatti, da un lato le litologie di tipo pseudocoerente, che sono rappresentate dai termini argillosi, dai trubi e dalle sabbie, affiorano in corrispondenza di rilievi sub-pianeggianti e dall’andamento dolce, dall’altro quelle coerenti, ovvero le litologie gessose e calcareo-marnose, danno luogo a rilievi molto più acclivi e dall’andamento accidentato.

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

- una zona nella quale affiorano i complessi Calcarenitico-sabbiosi plioleistoceni, caratterizzati da ampie pianure sub-pianeggianti;
- una zona nella quale affiorano i trubi, i termini argillosi e sabbiosi plioceni e

---

miocenici, caratterizzata da rilievi collinari a morfologia arrotondata con versanti da poco a mediamente acclivi;

□ una zona in cui affiorano i termini gessosi e calcareo-marnosi, caratterizzata da rilievi acclivi a morfologia piuttosto accidentata, con frequenti rotture di pendenza e generalmente stabili;

□ una zona di fondovalle dove affiorano i termini alluvionali caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie.

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.

In generale, le condizioni di stabilità in corrispondenza degli aereogeneratori, della stazione elettrica e del cavidotto, sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dalla quasi totale mancanza di una rete idrografica superficiale che è da mettere in relazione alla notevole permeabilità dei depositi marini che favorisce l'infiltrazione delle acque piovane sottraendole al deflusso superficiale.

L'area vasta è, invece, drenata dal Fiume Belice ad Est-Sudest e dal Fiume Modione a

Nordovest. Il primo presenta una vallata ampia ad U dove scorre spesso con caratteristiche meandriche, il secondo, invece, scorre in una valle stretta e molto incisa.

Passando, invece, all'area direttamente interessata dal progetto non si individua un reticolo idrografico sviluppato ma è presente solo un corso d'acqua di rilievo (Torrente di Covotta) e due modestissimi impluvi (Fosso Vallesecco e Vallone San Martino). Il primo si presenta fortemente inciso, con valle a V molto stretta ed una discreta attività erosiva, anche se non si individuano elementi geodinamici attivi e l'habitus geomorfologico delle sponde è caratterizzato da condizioni di assoluta stabilità. I secondi sono impluvi poco incisi e di scarsissimo valore idrologico.

Per un approfondimento di carattere geologico si rimanda alla relativa relazione geologica allegata al presente progetto.

### 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.

#### 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.

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
2. nel secondo livello si individuano delle aree, dette sottozone pluviometriche omogenee; la Sicilia è stata suddivisa in tre sottozone che sono sempre le stesse qualunque sia la durata in esame:
  - A-sottozona Ovest
  - B- sottozona Nord Est

- C- sottozona Sud Est

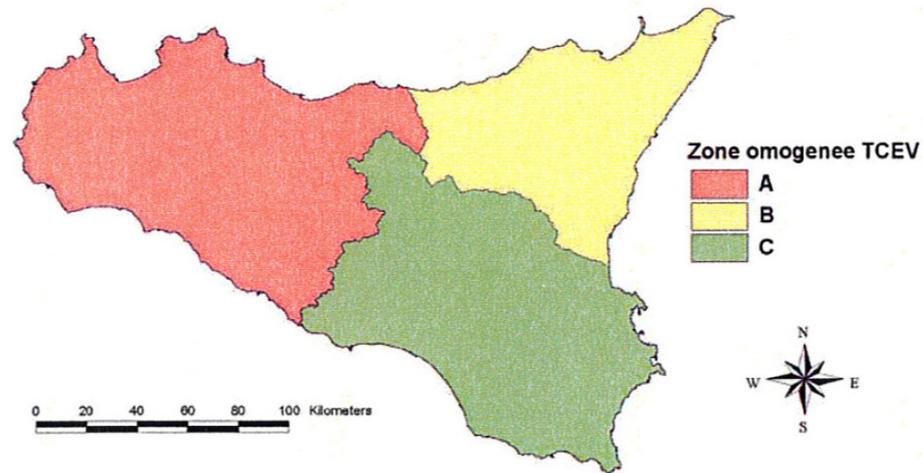


Fig. 3.1 Zonizzazione TCEV sicilia

In ciascuna sottozona e per valori di tempo di ritorno  $T \geq 10$  anni sono state ottenute le seguenti espressioni approssimate:

$$\text{Sottozona A: } h'_{t,T} = 0,5391 - 0,001635 t + (0,000221 t^2 + 0,00117 t + 0,9966) \text{ Log } T$$

$$\text{Sottozona B: } h'_{t,T} = 0,5135 - 0,002264 t + (0,000198 t^2 + 0,00329 t + 1,0508) \text{ Log } T$$

$$\text{Sottozona C: } h'_{t,T} = 0,5015 - 0,003516 t + (0,000372 t^2 + 0,00102 t + 1,1014) \text{ Log } T$$

in cui  $h'_{t,T}$  è il valore dell'altezza di pioggia  $h_{t,T}$  di fissata durata  $t$  e tempo di ritorno rapportata alla media  $\mu$  della TCEV.

L'equazione della curva di probabilità pluviometrica si ottiene moltiplicando ciascuna delle espressioni precedenti,  $h'_{t,T}$ , per la legge di variazione della media con la durata:

$$h_{t,T} = h'_{t,T} * \mu(t)$$

Per il territorio siciliano la media teorica  $\mu$  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.

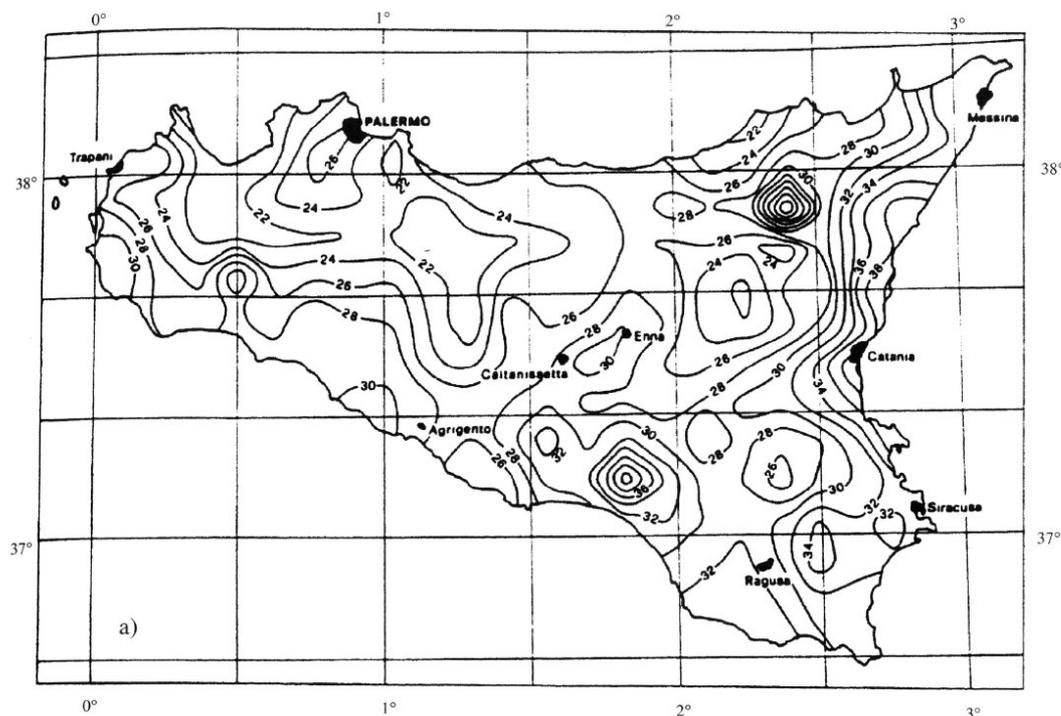


Fig. 3.2 Carta delle Iso-a per il territorio siciliano

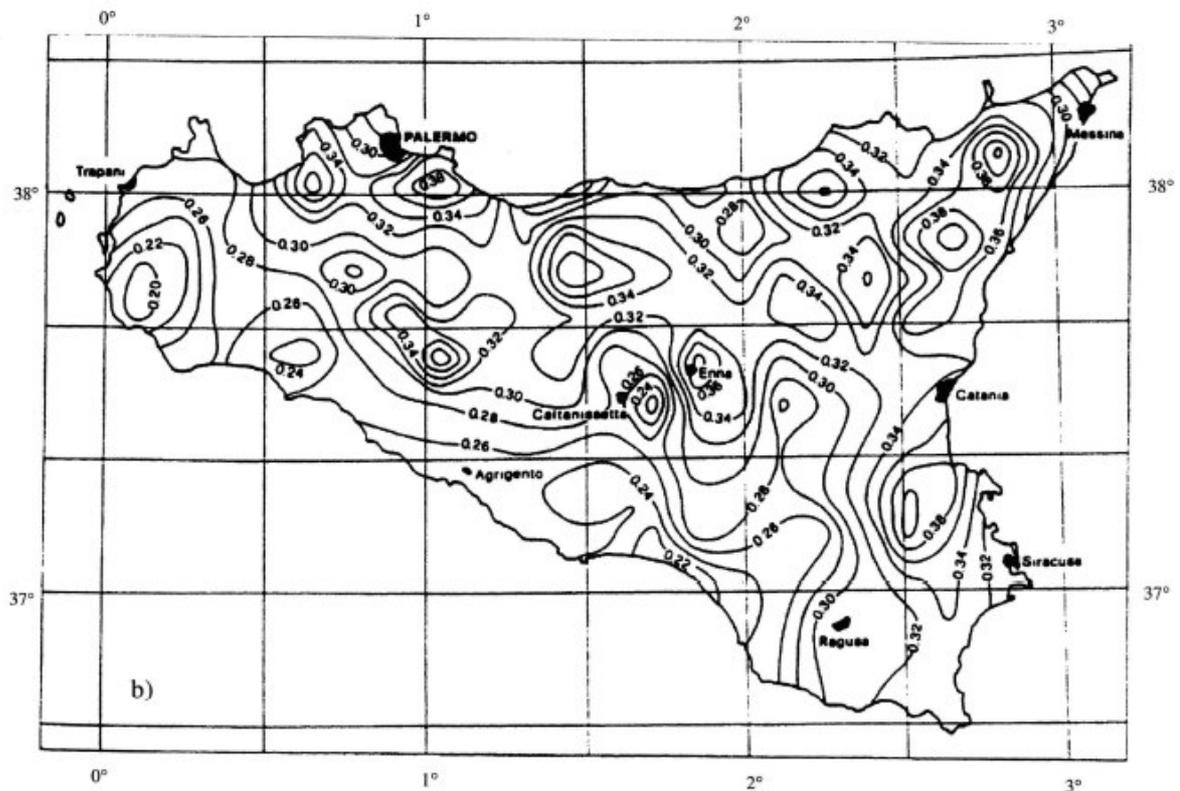


Fig. 3.3 Carta delle Iso-n per il territorio siciliano

Nel caso in esame sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione di Castelvetro, essi valgono:

$$a=31$$

$$n=0.21$$

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 individuati i bacini idrografici naturali e sono stati suddivisi così come riportato nella tabella seguente.

Bacino	sottobacino	Area [mq]
<b>PESE 01</b>		
	PESE 01.1	16.535
	PESE 01.2	10.530
<b>PESE 02</b>		11.578
<b>PESE 03</b>		7.458
<b>PESE 04</b>		21.710
<b>PESE 05</b>		
	PESE 05.1	6.322
	PESE 05.2	13.844
	PESE 05.3	24.845
<b>PESE 06</b>		5.745
<b>PESE 07</b>		27.511
<b>PESE 08</b>		3.267
<b>PESE 09</b>		3.987

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:

1.  $\phi$ : coefficiente di afflusso, che permette di valutare la portata netta che arriva alla sezione di chiusura e la cui espressione è  $\phi = \phi_{100} (T/100)^{0,20}$ .  $\phi_{100}$  è il coefficiente di afflusso relativo a 100 anni il cui valore varia al variare della permeabilità del terreno e della densità della vegetazione presente, secondo una scala elaborata da Lotti. In questo caso si è scelto il valore di 0,50 relativo ad un terreno debolmente impermeabile e ad una bassa densità di copertura vegetale.
2.  $i$ : 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 ( $\tau_c$ ), 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.
3.  $S$ : 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 50 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 si ha P=37%.

### **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 (coincide con la lunghezza del fosso di guardia o della cunetta in ciascun tratto).
- p è la pendenza del tratto di lunghezza L (come anticipato si sceglie la pendenza maggiore in ciascun tratto stradale).

Infine nel calcolo della portata di progetto Qp 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 PESE 01.1							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau_c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
<b>635</b>	<b>10,00</b>	<b>0,016</b>	13,85				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,23	<b>50,00</b>	2,23	31,00	0,21	22,79	50,87	220,31
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,01654	0,440	20	<b>0,529</b>		

Bacino PESE 01.2							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau_c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
<b>420</b>	<b>5,00</b>	<b>0,012</b>	11,22				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,19	<b>50,00</b>	2,23	31,00	0,21	21,80	48,67	260,18
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,01053	0,331	20	<b>0,398</b>		

Bacino PESE 02							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau_c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
<b>280</b>	<b>6,00</b>	<b>0,021</b>	6,55				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,11	<b>50,00</b>	2,23	31,00	0,21	19,47	43,46	398,13
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,01158	0,557	20	<b>0,669</b>		

Bacino PESE 03							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau_c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
360	12,00	0,033	6,71				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,11	50,00	2,23	31,00	0,21	19,57	43,68	390,84
$\Phi_{100}$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,00746	0,352	20	0,423		

Bacino PESE 04							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau_c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
352	13,00	0,037	6,34				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,11	50,00	2,23	31,00	0,21	19,33	43,16	408,77
$\Phi_{100}$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,02171	1,073	20	1,288		

Bacino PESE 05.1							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau_c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
177	5,00	0,028	4,14				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,07	50,00	2,23	31,00	0,21	17,68	39,46	572,38
$\Phi_{100}$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,00632	0,438	20	0,525		

Bacino PESE 05.2							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
218	5,00	0,023	5,26				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,09	50,00	2,23	31,00	0,21	18,60	41,51	473,29
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,01384	0,792	20	0,951		

Bacino PESE 05.3							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
320	15,00	0,047	5,37				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,09	50,00	2,23	31,00	0,21	18,67	41,69	465,74
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,02485	1,399	20	1,679		

Bacino PESE 06							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
187	8,00	0,043	3,68				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,06	50,00	2,23	31,00	0,21	17,25	38,50	628,05
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,00575	0,436	20	0,524		

Bacino PESE 07							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
385	30,00	0,078	5,09				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,08	50,00	2,23	31,00	0,21	18,47	41,22	485,76
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,02751	1,616	20	1,939		

Bacino PESE 08							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
115	20,00	0,174	1,47				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,02	50,00	2,23	31,00	0,21	14,23	31,78	1293,24
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,00327	0,511	20	0,613		

Bacino PESE 09							
Tabella di calcolo portata di progetto							
L	Disl	p	$\tau c$				
[m]	[m]	[-]	[minuti]				
180	11,00	0,061	3,11				
t	T	$h'_{t,T}$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,05	50,00	2,23	31,00	0,21	16,65	37,18	716,43
$\Phi 100$	$\Phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,5	0,44	0,00399	0,345	20	0,414		

### 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:

$\Omega$  : sezione in metri quadrati ;

R : raggio idraulico in metri ;

$i_f$ : pendenza del ramo;

$\chi$  : 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 Cunetta 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 ai bordi delle opere.

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 strade in progetto.

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.

Bacino	sottobacino	Area	Portata massima effluente	Portata massima cunetta	Portata massima tombino
		mq	mc/s	mc/s	mc/s
<b>PESE 01</b>					
	PESE 01.1	26.535	0,529	0,529	non presente
	PESE 01.2	10.530	0,398	0,398	0,199
<b>PESE 02</b>		11.578	0,669	0,669	non presente
<b>PESE 03</b>		7.458	0,423	0,212	non presente
<b>PESE 04</b>		21.710	1,288	1,288	0,644
<b>PESE 05</b>					
	PESE 05.1	6.322	0,525	0,525	non presente
	PESE 05.2	13.844	0,951	0,476	0,476
	PESE 05.3	24.845	1,679	0,840	0,560
<b>PESE 06</b>		5.745	0,524	0,524	0,262
<b>PESE 07</b>		27.511	1,939	0,970	0,970
<b>PESE 08</b>		3.267	0,613	0,613	non presente
<b>PESE 09</b>		3.987	0,414	0,414	non presente

Tabella 4.1 portate di progetto suddivise per i bacini scolanti

Il progetto delle sezioni delle cunette è stato condotto in base alla massima portata calcolata per tutti i bacini.

Dai calcoli effettuati si evidenzia che le cunette in progetto riusciranno a far defluire l'acqua prevista con il franco richiesto.

La cunetta avrà sezione trapezia con fondo largo 40 cm, altezza di 50 cm e pendenza delle scarpate 1:2.5.

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

Scala delle portate									
Manufatto	Cunetta								
Sezione	Trapezia			Portata di progetto	Qp	1,288	mc/s		
Materiale	Terra								
Base	Lb	0,4	m						
Altezza	H	0,5	m						
Scarpa	m	2,5	0,4/1						
Scabrezza	$\gamma$	82	$m^{1/3}s^{-1}$						
Pendenza	i	0,04							
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	0,1243	2,8251	
0,20	0,56	0,0960	1,0770	0,8308	0,1155	57,2280	0,3735	3,8907	
0,30	0,64	0,1560	1,0770	1,0462	0,1491	59,7123	0,7194	4,6115	
0,40	0,72	0,2240	1,0770	1,2616	0,1775	61,4752	1,1605	5,1807	
0,43	0,74	0,2460	1,0770	1,3262	0,1855	61,9233	1,3118	5,3334	
0,50	0,80	0,3000	1,0770	1,4770	0,2031	62,8689	1,7000	5,6667	

## 4.2 Tombino attraversamento idraulico acque piovane

La tubazione per l'attraversamento delle opere delle acque pluviale è stata progettata in base alla massima portata scolante per tutti i bacini.

La tubazione sarà del tipo circolare in PEAD Corrugato DN 800 avrà 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 di calcolo.

Sezione	Circolare			Qp	=	Q <sub>p4</sub>
Materiale	PEAD					
Diametro est.	De	0,80	m			
Diametro int.	Di	0,669	m			
Scabrezza	Ks	90	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>			
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

## 5 CONCLUSIONI

In merito agli elementi puntuali del parco eolico, come già precedentemente esposto, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica con effetti diretti sui manufatti.

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.

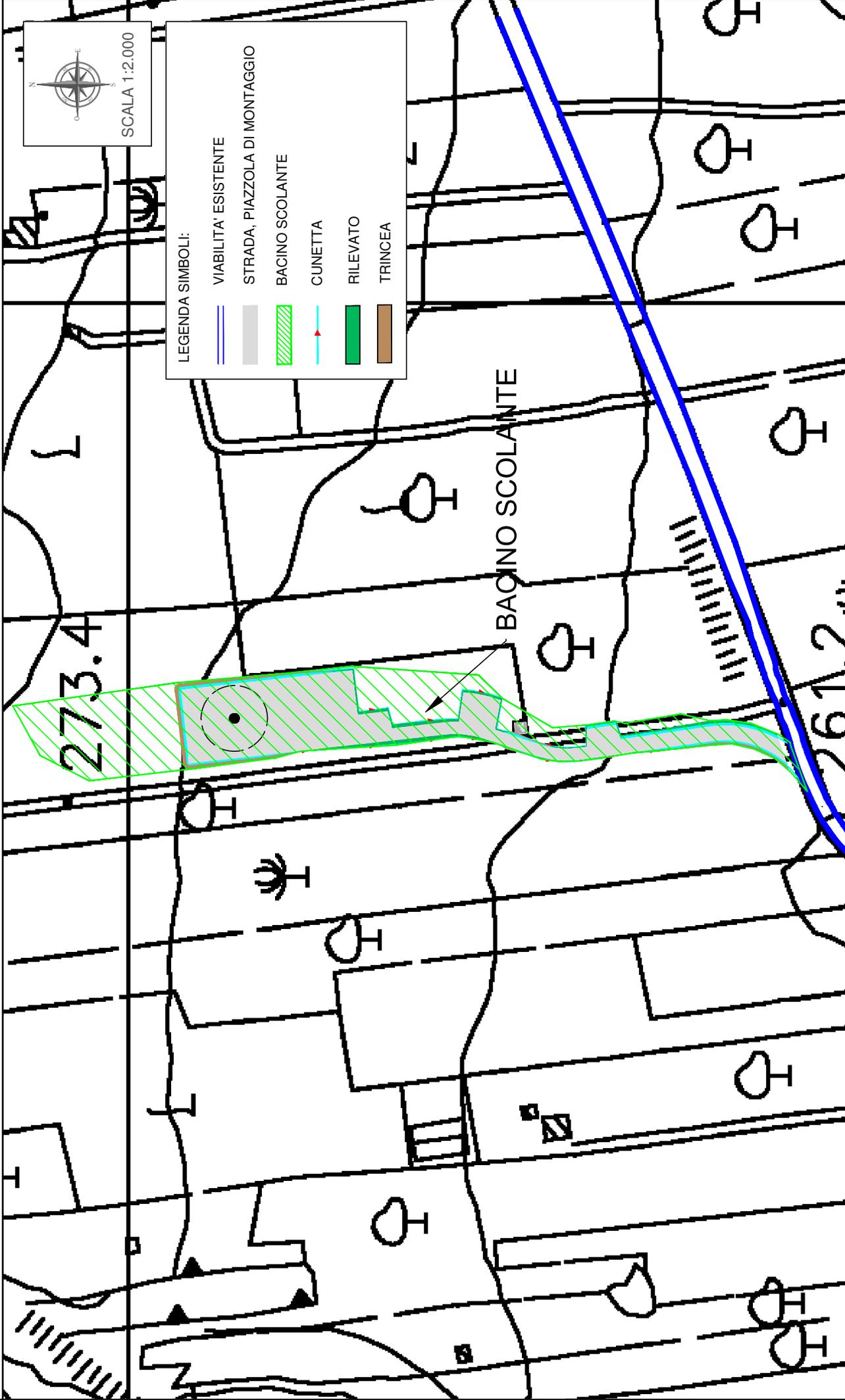
## **6 Allegato A Planimetrie dei bacini scolanti**

PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 01

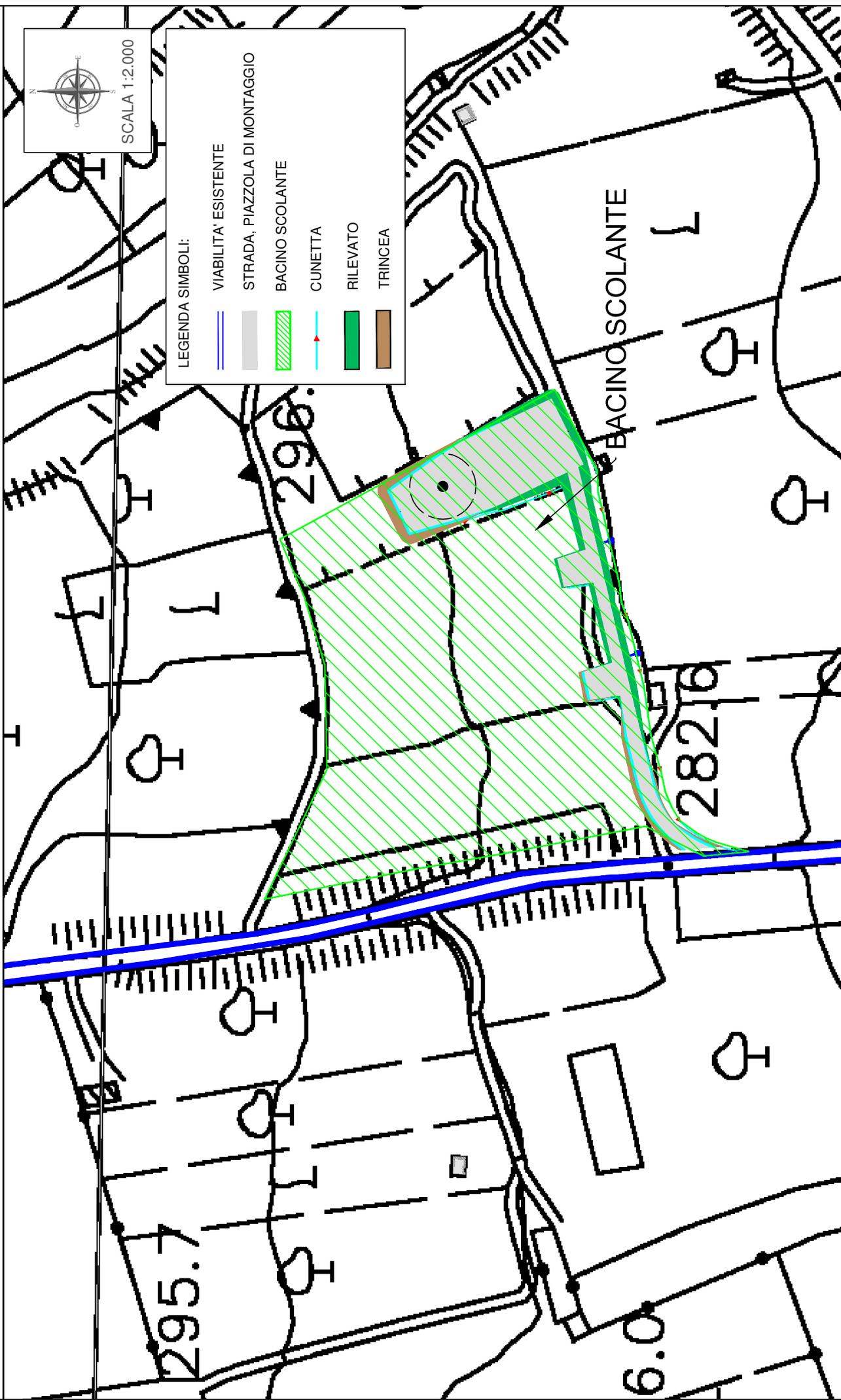




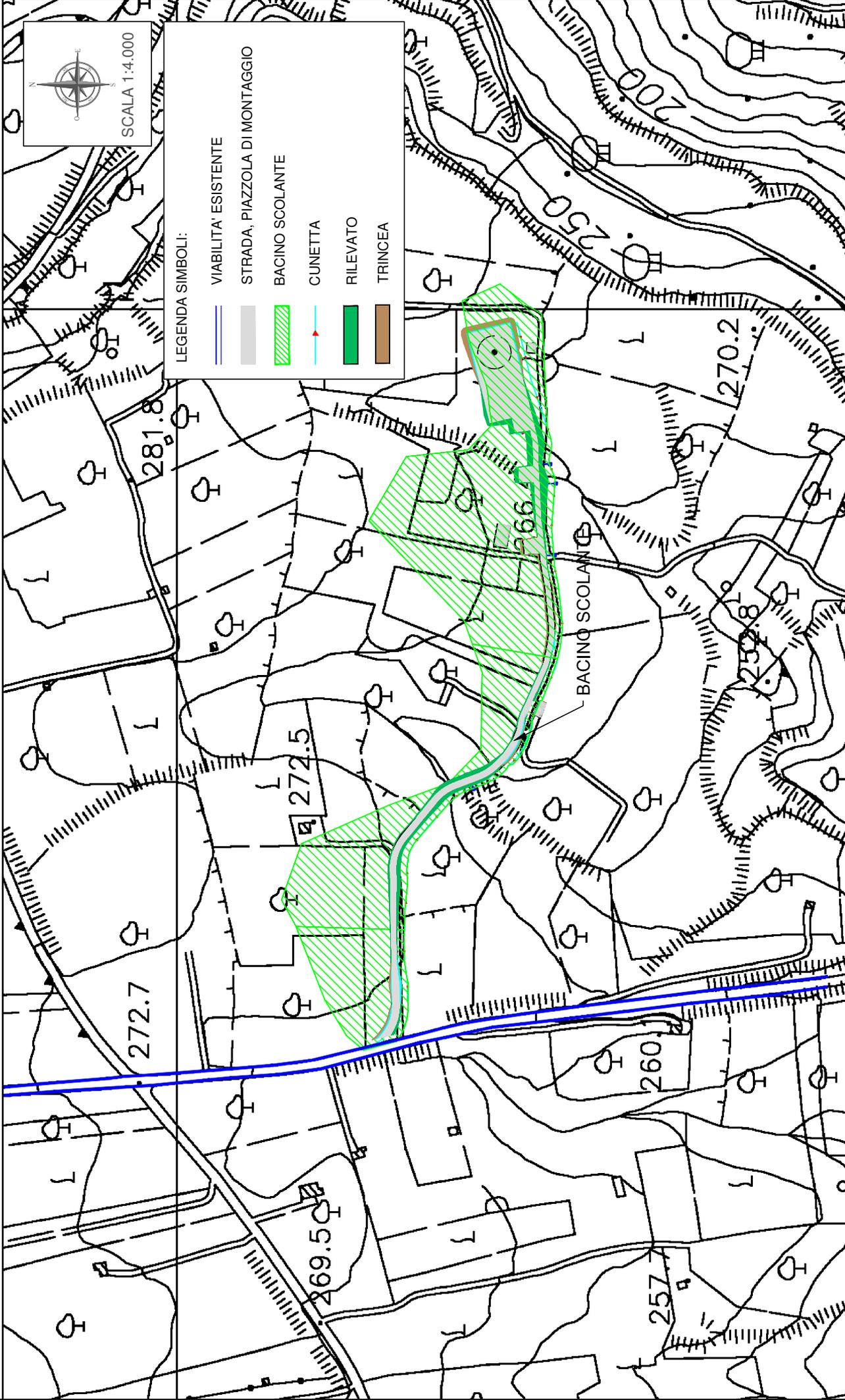
PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 03



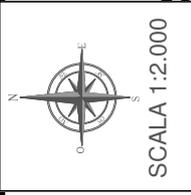
PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 04



PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 05

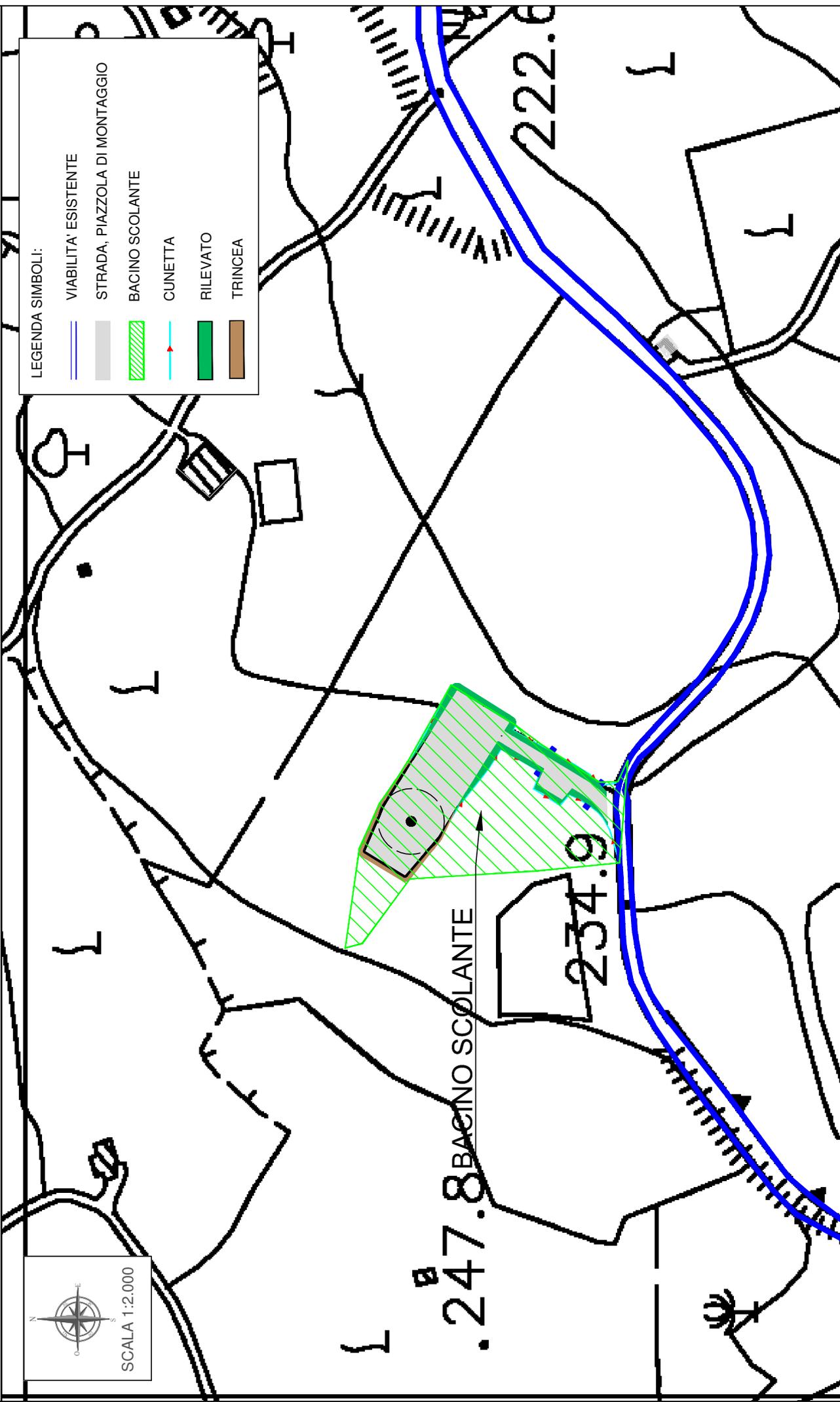


PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 06

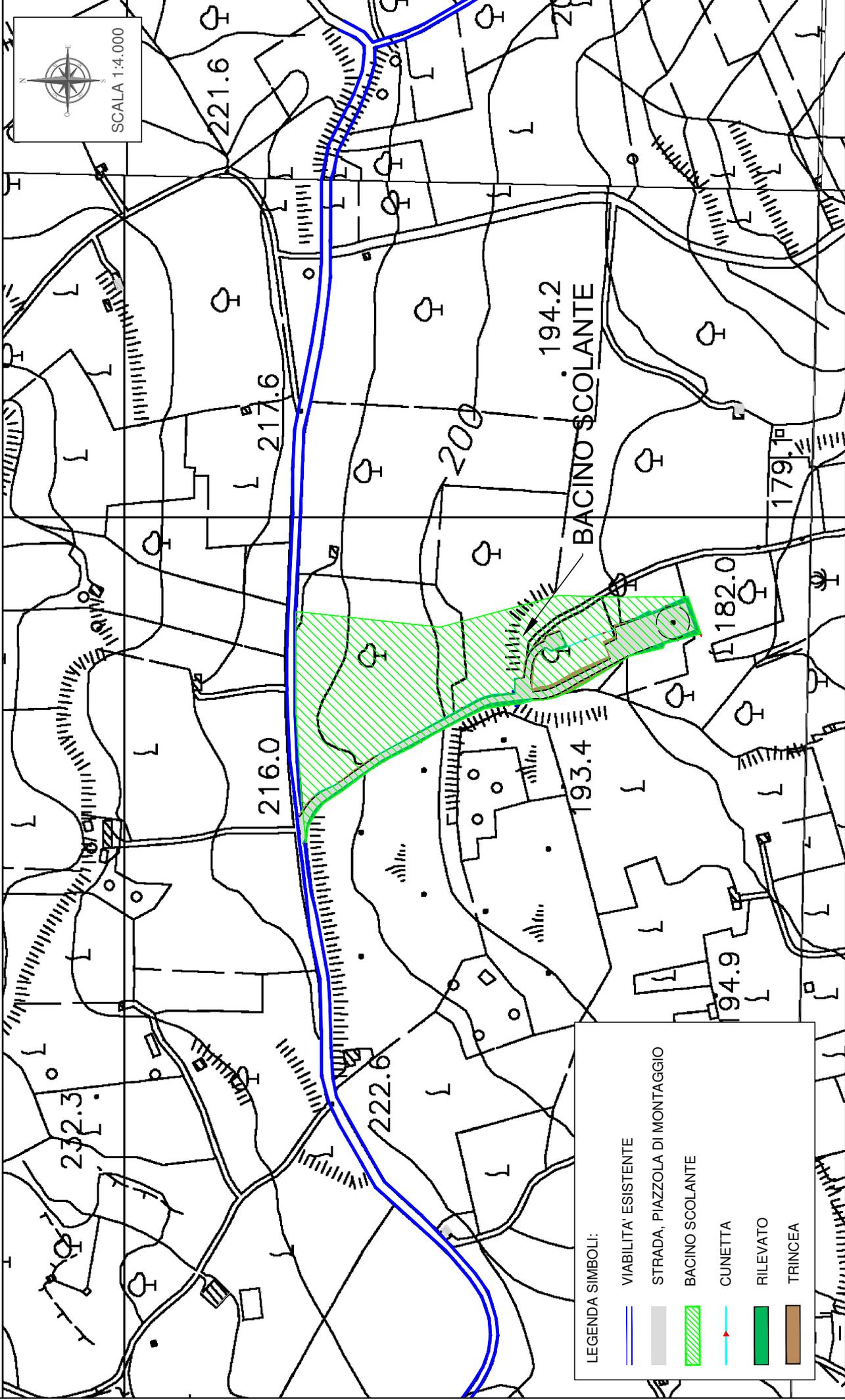


LEGENDA SIMBOLI:

	VIABILITA' ESISTENTE
	STRADA, PIAZZOLA DI MONTAGGIO
	BACINO SCOLANTE
	CUNETTA
	RILEVATO
	TRINCEA



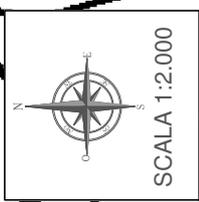
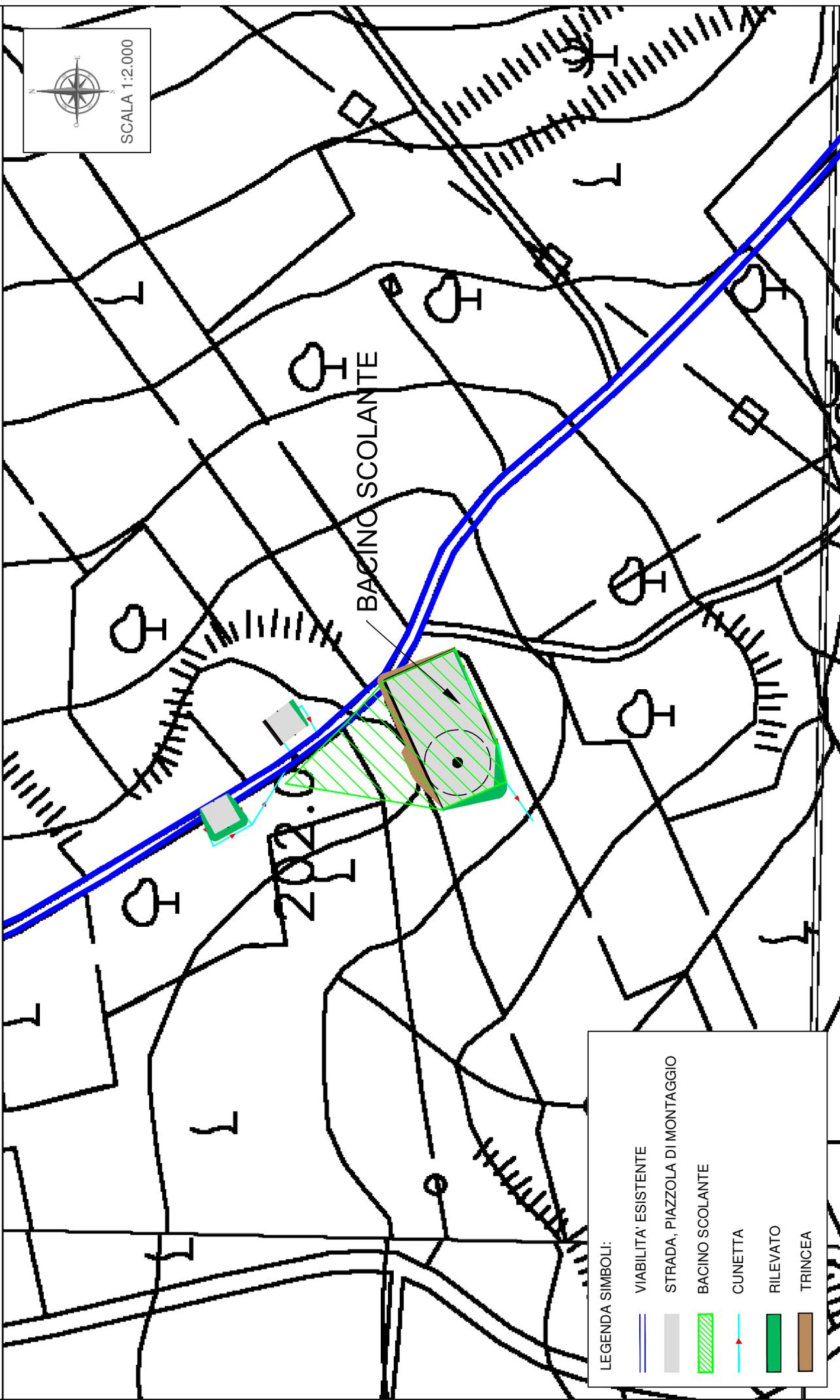
PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 07



LEGENDA SIMBOLI:

- VIABILITA' ESISTENTE
- STRADA, PIAZZOLA DI MONTAGGIO
- BACINO SCOLANTE
- CUNETTA
- RILEVATO
- TRINCEA

PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 08



LEGENDA SIMBOLI:

	VIABILITA' ESISTENTE
	STRADA, PIAZZOLA DI MONTAGGIO
	BACINO SCOLANTE
	CUNETTA
	RILEVATO
	TRINCEA

PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - PESE 09

