

## COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE

PROGETTO DI:

**CO22 - PROGETTO DI MANDORLETO SPERIMENTALE A  
MECCANIZZAZIONE INTEGRALE E A GESTIONE DI PRECISIONE,  
CON POSSIBILITÀ DI RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE  
TRAMITE MODULO SPERIMENTALE DESERT, CONSOCIATO CON  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
LOCALITA' MASS. VIGLIONE S.N.C.,  
SANTERAMO IN COLLE (BA)**

COMMITTENTE:

**ASP Viglione S.r.l.  
Via Padre Pio n°8, 70020 Cassano delle Murge (BA)**

DATI CATASTALI

Foglio 108, P.lle 64, 311, 313, 315, 317, 318, 319, 321, 322, 324, 325, 342, 343, 403, 534, 608, 702,  
703, 704, 316, 341.

Opere di connessione : Fg. 108 p.lle 519,611, Fg.103 p.lle 544,545,546,547 ( ex p.lle 308 e 310), 328,  
473, 474, 80

Comune di Matera foglio 19 p.la 13

ELABORATO:

## STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA

DATA:

OTTOBRE 2019

IL TECNICO:



*Indice*

<b>1</b>	<b><i>PREMESSA</i></b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b><i>UBICAZIONE GEOGRAFICA E INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</i></b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b><i>MORFOLOGIA E CARATTERIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA</i></b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b><i>CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFICI</i></b> .....	<b>6</b>
	4.1 Rocce porose ma impermeabili .....	6
	4.2 Rocce permeabili per porosità interstiziale.....	6
	4.3 Rocce permeabili per fessurazione e carsismo .....	7
	4.4 Idrografia e PAI.....	7
<b>5</b>	<b><i>CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA</i></b> .....	<b>10</b>
	5.1 Calcolo del tempo di corrivazione.....	11
	5.2 Coefficiente di deflusso .....	12
	5.3 Calcolo dell'altezza di pioggia critica e Portata di massima piena .....	13
	5.4 Il codice di calcolo del programma Hec-Ras.....	19
<b>6</b>	<b><i>ANALISI IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE CON HEC-RAS</i></b> .....	<b>20</b>
<b>7</b>	<b><i>CONCLUSIONI</i></b> .....	<b>32</b>
<b>8</b>	<b><i>ALLEGATI</i></b> .....	<b>34</b>

- Stralcio cartografia PAI - Scala 1:10.000 - fig. 4.1;

## 1 PREMESSA

La presente relazione riguarda la verifica di compatibilità idrologico-idraulica relativa al "CO22- PROGETTO DI MANDORLETO SPERIMENTALE A MECCANIZZAZIONE INTEGRALE E A GESTIONE DI PRECISIONE, CON POSSIBILITÀ DI RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE TRAMITE MODULO SPERIMENTALE DESERT, CONSOCIATO CON IMPIANTO FOTOVOLTAICO, località Mass. Viglione s.n.c., Santeramo in Colle (BA)", secondo quanto richiesto delle Norme Tecniche di Attuazione dell'AdB Puglia. L'area interessata dall'intervento è attualmente è destinata ad uso agricolo.

La presente relazione ha come obiettivi la descrizione geografica, l'individuazione del bacino idrografico, la caratterizzazione plano-altimetrica, l'analisi dei dati pluviometrici con curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, la stima della pioggia netta, il calcolo del tempo di corrivazione, la litologia e geomorfologia, l'uso del suolo, l'idrologia superficiale, l'idrogeologia sotterranea, l'individuazione delle aree allagabile in corrispondenza dell'asta fluviale con Tr 200.

L'analisi idraulica è stata eseguita mediante un modello idrodinamico permanente monodimensionale **HEC-RAS** dello US Army Corps of Engineers, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero.

Si è ricavata la caratterizzazione plano-altimetrica dell'area, utilizzando i dati desunti dalla cartografia tecnica integrati dal programma Google Earth e dal rilievo topografico, l'interpretazione idrologica e idraulica è stata eseguita mediante l'esame delle foto aeree, della cartografia aerofotogrammetrica e IGM, da indagini condotte in aree analoghe e dalla numerosa bibliografia esistente.

Si precisa che l'area oggetto di studio ricade a monte del Fiume Lato, il bacino è stato ampiamente studiato dall'Autorità di Bacino della Puglia nella Relazione di Piano e nel Progetto P.O. FERS 2007 - 2013 ASSE II "*Miglioramento del Sistema dell'informazione, del monitoraggio e del controllo nel settore della difesa del suolo*", pertanto molti dati sono stati direttamente acquisiti da detti studi.

## **2 UBICAZIONE GEOGRAFICA E INQUADRAMENTO IDROGRAFICO**

La zona di studio è ubicata nella parte SSO del centro abitato di Santeramo in colle (Ba), l'area è adiacente alla SP 140.

Topograficamente, l'area ricade nella Tavoletta II SO "Vallone della Silica" del Fg° 189 della Carta Topografica d'Italia scala 1:25.000 (vedi figg. 2.1, 4.1 e 4.2). L'area oggetto d'intervento è situata ad un'altezza compresa tra circa 373 m e 379 m metri s.l.m.

La forma e la densità dei corsi d'acqua è strettamente legata alla morfologia, alle caratteristiche litologiche delle formazioni presenti, all'assetto geologico e tettonico, alle condizioni climatiche, alla copertura vegetale e, e nella nostra area soprattutto agli interventi antropici.

L'area d'interesse è ubicata a monte del Fiume Lato; il reticolo idrografico è molto evidente in quanto risulta incassato nelle rocce calcaree e nelle formazioni quaternarie della fossa bradanica, ed ha un andamento molto allungato verso NO-SE e NE-SO.

I corsi d'acqua presenti sono a carattere torrentizio e risentono in modo diretto dell'andamento delle precipitazioni. Data la natura geolitologica dei terreni, gli alvei sono molto incisi, il tratto interessato dallo studio riprofilato in terra. L'alimentazione dei corsi d'acqua è legata sia agli eventi meteorici, sia dalle numerose sorgenti presenti lungo l'alveo, al contatto tra i depositi ghiaioso-sabbiosi e le sottostanti argille grigio-azzurre.

Le condizioni geologiche (stratigrafiche e strutturali) delle differenti unità presenti nell'area determinano l'esistenza di due falde idriche sotterranee, localizzate rispettivamente nei calcari cretacei (falda di base o profonda) e nei depositi sabbioso – ghiaioso di età quaternaria (falda freatica o superficiale).

La falda idrica profonda, localizzata nei calcari cretacei rappresenta la più cospicua risorsa idrica del territorio.

La falda superficiale che è localizzata in corrispondenza dei depositi di copertura sabbioso-ghiaiosi ed è sostenuta da un substrato impermeabile costituito dal tetto delle Argille subappennine, viene alimentata dalle precipitazioni meteoriche che insistono direttamente sui depositi nei quali circola; per tale ragione la potenzialità idrica dell'acquifero aumenta procedendo dalle aree più interne verso la linea di costa.

La falda circola a pelo libero ed ha una quota piezometrica da pochi metri fino ad una decina di metri, con cadenti piezometriche dell'ordine dell'1-2%, con escursioni annuali di circa 1,0 m.

Il bacino in esame ha una piccola estensione, nel tratto circostante l'area d'intervento le quote variano da 373 m s.l.m a 379 m s.l.m..

### 3 MORFOLOGIA E CARATTERIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA

Il territorio di Santeramo in colle, si situa nell'area geografica nota con il nome di "Murgia Alta" facente parte della struttura morfotettonica nota geologicamente tra la Piattaforma Appula e la Fossa Bradanica.

L'area in esame, è compresa tra l'altopiano delle Murge e la fascia costiera.

La morfologia dell'area è contraddistinta dalla presenza di depressioni e bacini di modeste dimensioni, alcuni a carattere endoreico, separate da rilievi collinari. Le linee d'impluvio dei bacini chiusi, sono di breve estensione e terminano in corrispondenza di doline o di grossi polje nel cui fondo, al disotto della coltre di terra rossa, possono rinvenirsi cavità carsiche ("inghiottitoi" e/o "Gravi").

Le "Gravine" sono solchi erosivi poco profondi, in cui corsi d'acqua effimeri convogliano le acque meteoriche dall'altopiano delle Murge verso il mare.

Il reticolo dei solchi erosivi rappresenta linee relitte d'impluvio, formatesi durante il quaternario e coincidenti, spesso, con discontinuità strutturali del substrato calcareo.

I solchi erosivi, le depressioni carsiche e le *Gravine* rappresentavano nel passato le uniche aree coltivabili, in cui lo spessore del suolo era sufficiente a consentire l'uso agricolo senza particolari lavorazioni, in un territorio brullo e arido quale quello in esame.

La parte a valle dell'intervento è caratterizzata da aree di affioramento dei sedimenti sabbioso-calcarenitici, localmente, la superficie topografica presenta evidenti ondulazioni per la presenza di corpi calcarenitici.

I sopralluoghi effettuati nella zona, in esame, hanno evidenziato in alcuni tratti la presenza brusche interruzioni e/o marcati avvallamenti della superficie topografica; l'area ha una pendenza in direzione da Nord a NE comprese tra 1% e il 3%, l'intervento è ubicato al margine del reticolo, parzialmente antropizzato.

L'area d'intervento ricade nella parte iniziale del bacino Lato, è situata in destra idraulica di un Canale Collettore di Bonifica, non sono evidenti i solchi erosivi, ne sono evidenti segni di erosione, esclusivamente in occasione di forti eventi meteorologici vengono a crearsi in modo evidente gli impluvi, l'area è stata dettagliatamente studiata e rilevata.

Il clima del territorio pugliese e del mediterraneo in genere, è caratterizzato da un regime pluviometrico concentrato nei mesi autunnali e primaverili e da un'aridità estiva, con inverni miti.

L'andamento stagionale delle piogge evidenzia delle punte rilevanti nel mese di novembre e dicembre; in particolare, nel periodo compreso tra novembre e marzo cadono il 60% delle precipitazioni.

Le precipitazioni annuali sono molto modeste, la media è di circa 645mm, e nello specifico, dai dati rilevati dagli Annali pubblicati dal Servizio Idrografico, emerge una punta minima di circa 339 mm dell'anno 1989 ed una punta massima di 1325mm registrata nel 1972.

La temperatura media annuale è di circa 15°C, con massimi giornalieri di oltre 40°C gradi in luglio e sotto lo zero in alcuni giorni invernali, con una media mensile di 8° gradi nel mese di gennaio e di 25 °C nel mese di agosto.

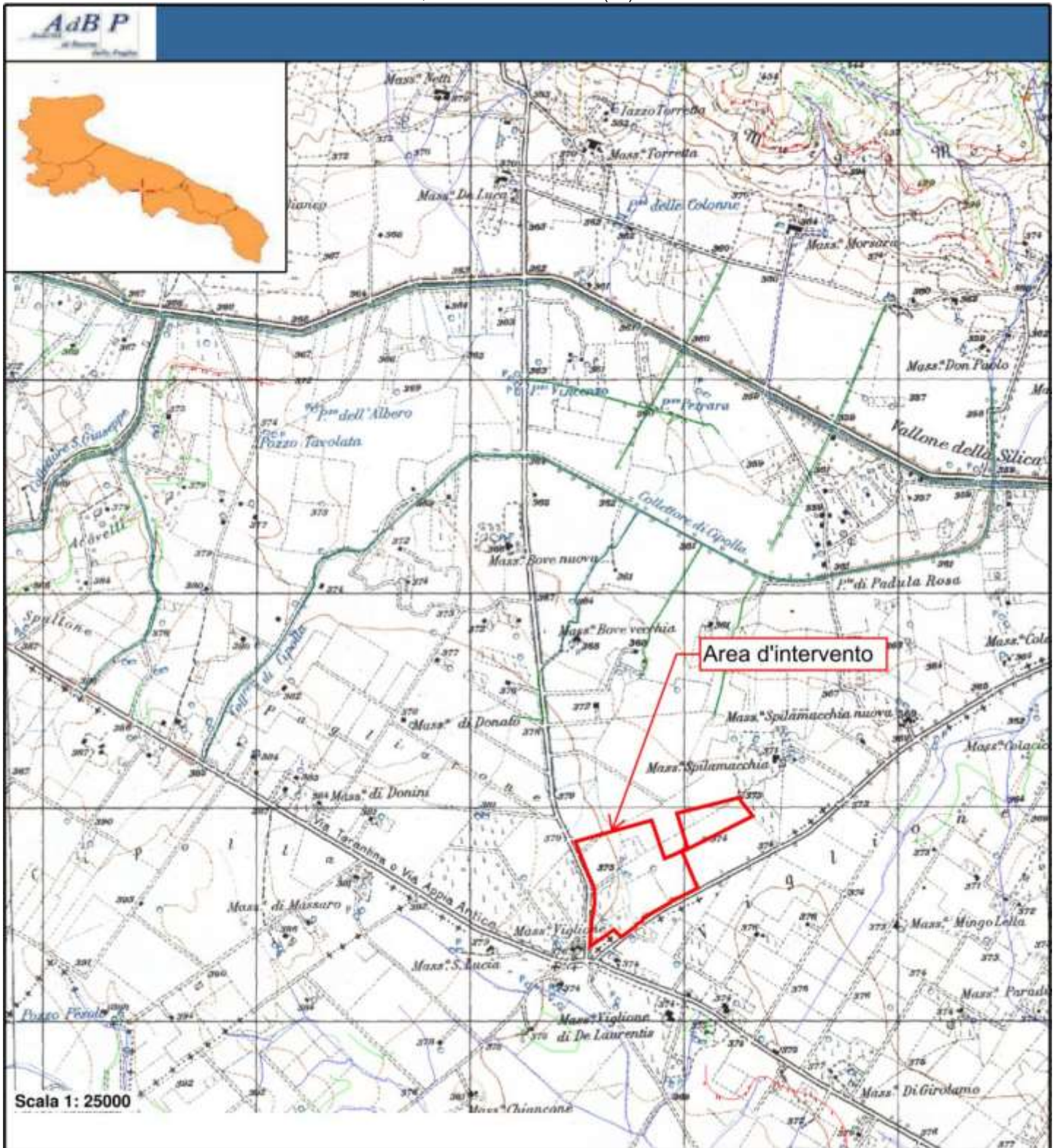


Fig. 2.1 – Stralcio IGM Tavoleta II SO “Vallone della Silica” del Fig. 189, con l’indicazione dell’area di interesse - Scala 1:25.000.

## 4 CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFICI

Sulla base delle caratteristiche di permeabilità, le rocce localmente affioranti si distinguono in:

- rocce porose ma impermeabili;
- rocce permeabili per porosità interstiziale;
- rocce permeabili per fessurazione e carsismo;

### 4.1 Rocce porose ma impermeabili

Le rocce porose ma impermeabili presentano pori di dimensioni talmente ridotte che l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione e non permettono movimenti percettibili.

A questa categoria appartengono le Argille subappennine che costituiscono "l'acquicludo". Dalle numerose prove condotte in fori di sondaggio, il valore di permeabilità è di circa  $10^{-6}$  cm/sec, per la parte alta della formazione essenzialmente sabbioso limosa, e di  $10^{-7}$  -  $10^{-8}$  cm/sec per la parte sottostante.

### 4.2 Rocce permeabili per porosità interstiziale

La permeabilità per porosità di interstizi, è propria di rocce granulari e si riscontra nelle calcareniti, dune costiere e spiagge attuali, nei depositi alluvionali e nei depositi marini terrazzati.

La Calcarenite di Gravina presenta una permeabilità generalmente bassa ( $K = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$  cm/sec), dovuta alla presenza di una matrice fine e di cemento negli spazi intergranulari. Livelli limosi poco permeabili si possono trovare alla base della stessa formazione, il cui ruolo idrostrutturale è di "acquitardo".

I depositi alluvionali per il loro contenuto limoso, risultano poco permeabili, il ruolo idrostrutturale è di "acquitardo".

Il valore della permeabilità è compreso tra:  $K = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$  cm/sec.

I Depositi Marini Terrazzati presentano una permeabilità generalmente bassa ( $K = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$  cm/sec), dovuta alla presenza di una matrice fine e di cemento negli spazi intergranulari. Livelli limosi poco permeabili si possono trovare alla base della stessa formazione, il cui ruolo idrostrutturale è di "acquitardo".

I depositi alluvionali per il loro contenuto limoso, risultano poco permeabili, il ruolo idrostrutturale è di "acquitardo".

Il valore della permeabilità è compreso tra:  $K = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$  cm/sec.

Tali depositi poggiano sulle Argille subappennine impermeabili, divenendo sede di una falda idrica superficiale.

Le sabbie di Monte Marano e le sabbie dello Staturo sono costituite da sabbie medie e fini presentano un grado di permeabilità medio, a luoghi basso per la presenza di una cospicua frazione limosa o di un certo grado di cementazione. Il ruolo Idrostrutturale di questa unità può considerarsi "un'acquifero", il valore della permeabilità è compreso tra:

$K = 1 \cdot 10^{-2}$  cm/sec -  $1 \cdot 10^{-4}$  cm/sec.

### 4.3 Rocce permeabili per fessurazione e carsismo

La permeabilità per fessurazione e carsismo, o permeabilità in grande, è propria di rocce praticamente impermeabili alla scala del campione, data la loro elevata compattezza, ma nelle quali l'infiltrazione e il deflusso può avvenire attraverso i giunti di stratificazione e le fratture. Tali discontinuità possono allargarsi per fenomeni legati alla dissoluzione chimica (carsismo).

Questo tipo di permeabilità caratterizza il Calcarea di Altamura. Laddove il calcarea è intensamente fratturato e carsificato, risulta molto permeabile ed è sede di una cospicua ed estesa falda idrica di base (o falda carsica) il cui ruolo idrostrutturale è di "acquifero".

Il valore della permeabilità di questa formazione varia notevolmente ed è funzione del grado di stratificazione, fratturazione e carsificazione, data la marcata anisotropia dell'ammasso il valore risulta compreso tra:

$$K = 1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-6} \text{ cm/sec.}$$

Nell'area d'intervento esiste un'acquifero inferiore (falda profonda), dai dati desunti dai pozzi perforati dal Consorzio e dell'Ente Irrigazione nonché dai pozzi di privati per uso irriguo o industriale emerge che, la falda risulta in pressione.

### 4.4 Idrografia e PAI

Sulla scorta dell'utilizzo delle carte geologiche e sulla base dei rilievi effettuati in campo, il bacino oggetto dello studio geologicamente e geomorfologicamente, è costituito da rocce calcarenitiche permeabili per fratturazione e porosità e da depositi alluvionali (costituiti da sabbie, limi e calcareniti) permeabili per porosità.

L'area è caratterizzata da una modesta pendenza e dalla presenza di falda idrica superficiale dalle modeste potenzialità.

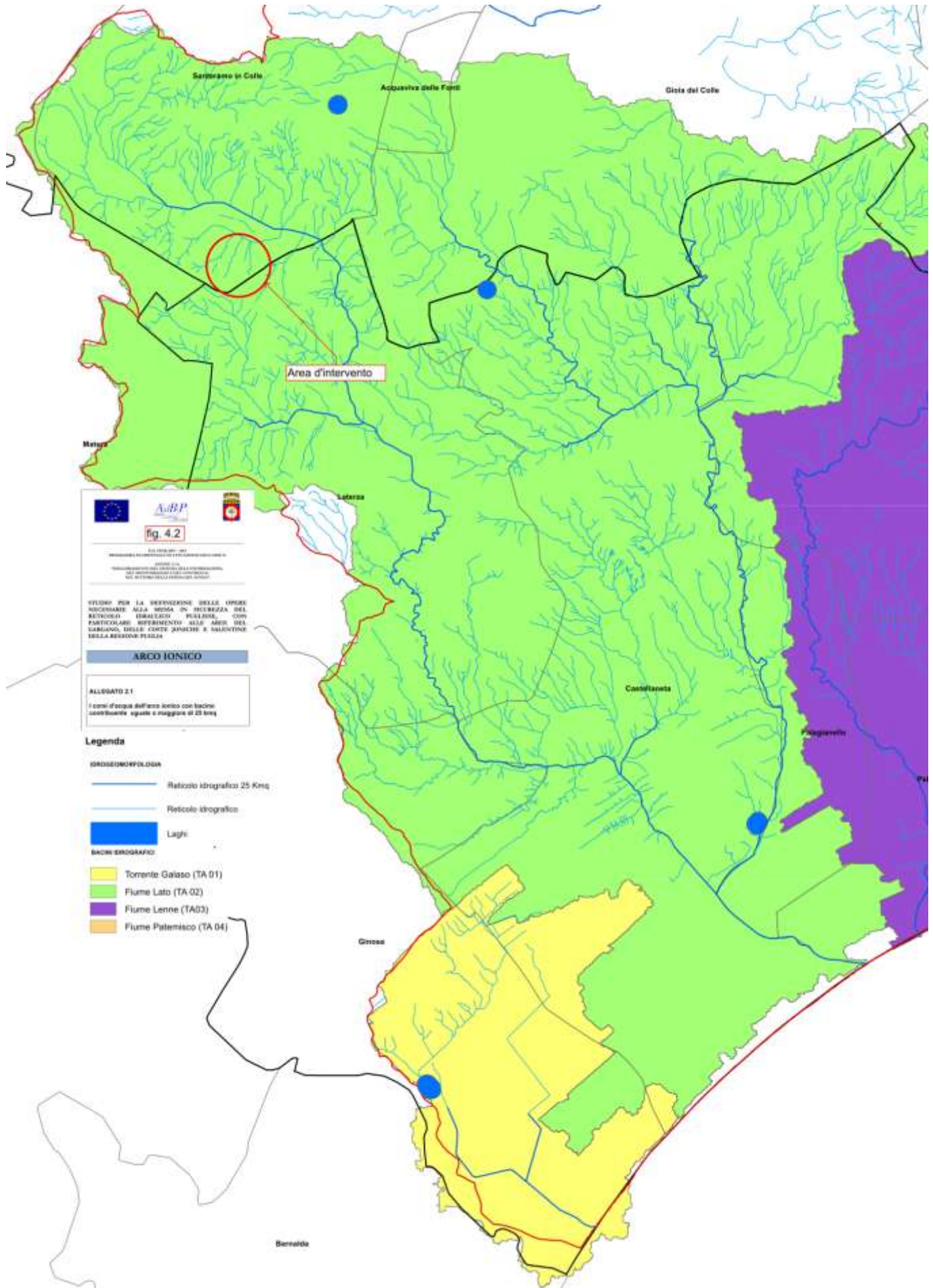
Lo studio si prefigge di verificare l'eventuale incidenza sul deflusso dell'acque, relativamente al "CO22 - progetto di mandorleto sperimentale a meccanizzazione integrale e a gestione di precisione, con possibilità di riutilizzo delle acque reflue tramite modulo sperimentale desert, consociato con impianto fotovoltaico, località Mass. Viglione s.n.c., Santeramo in Colle (BA)", nell'area adiacente il corso d'acqua.

La forma dei reticoli è molto allungata, con direzione essenzialmente NE-SO e NO-SO, si presenta in parte ramificato e perlopiù rettilineo (fig. 4.2).

L'idrografia superficiale risulta ampiamente modificata dalla presenza di strade e/o di costruzioni antropiche.

Dall'analisi delle carte redatte dalla Autorità di Bacino della Puglia (fig. 4.1), **risulta che le aree interessate dal "CO22 - progetto di mandorleto sperimentale a meccanizzazione integrale e a gestione di precisione, con possibilità di riutilizzo delle acque reflue tramite modulo sperimentale desert, consociato con impianto fotovoltaico, località Mass. Viglione s.n.c., Santeramo in Colle (BA)", non rientra nelle aree a pericolosità idraulica e aree a rischio.**





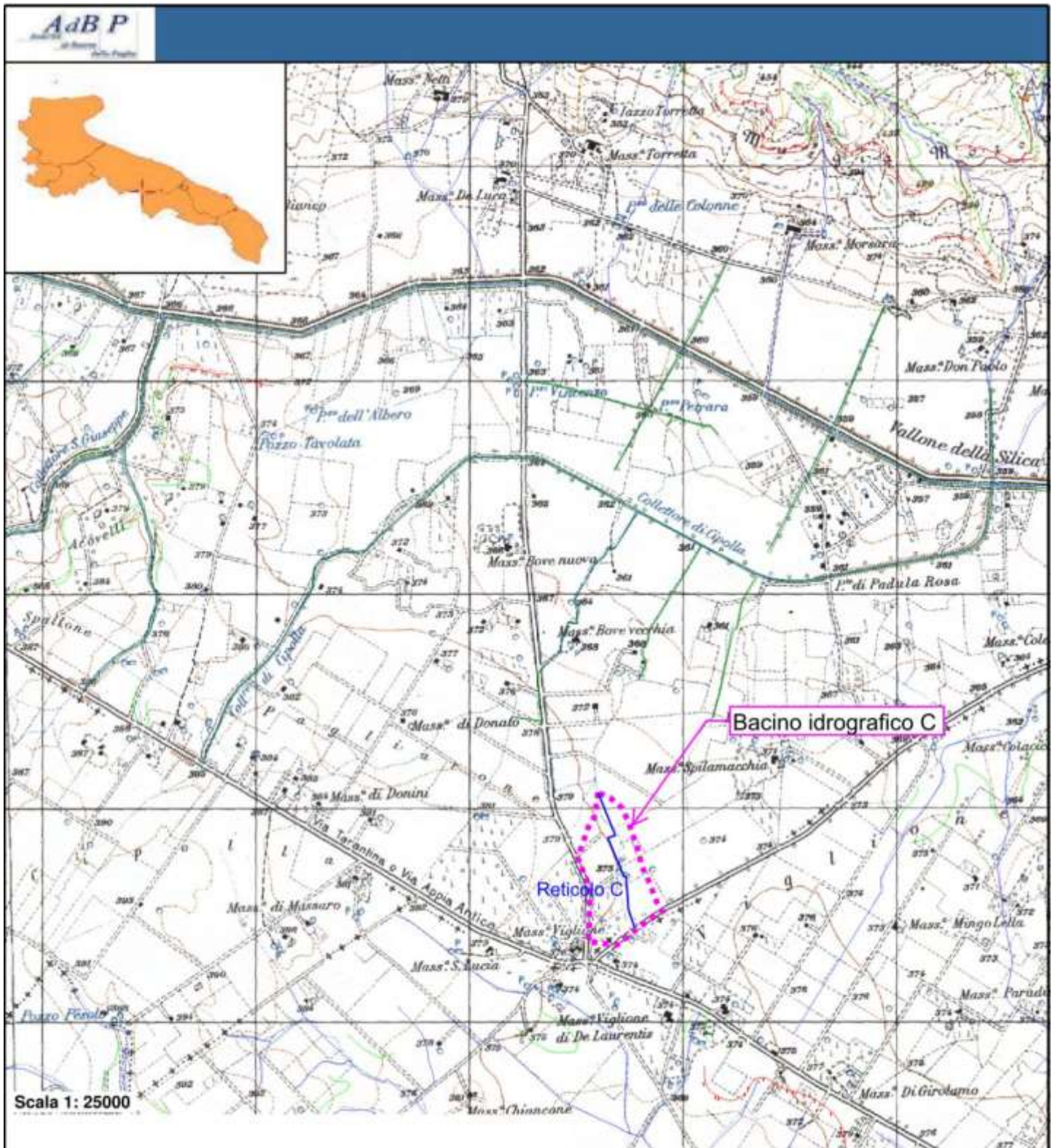


fig. 4.3 – Stralcio IGM Tavoleta II SO “Vallone della Silica” del Fg. 189, con l’indicazione del bacino idrografico e dei reticoli oggetto di studio dell’area di interesse - Scala 1:25.000.

## 5 CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA

Il calcolo della portata di massima piena che può ruscellare sull'area d'interesse in caso di eventi pluviometrici intensi, è stato eseguito analizzando i dati pluviometrici, (Tab. 3.1) per un periodo di **40** anni relativi alla stazione pluviometrica di Santeramo in colle che ha le caratteristiche più rispondenti al bacino in esame, (Annali Idrologici, del Servizio Idrografico e Mareografico della Regione Puglia), è stata ricavata la curva di possibilità pluviometrica per l'area in esame.

La portata di massima piena è funzione di diversi fattori quali: litologia, pendenza, piovosità, vegetazione, distribuzione delle piogge, entità delle piogge di massima intensità e breve durata.

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- ◆ la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- ◆ la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno  $T$  di quello dell'intensità di pioggia;
- ◆ il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- ◆ l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione  $t_c$ .

E' possibile quantificare la portata di massima piena, utilizzando delle formule che fanno riferimento a tre parametri principali: *tempo di corrivazione* ( $t_c$ ); *altezza di pioggia critica* ( $h_c$ ); *coefficiente di deflusso istantaneo* ( $K_i$ ).

## 5.1 Calcolo del tempo di corrivazione

Per la valutazione dell'intensità di precipitazione che determina la massima portata di piena (intensità critica) è stata utilizzata una formula che media i metodi di Pezzoli, Watt e Chow, Kirpich, secondo cui la portata di massima piena generata dalle piogge si ottiene per precipitazioni di durata pari al tempo di corrivazione. Il tempo di corrivazione dipende dalle caratteristiche morfologiche del bacino e dalla sezione oggetto di studio.

Il tempo di corrivazione ( $t_c$ ) è definito come il tempo necessario, espresso in minuti, affinché una particella d'acqua giunga alla sezione di chiusura dal punto più distante dell'area.

Nella formula della portata di massima piena viene assunta la pioggia di massima intensità della durata del tempo di corrivazione.

Per tempi inferiori  $t < t_c$ , le particelle di acqua più distanti dalla sezione di chiusura non saranno ancora arrivate e quindi non danno un contributo al deflusso istantaneo, mentre per  $t > t_c$  considereremmo piogge di maggiore durata ma meno intense.

Per il calcolo del tempo di corrivazione ( $t_c$ ) è stata utilizzata una formula che media i metodi di Pezzoli, Watt e Chow, Kirpich:

$$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$$

dove

$t_c$  = tempo di corrivazione (min)

L = lunghezza dal punto più distante espressa in m;

P = pendenza m/m;

## 5.2 Coefficiente di deflusso

Ai fini del calcolo delle portate è importante conoscere il valore del coefficiente di deflusso istantaneo che può essere definito come il rapporto tra il volume d'acqua defluito e il volume d'acqua affluito ovvero il volume di pioggia.

Nel caso specifico è stato adottato un coefficiente di deflusso pari a **K= 0,20**, per via del tipo di suolo e del suo uso nel bacino idrografico considerato, che risulta secondo la Carta CORINE e le ortofoto, essenzialmente agricolo con prevalenza di seminativi, frutteti, oliveti e vigneti.

### *Valori del coefficiente di deflusso secondo Kuichling*

Tetti impermeabili	0,70-0,95
Pavimentazione di asfalto in buono stato	0,85-0,90
Pavimenti di pietra o laterizio con fughe cementate	0,70-0,85
Pavimentazione a macadam	0,25-0,60
Strade e viali con ghiaietto	0,15-0,30
Superfici non pavimentate, piazzali ferroviari	0,10-0,30
Parchi, giardini, prati	0,05-0,25
Aree boschive e foreste	0,01-0,20

### 5.3 Calcolo dell'altezza di pioggia critica e Portata di massima piena

Per il calcolo dell'altezza di pioggia critica ( $h_c$ ) sono stati presi in considerazione i valori di pioggia di massima intensità e breve durata per un periodo di **40** anni relativi alla stazione pluviometrica di Santeramo in colle. Prendendo in considerazione i valori di altezza di pioggia di massima intensità della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore nella suddetta stazione, è stata costruita la "curva segnalatrice di possibilità pluviometrica" (fig. 5.1).

I dati sono stati confrontati anche utilizzato il metodo VAPI Puglia così come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI (redatto dall' Autorità di Bacino della Puglia).

L'area in esame è ubicata nella "zona 5", il metodo scelto prevede il calcolo delle altezze di precipitazione critica utilizzando la seguente espressione (valida all' interno della "zona 5"),:

dove:

$$x = 28.2 \cdot t^{\frac{0.628+0.0002 \cdot z}{3.178}}$$

"t" (h): tempo di corrivazione del bacino;

"z" (mslm): quota caratteristica del bacino.

A seconda del tempo di ritorno considerato, poi, l'altezza di pioggia deve essere moltiplicata per un coefficiente di crescita dato dalla seguente espressione:

$$Kt = 0,1599+0,5166 \ln(T).$$

I valori ottenuti secondo la seguente espressione ( $h_t = Kt * a' * t^n$ ) mostrano delle variazioni accettabili rispetto ai valori dell'analisi statistica sui dati di pioggia osservati nella stazione pluviometrica di Santeramo in colle, peraltro alcuni dati dell'analisi statistica presentano valori superiori al metodo VAPI.

Per una valutazione semplice e piuttosto immediata si può fare ricorso alla Formula del coefficiente idrometrico di Turazza (q) che è il rapporto tra la portata di massima piena e l'area del bacino imbrifero sotteso dalla sezione considerata:

$$q = Q_{\max} / A = 0,277 h_c C / t_c$$

dove

$h_c$  = altezza di pioggia critica espressa in mm;

C = coefficiente di deflusso;

$t_c$  = tempo di corrivazione espresso in ore;

A = area in Km<sup>2</sup>.

$Q_{\max}$  sarà espressa in m<sup>3</sup>/sec.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati rispettivamente:

- i dati pluviometrici della stazione di Santeramo in colle relativi ad un periodo di **40** anni;
- l'analisi statistica dei dati pluviografici secondo il metodo di Gumbel;
- Nella tabella seguente sono indicate le caratteristiche fisiografiche del bacino, il calcolo della Portata di massima piena che si può raccogliere all'interno del bacino secondo i diversi tempi di ritorno (tab. 5.a);
- le curve di probabilità pluviometrica secondo diversi tempi di ritorno fig. 5.1.

Si precisa che i dati ottenuti sono in linea con i dati dell'Autorità di Bacino della Puglia nella *Relazione di Piano* e nel Progetto P.O. FERS 2007 - 2013 ASSE II "Miglioramento del Sistema dell'informazione, del monitoraggio e del controllo nel settore della difesa del suolo".

**DATI PLUVIOGRAFICI Tab. 3.1**

(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)

Stazione di : **Santeramo in colle (BA)** Lat. **40°47'35,3"** Long. **16°45'42,1"**  
 Quota (m s.l.m.) : **503 circa** Numero di osservazioni : **N = 40**

	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1963	20.6	40.0	42.8	61.6	71.0
1964	23.4	33.0	45.8	50.0	60.6
1965	12.8	16.8	22.8	33.8	52.2
1966	35.8	37.8	40.8	67.8	82.8
1967	10.2	13.2	24.0	34.2	35.6
1968	38.2	40.0	40.0	40.4	47.2
1969	35.0	39.2	40.2	43.0	48.0
1970	60.0	77.0	77.0	78.2	97.4
1971	15.8	30.0	43.6	44.8	51.8
1972	43.0	56.4	61.0	69.4	90.4
1973	26.2	37.6	37.6	52.4	59.8
1975	13.2	22.2	28.0	40.4	58.0
1976	17.6	22.4	37.0	50.4	69.4
1977	24.6	41.0	45.2	74.8	95.0
1978	35.6	35.6	35.6	52.2	60.4
1979	14.0	16.2	21.0	34.8	59.2
1981	12.6	18.2	24.2	35.2	43.4
1982	45.0	56.6	58.0	58.0	59.0
1983	42.0	47.4	47.6	47.6	47.6
1984	31.4	45.4	-	-	-
1985	24.6	25.8	25.8	28.8	41.6
1986	37.6	38.0	38.0	38.0	40.0
1987	22.0	22.0	24.6	30.0	51.0
1988	-	-	-	-	41.0
1989	13.6	27.4	31.2	34.4	35.4
1990	-	-	42.0	73.2	94.2
1991	21.0	21.6	22.4	-	-
1994	32.2	32.2	37.0	38.6	49.0
1996	20.0	25.2	27.6	39.4	48.8
1997	23.8	29.2	36.4	48.0	71.6
1998	37.0	39.4	39.6	46.8	60.0
1999	26.2	28.0	39.4	40.6	61.0
2000	63.4	89.2	90.4	90.4	92.2
2001	27.2	44.0	44.6	52.8	62.0
2002	28.8	29.8	32.8	32.8	43.2
2003	32.2	32.4	32.6	41.8	50.4
2005	57.6	82.2	104.2	108.8	112.2
2006	34.0	46.6	53.6	89.8	105.2
2007	21.2	22.6	30.6	35.8	35.8
2009	19.8	27.6	37.2	44.2	55.8



**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI  
 ( Metodo di Gumbel )**

**Tabella 1 -** Valori per ciascuna durata  $t$ , della media, dello scarto quadratico medio e dei due parametri della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

<b>N =</b>	<b>21</b>	<b>t = 1 ora</b>	<b>t = 3 ore</b>	<b>t = 6 ore</b>	<b>t = 12 ore</b>	<b>t = 24 ore</b>
$\mu_{(ht)}$		28.93	36.56	41.11	50.90	61.56
$\sigma_{(ht)}$		13.16	17.32	17.74	18.94	20.65
$\alpha_t = 1,283/\sigma$		0.10	0.07	0.07	0.07	0.06
$U_t = \mu - 0,45\sigma$		23.00	28.76	33.13	42.38	52.27

**Tabella 2 -** Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

<b>Tr</b>		<b>t = 1 ora</b>	<b>t = 3 ore</b>	<b>t = 6 ore</b>	<b>t = 12 ore</b>	<b>t = 24 ore</b>
5 anni	$h_{max} =$	38.39	49.01	53.87	64.52	76.41
30 anni	$h_{max} =$	57.72	74.45	79.93	92.33	106.73
100 anni	$h_{max} =$	70.19	90.87	96.74	110.28	126.30
200 anni	$h_{max} =$	77.33	100.26	106.36	120.54	137.50
500 anni	$h_{max} =$	86.75	112.65	119.06	134.09	152.27

**Tabella 3 -**

<b>Tr</b>	<b>LEGGE DI PIOGGIA <math>h = a \times t^n</math></b>
5 anni	$h=38,161xt^{0,2128}$
30 anni	$h=58.427xt^{0.1875}$
100 anni	$h=71.529xt^{0.1782}$
200 anni	$h=79.03xt^{0.1741}$
500 anni	$h=88.931xt^{0.1697}$

## PORTATA DI PIENA BACINO C - fig. 5.a

DATI MORFOMETRICI DELL'AREA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)
Superficie	$S = \boxed{163892.0} \text{ m}^2$ $S = \boxed{0.163892} \text{ Km}^2$	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$
Lunghezza max percorso idraulico principale	$L = \boxed{704.0} \text{ m}$ $L = \boxed{0.7040} \text{ Km}$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kirpich, Watt-} \Rightarrow \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \right. t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = \mathbf{0.48}$
Pendenza media percorso idraulico	$P = \boxed{0.00838} \text{ (m/m)}$	
Dislivello medio area	$H_m - H_0 = \boxed{2.95} \text{ m}$	

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
 ( FORMULA del METODO RAZIONALE )

$$Q_{\max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

$c$  = coefficiente di deflusso

$h_{(t,T)}$  = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)

$S$  = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)

$t_c$  = tempo di corrivazione (ore)

$3,6$  = fattore di conversione che permette di ottenere la  $Q_{\max}$  in m<sup>3</sup>/sec

### RISULTATI

Deflusso $c =$	<b>0.20</b>	$S(\text{km}^2) =$	<b>0.163892</b>	$t_c(\text{ore}) =$	<b>0.475</b>
----------------	-------------	--------------------	-----------------	---------------------	--------------

Tr (anni)	a	n	$t_c$ (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	$Q_{\max}$ (m <sup>3</sup> /sec)	$Q_{\max}$ (l/sec)
5	38.1609	0.2128	0.475	44.71	<b>0.9</b>	<b>856</b>
30	58.4267	0.1875	0.475	67.17	<b>1.3</b>	<b>1286</b>
100	71.5288	0.1782	0.475	81.67	<b>1.6</b>	<b>1564</b>
200	79.0302	0.1741	0.475	89.96	<b>1.7</b>	<b>1723</b>
500	88.9306	0.1697	0.475	100.90	<b>1.9</b>	<b>1932</b>

### Curve di probabilità pluviometrica

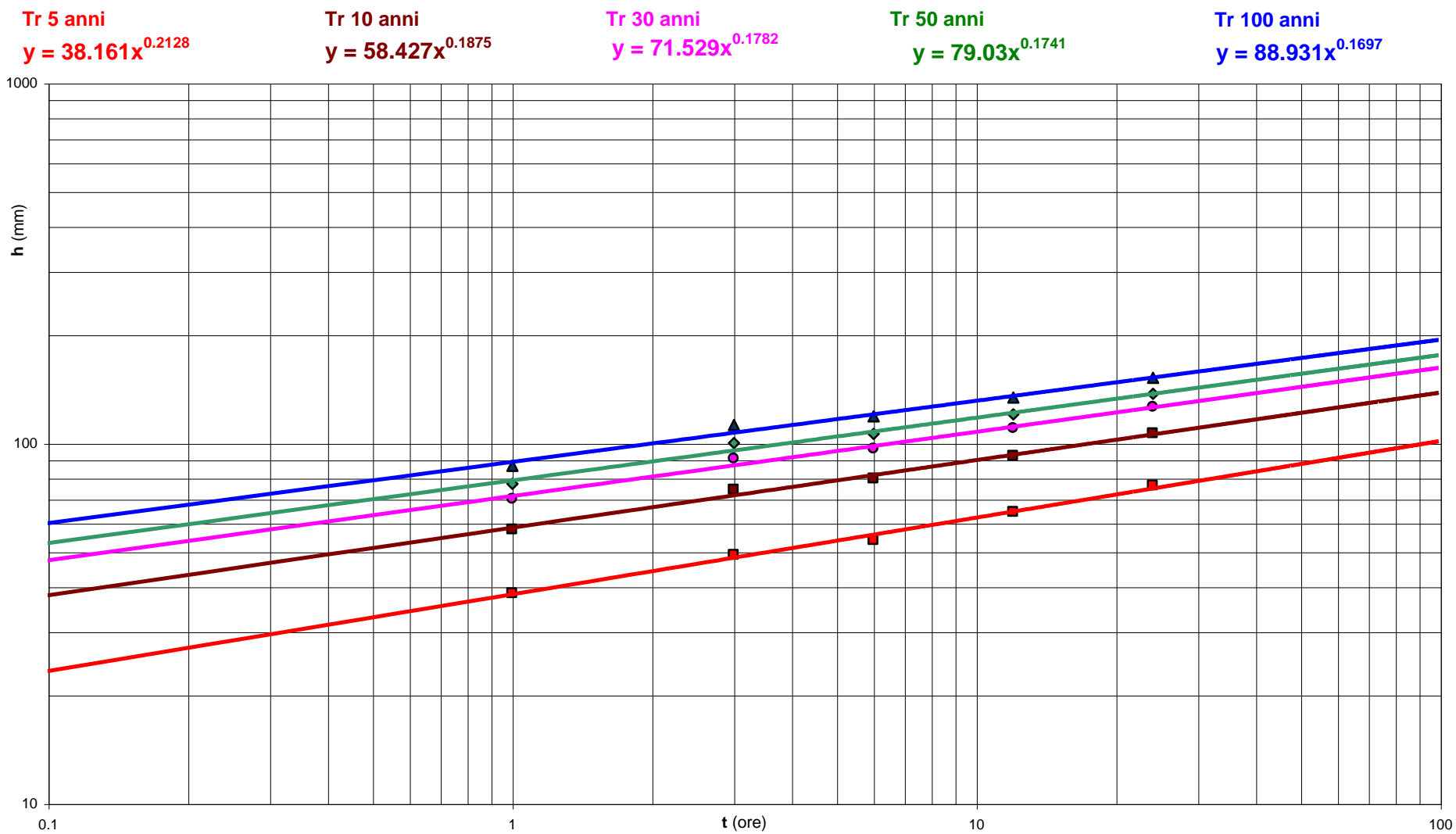


fig. 5.1

## 5.4 Il codice di calcolo del programma Hec-Ras

Il software HEC-RAS è un programma sviluppato dal Corpo degli ingegneri dell'esercito U.S.A. presso l'Hydrologic Engineering Centre (HEC) utilizzato per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali, River Analysis System (RAS).

Il software HEC RAS permette di:

- Effettuare simulazioni in condizioni stazionarie (steady flow) in corrente lenta, veloce o mista, calcolando i corrispettivi profili di corrente;
- Effettuare simulazioni in condizioni non stazionarie (unsteady flow);
- Effettuare simulazioni per la classificazione e quantificazione di processi di idrodinamica del trasporto solido relativi a fenomeni di erosione o deposizione generalizzata e/o localizzata.

La procedura di calcolo di HEC-RAS si basa sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale, andando analizzare solamente la componente della velocità diretta secondo la direzione prevalente del moto (longitudinale).

Il calcolo dei profili di corrente viene effettuato all'interno del software attraverso la risoluzione dell'equazione dell'energia tra due sezioni consecutive, mediante un processo iterativo (standard step method).

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

- $y_1, y_2$  sono i tiranti idrici;
- $Z_1, Z_2$  sono le quote geodetiche;
- $V_1, V_2$  sono le velocità medie;
- $a_1, a_2$  sono i coefficienti di ragguglio delle altezze cinetiche;
- $g$  è l'accelerazione di gravità;
- $h_e$  è la perdita di carico totale nel tratto considerato.

## 6 ANALISI IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE CON HEC-RAS

Nella presente analisi idraulica sono illustrate le condizioni di deflusso del reticolo da monte a valle dell'area d'intervento. L'area oggetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico, è presente solo un modesto reticolo riportato sull'IGM che intercetta il deflusso superficiale, dal raffronto con la cartografia PAI mostra che l'area d'intervento non è cartografata ne a Rischio e ne a Pericolosità Idraulica.

L'analisi è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale **HEC-RAS** dello US Army Corps of Engineers. Per ragioni cautelative le portate, immesse come condizioni al contorno di monte all'interno del modello, sono state considerate costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di **moto permanente**.

I tempi di ritorno utilizzati, pari a 30, 200 e 500 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento per la delimitazione delle aree ad "alta" (AP), "media" (MP) e "bassa" (BP) pericolosità idraulica del PAI.

Per i corsi d'acqua in esame, come parametro di scabrezza è stato utilizzato un coefficiente di Manning pari a  $0,030 \text{ s/m}^{1/3}$  in quanto si tratta di un impluvio inerbito e non rivestito. La geometria dell'*impluvio* è stata determinata mediante l'analisi delle foto aeree, dal programma Google Earth, della cartografia tecnica integrata con il rilievo topografico da cui sono state ricavate le sezioni trasversali.

L'area dell'intervento è caratterizzata dalla presenza di un reticolo denominato *Reticolo C*.

Nella tab. 6.0a sono riportati tutti i dati idraulici relativi alle varie sezioni con indicazione della quota di fondo, portata, velocità, area della sezione per quanto riguarda il corso d'acqua nelle condizioni attuali.

Le portate del *Reticolo C*, per Tr 200 abbiamo portate di 1,7 mc/s, l'altezza (W.S. elev) varia da 0,73m a 0,80m e l'area della sezione bagnata (Flow area) varia da 2,24mq a 3,29mq.

Nelle foto 6.4 e 6.7 è stato fotografato il *Reticolo C* oggetto di studio, a partire da monte verso valle.

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico, il presente studio mostra che l'area d'intervento sarà interessata da un modesto deflusso del reticolo.

Nella fig. 6.1 è riportata l'area allagabile con tempi di ritorno pari a 30 e 200.

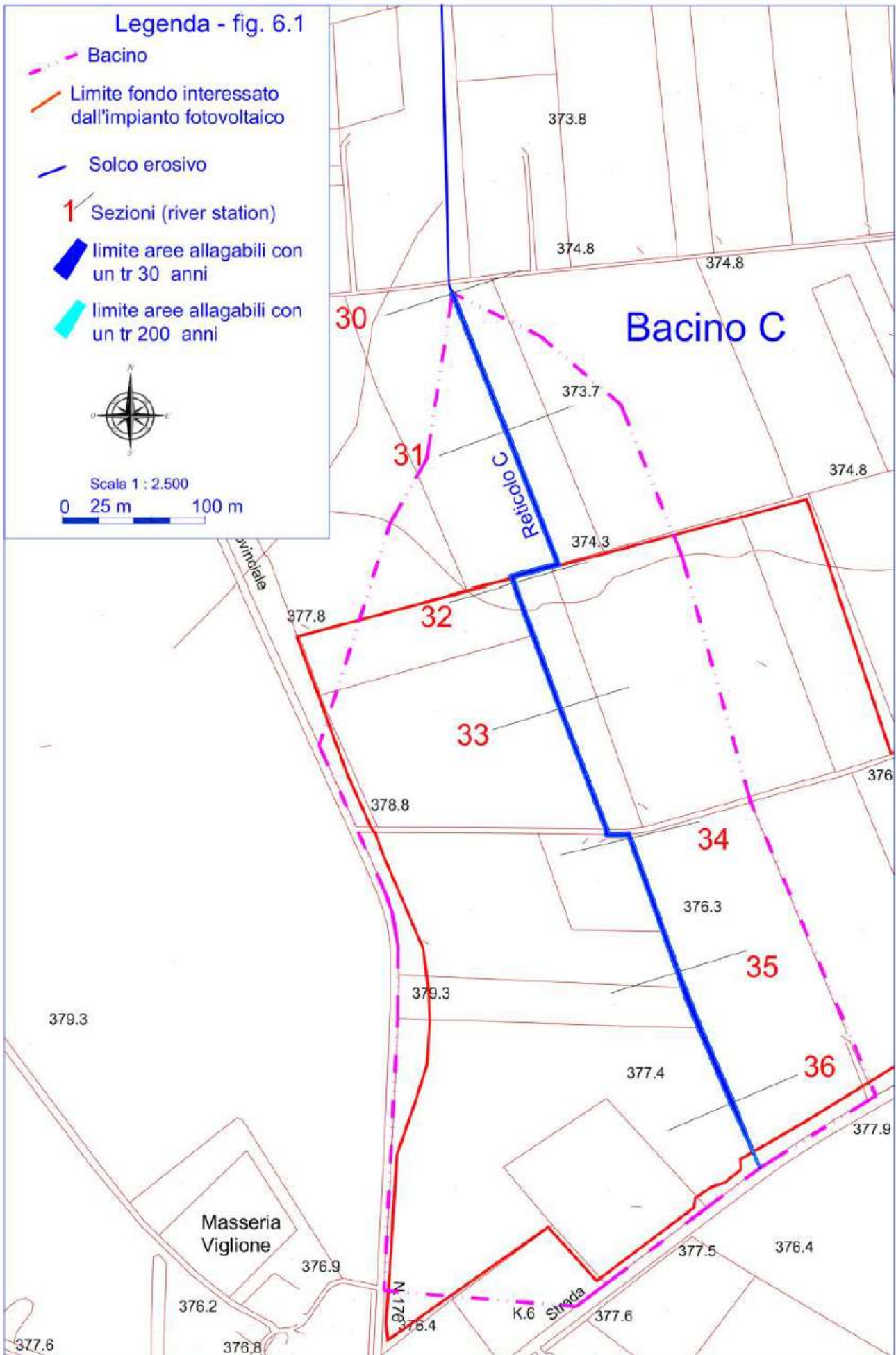
Nelle figure 6.a ÷ 6.f sono riportate le principali sezioni del corso d'acqua con l'indicazione del pelo libero con tempi di ritorno, pari a 30, 200 e 500 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento utilizzati in genere per la delimitazione delle aree ad "alta" (AP), "media" (MP) e "bassa" (BP) pericolosità idraulica del PAI.

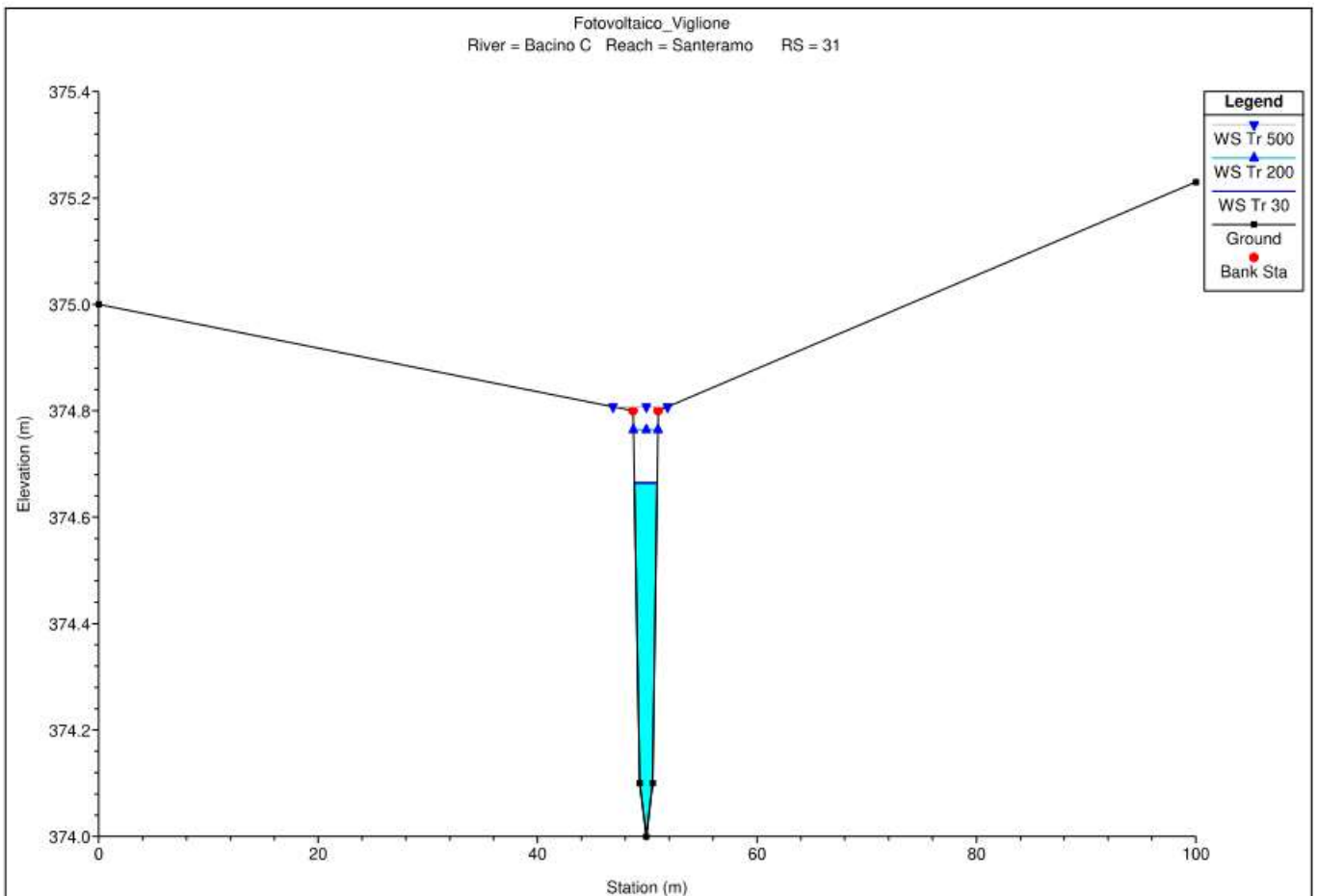
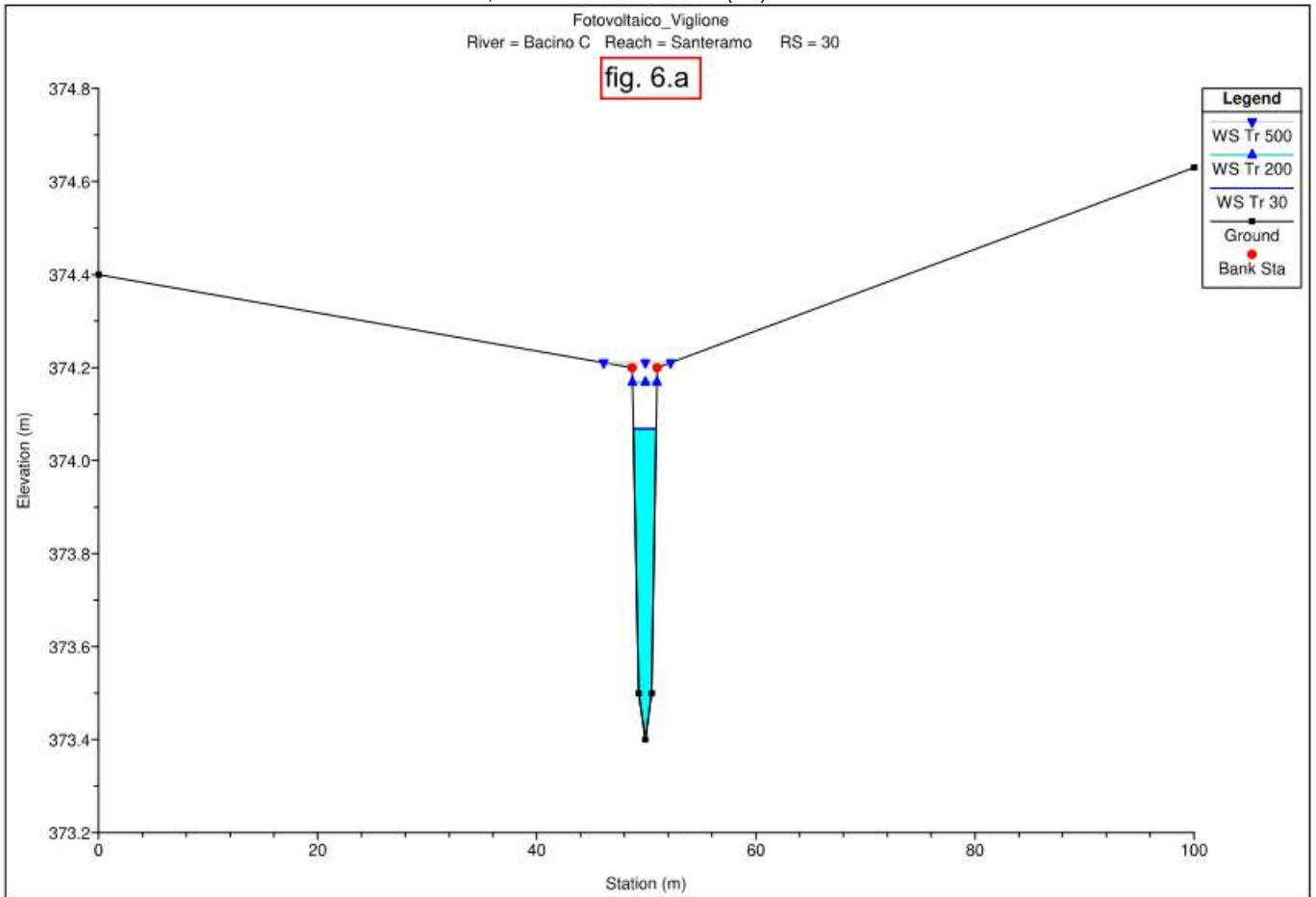
Ai fini dell'acquisizione del parere di competenza da parte dell'Autorità di Bacino della Puglia, tuttavia, è necessario verificare la rispondenza del progetto alle prescrizioni indicate dalla stessa Autorità all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in particolare l'art. 6 c. 3 lett. a) e b) recita: "All'interno delle aree in oggetto non può comunque essere consentito: a) l'impianto di colture agricole, ad esclusione del prato permanente; b) il taglio o la piantagione di alberi o cespugli se non autorizzati dall'autorità idraulica competente, ai sensi della Legge 112/1998 e s.m.i.". Il presente studio è rivolto all'autorizzazione per la realizzazione di un impianto fotovoltaico.

Nelle figg. 7.1 e 7.2 sono riportate le planimetrie dell'appezzamento interessato dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico, con l'indicazione delle quote, delle aree allagabili per l'evento con Tr 30 e Tr di 200 anni.

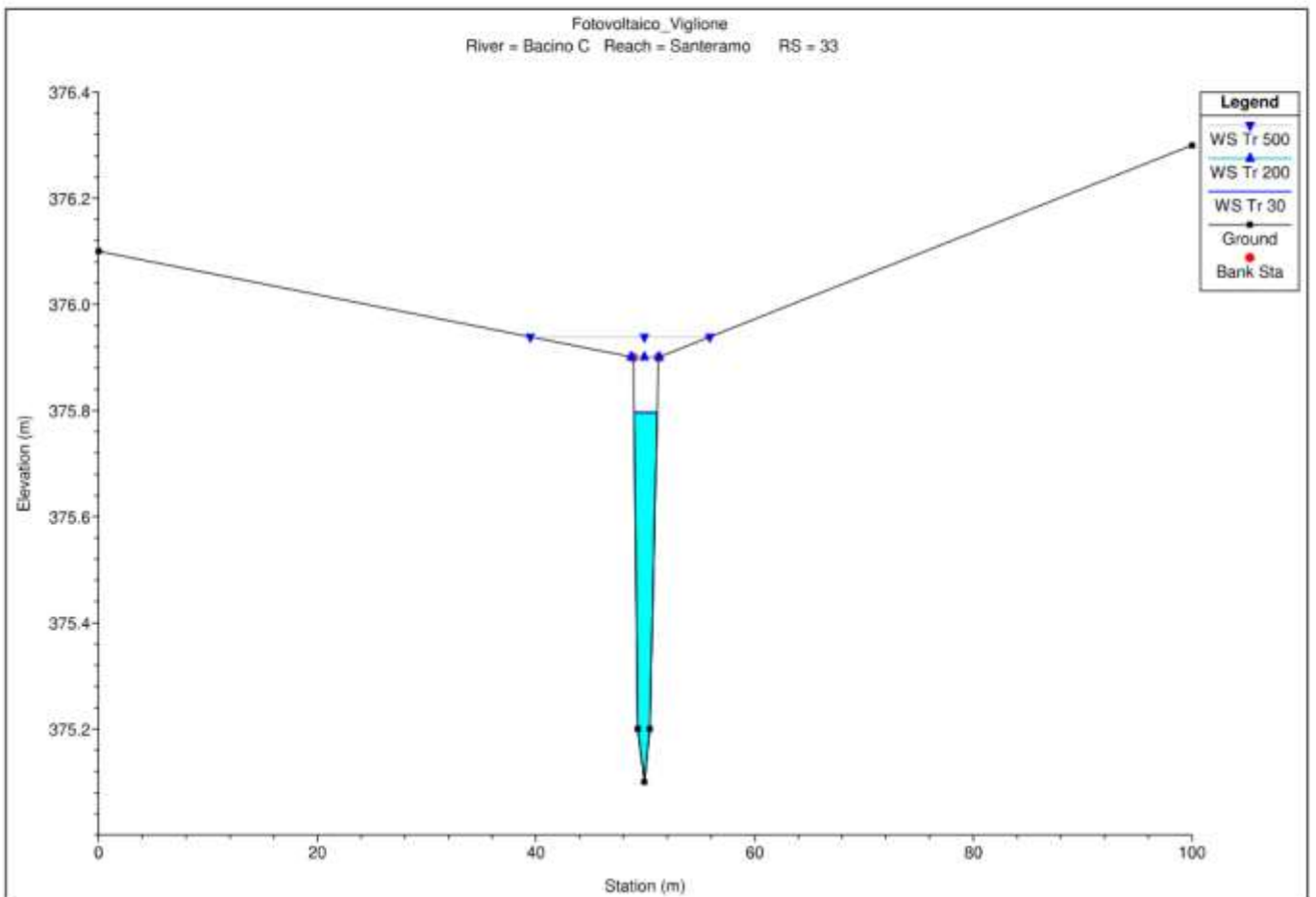
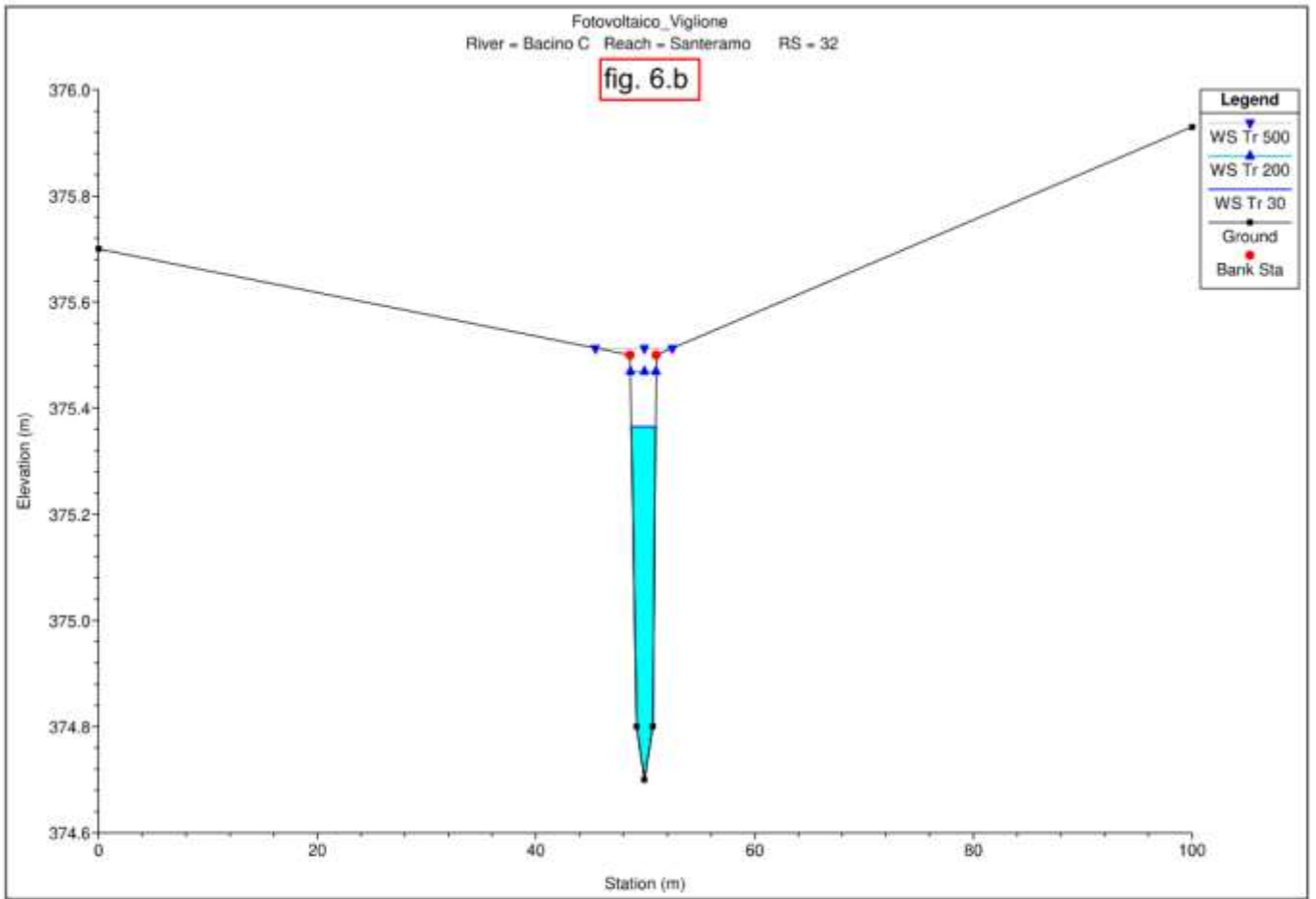
tab. 6.0a

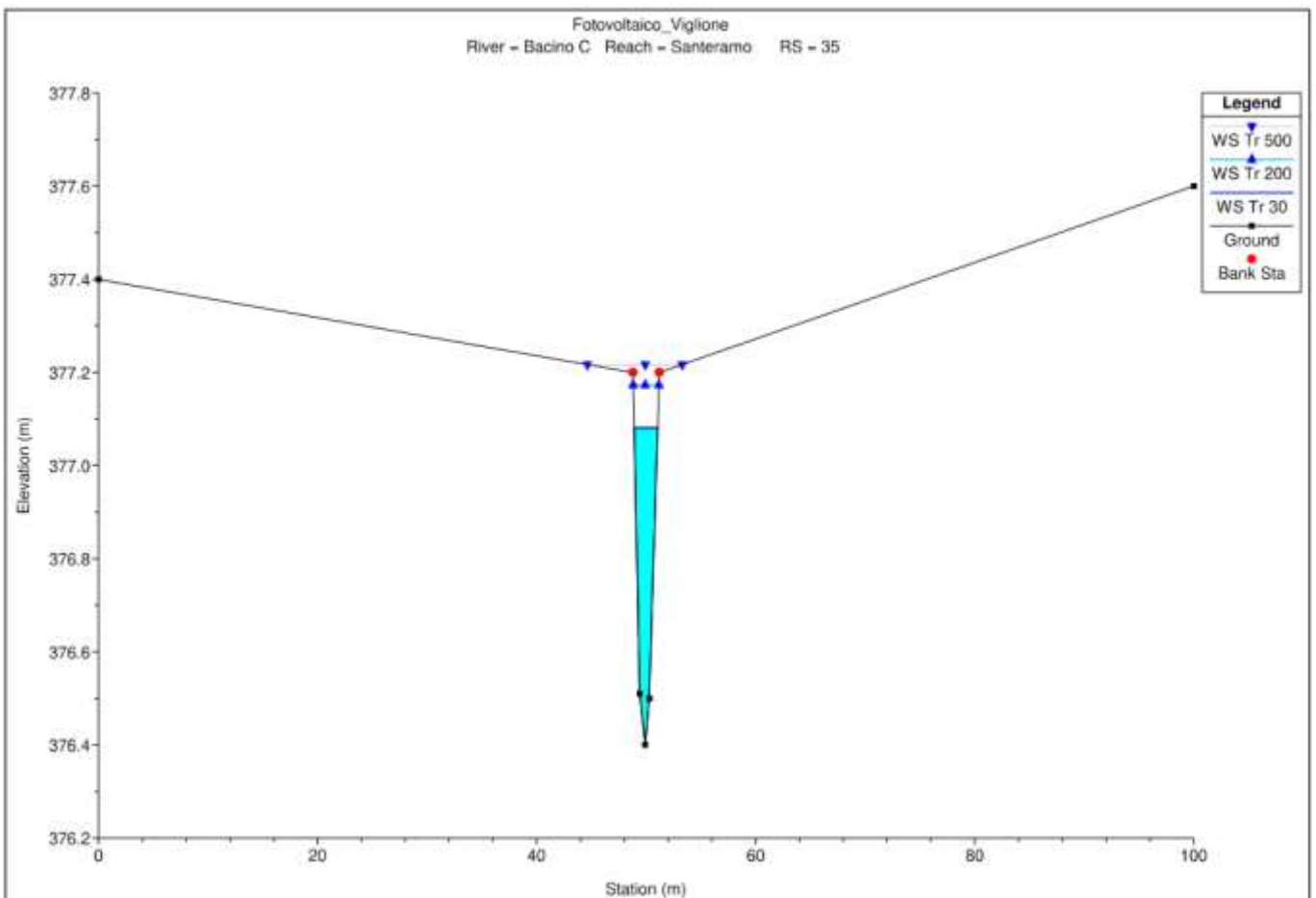
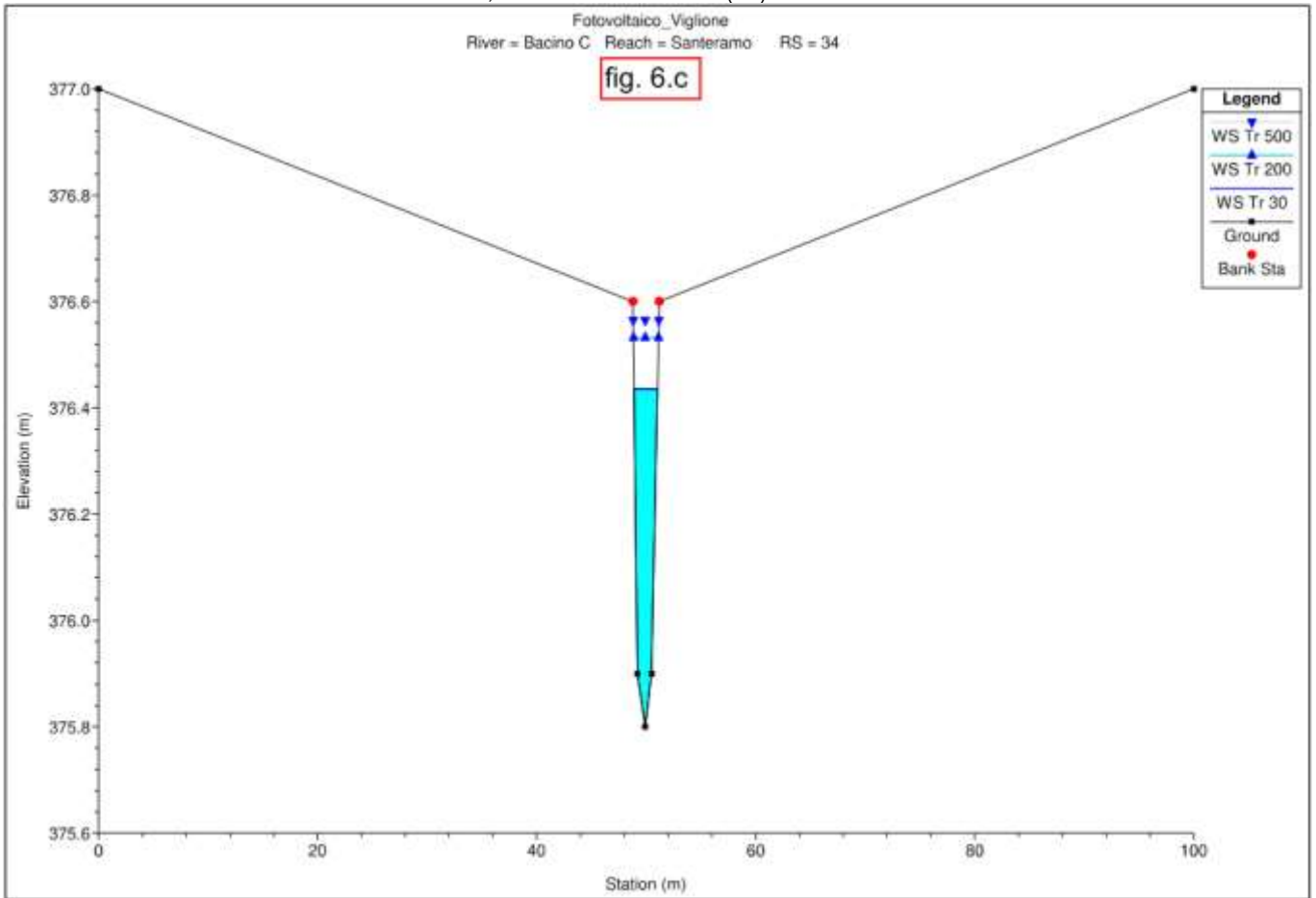
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Wlth (m)	Froude # Chl
Santeramo	30	Tr 30	1.30	373.40	374.07	373.91	374.16	0.01	1.31	1.00	2.09	1
Santeramo	30	Tr 200	1.70	373.40	374.17	373.99	374.27	0.01	1.40	1.21	2.25	1
Santeramo	30	Tr 500	1.90	373.40	374.21	374.02	374.32	0.01	1.45	1.33	6.14	1
Santeramo	31	Tr 30	1.30	374.00	374.66		374.75	0.01	1.32	0.99	2.09	1
Santeramo	31	Tr 200	1.70	374.00	374.76		374.87	0.01	1.41	1.20	2.24	1
Santeramo	31	Tr 500	1.90	374.00	374.81	374.62	374.92	0.01	1.46	1.31	4.96	1
Santeramo	32	Tr 30	1.30	374.70	375.37		375.43	0.00	1.15	1.13	2.23	1
Santeramo	32	Tr 200	1.70	374.70	375.47	375.23	375.55	0.00	1.25	1.37	2.36	1
Santeramo	32	Tr 500	1.90	374.70	375.51	375.27	375.60	0.00	1.29	1.50	7.08	1
Santeramo	33	Tr 30	1.30	375.10	375.80		375.88	0.01	1.28	1.02	2.12	1
Santeramo	33	Tr 200	1.70	375.10	375.90	375.71	376.00	0.01	1.36	1.25	2.57	1
Santeramo	33	Tr 500	1.90	375.10	375.94	375.74	376.03	0.01	1.39	1.60	16.40	1
Santeramo	34	Tr 30	1.30	375.80	376.44		376.52	0.01	1.32	0.99	2.14	1
Santeramo	34	Tr 200	1.70	375.80	376.53		376.63	0.01	1.42	1.20	2.29	1
Santeramo	34	Tr 500	1.90	375.80	376.56	376.40	376.68	0.01	1.49	1.28	2.34	1
Santeramo	35	Tr 30	1.30	376.40	377.08		377.18	0.01	1.41	0.92	2.14	1
Santeramo	35	Tr 200	1.70	376.40	377.17		377.29	0.01	1.51	1.13	2.34	1
Santeramo	35	Tr 500	1.90	376.40	377.22	377.08	377.34	0.01	1.54	1.28	8.64	1
Santeramo	36	Tr 30	1.30	376.90	377.60	377.40	377.65	0.00	1.01	1.29	3.00	0
Santeramo	36	Tr 200	1.70	376.90	377.70	377.46	377.75	0.00	1.08	1.58	3.29	0
Santeramo	36	Tr 500	1.90	376.90	377.73	377.50	377.79	0.00	1.11	1.82	11.77	0

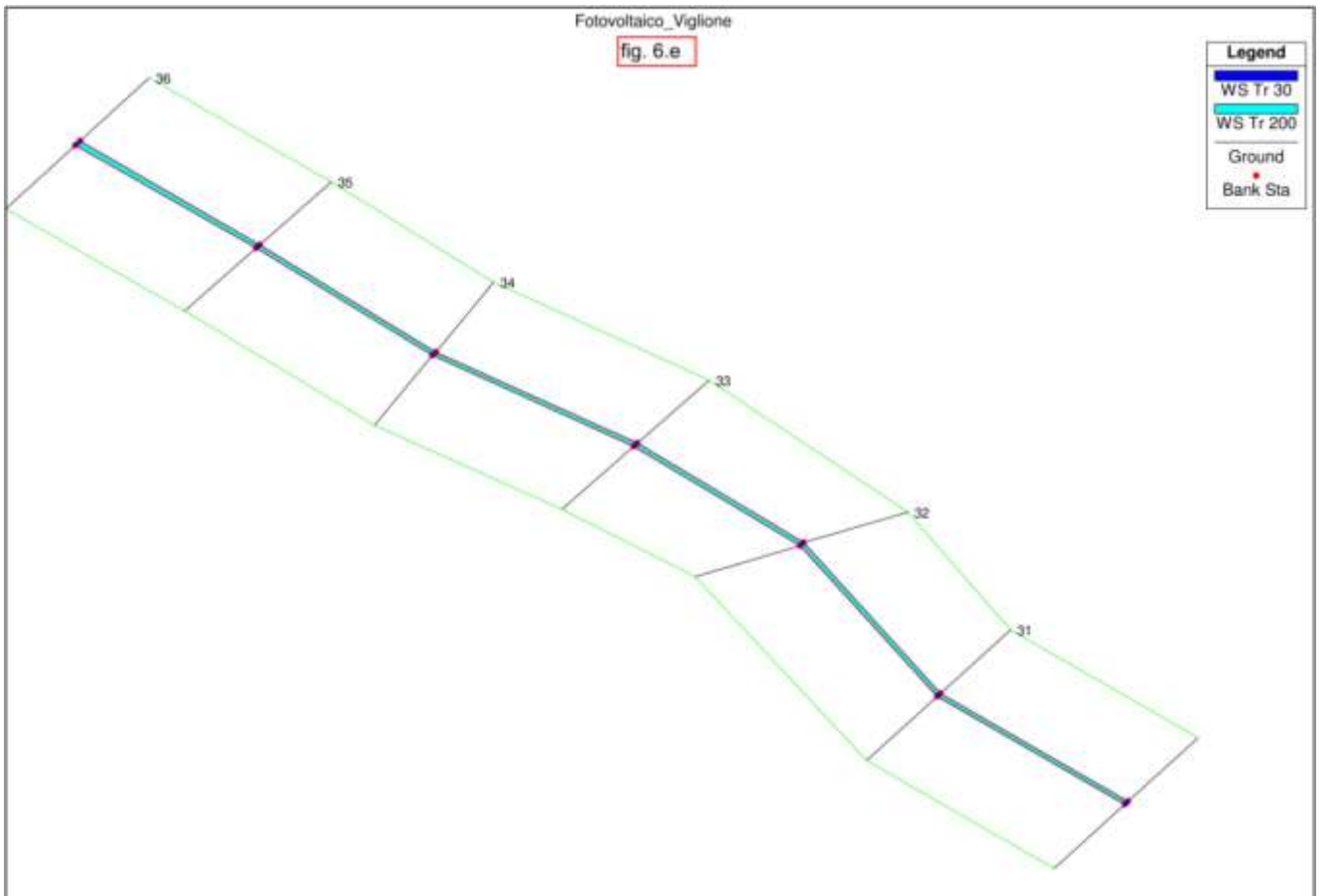
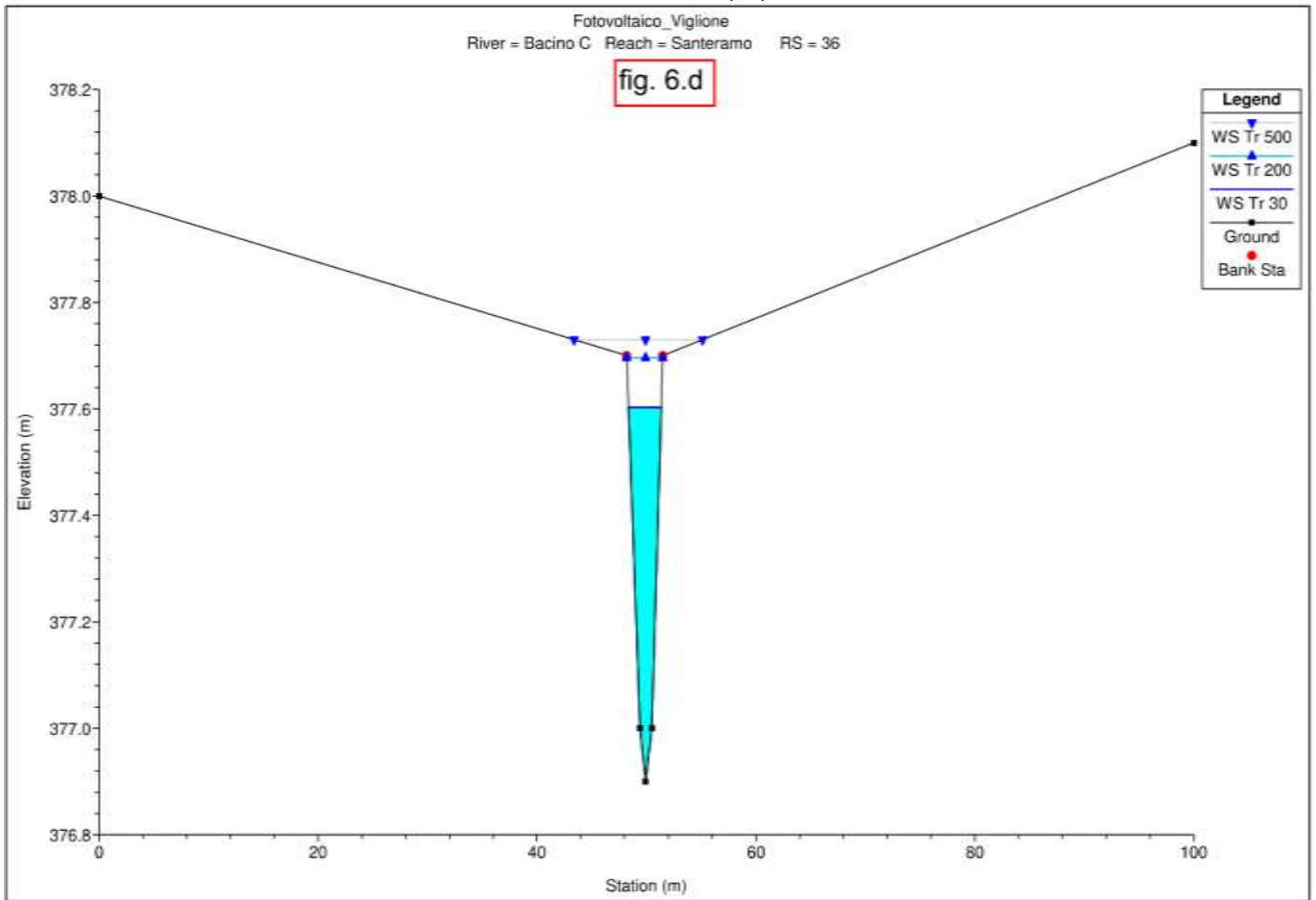












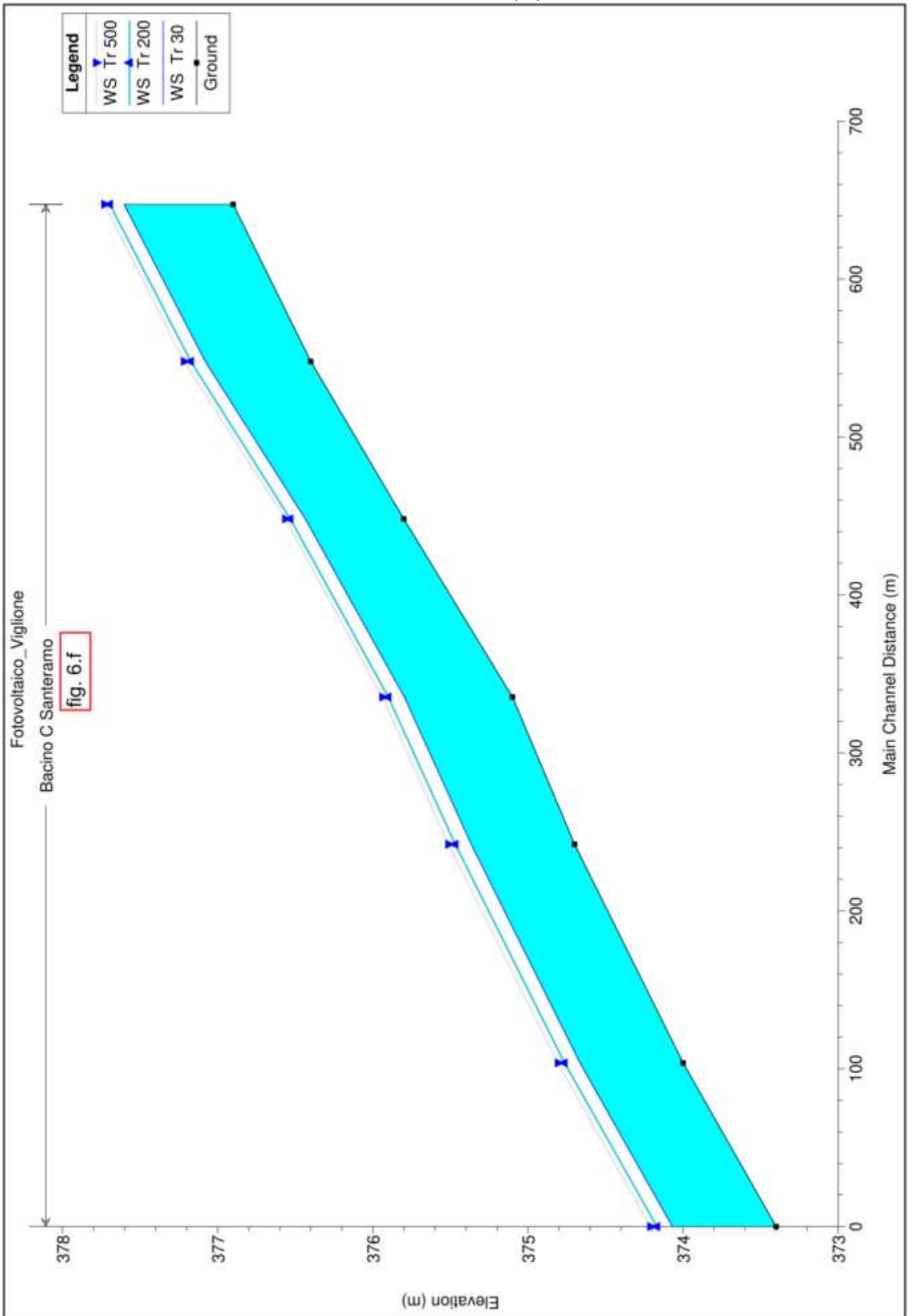




Foto 6.4 – Vista della parte alta del bacino C, si può notare l'area completamente coltivata.



Foto 6.5 – Vista della parte medio-alta del bacino, nei pressi della sezione 34 del *Reticolo C*.



Foto 6.6 – Vista dell'impluvio nei pressi della sezione 32 del *Reticolo C*, si possono notare le modeste dimensioni.



Foto 6.7 – Vista dell'impluvio a monte della sezione 31 del *Reticolo C*, si può notare che l'area è coltivata.

Legenda - fig. 7.1



Solco erosivo

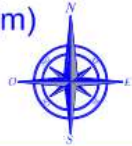
Sezione

limite aree allagabili con un tr 30 anni

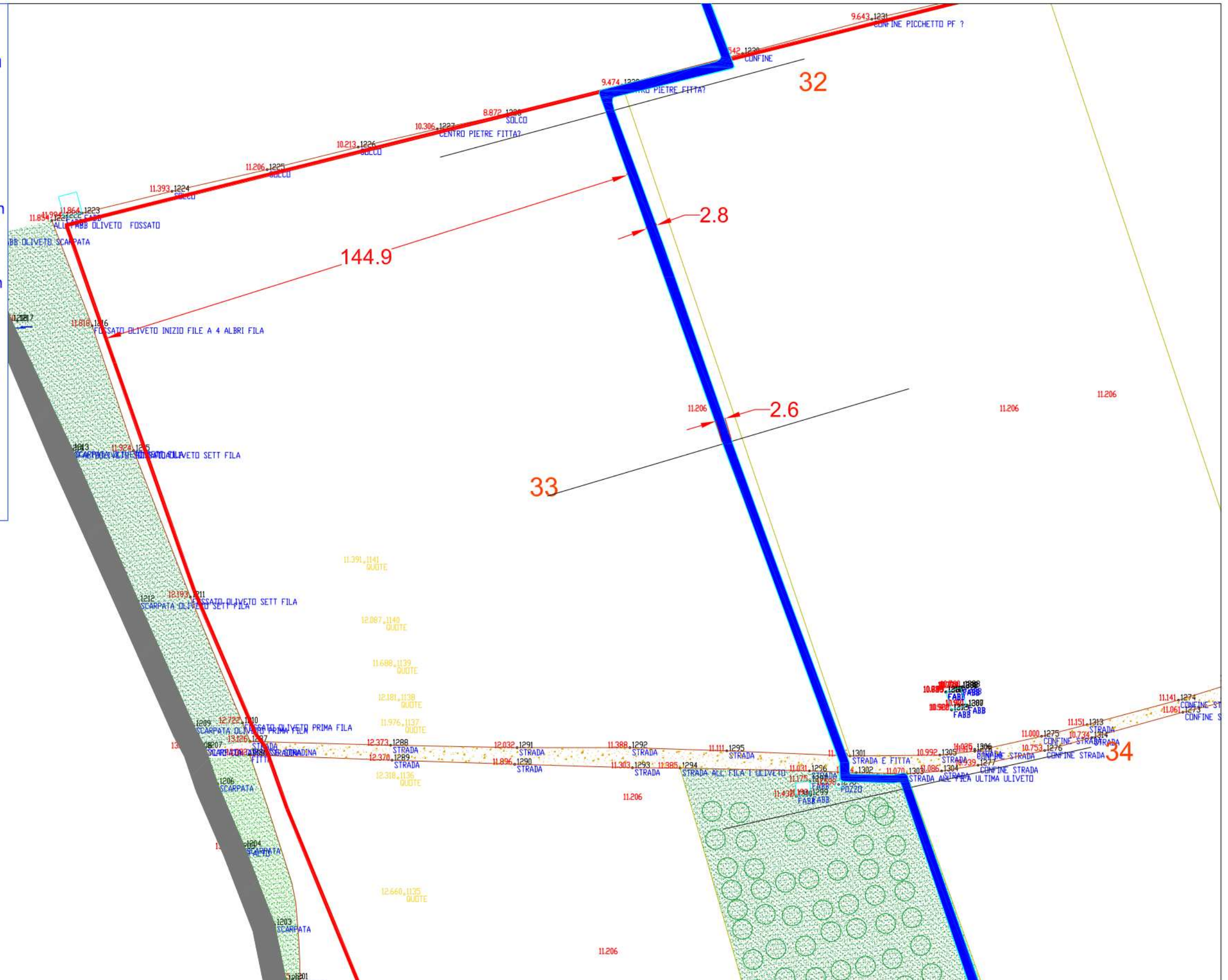
limite aree allagabili con un tr 200 anni

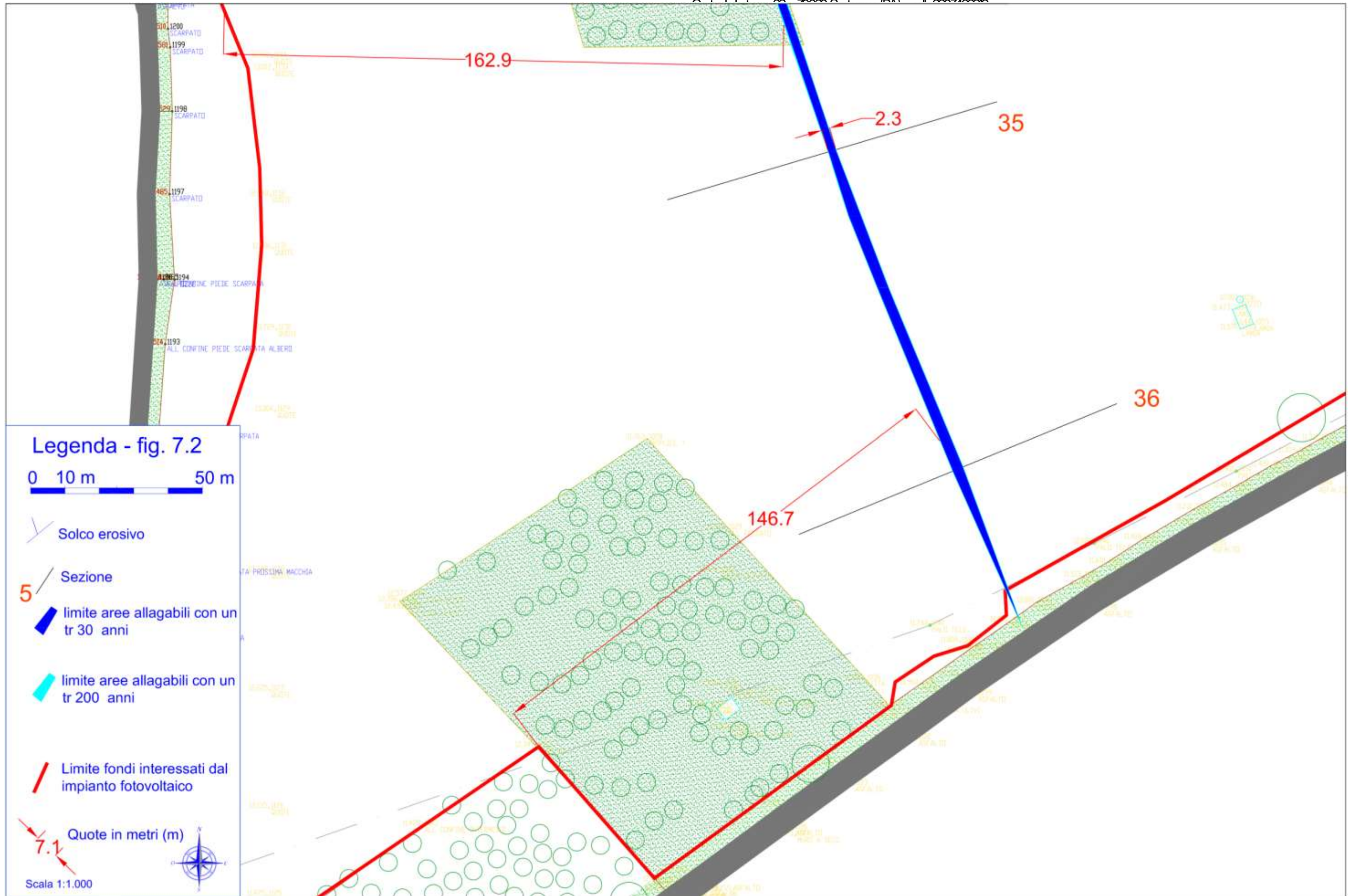
Limite fondi interessati dal impianto fotovoltaico

Quote in metri (m)



Scala 1:1.000







## 7 CONCLUSIONI

Lo studio idraulico del *Reticolo C* che interessa l'area oggetto d'intervento interessata dal "CO22 - progetto di mandorleto sperimentale a meccanizzazione integrale e a gestione di precisione, con possibilità di riutilizzo delle acque reflue tramite modulo sperimentale desert, consociato con impianto fotovoltaico, località Mass. Viglione s.n.c., Santeramo in Colle (BA)".

Ai fini dell'acquisizione del parere di competenza da parte dell'Autorità di Bacino della Puglia, tuttavia, è necessario verificare la rispondenza del progetto alle prescrizioni indicate dalla stessa Autorità all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Dato che, in questo caso, non è presente una perimetrazione che definisca il livello di rischio idraulico nella zona circostante, è necessario verificare l'interferenza tra l'intervento a realizzarsi e reticolo idrografico determinato dalla Carta Idrogeomorfologica e dalla carta IGM.

L'area interessata dal progetto è stata rilevata in modo dettagliato e preciso mediante l'analisi delle foto aeree, dal programma Google Earth, della cartografia tecnica integrata con il rilievo topografico da cui sono state ricavate le sezioni trasversali.

Il Modello pluviometrico rappresentativo degli afflussi meteorici per i vari bacini presenti, è stato calcolato con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Il tempo di corrivazione è stato calcolato attraverso una formula che media i metodi di *Pezzoli, Watt e Chow, Kirpich*.

La portata massima piena che può ruscellare sull'area d'interesse in caso di eventi pluviometrici intensi è stata calcolata con il metodo del tempo di corrivazione (tc) attraverso una la *Formula del coefficiente udometrico di Turazza*.

La curva di probabilità pluviometrica è stato disegnata analizzando i dati pluviometrici (Tab. 3.1) per un periodo di **40** anni relativi alla stazione pluviometrica di Santeramo in colle, inoltre, i dati sono stati confrontati con il metodo **VAPI**.

L'analisi idraulica degli impluvi, è stata eseguita mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale **HEC-RAS** dello US Army Corps of Engineers, le simulazioni sono state condotte in condizioni di **moto permanente**.

Le portata del *Reticolo C*, per Tr 200 abbiamo portate di 1,7 mc/s, l'altezza

(W.S. elev) varia da 0,73m a 0,80m e l'area della sezione bagnata (Flow area) varia da 2,24mq a 3,29mq.

Nella fig. 6.1 è riportata l'area allagabile con tempi di ritorno pari a 30 e 200, come possiamo notare l'area interessata dal progetto risulta interessata da un deflusso trascurabile.

Santeramo, Ottobre 2019

Il geologo

(Dott. Franco CARDINALE)





AaB P


## 8 ALLEGATI





### Pericolosità e Rischio

#### Peric. Geomorf.

-  media e moderata (PG1)
-  elevata (PG3)

 elevata (PG2)

#### Peric. Idraulica

-  bassa (BP)
-  alta (AP)

 media (MP)

#### Rischio

-  R1
-  R3

 R2

 R4