

GEOAMIATA

GEOLOGIA GEOMORFOLOGIA IDROGEOLOGIA IDRAULICA
GEOFISICA GEOTECNICA

IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO «CASA DEL CORTO» **Valutazione del Rischio Idraulico lungo** **un tratto dell'asta fluviale del Torrente Senna**

Committente

STEAM s.r.l

Località

Casa del Corto

Comune

PIANCASTAGNAIO (SI)

Incarico n.

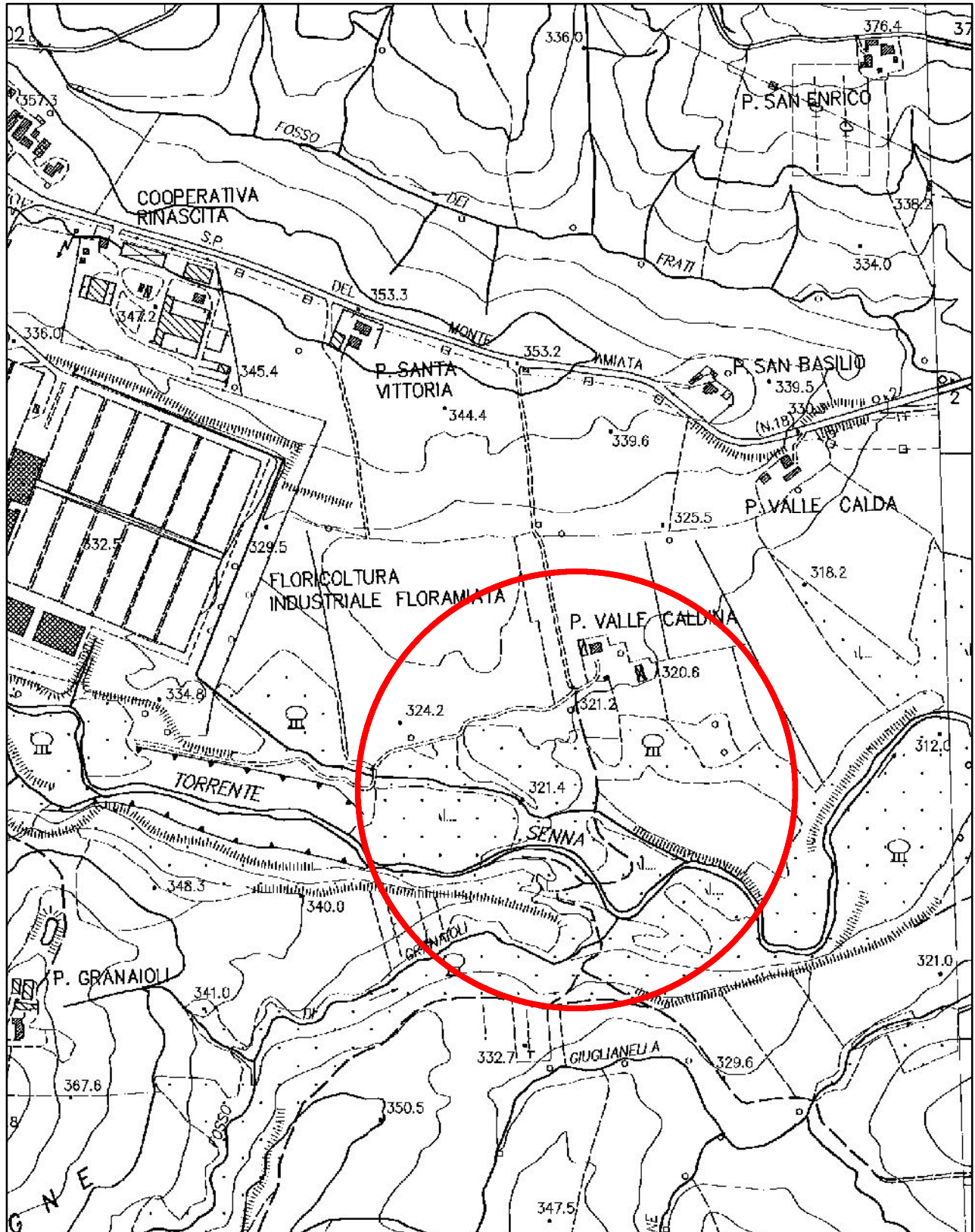
33/15

Data

NOVEMBRE 2015



Figura 1
LOCALIZZAZIONE AREA DELLO STUDIO
Scala 1:5000



1. PREMESSA

Il presente lavoro ha come oggetto un'indagine idraulica, relativa al torrente Senna, effettuata in un'area circostante **l'impianto di produzione di energia geotermica del Progetto di Ricerca "CASA DEL CORTO"** (in località Casa del Corto, Comune di Piancastagnaio, cfr. **Figura 1**: Localizzazione area oggetto dello studio).

In particolare nel presente lavoro è stata affrontato il **calcolo della massima portata affluente lungo l'asta fluviale del Torrente Senna** per tempi di ritorno compresi tra i 20 ed i 200 anni, al fine di fornire indicazioni circa le aree a rischio di esondazione in concomitanza con eventi meteorici critici. In particolare verrà considerata l'ubicazione della **pompa** che servirà a prelevare acqua dal Torrente Senna.

Il Comune di Piancastagnaio è dotato di uno Strumento Urbanistico generale redatto secondo le norme della L.R. n. 65 del 10/11/2014; ne consegue che la Pericolosità idraulica dell'area indagata è già stata classificata nelle indagini geologiche di supporto al vigente Piano Strutturale; in particolare l'area destinata ad ospitare la postazione di sondaggio è stata classificata in **Classe I.2 (Pericolosità MEDIA)**, come visibile nello stralcio inserito nel testo (**Figura 2**). Nel P.S. la pericolosità idraulica è stata determinata con criterio geometrico: la pericolosità **I.2** è stata fatta coincidere con le aree di fondovalle generalmente corrispondenti con i depositi alluvionali, mentre le pericolosità **I.3** sono state perimetrare individuando la fascia di territorio con quote comprese entro i 2 m di elevazione dal ciglio di sponda o argine dei corsi d'acqua. Le aree a pericolosità **I.3** risultano generalmente contenute all'interno delle scarpate di erosione, che si elevano anche di alcune decine di metri dagli argini di piena ordinaria.

Nel nostro caso si è implementato lo studio del Piano Strutturale **determinando il livello di rischio da esondazione per tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni con uno studio idraulico**

lungo l'alveo del Torrente Senna in prossimità dell'area che ospiterà l'impianto di produzione e perforazione (**Figura 1**).

I terreni interessati dalle opere si trovano in località Casa del Corto, in corrispondenza della pianura alluvionale del Torrente Senna, a quote comprese tra 310 e 330 m s.l.m., e rientrano nel **Foglio N° 321 Sez. III - ABBADIA SAN SALVATORE** - della nuova serie della Carta d'Italia in scala 1:25.000 dell'I.G.M.

I sopralluoghi e le prove di caratterizzazione per l'accertamento delle condizioni locali a base della presente relazione sono stati compiuti nel **novembre 2015**. Lo studio, onde consentire la definizione di un quadro geologico e geomorfologico attendibile, è stato esteso alle zone limitrofe.

Si riportano all'interno della presente relazione:

- **Fig. 1: Localizzazione dell'area oggetto dello studio (scala 1:25.000);**
- **Fig. 2: Carta della Pericolosità idraulica (stralcio da P.S. comunale) in scala 1:5.000;**
- **Fig. 3: Schema geologico del bacino del Torrente Senna in scala 1:25.000;**
- **Fig. 4. Spazializzazione sull'intera regione dei parametri "a" e "n" della LSPP per il tempo di ritorno di 200 anni;**
- **Fig. 5: Sezioni idrauliche dell'alveo del Senna:**
- **Fig. 6: Planimetria in scala 1:10.000 con delimitazione delle aree esondabili.**







Figura 2 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Stralcio da P.S.

Scala 1:10.000

LEGENDA


PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA (I.2).
Aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
- non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o in mancanza, al ciglio di sponda.
-  PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA (I.3).
Aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:
 -  I.3.1) vi sono notizie storiche di inondazioni;
 -  I.3.2) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
 -  I.3.3) Tratti intubati o tombati in cui dovranno essere effettuati specifici studi idraulici in caso di previsione di trasformazioni.
-  PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA (I.4).
Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:
- vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o in mancanza, sopra il ciglio di sponda.


 Tratto del reticolo idrografico intubato o tombato

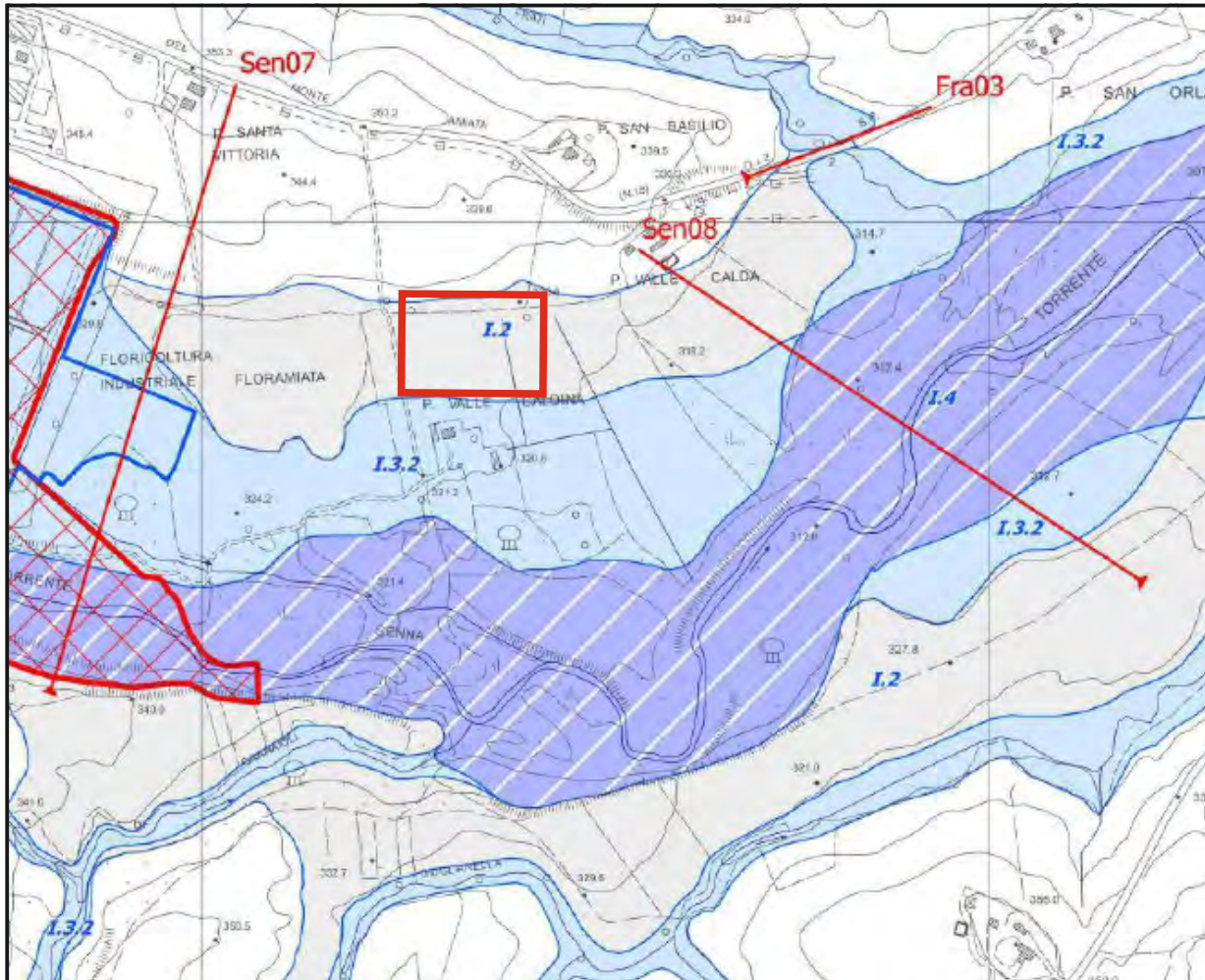
 Canale scolmatore in fase di realizzazione

PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL P.A.L. TEVERE

 Fascia Fluviale A: Fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno di 50 anni.

 Area a rischio idraulico R4

 Sezioni idrauliche rilevate e relativo codice identificativo



 Postazione

2. QUADRO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

I terreni affioranti all'interno del bacino del Torrente Senna appartengono, dal basso verso l'alto, a:

- *Flysch liguri interni ed esterni*
- *Depositi neogenici*
- *Unità vulcanica del Monte Amiata*
- *Depositi alluvionali attuali e recenti*
- *Depositi continentali*

L'area di intervento si trova, infatti, all'interno della parte più meridionale del **grande bacino marino** che, durante il **Pliocene**, occupava gran parte della Toscana meridionale. L'inizio della trasgressione marina nella depressione venutasi a creare ad oriente della dorsale Seggiano-Montalcino, allungata prevalentemente nella direzione NO-SE, ebbe luogo all'inizio del **Pliocene Inferiore**, allorché una fase tettonica distensiva provocò un abbassamento della depressione, che si veniva individualizzando come una vera fossa tettonica in rapida subsidenza (Val di Chiana, Siena, Radicofani, F. Tevere). Successivamente, nel **Pliocene medio**, si verificò un **generale sollevamento** della regione con definitiva emersione della regione posta a Sud dell'allineamento **Montalcino-Pienza-Montepulciano** che si può considerare come spartiacque tra un bacino senese settentrionale ed un bacino senese meridionale (**GELMINI** - *Studio fotogeologico del bacino neogenico senese*. Boll. Soc. Geol. It. n° XCIII - 1974). Tale sollevamento decretò la chiusura della sedimentazione nel bacino meridionale, mentre nella parte settentrionale seguì una nuova ingressione marina testimoniata dai depositi del Pliocene superiore.

Il modello al quale si può ricondurre la forma del bacino neogenico senese è quella di un "**graben**", analoga, pertanto, nelle sue linee generali, a quella di molti altri bacini neoautoctoni toscani. Si tratta di un bacino delimitato longitudinalmente da faglie appenniniche molto più sviluppate lungo la sponda orientale rispetto a quella occidentale e scomposto in tronconi da

fasci di faglie a direzione antiappenninica e E-O che hanno provocato nell'insieme un progressivo abbassamento dei blocchi andando da Sud verso Nord.

La profondità raggiunta dal mare pliocenico nella Toscana meridionale è stata indubbiamente modesta: **SESTINI** (*Il mare pliocenico della Toscana meridionale*, 1930) limita quella massima a **200 metri**, mentre in prossimità delle rocce antiche (Monte Cetona e Monte Amiata pre-vulcanico) sarebbe stata inferiore ai 50 metri. Dato che lo spessore della serie è, però, certamente notevole, arrivando nella zona di Radicofani a sfiorare i 350 metri, dobbiamo ammettere che l'accumulo della grande quantità di materiale detritico grossolano, fornito dai rilievi dell'Amiata e del Cetona, sia stato compensato da un'**intensa subsidenza**.


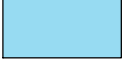

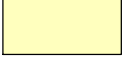






Dobbiamo inoltre tenere presente che nel senese (Val d'Orcia e Val di Paglia) la trasgressione pliocenica avanzò in una zona costituita per la massima parte da argille scagliose e perciò, dopo la formazione dei primi sottili livelli di ciottoli e sabbie, la regione alimentatrice, formata da materiale facilmente erodibile, fornì solo **grandi quantità di argille**, le stesse che in breve tempo colmarono tutto il bacino. La definitiva regressione del mare si verificò in tempi brevi sul finire del Pliocene Medio.

Di seguito viene fornita una breve descrizione delle litologie cartografate (cfr. **Figura 3**) all'interno del bacino del Torrente Senna.

Flysch liguri interni ed esterni (Cretaceo sup. – Paleocene)

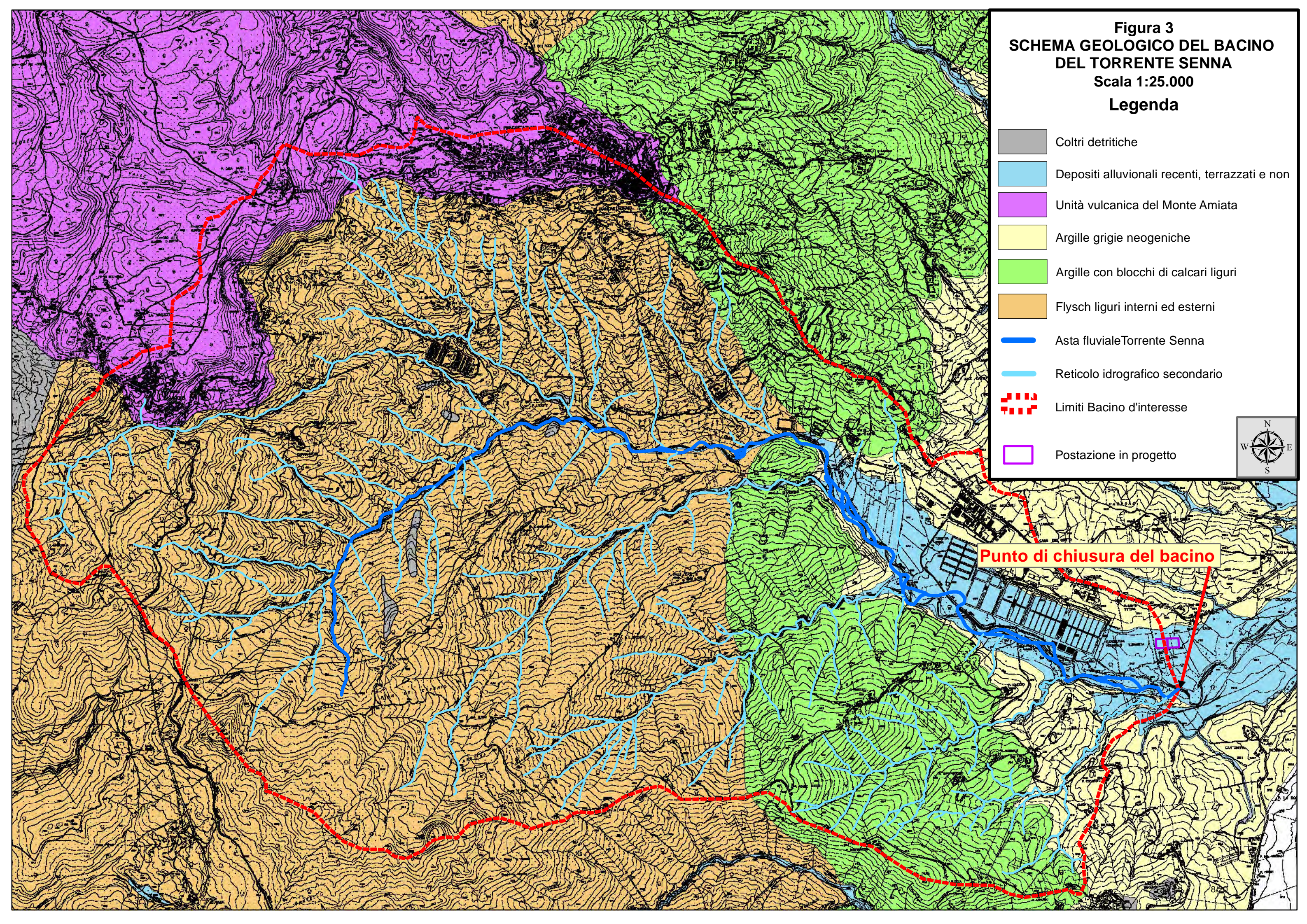
Affiorano estesamente nelle porzioni occidentale e centrale del bacino; sono rappresentati essenzialmente da sequenze torbiditiche costituite da alternanze di argilliti e siltiti, finemente fogliettate di colore grigio chiaro in frattura fresca e giallastro in superficie alterata, calcari a grana fine a frattura concoide di colore grigio sul taglio fresco e grigio chiaro sulla superficie alterata, calcari marnosi, marne calcaree e marne di colore grigio scuro in frattura fresca e grigio chiaro sulla superficie alterata (**Formazione di Sillano – S. Fiora**). Nella porzione sud-occidentale

Figura 3
SCHEMA GEOLOGICO DEL BACINO
DEL TORRENTE SENNA
Scala 1:25.000
Legenda

-  Coltri detritiche
-  Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non
-  Unità vulcanica del Monte Amiata
-  Argille grigie neogeniche
-  Argille con blocchi di calcari liguri
-  Flysch liguri interni ed esterni
-  Asta fluviale Torrente Senna
-  Reticolo idrografico secondario
-  Limiti Bacino d'interesse
-  Postazione in progetto



Punto di chiusura del bacino



del bacino si ritrovano anche arenarie carbonatico-quarzose, con stratificazione non sempre presente e gradazione degli elementi clastici mal definita (**Pietraforte**), e alternanze di argilliti fittamente laminate, di colore variabile dal grigio al rosso vinato, con intercalati livelli lapidei di calcari marnosi, calcareniti e calcilutiti (**Argille varicolori**).

Depositi neogenici (Pliocene)

Affiorano nella porzione orientale del bacino, a valle di Piancastagnaio fino a Casa del Corto, nella sezione terminale del corso del Senna. Sono rappresentati da due litofacies: la prima è costituita da **argille ed argille sabbiose** di colore grigio-azzurro localmente fossilifere, a cui talvolta si intercalano orizzonti di pochi centimetri di sabbie scarsamente cementate. La seconda litofacies è costituita da **argille con blocchi di calcari liguri**: argille ed argille sabbiose di colore grigio bruno, plastiche, con rare intercalazioni di livelli sabbiosi, debolmente cementati, e livelli di ghiaie ad elementi di calcare siliceo. Nelle argille sono immersi abbondanti clasti talora arrotondati di calcare siliceo, a grana fine, di colore grigio-piombo, provenienti dalla Formazione delle Argille a Palombini, in assetto caotico.

Unità vulcanica del Monte Amiata (Plio-Pleistocene)

Affiora nel margine settentrionale del bacino, rappresentata da **colate laviche clasto-geniche, colate laviche a blocchi** di composizione trachidacitica derivate dal collasso di un mega duomo endogeno e da un **complesso quarzo-latitico massiccio** ricco in frammenti cristallini, di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro.

Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)

Al di sopra dei depositi neogenici si rinvengono, lungo l'asta fluviale del Torrente Senna, depositi alluvionali, in parte terrazzati, di granulometria eterogenea, con banchi grossolani (ciottoli e ghiaie) immersi in una matrice più fine, sabbioso-argillosa, alternati a strati di materiale fine. Gli

spessori dei depositi alluvionali sono estremamente variabili, ma è presumibile che, localmente, **solo in casi eccezionali raggiungano potenze superiori ai 7-8 metri.**

Depositi continentali (Olocene)

Si tratta di depositi di versante e detriti di falda o depositi eluvio-colluviali, generalmente rappresentati da accumuli di materiale a granulometria fine (limi e sabbie) con rari frammenti litoidi grossolani mobilizzati dall'azione combinata di gravità e ruscellamento ed accumulati ai piedi dei versanti o lungo tratti a modesta acclività.

3. ASPETTI CLIMATICI, IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Come già detto, l'area di studio si trova all'interno del bacino del Torrente Senna, affluente di destra del Fiume Paglia. La porzione del bacino che sta a monte dell'area di studio presenta una forma piuttosto compatta con allungamento prevalente in direzione **NW-SE** ed ha una **superficie di 35,55 km²** al punto di chiusura individuato in località Casa del Corto (**Figura 3**). L'altimetria è compresa tra i 992 metri s.l.m. (Poggio alla Guardia di Sopra) ed i 320 metri s.l.m. della valle del Senna in località Casa del Corto, nel punto di chiusura del bacino. Il Torrente Senna nasce tra Poggio la Roccaccia e Podere Tafano, in località L'Abetina, ad una quota di 770 metri s.l.m. e scorre interamente in territorio del Comune di Piancastagnaio fino alla confluenza con il Fiume Paglia, nei pressi di Ponte del Rigo. La lunghezza della sua asta fluviale è di 11,7 km che si riducono a 9,7 km alla chiusura del bacino di interesse. I suoi affluenti principali sono il Torrente Senna Morta, il Fosso delle Vaccarecce, il Torrente Lavinacci e il Fosso delle Pietre Nere in sinistra idrografica; il Fosso Carpineto, il Fosso di Valle Cupa, il Fosso di Polidoro e il Fosso di Granaioli in destra idrografica.

3.1 Piogge di breve durata e forte intensità

Necessaria premessa ad una corretta interpretazione del meccanismo di formazione dei deflussi, al fine di applicare le metodologie di previsione, è una approfondita conoscenza del **regime delle piogge intense**. Il problema della stima di eventi estremi di precipitazione, come l'altezza massima di pioggia caratterizzata da un assegnato tempo di ritorno, in bacini idrografici non strumentati o non provvisti di una serie temporale affidabile di dati, può essere affrontato con metodologie diverse, tra cui la più robusta e più utilizzata a livello scientifico e tecnico è **l'analisi di frequenza regionale**. Tale approccio consente di utilizzare contemporaneamente l'intera informazione pluviometrica disponibile per le diverse stazioni pluviometriche presenti sul territorio di una regione riducendo così l'incertezza associata alla disomogeneità delle serie storiche osservate nei diversi siti di misura.

La Regione Toscana, in accordo con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze, ha analizzato la frequenza regionale delle precipitazioni in un'area comprendente i bacini idrografici dei corsi d'acqua principali della Regione, come l'Arno, il Serchio e l'Ombrone Grossetano, bacini più piccoli di fiumi della costa tirrenica, il bacino attiguo del fiume Magra e alcuni sottobacini idrografici dei fiumi Tevere e Fiora (*Accordo Collaborazione Scientifica RT-UNIFI ATTIVITA' B1: Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme - Guida all'uso dei risultati, Marzo 2014*). La previsione quantitativa dei valori estremi di pioggia in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva o **linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP)**, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. La LSPP è comunemente descritta da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

con: h = altezza di pioggia [mm]; t = durata [ore], a e n parametri caratteristici per i tempi di ritorno considerati. Note le altezze di pioggia per durate e tempi di ritorno (T_r) fissati,

attraverso una regressione logaritmica è possibile determinare le griglie di 1 km su tutta la regione dei parametri a e n .

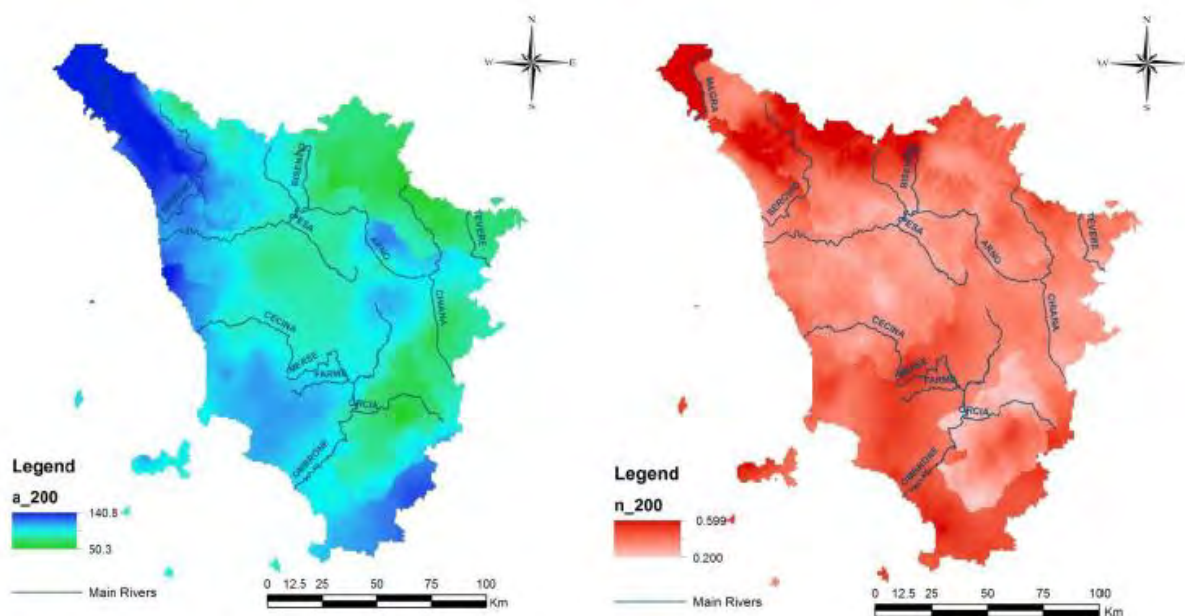


Fig. 4. Spazializzazione sull'intera regione dei parametri "a" e "n" della LSPP per il tempo di ritorno di 200 anni (da Accordo Collaborazione Scientifica RT-UNIFI ATTIVITA' B1: Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme - Guida all'uso dei risultati)

3.2. Calcolo dell'altezza di pioggia sul bacino in oggetto

Per calcolare l'altezza di pioggia su un bacino idrografico è necessario individuare lo spartiacque del bacino imbrifero e, una volta scelto il tempo di ritorno, è possibile utilizzare i parametri a e della LSPP; noti i parametri a e n della LSPP per assegnato T_r , viene definita la durata t dell'evento.

Per un bacino idrografico si usa $t=t_{cr}$ (tempo critico), solitamente assunto pari al tempo di corrivazione t_c . È possibile quindi trovare l'altezza di pioggia in ogni cella tramite la relazione:

$$h(t) = a t_c^n$$

con: h = altezza di pioggia [mm]; t_c = tempo di corrivazione [ore], a e n parametri caratteristici.

Una volta trovata l'altezza di pioggia h in ogni cella, per la durata e il tempo di ritorno stabilito, è sufficiente calcolare il valore medio sul bacino idrografico.

3.3 Caratteristiche morfometriche e idrologiche del bacino del Senna

Come già detto, il Torrente Senna nasce tra Poggio la Roccaccia e Podere Tafano, in località L'Abetina, ad una quota di 770 metri s.l.m. e la lunghezza della sua asta fluviale è di 11,7 km che si riducono a 9,7 km alla chiusura del bacino di interesse, in località Casa del Corto. All'interno del suo bacino, che occupa, al punto di chiusura in località Casa del Corto, una superficie di 35,55 km² sono stati misurati e calcolati parametri fondamentali per la stima della massima portata affluente (vedi **Tabella 1**).

Il **tempo di corrivazione** τ è stato calcolato con metodo automatico utilizzando la **Formola di Giandotti** correntemente usata per i bacini montani italiani:

$$\tau = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m - H_0}}$$

essendo:

S = superficie del bacino [m²]

L = lunghezza dell'asta fluviale [m]

H_m = quota media del bacino [m s.l.m.]

H_0 = quota del punto di chiusura del bacino [m s.l.m.]

Tabella 1 – Principali caratteristiche morfometriche e idrologiche del bacino del Torrente Senna

Superficie (km ²)	35,55
Quota massima (m s.l.m.)	992
Quota minima (m s.l.m.)	320
Quota media (m s.l.m.)	656
Lunghezza asta fluviale (km)	9,70
Coeff. di deflusso medio	0,84
Tempo di corrivazione (min)	157

Per quanto riguarda la determinazione del **coefficiente di deflusso**, è stato utilizzato il valore 0,84¹ ricavato sperimentalmente, attraverso un congruo numero di prove infiltrometriche, in un recente lavoro commissionato dalla Comunità Montana del Monte Amiata (“PIANO INTEGRATO DI INTERVENTO FORESTALE E DI SISTEMAZIONE IDRAULICO FORESTALE” della “CTV-D.R.E.AM ITALIA”, riportato in **appendice**).

L'**altezza di pioggia critica** è stata calcolata, a partire dalla relazione riportata nel paragrafo 3.2, per una durata di precipitazione t uguale al tempo di corrivazione tipico del bacino e per T_r pari a 20, 100 e 200 anni, utilizzando i valori medi dei parametri a e n riportati nella **Tabella 2**.

Tabella 2. Altezza di pioggia critica e massime portate affluenti nel bacino del Torrente Senna

Tempo di ritorno (anni)	20	100	200
Valori medi n	0,28	0,31	0,32
Valori medi a	58,82	73,26	78,83
Altezza pioggia critica (mm)	77,24	98,31	107,12

¹ Si è scelto di utilizzare cautelativamente il valore 0,84, determinato attraverso l'applicazione di un fattore di frequenza $k = 100$, anziché il valore 0,82, determinato con l'applicazione di un fattore di frequenza 50.

3.4 Calcolo della massima portata affluente

Il calcolo della massima portata affluente Q_{max}^{aff} in corrispondenza della sezione di chiusura in località Casa del Corto è stato realizzato con la formula:

$$Q_{max}^{aff} = \frac{k \cdot h_c \cdot S}{\tau}$$

dove k è il coefficiente di deflusso medio del bacino, h_c è l'altezza di pioggia critica (con t pari al tempo di corrivazione del bacino), S è l'area del bacino e τ è il tempo di corrivazione.

Il valore della portata massima affluente del Torrente Senna alla sezione di chiusura di Casa del Corto è la seguente:

- per tempi di ritorno di 20 anni $Q = 244,87 \text{ m}^3/\text{sec};$
- per tempi di ritorno di 100 anni $Q = 311,65 \text{ m}^3/\text{sec};$
- per tempi di ritorno di 200 anni $Q = 339,59 \text{ m}^3/\text{sec}.$

3.5 Calcolo della massima portata ammissibile

Il Piano Strutturale di Piancastagnaio attualmente in approvazione è supportato da una serie di sezioni idrauliche tracciate perpendicolarmente all'asta fluviale del Torrente Senna; le due sezioni più vicine all'area di intervento, la **sezione Sen07** e la **sezione Sen08**² sono state utilizzate per il calcolo della massima portata ammissibile del fiume. Inoltre è stata utilizzata una terza sezione realizzata in passato, a partire da un **rilievo in scala 1:100**, dalla Amministrazione Comunale di Piancastagnaio per verifiche idrauliche relative ad aree inserite nel P.R.G. comunale; questa terza sezione, indicata in cartografia con la sigla **Sen07.5**, risulta intermedia alle altre due già citate (cfr. **Figura 6**).

Il Torrente Senna scorre, nei periodi di morbida, in un alveo di larghezza compresa tra i 13 ed i 60 metri, all'interno del quale il canale principale assume un andamento debolmente sinuoso ("low

² L'accuratezza del rilievo planoaltimetrico di queste due sezioni non è nota.

sinuosity stream"), con formazione di "barre" allungate longitudinalmente all'asta fluviale ed attaccate alternativamente sulla sponda sinistra e destra dell'alveo. La profondità del canale principale è estremamente variabile, presentando la caratteristica successione a "pool" e "riffle" tipica dei fiumi a bassa sinuosità della Toscana meridionale (Orcia, Paglia, Formone). Le barre fluviali formate per la maggior parte da ghiaie e ciottoli vengono periodicamente sommerse durante le piene del corso d'acqua che va ad occupare anche quei canali (detti per l'appunto "di piena") distanti diverse decine di metri dal canale principale.

Per il calcolo della massima portata ammissibile dall'alveo del Senna nella zona presa in esame è stata utilizzata per tutte le sezioni la **Formula di Gaukler-Strickler**:

$$Q_{\max}^{am} = k \cdot S \cdot R^3 \cdot \sqrt{i}$$

dove **k**, **coefficiente di scabrezza** del canale, è assunto cautelativamente = **30**

S è la sezione dell'alveo [m²]

R è il raggio idraulico = sezione bagnata/perimetro bagnato

i è la pendenza dell'alveo nel tratto considerato, pari a **0,008**.

Per la sezione Sen07.5, il pelo dell'acqua è stato posto a quote variabili tra 314,5 e 315 metri s.l.m. e, in dipendenza della diversa superficie della sezione, si sono ottenuti i valori di portata riportati nella **Tabella 3**. Confrontando i valori della tabella 3 con quelli delle portate massime affluenti riportate nel paragrafo 3.4, si evince che **le portate con tempi di ritorno variabili tra 20 e 200 anni risultano tutte contenute nelle sezioni il cui pelo libero è compreso tra 314,8 e 315,0 metri s.l.m.**, circa 50 cm al di sopra del ciglio di sponda presente in sinistra idrografica del torrente. Graficamente quanto sopra è riportato nella Figura 6 nella quale è indicata solamente la porzione della sezione interessata dal rischio idraulico per tempi di ritorno fino a 200 anni (che comprende al suo interno le classi di rischio I.3 e I.4), dato che la differenza tra la zona interessata dalla piena con tempo di ritorno 20 anni e quella interessata dalla piena con tempo di ritorno 200

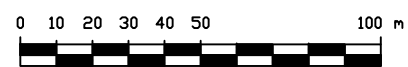
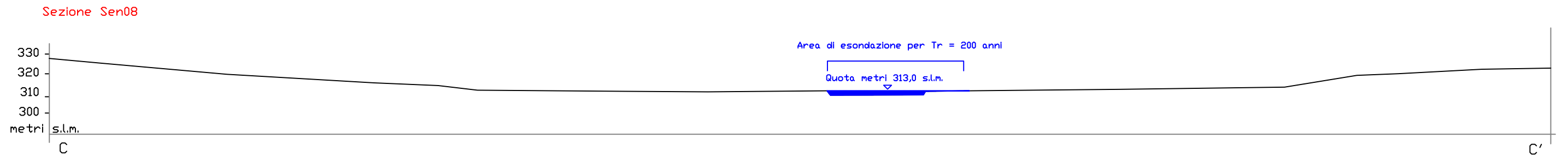
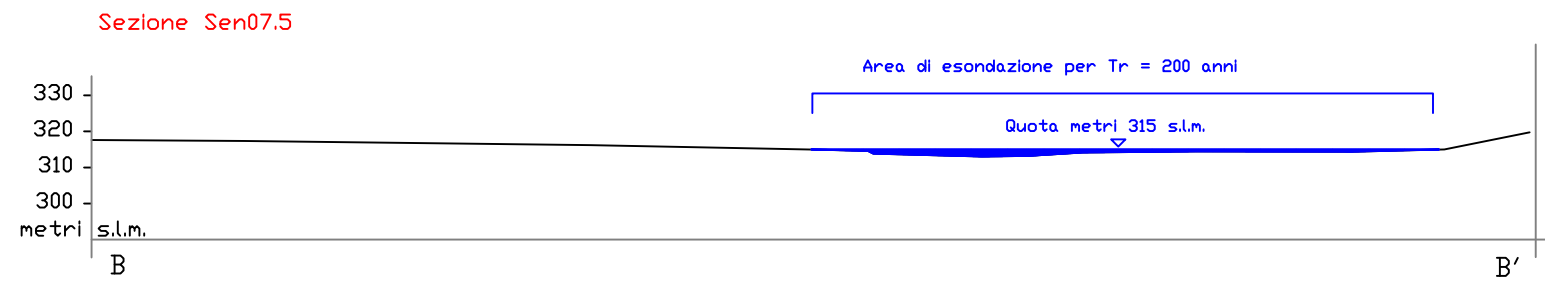
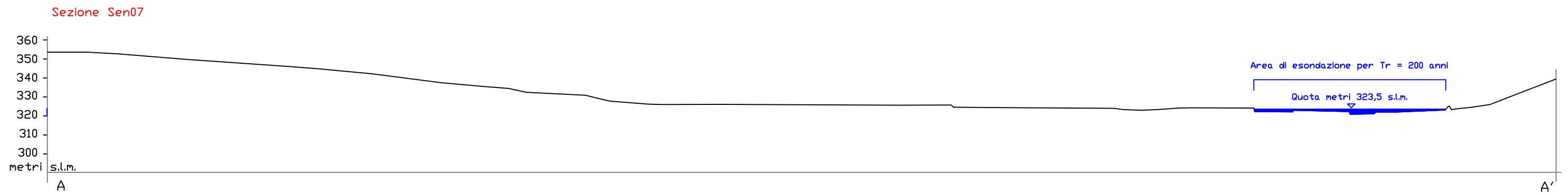
anni è impossibile da distinguere alla scala di rappresentazione delle sezioni (si tratta di una differenza di circa 6 m in sinistra idrografica e 7 metri in destra idrografica lungo la sezione B-B').

Tabella 3. Portate massime ammissibili lungo la sezione A-A'

Quota pelo dell'acqua	S	R	Q (m ³ /sec)
314,5	83,41	0,58756	157,00
314,7	102,53	0,6693	210,50
314,8	118,78	0,7361	259,84
315,0	148,91	0,85343	359,50

In considerazione di quanto sopra, per le altre due sezioni sono state determinate le quote del pelo libero dell'acqua che definiscono le superfici contenenti le portate di massima piena per tempi di ritorno di 200 anni; sono state definite così le aree esondabili correlabili con quella definita lungo la sezione intermedia; graficamente il tutto risulta visibile nella già citata Figura 6. La definizione della fascia interessata dalla piena con tempi di ritorno duecentennali, con le 3 sezioni utilizzate e le limitazioni connesse alla incertezza derivante dalla non nota qualità del rilievo pianoaltimetrico delle sezioni 7 e 8, può non essere ovviamente esaustiva; tale informazione deve pertanto essere ritenuta semplicemente indicativa, in particolar esternamente alle sezioni utilizzate per la verifica del rischio.

FIGURA 5



PLANIMETRIA DELLA AREA DI INDAGINE

Scala 1:10.000

Legenda

● Ubicazione pompa di prelievo idrico

□ Postazione di sondaggio

■ Area a rischio di esondazione
per tempi di ritorno fino a 200 anni
(I.3 e I.4)

— / —
Tracce di sezione

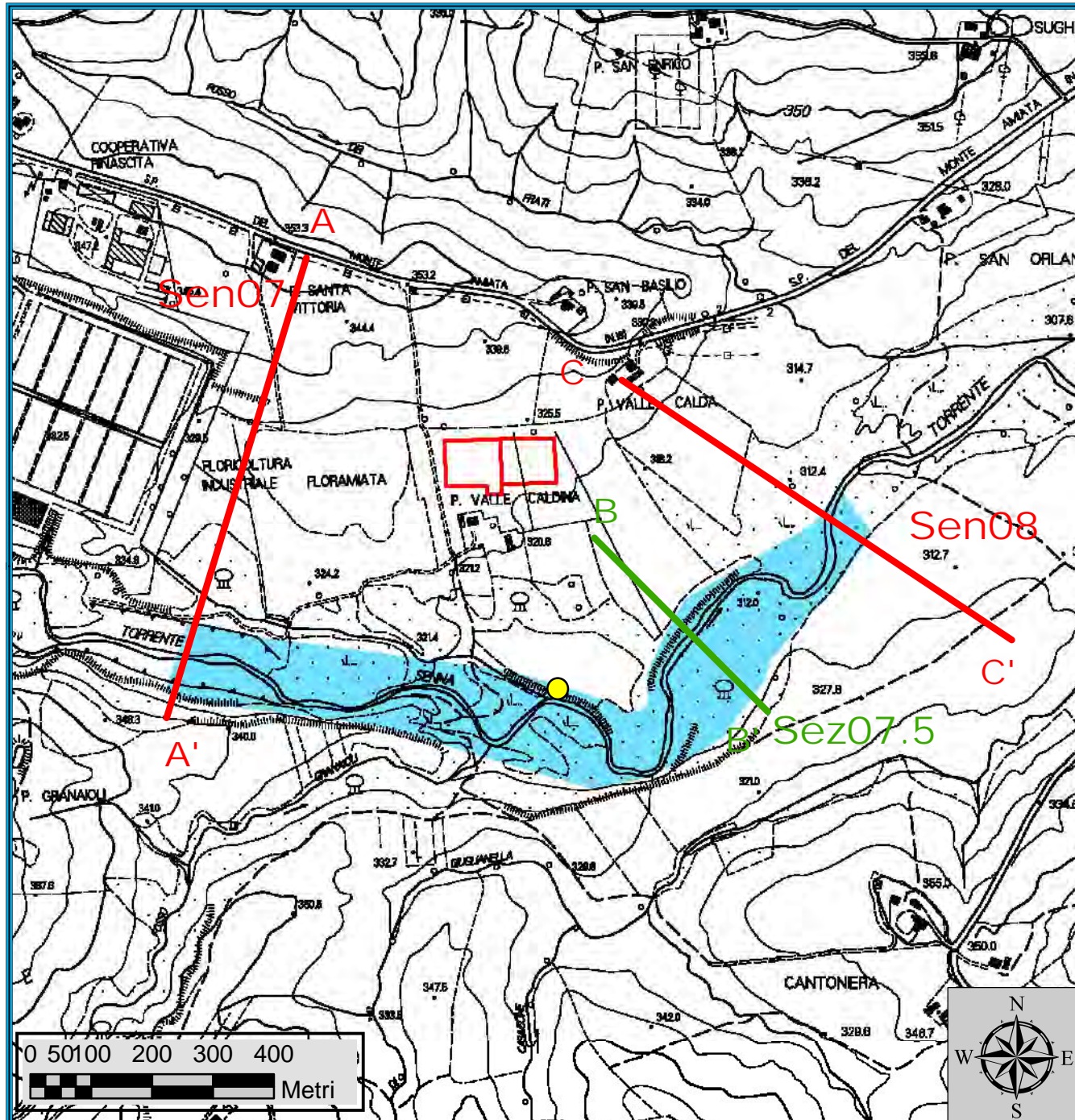


Figura 6
19/20

4. CONCLUSIONI

Nel presente lavoro è stata affrontato il **calcolo della massima portata affluente lungo l'asta fluviale del Torrente Senna** per tempi di ritorno compresi tra i 20 ed i 200 anni, al fine di fornire indicazioni circa le aree a rischio di esondazione in concomitanza con eventi meteorici critici.

Il calcolo è stato eseguito seguendo le raccomandazioni della Regione Toscana per la determinazione delle precipitazioni estreme nei bacini idrografici toscani, così come meglio dettagliato nel paragrafo 3.1 e seguenti; l'elaborazione dei dati ha fornito valori della **massima portata affluente, nell'area oggetto di studio, compresi tra circa 244 e 340 m³/sec, che risultano contenuti in una fascia di larghezza variabile tra 70 e 170 m lungo l'alveo di magra.** Graficamente, quanto sopra è stato riportato su di una planimetria che mostra come **l'area di intervento si collochi in zona esterna a quella a rischio di esondazione di Classe I.3 e I.4.**

Per quanto riguarda la collocazione della **pompa di prelievo idrico**, come visibile nella **Figura 6**, questa verrà collocata sulla sommità del ciglio di sponda in riva sinistra del Torrente Senna; in considerazione del presente studio idraulico sarà sufficiente il suo collocamento su di un supporto di altezza pari ad un metro per evitare che venga interessata dall'esondazione del torrente calcolata per tempi di ritorno pari a 200 anni, dato che l'analisi rivela che la massima portata affluente potrà sormontare la quota del ciglio di sponda solo di pochi centimetri.

Il Geologo

ARCIDOSSO, 16 NOVEMBRE 2015