

# REGIONE PUGLIA

## Provincia di Foggia

### COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

**OGGETTO** PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA

**COMMITTENTE** **LIGHTSOURCE RENEWABLE  
ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.**

Via Giacomo Leopardi, 7 Milano (MI)  
C.F./P.IVA: 11015540963

Codice Commessa PHEEDRA: 20\_10\_PV\_ASC

**PROGETTAZIONE**



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



**SOUTHERNERGY S.r.l.** Via del Commercio, 66  
72017 - Ostuni (BR)  
Tel. 0831.331594  
e-mail: info@southenergy.it  
web: www.southenergy.it

**Dott. Ing. Angelo Micolucci**

**Dott. Ing. Ilario Morciano**

1	Giugno 2020	PRIMA EMISSIONE	CD	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO

**OGGETTO DELL'ELABORATO**

## RELAZIONE IDRAULICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	ASC	CIV	REL	006	01	ASC-CIV-REL-006_01	-

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>ANALISI IDRAULICA.....</b>	<b>6</b>
3.1.	Premesse .....	6
3.2	Analisi morfologica dell'area e individuazione dei bacini imbriferi .....	6
3.3.	Metodo di calcolo .....	8
3.4	Verifica idraulica delle sezioni interferenti .....	8
3.4.	Risultati delle simulazioni 2D Aree allgagabili .....	19
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

## 1 PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico da installare in agro del Comune di Ascoli Satriano (FG), in località Flamia con opere di connessione ricadenti, nello stesso comune.

L'area di intervento è raggiungibile attraverso la Strada Provinciale 97 di Foggia. La superficie lorda dell'area di intervento è di circa 43,8 ha.

L'impianto fotovoltaico sarà collegato mediante un cavidotto in media tensione interrato alla Stazione Elettrica di Terna SpA, previo innalzamento della tensione a 150 kV mediante sottostazione di trasformazione da realizzarsi e oggetto del presente progetto che sarà situata nelle vicinanze della SE Terna denominata "Valle" su uno stallo predisposto della SE, così come da preventivo di connessione di Terna SpA.

Oggetto della presente è lo studio idraulico dell'area per la realizzazione del "PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA", nel territorio urbano del Comune di Ascoli Satriano (FG), affinché sia realizzato in condizioni di sicurezza idraulica come definita all'art. 36 delle NTA del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

## 2. INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO

L'impianto è suddiviso in due aree una ad Est denominata "Ascoli 1" ed una ad Ovest denominata "Ascoli 2", rispetto alla stazione Terna denominata "Valle" poste a distanza di circa 5 km fra di loro, interconnesse tramite un cavidotto in media tensione.

Dal punto di vista cartografico, il sito d'intervento ricade nelle Tavole n.434042 - 434081 - 435013 - 435054 - 435012 - 435051 della Carta I.G.M. in scala 1: 5.000 e il sito ha coordinate avente coordinate geografiche baricentriche, (41°08'51.9"N, 15°44'43.2"E) per Ascoli 1 e (41°09'00.0"N 15°40'05.4"E) per Ascoli 2.

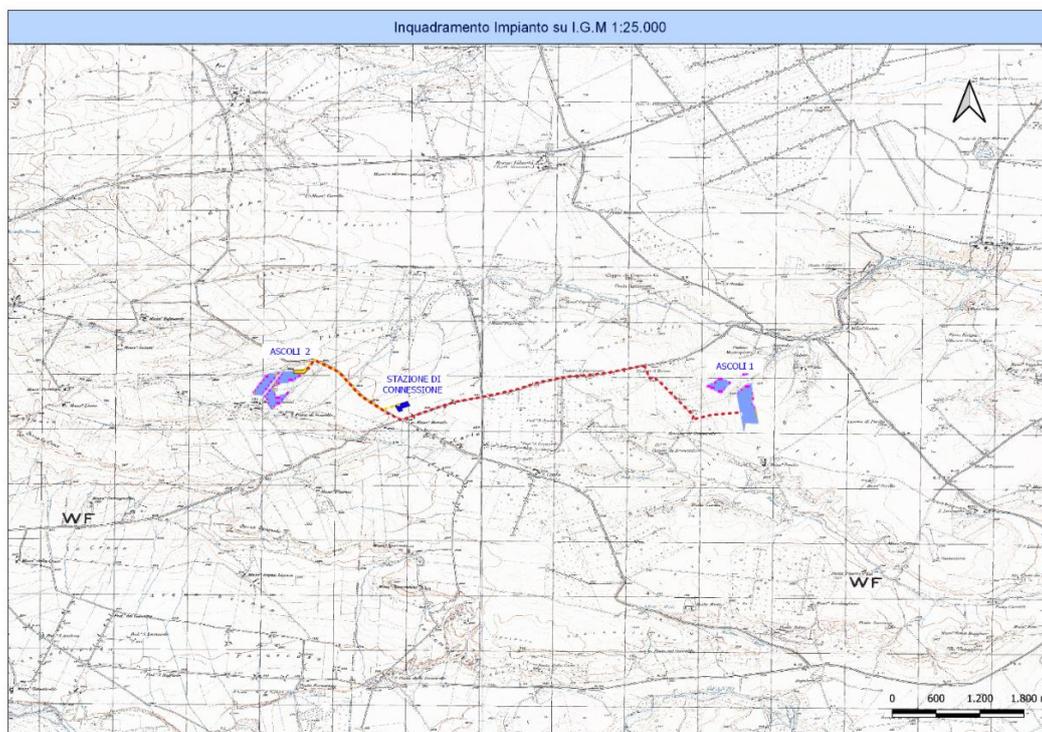


Figura 1- Individuazione Impianto FV su Cartografia IGM 1:25.000

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Pag. 2 di 27</b>
---	----------------------------	---------------------

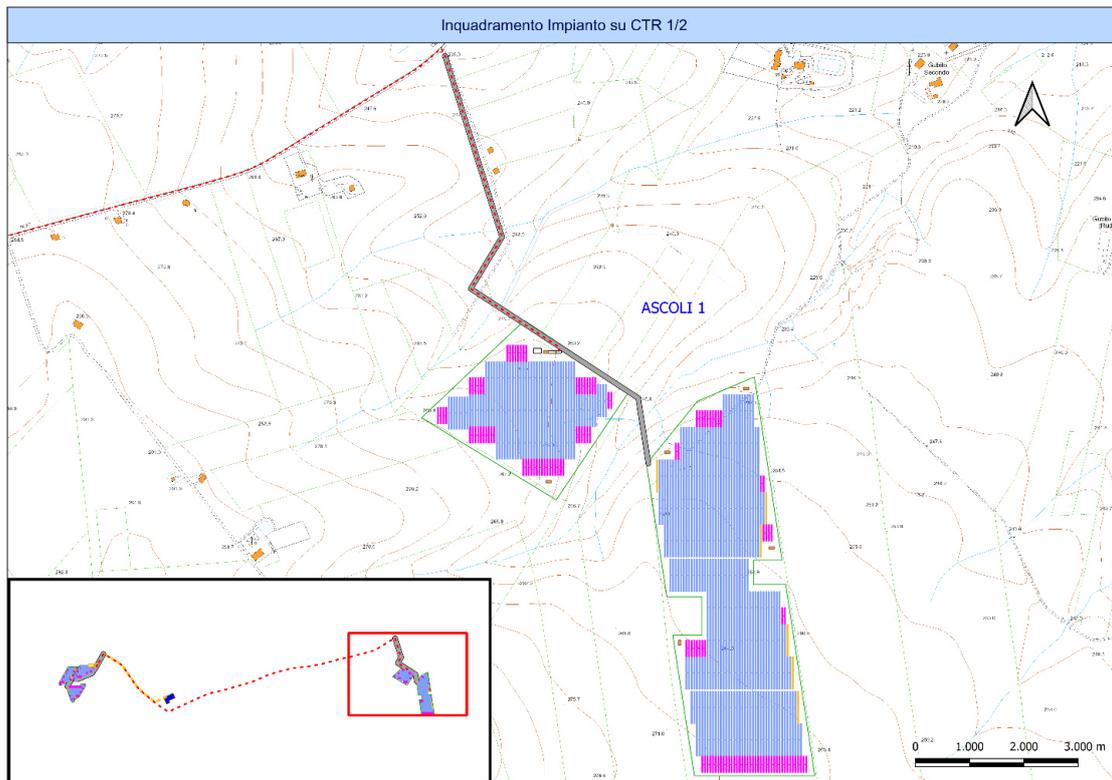


Figura 2 - Inquadramento Impianto su Base CTR della Regione Puglia 1/2

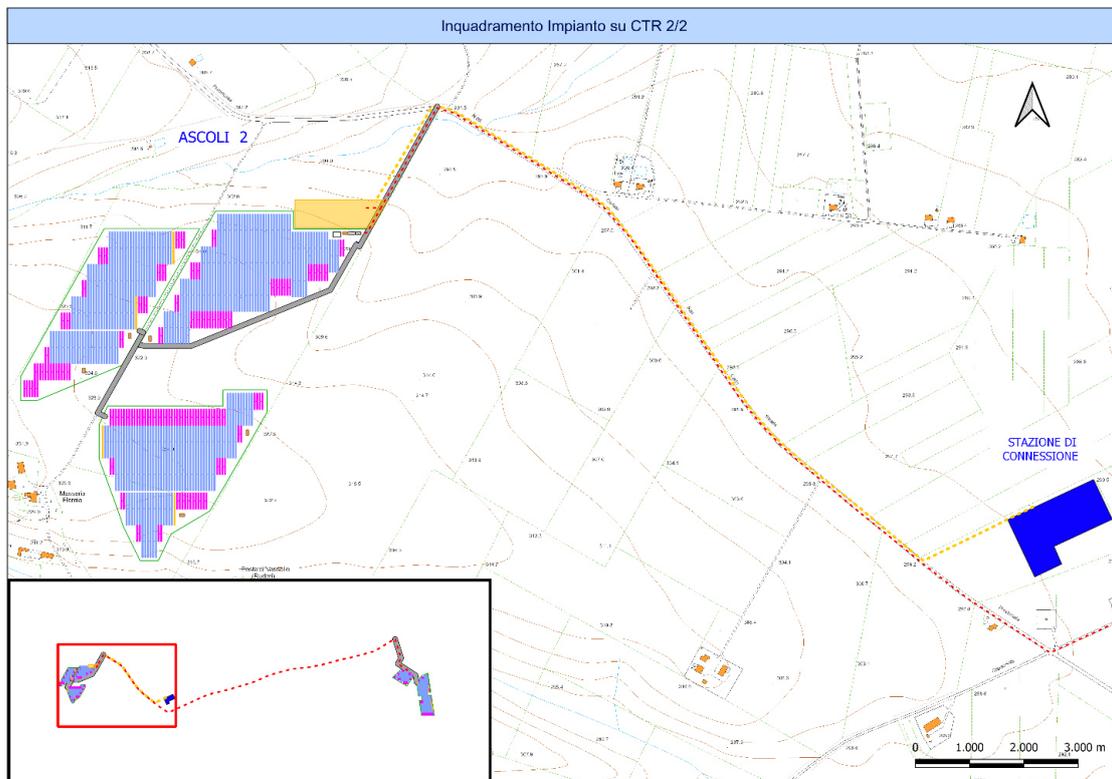


Figura 3 - Inquadramento Impianto su Base CTR della Regione Puglia 2/2

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

L'area d'impianto in progetto è localizzata nell'agro del Comune di Ascoli Satriano, nella località *Flamia*. Il sito si sviluppa su un'area sub-pianeggiante con quota che variano dai 249 ai 267 m s.l.m. nell'impianto ovest (Ascoli 1), e con altitudine che varia da 307 – 312 m.s.l.m. per l'impianto est (Ascoli 2).

La natura carsica del territorio favorisce la creazione di lunghi fiumi sotterranei che alimentano le falde acquifere; talvolta l'affioramento della falda freatica superficiale forma piccoli bacini idrici.

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

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

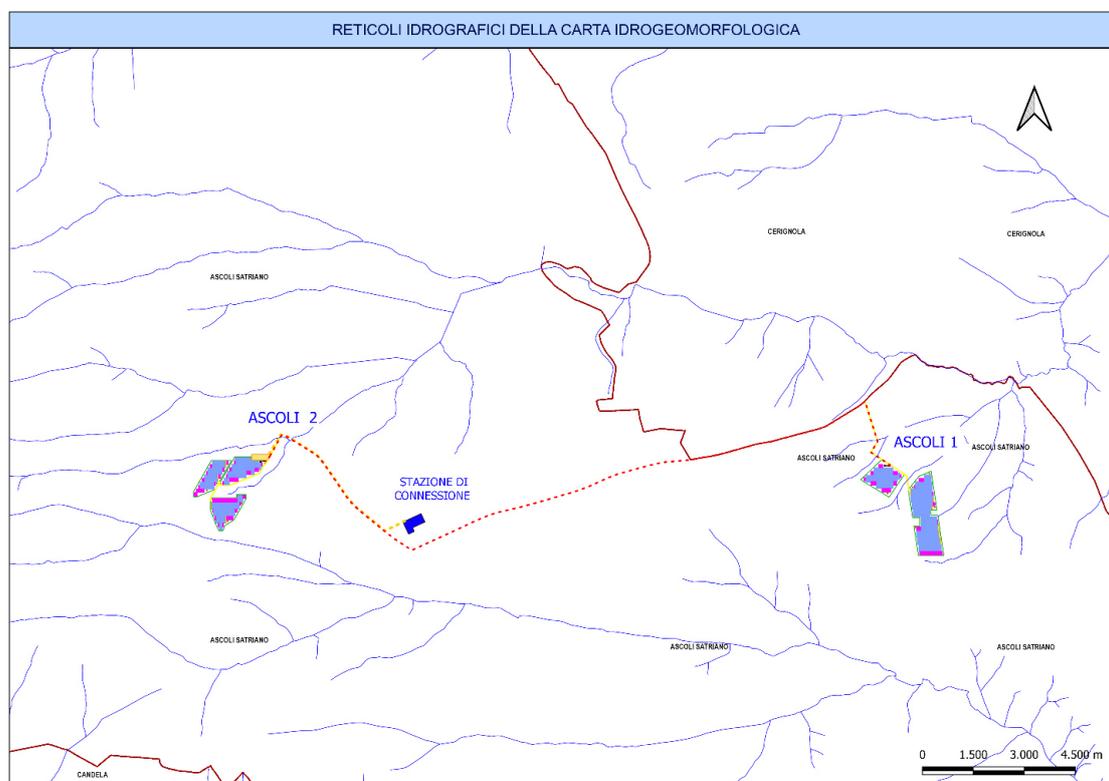


Figura 4 - Individuazione con reticolo della Carta Idrogeomorfologica

Si evidenzia dall'immagine precedente, che l'area d'impianto è intercettata da due reticoli, a carattere episodico, il primo situato a nord, che interessa le due parti d'impianto Ascoli1-Ascoli 2 il secondo situato a sud e che rasenta esclusivamente l'intervento Ascoli 2 di cui alla presente trattazione. L'area oggetto d'intervento è maggiormente interessata dalla diramazione del reticolo posto a nord che sbocca nel canale Marana Capaciotti.

L'Autorità di bacino ha già studiato, idraulicamente l'area in esame definendone le perimetrazioni delle aree a rischio, in particolare si rileva che l'area d'impianto si insedia in aree non soggette a pericolosità idrogeologica.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Pag. 4 di 27</b>
---	----------------------------	---------------------

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

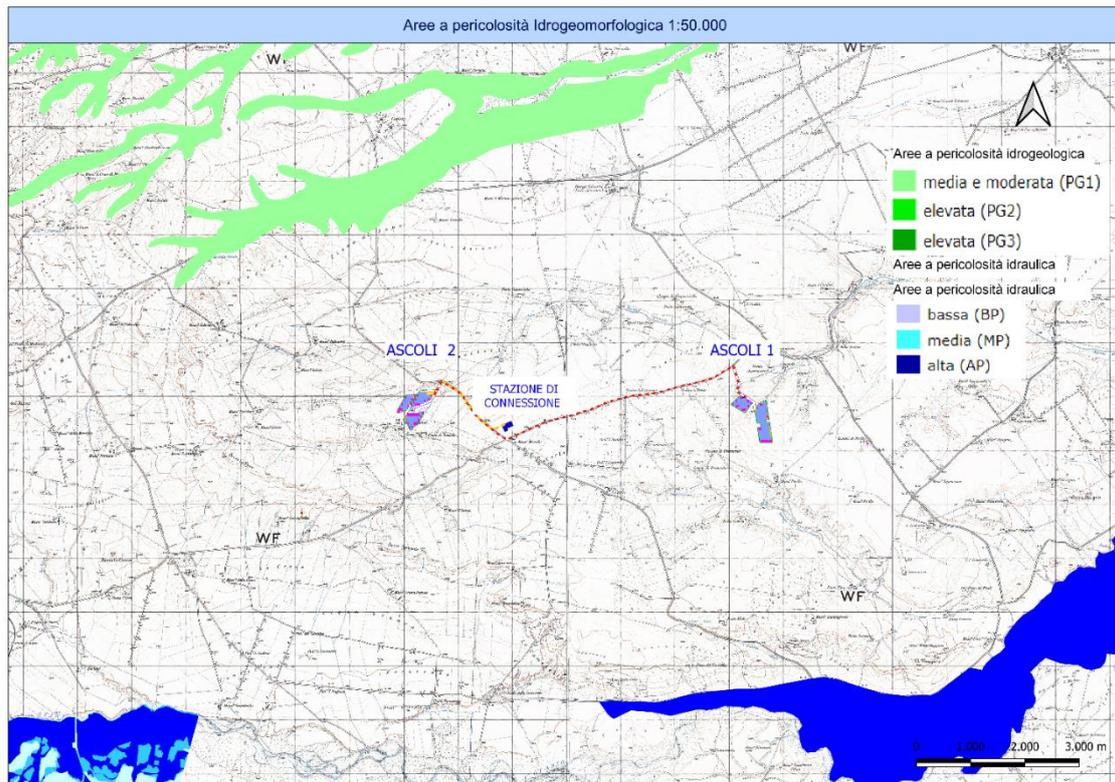


Figura 5 - Aree a pericolosità idraulica P.A.I.

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

Tuttavia, gli interventi, in ambiti sottoposti a vincolo idrogeologico devono essere progettati e realizzati in funzione della salvaguardia e della qualità dell'ambiente e dell'assetto idrogeologico, senza alterare in modo irreversibile l'ecosistema in cui vengono realizzati.

Per il reticolo idrografico identificato dalla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, in assenza di studi idraulici che definiscano in dettaglio gli sviluppi planimetrici degli *alvei in modellamento attivo* e delle *aree golenali* di ciascuna linea di deflusso, vigono le **misure di salvaguardia** (ai sensi dell'*art.6 comma 8* e dell'*art.10 comma 3* delle NTA del P.A.I.).

All'interno delle fasce di pertinenza fluviale (150 mt dall'asse del reticolo) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno *Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica* subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

### 3. ANALISI IDRAULICA

#### 3.1. Premesse

Lo studio qui condotto si pone l'obiettivo di verificare i livelli di pericolosità idraulica riportati nel PAI e determinati dal transito delle piene di riferimento normativo, per stabilire se l'area d'intervento si trova o meno in condizioni di sicurezza idraulica ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI. Pertanto, si condurranno valutazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a simulare la propagazione della piena con modello di calcolo idraulico a schema bidimensionale in cui verranno inseriti tutti gli elementi geometrici caratterizzanti l'area studiata.

Effettuato il calcolo delle portate massime di cui alla relazione idrologica ASC-CIV-REL-005, si è proceduto con la simulazione della propagazione delle piene in moto vario al fine di individuare le aree inondabili e stabilire la sicurezza idraulica delle aree. L'output dello studio idraulico, simulando eventi con tempo di ritorno di 200 anni, consente di individuare la parte di territorio allagabile al fine di definire il livello di pericolosità.

Una volta individuate le aree e quindi verificate in relazione a quelle rappresentate nel PAI della Puglia si potrà stabilire le condizioni di sicurezza idraulica e le eventuali opere di mitigazione del rischio.

#### 3.2 Analisi morfologica dell'area e individuazione dei bacini imbriferi

L'approccio utilizzato per affrontare e risolvere le problematiche oggetto del presente studio parte da un'analisi a scala di bacino dei processi idrologici ed idraulici determinati dagli eventi meteorici estremi i cui effetti al suolo sono fortemente influenzati dallo stato dei luoghi, sia per l'aspetto della geomorfologia degli stessi sia dal punto di vista della loro destinazione d'uso.

Al fine di giungere a determinazioni che abbiano un riscontro attendibile rispetto alla realtà dei luoghi, è evidentemente necessario ricostruire, nella maniera quanto più dettagliata possibile, la conformazione degli stessi che si andranno ad analizzare partendo da un esame a scala di macrobacino e via via aumentando sempre più il dettaglio dell'indagine.

Il Modello Digitale del Terreno del presente studio, al fine di ricavare un modello digitale del terreno sufficientemente dettagliato, si è fatto riferimento ai seguenti dati cartografici disponibili:

- Cartografia IGM in scala 1:25000;
- Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5000;
- Restituzione del rilievo aereo effettuato dal SIT PUGLIA su celle da 8 m
- Ortofoto.

La base di partenza per l'ottenimento dei bacini idrografici, grazie alle moderne tecnologie disponibili, è sicuramente il modello digitale del terreno. Quanto più il modello digitale del terreno approssima il reale andamento morfologico dei luoghi, tanto più simile alle situazioni reali saranno le determinazioni rinvenienti dall'analisi morfologica. Il livello di dettaglio del modello digitale del terreno è strettamente legato al tipo di "dato grezzo" di partenza ovvero maggiore è il livello di dettaglio della cartografia disponibile migliore sarà la qualità del modello digitale del terreno da essa derivato.

L'individuazione del bacino scolante costituisce un passaggio fondamentale al fine di giungere alla determinazione delle portate al picco di piena. I parametri individuati da questo tipo di analisi costituiscono una

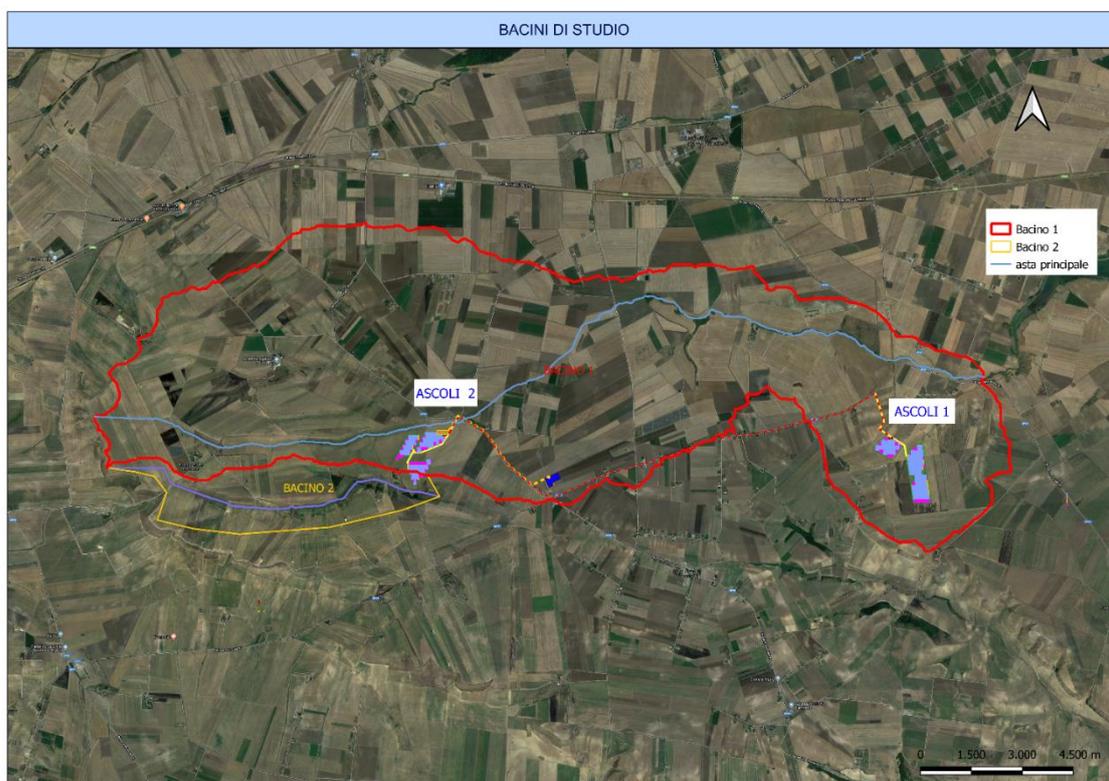
<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Pag. 6 di 27</b>
---	----------------------------	---------------------

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

parte dell'input dei modelli idrologici e idraulici applicati nel seguito. Per questo motivo è importante investire risorse sufficienti in modo da avere la maggiore certezza possibile sui risultati ottenuti.

La base dati principale sulla quale è fondata l'analisi morfologica è rappresentata dal modello tridimensionale del terreno. Il modello del terreno, rappresentato nelle tre dimensioni, consente di effettuare valutazioni sull'altimetria dei luoghi, sulle pendenze, sul deflusso delle acque, ecc.; pertanto maggiore è la precisione del modello, intesa anche come densità di punti disponibili, e più attendibili sono le valutazioni che si possono fare.

Dall'analisi del modello digitale del terreno, determinato attraverso l'applicazione di software di elaborazione tipo GIS, è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alla sezione di chiusura tirata in corrispondenza del sito di interesse per il presente studio e determinare le caratteristiche morfometriche di cui necessita l'elaborazione idrologica. Il bacino determinato e le sue caratteristiche morfometriche ha fornito l'input per l'applicazione dei modelli di calcolo afflussi-deflussi che verranno descritti nei paragrafi successivi.



*Figura 6 - Bacini d'interesse per l'area di studio*

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Pag. 7 di 27</b>
---	----------------------------	---------------------

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

### 3.3. Metodo di calcolo

La modellazione idraulica è stata effettuata in moto vario attraverso il software Hec- Ras (River Analysis System) versione 5.03 sviluppata dall' U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center. Le verifiche sono state effettuate su un modello unico che comprende tutti i corsi d'acqua oggetto di studio.

Di seguito si riportano alcune delle caratteristiche di base del modello in moto vario.

Il sistema di equazioni implementato in Hec-ras per le simulazioni in moto vario è capace di ricostruire i profili idraulici attraverso una rete di canali aperti.

Le equazioni del solutore in moto vario sono state adattate dal modello UNET del Dr. Robert L. Barkau (Barkau, 1992 and HEC, 1997). I calcoli idraulici per sezioni, ponti, culvert e altre strutture idrauliche che sono stati sviluppati nel modulo in moto permanente sono stati incorporati nel modulo in moto vario. Inoltre, la componente in moto vario ha la capacità di modellare aree/casse di espansione e le connessioni idrauliche tra alveo e casse e tra cassa e cassa.

Il modello bidimensionale è stato utilizzato per la valutazione dell'effetto al suolo delle piene di riferimento dei reticoli significativi in quanto più adottato per lo studio di diffusione del deflusso in ambienti caratterizzati da singolarità idrauliche.

### 3.4 Verifica idraulica delle sezioni interferenti

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

Si è dedicata la massima attenzione alla modellazione degli attraversamenti in quanto spesso tale tipologia di strutture costituisce un restringimento di sezione e quindi un ostacolo al normale deflusso.

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

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

Si sono, progettate le sezioni e verificate in modo da valutare se la portata al colmo di piena, ovvero la portata idrologica per un tempo di ritorno di 200 anni, fosse maggiore della portata che in condizioni critiche la sezione potesse smaltire.

Dopo aver analizzato le aree allagabili si sono quindi analizzate le interferenze fra il reticolo idrografico e le strade a servizio dell'impianto di nuova realizzazione, al fine di consentire un dimensionamento delle opere di attraversamento e il ripristino dell'idrografia preesistente.

Si è proceduto quindi alla individuazione dei Bacini scolanti relativi alle sezioni di chiusura:

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Pag. 8 di 27</b>
---	----------------------------	---------------------

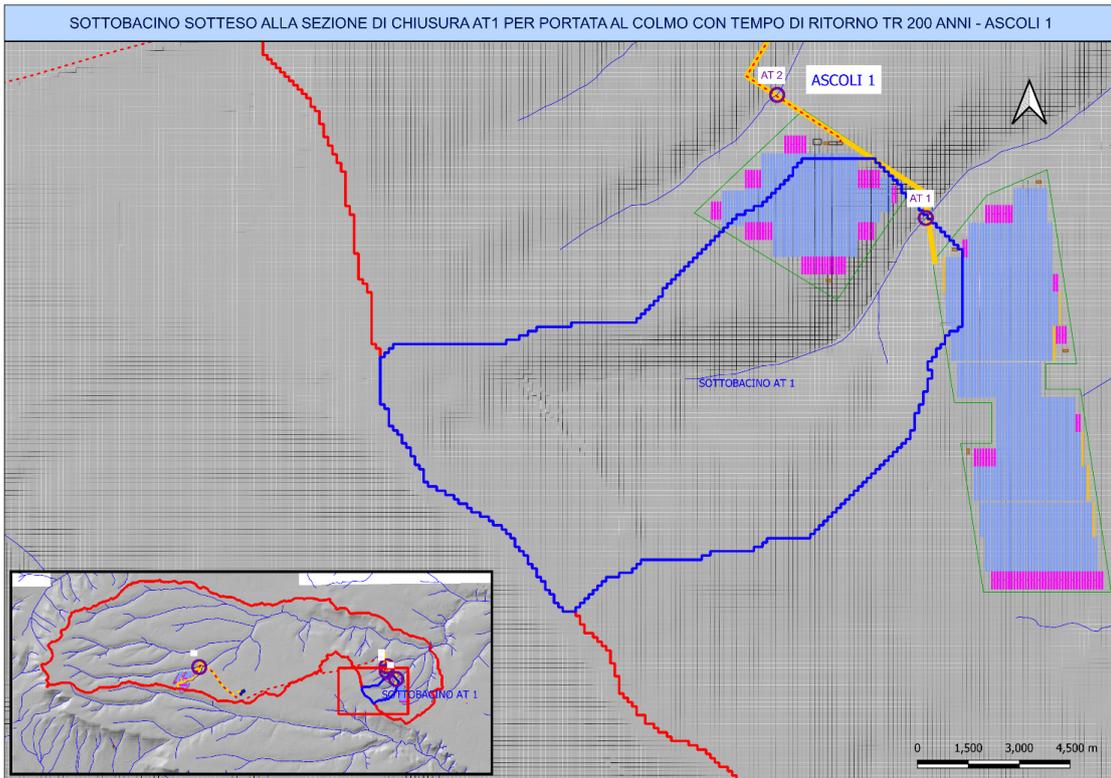


Figura 7 - Sottobacino sotteso alla sezione di attraversamento AT1

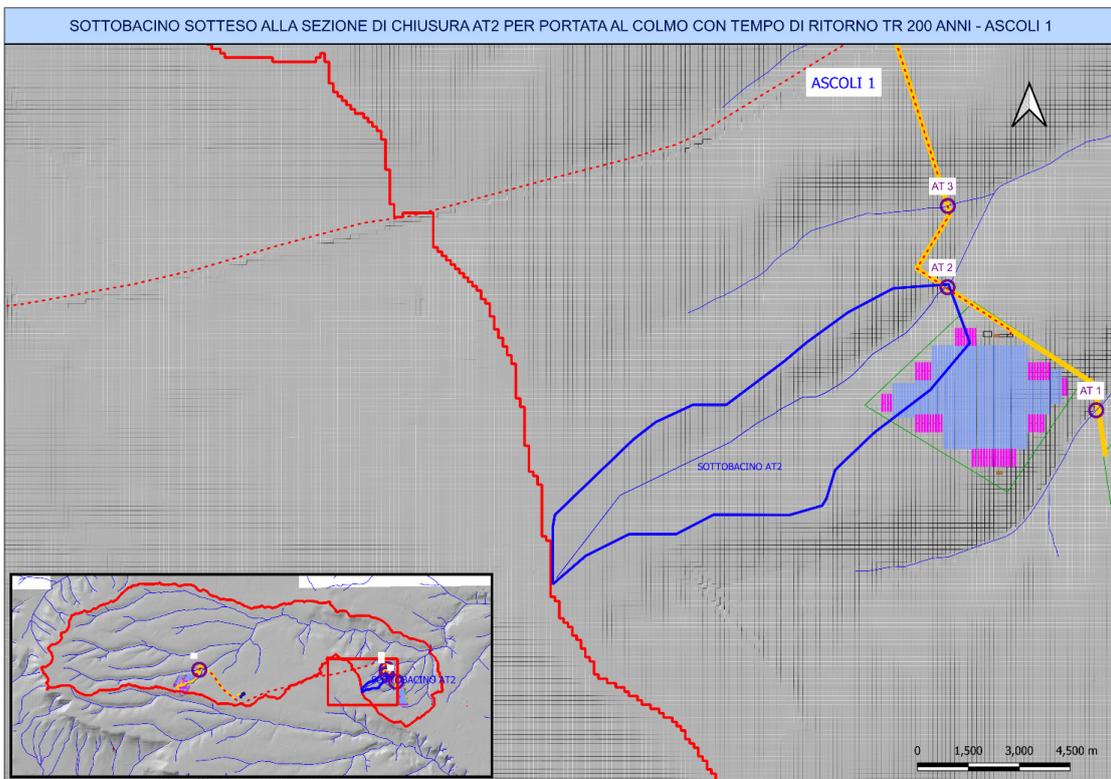


Figura 8 - Sottobacino sotteso alla sezione di attraversamento AT2

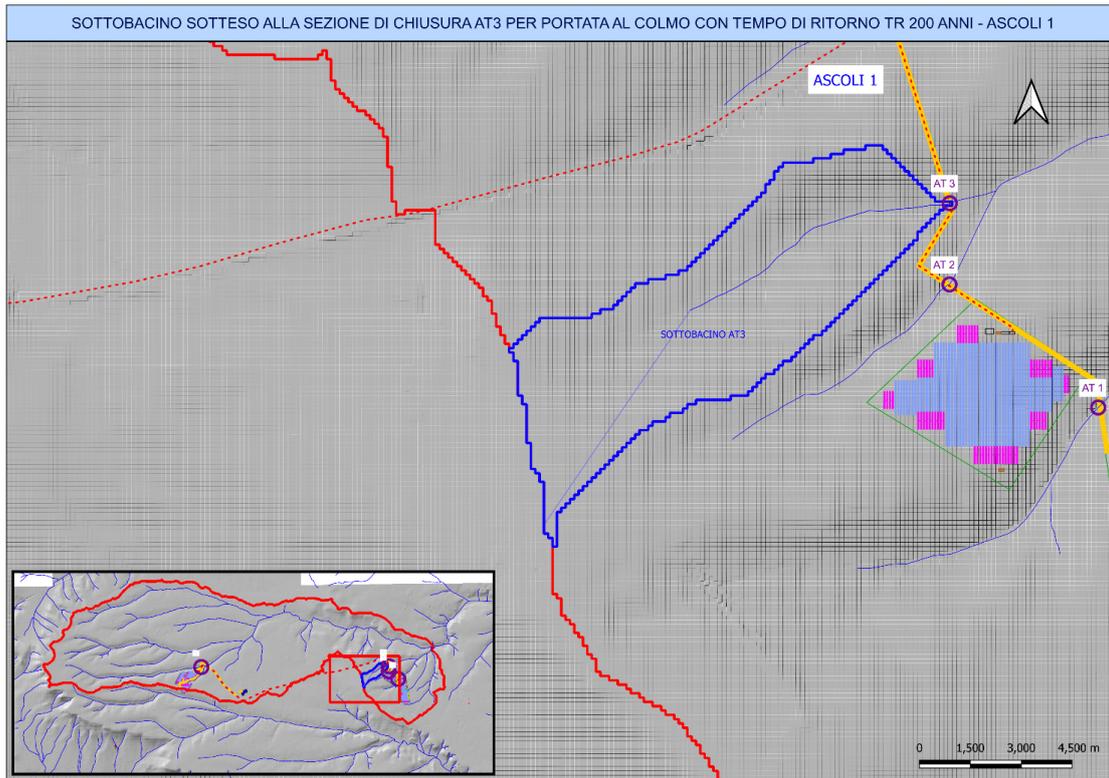


Figura 9 - Sottobacino sotteso alla sezione di attraversamento AT3

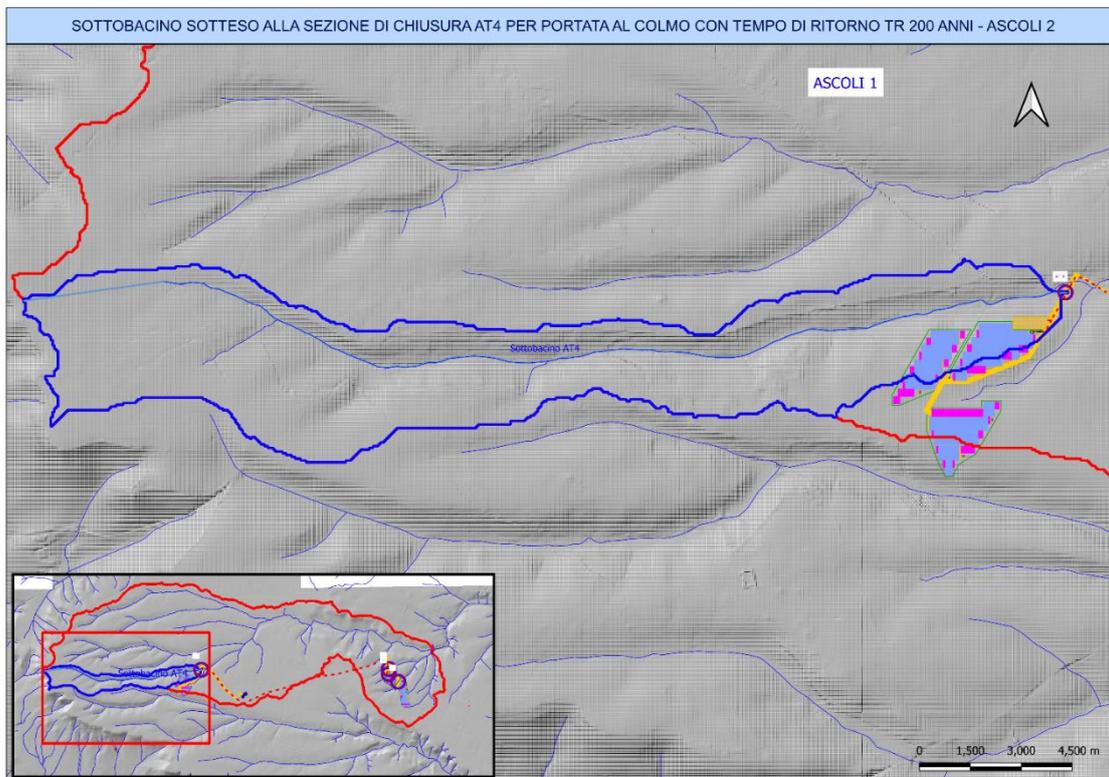


Figura 10 - Sottobacino sotteso alla sezione di attraversamento AT4

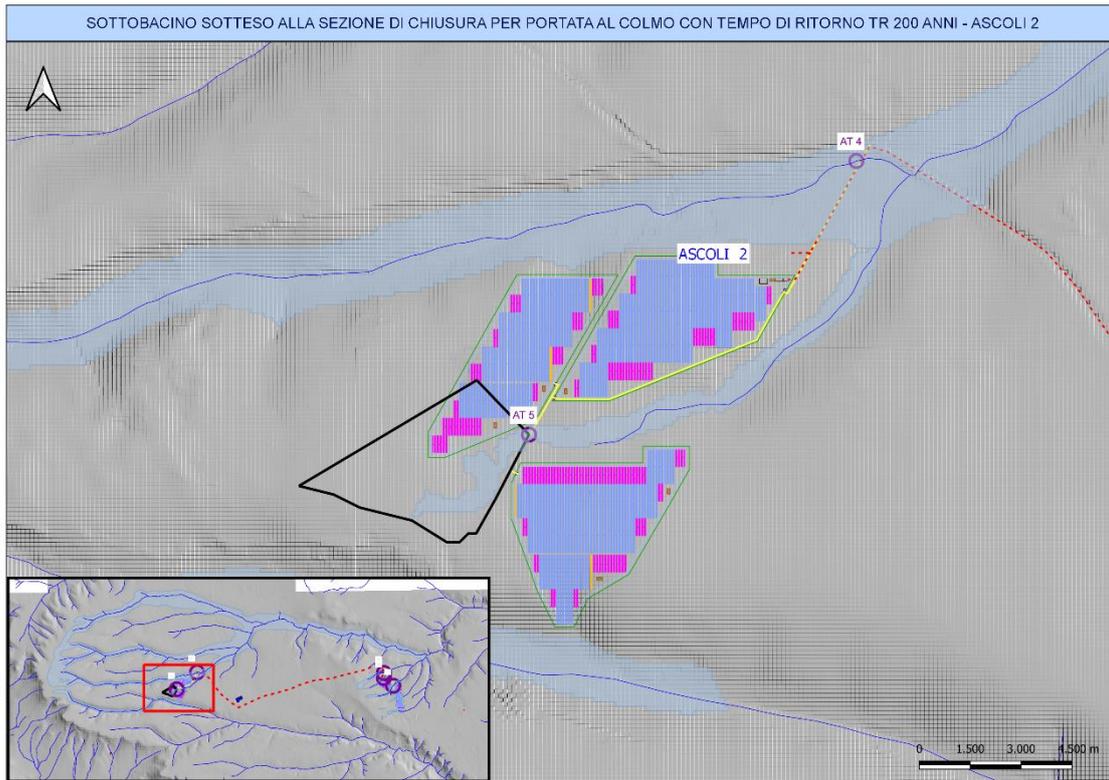


Figura 11 - Sottobacino sotteso alla sezione di attraversamento AT5

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

Si riportano i dati morfologici dei 5 sottobacini e le relative portate al colmo di piena con portata duecentennale:

SOTTOBACINI	Superficie (kmq)	Altezza media del bacino	Altezza massima asta principale (m)	Altezza minima asta principale (m)	Lunghezza asta principale (m)	Portata (TR 200 anni) mc/s
AT 1	0,4942	277	296	242	1125	6,50
AT 2	0,1629	277	295	249	926	2,09
AT 3	0,2159	273	295	243	9958	2,88
AT 4	2,1667	362	422	292	4792	10,77
AT 5	0,063	329	355	323	4850	0,91

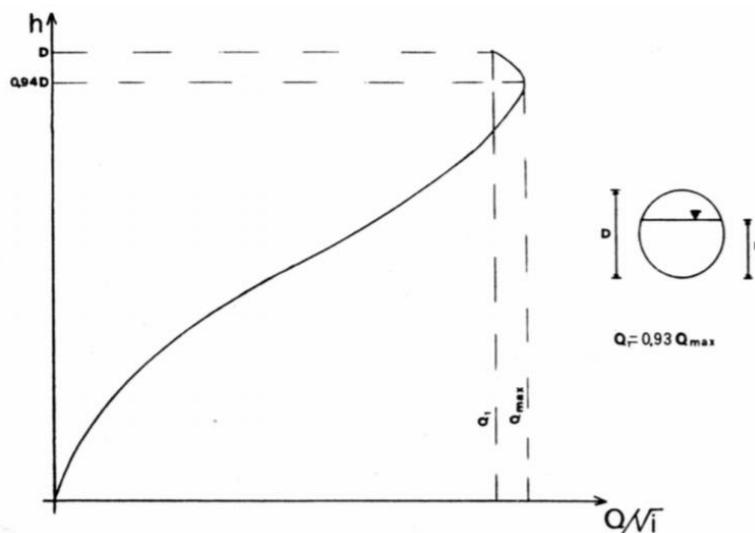
Sulla base delle portate calcolate si sono infine definite le sezioni idonee a smaltire la portata duecentennale con un franco di sicurezza del 20%.

I tombini sono opere d'arte che hanno la funzione di consentire l'attraversamento del corpo stradale alle acque meteoriche raccolte a monte mediante canalizzazioni naturali (impluvi) ed artificiali (fossi di guardia e cunette); solitamente, essi vengono posizionati in corrispondenza alle linee di impluvio del terreno.

Si presentano sotto varie forme (tubolare a piattabanda, a volta o scatolare) e perciò la scelta va fatta in funzione della natura dei terreni di posa, dei sovraccarichi e della portata di acqua che deve essere smaltita. Per ripartire i notevoli carichi trasmessi dai veicoli moderni è buona norma assicurare che tra il manufatto e la pavimentazione vi sia uno strato di terreno dello spessore di almeno 80 cm. Inoltre, ogni tombino deve avere nella parte a monte un pozzetto per la raccolta delle acque, allo scopo di lasciare depositare i detriti trascinati dalla corrente, ed evitare che venga ostruita la canna. La pendenza da assegnare al fondo del condotto deve essere sufficiente ( $1 \div 4\%$ ) per consentire lo smaltimento delle acque torbide; nel caso in cui la pendenza naturale del terreno superi il  $20 \div 25\%$  conviene ridurre la pendenza per mezzo di una gradonatura.

Nel dimensionamento della sezione idraulica, bisogna evitare che essa risulti eccessivamente larga perché in tal caso la sedimentazione dei materiali solidi trasportati dalla corrente potrebbe determinare un'ostruzione della corrente; d'altra parte, un'altezza eccessiva d'acqua a parità di altre condizioni, darebbe luogo a notevoli velocità ed a forti azioni di trascinamento che, in presenza di acque torbide, possono causare erosione nella superficie del manufatto. Solitamente i tombini si dimensionano in modo che la sezione venga occupata solo parzialmente dall'acqua. Infatti, è noto che nelle sezioni chiuse la portata  $Q$ , corrispondente alla condizione di riempimento totale, è minore della portata massima che può essere convogliata in condizione di parziale riempimento; tale fenomeno risulta dovuta al fatto, che, in corrispondenza del massimo riempimento è massimo il contorno bagnato.

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---



Nel caso di sezione circolare, la portata massima si ha per un'altezza pari ad  $h=0,94 D$ ; per valori di altezza maggiori, la portata diminuisce gradualmente e raggiunge il valore  $Q_1 = 0,93 Q_{max}$  quando la sezione è piena.

Per assicurare il funzionamento a superficie libera occorre prevedere, in sede di calcolo, un opportuno franco tra il pelo libero e la sommità della sezione. Solitamente, esso, per le opere stradali può essere assunto pari al 20 ÷ 30% dell'altezza della sezione.

A tal fine si è proceduto al dimensionamento delle tubazioni verificando che la portata fosse inferiore a quella di progetto con un franco del 20% dell'altezza della sezione.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDRAULICA	Pag. 13 di 27
---	---------------------	---------------

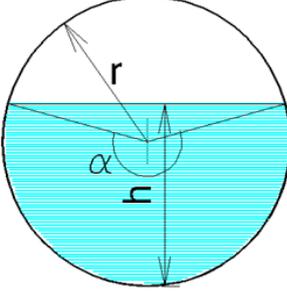
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

**Descrizione =** 2 TUBI IN CEMENTO DN1000  
**Punto di sezione=** AT1

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>1,00</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,50</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,80</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>253,7</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ}\right) r$	⇒	<b>2,214</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,6736</b> [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,304</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,8 m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

<b>c</b>	⇒	<b>68,81</b>	
<b>V</b>	⇒	<b>6,57</b>	[m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>8,855</b>	[m³/sec] ≥Q200=6,50 [m3/sec]

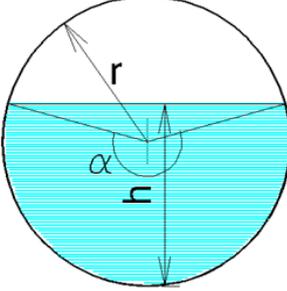
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

**Descrizione =** 1 TUBO IN CEMENTO DN1000  
**Punto di sezione=** AT2

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>1,00</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,50</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,80</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>253,7</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ}\right) r$	⇒	<b>2,214</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,6736</b> [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,304</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,8 m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

<b>c</b>	⇒	<b>68,81</b>	
<b>V</b>	⇒	<b>6,57</b>	[m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>4,428</b>	[m³/sec]

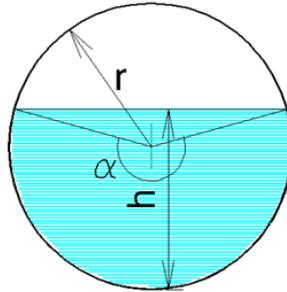
**2,1** [m3/sec]

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

**Descrizione =** 1 TUBO IN CEMENTO DN1000  
**Punto di sezione=** AT3

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)	
<b>d</b>	⇒ <b>1,00</b> DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒ <b>0,50</b> [m]
<b>h</b>	⇒ <b>0,80</b> [m]
<b>p</b>	⇒ <b>3,0%</b> Pendenza
<b>m</b>	⇒ <b>0,25</b> Coeff. di scabrosità di Kutter



**DATI RISULTANTI**

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>253,7</b>	[°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left( \frac{\alpha}{360^\circ} r \right)$	⇒	<b>2,214</b>	[m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left( \frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha \right)$	⇒	<b>0,6736</b>	[m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,304</b>	[m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,8 m**

**FORMULE (moto uniforme)**

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

**RISULTATI**

<b>c</b>	⇒	<b>68,81</b>	
<b>V</b>	⇒	<b>6,57</b>	[m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>4,428</b>	[m <sup>3</sup> /sec] ≥ Q200=2,88 [m3/sec]

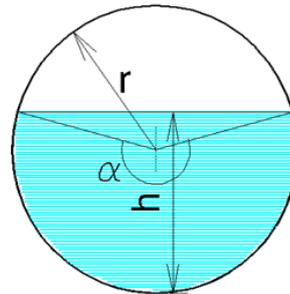
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

**Descrizione =** 2 TUBI IN CEMENTO DN1200  
**Punto di sezione=** AT4

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>1,20</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,60</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>1,00</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>263,6</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒	<b>2,761</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>1,0071</b> [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,365</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1 m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

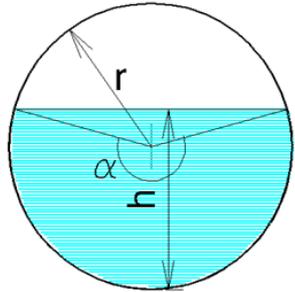
<b>c</b>	⇒	<b>70,73</b>	
<b>V</b>	⇒	<b>7,40</b>	[m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>14,902</b>	[m³/sec] ≥Q200=10,77 [m3/sec]

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

**Descrizione =** 1 TUBO IN CEMENTO DN800  
**Punto di sezione=** AT5

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)	
<b>d</b> ⇒ <b>0,80</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b> ⇒ <b>0,60</b>	[m]
<b>h</b> ⇒ <b>0,30</b>	[m]
<b>p</b> ⇒ <b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b> ⇒ <b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI	
Angolo al centro	$\alpha$ ⇒ <b>120,0</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ}\right) r$ ⇒ <b>1,257</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$ ⇒ <b>0,2211</b> [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$ ⇒ <b>0,176</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,3 m**

FORMULE (moto uniforme)			
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI			
<b>c</b> ⇒	<b>62,66</b>		
<b>V</b> ⇒	<b>4,55</b>	[m/sec]	
<b>Q</b> ⇒	<b>1,007</b>	[m³/sec]	≥Q200=0,91 [m3/sec]

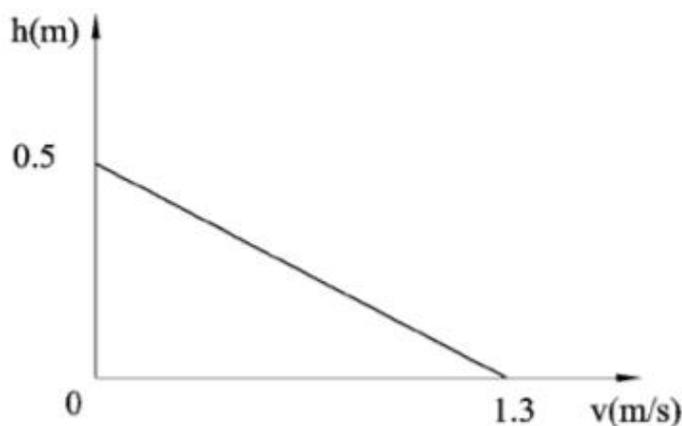
Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

### 3.4. Risultati delle simulazioni 2D Aree allagabili

Le valutazioni idrauliche condotte in questo studio, come vedremo, hanno consentito di individuare le aree interessate dall'inondazione in riferimento alle piene relative ad un tempo di ritorno di 200 anni. L'indicazione di allagamento di una superficie non è di per sé un fattore di pericolosità, particolari condizioni di allagamento però possono mettere in condizioni di pericolo le persone presenti nelle aree in cui essi si verificano.

Oltre al tirante idrico, i fattori che influiscono sul livello di pericolo sono la velocità di scorrimento idrico e la persistenza del fenomeno. Infatti, un allagamento che presenta un tirante idrico di 0,1 metri risulta diverso da quello derivante da 2 metri, anche se si verifica con lo stesso tempo di ritorno. Al contrario, se il primo possiede una elevata velocità di scorrimento, potrebbe diventare più pericoloso del secondo valore se fosse quest'ultimo quasi statico.

L'Autorità di Bacino della Puglia non dà indicazioni a riguardo; tuttavia, altre Autorità di Bacino propongono una serie di approcci per procedere alla perimetrazione delle aree di allagamento. L'Autorità di Bacino del Tevere ha proposto un diagramma che mette in relazione i due parametri fondamentali nella determinazione del livello di pericolosità dell'inondazione, tirante e velocità.

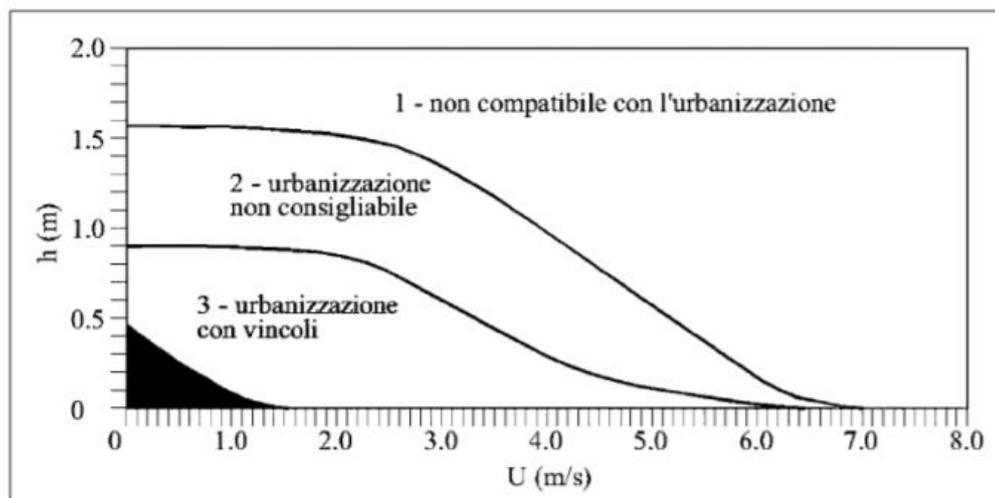


*Diagramma della vulnerabilità (autorità di Bacino del Tevere)*

Nel caso dell'Autorità del Tevere la superficie esondata è stata suddivisa in sottozone caratterizzate da un medesimo valore della spinta idrostatica. Il valore della spinta è funzione della velocità di scorrimento  $U$ , e del tirante idrico  $h$ ; nel grafico sottostante ( $U$ - $h$ ) sono identificate porzioni caratterizzate da stesso valore della spinta. A seconda della coppia  $U$ - $h$  ogni punto geografico dell'area allagata è catalogato con il riferimento (1, 2, 3, 4) relativo alla porzione del grafico all'interno del quale ricade il punto ( $U$ - $h$ ). Vengono così definite aree "marginali", quelle ricadenti nella porzione 4 del grafico precedente o colorato in nero nel grafico successivo; qui le condizioni di rischio in termini di incolumità delle persone risultano accettabili anche per minori e disabili con accompagnamento. Si giunge quindi ad una distinzione generale delle aree a pericolosità in tre classi: dirette, indirette e marginali. I primi due termini derivano da considerazioni prettamente idrauliche, già esposte in precedenza e funzione delle caratteristiche del deflusso, il terzo esprime una condizione di effettiva trascurabilità del rischio.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Pag. 19 di 27</b>
---	----------------------------	----------------------

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---



fonte: A.B. Tevere, 2002

Altro esempio, da prendere come riferimento, sono le indicazioni dell'Autorità di Bacino dell'Adige che ha individuato 4 aree di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata) in base allo schema seguente:

- 1) aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4): aree allagate in occasione dell'evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni nel quale risulti o la presenza di una lama d'acqua sul piano di campagna superiore ad 1m o una velocità massima di trasferimento superiore ad 1m/s;
- 2) aree di pericolosità idraulica elevata (P3): aree allagate o in occasione di un evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni e condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano di campagna tra 50 cm ed 1m, o per un evento più raro ( $Tr=100$  anni) con condizioni come quelle stabilite per pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1m oppure velocità superiore ad 1 m/s);
- 3) aree di pericolosità idraulica media (P2): aree allagate per un evento caratterizzato da un tempo di ritorno di 100 anni nelle quali si instaurino condizioni di lama d'acqua massima sul piano di campagna compresa tra 0 cm ed 1 m;
- 4) aree di pericolosità idraulica moderata (P1): aree esondabili con eventi di piena meno frequenti ( $Tr=200$  anni) in qualunque condizione di lama d'acqua e velocità sul piano di campagna.

Sulla base di questa distinzione sono state perimetrare aree a diversa pericolosità, attraverso un modello di propagazione dell'onda di piena. Ovviamente le ultime due classi di pericolosità danno luogo ad un rischio NON ELEVATO e quindi non pericoloso per l'incolumità di persone o cose.

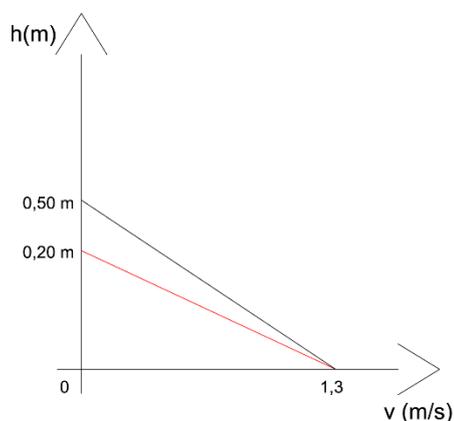
Nel caso in oggetto si è preferito, cautelativamente, assumere come limiti di rappresentazione della pericolosità, e quindi della vulnerabilità idraulica, i seguenti limiti:

- tirante idrico  $> 0,2$  m
- velocità  $> 1,3$  m/s

Che risultano comunque molto cautelativi rispetto ai limiti proposti dalla letteratura tecnica del settore e dalle Autorità di Bacino sopra indicate.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	Pag. 20 di 27
---	----------------------------	---------------

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---



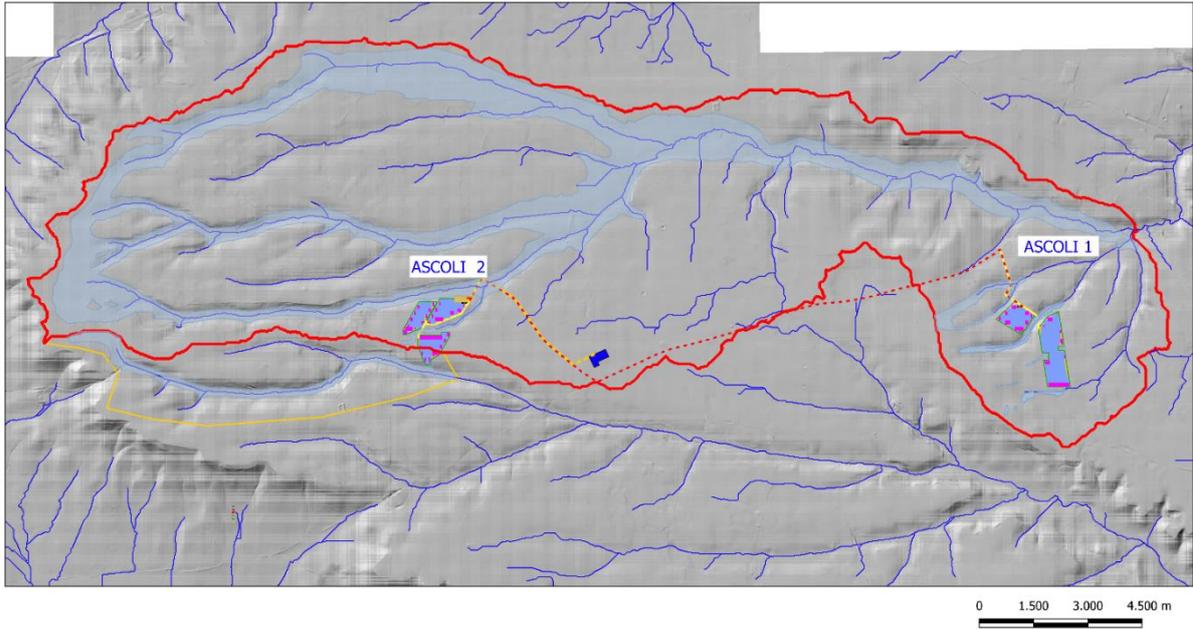
Per la valutazione delle aree allagabili d'interesse per l'impianto in oggetto si è proceduto ad analizzare i Bacini principali (Bacino1 e Bacino2) con sezioni di chiusura a valle dell'intervento e tutti i sottobacini relativi ai reticoli d'interesse per l'insediamento, tramite la simulazione 2D in moto vario.

Dall'analisi dettagliata delle aree è stata quindi considerata l'effettiva area allagabile con tempo di ritorno TR 200 anni considerando e filtrando le aree ottenute per un tirante idrico maggiore di 0,20 m ed una velocità maggiore di 1,3 m/s.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	Pag. <b>21</b> di <b>27</b>
---	----------------------------	-----------------------------

<b>Committente</b> LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	<b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN          IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI          ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA</b>	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
---	---	---

AREE ALLAGABILI SU BASE DTM DETERMIMATE IN REGIME DI MOTO VARIO CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI



*Figura 12 - Aree allagabili in regime di moto vario con tempi di ritorno TR 200 anni*

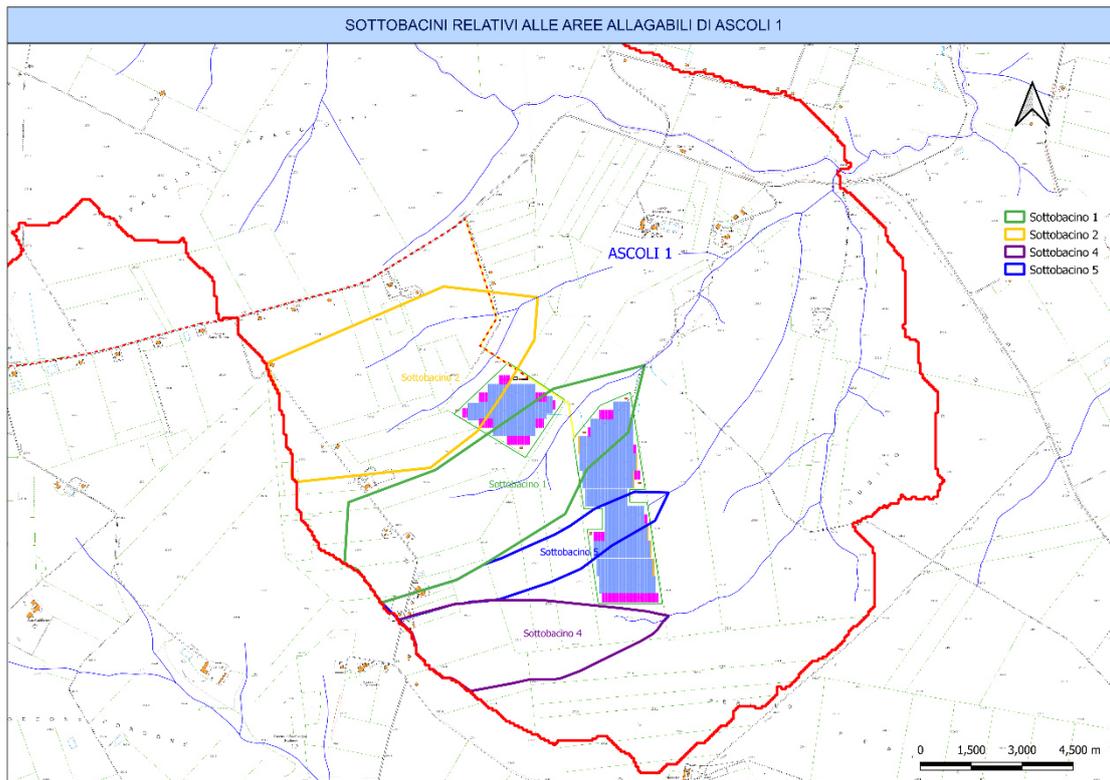


Figura 13 - Sottobacini per l'analisi dei reticoli interferenti 1/2

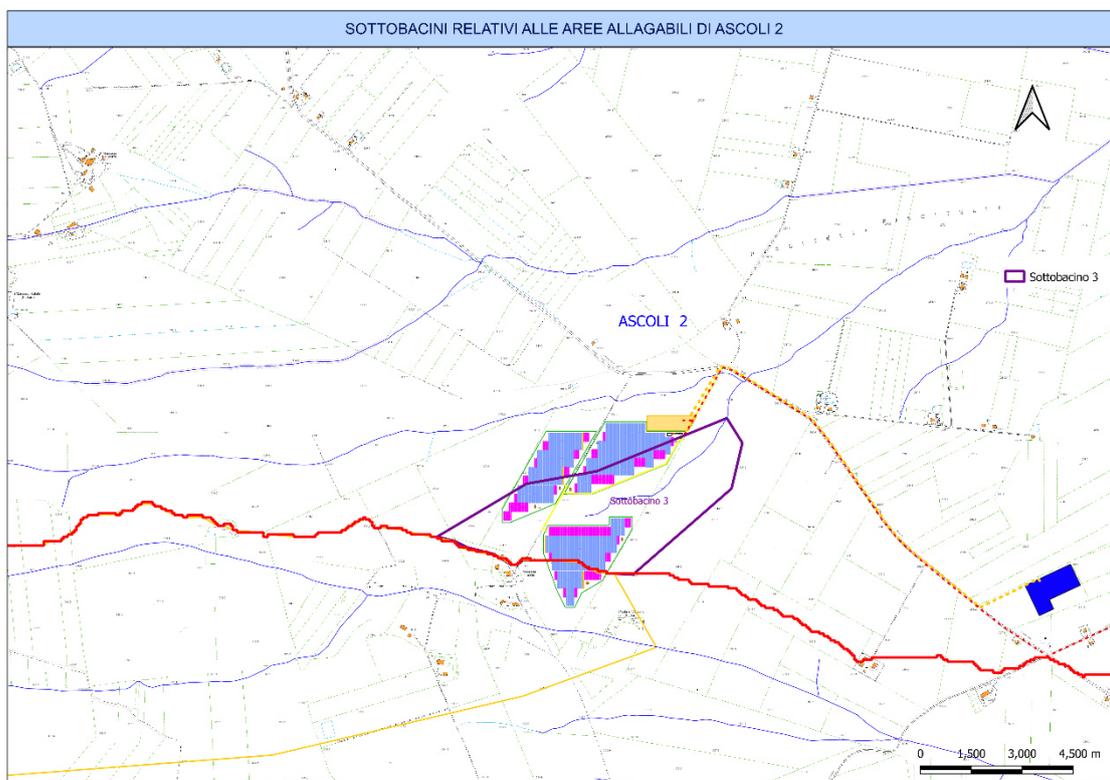


Figura 14 - Sottobacini relativi ai reticoli di interesse per l'area

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

Si riportano quindi i dati MORFOLOGICI relativi ai sottobacini analizzati:

SOTTOBACINI	Superficie (kmq)	Altezza media del bacino	Altezza massima asta principale (m)	Altezza minima asta principale (m)	Lunghezza asta principale (m)
1	0,4641	271	296	233	1375
2	0,4825	271	295	236	1159
3	0,3178	318	344	296	1219
4	0,2182	282	296	265	965
5	0,1359	275	296	257	1110

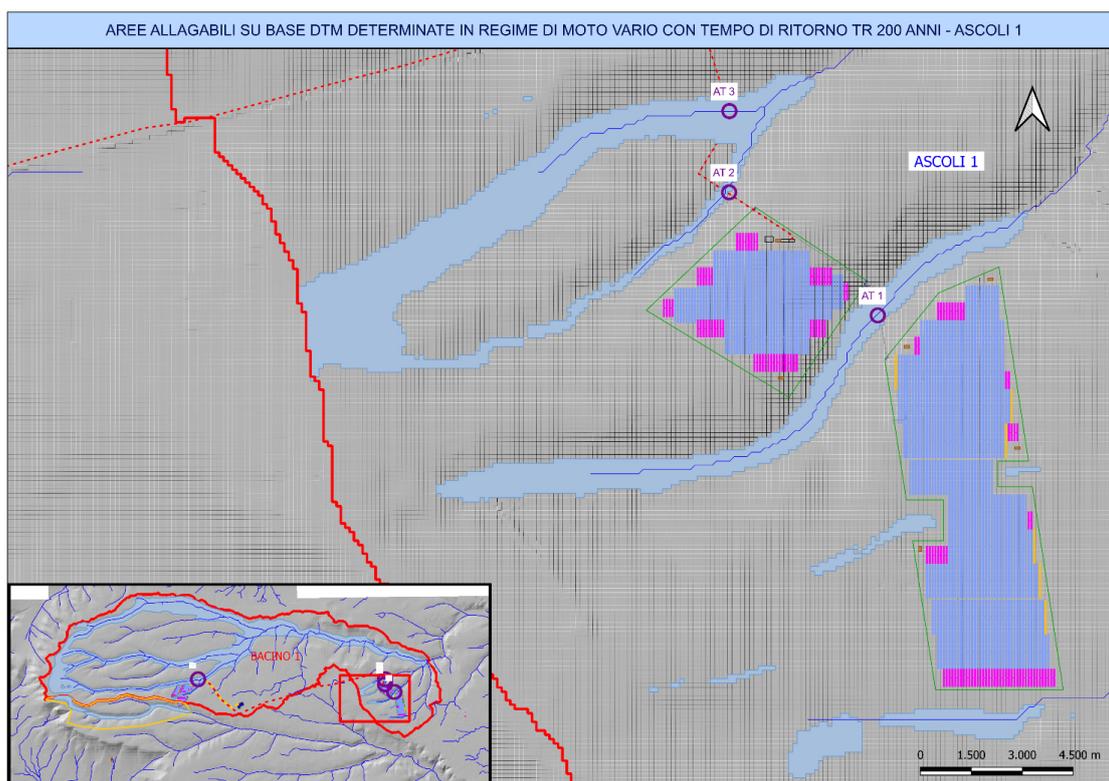


Figura 15 - Individuazione delle aree allagabili idraulicamente rilevanti per l'impianto est Ascoli 1

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

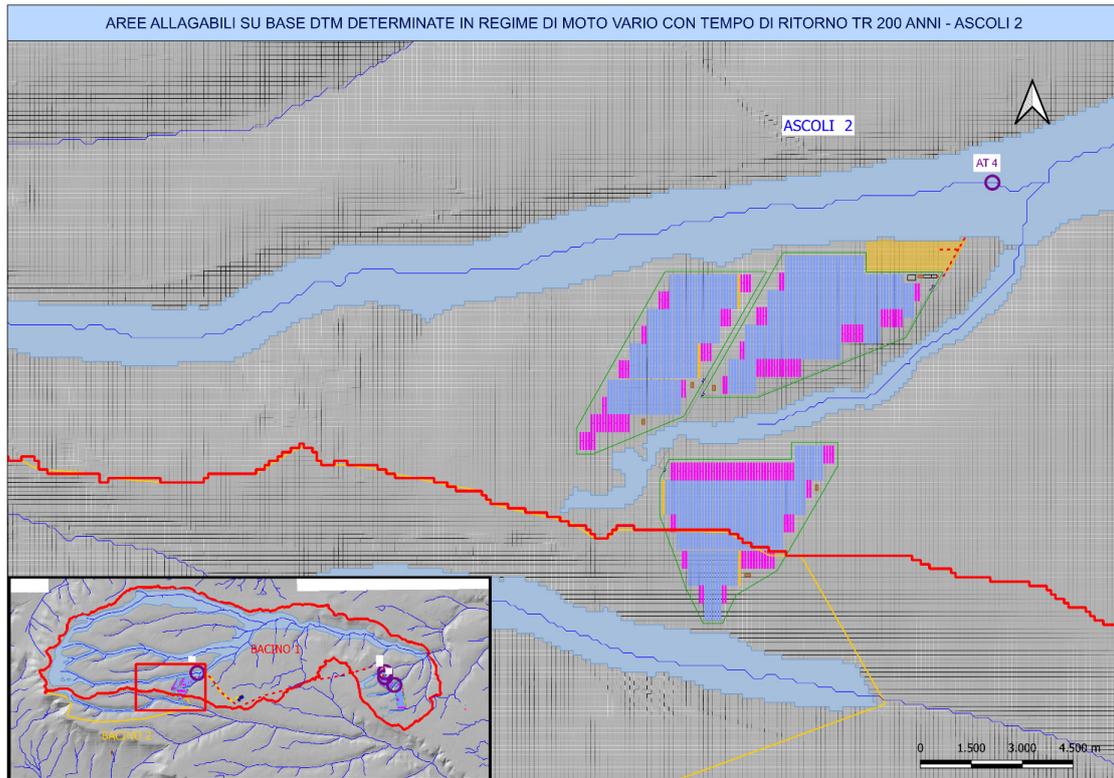


Figura 16 - Individuazione delle aree allagabili idraulicamente rilevanti per l'impianto est Ascoli 2

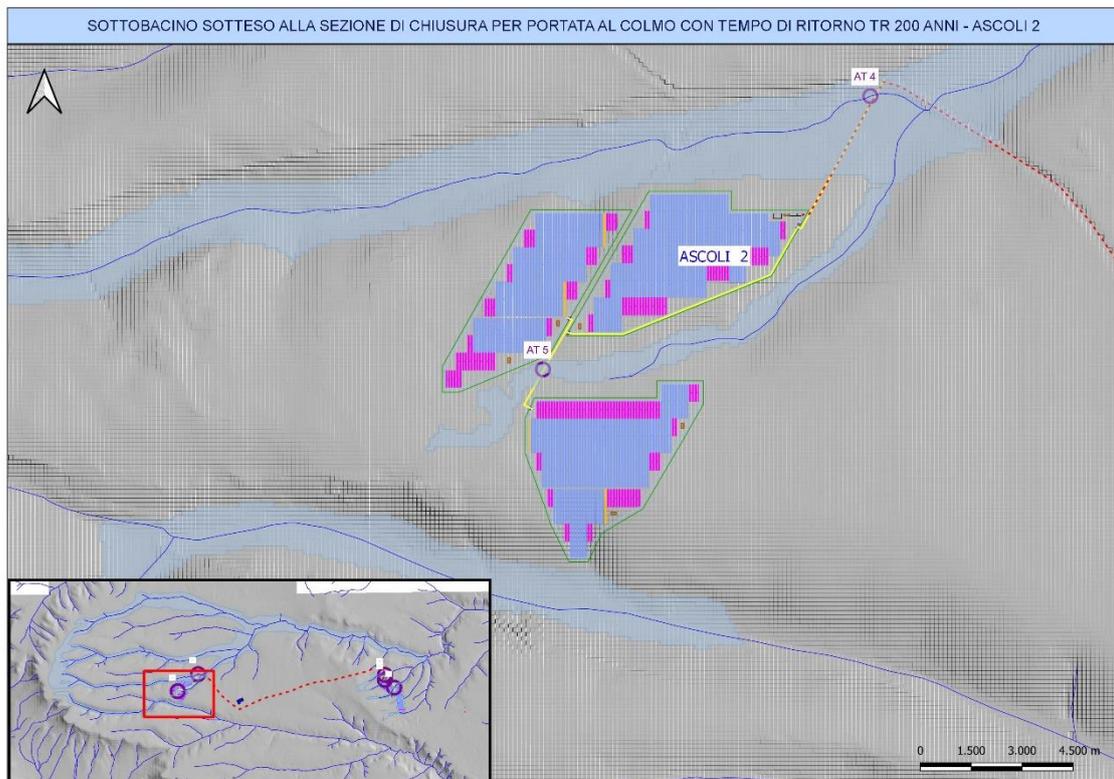


Figura 17 - Individuazione delle aree allagabili idraulicamente rilevanti per l'impianto est Ascoli 2

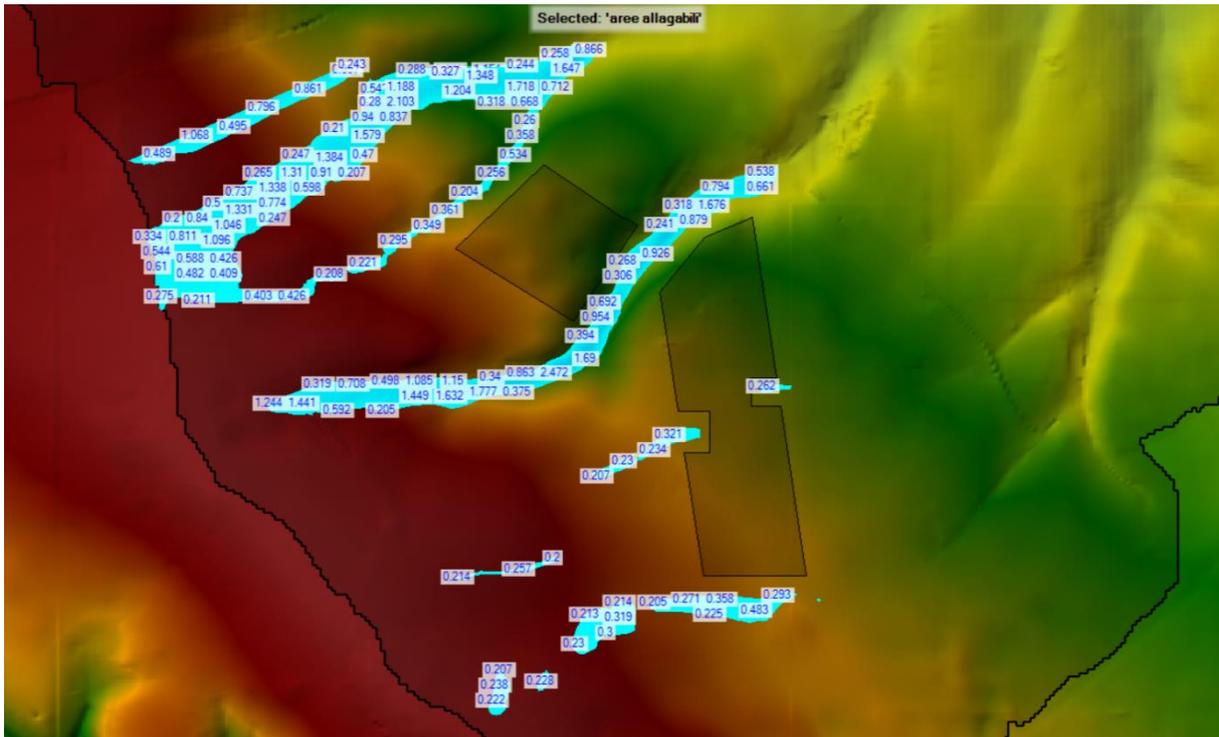


Figura 18 - Livelli Idrici Ascoli 1

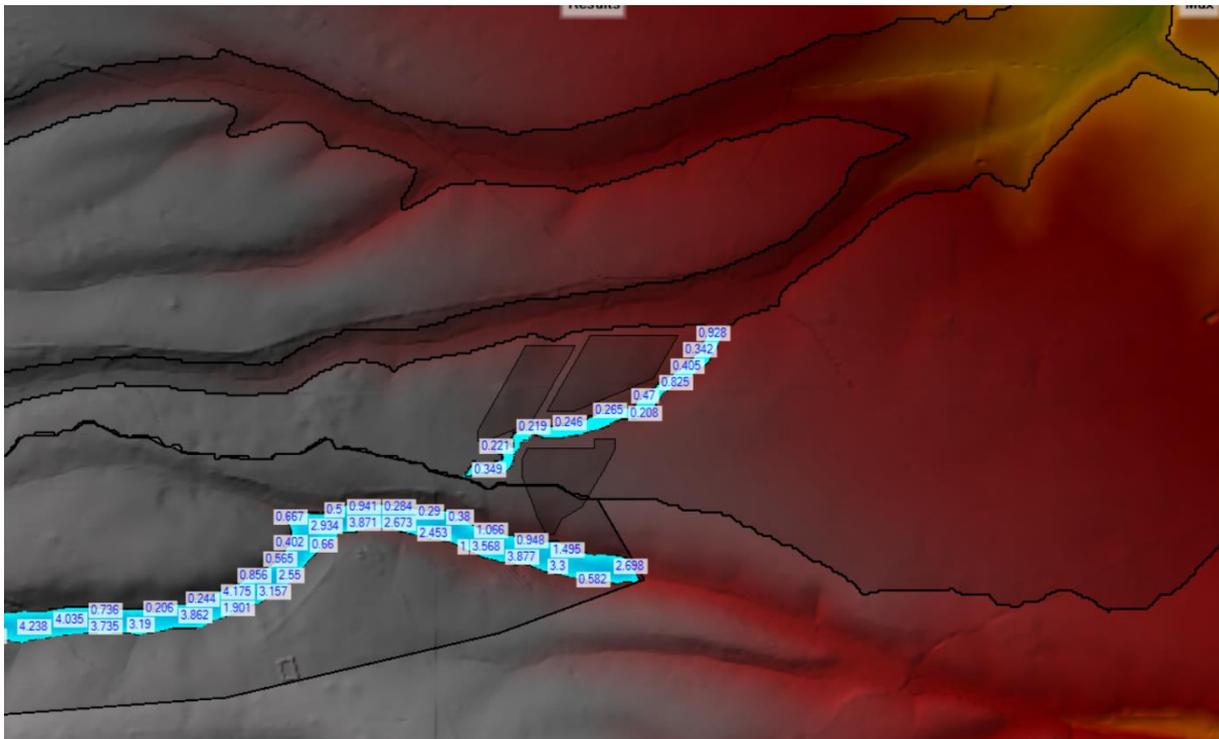


Figura 19 - Livelli idrici Ascoli 2

Committente LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 2 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ FLAMIA	Nome del file:  <b>ASC-CIV-REL-006_01</b>
--	--	---

#### 4. CONCLUSIONI

A seguito di un accurato studio idrologico ed idraulico, affiancato da un'analisi della geomorfologia dell'area in esame, sono stati valutati gli eventi di piena caratteristici del bacino idrografico, che interessano la zona di intervento, corrispondenti alle particelle catastalmente individuata sul Fg. 95 P.IIe 49-50-66-65-106-107 Fg.97 P.IIe 203-205-207-164-165-171-172 del comune di Ascoli Satriano (FG).

L'intervento in progetto ha previsto, a seguito della intersezione della nuova viabilità di accesso, col reticolo idrografico, l'apposizione rispettivamente di:

- 2 Tombini circolari in C.A.V. di diametro 1000 mm in corrispondenza dell'intersezione AT 1;
- 1 Tombino circolare in C.A.V. di diametro 1000 mm in corrispondenza dell'intersezione AT 2;
- 1 Tombini circolari in C.A.V. di diametro 1000 mm in corrispondenza dell'intersezione AT 3;
- 1 Tombino circolare in C.A.V. di diametro 1200 mm in corrispondenza dell'intersezione AT 4;
- 1 Tombino circolare in C.A.V. di diametro 800 mm in corrispondenza dell'intersezione AT 5;

Per la valutazione delle aree inondabili relative ad eventi di piena con tempo di ritorno duecentennale è stato condotto uno studio attraverso l'ausilio del software Hec-Ras di modellazione in moto vario 2D.

**Dalla verifica effettuata simulando la portata di piena duecentennale non si riscontrano interferenze significative delle aree allagabili del sito oggetto di studio.**

**Si conclude, pertanto, che l'intervento, in conformità all'art.36 e ai sensi degli art. 6 e 10 delle NTA del PAI non interferisce all'incremento della pericolosità idraulica così come verificato con il presente studio; l'intervento risulta pertanto essere compatibile con le finalità e le prescrizioni previste dal Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.**

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDRAULICA	Pag. 27 di 27
---	---------------------	---------------