

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
<b>ELABORAZIONI</b> I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it			<b>PAGINA</b> 1 di 15

## PARCO EOLICO “BITTI – AREA PIP”

**Potenza complessiva 56 MW**

**PROVINCE DI NUORO E SASSARI**

**- COMUNI DI BITTI, OSIDDA E BUDDUSO' -**

<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI</b>		<b>TITOLO</b> <b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>			
<b>PROGETTAZIONE</b> I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA		<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarin Ing. Enrica Batzella Ing. Gianluca Melis Ing. Emanuela Spiga Ing. Andrea Cappai Dott. Mauro Casti  Dott. Maurizio Medda Dott. Matteo Tatti Dott. Geol. Mauro Pompei Dott. Geol. Maria Francesca Lobina			
Cod. pratica 2019/0183		Nome File: <b>PA-R.14</b> Relazione idrologica e idraulica			
0	03/04/2020	Emissione per procedura di VIA	IAT	GF	GF
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>ESEG.</b>	<b>CONTR.</b>	<b>APPR.</b>
Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.					

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 2 di 15

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO PAI E PSFF.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CALCOLO MANUFATTI IDRAULICI.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1</b>	<b>Determinazione della portata di piena.....</b>	<b>8</b>
4.1.1	<i>Determinazione dell'altezza di pioggia critica .....</i>	12
4.1.2	<i>Determinazione della pioggia ragguagliata.....</i>	12
4.1.3	<i>Coefficiente di deflusso .....</i>	13
4.1.4	<i>Portate di piena.....</i>	13
<b>4.2</b>	<b>Verifiche idrauliche.....</b>	<b>13</b>
<b>4.3</b>	<b>Verifica attraversamento .....</b>	<b>15</b>

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 <b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 3 di 15	

## 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica, a corredo del progetto parco eolico denominato “Bitti – Area PIP”, nei Comuni di Bitti, Osidda e Buddusò (Province di Nuoro e Sassari, proposto dalla società Green Energy Sardegna 2 – Gruppo Fri-El Green Power, ha lo scopo di:

- verificare e dimostrare la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI e del P.S.F.F.;
- dimensionare le opere idrauliche in corrispondenza degli attraversamenti delle nuove strade di accesso agli aerogeneratori con il reticolo idrografico.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 4 di 15	

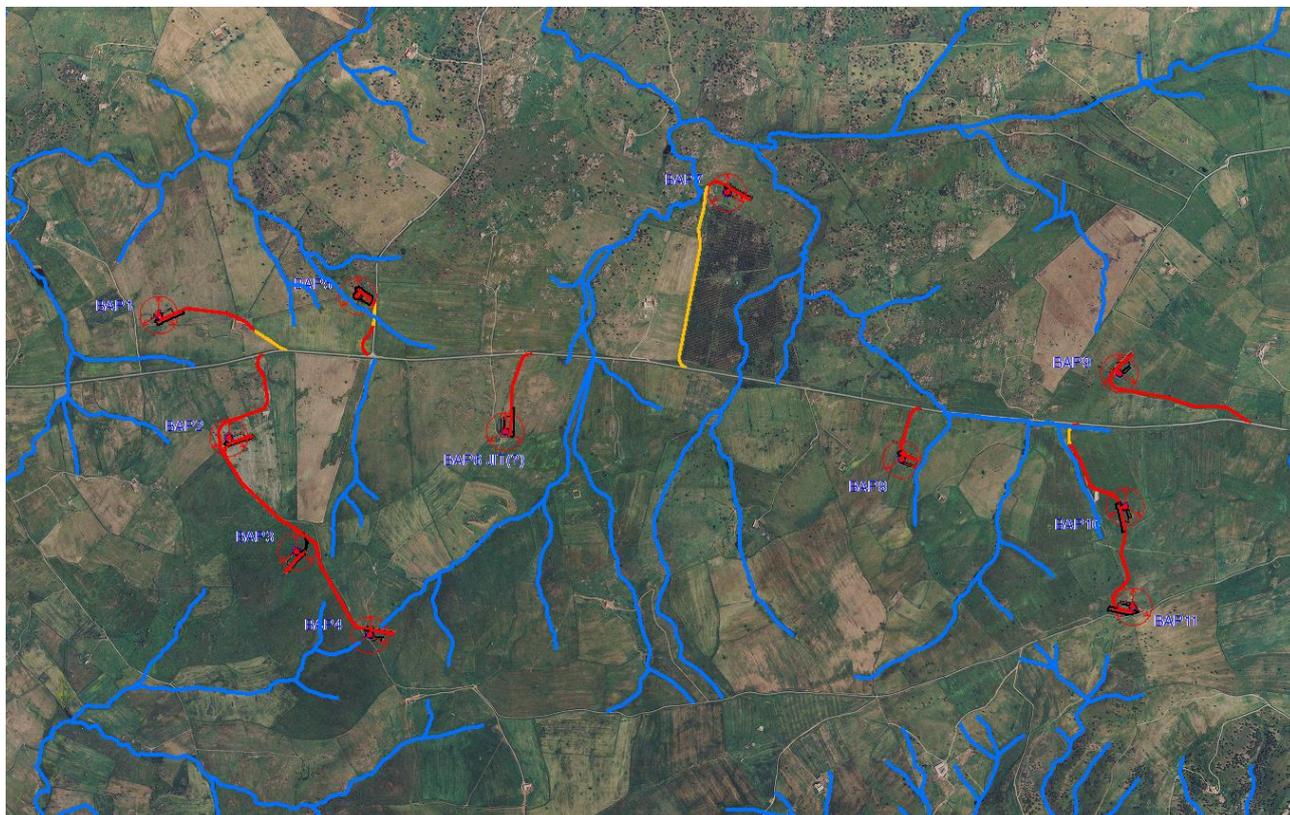
## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 267 del 03/08/1998 “Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia”.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”.
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 24 delle Norme di attuazione del P.A.I., allegato E.
- Artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11) delle Norme di attuazione del P.A.I..
- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 1 del 31/03/2011 “Predisposizione del complesso di ‘Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”.
- Delibera n. 1 del 20.06.2013 e n. 1 del 05.12.2013 “Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”.
- Delibera n. 2 del 17.12.2015 “Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 5 di 15

### 3 INQUADRAMENTO PAI E PSFF

Dall'esame della cartografia relativa alle fasce d'inondabilità emerge che le aree oggetto di intervento non ricadono all'interno della perimetrazione del PAI e del PSFF.



*Figura 1: Planimetria del reticolo idrografico.*

La strada provinciale SP40 interseca il reticolo idrografico individuato dalla Regione Sardegna in 5 punti; in tali punti non sono previsti interventi. In corrispondenza delle stradine di accesso agli aerogeneratori sono presenti due intersezioni.

La prima intersezione è in corrispondenza della stradina di accesso all'aerogeneratore BAP 5 (figura 2); è già presente un manufatto idraulico di attraversamento, pertanto non sono previsti interventi.

La seconda intersezione è in corrispondenza della stradina di accesso agli aerogeneratori BAP10 e 11 (figura 3); l'intervento prevede la realizzazione di una curva ad inizio della stradina esistente per facilitare il trasporto degli aerogeneratori. E' già presente un manufatto idraulico di attraversamento della stradina di accesso, pertanto verrà realizzato un prolungamento del manufatto esistente mediante la posa di una tubazione in corrispondenza della nuova curva.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  PA-R.14
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b>  6 di 15

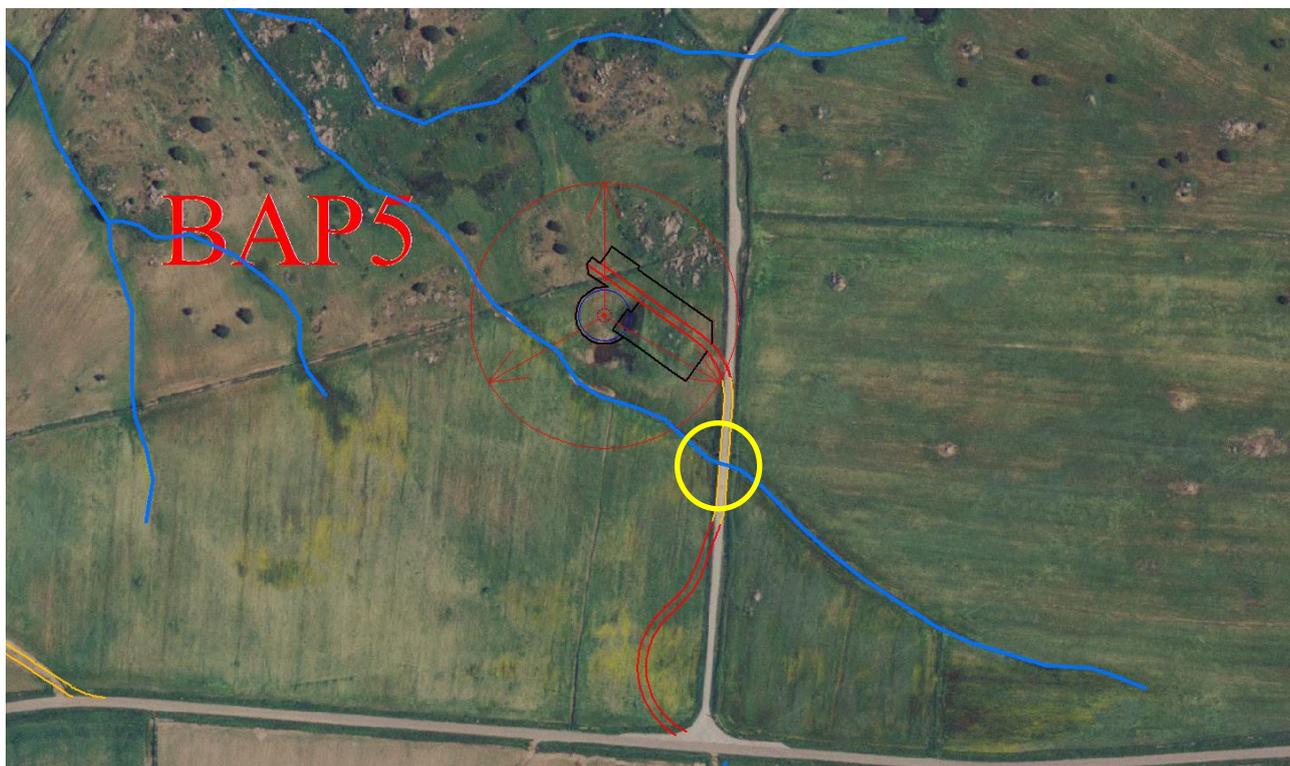


Figura 2: Planimetria del reticolo idrografico in corrispondenza dell'aerogeneratore BAP5.

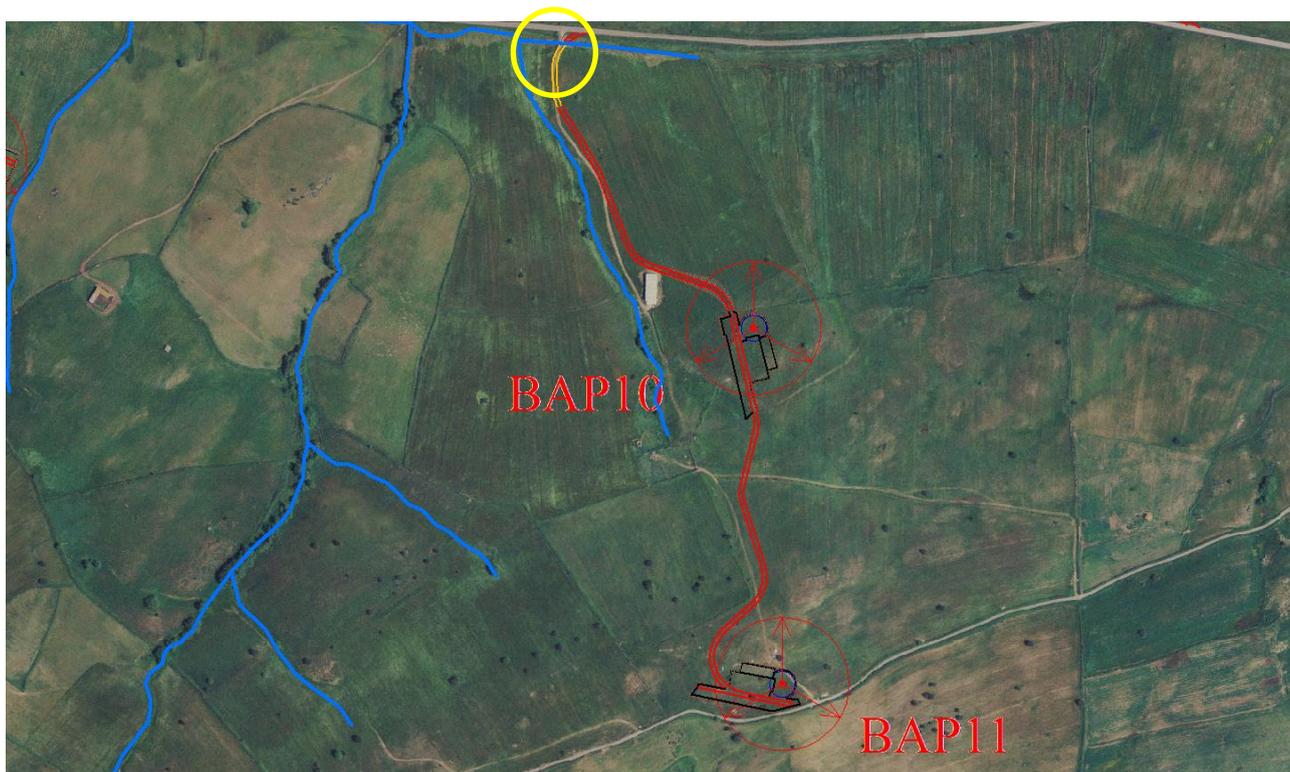


Figura 3: Planimetria del reticolo idrografico in corrispondenza dell'aerogeneratore BAP10 e 11.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 7 di 15	

L'articolo 30ter delle NTA del PAI "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia" indica per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, l'istituzione di una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 8 di 15

#### 4 CALCOLO MANUFATTI IDRAULICI

Mediante l'ausilio del GIS, della cartografia tecnica Regionale e del modello digitale del terreno, passo 10 m, sono stati determinati l'impluvio, ed il corrispondente bacino idrografico, che interseca la nuova viabilità di accesso agli aerogeneratori BAP10 e 11.

Per l'attraversamento è stata determinata la portata di piena corrispondente ai diversi tempi di ritorno definiti dal PAI ed è stata effettuata la verifica idraulica per definire il grado di riempimento.

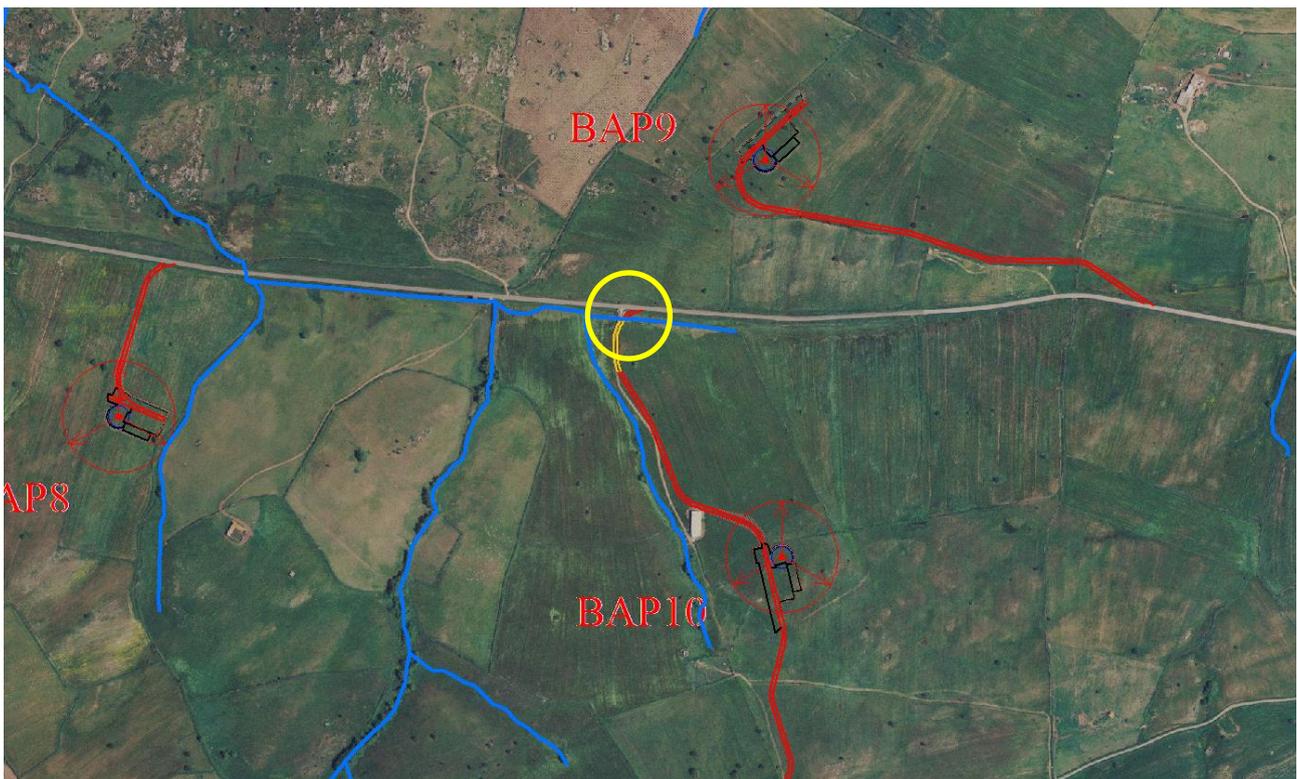


Figura 4: Planimetria attraversamento

##### 4.1 Determinazione della portata di piena

La portata è stata stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 9 di 15

- c) la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- d) la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- $T_c$  = tempo di corrivazione [ore]
- $S$  = superficie del bacino [km<sup>2</sup>]
- $h_{T_c}$  = pioggia critica di durata  $T_c$  [mm]
- $\Psi$  = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità. Le perdite del bacino nella trasformazione afflussi-deflussi verranno pertanto stimate sotto forma di percentuale dell'afflusso meteorico totale, utilizzando il metodo del Curve Number (CN) sviluppato dal Soil Conservation Service nel 1985, e il coefficiente  $F$  assumerà un valore nell'intervallo  $0 \div 1$ .

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di Km<sup>2</sup>, mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

Il tempo di corrivazione  $t_c$  può essere stimato utilizzando varie formule esistenti in letteratura, ognuna applicabile in misura maggiore o minore a seconda delle caratteristiche del bacino.

In fase progettuale verrà adottato il valore di  $t_c$  più idoneo in relazione alle caratteristiche morfometriche del tipo di bacino in esame.

Per la determinazione del tempo di corrivazione  $T_c$  sono state utilizzate le formule sotto elencate:

- Formule di Ventura: 
$$T_c = 0.1272 \left( \frac{S}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [\text{ore}]$$

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 10 di 15

- Formula di Giandotti: 
$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}} \quad [\text{ore}]$$

- Formula di Viparelli: 
$$T_c = \frac{L}{3.6V} \quad [\text{ore}]$$

(dove V è la velocità media di scorrimento è stata imposta pari a 1.5 m/s)

- Formula di Pasini: 
$$T_c = \frac{0.108(SL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_m}} \quad [\text{ore}]$$

- Formula VAPI 
$$T_c = 0.212 S^{0.231} \left( \frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289} \quad [\text{ore}]$$

Il bacino con la sezione di chiusura in corrispondenza dell'attraversamento è individuato nella figura di seguito riportata.

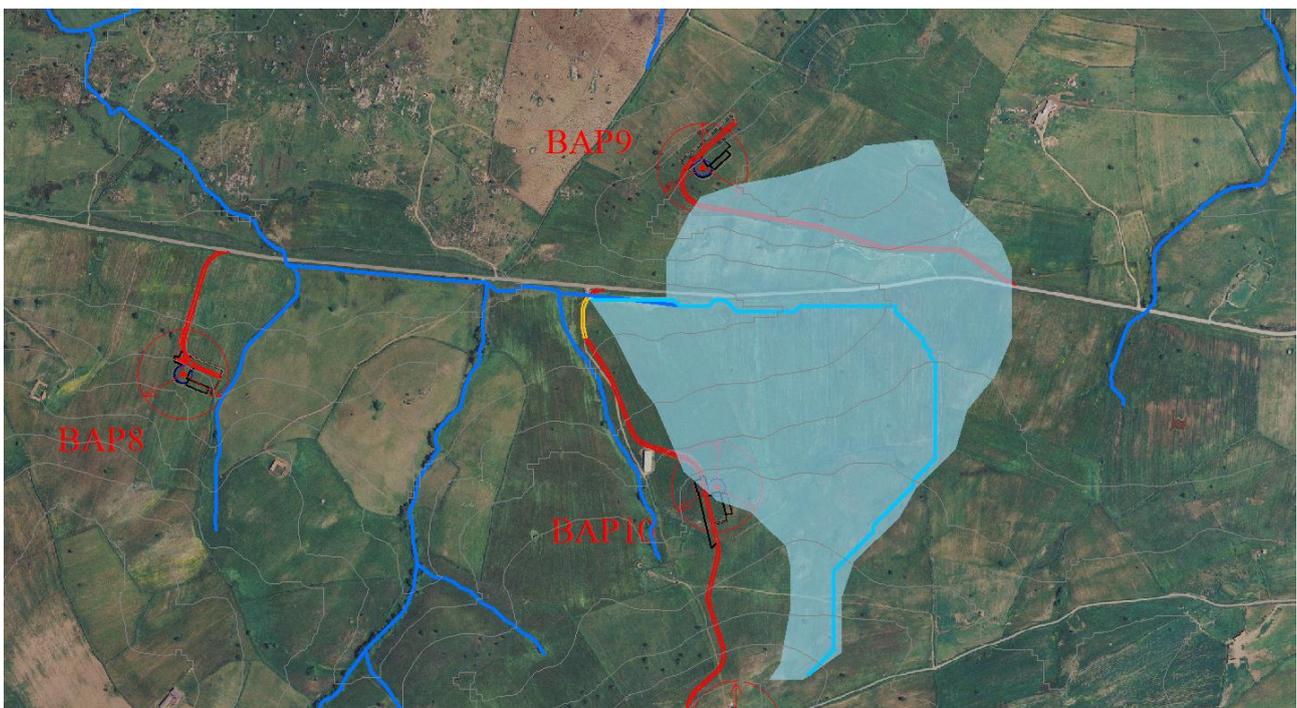


Figura 5: Planimetria con individuazione dei bacini idrografici

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 11 di 15

Le caratteristiche morfologiche del bacino sono:

<b>CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE</b>			
		<b>BACINO</b>	
Superficie bacino	S=	0.376	Km <sup>2</sup>
Altitudine massima	H <sub>MAX</sub> =	819.000	m s.l.m.
Altitudine minima	H <sub>0</sub> =	745.000	m s.l.m.
Altitudine media	H <sub>m</sub> =	769.582	m s.l.m.
Pendenza media del bacino drenante	i <sub>VERSANTE</sub> =	9.523	%
Lunghezza asta principale	L=	0.783	km
Pendenza media dell'asta principale	i <sub>m</sub> =	0.0712	%

I valori ricavati pertanto sono i seguenti:

<b>TEMPO DI CORRIVAZIONE</b>		
		<b>BACINO</b>
SCS	[ore]	0.204
Ventura	[ore]	0.292
<b>Giandotti</b>	<b>[ore]</b>	<b>0.914</b>
Viparelli	[ore]	0.217
Pasini	[ore]	0.269
VAPI	[ore]	2.477

Per la determinazione dell'altezza critica è stato utilizzato il tempo di corrvazione ottenuto dalla formula di Giandotti.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 12 di 15

#### 4.1.1 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda  $h_{Tc}$  da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda  $h$  viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.18488+0.22960 \cdot \text{Log}(T)-3.3216 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-1.0469 \cdot 10^{-2}-7.8505 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.18722+0.24862 \cdot \text{Log}(T)-3.36305 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-6.3887 \cdot 10^{-3}-4.5420 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438 \cdot \text{Log}(T)-3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=1.4929 \cdot 10^{-2}+7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

I valori di  $a_1$  e  $n_1$  si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda  $a_2$  e  $n_2$  si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia  $T_p$  maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna.

Il bacino ricade in sottozona SZO 3 con indice di pioggia giornaliera  $\mu_g$  pari a 77.

#### 4.1.2 Determinazione della pioggia ragguagliata

La determinazione della pioggia ragguagliata, è stata effettuata secondo la formula proposta dal Department of Environment Water Council (DEWC) nel 1981, applicabile a bacini con area totale 1 [Km<sup>2</sup>] <A< 100 [Km<sup>2</sup>], e pertanto applicabile al bacino in esame. E' necessaria la stima di un coefficiente  $r$  da moltiplicare per l'altezza di pioggia lorda  $h$ .

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 13 di 15	

$$r(\tau, A_b) = 1 - f_1 \tau^{-f_2}$$

dove

$$f_1 = 0.0394 A_b^{0.354}$$

$$f_2 = 0.4 - 0.0208 (4.6 - \ln A_b) \quad \text{per} \quad A_b < 20 \text{ [Km}^2\text{]}$$

$A_b$  è l'area del bacino espressa in [Km<sup>2</sup>];

$\tau$  è la durata della pioggia lorda in ore.

$R$  è il coefficiente di riduzione areale

#### 4.1.3 Coefficiente di deflusso

Per la stima delle perdite si è applicato il metodo del Curve Number (CN) indicato dal Soil Conservation Service (SCS, 1975, 1985) considerando la condizione più critica di umidità antecedente del suolo, ovvero corrispondente alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III, indicativa di un suolo saturo. La classe di suolo considerata è di tipo C (suolo con piccola capacità di infiltrazione). Per il bacino è stato assunto un CNIII pari a 90.

#### 4.1.4 Portate di piena

Le aree dei bacini e le relative portate sono riportate nella sottostante tabella.

Bacino	Area [km <sup>2</sup> ]	Portata Tr 200 anni [l/s]
BACINO	0.376	4803

## 4.2 Verifiche idrauliche

La verifica idraulica dei tratti a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad \text{dove:}$$

Q = portata (mc/s);

A = sezione bagnata

C = contorno bagnato

R = raggio idraulico = A/C

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 14 di 15	

$i$  = pendenza del collettore

$\chi$  = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

$$\chi = ks \cdot R^{1/6} \text{ dove:}$$

$ks$  = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si é adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 100 per i tubi in calcestruzzo.

Le verifiche sono state eseguite con la portata con tempo di ritorno 200 anni.

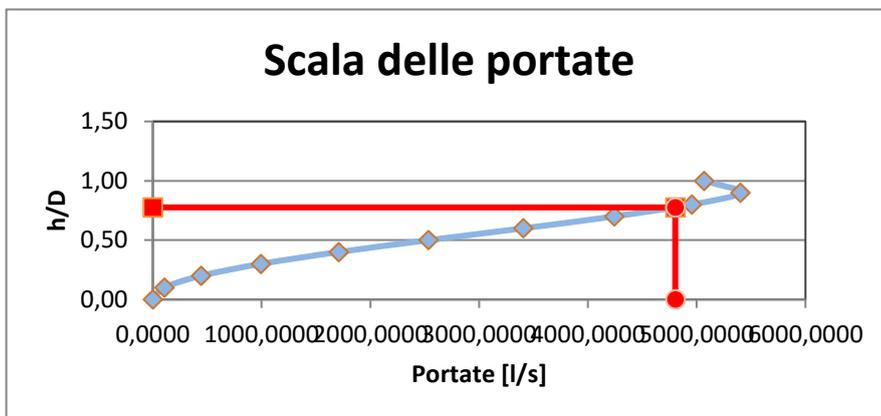
<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> PA-R.14
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<b>PAGINA</b> 15 di 15

### 4.3 Verifica attraversamento

L'attraversamento è costituito da una tubazione in cemento, diametro 1200 mm, pendenza 1%.

<b>Materiale tubazione</b>	<b>CEMENTO</b>
<b>Diametro interno (mm)</b>	<b>1200</b>
<b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b>	<b>100</b>
<b>Pendenza [m/m]</b>	0.010
<b>Portata progetto [l/s]</b>	<b>4803.000</b>

h/D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.78	0.94	2.59	0.36	84.50	4803.00	5.10	83.29



Legenda:

h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.06	0.77	0.08	65.12	105.8161	1.80	5.20
0.20	0.16	1.11	0.14	72.46	443.8420	2.76	14.24
0.30	0.29	1.39	0.21	76.80	992.5409	3.48	25.23
0.40	0.42	1.64	0.26	79.74	1707.9717	4.04	37.35
0.50	0.57	1.88	0.30	81.82	2534.1747	4.48	50.00
0.60	0.71	2.13	0.33	83.26	3405.1209	4.81	62.65
0.70	0.85	2.38	0.36	84.17	4243.4130	5.02	74.77
0.80	0.97	2.66	0.37	84.54	4954.1437	5.11	85.76
0.90	1.07	3.00	0.36	84.25	5401.8333	5.04	94.80
1.00	1.13	3.77	0.30	81.82	5068.3494	4.48	100.00