

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

## **AREN Green S.r.l.**

Società soggetta alla direzione e coordinamento di AREN Electric Power S.p.A.  
Sede legale e amministrativa: Via dell'Arrigoni n. 308 | 47522 Cesena (FC) | Ph. +39 0547 415245  
Iscritta nel Registro delle Imprese della Romagna – Forlì-Cesena e Rimini | REA 326908 | C.F./P.Iva 04032170401

**COMUNI DI BUSETO PALIZZOLO, ERICE E TRAPANI (TP)  
LOCALITÀ “CONTRADA GAMBINO”**

# **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO “GAMBINO”**

REDAZIONE / PROGETTISTA:



**AREN Electric Power S.p.A.**  
Società per Azioni con Unico Socio  
Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC)  
Ph. +39 0547 415245 - Fax +39 0547 415274  
Web: [www.aren-ep.com](http://www.aren-ep.com)

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

CODICE ELABORATO:

**GMBDT\_GENR00500\_00**

FORMATO:

A4

Nr. EL.:

/

FASE:

**PROGETTO  
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	12/02/2024	FI	VP	VP
01					
02					
03					
04					



# **AREN GREEN SRL**



## **PARCO EOLICO GAMBINO**

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA**

**Redazione**

**ING. FRANCESCO GIUSEPPE INCALCATERRA**

**ING. VINCENZO PULEO**

**Proponente**

**AREN GREEN SRL**

**DATA:** GEN 2024

**RIF: PROGETTO 04-2023**

Sommario

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>5</b>
<b>2.1.</b>	<b>INQUADRAMENTO IGM 1:25.000</b>	<b>5</b>
<b>2.2.</b>	<b>INQUADRAMENTO CTR 1:10.000</b>	<b>7</b>
<b>2.3.</b>	<b>INQUADRAMENTO CATASTALE</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E STRUMENTI DI TUTALE OPERANTI NEL CONTESTO PAESAGGISTICO</b>	<b>10</b>
<b>3.1.</b>	<b>PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - P.A.I.</b>	<b>10</b>
<b>3.2.</b>	<b>VINCOLO IDROGEOLOGICO</b>	<b>12</b>
<b>3.3.</b>	<b>PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE</b>	<b>14</b>
3.3.1.	AMBITO 1 DELLA PROVINCIA DI TRAPANI – “AREA DEI RILIEVI DEL TRAPANESE”	16
<b>3.4.</b>	<b>RETE NATURA 2000</b>	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</b>	<b>23</b>
<b>4.1.</b>	<b>ANALISI IDROGRAFICA NELL'AREA DELL'IMPIANTO</b>	<b>23</b>
<b>4.2.</b>	<b>INTERAZIONE TRA LE OPERE IN PROGETTO E IL RETICOLO IDROGRAFICO</b>	<b>25</b>
<b>5.</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	<b>27</b>
<b>5.1.</b>	<b>MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI</b>	<b>30</b>
5.1.1.	DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI	30
5.1.2.	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	31
5.1.3.	INTENSITÀ CRITICA	32
5.1.4.	PORTATA MASSIMA ATTESA	39
<b>6.</b>	<b>OPERE IDRAULICHE</b>	<b>42</b>
<b>6.1.</b>	<b>OPERE IDRAULICHE MINORI</b>	<b>42</b>
<b>6.2.</b>	<b>VERIFICA ATTRAVERSAMENTI</b>	<b>43</b>
6.2.1.	ATTRAVERSAMENTO 1	45
6.2.2.	ATTRAVERSAMENTO 2	47
6.2.3.	ATTRAVERSAMENTO 3	49
6.2.4.	ATTRAVERSAMENTO 4	51
6.2.5.	ATTRAVERSAMENTO 5	54
6.2.6.	ATTRAVERSAMENTO 6	57
<b>6.3.</b>	<b>ALTEZZA DEL RUSCELLAMENTO SUL SUOLO</b>	<b>60</b>
<b>7.</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>61</b>

## 1. PREMESSA

La società *Geo 3 di Ardagna & C Srl* è stata incaricata dalla *Aren Green srl* per redigere lo studio idrologico – idraulico del progetto definitivo dell’impianto eolico denominato “*Gambino*”, costituito da n° 6 aerogeneratori, ubicato nel comune di *Buseto Palizzolo (TP)*.

La *Geo 3 di Ardagna & C Srl*, per lo svolgimento del servizio si è avvalsa della consulenza specialistica dello scrivente studio di ingegneria costituito dall’*Ing. Francesco Giuseppe Incalcaterra* e dall’*Ing. Vincenzo Puleo*, con sede a Palermo, in via Resuttana, 352.

La seguente relazione costituisce la relazione idrologica – idraulica del progetto definitivo, ed ha lo scopo di definire la compatibilità delle opere con i vincoli di natura idraulica presenti e l’interazione tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico esistente, costituisce lo studio idrologico propedeutico alla progettazione delle opere idrauliche, e definisce le opere previste per la raccolta e l’allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico Gambino.

La relazione, è composta da n°7 capitoli, di cui di seguito un breve riepilogo:

- *Capitolo 1 – Premessa;*
- *Capitolo 2 – Inquadramento territoriale:* vengono riportate le informazioni necessarie per l’individuazione cartografica del sito;
- *Capitolo 3 – Regimi Vincolistici e PAI;*
- *Capitolo 4 – Inquadramento idrografico:* illustra la posizione del parco rispetto ai bacini idrografici esistenti e le caratteristiche principali di tali bacini;
- *Capitolo 5 – Analisi idrologica:* dove viene determinata la curva di probabilità pluviometrica di progetto e i valori di portata di piena attesi nelle varie sezioni di chiusura definite dall’interazione tra le opere in progetto e il reticolo idrografico esistente;
- *Capitolo 6 – Dimensionamento delle opere idrauliche:* vengono qui dimensionate in funzione delle portate attese, le opere necessarie ad assicurare il corretto deflusso delle acque superficiali interagenti con le opere in progetto,

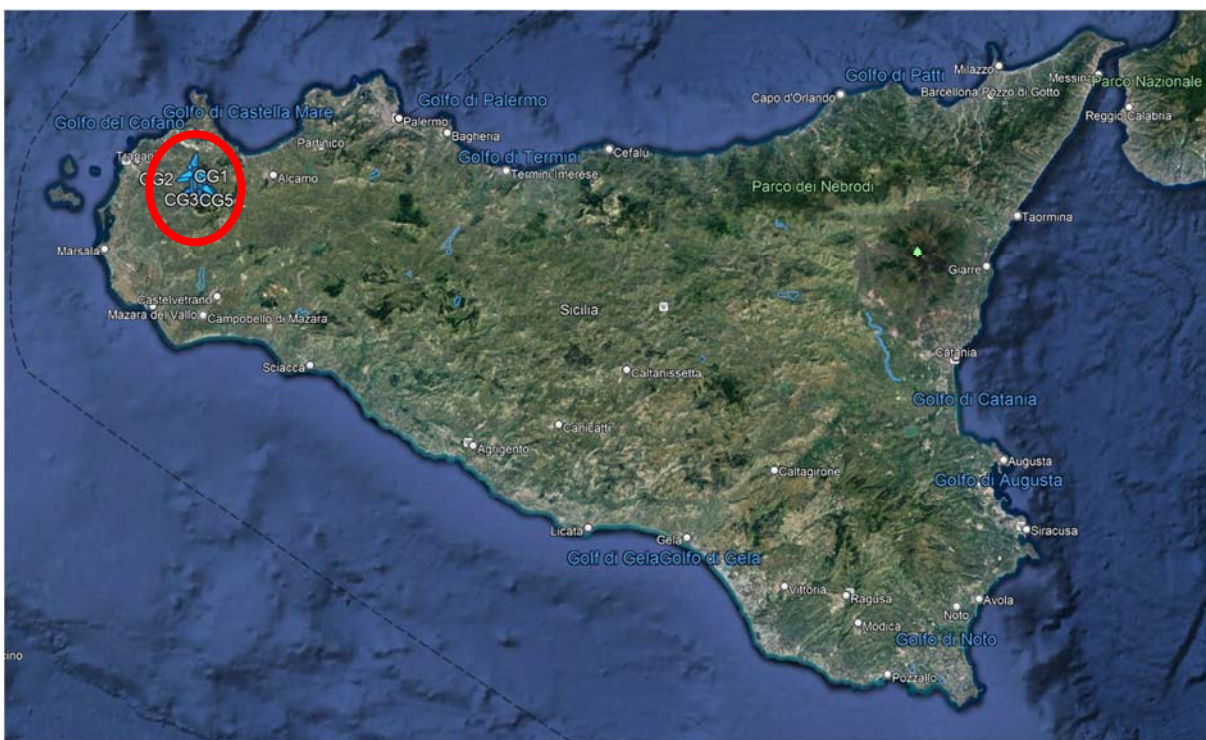


al fine di garantire piena funzionalità delle opere e l'invarianza della  
regimenazione esistente;

- *Capitolo 7 – Allegati.*

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo impianto eolico Gambino sorgerà nel territorio del Comune di Buseto Palizzolo (TP). In particolare, saranno installati sei nuovi aerogeneratori aventi le seguenti sigle: WTG-CG01, WTG-CG02, WTG-CG03, WTG-CG04, WTG-CG05, WTG-CG06.



*Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento su ortofoto satellitare;*

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono in agro del Comune di Buseto Palizzolo, in provincia di Trapani, all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

### 2.1. INQUADRAMENTO IGM 1:25.000

Foglio I.G.M.I. in scala 1:25.000, tavoletta 257\_I\_NO-Ummari;

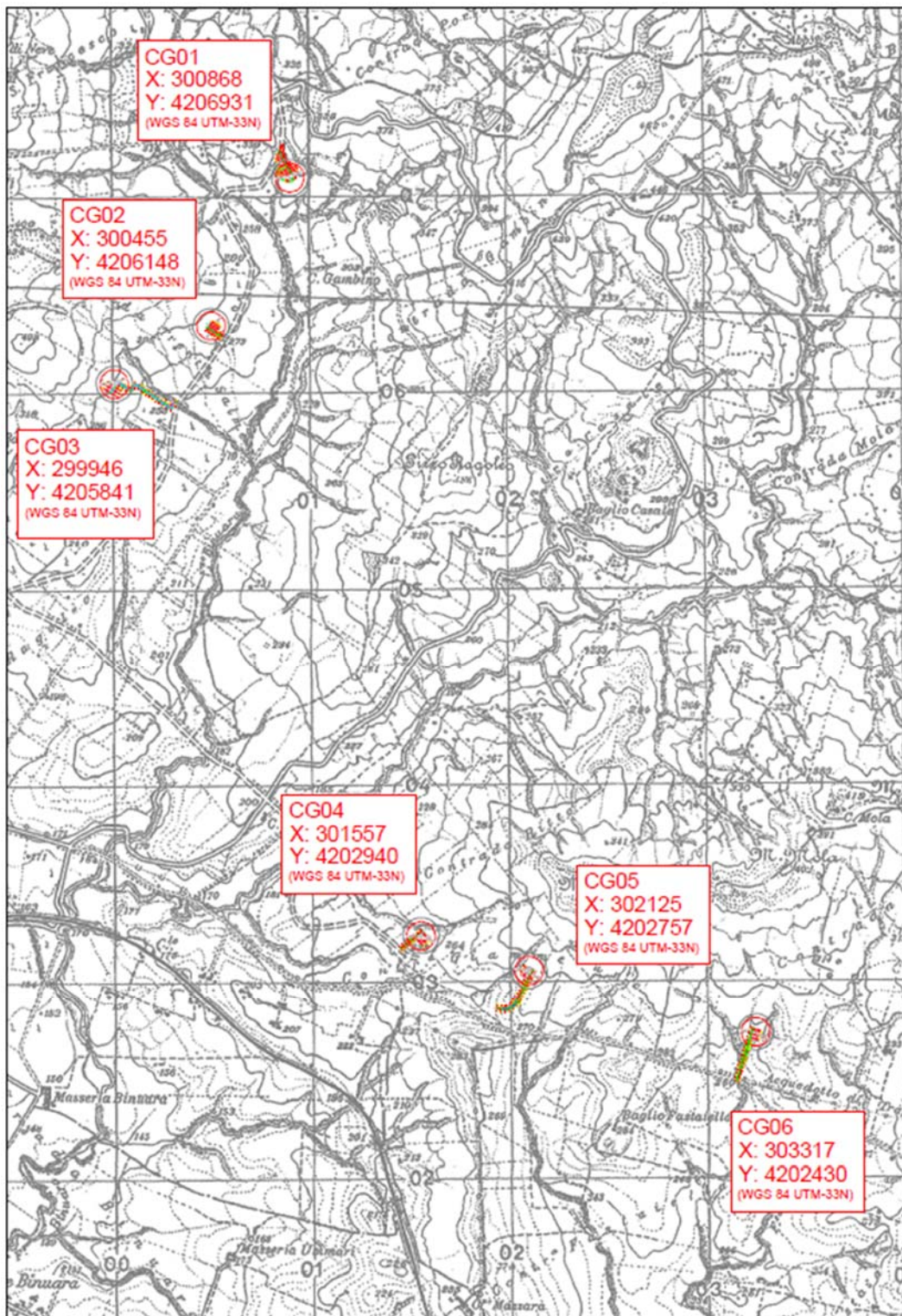
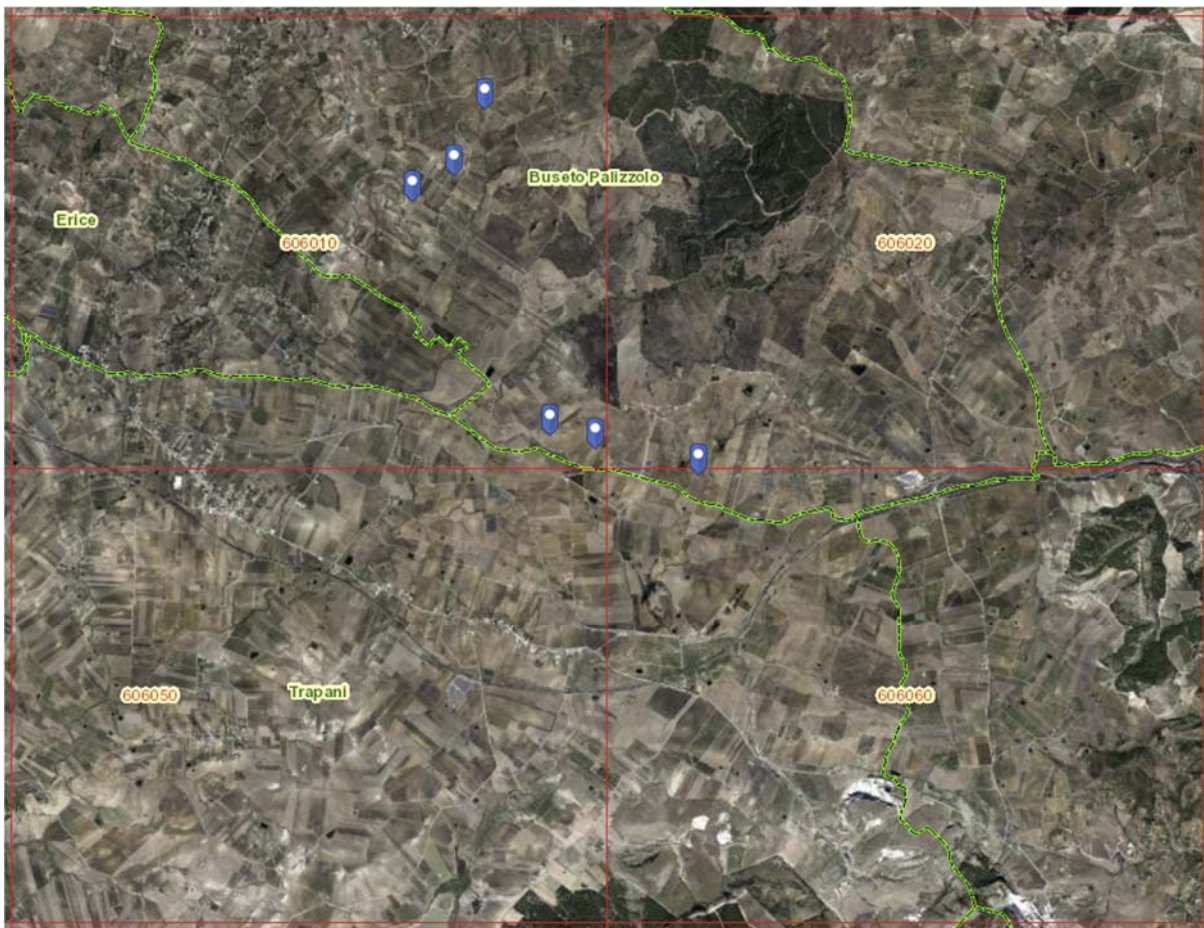


Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento su IGM 1:25000 - 257\_I\_NO\_Ummari;



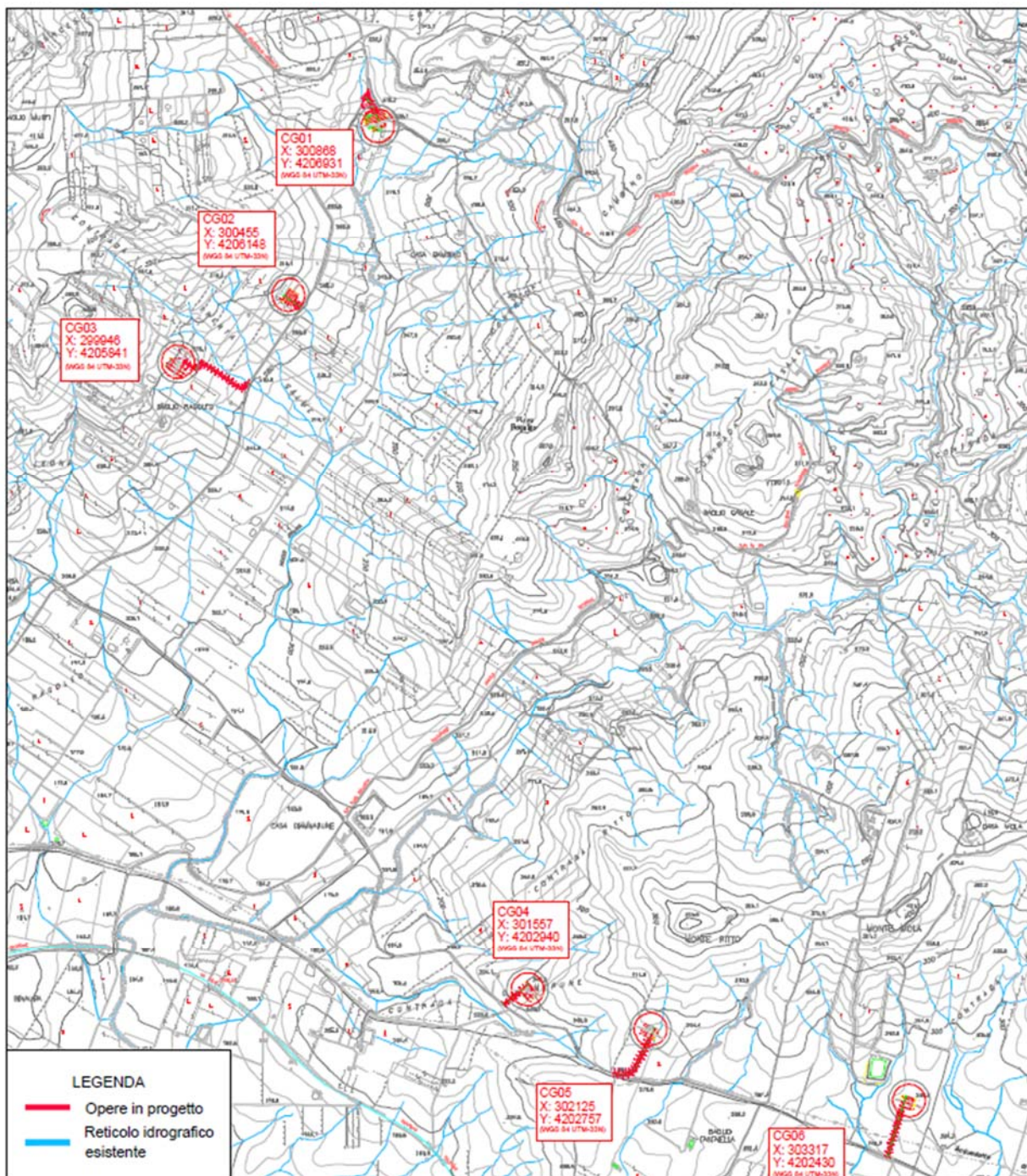
## 2.2. INQUADRAMENTO CTR 1:10.000

Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, sezioni n° 606010 e 606060.



*Figura 3 – Quadro di unione CTR scala 1:10.000;*

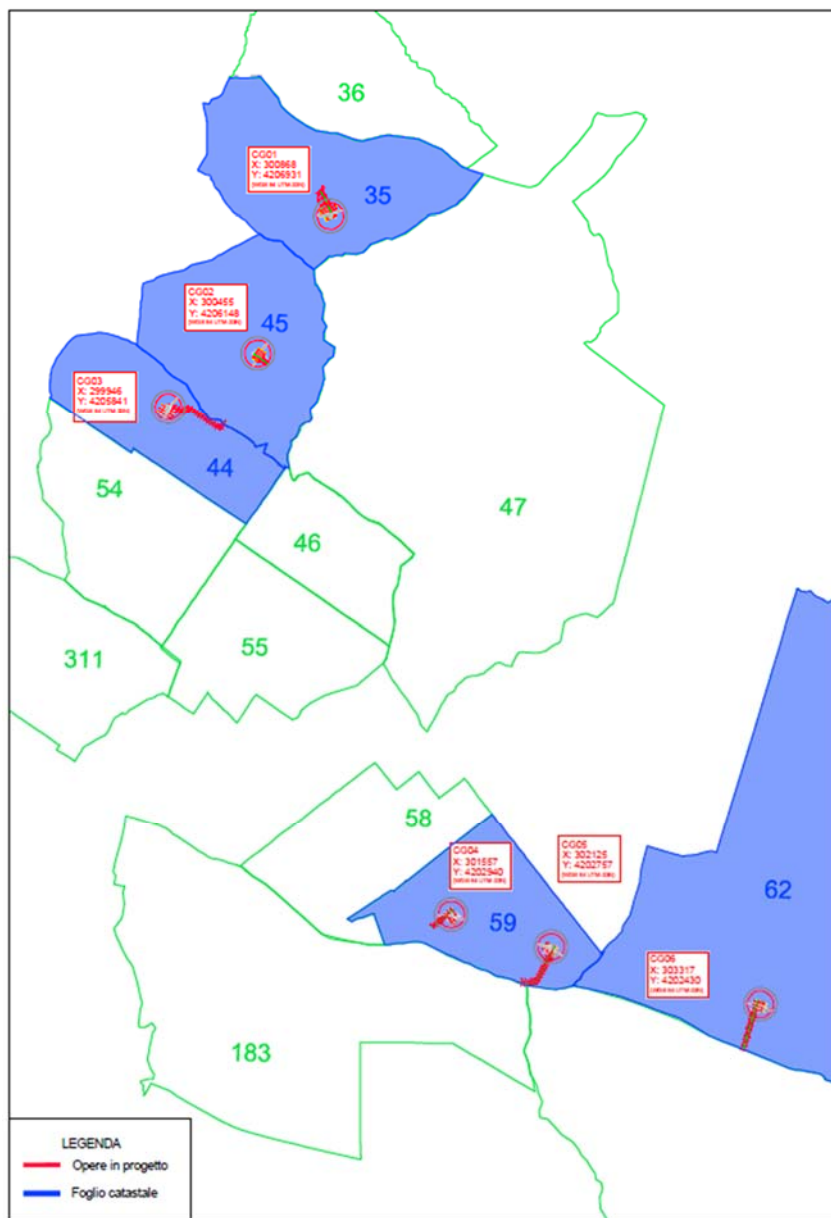




**Figura 4 – Inquadramento opere in progetto su CTR;**

## 2.3. INQUADRAMENTO CATASTALE

Dal punto di vista catastale, le opere in progetto ricadono nei Fogli di mappa catastali del Comune di Buseto Palizzolo (TP) n° 35, 44, 45, 59, 62.



*Figura 5 – Quadro di unione fogli catastali;*

### **3. PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E STRUMENTI DI TUTALE OPERANTI NEL CONTESTO PAESAGGISTICO**

#### **3.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – P.A.I.**

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- La funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- La funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- La funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Eseguendo le opportune indagini sull'area in oggetto, questa ricade all'interno del **bacino idrografico del Fiume Birgi (cod. 051)**.

Il Bacino del Fiume Birgi si localizza nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di circa 336 km<sup>2</sup>.

Il bacino idrografico del Fiume Birgi ricade interamente nel territorio della provincia di Trapani ed è compreso nei fogli n° 593 Castellamare del Golfo, 605 Paceco, n° 606 Alcamo e n°617 Marsala della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

Il bacino si sviluppa nella estrema porzione nord-occidentale della Sicilia, interessando, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di otto comuni (Buseto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi, Trapani). Di questi comuni, all'interno dell'area non cade nessun centro abitato ma i soli nuclei abitati di Ballata (comune di Erice), Fulgatore e Ummari (comune di Trapani), Dara (comune di Marsala).

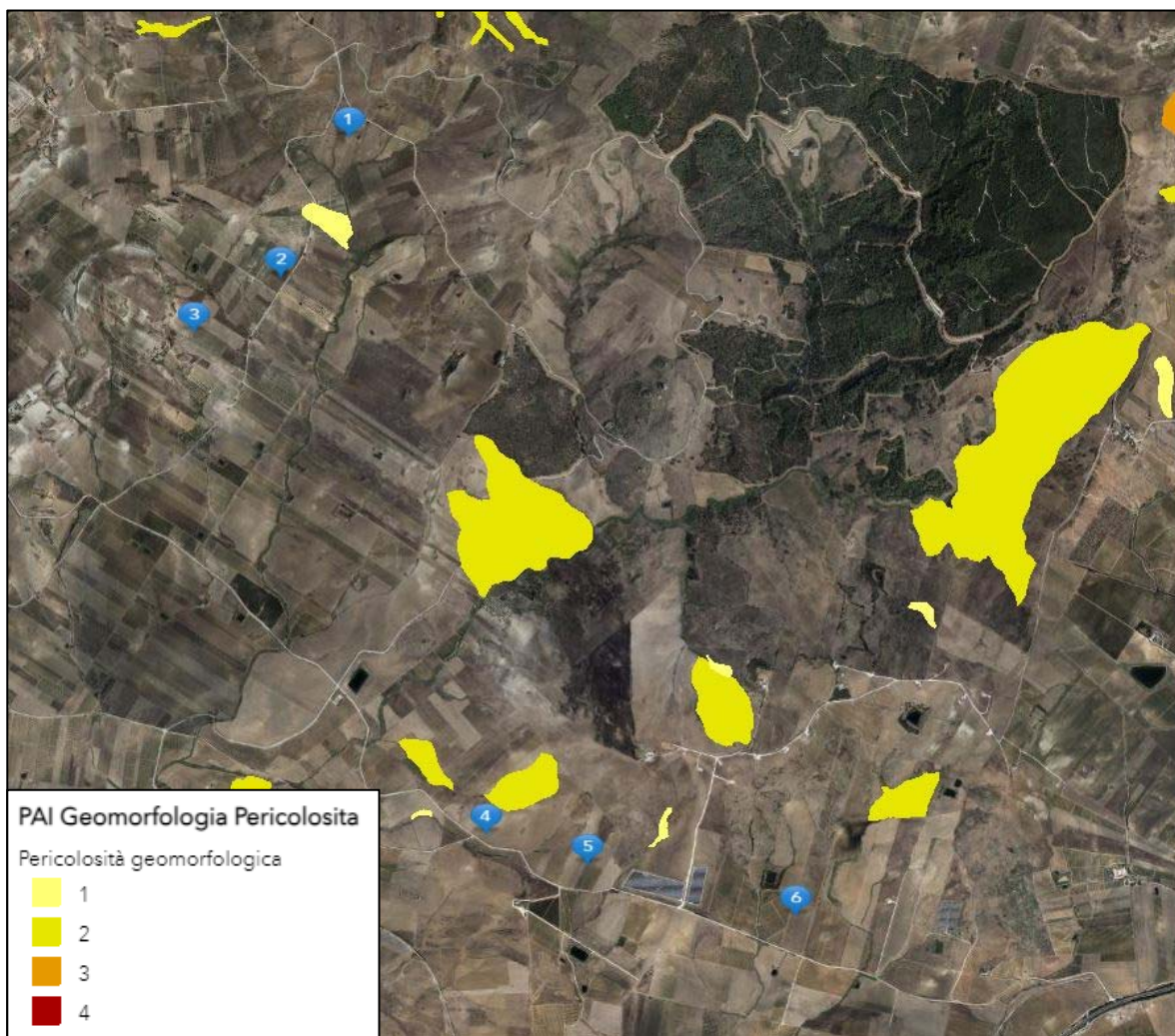
Il Fiume Birgi, dopo il primo tratto, in cui prende il nome di F. Fittasi, prosegue prima con il nome di Fiume Bordino e poi con quello di Fiume Borrانيا. In questo tratto centrale il corso d'acqua riceve, in sinistra idrografica, dapprima gli apporti del Torrente della Cuddia e poi quelli della Fiumara Gambino, proseguendo poi con il nome di Fiume della Marcanzotta.

L'ultimo tratto del Fiume Birgi è stato deviato ed incanalato nel Fiume Chinisia, che sfocia poco a Nord di Torre San Teodoro. In conseguenza di ciò, del vecchio corso del Fiume Birgi resta un ramo molto breve, a nord della foce del Fiume Chinisia.

All'interno del bacino è presente l'invaso artificiale costituito dal Lago Rubino, realizzato sul Torrente della Cuddia mediante uno sbarramento di materiale sciolto, alto circa 30 m, con nucleo centrale di tenuta di materiale argilloso. Il serbatoio Rubino, in esercizio da diversi anni, è situato nell'area a monte del Bacino del Birgi, sul lato occidentale di Montagna Grande, ed ha una capacità utile di progetto di 10.2 Mm<sup>3</sup> d'acqua, con funzione di accumulo e modulazione dei deflussi naturali a servizio della vasta piana sottostante. Le acque del Fiume Birgi sono utilizzate prevalentemente per uso irriguo, con richieste di derivazione concentrate nella parte alta del suo corso.

Nell'area in esame, interessata dalla realizzazione del parco eolico in oggetto, il P.A.I. non individua aree contraddistinte da Rischio Idraulico, bensì individua aree a pericolosità geomorfologica. Tuttavia, tali aree sono esterne alle zone in oggetto (Figura 6).





**Figura 6 - Inquadramento delle aree censite dal P.A.I.**

Da un'attenta analisi delle carte di pericolosità, rischio e dissesto geomorfologico ed idraulico redatte per il P.A.I. dalla Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente, si attesta che il sito non è tra quelli soggetti a rischio, dissesto e pericolosità geomorfologica, nonché a Rischio Idraulico o definito Sito di Attenzione.

### **3.2. VINCOLO IDROGEOLOGICO**

Il sistema di webgis del SIF, Sistema Informativo Forestale del Comando del Corpo Forestale della Regione Sicilia, consente la determinazione delle aree soggette a vincolo idrogeologico. Rappresenta la perimetrazione delle aree della regione sottoposte a vincolo idrogeologico normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30

dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926.

Il vincolo idrogeologico è stato introdotto con Regio Decreto Legge n. 3267/1923 "Riordinamento e riforma in materia di boschi e terreni montani".

Tuttora in vigore, sottopone a "vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo), possono, con danno pubblico, subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque" (art. 1).



**Figura 7 - Vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267/1923**

Lo scopo principale di tale vincolo è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né inneschino fenomeni erosivi, ecc., con possibilità di danno pubblico, specialmente nelle aree collinari e montane. Il decreto



del 1923 prevede il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste da privati o da enti pubblici.

Il sistema di webgis del SIF, Sistema Informativo Forestale del Comando del Corpo Forestale della Regione Sicilia, consente la determinazione delle aree soggette a vincolo idrogeologico. Quest'ultimo, rappresenta la perimetrazione delle aree della regione sottoposte a vincolo idrogeologico normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926.

Per ciò che concerne la componente idrologica, **l'intervento non ricade all'interno di aree individuate come aree a "Vincolo Idrogeologico"** (Figura 7).

### **3.3. PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE**

Il Piano Territoriale Paesistico investe l'intero territorio regionale con effetti differenziati, in relazione alle caratteristiche ed allo stato effettivo dei luoghi, alla loro situazione giuridica ed all'articolazione normativa del piano stesso. Il Piano è stato corredato, nella sua prima fase, dalle Linee Guida, approvate dal Comitato Tecnico-Scientifico dell'Assessorato dei Beni Culturali, Ambientali e della Pubblica Istruzione della Regione Sicilia con D.A. n. 6080 del 21 Maggio 1999 su parere favorevole reso dal Comitato Tecnico Scientifico nella seduta del 30 Aprile 1996. Sulla base dell'analisi dello stato fisico del territorio regionale e delle destinazioni d'uso previste, il PTPR della Regione Sicilia provvede allo studio delle risorse umane, storiche, culturali, paesistiche, ambientali, naturalistiche ed alla definizione delle condizioni e degli obiettivi per la loro tutela e valorizzazione. Le Linee Guida del Piano sono state redatte per dotare la Regione Sicilia di "uno strumento volto a definire opportune strategie mirate ad una tutela attiva ed alla valorizzazione del patrimonio naturale e culturale dell'isola" al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

- la stabilizzazione ecologica del contesto ambientale regionale, la difesa del suolo e della biodiversità, con particolare attenzione alle situazioni di rischio e di criticità;

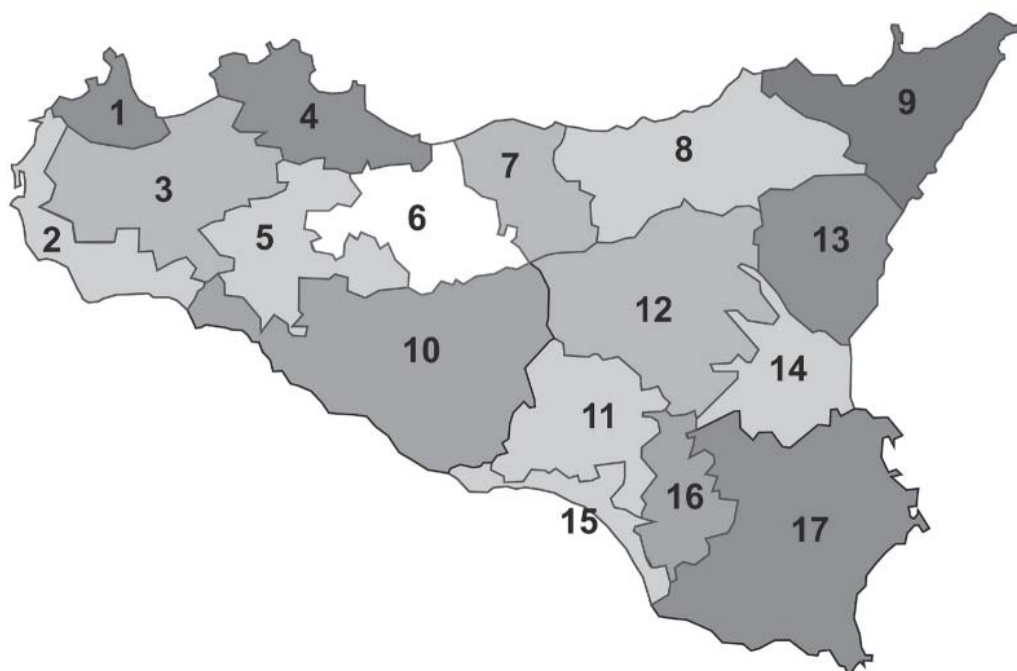
- la valorizzazione dell'identità e della peculiarità del paesaggio regionale, sia nel suo insieme unitario, sia nelle sue diverse specifiche configurazioni;
- il miglioramento della fruibilità sociale del patrimonio ambientale regionale, sia per le attuali, sia per le future generazioni.

Le Linee Guida individuando le caratteristiche strutturali e gli elementi costitutivi della identità culturale e ambientale del paesaggio siciliano, delineano strategie di tutela e definiscono indirizzi e prescrizioni per la salvaguardia e la valorizzazione del paesaggio siciliano a scala regionale.

Inoltre, definendo obiettivi e strategie, dettano indirizzi e prescrizioni in relazione alla specificità dei valori culturali e ambientali che il paesaggio esprime; costituiscono riferimento per la pianificazione e la gestione del territorio attraverso l'attenzione alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio naturale e culturale dell'isola e la definizione dei processi di trasformazione economico - territoriale.

La Regione Siciliana, sulla base delle indicazioni espresse dalle Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale, sta procedendo alla pianificazione paesaggistica ai sensi del D.lgs. 42/04 e s.m.i., su base provinciale secondo l'articolazione in ambiti regionali così come individuati dalle medesime Linee Guida.

L'area in esame ricade nella porzione di territorio definito come ***“Ambito 1 della provincia di Trapani – “Area dei rilievi del trapanese”***.



*Figura 8 - Suddivisione in 17 ambiti paesaggistici della Regione Siciliana*

### **3.3.1. AMBITO 1 DELLA PROVINCIA DI TRAPANI – “AREA DEI RILIEVI DEL TRAPANESE”**

L'Ambito n° 1, è definito "Area dei rilievi del trapanese" e interessa il territorio dei comuni di Castellammare del Golfo, Custonaci, Buseto Palizzolo, Valderice, San Vito Lo Capo e parte del territorio del comune di Erice.

L'ambito è caratterizzato dalla penisola montuosa di San Vito, estrema propaggine del Golfo di Castellammare, da strette e piccole valli, da rilievi calcarei rigidi e compatti, irregolarmente distribuiti, emergenti bruscamente dal mare e da distese ondulazioni argillose che degradano dolcemente verso l'entroterra con altitudini comprese tra i 600 e 1100 metri s.l.m. I rilievi si orientano secondo due crinali principali: quello del Monte Inici e quello dei monti Scardina e Monaco.

Il paesaggio offre numerosi e mutevoli quadri naturali esaltati dalla notevole visibilità complessiva del massiccio montuoso che costituisce il fondale scenografico del Golfo di Castellammare. I rilievi di Monte Cofano e di Monte S. Giuliano insieme alla città di Erice costituiscono punto di riferimento ed elementi di relazioni percettive e storico-

culturali del paesaggio delle isole Egadi, della costa del trapanese con le saline, delle isole dello Stagnone, delle piane di Bonagia e del Cofano, delle morbide colline interne. Il Monte Cofano avanza nel mare formando il Golfo del Cofano, conca naturale sulla quale si affaccia la piana di Castelluzzo ed il Golfo di Bonagia che si apre sull'omonima ampia pianura calcarea chiusa ad ovest dal rilievo di Monte S. Giuliano. La morfologia della costa è articolata dalla presenza di numerose insenature, punte e promontori, falesie, scarpate rocciose, pianori calcarei e spiagge strette limitate da scarpate di terrazzo.

Di notevole importanza è il complesso coralligeno sui versanti orientali particolarmente in corrispondenza della costa di Scopello che è bordata dalla caratteristica formazione del "Marciapiede di Vermeti". Il complesso dei rilievi calcarei, spesso destinati o coperti da praterie e garighe mediterranee, ospita formazioni di macchia a palma nana, anche di grande rilevanza paesaggistica, e numerose entità floristiche di grande interesse (biotopi di Monte Cofano e dello Zingaro); le formazioni forestali sono ridotte a frammenti di bosco climacico (Monte Scorace e Monte S. Giuliano) e stenti popolamenti forestali artificiali a conifere e latifoglie esotiche (Monti Inici e Scorace), che si sovrappongono alle originarie formazioni autoctone. Le condizioni di scarsa produttività dei terreni, che hanno nel tempo orientato le attività in prevalenza verso il pascolo, l'arboricoltura e localmente verso un'agricoltura a carattere familiare, recentemente hanno lasciato ampie superfici incolte ed esposte sempre più al pascolo e alle aspettative di carattere essenzialmente edificatorio. I terrazzi abbandonati e le tracce di colture legnose ancora presenti caratterizzano questo paesaggio che va progressivamente perdendo identità.

Il paesaggio agrario delle colline argillose e delle zone sub-pianeggianti è connotato da coltivazioni arboree, vigneto da vino, seminativi associati a vigneto e da rari frammenti di coltivazioni legnose (oliveti sporadicamente associati al mandorleto).

La presenza dell'uomo è testimoniata sin dall'età preistorica (paleolitico-neolitico) ed è stata influenzata dalla complessa situazione orografica. Le caratteristiche carsiche degli anfratti, ripari, grotte presenti nelle pendici dell'Erice, del Cofano e di Capo S. Vito, hanno favorito l'insediamento sin dal paleolitico superiore come testimoniano

graffiti di notevole importanza. In epoca storica l'area si trova al centro delle principali correnti di civilizzazione del Mediterraneo: gli Elimi che fondano Erice, i fenicio-punici, i romani che costruiscono insediamenti produttivi e abitativi. I processi di modernizzazione che si manifestano a valle alla fine dell'800 e nel 900 determinano la decadenza della città di Erice e la nascita di una serie di borghi (Paparella, S. Marco, Custonaci, S. Vito, Buseto Palizzolo) che nel secondo dopoguerra acquistano la loro autonomia amministrativa.

I recenti processi di urbanizzazione legati all'espansione della città di Trapani ed alla diffusione della seconda casa lungo la costa e nelle aree pianeggianti e l'intensa attività costruttiva hanno cambiato profondamente il paesaggio costiero agricolo. Il centro di Castellammare diviene punto di riferimento per l'entroterra alcamese e per l'insediamento turistico costiero che si sviluppa linearmente lungo il Golfo omonimo.

L'ambito è caratterizzato dall'alto valore del paesaggio vegetale di tipo naturale che è presente nella parte settentrionale e sui maggiori rilievi isolati, da elementi di grande interesse storico, archeologico ed artistico, nonché da manufatti legati alle attività produttive ed alla difesa della costa che testimoniano una qualità diffusa nei caratteri dell'architettura tradizionale (tonnare, torri costiere, bagli, etc...).

La qualità del paesaggio si mantiene elevata ed interessa ambienti emersi e sommersi, gli uni in prevalenza caratterizzati dagli aspetti naturali e seminaturali della copertura vegetale - sia pure spesso danneggiati dal disboscamento, dal pascolo e dagli incendi - gli altri in generale non eccessivamente compromessi dall'azione antropica che si manifesta con azioni localizzate di inquinamento derivanti dagli scarichi urbani, dalle lavorazioni del marmo e dalle trasformazioni dei prodotti agricoli.

Per quanto concerne le aree oggetto di intervento, le stesse ricadono all'interno del Paesaggio Locale 9 "*Altavalle del fiume Fittasi e Monte Scorace*".

### **3.3.1.1. Paesaggio Locale 9 "*Altavalle del fiume Fittasi e Monte Scorace*"**

Paesaggio rurale dell'entroterra collinare, articolato in tre subvalli dalle incisioni dei fossi del Canalotti, Binuara e dell'alto corso del fiume Fittasi, caratterizzato da vaste aree agricole a campi aperti, a seminativi e vigneti, da radi insediamenti, osservabile

dalle principali arterie di comunicazione (autostrada e linea ferrata) che lambiscono l'estremo Sud dell'Ambito.

La valle del Canalotti è costituita dai versanti collinari di argille e argille marnose di monte Luziano e da quelli marnosi di timpone Regalbesi, timpone Tangi e monte Murfi.

Qui si concentra la maggior parte dell'insediamento che forma un microsistema policentrico, sviluppato lungo gli assi viari e bene integrato al paesaggio agrario; costituito da centri che hanno forme lineari (Ballata) o ad incrocio (Città Povera) o da piccoli nuclei di case distribuiti lungo gli assi viari.

La valle è stata stabilmente abitata nel tempo come dimostrano i siti archeologici:

- insediamento fortificato di monte Luziano (Medioevo);
- abitato rurale di Baglio Murfi.

L'insediamento attuale trova origine nel diffuso patrimonio di edifici rurali (Castello Maurigi, Baglio Murfi, Baglio Ricevuto, Baglio Bombolone, etc..), testimonianza dell'antica attività legata alla tradizione agro-pastorale.

Il paesaggio del vallone del Binuara, costituito dai versanti del sistema collinare marnoso di monte Murfi e dalle pendici argillose con intercalazioni di calcareniti ed arenarie quarzose di monte Bosco, è caratterizzato dalle colture dei vigneti, uliveti e seminativi a campi aperti con alcuni beni isolati e rare case rurali.

La valle del Fittasi è costituita da alluvioni attuali e dai versanti di marne con intercalazioni di calcareniti bioclastiche e megabrecce dei monti Ritto, Pietrafiore, Bosco e Scorace. È caratterizzata dal paesaggio agricolo dei seminativi a campi aperti, mentre il paesaggio seminaturale con boschi a cipressi ed eucalipti con nuclei residuali di sughera prevale sui versanti dei monti Bosco e Scorace, e con la vegetazione a gariga e praterie secondarie ai margini dei ripopolamenti forestali e sui versanti abbandonati dalle colture.

Si trovano singolarità geomorfologiche e idrologiche, quali pozzi e sorgenti (c.da Bosco, Molarella), e beni storico-culturali legati all'attività agricola e pastorale, siti archeologici (riparo Baglio Casale; sito Arabo-Normanno di c.da Casale) e pozzi di

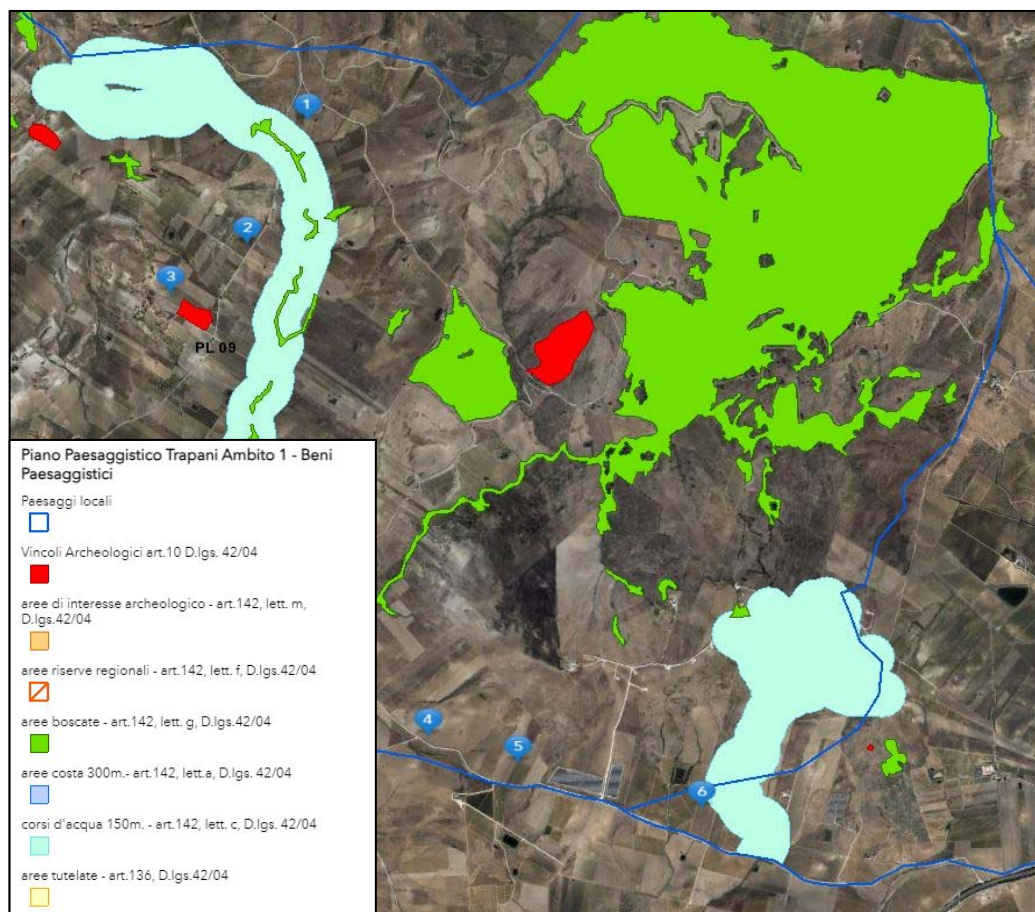


origine araba.

La qualità ambientale e paesaggistica del paesaggio agrario è messa a rischio dall'uso di pesticidi e concimi chimici e dal decremento dell'attività agricola e pastorale.

Le frane di colamento sui fianchi delle colline, per scalzamento al piede dei corsi d'acqua a regime torrentizio, e le esondazioni del F.so Binuara rappresentano altri fattori di criticità ambientale. Il degrado del patrimonio insediativo storico, per abbandono o per interventi di recupero non adeguati, e la perdita del carattere polinucleare dell'insediamento per la tendenza all'espansione lineare lungo gli assi viari principali contribuiscono ad alterare la identità del paesaggio.

Com'è possibile desumere dalla Figura 9, l'area di intervento non ricade all'interno di zone tutelate per legge ed individuate dalla carta dei Beni paesaggistici del Piano.



**Figura 9 - Individuazione dei Beni paesaggistici**

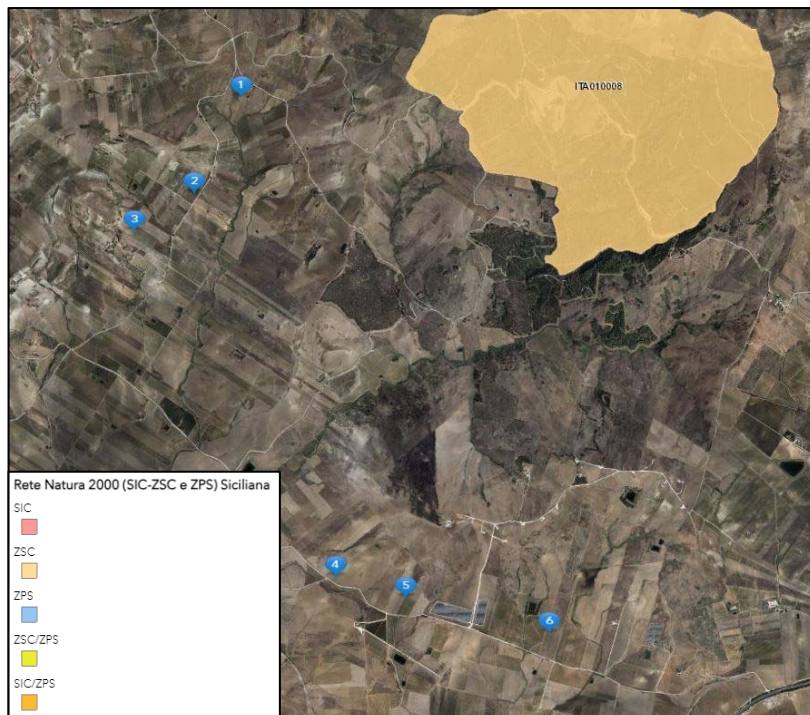
### 3.4. RETE NATURA 2000

Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita da Zone Speciali di Conservazione (ZSC) istituite dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli". Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali". La Direttiva riconosce il valore di tutte quelle aree nelle quali la secolare presenza dell'uomo e delle sue attività tradizionali ha permesso il mantenimento di un equilibrio tra attività antropiche e natura. Un altro elemento innovativo è il riconoscimento dell'importanza di alcuni elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione per la flora e la fauna selvatiche. Gli Stati membri sono invitati a mantenere o all'occorrenza sviluppare tali elementi per migliorare la coerenza ecologica della rete Natura 2000. In Italia, i SIC e le ZPS coprono complessivamente il 20% circa del territorio nazionale.

Il percorso attuato dalla regione Siciliana, al fine di tutelare e proteggere il patrimonio naturale, si è sviluppato, a partire degli anni ottanta, con l'istituzione di aree naturali protette, riserve e parchi, che assicura la tutela degli habitat e della diversità biologica esistenti, promuovendo un'ipotesi di sviluppo connessa all'uso sostenibile delle risorse territoriali ed ambientali e delle attività tradizionali proprie delle aree interessate.

L'analisi dei documenti disponibili permette di affermare che le aree dove realizzare gli interventi non ricadono su territori **compresi nella Rete Natura 2000, nonché in zone tutelate come Parchi e Riserve.**



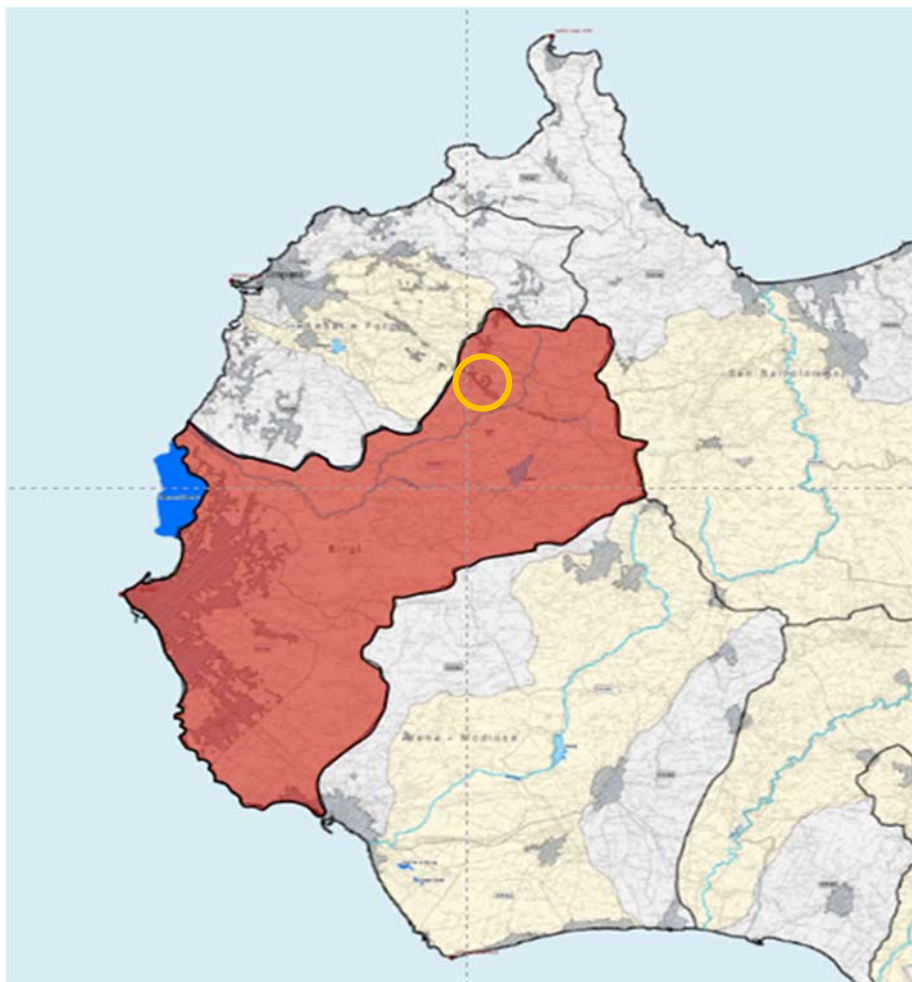
**Figura 10 - Individuazione di Parchi, Riserve e Zone della Rete Natura 2000**

## 4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

### 4.1. ANALISI IDROGRAFICA NELL'AREA DELL'IMPIANTO

Il Parco eolico Gambino interesserà delle aree circoscritte, in cui si troveranno gli aerogeneratori WTG-CG01, WTG-CG02, WTG-CG03, WTG-CG04, WTG-CG05, WTG-CG06 e la viabilità di accesso agli stessi, costituita da brevi tratti di strade bianche.

Tale aree dal punto di vista idrografico ricadono all'interno del bacino del fiume Birgi, avente complessivamente una superficie di 330,51 km<sup>2</sup>, identificato dal codice 19051 all'interno del Piano di tutela delle Acque della Regione Siciliana (Fig. 11).



**Figura 11 - Stralcio dell'allegato A.1.1 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Siciliana con indicazione del bacino del Fiume Birgi.**



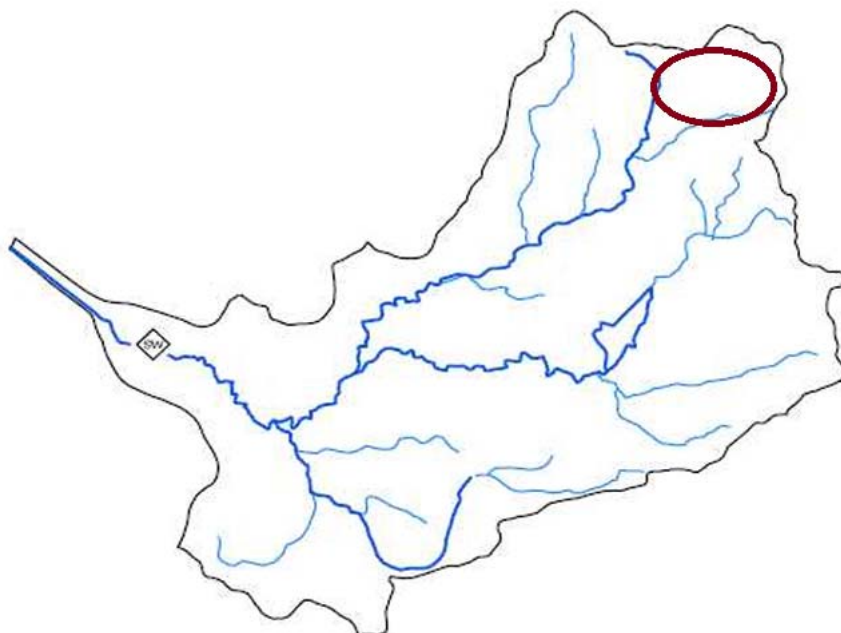
Il bacino imbrifero del Fiume Birgi nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili.

Il Fiume Birgi consta di due rami. Il ramo settentrionale, che nasce dai rilievi collinari di Monte Murfi (510 m s.l.m.) e Piano Neve, dopo il primo tratto in cui prende il nome di Fiume Fittasi, prosegue con il nome di Fiume Bordino. Il ramo meridionale, che nasce dal complesso di Montagna Grande, è interessato nel suo percorso dal serbatoio Rubino. Da monte verso valle comprende due tratti: il primo, denominato Torrente Fastai, è incassato tra Montagna Grande ed i rilievi di c.da Baglietto e le sue acque defluiscono quasi interamente nell'invaso, a valle dello sbarramento resta infatti solo un tratto, inferiore ad un chilometro, che confluisce nel Fiume della Cuddia; il secondo tratto, costituito dal Fiume della Cuddia, scorre in direzione EO fra i rilievi di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borrania a Sud e quelli di Timpone di Fittasi e c.da Tammareddara a Nord. La morfologia è rappresentata da rilievi modesti (la quota massima è di 751 m s.l.m. di Montagna Grande), ma dai versanti acclivi, a volte associati a fasce detritiche.

Il Fiume Birgi ha un regime tipicamente torrentizio caratterizzato da lunghi periodi di magra durante i quali si ha portata nulla.

Il territorio interessato dal bacino idrografico del Fiume Birgi è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con pendenze blande.

La zona interessata dal presente progetto ed indicato in figura 12, è ubicata nella parte settentrionale del bacino – circondata dai rilievi di Monte Murfi, ad ovest, ed i rilievi del bosco di Scorace, ad est. Trattandosi della zona di monte del bacino del Fiume Birgi, le acque qui presenti sono di modesta entità, affluenti minori del Fiume Fittasi da cui il Fiume Birgi ha origine.



*Figura 12 – Ubicazione del tratto di corso d’acqua interessato – da Allegato B13 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Siciliana.*

#### **4.2. INTERAZIONE TRA LE OPERE IN PROGETTO E IL RETICOLO IDROGRAFICO**

La realizzazione del nuovo impianto e il suo esercizio, in generale non inficiano le caratteristiche dei corpi idrici superficiali, né tantomeno quello dei corpi idrici sotterranei.

Dalla sovrapposizione tra le opere in progetto e il reticolo idrografico esistente, non si sono evidenziate intersezioni tra questo e le opere di adeguamento della viabilità che condurrà dalla strada interpodereale alle WTG–CG01, WTG–CG02 e WTG–CG03 né tra questo e le opere di adeguamento della viabilità che condurrà dalla SP72 agli aerogeneratori WTG–CG04, WTG–CG05 e WTG–CG06.

Sono invece state rilevate sei intersezioni meritevoli di analisi tra il reticolo idrografico che si determinerà con la costruzione di strade e piazzole e la viabilità nei pressi dei sei aerogeneratori in progetto. Per tali intersezioni (codificate come ATT01, ATT02, ATT03, ATT04, ATT05 e ATT06) si è dunque proceduto alla determinazione delle massime portate di piena per valutare eventuali interventi di adeguamento del sistema di drenaggio superficiale.

Delle sei intersezioni con la viabilità in progetto – tutte di modesta entità –, tre (ATT1, ATT2 e ATT3) si trovano in corrispondenza della strada interpodereale di collegamento alle WTG–CG01, WTG–CG02 e WTG–CG03.

Come meglio di seguito esplicitato, sono studiati dunque n°6 attraversamenti, con altrettante sezioni di chiusura, ricadenti nei percorsi di viabilità dell’impianto.

Le soluzioni progettuali implementate a tale scopo, garantiranno l’invarianza idraulica dei territori oggetto di intervento.

Le piazzole e la viabilità saranno dotate di opere di intercettazione e allontanamento delle acque meteoriche presso gli impluvi più vicini. Sarà posta particolare cura alla realizzazione delle opere di scarico delle acque intercettate dalla viabilità, prediligendo la realizzazione di punti di scarico compatibili con il regime idrico superficiale esistente (opere ad “impatto zero”). La realizzazione dell’impianto non modificherà il reticolo di drenaggio delle acque in quanto non sono previste strutture impermeabili sul terreno ma massicciate con inerti in corrispondenza delle piazzole e della viabilità di servizio, altamente permeabili, e che permetteranno il drenaggio naturale delle acque piovane. Anche la posa dei cavi MT, non interferirà con il reticolo idrografico, in quanto i cavi correranno al di sotto della viabilità di servizio che, come ricordato, trova propria ubicazione nelle immediate adiacenze delle linee di displuvio di confine tra i Bacini Idrografici.

All'allegato 1 è riportata, una planimetria con la perimetrazione dei bacini scolanti sottesi alla viabilità del parco, il cui deflusso superficiale deve essere “smaltito” ed allontanato dalle opere idrauliche in progetto.

Tali bacini hanno una dimensione molto contenuta, variabile in un range compreso tra 0.02 km<sup>2</sup> e 0.08 km<sup>2</sup>.

## 5. ANALISI IDROLOGICA

Il presente capitolo ha l'obiettivo di definire la curva di probabilità pluviometrica necessaria alla stima delle portate di piena attese e dunque alla progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico Gambino.

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni metereologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

Nel caso in oggetto, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco eolico "Gambino".

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno  $T$  genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

Il presente capitolo riporta il calcolo analitico degli attraversamenti di progetto ATT01, ATT02, ATT03, ATT04, ATT05 e ATT06 a partire dai bacini individuati nell'allegato 1, ovvero bacino B01, B02, B03, B04, B05 e B06 (figura 13).

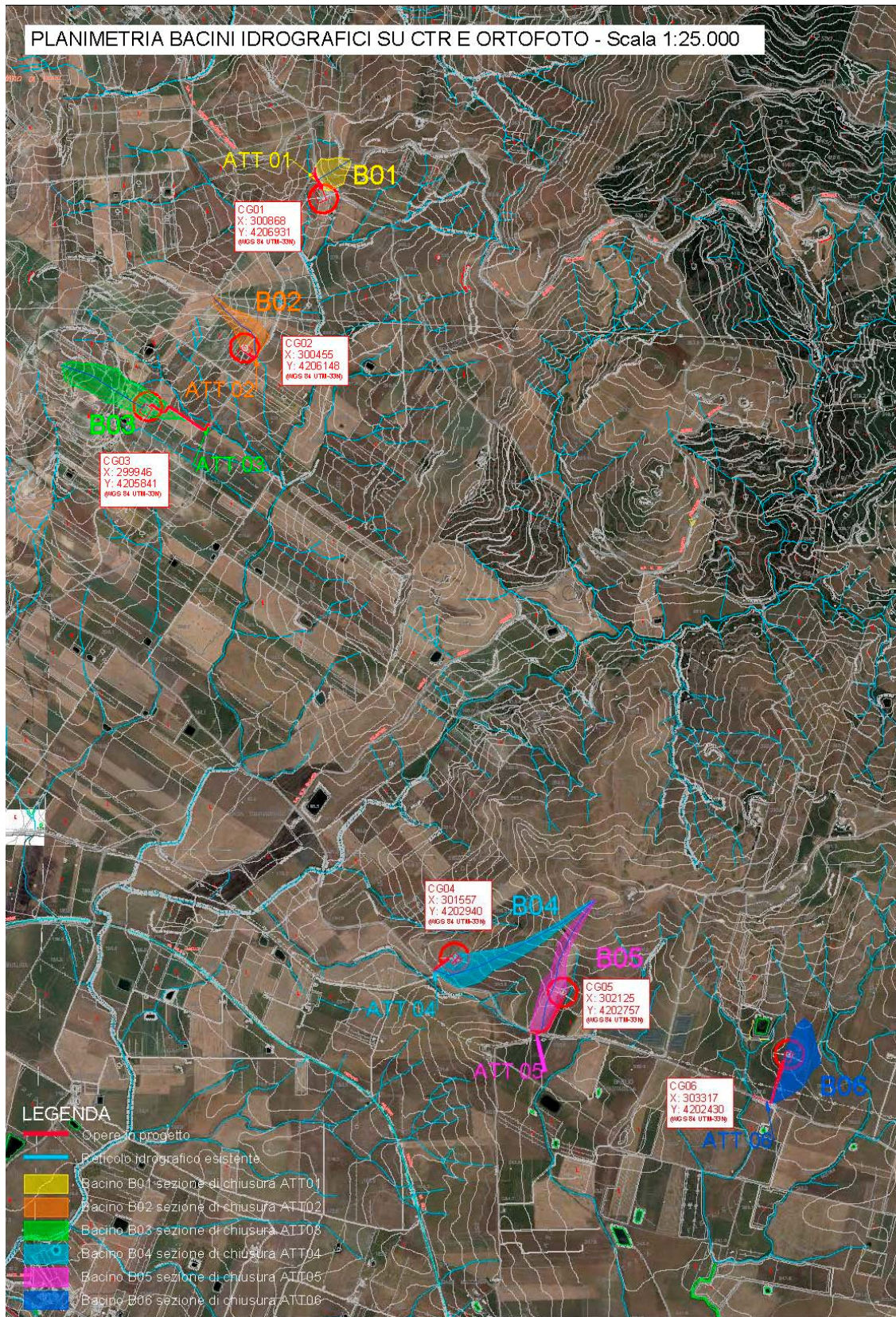
La delimitazione dei bacini è stata effettuata individuando sulla cartografia (Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, IGM 1:25000) lo spartiacque sotteso dalle



sezioni di attraversamento. Lo spartiacque individua il luogo dei punti da cui hanno origine le linee di massima pendenza che raggiungono in ultimo la sezione considerata e si traccia manualmente utilizzando strumenti di disegno assistito da calcolatore in base alle isoipse e alle teste dei canali del reticolo imponendo il passaggio per le vette e le selle.

Questi sono gli unici bacini che interferiranno con tratti di viabilità di accesso ai nuovi aerogeneratori.





**Figura 13 - Stralcio dell'allegato A1, di individuazione dei bacini.**



## 5.1. MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso metodi indiretti, che consentono la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sui diversi bacini.

Nello specifico, è stata utilizzata la formula razionale per il calcolo della portata di piena assegnando un tempo di ritorno di quest'ultima pari a 10, 20, 50 e 100 anni.

$$Q_T = \frac{\varphi i_T S}{3.6}$$

Dove:

- $Q_T$  è la portata di piena associata al dato tempo di ritorno espressa in m<sup>3</sup>/s
- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso, adimensionale;
- $i_T$  è l'intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h;
- $S$  è la superficie del bacino espressa in km<sup>2</sup>;
- 3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura.

La modellazione matematica dei fenomeni idrologico-idraulici, innescati dalle precipitazioni sull'area di progetto, segue il processo descritto nei paragrafi seguenti.

### 5.1.1. DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI

A partire dalle sezioni di intersezione tra i corsi d'acqua presenti e la viabilità di progetto, sono stati tracciati i bacini afferenti alle sezioni di chiusura individuate, risalendo verso monte i corsi d'acqua intercettati o comunque la zona da dove potenzialmente può pervenire lo scolo e identificando le zone da dove questo può iniziare, definite linee di spartiacque.

Sono identificate n° 6 sezioni di attraversamento, codificate in ATT01, ATT02, ATT03, ATT04, ATT05 e ATT06, cui afferiscono altrettanti bacini identificati rispettivamente come B01, B02, B03, B04, B05 e B06.

Le informazioni inerenti i sottobacini individuati sono riepilogate nella tabella 5.1.

ID sezione di chiusura	ID sottobacino	Superficie del sottobacino	Quota media s.l.m.	Quota sezione di chiusura s.l.m.	Lunghezza asta principale	Pendenza media dell'asta principale
		S	H <sub>m</sub>	H <sub>min</sub>	L	i
		[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m/m]
ATT01	B01	0,024	322,00	310,00	205,00	0,21
ATT02	B02	0,305	317,00	280,00	420,00	0,18
ATT03	B03	0,081	327,50	250,00	923,00	0,17
ATT04	B04	0,068	300,00	224,00	950,00	0,16
ATT05	B04	0,054	321,50	267,00	760,00	0,14
ATT06	B04	0,058	277,50	260,00	512,00	0,07

**Tabella 5.1 - Riepilogo delle informazioni inerenti i sottobacini oggetto di indagine**

Come evidente dalla tabella 5.1 e dall'allegato 1, i bacini idrografici oggetto di studio, sono tutti di modesta entità.

### 5.1.2. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi-deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che dà effettivamente luogo al deflusso.

Nel presente studio, all'interno della formula razionale, è stato utilizzato il metodo del coefficiente di afflusso  $\phi$ . Tale coefficiente rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, e il suo uso comporta considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia. La stima del valore di  $\phi$ , relativamente a ciascuna superficie omogenea (tipo di suolo, tessitura, caratteristiche locali di permeabilità) è stata condotta facendo riferimento ai valori tabellati da Benini (*Sistemazioni idraulico-forestali*, 1990) sotto riportati in tabella 5.2.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivazioni	Pascoli	Boschi
Molto permeabile (sabbioso o ghiaioso)	0.20	0.15	0.10
Mediamente permeabile (Terreni di medio impasto, Terreni senza strati di argilla)	0.40	0.35	0.30
Poco Permeabili (Suoli argillosi, con strati di argilla in prossimità della superficie, suoli poco profondi su substrato roccioso impermeabile)	0.50	0.45	0.40

**Tab. 5.2 - Valori del coefficiente  $\varphi$  del metodo razionale per diversi tipi di superficie, in funzione della tipologia di suolo e della copertura del bacino (Benini, 1990 e Ferro, 2006).**

Nello specifico, è stato utilizzato il seguente valore del coefficiente di deflusso  $\varphi$ :

$$\varphi = \sum_i \frac{\varphi_i S_i}{S} = 0.35$$

Ove  $\varphi_i$  è il coefficiente di deflusso dell'area elementare  $S_i$  e  $S$  è la superficie complessiva del bacino. In questa maniera, il valore del coefficiente di afflusso per i bacini analizzati è dato dalla media pesata dei coefficienti di ciascuna area elementare in cui il bacino è divisibile.

### 5.1.3. INTENSITÀ CRITICA

L'intensità critica  $i_T$  è definita come l'intensità relativa all'altezza di pioggia massima di durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  e tempo di ritorno fissato.

#### 5.1.3.1. TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione è stimato come il tempo necessario alla goccia di pioggia più svantaggiata per raggiungere la sezione di chiusura interessata.

Per tenere conto della variabilità dimensionale delle superfici dei bacini considerati, è stato necessario calcolare il tempo di corrivazione con formule empiriche differenti in dipendenza della dimensione del sottobacino considerato.

Per i sottobacini con estensione inferiore a 10 km<sup>2</sup> è stata utilizzata la formula di Kirpich:

$$t_c = 0.01947 \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}$$

In cui:

- $t_c$  è il tempo di corrivazione espresso in minuti;
- $L$  è la lunghezza dell'asta più lunga espressa in km;
- $i$  è la pendenza media, adimensionale.

Il sottobacino B01, avente invece una superficie di quasi 30 km<sup>2</sup>, ha reso necessario l'utilizzo della formula di Pezzoli per il calcolo del tempo di corrivazione:

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}}$$

In cui:

- $t_c$  è il tempo di corrivazione espresso in ore;
- $L$  è la lunghezza dell'asta più lunga espressa in km<sup>2</sup>;
- $i$  è la pendenza media, adimensionale.

#### **5.1.3.2. ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA (TCEV)**

Per il calcolo dell'altezza di pioggia critica, è stata ricostruita la curva di probabilità pluviometrica a partire dal modello probabilistico TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*).

Il modello permette di determinare le altezze di pioggia  $h$  e le relative intensità  $i$ , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel.

La prima, denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (componente straordinaria) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica).

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI Sicilia (Ferro e Cannarozzo, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

**La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni statistici.**

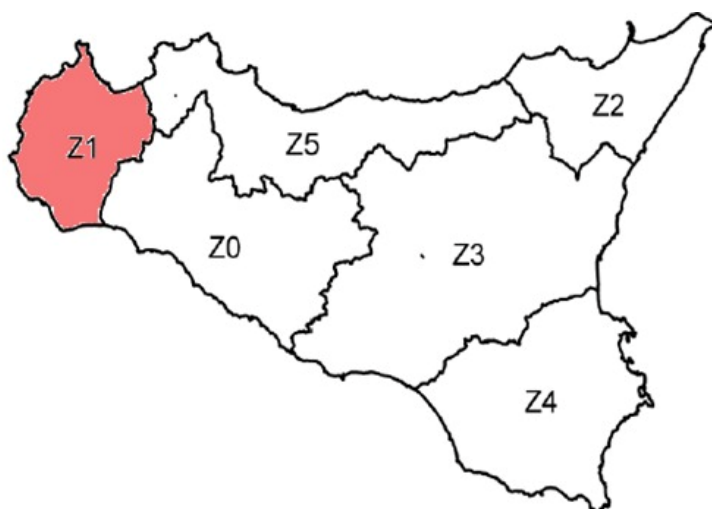
**Nel primo livello di regionalizzazione** si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico  $G_t$  delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata  $t$  sia costante per la regione Sicilia. La Sicilia si può pertanto ritenere una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri  $\theta^* = 2.24$  e  $\Lambda^* = 0.71$  sono costanti ed indipendenti dalla durata  $t$ .

**Il secondo livello di regionalizzazione** riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in cinque sottozone pluviometriche omogenee: Z0–Z5, Z1, Z2, Z3, Z4 (fig. 15). A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro  $\Lambda_1$ , parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base, che risulta indipendente dalla durata.

In ogni sottozona la variabile adimensionale  $h'_{t,T} = h_{t,T}/\mu$  (valore dell'altezza di pioggia di fissata durata  $t$  e tempo di ritorno  $T$  rapportata alla media  $\mu$  della legge TCEV) assume la seguente espressione:

$$h'_{t,T} = K_T = a \ln(T) + b$$

In tale relazione i coefficienti  $a$  e  $b$  sono stati tarati in funzione della particolare sottozona (tabelle 5.3 - 5.4).



**Figura 15 – Sottozone pluviometriche omogenee per la Regione Siciliana (Lo Conti et al., 2007)**

$K_T$  è definito fattore di crescita e misura la variabilità relativa degli eventi estremi alle diverse frequenze. Esso è dunque indipendente dalla durata della precipitazione e funzione della collocazione geografica del sito per il quale si vogliono calcolare le altezze di pioggia (a mezzo dei coefficienti  $a$  e  $b$ ) e del tempo di ritorno  $T$  dell'evento meteorico.

	$Z_0$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$
$\Lambda_1$	24.429	19.58	17.669	14.517	15.397	24.402

**Tabella 5.3 – Valore del parametro  $\Lambda_1$  per ogni sottozona in cui è stata suddivisa la Regione Siciliana (Lo Conti et al., 2007).**

	$Z_0 - Z_5$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
$a$	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
$b$	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616



**Tabella 5.4 – Valori, per la Regione Siciliana, dei coefficienti a e b per la definizione del fattore di crescita (Lo Conti et al., 2007).**

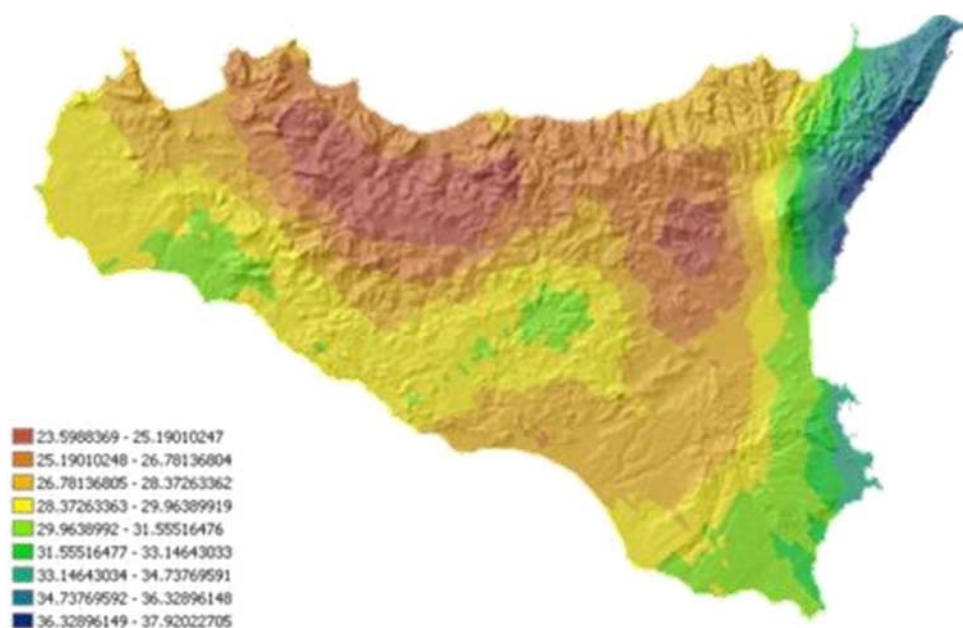
**Il terzo livello di regionalizzazione** prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità  $\mu$  e le grandezze - prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico) - relative al sito di misura. Pertanto, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$$h_{t,T} = K_T \mu(t)$$

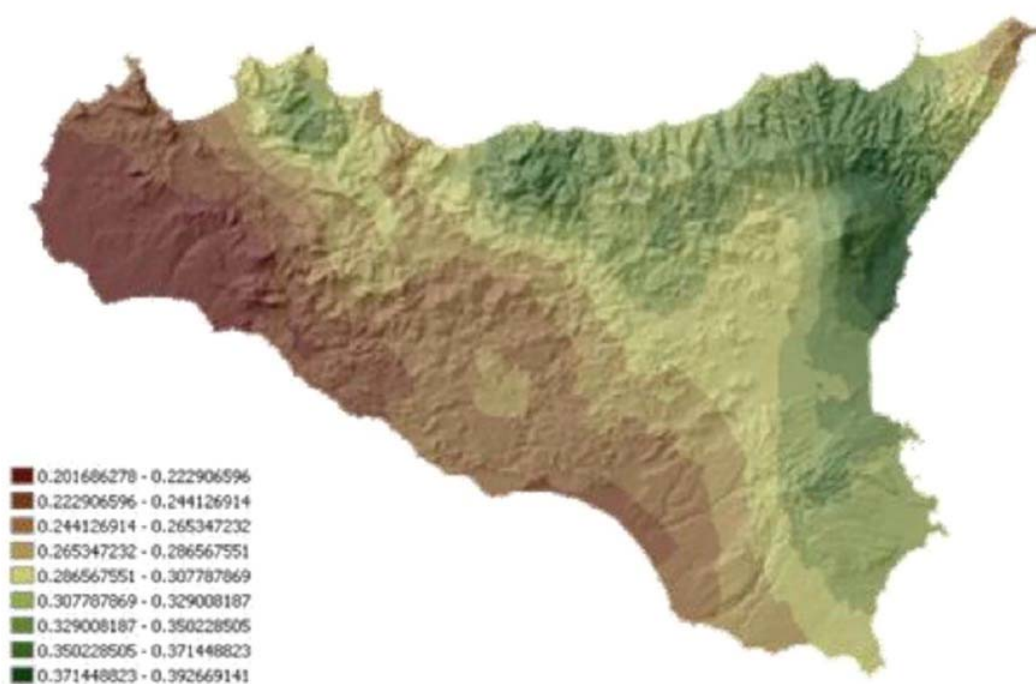
in cui  $h_{t,T}$  è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T. Per le stazioni pluviografiche siciliane la media teorica  $\mu$  risulta coincidente con quella campionaria; per ciascuna delle 172 stazioni siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata t:

$$\mu(t) = at^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti a ed n sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso-a e delle iso-n (Cannarozzo et al, 1995). Nelle figure 16 e 17 è possibile vedere la variazione dei coefficienti a ed n per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).



**Figura 16 – Valori dei coefficienti  $a$  per il territorio siciliano (Lo Conti et al., 2007).**



**Figura 17 – Valori dei coefficienti  $n$  per il territorio siciliano (Lo Conti et al., 2007).**

Sono quindi stati calcolati, per i valori del tempo di ritorno di interesse  $T = 10, 20, 100$  e  $200$  anni i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata  $h_{(t_c)}$  e le rispettive leggi di probabilità pluviometrica.

I bacini oggetto del presente studio si trovano nella sottozona pluviometrica omogenea. Si riportano nella tabella 5.5 i valori dei parametri utilizzati per il calcolo del fattore di crescita  $K_T$  e della media campionaria  $\mu(t)$ .

$K_T$		$\mu(t)$	
$a$	$b$	$a$	$n$
0.4695	0.4889	28.3600	0.222906596

**Tabella 5.5 – Riepilogo dei parametri utilizzati.**

È opportuno osservare che la legge è ricostruita con riferimento a dati storici di piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore, e che dunque non può essere estrapolata per valori della durata della pioggia inferiori ad un'ora. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h_{t,T}$  con  $t$  minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia  $h_{60,T}$  di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno  $T$  è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata  $t$  elevata per un opportuno coefficiente  $s$ .

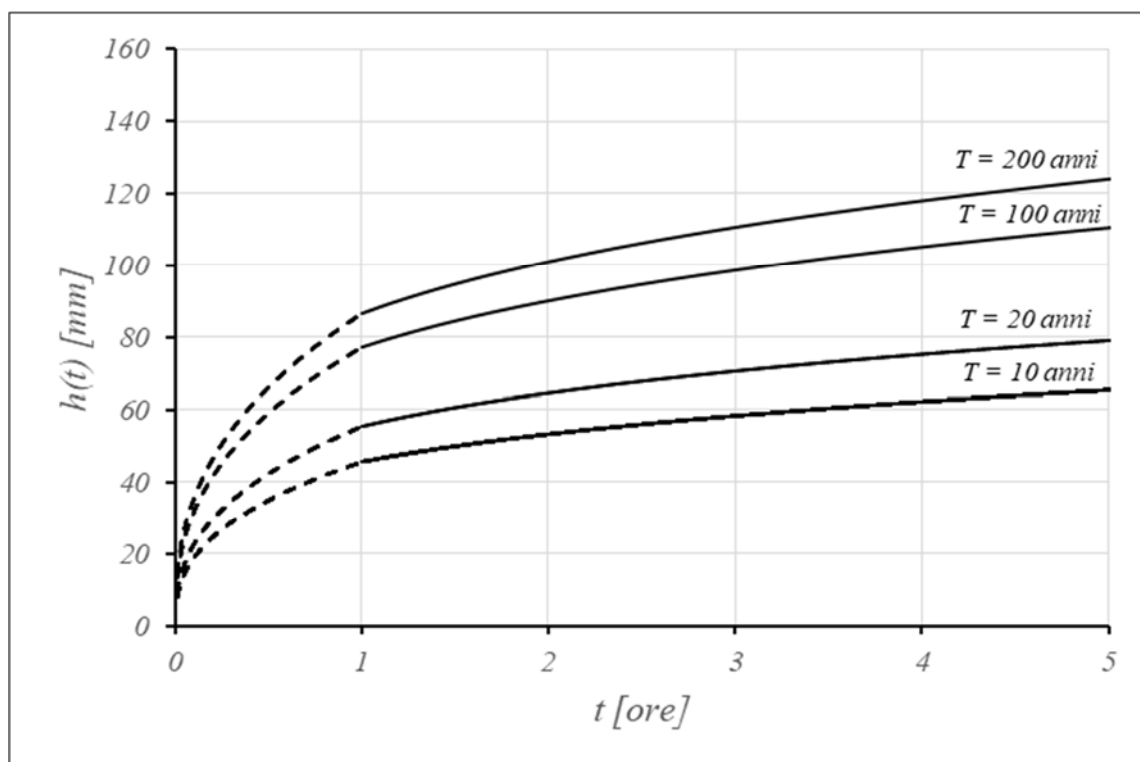
Il legame funzionale, per la regione Sicilia, può essere pertanto espresso nella forma seguente, utilizzando la formula di Ferreri-Ferro, in cui il coefficiente  $s$  è stato opportunamente calibrato da Ferro e Bagarello (*"Rainfall depth-duration relationship for South Italy", 1996*):

$$h_{t,T}(t) = h_{60,T} \left( \frac{t}{60} \right)^{0.386}$$

La legge di probabilità pluviometrica ottenuta per ciascun tempo di ritorno è dunque una funzione definita a tratti. Le equazioni ottenute sono riepilogate in tabella 5.6, mentre le curve di probabilità pluviometrica sono riportate in figura 18.

	<i>T = 10 anni</i>	<i>T = 20 anni</i>	<i>T = 100 anni</i>	<i>T = 200 anni</i>
<i>t &lt; 1 ora</i>	$h(t) = 45.79 \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$	$h(t) = 55.28 \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$	$h(t) = 77.32 \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$	$h(t) = 86.82 \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$
<i>t ≥ 1 ora</i>	$h(t) = 45.79 t^{0.223}$	$h(t) = 55.28 t^{0.223}$	$h(t) = 77.32 t^{0.223}$	$h(t) = 86.82 t^{0.223}$

**Tabella 5.6 – Equazioni legge probabilità pluviometrica**



**Figura 18 – Curve di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 10, 20, 100 e 200 anni**

L'intensità di pioggia critica è dunque ricavata per ciascun bacino come rapporto tra l'altezza critica dipendente dal tempo di corrivazione per ciascun tempo di ritorno ed il tempo di corrivazione stesso:

$$i_t = h_t/t_c$$

#### 5.1.4. PORTATA MASSIMA ATTESA

Una volta determinati tutti i parametri da impiegarsi nello sviluppo della formula razionale, assegnando un tempo di ritorno pari a 10, 20, 100 e 200 anni, si ricavano i



valori della portata di piena attesa (portata critica) in ciascuna sezione di chiusura determinata.

Si riportano nelle tabelle 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10 i valori ricavati

		<b>T = 10 anni</b>			
<b>ID sezione</b>	<b>ID bacino</b>	<b>tempo di corrivazione</b>	<b>Altezza di pioggia</b>	<b>Intensità critica</b>	<b>Portata critica</b>
		$t_c$	$h_{tc,T}$	$i_T$	$Q_T$
		[ore]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]
ATT01	B01	0,04	12,26	346,56	0,80
ATT02	B02	0,07	15,62	235,64	0,79
ATT03	B03	0,12	19,88	160,56	1,27
ATT04	B04	0,13	20,19	156,59	1,04
ATT05	B04	0,11	19,21	169,57	0,89
ATT06	B04	0,11	19,07	171,55	0,97

**Tabella 5.7 – Dati riepilogativi, tempo di ritorno del fenomeno di piena pari a 10 anni.**

		<b>T = 20 anni</b>			
<b>ID sezione</b>	<b>ID bacino</b>	<b>tempo di corrivazione</b>	<b>Altezza di pioggia</b>	<b>Intensità critica</b>	<b>Portata critica</b>
		$t_c$	$h_{tc,T}$	$i_T$	$Q_T$
		[ore]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]
ATT01	B01	0,04	14,80	418,40	0,96
ATT02	B02	0,07	18,86	248,48	0,96
ATT03	B03	0,12	24,00	193,85	1,53
ATT04	B04	0,13	24,38	189,05	1,26
ATT05	B04	0,11	23,19	204,72	0,08
ATT06	B04	0,11	23,02	207,10	1,17

**Tabella 5.8 – Dati riepilogativi, tempo di ritorno del fenomeno di piena pari a 20 anni.**

		<b>T = 100 anni</b>			
<b>ID sezione</b>	<b>ID bacino</b>	<b>tempo di corrivazione</b>	<b>Altezza di pioggia</b>	<b>Intensità critica</b>	<b>Portata critica</b>
		<b>t<sub>c</sub></b>	<b>h<sub>tc,T</sub></b>	<b>i<sub>r</sub></b>	<b>Q<sub>T</sub></b>
		<i>[ore]</i>	<i>[mm]</i>	<i>[mm/h]</i>	<i>[m<sup>3</sup>/s]</i>
ATT01	B01	0,04	20,69	585,20	1,34
ATT02	B02	0,07	26,37	397,90	1,34
ATT03	B03	0,12	33,57	271,13	2,15
ATT04	B04	0,13	34,10	264,42	1,76
ATT05	B04	0,11	32,44	286,34	1,51
ATT06	B04	0,11	32,20	289,67	1,63

**Tabella 5.9 – Dati riepilogativi, tempo di ritorno del fenomeno di piena pari a 100 anni.**

		<b>T = 200 anni</b>			
<b>ID sezione</b>	<b>ID bacino</b>	<b>tempo di corrivazione</b>	<b>Altezza di pioggia</b>	<b>Intensità critica</b>	<b>Portata critica</b>
		<b>t<sub>c</sub></b>	<b>h<sub>tc,T</sub></b>	<b>i<sub>r</sub></b>	<b>Q<sub>T</sub></b>
		<i>[ore]</i>	<i>[mm]</i>	<i>[mm/h]</i>	<i>[m<sup>3</sup>/s]</i>
ATT01	B01	0,04	23,24	657,04	1,51
ATT02	B02	0,07	29,61	446,74	1,50
ATT03	B03	0,12	37,69	304,41	2,41
ATT04	B04	0,13	38,29	296,88	1,97
ATT05	B04	0,11	36,42	321,49	1,69
ATT06	B04	0,11	36,15	325,43	1,83

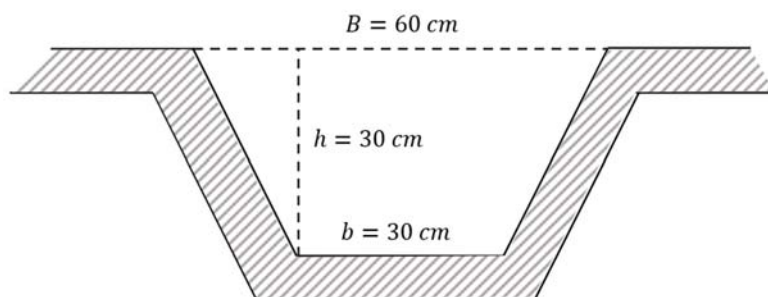
**Tabella 5.10 – Dati riepilogativi, tempo di ritorno del fenomeno di piena pari a 200 anni.**

## 6. OPERE IDRAULICHE

Obiettivo delle opere di regimentazione idraulica di un parco eolico è duplice, da un lato assicurare la durabilità delle strade e delle piazzole e contemporaneamente garantire il mantenimento delle condizioni di invarianza idrologico-idraulica preesistenti agli interventi di realizzazione dell'impianto eolico stesso;

### 6.1. OPERE IDRAULICHE MINORI

Stante le limitate pendenze delle strade, inferiori al 5% lungo le strade di servizio, le opere idrauliche saranno limitate a fossi di guardia a sezione trapezia, con base minore pari a 30 cm, base maggiore pari a 60 cm e altezza pari a 30 cm (fig. 18). Tali fossi di guardia saranno realizzati per tutta la lunghezza della viabilità di servizio, nelle sezioni a mezzacosta, saranno poste nel lato di monte, al fine di intercettare eventuali acque di ruscellamento, avendo cura di indirizzare la pendenza trasversale dell'asse stradale verso lo stesso fosso.



**Figura 19 – Sezione tipo dei fossi di guardia.**

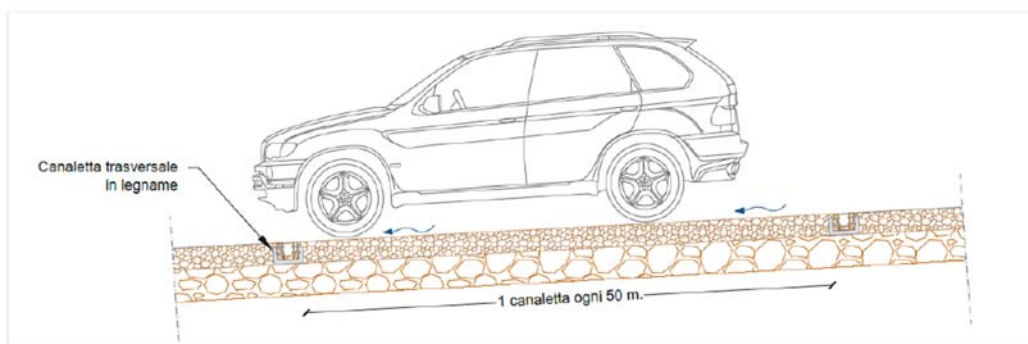
Nelle sezioni in trincea, i fossi saranno realizzati su ambo i lati della viabilità, mentre nelle sezioni in rilevato, saranno realizzati sul lato di valle, avendo cura di dare alla strada adeguata pendenza trasversale.

I fossi di guardia anzi detti, convogliano le acque negli impluvi naturali e allo sbocco degli stessi saranno previste delle opere di dissipazione idonee a garantire un'adeguata protezione dall'erosione.

La disposizione finale dei fossi di guardia verrà compiutamente definita nella

configurazione ultima, in fase di Progettazione Esecutiva.

Oltre ai fossi di guardia anzi detti, nei tratti più pendenti, verranno realizzate delle canalette trasversali all'asse della viabilità, poste ad interasse massimo di 50 m, le stesse saranno realizzate mediante posa di robuste sezioni di legno di castagno giuntate a formare una canaletta, con dimensione interna di almeno 20x20 cm. Le stesse canalette dovranno essere convogliate verso i fossi di guardia anzi detti.



**Figura 20 – Sezione tipo canalette trasversali.**

## 6.2. VERIFICA ATTRAVERSAMENTI

Una volta determinate le portate di progetto, al paragrafo 5.1.4, assunte in questo caso assunte pari alla portata alla singola sezione di chiusura per eventi di tempo di ritorno pari a 200 anni, si eseguono di seguito il dimensionamento e le verifiche degli attraversamenti. Gli stessi attraversamenti saranno realizzati con tubazioni in PEad strutturato SN8.

La verifica della capacità idraulica degli attraversamenti è stata effettuata in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \chi A \sqrt{Ri}$$

Dove:

- Q è la portata di progetto massima attesa espressa in m<sup>3</sup>/s
- $\chi$  è il coefficiente di scabrezza determinato con la formula di Gauckler - Strikler  $\chi = k_s * R^{\frac{1}{6}}$ ;
- A è l'area della sezione bagnata m<sup>2</sup>;
- R è il raggio idraulico (in m), dato dal rapporto tra la sezione idrica e

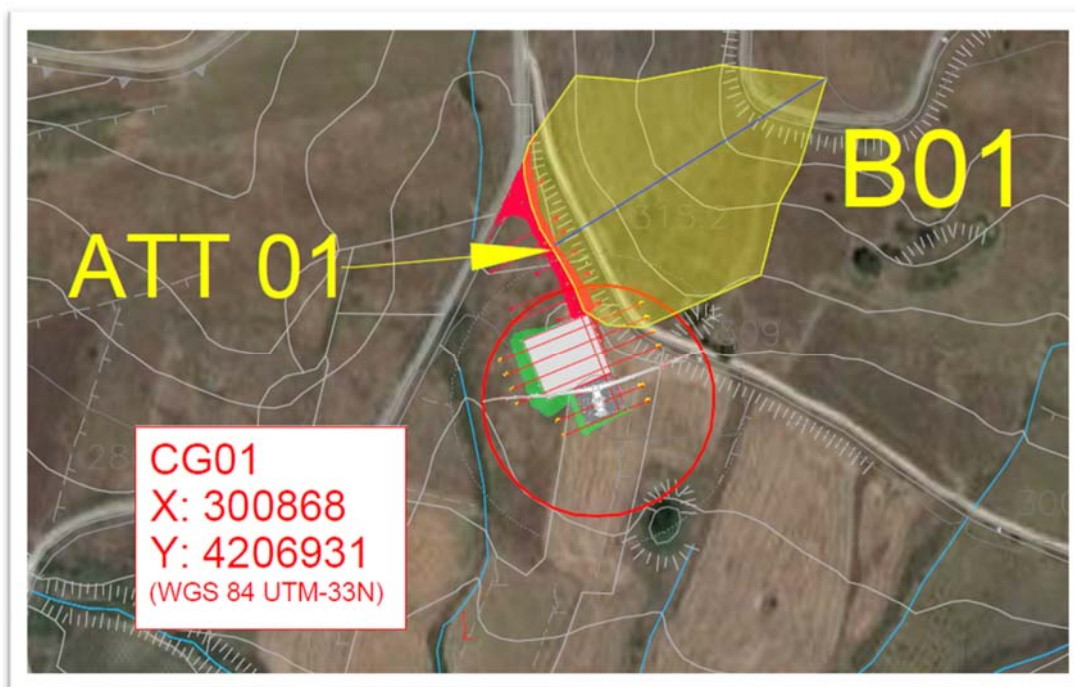


perimetro bagnato P;

- $i$  è la pendenza del canale.
- Il coefficiente  $k_s$  è assunto per la tipologia di tubazioni pari a  $100 \text{ m}^{\frac{1}{3}} \text{ s}^{-1}$

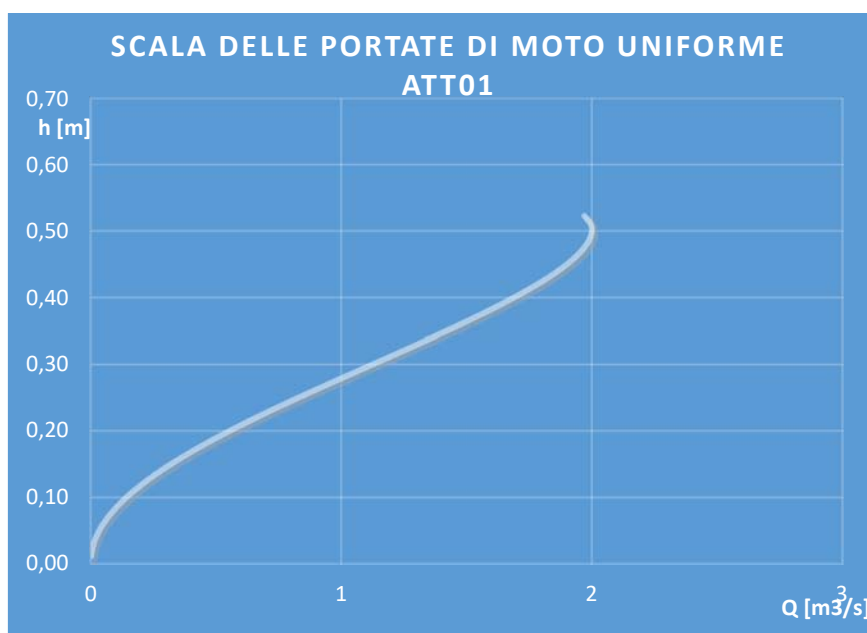
Per ciascuno degli attraversamenti, vengono riportate le verifiche, in termini di portata massima, tirante idrico, sezione idrica e grado di riempimento, che hanno condotto ad esito positivo.

**6.2.1. ATTRAVERSAMENTO 1**



ID sezione	ID bacino	Portata critica	Tubazione PEd De 630	Pendenza	Grado di riempimento
		$Q_T$	$D_i$	$i$	
		$[m^3/s]$	$[mm]$	$[m/m]$	$\%$
ATT01	B01	1,51	535	0,10	68

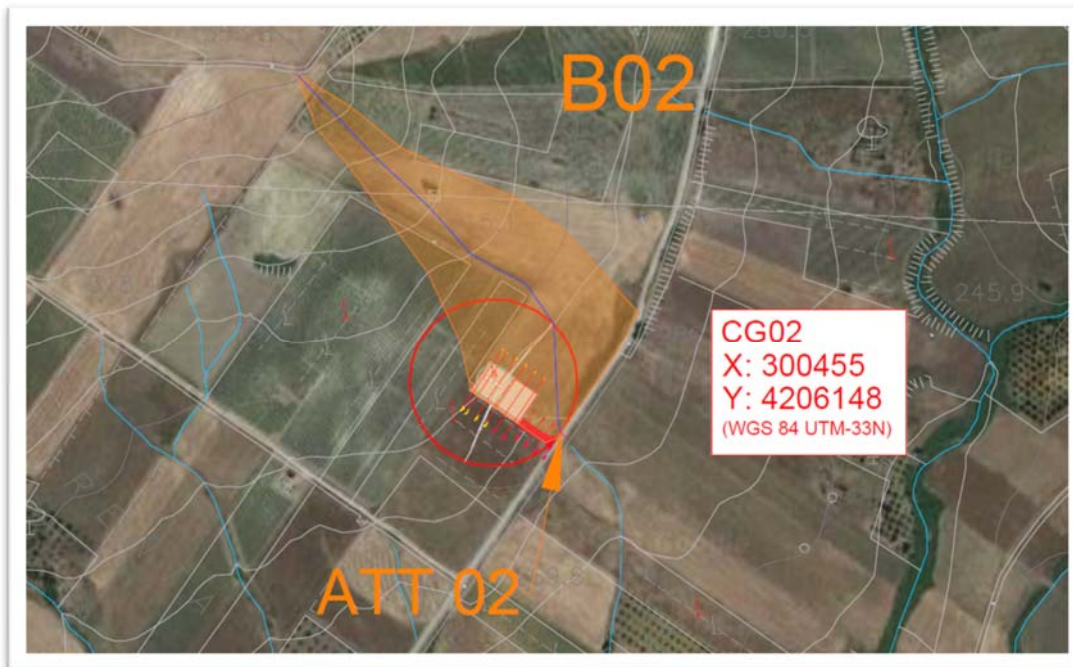
**Tabella 6.1 – Dati attraversamento 1**



V [m/s]	h	Q [m3/s]	H [m]	R	A	C	ALFA
1,27	0,01	0,0016	0,01	0,0080	0,0013	0,16	0,6053
2,00	0,02	0,0073	0,02	0,0159	0,0036	0,23	0,8594
2,60	0,04	0,0173	0,04	0,0235	0,0067	0,28	1,0567
3,12	0,05	0,0318	0,05	0,0310	0,0102	0,33	1,2251
3,60	0,06	0,0507	0,06	0,0384	0,0141	0,37	1,3753
4,03	0,07	0,0742	0,07	0,0455	0,0184	0,40	1,5129
4,43	0,09	0,1020	0,09	0,0525	0,0230	0,44	1,6411
4,80	0,10	0,1341	0,10	0,0592	0,0279	0,47	1,7620
5,16	0,11	0,1704	0,11	0,0658	0,0331	0,50	1,8772
5,48	0,12	0,2106	0,12	0,0722	0,0384	0,53	1,9877
5,79	0,13	0,2547	0,13	0,0784	0,0439	0,56	2,0944
6,09	0,15	0,3024	0,15	0,0845	0,0497	0,59	2,1979
6,37	0,16	0,3535	0,16	0,0903	0,0555	0,61	2,2987
6,63	0,17	0,4078	0,17	0,0960	0,0615	0,64	2,3973
6,88	0,18	0,4651	0,18	0,1014	0,0676	0,67	2,4940
7,11	0,19	0,5252	0,19	0,1066	0,0739	0,69	2,5891
7,33	0,21	0,5879	0,21	0,1117	0,0802	0,72	2,6830
7,54	0,22	0,6527	0,22	0,1165	0,0865	0,74	2,7759
7,74	0,23	0,7196	0,23	0,1212	0,0929	0,77	2,8680
7,93	0,24	0,7883	0,24	0,1256	0,0994	0,79	2,9595
8,11	0,26	0,8584	0,26	0,1298	0,1059	0,82	3,0507
8,27	0,27	0,9296	0,27	0,1338	0,1124	0,84	3,1416
8,42	0,28	1,0017	0,28	0,1375	0,1189	0,86	3,2325
8,57	0,29	1,0744	0,29	0,1410	0,1254	0,89	3,3237
8,70	0,30	1,1473	0,30	0,1443	0,1319	0,91	3,4152
8,82	0,32	1,2201	0,32	0,1474	0,1383	0,94	3,5073
8,94	0,33	1,2924	0,33	0,1502	0,1446	0,96	3,6001
9,04	0,34	1,3639	0,34	0,1528	0,1509	0,99	3,6940
9,13	0,35	1,4343	0,35	0,1550	0,1572	1,01	3,7892
9,21	0,36	1,5030	0,36	0,1571	0,1633	1,04	3,8859
9,27	0,38	1,5698	0,38	0,1588	0,1693	1,07	3,9845
9,33	0,39	1,6340	0,39	0,1603	0,1751	1,09	4,0853
9,37	0,40	1,6954	0,40	0,1614	0,1809	1,12	4,1888
9,41	0,41	1,7532	0,41	0,1622	0,1864	1,15	4,2955
9,42	0,43	1,8071	0,43	0,1627	0,1917	1,18	4,4060
9,43	0,44	1,8562	0,44	0,1628	0,1969	1,21	4,5211
9,42	0,45	1,9000	0,45	0,1625	0,2018	1,24	4,6421
9,39	0,46	1,9375	0,46	0,1617	0,2064	1,28	4,7703
9,34	0,47	1,9676	0,47	0,1605	0,2107	1,31	4,9078
9,27	0,49	1,9889	0,49	0,1586	0,2146	1,35	5,0581
9,17	0,50	1,9994	0,50	0,1560	0,2181	1,40	5,2265
9,02	0,51	1,9956	0,51	0,1524	0,2212	1,45	5,4238
8,81	0,52	1,9700	0,52	0,1472	0,2235	1,52	5,6779

**Tabella 6.2 – Scala delle portate di moto uniforme ATT01.**

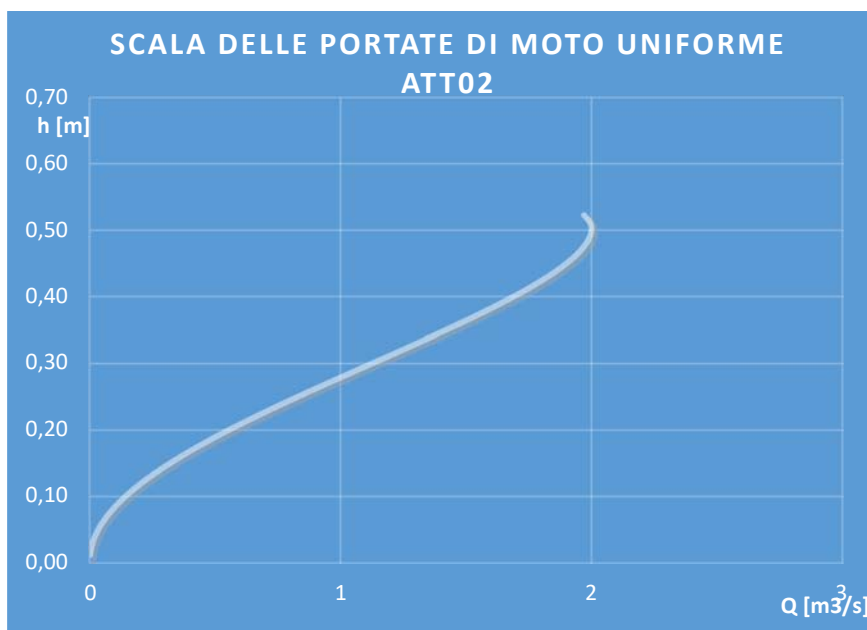
### 6.2.2. ATTRAVERSAMENTO 2



ID sezione	ID bacino	Portata critica	Tubazione PEad De 630	Pendenza	Grado di riempimento
		$Q_T$	$D_i$	$i$	
		$[m^3/s]$	$[mm]$	$[m/m]$	%
ATT3	B03	1,50	535	0,10	70

**Tabella 6.3 – Dati attraversamento 2**



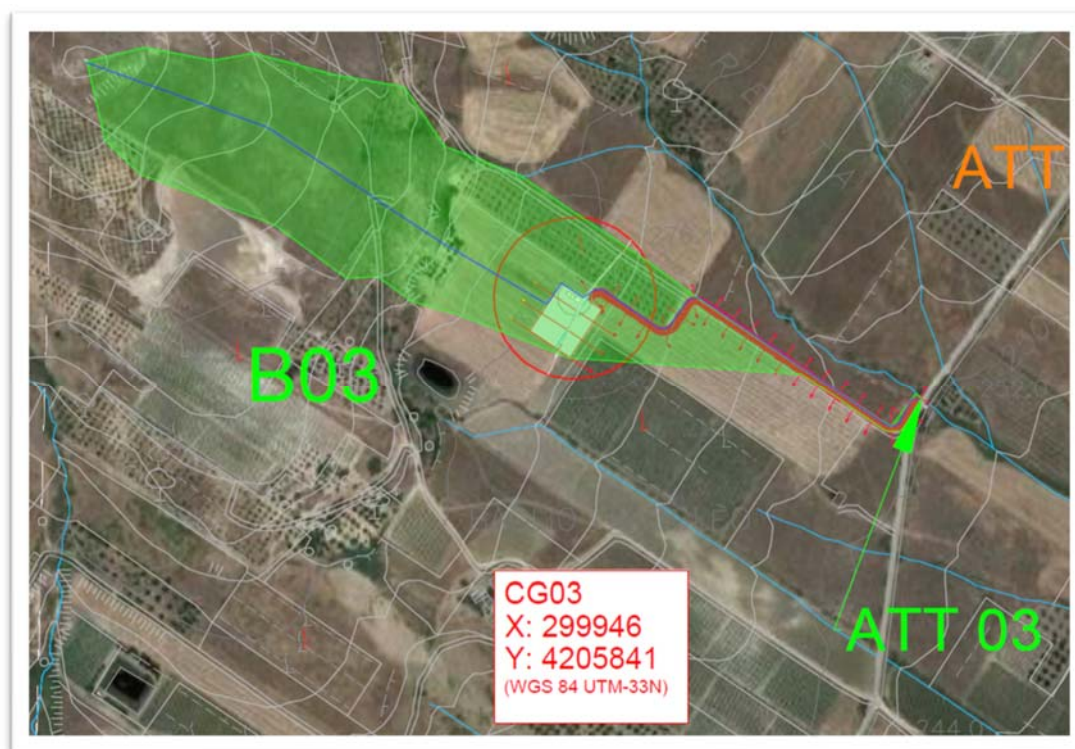


V [m/s]	h	Q [m³/s]	H [m]	R	A	C	ALFA
1,27	0,01	0,0016	0,01	0,0080	0,0013	0,16	0,6053
2,00	0,02	0,0073	0,02	0,0159	0,0036	0,23	0,8594
2,60	0,04	0,0173	0,04	0,0235	0,0067	0,28	1,0567
3,12	0,05	0,0318	0,05	0,0310	0,0102	0,33	1,2251
3,60	0,06	0,0507	0,06	0,0384	0,0141	0,37	1,3753
4,03	0,07	0,0742	0,07	0,0455	0,0184	0,40	1,5129
4,43	0,09	0,1020	0,09	0,0525	0,0230	0,44	1,6411
4,80	0,10	0,1341	0,10	0,0592	0,0279	0,47	1,7620
5,16	0,11	0,1704	0,11	0,0658	0,0331	0,50	1,8772
5,48	0,12	0,2106	0,12	0,0722	0,0384	0,53	1,9877
5,79	0,13	0,2547	0,13	0,0784	0,0439	0,56	2,0944
6,09	0,15	0,3024	0,15	0,0845	0,0497	0,59	2,1979
6,37	0,16	0,3535	0,16	0,0903	0,0555	0,61	2,2987
6,63	0,17	0,4078	0,17	0,0960	0,0615	0,64	2,3973
6,88	0,18	0,4651	0,18	0,1014	0,0676	0,67	2,4940
7,11	0,19	0,5252	0,19	0,1066	0,0739	0,69	2,5891
7,33	0,21	0,5879	0,21	0,1117	0,0802	0,72	2,6830
7,54	0,22	0,6527	0,22	0,1165	0,0865	0,74	2,7759
7,74	0,23	0,7196	0,23	0,1212	0,0929	0,77	2,8680
7,93	0,24	0,7883	0,24	0,1256	0,0994	0,79	2,9595
8,11	0,26	0,8584	0,26	0,1298	0,1059	0,82	3,0507
8,27	0,27	0,9296	0,27	0,1338	0,1124	0,84	3,1416
8,42	0,28	1,0017	0,28	0,1375	0,1189	0,86	3,2325
8,57	0,29	1,0744	0,29	0,1410	0,1254	0,89	3,3237
8,70	0,30	1,1473	0,30	0,1443	0,1319	0,91	3,4152
8,82	0,32	1,2201	0,32	0,1474	0,1383	0,94	3,5073
8,94	0,33	1,2924	0,33	0,1502	0,1446	0,96	3,6001
9,04	0,34	1,3639	0,34	0,1528	0,1509	0,99	3,6940

9,13	0,35	1,4343	0,35	0,1550	0,1572	1,01	3,7892
9,21	0,36	1,5030	0,36	0,1571	0,1633	1,04	3,8859
9,27	0,38	1,5698	0,38	0,1588	0,1693	1,07	3,9845
9,33	0,39	1,6340	0,39	0,1603	0,1751	1,09	4,0853
9,37	0,40	1,6954	0,40	0,1614	0,1809	1,12	4,1888
9,41	0,41	1,7532	0,41	0,1622	0,1864	1,15	4,2955
9,42	0,43	1,8071	0,43	0,1627	0,1917	1,18	4,4060
9,43	0,44	1,8562	0,44	0,1628	0,1969	1,21	4,5211
9,42	0,45	1,9000	0,45	0,1625	0,2018	1,24	4,6421
9,39	0,46	1,9375	0,46	0,1617	0,2064	1,28	4,7703
9,34	0,47	1,9676	0,47	0,1605	0,2107	1,31	4,9078
9,27	0,49	1,9889	0,49	0,1586	0,2146	1,35	5,0581
9,17	0,50	1,9994	0,50	0,1560	0,2181	1,40	5,2265
9,02	0,51	1,9956	0,51	0,1524	0,2212	1,45	5,4238
8,81	0,52	1,9700	0,52	0,1472	0,2235	1,52	5,6779

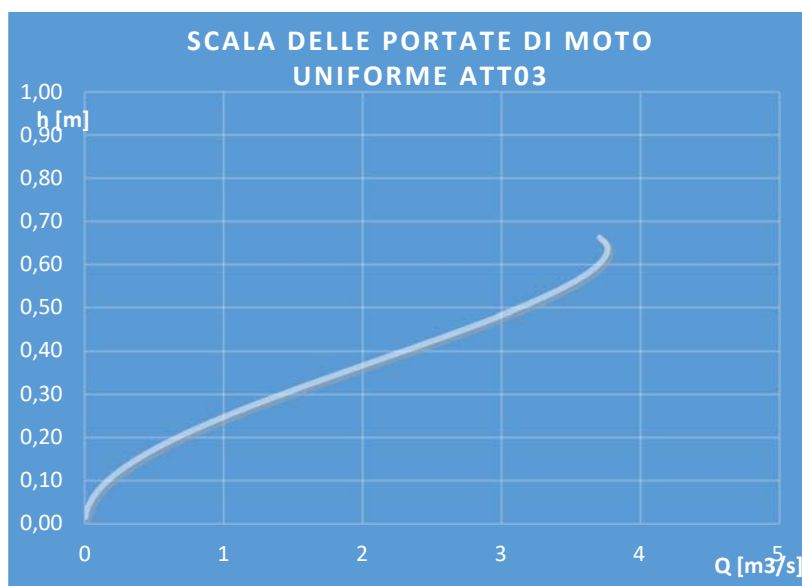
**Tabella 6.4 – Scala delle portate di moto uniforme ATT 2.**

### 6.2.3. ATTRAVERSAMENTO 3



ID sezione	ID bacino	Portata critica	Tubazione PEad De 800	Pendenza	Grado di riempimento
		$Q_T$	$D_i$	$i$	
		$[m^3/s]$	$[mm]$	$[m/m]$	$\%$
ATT3	B03	2,41	678	0,10	61

**Tabella 6.5 – Dati attraversamento 3**

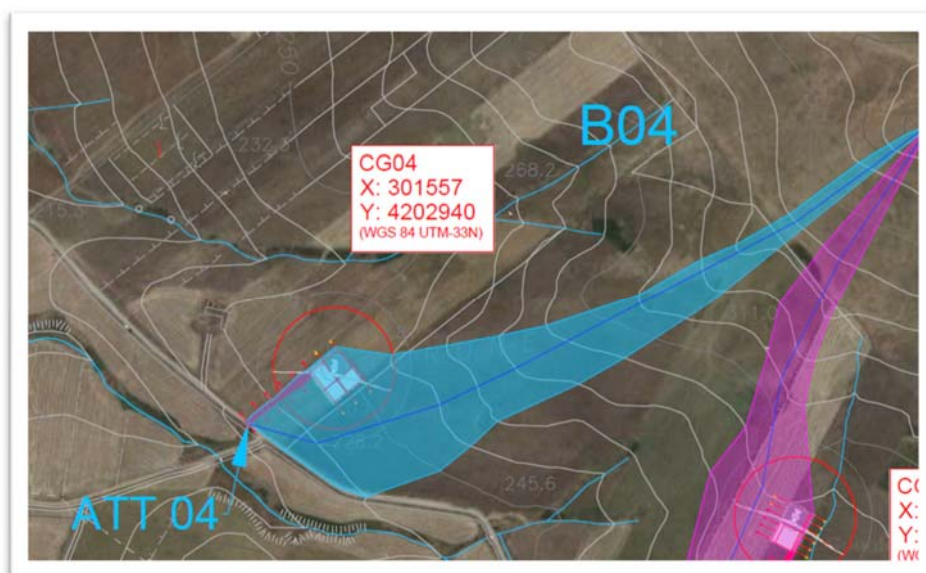


V [m/s]	h	Q [m3/s]	H [m]	R	A	C	ALFA
1,48	0,02	0,0031	0,02	0,0102	0,0021	0,21	0,6053
2,34	0,03	0,0137	0,03	0,0201	0,0059	0,29	0,8594
3,04	0,05	0,0325	0,05	0,0298	0,0107	0,36	1,0567
3,66	0,06	0,0597	0,06	0,0393	0,0163	0,42	1,2251
4,21	0,08	0,0954	0,08	0,0486	0,0227	0,47	1,3753
4,72	0,09	0,1395	0,09	0,0577	0,0296	0,51	1,5129
5,19	0,11	0,1919	0,11	0,0665	0,0370	0,56	1,6411
5,63	0,12	0,2523	0,12	0,0751	0,0448	0,60	1,7620
6,04	0,14	0,3205	0,14	0,0834	0,0531	0,64	1,8772
6,42	0,15	0,3961	0,15	0,0915	0,0617	0,67	1,9877
6,79	0,17	0,4790	0,17	0,0994	0,0706	0,71	2,0944
7,13	0,18	0,5687	0,18	0,1071	0,0798	0,75	2,1979
7,45	0,20	0,6648	0,20	0,1144	0,0892	0,78	2,2987
7,76	0,22	0,7670	0,22	0,1216	0,0988	0,81	2,3973
8,05	0,23	0,8748	0,23	0,1285	0,1086	0,85	2,4940
8,33	0,25	0,9878	0,25	0,1351	0,1186	0,88	2,5891
8,59	0,26	1,1056	0,26	0,1415	0,1287	0,91	2,6830
8,83	0,28	1,2277	0,28	0,1477	0,1390	0,94	2,7759
9,07	0,29	1,3535	0,29	0,1535	0,1493	0,97	2,8680
9,29	0,31	1,4825	0,31	0,1591	0,1597	1,00	2,9595
9,49	0,32	1,6144	0,32	0,1645	0,1701	1,03	3,0507
9,69	0,34	1,7484	0,34	0,1695	0,1805	1,06	3,1416
9,87	0,35	1,8840	0,35	0,1743	0,1910	1,10	3,2325
10,03	0,37	2,0207	0,37	0,1787	0,2014	1,13	3,3237
10,19	0,39	2,1578	0,39	0,1829	0,2118	1,16	3,4152
10,33	0,40	2,2947	0,40	0,1868	0,2221	1,19	3,5073
10,46	0,42	2,4307	0,42	0,1903	0,2323	1,22	3,6001
10,58	0,43	2,5653	0,43	0,1936	0,2424	1,25	3,6940
10,69	0,45	2,6976	0,45	0,1965	0,2524	1,28	3,7892
10,78	0,46	2,8268	0,46	0,1991	0,2622	1,32	3,8859
10,86	0,48	2,9524	0,48	0,2013	0,2719	1,35	3,9845
10,93	0,49	3,0732	0,49	0,2031	0,2813	1,38	4,0853
10,98	0,51	3,1886	0,51	0,2045	0,2905	1,42	4,1888

11,02	0,52	3,2974	0,52	0,2056	0,2994	1,46	4,2955
11,04	0,54	3,3987	0,54	0,2062	0,3080	1,49	4,4060
11,04	0,55	3,4912	0,55	0,2063	0,3162	1,53	4,5211
11,03	0,57	3,5735	0,57	0,2059	0,3241	1,57	4,6421
10,99	0,59	3,6439	0,59	0,2050	0,3315	1,62	4,7703
10,94	0,60	3,7006	0,60	0,2034	0,3384	1,66	4,9078
10,85	0,62	3,7407	0,62	0,2010	0,3447	1,71	5,0581
10,73	0,63	3,7604	0,63	0,1977	0,3503	1,77	5,2265
10,57	0,65	3,7532	0,65	0,1932	0,3552	1,84	5,4238
10,32	0,66	3,7051	0,66	0,1865	0,3589	1,92	5,6779

**Tabella 6.6 – Scala delle portate di moto uniforme ATT 3.**

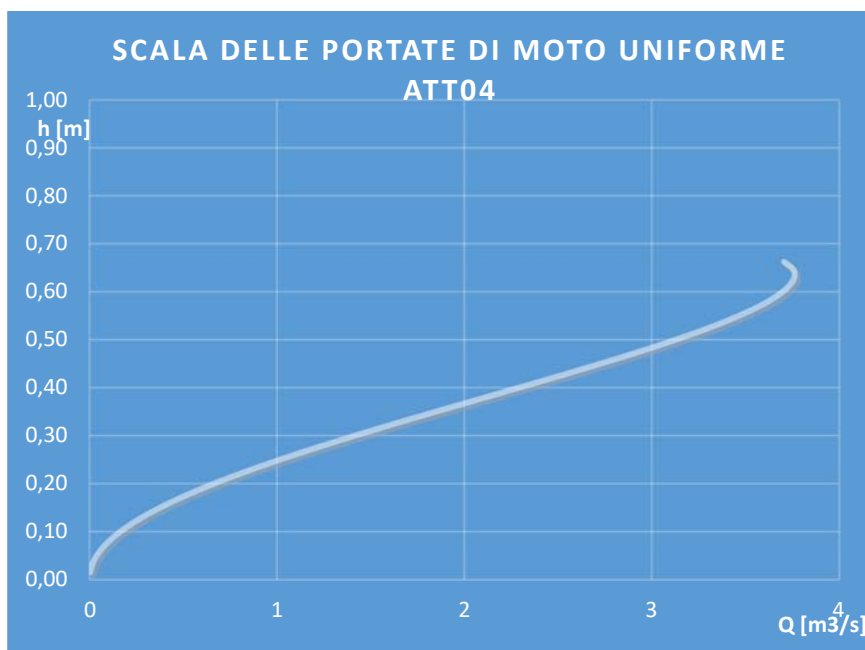
#### 6.2.4. ATTRAVERSAMENTO 4



ID sezione	ID bacino	Portata critica	Tubazione PEad De 800	Pendenza	Grado di riempimento
		$Q_T$	$D_i$	$i$	
		$[m^3/s]$	$[mm]$	$[m/m]$	%
ATT4	B04	1,97	678	0,10	55

**Tabella 6.7 – Dati attraversamento 4**



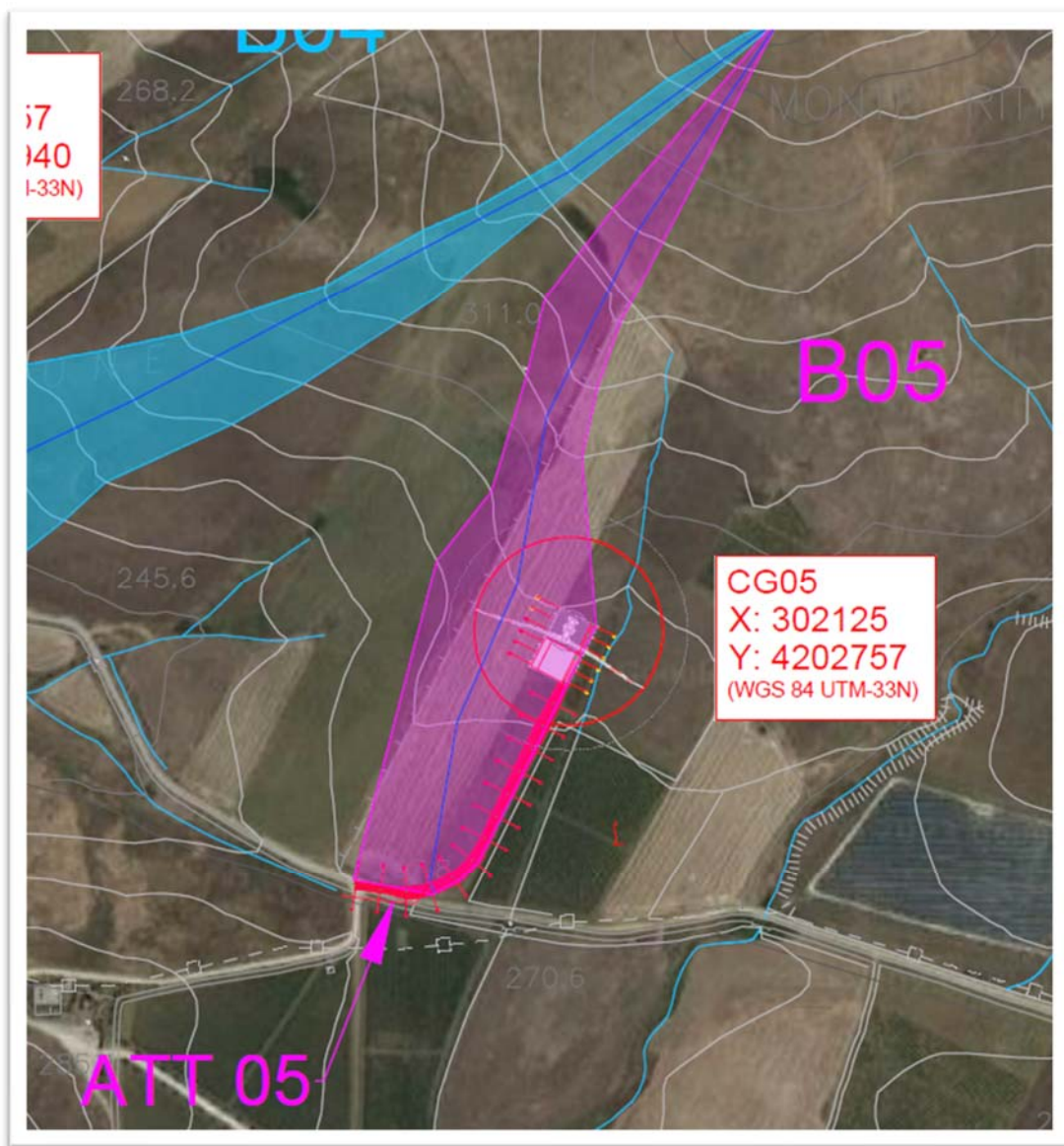


V [m/s]	h	Q [m³/s]	H [m]	R	A	C	ALFA
1,48	0,02	0,0031	0,02	0,0102	0,0021	0,21	0,6053
2,34	0,03	0,0137	0,03	0,0201	0,0059	0,29	0,8594
3,04	0,05	0,0325	0,05	0,0298	0,0107	0,36	1,0567
3,66	0,06	0,0597	0,06	0,0393	0,0163	0,42	1,2251
4,21	0,08	0,0954	0,08	0,0486	0,0227	0,47	1,3753
4,72	0,09	0,1395	0,09	0,0577	0,0296	0,51	1,5129
5,19	0,11	0,1919	0,11	0,0665	0,0370	0,56	1,6411
5,63	0,12	0,2523	0,12	0,0751	0,0448	0,60	1,7620
6,04	0,14	0,3205	0,14	0,0834	0,0531	0,64	1,8772
6,42	0,15	0,3961	0,15	0,0915	0,0617	0,67	1,9877
6,79	0,17	0,4790	0,17	0,0994	0,0706	0,71	2,0944
7,13	0,18	0,5687	0,18	0,1071	0,0798	0,75	2,1979
7,45	0,20	0,6648	0,20	0,1144	0,0892	0,78	2,2987
7,76	0,22	0,7670	0,22	0,1216	0,0988	0,81	2,3973
8,05	0,23	0,8748	0,23	0,1285	0,1086	0,85	2,4940
8,33	0,25	0,9878	0,25	0,1351	0,1186	0,88	2,5891
8,59	0,26	1,1056	0,26	0,1415	0,1287	0,91	2,6830
8,83	0,28	1,2277	0,28	0,1477	0,1390	0,94	2,7759
9,07	0,29	1,3535	0,29	0,1535	0,1493	0,97	2,8680
9,29	0,31	1,4825	0,31	0,1591	0,1597	1,00	2,9595
9,49	0,32	1,6144	0,32	0,1645	0,1701	1,03	3,0507
9,69	0,34	1,7484	0,34	0,1695	0,1805	1,06	3,1416
9,87	0,35	1,8840	0,35	0,1743	0,1910	1,10	3,2325
10,03	0,37	2,0207	0,37	0,1787	0,2014	1,13	3,3237
10,19	0,39	2,1578	0,39	0,1829	0,2118	1,16	3,4152
10,33	0,40	2,2947	0,40	0,1868	0,2221	1,19	3,5073
10,46	0,42	2,4307	0,42	0,1903	0,2323	1,22	3,6001

10,58	0,43	2,5653	0,43	0,1936	0,2424	1,25	3,6940
10,69	0,45	2,6976	0,45	0,1965	0,2524	1,28	3,7892
10,78	0,46	2,8268	0,46	0,1991	0,2622	1,32	3,8859
10,86	0,48	2,9524	0,48	0,2013	0,2719	1,35	3,9845
10,93	0,49	3,0732	0,49	0,2031	0,2813	1,38	4,0853
10,98	0,51	3,1886	0,51	0,2045	0,2905	1,42	4,1888
11,02	0,52	3,2974	0,52	0,2056	0,2994	1,46	4,2955
11,04	0,54	3,3987	0,54	0,2062	0,3080	1,49	4,4060
11,04	0,55	3,4912	0,55	0,2063	0,3162	1,53	4,5211
11,03	0,57	3,5735	0,57	0,2059	0,3241	1,57	4,6421
10,99	0,59	3,6439	0,59	0,2050	0,3315	1,62	4,7703
10,94	0,60	3,7006	0,60	0,2034	0,3384	1,66	4,9078
10,85	0,62	3,7407	0,62	0,2010	0,3447	1,71	5,0581
10,73	0,63	3,7604	0,63	0,1977	0,3503	1,77	5,2265
10,57	0,65	3,7532	0,65	0,1932	0,3552	1,84	5,4238
10,32	0,66	3,7051	0,66	0,1865	0,3589	1,92	5,6779

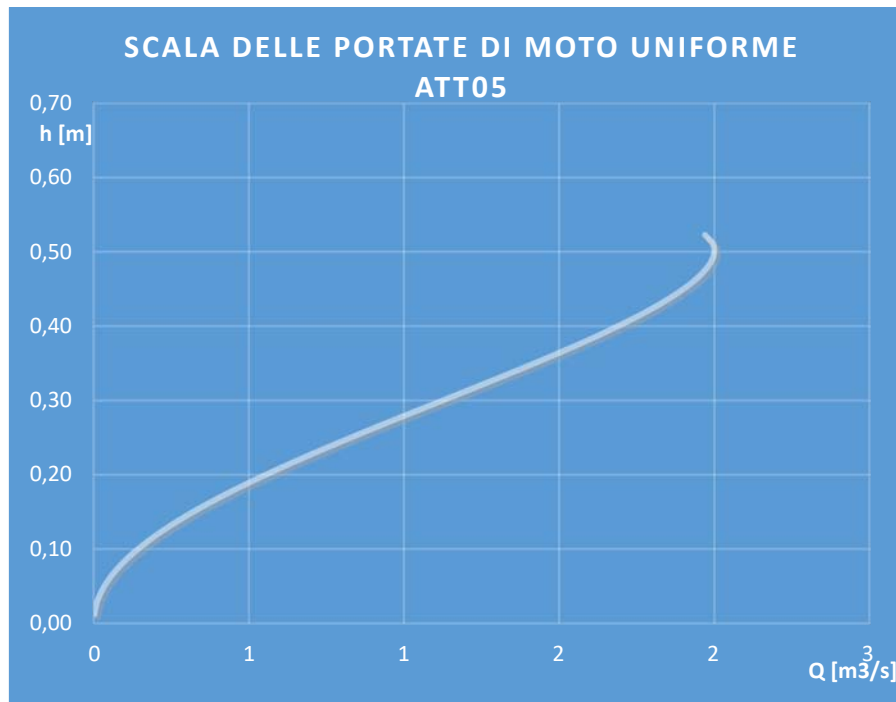
**Tabella 6.8 – Scala delle portate di moto uniforme ATT04**

### 6.2.5. ATTRAVERSAMENTO 5



ID sezione	ID bacino	Portata critica	Tubazione PEad De 630	Pendenza	Grado di riempimento
		$Q_r$	$D_i$	$i$	
		$[m^3/s]$	$[mm]$	$[m/m]$	$\%$
ATT5	B05	1,69	535	0,10	75

**Tabella 6.9 – Dati attraversamento 5**



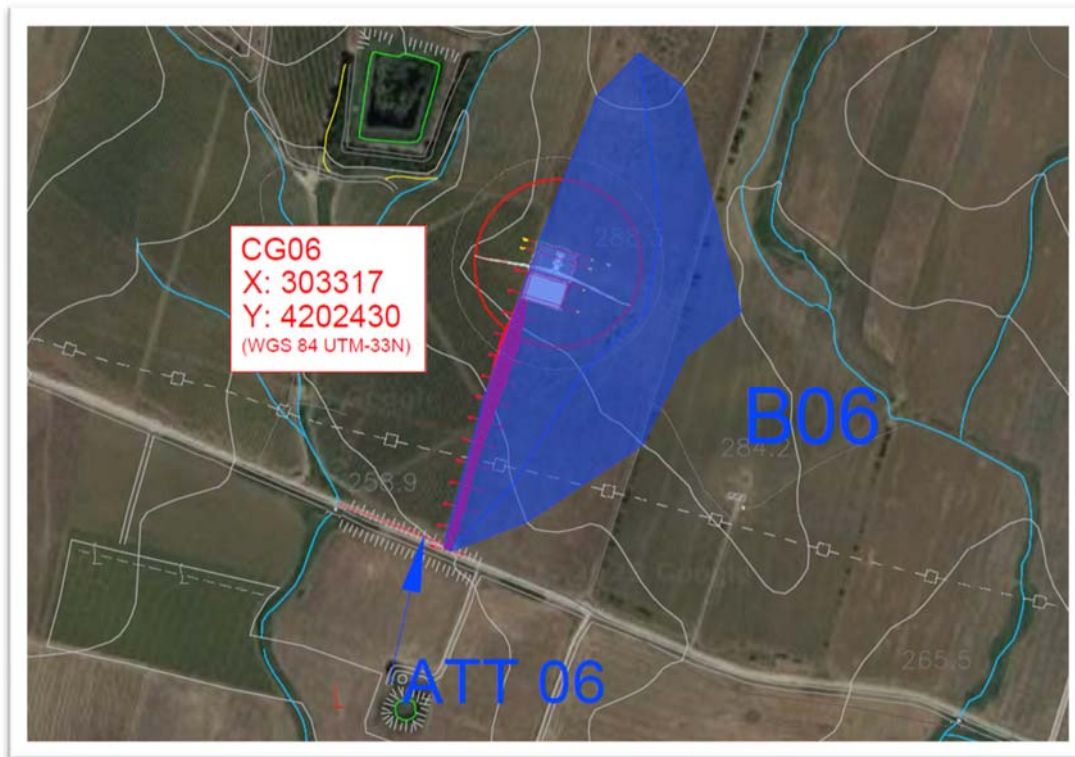
V [m/s]	h	Q [m³/s]	H [m]	R	A	C	ALFA
1,27	0,01	0,0016	0,01	0,0080	0,0013	0,16	0,6053
2,00	0,02	0,0073	0,02	0,0159	0,0036	0,23	0,8594
2,60	0,04	0,0173	0,04	0,0235	0,0067	0,28	1,0567
3,12	0,05	0,0318	0,05	0,0310	0,0102	0,33	1,2251
3,60	0,06	0,0507	0,06	0,0384	0,0141	0,37	1,3753
4,03	0,07	0,0742	0,07	0,0455	0,0184	0,40	1,5129
4,43	0,09	0,1020	0,09	0,0525	0,0230	0,44	1,6411
4,80	0,10	0,1341	0,10	0,0592	0,0279	0,47	1,7620
5,16	0,11	0,1704	0,11	0,0658	0,0331	0,50	1,8772
5,48	0,12	0,2106	0,12	0,0722	0,0384	0,53	1,9877
5,79	0,13	0,2547	0,13	0,0784	0,0439	0,56	2,0944
6,09	0,15	0,3024	0,15	0,0845	0,0497	0,59	2,1979
6,37	0,16	0,3535	0,16	0,0903	0,0555	0,61	2,2987
6,63	0,17	0,4078	0,17	0,0960	0,0615	0,64	2,3973
6,88	0,18	0,4651	0,18	0,1014	0,0676	0,67	2,4940
7,11	0,19	0,5252	0,19	0,1066	0,0739	0,69	2,5891
7,33	0,21	0,5879	0,21	0,1117	0,0802	0,72	2,6830
7,54	0,22	0,6527	0,22	0,1165	0,0865	0,74	2,7759
7,74	0,23	0,7196	0,23	0,1212	0,0929	0,77	2,8680
7,93	0,24	0,7883	0,24	0,1256	0,0994	0,79	2,9595
8,11	0,26	0,8584	0,26	0,1298	0,1059	0,82	3,0507
8,27	0,27	0,9296	0,27	0,1338	0,1124	0,84	3,1416
8,42	0,28	1,0017	0,28	0,1375	0,1189	0,86	3,2325
8,57	0,29	1,0744	0,29	0,1410	0,1254	0,89	3,3237
8,70	0,30	1,1473	0,30	0,1443	0,1319	0,91	3,4152
8,82	0,32	1,2201	0,32	0,1474	0,1383	0,94	3,5073
8,94	0,33	1,2924	0,33	0,1502	0,1446	0,96	3,6001
9,04	0,34	1,3639	0,34	0,1528	0,1509	0,99	3,6940
9,13	0,35	1,4343	0,35	0,1550	0,1572	1,01	3,7892
9,21	0,36	1,5030	0,36	0,1571	0,1633	1,04	3,8859
9,27	0,38	1,5698	0,38	0,1588	0,1693	1,07	3,9845
9,33	0,39	1,6340	0,39	0,1603	0,1751	1,09	4,0853
9,37	0,40	1,6954	0,40	0,1614	0,1809	1,12	4,1888
9,41	0,41	1,7532	0,41	0,1622	0,1864	1,15	4,2955

9,42	0,43	1,8071	0,43	0,1627	0,1917	1,18	4,4060
9,43	0,44	1,8562	0,44	0,1628	0,1969	1,21	4,5211
9,42	0,45	1,9000	0,45	0,1625	0,2018	1,24	4,6421
9,39	0,46	1,9375	0,46	0,1617	0,2064	1,28	4,7703
9,34	0,47	1,9676	0,47	0,1605	0,2107	1,31	4,9078
9,27	0,49	1,9889	0,49	0,1586	0,2146	1,35	5,0581
9,17	0,50	1,9994	0,50	0,1560	0,2181	1,40	5,2265
9,02	0,51	1,9956	0,51	0,1524	0,2212	1,45	5,4238
8,81	0,52	1,9700	0,52	0,1472	0,2235	1,52	5,6779

**Tabella 6.10 – Scala delle portate di moto uniforme ATT05**

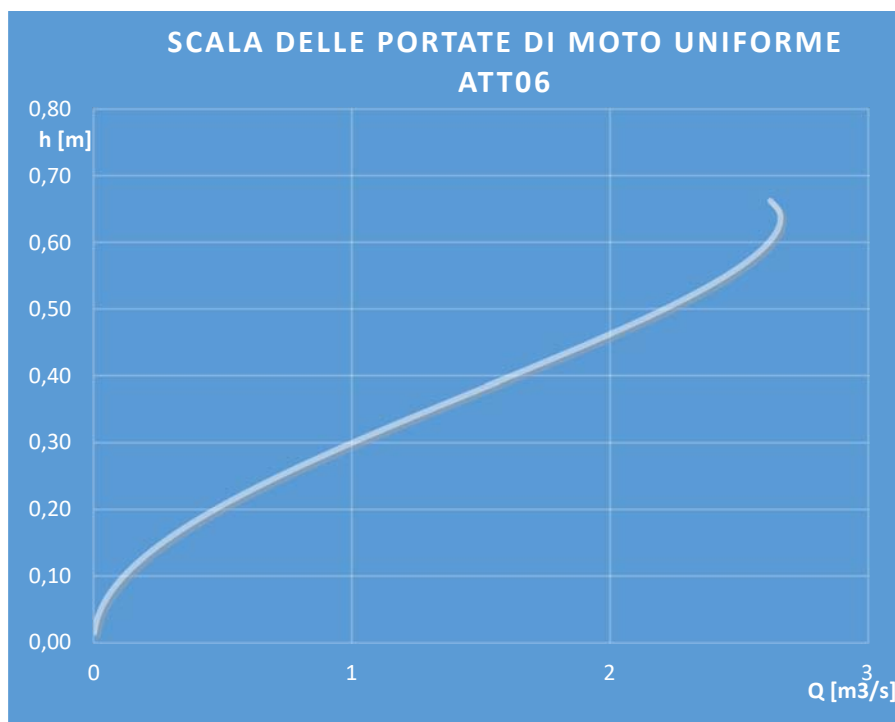


### 6.2.6. ATTRAVERSAMENTO 6



ID sezione	ID bacino	Portata critica	Tubazione PEad De 800	Pendenza	Grado di riempimento
		$Q_T$	$D_i$	$i$	
		$[m^3/s]$	$[mm]$	$[m/m]$	%
ATT06	B06	1,83	678	0,05	60

**Tabella 6.11 – Dati attraversamento 6**



V [m/s]	h	Q [m³/s]	H [m]	R	A	C	ALFA
1,05	0,02	0,0022	0,02	0,0102	0,0021	0,21	0,6053
1,65	0,03	0,0097	0,03	0,0201	0,0059	0,29	0,8594
2,15	0,05	0,0230	0,05	0,0298	0,0107	0,36	1,0567
2,59	0,06	0,0422	0,06	0,0393	0,0163	0,42	1,2251
2,98	0,08	0,0675	0,08	0,0486	0,0227	0,47	1,3753
3,34	0,09	0,0987	0,09	0,0577	0,0296	0,51	1,5129
3,67	0,11	0,1357	0,11	0,0665	0,0370	0,56	1,6411
3,98	0,12	0,1784	0,12	0,0751	0,0448	0,60	1,7620
4,27	0,14	0,2266	0,14	0,0834	0,0531	0,64	1,8772
4,54	0,15	0,2801	0,15	0,0915	0,0617	0,67	1,9877
4,80	0,17	0,3387	0,17	0,0994	0,0706	0,71	2,0944
5,04	0,18	0,4021	0,18	0,1071	0,0798	0,75	2,1979
5,27	0,20	0,4701	0,20	0,1144	0,0892	0,78	2,2987
5,49	0,22	0,5423	0,22	0,1216	0,0988	0,81	2,3973
5,69	0,23	0,6186	0,23	0,1285	0,1086	0,85	2,4940
5,89	0,25	0,6985	0,25	0,1351	0,1186	0,88	2,5891
6,07	0,26	0,7818	0,26	0,1415	0,1287	0,91	2,6830
6,25	0,28	0,8681	0,28	0,1477	0,1390	0,94	2,7759
6,41	0,29	0,9570	0,29	0,1535	0,1493	0,97	2,8680
6,57	0,31	1,0483	0,31	0,1591	0,1597	1,00	2,9595
6,71	0,32	1,1415	0,32	0,1645	0,1701	1,03	3,0507
6,85	0,34	1,2363	0,34	0,1695	0,1805	1,06	3,1416
6,98	0,35	1,3322	0,35	0,1743	0,1910	1,10	3,2325
7,10	0,37	1,4288	0,37	0,1787	0,2014	1,13	3,3237
7,21	0,39	1,5258	0,39	0,1829	0,2118	1,16	3,4152
7,31	0,40	1,6226	0,40	0,1868	0,2221	1,19	3,5073
7,40	0,42	1,7188	0,42	0,1903	0,2323	1,22	3,6001

7,48	0,43	1,8139	0,43	0,1936	0,2424	1,25	3,6940
7,56	0,45	1,9075	0,45	0,1965	0,2524	1,28	3,7892
7,62	0,46	1,9989	0,46	0,1991	0,2622	1,32	3,8859
7,68	0,48	2,0876	0,48	0,2013	0,2719	1,35	3,9845
7,73	0,49	2,1731	0,49	0,2031	0,2813	1,38	4,0853
7,76	0,51	2,2547	0,51	0,2045	0,2905	1,42	4,1888
7,79	0,52	2,3316	0,52	0,2056	0,2994	1,46	4,2955
7,80	0,54	2,4032	0,54	0,2062	0,3080	1,49	4,4060
7,81	0,55	2,4686	0,55	0,2063	0,3162	1,53	4,5211
7,80	0,57	2,5268	0,57	0,2059	0,3241	1,57	4,6421
7,77	0,59	2,5767	0,59	0,2050	0,3315	1,62	4,7703
7,73	0,60	2,6167	0,60	0,2034	0,3384	1,66	4,9078
7,67	0,62	2,6450	0,62	0,2010	0,3447	1,71	5,0581
7,59	0,63	2,6590	0,63	0,1977	0,3503	1,77	5,2265
7,47	0,65	2,6539	0,65	0,1932	0,3552	1,84	5,4238
7,30	0,66	2,6199	0,66	0,1865	0,3589	1,92	5,6779

**Tabella 6.12 – Scala delle portate di moto uniforme ATT06**

### 6.3. ALTEZZA DEL RUSCELLAMENTO SUL SUOLO

Si riportano infine in questo paragrafo, i valori dell'altezza massima del ruscellamento sul suolo per ciascuno dei sottobacini individuati, in occasione delle portate innescate dagli eventi di pioggia intensa studiati, sono state determinate le altezze di accumulo e ruscellamento, le altezze massime si avranno in corrispondenza degli attraversamenti stessi determinati ai paragrafi precedenti, essendo gli stessi allocati nel punto più depresso.

La stima qui riportata, è riferita dunque, alla sezione trasversale del sottobacino, coincidente con la sezione di chiusura del sottobacino stesso, costituita dall'opera in progetto che risolve l'interferenza.

I valori stimati, sono riepilogati nella tabella 6.13.

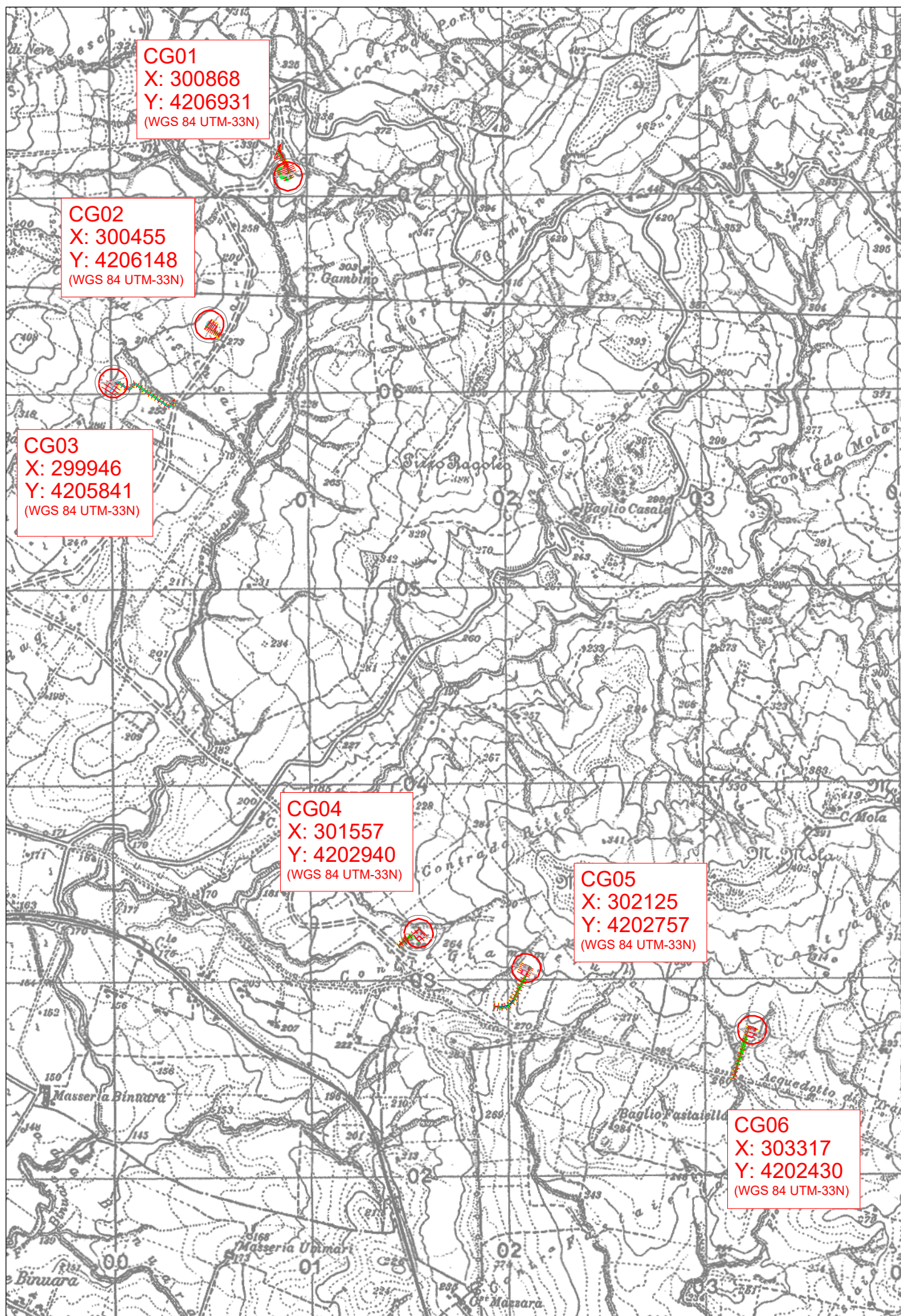
ID Sezione	Altezza di ruscellamento sul suolo [m]
ATT01	0,38
ATT02	0,38
ATT03	0,42
ATT04	0,37
ATT05	0,40
ATT06	0,40

**Tab. 6.13 – Altezza di ruscellamento sul suolo.**

## 7. ALLEGATI

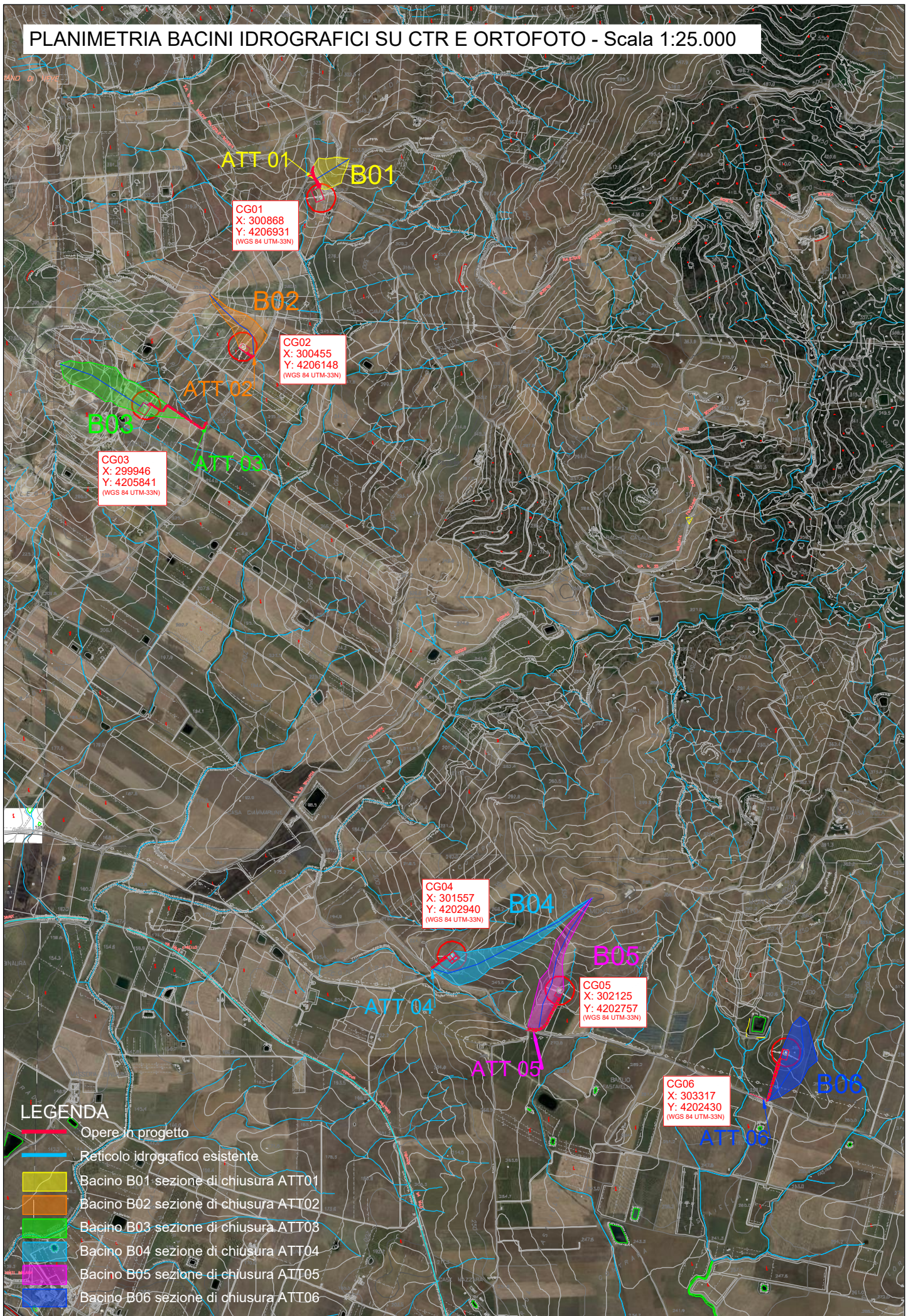


# PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO SU IGM 1:25.000





# PLANIMETRIA BACINI IDROGRAFICI SU CTR E ORTOFOTO - Scala 1:25.000



CG01  
X: 300868  
Y: 4206931  
(WGS 84 UTM-33N)

CG02  
X: 300455  
Y: 4206148  
(WGS 84 UTM-33N)

CG03  
X: 299946  
Y: 4205841  
(WGS 84 UTM-33N)

CG04  
X: 301557  
Y: 4202940  
(WGS 84 UTM-33N)

CG05  
X: 302125  
Y: 4202757  
(WGS 84 UTM-33N)

CG06  
X: 303317  
Y: 4202430  
(WGS 84 UTM-33N)

## LEGENDA

- Opere in progetto
- Reticolo idrografico esistente
- Bacino B01 sezione di chiusura ATT01
- Bacino B02 sezione di chiusura ATT02
- Bacino B03 sezione di chiusura ATT03
- Bacino B04 sezione di chiusura ATT04
- Bacino B05 sezione di chiusura ATT05
- Bacino B06 sezione di chiusura ATT06



- LEGENDA**
- Opere in progetto
  - Reticolo idrografico esistente
  - Bacino B01 sezione di chiusura ATT01
  - Bacino B02 sezione di chiusura ATT02
  - Bacino B03 sezione di chiusura ATT03
  - Bacino B04 sezione di chiusura ATT04
  - Bacino B05 sezione di chiusura ATT05
  - Bacino B06 sezione di chiusura ATT06

**CG04**  
X: 301557  
Y: 4202940  
(WGS 84 UTM-33N)

**CG05**  
X: 302125  
Y: 4202757  
(WGS 84 UTM-33N)

**CG06**  
X: 303317  
Y: 4202430  
(WGS 84 UTM-33N)

**B04**

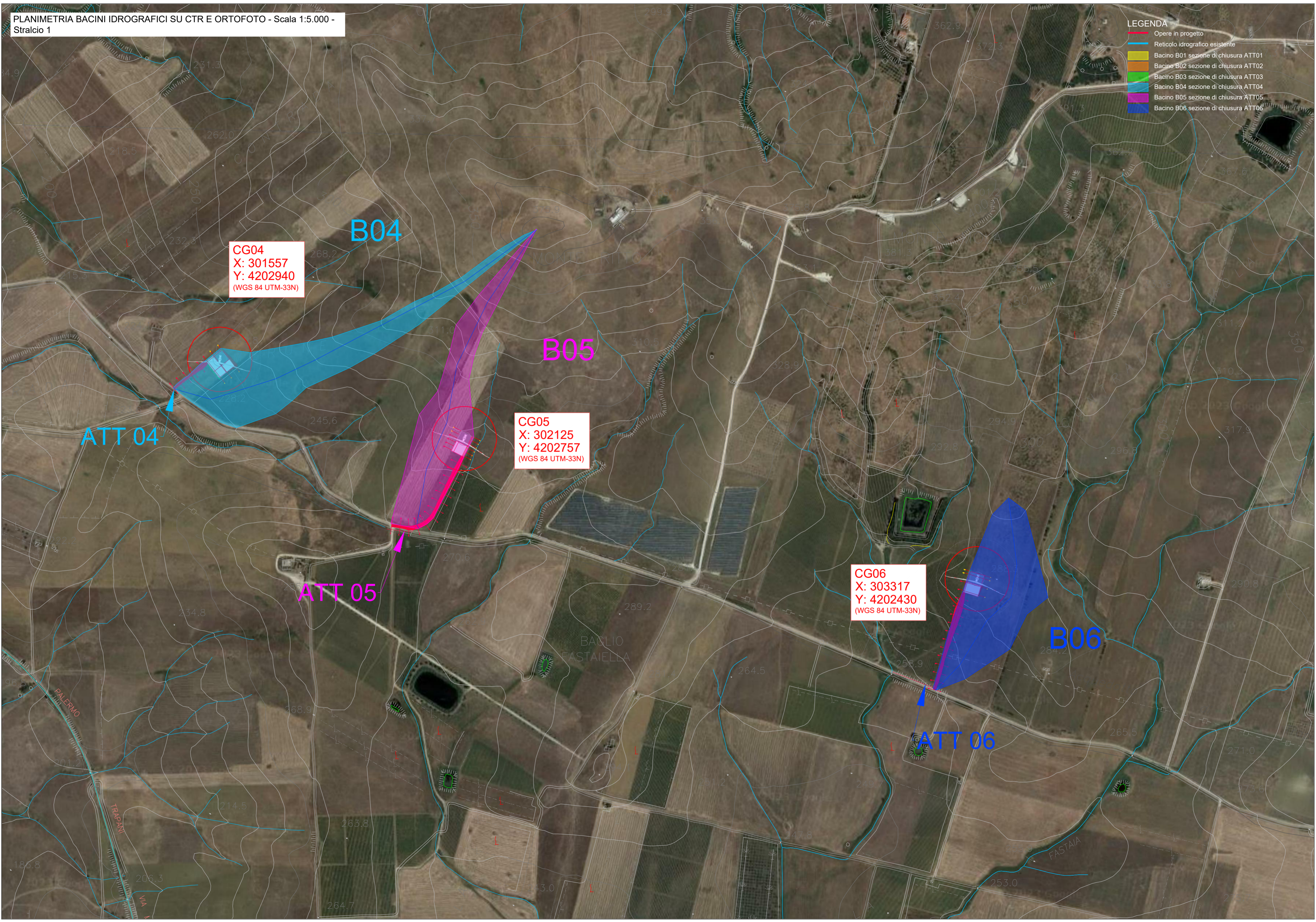
**B05**

**B06**

**ATT 04**

**ATT 05**

**ATT 06**





- LEGENDA**
- Opere in progetto
  - Reticolo idrografico esistente
  - Bacino B01 sezione di chiusura ATT01
  - Bacino B02 sezione di chiusura ATT02
  - Bacino B03 sezione di chiusura ATT03
  - Bacino B04 sezione di chiusura ATT04
  - Bacino B05 sezione di chiusura ATT05
  - Bacino B06 sezione di chiusura ATT06

**B01**  
**ATT 01**

**CG01**  
**X: 300868**  
**Y: 4206931**  
(WGS 84 UTM-33N)

**B02**

**CG02**  
**X: 300455**  
**Y: 4206148**  
(WGS 84 UTM-33N)

**ATT 02**

**B03**

**CG03**  
**X: 299946**  
**Y: 4205841**  
(WGS 84 UTM-33N)

**ATT 03**

