

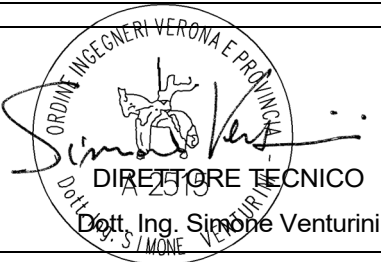


PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO DI 360MW CON SISTEMA DI ACCUMULO DI CAPACITA' PARI A 82,5MWH E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI NELLE FRAZIONI DI "PALMADULA, LA CORTE, CANAGLIA, LI PIANI, SAN GIORGIO, SCALA ERRE"

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: **PALMADULA SOLAR S.R.L.**

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

ELABORATO n°:
BI028F-D-PAL-RT-02-r00

NOME FILE:

SCALA: ----

DATA: AGOSTO 2023

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	Agosto 2023	Prima Emissione	G. Massera	M. Sandri	S. Venturini
	01					
	02					
	03					
	04					

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 1
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

SOMMARIO

1. Premessa	6
2. Metodologia	9
3. Analisi idrologica.....	11
3.1. <i>Morfometria dei bacini idrografici afferenti alle opere di attraversamento</i>	12
3.1.1. Lotto Canaglia 1	14
3.1.2. Lotto La Corte 1	14
3.1.3. Lotto La Corte 3	15
3.1.4. Lotto La Corte 4	15
3.1.5. Lotto La Corte 5	16
3.1.6. Lotto Palmadula 1	16
3.1.7. Lotto Palmadula 2	17
3.1.8. Lotto Palmadula 3	17
3.1.9. Lotto Palmadula 4	18
3.1.10. Lotto Palmadula 5	18
3.1.11. Lotto Palmadula 6	19
3.1.12. Lotto Palmadula 7	20
3.1.13. Lotto Palmadula 8	20
3.1.14. Lotto Palmadula 9	21
3.1.15. Lotto Palmadula 10	22
3.1.16. Lotto San Giorgio 1	22
3.1.17. Lotto Scala Erre 1	23
3.1.18. Lotto Scala Erre 2	23
3.1.19. Lotto Scala Erre 3	24
3.2. <i>Stima della massima precipitazione</i>	24
3.2.1. Metodo Regionalizzato	24
3.3. <i>Metodo di stima della precipitazione netta</i>	29
3.4. <i>Durata di precipitazione critica</i>	31
3.4.1. Lotto Canaglia 1	33
3.4.2. Lotto La Corte 1	33
3.4.3. Lotto La Corte 3	33
3.4.4. Lotto La Corte 4	34
3.4.5. Lotto La Corte 5	34
3.4.6. Lotto Palmadula 1	34
3.4.7. Lotto Palmadula 2	35
3.4.8. Lotto Palmadula 3	35

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 2
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

3.4.9. Lotto Palmadula 4	35
3.4.10. Lotto Palmadula 5	36
3.4.11. Lotto Palmadula 6	36
3.4.12. Lotto Palmadula 7	37
3.4.13. Lotto Palmadula 8	37
3.4.14. Lotto Palmadula 9	38
3.4.15. Lotto Palmadula 10	38
3.4.16. Lotto San Giorgio 1	38
3.4.17. Lotto Scala Erre 1	39
3.4.18. Lotto Scala Erre 2	39
3.4.19. Lotto Scala Erre 3	39
3.5. <i>Calcolo delle portate di progetto</i>	40
4. Analisi idraulica	42
4.1. <i>Invarianza idraulica</i>	42
4.2. <i>Verifica idraulica degli attraversamenti</i>	42
4.2.1. Attraversamento con tombino circolare Ø1000	44
4.2.2. Attraversamento con tombino circolare Ø1500	46
4.2.3. Attraversamento con tombino scatolare 2x2 m	48
4.2.1. Attraversamento con tombino scatolare 4x2 m	49
4.3. <i>Opere di raccolta delle acque in corrispondenza delle sottostazioni elettriche</i>	50
4.3.1. Rete di smaltimento delle acque meteoriche	51
4.3.2. Pozzi disperdenti	54
5. Conclusioni	56

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1 Planimetria generale di progetto	7
Figura 3-1: Inquadramento delle opere di continuità idraulica e dei relativi bacini idrografici e corsi d'acqua afferenti	13
Figura 3-2 – Suddivisione delle sottozone omogenee della Regione Sardegna secondo il modello TCEV (il cerchio in rosso scuro evidenzia l'area di studio)	28
Figura 3-3 – Carta delle isoiete per identificare la pioggia indice giornaliera espressa in [mm] (il cerchio in rosso scuro evidenzia l'area di studio)	28
Figura 3-4: Curve di Possibilità Pluviometrica per Tr=10, 200 anni riferita ai bacini oggetto di studio	29
Figura 4-1 – Verifica tombino circolare Ø1000	44
Figura 4-2 – Verifica tombino circolare Ø1500	46
Figura 4-3 – Verifica tombino scatolare 2x2 m	48
Figura 4-4 – Verifica tombino scatolare 4x2 m	49

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 3
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Figura 4-5: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 150.6 mm)	53
Figura 4-6: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 188.2 mm)	53
Figura 4-7: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 235.4 mm)	53
Figura 4-8: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 296.6 mm)	53
Figura 4-11: Schema di un pozzo disperdente con le principali grandezze considerate.....	54
Figura 4-12: Andamento dei volumi in ingresso ai pozzi (linea continua in blu), in uscita (linea continua in rosso) e del volume di laminazione (linea continua in verde)	55

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3-1: Elenco delle opere di continuità idraulica oggetto di studio suddivise per lotto.....	11
Tabella 3-2: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Canaglia 1.....	14
Tabella 3-3: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 1	14
Tabella 3-4: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 3	15
Tabella 3-5: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 4	15
Tabella 3-6: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 5	16
Tabella 3-7: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 1	16
Tabella 3-8: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 2	17
Tabella 3-9: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 3	17
Tabella 3-10: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 4	18
Tabella 3-11: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (1/2)	18
Tabella 3-12: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (2/2)	19
Tabella 3-13: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 6	19
Tabella 3-14: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 7	20

 TECNICA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 4
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Tabella 3-15: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (1/2)	20
Tabella 3-16: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (2/2)	21
Tabella 3-17: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 9	21
Tabella 3-18: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 10	22
Tabella 3-19: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto San Giorgio 1	22
Tabella 3-20: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 1	23
Tabella 3-21: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 2	23
Tabella 3-22: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 3	24
Tabella 3-23: Valori delle Curve di Possibilità Pluviometrica per Tr=10, 200 anni riferite ai bacini oggetto di studio.....	28
Tabella 3-24 – Caratteristiche dei suoli secondo il Soil Conservation Service	31
Tabella 3-25: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Canaglia 1	33
Tabella 3-26: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 1.....	33
Tabella 3-27: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 3.....	33
Tabella 3-28: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 4.....	34
Tabella 3-29: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 5.....	34
Tabella 3-30: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 1.....	34
Tabella 3-31: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 2.....	35
Tabella 3-32: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 3.....	35
Tabella 3-33: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 4.....	35
Tabella 3-34: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (1/2)	36
Tabella 3-35: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (2/2)	36
Tabella 3-36: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 6.....	36
Tabella 3-37: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 7	37
Tabella 3-38: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (1/2)	37
Tabella 3-39: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (2/2)	37

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 5
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Tabella 3-40: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 9.....	38
Tabella 3-41: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 10.....	38
Tabella 3-42: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto San Giorgio 1	38
Tabella 3-43: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 1.....	39
Tabella 3-44: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 2.....	39
Tabella 3-45: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 3.....	39
Tabella 3-46: Valori delle portate di progetto calcolate con il metodo razionale tutti i bacini di riferimento (* indica la portata calcolata con il coefficiente di deflusso ottenuto in funzione del metodo SCS-CN).....	41
Tabella 4-1: Opere di continuità idraulica (tombino circolare Ø1000) e riferimento del relativo lotto dell'impianto	45
Tabella 4-2: Opere di continuità idraulica (tombino circolare Ø1500) e riferimento del relativo lotto dell'impianto	47
Tabella 4-3: Opere di continuità idraulica (tombino scatolare 2x2 m) e riferimento del relativo lotto dell'impianto	48
Tabella 4-4: Opere di continuità idraulica (tombino scatolare 4x2 m) e riferimento del relativo lotto dell'impianto	49
Tabella 4-5: valori delle portate e dei relativi diametri delle condotte necessari per lo smaltimento delle acque meteoriche	52

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 6
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

1. PREMESSA

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrivoltaico, ovvero un sistema innovativo in cui si implementano la produzione di energia mediante fonti rinnovabili (solare) e la produzione agricola per la generazione di energia elettrica, comprensivo delle opere di connessione, nel territorio comunale di Sassari (SS) in Sardegna, denominato Palmadula, in quanto il blocco principale si concentra nella frazione di “Palmadula” per una potenza nominale installata pari a circa 358 MWp DC ed una potenza in immissione pari a circa 337 MW AC, con rapporto DC/AC di circa 1,06.

L’energia elettrica sarà prodotta da moduli fotovoltaici bifacciali montati su strutture ad inseguimento mono assiale in acciaio. L’impianto sarà anche corredato da un sistema di accumulo elettrochimico con una capacità di circa 82,5 MWh. Tutta l’energia elettrica prodotta, al netto dei consumi dei servizi ausiliari, verrà ceduta alla rete.

La stessa energia sarà raccolta all’interno dell’area d’impianto attraverso una rete diffusa di cavi interrati in media tensione da 30kV, per poi arrivare nelle sottostazioni elettriche utente sempre all’interno dell’area di impianto da 30/150 kV. Infine, dall’ultima stazione elettrica 150/380 kV partirà un cavidotto interrato di nuova realizzazione su strada esistente per trasportare l’energia elettrica prodotta in alta tensione a 380 kV, fino alla Cabina Primaria della sottostazione futura di Olmedo a circa 17 km di distanza dall’ultima sottostazione lato utente. La progettazione dell’opera è stata sviluppata tenendo in considerazione una serie di criteri sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell’ambito territoriale considerato nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell’ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

L’energia elettrica prodotta dall’impianto concorrerà al raggiungimento dell’obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall’Italia.

L’impianto è stato studiato e progettato comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- minimizzare l’interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- evitare, per quanto possibile, l’interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- minimizzare l'interessamento di aree soggette a dissesto geomorfologico;

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 7
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della fornitura di energia;
- permettere il regolare esercizio e la manutenzione dell'impianto.

L'obiettivo del progetto è quello di creare un sistema in cui l'attività agricola non solo si integra nel sistema di produzione di energia elettrica, ma che l'impianto nel suo insieme si integri perfettamente con l'ambiente dal punto di vista paesaggistico. Il fine è pertanto quello di creare un contesto armonioso con la natura e l'ambiente ospitante.

Ciò consente di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. Anche il piano culturale è stato appositamente studiato considerando non solo la situazione preesistente e le annesse culture, ma anche integrando soluzioni agricole e di allevamento ad hoc che si inseriscono perfettamente nel contesto rurale, apportando valore aggiunto e migliore destinazione di uso delle aree. In questo contesto lo studio degli spazi di manovra per le macchine agricole è stato realizzato considerando le esigenze tipiche del mondo agricolo e nel rispetto della morfologia del territorio, oltre che alle esigenze legate alle manutenzioni e gestioni dell'impianto fotovoltaico.

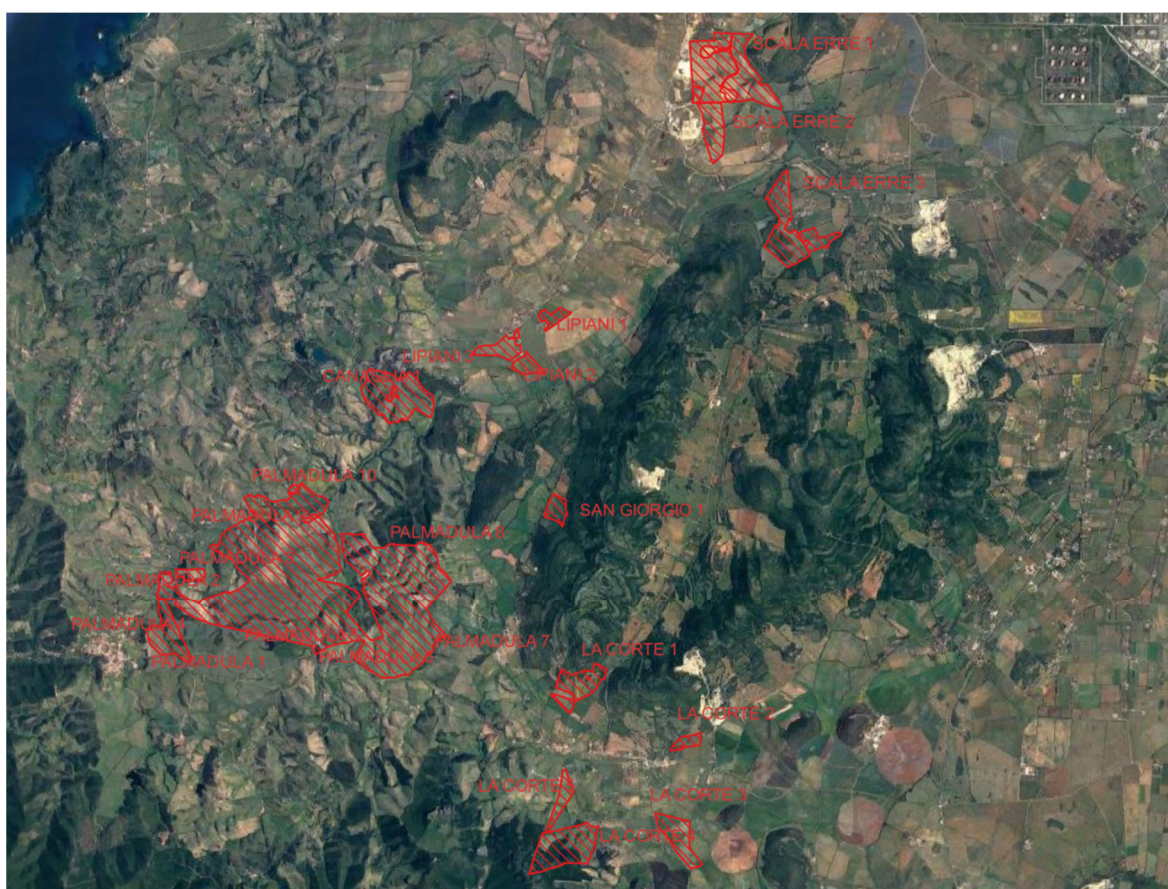


Figura 1-1 Planimetria generale di progetto

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 8
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Nella presente relazione idrologico-idraulica si descrivono i procedimenti di calcolo utilizzati per la definizione delle portate di piena di progetto dei corsi d'acqua che vengono intercettati dalle piste di servizio da realizzarsi all'interno dell'impianto agrivoltaico in progetto, al fine di dimensionare opportunamente le opere per la gestione delle acque meteoriche e di attraversamento idraulico.

Inoltre, vengono effettuati i calcoli per il dimensionamento delle opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche delle strade interne alla sottostazione elettrica nord, ubicata nel lotto "Scala Erre 2", e delle strade interne alla sottostazione elettrica sud, ubicata nel lotto "Palmadula 5".

 PROGETTISTA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 9
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

2. METODOLOGIA

La presente relazione si suddivide nell'analisi idrologica dei corsi d'acqua che afferiscono alle aree di progetto e la successiva analisi idraulica per il dimensionamento delle opere di attraversamento idraulico delle piste di servizio.

L'analisi idrologica è articolata in:

- studio degli eventi meteorici estremi secondo il metodo VAPI Sardegna (TCEV) per la determinazione della precipitazione con assegnato periodo di ritorno;
- trasformazione afflussi-deflussi secondo il metodo razionale delle portate al colmo di progetto in corrispondenza degli attraversamenti idraulici.

Per lo svolgimento dell'analisi idrologica e il calcolo delle portate di piena sono stati utilizzati gli strumenti di pianificazione territoriale e idraulica emessi dalla Regione Sardegna. Tra questi, in particolare, si è fatto riferimento al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) regionale e al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), che costituiscono un riferimento primario per la trattazione di analisi idrologiche e idrauliche nella Regione Sardegna.

Successivamente, le portate vengono utilizzate nell'analisi idraulica per il calcolo dei tiranti idraulici di progetto all'interno delle opere di attraversamento idraulico al fine di rispettare la normativa vigente. Il riferimento normativo più rilevante ai fini di questa analisi è la Normativa Tecnica per le Costruzioni (NTC) 2018, e in particolare il capitolo 5, dove vengono elencate le prescrizioni riguardanti i ponti stradali e gli attraversamenti in genere, tra i quali quelli oggetto del presente studio e che nella normativa vengono definiti come "Tombini". Nel paragrafo "C5.1.2.3 Compatibilità idraulica" viene indicato che:

- l'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti (vale a dire evento con tempo di ritorno $T_r = 200$ anni);
- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i $2/3$ dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m.

Tali prescrizioni verranno utilizzate per il dimensionamento e la verifica delle opere di attraversamento.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in corrispondenza della sottostazione elettrica si ritiene opportuno assumere un evento con tempo di ritorno $T_r = 10$ anni.

Il presente studio viene emesso a valle della richiesta di Variante al PAI del Comune di Sassari di cui si è occupato lo scrivente Progettista emessa in data febbraio 2023 e riguardante una

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 10
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

porzione del territorio e del reticolo idrografico corrispondente nella frazione di Palmadula. In particolare, tale variante ha consentito di aggiornare il reticolo idrografico regionale ai sensi delle Linee Guida Regionali e rimuovere i rami o elementi idrici del reticolo idrografico regionale classificati come “non significativi” e allo stesso tempo di aggiornare la perimetrazione delle aree di pericolosità dei corsi d’acqua principali. In questo modo è stato possibile definire le aree potenzialmente occupabili dai pannelli dell’impianto agrivoltaico, in modo da rispettare le fasce aggiornate di pericolosità.

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 11
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

3. ANALISI IDROLOGICA

I corsi d'acqua oggetto di studio sono l'asta principale e vari affluenti del Flumen Santu\Riu Astimini nella porzione nord-occidentale del suo bacino idrografico ed i cordi d'acqua dei bacini di monte del Riu Don Gavinu nella porzione Sud-Ovest del Comune e che sfocia lungo il litorale di Alghero.

Tutte le analisi che portano al dimensionamento e verifica delle opere di attraversamento delle piste di servizio interne all'impianto che consentono la continuità idraulica dei corsi d'acqua interferiti sono suddivisi in funzione dei lotti:

Tabella 3-1: Elenco delle opere di continuità idraulica oggetto di studio suddivise per lotto

Lotto	n° opere di continuità idraulica
Canaglia 1	6
La Corte 1	1
La Corte 3	3
La Corte 4	4
La Corte 5	4
Palmadula 1	6
Palmadula 2	2
Palmadula 3	1
Palmadula 4	2
Palmadula 5	18
Palmadula 6	7
Palmadula 7	5
Palmadula 8	13
Palmadula 9	10
Palmadula 10	4
Scala Giorgio 1	1
Scala Erre 1	12
Scala Erre 2	5
Scala Erre 3	1
Totale	105

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici afferenti alle opere di attraversamento, i procedimenti e metodi di calcolo per la determinazione della massima precipitazione ed il metodo per il calcolo delle portate di progetto.

 REGIONE SARDEGNA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 12
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

3.1. Morfometria dei bacini idrografici afferenti alle opere di attraversamento

Sono stati definiti n.92 bacini idrografici relativi ai corsi d'acqua che afferiscono alle opere di attraversamento idraulico delle strade di servizio in progetto, definendo la sezione dell'attraversamento come sezione di chiusura del bacino (Figura 3-1).

Si sottolinea che, eccetto per quanto riguarda le aste principali del Flumen Santu/Riu Astimini le aste fluviali sono spesso impluvi di modeste dimensioni e in alcuni casi la medesima asta incontra più attraversamenti in serie.

La determinazione dei parametri morfometrici dei bacini, riportati nella Tabella 3-2 seguente, è stata condotta mediante tecniche di analisi geospaziale con il supporto del software QGIS 3.16. Per tale analisi è stato impiegato il modello Digitale del Terreno (DTM) con passo 10 m (reperibile presso il Geoportale della Regione Sardegna). Tali parametri morfometrici includono le aree, le principali quote e le pendenze dei bacini, la lunghezza, le principali quote e le pendenze delle aste principali e i valori del Curve Number ("CN", ottenuto a partire dalla mappatura disponibile sul Geoportale della Regione Sardegna), parametro che descrive la capacità d'infiltrazione della precipitazione nel suolo. Grazie a tali valori sarà possibile in seguito calcolare i tempi di corrivazione dei bacini, per procedere successivamente al calcolo delle portate di progetto.

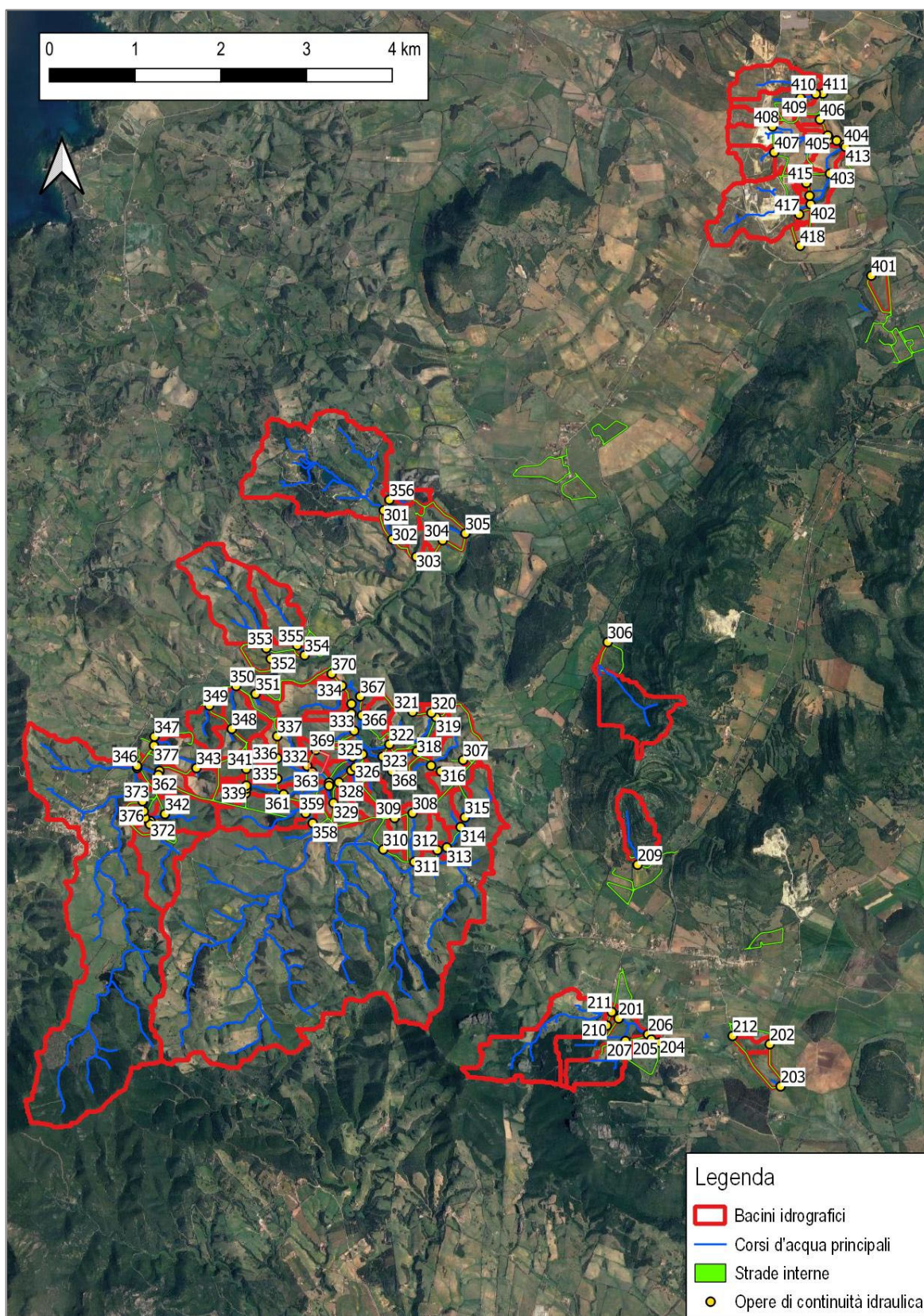


Figura 3-1: Inquadramento delle opere di continuità idraulica e dei relativi bacini idrografici e corsi d'acqua afferenti

3.1.1. Lotto Canaglia 1

Nel lotto denominato Canaglia 1 sono stati previsti n. 6 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-2: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Canaglia 1

Parametro morfometrico	Unità di misura	301	302	303	304	305	356
area bacino sotteso	km ²	1.56	1.82	0.06	0.04	0.15	0.08
lunghezza asta principale	km	1.85	2.21	0.28	0.13	0.50	0.47
quota massima asta principale	m s.m.m.	195.50	195.50	94.00	89.50	103.00	125.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	80.00	76.49	70.00	79.80	60.00	90.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	216.63	216.63	110.48	109.08	136.32	140.02
quota media del bacino	m s.m.m.	128.34	124.47	91.03	89.15	91.32	111.38
quota della sezione considerata	m s.m.m.	80.00	76.49	70.00	79.80	60.00	90.00
pendenza media del reticolo	%	6.24	5.39	8.57	7.46	8.60	7.45
pendenza media bacino	%	14.49	14.70	18.87	12.74	18.42	18.93
CN condizioni standard	-	84.36	83.68	83.13	84.00	82.94	78.09
CN condizioni asciutte	-	69.38	68.29	67.42	68.80	67.13	59.95
CN condizioni umide	-	92.54	92.18	91.89	92.35	91.79	89.13

3.1.2. Lotto La Corte 1

Nel lotto denominato La Corte 1 sono stati previsti n. 1 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-3: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 1

Parametro morfometrico	Unità di misura	209
area bacino sotteso	km ²	0.26
lunghezza asta principale	km	0.80
quota massima asta principale	m s.m.m.	275.50
quota minima asta principale	m s.m.m.	129.13
quota massima del bacino	m s.m.m.	287.17
quota media del bacino	m s.m.m.	215.15
quota della sezione considerata	m s.m.m.	129.13
pendenza media del reticolo	%	18.30
pendenza media bacino	%	26.96
CN condizioni standard	-	59.67
CN condizioni asciutte	-	38.32
CN condizioni umide	-	77.29

3.1.3. Lotto La Corte 3

Nel lotto denominato La Corte 3 sono stati previsti n. 3 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito. È presente inoltre 1 tombino (212) per la continuità di un fosso esistente.

Tabella 3-4: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 3

Parametro morfometrico	Unità di misura	202	203
area bacino sotteso	km ²	0.06	0.09
lunghezza asta principale	km	0.30	0.30
quota massima asta principale	m s.m.m.	87.00	79.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	80.00	75.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	87.57	86.00
quota media del bacino	m s.m.m.	84.14	82.00
quota della sezione considerata	m s.m.m.	80.00	75.00
pendenza media del reticolo	%	2.33	1.33
pendenza media bacino	%	1.89	1.50
CN condizioni standard	-	63.00	63.00
CN condizioni asciutte	-	41.70	41.70
CN condizioni umide	-	79.66	79.66

3.1.4. Lotto La Corte 4

Nel lotto denominato La Corte 4 sono stati previsti n. 4 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-5: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 4

Parametro morfometrico	Unità di misura	204	205	206	207
area bacino sotteso	km ²	1.45	0.04	1.40	0.25
lunghezza asta principale	km	2.40	0.23	2.20	0.67
quota massima asta principale	m s.m.m.	319.00	140.50	319.00	320.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	105.43	108.91	109.72	137.11
quota massima del bacino	m s.m.m.	442.86	159.13	442.86	442.86
quota media del bacino	m s.m.m.	229.99	128.09	233.73	269.98
quota della sezione considerata	m s.m.m.	105.43	108.91	109.72	137.11
pendenza media del reticolo	%	8.90	13.74	9.51	27.30
pendenza media bacino	%	29.44	19.62	29.89	42.04
CN condizioni standard	-	80.70	81.82	80.74	83.32
CN condizioni asciutte	-	63.71	65.39	63.78	67.72
CN condizioni umide	-	90.58	91.19	90.60	91.99

3.1.5. Lotto La Corte 5

Nel lotto denominato La Corte 5 sono stati previsti n. 4 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-6: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 5

Parametro morfometrico	Unità di misura	201	208	210	211
area bacino sotteso	km ²	0.03	0.84	0.01	0.82
lunghezza asta principale	km	0.25	1.80	0.05	1.70
quota massima asta principale	m s.m.m.	160.00	319.00	160.00	319.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	128.30	128.79	141.54	130.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	182.38	410.00	182.38	410.00
quota media del bacino	m s.m.m.	150.33	235.14	160.34	237.61
quota della sezione considerata	m s.m.m.	128.30	128.79	141.54	130.00
pendenza media del reticolo	%	12.68	10.57	36.91	11.12
pendenza media bacino	%	16.44	27.20	18.03	27.52
CN condizioni standard	-	82.79	80.09	82.51	80.10
CN condizioni asciutte	-	66.88	62.82	66.46	62.84
CN condizioni umide	-	91.71	90.25	91.56	90.25

3.1.6. Lotto Palmadula 1

Nel lotto denominato Palmadula 1 sono stati previsti n. 6 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-7: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 1

Parametro morfometrico	Unità di misura	345	372	373	374	375	376
area bacino sotteso	km ²	5.27	0.43	0.70	0.02	0.02	0.04
lunghezza asta principale	km	5.20	1.15	1.33	0.13	0.10	0.20
quota massima asta principale	m s.m.m.	316.60	171.00	171.00	135.00	140.00	142.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	114.93	130.00	119.00	124.00	123.00	120.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	423.02	201.00	201.00	140.00	155.00	155.00
quota media del bacino	m s.m.m.	188.04	153.60	153.00	133.00	140.00	135.00
quota della sezione considerata	m s.m.m.	114.93	130.00	119.00	124.00	123.00	120.00
pendenza media del reticolo	%	3.88	3.57	3.91	8.80	17.00	11.00
pendenza media bacino	%	15.97	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
CN condizioni standard	-	82.31	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
CN condizioni asciutte	-	66.14	68.80	68.80	68.80	68.80	68.80
CN condizioni umide	-	91.45	92.35	92.35	92.35	92.35	92.35

3.1.7. Lotto Palmadula 2

Nel lotto denominato Palmadula 2 sono stati previsti n. 2 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-8: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 2

Parametro morfometrico	Unità di misura	346	377
area bacino sotteso	km ²	0.03	0.02
lunghezza asta principale	km	0.16	0.10
quota massima asta principale	m s.m.m.	120.00	117.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	115.50	106.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	121.79	125.00
quota media del bacino	m s.m.m.	119.60	110.00
quota della sezione considerata	m s.m.m.	115.50	106.00
pendenza media del reticolo	%	2.81	11.00
pendenza media bacino	%	1.75	15.00
CN condizioni standard	-	83.51	84.00
CN condizioni asciutte	-	68.03	68.80
CN condizioni umide	-	92.10	92.35

3.1.8. Lotto Palmadula 3

Nel lotto denominato Palmadula 3 sono stati previsti n. 1 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-9: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 3

Parametro morfometrico	Unità di misura	347
area bacino sotteso	km ²	5.79
lunghezza asta principale	km	6.03
quota massima asta principale	m s.m.m.	316.60
quota minima asta principale	m s.m.m.	109.45
quota massima del bacino	m s.m.m.	423.02
quota media del bacino	m s.m.m.	183.55
quota della sezione considerata	m s.m.m.	109.45
pendenza media del reticolo	%	3.44
pendenza media bacino	%	16.32
CN condizioni standard	-	82.25
CN condizioni asciutte	-	66.06
CN condizioni umide	-	91.42

3.1.9. Lotto Palmadula 4

Nel lotto denominato Palmadula 4 sono stati previsti n. 2 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-10: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 4

Parametro morfometrico	Unità di misura	344	362
area bacino sotteso	km ²	0.06	0.06
lunghezza asta principale	km	0.25	0.30
quota massima asta principale	m s.m.m.	139.00	140.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	110.14	113.33
quota massima del bacino	m s.m.m.	180.00	180.00
quota media del bacino	m s.m.m.	141.34	144.26
quota della sezione considerata	m s.m.m.	110.14	113.33
pendenza media del reticolo	%	11.54	8.89
pendenza media bacino	%	23.64	25.70
CN condizioni standard	-	83.96	79.55
CN condizioni asciutte	-	68.73	62.03
CN condizioni umide	-	92.33	89.94

3.1.10. Lotto Palmadula 5

Nel lotto denominato Palmadula 5 sono stati previsti n. 18 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-11: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (1/2)

Parametro morfometrico	Unità di misura	325	330	331	335	336	337	338	339	340
area bacino sotteso	km ²	10.65	0.57	0.36	0.17	0.07	0.05	0.06	0.03	0.02
lunghezza asta principale	km	5.00	1.40	1.08	0.65	0.35	0.09	0.26	0.18	0.16
quota massima asta principale	m s.m.m.	203.00	149.00	149.00	149.00	137.00	138.00	155.00	145.00	143.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	84.80	89.50	100.00	110.00	110.00	115.10	129.68	120.94	121.88
quota massima del bacino	m s.m.m.	330.11	174.20	174.20	174.20	155.94	157.43	197.81	180.00	172.00
quota media del bacino	m s.m.m.	147.89	120.32	123.54	132.50	128.75	136.84	160.00	147.49	142.55
quota della sezione considerata	m s.m.m.	84.80	89.50	100.00	110.00	110.00	115.10	129.68	120.94	121.88
pendenza media del reticolo	%	2.36	4.25	4.54	6.00	7.71	26.63	9.74	13.37	13.20
pendenza media bacino	%	15.12	11.62	11.34	13.82	17.01	21.43	25.08	18.24	16.19
CN condizioni standard	-	83.00	83.00	83.44	84.05	84.01	84.04	81.07	84.00	84.00
CN condizioni asciutte	-	67.22	67.22	67.92	68.88	68.81	68.87	64.26	68.80	68.80
CN condizioni umide	-	91.82	91.82	92.06	92.38	92.36	92.37	90.78	92.35	92.35

Tabella 3-12: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (2/2)

Parametro morfometrico	Unità di misura	341	343	357	358	359	360	361	363	369
area bacino sotteso	km ²	0.07	0.12	0.08	8.93	0.34	9.61	0.17	0.53	0.02
lunghezza asta principale	km	0.25	0.37	0.44	3.90	4.00	4.40	0.74	1.12	0.21
quota massima asta principale	m s.m.m.	149.00	160.00	102.00	203.00	203.00	203.00	155.00	149.00	114.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	122.03	129.76	88.31	94.73	98.84	87.18	103.37	99.79	102.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	174.20	194.84	105.79	330.11	190.00	330.11	197.81	174.20	124.00
quota media del bacino	m s.m.m.	144.51	158.97	96.35	153.57	125.80	151.40	139.03	122.45	116.00
quota della sezione considerata	m s.m.m.	122.03	129.76	88.31	94.73	98.84	87.18	103.37	99.79	102.00
pendenza media del reticolo	%	10.79	8.17	3.11	2.78	2.60	2.63	6.98	4.39	5.71
pendenza media bacino	%	18.41	24.71	4.57	15.61	13.54	15.45	16.75	11.89	18.44
CN condizioni standard	-	84.11	83.99	83.94	82.99	84.68	84.00	84.00	83.27	84.00
CN condizioni asciutte	-	68.98	68.79	68.70	67.20	69.89	68.80	68.80	67.65	68.80
CN condizioni umide	-	92.41	92.35	92.32	91.82	92.71	92.35	92.35	91.97	92.35

3.1.11. Lotto Palmadula 6

Nel lotto denominato Palmadula 6 sono stati previsti n. 7 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-13: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 6

Parametro morfometrico	Unità di misura	309	310	324	326	327	328	329
area bacino sotteso	km ²	0.02	0.09	0.09	0.12	0.10	0.03	0.09
lunghezza asta principale	km	0.07	0.49	0.41	0.53	0.58	0.09	0.37
quota massima asta principale	m s.m.m.	144.00	144.00	132.00	132.00	120.00	104.00	124.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	139.75	112.76	97.23	86.96	87.81	88.85	100.00
quota massima del bacino	m s.m.m.	157.20	157.20	157.96	157.96	152.86	114.09	133.69
quota media del bacino	m s.m.m.	147.43	135.26	125.02	119.26	114.25	100.19	114.42
quota della sezione considerata	m s.m.m.	139.75	112.76	97.23	86.96	87.81	88.85	100.00
pendenza media del reticolo	%	6.07	6.38	8.48	8.50	5.55	16.47	6.49
pendenza media bacino	%	14.77	12.84	19.42	17.90	16.03	11.70	12.59
CN condizioni standard	-	84.00	83.97	81.94	82.28	82.86	83.91	83.79
CN condizioni asciutte	-	68.80	68.76	65.58	66.11	67.00	68.65	68.46
CN condizioni umide	-	92.35	92.34	91.25	91.44	91.75	92.30	92.24

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 20
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

3.1.12. Lotto Palmadula 7

Nel lotto denominato Palmadula 7 sono stati previsti n. 5 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-14: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 7

Parametro morfometrico	Unità di misura	311	312	313	314	315
area bacino sotteso	km ²	0.16	0.04	0.06	0.09	0.06
lunghezza asta principale	km	0.72	0.12	0.35	0.37	0.30
quota massima asta principale	m s.m.m.	162.00	132.00	160.00	150.00	155.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	120.00	125.60	125.81	134.06	137.10
quota massima del bacino	m s.m.m.	182.22	141.73	181.39	182.22	172.58
quota media del bacino	m s.m.m.	144.78	133.83	145.18	154.29	153.22
quota della sezione considerata	m s.m.m.	120.00	125.60	125.81	134.06	137.10
pendenza media del reticolo	%	5.83	5.34	9.77	4.31	5.97
pendenza media bacino	%	12.13	8.43	12.89	12.98	12.11
CN condizioni standard	-	83.53	84.00	84.00	84.00	84.00
CN condizioni asciutte	-	68.05	68.80	68.80	68.80	68.80
CN condizioni umide	-	92.10	92.35	92.35	92.35	92.35

3.1.13. Lotto Palmadula 8

Nel lotto denominato Palmadula 8 sono stati previsti n. 13 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-15: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (1/2)

Parametro morfometrico	Unità di misura	307	308	316	317	318	319	320
area bacino sotteso	km ²	0.01	0.03	0.06	0.39	0.07	0.01	0.03
lunghezza asta principale	km	0.08	0.13	0.19	0.86	0.50	0.05	0.09
quota massima asta principale	m s.m.m.	161.50	162.00	150.00	177.00	150.00	165.00	177.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	148.40	149.46	123.67	120.00	117.54	149.88	153.75
quota massima del bacino	m s.m.m.	169.11	181.95	172.58	222.02	173.80	208.15	221.01
quota media del bacino	m s.m.m.	156.53	158.84	152.03	153.74	139.70	176.33	181.39
quota della sezione considerata	m s.m.m.	148.40	149.46	123.67	120.00	117.54	149.88	153.75
pendenza media del reticolo	%	16.38	9.65	13.86	6.61	6.49	30.24	25.83
pendenza media bacino	%	24.52	12.80	21.59	21.07	16.42	27.48	37.44
CN condizioni standard	-	84.00	84.00	84.00	83.74	84.00	83.61	81.91
CN condizioni asciutte	-	68.80	68.80	68.80	68.39	68.80	68.17	65.54
CN condizioni umide	-	92.35	92.35	92.35	92.22	92.35	92.15	91.24

Tabella 3-16: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (2/2)

Parametro morfometrico	Unità di misura	321	322	323	366	367	368
area bacino sotteso	km ²	0.02	0.29	0.14	0.08	0.04	0.03
lunghezza asta principale	km	0.05	0.80	0.92	0.29	0.21	0.13
quota massima asta principale	m s.m.m.	145.00	177.00	150.00	118.50	123.50	107.50
quota minima asta principale	m s.m.m.	139.58	100.00	93.19	80.00	80.00	95.88
quota massima del bacino	m s.m.m.	196.77	221.01	173.80	154.47	150.27	120.00
quota media del bacino	m s.m.m.	161.07	135.52	126.93	115.74	103.29	109.04
quota della sezione considerata	m s.m.m.	139.58	100.00	93.19	80.00	80.00	95.88
pendenza media del reticolo	%	10.84	9.63	6.18	13.28	20.71	8.94
pendenza media bacino	%	43.59	23.26	16.62	25.63	27.92	18.44
CN condizioni standard	-	82.67	83.44	83.95	81.32	84.00	84.00
CN condizioni asciutte	-	66.70	67.92	68.72	64.65	68.80	68.80
CN condizioni umide	-	91.65	92.06	92.33	90.92	92.35	92.35

3.1.14. Lotto Palmadula 9

Nel lotto denominato Palmadula 9 sono stati previsti n. 9 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-17: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 9

Parametro morfometrico	Unità di misura	332	333	334	348	349	350	351	364	365	370
area bacino sotteso	km ²	0.16	0.19	0.31	0.09	0.15	0.29	0.07	0.08	0.01	0.01
lunghezza asta principale	km	0.62	0.75	0.90	0.30	0.50	0.85	0.30	0.47	0.05	0.04
quota massima asta principale	m s.m.m.	138.00	120.00	125.00	140.00	130.00	140.00	137.00	111.00	90.00	0.02
quota minima asta principale	m s.m.m.	100.00	87.93	80.00	120.00	100.17	90.45	100.00	85.39	84.63	0.28
quota massima del bacino	m s.m.m.	157.43	130.50	155.50	160.76	160.01	160.76	155.79	128.44	90.00	0.03
quota media del bacino	m s.m.m.	120.62	106.04	107.27	138.20	129.96	127.44	130.85	100.31	89.84	0.01
quota della sezione considerata	m s.m.m.	100.00	87.93	80.00	120.00	100.17	90.45	100.00	85.39	84.63	0.47
pendenza media del reticolo	%	6.13	4.28	5.00	6.67	5.97	5.83	12.33	5.45	10.74	1.24
pendenza media bacino	%	13.85	8.64	10.54	17.95	19.85	17.41	24.53	8.53	0.15	0.28
CN condizioni standard	-	83.11	84.00	84.00	87.34	83.06	87.82	84.20	84.00	84.00	0.53
CN condizioni asciutte	-	67.39	68.80	68.81	74.35	67.31	75.17	69.12	68.80	68.80	0.00
CN condizioni umide	-	91.88	92.35	92.35	94.07	91.85	94.31	92.46	92.35	92.35	0.06

3.1.15. Lotto Palmadula 10

Nel lotto denominato Palmadula 10 sono stati previsti n. 4 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-18: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 10

Parametro morfometrico	Unità di misura	352	353	354	355
area bacino sotteso	km ²	0.08	0.68	0.34	0.32
lunghezza asta principale	km	0.29	1.47	1.12	1.00
quota massima asta principale	m s.m.m.	100.00	196.00	137.50	137.50
quota minima asta principale	m s.m.m.	89.82	90.00	79.77	84.04
quota massima del bacino	m s.m.m.	105.39	230.08	168.75	168.75
quota media del bacino	m s.m.m.	96.35	140.78	111.00	112.75
quota della sezione considerata	m s.m.m.	89.82	90.00	79.77	84.04
pendenza media del reticolo	%	3.51	7.21	5.15	5.35
pendenza media bacino	%	6.70	21.47	12.72	13.08
CN condizioni standard	-	83.33	83.65	83.88	84.06
CN condizioni asciutte	-	67.74	68.24	68.61	68.89
CN condizioni umide	-	92.00	92.17	92.29	92.38

3.1.16. Lotto San Giorgio 1

Nel lotto denominato San Giorgio 1 sono stati previsti n. 1 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-19: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto San Giorgio 1

Parametro morfometrico	Unità di misura	306
area bacino sotteso	km ²	0.52
lunghezza asta principale	km	1.30
quota massima asta principale	m s.m.m.	242.50
quota minima asta principale	m s.m.m.	93.38
quota massima del bacino	m s.m.m.	290.11
quota media del bacino	m s.m.m.	210.34
quota della sezione considerata	m s.m.m.	93.38
pendenza media del reticolo	%	11.47
pendenza media bacino	%	30.91
CN condizioni standard	-	60.74
CN condizioni asciutte	-	39.39
CN condizioni umide	-	78.07

3.1.17. Lotto Scala Erre 1

Nel lotto denominato Scala Erre 1 sono stati previsti n. 10 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito. Sono presenti inoltre 2 tombini (404, 414) per la continuità di un fosso esistente.

Tabella 3-20: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 1

Parametro morfometrico	Unità di misura	403	405	406	407	408	409	410	411	412	413
area bacino sotteso	km ²	0.84	0.68	0.03	0.17	0.10	0.15	0.17	0.48	0.04	0.94
lunghezza asta principale	km	1.70	1.10	0.23	0.50	0.47	0.57	0.77	1.00	0.17	2.10
quota massima asta principale	m s.m.m.	53.00	50.00	40.00	50.00	53.00	49.50	49.50	54.00	36.00	53.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	29.73	19.84	22.57	29.80	38.85	29.42	20.00	20.00	20.00	17.92
quota massima del bacino	m s.m.m.	61.44	57.17	44.20	55.21	57.17	60.86	60.86	60.86	43.31	61.44
quota media del bacino	m s.m.m.	45.53	43.86	36.79	46.52	49.90	43.74	41.72	42.16	31.25	44.15
quota della sezione considerata	m s.m.m.	29.73	19.84	22.57	29.80	38.85	29.42	20.00	20.00	20.00	17.92
pendenza media del reticolo	%	1.37	2.74	7.58	4.04	3.01	3.52	3.83	3.40	9.41	1.67
pendenza media bacino	%	6.73	5.92	7.37	4.96	3.33	8.30	8.70	7.16	8.95	7.13
CN condizioni standard	-	85.56	83.80	81.00	87.27	82.53	84.55	84.08	84.19	84.64	85.05
CN condizioni asciutte	-	71.34	68.48	64.16	74.23	66.49	69.68	68.92	69.10	69.83	70.49
CN condizioni umide	-	93.17	92.25	90.75	94.04	91.57	92.64	92.39	92.45	92.69	92.90

3.1.18. Lotto Scala Erre 2

Nel lotto denominato Scala Erre 2 sono stati previsti n. 1 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-21: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 2

Parametro morfometrico	Unità di misura	402	415	416	417	418
area bacino sotteso	km ²	0.66	0.02	0.02	0.02	0.04
lunghezza asta principale	km	1.22	0.13	0.05	0.10	0.20
quota massima asta principale	m s.m.m.	53.00	44.50	41.30	46.30	47.00
quota minima asta principale	m s.m.m.	40.00	39.60	38.90	41.70	37.10
quota massima del bacino	m s.m.m.	61.44	45.30	45.70	47.10	47.10
quota media del bacino	m s.m.m.	47.05	43.00	43.00	44.00	42.00
quota della sezione considerata	m s.m.m.	40.00	39.60	38.90	41.70	37.10
pendenza media del reticolo	%	1.07	3.92	4.80	4.60	4.95
pendenza media bacino	%	6.53	8.00	8.00	8.00	10.00
CN condizioni standard	-	86.80	81.00	81.00	81.00	81.00
CN condizioni asciutte	-	73.42	64.16	64.16	64.16	64.16
CN condizioni umide	-	93.80	90.75	90.75	90.75	90.75

3.1.19. Lotto Scala Erre 3

Nel lotto denominato Scala Erre 3 sono stati previsti n. 1 opere di continuità idraulica. I principali parametri morfometrici dei relativi bacini idrografici afferenti sono riportati di seguito.

Tabella 3-22: Parametri morfometrici calcolati per i n.6 bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 3

Parametro morfometrico	Unità di misura	401
area bacino sotteso	km ²	0.09
lunghezza asta principale	km	0.25
quota massima asta principale	m s.m.m.	49.70
quota minima asta principale	m s.m.m.	40.91
quota massima del bacino	m s.m.m.	59.30
quota media del bacino	m s.m.m.	48.65
quota della sezione considerata	m s.m.m.	40.91
pendenza media del reticolo	%	3.52
pendenza media bacino	%	3.02
CN condizioni standard	-	83.33
CN condizioni asciutte	-	67.74
CN condizioni umide	-	92.00

3.2. Stima della massima precipitazione

Nel presente paragrafo si illustra il metodo per la stima della precipitazione lorda specifica per i bacini in esame, attraverso l'applicazione del metodo regionalizzato del VAPI Sardegna.

3.2.1. Metodo Regionalizzato

La stima delle massime precipitazioni nella Regione Sardegna è condotta con il metodo VAPI della regionalizzazione. Tale metodo può avvalersi dei modelli TCEV, ossia modelli basati sulla definizione di regioni omogenee.

Il modello probabilistico TCEV è fondato sull'ipotesi che i valori estremi della grandezza idrologica considerata provengano da due differenti popolazioni di variabili aleatorie, originate da fenomeni meteorici diversi. La prima popolazione comprende gli eventi ordinari più frequenti e meno intensi e costituisce lo componente di base mentre la seconda raccoglie gli eventi più rilevanti e rari e costituisce la componente straordinaria. I due differenti meccanismi climatici sono interpretati con un unico processo di tipo poissoniano nel quale la distribuzione probabilistica del massimo valore annuo è esprimibile mediante la relazione:

$$F(x) = e^{-\lambda_1} e^{-x\eta/\mu - \lambda_1^{1/\theta} e^{-x\eta/\mu\theta}}$$

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 25
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

In questa espressione, $F(x)$ rappresenta la probabilità che l'altezza di pioggia massima annua abbia un valore pari o inferiore ad x ed è legata al tempo di ritorno Tr espresso in anni dalle relazioni:

$$F(x) = 1 - 1/Tr$$

$$Tr = 1/(1 - F(x))$$

, mentre λ^* , θ^* , λ_1 e μ sono i quattro parametri della distribuzione.

Dai primi due parametri λ^* e θ^* , dipende il valore del coefficiente di asimmetria della distribuzione, dal terzo parametro λ_1 oltre che dai primi due, dipende il valore del coefficiente di variazione mentre il quarto parametro μ , chiamato anche pioggia indice, rappresenta la media della distribuzione. La grandezza η che compare nella relazione di cui sopra è una funzione nota di λ^* , θ^* , λ_1 e la sua espressione risulta:

$$\eta = (\ln \lambda_1 + 0.5772) - \sum_i [(-1)^i (\lambda^*)^i \Gamma(i/\theta^*)]/i!$$

, dove Γ è la funzione Gamma.

Introducendo la variabile ridotta $x' = x/\mu$, pari al rapporto tra la variabile originaria e la sua media, la relazione della distribuzione probabilistica assume la forma:

$$F(x) = e^{-\lambda_1} e^{-x' \eta - \lambda^* \lambda_1^{1/\theta^*} e^{-x' \eta / \theta^*}}$$

nota col nome di curva di crescita. Pertanto, due siti nei quali si possano assumere valori uguali dei parametri λ^* , θ^* , λ_1 saranno contraddistinti da una medesima curva di crescita e conseguentemente le altezze di pioggia di pari tempo di ritorno staranno tra loro nella stessa proporzione delle rispettive medie.

Per la stima dei parametri della distribuzione viene usualmente adottata una procedura di tipo gerarchico. Essa procede attraverso tre successivi livelli di regionalizzazione nel primo dei quali viene ripartito il territorio in esame in una o più Zone Omogenee (ZO) contraddistinte ognuno da valori costanti dei due parametri di λ^* , θ^* , e quindi del coefficiente d'asimmetria. Al secondo livello di regionalizzazione il territorio viene ulteriormente ripartito in Sottozone Omogenee (SZO) con valori costanti del parametro λ_1 e quindi del coefficiente di variazione, mentre al terzo livello vengono stimati in ogni punto del territorio i valori della pioggia indice μ . I valori dei parametri sono usualmente determinati mediante un procedimento iterativo basato sul metodo di massima verosimiglianza.

Nell'applicazione del modello TCEV in Sardegna sono stati utilizzati i dati delle 46 stazioni pluviografiche e delle 200 stazioni pluviometriche con il maggior numero di osservazioni.

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 26
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Al primo livello di regionalizzazione delle piogge giornaliere, basato sulle 200 stazioni pluviometriche, è stata identificata un'unica ZO comprendente tutto il territorio regionale, nella quale i parametri λ^* , θ^* , valgono: $\lambda^* = 0.3938$ e $\theta^* = 5.58866$. Al secondo livello di regionalizzazione il territorio è stato ripartito in tre SZO, per le quali si utilizzano diverse formulazioni per il calcolo del K_T , ossia il coefficiente (adimensionale) di crescita espresso in funzione del tempo di ritorno T_r :

$$\begin{aligned}
 \text{SZO1} \quad h(T_r) &= \mu_g K_T = \\
 &= \mu_g [0.69319 + 0.72015 \cdot \text{Log}_{10} Tr + 3.1364 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} Tr)^2] \\
 \text{SZO2} \quad h(T_r) &= \mu_g K_T = \\
 &= \mu_g [0.60937 + 0.91699 \cdot \text{Log}_{10} Tr + 3.9932 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} Tr)^2] \\
 \text{SZO3} \quad h(T_r) &= \mu_g K_T = \\
 &= \mu_g [0.47839 + 1.22460 \cdot \text{Log}_{10} Tr + 5.3321 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} Tr)^2]
 \end{aligned}$$

Al terzo livello di regionalizzazione, i valori locali della pioggia indice μ_g sono stati ottenuti mediante la tecnica d'interpolazione stocastica tra i valori osservati nelle 200 stazioni pluviometriche, nota col nome di Kriging (Figura 3-3).

Un procedimento analogo è stato adottato per la stima dei parametri relativi alle piogge brevi ed intense. In particolare, l'indagine è stata condotta sulle piogge di durata τ pari a 0.50, 0.75, 1, 3, 6, 12 e 24 ore, rilevate nelle 46 stazioni pluviografiche della Sardegna. L'indagine ha confermato la stessa ripartizione in ZO e SZO ottenute nello studio delle piogge giornaliere.

Nel caso delle piogge brevi ed intense i parametri λ^* , θ^* , λ_1 dipendono, in generale, dalla durata dell'evento.

Le indagini svolte al terzo livello di regionalizzazione hanno consentito di individuare una relazione di tipo monomio tra il valore della pioggia indice $\mu(\tau)$ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) e quello della durata τ , i cui coefficienti sono funzione del valore della media μ_g della pioggia giornaliera nel medesimo sito. Esprimendo la durata τ in ore e l'altezza di pioggia in mm, questa relazione risulta:

$$\mu(\tau) = a_1 \cdot \tau^{n_1}$$

, nella quale i coefficienti a_1 ed n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g :

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \mu_g / (0.886 \cdot 24^{n_1}) \\
 n_1 &= -0.493 + 0.476 \cdot \log(\mu_g)
 \end{aligned}$$

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 27
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

L'altezza di pioggia $h(\tau)[Tr]$ di durata τ con assegnato periodo di ritorno Tr in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $K(\tau)[Tr] = a_2 \tau^{n_2}$:

$$h(\tau)[Tr] = \mu(\tau) \cdot K(\tau)[Tr] = (a_1 a_2) \tau^{(n_1 + n_2)}$$

nella quale i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le seguenti relazioni, distinte per sottozona, per differenti Tr e τ :

a) Per tempi di ritorno $Tr \leq 10$ anni

SZO1	$a_2 = 0.66105 + 0.85994 \cdot \text{Log}_{10} Tr$ $n_2 = -1.3558 \cdot 10^{-4} - 1.3660 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}_{10} Tr$
SZO2	$a_2 = 0.64767 + 0.89360 \cdot \text{Log}_{10} Tr$ $n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Log}_{10} Tr$
SZO3	$a_2 = 0.62408 + 0.95234 \cdot \text{Log}_{10} Tr$ $n_2 = -2.5392 \cdot 10^{-2} + 4.7188 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}_{10} Tr$

b) Per tempi di ritorno $Tr > 10$ anni

SZO1	$a_2 = 0.46378 + 1.0386 \cdot \text{Log}_{10} Tr$ $n_2 = -0.18449 + 0.23032 \cdot \text{Log}_{10} Tr - 3.3330 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}_{10} Tr)^2$ per $\tau \leq 1 \text{ hr}$ $n_2 = -1.0563 \cdot 10^{-2} - 7.9034 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}_{10} Tr$ per $\tau \geq 1 \text{ hr}$
SZO2	$a_2 = 0.44182 + 1.0817 \cdot \text{Log}_{10} Tr$ $n_2 = -0.18676 + 0.24310 \cdot \text{Log}_{10} Tr - 3.5453 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}_{10} Tr)^2$ per $\tau \leq 1 \text{ hr}$ $n_2 = -5.6593 \cdot 10^{-3} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}_{10} Tr$ per $\tau \geq 1 \text{ hr}$
SZO3	$a_2 = 0.41273 + 1.1370 \cdot \text{Log}_{10} Tr$ $n_2 = -0.19055 + 0.25937 \cdot \text{Log}_{10} Tr - 3.8160 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}_{10} Tr)^2$ per $\tau \leq 1 \text{ hr}$ $n_2 = 1.5878 \cdot 10^{-2} + 7.6250 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}_{10} Tr$ per $\tau \geq 1 \text{ hr}$.

La definizione della sottozona di riferimento delle aree di progetto si basa sulla carta riportata in Figura 3-2, dove deduce che la sottozona di riferimento per i calcoli pluviometrici è la SZO 2.

La pioggia indice giornaliera μ_g viene stimata sulla base della carta delle isoiete riportata in Figura 3-3. I valori di questo parametro per i bacini idrografici afferenti alle opere di

attraversamento idraulico dell'impianto agrivoltaico in progetto sono pari a 50 mm, come visibile nel dettaglio della carta riportato in Figura 3-2 e Figura 3-3.

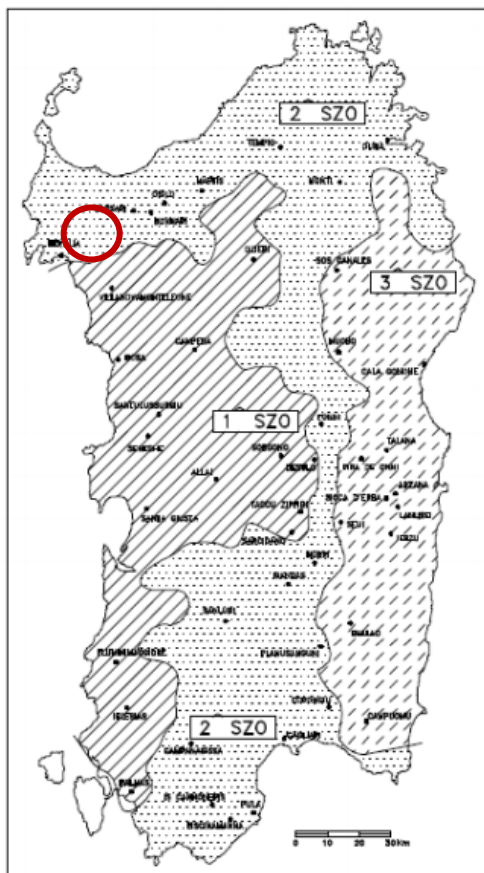


Figura 3-2 – Suddivisione delle sottoregioni omogenee della Regione Sardegna secondo il modello TCEV (il cerchio in rosso scuro evidenzia l'area di studio)

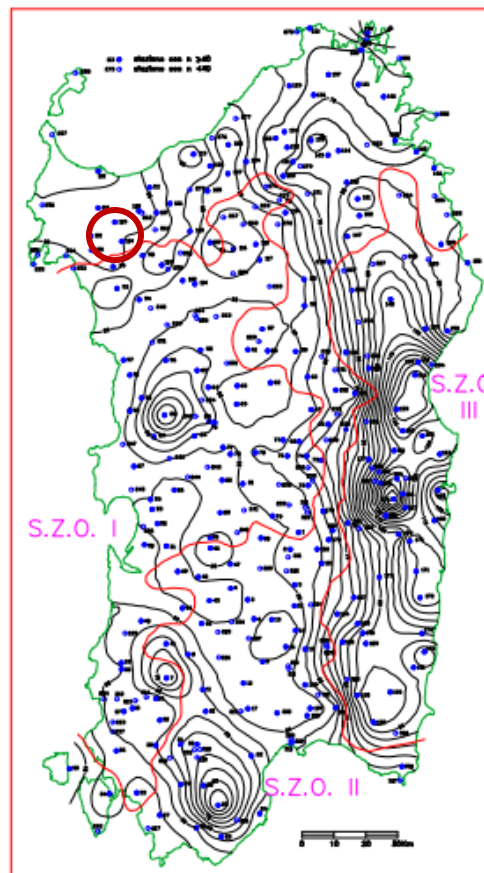


Figura 3-3 – Carta delle isoiete per identificare la pioggia indice giornaliera espressa in [mm] (il cerchio in rosso scuro evidenzia l'area di studio)

L'applicazione del modello di calcolo per la stima della massima precipitazione, esposto nel presente paragrafo, fornisce i seguenti valori di altezza pluviometrica (Tabella 3-23), i quali esprimono le Curve di Possibilità Pluviometrica per $T_r=10, 200$ anni graficate in Figura 3-4.

Tabella 3-23: Valori delle Curve di Possibilità Pluviometrica per $T_r=10, 200$ anni riferite ai bacini oggetto di studio

	Tr=10 anni	Tr=200 anni
durata precipitazione - t [h]	altezza precipitazione - h [mm]	altezza precipitazione - h [mm]
0.5	25.72	42.86
0.75	29.17	52.51
1	31.89	60.64

	Tr=10 anni	Tr=200 anni
durata precipitazione - t [h]	altezza precipitazione - h [mm]	altezza precipitazione - h [mm]
3	44.83	84.38
6	55.58	103.93
12	68.90	128.01
15.00	73.84	136.89
20.00	80.73	149.26
24.00	85.42	157.67

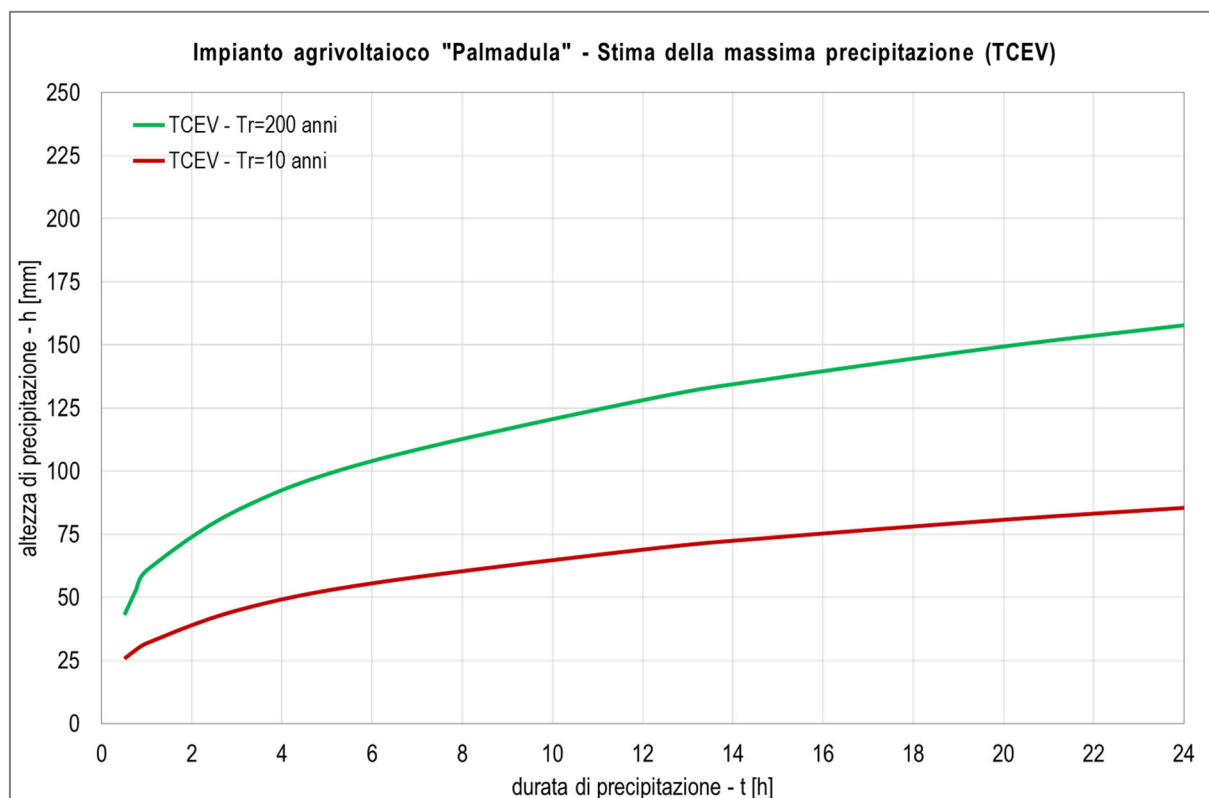


Figura 3-4: Curve di Possibilità Pluviometrica per Tr=10, 200 anni riferita ai bacini oggetto di studio

3.3. Metodo di stima della precipitazione netta

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso in alveo. Se l'entità di pioggia è inferiore alla capacità di infiltrazione, l'infiltrazione coinciderà con la pioggia stessa; nel caso contrario l'infiltrazione coinciderà con la capacità di infiltrazione e l'eccesso di pioggia rispetto a questa darà luogo al deflusso superficiale o ruscellamento. Risulta quindi fondamentale conoscere il valore della capacità di infiltrazione dei diversi suoli, nelle varie condizioni.

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 30
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Nella presente analisi si sceglie di applicare un metodo di stima della precipitazione netta per calcolare di conseguenza il coefficiente di deflusso come rapporto tra la precipitazione netta e quella lorda ottenuta con le Curve di Possibilità Pluviometrica nei bacini di superficie superiore ai 2 km². In questo modo è possibile considerare le caratteristiche più variabili dei bacini idrografici di dimensioni maggiori, in confronto a quelli meno estesi, dove si può opportunamente fissare un coefficiente di deflusso a priori.

Il metodo utilizzato per il calcolo della precipitazione netta è quello del “Curve Number” (CN) del Soil Conservation Service. Questa procedura, sviluppata nel 1972, viene ormai largamente utilizzata per l’interpretazione della dinamica temporale delle perdite, anche se originariamente non fu proposta a tale scopo.

La procedura si basa sull’utilizzo della seguente equazione:

$$h_{netta}(t) = \frac{[H(t) - I]^2}{H(t) - I + S}$$

nella quale:

- $h_{netta}(t)$ è l’altezza di pioggia netta di durata t ;
- $H(t)$ è l’altezza di pioggia lorda di stessa durata t ;
- S è l’altezza d’acqua massima immagazzinabile nel terreno a saturazione;
- I è l’assorbimento iniziale, che viene assunto usualmente pari a $0.2 \cdot S$.

Il valore di S dipende dal valore del parametro CN , caratteristico del terreno, attraverso la relazione:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

I valori del CN vengono normalmente determinati in funzione delle caratteristiche di permeabilità del terreno e dell’uso del suolo dello stesso. Riguardo la permeabilità, il SCS distingue quattro diversi tipi di suolo le cui caratteristiche sono riportate nella Tabella 3-24.

Con riferimento a condizioni standard di umidità del terreno agli inizi dell’evento di pioggia (“AMC”, Antecedent Moisture Condition, di classe II) vengono riportati in letteratura i valori del CN per i diversi usi del suolo possibili sul territorio di un bacino idrografico. Per condizioni antecedenti l’evento di precipitazione molto umide (AMC di classe III) o molto asciutte (AMC di classe I) i valori del parametro CN vanno modificati in relazione alle curve e tabelle sperimentali determinate dal Soil Conservation Service.

Tabella 3-24 – Caratteristiche dei suoli secondo il Soil Conservation Service

TIPO DEL SUOLO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde e molto permeabili
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa Comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità d'infiltrazione anche a saturazione
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità d'argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità d'infiltrazione a saturazione
D	Potenzialità di deflusso molto alta Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Per tali curve è stata determinata anche una funzione di interpolazione, per renderne più agevole l'utilizzo.

$$CN_{AMCI} = \frac{4.2 \cdot CN}{10 - 0.058 \cdot CN}$$

$$CN_{AMCIII} = \frac{23 \cdot CN}{10 + 0.13 \cdot CN}$$

3.4. Durata di precipitazione critica

La durata di pioggia critica si assume pari al tempo di corrivazione (t_{corr}), che è ricavabile dal confronto di diverse espressioni empiriche. Per il calcolo del tempo di corrivazione si confrontano i valori ottenuti dall'applicazione di diverse formule, valide per bacini di piccole dimensioni, quali Pasini, Viparelli, Ventura, SCS e Kirpich (quest'ultimo considerato per i soli bacini con area inferiore ad 0.08 km²).

- Formula di **Viparelli** - Ottenuta da bacini pedemontani è stata calcolata ponendo in relazione a velocità dell'acqua, pendenze medie e tipologia dei terreni:

$$t_{corr}[h] = \frac{L}{3.6 \cdot V}$$

- Formula di **Ventura** - Valida per bacini con A < 40 km²:

$$t_{corr}[h] = 0.1272 \cdot \left(\frac{A}{i_{asta}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

- Formula **Kirpich** - pendenze tra 0,03 e 0,1 e superficie tra 0,4 e 45 ha. Usata per bacini urbani e rurali fino a 80 ha. 1940 - California Highways and Public Works:

$$t_{corr}[h] = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \cdot \left[\frac{H_{max} - H_s}{1000 \cdot L} \right]^{-0.385}$$

- Seconda formula di **Pasini** - Valida per bacini con A < 40 km²:

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 32
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

$$t_{corr}[h] = \frac{0,108(A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_{asta}}}$$

- Formula di **Pezzoli** - Studiata su piccoli bacini montani piemontesi. Valida per bacini di superficie $A < 20 \text{ km}^2$:

$$t_{corr}[h] = \frac{0,055 \cdot L}{\sqrt{i_{asta}}}$$

- Formula **Soil Conservation Service** - Calcolata per piccoli bacini rurali degli Stati Uniti. Tende a sottostimare il tempo di corrivazione:

$$t_{corr}[h] = \frac{0.00227 \cdot (1000 \cdot L)^{0,8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}}{\sqrt{100 \cdot i_{bacino}}}$$

Le formule su esposte considerano le seguenti grandezze:

- $A [\text{km}^2]$ è l'area del bacino
- $t_{corr} [h]$ è il tempo di corrivazione
- i_{asta} è la pendenza media dell'asta principale
- i_{bacino} è la pendenza media del bacino
- $L [km]$ è la lunghezza dell'asta principale
- $H_{max} [m \text{ s. m. m.}]$ è la quota massima del bacino
- $H_m [m \text{ s. m. m.}]$ è la quota media del bacino
- $H_s [m \text{ s. m. m.}]$ è la quota della sezione di chiusura
- $V [m/s]$ è la velocità media di scorrimento assunta pari a 1.0 m/s.

3.4.1. Lotto Canaglia 1

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Canaglia 1 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-25: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Canaglia 1

Formula tempo di corrivazione	301	302	303	304	305	356
Viparelli [h]	0.51	0.61	0.08	0.04	0.14	0.13
Ventura [h]	0.64	0.74	0.11	0.09	0.17	0.13
Kirpich [h]	-	-	0.05	0.02	-	0.09
Pasini [h]	0.62	0.74	0.10	0.07	0.15	0.13
Pezzoli [h]	0.41	0.52	0.05	0.03	0.09	0.09
SCS [h]	0.51	0.60	0.10	0.07	0.17	0.18
media personalizzata [h]	0.54	0.64	0.08	0.05	0.14	0.13

3.4.2. Lotto La Corte 1

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto La Corte 1 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-26: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 1

Formula tempo di corrivazione	209
Viparelli [h]	0.22
Ventura [h]	0.15
Kirpich [h]	-
Pasini [h]	0.15
Pezzoli [h]	0.10
SCS [h]	0.39
media personalizzata [h]	0.20

3.4.3. Lotto La Corte 3

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto La Corte 3 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-27: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 3

Formula tempo di corrivazione	202	203
Viparelli [h]	0.08	0.08
Ventura [h]	0.20	0.32
Kirpich [h]	0.11	-
Pasini [h]	0.18	0.28
Pezzoli [h]	0.11	0.14
SCS [h]	0.61	0.68
media personalizzata [h]	0.22	0.30

3.4.4. Lotto La Corte 4

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto La Corte 4 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-28: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 4

Formula tempo di corrivazione	204	205	206	207
Viparelli [h]	0.67	0.06	0.61	0.19
Ventura [h]	0.51	0.07	0.49	0.12
Kirpich [h]	-	0.04	-	-
Pasini [h]	0.55	0.06	0.51	0.11
Pezzoli [h]	0.44	0.03	0.39	0.07
SCS [h]	0.50	0.09	0.46	0.14
media personalizzata [h]	0.53	0.06	0.49	0.13

3.4.5. Lotto La Corte 5

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto La Corte 5 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-29: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto La Corte 5

Formula tempo di corrivazione	201	208	210	211
Viparelli [h]	0.07	0.50	0.01	0.47
Ventura [h]	0.06	0.36	0.02	0.35
Kirpich [h]	0.04	-	0.01	-
Pasini [h]	0.06	0.38	0.02	0.36
Pezzoli [h]	0.04	0.30	0.00	0.28
SCS [h]	0.10	0.42	0.03	0.40
media personalizzata [h]	0.06	0.39	0.02	0.37

3.4.6. Lotto Palmadula 1

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 1 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-30: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 1

Formula tempo di corrivazione	345	372	373	374	375	376
Viparelli [h]	1.44	0.32	0.37	0.03	0.03	0.06
Ventura [h]	1.48	0.44	0.54	0.06	0.04	0.07
Kirpich [h]	-	-	-	0.03	0.02	0.04
Pasini [h]	1.65	0.45	0.53	0.05	0.03	0.06
Pezzoli [h]	1.45	0.33	0.37	0.02	0.01	0.03
SCS [h]	1.19	0.35	0.39	0.06	0.05	0.09
media personalizzata [h]	1.44	0.38	0.44	0.04	0.03	0.06

3.4.7. Lotto Palmadula 2

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 2 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-31: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 2

Formula tempo di corrivazione	346	377
Viparelli [h]	0.04	0.03
Ventura [h]	0.13	0.05
Kirpich [h]	0.06	0.02
Pasini [h]	0.11	0.04
Pezzoli [h]	0.05	0.02
SCS [h]	0.21	0.05
media personalizzata [h]	0.10	0.03

3.4.8. Lotto Palmadula 3

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 3 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-32: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 3

Formula tempo di corrivazione	347
Viparelli [h]	1.68
Ventura [h]	1.65
Kirpich [h]	-
Pasini [h]	1.90
Pezzoli [h]	1.79
SCS [h]	1.33
media personalizzata [h]	1.67

3.4.9. Lotto Palmadula 4

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 4 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-33: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 4

Formula tempo di corrivazione	344	362
Viparelli [h]	0.07	0.08
Ventura [h]	0.09	0.11
Kirpich [h]	0.04	0.05
Pasini [h]	0.08	0.10
Pezzoli [h]	0.04	0.06
SCS [h]	0.08	0.10
media personalizzata [h]	0.07	0.08

3.4.10. Lotto Palmadula 5

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 5 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-34: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (1/2)

Formula tempo di corrivazione	325	330	331	335	336	337	338	339	340
Viparelli [h]	1.39	0.39	0.30	0.18	0.10	0.02	0.07	0.05	0.04
Ventura [h]	2.70	0.47	0.36	0.22	0.12	0.05	0.10	0.06	0.05
Kirpich [h]	-	-	-	-	0.06	0.01	0.04	0.03	0.03
Pasini [h]	2.64	0.49	0.37	0.21	0.11	0.03	0.08	0.05	0.04
Pezzoli [h]	1.79	0.37	0.28	0.15	0.07	0.01	0.05	0.03	0.02
SCS [h]	1.16	0.48	0.39	0.23	0.13	0.04	0.09	0.07	0.07
media personalizzata [h]	1.94	0.44	0.34	0.20	0.10	0.03	0.07	0.05	0.04

Tabella 3-35: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 5 (2/2)

Formula tempo di corrivazione	341	343	357	358	359	360	361	363	369
Viparelli [h]	0.07	0.10	0.12	1.08	1.11	1.22	0.21	0.31	0.04
Ventura [h]	0.10	0.15	0.20	2.28	0.46	2.43	0.20	0.44	0.08
Kirpich [h]	0.04	-	0.12	-	-	-	-	-	0.08
Pasini [h]	0.09	0.13	0.20	2.12	0.74	2.32	0.20	0.43	0.07
Pezzoli [h]	0.04	0.07	0.14	1.29	1.36	1.49	0.15	0.29	0.05
SCS [h]	0.09	0.11	0.29	0.94	0.97	1.00	0.23	0.39	0.08
media personalizzata [h]	0.07	0.11	0.18	1.54	0.93	1.69	0.20	0.37	0.06

3.4.11. Lotto Palmadula 6

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 6 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-36: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 6

Formula tempo di corrivazione	309	310	324	326	327	328	329
Viparelli [h]	0.02	0.14	0.11	0.15	0.16	0.03	0.10
Ventura [h]	0.07	0.15	0.13	0.15	0.17	0.05	0.15
Kirpich [h]	0.01	-	-	-	-	0.02	-
Pasini [h]	0.05	0.15	0.12	0.15	0.18	0.04	0.14
Pezzoli [h]	0.02	0.11	0.08	0.10	0.14	0.01	0.08
SCS [h]	0.04	0.19	0.14	0.18	0.20	0.05	0.15
media personalizzata [h]	0.03	0.15	0.12	0.15	0.17	0.03	0.12

3.4.12. Lotto Palmadula 7

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 7 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-37: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 7

Formula tempo di corrivazione	311	312	313	314	315
Viparelli [h]	0.20	0.03	0.10	0.10	0.08
Ventura [h]	0.21	0.11	0.10	0.19	0.13
Kirpich [h]	-	0.03	0.06	-	0.06
Pasini [h]	0.22	0.08	0.10	0.17	0.12
Pezzoli [h]	0.16	0.03	0.06	0.10	0.07
SCS [h]	0.27	0.08	0.14	0.15	0.13
media personalizzata [h]	0.21	0.06	0.09	0.14	0.10

3.4.13. Lotto Palmadula 8

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 8 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-38: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (1/2)

Formula tempo di corrivazione	307	308	316	317	318	319	320
Viparelli [h]	0.02	0.04	0.05	0.24	0.14	0.01	0.03
Ventura [h]	0.02	0.07	0.08	0.31	0.13	0.02	0.04
Kirpich [h]	0.02	0.02	0.03	-	0.09	0.01	0.01
Pasini [h]	0.02	0.05	0.06	0.29	0.14	0.02	0.03
Pezzoli [h]	0.01	0.02	0.03	0.18	0.11	0.01	0.01
SCS [h]	0.03	0.07	0.07	0.23	0.17	0.02	0.03
media personalizzata [h]	0.02	0.05	0.05	0.25	0.13	0.01	0.02

Tabella 3-39: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 8 (2/2)

Formula tempo di corrivazione	321	322	323	366	367	368
Viparelli [h]	0.01	0.22	0.26	0.08	0.06	0.02
Ventura [h]	0.05	0.22	0.19	0.10	0.06	0.07
Kirpich [h]	0.01	-	-	0.04	0.03	0.03
Pasini [h]	0.03	0.21	0.22	0.08	0.05	0.06
Pezzoli [h]	0.01	0.14	0.20	0.04	0.03	0.02
SCS [h]	0.02	0.21	0.28	0.10	0.07	0.05
media personalizzata [h]	0.02	0.20	0.23	0.07	0.05	0.04

3.4.14. Lotto Palmadula 9

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 9 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-40: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 9

Formula tempo di corrivazione	332	333	334	348	349	350	351	364	365	370
Viparelli [h]	0.17	0.21	0.25	0.08	0.14	0.24	0.08	0.13	0.01	0.03
Ventura [h]	0.21	0.27	0.32	0.15	0.20	0.28	0.10	0.15	0.04	0.05
Kirpich [h]	-	-	-	-	-	-	0.05	0.09	0.02	0.03
Pasini [h]	0.20	0.27	0.32	0.13	0.19	0.28	0.09	0.15	0.03	0.04
Pezzoli [h]	0.14	0.20	0.22	0.06	0.11	0.19	0.05	0.11	0.01	0.02
SCS [h]	0.23	0.33	0.34	0.10	0.16	0.22	0.09	0.23	0.28	0.05
media personalizzata [h]	0.19	0.25	0.29	0.10	0.16	0.24	0.08	0.14	0.06	0.04

3.4.15. Lotto Palmadula 10

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Palmadula 10 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-41: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Palmadula 10

Formula tempo di corrivazione	352	353	354	355
Viparelli [h]	0.08	0.41	0.31	0.28
Ventura [h]	0.19	0.39	0.32	0.31
Kirpich [h]	0.08	-	-	-
Pasini [h]	0.16	0.40	0.34	0.32
Pezzoli [h]	0.09	0.30	0.27	0.24
SCS [h]	0.18	0.36	0.37	0.33
media personalizzata [h]	0.13	0.37	0.32	0.30

3.4.16. Lotto San Giorgio 1

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto San Giorgio 1 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-42: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto San Giorgio 1

Formula tempo di corrivazione	306
Viparelli [h]	0.36
Ventura [h]	0.27
Kirpich [h]	-
Pasini [h]	0.28
Pezzoli [h]	0.21
SCS [h]	0.52
media personalizzata [h]	0.33

3.4.17. Lotto Scala Erre 1

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Scala Erre 1 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-43: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 1

Formula tempo di corrivazione	403	405	406	407	408	409	410	411	412	413
Viparelli [h]	0.47	0.31	0.06	0.14	0.13	0.16	0.21	0.28	0.05	0.58
Ventura [h]	1.00	0.64	0.08	0.26	0.23	0.26	0.27	0.48	0.09	0.95
Kirpich [h]	-	-	0.05	-	-	-	-	-	0.04	-
Pasini [h]	1.04	0.59	0.07	0.24	0.23	0.25	0.28	0.46	0.07	1.05
Pezzoli [h]	0.80	0.37	0.05	0.14	0.15	0.17	0.22	0.30	0.03	0.89
SCS [h]	0.67	0.54	0.15	0.28	0.38	0.26	0.33	0.45	0.10	0.79
media personalizzata [h]	0.80	0.49	0.08	0.21	0.22	0.22	0.26	0.39	0.06	0.85

3.4.18. Lotto Scala Erre 2

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Scala Erre 2 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-44: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 2

Formula tempo di corrivazione	402	415	416	417	418
Viparelli [h]	0.34	0.03	0.01	0.03	0.06
Ventura [h]	1.00	0.09	0.08	0.09	0.11
Kirpich [h]	-	-	-	-	-
Pasini [h]	0.97	0.08	0.05	0.07	0.09
Pezzoli [h]	0.65	0.03	0.01	0.03	0.05
SCS [h]	0.50	0.09	0.04	0.07	0.12
media personalizzata [h]	0.69	0.06	0.04	0.05	0.08

3.4.19. Lotto Scala Erre 3

I tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici del lotto Scala Erre 3 e la media personalizzata, che è il valore scelto per le analisi idrauliche, sono riportati di seguito.

Tabella 3-45: Tempi di corrivazione calcolati per i bacini idrografici considerati nel lotto Scala Erre 3

Formula tempo di corrivazione	401
Viparelli [h]	0.07
Ventura [h]	0.21
Kirpich [h]	-
Pasini [h]	0.16
Pezzoli [h]	0.07
SCS [h]	0.23
media personalizzata [h]	0.15

 TECNICA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 40
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

3.5. Calcolo delle portate di progetto

La portata di progetto per la verifica delle opere di attraversamento è stata calcolata con l'applicazione del metodo razionale, secondo il quale la portata determinata da una pioggia di intensità:

$$i[t, Tr] = h/t \quad [mm/h]$$

, con t tempo di pioggia e h l'altezza di precipitazione corrispondente con un prefissato tempo di ritorno, è data da:

$$Q = i[t, Tr] \cdot \Phi \cdot A / 3.6$$

con:

- $A [km^2]$ è l'area del bacino
- $\Phi [-]$ è il coefficiente di deflusso del bacino

Il metodo razionale è una formula che, sotto alcune ipotesi, permette la stima della portata al colmo di piena che un evento di pioggia di determinato tempo di ritorno può produrre in una data sezione di chiusura di un bacino idrografico; viene utilizzata nella progettazione dei collettori fognari e dei canali artificiali, oltre che nella verifica della capacità idraulica degli alvei fluviali. La formula dà risultati verosimili nel caso di tratti fluviali per i quali possa ritenersi trascurabile l'effetto di laminazione delle portate di piena.

Per massimizzare il valore della portata viene inoltre assunta l'ipotesi che la durata di pioggia t sia pari al tempo di corrivazione t_{corr} , cioè il tempo in cui tutta la superficie del bacino concorre alla produzione del deflusso alla sezione di chiusura.

Il coefficiente di deflusso è stato considerato in due modi differenti in funzione della grandezza dei bacini idrografici:

- pari a 0.6 per tutti i bacini di superficie $A < 2 km^2$;
- pari ad un valore variabile in funzione del metodo SCS-CN per tutti i bacini di superficie $A > 2 km^2$. Il coefficiente di deflusso viene calcolato come rapporto tra la precipitazione netta stimata con questo metodo e la precipitazione lorda ottenuta dalle Curve di Possibilità Pluviometrica. Il Curve Number viene impostato con condizioni standard di umidità del terreno, vale a dire il cosiddetto CN II.

 TECNICA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 41
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Tabella 3-46: Valori delle portate di progetto calcolate con il metodo razionale tutti i bacini di riferimento (* indica la portata calcolata con il coefficiente di deflusso ottenuto in funzione del metodo SCS-CN)

ID opera di continuità idraulica	Lotto	Q _{MAX} [m ³ /s] Tr=200 anni	ID opera di continuità idraulica	Lotto	Q _{MAX} [m ³ /s] Tr=200 anni	ID opera di continuità idraulica	Lotto	Q _{MAX} [m ³ /s] Tr=200 anni
301	Canaglia 1	21.55	343	Palmadula 5	3.52	350	Palmadula 9	5.91
302	Canaglia 1	22.93	357	Palmadula 5	1.81	351	Palmadula 9	2.60
303	Canaglia 1	2.16	358	Palmadula 5	42.48*	364	Palmadula 9	2.04
304	Canaglia 1	1.69	359	Palmadula 5	3.58	365	Palmadula 9	0.46
305	Canaglia 1	3.93	360	Palmadula 5	43.92*	370	Palmadula 9	0.61
356	Canaglia 1	2.23	361	Palmadula 5	3.82	352	Palmadula 10	2.16
209	La Corte 1	5.79	363	Palmadula 5	8.68	353	Palmadula 10	11.23
202	La Corte 3	1.29	369	Palmadula 5	0.82	354	Palmadula 10	5.95
203	La Corte 3	1.58	309	Palmadula 6	0.94	355	Palmadula 10	5.89
204	La Corte 4	20.01	310	Palmadula 6	2.41	306	San Giorgio 1	9.20
205	La Corte 4	1.74	324	Palmadula 6	2.63	403	Scala Erre 1	9.52
206	La Corte 4	20.12	326	Palmadula 6	3.14	405	Scala Erre 1	9.91
207	La Corte 4	7.07	327	Palmadula 6	2.52	406	Scala Erre 1	1.07
201	La Corte 5	1.31	328	Palmadula 6	1.44	407	Scala Erre 1	3.71
208	La Corte 5	13.60	329	Palmadula 6	2.57	408	Scala Erre 1	2.18
210	La Corte 5	1.14	311	Palmadula 7	3.53	409	Scala Erre 1	3.19
211	La Corte 5	13.65	312	Palmadula 7	1.54	410	Scala Erre 1	3.40
345	Palmadula 1	24.61*	313	Palmadula 7	2.01	411	Scala Erre 1	7.78
372	Palmadula 1	7.05	314	Palmadula 7	2.48	412	Scala Erre 1	1.77
373	Palmadula 1	10.66	315	Palmadula 7	2.04	413	Scala Erre 1	10.28
374	Palmadula 1	0.98	307	Palmadula 8	0.37	402	Scala Erre 2	8.01
375	Palmadula 1	0.88	308	Palmadula 8	1.40	415	Scala Erre 2	0.85
376	Palmadula 1	1.55	316	Palmadula 8	2.51	416	Scala Erre 2	1.05
346	Palmadula 2	0.90	317	Palmadula 8	7.79	417	Scala Erre 2	0.96
377	Palmadula 2	0.83	318	Palmadula 8	2.02	418	Scala Erre 2	1.31
347	Palmadula 3	25.40*	319	Palmadula 8	0.94	401	Scala Erre 3	2.41
344	Palmadula 4	2.25	320	Palmadula 8	1.86			
362	Palmadula 4	2.16	321	Palmadula 8	1.17			
325	Palmadula 5	45.89*	322	Palmadula 8	6.49			
330	Palmadula 5	8.74	323	Palmadula 8	2.91			
331	Palmadula 5	6.19	366	Palmadula 8	2.81			
335	Palmadula 5	3.96	367	Palmadula 8	1.83			
336	Palmadula 5	2.13	368	Palmadula 8	1.37			
337	Palmadula 5	2.83	332	Palmadula 9	3.82			
338	Palmadula 5	2.08	333	Palmadula 9	3.74			
339	Palmadula 5	1.45	334	Palmadula 9	5.81			
340	Palmadula 5	0.86	348	Palmadula 9	2.83			
341	Palmadula 5	2.65	349	Palmadula 9	3.83			

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 42
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

4. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica è incentrata su due temi principali:

- descrizione ed il calcolo di dimensionamento degli attraversamenti sulle incisioni presenti nelle aree di progetto, intercettate dalle piste di servizio da realizzare all'interno dei campi fotovoltaici;
- Dimensionamento e verifica delle opere di raccolta delle acque in corrispondenza della sottostazione elettrica.

4.1. Invarianza idraulica

Il presente progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico, ossia un sistema in cui si implementano la produzione di energia mediante fonti rinnovabili (solare) e la produzione agricola.

Al fine di mantenere la vocazione agricola delle aree in oggetto, i pannelli fotovoltaici sono installati su dei pali che mantengono il pannello staccato dal terreno, a quote superiori al metro, per permettere la coltivazione e la piantumazione del terreno sottostante. L'intervento pertanto **non prevede l'impermeabilizzazione** delle aree attualmente coltivate, che verranno mantenute come tali anche dopo la realizzazione dell'intervento.

4.2. Verifica idraulica degli attraversamenti

I coefficienti di deflusso allo stato attuale del terreno non vengono alterati. Non è pertanto richiesta una valutazione dell'invarianza idraulica per l'area di intervento.

I valori delle portate di progetto ottenuti nell'analisi idrologica vengono utilizzati per il dimensionamento delle opere di attraversamento delle strade di servizio previste nel progetto dell'impianto agrivoltaico di Palmadula.

Il dimensionamento dei manufatti adottati è stato condotto con la formula di Gauckler-Strickler, considerando l'instaurarsi del moto uniforme all'interno del manufatto:

$$Q = AK_s R_h^{2/3} i_f^{1/2}$$

nella quale sono state considerate le seguenti variabili:

- $A [m^2]$ è la sezione di deflusso;
- $K_s [m^{1/3}/s]$ è il Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto è pari a $70 m^{1/3}/s$, considerando l'opera di attraversamento in calcestruzzo in condizioni di usura dopo anni di servizio;

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 43
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

- $R_h [m]$ è il raggio idraulico;
- $i_f [-]$ è la pendenza del canale, assunta pari al 2 %, che risulta coerente con le pendenze delle aste fluviali considerate nei tratti in corrispondenza delle sezioni di chiusura.

Per uniformità di realizzazione si sono verificati 4 tipologici di opere di attraversamento. Come si vedrà nel seguito, tali tipologici sono stati adottati suddividendo le opere di continuità idraulica in modo da ottenere condizioni sui tiranti idraulici ed il franco, che consentano di rispettare la normativa. Tali tipologici sono:

- Attraversamento con tombino circolare Ø1000;
- Attraversamento con tombino circolare Ø1500;
- Attraversamento con tombino scatolare 2x2 m;
- Attraversamento con tombino scatolare 4x2 m.

Il franco di sicurezza, come anticipato nel capitolo 2, si fa riferimento alle NTC 2018, capitolo 5 - Ponti, C.5.1.2.3, secondo cui nei tombini con deflusso a pelo libero il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0.50 m. Tale condizione si applica se la portata di progetto con $Tr = 200$ anni risulta inferiore a 50 m³/s, condizione che viene rispettata per tutte le opere di continuità idraulica considerate nel presente studio (Tabella 3-46).

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 44
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

4.2.1. Attraversamento con tombino circolare Ø1000

Questo tipologico viene adottato per le sezioni di chiusura degli n. 16 bacini nei quali la massima portata di progetto duecentennale risulta essere quella del bacino 312 pari a $Q = 1.54 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con l'applicazione della formula di moto uniforme per il tombino alla chiusura del bacino 312 si ottiene un tirante idraulico interno pari a 0.50 m, come visibile nella seguente Figura 4-1.

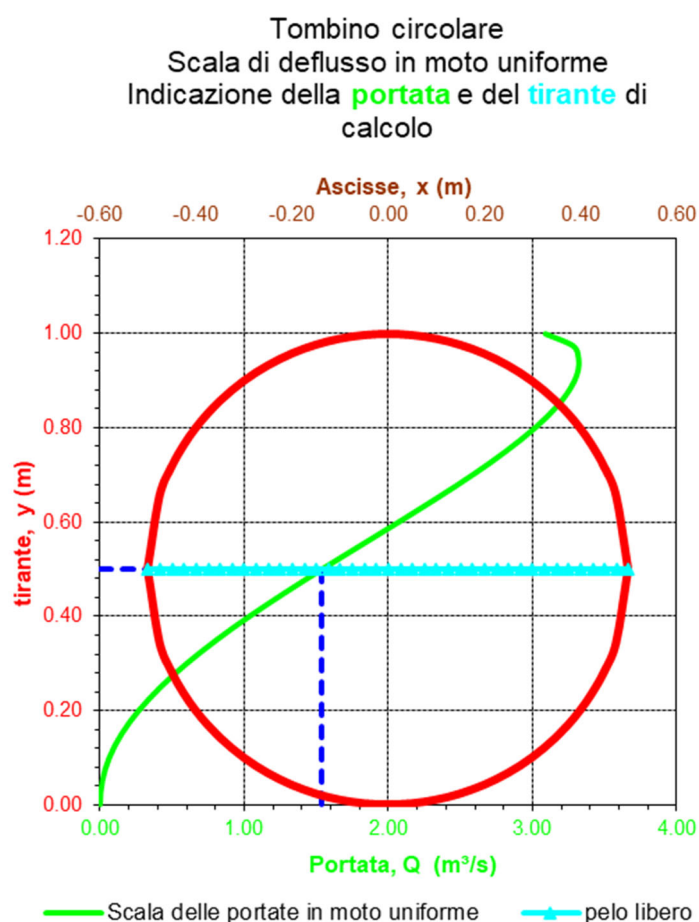


Figura 4-1 – Verifica tombino circolare Ø1000

Il franco di sicurezza sulla piena di progetto è pari a 0.50 m, che è la condizione minima da rispettare da normativa. Il tirante idraulico di 0.50 m non supera in ogni caso i 2/3 dell'altezza della sezione.

I numeri identificativi delle opere di continuità idraulica per cui si prevede questo tipologico sono riassunti in Tabella 4-1.

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 45
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Tabella 4-1: Opere di continuità idraulica (tombino circolare Ø1000) e riferimento del relativo lotto dell'impianto

ID opera di continuità idraulica	Lotto
307	PALMADULA 8
212	LA CORTE 3
404	SCALA ERRE 1
414	SCALA ERRE 1
365	PALMADULA 9
370	PALMADULA 9
369	PALMADULA 5
377	PALMADULA 2
415	SCALA ERRE 2
340	PALMADULA 5
375	PALMADULA 1
346	PALMADULA 2
309	PALMADULA 6
319	PALMADULA 8
417	SCALA ERRE 2
374	PALMADULA 1
416	SCALA ERRE 2
406	SCALA ERRE 1
210	LA CORTE 5
321	PALMADULA 8
202	LA CORTE 3
418	SCALA ERRE 2
201	LA CORTE 5
368	PALMADULA 8
308	PALMADULA 8
328	PALMADULA 6
339	PALMADULA 5
312	PALMADULA 7

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 46
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

4.2.2. Attraversamento con tombino circolare Ø1500

Questo tipologico viene adottato per le sezioni di chiusura degli n. 53 bacini nei quali la massima portata di progetto duecentennale risulta essere quella del bacino 207 pari a $Q = 7.07 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con l'applicazione della formula di moto uniforme per il tombino alla chiusura del bacino 207 si ottiene un tirante idraulico interno pari a 0.99 m, come visibile nella seguente Figura 4-1.

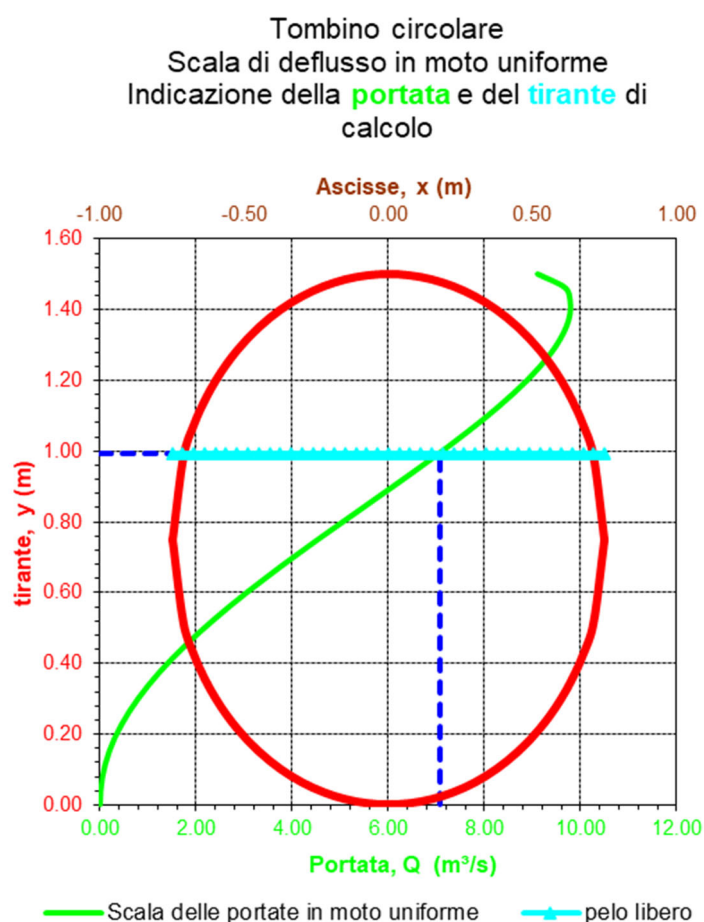


Figura 4-2 – Verifica tombino circolare Ø1500

Il franco di sicurezza sulla piena di progetto è pari a 0.51 m, maggiore della condizione minima da normativa di 0.5 m. Il tirante idraulico di 0.99 m non supera i 2/3 dell'altezza della sezione, pari a 1 m.

I numeri identificativi delle opere di continuità idraulica per cui si prevede questo tipologico sono riassunti in Tabella 4-1.

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 47
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Tabella 4-2: Opere di continuità idraulica (tombino circolare Ø1500) e riferimento del relativo lotto dell'impianto

ID opera di continuità idraulica	Lotto	ID opera di continuità idraulica	Lotto
376	PALMADULA 1	343	PALMADULA 5
203	LA CORTE 3	311	PALMADULA 7
304	CANAGLIA 1	359	PALMADULA 5
205	LA CORTE 4	407	SCALA ERRE 1
412	SCALA ERRE 1	333	PALMADULA 9
357	PALMADULA 5	361	PALMADULA 5
367	PALMADULA 8	332	PALMADULA 9
320	PALMADULA 8	349	PALMADULA 9
313	PALMADULA 7	305	CANAGLIA 1
318	PALMADULA 8	335	PALMADULA 5
364	PALMADULA 9	209	LA CORTE 1
315	PALMADULA 7	334	PALMADULA 9
338	PALMADULA 5	355	PALMADULA 10
336	PALMADULA 5	350	PALMADULA 9
362	PALMADULA 4	354	PALMADULA 10
352	PALMADULA 10	331	PALMADULA 5
303	CANAGLIA 1	322	PALMADULA 8
408	SCALA ERRE 1	372	PALMADULA 1
356	CANAGLIA 1	207	LA CORTE 4
344	PALMADULA 4		
401	SCALA ERRE 3		
310	PALMADULA 6		
314	PALMADULA 7		
316	PALMADULA 8		
327	PALMADULA 6		
329	PALMADULA 6		
351	PALMADULA 9		
324	PALMADULA 6		
341	PALMADULA 5		
366	PALMADULA 8		
337	PALMADULA 5		
348	PALMADULA 9		
323	PALMADULA 8		
326	PALMADULA 6		
409	SCALA ERRE 1		
410	SCALA ERRE 1		

4.2.3. Attraversamento con tombino scatolare 2x2 m

Questo tipologico viene adottato per le sezioni di chiusura dei bacini nei quali la massima portata di progetto duecentennale risulta essere quella del bacino 211 pari a $Q = 13.65 \text{ m}^3/\text{s}$. Con l'applicazione della formula di moto uniforme per il tombino alla chiusura del bacino 211 si ottiene un tirante idraulico pari a 1.07 m, come visibile nella seguente Figura 4-3. Il franco di sicurezza sulla piena di progetto è pari a 0.93 m ed il tirante idraulico di 1.07 m non supera i 2/3 dell'altezza della sezione, pari a 1.33 m.

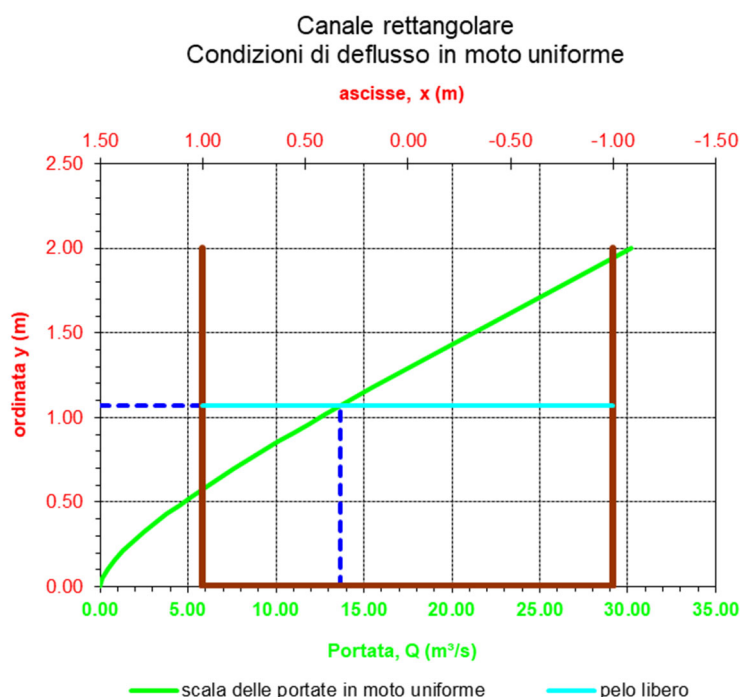


Figura 4-3 – Verifica tombino scatolare 2x2 m

I numeri identificativi delle opere di continuità idraulica per cui si prevede questo tipologico sono riassunti in Tabella 4-1.

Tabella 4-3: Opere di continuità idraulica (tombino scatolare 2x2 m) e riferimento del relativo lotto dell'impianto

ID opera di continuità idraulica	Lotto	ID opera di continuità idraulica	Lotto
411	SCALA ERRE 1	405	SCALA ERRE 1
317	PALMADULA 8	413	SCALA ERRE 1
402	SCALA ERRE 2	373	PALMADULA 1
363	PALMADULA 5	353	PALMADULA 10
330	PALMADULA 5	208	LA CORTE 5
306	SAN GIORGIO 1	211	LA CORTE 5
403	SCALA ERRE 1		

4.2.1. Attraversamento con tombino scatolare 4x2 m

Questo tipologico viene adottato per le sezioni di chiusura dei bacini nei quali la massima portata di progetto duecentennale risulta essere quella del bacino 325 pari a $Q = 45.89 \text{ m}^3/\text{s}$. Con l'applicazione della formula di moto uniforme per il tombino alla chiusura del bacino 325 si ottiene un tirante idraulico pari a 1.33 m, come visibile nella seguente Figura 4-3. Il franco di sicurezza sulla piena di progetto è pari a 0.67 m ed il tirante idraulico di 1.33 m risulta pari al limite normativo, che corrisponde ai 2/3 rispetto all'altezza della sezione da non superare.

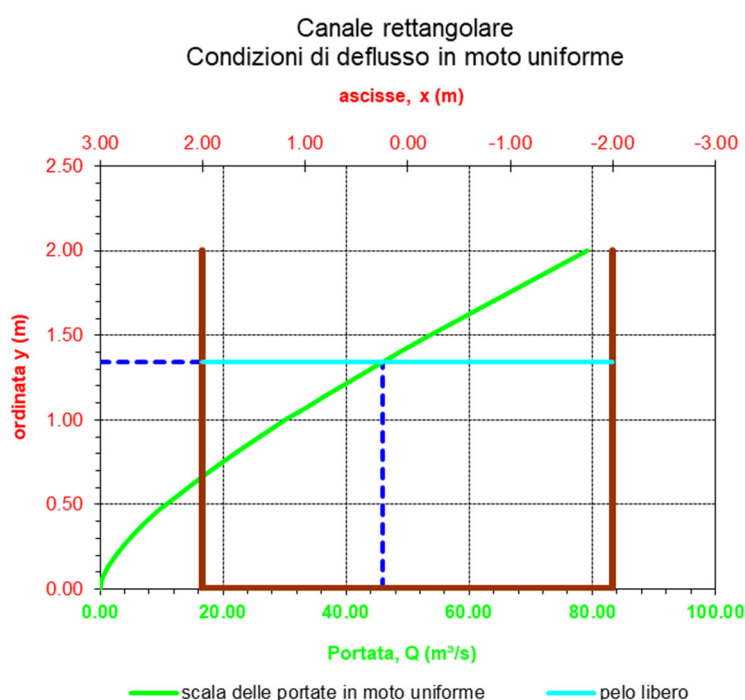


Figura 4-4 – Verifica tombino scatolare 4x2 m

I numeri identificativi delle opere di continuità idraulica per cui si prevede questo tipologico sono riassunti in Tabella 4-1.

Tabella 4-4: Opere di continuità idraulica (tombino scatolare 4x2 m) e riferimento del relativo lotto dell'impianto

ID opera di continuità idraulica	Lotto	ID opera di continuità idraulica	Lotto
204	LA CORTE 4	358	PALMADULA 5
206	LA CORTE 4	360	PALMADULA 5
301	CANAGLIA 1	325	PALMADULA 5
302	CANAGLIA 1		
345	PALMADULA 1		
347	PALMADULA 3		

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 50
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

4.3. Opere di raccolta delle acque in corrispondenza delle sottostazioni elettriche

All'interno delle sottostazioni elettriche sud e nord è presente una viabilità costituita da strade asfaltate, le quali realizzano percorsi chiusi all'interno dei quali sono presenti sia edifici (edificio comandi, edificio servizi ausiliari, edificio magazzino) sia tutti gli elementi che costituiscono la rete elettrica. Queste aree interne rispetto alla viabilità stradale asfaltata sono costituite da fondo in ghiaia.

Il sistema di smaltimento delle acque delle sottostazioni viene previsto per smaltire i seguenti contributi:

- acque meteoriche che si producono sulla superficie della viabilità costituita da strade asfaltate e che vengono raccolte per mezzo di una rete di smaltimento in seguito dettagliata;
- acque provenienti dalle vasche di raccolta oli posizionate al di sotto dei trasformatori, le quali vengono collegate a pozzetti disoleatori, con lo scopo di evitare l'eventuale dispersione di oli a seguito di malfunzionamenti del trasformatore stesso;
- acque provenienti dagli scarichi dei servizi igienici che sono posizionati all'interno dell'edificio comandi.

Lo schema idraulico della SSE sud è costituito da una rete di smaltimento acque che scarica all'esterno della sottostazione stessa nel reticolo idrografico presente, per mezzo di uno scarico posizionato nelle vicinanze dell'angolo nord-est dell'area ed un altro in prossimità dell'angolo sud-ovest. I tre principali contributi delle acque meteoriche sopra menzionati sono raccolti e smaltiti da:

- una rete di smaltimento suddivisa in due parti, ciascuna diretta verso uno dei due scarichi esterni alla sottostazione, costituita da condotte in PVC che presentano dimensioni crescenti dal DN150 al DN300; tale rete raccoglie le acque meteoriche per mezzo di caditoie e sono previsti alcuni pozzetti in corrispondenza dei principali nodi di confluenza dei vari rami;
- i contributi provenienti dalle vasche di raccolta dei trasformatori e degli autotrasformatori vengono ciascuno sollevati con una pompa di modeste dimensioni (in grado di sollevare una portata nell'ordine di 1 l/s con una prevalenza di 4 m) verso pozzetti disoleatori, i quali sono collegati alla rete di smaltimento con condotte DN65 in PEAD;
- il contributo proveniente dagli scarichi dei servizi igienici dell'edificio comandi viene trasferito ad una vasca Imhoff prefabbricata con una capacità di 1000 l, la quale a sua

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 51
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

volta è collegata per mezzo di una condotta DN150 in PEAD alla rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Lo schema idraulico della SSE nord è costituito da un sistema che raccoglie le acque e le trasferisce verso pozzi disperdenti, posizionati in prossimità del perimetro sud del piazzale sul lato opposto a quello dell'ingresso. I tre principali contributi delle acque meteoriche sopra menzionati sono raccolti e smaltiti da:

- una rete di smaltimento costituita da quattro tratti separati di condotte DN150 in PVC, che percorre i quattro tratti delle strade che seguono la direttrice nord-sud; tale rete raccoglie le acque meteoriche per mezzo di caditoie e le convoglia verso i pozzi disperdenti;
- il contributo proveniente dalla vasca di raccolta dell'unico trasformatore presente viene sollevato per mezzo di una pompa di modeste dimensioni (in grado di sollevare una portata nell'ordine di 1 l/s con una prevalenza di 4 m) verso un pozzetto disoleatore attraverso una condotta DN65 in PEAD. Il pozzetto disoleatore è collegato alla rete di smaltimento delle acque meteoriche;
- il contributo proveniente dagli scarichi dei servizi igienici dell'edificio dei servizi ausiliari viene trasferito ad una vasca Imhoff prefabbricata con una capacità di 1000 l, la quale a sua volta è collegata per mezzo di una condotta DN150 in PEAD alla rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Nel seguito vengono dettagliate le caratteristiche delle reti di smaltimento delle acque meteoriche di ciascuna sottostazione e del sistema di pozzi disperdenti presente nella sottostazione nord.

4.3.1. Rete di smaltimento delle acque meteoriche

La rete di smaltimento delle acque meteoriche viene prevista sia per la SSE nord sia per la SSE sud.

Con riferimento alla SSE sud, di maggiori dimensioni, si prevede una rete di raccolta acque meteoriche che scarichi nei corsi d'acqua del reticolo idrografico che transitano all'esterno di quest'area. In particolare, vista la morfologia del territorio si prevede che la rete di smaltimento sia suddivisa in due parti con due scarichi separati:

1. Una porzione di rete raccoglie le acque meteoriche dalle strade interne alla SSE sud e scarica le acque nel canale che transita in prossimità dell'angolo sud-ovest della recinzione, a monte del tombino denominato 363;

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 52
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

2. Una porzione di rete raccoglie le acque meteoriche dalle strade interne alla SSE sud e scarica le acque nel fosso che transita in prossimità dell'angolo nord-est della recinzione e che defluisce più a valle nel canale a monte del tombino denominato 331.

Si ipotizza che il tempo di corrivazione del sistema sia pari a 10 minuti. Per il calcolo delle portate e dei relativi diametri delle condotte di scarico l'area totale è stata suddivisa in differenti categorie, ciascuna inferiore ad un limite di superficie in modo da garantire il deflusso nelle condotte con un grado di riempimento massimo che garantisca un franco di sicurezza.

Applicando la formula del metodo razionale il risultato è riassunto nella seguente Tabella 4-5.

Tabella 4-5: valori delle portate e dei relativi diametri delle condotte necessari per lo smaltimento delle acque meteoriche

	A < 1000 m ²	1000 m ² < A < 1650 m ²	1650 m ² < A < 3000 m ²	3000 m ² < A < 6500 m ²
Q_{MAX} [l/s] Tr=10 anni	15	28	45	100
D condotta [mm] (interno)	150.6	188.2	235.4	296.6
Grado riempimento	76 %	75 %	68 %	76 %

L'intensità di precipitazione è stata calcolata dalla Curva di Possibilità Pluviometrica con Tr = 10 anni, pari a 17.26 mm su una durata di 10 minuti. Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, è stato posto pari a 0.5, in quanto le acque meteoriche in buona parte si disperdono defluendo nelle aree non asfaltate interne alle strade, dove si trovano gli impianti e gli edifici della SSE. La pendenza delle condotte è stata imposta all'1%.

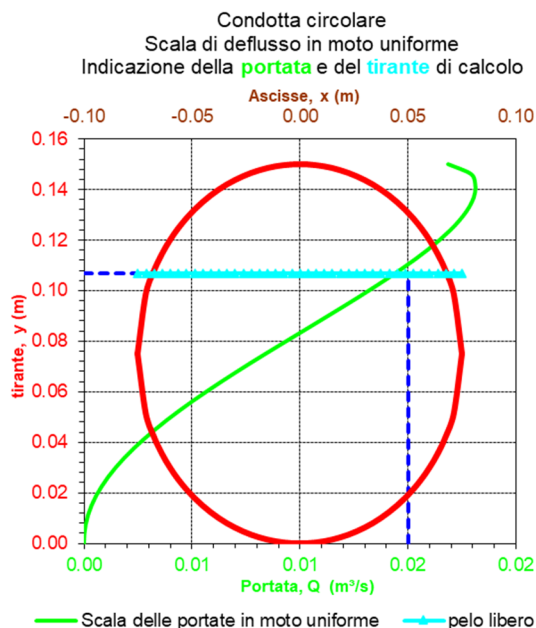


Figura 4-5: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 150.6 mm)

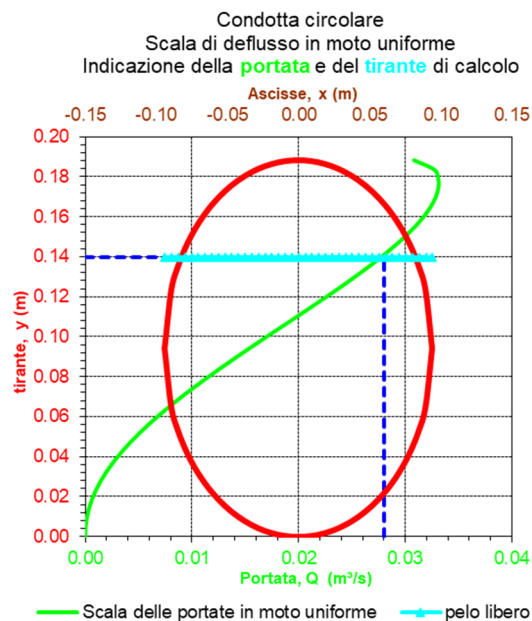


Figura 4-6: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 188.2 mm)

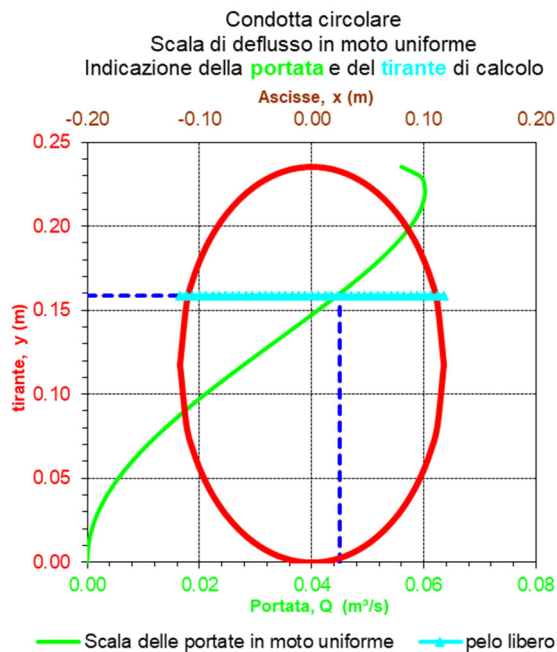


Figura 4-7: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 235.4 mm)

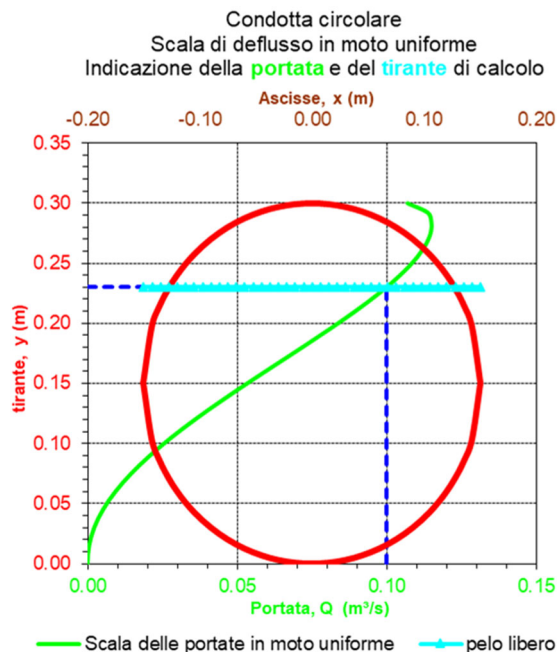


Figura 4-8: Verifica della condotta rete di smaltimento acque delle strade nella SSE sud (diametro interno 296.6 mm)

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 54
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Il risultato è che il deflusso nelle condotte ha un funzionamento a pelo libero in entrambi i casi con un grado di riempimento massimo del 76%. La rete è costituita da condotte in PVC di diametri DN 160, DN 200, DN 250 e DN 315, nelle quali defluiscono le acque prodotte sulle strade e raccolte da caditoie di dimensioni 0.5x0.5 m. Nei nodi in cui confluiscono più condotte sono previsti pozzetti prefabbricati con caditoia di dimensioni 0.5x0.5 m, che presentano un'altezza totale variabile da 1.5 m, 2.5 m a 3 m (14 pozzetti totali).

Con riferimento alla SSE nord si prevede che la rete scarichi in pozzi disperdenti, di cui vengono esplicitate le caratteristiche geometriche e del funzionamento nel successivo capitolo. L'area totale delle strade interne asfaltate è pari a 2'500 m² e la rete è stata predisposta per raccogliere le acque su superfici che al massimo non superino i 1000 m².

Di conseguenza, seguendo lo stesso metodo di calcolo illustrato per la SSE sud, si prevedono condotte in PVC di DN 150 per tutta la rete, ad eccezione dei rami iniziali che vengono previsti con in PVC di DN 100. Le acque prodotte sulle strade vengono raccolte da caditoie di dimensioni 0.5x0.5 m. Sono presenti n. 2 pozzetti di altezza 1.5 m in corrispondenza degli scarichi della vasca Imhoff e della vasca di raccolta oli del trasformatore presente.

4.3.2. Pozzi disperdenti

Come anticipato sopra, la rete di smaltimento convoglia le acque all'interno di pozzi disperdenti. Tali pozzi sono stati dimensionati considerando un coefficiente di permeabilità di 5.00E-05 m/s, un raggio $r_0 = 1$ m, un'efficienza di funzionamento del 75% e l'altezza dell'acqua all'interno del pozzo pari a $h = 3$ m.

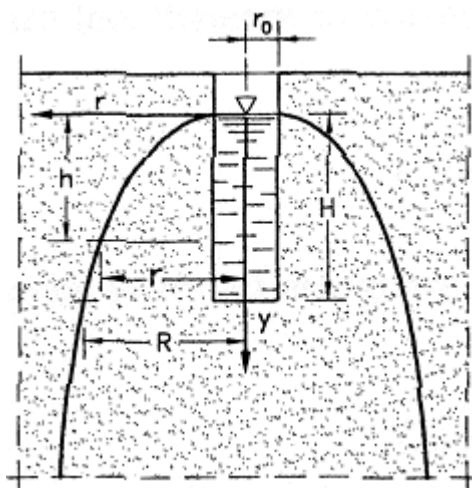


Figura 4-9: Schema di un pozzo dispersivo con le principali grandezze considerate

Viene calcolato innanzitutto il raggio di influenza R del moto di filtrazione di dispersione nel sottosuolo con la seguente relazione:

$$R = 3.828 * \left(\sqrt{1 + \frac{h}{r_0}} - 1 \right) = 3.83 \text{ m}$$

, da cui viene successivamente calcolata la portata in uscita dal pozzo disperdente con la seguente relazione:

$$Q_{out} = \frac{2\pi K h^2}{\ln(R/r_0)} = 1.58 \text{ l/s}$$

Per la valutazione a questo punto della capacità di laminazione dei pozzi di disperdenti, si applica il metodo delle sole piogge. Il contributo di precipitazione ed il relativo volume di pioggia in ingresso nel sistema viene calcolato in funzione della Curva di Possibilità Pluviometrica con $T_r = 10$ anni (rappresentata nella precedente Figura 3-4).

La superficie totale delle aree asfaltate della viabilità della SSE nord è pari a circa 2500 m². Dal momento che la rete è suddivisa in quattro parti, ciascuna che percorre i quattro tratti delle strade che seguono la direttrice nord-sud. La superficie risulta così suddivisa in 4 sotto-aree da 625 m² ciascuna ed il volume massimo da laminare risulta pari a 5 m³. Considerando una profondità del pozzo pari a 3 m, il volume risulta essere pari a $V_{pozzo} = 9.42 \text{ m}^3$. Con la previsione di n. 4 pozzi, uno per ciascuna delle quattro parti in cui è suddivisa la rete di smaltimento, è possibile garantire la dispersione delle portate in ingresso con una portata in uscita da ciascun pozzo di $Q_{out} = 1.58 \text{ l/s}$. Nella seguente Figura 4-10 si mostrano gli andamenti dei volumi in ingresso ed in uscita dai pozzi e del contributo di laminazione.

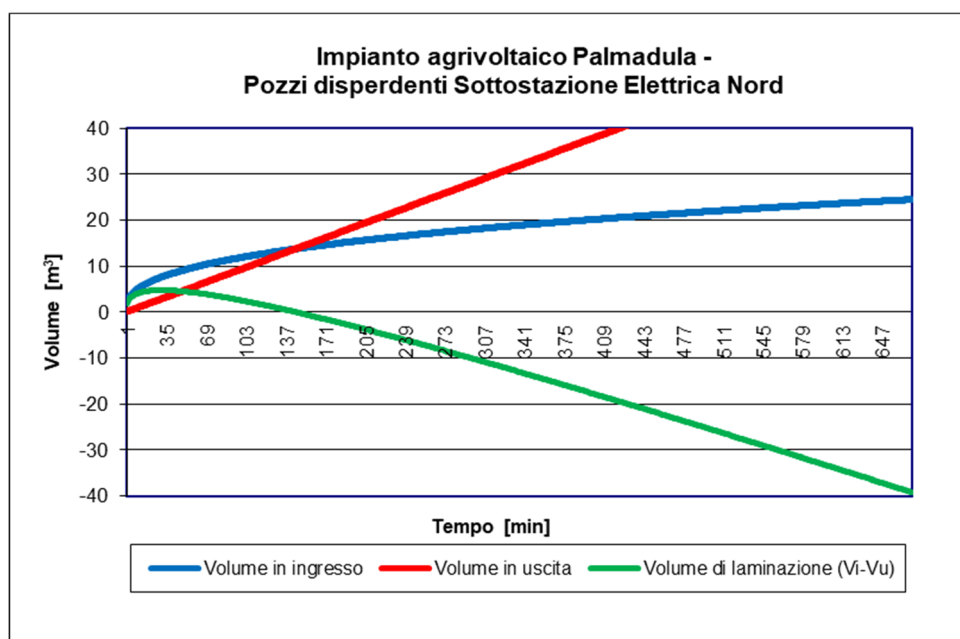


Figura 4-10: Andamento dei volumi in ingresso ai pozzi (linea continua in blu), in uscita (linea continua in rosso) e del volume di laminazione (linea continua in verde)

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 56
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

5. CONCLUSIONI

La presente relazione riporta l'analisi idrologica ed idraulica riguarda:

1. Dimensionamento delle opere di attraversamento idraulico delle strade di servizio in progetto all'interno delle aree destinate ad ospitare l'impianto agrivoltaico di Palmadula;
2. Dimensionamento delle reti di smaltimento delle acque meteoriche delle Sottostazioni elettriche nord e sud dell'impianto agrivoltaico di Palmadula.

Per quanto riguarda il punto 1, a seguito del calcolo delle portate di progetto per ciascun attraversamento, sono state effettuate le verifiche idrauliche dei tombini da prevedersi al fine di assicurare la continuità del reticolo idraulico superficiale. I franchi di sicurezza rispondono alle indicazioni delle NTC 2018 in termini di attraversamenti con tombini, considerando eventi con tempo di ritorno di 200 anni. In sintesi, si riportano nel seguente elenco puntato le opere previste e le principali caratteristiche dei idrologico-idrauliche delle stesse.

In sintesi, le totali 105 opere di attraversamento idraulico sono state suddivise nei seguenti tipologici:

- n. 28 tombini circolari Ø1000;
- n. 55 tombini circolari Ø1500;
- n. 13 tombini scatolari 2x2 m;
- n. 9 tombini scatolari 4x2 m;

Per quanto riguarda l'invarianza idraulica, si fa presente che l'intervento non altera le caratteristiche di deflusso del terreno allo stato attuale, dal momento che l'installazione dei pannelli avviene su pali per permettere la coltivazione dei terreni, come nello stato attuale. L'intervento è pertanto invariante dal punto di vista idraulico.

Le opere di raccolta delle acque in corrispondenza delle sottostazioni elettriche sono state dimensionate nel seguente modo:

- per la sottostazione elettrica sud è stata dimensionata e verificata una rete di smaltimento delle acque meteoriche, costituita da condotte a dimensione variabile dal DN160 in PVC al DN315 in PVC. La rete è suddivisa in due parti, ciascuna connessa ad uno scarico esterno alla sottostazione che trasferisce le acque nel reticolo idrografico secondario presente nell'area. Le acque prodotte sulle strade asfaltate vengono raccolte da caditoie di dimensioni 0.5x0.5 m ed in corrispondenza dei principali nodi in

 TECNIPAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-02-r00	Pag. 57
			RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

cui confluiscono più condotte, dove sono previsti pozzetti prefabbricati con caditoia di dimensioni 0.5x0.5 m e di altezza totale variabile da 1.5 m a 3 m. All'interno della rete vengono trasferite inoltre le portate provenienti dalle vasche di raccolta posizionate al di sotto dei n. 3 trasformatori presenti e dalla vasca di raccolta oli posizionata tra i due autotrasformatori, oltre alla portata proveniente dagli scarichi dei servizi igienici dell'edificio comandi;

- per la sottostazione elettrica nord è stata dimensionata e verificata una rete di smaltimento delle acque meteoriche, costituita da condotte DN150 in PVC, nelle quali defluiscono le acque prodotte sulle strade asfaltate e raccolte da caditoie di dimensioni 0.5x0.5 m, con una portata massima per un $Tr = 10$ anni pari a 15 l/s prodotta su ciascuna delle n. 4 parti in cui è suddivisa la rete. Tale rete convoglia le acque in n.4 pozzi disperdenti, di raggio pari ad 1 m e profondità pari a 3 m. Il volume che riesce a laminare ciascun pozzo è pari a $V_{tot,pozzi} = 9.42 m^3$ e la portata di dispersione nel sottosuolo in uscita da ciascuno risulta essere in totale pari a $Q_{out} = 1.58 l/s$. All'interno della rete vengono trasferite inoltre la portata proveniente dalla vasca di raccolta posizionata sotto l'unico trasformatore presente e quella proveniente dagli scarichi dei servizi igienici dell'edificio comandi.