



REGIONE
SICILIA



COMUNE
DI ENNA



COMUNE DI
PIETRAPERZIA

REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI ENNA

COMUNI DI ENNA E PIETRAPERZIA

PROGETTO:

*Impianto eolico e delle relative opere di connessione
denominato "ENNA"*

Progetto Definitivo

PROPONENTE:



DEDRA s.r.l.
Via Umberto Giordano, 152
90144 Palermo (PA)
P.IVA 07146270827

ELABORATO:

**Relazione idraulica con verifica interferenze
reticolo idrografico**

PROGETTISTI COORDINATORI :

BLC s.r.l.
Via Umberto Giordano, 152 - 90144 Palermo (PA)
P.IVA 07007040822



Ing. Eugenio Bordonali



Ing. Gabriella Lo Cascio



Scala:

PROGETTISTI :

Ing. Riccardo Cangialosi

Riccardo Cangialosi



Ing. Gaetano Scurto



Tavola:

RDI

Data:

29 Dicembre 2023

Rev.

Data

Descrizione

00

29/12/2023

Prima emissione



Indice

1	PREMESSA.....	2
1.1	Inquadramento dell'area di progetto	5
2	DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO	7
3	CALCOLO IDROLOGICO E IDRAULICO.....	14
3.1	Premessa	14
3.2	Metodo TCEV	14
3.3	Individuazione dei bacini idrografici	19
3.4	Portata di colmo	21
3.5	Scelta dei tempi di ritorno	24
3.6	Tempo di corrivazione	25
3.7	Dimensionamento canali a pelo libero	26
4	VERIFICA INTERFERENZE IDRAULICHE.....	28
4.1	Risoluzione interferenze	28
5	PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE	30
5.1	Cunette di scarico acque piovane	30
5.2	Opere idrauliche in progetto	33
6	INVARIANZA IDRAULICA DELLE OPERE.....	37
6.1	Invarianza idraulica impianti per la connessione	39
7	INTERVENTI SUGLI IMPLUVI NATURALI ESISTENTI INTERESSATI DAL PROGETTO	40
8	CONCLUSIONI.....	42



1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le metodologie di calcolo idraulico utilizzate per la verifica delle interferenze idrauliche e per il dimensionamento di nuovi tombini e delle cunette da realizzare nell'ambito del progetto del parco eolico denominato "ENNA" di potenza 72 MW (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto"), nel Comune di ENNA (EN), e relative opere di connessione, nel Comune di Pietraperzia (EN), che intende realizzare la società DEDRA s.r.l. (di seguito il "proponente").

Il Progetto prevede l'installazione di 18 aerogeneratori eolici tripala, di potenza nominale pari a 4 MW ciascuno (per un totale installato di 72 MW). Si prevede di impiegare aerogeneratori con diametro rotore fino a 166m e altezza al mozzo fino a 117m per una altezza massima fuori terra di 200m (si procederà alla scelta definitiva della macchina in base alle disponibilità del mercato al momento della realizzazione).

Gli aerogeneratori verranno collegati tra loro tramite cavi in AT a 36 kV che trasporteranno l'energia prodotta presso il punto di connessione alla rete elettrica.

Conformemente a quanto indicato nella soluzione tecnica minima generale di connessione comunicata dalla società TERNA S.p.a. in data 18/11/2022 C.P. 202202507 la connessione del presente impianto avverrà in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulle linee RTN a 150 kV "Terrapelata - Barrafranca" e "Caltanissetta CP – Butera SE".

Nello studio delle interferenze si sono prese in considerazione quelle che si individuano dalla



sovrapposizione planimetrica tra le opere previste e il reticolo idrografico realmente presente sui luoghi.

Si è provveduto, nel presente studio, ad integrare i dati sul reticolo idrografico rilevabili dalla cartografia di riferimento con puntuali rilievi in situ volti alla specificazione delle sezioni degli alvei interessati ed alla determinazione dei bacini scolanti.

Si precisa che, per quanto riguarda i cavidotti, in nessun caso si viene a creare un'incidenza reale dell'opera sul deflusso delle acque poiché tali opere sono previste a distanza dall'alveo naturale presente, o il passaggio avviene al di sotto del letto o al di sopra a quota tale da non interferire con il deflusso.

Le strade di accesso al parco interferiscono in alcuni casi con il reticolo idrografico esistente dei luoghi, in queste circostanze il presente studio individua le sezioni idrauliche dei tombini da realizzare idonee per non alterare il normale deflusso delle acque.

Per la determinazione delle sezioni dei tombini si è fatto riferimento alle "Direttive tecniche per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti" (dicembre 2021) emanate ai sensi dell'art. 7 delle norme di attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.). I calcoli di progetto sono stati sviluppati per un tempo di ritorno 200 anni. Conformemente alle disposizioni delle direttive suddette sono state effettuate le verifiche anche a 50, 100 e 300 anni.

Per la determinazione della larghezza d'alveo sono state applicate le Direttive per la determinazione dell'ampiezza dell'alveo nel caso di sponde incerte (art. 94 del R.D. 523/1904) e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art. 96, lettera f, del R.D. 523/1904 approvate con DSG n. 119/2022. Si è in questo caso



utilizzato un tempo di ritorno di 5 anni per la determinazione dell'ampiezza d'alveo in caso di sponde incerte.

È stato inoltre studiato l'impatto della realizzazione dell'opera sui recettori idrici a valle secondo le disposizioni del D.D.G. 102 del 23/06/2021 e relativi allegati (indirizzi applicativi 6834 del 11/10/2019).

Lo studio dimostra che il progetto garantisce la sostanziale invarianza idraulica del progetto sui corpi idrici recettori.

Il presente studio idraulico è stato sviluppato anche sulla base di quanto stabilito nel Piano di Gestione del rischio Alluvioni del distretto idrografico della Sicilia (PGRA) approvato con D.P.C.M. 7 marzo 2019.

Le opere idrauliche progettate hanno lo scopo di intercettare l'acqua pluviale che scola sulle opere da realizzare e portarla allo scarico nei recettori naturali. In questo modo si otterrà una maggiore stabilità e durabilità delle opere in progetto e dei pendii esistenti permettendone un uso in sicurezza nel tempo.

A protezione idraulica delle opere sono previste delle cunette e fossi di guardia realizzate sul terreno senza rivestimenti in modo tale da minimizzare l'impatto visivo delle stesse. In alcuni casi si è previsto l'uso di tombini interrati per il passaggio dell'acqua nel percorso verso lo scarico.

1.1 Inquadramento dell'area di progetto

L'area studiata si trova all'interno del bacino del fiume Imera Meridionale (bacino R19072) che ha come sbocco finale il mar Mediterraneo.

In particolare la rete idrografica superficiale interessata è costituita dagli affluenti del Fiume Torcicoda (R1907206) che scorre a sud dell'impianto.

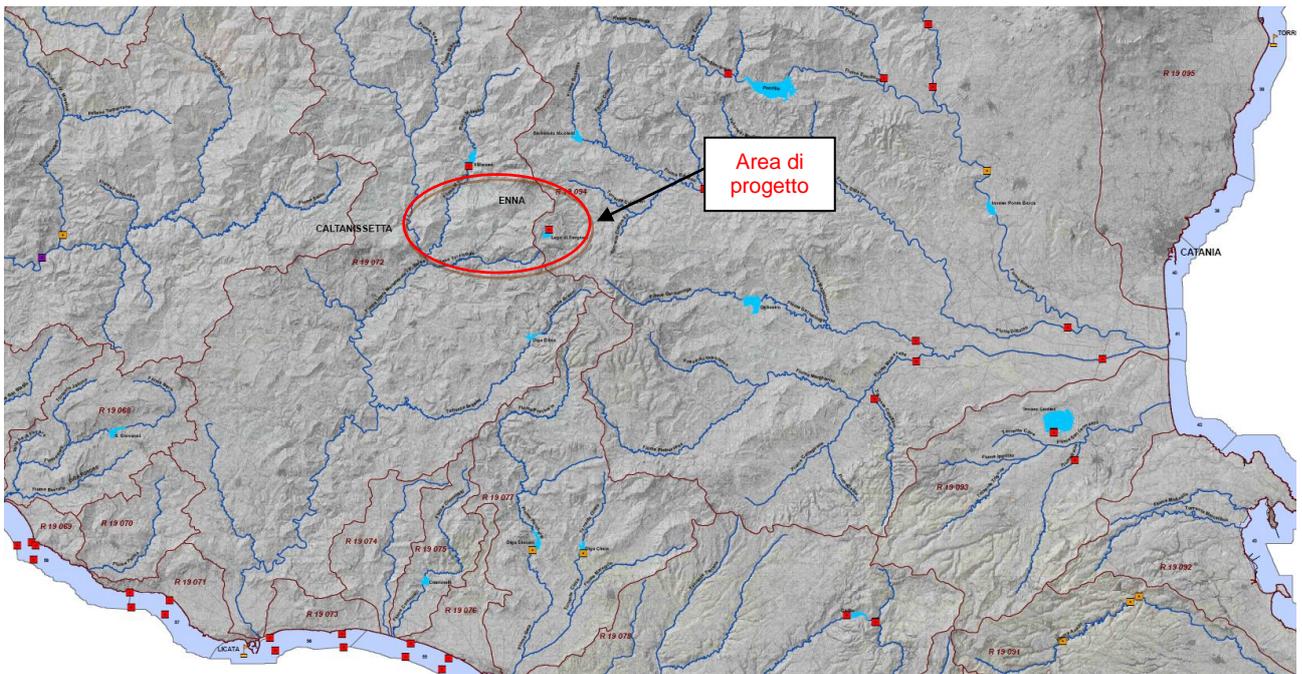


Figura 1.1 Individuazione bacino di appartenenza (stralcio carta dei bacini allegata al Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia)

Nello studio preliminare di localizzazione del progetto si è tenuto in conto delle indicazioni di pericolosità e rischio idrogeologico dettate dal piano per l'assetto Idrogeologico della Regione Sicilia adottato con Decreto 4 Luglio 2000 n. 298/XLI.

L'area scelta si trova fuori dalle aree a pericolosità idraulica definite dal PAI.

Si riporta di seguito uno stralcio della tavola del reticolo idrografico allegato al PGRA dove si evince la posizione dell'impianto e le aree a pericolosità idraulica.

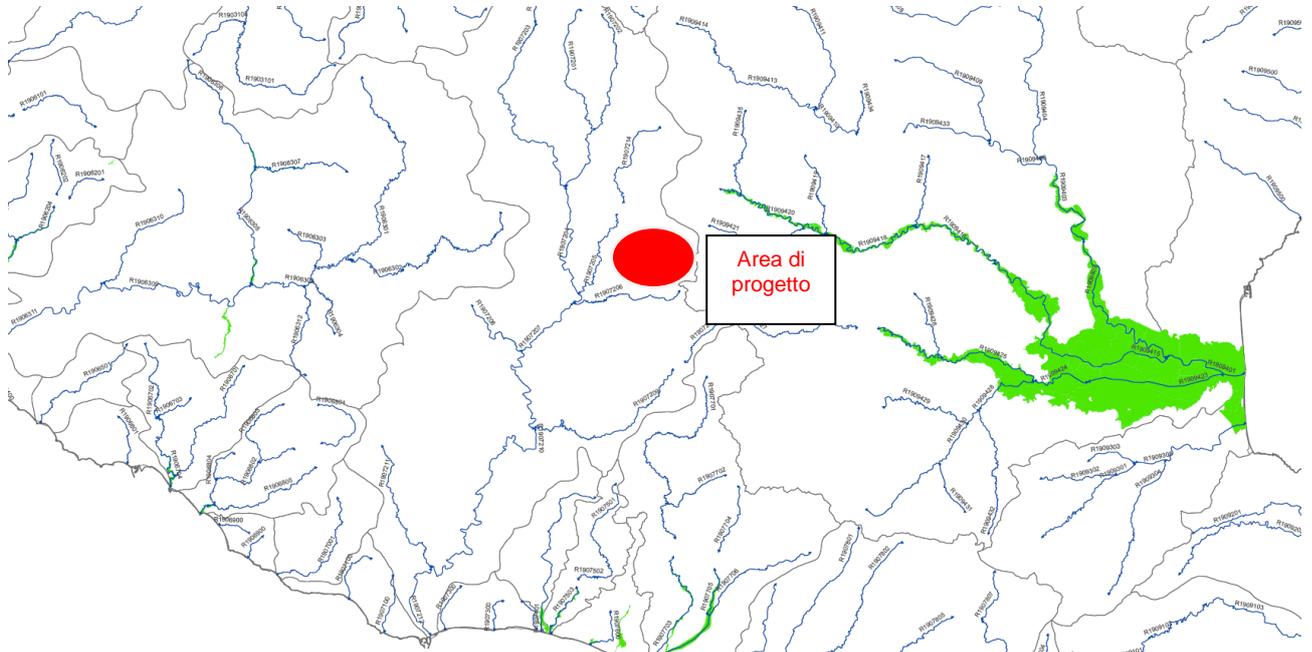


Figura 1.2 Individuazione bacino di appartenenza (stralcio carta del reticolo idrografico allegata al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni)



2 DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica, composto da 18 aerogeneratori tripala con potenza nominale da 4,00 MW ciascuno, dislocati nel territorio dei comuni di Enna e Pietraperzia come segue:

- ENN 01 → comune di Enna → c.da Cannarella – F.M. 142 p.lla 7
- ENN 02 → comune di Enna → c.da Cannarella – F.M. 142 p.lla 23
- ENN 03 → comune di Enna → c.da Cannarella – F.M.145 p.lle 153
- ENN 04 → comune di Enna → c.da Cannarella – F.M. 194 p.lla 94
- ENN 05 → comune di Enna → c.da Cannarella – F.M. 194 p.lla 125
- ENN 06 → comune di Enna → c.da Cannarella – F.M. 194 p.lla 133, 139
- ENN 07 → comune di Enna → c.da Granci – F.M. 198 p.lla 128
- ENN 08 → comune di Enna → c.da Nicola – F.M. 235 p.lla 9,25
- ENN 09 → comune di Enna → c.da Nicola – F.M. 235 p.lla 11
- ENN 10 → comune di Enna → c.da Vitelli – F.M. 242 p.lla 138
- ENN 11 → comune di Enna → c.da Vitelli – F.M. 242 p.lla 185
- ENN 12 → comune di Enna → c.da Arcera – F.M. 233 p.lla 117
- ENN 13 → comune di Enna → c.da Arcera – F.M. 236 p.lla 101, 162
- ENN 14 → comune di Enna → c.da Arcera – F.M. 237 p.lla 91
- ENN 15 → comune di Enna → c.da Arcera – F.M. 237 p.lla 87, 88
- ENN 16 → comune di Enna → c.da Aiuolo – F.M. 240 p.lla 2
- ENN 17 → comune di Enna → c.da Aiuolo – F.M. 241 p.lla 2
- ENN 18 → comune di Enna → c.da Aiuolo – F.M. 238 p.lla 24

Sono parte integrante del Progetto la realizzazione delle relative opere accessorie quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo: piazzole di montaggio e manutenzione, strade di servizio per il collegamento delle stesse alla viabilità esistente (l'apertura di nuove piste sarà comunque limitata vista la presenza in sito di strade esistenti), cavidotti interrati per il vettoriamento dell'energia prodotta (circa 27,000 km per lo più su viabilità pubblica) la realizzazione di una nuova Stazione di



Trasformazione 36/150 kV, sita nel comune di Pietraperzia, in c.da Cucca, per la consegna dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Il sito del costruendo impianto è ubicato nei territori dei Comuni di Enna e Pietraperzia (EN) ed è caratterizzato da una morfologia collinare.

L'area in oggetto interessa i Fogli IGM:

Foglio 268 - Quadrante I, Tavolette SO e NO (aerogeneratori)

Foglio 268 - Quadrante III, Tavoletta NE e SE (opere di connessione)

Dal punto di vista meteorologico, il sito ricade in un'area a clima tipicamente meso-mediterraneo con inverni miti e piovosi ed estati calde ed asciutte.

Le temperature minime invernali raramente scendono al di sotto di 0°C mentre le temperature estive massime oscillano tra i 28 °C e i 37 °C.

L'area di interesse si estende lungo una sequenza di rilievi aventi un'altitudine media compresa tra i 480 e i 550 m circa s.l.m.

Per un più dettagliato inquadramento geografico dell'area in questione si rimanda alla corografia d'impianto riportata in allegato al progetto.

Si riporta di seguito una sintesi delle considerazioni geomorfologiche e idrogeologiche riportate nella Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Ignazio Giuffrè allegata al presente progetto.

[...] “ *CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE*

“Il settore in studio ed un suo ampio intorno ricadono nel dominio di avana fossa noto come Bacino di Caltanissetta (Catalano & D'Argenio, 1982). Attivamente subsidente durante il Neogene ed il Quaternario, tale bacino, impostato su unità alloctone del Complesso Sicilide (Ogniben, 1960), è colmato da terreni post-orogeni mio-pliocenici e pleistocenici (Roda, 1971). In realtà, esso



rappresenta un sistema di bacini sedimentari contigui, sintettonici, migranti in concomitanza con gli eventi di traslazione e raccorciamento che hanno interessato la catena Appenninico – maghrebide (Lentini et al., 1991).

I terreni affioranti nell'area, di età compresa tra il Cretaceo superiore ed il Quaternario, sono rappresentati da complessi alloctoni, quali argille scagliose del Cretaceo sup. - Eocene inf., lembi di argille marnoso - siltose e di calcari marnosi bianchi dell'Eocene (Formazione Polizzi), argille brune in alternanza con quarzareniti dell'Oligocene sup. - Miocene inf. (Flysch Numidico), argille varicolori con intercalazioni di siltiti e calcareniti dell'Oligocene-Miocene inferiore. Su questi complessi, poggiano in discordanza, termini terrigeni ed evaporitici, quali una successione argilloso – sabbioso - conglomeratica di età tortoniana (Formazione Terravecchia), delle Argille Brecciate di età variabile dal Tortoniano al Pliocene, in relazione alla posizione stratigrafica, da diatomiti bianche fogliettate del Messiniano (Tripoli), una sequenza di rocce evaporitiche di età Messiniana (Serie Gessoso Solfifera), costituita da Calcarea di base e da Gessi, dei calcari marnosi biancastri del Pliocene inferiore (Trubi Auct.), marne e argille marnose grigio-azzurre del Pliocene.

Segue un complesso di calcareniti, sabbie e siltiti, di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore, il quale rappresenta l'unità di maggiore interesse idrogeologico dell'intera area esaminata. Esso è costituito da calcareniti giallastre, ben stratificate, in livelli di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro, con frequenti orizzonti fossiliferi, contenenti faune oligotipiche ad ostreidi e pettinidi, e da sabbie e limi argillosi, in livelli di vario spessore.

Sono inoltre presenti depositi lacustri limoso - sabbiosi di colore bruno nerastro del Pleistocene continentale e depositi alluvionali sabbioso-limosi con ciottoli che ricoprono i fondo-valle dei corsi d'acqua principali.

Dall'analisi degli affioramenti geologici nei dintorni l'area di stretto interesse è caratterizzata dall'alto verso il basso da:

- *h - Deposito Antropico Accumuli antropici di materiale sciolto con caratteristiche di breccia grossolana ad elementi calcarei immerdi in una matrice sabbioso-limosa;*
- *a - Deposito di Versante - Coperture detritiche accumulate per processi di versante, costituite da clasti litoidi in matrice pelitica e/o sabbiosa;*



- *ba - Deposito Alluvionale Attuale - Ghiaie, sabbie e limi argillosi costituenti i tratti recentemente abbandonati e l'alveo attuale dei principali corsi d'acqua (Olocene);*
- *bb - Deposito Alluvionale Terrazzato - Sabbie medie e fini, con livelli di sabbie grossolane e ghiaie, spesse fino a una decina di metri, ubicati lateralmente all'alveo attuale dei corsi d'acqua principali e fissate dalla vegetazione (Olocene);*
- *e3 - Deposito Lacustre - Depositi limoso-sabbiosi di colore bruno scuro o rossastro con rare intercalazioni di livelli decimetrici di conglomerati poligenici con clasti molto arrotondati (Olocene);*
- *NNL - Sabbie di Lannari - Sabbie giallastre a granulometria medio-fine, talora siltose, di colore giallastro a stratificazione irregolare con intercalazioni arenacee e raramente calcarenitiche. Spessore massimo 200m. (Gelasiano-Calabriano);*
- *GER - Argille marnose di Geracello - Successione di argille marnose e siltose di colore grigio-azzurro, talora biancastro, a stratificazione in genere indistinta, contenenti sporadici livelli centimetri di sabbie grigio-giallastre. Spessore di circa 200m. (Gelasiano);*
- *GERa - Argille marnose di Geracello - Intervallo di argille sabbiose e sabbie argillose contenenti frequenti intercalazioni lenticolari di banchi di sabbie ed arenarie. Spessore 70 - 80m. (Gelasiano);*
- *ENNb - Formazione di Enna - Sabbie e calcareniti di Capodarso costituiti da stratificazione incrociata. Si rivengono talora orizzonti ricchi in macrofauna caratterizzata dalla presenza di Pecten. Spessore di circa 70m. (Piacenziano);*
- *ENNa - Formazione di Enna - Marne e marne argillose di colore grigio-azzurro, grigio biancastre all'alterazione, a frattura concoide e a stratificazione poco evidente. Spessore fino a 250m. (Piacenziano);*
- *TRB – Trubi;*
- *Alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici organizzati in strati decimetrici generalmente intesamente fratturati. Spessore di 100m. (Zancleano);*



- *TRBa - Trubi - Intercalazioni di breccie argillose ed argille brecciate di colore nerastro, a giacitura caotica, contenenti blocchi di gessi, di calcari evaporiti e di argille varicolori. (Zancleano);*
- *GPQ - Formazione di Pasquasia - Sequenza di marne, marne argillose ed argille marnose di colore grigiastro con livelli di sabbie rosso brunastre, argille con fitte intercalazioni di lamine gessose con alternati strati e banchi con potenze metriche di geossareniti, torbiditi gessose e di gesso balatino. Spessore massimo 100m. (Messiniano superiore);*
- *GTL1 - Formazione di Cattolica - Calcare di Base. Calcari cristallini bianco-grigiastri, calcari laminati in banchi talora disarticolati contenenti livelli lenticolari di calcari brecciati, separati a luoghi da livelli centimetrici di peliti grigiastre. Lo spessore è di circa 50m. (Messiniano inferiore);*
- *GTL2 - Formazione Di Cattolica - Membro Selenitico. Gessi selenitici sottilmente laminati in strati decimetrici, e gessi massivi ricristallizzati in grossi cristalli geminati in banchi di dimensione metriche. Spessore fino a 50m.(Messiniano inferiore);*
- *TPL – Tripoli - Diatomiti e marne diatomitiche laminate e fissili di colore biancastro con resti di pesci teleostei, alternate a marne laminate talora bituminose. Spessore massimo 30m. (Messiniano inferiore);*
- *TRV - Formazione Terravecchia - Marne argillose ed argille marnoso-siltose di colore grigio-azzurro a bruno con intercalazioni lenticolari di banchi di sabbie quarzose ed arenarie. Spessore affiorante 300 - 400m. (Tortoniano inferiore-Messiniano inferiore);*
- *TRVb - Formazione Terravecchia - Livelli di breccie argillose ed argille brecciate di colore nerastro a giacitura caotica, contenenti blocchi di argille varicolori e Flysch Numidico. (Tortoniano inferiore - Messiniano inferiore);*
- *TRVa - Formazione Terravecchia - Livelli conglomeratici a clasti eterometrici, potenti alcune decine di metri. (Tortoniano inferiore - Messiniano inferiore);*
- *FYN4 - Flysch Numidico (membro di Nicosia) - Alternanza di prevalenti argille e argille siltose di colore da bruno a bruno tabacco e di straterelli di quarzareniti torbiditiche di colore giallastro al taglio fresco e giallo-ocra tendente al marrone per alterazione. Spessore affiorante della formazione circa 300m. (Miocene inferiore);*



- *AV - Gruppo delle Argille Variegate – Argille di colore variabile dal bruno al verdastro, al rosso vinaccia fortemente tettonizzate e a giacitura caotica. Le argille includono blocchi di alternanze di marne e calcari marnosi (po), blocchi di arenarie glauconitiche, grigio verdastre con intercalati livelli di marne grigio brune (ag), blocchi di calcari marnosi biancastri e marne rosate di tipo Scaglia (sc). Spessore superiore a 300 m. (Cretacico – Oligocene superiore).[...]*

Dal punto di vista della “permeabilità”, cioè dell’attitudine che hanno le rocce nel lasciarsi attraversare dalle acque di infiltrazione efficace, si possono distinguere vari tipi di rocce:

rocce impermeabili, nelle quali non hanno luogo percettibili movimenti d’acqua per mancanza di meati sufficientemente ampi attraverso i quali possono passare, in condizioni naturali di pressione, le acque di infiltrazione;

rocce permeabili, nelle quali l’acqua di infiltrazione può muoversi o attraverso i meati esistenti fra i granuli che compongono la struttura della roccia (permeabilità per porosità e/o primaria), o attraverso le fessure e fratture che interrompono la compagine della roccia (permeabilità per fessurazione e fratturazione e/o secondaria).

Inoltre, in alcuni litotipi si manifesta una permeabilità “mista”, dovuta al fatto che rocce aventi una permeabilità primaria, sottoposte a particolari genesi, acquistano anche quella secondaria.

Le formazioni litologiche affioranti nell’area rilevata, in base alle loro caratteristiche strutturali ed al loro rapporto con le acque di precipitazione, sono state classificate in una scala di permeabilità basata sulle seguenti quattro classi:

- 1. rocce ad elevata permeabilità per porosità;*
- 2. rocce a permeabilità media per fessurazione, fratturazione e/o carsismo;*
- 3. rocce impermeabili.*

Quanto detto finora, viene accuratamente riassunto nella tabella allegata, riportante, tra l’altro, il range di valori del coefficiente di permeabilità (K) dei diversi litotipi presenti:



LITOTIPO	TIPO DI PERMEABILITÀ	GRADO DI PERMEABILITÀ	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ
h - Deposito Antropico, a - Deposito di Versante, ba - Deposito Alluvionale Attuale, bb - Deposito Alluvionale Terrazzato, NNL - Sabbie di Lannari, ENNb - Formazione di Enna, TRVa -	Porosità	alta	$10^{-1} - 10^{-3}$
TRB - Trubi, GTL1 - Formazione di Cattolica, GTL2 - Formazione Di Cattolica, TPL - Tripoli	Fessurazione, fratturazione e/o carsismo	da media a bassa ed in dipendenza dei sistemi di fessure	$10^{-3} - 10^{-5}$
e3 - Deposito Lacustre, GER - Argille marnose di Geracello, GERa - Argille marnose di Geracello, ENNa - Formazione di Enna, TRBa - Trubi, GPQ - Formazione di Pasquasia, TRV - Formazione Terravecchia, TRVb - Formazione Terravecchia, FYN4 - Flysch Numidico (membro di Nicosia), AV -	Impermeabili	da bassa a molto bassa	$10^{-6} - 10^{-9}$



3 CALCOLO IDROLOGICO E IDRAULICO

3.1 Premessa

Il dimensionamento e la verifica di un sistema di drenaggio si basa sulla valutazione delle portate di pioggia, che possono essere determinate con i seguenti metodi:

- metodo diretto che prevede l'elaborazione statistica delle portate registrate nelle stazioni di misura;
- metodo indiretto che consente la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sul bacino.

Nel caso in esame si utilizzerà il metodo indiretto poiché i dati di registrazione delle portate non sono disponibili.

Dunque occorre studiare la pluviometria dei vari bacini in esame per passare poi al calcolo delle portate.

Si è condotta l'analisi sullo studio pluviometrico applicando il metodo TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) così come sviluppato e applicato dallo studio "regional frequency analysis of extreme precipitation in Sicily, Italy" di Lo Conti et al. 2007.

3.2 Metodo TCEV

Tale metodo determina altezze di pioggia e intensità seguendo una logica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messo a punto dall'Università di Palermo. Esso si basa su una metodologia



espressa di seguito.

L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle precipitazioni di breve durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri denominati "outliers".

Infatti la distribuzione di frequenza empirica dei valori della variabile idrologica, riportati in carta probabilistica da Gumbel, mostra un andamento a gomito che testimonia l'esistenza di due distinte distribuzioni: una relativa ai valori più contenuti della variabile e l'altra relativa ai valori più alti.

Una corretta interpretazione statistica di tali valori straordinari è quella di considerarli appartenenti ad una popolazione diversa, legata ad una differente fenomenologia meteorologica, che deve essere riprodotta dalla legge di distribuzione di probabilità.

Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici è stata proposta la seguente legge di probabilità, denominata TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

L'equazione della curva di probabilità pluviometrica, secondo questo metodo, si ottiene attraverso la seguente espressione:

$$h_{d,T} = K_T \times \mu_d(d)$$

dove:

- $h_{d,T}$ è l'altezza di pioggia per un dato tempo d e un dato tempo di ritorno T ;
- K_T è il fattore di distribuzione di frequenza della probabilità;

- $\mu_d(d)$ è fattore di relazione tra la media teorica ed il tempo di pioggia;

Il metodo probabilistico TCEV, essendo una legge a quattro parametri ed a causa della notevole variabilità della stima dei parametri stessi con la dimensione campionaria, necessita una indagine di tipo regionale.

Si possono individuare tre livelli gerarchici:

1. nel primo la Sicilia si può ritenere una zona pluviometrica omogenea. I valori stimati per le variabili Λ^* e Θ^* son rispettivamente pari a 0.71 e 0.24.
2. nel secondo livello si individuano delle aree, dette sottozone pluviometriche omogenee; la Sicilia è stata suddivisa in 6 sottozone che sono sempre le stesse qualunque sia la durata in esame. Nella figura seguente si riportano le aree appartenenti alle zone individuate



Fig. 3.1 Zonizzazione TCEV Sicilia al secondo livello di regionalizzazione (Lo conti et al 2007)

In questo livello di regionalizzazione il metodo individua il valore di K_T che viene calcolato con la



seguinte espressione:

$$K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

Dove:

a e b sono due fattori dipendenti dalla zonizzazione proposta

T è il tempo di ritorno considerato.

Nella tabella seguente si riportano i valori delle variabili a e b per le zone siciliane.

	Zone				
	Z0-Z5	Z1	Z2	Z3	Z4
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tabella 3.1 valori delle variabili a e b nel secondo livello di regionalizzazione del metodo TCEV

Per il territorio siciliano la media teorica $\mu(d)$ coincide con la media campionaria m_c per cui nel terzo livello di regionalizzazione è stato individuato un criterio regionale per la stima di m_c .

Per ciascuna delle 172 stazioni pluviografiche siciliane, che vantano almeno 10 anni di funzionamento, la media m_c è esprimibile in funzione della durata t secondo la seguente legge omonima:

$$m_c = a t^n$$

Per ciascuna sezione pluviografica, i valori delle costanti a ed n della formula precedente sono tabellati.

Nelle figure seguenti si riportano le carte delle iso-a e iso-n relative al territorio regionale

siciliano.

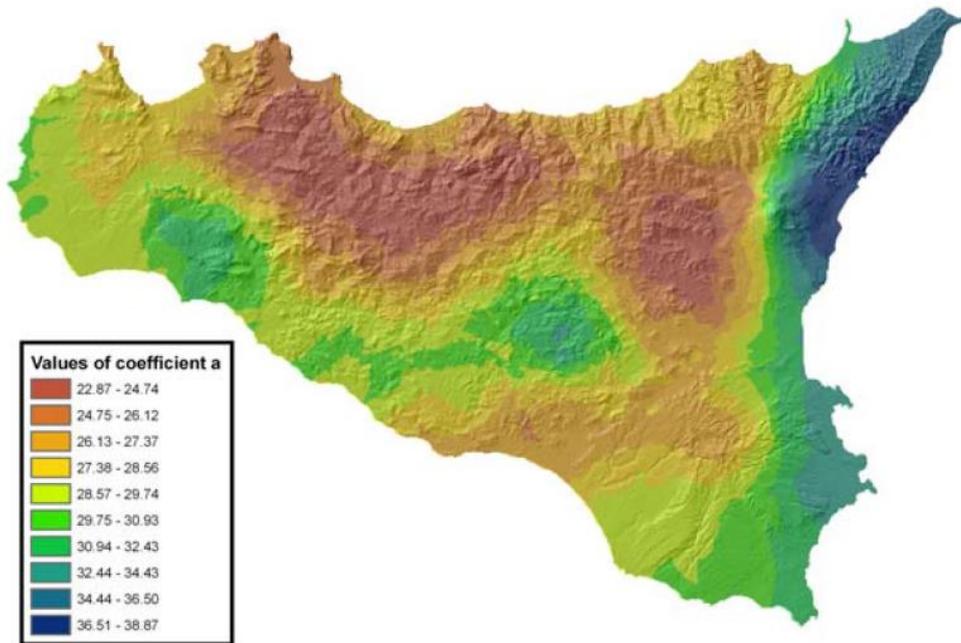


Fig. 3.2 Carta delle Iso-a per il territorio siciliano

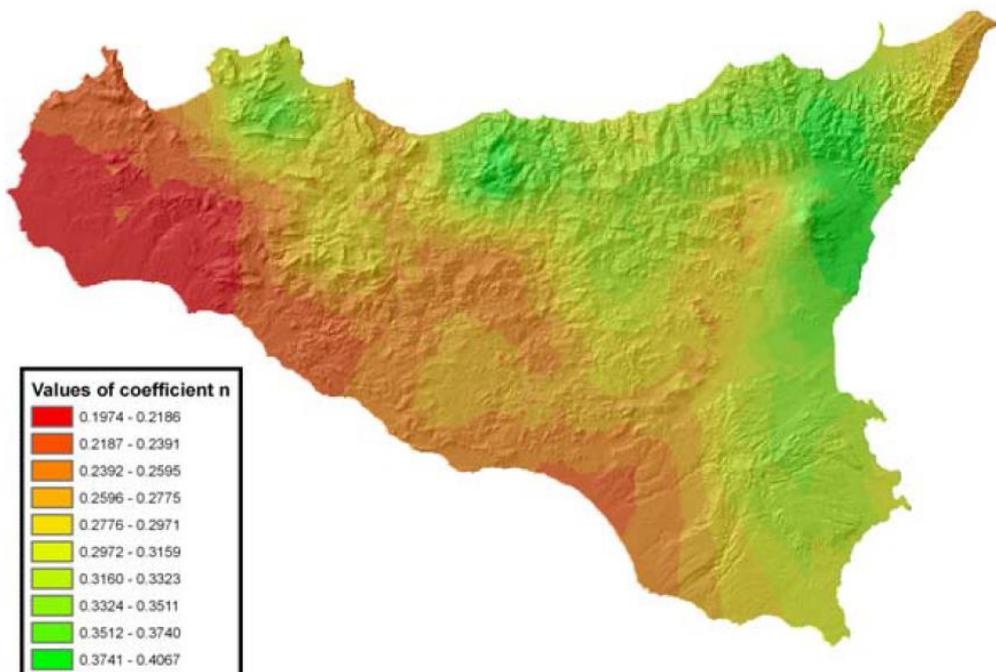




Fig. 3.3 Carta delle Iso-n per il territorio siciliano

Nel caso in esame sono stati utilizzati i dati relativi all'area interessata dal progetto, essi valgono:

$$a=33,435$$

$$n=0,24935$$

In definitiva il metodo consente di determinare le altezze di pioggia e le relative intensità senza ricorrere ad elaborazioni dei dati di pioggia ma basandosi su criteri di regionalizzazione già messi a punto per la Sicilia dall'Università di Palermo.

3.3 Individuazione dei bacini idrografici

Relativamente agli interventi in progetto, attraverso lo studio della cartografia di riferimento (Carta Tecnica Regionale - scala 1:10.000) e l'osservazione diretta dei luoghi, supportata da rilievi topografici sono stati individuati i bacini idrografici naturali e sono stati suddivisi così come riportato nella tabella seguente.



Indicativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Corso d'acqua proprietà del Demanio	Corso d'acqua proprietà del Demanio DPR 1503/1970	Corso d'acqua pubblica non individuato nelle mappe catastali	Numero d'ordine elenco acque	Localizzazione UTM zone 33N (EPSG: 25833)		Area Bacino (mq)
											X	Y	
I.01	Enna	193	117	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada	SI	NO	SI		430.802,15	4.151.603,32	6.117.406,05
I.02	Enna	193	117	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada	SI	NO	SI		430.778,45	4.151.622,54	105.427,81
I.03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada da aseguire	SI	NO	SI		430.339,78	4.150.100,72	75.147,80
I.04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Impluvio naturale/progetto tombino	SI	NO	NO		430.652,33	4.149.657,83	42.747.768,19
I.05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torricoda	Tombino su strada in progetto	SI	NO	SI		431.074,40	4.149.790,64	133.188,82
I.06	Enna	196	16-129	Granci	Affluente Torricoda	Impluvio naturale	SI	NO	SI		431.429,26	4.149.036,75	34.881,25
I.07	Enna	196	16-129	Granci	Fiume Torricoda	Impluvio naturale	SI	NO	NO		431.455,54	4.148.857,61	18.983.920,20
I.08	Enna	235	47-94	Nicola	Affluente Torricoda	Tombino su strada	SI	NO	SI		431.095,93	4.147.738,41	377.729,28
I.09	Enna	242	3-62	Arcera	Affluente Torricoda	Tombino su strada	SI	NO	SI		430.667,09	4.147.150,52	51.371,74
I.010	Enna	242	3-34	Arcera	Fiume Torricoda	Tombino su strada	NO	SI	NO	630	430.287,51	4.147.239,22	4.112.090,58
I.011	Enna	237	3-21-33-35	Arcera	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		428.785,60	4.146.057,99	69.994,67
I.012	Enna	237	3-21-33-35	Arcera	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		428.794,25	4.146.013,53	506.010,82
I.013	Enna	234	1-11	Aiuolo	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		428.152,56	4.145.329,85	62.578,45
I.014	Pietraperzia	14/234	6-80/11	Aiuolo	Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		427.809,55	4.145.083,61	26.177.609,04
I.015	Pietraperzia	15	160	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		427.312,60	4.144.739,86	19.137,62
I.016	Pietraperzia	15	157	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		427.318,29	4.144.683,17	13.361,89
I.017	Pietraperzia	15	76-136	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		427.243,24	4.144.289,39	147.468,74
I.018	Pietraperzia	15	130-133	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		427.241,60	4.144.116,63	163.888,36
I.019	Pietraperzia	39	41-224	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		427.014,02	4.143.742,72	43.599,81
I.020	Pietraperzia	39	44-214	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		426.927,85	4.143.689,85	53.128,39
I.021	Pietraperzia	39	96-97	Zalora	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		426.829,79	4.143.473,58	85.760,34
I.022	Pietraperzia	39	123-124	Zalora	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	SI	NO	SI		426.634,80	4.143.203,16	70.474,08
I.023	Pietraperzia	38	94-141	Luogo	Torrente Calo o Chianiola	Tombino su strada	SI	NO	SI		426.720,43	4.142.131,80	112.478,00
I.024	Pietraperzia	56/60	75-91/17-18-28	Mandrazzi	Vallone Dell'oro	Interferenza non presente					424.105,69	4.140.326,10	173.723,86
I.025	Pietraperzia	56/60	126-128-159/115	Mandrazzi	Affluente Vallone Dell'oro	Tombino su strada	SI	NO	SI		424.091,66	4.140.021,69	141.427,55
I.026	Pietraperzia	58/59	44/9	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Tombino su strada	SI	NO	SI		423.936,45	4.139.412,32	185.570,45
I.027	Pietraperzia	58/59	75-76/39-41	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Tombino su strada	SI	NO	SI		423.660,34	4.139.021,78	855.261,65
I.028	Pietraperzia	58/59	99/106	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Tombino su strada	SI	NO	SI		423.599,72	4.138.548,40	1.443.728,80
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	Impluvio Naturale	SI	NO	NO		423.790,10	4.138.471,84	120.927,42
I.030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	SI	NO	SI		423.671,67	4.138.351,90	71.328,05
I.031	Pietraperzia	58	98-100-120	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	SI	NO	NO		423.518,46	4.138.528,67	1.425.649,07
I.032	Pietraperzia	58	104-134	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	SI	NO	SI		423.767,23	4.139.424,68	132.455,54
I.033	Pietraperzia	58	104-134	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	SI	NO	SI		423.767,73	4.139.504,81	84.503,02
I.034	Pietraperzia	56	75	Mandrazzi	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	SI	NO	SI		424.019,45	4.140.342,11	158.150,36
I.035	Pietraperzia	56/60	75-91/17-18-28	Mandrazzi	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	SI	NO	SI		424.116,75	4.140.311,01	191.961,24
I.036	Enna	242/201	53-103/166-293	Marcato dei Vitelli	Affluente Torricoda	Tombino su strada	SI	NO	NO		431.957,49	4.148.097,11	132.012,50

Tab. 3.2 Bacini scolanti e relative aree



3.4 Portata di colmo

La valutazione della portata al colmo è stata eseguita attraverso l'applicazione della formula razionale di seguito riportata:

$$Q = \phi * i * S$$

In cui:

- i : intensità di pioggia, è calcolata secondo i criteri di calcolo della TCEV, riportati precedentemente. La durata della pioggia viene assunta pari al tempo di corrivazione (τ_c), infatti un evento di pioggia di tale durata e dato tempo di ritorno (T) produce una piena che è la massima possibile per quel tempo di ritorno.
- S : superficie del bacino drenante.
- ϕ : coefficiente di afflusso, che permette di valutare la portata netta che arriva alla sezione di chiusura.

Il coefficiente di afflusso è stato stimato con il metodo proposto dal Soil Conservation Service (USDA) nel 1972 (detto metodo SCS). Questo si basa sulla stima del parametro CN (Curve Number) che è un parametro sintetico che esprime l'attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso diretto (superficiale). Il CN varia da zero a cento. Più alto è il valore maggiore è il deflusso prodotto a parità di precipitazione.

Nello schema seguente si riporta il flusso logico che porta alla pioggia netta defluente a partire

dalla precipitazione.

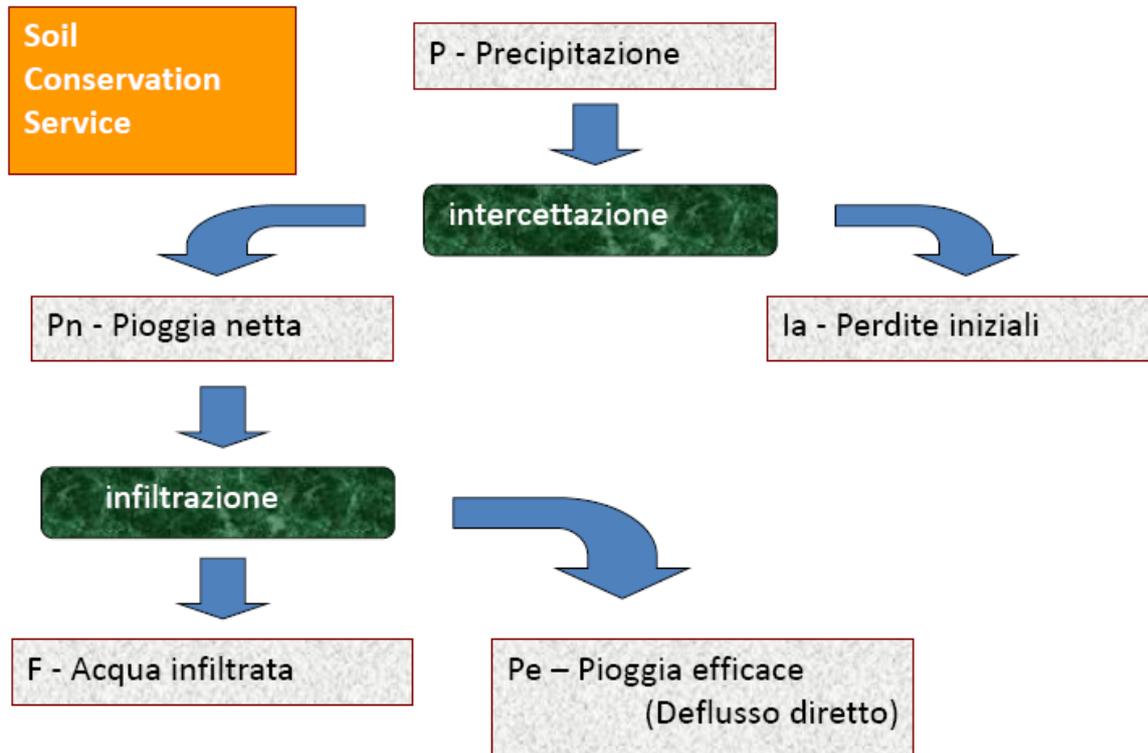


Figura 3.4 Determinazione pioggia netta da precipitazione

La pioggia efficace P_e è pari a:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Dove:

- P è la precipitazione totale;
- I_a sono le perdite iniziali poste pari a $0,2S$;

- S è pari a $S = S_0 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$

Dove CN è pari a $CN(III)$ calcolato come segue:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

Il valore di CN(II) è stato ricavato dalle seguenti tabelle:

I gruppi idrologici						
A	Bassa capacità di deflusso – suoli con elevata infiltrabilità anche se completamente saturi – sabbie o ghiaie profonde ben drenate – notevole conducibilità idrica					
	B	Suoli con moderata infiltrabilità se saturi – discretamente drenati e profondi – tessitura medio-grossolana – conducibilità idrica media				
C		Suoli con bassa infiltrabilità se saturi – uno strato impedisce la percolazione verticale – suoli con tessitura medio-fine e bassa infiltrabilità – conducibilità idrica bassa				
	D	Capacità di deflusso elevata – suoli con infiltrabilità ridottissima in condizioni di saturazione – suoli ricchi di argilla rigonfianti – suoli con strato argilloso superficiale – suoli poco profondi su substrato impermeabile – conducibilità idrica estremamente bassa				
Tipo di copertura			Classe del suolo			
Uso del suolo	Trattamento o pratica	Condizione idrologica	A	B	C	D
Maggesi	a solchi diritti	–	77	86	91	94
Colture a solchi	a solchi diritti	cattiva	72	81	88	91
	a solchi diritti	buona	67	78	85	89
	a reggipoggio	cattiva	70	79	84	88
	a reggipoggio	buona	65	75	82	86
	a re. e terrazze	cattiva	66	74	80	82
	a re. e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli	a solchi diritti	cattiva	65	76	84	88
	a solchi diritti	buona	63	75	83	87
	a reggipoggio	cattiva	63	74	82	85
	a reggipoggio	buona	61	73	81	84
	a re. e terrazze	cattiva	61	72	79	82
	a re. e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi seminati folti o prati in rotazione	a solchi diritti	cattiva	66	77	85	89
	a solchi diritti	buona	58	72	81	85
	a reggipoggio	cattiva	64	75	83	85
	a reggipoggio	buona	55	69	78	83
	a re. e terrazze	cattiva	63	73	80	83
	a re. e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli		cattiva	68	79	86	89
		discreta	49	69	79	84
		buona	39	61	74	80
	a reggipoggio	cattiva	47	67	81	88
	a reggipoggio	discreta	25	59	75	83
	a reggipoggio	buona	6	35	70	79
Prati		buona	30	58	71	78
Boschi		cattiva	45	66	77	83
		discreta	36	60	73	79
		buona	25	55	70	77
Aziende agricole		–	59	74	82	86
Strade sterrate		–	72	82	87	89
Str. pavimentate		–	74	84	90	92



Tabella 3.3 Valori dei coefficienti CN(II)

Per il calcolo del parametro CN si sono suddivisi i bacini in aree omogenee per colture o usi previsti.

3.5 Scelta dei tempi di ritorno

Il tempo di ritorno T associato ad un evento di piena rappresenta l'intervallo temporale entro cui l'evento stesso viene mediamente raggiunto o superato. Si possono prendere in considerazione i seguenti valori:

T = 10 anni (eventi ricorrenti – con alta frequenza)

T = 50 anni (eventi ricorrenti – con bassa frequenza)

T = 100 anni (eventi straordinari)

T = 300 anni (eventi eccezionalmente straordinari)

Si evidenzia che le verifiche idrauliche saranno svolte con riferimento a T = 5 anni per la valutazione di eventuali insufficienze idrauliche delle opere interessate dal progetto e la loro determinazione dell'ampiezza d'alveo in caso di sponde incerte.

Il progetto dei nuovi tombini e cunette è stato eseguito per valori di tempo di ritorno di 200 anni.

Sono state eseguite le verifiche per tempi di ritorno di 50,100 e 300 anni dei nuovi tombini.



3.6 Tempo di corrivazione

Per la valutazione del tempo di corrivazione è stata utilizzata la formula di Kirpich:

$$\tau_c = 0,01947 * (L^{0,77}/p^{0,385})$$

In cui

- L è la distanza tra il punto idraulicamente più svantaggiato e la sezione di chiusura.
- p è la pendenza del tratto di lunghezza L (come anticipato si sceglie la pendenza maggiore in ciascun tratto).

Infine nel calcolo della portata di progetto Q_p si è considerata una porzione di aumento dovuta al trasporto solido delle acque pari al 10 % dei valori precedentemente calcolati.

Di seguito si riportano i valori dei parametri descritti precedentemente, relativamente a ciascun bacino per il calcolo della portata di progetto.



Tabella di calcolo portata di progetto																												
Identificativo	calcolo tempo di corruzione				calcolo intensità di pioggia										calcolo pioggia efficace							calcolo portata di progetto						
	L	Disl	p	τc	t	T	a	b	K _f	a	n	m _e	h _{1,T}	i	P	Area bassa permeabilità		Area alta permeabilità		CN (II)	CN(III)	S	la	P _e	S _{bac}	Q	T.S.	Q _p
Interferenza	[m]	[m]	[-]	[minuti]	[h]	[anni]							[mm/h]	[mm]	[%]	CN	[%]	CN				[mm]	[mm]	[mm]	[kmq]	[m³/s]	%	[m³/s]
I.01	3.422,90	300	0,088	26,18	0,44	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	27,19	34,28	78,58	34,28	70%	80,00	30%	50,00	71,00	85,06	44,61	8,92	9,19	6,11741	35,804	10	39,38
I.02	432,50	28	0,065	5,98	0,10	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	18,82	23,73	238,01	23,73	70%	80,00	30%	50,00	71,00	85,06	44,61	8,92	3,69	0,10543	1,084	10	1,19
I.03	388,21	41	0,106	4,56	0,08	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,58	22,17	291,84	22,17	65%	80,00	35%	50,00	69,50	84,13	47,93	9,59	2,62	0,07515	0,719	10	0,79
I.04	10.217,99	531	0,052	74,31	1,24	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	35,27	44,47	35,91	44,47	35%	80,00	65%	50,00	60,50	78,08	71,31	14,26	8,99	42,74777	86,190	10	94,81
I.05	711,60	115	0,162	6,17	0,10	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	18,96	23,91	232,50	23,91	65%	80,00	35%	50,00	69,50	84,13	47,93	9,59	3,30	0,13319	1,186	10	1,30
I.06	343,66	56	0,163	3,51	0,06	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	16,48	20,78	354,96	20,78	65%	80,00	35%	50,00	69,50	84,13	47,93	9,59	2,12	0,03488	0,351	10	0,39
I.07	6.777,78	461	0,068	48,84	0,81	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	31,76	40,05	48,21	40,05	65%	80,00	35%	50,00	69,50	84,13	47,93	9,59	11,84	18,98392	76,702	10	84,37
I.08	1.291,54	286	0,221	8,65	0,14	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	20,63	26,01	180,44	26,01	85%	80,00	15%	50,00	75,50	87,75	35,44	7,09	6,59	0,37773	4,794	11	5,32
I.09	340,03	20	0,059	5,16	0,09	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	18,13	22,86	266,03	22,86	86%	80,00	14%	50,00	75,80	87,93	34,87	6,97	4,97	0,05137	0,826	12	0,93
I.010	2.886,29	295	0,102	21,64	0,36	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	25,93	32,69	90,66	32,69	84%	80,00	16%	50,00	75,20	87,58	36,02	7,20	10,56	4,11209	33,459	13	37,81
I.011	622,58	67	0,108	6,51	0,11	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,22	24,23	223,32	24,23	85%	80,00	15%	50,00	75,50	87,75	35,44	7,09	5,59	0,06999	1,002	14	1,14
I.012	886,14	123	0,139	7,75	0,13	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	20,07	25,31	196,00	25,31	75%	80,00	25%	50,00	72,50	85,98	41,43	8,29	4,96	0,50601	5,396	15	6,21
I.013	498,15	84	0,169	4,61	0,08	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,64	22,24	289,25	22,24	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	4,01	0,06258	0,906	16	1,05
I.014	10.135,99	367	0,036	84,87	1,41	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	36,45	45,97	32,50	45,97	70%	80,00	30%	50,00	71,00	85,06	44,61	8,92	16,81	26,17761	86,404	17	101,09
I.015	473,25	91	0,192	4,22	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,24	21,74	309,48	21,74	70%	80,00	30%	50,00	71,00	85,06	44,61	8,92	2,86	0,01914	0,217	18	0,26
I.016	448,04	88	0,196	4,01	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,03	21,47	321,39	21,47	85%	80,00	15%	50,00	75,50	87,75	35,44	7,09	4,15	0,01336	0,231	19	0,27
I.017	700,39	106	0,151	6,25	0,10	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,02	23,99	230,24	23,99	75%	80,00	25%	50,00	72,50	85,98	41,43	8,29	4,32	0,14747	1,697	20	2,04
I.018	913,06	141	0,154	7,61	0,13	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,98	25,19	198,67	25,19	75%	80,00	25%	50,00	72,50	85,98	41,43	8,29	4,90	0,16389	1,759	21	2,13
I.019	214,63	114	0,531	1,55	0,03	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	13,44	16,95	655,61	16,95	70%	80,00	30%	50,00	71,00	85,06	44,61	8,92	1,22	0,04360	0,573	22	0,70
I.020	529,56	113	0,213	4,42	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,44	22,00	298,86	22,00	78%	80,00	22%	50,00	73,40	86,52	39,58	7,92	3,70	0,05313	0,741	23	0,91
I.021	619,94	78	0,126	6,11	0,10	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	18,92	23,85	234,21	23,85	78%	80,00	22%	50,00	73,40	86,52	39,58	7,92	4,57	0,08576	1,070	24	1,33
I.022	350,94	43	0,123	3,98	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,00	21,44	322,94	21,44	85%	80,00	15%	50,00	75,50	87,75	35,44	7,09	4,14	0,07047	1,220	25	1,52
I.023	717,29	342	0,477	8,09	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,12	21,59	316,38	21,59	85%	80,00	15%	50,00	75,50	87,75	35,44	7,09	4,21	0,11248	1,927	26	2,43
I.024	971,58	132	0,166	4,38	0,14	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	20,47	25,81	184,70	25,81	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	7,17	0,17372	2,474	27	3,14
I.025	710,54	93	0,131	6,68	0,11	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,34	24,39	218,94	24,39	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	5,07	0,14143	1,789	28	2,29
I.026	622,19	68	0,109	6,47	0,11	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,19	24,19	224,40	24,19	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	6,21	0,18557	2,968	29	3,83
I.027	1.626,43	150	0,092	14,47	0,24	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	23,45	29,57	122,61	29,57	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	9,54	0,85526	9,399	30	12,22
I.028	1.730,95	141	0,081	15,93	0,27	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	24,02	30,29	114,10	30,29	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	10,02	1,44373	15,130	31	19,82
I.029	491,97	36	0,073	6,30	0,11	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,06	24,04	228,89	24,04	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	6,12	0,12093	1,956	32	2,58
I.030	326,51	32	0,098	4,11	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,13	21,60	315,65	21,60	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	4,77	0,07133	1,380	33	1,83
I.031	1.669,36	138	0,083	15,40	0,26	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	23,82	30,04	117,02	30,04	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	8,23	1,42565	12,702	34	17,02
I.032	468,22	57	0,122	4,99	0,08	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,98	22,57	272,86	22,57	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	4,21	0,13246	1,866	35	2,52
I.033	394,64	52	0,132	4,24	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,27	21,77	308,16	21,77	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	3,79	0,08450	1,259	36	1,71
I.034	881,70	129	0,146	7,56	0,13	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	19,95	25,15	199,59	25,15	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	5,47	0,15815	1,907	37	2,61
I.035	988,56	132	0,134	8,55	0,14	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	20,57	25,94	181,95	25,94	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	5,89	0,19196	2,203	38	3,04
I.036	556,66	143	0,257	4,27	0,07	5	0,5011	0,4545	1,26	33,44	0,2494	17,30	21,82	306,36	21,82	80%	80,00	20%	50,00	74,00	86,87	38,37	7,67	3,81	0,13201	1,961	39	2,73

Tabella 3.4 Dati di calcolo verifiche idrauliche

3.7 Dimensionamento canali a pelo libero

Il dimensionamento e la verifica dei canali e delle sezioni dei tombini è stato effettuato in condizioni di moto uniforme tramite la seguente formula:

$$Q = \chi \Omega \sqrt{Ri_f} \tag{1}$$

essendo:

Ω: sezione in metri quadrati;

R: raggio idraulico in metri;

i_f: pendenza del ramo;



χ : coefficiente di scabrezza, che nella versione di Gauckler-Strickler vale:

$$\chi = K_s R^{1/6} \quad (2)$$

essendo:

- K_s : coefficiente dimensionale di scabrezza;
- R : raggio idraulico in metri;

Combinando la (1) e la (2), si ottiene la ben nota formula di Gauckler-Strickler :

$$Q = K_s R^{2/3} i_f^{1/2} \Omega \quad (3)$$

Con la formula (3) si è costruita la scala delle portate per le sezioni in progetto. Si è scelta per ogni punto di progetto la sezione che permettesse il deflusso della portata di colmo con franco libero di almeno 50 cm o nelle sezioni circolari un grado di riempimento inferiore al 70%.

Nei capitoli seguenti si riportano le tabelle di calcolo dei dimensionamenti e delle verifiche effettuate.



4 VERIFICA INTERFERENZE IDRAULICHE

4.1 Risoluzione interferenze

Il progetto prevede per ogni interferenza individuata la modalità di risoluzione della stessa.

Nelle tavole allegate 06 “Planimetria delle interferenze con la rete idrografica” sono riportati, i particolari in pianta e sezione delle previsioni progettuali.

I passaggi dei cavi MT di progetto avverranno in subalveo con tecniche no-dig, garantendo una distanza minima tra il letto dell’impluvio e l’estradosso del cavo di 2.00 m, oppure sulle spalle dei ponti esistenti non interferendo con la sezione idraulica di scolo. Quando la sezione del ponte lo consente il cavo sarà passato sulla carreggiata stradale avendo cura di mantenersi a profondità superiore a 1 m dal piano viabile.

Sono stati eseguite le verifiche idrauliche per la valutazione di eventuali insufficienze idrauliche delle opere interessate dal progetto e la loro determinazione dell’ampiezza d’alveo in caso di sponde incerte.

Come si vede dai calcoli effettuato le opere esistente non presentano particolari criticità idrauliche per le verifiche effettuate.

Nella tabella seguente si riportano i risultati dei calcoli effettuati.



Verifica idraulica delle sezioni di interferenza																									
Indicativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Tipo sezione	Materiale	Base-De m	Altezza - Di m	Scarpa HI	Scabrezza m ^{1/2} s ^{1/2}	Pendenza	H m	Lt m	A mq	P' m	P m	R m	K	V m/s	Qmax mc/s	Q ₀ [m ³ /s]	verifica	
L01	Enna	193	117	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada	Ovale	ARMCO	3,00	3,50		70	7,0%	3,33	9,42	9,441						18,53	174,93	39,38	Verifica
L02	Enna	193	117	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada	Circolare	cls	1,20	1,20		70	5,0%	1,14	3,23	1,110			0,34			7,68	8,52	1,19	Verifica
L03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada da adeguare	Circolare	cls	1,50	1,50		60	10,2%	1,43	4,04	1,734			0,43			10,92	18,93	0,79	Verifica
L04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Impluvio naturale/progetto tombino	rettangolare	cls	10,00	2,50	100,00	70	7,8%	2,38	10,05	23,806	1,00	14,75	1,61	75,81	26,95	641,61	94,81	Verifica	
L05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torricoda	Tombino su strada in progetto	Circolare	cls	1,50	1,50		70	15,3%	1,43	4,04	1,734			0,43			15,61	27,07	1,30	Verifica
L06	Enna	196	16-129	Granci	Affluente Torricoda	Impluvio naturale	Trapezia	terra	2,00	7,00	0,64	50	12,1%	6,65	22,90	82,793	1,86	26,77	3,09	60,35	36,94	3058,28	0,39	Verifica	
L07	Enna	196	16-129	Granci	Fiume Torricoda	Impluvio naturale	Trapezia	terra	3,00	2,00	1,00	50	5,0%	1,90	6,80	9,310	1,41	8,37	1,11	50,89	11,96	111,37	84,37	Verifica	
L08	Enna	235	47-94	Nicola	Affluente Torricoda	Tombino su strada	Rettagolare	cls	6,00	3,00	100	70	13,8%	2,85	6,06	17,181	1,00	11,70	1,47	74,63	33,58	576,92	5,32	Verifica	
L09	Enna	242	3-62	Arcera	Affluente Torricoda	Tombino su strada	Circolare	cls	1,50	1,50		80	6,5%	1,43	4,04	1,734			0,43			11,62	20,14	0,93	Verifica
L010	Enna	242	3-34	Arcera	Fiume Torricoda	Tombino su strada	Rettagolare	cls	8,00	5,00	100	70	10,0%	4,75	8,10	38,226	1,00	17,50	2,18	79,73	37,27	1424,53	37,81	Verifica	
L011	Enna	237	3-21-33-35	Arcera	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Rettagolare	cls	1,20	1,50	100	70	9,2%	1,43	1,23	1,730	1,00	4,05	0,43	60,75	12,04	20,83	1,14	Verifica	
L012	Enna	237	3-21-33-35	Arcera	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Rettagolare	cls	2,50	1,50	100	70	7,4%	1,43	2,53	3,583	1,00	5,35	0,67	65,47	14,57	52,22	6,21	Verifica	
L013	Enna	234	1-11	Aiuolo	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Quadrata	cls	1,50	1,50	100	70	9,3%	1,43	1,53	2,158	1,00	4,35	0,50	62,28	13,35	28,80	1,05	Verifica	
L014	Pietraperzia	14/234	6-80/11	Aiuolo	Torrente Aiulo	Tombino su strada	Rettagolare	cls	8,00	3,00	100	70	2,5%	2,85	8,06	22,881	1,00	13,70	1,67	76,25	15,53	355,28	101,09	Verifica	
L015	Pietraperzia	15	160	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Circolare	cls	1,00	1,00		70	9,1%	0,95	2,69	0,771			0,29		9,19	7,09	0,26	Verifica	
L016	Pietraperzia	15	157	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Circolare	cls	1,00	1,00		70	9,0%	0,95	2,69	0,771			0,29		9,12	7,03	0,27	Verifica	
L017	Pietraperzia	15	76-136	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Rettagolare	cls	1,20	1,00	100	70	14,2%	0,95	1,22	1,149	1,00	3,10	0,37	59,33	13,63	15,66	2,04	Verifica	
L018	Pietraperzia	15	130-133	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Rettagolare	cls	1,20	1,00	100	70	12,8%	0,95	1,22	1,149	1,00	3,10	0,37	59,33	12,90	14,83	2,13	Verifica	
L019	Pietraperzia	39	41-224	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Rettagolare	cls	1,00	3,00	100	70	26,7%	2,85	1,06	2,931	1,00	6,70	0,44	60,99	20,83	61,07	0,70	Verifica	
L020	Pietraperzia	39	44-214	Camercia	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Quadrata	cls	1,70	1,70	100	70	16,8%	1,62	1,73	2,772	1,00	4,93	0,56	63,59	19,53	54,13	0,91	Verifica	
L021	Pietraperzia	39	96-97	Zalora	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Quadrata	cls	1,70	1,70	100	70	6,1%	1,62	1,73	2,772	1,00	4,93	0,56	63,59	11,77	32,63	1,33	Verifica	
L022	Pietraperzia	39	123-124	Zalora	Affluente Torrente Aiulo	Tombino su strada	Circolare	cls	2,10	2,00		70	4,9%	1,90	5,38	3,083			0,57		10,73	33,08	1,52	Verifica	
L023	Pietraperzia	38	94-141	Luogo	Torrente Calo o Chianiola	Tombino su strada	Circolare	cls	1,50	1,50		70	5,0%	1,43	4,04	1,734			0,43		8,91	15,46	2,43	Verifica	
L024	Pietraperzia	56/60	75-91/17-18-28	Mandrazzi	Vallone Dell'oro	Interferenza non presente																			
L025	Pietraperzia	56/60	126-128-159/115	Mandrazzi	Affluente Vallone Dell'oro	Tombino su strada	Circolare	cls	2,10	2,00		70	5,0%	1,90	5,38	3,083			0,57		10,80	33,29	2,29	Verifica	
L026	Pietraperzia	58/59	44/9	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Tombino su strada	Rettagolare	cls	1,50	1,50	100	70	8,1%	1,43	1,53	2,158	1,00	4,35	0,50	62,28	12,45	26,86	3,83	Verifica	
L027	Pietraperzia	58/59	75-76/39-41	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Tombino su strada	Rettagolare	cls	2,50	4,50	100	70	10,8%	4,28	2,59	10,870	1,00	11,05	0,98	69,81	22,75	247,32	12,22	Verifica	
L028	Pietraperzia	58/59	99/106	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Tombino su strada	Rettagolare	cls	2,50	1,50	100	70	5,6%	1,43	2,53	3,583	1,00	5,35	0,67	65,47	12,70	45,51	19,82	Verifica	
L029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	Impluvio Naturale	Trapezia	terra	1,50	0,70	1,20	60	5,2%	0,67	2,61	1,366	1,30	3,23	0,42	51,98	7,74	10,57	2,58	Verifica	
L030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	Trapezia	terra	1,00	0,95	1,00	60	6,5%	0,90	2,81	1,717	1,41	3,55	0,48	53,15	9,42	16,18	1,83	Verifica	
L031	Pietraperzia	58	98-100-120	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	Trapezia	terra	1,50	1,50	1,76	50	3,4%	1,43	3,12	3,288	1,15	4,78	0,69	46,98	7,20	23,69	17,02	Verifica	
L032	Pietraperzia	58	104-134	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	Trapezia	terra	1,00	1,00	1,18	50	9,4%	0,95	2,62	1,717	1,31	3,49	0,49	44,42	9,56	16,42	2,52	Verifica	
L033	Pietraperzia	58	104-134	Pozzillo	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	Trapezia	terra	1,00	1,00	1,18	50	10,4%	0,95	2,62	1,717	1,31	3,49	0,49	44,42	10,07	17,28	1,71	Verifica	
L034	Pietraperzia	56	75	Mandrazzi	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	Trapezia	terra	1,00	1,00	1,18	50	8,8%	0,95	2,62	1,717	1,31	3,49	0,49	44,42	9,23	15,85	2,61	Verifica	
L035	Pietraperzia	56/60	75-91/17-18-28	Mandrazzi	Vallone Dell'oro	Impluvio naturale	Trapezia	terra	1,00	1,00	1,18	50	2,3%	0,95	2,62	1,717	1,31	3,49	0,49	44,42	4,67	8,02	3,04	Verifica	
L036	Enna	242/201	53-103/166-293	Marcato dei Vitelli	Affluente Torricoda	Tombino su strada	Circolare	cls	1,10	1,00		70	10,2%	0,95	2,69	0,771			0,29		9,73	7,50	2,73	Verifica	

Tabella 4.1 verifica interferenze idrauliche



5 PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE

5.1 Cunette di scarico acque piovane

L'acqua pluviale scolante sulle strade e piazzole in progetto sarà raccolta e convogliata allo scarico tramite cunette in terra poste strategicamente all'interno delle aree servite.

Inoltre saranno realizzati dei fossi di guardia a monte delle opere che raccolgono l'eventuale acqua scolante di monte prima che queste possano intercettare le opere in progetto.

In generale le acque raccolte saranno avviate all'impluvio naturale più vicino senza quindi alterare il percorso di scolo.

Il calcolo è stato condotto in modo tale da individuare il massimo bacino servito da ognuna delle tipologie di cunette in progetto. La scelta delle cunette in planimetria è stata effettuata sulla base dei bacini massimi servibili da ogni cunetta.

Le cunette in progetto avranno dimensione variabile in funzione del bacino scolante servito, le sezioni saranno a forma trapezia con fondo largo da 40 a 60 cm, altezza da 50 a 70 cm e pendenza delle scarpate 1:2.5.

Nei calcoli seguenti sono calcolate le portate delle sezioni in progetto e il relativo grado di riempimento per le sezioni tipo C1, con fondo di larghezza di 40 cm ed altezza di 50 cm, e tipo C3 con fondo di larghezza di 60 cm e altezza di 70 cm. La sezione C2 avrà le dimensioni del fondo di 40 cm ed altezza di 50 cm però sarà parzialmente riempita in pietrame per diminuire l'effetto di escavazione in presenza di pendenza elevata.

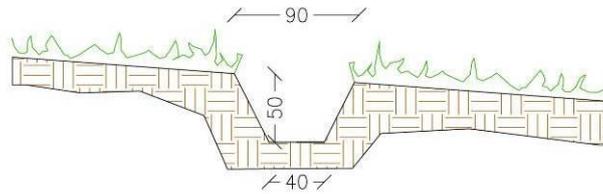


Figura 5.1 cunetta tipo C1

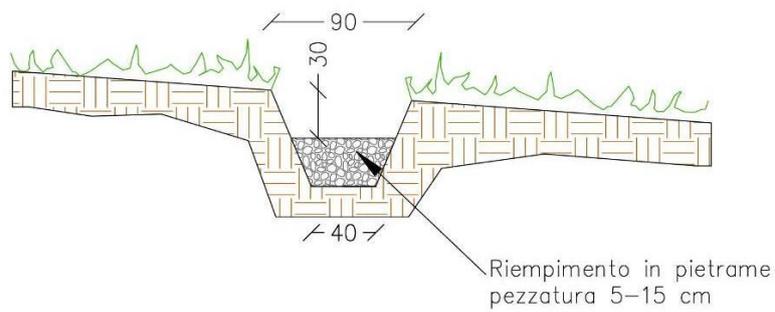


Figura 5.2 cunetta tipo C2

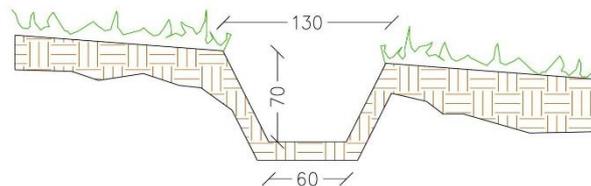


Figura 5.3 cunetta tipo C3

I calcoli sono stati eseguiti per una pendenza del 2 % del 5% e del 10% per le cunette C1 e C3.

Per la cunetta C2 si è considerata una pendenza del 20 %.

Si riporta di seguito la tabella di dimensionamento idraulico.

Calcolo portate cunette in progetto																				
Tipologia cunetta	Area Bacino	Tipo sezione	Materiale	Base-De	Altezza - Di	Scarpa	Scarpa	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	V	Qmax	Qp	verifica
	Ha			m	m	H/l		m ^{1/3} s ⁻¹	fondo	m	m	mq	m	m	m		m/s	mc/s	[m ³ /s]	
Cunetta C1	3,00	Trapezia	terreno	0.40	0.50	2,00		50	2,0%	0,50	0,90	0,325	1,12	1,52	0,21	38,67	2,53	0,82	0,84	Verifica
Cunetta C1	4,00	Trapezia	terreno	0.40	0.50	2,00		50	5,0%	0,50	0,90	0,325	1,12	1,52	0,21	38,67	4,00	1,30	1,29	Verifica
Cunetta C1	7,00	Trapezia	terreno	0.40	0.50	2,00		50	10,0%	0,50	0,90	0,325	1,12	1,52	0,21	38,67	5,66	1,84	1,74	Verifica
Cunetta C2	2,50	Trapezia	terreno	0.60	0.30	2,00		35	20,0%	0,30	0,90	0,225	1,12	1,27	0,18	26,23	4,94	1,11	1,05	Verifica
Cunetta C3	7,50	Trapezia	terreno	0.60	0.70	2,00		50	2,0%	0,70	1,30	0,665	1,12	2,17	0,31	41,07	3,22	2,14	2,14	Verifica
Cunetta C3	14,00	Trapezia	terreno	0.60	0.70	2,00		50	5,0%	0,70	1,30	0,665	1,12	2,17	0,31	41,07	5,09	3,38	3,35	Verifica
Cunetta C3	40,00	Trapezia	terreno	0.60	0.70	2,00		50	10,0%	0,70	1,30	0,665	1,12	2,17	0,31	41,07	7,20	4,79	4,58	Verifica

Tabella 5.1 Calcolo di progetto cunette



5.2 Opere idrauliche in progetto

Nella realizzazione di strade interne al parco si è prevista in progetto la posa di tubazioni idonee per dare continuità allo scolo delle acque.

Le tubazioni per l'attraversamento intubato delle opere delle acque pluviali sono progettate in base alla massima portata scolante per ogni relativo bacino.

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo a sezione circolare in PEAD Corrugato oppure scatolare in cls per sezioni maggiori di 2 m e avranno una pendenza minima del 2.00 %.

Si è inoltre provveduto al calcolo dei fossi di guardia che saranno realizzati a protezione della stazione di Trasformazione 36/150 della RTN in progetto.

Per tali opere (interferenze I.029 e I.030) si è calcolato il bacino di riferimento e si è progettato un fosso di guardia a sezione trapezia con strato superficiale delle pareti e del fondo ricoperti con materassi tipo "Reno" in modo tale da garantirne l'efficienza e la stabilità per tutta la vita utile del progetto.

Il calcolo è stato condotto per le interferenze dove sarà necessario realizzare nuove opere, nella tabella seguente si riporta l'elenco delle opere dimensionate.

Indicativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione imprevio	Opera interferente	Localizzazione UTM zone 33N (EPSG: 25833)		Area Bacino (mq)
							X	Y	
I.03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torcicoda	Tombino su strada da adeguare	430.339,78	41.502.100,72	75.147,80
I.04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torcicoda	Imprevio naturale/progetto tombino	430.652,33	4.149.657,83	42.747.768,19
I.05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torcicoda	Tombino su strada in progetto	431.074,40	4.149.790,64	133.188,82
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	423.790,10	4.138.471,84	120.927,42
I.030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	423.671,67	4.138.351,90	71.328,05



Le verifiche sono riportate nella tabella seguente.

Tabella di calcolo portata di progetto																												
Identificativo	calcolo tempo di corrvazione				calcolo intensità di pioggia								calolo pioggia efficace							calcolo portata di progetto								
Interferenza	L	Disl	p	rc	t	T	a	b	K _T	a	n	m _c	h _{i,T}	i	Area bassa permeabilità		Area alta permeabilità		CN (II)	CN(III)	S	la	P _e	S _{bac}	Q	T.S.	Q _p	
	[m]	[m]	[-]	[minuti]	[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]	[mm]	[%]	CN	[%]	CN			[mm]	[mm]	[mm]	[kmq]	[m ³ /s]	%	[m ³ /s]
I.03	388,21	41	0,106	4,56	0,08	200	0,5011	0,4545	3,11	33,44	0,2494	17,58	54,67	719,64	54,67	65%	80,00	35%	50,00	69,50	84,13	47,93	9,59	21,86	0,07515	6,005	10	6,61
I.04	10.217,99	531	0,052	74,31	1,24	200	0,5011	0,4545	3,11	33,44	0,2494	35,27	109,66	88,55	109,66	35%	80,00	65%	50,00	60,50	78,08	71,31	14,26	54,59	42,74777	523,438	10	575,78
I.05	711,60	115	0,162	6,17	0,10	200	0,5011	0,4545	3,11	33,44	0,2494	18,96	58,96	573,32	58,96	65%	80,00	35%	50,00	69,50	84,13	47,93	9,59	25,05	0,13319	9,013	10	9,91
I.029	491,97	36	0,073	6,30	0,11	200	0,5011	0,4545	3,11	33,44	0,2494	19,06	59,27	564,43	59,27	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	32,59	0,12093	10,425	32	13,76
I.030	326,51	32	0,098	4,11	0,07	200	0,5011	0,4545	3,11	33,44	0,2494	17,13	53,27	778,37	53,27	90%	80,00	10%	50,00	77,00	88,62	32,62	6,52	27,53	0,07133	7,970	33	10,60

Progetto tombini in progetto																									
Indientificativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione Impluvio	Opera interferente	Tipo sezione	Materiale	Base-De	Altezza - Di	Scarpa	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	V	Q _{max}	Q _p	verifica	
									m	m	H/l	m ^{10/3}	m ^{10/3}	m	m	m ²	m	m	m	m	m	m/s	mc/s	[m ³ /s]	
I.03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada da adeguare	Circolare	cis	1,50	1,50		60	10,2%	1,43	4,04	1,734			0,43			10,92	18,93	6,61	Verifica
I.04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Impluvio naturale/progetto tombino	rettangolare	cis	10,00	2,50	100,00	70	7,8%	2,38	10,05	23,806	1,00	14,75	1,61	75,81	26,95	641,61	575,78	Verifica	
I.05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torricoda	Tombino su strada in progetto	Circolare	cis	1,50	1,50		70	15,3%	1,43	4,04	1,734			0,43			15,61	27,07	9,91	Verifica
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	5,2%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	9,29	21,62	13,76	Verifica	
I.030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	6,5%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	10,35	24,08	10,60	Verifica	

Tabella 5.2 Calcolo di progetto per nuova opera idraulica (tempo di ritorno di 200 anni)

Al fine della determinazione degli effetti della realizzazione dell'opera sul deflusso delle acque piovane sui luoghi si è provveduto al calcolo delle sezioni investigate per i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Nelle tabelle seguenti si evidenzia che i gradi di riempimenti nelle varie condizioni di verifica sono sempre tali da garantire un deflusso a pelo libero senza nessun pericolo di esondazione nelle aree limitrofe.

Progetto tombini in progetto																									
Indientificativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione Impluvio	Opera interferente	Tipo sezione	Materiale	Base-De	Altezza - Di	Scarpa	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	V	Q _{max}	Q _p	verifica	
									m	m	H/l	m ^{10/3}	m ^{10/3}	m	m	m ²	m	m	m	m	m	m/s	mc/s	[m ³ /s]	
I.03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada da adeguare	Circolare	cis	1,50	1,50		60	10,2%	1,43	4,04	1,734			0,43			10,92	18,93	4,04	Verifica
I.04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Impluvio naturale/progetto tombino	rettangolare	cis	10,00	2,50	100,00	70	7,8%	2,38	10,05	23,806	1,00	14,75	1,61	75,81	26,95	641,61	372,82	Verifica	
I.05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torricoda	Tombino su strada in progetto	Circolare	cis	1,50	1,50		70	15,3%	1,43	4,04	1,734			0,43			15,61	27,07	6,16	Verifica
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	5,2%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	9,29	21,62	9,14	Verifica	
I.030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	6,5%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	10,35	24,08	6,93	Verifica	

Tabella 5.3 calcoli idraulici per nuova opera idraulica con tempo di ritorno di 50 anni



Progetto tombini in progetto																								
Indidentificativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Tipo sezione	Materiale	Base-De	Altezza - Di	Scarpa	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	V	Qmax	Q ₀	verifica
									m	m	H/l	m ^{1/3} s ⁻¹		m	m	m ²		m	m		m/s	m ³ /s	m ³ /s	
I.03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada da adeguare	Circolare	cis	1,50	1,50		60	10,2%	1,43	4,04	1,734			0,43		10,92	18,93	5,28	Verifica
I.04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Impluvio naturale/progetto tombino	rettangolare	cis	10,00	2,50	100,00	70	7,8%	2,38	10,05	23,806	1,00	14,75	1,61	75,81	26,95	641,61	472,10	Verifica
I.05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torricoda	Tombino su strada in progetto	Circolare	cis	1,50	1,50		70	15,3%	1,43	4,04	1,734			0,43		15,61	27,07	7,99	Verifica
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	5,2%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	9,29	21,62	11,41	Verifica
I.030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	6,5%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	10,35	24,08	8,73	Verifica

Tabella 5.4 calcoli idraulici per nuova opera idraulica con tempo di ritorno di 100 anni

Progetto tombini in progetto																								
Indidentificativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Tipo sezione	Materiale	Base-De	Altezza - Di	Scarpa	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	V	Qmax	Q ₀	verifica
									m	m	H/l	m ^{1/3} s ⁻¹		m	m	m ²		m	m		m/s	m ³ /s	m ³ /s	
I.03	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Tombino su strada da adeguare	Circolare	cis	1,50	1,50		60	10,2%	1,43	4,04	1,734			0,43		10,92	18,93	7,41	Verifica
I.04	Enna	196	22-07	Garmeno	Affluente Torricoda	Impluvio naturale/progetto tombino	rettangolare	cis	10,00	2,50	100,00	70	7,8%	2,38	10,05	23,806	1,00	14,75	1,61	75,81	26,95	641,61	638,10	Verifica
I.05	Enna	196	12-14-104	S. Tommaso	Affluente Torricoda	Tombino su strada in progetto	Circolare	cis	1,50	1,50		70	15,3%	1,43	4,04	1,734			0,43		15,61	27,07	11,08	Verifica
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	5,2%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	9,29	21,62	15,17	Verifica
I.030	Pietraperzia	81	4-7-183	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	fosso di guardia	Trapezia	terra	1,50	1,00	1,00	60	6,5%	0,95	3,40	2,328	1,41	4,19	0,56	54,41	10,35	24,08	11,72	Verifica

Tabella 5.5 calcoli idraulici per nuova opera idraulica con tempo di ritorno di 300 anni

Si è inoltre verificato che l'immissione sull'impluvio esistente a valle della stazione elettrica in progetto della RTN non potesse causare esondazioni nell'impluvio per tempi di ritorno di 50 anni.

Nella tabella seguente si riportano i risultati dei calcoli effettuati con la verifica positiva dell'impluvio.

Verifica idraulica delle sezioni di interferenza																								
Indidentificativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Tipo sezione	Materiale	Base-De	Altezza - Di	Scarpa	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	V	Qmax	Q ₀	verifica
									m	m	H/l	m ^{1/3} s ⁻¹		m	m	m ²		m	m		m/s	m ³ /s	m ³ /s	
I.029	Pietraperzia	59	4	Pozzillo	Affluente Vallone Dell'oro	impluvio naturale	Trapezia	terra	1,50	0,70	1,20	60	5,2%	0,67	2,61	1,366	1,30	3,23	0,42	51,98	7,74	10,57	9,68	Verifica

Tabella 5.6 calcoli idraulici di verifica impluvio esistente I.029 con tempo di ritorno di 50 anni.

Al fine di evitare pericoli di erosione in entrata e in uscita dai tombini, ma anche in tutti i casi in cui l'immissione d'acqua nel corpo idrico esistente crei il rischio di scalzamenti e modifiche morfologiche localizzate (ad es. Interferenza I.029), si prevede di inserire dei gabbioni in pietrame (materassi tipo RENO o similari) che seguano la geometria esistente ma che aumentino la

resistenza allo scalzamento. La lunghezza dei tratti interessati sarà variabile in funzione del tipo di interazione che si potrà ipotizzare e sarà riportata negli elaborati del progetto esecutivo.

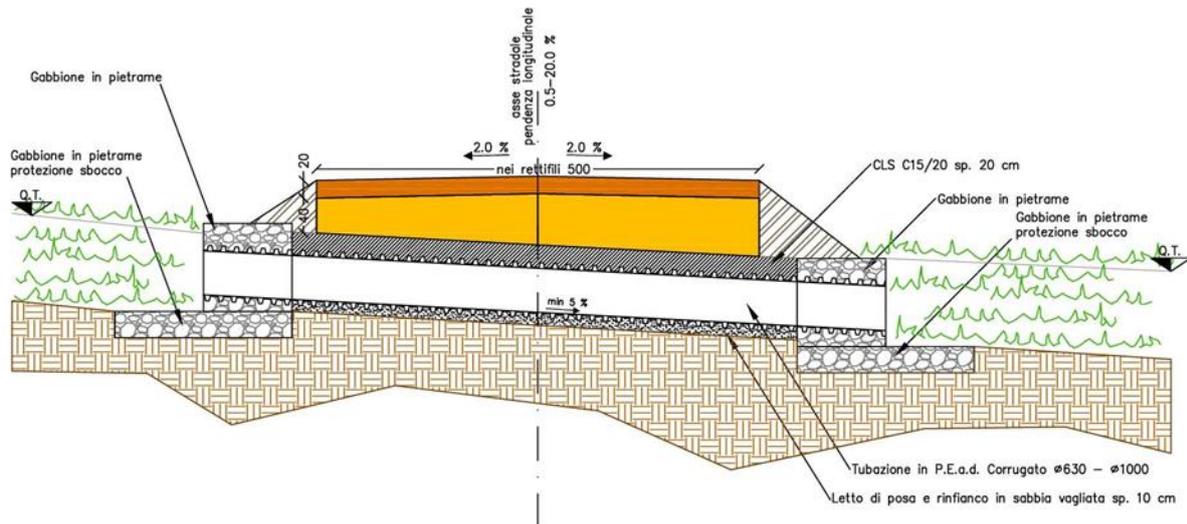


Fig. 5.4 particolare tipo tombini in progetto con opere di protezione



6 INVARIANZA IDRAULICA DELLE OPERE

Il progetto è stato sviluppato con particolare attenzione tendente ad ottenere un risultato di sostanziale invarianza idraulica sui recettori naturali posti a valle delle opere progettate.

Saranno realizzate delle strade di accesso alle turbine necessarie alla gestione manutenzione degli impianti. Tali strade seguiranno, il più possibile, il tracciato delle strade esistenti, inoltre seguono le pendenze naturali dei luoghi e saranno realizzate con materiali di cava (misto granulometrico e Tout-venant) che hanno permeabilità sempre maggiore dei suoli in situ. Le acque scolanti sulle aree di impianto continueranno a seguire i percorsi di deflusso naturali.

Anche le piazzole di montaggio, comprese le aree che contornano le torri eoliche, saranno realizzate con uno strato di misto sovrapposto ad uno strato di Tout venant che costituiscono un materiale altamente drenante con caratteristiche di permeabilità superiori ai terreni in situ.

Sarà posta particolare attenzione nella scelta della granulometria dei materiali di pavimentazione stradale in modo tale da garantire la capacità di infiltrazione sempre superiore ai terreni in situ. per questo saranno privilegiati mix che prevedono elevati percentuali di vuoti. Saranno privilegiati i materiali ghiaiosi che permettono un'ottima capacità portante e elevate capacità di filtrazione. L'indice dei vuoti presenti sarà sempre mantenuto al di sopra del 20-25%.

Al fine di garantire una durata delle caratteristiche di permeabilità delle strade e piazzole il progetto prevede la posa di uno strato di geotessuto drenante di separazione tra i materiali della pavimentazione stradale e il materiale presente in situ di sottofondo. Tale geotessuto riveste la

funzione di separare gli strati nuovi da quelli esistenti in siti in modo tale da evitare l'intasamento dei vuoti, e di creare un ulteriore strato drenante che faciliti l'infiltrazione nel terreno dell'acqua raccolta dagli strati sovrastanti.

La figura di seguito riporta le gli strati di progetto per le strade e piazzole di progetto.

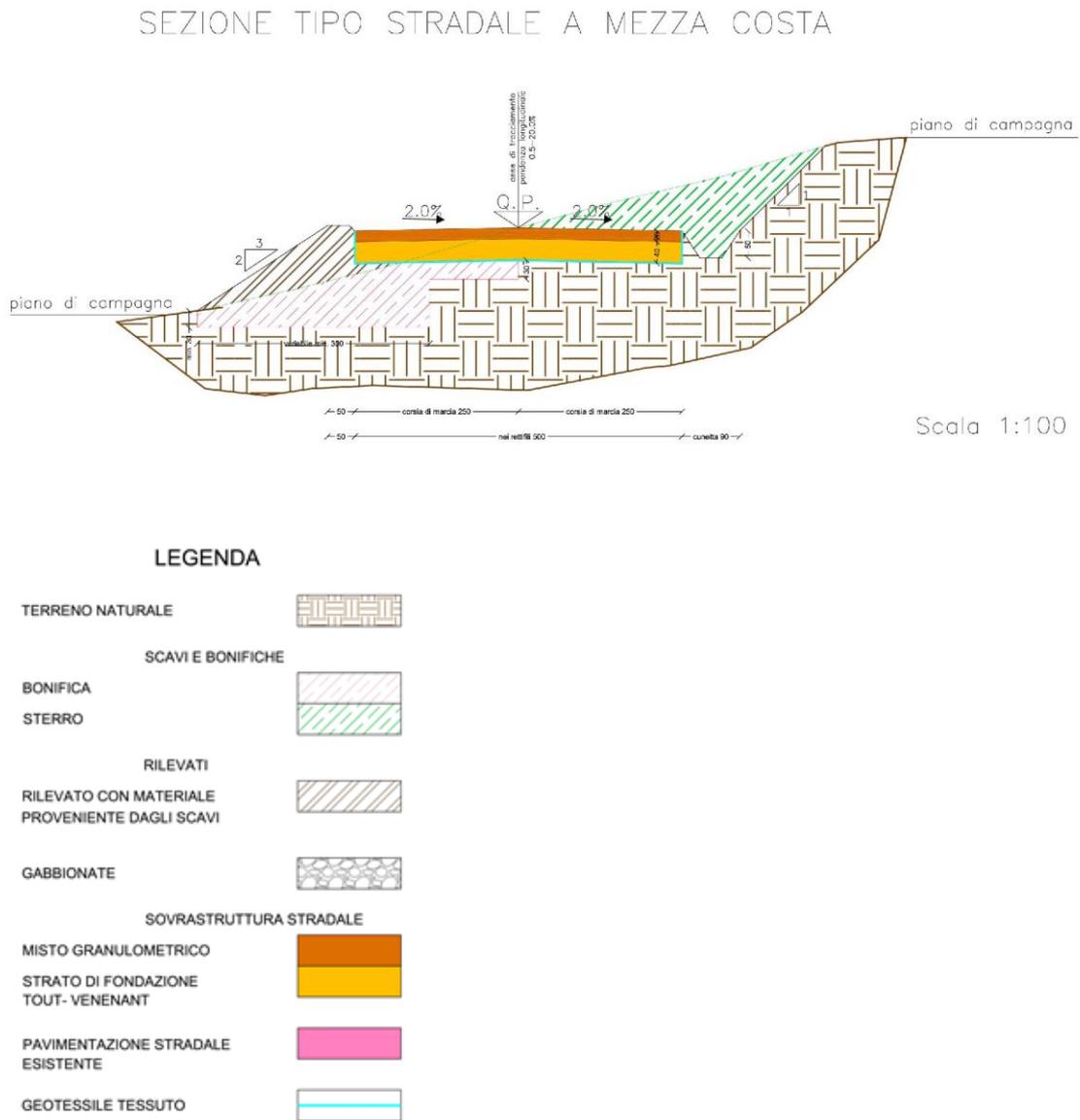


Fig. 6.1 Particolare tipo sezione stradale



Nelle aree adiacenti le strade in progetto sono previste le cunette che avvieranno le acque raccolte dalla pavimentazione stradale e quelle provenienti dai terreni circostanti, che naturalmente vi scolano, all'impluvio naturale più vicino. Tutte le cunette previste avranno pendenza di fondo parallela alla pendenza del terreno preesistente in modo tale da avviare le acque allo scarico nello stesso impluvio ove scorrono nelle condizioni attuali. Le cunette saranno realizzate con fondo e sponde in terra per non alterare le condizioni di deflusso naturale. Non sono previste opere che modificheranno i bacini naturali di scolo delle acque.

Gli attraversamenti delle strade interne al progetto sugli impluvi esistenti saranno tutti realizzati avendo cura di garantire il naturale deflusso delle acque mediante tombini con tubazioni di idoneo diametro idraulicamente dimensionato come evidenziato nelle pagine precedenti.

6.1 Invarianza idraulica impianti per la connessione

Per quanto riguarda gli impianti per la connessione si evidenzia che l'area impermeabilizzata sarà una porzione esigua dell'area totale occupata dall'impianto che quindi inciderà poco sulle portate di deflusso dei corsi d'acqua posti a valle.

Per quanto riguarda le opere della stazione RTN si rimanda agli elaborati relativi al relativo progetto per le valutazioni idrauliche del caso.



7 INTERVENTI SUGLI IMPLUVI NATURALI ESISTENTI INTERESSATI DAL PROGETTO

Al fine di uniformarsi alle indicazioni riportate nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Regione Siciliana si procederà alla manutenzione dei corsi d'acqua interferenti con le opere in progetto.

In particolare si procederà in fase di realizzazione ed in fase di gestione dell'impianto ai seguenti interventi:

- nei punti di efflusso delle portate dai manufatti di progetto sulla rete idrografica esistente saranno installati appositi materassi in pietrame (tipo Reno) per eliminare l'effetto di erosione dovuto all'efflusso.
- rimozione dei rifiuti solidi e taglio di alberature in alveo, intesi come eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei materiali di rifiuto provenienti dalle varie attività umane e collocazione a discarica autorizzata; rimozione dalle sponde e dagli alvei attivi delle alberature che sono causa di ostacolo al regolare deflusso delle piene ricorrenti, con periodo di ritorno orientativamente cinquantennale, sulla base di misurazioni e/o valutazioni di carattere idraulico e idrologico, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;
- rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in



frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantumazione di essenze autoctone.

- ripristino della sezione di deflusso inteso come eliminazione, nelle tratte critiche per il deflusso delle portate idriche, dei materiali litoidi, trasportati e accumulati in punti isolati dell'alveo, pregiudizievoli al regolare deflusso delle acque. La sistemazione degli stessi di norma deve avvenire nell'ambito dello stesso alveo. Solo in casi eccezionali o di manifesto sovralluvionamento può essere prevista l'asportazione dell'alveo del materiale estratto, nel rispetto delle vigenti normative;
- sistemazione e protezione spondale;
- interventi di riduzione dei detrattori ambientali, intesi come rinaturazione delle protezioni spondali con tecnologie di ingegneria ambientale, allo scopo di favorire il riformarsi della stratificazione vegetazionale;
- ripristino della funzionalità di tratti tombati, tombini stradali, ponticelli ecc., inteso come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, con rimozione del materiale di sedime e vano accumulato nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;



8 CONCLUSIONI

Si è provveduto con il presente studio alla individuazione di tutte le possibili interferenze tra le opere in progetto e la rete idrografica esistente sui luoghi. Sono stati effettuati puntuali rilievi degli impluvi esistenti e si è condotto il calcolo di stima delle portate massime defluenti per tempi di ritorno di 5 anni per la determinazione della larghezza d'alveo. Il progetto prevede la modalità di risoluzione di tutte le interferenze individuate

Si è proceduto alla verifica idraulica degli impluvi in corrispondenza di tutti i punti di interferenza individuati.

Sono stati progettati i tombini e le cunette previsti in progetto con adeguati franchi di sicurezza.

Vista la sostanziale assenza di modifiche geomorfologiche dei siti, la mancanza di modifica delle aree dei bacini scolanti, l'inalterata permeabilità si può concludere che il progetto garantisce un risultato di invarianza idraulica sui recettori naturali posti a valle delle opere. Si è previsto la realizzazione di una vasca di laminazione per la stazione utente.

In merito agli elementi analizzati, come già precedentemente esposto, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica, indotte dalle opere in progetto, con effetti diretti sia sui manufatti e sulle aree interessate dalle opere sia sui corpi recettori posti a valle del progetto.