

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

# DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA

ID - IDROLOGIA E IDRAULICA

ID12 - ATTRAVERSAMENTI MINORI

AGGIORNAMENTO STUDIO IDROLOGICO

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. G. PARISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing.G. TANZI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. SCALA

R	S	3	9	1	0	V	Z	Z	R	I	I	D	1	2	0	0	0	4	6	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Ricci	06/2023	C.Beltrami	06/2023	G.Tanzi	06/2023	Ing. G. Tanzi
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RDV 000000433	F.Ricci	08/2023	C.Beltrami	08/2023	G.Tanzi	08/2023	
								Agosto 2023
File: RS39-10-V-ZZ-RI-ID1200-046_B.docx								n. Elab.:

<p>APPALTATORE: Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span></p> 	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b></p>												
<p>PROGETTAZIONE: Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span></p> 													
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>2 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	2 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	2 di 25								

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO AREE DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CRITERIO DI CALCOLO .....</b>	<b>6</b>
4.1	Metodo SCS-CN e stima della portata di picco .....	6
<b>5</b>	<b>CANALE IN10 .....</b>	<b>11</b>
5.1	Inquadramento idrologico e portate di progetto .....	11
<b>6</b>	<b>CANALE IN20 .....</b>	<b>16</b>
6.1	Inquadramento idrologico e portate di progetto .....	16
<b>7</b>	<b>CANALE IN30 .....</b>	<b>20</b>
7.1	Inquadramento idrologico e portate di progetto .....	20

APPALDATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>3 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	3 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	3 di 25								

## 1 PREMESSA

Il presente documento è parte integrante della proposta migliorativa rispetto a quanto previsto nella precedente progettazione esecutiva dell'intervento di raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Catania, nella tratta che si sviluppa tra Bicocca e Catenanuova e descrive l'aggiornamento dello studio idrologico e la stima dei coefficienti di deflusso. La tratta della linea ferroviaria interessata dal presente studio è compresa tra la stazione di Catenanuova e quella di Bicocca, per uno sviluppo complessivo di circa 38 km tra la progressiva km 0+500 e la km 37+926.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme in vigore a livello nazionale e/o europeo:

- R.D. 25/07/1904, n. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D. Lgs. 27 gennaio 1992, n. 132. "Attuazione della direttiva n. 80/68/CEE concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose".
- D.M. 14 Febbraio 1997 "Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico".
- Direttiva 2000/60/CE, cosiddetta "Direttiva Acque".
- D. Lgs. n. 152/2006 – "Norme in materia ambientale".
- Direttiva 2007/60/CE, cosiddetta "Direttiva Alluvioni".
- L. 27 Febbraio 2009, n. 13 "Misure straordinarie in materia di risorse idriche e protezione dell'ambiente".
- D. Lgs 23 Febbraio 2010, n.49 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni".
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e relativa circolare (Circolare n. 7/2019).
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) RFI DTC SI CS MA IFS 001 E aggiornato al 2020.
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Autorità di bacino del Distretto Idrografico della Sicilia PGRA II° Ciclo 2016-2021 – Aggiornamento 2021.
- Norme di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Aggiornamento 2021.
- D.D.G. n. 102 del 23-06-2021 Riferimento tecnico normativo per l'applicazione del "principio di invarianza idrologica e idraulica".

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b> Mandante: <b>ASTALDI</b> <b>Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.</b> <b>S.I.F.E.L.</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> <b>ingegneria integrata</b> Mandante: <b>Lombardi</b> <b>Lombardi Ingegneria S.r.l.</b> <b>Lombardi SA Ingegneri Consulenti</b> <b>SETECO</b> <b>Ingegneria S.r.l.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>4 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	4 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	4 di 25								

### 3 INQUADRAMENTO AREE DI PROGETTO

La prima area di intervento oggetto di studio, da ovest verso est, è l'interferenza indicata con la WBS IN10.

Gli interventi relativi a IN10 si trovano nel Comune di Centuripe, tra le progressive della linea di progetto pk 7+809km e 9+774km.

Le opere oggetto di modifica riguardano la gestione delle acque meteoriche, sia di quelle afferenti alla piattaforma ferroviaria da bacini esterni sia di quelle drenate dalla piattaforma stessa.

Lo scarico delle acque avviene in due corsi d'acqua naturali uno a est alla pk.7+809km, identificato come "VI06 Fontana Murata" e uno a ovest alla pk9+774km, identificato come "VI07". Entrambi i canali VI06 e VI07 sfociano a sud nel Fiume Dittaino. Di seguito si riporta l'area oggetto di studio su ortofoto, dove in blu viene indicato il tratto oggetto di studio e in rosso il tracciato ferroviario.



*Figura 1 Inquadramento IN10 – in blu il tratto oggetto di variante IN10, in azzurro il reticolo idrografico, in rosso la tratta di progetto, in nero i limiti comunali*

La seconda interferenza studiata nel presente progetto riguarda il canale "IN20". Gli interventi si trovano sul confine tra i comuni di Paterna a ovest e Belpasso a est, prevalentemente in territorio di quest'ultimo.

Le opere riguardano la sistemazione di un canale di drenaggio artificiale esistente, il quale scorre da ovest verso est per poi sfociare nel Fiume Simeto. Di seguito si riporta il tratto oggetto di studio.

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b>	Mandante: <b>ASTALDI</b>	<b>Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>			
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> ingegneria integrata	Mandante: <b>Lombardi</b> <small>Lombardi Ingegneria S.r.l.          Lombardi SA Ingegneri Consulenti</small>	<b>SETECO</b> <small>Ingegneria S.r.l.</small>				
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>				CODIFICA <b>RI</b>



Figura 2 Inquadramento IN20 – in blu il tratto oggetto di variante IN20, in azzurro il reticolo idrografico, in rosso la tratta di progetto

La terza interferenza oggetto di studio è relativa all’attraversamento idraulico della sede ferroviaria alla pk 28+368km identificata con la WBS IN30.

Gli interventi oggetto di studio si trovano al confine tra i Comuni Motta Sant’Anastasia a ovest e Catania a est. Il canale oggetto di modifica scorre da nord verso sud sfociando nel Torrente Findita, affluente del Fiume Simeto.



APPALTATORE: Mandatario: <span style="float: right;">Mandante:</span>  	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: <span style="float: right;">Mandante:</span>  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>6 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	6 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	6 di 25								

Figura 3 Inquadramento IN30 – in blu il tratto oggetto di variante IN30, in azzurro il reticolo idrografico, in rosso la tratta di progetto, in nero i limiti comunali

## 4 CRITERIO DI CALCOLO

Di seguito verranno riepilogati i principali criteri di calcoli alla base dei dimensionamenti delle opere previste in conseguenza delle modifiche di IN10, IN20 e IN30.

Tutti i corsi d'acqua sono stati studiati in ipotesi di moto permanente utilizzando il software HEC-RAS versione 6.0 sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE).

Per quanto riguarda invece l'adeguamento della rete di raccolta e smaltimento idraulica di IN10 è stato sfruttato il software Storm and Sanitary Analysis 2019 di Autodesk.

### 4.1 Metodo SCS-CN e stima della portata di picco

La portata alla base delle verifiche degli attraversamenti idraulici è stata ottenuta applicando la formula razionale.

La formula razionale è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione  $t_c$ :

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3.6 \cdot t_c} \quad (m^3/s)$$

dove:

- Q è la portata massima espressa in mc/s
- C è il coefficiente di deflusso;
- S è la superficie dell'area afferente (mq);
- h è l'altezza di precipitazione corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione  $t_c$  e dipendente dal tempo di ritorno  $T_r$  (mm);
- $t_c$  è il tempo di corrivazione (s).

La formula razionale è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l'evento e indipendente dall'intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.

Il tempo di corrivazione è stato stimato mediante la formula di Kirplich:

$$T_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

dove  $T_c$  rappresenta il tempo di corrivazione (ore), L la lunghezza dell'asta principale (metri) e S la pendenza media del bacino (metri/metri).

La stima del coefficiente di deflusso viene eseguita mediante il metodo SCS-CN, formulato dal Soil Conservation Service degli U.S.A (1972).

Secondo il metodo SCS-CN la formazione del deflusso di piena è determinata fondamentalmente dai

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>7 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	7 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	7 di 25								

seguenti fattori:

- Caratteristiche di permeabilità dei terreni superficiali e degli strati geologici immediatamente sottostanti;
- Uso del suolo e copertura vegetale;
- Condizioni di umidità iniziale del suolo all’inizio della precipitazione meteorica.

Al fine di ottenere la pioggia che contribuisce effettivamente alla formazione della portata di piena, l’afflusso di acque meteoriche “di progetto” viene moltiplicato per il parametro “Cd”, definito come coefficiente di deflusso. Il coefficiente è stato stimato sulla base del parametro CN, ammettendo che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell’evento piovoso.

Il Curve Number (CN) è un parametro adimensionale di cruciale importanza nella modellazione idrologico-idraulica in quanto esprime la tendenza di un determinato suolo a produrre un certo quantitativo di deflussi superficiali (*run-off*) a seguito di un evento di precipitazione; conoscendo tale parametro, infatti, è possibile determinare la percentuale di precipitazione lorda che si trasforma in precipitazione netta, la quale verrà poi impiegata per la quantificazione delle portate idrologiche in transito in una determinata sezione idraulica.

La differenza tra la precipitazione lorda (che cade su una determinata porzione di superficie) e la precipitazione netta (quella che effettivamente contribuisce alla produzione di deflussi superficiali), è nota con il nome di perdite di bacino.

Le perdite di bacino posso esser valutate mediante l’applicazione del metodo elaborato dal Soil Conservation Service (SCS) e basato, appunto, sul parametro adimensionale CN. Tale metodo trae origine dall’equazione di continuità, espressa dalla seguente formula:

$$P_{net} = P - S'$$

con  $P_{net}$  (mm) volume di pioggia netta,  $P$  (mm) volume di pioggia lorda,  $S'$  (mm) volume specifico infiltrato.

Il metodo ipotizza la validità della seguente relazione di proporzionalità:

$$\frac{S'}{S} = \frac{P_{net}}{P - I_a}$$

dove  $S$  (mm) è il massimo volume d’acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione e  $I_a$  (mm) la perdita iniziale. Combinando le due equazioni precedenti si ottiene:

$$P_{net} = 0 \quad \text{per } P < I_a$$

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad \text{per } P > I_a$$

Per la stima di  $I_a$  si può far ricorso alla relazione:  $I_a = \beta \cdot S$ , con  $\beta = 0.1 - 0.3$ .

Il metodo SCS-CN lega quindi la pioggia lorda e la pioggia netta tramite una grandezza,  $S$ , che è funzione dalle caratteristiche del suolo, in particolare tipo e uso, e dalle condizioni di umidità iniziali. L’assorbimento iniziale  $I_a$  rappresenta il volume specifico di pioggia sottratto inizialmente per

APPALDATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PROGETTO</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">1.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.12.00.046</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">8 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	8 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	8 di 25								

l'intercettazione della vegetazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali e l'assorbimento iniziale del terreno. Sulla base di dati sperimentali di numerosi bacini statunitensi, il Soil Conservation Service ha suggerito per la stima di  $\beta$  un valore di  $\beta=0.2$ .

Per un fissato stato iniziale di umidità del suolo, la massima ritenzione potenziale  $S$  del bacino è funzione del tipo di terreno e dell'uso del suolo, il cui effetto combinato è descritto globalmente dal parametro adimensionale Curve Number  $CN$  ( $0 < CN < 100$ ) dalla relazione che segue:

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

valida per  $S$  espressa in mm.

Una volta determinato il parametro  $SCN$  in base al tipo e uso del suolo è quindi possibile per ogni evento meteorico determinare lo spessore di pioggia contribuente al deflusso superficiale.

L'indice  $CN$  è un numero adimensionale, compreso tra 0 e 100, definito in funzione dei seguenti elementi:

- gruppo idrologico di suolo;
- tipologia di uso del suolo;
- condizione di umidità del suolo all'istante di inizio della precipitazione.

Il gruppo idrologico sintetizza il comportamento potenziale dei suoli nell'innescare fenomeni di run-off. Da letteratura, sono 4 i diversi gruppi idrologici ordinate dalla A alla D con potenzialità di deflusso crescente, assegnabili a ciascun suolo:

**Tabella 1 Gruppo idrologico suoli**

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di 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 delle superfici.

La conoscenza delle dinamiche relative all'uso del suolo è strategica per la pianificazione territoriale, in quanto consente di leggere lo stato attuale dei luoghi come risultante delle modificazioni intervenute in passato, di monitorare quelle in atto e di prefigurare quelle future.

Di seguito, si riporta una tabella di correlazione tra la codifica dei suoli contenuta nel Programma Europeo *Corine Land Cover* e la relativa descrizione della tipologia di uso del suolo:

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b>	Mandante: <b>ASTALDI</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b>	Mandante: <b>Lombardi</b>	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>RS39 1.0.V.ZZ RI ID.12.00.046 B 9 di 25</b>	

**Tabella 2 Tabella di correlazione tra i codici del Programma Europeo Corine Land Cover e la descrizione della tipologia di uso del suolo**

CLC_LEV3	Classe	Livello	Denominazione
111	1	3	Zone residenziali a tessuto continuo
112	1	3	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
121	1	3	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
122	1	3	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
123	1	3	Aree portuali
124	1	3	Aeroporti
131	1	3	Aree estrattive
132	1	3	Discariche
133	1	3	Cantieri
141	1	3	Aree verdi urbane
142	1	3	Aree ricreative e sportive
211	2	3	Seminativi in aree non irrigue
212	2	3	Seminativi in aree irrigue
213	2	3	Risaie
221	2	3	Vigneti
222	2	3	Frutteti e frutti minori
223	2	3	Oliveti
224	2	3	Altre colture permanenti
231	2	3	Prati stabili (foraggiere permanenti)
241	2	3	Colture temporanee associate a colture permanenti
242	2	3	Sistemi colturali e particellari complessi
243	2	3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
244	2	3	Aree agroforestali
311	3	3	Boschi di latifoglie
312	3	3	Boschi di conifere
313	3	3	Boschi misti di conifere e latifoglie
314	3	3	Rimboschimenti recenti
321	3	3	Aree a pascolo naturale e praterie
322	3	3	Brughiere e cespuglieti
323	3	3	Aree a vegetazione sclerofilla
324	3	3	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
331	3	3	Spiagge, dune e sabbie
332	3	3	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
333	3	3	Aree con vegetazione rada
334	3	3	Aree percorse da incendi
335	3	3	Ghiacciai e nevi perenni
411	4	3	Paludi interne
412	4	3	Torbiera
421	4	3	Paludi salmastre
422	4	3	Saline
423	4	3	Zone intertidali
511	5	3	Corsi d'acqua, canali e idrovie
512	5	3	Bacini d'acqua
521	5	3	Lagune
522	5	3	Estuari
523	5	3	Mari e oceani

La tabella di correlazione è riportata di seguito, in cui sono presenti i valori del parametro CN in condizioni di media imbibizione CN(II); infatti, tra gli altri fattori, il valore del Curve Number è influenzato anche dai mm di pioggia che sono caduti nel sito d'interesse nei 5 giorni antecedenti l'evento

APPALDATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b> 	Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH</b> 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.12.00.046</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>10 di 25</b>

in corso di valutazione. In particolare, in base a tale criterio, sono state individuate tre classi, denominate AMC (*Antecedent Moisture Condition*, come indicato nella tabella seguente.

**Tabella 3 classi AMC**

Classe AMC	Denominazione CN	Precipitazione nei 5 giorni precedenti all'evento (mm)	
		Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	CN(I)	< 13	< 36
II	CN(II)	13-28	36 - 54
III	CN(III)	> 28	> 54

In sintesi, i valori del parametro CN che sono presenti nella tabella seguente, sono riferiti alla condizione di media imbibizione CN(II); qualora vi sia la necessità di disporre dei parametri in condizioni di minima CN(I) e massima CN(III) imbibizione, le formule di conversione da impiegare sono le seguenti:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{(10 - 0.058 \cdot CN(II))}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{(10 + 0.13 \cdot CN(II))}$$

**Tabella 4 Tabella di correlazione Gruppo idrologico, Uso del Suolo e CN.**

CODICE USO DEL SUOLO	GRUPPO IDROLOGICO				CODICE USO DEL SUOLO	GRUPPO IDROLOGICO			
	A	B	C	D		A	B	C	D
111	89	92	94	95	244	41	47	65	76
112	77	85	90	92	311	51	71	81	86
121	81	88	91	93	312	45	61	75	81
122	83	89	92	93	313	48	66	78	83.5
123	98	98	98	98	314	45	66	77	83
124	49	69	79	84	321	37	50	68	75
131	77	86	91	94	322	38	45	60	70
132	77	86	91	94	323	37	50	68	75
133	77	86	91	94	324	31	40	55	63
141	39	61	74	80	331	44	51	55	58
142	49	69	79	84	332	80	87	93	96
211	62	71	78	81	333	37	50	68	75
212	62	71	78	81	334	37	50	68	75
213	62	71	78	81	335	95	95	95	95
221	38	45	60	70	411	90	90	90	90
222	38	45	60	70	412	90	90	90	90
223	38	45	60	70	421	90	90	90	90
224	62	71	78	81	422	90	90	90	90
231	41	47	65	76	423	90	90	90	90
241	62	71	78	81	511	99	99	99	99
242	62	71	78	81	512	99	99	99	99
243	41	47	65	76	521	99	99	99	99
					522	99	99	99	99
					523	99	99	99	99

APPALTATORE: Mandatario: <b>salini impregilo</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>TECH PROJECT</b> ingegneria integrata	Mandante: <b>ASTALDI</b> <b>Lombardi</b> <b>SETECO</b>												
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>11 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	11 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	11 di 25								

## 5 CANALE IN10

### 5.1 Inquadramento idrologico e portate di progetto

Nel presente paragrafo si riportano i parametri pluviometrici di riferimento e la stima della portata di piena calcolata per i tratti oggetto di modifica.

L'altezza di pioggia  $h_c(T_c)$  è ottenibile dalla legge di possibilità pluviometrica a due parametri espressa come:

$$h_c(T_c) = a_{100} t^{n_{100}}$$

Nella quale viene adoperata la coppia di coefficienti (a, n) propri del settore idrologico nel quale ricade il tratto ferroviario in esame e corrispondenti, sempre secondo indicazioni del Manuale di Progettazione, ad un tempo di ritorno pari a 100 anni. Di seguito vengono presentati i valori dei parametri adoperati nella progettazione del nuovo collegamento ferroviario tra Palermo e Catania:

**Tabella 5 Parametri pluviometrici di progetto in funzione della progressiva della tratta di progetto**

Tratto	PK START (km)	PK END (km)	a (TR100) (mm/h)	N (-)	Metodo di calcolo
1	0+500	5+000	60.5	0.386	VAPI
2	5+000	9+000	65.5	0.386	VAPI
3	9+000	11+700	70.6	0.386	VAPI
4	11+700	33+500	102.5	0.386	GUMBEL
5	33+500	37+900	95.8	0.386	VAPI

La tratta oggetto di studio rientra tra le progressive pk 7+809km e 9+774km, per cui a fine cautelativi, sono stati considerati i parametri del tratto “3”, ovvero:  $a= 70.6$  mm/h e  $n=0.386$ .

I parametri sopra riportati si riferiscono a eventi con durate di pioggia inferiori all'ora.

In casi di stima delle portate di picco con tempi di ritorno diversi da 100anni, avendo definito che per il

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>12 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	12 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	12 di 25								

tratto oggetto di studio il metodo di calcolo VAPI sia più cautelativo, l'altezza di pioggia può essere stimata a partire della seguente equazione:

$$h_{t,T} = \left[ (0.5015 - 0.003516 \cdot t) + (0.0003720 \cdot t^2 + 0.00102 \cdot t + 1.0101) \cdot \log(T_r) \right] \cdot a \cdot t^n$$

Dove:

- $h_{t,T}$  = l'altezza di pioggia (mm)
- $t$  = la durata della pioggia (h)
- $T_r$  = il tempo di ritorno (anni)
- $a, n$  = parametri pluviometrici dedotti dalle carte iso-a e iso-n per il territorio siciliano realizzate nell'ambito del progetto VAPI, pari per il tratto in oggetto rispettivamente a 28 e 0.386.

La ridefinizione dei punti di scarico della rete di acque meteoriche ha portato alla necessità di stimare la portata incrementata nei vari tratti rispetto al PE. Per tutti i tratti interessati è stata effettuata una nuova stima delle portate di piena mediante la formula razionale.

La formula razionale è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione  $t_c$ :

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3.6 \cdot t_c} \quad (m^3/s)$$

dove:

- $Q$  è la portata massima espressa in mc/s
- $C$  è il coefficiente di deflusso;
- $S$  è la superficie dell'area afferente (mq);
- $h$  è l'altezza di precipitazione corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione  $t_c$  e dipendente dal tempo di ritorno  $T_r$  (mm);
- $t_c$  è il tempo di corrivazione (s).

<p>APPALTATORE: Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span></p> 	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b></p>												
<p>PROGETTAZIONE: Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span></p> 													
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>13 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	13 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	13 di 25								

La formula razionale è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l'evento e indipendente dall'intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.

Il coefficiente C è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia. Tale parametro è stato fissato pari a 0.9 per quanto riguarda le acque incidenti sulle superfici di piattaforma comprese le scarpate e pari a 0.5 per quelle da aree esterne.

Il tempo di corrivazione è stato stimato mediante la formula di Kirplich:

$$T_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

dove  $T_c$  rappresenta il tempo di corrivazione (ore), L la lunghezza dell'asta principale (metri) e S la pendenza media del bacino (metri/metri).

La tabella seguente riporta la stima della portata di picco per tempo di ritorno di 100 anni per i vari tratti oggetto di studio, ad eccezione del fosso di guardia TR97, il quale è stato verificato con un tempo di ritorno di 200 anni.

APPALTATORE: Mandataria: 	Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.12.00.046</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>14 di 25</b>

Tabella 6 Stima portata di picco della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in conseguenza della variante inerente allo scarico finale.

Tratto	Superficie scolante	Aree scolanti sottese	Coefficiente Di deflusso	Area totale	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Portata di picco
	(ha)	(ha)	(-)	(ha)	(min)	(mm/hr)	(m3/s)
TRA 97 CLS 50x50 pK 8+255 →8+225DX	0.044	0.000	0.50	0.044	5.00	363.74	0.02
TRA 99 TERRA 50x50 pK 8+025→ 7+840 DX	0.150	0.000	0.90	0.150	8.24	238.92	0.09
Ret. Cls beolata pK 7+821.05 → 8+430	0.417	0.000	0.90	0.417	22.51	128.89	0.13
TRA 98 CLS 60x60 pK 8+430→8+710 SX	0.670	0.000	1.31	0.670	22.68	128.29	0.31
TRA 103 CLS 50x50 pK 8+715→ 8+850SX	0.110	0.670	1.25	0.780	37.12	94.80	0.26
TRA 104 CLS 50x50 pK 8+850→9+320 SX	0.600	0.780	1.05	1.380	43.56	85.94	0.34
TRA 106 TERRA 60x60 pK 9+320→9+757 SX	1.190	1.380	0.93	2.570	58.46	71.74	0.48
TRA100CLS50x50 pK8+025→8+430DX	0.230	0.000	0.79	0.230	14.48	169.03	0.09
TRA 102 TERRA 50x50 pK 8+430→8+710 DX	0.610	0.230	0.78	0.840	15.19	164.12	0.30
TRA 107 CLS 50x50 pK 8+715→8+800 DX	0.080	0.840	0.79	0.920	23.27	126.30	0.25
TRA 108 CLS 50x50 pK 8+800→9+285 DX	0.380	0.920	0.81	1.300	38.53	92.66	0.27
TRA 110 Terra 60x60 pK 9+285→9+757 DX	1.140	1.300	0.82	2.440	44.42	84.92	0.47

Per quanto riguarda il bacino esterno alla sede ferroviaria, il presente studio non prevede variazioni

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b> Mandante: <b>ASTALDI</b> <b>Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.</b> <b>S.I.F.E.L.</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> <b>ingegneria integrata</b> Mandante: <b>Lombardi</b> <b>ingegneria s.r.l.</b> <b>SETECO</b> <b>ingegneria s.r.l.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>15 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	15 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	15 di 25								

rispetto al progetto esecutivo. Per completezza, si riporta a seguire lo stralcio della corografia dei bacini idrografici minori, dove con la lettera “d” viene indicato il bacino oggetto di interesse. Il bacino afferente “d” si estende per circa 0.18kmq e la portata di picco risulta pari a 4.67 mc/s per eventi con tempo di ritorno 200 anni.

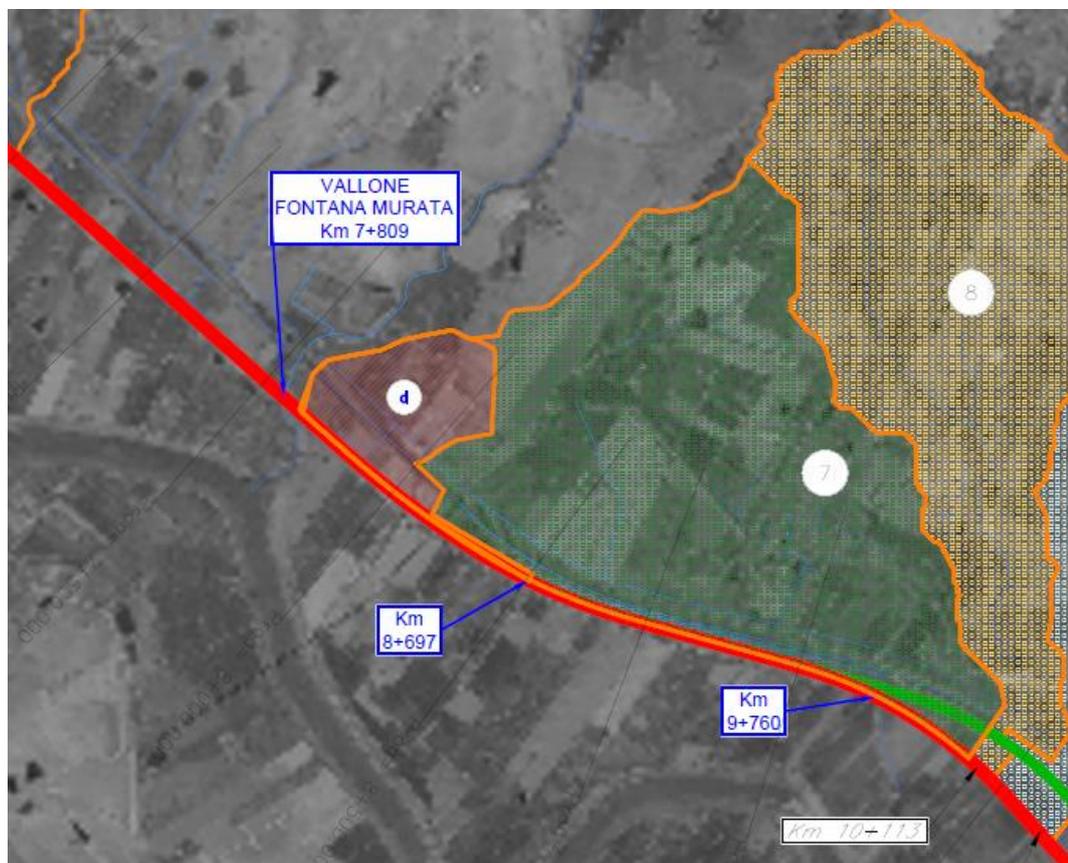


Figura 4 Delimitazione bacino “d” segnato in rosso

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>16 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	16 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	16 di 25								

## 6 CANALE IN20

### 6.1 Inquadramento idrologico e portate di progetto

Tutte le opere oggetto del presente paragrafo sono state verificate considerando gli apporti metrologici generati da eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

La portata di piena alla base del dimensionamento è stata quella stimata nell'ambito del progetto esecutivo.

Sul canale di progetto afferiscono due bacini imbriferi, identificati come “Bacino 16” e “Bacino 17”. Il primo bacino è relativo al manufatto IN20, mentre il secondo ai manufatti IN21 e IN03.

L'immagine seguente mostra la delimitazione dei bacini imbriferi, dove in blu si indicano quelli scolanti nel canale oggetto di modifica.

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
Mandante: <b>ASTALDI</b>													
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> ingegneria integrata	Mandante: <b>Lombardi</b>												
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>17 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	17 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	17 di 25								

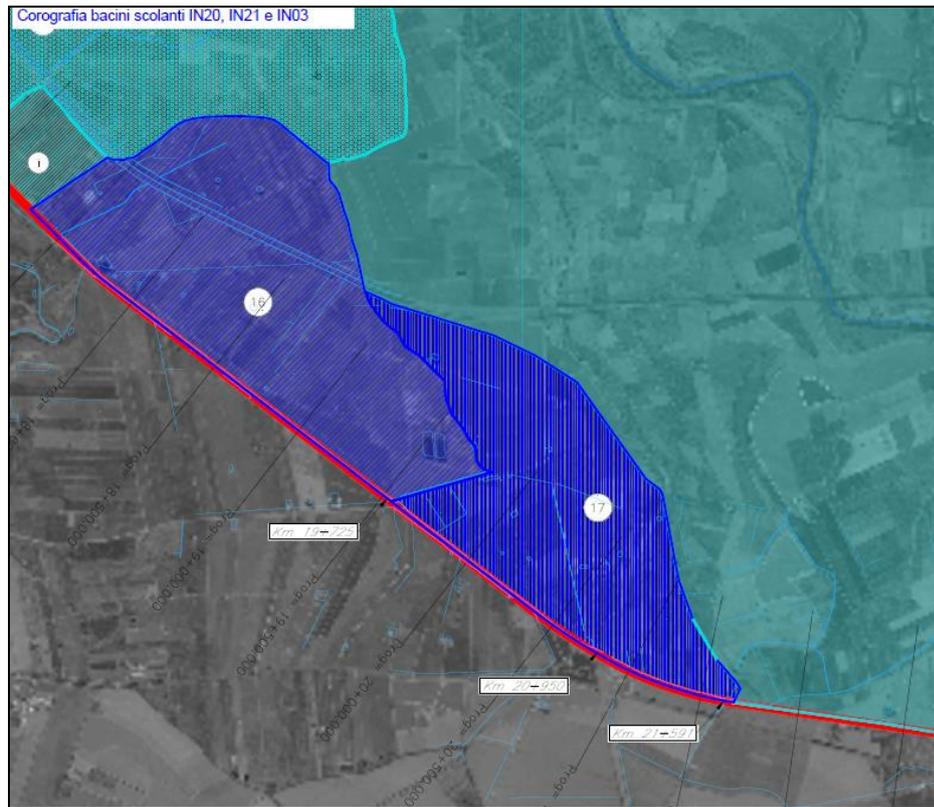


Figura 5 IN20 – Stralcio bacini scolanti

Per quanto riguarda l’uso del suolo, dall’analisi delle carte dell’uso del suolo (Corine Land Cover) fornite dal Sistema Informativo Territoriale Regionale della Regione Sicilia (<https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/>) è emerso che il tipo di uso al suo è prevalentemente di tipo “222”, ovvero “Frutteti (impianti arborei specializzati per la produzione di frutta”. L’immagine seguente mostra uno stralcio delle carte dell’uso del suolo, dove in rosso sono rappresentate le delimitazioni dei bacini imbriferi.

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b> Mandante: <b>ASTALDI</b> <b>Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.</b> <b>S.I.F.E.L.</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> <b>ingegneria integrata</b> Mandante: <b>Lombardi</b> <b>Lombardi Ingegneria S.r.l.</b> <b>Lombardi SA Ingegneri Consulenti</b> <b>SETECO</b> <b>Ingegneria S.r.l.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b> LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b> CODIFICA <b>RI</b> DOCUMENTO <b>ID.12.00.046</b> REV. <b>B</b> PAGINA <b>18 di 25</b>

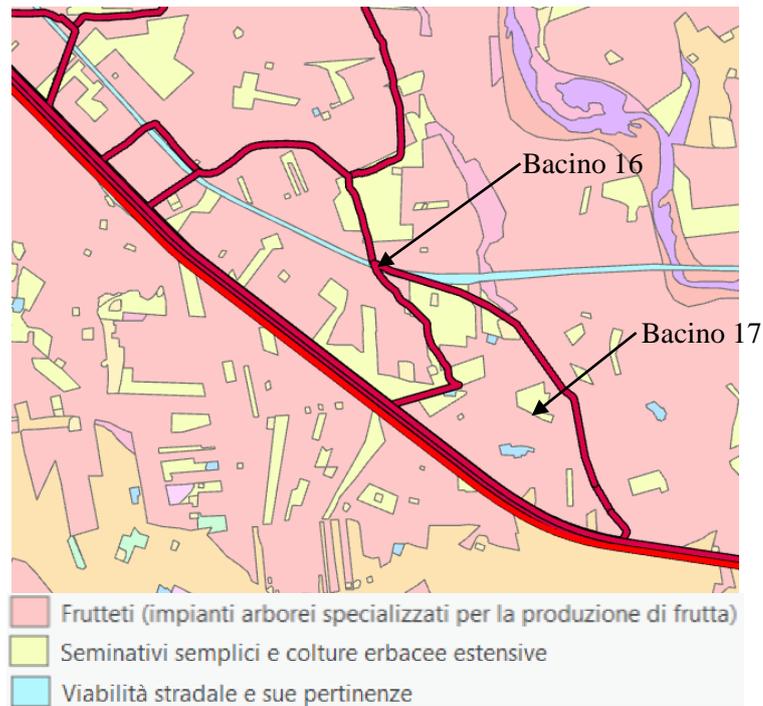


Figura 6 Tipo di uso del suolo – in rosso i confini dei bacini imbriferi i canali IN20, IN21 e IN03

Dalla correlazione tra l'uso di suolo e il tipo idrologico del suolo è stato possibile ottenere il CN(II).

Di seguito si sintetizzano i coefficienti CN ottenuti come media pesata, con peso la superficie, dei valori stimati per le singole aree omogenee.

Tabella 7 Valori di CN assegnati ai bacini sottesi

	CN (I)	CN (II)	CN (III)
	-	-	-
Bacino 1	38.7	60.0	65.3

Determinato il valore del parametro CN e qualora le condizioni di imbibizione del terreno nei giorni antecedenti l'evento di precipitazione di interesse siano diverse da quelle "medie", si applica la correzione al parametro CN stesso, secondo le seguenti formule rappresentative delle condizioni minima imbibizione (CN I) e massima imbibizione (CN III):

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{(10 - 0.058 \cdot CN(II))}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{(10 + 0.13 \cdot CN(II))}$$

Noto il parametro CN, si calcola il volume specifico di saturazione del terreno S:

APPALTATORE: Mandataria: 	Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.12.00.046</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>19 di 25</b>

$$S [mm] = 254 \cdot \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Nota la ritenzione massima S, si calcolano le perdite iniziali Ia:

$$I_a [mm] = \beta \cdot S$$

con  $\beta = 0.1 \div 0.3$ . In questo caso,  $\beta = 0.2$ .

Note S e Ia, si ricava la precipitazione netta con le seguenti equazioni:

$$P_{netta} = 0 \quad \text{per } P_{tot} \leq I_a$$

$$P_{netta} = \frac{(P_{tot} - I_a)^2}{(P_{tot} - I_a + S)} \quad \text{per } P_{tot} > I_a$$

Nota Pnetta e Ptot, si ricava il coefficiente di deflusso  $\Psi$ :

$$\psi = \frac{P_{netta}}{P_{tot}} = \frac{1}{P_{tot}} \cdot \frac{(P_{tot} - I_a)^2}{(P_{tot} - I_a + S)}$$

Di seguito, si riporta una tabella riassuntiva dei parametri necessari per il calcolo di  $\Psi$ .

**Tabella 8 Riepilogo grandezze per calcolo coefficiente di deflusso  $\Psi$**

Parametro		Udm	Bacino 16 - imbrifero IN20
Altezza di pioggia (durata critica)	h	mm	137.50
Curve Number 1 medio	CN1	-	38.7
Curve Number 2 medio	CN2	-	60.00

APPALTATORE: Mandataria: 	Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.12.00.046</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>20 di 25</b>

Parametro		Udm	Bacino 16 - imbrifero IN20
Curve Number 3 medio	CN3	-	77.53
Ritenzione massima (CN1)	S01	mm	403.17
Ritenzione massima (CN2)	S02	mm	169.33
Ritenzione massima (CN3)	S03	mm	73.62
Parametro $\alpha$	$\alpha$		0.2
Coefficiente di deflusso CN1	Cd(CN1)	-	0.05
Coefficiente di deflusso CN2	Cd(CN2)	-	0.29
Coefficiente di deflusso CN3	Cd(CN3)	-	0.56

Considerando la condizione di media imbibizione (CNII) è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a 0.35m al fine della verifica di corretto funzionamento del bacino di laminazione.

La portata di piena considerata è stata quella ottenuta applicando il metodo di Gumbel a partire dei dati pluviometrici della stazione di Simeto, ovvero pari a 17.5 mc/s fino alla confluenza con IN21, successivamente pari a 37.45mc/s.

## 7 CANALE IN30

### 7.1 Inquadramento idrologico e portate di progetto

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PROGETTO</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">1.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.12.00.046</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">21 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	21 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	21 di 25								

Nel presente paragrafo si riportano i criteri di calcolo seguiti per la stima delle portate di picco e quindi i valori assunti alla base delle verifiche delle opere idrauliche.

La tabella seguente riepiloga i parametri pluviometrici ottenuti per le varie stazioni analizzate nell'ambito dello studio idrologico del progetto esecutivo.

Stazione	<i>a</i> calcolato	<i>a</i> Protezione Civile	<i>n</i> calcolato	<i>n</i> Protezione Civile
<b>Centuripe</b>	61.6	60.3	0.43	0.43
<b>Catenanuova</b>	64.1	65.2	0.25	0.25
<b>Paternò</b>	77.3	77.3	0.27	0.27
<b>Simeto</b>	114.6	117.6	0.28	0.27
<b>Catania</b>	88.0	88.5	0.33	0.31

**Tabella 9 Parametri pluviometrici per le sistemazioni idrauliche di IN30 e VI17 RS39-10-E-ZZ-RI-ID0000-001\_A**

Alla base delle verifiche idrauliche sono stati considerati eventi con tempo di ritorno pari a 200anni.

Considerando il valore più cautelativo ottenuto per la stazione di Simeto, l'altezza di pioggia è stata stimata sulla base della seguente formula monomia:

$$h = a \times t^n \quad h = 117.6 \times t^{0.27}$$

Il bacino identificato con il numero 19 nel progetto esecutivo è stato suddiviso in due sottobacini: 19.a e 19.b. Il primo, quello più a ovest è il bacino imbrifero del corso d'acqua IN30, mentre quello a est, ovvero 19.b è stato considerato scolante in VI17 tramite il canale in terra e poi pensile Saia di Paternò. L'immagine seguente la perimetrazione dei bacini scolanti.

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b> Mandante: <b>ASTALDI</b> <b>Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.</b> <b>S.I.F.E.L.</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> <b>ingegneria integrata</b> Mandante: <b>Lombardi</b> <b>Lombardi Ingegneria S.r.l.</b> <b>Lombardi SA Ingegneri Consulenti</b> <b>SETECO</b> <b>Ingegneria S.r.l.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.046</td> <td>B</td> <td>22 di 25</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	22 di 25
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.046	B	22 di 25								

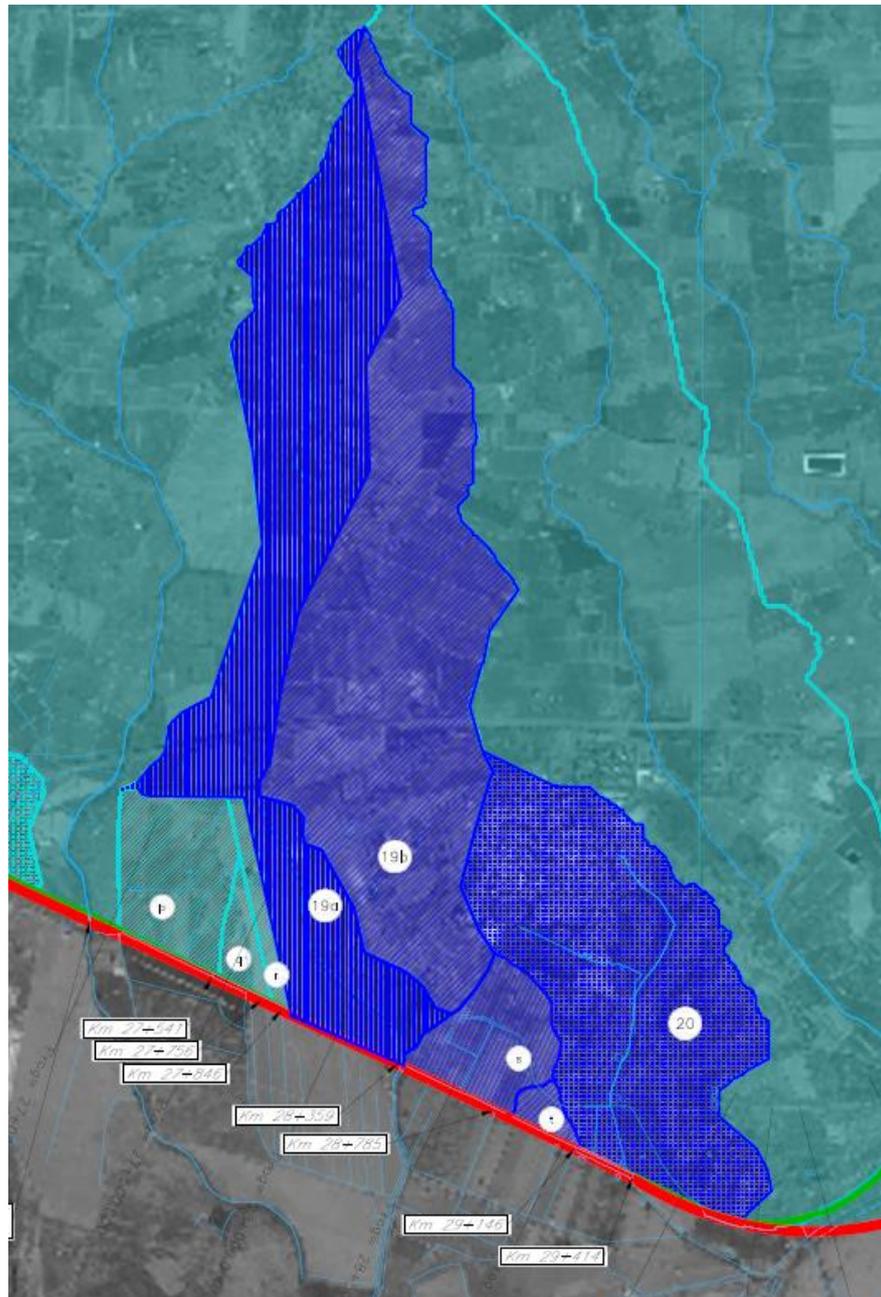


Figura 7 Delimitazione bacini scolanti – stralcio RS0K10V26C4ID0002001A

I bacini oggetto di studio interessano prevalentemente un suolo di tipo “C” ovvero con potenzialità di deflusso moderatamente alta.

Di seguito si riporata uno stralcio in cui è possibile notare l’uso del suolo interessato.

APPALDATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b>	Mandante: <b>ASTALDI</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>						
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>TECH PROJECT</b> ingegneria integrata	Mandante: <b>Lombardi</b> Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti						Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>						LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>

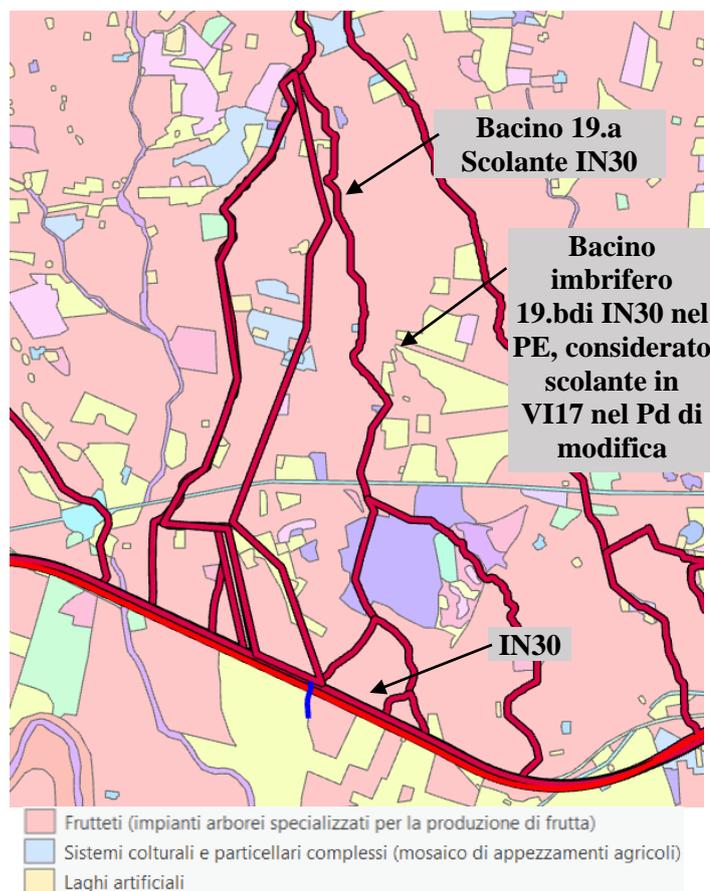


Figura 8 Tipo di uso del suolo – in rosso i confini dei bacini imbriferi e in blu il tratto di IN30 oggetto di modifica

La zona interessata dai bacini è prevalentemente di tipo “222” ovvero “Frutteti (impianti arborei specializzati per la produzione di frutta)”. Dalla correlazione tra l’uso di suolo e il tipo idrologico del suolo è stato possibile ottenere il CN(II).

Di seguito si sintetizzano i coefficienti CN ottenuti come media pesata, con peso la superficie, dei valori stimati per le singole aree omogenee.

Tabella 10 Valori di CN assegnati ai bacini sottesi

	CN (I)	CN (II)	CN (III)
	-	-	-
Bacino 1	38.7	60.0	65.3

Determinato il valore del parametro CN e qualora le condizioni di imbibizione del terreno nei giorni antecedenti l’evento di precipitazione di interesse siano diverse da quelle “medie”, si applica la correzione al parametro CN stesso, secondo le seguenti formule rappresentative delle condizioni minima imbibizione

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Aggiornamento studio idrologico							PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI

(CN I) e massima imbibizione (CN III):

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{(10 - 0.058 \cdot CN(II))} \qquad CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{(10 + 0.13 \cdot CN(II))}$$

Nota il parametro CN, si calcola il volume specifico di saturazione del terreno S:

$$S [mm] = 254 \cdot \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Nota la ritenzione massima S, si calcolano le perdite iniziali Ia:

$$I_a [mm] = \beta \cdot S$$

con  $\beta = 0.1 \div 0.3$ . In questo caso,  $\beta = 0.2$ .

Nota S e Ia, si ricava la precipitazione netta con le seguenti equazioni:

$$P_{netta} = 0 \qquad \text{per } P_{tot} \leq I_a$$

$$P_{netta} = \frac{(P_{tot} - I_a)^2}{(P_{tot} - I_a + S)} \qquad \text{per } P_{tot} > I_a$$

Nota Pnetta e Ptot, si ricava il coefficiente di deflusso  $\Psi$ :

$$\psi = \frac{P_{netta}}{P_{tot}} = \frac{1}{P_{tot}} \cdot \frac{(P_{tot} - I_a)^2}{(P_{tot} - I_a + S)}$$

Di seguito, si riporta una tabella riassuntiva dei parametri necessari per il calcolo di  $\Psi$ .

**Tabella 11 Riepilogo grandezze per calcolo coefficiente di deflusso  $\Psi$**

Parametro		Udm	Bacino 19a	Bacino 19b
Altezza di pioggia (durata critica)	h	mm	138.21	142.83
Curve Number 1 medio	CN1	-	38.65	38.65
Curve Number 2 medio	CN2	-	60.00	60.00
Curve Number 3 medio	CN3	-	77.53	77.53
Ritenzione massima (CN1)	S01	mm	403.17	403.17
Ritenzione massima (CN2)	S02	mm	169.33	169.33
Ritenzione massima (CN3)	S03	mm	73.62	73.62
Parametro $\alpha$	$\alpha$		0.20	0.20
Coefficiente di deflusso CN1	Cd(CN1)	-	0.05	0.06

APPALDATORE: Mandataria: 	Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Aggiornamento studio idrologico</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.12.00.046</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>25 di 25</b>

Parametro		Udm	Bacino 19a	Bacino 19b
Coefficiente di deflusso CN2	Cd(CN2)	-	0.29	0.30
Coefficiente di deflusso CN3	Cd(CN3)	-	0.56	0.57

Considerando la condizione di media imbibizione (CNII) è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a 0.35m.

Di seguito si riportano le portate di picco per eventi con tempo di ritorno di 200anni ottenute sulla base dei criteri descritti nel paragrafo 4.1:

**Tabella 12 Portata di piena per bacini 19a e 19b - Tr200**

	Bacino 19a	Bacino 19b
a	117.60	117.60
n (durata>1h)	0.270	0.270
n (durata<1h)	0.464	0.464
Tempo di ritorno $T_R$ (Anni)	200	200
Superficie bacino (mq)	1418924	2231076
Superficie bacino (km <sup>2</sup> )	1.42	2.23
Lunghezza asta maggiore (km)	4.63	4.90
Pendenza asta (m/m)	0.024	0.019
Quota massima (m slm)	133	131
Quota minima (m slm)	23	36
$T_c$ (Kirplich) (ore)	1.82	2.05
$h_{d,t}$ (mm)	138.21	142.83
C (-)	0.35	0.35
<b>Qmax Tr200anni (mc/s)</b>	<b>10.48</b>	<b>15.08</b>