



REGIONE SICILIANA
 ASSESSORATO REGIONALE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'
 DIPARTIMENTO REGIONALE TECNICO
 UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA



PROVINCIA REGIONALE DI SIRACUSA – OGGI LIBERO
 CONSORZIO COMUNALE DI SIRACUSA

STRADA PROVINCIALE SP 07

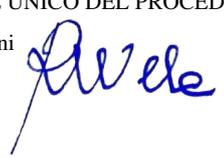
OGGETTO: Intervento per il miglioramento del livello di sicurezza e del piano viario della S.P. 07 Cassaro –Bianco – Buscemi, tratto B da Cozzo Bianco fino all'innesto con la SS 124 dello sviluppo di km. 3+250,79 dalla sezione 194 alla sezione 362

PROGETTO ESECUTIVO

Studio idrogeologico e di verifica bacino	DATA PROGETTO
--	---------------

FASE PE	AMBITO GEN	TIPO ALL	N° / SIGLA A13	REV A	SCALA
-------------------	----------------------	--------------------	--------------------------	-----------------	-------

Rev.	DATA	DESCRIZIONE	EMISSIONE	VIGORE	STATO
A					

	RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Ranieri Meloni  
	PROGETTISTA Dott. Vincenzo Vanella 
	COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE Geom. Giorgio Nani 

VISTI E APPROVAZIONI

**FRANCESCO
CALIGIORE**

CN = FRANCESCO
CALIGIORE
C = IT



REGIONE SICILIA

**ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA**

SISTEMAZIONE DELLA SP N°7 CASSARO-COZZO BIANCO – BUSCEMI

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Palazzolo Acreide li 24/06/2021

IL RELATORE
Ing. Francesco Caligiore



REGIONE SICILIA

**ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA**

SOMMARIO

PREMESSA.....	1
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	1
INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	2
DELIMITAZIONE DEL BACINO IMBRIFERO.....	5
USO DEL SUOLO.....	7
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
MORFOMETRIA	12
ANALISI DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO.....	16
ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO	16
STUDIO IDROLOGICO	17
ANALISI IDROLOGICA.....	19
STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA	27
CALCOLO DELL'IDROGRAMMA DI PIENA.....	33
VERIFICA IDRAULICA DEL RICETTORE FINALE.....	35
VERIFICA IDRAULICA DEI TOMBINI.....	38
CONCLUSIONI.	43
ALLEGATI.....	46



REGIONE SICILIA

**ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA**

**SISTEMAZIONE DELLA SP N°7 CASSARO-COZZO BIANCO - BUSCEMI
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

PREMESSA

Questa relazione è redatta nell'ambito del progetto "SISTEMAZIONE DELLA S.P. N°7 "CASSARO – COZZO BIANCO – BUSCEMI" I stralcio funzionale (TRATTA B) per valutare l'idoneità, dei tombini esistenti, allo smaltimento delle acque meteoriche previo uno studio idrologico idraulico dell'area a monte ed a valle della SP7, nel tratto bivio di Buccheri- Cassaro fino alla località Colle Bianco, area in cui nel progetto.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la compilazione di questo studio si è fatto riferimento alle seguenti norme:

Normativa Nazionale

- Legge quadro per la difesa del suolo del 18/05/1989 n.183
- Decreto Legge del 13/05/1999 n.132
- Decreto Legge del 12/10/2000 n. 279

Normativa Regionale

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvato con Decreto dell'Assessore Regionale per il Territorio e l'Ambiente n.289/XLI del 4/07/2000
- Aggiornamento del Piano Straordinario approvato con Decreto dell'Assessore al Territorio e l'Ambiente n.543/59 del 22/07/2002
- Circolare n.1 del 7/03/2003
- D.S.G. n.50/2021 del Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia del 05/03/2021

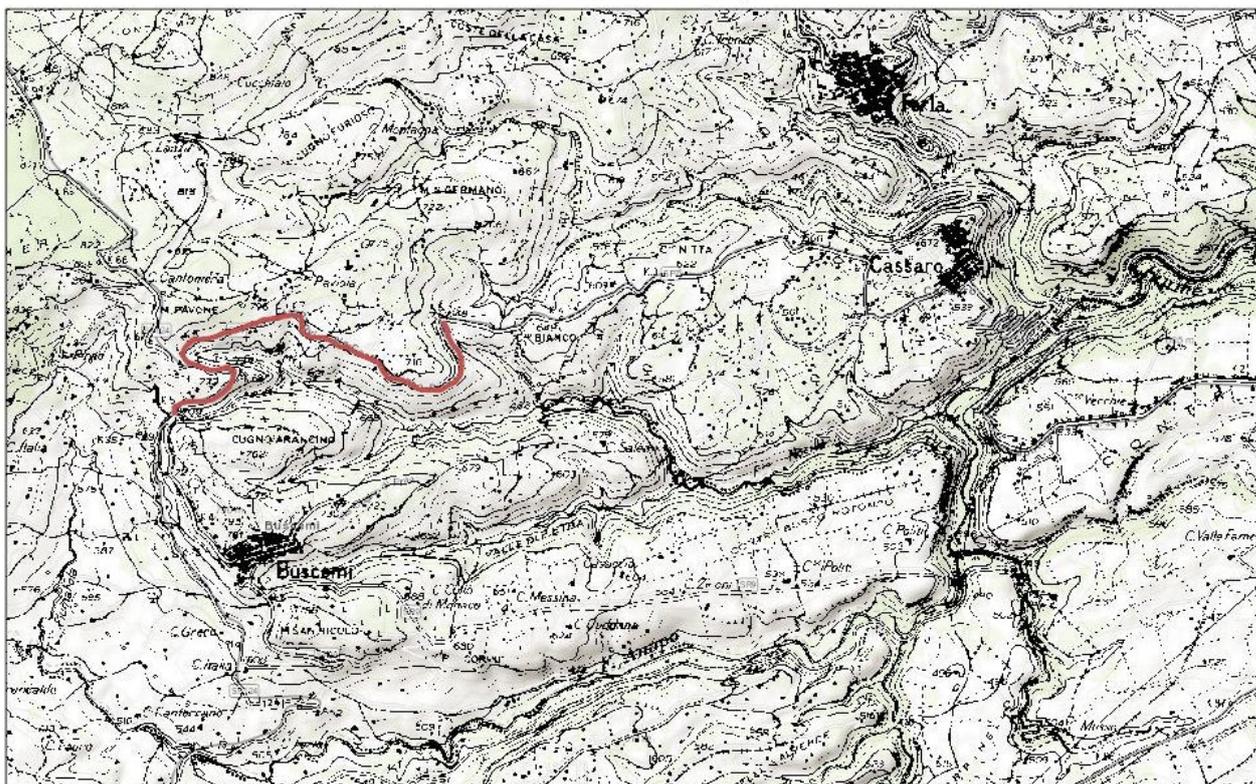


INQUADRAMENTO TERRITORIALE

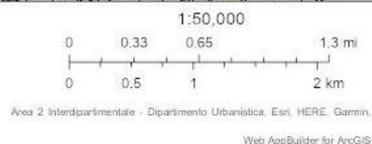
L'area oggetto dell'intervento è localizzata all'interno delle seguenti coordinate nel sistema di riferimento internazionale WGS84:

Lat. 37.086675, Long. 14.878611 e Lat. 37.102263, Long.14.924774

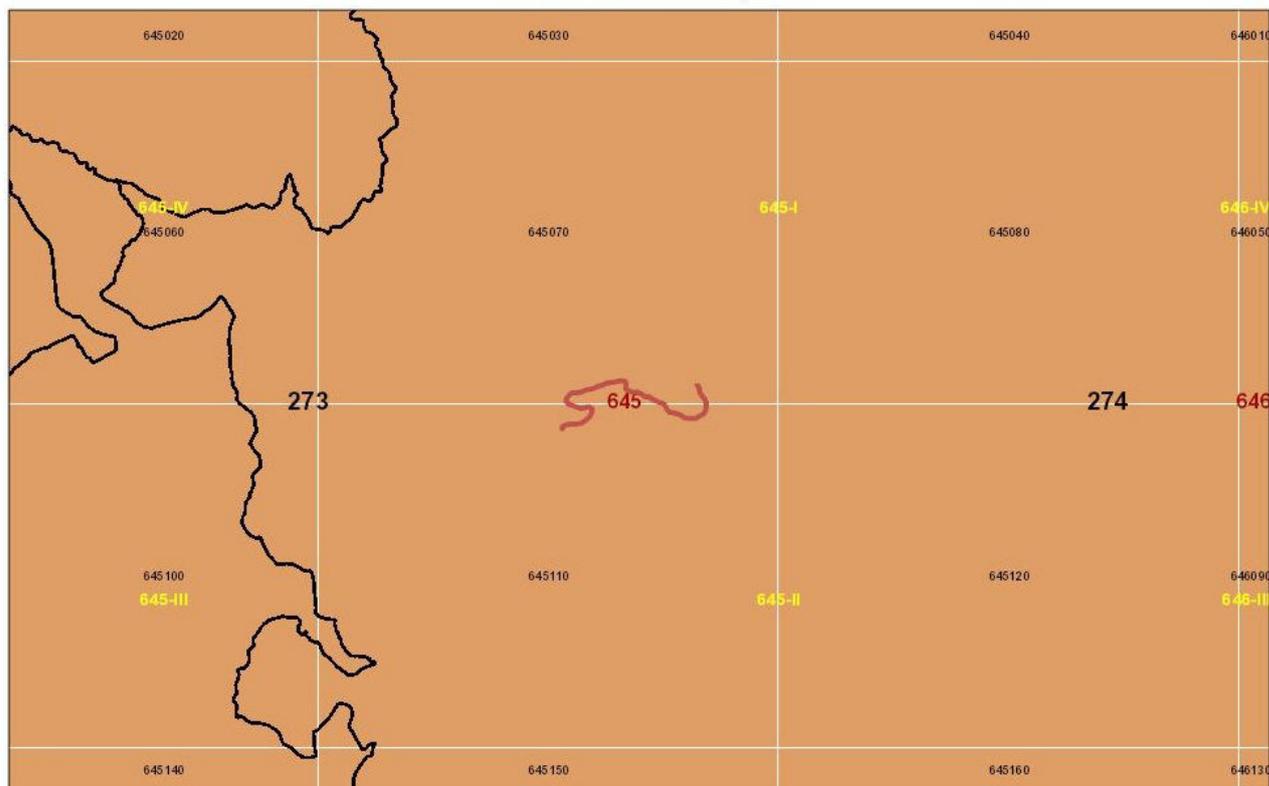
Amministrativamente ricade nei comuni di Buscemi e Cassaro



May 28, 2021



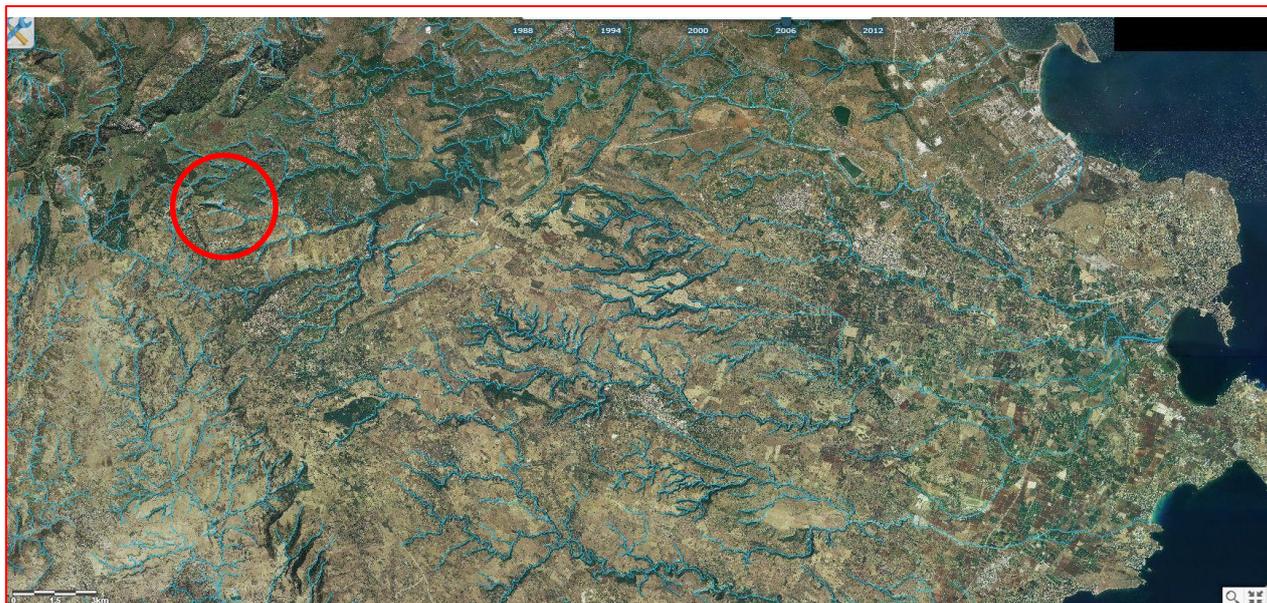
Inquadramento territoriale della zona di intervento



May 28, 2021



Nella carta Tecnica Regionale in scala 1:10000 interessa le sezioni cartografiche SITR 645110, 645070 e si estende a monte della e a valle della SP7 di Siracusa
Nel Piano di assetto Idrogeologico è localizzata all'interno del bacino del fiume Anapo; Bacino n.91, sottobacino HMS R490W290 ed è estesa circa 4.5 km²





ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

Il versante a monte della SP7 recapita nel Fosso San Giorgio, l'ultima asta interessata dall'intervento è quella che ha origine in località Cozzo Bianco, per cui la sezione di chiusura è immediatamente a valle del nodo di confluenza.

L'area sottesa da questa sezione di chiusura è alimentata da altri versanti non interessati dall'intervento sulla SP7 che contribuiscono per oltre il 75% dell'intero afflusso del bacino delimitato.



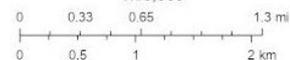
May 22, 2021

DTM 40m

High : 3310

Low : 0

1:50,000



S.I.T.R. Regione Siciliana, Area 2 Interdipartimentale - Dipartimento

Web AppBuilder for ArcGIS

Delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di chiusura posta nell'ultima confluenza nel Fosso San Giorgio



DELIMITAZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

Il bacino imbrifero è delimitato con i consueti metodi dell'idrografia unendo i punti di vetta esterni alla zona di intervento a partire dalla sezione di chiusura del corpo ricettore. Il bacino sotteso dalla sezione di chiusura può essere codificato secondo lo schema ordinativo di Horton-Strahler ed è un bacino del terzo ordine



Ortofoto con indicazione delle principali aste fluviali



REGIONE SICILIA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

USO DEL SUOLO

L'uso del suolo nel territorio sotteso dal bacino idrografico dell'area in esame, è stato identificato sulla base della cartografia in scala 1:100.000, disponibile presso Assessorato Regionale Territorio e Ambiente per il progetto Corine Land Cover.

L'area presenta le seguenti tipologie di uso

Area con zone urbanizzate a tessuto denso (codice 111), rappresentato dal centro storico e dalle zone periferiche di recente espansione;

Estensione km² 0.0933

Sistemi colturali e particellari complessi (codice 231). Si tratta di aree che presentano varie tipologie di coltivazioni a seconda della stagione, e per questo motivo vengono raggruppate in una categoria a parte.

Estensione km² 0.903

Pascolo (codice 322). In effetti la zona classificata come pascolo è un seminativo arborato: terreni che non vengono seminati tutti gli anni e presentano uliveti la cui area è individuata nella CTR in scala 1/10000. Vengono utilizzati per la semina ed il pascolo dei bovini.

Estensione km² 0.752

Pascolo roccioso (codice 323). Terreni con molta roccia affiorante che difficilmente possono essere lavorati con mezzi meccanici (esempio le aree prossime a cave e canali). Tutte queste aree sono pascolate o da greggi ovine o da mandrie bovine transumanti nel periodo invernale occupano una superficie pari al 50% di quella in esame.

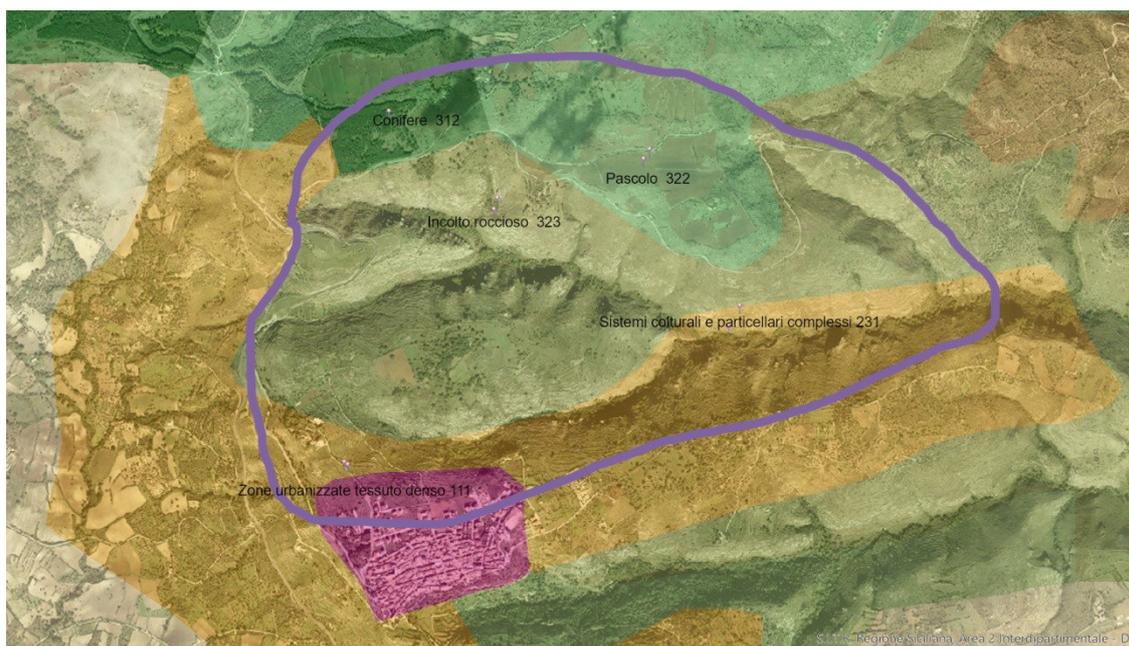
Estensione km² 2.312

Bosco di conifere (codice 312). Sono presenti nelle zone a quota più elevata, tra le specie presenti prevalgono le conifere.

Estensione km² 0.444



REGIONE SICILIA



Carta dell'uso del suolo



INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Assetto geologico-strutturale

L'area in esame è ubicata sul margine sud-orientale dell'Altipiano Ibleo.

Quest'ultimo considerato come un'area di avampaese stabile, si presenta come un horst calcareo allungato in direzione NE-SW, delimitato ad ovest dalla avanfossa Catania – Gela, con orientamento NE-SO, e ad Est dalla scarpata ibleo - maltese che marca il bacino ionico con trend di faglie orientate NNW - SSE.

Caratteristiche litologiche

Nel bacino, affiorano terreni di età compresa tra il Miocene ed il Quaternario (F. Lentini et alii, 1987 "Carta geologica della Sicilia sud-orientale, scala 1:100.000").

1 Dal basso verso l'alto si susseguono le seguenti successioni del settore orientale ibleo Calcareniti e calciruditi a banchi (Fm. Monti Climiti) (Oligocene medio);

2 Vulcanoclastiti e lave (Fm. Carlentini) (Tortoniano);

3 Calcari a lumachelle (Fm. Monte Carruba) (Tortoniano sup. – Messiniano inf.);

4 Marne grigio-azzurre, (Fm Tellaro), (Messiniano);

5 Alternanza calcareo-marnosa "nodulare" (Membro di Gaetani) e Calcareniti bianco-giallastre (Membro di Buscemi), (Fm Palazzolo), (Messiniano);

6 Vulcaniti basiche submarine (Pliocene medio-superiore);

7 Depositi marino-continentali "Calcareniti, Conglomerati e Travertini" (Pleistocene inf.);

8 Sabbie gialle e calcareniti organogene "Panchina", conglomerati e ghiaie poligeniche, costituenti terrazzi marini di vario ordine (spessore da 0 a 20 m) (Pleistocene med-sup.);

9 Alluvioni terrazzate, costituite da ghiaie, sabbie e limi e terrazzi di vario ordine, (Pleistocene sup.-Olocene);

10 Alluvioni recenti terrazzate ed attuali, (Olocene);

11 Sabbie e detriti, depositi di spiaggia (Attuale).

L'area oggetto dell'intervento è localizzata nell'altopiano dei monti iblei geologicamente fa parte della formazione Palazzolo di cui si riportano le caratteristiche estrapolate dalla relazione del piano di bacino del fiume Anapo.

Alternanza calcareo-marnosa "nodulare" (Fm Palazzolo - Membro di Gaetani), (Messiniano).

Questo livello inferiore della Fm Palazzolo è dato da un'alternanza irregolare calcareo - marnosa, costituita da un insieme di strati discontinui, spesso ondulati e di spessore variabile tra 10 e 40 cm; la porzione calcarea è costituita da calcari grigi a grana fine. Tale livello si sovrappone in concordanza e continuità stratigrafica alla formazione marnosa della Tellaro.

Calcareniti bianco - Giallastre (Fm Palazzolo - Membro di Buscemi), (Messiniano)



Esso è costituito da banchi calcarenitici, di spessore elevato, più o meno organogeni, talvolta calciruditi, con rare e sottili intercalazioni marnose - sabbiose. Sono calcareniti a granulometria uniforme, compatte, dure, a volte più tenere e marnose, di colore grigio chiaro in superficie e giallastro al taglio fresco. Le calcareniti del Membro di Buscemi sono per le loro caratteristiche di compattezza, utilizzate come materiale lapideo per la fabbricazione di blocchi.

Geomorfologia

Modellamento ad opera della gravità

La forza di gravità esercita sui versanti, che hanno una determinata pendenza, un'azione potenzialmente continua che può essere aggravata o accelerata dalle condizioni climatiche, da fenomeni di intensa erosione e dalle opere dell'uomo. L'area in studio ricade nel settore sud-orientale della Sicilia che, a più riprese in tempi storici, ha subito ingenti distruzioni ad opera di violenti terremoti. Nell'area rilevata, tra le forme imputabili all'azione della gravità non si riconoscono falde di detrito e fenomeni franosi. Bisogna tener conto comunque dell'intensa opera di terrazzamento creata dall'uomo nei secoli lungo i fianchi delle numerose cave e valloni presenti nell'area, tale da contrastare i fenomeni di intensa erosione aumentando la stabilità dei versanti, che per l'elevata pendenza risultano maggiormente soggetti alle forme di intensa erosione.

Modellamento dovuto alle acque correnti superficiali

L'azione delle acque incanalate è una importante causa del modellamento della superficie terrestre.

Il lavoro di modellamento di un alveo fluviale si ha durante i periodi di piena, per le grandi quantità di materiali che le acque erodono dai versanti e dallo stesso letto fluviale depositandoli a fondo valle o in mare

Le tre azioni principali di un corso d'acqua sono: erosione, trasporto e sedimentazione dei materiali.

L'erosione dà origine alle classiche valli a V, ai letti ed ai ripiani di erosione.

Il fiume Anapo e i suoi affluenti, erodendo i terreni affioranti di natura carbonatica, danno origine a valli a V molto profonde denominate per la loro aspra morfologia "cave".

Nella zona in esame, nella formazione delle valli fluviali si è avuta l'azione concatenata del processo fluviale e del fenomeno carsico che condizionano insieme la morfologia delle valli fluviali: in questo caso si può più correttamente parlare di valli fluvio-carsiche, fortemente controllate dalla tettonica che ne ha condizionato lo sviluppo.

Sulla base di diversi tipi di classificazioni elaborate dagli specialisti, nella zona in esame si trovano esclusivamente valli a "V".

Le valli a "V" sono tipiche dei corsi d'acqua giovani che generano versanti molto acclivi, come si osserva nella parte apicale dei valloni. La quasi totale assenza di depositi alluvionali terrazzati conferma il forte tasso erosivo ed il rapido arretramento delle testate dei bacini.



Caratteristiche idrogeologiche del bacino idrografico

L'area in esame risulta caratterizzata da terreni che presentano condizioni di permeabilità molto diverse, sia in relazione alla varietà dei termini costituenti la successione stratigrafica, sia alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tale successione.

Come riportato nella relazione del piano di bacino del fiume Anapo si può fare una classificazione delle varie formazioni litologiche affioranti nella zona, associando ad ognuna di esse un grado di permeabilità:

- 1 Terreni impermeabili;
- 2 Terreni a permeabilità bassa;
- 3 Terreni a permeabilità media;
- 4 Terreni a permeabilità medio-alta;
- 5 Terreni a permeabilità alta;

Il sito oggetto di intervento si può senz'altro classificare tra i terreni a permeabilità media:

A questo gruppo di terreni sono stati ascritti: l'alternanza di calcari grigi a grana fine e di calcari marnosi teneri della Formazione Palazzolo, i depositi alluvionali recenti, attuali e terrazzati.

La permeabilità media per porosità è variabile in relazione alla granulometria dei depositi si può stimare ($10^{-4} < k < 10^{-3}$ cm/s).



REGIONE SICILIA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

MORFOMETRIA

Composizione del reticolo idrografico

La rete fluviale può essere scomposta in segmenti disposti su vari rami.

Le estreme propaggini del reticolo hanno origine da punti denominati sorgenti mentre il punto di contatto fra due segmenti è chiamato confluenza.

Il bacino in esame è composto da un ramo principale di secondo ordine denominato Fosso San Giorgio, nel quale confluisce il Fosso Santa Rosalia, dando luogo alla formazione di un'asta del terzo ordine che va fino alla sezione di chiusura del bacino che sottende l'area di intervento.

Nell'asta principale si innestano una serie di aste secondarie la maggior parte con origine dal versante nord a monte della SP7.

PROPRIETA' AREALI

Scomposizione areale del bacino

Il bacino viene suddiviso in modo da individuare le aree di alimentazione per ciascuna asta fluviale assegnata di ordine N. In particolare le aste del secondo ordine raccolgono oltre ai deflussi convogliati dai segmenti di primo ordine, di cui sono definite in figura le aree di alimentazione anche le acque provenienti dalle aree di interbacino 1-2.

Superficie complessiva del bacino $(A_3) = 4.502176 \text{ km}^2$

Superficie del bacino al nodo Fosso San Giorgio Fosso Santa Rosalia $(A_2) = 3.062077 \text{ km}^2$

Superficie del bacino al primo nodo $(A_1) = 1.182469 \text{ km}^2$.

Altitudine media del bacino

Viene calcolata sull'intero bacino (A_3)

Caratteristiche planimetriche

L'andamento planimetrico del bacino può essere descritto attraverso le seguenti grandezze

- A: proiezione orizzontale della superficie compresa nello spartiacque del bacino, misurata in km^2 ;
- P: perimetro del bacino, corrisponde alla lunghezza dello spartiacque misurata in km;
- Lp: Lunghezza dell'asta fluviale principale dallo sbocco allo spartiacque (km);
- L: lunghezza complessiva della rete di drenaggio (km).

A partire dalle grandezze di base sopra definite possono essere ricavati altri indicatori utili nella caratterizzazione del bacino.

Altre grandezze derivate sono i parametri che caratterizzano la forma del bacino in genere sono strettamente legati tra loro e sostanzialmente misurano il grado di allungamento del bacino:

- Rc: Rapporto di circolarità è il rapporto tra l'area A del bacino e l'area del cerchio di uguale perimetro P.

$$Rc = 4 \pi A / P^2 = 0.723$$

$Rc > 1$ forma tondeggianta

$0.4 < Rc < 0.5$ caratterizza forme fortemente allungate



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

F_f : Fattore di forma è il rapporto tra l'area A del bacino e il quadrato della lunghezza dell'asta principale $F_f = A/L_p^2 = 0.33$

Φ : Coefficiente di Gravelius è il rapporto tra il perimetro P del bacino e quello del cerchio di uguale area A.

$$\Phi = P/(4\pi A)^{0.5} = 1.172$$

$G < 1$ forma tondeggiante

$1 < G < 1.25$ rotonda-ovale rotonda

$1.25 < G < 1.5$ ovale rotonda-ovale allungata

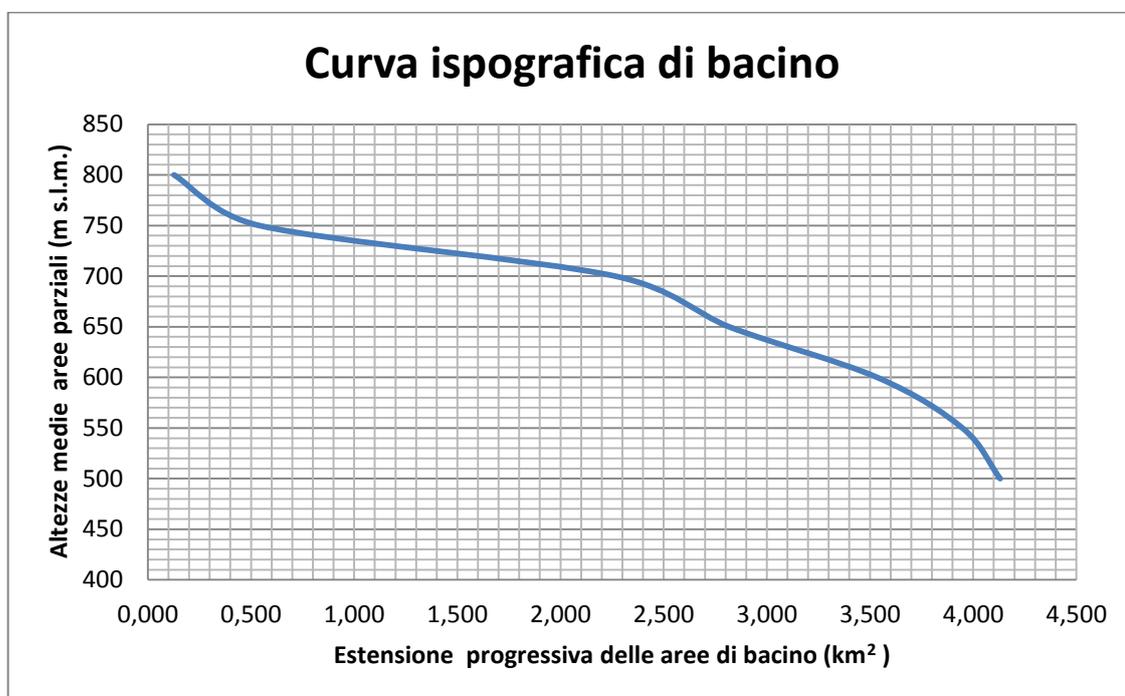
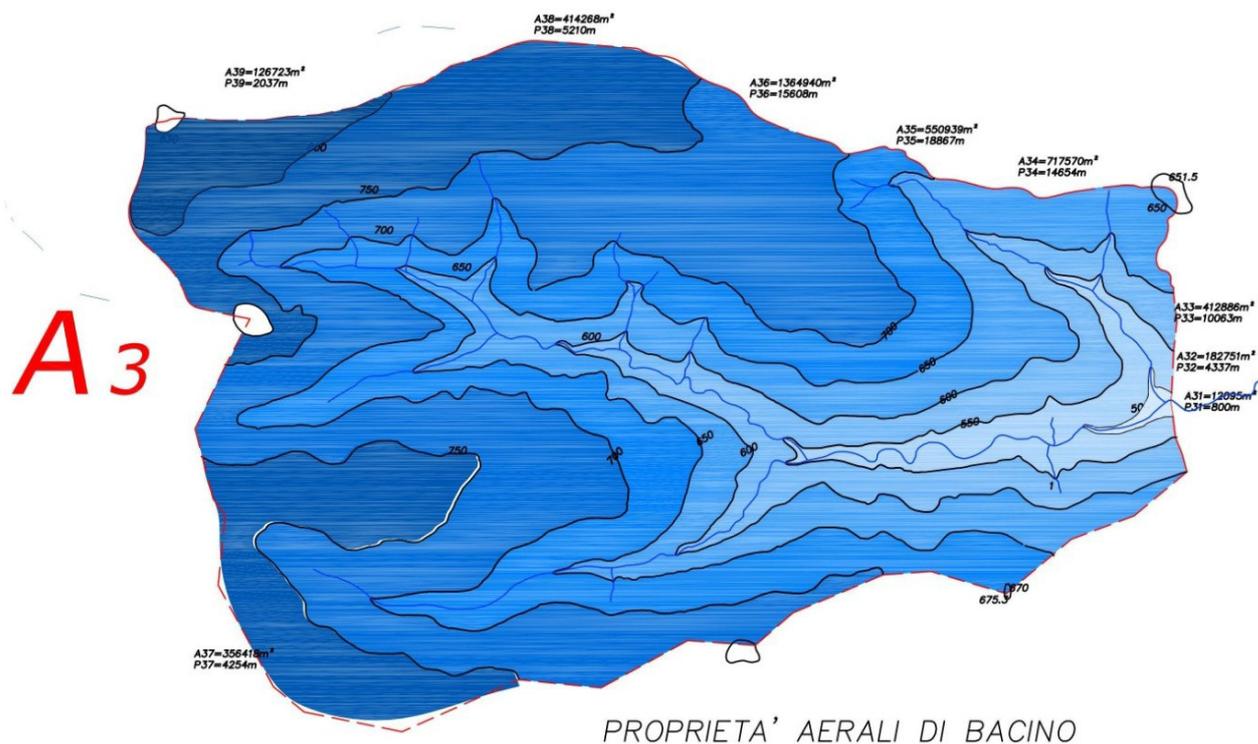
$1.5 < G < 1.75$ ovale allungata-rettangolare bislunga

Caratteristiche altimetriche

Curva ipsografica

L'andamento altimetrico del bacino è descritto dalla curva ipsografica: quest'ultima si ottiene riportando, in un diagramma cartesiano, dei punti le cui ordinate rappresentano la quota, riferita generalmente alla sezione di chiusura, e le ascisse indicano l'area del bacino che si trova al di sopra di tale quota (o al di sotto). La differenza tra la quota del punto più elevato dello spartiacque e quella della sezione di chiusura è un parametro caratteristico del bacino che prende il nome di rilievo del bacino.

Area delimitata	h_i Altitudine media s.l.m. (m)	A_i Area sottesa curva di livello (km ²)	A_{n+i} Area cumulata fra curve di livello successive	$h_i * A_i$	Lm Lunghezza media striscia (km)	l_i Dati per curva ipsografica	Quote
830-800	815	0,127	0,127	104	0,862	4,131	500
800-750	775	0,414	0,541	321	1,600	3,948	550
750-700	725	1,725	2,266	1251	8,540	3,535	600
700-650	675	0,551	2,817	372	6,892	2,817	650
650-600	625	0,718	3,535	449	6,288	2,266	700
600-550	575	0,413	3,948	237	2,487	0,541	750
550-500	525	0,183	4,131	96	4,337	0,127	800
Totale		4,131		2829	31,006		
	$h = h_i * A_i / A$ Altitudine media bacino m s.l.m.	685				$l_m = \sum l_i * A_i / A$ pendenza media del bacino	0,37528



La forma della curva ispografica evidenzia che si tratta di un bacino giovanile (bacino in fase di erosione)



Pendenza media del bacino (0.375 m/m)

La pendenza media del bacino idrografico può essere stimata adoperando il metodo di Alvard- Horton. Il metodo consiste nel misurare la lunghezza totale L delle curve di livello (di assegnata equidistanza Δh) comprese nel bacino e, quindi, nel calcolare la pendenza media a mezzo della relazione: $i_m = \Delta h L / A$ dove A è la superficie del bacino.

Con riferimento ad un bacino di area A , siano A_i e di rispettivamente l'area compresa tra due curve di livello o isoipse (equidistanti Δh) e la distanza media tra le curve stesse.

Misurato lo sviluppo l_i della linea di livello media, le curve sono legate dalle relazioni: $d_i = A/l_i$

Essendo la pendenza media della striscia $i_i = \Delta h / d_i$ si ha anche $i_i = \Delta h l_i / A_i$.

Pertanto la pendenza media del bacino i_m è data dalla relazione $i_m = \frac{i_i A_i}{A} = \frac{\Delta h}{A} l_i$ che, ponendo

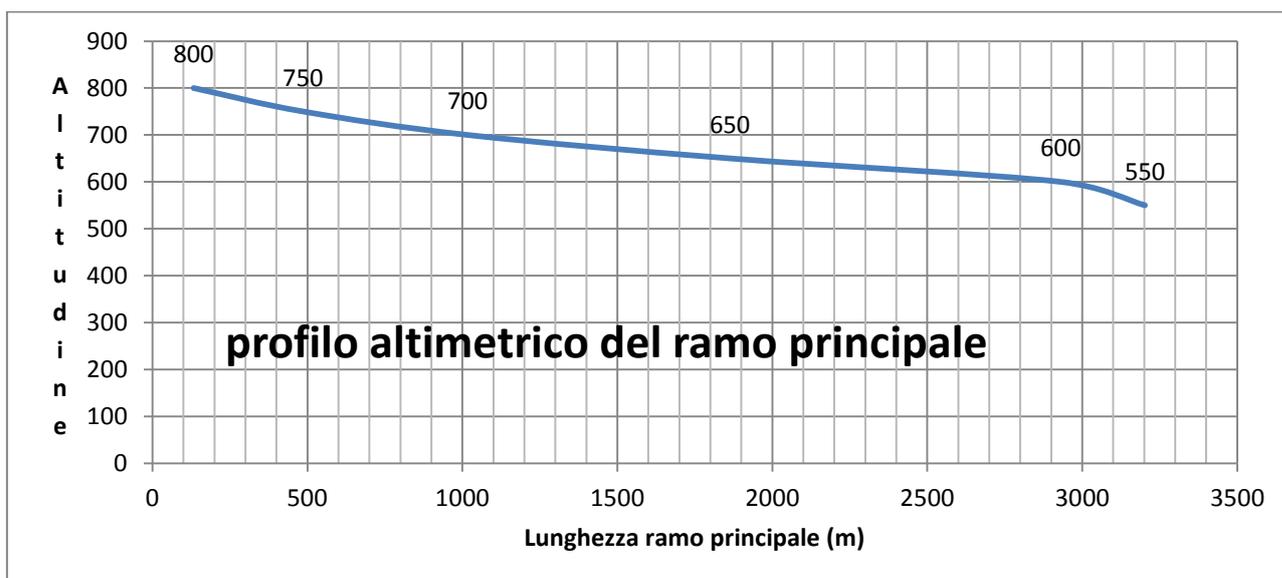
$l_i = L$ è equivalente alla formula introdotta in precedenza

Pendenza media dell'asta principale (0.086 m/m)

La retta di compenso è tracciata in modo che le aree che ne restano al di sopra e al di sotto siano tra loro uguali.

La formula di Taylor –Schwartz consente una stima della pendenza media dell'asta principale, i_m , a partire dalle pendenze (i_j) e delle lunghezze (L_j) dei singoli tronchi in cui è stato suddiviso il profilo longitudinale dell'asta:

$$\frac{L}{i_m} = \sum_{j=1}^N \text{tronchi} \frac{L_j}{i_j}$$





ANALISI DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Il Comune di Buscemi, in seguito alla circolare 1/03 dell'Assessorato Territorio ed Ambiente ha comunicato all'Ufficio del Genio Civile di Siracusa l'esistenza di aree a rischio idrogeologico ricadenti nel proprio territorio. Inoltre sono state individuate altre aree in frana sulla base delle indicazioni riportate sul P.R.G. del Comune.

1. 091-E-8BU-001: C/DA GROTTA (ctr n. 645110);
2. 091-E-8BU-002: S.P. N. 9 (ctr n. 645110);
3. 091-E-8BU-003: MADONNA DEL BOSCO (ctr n. 645110);
4. 091-E-8BU-004: C/DA TIMPESCALA (ctr n. 645110);
5. 091-E-8BU-005: MONTE SAN NICOLO' (ctr n. 645110);
6. 091-E-8BU-006: C/DA GUFFARI (ctr n. 645100);
7. 091-E-8BU-007: C/DA DAVI' (ctr n. 645110).

I dissesti hanno tipologie diverse in quanto le litologie hanno diversa natura e comunque sono ubicati in aree distanti da quella di intervento e non interessano il sottobacino imbrifero oggetto di questa relazione.

All'interno del bacino imbrifero delimitato, come si rileva nella cartografia del PAI allegata a questa relazione non si trovano:

- Siti di pericolosità geomorfologica
- Siti di attenzione geomorfologica
- Dissesti geomorfologici
- Aree a rischio geomorfologica

ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

L'individuazione delle aree a rischio idraulico è stata eseguita sulla base di quanto esposto nella relazione PAI del bacino del fiume Anapo.

A seguito di una convocazione dei Comuni ricadenti nel bacino del fiume Anapo, il comune di Buscemi ha segnalato due aree a rischio in caso di eventi di pioggia eccezionale. La prima riguarda una zona sul torrente Cava Pietra nei pressi del depuratore comunale, a sud del centro abitato. La seconda segnalazione riguarda il torrente fosso Fiumarola, a est del centro abitato.

Queste aree son esterne e non interferiscono con il sito oggetto di intervento.

All'interno del bacino imbrifero delimitato, come si rileva nella cartografia del PAI allegata a questa relazione non si trovano:

- Siti di pericolosità idraulica
- Siti di attenzione idraulica
- Aree a rischio idraulico
- Aree a rischio di esondazioni



STUDIO IDROLOGICO

Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione valutato in un determinato punto di una rete di drenaggio naturale è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame. Esso varia in funzione delle caratteristiche topografiche, pedologiche e geologiche del bacino e degli usi del suolo attuati sullo stesso.

Il tempo di corrivazione t_c , espresso in ore, si determina essenzialmente con l'utilizzo di diverse formule empiriche, quelle utilizzate nella seguente applicazione sono:

Formola Pezzoli

$$t_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_a}}$$

Formola di Puglisi

$$t_c = \frac{6 \cdot \sqrt[3]{L^2}}{\sqrt[3]{Q_{\max} - Q_{\min}}}$$

Formola di Ventura

$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_a}}$$

Formola di Tournon

$$t_c = 1.396 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_a}} \cdot \left(\frac{A}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{i_a}{i_b}} \right)^{0.72}$$

Formola di Pasini

$$t_c = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i_a}}$$

Formola di Viparelli

$$t_c = \frac{L}{3.5 \cdot V}$$

Dove:

A [km²] Area del bacino idrografico

L [km] Lunghezza dell'asta principale

Q_{max} [m] Quota massima del bacino idrografico

Q_{med} [m] Quota media del bacino idrografico

Q_{min} [m] Quota minima del bacino idrografico

CN [0-100] Curve Number



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

- D_{max} [km] Distanza massima tra lo spartiacque e la sezione di chiusura
- i_b [m/m] Pendenza media del bacino idrografico
- i_a [m/m] Pendenza media dell'asta principale
- V [m/s] Velocità media di deflusso all'interno dei canali, i valori suggeriti dell'autore sono compresi tra [1;1.5] m/s, nell'applicazione online si assume il limite superiore.
- P [km] Perimetro del bacino idrografico

Le caratteristiche dei tre sottobacini in esame sono esposte nella tabella che segue

Caratteristiche di bacino											
Numero Bacino	Area del bacino idrografico	Lunghezza dell'asta principale	Quota massima bacino	Quota media bacino	Quota minima bacino	CN	Distanza massima tra spartiacque e sezione di chiusura	Pendenza media del bacino	Pendenza media asta principale	Perimetro del bacino	Velocità media di deflusso
	km ²	Km	m	m	m	(PAI)	km	m/m	m/m	km	m/sec
A1	1,098	0,84	830	736	625	50	1,24	0,357	0,0868	0,0457	1
A2	3,188	1,863	830	710	525	50	2,22	0,344	0,0868	0,0708	1
A3	4,131	3,202	830	685	525	50	3,16	0,375	0,0868	0,0882	1

Si scelgono per le successive verifiche i valori forniti dalla formula di Ventura in quanto è quella che si adatta a bacini di piccole dimensioni (<10km²)

Tempi di corrivazione in ore						
Sottobacino	Pezzoli	Puglisi	Ventura	Tournon	Pasini	Viparelli
A1	0,16	0,91	0,45	0,93	0,35	0,16
A2	0,35	1,35	0,77	1,43	0,66	0,35
A3	0,59	1,94	0,87	1,32	0,86	0,61



ANALISI IDROLOGICA

L'idrografia è rappresentata da una serie di corsi d'acqua che presentano un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali solamente nella stagione invernale e soprattutto in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata, e che si presentano completamente asciutti nel periodo estivo, per la scarsa piovosità e l'alta temperatura che favorisce l'evaporazione.

La parte più a monte delle varie incisioni è costituita da alvei a fondo fisso, dove il letto si è impostato in rocce competenti ed è pressoché privo di sedimenti, escluso per brevi tratti, ove si sono avute grandi piene.

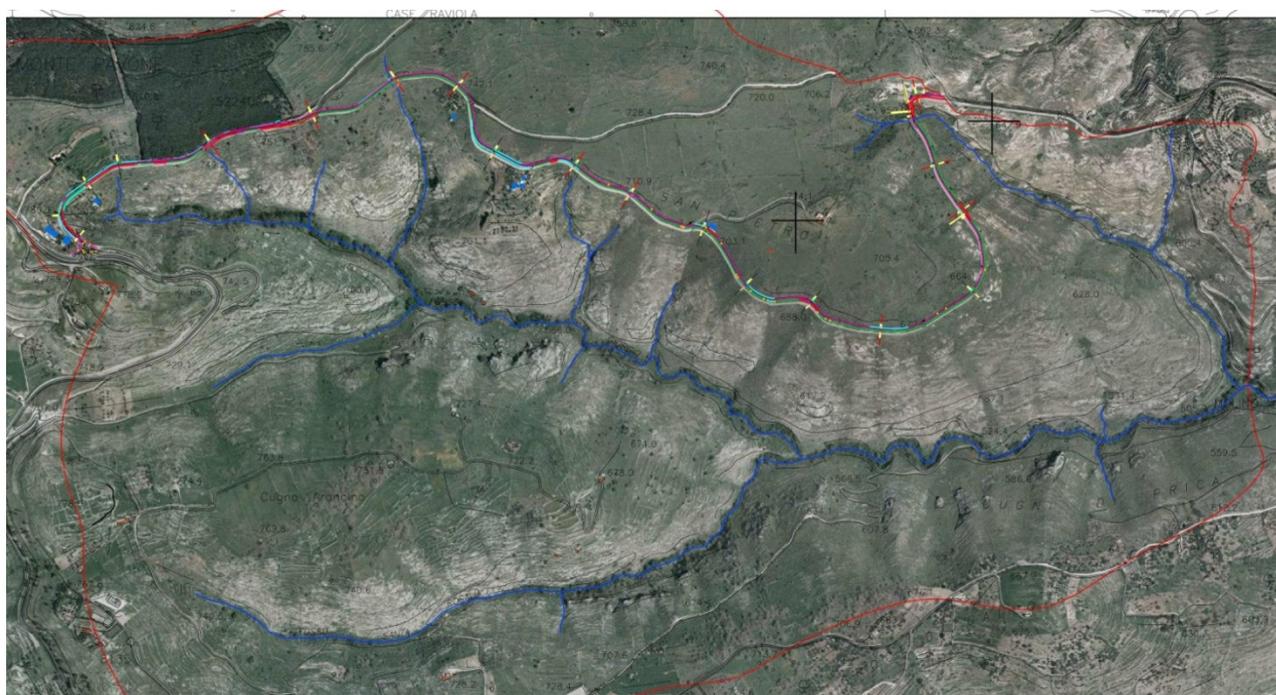
Generalmente si tratta di alvei con pendenze elevate, di non grandi dimensioni, in erosione più o meno accentuata.

Analisi Territoriale

L'analisi territoriale per l'area in studio è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 e con l'ausilio delle ortofoto messe a disposizione dal S.I.T.R. Attraverso la loro osservazione e mediante i sopralluoghi svolti non sono individuati siti di potenziale rischio.

Il tratto montano dell'Anapo scorre all'interno di profondi "canyon" di notevole interesse ambientale e archeologico.

Le aste fluviali non sono interessate da opere di sistemazione idraulica particolarmente importanti. Le principali caratteristiche riscontrate sono argini naturali, muri e alberi isolati che delimitano il letto delle aste fluviali.



L'asta principale nel sottobacino in esame è denominata Fosso San Giorgio si sviluppa per una lunghezza di circa 3.2km con una pendenza di circa il 9%

Lo studio idrologico è stato effettuato avvalendosi di tecniche proprie dell'idrologia.



Portate di progetto al colmo

Le portate di progetto al colmo dipendono da:

- caratteristiche dell'evento meteorico che interessa il bacino tributario sotteso
- caratteristiche del bacino sotteso stesso (superficie, lunghezza, pendenza, copertura del suolo, etc....)

Indicata con h l'altezza di pioggia e $j = h/t$ l'intensità media, estesa a tutto il bacino in esame, si definisce tempo di corrivazione "Tc" il tempo che impiega la particella elementare, caduta nel punto idraulicamente più lontano, a raggiungere la sezione considerata.

Viene inoltre assunta l'ipotesi che la durata T_p della precipitazione di progetto P sia pari al tempo di corrivazione T_c . All'istante T_c , quando tutta la superficie del bacino concorre alla produzione del deflusso alla sezione di chiusura, la precipitazione cessa e la portata inizia a diminuire. Quindi anche T_a , (tempo di accumulo o di concentrazione) risulta esattamente uguale a T_c e T_p

Secondo i presupposti del metodo razionale se la durata della pioggia, di intensità costante, è superiore al tempo di corrivazione, si osserva una persistenza della portata massima ma non un incremento della stessa, dato che non può aumentare la superficie del bacino che produce portata già al 100% al tempo T_c . L'idrogramma assume la forma di un trapezio con base minore ($T_p - T_c$) e base maggiore ($T_p + T_c$). Se, al contrario, la durata della precipitazione di intensità costante è inferiore al tempo di corrivazione, non si arriva alla completa contribuzione areale da parte del bacino. L'idrogramma risulta di forma triangolare ma con la portata massima minore e successiva al termine della precipitazione

È stato svolto un accurato approfondimento relativo alle registrazioni pluviometriche disponibili, per l'area di studio.

Sono stati presi in considerazione i dati raccolti presso la stazione pluviografica di Palazzolo Acreide. Sono state analizzate le registrazioni di massima intensità per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore riportati all'interno degli Annali Idrologici, sezione B "Pluviometria

Ai fini della verifica idraulica della sezione di chiusura del bacino si adotta il modello runoff Curve Number, facendo riferimento a periodi di ritorno $T_r = 50$ anni; $T_r = 100$ anni; $T_r = 200$

Il tempo di corrivazione T_c è espresso mediante la formula di Ventura e precedentemente determinato è pari a 0.87h

Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica

Tra i vari metodi statistico-probabilistici per l'analisi di campioni di altezze di pioggia massime annuali il più noto è quello di Gumbel (1958) che lega la legge di crescita della variabile casuale h con il tempo di ritorno T_r secondo l'espressione statistica: $h(T_r) = h + F \sigma(h)$

Pertanto, fissato preliminarmente il tempo di ritorno T_r (anni), verrà calcolata per ogni durata $h(T_r)$, altezza di pioggia eguagliata o non superata nel T_r

Verranno ricercati, per la stazione pluviometrica di Palazzolo Acreide, la più vicina al bacino:

h il valore medio delle altezze di precipitazione, di un'assegnata durata, negli N anni osservati



F fattore di frequenza o fattore di crescita, funzione del tempo di ritorno T_r

$\sigma(h)$ è la stima dello scarto quadratico medio del campione, fattore di scala

Secondo la funzione di distribuzione EV1 di Gumbel, adottando per il fattore di frequenza l'espressione

$$F = \frac{Y(T_r) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

si ha:
$$h(T_r) = \bar{i} + \frac{\tau h}{S_N} Y(T_r) - \frac{\tau h}{S_N} \bar{Y}_N$$

con $Y(T_r)$ variabile ridotta di Gumbel

$$Y(T_r) = -\ln \left[-\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right] = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]$$

\bar{Y}_N stima del valore medio del campione della variabile ridotta, è pari a $\bar{Y}_N = \frac{1}{N} \sum Y(T_i)$

S_N stima dello scarto quadratico medio del campione della variabile ridotta, è pari a:

$$S_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum Y(T_i)^2 - \bar{Y}_N^2}$$

con

N , dimensione del campione;

i , rango del dato del campione graduato in ordine decrescente;



Nella Tabella II sono riportati i valori di Y_N e di S_N stimati per N variabile con scansione unitaria

Tabella II

Stima della media della variabile ridotta \overline{Y}_N										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,5410	0,5438	0,5461	0,5481	0,5499	0,5514	0,5528	0,5540	0,5551	0,5561
20	0,5570	0,5578	0,5586	0,5593	0,5993	0,5605	0,5611	0,5616	0,5621	0,5625
30	0,5629	0,5633	0,5637	0,5641	0,5644	0,5647	0,5650	0,5653	0,5656	0,5658
40	0,5661	0,5663	0,5665	0,5668	0,5670	0,5672	0,5674	0,5675	0,5677	0,5679
50	0,5680	0,5682	0,5683	0,5685	0,5686	0,5688	0,5689	0,5690	0,5692	0,5693
60	0,5694	0,5695	0,5696	0,5697	0,5698	0,5699	0,5700	0,5701	0,5702	0,5703
70	0,5704	0,5705	0,5705	0,5706	0,5707	0,5708	0,5709	0,5709	0,5710	0,5711
80	0,5711	0,5712	0,5713	0,5713	0,5714	0,5715	0,5715	0,5716	0,5716	0,5717
90	0,5717	0,5718	0,5718	0,5719	0,5719	0,5720	0,5720	0,5721	0,5721	0,5722
100	0,5722	0,5723	0,5723	0,5724	0,5724	0,5724	0,5725	0,5725	0,5726	0,5726

Stima dello scarto quadratico medio della variabile ridotta S_N										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1,1849	1,1906	1,1955	1,1998	1,2037	1,2071	1,2102	1,2130	1,2156	1,2179
20	1,2201	1,2221	1,2239	1,2256	1,2272	1,2287	1,2301	1,2315	1,2327	1,2339
30	1,2350	1,2361	1,2371	1,2380	1,2389	1,2398	1,2406	1,2414	1,2422	1,2429
40	1,2436	1,2443	1,2449	1,2455	1,2461	1,2467	1,2472	1,2478	1,2483	1,2488
50	1,2492	1,2497	1,2502	1,2506	1,2510	1,2514	1,2518	1,2522	1,2526	1,2530
60	1,2533	1,2537	1,2540	1,2543	1,2546	1,2549	1,2552	1,2555	1,2558	1,2561
70	1,2564	1,2566	1,2569	1,2572	1,2574	1,2577	1,2579	1,2581	1,2584	1,2586
80	1,2588	1,2590	1,2592	1,2594	1,2596	1,2598	1,2600	1,2602	1,2604	1,2606
90	1,2608	1,2609	1,2611	1,2613	1,2614	1,2616	1,2618	1,2619	1,2621	1,2622
100	1,2624	1,2625	1,2627	1,2628	1,2630	1,2631	1,2632	1,2634	1,2635	1,2636



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

Disponendo dei dati pluviometrici rilevati dagli annali idrologici e riferiti alla stazione di Palazzolo Acreide

anno	t [ore]				
	1	3	6	12	24
1965	39,0	52,6	78,8	82,4	119,4
1966	21,8	37,0	44,0	61,2	79,2
1967					
1968	18,6	20,2	24,2	24,2	26,2
1969	24,8	43,0	55,6	95,8	166,4
1970	17,6	46,0	58,2	62,2	78,0
1971	14,2	20,0	26,4	48,4	56,2
1972	24,6	31,6	32,4	52,0	64,0
1973	40,4	50,4	51,6	84,2	88,6
1974	12,8	23,4	27,2	42,4	73,8
1975	22,0	27,2	38,4	50,0	58,0
1976	34,0	42,4	44,8	49,2	92,8
1977	14,0	17,2	20,8	31,6	37,8
1978	38,0	53,2	67,0	95,2	99,0
1979	31,8	33,0	33,0	33,0	37,4
1980	16,0	21,6	29,8	39,6	45,2
1981					
1982					
1983	17,8	26,6	27,6	27,6	32,2
1984	43,4	47,0	47,0	47,0	50,4
1985	19,2	33,2	44,6	63,0	94,8
1986	33,6	47,6	47,6	47,6	79,2
1987	22,4	22,6	22,8	28,8	30,6
1988	19,4	20,0	34,4	46,4	81,4
1989					



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

anno	t [ore]				
	1	3	6	12	24
1991					
1992	37,6	43,4	65,0	89,0	141,0
1993					
1994					
1995					
1996	31,4	46,0	58,8	86,4	146,4
1997	37,0	41,8	42,0	49,4	57,0
1998	43,6	46,0	46,0	46,0	54,8
1999	29,0	39,4	63,0	95,0	124,8
2000					
2001	33,4	35,4	35,4	35,4	45,4
2002	30,2	32,8	32,8	36,2	44,2
2003	53,0	16,0	16,0	16,0	16,0
2004	50,0	125,8	135,6	159,2	165,4
2005	38,0	42,8	65,4	120,0	167,6
2006	20,6	32,6	51,8	79,6	138,4
2007	19,0	35,0	62,6	121,0	161,8
2008	44,0	48,4	48,4	48,4	48,4
2009	24,2	39,0	55,4	66,0	84,4
2010	71,0	105,6	129,0	132,0	140,6
2011					
2012	26,6	38,0	67,0	110,4	172,0
2013	52,6	66,4	66,6	66,6	70,4
2014	40,0	48,2	56,2	81,8	90,6
2015	49,0	67,0	68,0	70,2	101,0

si procede alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 50,100 e 200 anni.

media	30,2	40,3	48,9	63,3	83,9
varianza	174,91	450,88	606,19	1062,83	2045,76
σ	13,23	21,23	24,62	32,60	45,23

Media e scarto quadratico medio

I risultati sono esposti nelle tabelle che seguono



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

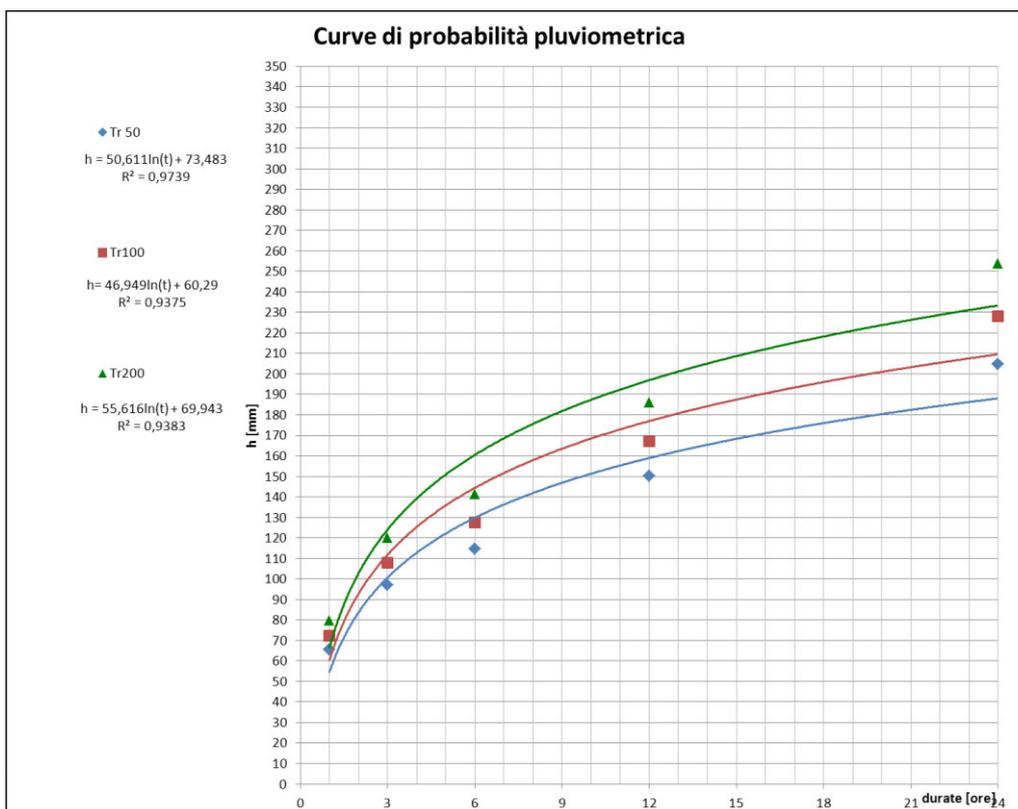
REGIONE SICILIA

Calcolo delle altezze di pioggia in funzione dei parametri assegnati

tp	h_{media}	$\sigma(h)$	S_N	Y_N	T_r	$-n \frac{T_r - 1}{T_r}$	$Y(T_R)$	h
ore	mm				anni			mm
1	30,24762	13,23	1,2492	0,5680	50	0,02020	3,902	65,5
3	40,27143	21,23	1,2492	0,5680	50	0,02020	3,902	96,9
6	48,89524	24,62	1,2492	0,5680	50	0,02020	3,902	114,6
12	63,34286	32,60	1,2492	0,5680	50	0,02020	3,902	150,4
24	83,87619	45,23	1,2492	0,5680	50	0,02020	3,902	204,6

tp	h_{media}	$\sigma(h)$	S_N	Y_N	T_r	$-n \frac{T_r - 1}{T_r}$	$Y(T_R)$	h
ore	mm				anni			mm
1	30,2	13,23	1,2636	0,5726	100	0,01005	4,600	72,4
3	40,3	21,23	1,2636	0,5726	100	0,01005	4,600	108,0
6	48,9	24,62	1,2636	0,5726	100	0,01005	4,600	127,4
12	63,3	32,60	1,2636	0,5726	100	0,01005	4,600	167,3
24	83,9	45,23	1,2636	0,5726	100	0,01005	4,600	228,0

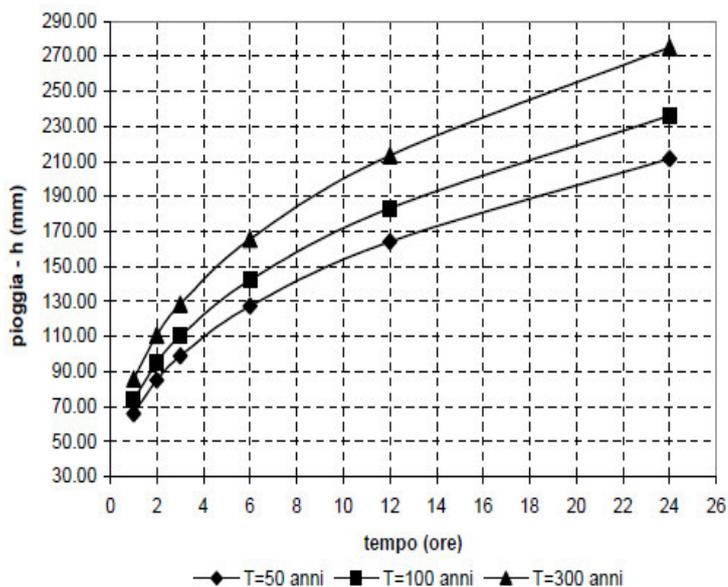
tp	h_{media}	$\sigma(h)$	S_N	Y_N	T_r	$-n \frac{T_r - 1}{T_r}$	$Y(T_R)$	h
ore	mm				anni			mm
1	30,2	13,23	1,2636	0,5726	200	0,00501	5,296	79,7
3	40,3	21,23	1,2566	0,5705	200	0,00501	5,296	120,1
6	48,9	24,62	1,2566	0,5705	200	0,00501	5,296	141,5
12	63,3	32,60	1,2566	0,5705	200	0,00501	5,296	185,9
24	83,9	45,23	1,2566	0,5705	200	0,00501	5,296	254,0



Rappresentazione in forma grafica delle curve di possibilità pluviometrica.

Confronto con i dati del PAI

I valori delle altezze di pioggia trovati sono leggermente superiori ai valori medi riportati nella Relazione di bacino del fiume Anapo (bacino 91)



Curva pluviometrica determinata nello studio del PAI per il bacino del fiume Anapo (bacino 91)



STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA

Modelli di trasformazione afflussi - deflussi

Non si hanno a disposizione dati osservati delle portate nella sezione di interesse, quindi è necessario ricorrere, per un assegnato tempo di ritorno, alla determinazione della pioggia di progetto per poter esprimere un correlato valore della massima portata probabile.

Il rapporto tra il volume netto di precipitazione ed il volume totale è il Coefficiente di deflusso ϕ , che rappresenta gli effetti integrati dell'infiltrazione, evaporazione, ritenzione e ruscellamento e dipende da molti parametri del bacino, pertanto è di difficile determinazione e richiede un'attenta valutazione e conoscenza dell'area in studio. I valori riportati nelle numerose tabelle sono specifici e suscettibili di aggiustamenti, in aumento o diminuzione in percentuale, se il sito si discosta dalle condizioni tipiche descritte. Per eventi di piena che si sviluppano in intervalli di tempo dell'ordine delle ore, il deflusso nella sezione di chiusura è dato in buona parte dallo scorrimento superficiale, poiché lo scorrimento sotterraneo, alimentato dall'infiltrazione, avviene in tempi molto più lunghi. Il deflusso varia in funzione dall'uso del suolo, dalle coperture vegetali e delle varie tipologie di terreno (più o meno permeabili). In letteratura sono reperibili svariate Tabelle (ad esempio la Tabella I) con valori dei coefficienti ϕ_i correlati alle varie condizioni.

Tabella I
Valore dei coefficiente di deflusso ϕ
da "La sistemazione dei bacini idrografici " Vito Ferro

Tipo di suolo	Copertura del bacino			
	Coltivazioni	Pascoli	Boschi	
Molto permeabile (sabbioso o ghiaioso)	0.20	0.15	0.10	
Mediamente permeabile (Terreni di medio impasto, Terreni senza strati di argilla)	0.40	0.35	0.30	
Poco Permeabili (Suoli argillosi, con strati di argilla in prossimità della superficie, suoli poco profondi su substrato roccioso impermeabile)	0.50	0.45	0.40	
Copertura del bacino	Pendenza dei versanti	Terreni Leggeri	Terreni di medio impasto	Terreni compatti
Boschi	> 10%	0.13	0.18	0.25
	< 10%	0.16	0.21	0.36
Pascoli	> 10%	0.16	0.36	0.56
	< 10%	0.22	0.42	0.62
Colture agrarie	> 10%	0.40	0.60	0.70
	< 10%	0.52	0.72	0.82

Un ulteriore elemento che condiziona il ruscellamento è rappresentato dal grado di imbibizione del terreno caratterizzato dalla natura geolitologica del suolo.



Tabella II

I numeri al disotto delle lettere indicano i valori min. e max. dell'infiltrazione espressa in mm

Gruppo	Descrizione
A 8 - 11	Potenzialità di deflusso scarsa <i>Forti spessori di sabbia con scarsissimo limo ed argilla, forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili</i>
B 4 - 8	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa <i>Strati sabbiosi meno spessi del gruppo A, terriccio marnoso sottile. Alta capacità di infiltrazione</i>
C 1,5 - 4	Potenzialità di deflusso moderatamente alta <i>Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla, poveri di contenuti organici. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.</i>
D 0 - 1,5	Potenzialità di deflusso molto alta <i>Comprende la maggior parte di argille con capacità di rigonfiamento, strati sottili pressochè impermeabili in prossimità della superficie</i>

L'area in studio si può associare al gruppo B



Di significato analogo è il CN, runoff curve number o più semplicemente Curve Number.

Per la valutazione del CN, seguendo la procedura del Soil Conservation Service (SCS), si definisce innanzi tutto il tipo di terreno in funzione dalla possibilità di infiltrazione. Poiché lo stato iniziale di imbibizione del terreno influenza notevolmente la capacità di ritenzione e, conseguentemente, lo scorrimento superficiale, l'appropriato valore CN dovrà essere preso in corrispondenza di una particolare condizione di umidità del terreno. Il metodo specifica tre condizioni:

AMC-I. Potenziale di scorrimento superficiale minimo. I suoli del bacino sono sufficientemente asciutti da permettere un'aratura o una coltivazione soddisfacente.

AMC-II. Condizione media o "di bassa umidità"

AMC-III. Potenziale di scorrimento superficiale massimo o "di alta umidità". Il bacino è stato praticamente saturato dalle piogge precedenti.

Tutti i valori riportati nelle Tabelle vengono attribuiti per una condizione AMC II (Tabelle VIII e IX).

Tabella VIII

Cover description		hydrologic soil group			
		A	B	C	D
<i>Fully developed urban areas (vegetation established)</i>					
aree urbane totalmente urbanizzate					
Open space (lawns, prati parks, golf courses, cemeteries, etc.)					
Poor condition (grass cover < 50%)		68	79	86	89
Fair condition (grass cover 50% to 75%)		49	60	79	84
Good condition (grass cover > 75%)		39	61	74	80
Impervious areas:					
Paved parking lots, roofs, driveways, etc.		98	98	98	98
Streets and roads:					
Paved; storm sewers		98	98	98	98
Paved; open ditches		83	89	92	93
Gravel - ghiaia		76	85	89	91
		Average percent impervious area			
Urban districts:					
Commercial and business		85			
Industrial		72			
Residential districts by average lot size:					
1/8 acre or less		65	77	85	90
1/4 acre		38	61	75	83
1/3 acre		30	57	72	81
1/2 acre		25	54	70	80
1 acre = 4.047,87 m ²		20	51	68	79
2 acres		12	46	65	77



Tabella IX
Valori dei Coefficienti CN per aree a pascolo, boschi e prati

Cover type	Hydrologic condition	hydrologic soil group			
		A	B	C	D
Pasture, grassland, forage for grazing. Pascolo, prateria, foraggio per pascolo					
<i>Poor:</i> < 50% ground cover or heavily grazed molto pascolato	Poor	68	79	86	89
<i>Fair:</i> 50 to 75% ground cover and not heavily grazed.	Fair	49	69	79	84
<i>Good:</i> > 75% ground cover and lightly or only occasionally grazed.	Good	39	61	74	80
Meadow—continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay. prato continuo con erba protetta dal pascolo, produzione di fieno	—	30	58	71	78
Brush, brush-weed-grass mixture arbusti, arbusti misti a graminacee					
<i>Poor:</i> < 50% ground cover.	Poor	48	67	77	83
<i>Fair:</i> 50 to 75% ground cover.	Fair	35	56	70	77
<i>Good:</i> > 75% ground cover.	Good	30	48	65	73
Woods—grass combination (orchard or tree farm). bosco misto ad erba, frutteto, agriturismo					
	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods. sottobosco, piccoli alberi,					
<i>Poor:</i> cespugli distrutti dal pascolo o bruciati	Poor	45	66	77	83
<i>Fair:</i> bosco misto a pascolo non bruciato ma, coperto di sottobosco	Fair	36	60	73	79
<i>Good:</i> bosco protetto dal pascolo con terreno coperto equamente da cespugli e sottobosco	Good	30	55	70	77

Dai valori del CN presi in corrispondenza dell'AMC II è possibile ricavarli analiticamente per le

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2,38 - 0,0138 \cdot CN_{II}} ; CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0,43 + 0,0057 \cdot CN_{II}}$$

Per l'area in esame il CN è definito dalla media pesata dei coefficienti attribuiti ad ogni singola tipologia di uso del suolo

Valutazione del CN			
	1	2	"1x2"
Tipologia del suolo	Coefficiente da tabella	Superfici (km ²)	
Urbanizzato	79	0,0933	7,37
Pascolo roccioso	69	2,312	159,53
Mosaico colturale	48	0,903	43,34
Pascolo	48	0,752	36,10
Bosco	55	0,444	24,42
	Totale	4,5043	270,76
CN	60,11		



Metodo CN - Curve Number del Soil Conservation Service

Il Soil Conservation Service (SCS) degli Stati Uniti ha messo a punto e divulgato una metodologia per la determinazione del deflusso corrispondente allo scorrimento superficiale da utilizzare nello studio delle piene di bacini idrografici di superficie limitata a $15 \div 20 \text{ km}^2$, per i quali non esistono osservazioni idrometriche.

Finché l'afflusso pluviometrico P [mm] (derivato dalla legge di pioggia $P = h = a \cdot t^n$ con assegnato tempo di ritorno T_r non raggiunge un valore minimo I_a , il deflusso specifico Q_p [mm] resta uguale a zero. Questo significa che una parte dell'afflusso si perde, principalmente, per infiltrazione nel terreno e per invaso nelle depressioni superficiali.

Pertanto il deflusso superficiale Q_p [mm] è derivante, in quantità, dalla precipitazione netta $P - I_a$ [mm], così come il volume infiltrato, espresso con lo spessore F [mm] è funzione della massima ritenzione potenziale S del terreno, anche questa espressa in [mm]:

$$\frac{Q_p}{P - I_a} = \frac{F}{S}$$

con l'ipotesi che il volume infiltrato è pari alla differenza tra volume netto di pioggia e volume di ruscellamento, espresso di bilancio di massa come $F = P - I_a - Q$, dalla (3) si deduce:

$$Q_p = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad [\text{mm}]$$

che esprime la stima del volume specifico di ruscellamento in funzione di quello di pioggia e di due parametri caratteristici del bacino: la capacità di assorbimento iniziale I_a la massima ritenzione potenziale S . Il parametro I_a dipende dalle condizioni del suolo (comprese le lavorazioni a cui è sottoposto), dall'intercettazione, dall'infiltrazione, dall'immagazzinamento nelle depressioni superficiali, dall'umidità iniziale del suolo. Un'analisi empirica ha comunque mostrato che I_a si può assumere proporzionale ad S , secondo l'espressione $I_a = 0,2 \cdot S$; effettuando la sostituzione, si ottiene la relazione:

$$Q_p = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} \quad [\text{mm}]$$

S è esplicitato dalla relazione:

$$S = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{\text{CN}} - 10 \right)$$

Per $\text{CN} = 60$ si ha $S = 169,33$ e $Q_p = [(69,94 - 0,2 \cdot 169,33)^2] / (69,94 + 0,8 \cdot 169,33) = 6,35 \text{ mm}$

Infine la portata al colmo sarà:

$$Q = \frac{Q_p \cdot A}{t_c} \cdot \frac{1000}{3600} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$



con A area del bacino in km² e t_c tempo di corrivazione in ore.

Nelle condizioni sfavorevoli di T_r = 200 si ha:

$$Q = (Q_p * A) / t_c * 3.6 = (6.35 * 4.5) / (0.87 * 3.6) = 9.124 \text{ mc/sec}$$



CALCOLO DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

VERIFICA IDRAULICA

Costruzione dell'idrogramma di piena

La conoscenza della forma dell'onda o idrogramma di piena $Q(t)$, cioè l'andamento della portata Q in funzione del tempo, equivale alla conoscenza del volume idrico della piena transitante, in corrispondenza della sezione di chiusura bacino, e della sua distribuzione temporale.

La costruzione dell'onda di piena generata da una pioggia di caratteristiche (h, t_p) rappresentata da una curva del tipo $h_p = a \cdot t^n$, si effettua per punti su un piano cartesiano con ascisse le durate di pioggia ed ordinate le portate Q . La sezione di riferimento è quella terminale o di chiusura.

Sulla planimetria del bacino, nell'ipotesi che il bacino abbia caratteristiche morfometriche e geologiche uniformi vengono definite delle aree isocorrive aventi la cui altezza media s.l.m. si differenzia di ml. 50 una dall'altra.



Nel caso in cui il bacino abbia caratteristiche morfometriche e geologiche uniformi, le curve isocorrive possono essere assimilabili a tanti archi di cerchio con centro in S e raggi variabili con valore crescente linearmente.

Nella Figura 2 il tempo di corrivazione, suddiviso in 6 parti, delimita le correlate aree isocorrive: A1, A2, A3, A4, A5 e A6



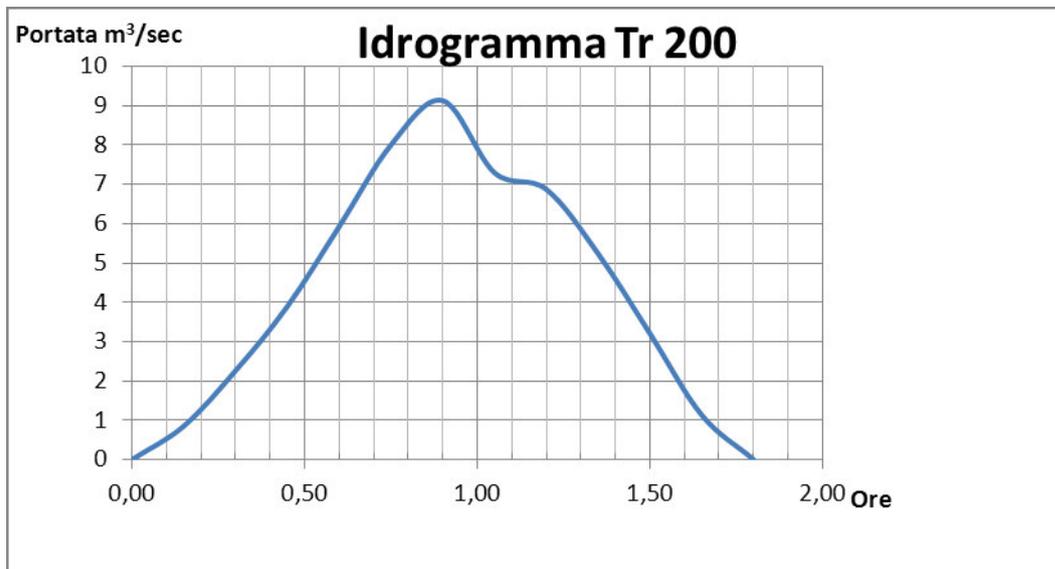
ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

Per $t_p = t_c$ le portate aumentano con valori via via crescenti in funzione delle aree investite dalla pioggia, fino al valore massimo in corrispondenza della durata $t_p=t_c$, quando tutta la superficie del bacino contribuirà al deflusso:

Definite le aree isocorive, sia nell'ipotesi che il bacino abbia caratteristiche morfometriche e geologiche uniformi e sia dalla curva ipsografica si possono determinare i valori di portata alla sezione di chiusura con la valutazione del contributo delle singole aree.

Aree (km ²)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Q
Tempi(h)	0,419	0,695	0,806	1,001	1,023	0,557	Portate mc/sec
0							0
0,15	0,850151						0,850151
0,3	0,850151	1,410155					2,260306
0,45	0,850151	1,410155	1,635374				3,89568
0,6	0,850151	1,410155	1,635374	2,031029			5,926709
0,75	0,850151	1,410155	1,635374	2,031029	2,075667		8,002376
0,9	0,850151	1,410155	1,635374	2,031029	2,075667	1,130153	9,132529
1,05		0,4230465	1,635374	2,031029	2,075667	1,130153	7,2952695
1,2			1,635374	2,031029	2,075667	1,130153	6,872223
1,35				2,031029	2,075667	1,130153	5,236849
1,5					2,075667	1,130153	3,20582
1,65						1,130153	1,130153
1,8							0





VERIFICA IDRAULICA DEL RICETTORE FINALE

SEZIONE DI CHIUSURA DEL BACINO

L'ultimo tratto interessato dal deflusso meteorico proveniente dall'area a monte della SP7 si trova a valle della località denominata Cozzo Bianco, che recapita sempre nel Fosso San Giorgio ed è in questo nodo che è stata posta la sezione di chiusura del bacino.

Il bacino sotteso da questa sezione interessa altri due versanti che alimentano l'asta di secondo ordine Fosso Santa Rosalia, la quale confluisce nel Fosso San Giorgio

La superficie a monte della SP7 da un apporto pari al 25% di quello calcolato nella sezione di chiusura del bacino.

Lungo tutto il percorso del Fosso San Giorgio si trovano argini naturali o muri che delimitano l'alveo.

La portata alla chiusura del bacino è verificata in due sezioni che si ritengono le più significative per piogge aventi un tempo di ritorno di 200 anni.

In queste condizioni si è trovato che la massima altezza del pelo libero è compatibile con le dimensioni e le caratteristiche dell'alveo.

La portata Q che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione

$$Q = \dots \text{ in cui}$$

$$\chi = \dots \text{ coefficiente di scabrezza (formula di Strickler);}$$

c = coefficiente di resistenza;

$R = A/C$ raggio idraulico;

A = area di sezione liquida;

C = contorno bagnato;

i = pendenza.

Per la sezione S1 si ha

Sezione triangolare di dimensioni minime base m. 9.10 altezza m.1.2

$A = 5.5$ mq area di sezione liquida

$C = 11$ m contorno bagnato;

$R = A/C = 0.5$ raggio idraulico;

$$\chi = \dots = 27 \text{ coefficiente di scabrezza (formula di Strickler);}$$

$c = 30$ coefficiente di resistenza;

$i = 0.01$ pendenza.

$$Q = \dots = 10.4 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Sezione trapezia S2 di dimensioni minime base m. 29.3 altezza m.0.5

$A = 14.5$ mq area della sezione liquida

$C = 30$ m contorno bagnato;

$R = A/C = 0.48$ raggio idraulico;



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

$\chi = \dots = 27$ coefficiente di scabrezza (formula di Strickler);

$c = 30$ coefficiente di resistenza;

$i = 0.01$ pendenza.

$Q' = \dots = 27$ m³/sec

$h = 0.5$ m altezza della vena fluida

Le sezioni interessate possono smaltire in assoluta sicurezza i volumi affluenti dal bacino perimetrato.



VERIFICA IDRAULICA DEI TOMBINI.

A monte della SP7, la strada per la quale è in corso di compilazione un progetto di sistemazione, nel tratto stralcio che va dalla sezione 194 alla 392 sono ubicati 18 tombini e un ponticello che attraversando la strada consentono il deflusso delle acque meteoriche originate dalle precipitazioni nell'area delimitata dallo spartiacque e dalla medesima SP7 verso il fosso San Giorgio.

L'area in esame è parte del bacino imbrifero già definito ed analizzato.

La sua superficie di circa 1,081 km² è pari al 24% dell'intero bacino imbrifero in studio.

In quest'area ci sono solo tre tipologie colturali, bosco, pascolo e pascolo roccioso. Al parametro CN in considerazione che si tratta di un suolo con capacità di assorbimento $10^{-4} < k < 10^{-3}$ cm/s si da il valore di 58

Per CN=58 si ha S= 184 e Q_p = 5.09mm

L'area è stata suddivisa in sezioni ciascuna delle quali apporta il deflusso meteorico in un tombino.

Il tempo di corrivazione per singola porzione di area è calcolato con la formula di Ventura

$$t_c = 0.1272 * \frac{A}{i_a}$$

La portata affluente in ciascun tombino è quella determinata dal Q_p, dall'estensione dell'area sottesa e dal tempo di corrivazione.

La portata Q' che le opere d'arte possono smaltire sono calcolate utilizzando la formula di Chezy:

$$Q' = \dots \dots \dots \text{ in cui}$$

$\chi = \dots$ coefficiente di scabrezza (formula di Strickler);

c = coefficiente di resistenza;

R = A/C raggio idraulico;

A = area di sezione liquida;

C = contorno bagnato;

i = pendenza del tombino.

Dall'analisi eseguita risulta che tutti i tombini sono idonei allo smaltimento delle precipitazioni ricadenti nel settore di competenza.

I risultati sono esposti nelle tabelle che seguono.



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

Tombino N°	Area etichetta	Area sottesa (km ²)	Pendenza asta fluviale m/m	Tc tempo di corrivazione ore	Base tombino m	Altezza tombino m	Area m ²	Tirante di progetto m	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m
25	S25	0,030	0,20	0,049	0,8	1,15	0,92	0,76	2,32	0,397
24	S24	0,027	0,18	0,049	0,75	1,50	1,13	0,99	2,73	0,412
23	S23	0,063	0,20	0,071	0,8	1,27	1,02	0,84	2,48	0,410
22	S22	0,082	0,17	0,088	2,6	1,30	3,38	0,86	4,32	0,783
21	S21	0,082	0,16	0,091	0,77	1,80	1,39	1,19	3,15	0,441
20	S20	0,022	0,09	0,063	0,4	0,80	0,31	0,53	0,61	0,504
19	S19	0,060	0,10	0,098	0,75	0,80	0,60	0,53	1,81	0,332
18	S18	0,142	0,10	0,152	0,55	1,50	0,83	0,99	2,53	0,326
17	S17	0,009	0,15	0,030	0,5	1,60	0,80	1,06	2,61	0,306
16	S16	0,055	0,13	0,082	0,5	1,00	0,50	0,66	1,82	0,275
15	S15	0,045	0,07	0,102	0,8	1,00	0,80	0,66	2,12	0,377
14	S14	0,016	0,19	0,037	0,8	1,45	1,16	0,96	2,71	0,427
13	S13	0,026	0,20	0,046	0,75	1,15	0,86	0,76	2,27	0,380
12	S12	0,021	0,10	0,058	0,4	0,80	0,31	0,53	0,61	0,504
11	S11	0,010	0,19	0,029	0,4	0,80	0,31	0,53	0,61	0,504
10	S10	0,064	0,15	0,083	0,8	2,20	1,76	1,45	3,70	0,475
9	S9	0,024	0,20	0,044	0,4	1,26	0,50	0,83	2,06	0,244
Ponte	Ap	0,172	0,30	0,096	2,6	5,00	13,00	3,30	9,20	1,413
8	S8	0,091	0,12	0,111	0,8	0,80	0,64	0,53	1,86	0,345

Tombino N°	Area etichetta	Portata m ³ /sec	Pendenza tombino m/m	Coefficiente di resistenza	Coefficiente di Manning	Velocità media m/sec	Porta smaltibile m ³ /sec	Tirante m	Grado di riempimento %	Franco m
25	S25	0,86	0,002	50	48,74	2,07	1,91	0,52	0,45	0,63
24	S24	0,77	0,002	50	47,89	1,96	2,21	0,52	0,35	0,98
23	S23	1,25	0,002	50	51,87	2,50	2,54	0,62	0,49	0,65
22	S22	1,31	0,002	50	52,32	2,56	8,66	0,20	0,15	1,10
21	S21	1,28	0,002	50	52,07	2,53	3,50	0,66	0,36	1,14
20	S20	0,49	0,002	50	44,46	1,57	0,48	0,79	1,03	0,01
19	S19	0,86	0,002	50	48,75	2,07	1,24	0,55	0,69	0,25
18	S18	1,32	0,002	50	52,40	2,57	2,12	0,94	0,62	0,56
17	S17	0,40	0,002	50	42,86	1,41	1,13	0,56	0,35	1,04
16	S16	0,94	0,002	50	49,46	2,16	1,08	0,87	0,87	0,13
15	S15	0,63	0,002	50	46,25	1,77	1,42	0,44	0,44	0,56
14	S14	0,61	0,002	50	46,01	1,74	2,02	0,44	0,30	1,01
13	S13	0,81	0,002	50	48,23	2,01	1,73	0,54	0,47	0,61
12	S12	0,51	0,002	50	44,62	1,59	0,49	0,79	1,04	0,01
11	S11	0,49	0,002	50	44,38	1,56	0,48	0,78	1,02	0,02
10	S10	1,09	0,002	50	50,71	2,33	4,11	0,58	0,27	1,62
9	S9	0,77	0,002	50	47,92	1,97	0,99	0,98	0,78	0,27
Ponte	Ap	2,52	0,002	50	58,35	3,55	46,19	0,27	0,05	4,73
8	S8	1,16	0,002	50	58,35	3,55	2,27	0,408	0,51	0,39



REGIONE SICILIA

**ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA**

CRITICITA' RILEVATE NEL CORSO DEL SOPRALLUOGO

Nel corso del sopralluogo è stato rilevato quanto segue:

Allegato 1. L'area sottesa dal tombino n.21 è attraversata da una trazzera che intercetta le acque per mezzo di una cunetta alla francese per convogliarle nel suddetto manufatto a mezzo di un pozzetto attualmente ostruito da cui sicuramente si diparte una canalizzazione di cui non è possibile rilevare le dimensioni per recapitare all'aperto ed in direzione del tombino 21.

In caso di completa ostruzione l'orografia del terreno consente comunque di raggiungere il pozzetto 21 attraverso la SP7

Allegato 2. Il tombino n. 16 ha il versante adiacente all'imbocco in forte pendenza. Alla vista si rilevano consistenti fenomeni di erosione. Si suggerisce di allargare e rivestire la sezione di imbocco

**VERIFICA DELLA COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA
DELL'INTERVENTO.**

L'area di bacino interessata ricade nelle sezioni 645110 e 645070 della CTR.

Per verificare la compatibilità idrogeologica dell'intervento e le eventuali interferenze delle opere in progetto con aree di dissesto geomorfologico o idraulico censite nel PAI si fa riferimento allo studio del Piano per l'Assetto Idrogeologico per il bacino Idrografico del fiume Anapo (bacino 91).

Per quanto riguarda le esondazioni o possibili alluvioni nel territorio di Buscemi si hanno due segnalazioni riportate nell'inventario dei dissesti, la prima è classificata 091-E-8BU-E01 : Torrente Cava Pietra – CTR 1:10000; 645110 in cui il deflusso violento delle acque provenienti dal centro abitato ha prodotto danni alle infrastrutture e la seconda è classificata 091-E-8BU-E02 Torrente Fosso Fiumarola CTR 1:10000: 645110 per la quale sono state segnalate più volte danni prodotti da deflusso delle acque a carattere torrentizio.

Entrambi i siti la cui area è delimitata sono classificati come “*siti di attenzione.*” e si trovano al difuori del bacino imbrifero in cui ricade la SP7. (Progetto stralcio)

Quanto al rischio geomorfologico nell'ambito dello stesso Piano di Bacino sono state individuate 7 aree in frana riportate nel PRG del comune di Buscemi così classificate

1. 091-E-8BU-001: C/DA GROTTA (ctr n. 645110);
2. 091-E-8BU-002: S.P. N. 9 (ctr n. 645110);
3. 091-E-8BU-003: MADONNA DEL BOSCO (ctr n. 645110);
4. 091-E-8BU-004: C/DA TIMPESCALA (ctr n. 645110);
5. 091-E-8BU-005: MONTE SAN NICOLO' (ctr n. 645110);
6. 091-E-8BU-006: C/DA GUFFARI (ctr n. 645100);
7. 091-E-8BU-007: C/DA DAVI' (ctr n. 645110).

I dissesti inventariati nel PAI e riportati sopra si trovano al difuori del bacino imbrifero in cui ricade la SP7

All'interno del bacino imbrifero delimitato, come si rileva nella cartografia del PAI allegata a questa relazione non si trovano:

- Siti di pericolosità geomorfologica
- Siti di attenzione geomorfologica
- Dissesti geomorfologici
- Aree a rischio geomorfologica
- Siti di pericolosità idraulica
- Siti di attenzione idraulica
- Aree a rischio idraulico
- Aree a rischio di esondazioni



REGIONE SICILIA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

Il progetto di sistemazione della SP7 Cassaro Buscemi non prevede la costruzione o la sostituzione di nessuno dei tombini esistenti

Tutti i tombini esaminati sono di sezione idonea allo smaltimento di acque e sono disposti nei compluvi definiti dalla orografia del terreno lungo il tratto oggetto di intervento.

È necessaria solo qualche opera di manutenzione a carattere locale che non ha nessuna influenza nel regime idraulico attuale.

Nel progetto di sistemazione della SP7 non viene introdotta nessuna nuova opera idraulica, le sezioni dei tombini esistenti non hanno necessità di essere modificate.

Lo stato attuale del regime idrologico ed idraulico non viene in alcun modo modificato.

I tombini recapitano tutti nel Fosso San Giorgio e le acque convogliate sono quelle del versante nord delimitato dallo spartiacque e dalla SP7 e costituiscono il 25% del totale quantificato per la sezione di chiusura del bacino.



CONCLUSIONI.

La finalità di questa relazione è quella di verificare:

- se nell'ambito del progetto di sistemazione della SP7 le opere esistenti per lo smaltimento delle acque sono adeguate per afflusso e capacità di smaltimento
- se il ricettore finale smaltisce idoneamente le acque provenienti dal bacino imbrifero interessato dalla SP7 nel caso delle massime portate di piena prima e dopo l'intervento in programma
- se a seguito di lavori riguardanti le opere idrauliche si apportano variazioni al ricettore finale
- se le opere idrauliche previste in progetto sono compatibili o interferiscono con aree di dissesto geomorfologico e/o idraulico

Per tale scopo è stato condotto uno studio del bacino imbrifero interessato dal progetto di sistemazione di un tratto della SP7 che è localizzato tra il bivio di Buscemi- Cassaro e la contrada Cozzo Bianco.

L'area di intervento è stata individuata in una cartografia IGM in scala 1/25000 che si allega a questa relazione, è stata altresì individuata nella carta tecnica regionale in scala 1/10000 e nelle ortofoto messe a disposizione dal Servizio Informativo Territoriale Regionale della regione Sicilia. L'area fa parte nell'ambito del PAI del bacino idrografico del fiume Anapo (bacino 91) sottobacino RW490W290

La delimitazione del bacino imbrifero di interesse per questo studio, è stata eseguita nella CTR 1/10000 con i consueti metodi delle costruzioni idrauliche. Il bacino è esteso complessivamente circa 4.5 km²

L'area che apporta direttamente un contributo in termini di afflussi al ricettore finale si estende per poco più di 1 km². Gli altri apporti, la maggior quantità, derivano per via della conformazione del reticolo idrografico, da precipitazioni che ricadono su versanti non interessati dall'intervento sulla SP7.

Sono state estrapolate dalle relazioni del dipartimento Territorio e Ambiente per il PAI relativamente al bacino idrografico del Fiume Anapo, le caratteristiche litologiche dell'area che appartiene alla Formazione Palazzolo costituita da calcari e calcareniti di media permeabilità all'acqua, come risulta dalla relazione prodotta, mentre le caratteristiche della copertura del suolo sono quelle definite nel progetto Corine Land Cover.

Con l'uso della cartografia disponibile è stata svolta una analisi morfologica del bacino, che risulta del tipo allungato, con pendenza media del 37,5% ed è posto ad una altitudine media di 685m. s.l.m.

Il reticolo idrografico di interesse è composto dal Fosso San Giorgio, in cui recapitano per intero i deflussi provenienti dalla zona sottesa dalla SP7 e i deflussi provenienti dai versanti attigui al Fosso Santa Rosalia, parallelo al San Giorgio.

È stata costruita la curva ipsografica di bacino, la cui forma evidenzia che si tratta di un bacino ancora giovane ed in fase di erosione.

L'asta principale si sviluppa per una lunghezza di oltre 3 km con una pendenza media del 8%.



REGIONE SICILIA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

Nell'asta principale confluiscono tutte le aste del primo ordine provenienti dal versante della SP7 fino al nodo con l'asta proveniente dal Fosso Santa Rosalia al di là del quale si origina un ramo del terzo ordine secondo la classificazione dell'Horton.

Il Fosso San Giorgio è scavato nella roccia calcarea, ha carattere torrentizio, in cui le curvature concave dell'alveo si alternano a quelle convesse, tracciando un percorso sinuoso definito da argini naturali come si può rilevare dalla cartografia allegata a questa relazione.

Dal punto di vista idrologico l'afflusso meteorico è stato determinato con gli usuali metodi statistici.

Le curve di possibilità pluviometrica sono state costruite direttamente. Si dispone infatti, dei dati degli Annali idrologici della Sezione B Tabella III per osservazioni di 40 anni per la stazione di Palazzolo Acreide, che ricade nel bacino dell'Anapo in prossimità dell'area di intervento.

Le curve sono state determinate per tempi di ritorno T_r di 50, 100 e 200 anni.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli ottenibili con i valori medi dei parametri di bacino messi a disposizione dal PAI. E' stato rilevato che si ottengono valori dello stesso ordine di grandezza.

Per quanto riguarda il calcolo del tempo di corrivazione T_c , si dispone di formule empiriche adatte a diverse tipologie di problemi, in questo caso è stato determinato con la formula di Ventura che ben si adatta a bacini di piccole dimensioni.

Per l'area di bacino si è trovato $T_c = 0.87$ ore.

Per il modello di trasformazione afflussi deflussi con conseguente stima della portata al colmo, il deflusso è valutato col metodo del CN, runoff curve number o più semplicemente Curve Number, analogamente a quanto è stato fatto per la relazione di bacino del fiume Anapo.

Il calcolo del CN è stato eseguito sulla base dei dati disponibili per il bacino in esame, ipotizzando condizioni di umidità media, suolo di media permeabilità e quindi scegliendo i coefficienti CN nella colonna B delle tabelle che descrivono la copertura del suolo. Il valore CN finale è la media pesata dei valori pertinenti l'estensione della superficie per tipologia di copertura. Si trova un $CN = 60$ che è compatibile col valore medio di bacino $CN 70$ attribuito nel PAI al sottobacino R490W290 del fiume Anapo.

La stima della portata al colmo fornisce un valore di $9.12 \text{ m}^3/\text{sec}$, per $T_r = 200$.

Anche questo valore è congruo con i parametri di bacino di cui alla relazione più volte citata sul bacino idrografico del fiume Anapo se si proporziona all'estensione dell'area in esame.

Lo smaltimento di questa portata alla chiusura del bacino è stata valutata in due sezioni con diversa geometria, la prima a V e l'altra rettangolare.

Le altezze delle sezioni liquide che si raggiungono sono di circa un metro in quella triangolare e meno di 50 cm. per smaltire portate dell'ordine di $10 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Quanto detto vale per valutazioni fatte prima e dopo l'intervento di manutenzione sulla SP7 che come già descritto non interferiscono con il regime idraulico del corpo ricettore.



ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

REGIONE SICILIA

L'area in esame non è interessata da nessun fenomeno, segnalazione pericolo o rischio geomorfologico o idrico.

Lo smaltimento delle acque meteoriche che ricadono nella porzione di bacino compresa fra la SP7 e lo spartiacque avviene per mezzo di tombini, la maggior parte in muratura e di sezione rettangolare.

Questi tombini sono posti lungo tutti i dislivelli del versante intercettati dalla SP7. Se ne contano 18.

Ogni tombino è collegato con un pozzetto di decantazione, mediamente profondo 1 metro per attraversare poi la carreggiata ad una profondità di oltre un metro e riversare le acque nell'incisione che prosegue naturalmente verso Fosso San Giorgio.

La verifica idraulica dei tombini ha evidenziato che sono ben dimensionati e ben disposti, la capacità di smaltimento copre i bisogni anche in caso di eventi eccezionali. Il tempo di ritorno per le valutazioni delle prestazioni idrauliche è stato assunto in anni 200.

Il franco tra la portata di progetto e la capacità di smaltimento mediamente è di un terzo dell'altezza totale.

Per ogni tombino è stata valutata l'area di competenza da cui proviene l'afflusso meteorico, il tempo di corrivazione la portata smaltita, il franco idraulico.

I risultati già compendati nel corpo della relazione vengono riproposti nella tabella che segue.

Tombino N°	Area etichetta	Portata m ³ /sec	Pendenza tombino m/m	Coefficiente di resistenza	Coefficiente di Manning	Velocità media m/sec	Porta smaltibile m ³ /sec	Tirante m	Grado di riempimento %	Franco m
25	S25	0,86	0,002	50	48,74	2,07	1,91	0,52	0,45	0,63
24	S24	0,77	0,002	50	47,89	1,96	2,21	0,52	0,35	0,98
23	S23	1,25	0,002	50	51,87	2,50	2,54	0,62	0,49	0,65
22	S22	1,31	0,002	50	52,32	2,56	8,66	0,20	0,15	1,10
21	S21	1,28	0,002	50	52,07	2,53	3,50	0,66	0,36	1,14
20	S20	0,49	0,002	50	44,46	1,57	0,48	0,79	1,03	0,01
19	S19	0,86	0,002	50	48,75	2,07	1,24	0,55	0,69	0,25
18	S18	1,32	0,002	50	52,40	2,57	2,12	0,94	0,62	0,56
17	S17	0,40	0,002	50	42,86	1,41	1,13	0,56	0,35	1,04
16	S16	0,94	0,002	50	49,46	2,16	1,08	0,87	0,87	0,13
15	S15	0,63	0,002	50	46,25	1,77	1,42	0,44	0,44	0,56
14	S14	0,61	0,002	50	46,01	1,74	2,02	0,44	0,30	1,01
13	S13	0,81	0,002	50	48,23	2,01	1,73	0,54	0,47	0,61
12	S12	0,51	0,002	50	44,62	1,59	0,49	0,79	1,04	0,01
11	S11	0,49	0,002	50	44,38	1,56	0,48	0,78	1,02	0,02
10	S10	1,09	0,002	50	50,71	2,33	4,11	0,58	0,27	1,62
9	S9	0,77	0,002	50	47,92	1,97	0,99	0,98	0,78	0,27
Ponte	Ap	2,52	0,002	50	58,35	3,55	46,19	0,27	0,05	4,73
8	S8	1,16	0,002	50	58,35	3,55	2,27	0,408	0,51	0,39



REGIONE SICILIA

**ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA**

ALLEGATI

- ALL 1. VISTA DELL'AREA DI INTERVENTO
- ALL 2. LOCALIZZAZIONE DEL BACINO SU CARTOGRAFIA IGM
- ALL 3. CARTA DELLE ACCLIVITA'
- ALL 4. CARTA DELL'USO DEL SUOLO SECONDO CORINE
- ALL 5. LOCALIZZAZIONE DISPLUVI E ARGINI DEL RETICOLO IDROGRAFICO
- ALL 6. BACINO E SOTTOBACINI
- ALL 7. SUPERFICI DI COMPETENZA DEI TOMBINI
- ALL 8. PROPRIETA' AERALI DI BACINO
- ALL 9. CARTOGRAFIA PAI PERICOLOSITA' ATTENZIONE DISSESTI E RISCHIO GEOMORFOLOGICO
- ALL 10. CARTOGRAFIA PAI ATTENZIONE RISCHIO E PERICOLOSITA' IDRAULICA
- ALL 11. PUNTI DI PRESA FOTOGRAFICI
- ALL 12. 31 RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Palazzolo Acreide 24/06/2021

Il Relatore

Ing. Francesco Caligiore