



Comune di Vita
DIPARTIMENTO REGIONALE TECNICO
Ufficio del genio civile di Trapani



**PROGETTO RELATIVO ALLA STRADA SP 44 VITA DOMINGO TRATTO VITA
SS 113: LAVORI DI SISTEMAZIONE E CONSOLIDAMENTO TRATTI IN FRANA
ED IN DISSESTO. COMUNE DI VITA (TP)**

PROGETTO ESECUTIVO

CUP H27H15001980002

SMART CIG Z7B2B855C8



TAV. ED03 - RS
RELAZIONE IDRAULICA

Il Progettista

Arch. Gaspare Giuseppe Motisi

Il Responsabile Unico del Procedimento

Geom. Diego Pulizzi

Consulenza strutturale, geotecnica specialistica ed idraulica

Ing. Stefania Baudo

Collaboratori:

Ing. Damiano Aiello

Ing. Soraya Biuso

Ing. Cristiana Sanfilippo

Ingegnere capo
Ufficio Genio Civile di Trapani
Ing. Salvatore Caruso

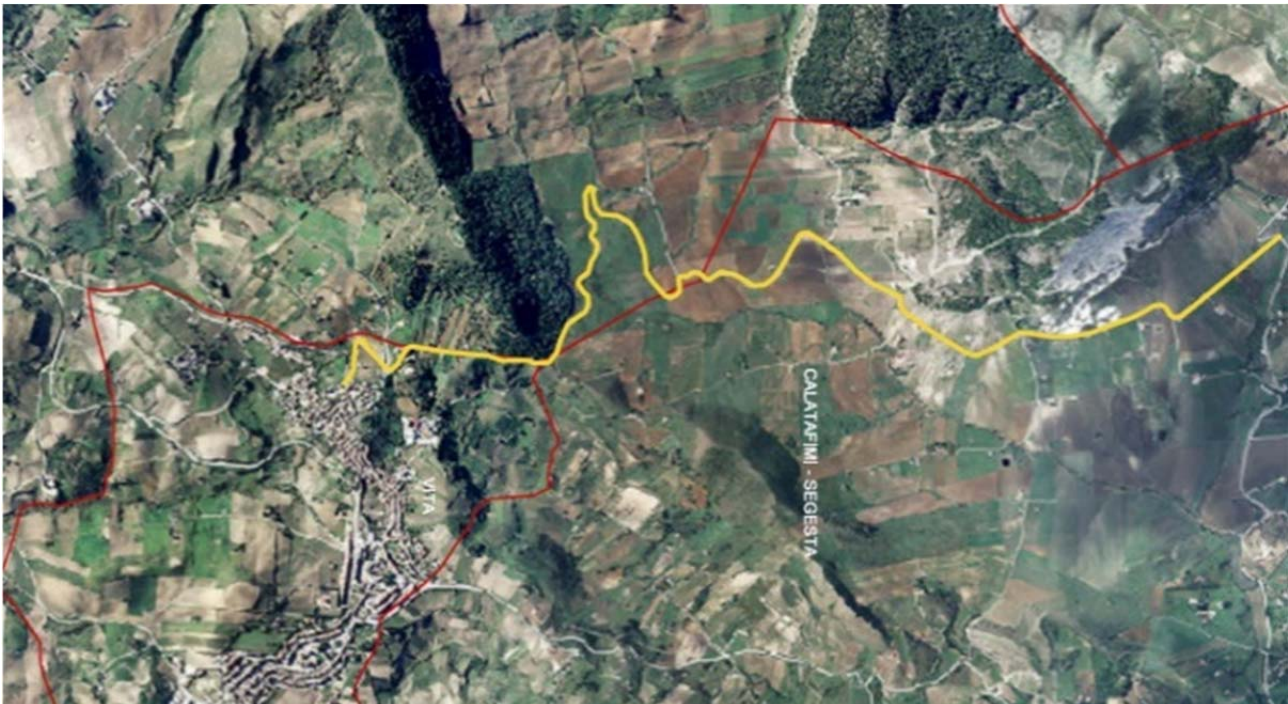
SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	DATI PLUVIOMETRICI	4
2.1	<i>ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI</i>	4
2.2	<i>BACINI IDROGRAFICI</i>	6
2.2.1	Caratteristiche del bacino idrografico 1 – Tratto 2.....	7
2.2.2	Valutazione del tempo di corrivazione.....	8
2.2.3	Caratteristiche del bacino idrografico 2	8
2.2.4	Valutazione del tempo di corrivazione.....	9
3	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE	10
3.1	<i>VERIFICA COMPONENTI DEL SISTEMA STRADALE TRATTO 2</i>	10
3.2	<i>VERIFICA COMPONENTI DEL SISTEMA STRADALE TRATTO 3</i>	11
	<i>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA FOSSI DI GUARDIA</i>	11
3.2.1	Valutazione della portata	11
	<i>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ARGINELLO</i>	13

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la descrizione dello studio idrologico per il dimensionamento delle opere idrauliche di raccolta e smaltimento delle acque superficiali nell'ambito del Progetto di "**Sistemazione e consolidamento tratti in frana ed in dissesto. SP.44 Vita Domingo tratto Vita SS 113 Piano Investimenti CUP H27H15001980002 Smart CIG Z7B2B855C8S.**

Il progetto prevede il consolidamento dei dissesti e la riqualificazione dei relativi tratti del tracciato della Strada Provinciale SP44, individuati nel percorso compreso tra l'intersezione con la SS113 e l'ingresso al centro abitato del Comune di Vita (TP). L'arteria stradale è interessata sia da traffico leggero che da traffico pesante.



L'intervento riguarda in particolare due tratti del tracciato interessati da criticità che hanno già in parte compromesso la funzionalità della strada:

- TRATTO 2 (km 3+400 e il km 3+665) lungo circa 265 m e compreso tra il dell'area di intervento (riferimento punto iniziale del tracciato rilevato);
- TRATTO 3 (km 2+425 e il km 2+998) lungo circa 573 m e compreso tra il dell'area di intervento (riferimento punto iniziale del tracciato rilevato).

In entrambi i tratti, per quanto interessati da caratteristiche geologiche e morfologiche differenti, la causa principale dei dissesti e cedimenti è rappresentata dall'erosione superficiale e dall'incremento di pressioni interstiziali dovute alla mancanza di un adeguato sistema di regimentazione e allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale e di drenaggio e delle acque di piattaforma.

Relativamente al tratto 2, il progetto prevede la sistemazione del sistema di raccolta delle acque superficiali di piattaforma esistente. La sezione trasversale della carreggiata avrà unica pendenza (2%), verso monte; è previsto il ridimensionamento e rifacimento della cunetta esistente e il collegamento all'attraversamento a valle del tratto d'intervento.

Relativamente al tratto 3, il progetto ha previsto opere di captazione e allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale e di drenaggio e in particolare:

- un sistema di intercettazione, captazione ed allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale provenienti dal bacino imbrifero a monte del pendio interessato dal tracciato;
- un sistema di regimentazione delle pressioni interstiziali nel terreno interessato dalle opere in progetto;
- un sistema di raccolta delle acque di piattaforma.

Il sistema di regimazione delle acque di ruscellamento superficiale è costituito da un canale di gronda a sezione trapezia con base superiore pari a 180 e altezza pari a 0,50 m, realizzato in materassi metallici idraulici, con riempimento in pietrame; il canale costeggerà a monte l'intero sviluppo del tratto, fino alla confluenza con l'impluvio esistente nel pendio. Il tratto di impluvio ricadente nel pendio interessato dalle opere in progetto sarà risagomato per un tratto adeguato e rivestito in materassi metallici. Il tratto da realizzare, alternato da rettifili e curvature, come visibile negli elaborati grafici allegati, avrà una sezione trasversale della carreggiata con unica pendenza (2%), verso valle, configurata in modo da ottimizzare il deflusso, la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali di piattaforma. A tale scopo il progetto prevede la realizzazione di un fosso di guardia in terra, opportunamente dimensionato disposto alla base del rilevato stradale, la realizzazione di arginello in cls e una rete di "embrici" in materassi reno rinverditi per il rivestimento e la protezione dall'erosione scarpate delle scarpate. Le acque di piattaforma così incanalate verranno convogliate verso le incisioni naturali presenti nel pendio a valle del tracciato, senza modificare il naturale percorso delle stesse, onde evitare il travolgimento del corpo stradale ed il danneggiamento dei terreni circostanti.

La presente relazione, previa descrizione del regime pluviometrico di riferimento e dei criteri adottati per la determinazione della portata da regimentare (pioggia critica di progetto) riporta il dimensionamento e la verifica degli elementi principali del sistema di raccolta delle acque di piattaforma.

2 DATI PLUVIOMETRICI

Lo studio idrologico dell'area interessata è stato condotto elaborando i dati pluviometrici giornalieri relativi alle stazioni pluviometriche ricadenti nell'area in esame e pubblicati negli annali del Servizio Idrografico. La **stazione pluviometrica di riferimento** per il tratto di strada oggetto di studio è quella di **Calatafimi (TP)**. Essa è situata ad una quota di 345 m.s.l.m e si trova nei pressi comune in cui ricade la strada in esame, pertanto è particolarmente adatta alla descrizione del clima meteo-pluviometrico della zona interessata. Tale stazione vanta oltre 40 anni di funzionamento regolare e con pochi anni di mancata registrazione dei dati pluviometrici.

2.1 ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

Al fine di determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche. Indicando con h l'altezza di precipitazione in mm, la tecnica idrologica abituale fornisce, per le **curve di possibilità pluviometrica**, una relazione monomia semplice:

$$h = a t^n(T)$$

dove t è la durata della pioggia in ore e a e n sono i parametri delle CPP che esprimono la dipendenza dal tempo di ritorno T , a sua volta definito come numero di anni in cui l'altezza di pioggia calcolata viene mediamente raggiunta o superata una sola volta.

Quando si progetta un sistema di drenaggio occorre fare riferimento ad un assegnato tempo di ritorno, che non deve essere confuso con il rischio di superamento della grandezza h in un determinato intervallo di tempo. Il rischio viene infatti definito come la probabilità P che il massimo annuale h venga superato almeno una volta in N anni ed è legato al tempo di ritorno T dall'espressione:

$$P = 1 - (1 - 1/T)^N$$

Quindi, per esempio, la probabilità o il rischio di superamento in N anni di un evento con 10 anni di tempo di ritorno risulta:

in 1 anno: $P = 1 - (1 - 1/10)^1 = 0.10 = 10\%$;
in 10 anni: $P = 1 - (1 - 1/10)^{10} = 0.65 = 65\%$;
in 20 anni: $P = 1 - (1 - 1/10)^{20} = 0.88 = 88\%$.

Tale probabilità può quindi presentarsi piuttosto elevata durante la vita utile di un'opera, anche se il tempo di ritorno scelto a base del progetto di dimensionamento è elevato.

Un'indagine idrologica basata su criteri di trasformazione afflussi-deflussi può essere effettuata per zone in cui siano disponibili sufficienti dati pluviometrici, in cui siano cioè funzionanti da un sufficiente numero di anni pluviografi registratori.

Nel caso in cui siano effettivamente disponibili serie storiche affidabili in termini statistici (quindi numerose), si può effettuare l'analisi dei dati pluviometrici per determinare le CPP.

In generale la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica viene effettuata ipotizzando che i massimi annuali dell'altezza di precipitazione di una prefissata durata siano distribuiti secondo la legge di Gumbel:

$$P = \exp(-\exp(\alpha(h-u)))$$

dove:

P è la probabilità di non superamento della altezza di pioggia h ;

u sono i due parametri della distribuzione, da stimare in base alle osservazioni.

Questi ultimi vengono generalmente stimati con il criterio dei momenti attraverso le seguenti espressioni:

$$\alpha = 1.283/\sigma(h)$$

$$\beta = M(h) - 0.577/\alpha(h)$$

dove:

$M(h)$ è il valore medio delle altezze di pioggia h ;

$\sigma(h)$ è lo scarto quadratico medio dei valori registrati h

I parametri a e n delle curve pluviometriche sono stati reperite dal documento redatto dal Dipartimento Regionale per la Protezione Civile, scegliendo come tempo di ritorno pari a 50 anni. Le curve sono state costruite simulando i cosiddetti "scrosci" ovvero eventi piovosi con durata inferiore ad 1 ora.

REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA
DIPARTIMENTO REGIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE



SERVIZIO RISCHI
IDROLOGICI E AMBIENTALI

a pagine specifiche

PARAMETRI a ED n DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA, PER DIVERSI TEMPI DI RITORNO, DELLE STAZIONI PLUVIOMETRICHE DEL TERRITORIO REGIONALE (DATI: ANNALI IDROLOGICI 1924-2002 - ELABORAZ. DRPC/SERVIZIO RIA)

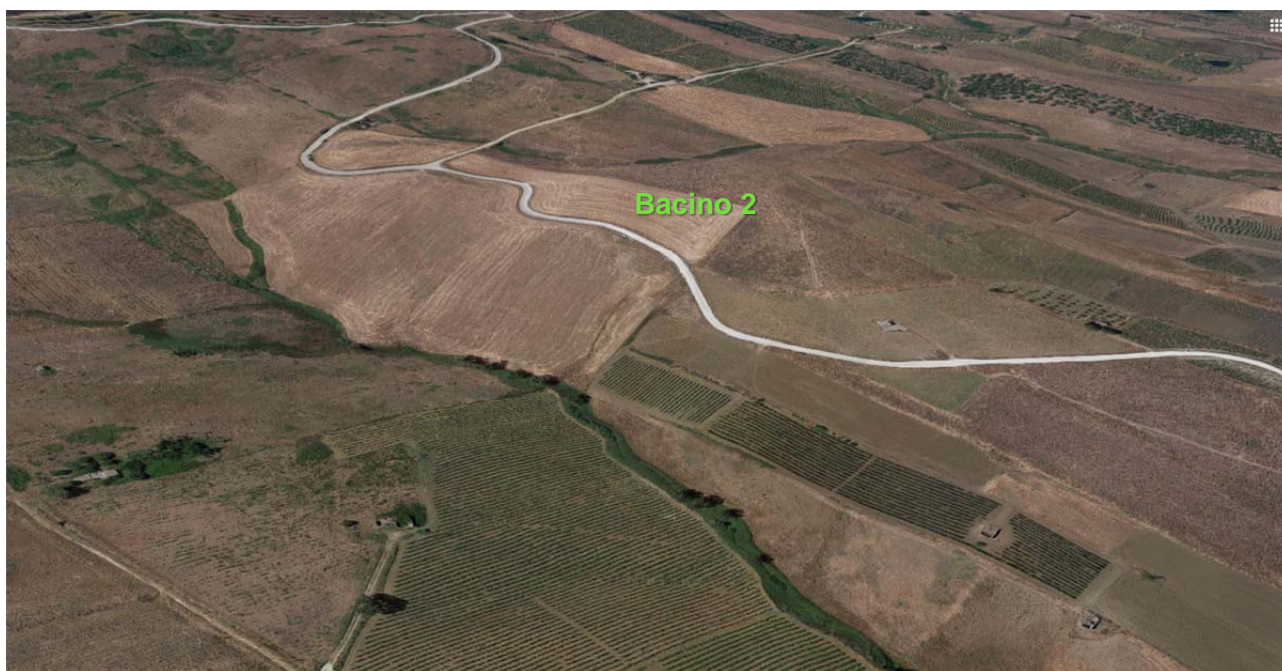
BACINO DEL FIUME ROSMARINO																										
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200			
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
ALCARA LI FUSI	2493521	4208425	400	22	24.6	0.40	29.3	0.39	34.6	0.38	41.2	0.37	47.5	0.36	51.2	0.36	53.8	0.35	55.7	0.35	61.9	0.35	68.0	0.34		
MERENDINA	2495493	4205624	520	16	24.9	0.33	29.2	0.32	33.9	0.31	39.8	0.30	45.4	0.29	48.7	0.28	50.9	0.28	52.7	0.28	58.2	0.28	63.6	0.27		
MILITELLO ROSMARINO	2491458	4210439	452	16	36.0	0.27	41.7	0.27	48.1	0.28	56.1	0.28	63.8	0.28	68.2	0.28	71.3	0.28	73.7	0.28	81.2	0.28	88.6	0.28		
BACINO DEL FIUME SAN BARTOLOMEO																										
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200			
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
CALATAFIMI	2333222	4197475	345	45	23.0	0.26	28.1	0.24	33.9	0.23	41.1	0.22	48.0	0.21	52.0	0.20	54.8	0.20	57.0	0.20	63.8	0.19	70.5	0.19		
BACINI MINORI TRA SAN BARTOLOMEO E BIRGI																										
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200			
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
CAPO SAN VITO	2321710	4227710	3	30	19.5	0.24	23.0	0.23	26.8	0.23	31.6	0.22	36.3	0.22	38.9	0.21	40.8	0.21	42.2	0.21	46.7	0.21	51.2	0.21		
CASTELLAMARE	2334365	4210209	63	31	25.0	0.24	30.6	0.22	36.8	0.20	44.6	0.19	52.1	0.18	56.4	0.17	59.4	0.17	61.8	0.16	69.1	0.16	76.4	0.15		
LENTINA	2315997	4214158	93	41	26.7	0.23	34.7	0.25	43.5	0.27	54.5	0.28	65.0	0.29	71.0	0.30	75.2	0.30	78.5	0.30	88.6	0.31	98.7	0.31		
SANT'ANDREA BONAGIA	2310698	4214511	55	41	27.5	0.22	36.2	0.24	45.8	0.24	57.9	0.25	69.5	0.25	76.1	0.26	80.8	0.26	84.4	0.26	95.6	0.26	106.8	0.26		
SPECCHIA	2316093	4204066	140	25	22.9	0.23	27.4	0.21	32.5	0.20	39.0	0.19	45.1	0.19	48.6	0.18	51.1	0.18	53.1	0.18	59.0	0.18	65.0	0.17		
TRAPANI	2301122	4210259	2	55	23.7	0.25	29.6	0.26	36.1	0.27	44.3	0.27	52.1	0.27	56.6	0.27	59.8	0.27	62.2	0.27	69.8	0.28	77.4	0.28		
BACINO DEL FIUME SAN LEONARDO																										
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200			
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
CACCAMO	2402640	4199160	521	32	22.7	0.32	27.1	0.31	32.0	0.31	38.2	0.31	44.2	0.31	47.6	0.31	50.0	0.31	51.9	0.31	57.6	0.31	63.3	0.31		
CAMPOFELICE	2385002	4188048	730	19	21.9	0.25	27.0	0.21	32.8	0.18	40.1	0.15	47.1	0.13	51.1	0.12	54.0	0.11	56.2	0.11	63.0	0.10	69.8	0.09		
CIMINNA	2393825	4194788	525	52	21.4	0.32	25.3	0.31	29.6	0.31	35.1	0.31	40.3	0.31	43.3	0.31	45.4	0.30	47.1	0.30	52.1	0.30	57.2	0.30		
MEZZORUSSO	2385209	4194094	517	43	20.9	0.32	23.8	0.32	27.0	0.31	31.0	0.31	34.8	0.31	37.0	0.31	38.6	0.31	39.8	0.31	43.5	0.31	47.2	0.31		
MONUMENTALE	2404232	4205408	10	44	27.4	0.25	33.0	0.25	39.3	0.24	47.2	0.24	54.7	0.24	59.0	0.24	62.1	0.24	64.5	0.23	71.8	0.23	79.1	0.23		
SAMBUCI	2400222	4192280	548	32	18.9	0.30	22.3	0.31	26.1	0.32	30.8	0.33	35.4	0.34	38.0	0.34	39.8	0.34	41.3	0.34	45.7	0.34	50.1	0.35		
VICARI	2394141	4187644	650	40	21.7	0.31	24.92	0.33	28.5	0.35	33.1	0.37	37.4	0.38	40.0	0.38	41.7	0.39	43.1	0.39	47.4	0.39	51.6	0.40		
BACINO DEL FIUME SAN LEONE																										
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200			
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
AGRIGENTO	2394872	4219478	175	48	27.3	0.26	33.3	0.30	40.1	0.33	48.5	0.35	56.6	0.36	61.2	0.37	64.5	0.37	67.0	0.37	74.8	0.38	82.6	0.39		
BACINO DEL FIUME SANTO STEFANO																										
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200			
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
SANTO STEFANO CAMASTRA	2462744	4207781	135	23	25.7	0.22	31.2	0.23	37.4	0.23	45.1	0.24	52.6	0.24	56.9	0.24	59.9	0.24	62.2	0.24	69.4	0.24	76.6	0.24		

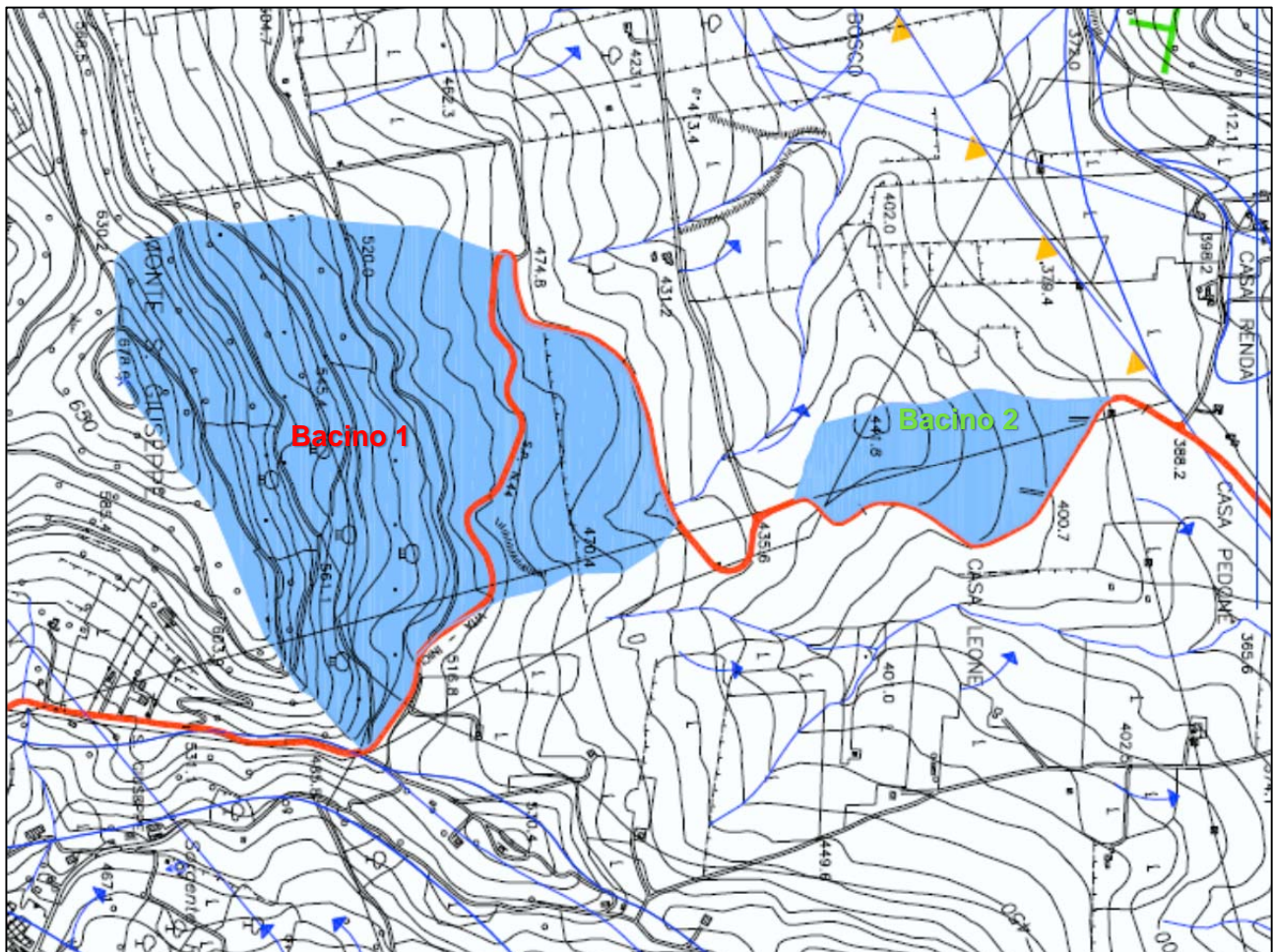
1. Stazione di Calatafimi

- $h = 57.0 \cdot t^{0.20}$ Tr = 50 anni

2.2 BACINI IDROGRAFICI

L'infrastruttura stradale di progetto, come si evince dalla figura seguente, intercetta nei due tratti rispettivamente i bacini idrografici:





Il bacino 1, individuato nell'area a sud del tracciato stradale, presenta una superficie di 0,39 Km². Il bacino idrografico 2, collocato nell'area Nord-Ovest del tracciato stradale (parte alta), presenta una superficie parzialmente permeabile che si estende per circa 0,032 Km².

2.2.1 CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO 1 – TRATTO 2

Per la determinazione della portata al colmo del bacino idrografico è necessario conoscere le caratteristiche fisiche del bacino interessato, pertanto è stato necessario tracciare il bacino di interesse così come si evince dalla figura precedente, così da ricavare le caratteristiche planimetriche e altimetriche dello stesso, ottenendo:

- Superficie = 0,39 Km²;
- Perimetro = 2,43 Km;
- Lunghezza dell'asta fluviale = 0,8 Km;
- Pendenza dell'asta = 0,20;
- Differenza di quota = 198,60 m

2.2.2 VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione (t_c) è il tempo impiegato dalla goccia d'acqua che si trova nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

La portata massima del torrente viene stimata attraverso il metodo cinematico o della corrivazione, basato sull'ipotesi che siano note la pioggia sul bacino e che la formazione di piena sia dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida. Ciò significa che l'afflusso verificatosi su un'areola del bacino, dopo un tempo τ_c , si trasforma in deflusso attraverso la sezione di chiusura del bacino stesso. Al termine τ_c si dà il nome di tempo di corrivazione ed è pari al tempo che una particella liquida impiega per trasferirsi dall'areola in esame fino alla sezione di chiusura. Il tempo di corrivazione dell'intero bacino è il valore massimo dei τ_c : esso è pertanto il tempo che una particella impiega per trasferirsi da punto del bacino idraulicamente più lontano alla sezione di chiusura e rappresenta il tempo di pioggia critico per il bacino, dal momento che le durate di pioggia maggiori danno un contemporaneo apporto d'acqua alla sezione d'interesse da tutti i punti del bacino.

Il tempo di corrivazione viene stimato utilizzando le formule di Giandotti, Kirpich, Pasini e Ventura. Sulla base di parametri morfologici stimati precedentemente si ottiene il tempo di corrivazione facendo la media dei valori forniti dalle varie formule:

TEMPO DI CORRIVAZIONE			
Formola di Giandotti	Formola di Kirpich	Formola di Pasini	Formola di Ventura
$t_c = \frac{4\sqrt[2]{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt[2]{Z_m}}$	$t_c = 0.000325 L^{0.77-0.385}$	$t_c = \frac{0.108 \sqrt[3]{AL}}{\sqrt[2]{i_m}}$	$t_c = 0.1272 \sqrt[2]{\frac{A}{i_m}}$
Giandotti $t_c=0,328$ h	Kirpich $t_c=0,193$ h	Pasini $t_c= 0,366$ h	Ventura $t_c=0,620$ h

Il valore del tempo di corrivazione del bacino è pertanto pari a 0,377 h.

2.2.3 CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO 2

Per la determinazione della portata al colmo del bacino idrografico è necessario conoscere le caratteristiche fisiche del bacino interessato, pertanto è stato necessario tracciare il bacino di interesse così come si evince dalla figura 1

Determinata l'estensione del bacino sono state ricavate le caratteristiche planimetriche e altimetriche dello stesso, ottenendo:

- Superficie = 0,032 Km²;
- Perimetro = 1,045 Km;
- Differenza di quota = 56 m.
- Lunghezza dell'asta fluviale = 0,296 Km;
- Pendenza dell'asta = 0,06;

2.2.4 VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione (t_c) è il tempo impiegato dalla goccia d'acqua che si trova nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

La portata massima del torrente viene stimata attraverso il metodo cinematico o della corrivazione, basato sull'ipotesi che siano note la pioggia sul bacino e che la formazione di piena sia dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida. Ciò significa che l'afflusso verificatosi su un'areola del bacino, dopo un tempo τ_c , si trasforma in deflusso attraverso la sezione di chiusura del bacino stesso. Al termine τ_c si dà il nome di tempo di corrivazione ed è pari al tempo che una particella liquida impiega per trasferirsi dall'areola in esame fino alla sezione di chiusura. Il tempo di corrivazione dell'intero bacino è il valore massimo dei τ_c : esso è pertanto il tempo che una particella impiega per trasferirsi da punto del bacino idraulicamente più lontano alla sezione di chiusura e rappresenta il tempo di pioggia critica per il bacino, dal momento che le durate di pioggia maggiori danno un contemporaneo apporto d'acqua alla sezione d'interesse da tutti i punti del bacino.

Il tempo di corrivazione viene stimato utilizzando le formule di Giandotti, Kirpich, Pasini e Ventura. Sulla base di parametri morfologici stimati precedentemente si ottiene il tempo di corrivazione facendo la media dei valori forniti dalle varie formule:

TEMPO DI CORRIVAZIONE			
Formula di Giandotti	Formula di Kirpich	Formula di Pasini	Formula di Ventura
$t_c = \frac{4\sqrt[2]{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt[2]{Zm}}$	$t_c = 0.000325L^{0.77}i^{-0.385}$	$t_c = \frac{0.108 \sqrt[3]{AL}}{\sqrt[2]{im}}$	$t_c = 0.1272 \sqrt[2]{\frac{A}{im}}$
Giandotti $t_c=0,194$ h	Kirpich $t_c=0,077$ h	Pasini $t_c= 0,093$ h	Ventura $t_c=0,034$ h

Il valore del tempo di corrivazione del bacino è stato stimato pari a 0,099 h.

3 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE

Per il corretto dimensionamento dei manufatti idraulici si è fatto riferimento sia alle acque provenienti dal bacino idrografico che quelle insistenti sulla piattaforma, che devono essere tempestivamente allontanate per evitare problemi alla circolazione. Definite le portate di progetto occorre verificare l'adeguatezza dei manufatti idraulici scelti.

3.1 VERIFICA COMPONENTI DEL SISTEMA STRADALE TRATTO 2

La verifica idraulica delle cunette è eseguita utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata Q che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due punti di scarico della portata.

La portata massima Q transitante nella cunetta può essere calcolata mediante la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

dove K_s è il coefficiente di scabrezza della cunetta, R_h il raggio idraulico, i la pendenza longitudinale della strada ed A è l'area liquida della cunetta.

La portata calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata che defluisce dalla carreggiata, calcolata con il metodo cinematico. Come detto, secondo tale metodo la portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q_{\max} = 0.278 \cdot \frac{\psi \cdot S \cdot H_{\text{crit}}}{T_c} \quad [\text{m}^3/\text{sec}]$$

in cui:

- ψ = coefficiente di deflusso, pari a 1.25 per bacini con superficie inferiore a 300 kmq;
 - i = intensità di pioggia [m/ore], individuata grazie alle curve di possibilità pluviometrica e al tempo di corrivazione;
 - S = area del bacino [km²], corrispondente alla massima larghezza della piattaforma stradale (L_0) moltiplicata per 30 m, lunghezza del tratto di cunetta compreso tra una caditoia di scarico e la seguente;
- Il tempo di corrivazione alla cunetta viene calcolato come somma del tempo di accesso alla cunetta e del tempo di residenza nel tratto di cunetta compreso tra una caditoia di scarico e la seguente.

Il tempo di accesso viene calcolato con la formula di Wooding per la quale si ha:

$$t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

$$\text{con } \alpha = K_s s_0^{3/2} \quad m = 2 \quad \text{e} \quad m = 2\alpha = K_s s_0^{3/2}$$

In questo studio si sono adottati:

- $L_0 = 10$ m, massima larghezza della piattaforma stradale;
- $K_s = 70$ m^{1/3}/s, parametro di resistenza al deflusso superficiale;
- $s_0 =$ pendenza della piattaforma stradale, pari a 0.02 m/m,
- $a = 57,0$ mm/ore coefficiente a della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 50 anni;
- $n = 0.20$ coefficiente n della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 50 anni;

I valori sopra riportati hanno consentito di determinare un tempo di accesso alla rete pari a 47 s. Il tempo di residenza in rete τ corrisponde al tempo di percorrenza di ogni singola canalizzazione ed è funzione della portata di moto uniforme transitante nel tratto analizzato. E' stato dunque impostato un calcolo iterativo che ha consentito di individuare il tempo di residenza per cui la portata di moto uniforme transitante nella cunetta sia pari alla portata di piena afferente alla cunetta. Il calcolo è stato svolto per diverse pendenze longitudinali della strada, e quindi della cunetta, confermando il corretto dimensionamento della stessa.

3.2 VERIFICA COMPONENTI DEL SISTEMA STRADALE TRATTO 3

DIMENSIONAMENTO E VERIFICA FOSSI DI GUARDIA

Il fosso di guardia è un manufatto, che ha il compito di intercettare le acque provenienti dal bacino naturale, dalle scarpate, per il dimensionamento si è dapprima valutata la portata di progetto attraverso il metodo della corrivazione.

3.2.1 VALUTAZIONE DELLA PORTATA

Determinato il tempo di corrivazione T_c è possibile determinare la portata di massima piena in corrispondenza della sezione di chiusura S1 con riferimento ai tempi di ritorno $Tr = 50$ anni. A tale scopo si fa riferimento al metodo cinematico o della corrivazione, dal quale si deduce la formula razionale per il calcolo della massima portata al colmo, nell'ipotesi che la durata t_p della pioggia critica sul bacino sia pari al tempo di corrivazione T_c . Tale relazione assume la seguente espressione:

$$Q_{max} = 0.278 \cdot \frac{\psi \cdot S \cdot H_{crit}}{T_c} \quad [m^3/sec]$$

Dove:

H_{crit} [mm] è l'altezza di pioggia critica desumibile per un assegnato tempo di ritorno dall'equazione della curva di probabilità pluviometrica $h = a \cdot d^n$ in cui si pone $d = T_c$;

ψ è il coefficiente di deflusso pari a 1.25 per bacini con superficie inferiore a 300 kmq;

S [Km] è la superficie sottesa dalla sezione in esame;

T_c [ore] è il tempo di corrivazione.

Per la determinazione di H_{crit} , precipitazione massima di intensità pari al tempo di corrivazione, si fa riferimento alle curve di probabilità pluviometrica relative ai tempi di ritorno $Tr = 50$ anni:

$$Tr = 50 \text{ anni} \quad h = 57.0 \cdot t^{0.20} \quad H_{crit} = 57.0 \cdot T_c^{0.20} = 35,89 \text{ mm}$$

Sostituendo tali valori nella precedente, è possibile ottenere i valori della *portata di massima piena* con riferimento ai tempi di ritorno $Tr = 50$ anni:

PORTATE DI MASSIMA PIENA				
Tr [anni]	S [km²]	Tc [ore]	Hcrit [mm]	Qmax [m3/sec]
50	0,032	0,099	35,89	4,01

Tab. Portate di massima piena del bacino di interesse in funzione del tempo di ritorno Tr

Le portate valutate con il metodo delle fasce corrosive per tempi di ritorno di 50:

- Per $Tr = 50$ anni, $Q = 4,01 \text{ m}^3/\text{s}$

Valutazione portate fossi di guardia		
Fosso di guardia	4,01	mc/s

Per la verifica dei fossi di guardia previsti in progetto si è fatto uso della *formula di Chezy*, valida nel caso di correnti a pelo libero defluenti in condizioni di moto uniforme:

$$Q = \chi * A * \sqrt[2]{R * i}$$

Dove:

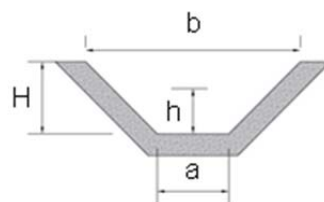
- A: area (m^2);
- i pendenza longitudinale del canale.,
- R è il raggio idraulico pari a $R=A/C$ dove C è il contorno bagnato;
- χ è denominato coefficiente di Chezy, tiene conto della scabrezza e che può essere determinato con diverse formule note in letteratura tra cui le più note sono quella di Bazin, Kutter, Gauckler-Manning, di Gauckler-Strickler.

Il valore del coefficiente χ sarà determinato mediante la formula di Kutter:

$$\chi = \frac{100^2 \sqrt[2]{Ri}}{m + \sqrt[2]{Ri}}$$

Dove m definito coefficiente di scabrosità di Kutter è pari a 0,25 per i fossi di guardia in cls, a 0,55 per il canale di guardia in pietrame.

A vantaggio di sicurezza le verifiche sono state effettuate considerando un franco di sicurezza pari almeno al 30% della sezione libera.



Si riassumono sinteticamente nel seguito i risultati delle verifiche effettuate (estrapolati dalle tabelle di calcolo allegate) che evidenziano per tutte le sezioni di progetto previste un ampio margine di sicurezza nello smaltimento delle portate massime attese.

Verifica idraulica Fosso di guardia									
a	H	h	b	A	P	R	i	m	Q
1,00	0,50	0,35	1,80	0,49	2,7	0,18	14,50%	0,55	4,246 > 4,01

DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ARGINELLO

Poiché la sezione stradale oggetto di studio è in parte situata in rilevato, si provvederà a raccogliere e convogliare le acque derivanti dalla sede stradale nel fosso di guardia attraverso la realizzazione di un **argine di altezza di 15 cm**, formando con la banchina un canale a sezione triangolare le cui acque verranno captate e inviate nel fosso di guardia attraverso degli embrici. La sede stradale si progetto avrà una pendenza trasversale della superficie del 2,0%. Per la valutazione del tempo impiegato a percorrere il canale per immettersi nell'embrice si è utilizzato il metodo della velocità fittizia con velocità di 1m/s, valutando successivamente l'intensità critica di pioggia e la portata; effettuando un metodo iterativo si ottengono tempi di corrivazione molto bassi che tendono a dare intensità molto elevate, per tale motivo si è scelto un tempo di corrivazione di 5 min. Dal tempo di corrivazione sopra calcolato si è valutata l'intensità di pioggia critica, utilizzando i parametri "a" ed "n" della curva di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 50 anni, con cui è stato possibile valutare la portata di progetto con la formula razionale:

$$Q = \frac{CIS}{360 \cdot 10000} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Dove:

C = 0.8;

S= 0.0002 (m²);

La portata così calcolata è pertanto: **Q= 0.0085 m³/s** ;

Entrando nella tabella riportata di seguito sarà possibile verificare che l'altezza d'acqua non supererà l'altezza dell'argine e la larghezza sarà inferiore a quella della banchina così da non invadere la corsia.

Verifica Arginello									
y	b	A	P	R	i	j	K	Q	V
(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)			((m ^{1/3})/s)	(m ³ /s)	(m/s)
0,010	0,400	0,002	0,41	0,005	16%	2,5%	65	0,0015	0,75
0,021	0,840	0,009	0,86	0,010	16%	2,5%	65	0,0108	1,23
0,023	0,920	0,011	0,94	0,011	16%	2,5%	65	0,0138	1,30
0,040	1,600	0,032	1,64	0,020	16%	2,5%	65	0,0603	1,88
0,050	2,000	0,050	2,05	0,024	16%	2,5%	65	0,1093	2,19
0,060	2,400	0,072	2,46	0,029	16%	2,5%	65	0,1778	2,47
0,070	2,800	0,098	2,87	0,034	16%	2,5%	65	0,2681	2,74
0,080	3,200	0,128	3,28	0,039	16%	2,5%	65	0,3828	2,99
0,090	3,600	0,162	3,69	0,044	16%	2,5%	65	0,5241	3,24
0,100	4,000	0,200	4,10	0,049	16%	2,5%	65	0,6941	3,47
0,110	4,400	0,242	4,51	0,054	16%	2,5%	65	0,8949	3,70
0,120	4,800	0,288	4,92	0,059	16%	2,5%	65	1,1287	3,92
0,130	5,200	0,338	5,33	0,063	16%	2,5%	65	1,3972	4,13
0,140	5,600	0,392	5,74	0,068	16%	2,5%	65	1,7025	4,34
0,150	6,000	0,450	6,15	0,073	16%	2,5%	65	2,0464	4,55

Dalle seguenti tabelle si ricavano i valori di carico pari a:

- **h = 0.019 m**

Catania, 28.08.2020

Il Consulente

Ing. Stefania Baudo