

REPUBBLICA ITALIANA



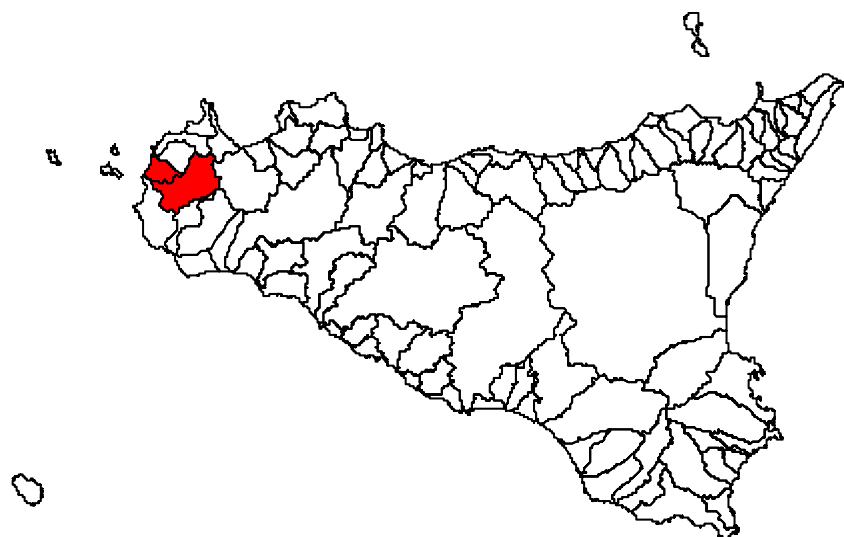
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050)



**Relazione
Anno 2006**

BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI (051)
AREA TERRITORIALE TRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI ED IL
BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME LENZI (050)

REGIONE SICILIANA



IL PRESIDENTE
On. Salvatore Cuffaro

ASSESSORATO TERRITORIO E AMBIENTE
Assessore Avv. Rossana Interlandi

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Dirigente Generale Avv. Giovanni Lo Bue

SERVIZIO ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO
Dirigente Responsabile Dott. Giovanni Arnone

UNITA' OPERATIVA PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
Dirigente Dott. Tiziana Lucchesi

Coordinamento e revisione finale

Dott. G. Arnone - Dirigente Responsabile del Servizio 4 - "Assetto del territorio e difesa del suolo"
Dott. T. Lucchesi - Dirigente - U.O.S 4.1 "Piano per l'assetto idrogeologico"

Consulenza

Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli Studi di
Palermo – Direttore: Prof. Ing. M. Santoro
Coordinatore: Prof. G. La Loggia
Collaboratori: Ing G. Aronica - Ing A. Candela – Ing. N. Carruba – Ing. G. Ciraolo - Ing. C. Nasello - Ing. V.
Noto.

Redazione

Geomorfologia:
Dott. Geol. E. Arini
Dott. Geol. A. Madonia

Idraulica:
Ing. G. Profeta

Progetto grafico:
Dott. Geol. E. Arini
Arch. M.L. Galvano
Geom. G. Gullotta

***Censimento dati e programmazione
interventi:***
Dott. Geol. E. Arini
Dott. Geol. A. Madonia
Ing. G. Profeta

Uso del suolo:
Dott. Agr. Piero Catena



INDICE

SCHEDA TECNICA DI IDENTIFICAZIONE	1
QUADRO DI SINTESI DELLO STATO DEL DISSESTO	3
QUADRO DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO	3
QUADRO DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO IDRAULICO	7
1. AMBIENTE FISICO	11
1.1 Inquadramento geografico.....	11
1.2 Morfologia	16
1.3 Idrografia.....	18
1.4 Uso del Suolo	20
1.5 Cenni di climatologia	23
1.6 Inquadramento geologico.....	26
1.6.1 Assetto geologico-strutturale	26
1.6.2 Caratteristiche litologiche	28
1.7 Geomorfologia.....	36
1.7.1 Assetto geomorfologico dei versanti	36



1.7.2	Dinamica dei versanti.....	37
1.8	Cenni di idrogeologia	39
2.	ANALISI E VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO.....	43
2.1	Metodologia operativa	43
2.2	Stato delle conoscenze	44
2.3	Frane storiche	46
2.4	Stato del dissesto.....	46
2.4.1	Analisi del Bacino del Fiume Birgi.....	47
2.4.2	Analisi dell'Area Territoriale compresa tra il Bacino del Fiume.....	51
	Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata.....	51
2.4.3	Analisi dei territori distinti per comune	55
	<i>Comune di Buseto Palizzolo.....</i>	<i>56</i>
	<i>Comune di Calatafimi</i>	<i>58</i>
	<i>Comune di Erice.....</i>	<i>59</i>
	<i>Comune di Marsala.....</i>	<i>60</i>
	<i>Comune di Mazara del Vallo</i>	<i>62</i>
	<i>Comune di Paceco.....</i>	<i>63</i>
	<i>Comune di Salemi.....</i>	<i>64</i>
	<i>Comune di Trapani.....</i>	<i>66</i>
2.5	Valutazione della pericolosità ed individuazione delle aree a rischio	69
2.5.1	Analisi del Bacino del Fiume Birgi.....	69
2.5.2	Analisi dell'Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed	73
	il Bacino del Fiume Lenzi Baiata.....	73
2.5.3	Analisi dei territori distinti per comune	76
	<i>Comune di Buseto Palizzolo.....</i>	<i>76</i>
	<i>Comune di Calatafimi</i>	<i>76</i>
	<i>Comune di Erice.....</i>	<i>76</i>
	<i>Comune di Marsala.....</i>	<i>76</i>
	<i>Comune di Mazara del Vallo</i>	<i>77</i>
	<i>Comune di Paceco.....</i>	<i>77</i>
	<i>Comune di Salemi.....</i>	<i>77</i>
	<i>Comune di Trapani.....</i>	<i>77</i>
3.	PIANO DEGLI INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO	79
3.1	Stato della progettazione proposta dagli Enti Locali.....	80
3.2	Elenco dei rischi elevati e molto elevati e interventi programmati.....	81
3.3	Fabbisogno progettuale e fabbisogno finanziario di massima	82



4. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO	83
4.1 Metodologia Operativa.....	83
4.2 Scelta delle Aree Potenzialmente Inondabili	84
4.2.1 Analisi Storico-Inventariale	84
4.2.1.1 Studi e segnalazioni	84
4.2.1.2 Studio delle onde di piena per ipotetico collasso dello sbarramento e per manovra degli organi di scarico della diga D. Rubino sul torrente Fastaià.....	86
4.2.2 Analisi Territoriale.....	91
4.3 Studio Idrologico del bacino del fiume Birgi.....	92
4.4 Studio idraulico	103
Studio idraulico di un tratto del fiume Birgi.....	104
4.4.1 Rilievi e Cartografia.....	104
4.4.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'Alveo	104
4.4.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua	105
Attraversamenti.....	105
Opere di sistemazione idraulica	107
4.4.4 Verifica Idraulica	109
4.5 Perimetrazione delle Aree Potenzialmente Inondabili	110
4.5.1 Perimetrazione delle Aree Potenzialmente Inondabili nel bacino del F. Birgi	110
4.5.2 Perimetrazione delle Aree Potenzialmente Inondabili nell'area tra il bacino del F. Lenzi e il bacino del F. Birgi	111
4.6 Perimetrazione degli Elementi a Rischio all'Interno delle Aree Potenzialmente Inondabili	112
4.6.1 Perimetrazione degli Elementi a Rischio nel bacino del F. Birgi.....	113
4.6.2 Perimetrazione degli Elementi a Rischio nell'area tra il bacino del F. Lenzi e il bacino del F. Birgi	113
5. PIANO DEGLI INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	114
5.1 Interventi progettuali	115
5.1.1 Stato degli interventi realizzati	115
5.1.2 Stato degli interventi finanziati o in corso di realizzazione.....	116
5.1.3 Stato degli interventi finanziati proposti dagli Enti Locali.....	117
 Appendice A.....	 118
 Appendice B.....	 122
 Appendice C.....	 129



BIBLIOGRAFIA158

ALLEGATI

Cartografia

Carte tematiche in scala 1:50.000

Carta dell'uso del suolo (N. 1 tavola)

Carta litologica (N. 1 tavola)

Carte tematiche in scala 1:10.000

Carta dei dissesti (N. 23 tavole)

Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (N. 23 tavole)

Carta della pericolosità idraulica (N. 5 tavole - Tav. n° 3-4-8-13-14)

Carta del rischio idraulico (N. 1 tavola - Tav. n° 4)

*Carta delle aree di esondazione per manovre delle opere di scarico e ipotetico
collasso dello sbarramento Rubino (N. 5 tavole – Tav. n° 8-13-14-15-16)*

Schede di censimento

Schede di censimento dei dissesti



SCHEDE TECNICHE DI IDENTIFICAZIONE

Bacino idrografico principale		FIUME BIRGI	Numero	051
Provincia	Palermo			
Versante	Meridionale			
Recapito del corso d’acqua		Mare Mediterraneo		
Lunghezza dell’asta principale		43 km		
Altitudine	massima	751 m s.l.m.		
	minima	0 m s.l.m.		
Superficie totale del bacino imbrifero		336 km ²		
Affluenti	T. della Cuddia			
Serbatoi ricadenti nel bacino		Lago Rubino		
Utilizzazione prevalente del suolo		Vigneto		
Territori comunali		Buseto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi, Trapani		
Centri abitati (Frazioni)		Ballata, Dara, Fulgatore, Ummari		



Area Territoriale		TRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI E IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME LENZI		Numero	050
Provincia	Trapani				
Versante	Meridionale				
Recapito dei corsi d'acqua		Mar Mediterraneo			
Altitudine	massima	162 m s.l.m.			
	minima	0 m s.l.m.			
Superficie totale dell'area		88,4 km ²			
Bacini idrografici secondari		Torrente Verderame			
Serbatoi ricadenti nel bacino		Assenti			
Utilizzazione prevalente del suolo		Vigneti			
Territori comunali		Marsala, Paceco, Trapani.			
Centri abitati (Frazioni)		Fontanasalsa, Guarrato, Locogrande, Marausa, Palma, Rilievo, Salinagrande			

Bacino idrografico		TORRENTE VERDERAME	
Lunghezza dell'asta principale		15,7 Km	
Altitudine	massima	158 m s.l.m.	
	minima	0 m s.l.m.	
Superficie totale del bacino imbrifero		29,4 km ²	
Affluenti		assenti	
Serbatoi ricadenti nel bacino		assenti	
Territori comunali		Paceco, Trapani	
Centri abitati		Palma, Salinagrande	



QUADRO DI SINTESI DELLO STATO DEL DISSESTO

Bacino Idrografico del Fiume Birgi

DATI DI SINTESI PER COMUNE	Numero di dissesti	Area in dissesto	Area ricadente nel Bacino	Indice di Franosità
	N.	A _d [Ha]	A _{tot} [Ha]	(I _f =A _d /A _{tot} x 100) [%]
Buseto Palizzolo	12	151,88	3.312	4,59
Calatafimi	0	0,00	229	0,00
Erice	0	0,00	977	0,00
Marsala	20	69,53	8.072	0,86
Mazara del Vallo	0	0,00	278	0,00
Paceco	0	0	660	0,00
Salemi	17	173,65	4.322	4,02
Trapani	40	148,34	15.778	0,94
TOTALE	89	543,40	33.628	1,62

Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi Baiata

Trapani	2	3,27	6.948	0,05
Paceco	2	1,91	1.631	0,12
TOTALE	4	5,18	8.579	0,16
TOTALE GENERALE	93	548,58	42.207	1,30



QUADRO DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA										
DATI DI SINTESI	P4		P3		P2		P1		P0	
	N.	A _{P4} [Ha]	N.	A _{P3} [Ha]	N.	A _{P2} [Ha]	N.	A _{P1} [Ha]	N.	A _{P0} [Ha]
Bacino del Fiume Birgi	0	0,00	3	8,23	54	504,44	31	35,60	1	2,15
Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata	0	0,00	0	0,00	1	2,74	3	2,44	0	0,00
TOTALE	0	0,00	3	8,23	55	507,18	34	38,04	1	2,15
									89	550,43
									4	5,18
									93	555,61

RISCHIO GEOMORFOLOGICO										
DATI DI SINTESI	R4		R3		R2		R1		TOTALE	
	N.	A _{R4} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R2} [Ha]	N.	A _{R1} [Ha]	N.	A _R [Ha]
Bacino del Fiume Birgi	0	0,00	0	0,00	20	2,20	1	0,08	21	2,27
Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata	0	0,00	0	0,00	4	0,20	0	0,00	4	0,20
TOTALE	0	0,00	0	0,00	24	2,40	1	0,08	25	2,47



DATI DI SINTESI PER COMUNE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA											
	P4		P3		P2		P1		P0		TOTALE	
	N.	A _{P4} [Ha]	N.	A _{P3} [Ha]	N.	A _{P2} [Ha]	N.	A _{P1} [Ha]	N.	A _{P0} [Ha]	N.	A _P [Ha]
Buseto	0	0,00	0	0,00	6	138,19	6	13,70	0	0,00	12	151,88
Calatafimi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Erice	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Marsala	0	0,00	0	0,00	16	65,89	3	1,49	1	2,15	20	69,53
Mazara del Vallo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Paceco	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	1,91	0	0,00	2	1,91
Salemi	0	0,00	0	0,00	13	171,87	4	1,78	0	0,00	17	173,65
Trapani	0	0,00	3	8,23	20	131,24	19	19,17	0	0,00	42	158,64
TOTALE	0	0,00	3	8,23	55	507,18	34	38,04	1	2,15	93	555,61



DATI DI SINTESI PER COMUNE	RISCHIO GEOMORFOLOGICO									
	R4		R3		R2		R1		TOTALE	
	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]
Buseto	0	0,00	0	0,00	3	0,85	1	0,08	4	0,92
Calatafimi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Erice	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Marsala	0	0,00	0	0,00	1	0,24	0	0,00	1	0,24
Mazara del Vallo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Petrosino	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01
Salemi	0	0,00	0	0,00	14	0,74	0	0,00	14	0,74
Trapani	0	0,00	0	0,00	5	0,55	0	0,00	5	0,55
TOTALE	0	0,00	0	0,00	24	2,40	1	0,08	25	2,47



QUADRO DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO

DATI DI SINTESI	PERICOLOSITA' IDRAULICA									
	Siti di Attenzione		P3		P2		P1		TOTALE	
	N.	A _{att} [Ha]	N.	A _{P3} [Ha]	N.	A _{P2} [Ha]	N.	A _{P1} [Ha]	N.	A _P [Ha]
051 - Bacino F. Birgi	0	0,00	10	158,65	0	0,00	0	0,00	10	158,65
050 - Area tra f. Lenzi e f. Birgi	2	101,85	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTALE	2	101,85	10	158,65	0	0,00	0	0,00	10	158,65



DATI DI SINTESI PER COMUNE		PERICOLOSITA' IDRAULICA									
		Siti di Attenzione		P3		P2		P1		TOTALE	
		N.	A _{att} [Ha]	N.	A _{P3} [Ha]	N.	A _{P2} [Ha]	N.	A _{P1} [Ha]	N.	A _P [Ha]
Marsala	051 - Bacino F. Birgi	0	0,00	4	107,23	0	0,00	0	0,00	4	107,23
Paceco	050 - Area tra f. Lenzi e f. Birgi	1	29,79	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Trapani	051 - Bacino F. Birgi	0	0,00	6	51,42	0	0,00	0	0,00	6	51,42
	050 - Area tra f. Lenzi e f. Birgi	1	72,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTALE		2	101,85	10	158,65	0	0,00	0	0,00	10	158,65



DATI DI SINTESI	RISCHIO IDRAULICO									
	R4		R3		R2		R1		TOTALE	
	N.	A _{R4} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R2} [Ha]	N.	A _{R1} [Ha]	N.	A _R [Ha]
051 - Bacino F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
050 - Area tra f. Lenzi e f. Birgi	3	17,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	17,54
TOTALE	3	17,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	17,54



DATI DI SINTESI PER COMUNE		RISCHIO IDRAULICO									
		R4		R3		R2		R1		TOTALE	
		N.	A _{R4} [Ha]	N.	A _{R3} [Ha]	N.	A _{R2} [Ha]	N.	A _{R1} [Ha]	N.	A _R [Ha]
Marsala	051 - Bacino F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Paceco	050 - Area tra f. Lenzi e f. Birgi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Trapani	051 - Bacino F. Birgi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	050 - Area tra f. Lenzi e f. Birgi	3	17,54	0	0	0	0	0	0	3	17,54
TOTALE		3	17,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	17,54



Capitolo 1

AMBIENTE FISICO

1.1 Inquadramento geografico

Bacino del Fiume Birgi

Il Bacino del Fiume Birgi si localizza nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di circa 336 km².

La forma dell'area in esame è subrettangolare, con una direzione di allungamento NE-SO e con una appendice nord-occidentale costituita dalla foce del fiume Chinisia-Birgi. Rispetto alla direzione di allungamento, l'area raggiunge la sua massima larghezza, pari a circa 27 km, nella porzione centrale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce sensibilmente, fino a circa 9 km, nella porzione Nord-orientale.

Il Fiume Birgi nasce con il nome di Fiume Fittasi nel Territorio del comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa, per circa 43 km, attraverso il territorio comunale di Trapani e marginalmente quello di Paceco.



I bacini confinanti con quello del Fiume Birgi sono il Bacino del Fiume Lenzi a Nord ed il Bacino del F. Màzaro a Sud-Est. A Nord-Est il Bacino è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del Fiume Lenzi Baiata mentre a SO è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del Fiume Màzaro (052).

Il bacino idrografico del Fiume Birgi ricade interamente nel territorio della provincia di Trapani ed è compreso nei fogli n° 593 Castellamare del Golfo, 605 Paceco, n° 606 Alcamo e n° 617 Marsala della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

Per quanto riguarda le C.T.R. in scala 1:10.000 l'area in studio ricade nelle seguenti 16 sezioni:

593130 – 593140 – 606010 - 606020 – 605080 – 606050 – 606060- 605100 - 605110–
605120 – 606090 – 606100 – 605150 – 605160 – 617030 – 617040.

Il bacino si sviluppa nella estrema porzione nord-occidentale della Sicilia, interessando, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di otto comuni (Buseto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi, Trapani). Di questi comuni, all'interno dell'area non cade nessun centro abitato ma i soli nuclei abitati di Ballata (comune di Erice), Fulgatore e Ummari (comune di Trapani), Dara (comune di Marsala).

Il Fiume Birgi, dopo il primo tratto, in cui come detto prende il nome di F. Fittasi, prosegue prima con il nome di Fiume Bordino e poi con quello di Fiume Borrania. In questo tratto centrale il corso d'acqua riceve, in sinistra idrografica, dapprima gli apporti del Torrente della Cuddia e poi quelli della Fiumara Pellegrino, proseguendo poi con il nome di Fiume della Marcanzotta.

L'ultimo tratto del Fiume Birgi è stato deviato ed incanalato nel Fiume Chinisia, che sfocia poco a Nord di Torre San Teodoro. In conseguenza di ciò, del vecchio corso del Fiume Birgi resta un ramo molto breve, a nord della foce del Fiume Chinisia.

All'interno del bacino è presente l'invaso artificiale costituito dal Lago Rubino, realizzato sul Torrente della Cuddia mediante uno sbarramento di materiale sciolto, alto circa 30 m, con nucleo centrale di tenuta di materiale argilloso. Il serbatoio Rubino, in esercizio da diversi anni, è situato nell'area a monte del Bacino del Birgi, sul lato occidentale di Montagna Grande, ed ha una capacità utile di progetto di 10.2 Mm³ d'acqua, con funzione di accumulo e



modulazione dei deflussi naturali a servizio della vasta piana sottostante. Le acque del Fiume Birgi sono utilizzate prevalentemente per uso irriguo, con richieste di derivazione concentrate nella parte alta del suo corso.

Area territoriale compresa tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi Baiata

L'Area Territoriale si localizza a Nord del Bacino del Fiume Birgi ed occupa una superficie complessiva di circa 88 km².

La forma dell'area in esame è subrettangolare, con una direzione di allungamento NO-SE. Rispetto alla direzione di allungamento, l'area raggiunge la sua massima larghezza, pari a circa 9 km, nella porzione centrale; nella porzione più orientale, la larghezza si riduce fino a circa 6 km.

I corsi d'acqua che ricadono nell'area in studio sono il Torrente Verderame e l'antico tratto finale del Fiume Birgi, escluso dal corso di quest'ultimo da opere di canalizzazione che hanno deviato le acque del Birgi nel Chinisia-Marcanzotta.

Il Torrente Verderame nasce nel Territorio del comune di Paceco e si sviluppa per circa 16 km attraverso lo stesso territorio comunale, costituendo poi, per un lungo tratto, il limite amministrativo con il comune di Trapani.

I bacini confinanti con quello del Torrente Verderame sono il Bacino del Fiume Lenzi Baiata a Nord ed il Bacino del Fiume Birgi a Sud; a SO del Bacino del Torrente Verderame si estende invece il resto dell'Area Territoriale in studio.

L'Area Territoriale in studio ricade nel territorio della provincia di Trapani, interamente nel foglio n° 605 Paceco della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

Per quanto riguarda le C.T.R. in scala 1:10.000 l'area in studio ricade nelle seguenti 9 sezioni: 605020 – 605030 – 605040 – 605060 – 605070 – 605080 - 605100 - 605110 – 605120.

L'area Territoriale interessa, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di tre comuni (Marsala, Paceco, Trapani). Di questi comuni, all'interno dell'area non cade nessun centro abitato ma i soli nuclei abitati di



Fontanasalsa, Guarrato, Locogrande, Marausa, Palma, Rilievo, Salinagrande (comune di Trapani).

All'interno dell'area non sono presenti invasi, ma soltanto specchi d'acqua, costituiti da acque di transizione, rappresentati dalle saline di Trapani.

Nel bacino e nell'area territoriale contigua è possibile riconoscere l'azione antropica, oltre che nei nuclei abitati e nei territori agricoli, in numerose infrastrutture di trasporto. Tra queste ultime le più importanti sono:

- Strada Provinciale n. 1 di Ragattisi;
- Strada Provinciale n. 20 di Castelvetro;
- Strada Provinciale n. 21 Trapani Diramazione Bosco Pecofiume;
- Strada Provinciale n. 22;
- Strada Provinciale n. 24 Misilla-San Nicola;
- Strada Provinciale n. 29 Trapani-Salemi;
- Strada Provinciale n. 35 Ballotta-Fulgatore;
- Strada Provinciale n. 36;
- Strada Provinciale n. 43 Marcanza-Cuddia;
- Strada Provinciale n. 44;
- Strada Provinciale n. 45 Ballotta-Marcanza;
- Strada Provinciale n. 48;
- Strada Provinciale n. 57 Buseto Palizzolo - Segesta;
- Strada Provinciale n. 69 Sanagia-San Nicola;
- Strada Provinciale n. 72;
- Strada Provinciale n. 74;
- Autostrada A29 dir. Alcamo-Trapani;
- Autostrada Alcamo-Trapani diramazione Birgi;



-
- Strada Statale n.113 Settentrionale Sicula;
 - Strada Statale n.115 sud-occidentale sicula;
 - Strada Statale n.188 Centro Occidentale Sicula;
 - Strada a scorrimento veloce Marsala-Aeroporto Birgi;
 - Ferrovia Palermo-Trapani via Milo;
 - Ferrovia Palermo-Trapani via Castelvetro.

Per quanto riguarda le aree protette e di interesse naturalistico, l'area in esame comprende:

- la Riserva Naturale orientata delle Saline di Trapani e Paceco (Ente Gestore W.W.F., istituita con D.A. N° 36/44 del 28/01/1998) che rientra anche tra le aree ZPS (Zone a protezione Speciale);
- Complesso del Monte Bosco e Bosco di Scorace (Sito di Interesse Comunitario);
- Montagna Grande di Salemi (Sic).

Come già detto, da un punto di vista amministrativo, il bacino del F. Birgi e l'area territoriale ad esso contigua ricadono esclusivamente all'interno della provincia di Trapani. In particolare, l'area in studio comprende un totale di otto territori comunali.

In Tab.1.1 si riporta l'elenco dei comuni ricadenti all'interno del territorio in esame: il numero di residenti in ciascuno dei suddetti comuni si riferisce ai dati ISTAT concernenti l'anno 2003.



Tabella 1-1 -Territori comunali ricadenti nel Bacino del Fiume Birgi e nell'area territoriale tra il bacino idrografico del F. Birgi e il bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata.

PROVINCIA	COMUNE	RESIDENTI (dati ISTAT 2003)	AREE			Centro abitato ricadente nell'area territoriale
			A _{Totale} [km ²]	A _{nell'area territoriale} [km ²]	A _{nell'area Territoriale/A_{Totale}} [%]	
TRAPANI	Buseto Palizzolo	3.192	72,44	33,12	45,72	No
	Calatafimi	7.425	154,55	2,29	1,48	No
	Erice	28.926	47,31	9,77	20,65	No
	Marsala	77.995	244,09	83,28	34,12	No
	Mazara del Vallo	50.674	274,58	2,78	1,01	No
	Paceco	10.963	57,56	22,94	39,85	No
	Salemi	11.521	181,40	43,22	23,83	No
	Trapani	68.417	236,51	227,17	96,05	No
TOTALE		136.083	1.268,44	424,57	33,47	0

1.2 Morfologia

Il territorio interessato dal bacino idrografico del Fiume Birgi e dall'Area territoriale contigua è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con pendenze blande, anche se non mancano paesaggi aspri e accidentati, nella zona montana, nè ampie pianure costiere, spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario.

Un aspetto morfologico rilevante è la presenza delle saline di Trapani e Paceco, specchi di mare a bassissima profondità, che si trovano in un'antica piana alluvionale invasa dalle acque marine. Il sito, che si estende tra la foce del vecchio corso del Fiume Birgi e quella del Fiume Lenzi Baiata, costituisce una delle più importanti aree umide costiere della Sicilia occidentale, occupato in gran parte da saline coltivate in maniera tradizionale, con pantani e campi coltivati in aree marginali.



Tra i principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio si individuano i terrazzi marini di età quaternaria, che interessano soprattutto l'area territoriale, sviluppandosi, con pendenze molto blande, dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote massime di circa 140 m s.l.m.

In particolare sono distinguibili, in base alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, diversi ordini di terrazzi costieri: a quote comprese tra 0 e 10 m, a quote comprese tra 10 e 125 m s.l.m., ed il Grande Terrazzo Superiore, limitato alla fascia più interna, fino a quote di circa 140 m s.l.m..

Tale morfologia ad andamento subpianeggiante, che con debole acclività risale dalla linea di costa fino a quote di circa 100 m, è interrotta, trasversalmente, dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e da strutture calcarenitiche più rilevate come quella di Timpone Cutusio, di oltre 20 m più elevato del circostante terrazzo; longitudinalmente la continuità morfologica è invece interrotta dalle incisioni fluviali del Fiume Chinisia-Marcanzotta, del F. Birgi e del T. Verderame.

Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio. Si tratta in prevalenza di cave a cielo aperto ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato. Lungo tali versanti, il principale processo morfodinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate.

Laddove affiorano i terreni lapidei costituiti dalle calcilutiti del Cretaceo-Oligocene, la morfologia è rappresentata da rilievi modesti (la quota massima è di 751 m s.l.m. di Montagna Grande) ma dai versanti acclivi, a volte associati a fasce detritiche; i principali processi geomorfologici che interessano questi terreni sono la disgregazione fisica e l'erosione delle masse litoidi, con conseguenti frane di crollo e ribaltamento.

Alla luce di quanto sopra detto i fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono piuttosto rari e poco estesi arealmente. I pochi dissesti individuati sono riconducibili a



fenomeni di soliflusso e di colamento lento, e più raramente a fenomeni di tipo scorrimento o frane complesse. Si osservano infine alcune frane di crollo lungo i fronti calcarei o calcarenitici subverticali.

1.3 Idrografia

Bacino del Fiume Birgi

L'asta principale

Nella zona di monte il Fiume Birgi consta di due rami; il ramo settentrionale, che nasce dai rilievi collinari di M. Murfi (510 m s.l.m.) e Piano Neve, dopo il primo tratto in cui prende il nome di F. Fittasi, prosegue con il nome di Fiume Bordino.

Il ramo meridionale, che nasce dal complesso di Montagna Grande, è interessato nel suo percorso dal serbatoio Rubino. Da monte verso valle comprende due tratti: il primo, denominato T. Fastaia, è incassato tra Montagna Grande ed i rilievi di c.da Baglietto e le sue acque defluiscono quasi interamente nell'invaso, a valle dello sbarramento resta infatti solo un tratto, inferiore ad un chilometro, che confluisce nel F. della Cuddia; il secondo tratto, costituito dal F. della Cuddia, scorre in direzione E-O fra i rilievi di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borranìa a Sud e quelli di Timpone di Fittasi e c.da Tammareddara a Nord.

Il F. della Cuddia confluisce con il ramo settentrionale del Birgi denominato F. di Bordino, proseguendo, sempre con direzione E-O, con il nome di F. di Borranìa prima e F. della Marcanzotta poi.

L'asta prosegue ancora, con un'inalveazione artificiale ad andamento rettilineo che esclude l'ultimo tratto del vecchio corso del Birgi, sotto il nome di F. Chinisia. Del vecchio corso del F. Birgi resta, pertanto, soltanto la vecchia foce, alimentata da pochi e brevi tributari.

Il bacino imbrifero del Fiume Birgi nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili. In particolare, in corrispondenza dei calcarenitici, affioranti soprattutto nell'Area



Territoriale, l'area è drenata superficialmente da alcuni fossi e linee di impluvio di scarsa importanza mentre l'unico impluvio di una certa rilevanza è il T. Verderame.

Descrizione dei principali sottobacini

Fiume della Cuddia: Si tratta di un torrente che sottende un bacino di circa 108 Km² e che si sviluppa per circa 23 Km di lunghezza attraversando, con direzione prevalente E-W, la porzione sud-orientale del territorio comunale di Trapani.

Il corso d'acqua nel tratto di monte, dove prende il nome di T. Fastaia, riceve numerosi valloni che traggono origine da M. Ritto, M. Petrafiore, M. Domingo e Monte Bernardo. Poco prima della confluenza, in sinistra idrografica, con il Fosso della Collura, il torrente Fastaia è stato sbarrato per la realizzazione di un invaso denominato Lago Rubino; la maggior parte dei deflussi dei torrenti Fastaia e Collura viene raccolta nel serbatoio Rubino le cui acque vengono utilizzate poi per uso irriguo.

Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, caratterizzato da lunghi periodi di magra in cui i deflussi superficiali sono esigui o del tutto assenti.

Area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata

Come detto precedentemente, l'idrografia dell'area territoriale è scarsa per effetto della litologia permeabile dei terreni interessati e delle pendenze blande che favoriscono l'infiltrazione rispetto al ruscellamento. Nell'area territoriale in questione il corso d'acqua principale è il Torrente Verderame. Esso nasce al confine tra il territorio comunale di Trapani e quello di Paceco, alle pendici della Costiera Siggiaie. Il suo decorso è arcuato e si sviluppa sui terrazzi calcarenitici; dopo un primo tratto attraverso il territorio comunale di Trapani, il torrente segna parte del confine comunale tra Trapani e Paceco sfociando infine, qualche chilometro a sud-ovest di quest'ultimo centro abitato, nel Mar Mediterraneo.

Il reticolo idrografico del Torrente Verderame ha una densità pressochè nulla.

Tra i corsi d'acqua presenti all'interno dell'area territoriale, oltre al Torrente Verderame, si può citare il tratto prossimo alla foce del vecchio corso del Fiume Birgi,



escluso da questo in seguito dagli interventi di sistemazione idraulica per la regimazione delle piene.

1.4 Uso del Suolo

Per quanto concerne le caratteristiche di utilizzazione del suolo dell'area in studio ci si è avvalsi della "Carta dell'uso del suolo" (1994) realizzata dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente e della "Carta dell'uso del suolo" pubblicata dalla Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste (Unità Operativa Pedologica – Servizi allo sviluppo-Unità Operativa 118, S.O.A.T. N° 85, Buseto Palizzolo).

Il quadro vegetazionale del bacino del Fiume Birgi e dell'area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi si presenta abbastanza diversificato; si caratterizza per la dominanza nel paesaggio agrario delle aree coltivate a vigneto e a seminativi. Tra le colture arboree si riscontra anche l'olivo.

Le aree urbanizzate a tessuto più denso riguardano le numerose contrade dei comuni di Erice, Marsala, Paceco e Trapani ed occupano una percentuale significativa soprattutto in prossimità della zona costiera. Un'area aereoportuale militare e civile, denominata "Birgi", ricade nel territorio dei comuni di Marsala e Trapani.

Il paesaggio agrario, invece, conquista la percentuale più vasta nel resto del territorio.

Le coltivazioni più diffuse sono attribuibili alle seguenti tipologie colturali:

- **Vigneto.** La vite è la coltura "leader" di tutta l'area. La viticoltura è basata prevalentemente sulle uve bianche (Catarratto, Grecanico, Grillo, ecc.), solo negli ultimi anni si sta assistendo ad un maggiore interesse a coltivare le uve nere. Tra le cultivars più rappresentative si annoverano il "Pignatello", il "Nerello Mascalese" e il "Nero d'Avola". Di recente si vanno introducendo anche varietà alloctone che rispondono meglio alle richieste di mercato.
- **Ortive-Fiori.** Gli ordinamenti colturali orticolo e floricolo sono presenti soprattutto nelle vicinanze della fascia costiera e nella porzione sud- occidentale; nell'entroterra invece sono rappresentative le coltivazioni del melone giallo e del carciofo. Fra le colture orticole



di pieno campo si annoverano il cocomero ed in successione il pomodoro tardivo da mensa, la melanzana, il peperone, ecc.

- **Oliveto.** L'olivicoltura, presente soprattutto nella porzione settentrionale, nei territori dei comuni di Trapani, Erice e Buseto Palizzolo, è principalmente rappresentata da ulivi lungo i confini dei vigneti e dal vigneto-oliveto, tradizionale consociazione della zona. Quest'ultima sta subendo negli ultimi anni delle modifiche; si sta assistendo all'estirpazione di vecchi vigneti consociati e si sta procedendo all'infittimento di vecchi oliveti.
- **Mosaici culturali.** Si tratta di aree destinate a diverse coltivazioni, riconducibili a orti familiari con presenza di piante arboree e ortive.
- **Seminativo.** I seminativi (grano spesso posto in rotazione con il melone giallo, leguminose da granella e foraggiere varie), presenti a macchia di leopardo in tutta l'area, sono molto diffusi e occupano i terreni a matrice prevalentemente argillosa, ove spesso è difficile irrigare.
- **Macchia e pascolo.** Piccole aree pascolative si rinvencono principalmente nella porzione orientale e mutano spesso, laddove l'influenza antropica è più limitata, verso le porzioni di territorio occupate da vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione (macchia e bosco degradato).
- Nell'area sono presenti alcune zone protette: **“Saline di Trapani”** (SIC - sito di interesse comunitario), che ricadono solo per una porzione nell'area in esame; **“Complesso Monte Bosco e Scorace”** (SIC), bosco misto di conifere e latifoglie ricadente nel territorio del comune di Buseto Palizzolo; **“Montagna Grande di Salemi”** (SIC), bosco misto di conifere e latifoglie ricadente nel territorio dei comuni di Salemi e Trapani.
- **Incolto roccioso.** Le aree si caratterizzano per la presenza di roccia affiorante che impedisce la pratica dell'attività agricola e la vegetazione spontanea ha avuto il sopravvento. Si riscontrano delle piccole aree a Sud-Ovest nel territorio del comune di Marsala e a Nord-Est nei territori dei Comuni di Buseto Palizzolo e Salemi.



A ridosso dei corsi d'acqua (zone umide) cresce e si sviluppa una tipica vegetazione ripariale.

Nella tabella e nella figura che seguono vengono rappresentate le tipologie dell'uso del suolo e la loro distribuzione percentuale all'interno del bacino del Fiume Birgi e dell'area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi ricavate dai dati estrapolati dalla "Carta dell'uso del suolo" (1994) realizzata dall'Assessorato Regionale Territorio.

Tabella 1.2 - Tipologia uso del suolo

COLTURA	%
Bosco degradato	1,18
Colture in serra e tendoni	0,01
Conifere	1,61
Incolto roccioso	0,73
Legnose agrarie miste	3,56
Macchia	0,66
Mosaici colturali	17,46
Oliveto	1,05
Pascolo	1,05
Seminativo semplice	16,00
Urbanizzato	2,01
Vigneto	54,00
Zone umide	0,69
TOTALE	100%

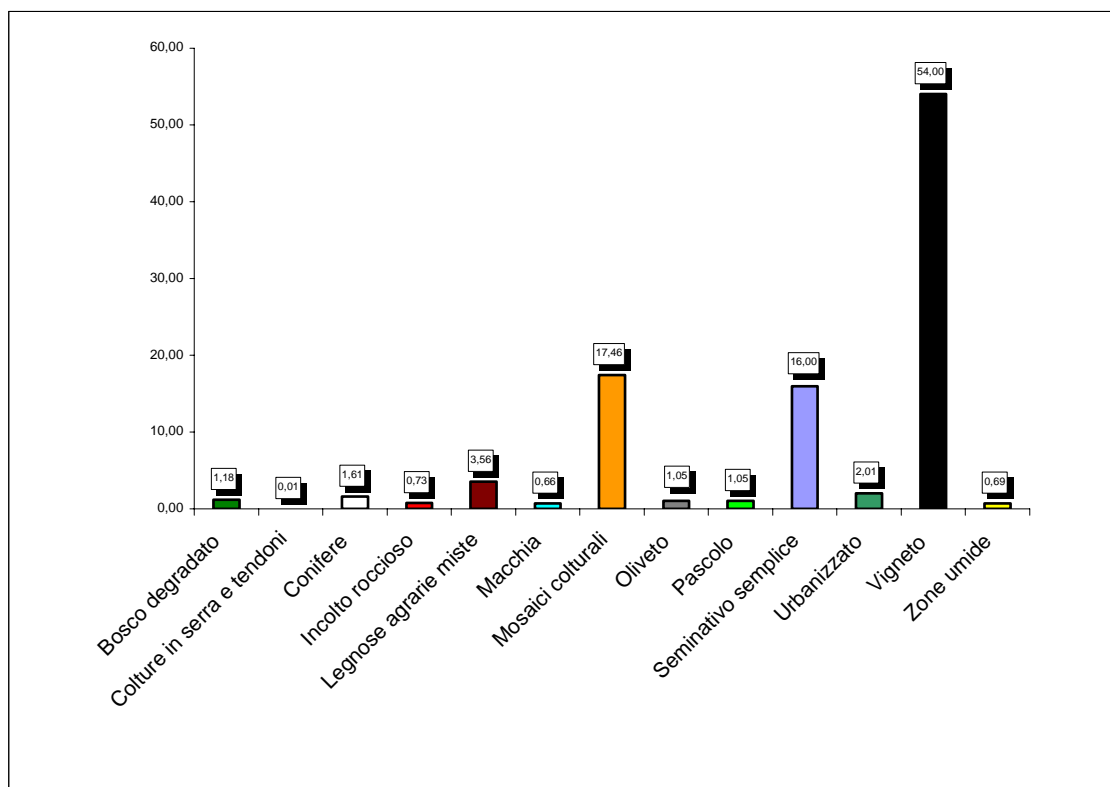


Figura 1.1 – Distribuzione percentuale delle classi di uso del suolo, rispetto alla superficie totale de bacino del Fiume Birgi e dell’area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi

1.5 Cenni di climatologia

Per definire il microclima del settore occidentale della Sicilia nel quale ricadono il bacino idrografico del Fiume Birgi e l’area territoriale tra i bacini idrografici del Fiume Birgi e del Fiume Lenzi Baiata sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all’interno dell’area in esame o limitrofe ad essa.

Le informazioni sono state ricavate dall’Atlante Climatologico realizzato, su una base di dati del trentennio 1965-1994, dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) e redatto dall’Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

Stazioni

In Tabella 1.3 sono riportate le stazioni termopluviometriche e pluviometriche cui si è fatto riferimento per l’analisi delle condizioni termopluviometriche.



Tabella 1-3 -Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche presenti nel bacino del Fiume Birgi e nell'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Birgi ed il bacino del Fiume Lenzi Baiata o limitrofe ad essa.

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
BIRGI NUOVO	1965-1994	Pluviometro	7	4197776N	278716E
BORGIO FAZIO	1965-1994	Pluviometro	208	4189995N	293186E
CALATAFIMI	1965-1994	Termo-pluviometro	350	4198785N	312468E
DIGA RUBINO	1965-1994	Pluviometro	180	4197283N	297770E
FASTAIA	1965-1994	Pluviometro	218	4200875N	302256E
MARSALA	1965-1994	Termo-pluviometro	12	4186718N	276949E

Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle stazioni di Calatafimi e Marsala, che sono le stazioni termo-pluviometriche più vicine al Bacino del Fiume Birgi e dell'area compresa tra questo ed il Bacino del F. Lenzi Baiata. Pur non ricadendo all'interno dell'area in studio, le stazioni sono limitrofe ad essa, per cui i dati registrati si possono considerare rappresentativi della variabilità dell'intera area.

Tabella 1-4 -Temperatura media mensile in gradi Celsius, per il periodo di osservazione 1965-1994.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
CALATAFIMI	10,3	11,0	12,4	15,3	19,3	22,9	25,0	25,5	22,5	18,7	14,2	11,3	17,4
MARSALA	11,3	11,6	12,8	15,1	18,4	21,6	24,4	25,0	22,5	19,7	16,0	12,5	17,6
MEDIA	10,8	11,3	12,6	15,2	18,9	22,3	24,7	25,3	22,5	19,2	15,1	11,9	17,5

Prendendo in considerazione i dati termometrici rilevati nel periodo di un trentennio e confrontando i valori relativi alle medie mensili ed annuali, si nota che, sebbene il valore medio annuo complessivo del bacino, di 17,5 °C, risulti pressoché corrispondente al valore medio annuo delle singole stazioni, l'andamento termico delle due stazioni è leggermente diverso, rispecchiando la rispettiva distanza dal mare: i valori medi mensili della stazione di



Marsala mostrano infatti che l'area di Marsala, sia nei mesi invernali che in quelli estivi, risente maggiormente dell'azione mitigatrice del mare rispetto a quella di Calatafimi.

L'analisi dei dati mostra inoltre che nei mesi più caldi (Luglio e Agosto) si raggiungono temperature massime di circa 41°C; invece, nel mese più freddo (Gennaio), le temperature minime non scendono mai al disotto dello zero, ad eccezione di un picco (-4,5°C stazione di Marsala, 0,3°C stazione di Calatafimi) registrato nel 1981.

Regime pluviometrico

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle cinque stazioni pluviometriche ricadenti all'interno dell'area territoriale o limitrofe ad essa.

Tabella 1-5 -Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
BIRGI NUOVO	56,2	52,6	41,0	37,5	19,3	4,8	3,3	7,0	45,0	64,7	64,8	70,3	466,5
BORGO FAZIO	59,9	58,5	46,4	43,8	21,4	8,0	3,0	6,6	38,8	67,6	64,4	72,2	490,6
DIGA RUBINO	64,9	65,0	47,7	44,1	18,5	8,4	2,9	6,2	35,4	61,5	71,3	79,8	505,7
FASTAIA	64,6	62,6	53,7	45,0	22,6	8,0	3,5	10,9	44,1	82,7	70,1	83,4	551,2
MARSALA	61,4	60,0	42,7	38,6	18,7	5,6	3,4	7,6	42,2	58,4	65,7	75,3	479,6
MEDIA	61,4	59,7	46,3	41,8	20,1	7,0	3,2	7,7	41,1	67,0	67,3	76,2	498,7

Dai dati pluviometrici raccolti è stato possibile evidenziare come la precipitazione media annua dell'intero bacino, nel periodo di osservazione trentennale, è di 498,7 mm. Le variazioni riscontrate rientrano nell'andamento climatico di tipo semiarido temperato-caldo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale-invernale e quasi assenti in quello estivo.

Inoltre, nel periodo considerato, gli anni più piovosi sono stati il 1976 e il 1969, quando si sono registrati rispettivamente 1079 mm (stazione di Birgi Nuovo) e 798,0 mm (stazione Diga Rubino) di pioggia; l'anno meno piovoso, invece, è stato il 1977, con 212,8 mm di pioggia (stazione di Birgi Nuovo).



Il mese più piovoso relativo al periodo considerato è stato il Novembre del 1976 che, alla stazione di Birgi Nuovo, ha fatto registrare ben 356,6 mm di pioggia.

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee, ed essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi in special modo nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcarenitica, ciò a causa dell'elevata permeabilità (per porosità e fessurazione) di tali litotipi, che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.

La ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene quindi sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-aprile mentre durante l'estate, caratterizzata da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno.

1.6 Inquadramento geologico

1.6.1 Assetto geologico-strutturale

Il bacino del Fiume Birgi e l'Area Territoriale compresa tra il bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata, situati nell'estremo settore occidentale della Sicilia, ricadono in una zona il cui contesto geologico generale riguarda terreni affioranti in unità e successioni più superficiali, di età quaternaria ed olocenica, trasgressive sul basamento originario, costituito da terreni ascrivibili al periodo compreso tra il Triassico ed il Pliocene.

L'ampia piana costiera, che si sviluppa tra gli abitati di Trapani e di Marsala, è caratterizzata prevalentemente dai depositi di natura calcarenitica di età quaternaria ed, in subordine, da terreni di natura argillosa, argilloso-marnosa ed arenacea di età compresa tra il Miocene ed il Pliocene. Le unità stratigrafiche, affioranti nelle aree più interne, sono essenzialmente riconducibili a terreni afferenti al Dominio Trapanese e al Complesso Postorogeno. In ordine stratigrafico, dal basso verso l'alto, nell'area in esame si possono individuare i seguenti depositi:

Unità "Nord Trapanesi"



-
- Calcari e calcari dolomitici (*Lias inf.-Trias sup.*);
 - Calcari da compatti a nodulari (*Dogger Malm*);
 - Calcilutiti passanti a calcari nodulari (*Titonico-Neocomiano*);
 - Marne e calcari marnosi (*Barremiano-Albiano*);
 - Calcilutiti marnose tipo “Scaglia” (*Cretaceo sup.-Oligocene*);
 - Argille ed argilliti siltose brune con intercalazioni quarzarenitiche (*Oligocene sup. – Miocene inf.*)
 - Quarzareniti e calcareniti glauconitiche (*Burdigaliano-Langhiano basale*);
 - Argille e argille sabbiose con glauconite (*Langhiano sup.-Tortoniano inf.*);
in discordanza si rinvengono
 - Sabbie argillose, arenarie e conglomerati – Fm. di Cozzo Terravecchia - (*Tortoniano - Messiniano*);
 - Calcari a *porites* e calcari con intercalazioni marnose –Fm. Baucina- (*Messiniano inf.*);
in discordanza
 - Gessi selenitici (*Messiniano sup.*)
In discordanza
 - Marne e calcari marnosi a Globigerine – Trubi - (*Pliocene inf.*);
 - Argille marnose ed argille sabbiose con intercalazioni arenacee – Fm. Marnoso Arenacea della Valle del Belice (*Pliocene medio – sup.*).
 - In trasgressione sui depositi sopracitati si rinvengono:*
 - Calcareniti giallo-biancastre ben cementate – Calcareniti di Marsala - (*Pleistocene inf.*);
 - Depositi marini terrazzati costituiti di calcareniti fortemente cementate – Grande Terrazzo Superiore G.T.S. - (*Pleistocene medio*);
 - Terrazzi marini costieri di natura calcarenitica e conglomeratici (*Tirreniano*);



Infine, a copertura dei depositi quaternari, si rinvengono terreni costituiti da depositi eluviali e colluviali, depositi palustri e, in corrispondenza delle aree urbanizzate, da terreni di riporto.

Nel paragrafo seguente si illustrano nel dettaglio le caratteristiche litologiche dei vari termini affioranti nell'area territoriale in studio.

1.6.2 Caratteristiche litologiche

Vengono di seguito illustrate le caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti nel bacino del Fiume Birgi e nell'area territoriale contigua, i cui lineamenti geologico-strutturali generali sono stati riportati nel paragrafo precedente.

Le formazioni individuate all'interno dell'area in ordine stratigrafico, dal basso verso l'alto, sono le seguenti:

Calcarei bianchi stratificati (Lias inf.-Trias sup.)

Si tratta di calcari bianchi a stratificazione visibile, più o meno dolomitici, con mogalodontidi.

Calcarei da compatti a nodulari (Dogger-Malm)

Serie condensata di calcari più o meno colorati e nodulosi, talora silicizzati.

Calcarei pelagici a calpionelle (Titonico-Neocomiano)

Si tratta di calcari bianchi o rosati a Nannoconi con Calpionelle e rare Ammoniti, sottilmente stratificati, con noduli di selce, passanti verso il basso a calcari pseudonodulari. Questa facies è indicata con il nome di “*Lattimusa*”

Formazione Hybla (Barremiano-Albiano)

Marne e calcari marnosi con livelli sapropelitici.

Calcilutiti marnose tipo “Scaglia” (Cretaceo sup.-Oligocene)

Si tratta di calcilutiti marnose in facies di “Scaglia” di colore biancastro e rosaceo, stratificate in strati di spessore centimetrico e decimetrico, con noduli e liste di selce nera e con intercalzioni di livelli addizionati di brecce calcaree o calcarenitiche. Verso l'alto sono presenti livelli di calcari marnosi e marne grigiastre.



Argille ed argilliti siltose brune con intercalazioni quarzarenitiche – Flysch Numidico
(*Oligocene sup. – Miocene inf.*)

Tali depositi sono costituiti da prevalenti argille ed argilliti siltose di colore bruno con frequenti intercalazioni di banchi e livelli quarzarenitici e quarzosiltitici, e con inglobati livelli e lenti di brecce calcarenitiche gradate.

Quarzareniti e calcareniti glauconitiche (*Burdigaliano-Langhiano basale*)

Si tratta di quarzareniti classate in grossi banchi metrici con rare intercalazioni sottili di argille ed argilliti color tabacco e grigio verdastre e rare intercalazioni di brecciole e calcareniti gradate talora glauconitiche (Costiera Siggiaie). L'unità presenta inoltre calcareniti e calciruditi compatte, con diffusa presenza di glauconite, di colore dal grigio-verde al verde intenso, in strati di spessore da decimetrico a metrico. Tali terreni presentano faune di mare basso ad echinidi, Gasteropodi, Lamellibranchi ed intercalati livelli di marne ed argille marnose di colore verdastro, a glauconite (Calcareniti di Corleone), affioranti in corrispondenza di Baglio Fittasi Soprano, Montagnola della Borranìa, Timp.ne delle Guarine, B. Ranchibile.

Argille e argille sabbiose (*Langhiano sup.-Tortoniano inf.*)

Tali depositi di colore grigio-verdastro, presentano granuli di glauconite ed una microfauna a Globigerinidi e Orbuline.

Formazione di Cozzo Terravecchia (*Tortoniano sup.– Messicano inf.*)

I terreni riferibili alla Fm.di Cozzo Terravecchia si rinvencono in affioramento nella porzione centrale dell'area in studio, in corrispondenza della Piana di Misiliscemi e delle borgate di Baglionovo e case Fazio, Timpone Nasco, c.da Granatello e Rattaloro.

La formazione è caratterizzata, in generale da due litofacies con caratteri litologici differenti: una litofacies pelitica ed una sabbioso-arenaceo-conglomeratica. Nell'area in esame affiorano in prevalenza i termini riferibili alla litofacies pelitica.

Tale litofacies è costituita di argille grigio-verdastre e grigie, argille sabbiose bruno-azzurrastre, spesso con cristalli di gesso e con sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione, argille verdi, dure a frattura concoide, argille marnose e marne, talora biancastre, con spalmature limonitiche, noduli di ferro manganesiferi e cristalli isolati di



gesso. Le argille si presentano giuntate e tettonizzate e i giunti di stratificazione sono talora marcati da sottili livelli sabbiosi.

La litofacies sabbioso-arenaceo-conglomeratica della Fm. Terravecchia è invece costituita, in tutta la sua sequenza, da un intervallo conglomeratico passante verso l'alto ad arenarie, sabbie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille marnose e siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile.

I conglomerati rappresentano la parte inferiore della Formazione di Cozzo Terravecchia e costituiscono la copertura dei terreni orogenici settentrionali della Sicilia. Si tratta di conglomerati poligenici con clasti arrotondati di natura arenacea di provenienza flyschioide, carbonatica e metamorfica per lo più di alto grado. Dal punto di vista granulometrico i clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri fino, talora, a diversi metri. I clasti sono generalmente embriciati, ben arrotondati, spesso disposti in grandi canali.

Localmente, la stratificazione è incrociata su larga scala; la matrice sabbiosa del conglomerato, generalmente abbondante, in qualche caso può aumentare, tanto da dar luogo a lenti di arenaria grossolana, con laminazione ben distinta, parallela o incrociata.

Verso la sommità le intercalazioni di sabbia aumentano ed i ciottoli sono sempre più piccoli e meno embriciati, fino a passare ad una zona costituita da arenarie con sporadiche intercalazioni argillose. La porzione sabbioso-arenacea è costituita da una potente serie di arenarie e sabbie debolmente cementate, a granulometria variabile. I clasti si presentano a spigoli arrotondati passando da sabbie grossolane a sabbie fini siltose, con intercalate lenti conglomeratiche. Le sabbie sono costituite in prevalenza di quarzo e sono talora ben cementate. Il cemento è generalmente di natura argillosa e le sabbie passano a vere e proprie molasse. Quando le arenarie sono cementate da silice diventano durissime e passano a vere e proprie quarziti. Tali sabbie presentano in genere laminazioni incrociate piane ed a spina di pesce; l'inclinazione delle lamine è spesso variabile.

Formazione Baucina (Messiniano inf.)

La formazione è costituita da calcari massicci a *Porites*, calcisiltiti e calcari in grossi banchi, con intercalazioni marnose contenenti molluschi e frammenti di coralli (Timpone Nasco, Timpone della Campana).



Serie gessoso solfifera (Messiniano sup.)

Della serie nell'area in studio, a nord di Case Parrinello, affiorano i gessi selenitici in grossi banchi.

Trubi (*Pliocene inf.*)

Si rinvencono in lembi di modesta estensione nelle aree più meridionali del territorio in studio, a sud di Timpone Nasco, in c.da Capofeto e nei pressi di Baglio Pellegrino.

Si tratta di marne calcaree a foraminiferi del Pliocene inf. di colore bianco-crema, farinose, passanti talora a calcari marnosi o a marne argillose con tenori di carbonati dal 30% all'80%.

La stratificazione è segnata dall'alternanza di livelli a maggiore tenore in carbonati con strati meno calcarei; è presente una diffusa fessurazione, in prismi variamente inclinati rispetto alla stratificazione e frequentemente subnormali ad essa.

Il tipo normale dei Trubi è una roccia terrosa bianco-crema, abbastanza friabile, con orbuline visibili. Più rari sono gli strati compatti bianco-crema di calcare grossolano quasi puro, sempre con foraminiferi visibili.

Fm Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (*Pliocene medio – sup.*)

I Trubi passano gradualmente, verso l'alto, a sedimenti di natura prevalentemente torbidity riferibili alla Fm. Marnoso Arenacea della Valle del Belice.

Nel territorio in studio, tali terreni si rinvencono in affioramento in una stretta fascia nella zona meridionale del bacino in c.da Chiana di Capo.

La Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice è costituita da una potente successione di terreni argillosi, argilloso-marnosi ed arenacei databili al Pliocene medio-superiore. La successione inizia in basso con depositi torbidity costituiti in prevalenza di alternanze polittiche e quarzarenitiche. Seguono verso l'alto fitte alternanze di arenarie e di argille grigiastre con inglobate grosse lenti sabbiose poco cementate.

La formazione è quasi del tutto priva di fossili ad eccezione di alcune faune bentoniche rimaneggiate. Verso l'alto seguono poi livelli conglomeratici e livelli tabulari di calcareniti e calcari organogeni. Questi ultimi litotipi presentano una ricca fauna di mare basso che comprende alghe, briozoi, echinodermi, molluschi e foraminiferi.



Calcareniti di Marsala (*Emiliano sup.-Siciliano*)

La formazione delle Calcareniti di Marsala interessa il territorio studiato solo per piccoli affioramenti in c.da Madonna della Cava e Parrinello ed a NE di c.da San Filippo e Giacomo.

Si tratta di calcareniti di colore da giallo chiaro ad ocraceo, variamente cementate, con intercalate lenti sabbiose o conglomeratiche. Lo spessore complessivo non supera i 50 m. I clasti che compongono le calcareniti sono prevalentemente di natura carbonatica, e talora quarzosa, monometrici e ben classati. La formazione, nella porzione superiore, si presenta fortemente cementata mentre nella porzione basale si presenta meno compatta. All'interno della formazione è riscontrabile una forte variabilità sia granulometrica sia litologica. La giacitura è di tipo monoclinale e presenta una debole pendenza in direzione della linea di costa. La stratificazione è piuttosto evidente e si osservano talora livelli con stratificazione incrociata. Frequenti sono inoltre le intercalazioni di livelli sabbioso-limosi grigio giallastri. Alla base, la formazione presenta caratteri tipici di un conglomerato di trasgressione.

Depositi calcarenitici di quota compresa tra 130 e 160 m s.l.m. – Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (*Pleistocene medio*)

Nelle aree ancora più interne della piana, grosso modo tra le quote di 130 e 160 m s.l.m. affiorano delle calcareniti di colore giallastro e rossiccio, prive di fossili, di spessore in genere molto ridotto, passanti verso l'alto a litotipi conglomeratici, e poggianti su un livello di paleosuolo. Si tratta di una superficie di erosione e spianamento creata dal mare nel Pleistocene medio che ha depositato questa sottile tavola calcarenitica tipica di mare basso, nota in letteratura come Grande Terrazzo Superiore – G.T.S.

In genere lo spessore di tale tavola calcarenitica è molto ridotto, spesso inferiore al metro, ed i depositi sono caratterizzati da una granulometria omogenea, da forte cementazione e dalla assenza di fossili. La giacitura è suborizzontale e le calcareniti poggiano in trasgressione su un livello di terra rossa. Nella zona di Marsala, il Grande Terrazzo Superiore si individua, in un lembo di una certa estensione, intorno ai 140 m s.l.m., tra c.da Rattarolo e c.da Paolini.



Depositi calcarenitici dei terrazzi marini costieri (Tirreniano)

Tutta la fascia costiera del bacino e dell'area territoriale è caratterizzata dalla presenza di depositi di natura prevalentemente calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, riferibili ai terrazzi di abrasione marina di epoca tirraniana.

Si tratta di calcareniti detritico-organogene con grado di cementazione variabile, di colore giallo chiaro o biancastro, fossilifere, terrazzate in vari ordini a partire dalle quote prossime al livello del mare fino a quote di circa 100 m s.lm.

La stratificazione è in grossi banchi, talora incrociata e la giacitura è suborizzontale, con leggera pendenza verso la linea di costa.

Le calcareniti, dal punto di vista litologico, sono costituite in prevalenza da frammenti organogeni di natura calcarea e da una matrice anch'essa carbonatica. Presentano un grado di compatezza e cementazione alquanto variabile sia lateralmente che in senso verticale, e si riscontrano rare intercalazioni sabbiose argillose. Alla base è presente, quasi sempre, un livello conglomeratico.

I depositi dei terrazzi costieri costituiscono il substrato sul quale si sviluppano le aree urbanizzate presenti all'interno dell'area territoriale compresa tra il bacino del F. Birgi ed il bacino del F. Lenzi Baiata.

Terreni di copertura di natura alluvionale, palustre e detrito di falda (Olocene)

Si tratta di sedimenti di natura litorale e alluvionale e di depositi palustri presenti lungo alcune zone costiere e lungo i principali corsi d'acqua, nonché di terreni di riporto presenti in corrispondenza delle aree urbanizzate.

I depositi litorali e alluvionali sono costituiti di terreni sciolti quali ghiaie, sabbie fini e grossolane e sabbie limose, mentre i depositi palustri sono rappresentati da terre nere ed argille grigiastre più o meno sabbiose.

I depositi alluvionali si rinvencono essenzialmente lungo il corso del Fiume Birgi, più estesamente in c.da Parecchiata Giacatello, e del Torrente Verderame mentre i depositi litorali costituiscono i litorali sabbiosi presenti localmente nell'area in esame. I depositi palustri si rinvencono invece in corrispondenza delle saline di Trapani e Paceco.



Infine il detrito di falda sono costituiti da materiale di varia natura e dimensioni che a volte presentano un debole grado di cementazione. Si riscontrano soprattutto in corrispondenza di Montagna Grande.

La versione su supporto informatico del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Birgi e dell'Area Territoriale compresa tra il bacino del Fiume Birgi ed il bacino del fiume Lenzi Baiata, presenterà la carta litologica in scala 1:50.000, tratta dallo "Schema di Piano dei Materiali di Cava e Schema di Piano dei Materiali Lapidari di Pregio" – Regione Siciliana – Ente Minerario Siciliano.

Di seguito, in breve sintesi, vengono descritti i termini litologici rappresentati in tale schema litologico:

DEPOSITI INCOERENTI

- **Alluvioni sabbioso-limoso-argillose recenti ed attuali, depositi lacustri limoso-sabbiosi talora con livelli torbosi (Olocene).** Depositi generalmente coesivi, poco assestati, stabili per posizione, potenzialmente inondabili.
- **Dune costiere (Olocene).** Sabbie quarzose e/o calcaree fini in cordoni allungati. Depositi incoerenti, granulometricamente poco assortiti, poco compressibili.
- **Detrito di falda (Olocene).** Depositi con andamento crescente con la profondità e generalmente poco compressibili. Terreni quasi sempre stabili per posizione.

CALCARENITI VARIAMENTE CEMENTATE

- **Arenarie a cemento calcareo e arenarie molassiche (Miocene sup.).** Si tratta di arenarie molassiche relativamente poco cementate, talora con livelli conglomeratici, associate a sabbie e argille sabbiose. Tali depositi hanno consistenza variabile in funzione della presenza di cemento carbonatico, hanno una stabilità discreta, condizionata dai sottostanti terreni, spesso argillosi.
- **Calcareniti ben cementate, spesso vacuolari, talora con intercalazioni di livelli calciruditici (Pleistocene-Pliocene sup.).** Rocce carbonatiche o carbonatico-quarzose con stratificazione, talora incrociata, messa in evidenza da variazioni granulometriche e di cementazione. Utilizzate come materiale da costruzione nelle facies più tenere e meglio lavorabili.



- **Calcareniti glauconitiche ben cementate a grana grossolana (Miocene).** Si tratta di calcareniti fossilifere con stratificazione da distinta a massiva. A volte si ritrovano intercalati sottili livelli di marne. Terreno lapideo variamente cementato, compatto, stabile se poco fessurato.

ARGILLE

- **Argille marnose, argille sabbiose grigie, verdastri e bluastre (Miocene).** Presentano talora subordinati livelli di sabbie più o meno cementate. Spessori notevoli superiori alle centinaia di metri. Deposito fortemente preconsolidato con buone proprietà meccaniche.

COMPLESSI ETEROGENEI PREVALENTEMENTE ARGILLOSI

- **Brecce argillose ad elementi spigoloso arrotondati di argille, marne e subordinatamente di arenarie e calcari (Miocene-Pliocene).** Terreni preconsolidati, a struttura microfessurata, talora scagliosa; tendenzialmente rigonfianti. Elevata erodibilità con frequenti ed estesi movimenti franosi, anche su versanti debolmenti acclivi.

CALCARI, CALCARI DOLOMITICI E DOLOMIE

- **Calcari, calcari dolomitici, calcilutiti, calcareniti silicizzate con intercalazioni marnose e selciose (Trias-Miocene).** Rocce carbonatiche a grana variabile in strati di potenza da centimetrica a decimetrica con intercalazioni marnose, talora con livelli calcarenitici. Sono rocce prevalentemente lapidee, con buone caratteristiche meccaniche, interessate da fratture più o meno accentuate e da modesti processi di dissoluzione, nonché poco erodibili e dotate di buona stabilità, con crolli localizzati nelle aree più intensamente fratturate.

MARNE CALCAREE E CALCARI MARNOSI TENERI

- **Marne, marne calcaree tenere bianche o grigiastre (Pliocene inf.).** Marne e marne calcaree bianche passanti a calcari marnosi bianco crema, con stratificazione in livelli decimetrici spesso mascherata da una diffusa fessurazione in prismi. Terreni da coesivi a lapidei con buone caratteristiche meccaniche.

DEPOSITI GROSSOLANI A CEMENTAZIONE VARIABILE

- **Conglomerati con livelli sabbiosi ad interstrati marnoso sabbiosi (Miocene)**

Si tratta di terreni lapidei, generalmente stabili, interessato da fenomeni di dissesto solo se intensamente fratturato.



1.7 Geomorfologia

L'analisi geomorfologica basata sull'acclività dei versanti e sulla morfologia del rilievo in funzione della litologia e del reticolato idrografico permette di effettuare una prima valutazione delle condizioni evolutive del territorio in esame, fornendo un quadro generale dei fenomeni di erosione e di dissesto idrogeologico.

1.7.1 Assetto geomorfologico dei versanti

L'assetto geomorfologico di un territorio dipende da tre gruppi di fattori:

- Fattori strutturali, riferibili alla litologia ed all'assetto tettonico degli affioramenti esposti ai processi erosivi;
- Copertura vegetale;
- Orientamento e pendenza dei versanti.

L'area in studio è caratterizzata da terreni di litologia diversa, interessati da una evoluzione tettonica diversificata che ha determinato l'estrema variabilità delle morfosculture presenti nel paesaggio. La morfologia dell'area, infatti, varia fra zone a carattere basso-medio collinare, localizzate nelle aree più interne, in corrispondenza degli affioramenti di natura argilloso-marnosa, e una morfologia di tipo tabulare in presenza dei depositi calcarenitici terrazzati che, per la loro consistenza lapidea, offrono una buona resistenza all'erosione.

Le zone topograficamente più basse, prossime al mare, assumono una conformazione uniforme dovuta al livellamento operato dall'azione erosiva del mare che ha formato, in epoche passate, morfologie subpianeggianti e terrazzate; si ha di conseguenza una scarsa, o pressoché nulla, degradabilità dei versanti ad opera della gravità ed una intensa utilizzazione del suolo per usi agricoli.

L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è determinante a causa della differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti.

Il paesaggio che ne risulta è caratterizzato da ampie zone pianeggianti, corrispondenti ai tavolati calcarenitici, con locali blandi rilievi collinari a forme molto addolcite.



Da quanto esposto emerge chiaramente come i caratteri morfologici sono strettamente connessi con le caratteristiche dei terreni affioranti e con le strutture tettoniche e per tale motivo non si hanno, nell'area in esame, particolari strutture morfologiche, se si esclude il massiccio carbonatico di Montagna Grande, nè tantomeno fenomeni geomorfologici particolarmente diffusi, i quali sono rappresentati al più da locali fenomeni di crollo e ribaltamento e da alcuni fenomeni quali soliflusso o erosione accelerata, presenti in corrispondenza di alcune porzioni di versante di natura argillosa e marnosa maggiormente acclivi.

In tale contesto gli elementi geomorfologici che maggiormente caratterizzano il territorio, oltre alla già citata struttura di Montagna Grande, sono dati dalla presenza di una gradinata di terrazzi marini dislocati a varie quote comprese tra 0 e 150 m s.l.m., e dalle modeste alture, tipiche dell'area trapanese e marsalese, denominate "Timponi"; in generale si tratta di modesti rilievi di natura calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, che si ergono di alcuni metri rispetto alle superfici terrazzate circostanti. Tra i più rilevanti si ricordano le strutture di Timpone della Campana, Timpone Mazzamarelli, Timpone Spartivento, Timpone Pelato, Timpone Cancellieri, Costiera delle Saggiare.

1.7.2 Dinamica dei versanti

In generale, sotto il profilo della dinamica geomorfologica, il modellamento che maggiormente influenza e caratterizza un territorio è quello di tipo fluvio-denudazionale, intendendo quello dovuto all'azione delle acque meteoriche in tutti gli aspetti conseguenti allo scorrimento delle acque selvagge e delle acque incanalate.

Questo tipo di modellamento si esplica nelle aree con reticolo idrografico tipicamente organizzato, comprendendo quindi il canale collettore e tutti i vari ordini di affluenti.

Di norma il modellamento fluvio-denudazionale si differenzia a seconda dei litotipi su cui agisce in funzione del diverso grado di alterabilità fisica e chimica delle rocce e del loro diverso grado di erodibilità.

Sulle rocce coerenti le valli presentano profili trasversali a V più o meno aperte, separate talvolta da creste ben definite. In relazione all'assetto giaciturale delle rocce,



elementi caratteristici del paesaggio sono le rotture di pendenza con acclività sia a monte che a valle.

Sulle rocce di natura argillosa, argilloso-arenacea, argilloso-sabbiosa, le valli sono più aperte con sezioni trasversali a conca o a V ampie con versanti declivi; laddove prevalgono i termini conglomeratici e arenacei, gli spartiacque tra le valli secondarie possono essere morfologicamente ben definiti costituendo delle vere e proprie creste, mentre dove prevalgono termini prevalentemente pelitici il rilievo è più dolce con forme arrotondate.

L'area oggetto del presente studio, per le sue caratteristiche morfologiche e litologico-strutturali, risulta influenzata in maniera piuttosto blanda dal modellamento delle acque superficiali, sia a causa delle litologie, piuttosto resistenti all'azione erosiva delle acque e ancor più in relazione alle pendenze modeste che non consentono alle acque di acquistare l'energia necessaria per erodere e trasportare i materiali affioranti.

Anche le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti favoriscono l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche rispetto al ruscellamento superficiale, come testimoniato dallo scarso sviluppo della rete idrografica superficiale.

Le acque superficiali, pertanto, esercitano una azione limitata sui versanti e infatti sono poco frequenti i fenomeni di erosione e di dissesto anche in corrispondenza dei versanti a prevalente componente argillosa e con pendenze più elevate, presenti nelle aree più interne del territorio in esame.

Anche l'azione della gravità non influisce in maniera particolare sul territorio a causa delle morfologie pianeggianti o poco acclivi ed i soli fenomeni che si osservano sono legati a crolli di porzioni rocciose in corrispondenza di fronti subverticali di notevole altezza, o a fenomeni di erosione e di soliflusso delle porzioni argillose alterate più superficiali.

Ai modellamenti naturali bisogna invece aggiungere il modellamento antropico dal quale non è possibile prescindere in quanto i suoi effetti morfogenetici, sia in senso negativo che positivo, sono spesso considerevoli.

Le zone dei centri abitati sono spesso in continuo ampliamento e gli insediamenti hanno determinato sensibili mutamenti dell'originario equilibrio ambientale, inteso come alterazione superficiale della morfologia del territorio o dell'idrografia superficiale.



Complessivamente può osservarsi che i caratteri morfologici dell'area sono caratterizzati da ampie zone a morfologia quasi tabulare all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari, anche in relazione alla natura litologica dei terreni affioranti ed alle loro caratteristiche fisiche e da zone più interne a morfologia collinare, con la sola zona di Montagna Grande che può definirsi un'area con caratteristiche del paesaggio di tipo montuoso.

1.8 Cenni di idrogeologia

Le caratteristiche idrogeologiche fondamentali dell'area sono da ricondurre alla natura degli acquiferi e a quella del substrato impermeabile che li delimitano verso il basso.

L'acquifero principale è costituito dal complesso calcarenitico-sabbioso che caratterizza la pianura costiera da Trapani fino a Marsala. La litologia del substrato risulta determinata da quegli stessi termini prevalentemente argillosi e argilloso-marnosi che affiorano nella parte più interna dell'area, nel settore orientale. Esiste pertanto un contrasto netto tra i terreni entro cui le acque scorrono, costituiti da materiali sabbioso-calcarenitici a granulometria variabile e a permeabilità medio-elevata, ed i terreni che determinano il letto delle falde. Nei primi la permeabilità è prevalentemente per porosità e in minor misura per fessurazione; le acque scorrono quindi con una certa velocità entro meati più o meno grandi come in una complessa rete di vasi comunicanti. Nei secondi la permeabilità è da molto bassa a nulla ed essi rappresentano il letto di scorrimento delle acque. La morfologia di tale substrato, modellata quando questi terreni sono stati erosi e coperti in trasgressione dai sedimenti marini terrazzati, caratterizza le vie preferenziali di scorrimento delle acque.

L'acquifero calcarenitico, che raggiunge a luoghi anche notevoli spessori, rappresenta un serbatoio di notevole importanza essendo sede di una falda poco profonda e pressoché continua arealmente il cui sbocco essenziale è il mare. I sottili livelli argilloso-limosi, talora intercalati al complesso calcarenitico, non sono in grado infatti di modificare le caratteristiche generali di permeabilità dei depositi calcarenitici nel loro complesso.

Il pelo libero della falda, sebbene negli ultimi decenni si sia notevolmente abbassato a seguito del sovrasfruttamento, in genere è posto a profondità modeste in vicinanza della costa e si approfondisce via via che si procede verso le aree più interne.



Un acquifero di un certo rilievo si localizza poi in corrispondenza degli affioramenti calcarei del massiccio di Montagna Grande appartenenti alle Unità Trapanesi, dove i terreni del complesso plastico, formato dai lembi di marne argillose fortemente consolidate e dalle più estese coltri di argille oligo-mioceniche, vengono a contatto con i terreni prevalentemente calcarei della serie rigida mesozoica.

Per quanto riguarda l'acquifero alluvionale del Fiume Marcanzotta, vanno distinte le alluvioni terrazzate della parte alta del bacino dalle alluvioni dell'alveo recente del Fiume. Risulta di scarso interesse idrogeologico la coltre alluvionale dell'alto bacino del F. Marcanzotta, drenata dai suoi affluenti di destra, a causa della esigua potenza della formazione (meno di 10m) e dell'abbondanza dei terreni limo-argillosi frammisti alle alluvioni. Per quanto concerne invece il sistema alluvionale dell'alveo del F. Marcanzotta, lo spessore ipotizzabile è in media di 30 m, resta però indeterminato lo spessore dell'acquifero saturo.

Prendendo in considerazione la natura geolitologica dei terreni affioranti, pur tenendo conto dell'estrema variabilità che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità litologica, si è cercato di definire tale parametro per le formazioni affioranti nel bacino. A tal fine si sono identificati i complessi idrogeologici, ognuno costituito da depositi anche di età ed origine differenti, ma con analoghe caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità.

Di seguito vengono distinti e raggruppati i litotipi affioranti nel bacino in base al tipo e al grado di permeabilità che possiedono:

Rocce permeabili per porosità. Tale tipo di permeabilità caratterizza i depositi clastici incoerenti quali i depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati presenti nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua principali, ed i terreni del complesso calcarenitico-sabbioso.

Rocce a permeabilità medio-alta per fessurazione. Tale permeabilità interessa tutti gli affioramenti carbonatici della serie mesozoica, dando luogo a falde acquifere significative, tendendo però a ridursi laddove è minore il disturbo tettonico.

Rocce a permeabilità limitata per fessurazione. Tale tipo di permeabilità è dovuta ad intensa fessurazione in rocce composte di livelli più o meno permeabili alternati a livelli impermeabili variamente distribuiti in senso verticale ed orizzontale.



Presentano questo tipo di permeabilità i depositi calcareo-marnosi pliocenici (Trubi) presenti in lembi di modesta estensione all'interno dell'area in studio.

Rocce impermeabili. Vengono considerate impermeabili tutti i terreni che presentano una frazione argillosa prevalente. Tale tipologia è attribuibile alla litofacies prevalentemente argillosa della Fm di Cozzo Terravecchia ed ai terreni plastici delle "Unità Trapanesi".

Al fine di individuare i caratteri della circolazione idrica sotterranea, si riporta di seguito una distinzione dei vari litotipi in base al grado di permeabilità. In particolare, si sono distinti quattro gradi di permeabilità, di seguito descritti:

Terreni molto permeabili.

A questa categoria sono ascrivibili le litologie caratterizzate da permeabilità per fessurazione e carsismo; in questo caso la permeabilità primaria per porosità è di esigua importanza, trattandosi di rocce litoidi compatte ed è comunque legata all'eventuale presenza di livelli calcarenitici e calciruditici presenti all'interno delle formazioni calcaree.

Nei terreni molto permeabili la circolazione idrica avviene principalmente attraverso le fratture e i vuoti creati dai processi di dissoluzione; le formazioni dotate di questo grado di permeabilità rivestono notevole importanza in quanto sedi di consistenti falde idriche.

In questa categoria sono ascrivibili tutte le facies con componente calcareo-litoide prevalente della serie mesozoica e i calcari a *Porites* della Fm. Baucina.

Terreni mediamente permeabili. Sono litologie essenzialmente caratterizzate da permeabilità primaria medio-alta e da una modesta permeabilità per fessurazione; quest'ultima tipologia di permeabilità si presenta quando il terreno ha consistenza litoide ed è stato sottoposto a stress tettonici.

Nei terreni mediamente permeabili, la circolazione idrica è affidata essenzialmente alla porosità degli strati e, in misura minore, all'eventuale rete di fessurazione. I terreni sopraccitati costituiscono acquiferi di potenzialità notevoli, quali quello calcarenitico-sabbioso.

Terreni poco permeabili. Trattasi di terreni caratterizzati da permeabilità per fessurazione e/o per porosità molto bassa; essi sono rappresentati dalle formazioni eterogenee



costituite da alternanze più o meno irregolari di livelli più permeabili e livelli poco permeabili o impermeabili (Fm Marnoso-Arenacea della Valle del Belice).

In questa categoria la circolazione idrica si esplica essenzialmente in corrispondenza dei livelli permeabili, sebbene attraverso la rete di fessurazione possa instaurarsi una comunicazione fra i vari livelli acquiferi sovrapposti; tali falde acquifere sono caratterizzate da potenzialità e soggiacenze molto variabili, essenzialmente legate alle condizioni litologico-stratigrafiche e granulometriche della sequenza stratigrafica.

Nei terreni poco permeabili si possono includere anche i calcari marnosi e le marne plioceniche (Trubi).

Terreni impermeabili. Essi sono rappresentati dalle litologie nelle quali si verifica una circolazione idrica in pratica trascurabile e che, per tali caratteristiche, fungono da substrato alle falde acquifere.

In questa categoria si identificano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente; in particolare, nell'area in esame, esse sono rappresentate dalle argille della Fm. Di Cozzo Terravecchia e dai terreni plastici delle "Unità Trapanesi".

Da quanto sopra esposto si evince che, nel bacino in studio, la circolazione idrica sotterranea risulta piuttosto diffusa, laddove l'assetto geologico-stratigrafico è caratterizzato da una prevalenza di terreni calcarenitici superficiali con spessori anche considerevoli poggianti su un substrato prevalentemente argilloso praticamente impermeabile, che consente l'accumulo di falde di una certa consistenza e in corrispondenza dei più permeabili affioramenti carbonatici del massiccio di Montagna Grande.

All'interno del bacino non si sono censite manifestazioni sorgentizie di particolare interesse.



Capitolo 2

ANALISI E VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

2.1 Metodologia operativa

Nello studio eseguito nel bacino del Fiume Birgi e nell'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Birgi e il bacino del fiume Lenzi Baiata, l'individuazione delle aree a rischio geomorfologico si è articolata in diverse fasi.

Durante la prima fase sono state acquisite le informazioni su eventuali dissesti già segnalati nell'area in studio attraverso la consultazione di diverse fonti bibliografiche.

Inizialmente l'attenzione è stata rivolta particolarmente ai centri abitati, alle principali vie di comunicazione e alle infrastrutture principali ricadenti nell'area oggetto di studio; successivamente lo studio è stato esteso a tutti i territori comunali compresi nell'area.

Dopo la fase di acquisizione dei dati, sono state effettuate le verifiche sui luoghi nei centri abitati e nei territori dei comuni ricadenti all'interno nell'area in esame, al fine di



verificare lo stato dei dissesti in essi presenti e lo stato dell'arte per quanto concerne gli eventuali interventi già effettuati per mitigarli.

La fase successiva del lavoro è consistita nella caratterizzazione dei dissesti censiti attraverso delle schede monografiche che forniscono, per ciascun dissesto, informazioni quali l'estensione, la tipologia, lo stato di attività, la litologia dei terreni interessati e le infrastrutture coinvolte.

Dei dissesti censiti, inoltre, è stata effettuata una rappresentazione in scala 1:10.000 utilizzando la base cartografica prodotta, in formato vettoriale, dal Dipartimento Regionale Urbanistica dell'A.R.T.A..

Infine, si è proceduto alla definizione dei livelli di pericolosità e di rischio eventualmente esistenti nelle zone interessate da fenomeni di dissesto.

Sono state inoltre compilate schede riepilogative dei dissesti, nelle quali si riportano le caratteristiche principali di ogni dissesto, compresi la pericolosità geomorfologica dell'area, gli elementi a rischio coinvolti ed il grado di rischio.

2.2 Stato delle conoscenze

Per la redazione della carta dei dissesti dell'area in studio, sono stati consultati i dati già riportati da numerose fonti; in particolare, sono state analizzate le informazioni ricavate da pubblicazioni scientifiche, studi geologici e geomorfologici e quelle fornite dalle varie amministrazioni comunali e da enti pubblici. Le principali fonti consultate sono di seguito elencate:

- Studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici (PRG, PP, PDF) della gran parte dei comuni ricadenti all'interno del bacino;
- Schede del censimento "Studio Centri Abitati Instabili" (S.C.A.I.).
- Schede sui fenomeni franosi compilate dalla Protezione Civile - Piani di Emergenza (O.P.C.).
- Segnalazioni pervenute da parte delle amministrazioni comunali, riguardanti soprattutto i centri abitati ricadenti all'interno dell'area in studio; segnalazioni degli uffici tecnici



- comunali, in adempimento alla Circolare A.R.T.A. 01/03; segnalazioni pervenute agli uffici regionali e provinciali della Protezione Civile;
- Fonti bibliografiche: con questo termine si intendono tutte le pubblicazioni di AA.VV. riguardanti l'area in studio o porzioni della stessa, a cura di vari enti (Cartografia realizzata con il "Progetto CARG"; Carta litologica scala 1:100.000 dallo "Schema dei Materiali lapidei di Pregio" GEO-CEPA; schede del censimento "Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia" - I.F.F.I.; schede del censimento "Sicilia Hydro", "Atlante dei centri abitati instabili della Regione Sicilia – Vol. I - Provincia di Trapani") oltre a numerosi studi e lavori a carattere scientifico pubblicati negli ultimi decenni.
 - Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico approvato con D.A. 04/07/2000 (P.S. 2000).
 - Aggiornamento del Piano Straordinario 2000 approvato con D.A. 22/07/2002 n° 543/S9.
 - Foto aeree realizzate su commissione della Regione Sicilia nel 1987 e nel 1997; Ortofoto realizzate in formato digitale, in scala 1:10.000, su commissione della Regione Sicilia, relative ad un piano di volo attuato nel 1998 – IT 2000.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle fonti, da cui provengono i dati acquisiti ed utilizzati per la perimetrazione dei dissesti nei singoli comuni.

Tabella 2-1 - Tabella riassuntiva dei dati utilizzati per singolo Comune.

PROV.	COMUNI	PRG PP PDF	AVI	SCAI	GNDICI CNR	OPC	SEGN. COMUNI	STUDI PRECEDENTI	PS 2000	REV. PS 2000	FOTO AEREE, ORTOFOTO	SOPR.
TRAPANI	Buseto Palizzolo	X						X	X	X	X	X
	Calatafimi	X						X	X	X	X	
	Erice	X						X	X	X	X	X
	Marsala	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Mazara del Vallo	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Paceco						X	X	X		X	X
	Salemi	X					X	X	X	X	X	X



PROV.	COMUNI	PRG PP PDF	AVI	SCAI	GNDICI CNR	OPC	SEGN. COMUNI	STUDI PRECEDENTI	PS 2000	REV. PS 2000	FOTO AEREE, ORTOFOTO	SOPR.
	Trapani	X						X	X	X	X	X

2.3 Frane storiche

Dalle numerose fonti bibliografiche, consultate allo scopo di acquisire notizie sugli eventi franosi accaduti in epoche storiche nelle aree ricadenti all'interno dell'area territoriale considerata, non sono emersi dati rilevanti circa fenomeni di dissesto.

2.4 Stato del dissesto

All'interno del Bacino del Fiume Birgi e dell'area contigua sono stati censiti complessivamente n° 93 dissesti di cui:

- n° 89 nel Bacino del Fiume Birgi;
- n° 4 nell'area territoriale compresa tra il Bacino del Fiume Birgi e quello del Fiume Lenzi Baiata.

Di seguito i risultati dello studio condotto sono suddivisi in due sottoparagrafi riguardanti rispettivamente i dati relativi al Bacino del Fiume Birgi e quelli relativi all'Area Territoriale contigua; in entrambi i casi dati relativi allo stato di dissesto sono presentati in tabelle che sintetizzano il numero e l'estensione areale dei dissesti, distinti per tipologia e stato di attività. Le tabelle di sintesi sono corredate da grafici che rendono più immediata la comprensione dei dati in esse riportati. In un altro sottoparagrafo si presenta poi una descrizione dello stato di dissesto di ciascuno dei territori comunali che ricadono nell'area in studio.

La perimetrazione dei dissesti individuati è rappresentata su base cartografica della Carta Tecnica Regionale nella "Carta dei Dissesti" a scala 1:10.000, in essa sono riportate le frane distinte per tipologia e stato di attività, numerate e classificate singolarmente per comune di pertinenza in base alla metodologia di riferimento illustrata nella Relazione Generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.



Ogni dissesto è identificato da un codice alfanumerico caratterizzato da tre campi:

- il primo campo rappresenta un numero identificativo dell'Area Territoriale;
- il secondo campo comprende un numero e a seguire due lettere, rispettivamente identificativi della Provincia e del Comune nel cui territorio ricade il dissesto;
- il terzo campo è identificativo del singolo dissesto e riporta una numerazione progressiva nell'ambito di ogni territorio comunale.

<i>Esempio:</i>	051	–	9	MA	–	001
	<i>Rif. Bacino</i>		<i>Rif. Provincia</i>	<i>Codice Comune</i>		<i>N. Dissesto</i>

2.4.1 Analisi del Bacino del Fiume Birgi

La Tabella 2.2 riporta i dati relativi ai dissesti censiti all'interno del Bacino del Fiume Birgi; di essi, in particolare, si riferiscono il numero e la superficie per ciascuna tipologia e stato di attività.

In totale nell'area in studio sono stati censiti n° 89 fenomeni franosi che ricoprono complessivamente una superficie di circa 543,40 Ha.

Dalla tabella riepilogativa si evince che i dissesti presenti sono rappresentati in prevalenza da fenomeni conseguente ad erosione accelerata e da soliflussi. Si hanno inoltre alcuni versanti interessati da condizioni di franosità diffusa e qualche dissesto di tipo scorrimento o colamento lento.

Per quanto riguarda lo stato di attività dei fenomeni, si evidenzia che la quasi totalità dei dissesti censiti sono attivi, ad eccezione di alcuni fenomeni inattivi e di uno quiescente.


Tabella 2-2- Numero e superficie dei dissesti nel Bacino Fiume Birgi.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	3	1,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	1,21
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	2	1,08	0	0,00	0	0,00	2	1,08
Frana complessa	0	0,00	1	2,15	0	0,00	0	0,00	1	2,15
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	2	10,60	1	3,54	0	0,00	3	14,14
Area a franosità diffusa	14	207,15	0	0,00	0	0,00	0	0,00	14	207,15
Deformazioni superficiali lente(creep)	25	160,83	0	0,00	0	0,00	0	0,00	25	160,83
Calanchi	1	0,93	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,93
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	40	155,91	0	0,00	0	0,00	0	0,00	40	155,91
TOTALE	83	526,03	5	13,83	1	3,54	0	0,00	89	543,40

I dati della Tabella 2.2 sono rappresentati di seguito mediante istogrammi, per offrire al lettore un'interpretazione ancora più immediata. In particolare, in Figura 2.1 si riporta il numero dei dissesti censiti all'interno dell'area territoriale, distinti per tipologia ed attività mentre in Figura 2.2 la distribuzione della loro superficie.

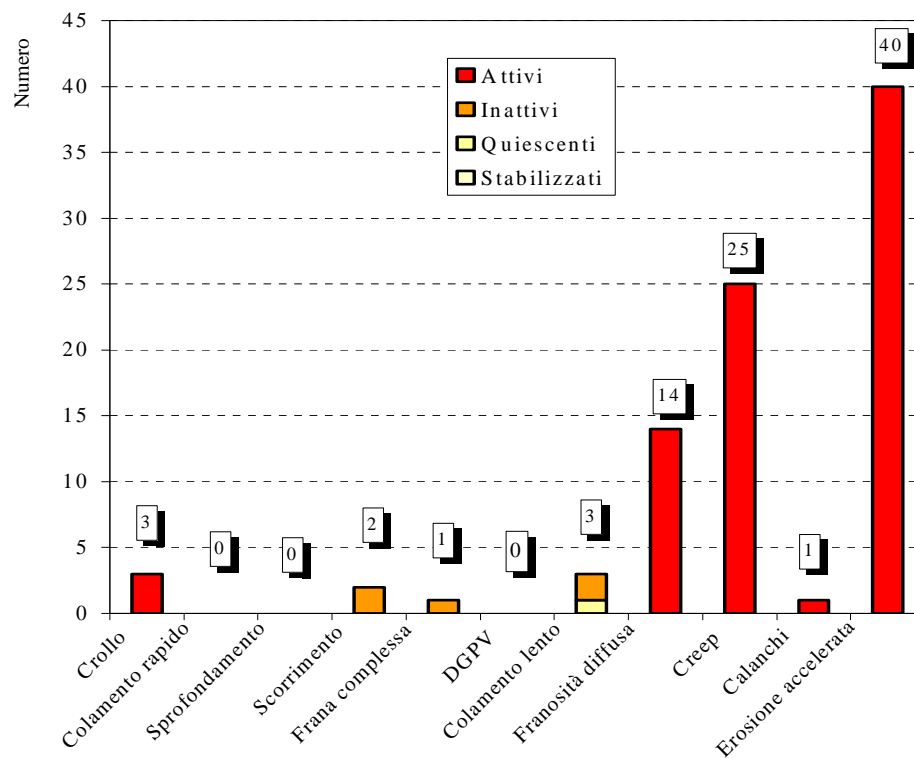


Figura 2-1- Numero di dissesti nel Bacino del Fiume Birgi distinti per tipologia ed attività.

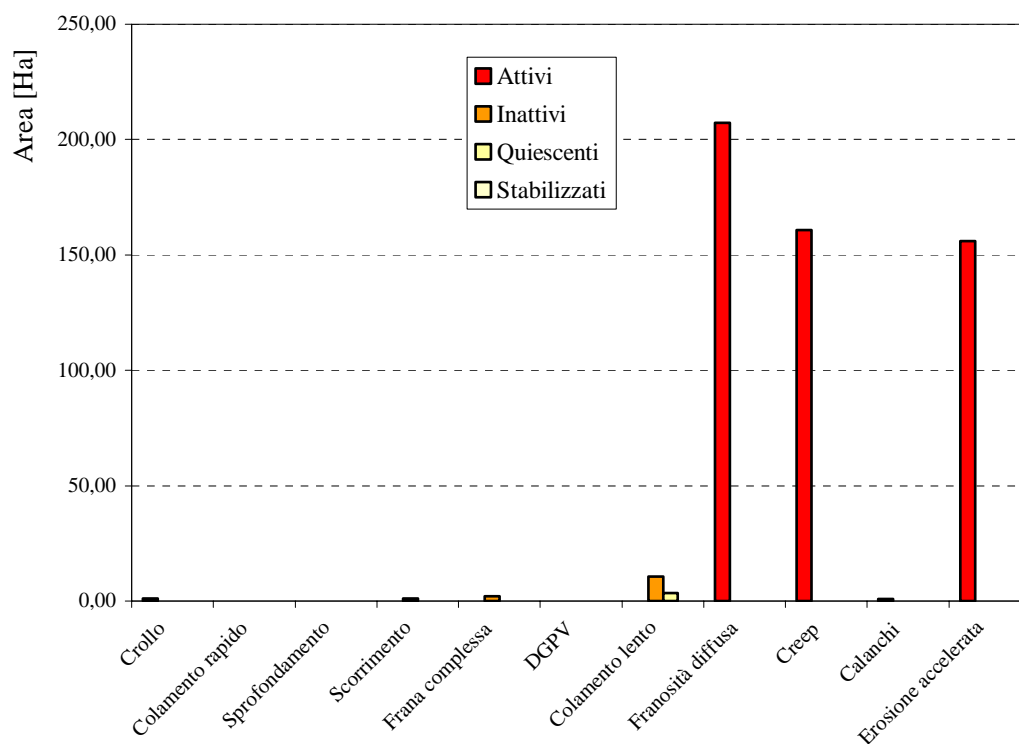


Figura 2-2– Distribuzione della superficie dei dissesti nel Bacino del Fiume Birgi distinta per tipologia ed attività.



È stato infine calcolato l'indice di franosità del bacino Id inteso come rapporto tra la superficie totale in frana nel bacino ($S_d=5,434 \text{ km}^2$) e la superficie totale del bacino ($S_b = 336 \text{ km}^2$):

$$I_d = \frac{S_d}{S_b} = \frac{5,434}{336} \times 100 = 1,62 \%$$

Dall'indice di franosità, pari allo 1,161%, si evince come il territorio interessato dal Bacino del F. Birgi e dall'Area Territoriale contigua sia complessivamente soggetto ad uno stato di dissesto alquanto limitato. Ciò è conseguenza del fatto che buona parte dell'area considerata abbraccia territori caratterizzati dalla morfologie subpianeggianti o collinari con pendenze limitate. Su tali aree pertanto le fenomenologie di dissesto, a causa anche delle litologie affioranti, che presentano discrete caratteristiche fisico-meccaniche, sono piuttosto ridotte. Pertanto si può affermare che l'indice di franosità è decisamente inferiore alla media dell'intero territorio siciliano.

2.4.2 Analisi dell'Area Territoriale compresa tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata

Nella Tabella 2.3 si riportano i dati dissesti censiti nell'Area Territoriale tra il Bacino del F. Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata. relativamente al numero e alla superficie per ciascuna tipologia e stato di attività. Nell'area in esame sono stati censiti in totale n° 4 dissesti i quali ricoprono complessivamente una superficie di circa 5,18 Ha.

Dalla Tabella si evince si tratta di un dissesto conseguente a fenomeni di erosione accelerata e di 3 fenomeni di scorrimento inattivi.


Tabella 2-3- Numero e superficie dei dissesti nell'area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	3	2,44	0	0,00	0	0,00	3	2,44
Frana complessa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Area a franosità diffusa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Deformazioni superficiali lente(creep)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Calanchi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	1	2,74	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,74
TOTALE	1	2,74	3	2,44	0	0,00	0	0,00	4	5,18

I dati riportati nella Tabella 2.3 sono rappresentati di seguito attraverso gli istogrammi di Figura 2.3 e Figura 2.4 dove si riportano rispettivamente il numero dei dissesti censiti all'interno dell'Area Territoriale, distinti per tipologia ed attività, e la distribuzione della loro superficie.

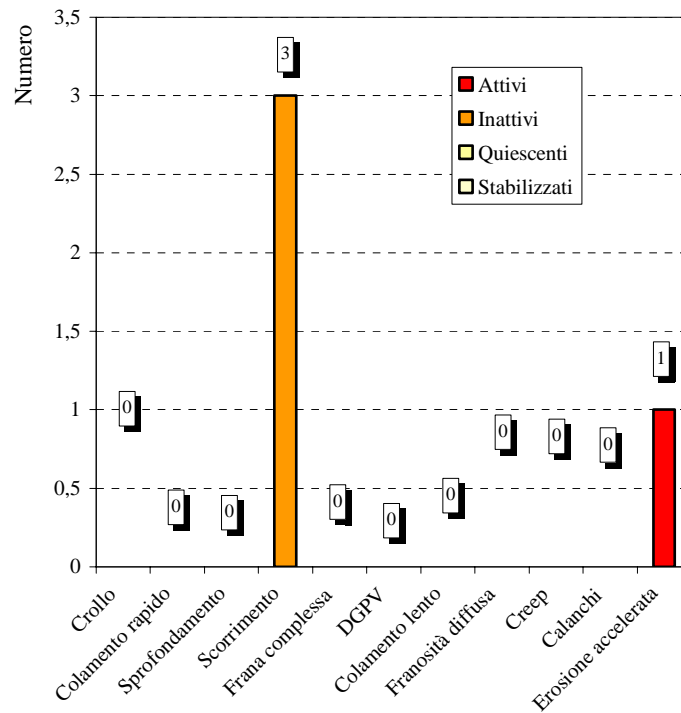


Figura 2-3- Numero di dissesti nell'Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata distinti per tipologia ed attività.

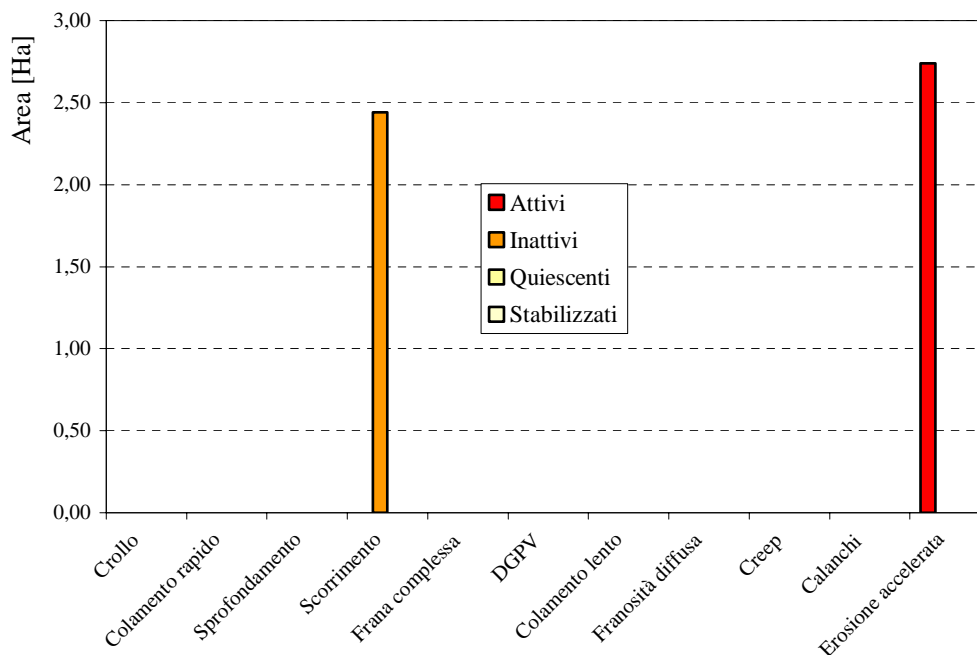


Figura 2-4– Distribuzione della superficie dei dissesti nell'Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata distinta per tipologia ed attività.

È stato infine calcolato l'indice di franosità del bacino I_d inteso come rapporto tra la superficie totale in frana nel bacino ($S_d=0,0518 \text{ km}^2$) e la superficie totale del bacino ($S_b = 88,4 \text{ km}^2$):

$$I_d = \frac{S_d}{S_b} = \frac{0,0518}{88,4} \times 100 = 0,00059 \%$$

Dall'indice di franosità, pari allo 0,00059%, si evince come il territorio interessato dal Bacino del F. Birgi e dall'Area Territoriale contigua sia complessivamente soggetto ad uno stato di dissesto alquanto limitato. Ciò è conseguenza del fatto che buona parte dell'area considerata abbraccia territori caratterizzati da morfologie subpianeggianti o debolmente collinari con basse pendenze e da affioramenti di litologie prevalentemente calcarenitiche. Su tali aree pertanto le fenomenologie di dissesto sono praticamente assenti. Pertanto si può affermare che l'indice di franosità è quasi nullo e quindi decisamente inferiore alla media dell'intero territorio siciliano.



2.4.3 Analisi dei territori distinti per comune

Nella Tabella 2.4 viene riportata una sintesi (numero totale dei dissesti e loro superficie) dei risultati sviluppati analiticamente per ogni singolo comune.

Tabella 2-4- Numero e superficie dei dissesti, censiti nel Bacino e nell'Area Territoriale, distinti per comune.

COMUNI	N.	AREA [km ²]
Buseto Palizzolo	12	1,52
Calatafimi	0	0,00
Erice	0	0,00
Marsala	20	69,53
Mazara del Vallo	0	0,00
Paceco	2	1,91
Salemi	17	1,74
Trapani	42	1,52
TOTALE	93	76,21

Dei fenomeni franosi censiti nell'area in studio, si osserva che la maggior parte di essi ricade nel territorio comunale di Trapani, il quale del resto occupa la maggiore estensione all'interno del bacino studiato, mentre i restanti dissesti sono più o meno egualmente distribuiti nei comuni di Marsala, Salemi e Buseto Palizzolo. Nei restanti territori comunali o frazioni di essi, ricadenti all'interno dell'area considerata, non sono invece stati riscontrati fenomeni di dissesto, ad eccezione del comune di Paceco dove sono stati riscontrati due dissesti.



Comune di Busetto Palizzolo

Stato di dissesto del territorio comunale

Il Bacino idrografico del F. Birgi comprende, nella sua estrema porzione nord-orientale, la parte centro meridionale del territorio comunale di Busetto Palizzolo.

Le litologie affioranti in questa zona del territorio di Busetto Palizzolo sono costituite da terreni di natura prevalentemente pelitica e pelitico-arenacea di età oligo-miocenica, riconducibili a facies di natura flyschioide e da terreni di natura calcareo-marnosa e calcarenitica di età cretacea e oligocenica in facies di “Scaglia”. I terreni prevalentemente argillosi caratterizzano la maggior parte del territorio in studio e localmente sono presenti intercalazioni di natura quarzarenitica. Si rinvencono, infine, locali affioramenti di depositi recenti ed attuale di natura detritica, al piede dei versanti più acclivi, e di natura alluvionale.

L'assetto morfologico del territorio in oggetto è caratterizzato da una prevalenza di versanti collinari, a morfologia spesso montonata ed irregolare, con pendenze da medio-deboli, localmente più elevate. I versanti collinari sono interrotti, localmente, da zone di alto morfologico, in corrispondenza dei rilievi, peraltro modesti, di Monte Mola, Monte Ritto, Monte Pietraforte, Monte Murfi e Pizzo Ragoleo, che raggiungono, al più, quote di poco superiori ai 500 metri s.l.m.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di alcuni fossi e valloni o semplici linee di impluvio di importanza secondaria, tra i quali si ricorda il Fosso Binura.

Dal punto di vista della dinamica geomorfologica, il territorio di Busetto Palizzolo risulta soggetto a fenomeni di dissesto non particolarmente diffusi o estesi e soprattutto con caratteristiche di movimenti superficiali che non comportano situazioni di elevata pericolosità e rischio geomorfologico.

La conformazione morfologica dell'area, unitamente alla presenza in affioramento di litologie prevalentemente argillose ed all'azione erosiva operata dalle acque ruscellanti e da quelle incanalate negli impluvi, conferiscono, infatti, ai versanti una certa propensione al dissesto che si esplica però sotto forma di movimenti lenti che coinvolgono, in genere, le porzioni alterate più superficiali dei terreni argillosi o detritico-argillosi presenti.



Il territorio è interessato da alcune zone soggette a fenomeni franosi poco estesi, prevalentemente di tipo soliflusso o colamento lento e a dissesti conseguenti ad erosione accelerata.

Tali fenomeni si osservano in particolare nella porzione più meridionale del territorio interessato, lungo i versanti che degradano dalle alture di M. Pietraforte, M. Ritto e Pizzo Ragoleo.

All'interno del territorio comunale di Buseto Palizzolo sono stati censiti in totale n. 12 dissesti: si tratta in prevalenza di movimenti conseguenti a fenomeni di erosione accelerata e di fenomeni di soliflusso o colamento lento. Si rinvenivano, altresì, alcune porzioni di versante interessate da condizioni di franosità diffusa.

I fenomeni sopra ricordati, in linea generale, non comportano situazioni di pericolosità e rischio elevato, in quanto interessano aree a prevalente vocazione agricola dove risultano scarsi gli insediamenti abitativi; soltanto in alcune zone vengono interessate case sparse o viabilità secondaria.



Tabella 2-5- Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di BUSETO PALIZZOLO, che ricade nel bacino del Fiume Birgi, distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Frana complessa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	0	0,00	1	3,54	0	0,00	1	3,54
Area a franosità diffusa	3	27,28	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	27,28
Deformazioni superficiali lente(creep)	2	10,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	10,00
Calanchi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	6	111,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	111,06
TOTALE	11	148,34	0	0,00	1	3,54	0	0,00	12	151,88

Comune di Calatafimi

Stato di dissesto del territorio comunale

Il Bacino idrografico del F. Birgi comprende, nella sua estrema porzione nord-orientale, una modesta porzione del territorio comunale di Calatafimi.

Si tratta di una ristretta fascia di territorio allungata in senso Nord-sud, nella estrema parte occidentale del territorio comunale, in corrispondenza delle Contrade Domingo Fontanelle e Salanga. Le litologie affioranti in questa zona del territorio sono costituite da terreni di natura prevalentemente pelitica.

In relazione all'assetto morfologico dell'area, che presenta versanti poco acclivi, nonché alla limitata estensione del territorio in studio, non si sono riscontrati all'interno del territorio di pertinenza del Comune di Calatafimi, aree in dissesto o fenomeni geomorfologici tali da comportare situazioni di rischio.



Nel complesso, l'area in esame si presenta pertanto stabile e non sono stati censiti fenomeni franosi nella fascia di territorio comunale ricadente all'interno del bacino in esame.

Comune di Erice

Stato di dissesto del territorio comunale

Il Bacino idrografico del F. Birgi comprende, nella sua estrema porzione settentrionale, la parte sud-orientale del territorio comunale di Erice.

Le litologie affioranti in questa zona del territorio di Erice sono costituite da terreni di natura prevalentemente pelitica e pelitico-arenacea di età oligo-miocenica in facies flyschioide e da terreni di natura calcareo-marnosa e calcarenitica di età cretacea e oligocenica in facies di "Scaglia". Nella estrema porzione meridionale si rinvencono, infine, in affioramento lembi di limitata estensione di terreni calcarenitici riferibili alla Formazione delle Calcareniti glauconitiche di Corleone e di terreni sabbiosi di età Tortoniano-Messiniana (Fm Terravecchia). I terreni prevalentemente argillosi caratterizzano la maggior parte del territorio in studio e localmente sono presenti intercalazioni di natura quarzarenitica.

L'assetto morfologico del territorio in oggetto è caratterizzato da una prevalenza di versanti collinari, a morfologia spesso arrotondata, con pendenze da medio-deboli, localmente più elevate. I versanti collinari sono interrotti, localmente, da zone di alto morfologico, in corrispondenza dei rilievi, peraltro modesti, di Timpone Tangi e Timpone Finocchio che raggiungono, al più, quote di poco inferiori ai 350-400 metri s.l.m.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di alcuni fossi e valloni o semplici linee di impluvio di importanza secondaria, che rappresentano i primi rami da cui si origina poi il corso del F. Fittasi che nella parte bassa del suo corso prende il nome di F. Birgi.

Dal punto di vista della dinamica geomorfologica il territorio di Erice ricadente all'interno del bacino considerato non risulta soggetto a fenomeni di dissesto. La conformazione morfologica dell'area, in cui prevalgono versanti con pendenze modeste, e le



caratteristiche litologiche dei terreni affioranti non favoriscono l'instaurarsi di particolari fenomeni franosi.

All'interno della fascia del territorio comunale di Erice presa in considerazione non sono stati censiti pertanto fenomeni di dissesto.

Anche nei nuclei abitati ricadenti all'interno di tale area, quali le frazioni di Città Povera, Ballata, Canalotti, non si sono osservate condizioni di dissesto che interessino i manufatti o le infrastrutture e pertanto è da escludere la presenza di fenomeni geomorfologici di instabilità lungo i versanti sui quali insistono tali nuclei abitati.

Comune di Marsala

Stato di dissesto del territorio comunale

La porzione di territorio del Comune di Marsala che ricade all'interno dell'area in studio comprende la parte nord-orientale del territorio stesso, per una superficie complessiva di circa 80 km² includendo anche alcune frazioni abitate e borgate, quali Birgi Sottano, Lido Marausa, Granatello, Rattarolo.

In questo settore affiorano principalmente i terreni calcarenitici e sabbiosi terrazzati in più ordini ed, in subordine, depositi alluvionali e palustri. Inoltre, nella porzione più orientale, affiorano lembi di terreni mio-pliocenici a prevalente componente argilloso-marnosa.

L'area, dal punto di vista morfologico, è classificabile come zona a carattere prevalentemente pianeggiante e soltanto nell'estrema porzione orientale il paesaggio è di tipo collinare ma sempre con pendenze molto blande e con forme arrotondate. Le quote sono comprese tra 0 m s.l.m., in corrispondenza della linea di costa e 180 m s.l.m. nelle aree più interne.

Per quanto concerne la dinamica dei versanti essa è fortemente influenzata sia dalla morfologia subpianeggiante che dalle litologie affioranti, costituite in prevalenza da terreni a carattere lapideo di natura calcarenitica. In generale in tali litologie non si innescano infatti particolari fenomeni di dissesto, a maggior ragione laddove le pendenze sono molto ridotte, e pertanto nella porzione di territorio in cui affiorano tali depositi non sono stati individuati fenomeni franosi di rilievo. Soltanto nella porzione del territorio caratterizzata da affioramenti



di natura prevalentemente pelitica sono state riscontrate alcune aree interessate da fenomeni franosi superficiali conseguenti ad erosione accelerata o a fenomeni di soliflusso. Si tratta in linea generale di fenomeni di modesta entità e a carattere superficiale che non comportano particolari condizioni di pericolosità nè tantomeno di rischio geomorfologico, sia per le loro caratteristiche sia perché insistono su porzioni di territorio prive di particolari insediamenti abitativi o di infrastrutture. L'unico dissesto che si ritiene di segnalare è quello che interessa un versante poco ad Ovest di Montagnola della Borranìa, in prossimità del corso d'acqua omonimo. Si tratta di un fenomeno di soliflusso che, seppure a carattere lento e superficiale provoca, con cadenza stagionale, dei danni alla condotta idrica interrata (Acquedotto Bresciana) il cui tracciato si sviluppa lungo tale versante.

Le aree dove si sviluppano le frazioni abitate o le borgate non risultano interessate da fenomeni di dissesto e dunque non si riscontrano condizioni di rischio geomorfologico che coinvolgono i manufatti o le infrastrutture presenti in tale aree.

Nella porzione di territorio comunale di Marsala che ricade all'interno del bacino idrografico e dell'area territoriale in studio sono stati censiti in totale n. 20 fenomeni franosi: si tratta per lo più di fenomeni di erosione accelerata o di soliflussi che coinvolgono la fascia di terreno più superficiale. Sono inoltre stati individuati alcuni fenomeni del tipo colamento, scorrimento e frana complessa, quasi tutti attivi. Come già ricordato in precedenza si tratta comunque di fenomeni che non comportano condizioni di rischio particolari in quanto si innescano lungo versanti privi di insediamenti abitativi o di altre infrastrutture di rilievo.



Tabella 2-6- Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di MARSALA, che ricade nel bacino del F. Birgi e nell'area territoriale tra il bacino del F. Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata, distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	1	0,17	0	0,00	0	0,00	1	0,17
Frana complessa	0	0,00	1	2,15	0	0,00	0	0,00	1	2,15
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Area a franosità diffusa	2	23,70	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	23,70
Deformazioni superficiali lente(creep)	6	20,69	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	20,69
Calanchi	1	0,93	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,93
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	9	21,89	0	0,00	0	0,00	0	0,00	9	21,89
TOTALE	18	67,21	2	2,32	0	0,00	0	0	20	69,53

Comune di Mazara del Vallo

Stato di dissesto del territorio comunale

La porzione di territorio del Comune di Mazara del Vallo ricadente all'interno dell'area in studio comprende una zona di estensione molto limitata, corrispondente alla estrema area nord-orientale del territorio stesso, per una superficie complessiva di circa 1 km², nei pressi di Contrada Carcia e di Contrada Chitarra.

In questo settore affiorano terreni di natura alluvionale sia attuali che recenti terrazzati, ed un lembo di limitata estensione di argille e argille sabbiose di età pliocenica. L'area dal punto di vista morfologico è classificabile come zona a carattere prevalentemente



pianeggiante e, per quanto concerne la dinamica dei versanti, essa è fortemente condizionata sia dalla morfologia subpianeggiante che dalle litologie affioranti, per cui non si sono riscontrati particolari fenomeni di dissesto.

Pertanto nella porzione di territorio di pertinenza del Comune di Mazara del Vallo non sono stati individuati fenomeni franosi di rilievo.

Comune di Paceco

Stato di dissesto del territorio comunale

Il bacino idrografico e l'area territoriale oggetto del presente studio comprendono la fascia più meridionale del territorio comunale di Paceco per una superficie di circa 23 km².

Tutto il settore occupato dal territorio in esame è caratterizzato da affioramenti di natura prevalentemente calcarenitica riferibili ai terrazzi marini costieri, da depositi di natura alluvionale e, nella porzione sud-occidentale, da depositi terrigeni di natura argilloso-arenacea-quarzarenitica riferibili alle formazioni del Flysch Numidico e Terravecchia.

Dal punto di vista morfologico il territorio è caratterizzato da una notevole regolarità, presentandosi pressoché pianeggiante, nella parte prossima alla linea di costa, con versanti debolmente pendenti in direzione del mare, mentre nelle porzioni più interne si osservano dei modesti rilievi a morfologia collinare con quote che raggiungono al più 160 m s.l.m., in corrispondenza della dorsale di Costiera delle Saggiare.

Nel territorio del comune di Paceco che ricade all'interno dell'area territoriale oggetto del presente studio, sono stati censiti soltanto n° 2 fenomeni franosi che interessano i versanti nord-orientali di Costiera delle Saggiare. Si tratta di fenomeni di scorrimento allo stato attuale inattivi che interessano superfici arealmente poco estese e che coinvolgono soltanto un elettrodotto, comportando dunque condizioni di pericolosità e rischio poco elevate.

La restante parte del territorio risulta caratterizzata da buone condizioni di stabilità geomorfologica non essendo stati individuati altri fenomeni di dissesto.



Tabella 2-7- Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di PACECO, che ricade nel bacino del F. Birgi e nell'area territoriale tra il bacino del F. Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata, distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TO TALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	2	1,91	0	0,00	0	0,00	2	1,91
Frana complessa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Area a franosità diffusa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Deformazioni superficiali lente(creep)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Calanchi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TO TALE	0	0,00	2	1,91	0	0,00	0	0,00	2	1,91

Comune di Salemi

Stato di dissesto del territorio comunale

Il bacino idrografico e l'area territoriale oggetto del presente studio comprendono l'estrema fascia nord-occidentale del territorio comunale di Salemi per una superficie di circa 40 km².

Tale parte di territorio è caratterizzato da affioramenti di natura prevalentemente argilloso-arenacea-quarzarenitica riferibili alle formazioni del Flysch Numidico e Terravecchia. Sono presenti anche affioramenti di natura argilloso-marnosa ed arenacea (Fm Marnoso-Arenacea della Valle del Belice) e, in corrispondenza dei versanti meridionali di Montagna Grande, affioramenti di calcilutiti in facies di "Scaglia".



Dal punto di vista morfologico il territorio è caratterizzato da versanti a prevalente morfologia collinare con quote che comprese tra 100 e 400 m s.l.m., mentre l'unico rilievo che supera tali quote è il massiccio di Montagna Grande che raggiunge la quota di 750 m s.l.m.

Pertanto in tale porzione di territorio si hanno versanti da poco a mediamente acclivi, sui quali si esplicano in prevalenza fenomeni di erosione ad opera delle acque ruscellanti, che in alcuni casi evolvono a veri e propri fenomeni di dissesto: sono state infatti individuate alcune zone caratterizzate da una condizione di franosità diffusa o da fenomeni di soliflusso. Si tratta in tutti i casi di fenomeni a carattere superficiale che interessano la porzione alterata dei terreni argillosi o argilloso marnosi, che a causa delle pendenze e della imbibizione da parte delle acque che si infiltrano, favoriscono la mobilitazione della coltre più superficiale.

In considerazione della tipologia dei movimenti, caratterizzati da movimenti lenti e piuttosto superficiali, e del fatto che essi si innescano in aree prive di insediamenti abitativi, tali dissesti non comportano condizioni di rischio elevate. Gli unici elementi a rischio coinvolti sono rappresentati da alcuni edifici rurali o ad uso stagionale e da strade secondarie.

In totale nel territorio del comune di Salemi che ricade all'interno del bacino e dell'area territoriale oggetto del presente studio, sono stati censiti n° 17 fenomeni franosi la cui tipologia e stato di attività sono rappresentati nella tabella riepilogativa di seguita illustrata.


Tabella 2-8- Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di SALEMI, che ricade nel bacino del F. Birgi, distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TO TALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Frana complessa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Area a franosità diffusa	5	108,94	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	108,94
Deformazioni superficiali lente(creep)	6	57,63	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	57,63
Calanchi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	6	7,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	7,08
TO TALE	17	173,65	0	0,00	0	0,00	0	0,00	17	173,65

Comune di Trapani

Stato di dissesto del territorio comunale

Il territorio comunale di Trapani ricade quasi interamente all'interno del Bacino idrografico del F. Birgi e dell'Area territoriale compresa tra il Bacino del F. Birgi ed il Bacino del F. Lenzi-Baiata, con la sola esclusione della zona in cui si sviluppa la città e le aree periferiche della stessa. La superficie di territorio comunale ricadente all'interno del bacino in studio si estende per circa 230 km².

L'ampio settore occupato dal territorio in esame è caratterizzato da affioramenti di natura calcarenitica riferibili ai terrazzi marini costieri nella porzione occidentale, lungo le aree prossime alla linea di costa; procedendo verso l'interno, in direzione Est, si rivengono vaste aree collinari caratterizzate da affioramenti di natura prevalentemente argillosa con



intercalazioni arenacee o quarzarenitiche di età Oligo-miocenica (Flysch Numidico, Fm Terravecchia). Procedendo ancora più verso l'interno si riscontrano inoltre affioramenti di natura calcarenitica (Calcareniti di Corleone – Fm Marnoso Areancea della Valle del Belice) e calcilutitica in facies di Scaglia, in corrispondenza dei quali si hanno i pochi rilievi di una certa importanza quali Montagna Grande e Rocca che Parla.

Ampie zone del territorio sono infine caratterizzata dai depositi alluvionali sia attuali che recenti terrazzati, osservabili lungo il corso dei principali corsi d'acqua e nelle aree di fondovalle.

Dal punto di vista morfologico il territorio è caratterizzato da una certa regolarità nella fascia costiera dove si hanno ampie zone pianeggianti o versanti debolmente pendenti in direzione della linea di costa. Nelle aree più interne le piane costiere lasciano il posto a versanti di tipo collinare dove le litologie argillose conferiscono al paesaggio una morfologia montonata o debolmente acclive con quote che si attestano intorno ai 100-200 m s.l.m. Soltanto nella porzione più orientale del territorio si osservano invece delle aree con versanti maggiormente acclivi, a tratti ripidi e scoscesi, con quote che superano i 700 m s.l.m. di altitudine, in corrispondenza degli affioramenti calcarei e calcareo marnosi di Montagna Grande e di alcuni altri rilievi minori.

Nel territorio del comune di Trapani sono stati censiti in totale n° 42 fenomeni franosi localizzati in prevalenza nelle aree più interne. Infatti nella fascia costiera le pendenze molto blande e le litologie di tipo calcarenitico non favoriscono l'instaurarsi di fenomeni di dissesto. Al contrario nelle aree dell'entroterra i versanti maggiormente acclivi e le litologie di natura essenzialmente argillosa conferiscono al territorio una certa predisposizione al dissesto. Sono stati individuati in particolare numerosi fenomeni di soliflusso e di colamenti lenti, aree soggette a fenomeni di erosione accelerata o a franosità diffusa e, in misura minore, alcuni fenomeni di scorrimento. Infine sono stati censiti alcuni fenomeni di crollo in corrispondenza dei fronti rocciosi di natura lapidea maggiormente acclivi.

In linea generale tali fenomeni di dissesto si sviluppano lungo versanti caratterizzati da prevalente vocazione agricola e privi di insediamenti abitativi o di infrastrutture di rilievo.



Le aree su cui si sviluppano le frazioni abitate presenti all'interno dell'area in esame, quali Fulgatore, Dattilo Ballata e altre minori, non presentano problemi di stabilità geomorfologica e pertanto non sono state individuate condizioni di pericolosità o rischio.

Nella tabella di seguito riportata sono riepilogati tutti i dissesti censiti all'interno del

Tabella 2-9- Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di TRAPANI, che ricade nel bacino del F. Birgi e nell'area territoriale tra il bacino del F. Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata, distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA		ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
		N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	F. Birgi	3	1,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	1,21
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento rapido	F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	F. Birgi	0	0,00	1	0,91	0	0,00	0	0,00	1	0,91
	Area Territoriale	0	0,00	1	0,53	0	0,00	0	0,00	1	0,53
Frana complessa	F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Espansione laterale DGPV	F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	F. Birgi	0	0,00	2	10,60	0	0,00	0	0,00	2	10,60
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Area a franosità diffusa	F. Birgi	4	47,23	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	47,23
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Deformazioni superficiali lente(creep)	F. Birgi	11	72,51	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	72,51
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Calanchi	F. Birgi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Area Territoriale	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	F. Birgi	19	15,88	0	0,00	0	0,00	0	0,00	19	15,88
	Area Territoriale	1	2,74	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,74
TOTALE		38	139,57	4	12,04	0	0,00	0	0,00	42	151,61



territorio comunale di Trapani distinti per tipologia ed il relativo stato di attività.

2.5 Valutazione della pericolosità ed individuazione delle aree a rischio

Come già detto il censimento dei dissesti franosi presenti nel bacino del F. Birgi e nell'area territoriale contigua ha portato alla individuazione di n° 93 fenomeni franosi. Le situazioni di pericolosità connesse a tali dissesti sono le seguenti:

- zone a pericolosità molto elevata (P4): n° --;
- zone a pericolosità elevata (P3): n° 3;
- zone a pericolosità media (P2): n° 55;
- zone a pericolosità moderata (P1): n° 34;
- zone a pericolosità bassa (P0): n° 1.

Dopo aver definito le suddette zone di pericolosità si è proceduto a calcolare il livello di rischio a cui sono soggetti gli elementi ricadenti all'interno di esse; complessivamente sono state individuate n° 25 aree a rischio così suddivise:

- aree a rischio molto elevato (R4): n° --;
- aree a rischio elevato (R3): n° --;
- aree a rischio medio (R2): n° 24;
- aree a rischio moderato (R1): n° 1.

Di seguito si riporta lo stato di pericolosità e di rischio esistente nel territorio comunale di ciascuno dei comuni ricadenti all'interno dell'area in esame, ponendo particolare attenzione ai fenomeni franosi interessanti i nuclei abitati e le infrastrutture di maggiore interesse.

Le condizioni di pericolosità e di rischio sono rappresentate nei grafici seguenti, nonché nelle carte della pericolosità e del rischio in scala 1: 10.000 allegate.

2.5.1 Analisi del Bacino del Fiume Birgi

Il censimento dei fenomeni franosi presenti nel bacino ha portato alla individuazione di n° 89 dissesti.

Le situazioni di pericolosità connesse a tali dissesti sono le seguenti:



- zone a pericolosità molto elevata (P4): --;
- zone a pericolosità elevata (P3): n° 3;
- zone a pericolosità media (P2): n° 54;
- zone a pericolosità moderata (P1): n° 31;
- zone a pericolosità bassa (P0): n° 1.

Nella Figura 2.5, è stato elaborato un grafico in cui viene rappresentata la distribuzione percentuale della pericolosità nell'intera area territoriale sia relativamente al “numero” di aree coinvolte che alla superficie delle stesse.

PERICOLOSITÀ	N°	N° (%)	AREA	AREA (%)
P0	1	1,12	2,15	0,39
P1	31	34,83	35,60	6,47
P2	54	60,67	504,44	91,64
P3	3	3,37	8,23	1,50
P4	0	0,00	0,00	0,00
TOTALE	89	100	550,43	100

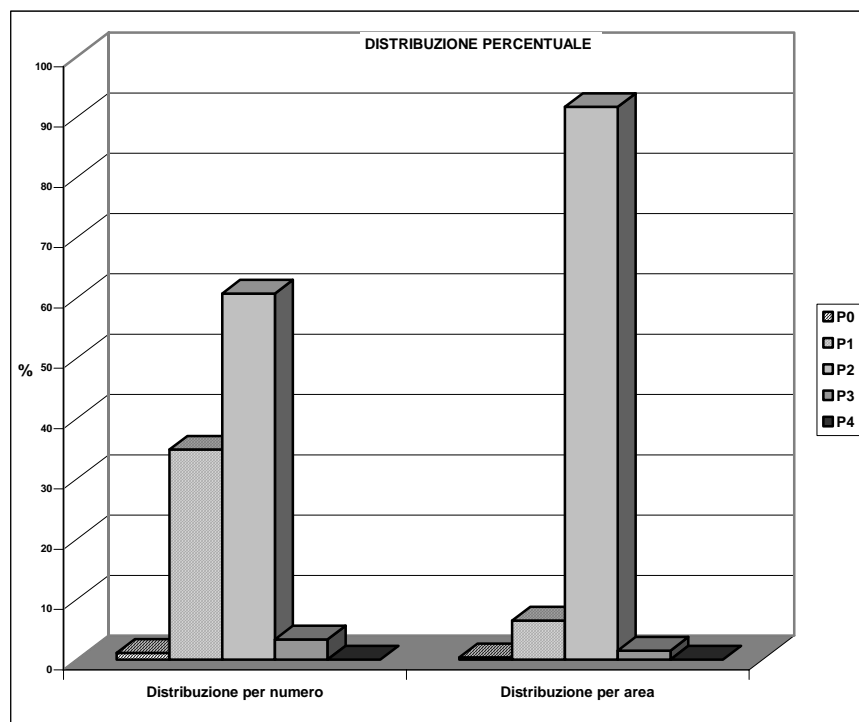


Figura 2-5 – Distribuzione percentuale delle classi di pericolosità del Bacino del Fiume Birgi.

Come si evince dalla figura 2.5 tra i cinque livelli di pericolosità geomorfologica prevalgono, per numero (54) le situazioni di pericolosità media (P2), e di pericolosità moderata (P1), mentre si hanno soltanto tre aree a pericolosità elevata (P3) ed una a pericolosità bassa (P0).

Si precisa che, nel caso dei crolli, l'area di pericolosità comprende anche una fascia di salvaguardia di alcuni metri a partire dal ciglio superiore.

Dopo aver definito le suddette zone di pericolosità, si è proceduto a calcolare il livello di rischio cui sono soggetti gli elementi ricadenti al loro interno; complessivamente sono state individuate soltanto n° 25 aree a rischio così suddivise:

- aree a rischio molto elevato (R4): n° --;
- aree a rischio elevato (R3): n° --;
- aree a rischio medio (R2): n° 20;
- aree a rischio moderato (R1): n° 1.



Anche per il rischio, analogamente alla pericolosità, è stata rappresentata la distribuzione percentuale nell'intero bacino come "numero" di aree e come superficie complessiva di queste.

RISCHIO	N°	N° (%)	AREA	AREA (%)
R1	1	4,76	0,08	3,46
R2	20	95,24	2,20	96,54
R3	0	0,00	0,00	0,00
R4	0	0,00	0,00	0,00
TOTALE	21	100	2,27	100

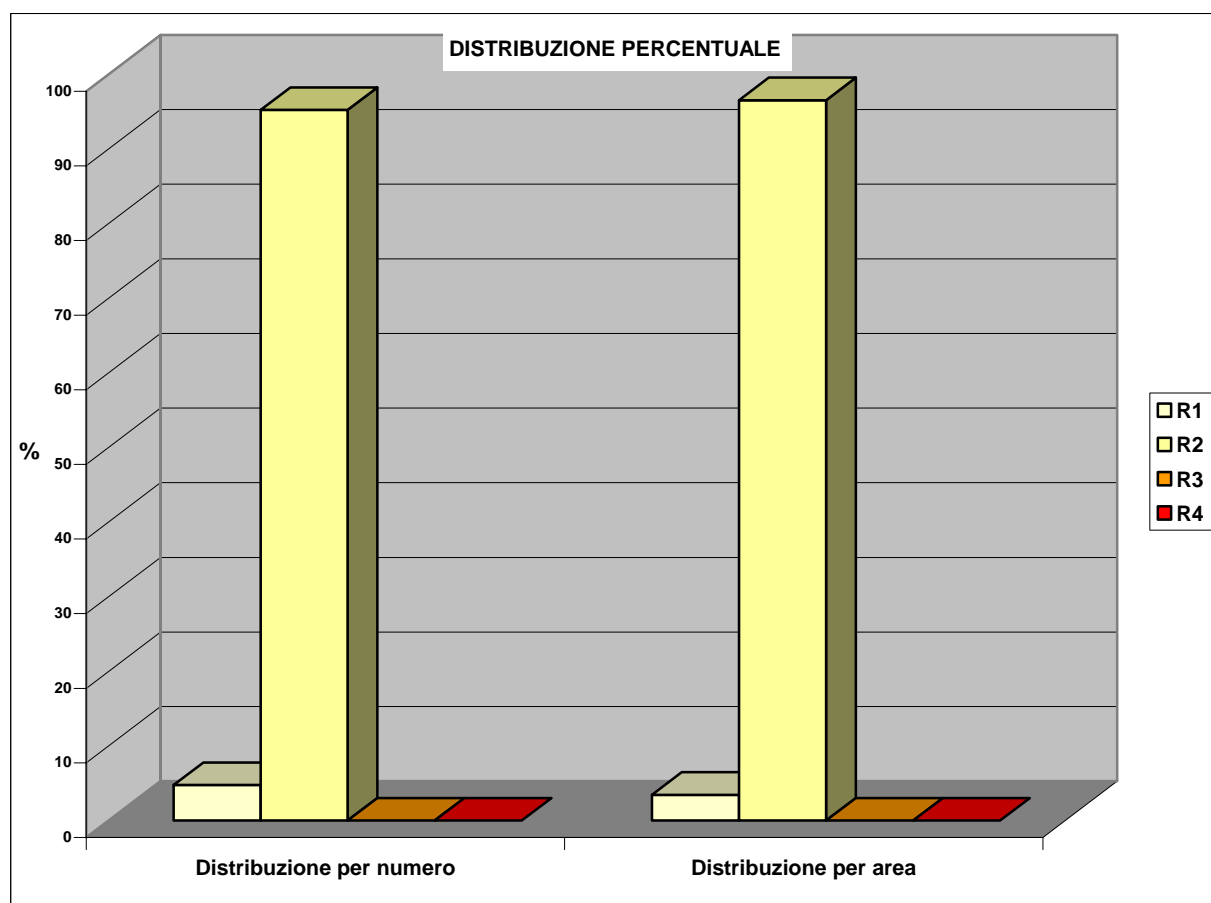


Figura 2-6– Distribuzione percentuale delle classi di rischio del Bacino del Fiume Birgi.



Dalla figura 2.6 si può dedurre chiaramente che il numero più elevato di aree a rischio è rappresentato dalle situazioni di rischio medio (R2) mentre è stata individuata soltanto un'area a rischio moderato (R1).

2.5.2 Analisi dell'Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata

Il censimento dei fenomeni franosi presenti nell'Area Territoriale in studio ha portato alla individuazione di n° 4 dissesti.

Le situazioni di pericolosità connesse a tali dissesti sono le seguenti:

- zone a pericolosità molto elevata (P4): --;
- zone a pericolosità elevata (P3): n° --;
- zone a pericolosità media (P2): n° 1;
- zone a pericolosità moderata (P1): n° 3;
- zone a pericolosità bassa (P0): n° --.

Nella Figura 2.7, è stato elaborato un grafico in cui viene rappresentata la distribuzione percentuale della pericolosità nell'intera area territoriale sia relativamente al “numero” di aree coinvolte che alla superficie delle stesse.

PERICOLOSITÀ	N°	N° (%)	AREA	AREA (%)
P0	0	0,00	0,00	0,00
P1	3	75,00	2,44	47,11
P2	1	25,00	2,74	52,89
P3	0	0,00	0,00	0,00
P4	0	0,00	0,00	0,00
TOTALE	4	100,00	5,18	100,00

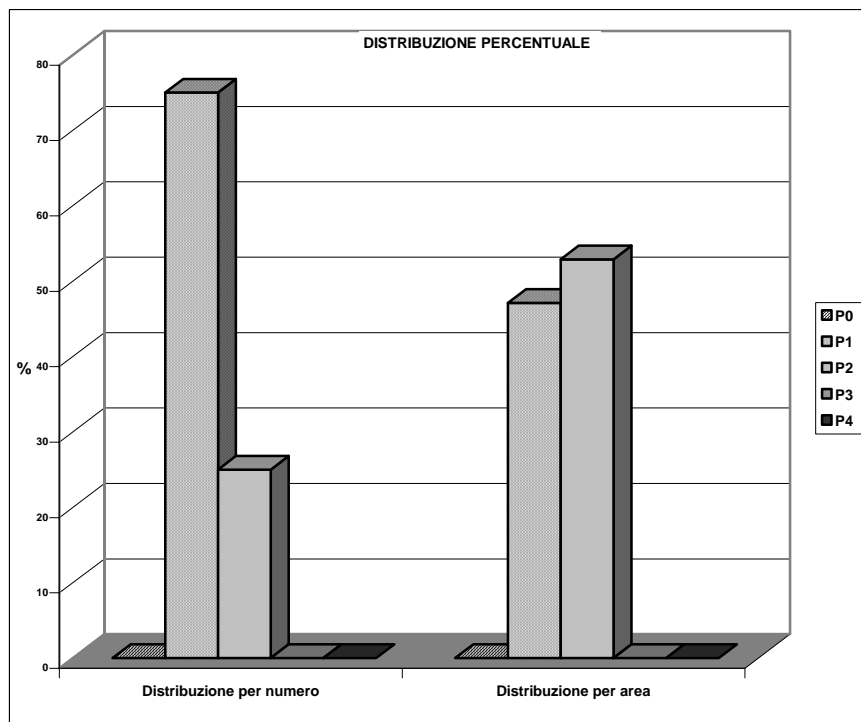


Figura 2-7– Distribuzione percentuale delle classi di pericolosità dell'Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata.

Come si evince dalla figura 2.7 tra i cinque livelli di pericolosità geomorfologica prevalgono per numero (3) le situazioni di pericolosità moderata (P1), mentre l'altra area è caratterizzata da condizioni di pericolosità media (P2).

Dopo aver definito le suddette zone di pericolosità, si è proceduto a calcolare il livello di rischio cui sono soggetti gli elementi ricadenti al loro interno; complessivamente sono state individuate n° 4 aree a rischio tutte caratterizzate da un livello di rischio medio (R2):

- aree a rischio molto elevato (R4): n° --;
- aree a rischio elevato (R3): n° --;
- aree a rischio medio (R2): n° 4;
- aree a rischio moderato (R1): n° --.



Anche per il rischio, analogamente alla pericolosità, è stata rappresentata la distribuzione percentuale nell'intero bacino come "numero" di aree e come superficie complessiva di queste.

RISCHIO	N°	N° (%)	AREA	AREA (%)
R1	0	0,00	0,00	0,00
R2	0	0,00	0,00	0,00
R3	0	0,00	0,00	0,00
R4	1	100,00	1,00	100,00
TOTALE	1	100	1,00	100

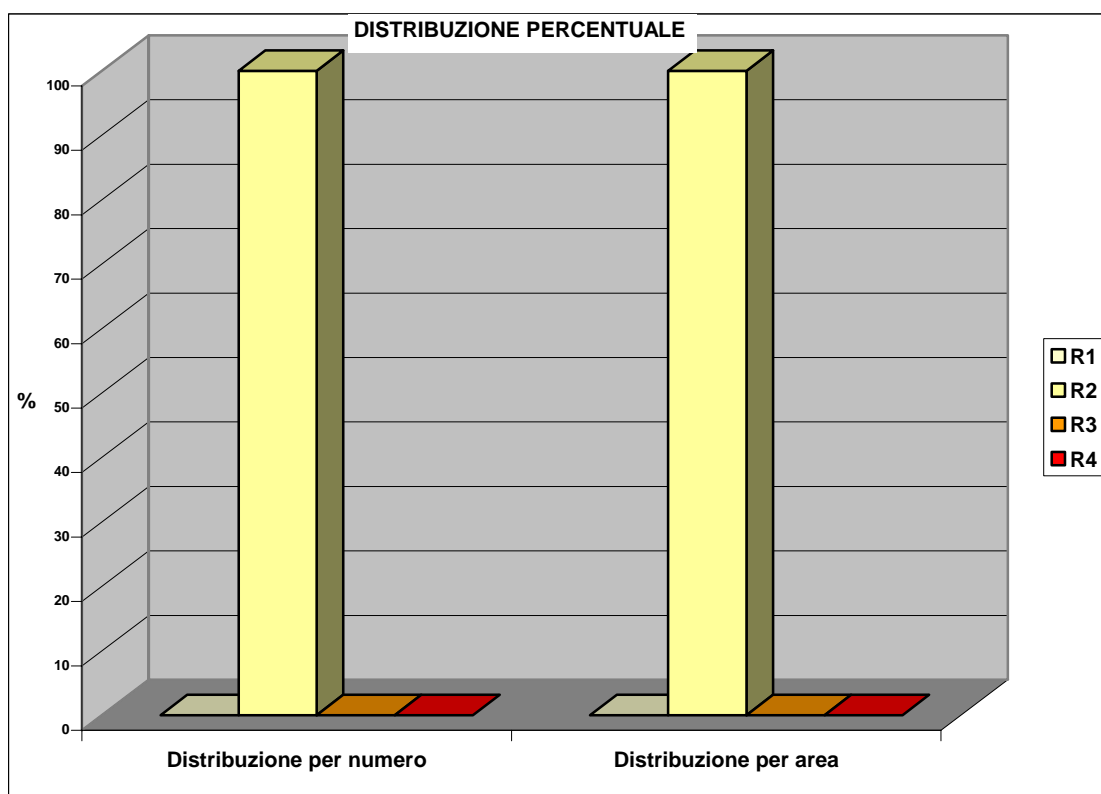


Figura 2-8– Distribuzione percentuale delle classi di rischio del Bacino del Fiume Birgi.



2.5.3 Analisi dei territori distinti per comune

Comune di Buseto Palizzolo

Nel territorio del Comune di Buseto Palizzolo, le aree interessate dai 12 dissesti censiti, rientrano rispettivamente n. 6 nella classe di pericolosità media (P2) e le restanti 6 in quella a pericolosità moderata (P1) per una superficie complessiva di 6,38 Ha.

In relazione alla determinazione delle classi di rischio, nel territorio comunale sono state individuate n. 1 area a rischio basso (R1) e n. 3 aree a rischio medio (R2) per una superficie complessiva di circa un Ha;

In tali aree ricadono alcuni elementi vulnerabili quali strade secondarie e edifici isolati.

Comune di Calatafimi

Nel piccola porzione di territorio del Comune di Calatafimi ricadente nel bacino e nell'area territoriale in studio non sono stati censiti dissesti e pertanto non si ha alcuna area soggetta a pericolosità e rischio idrogeologico.

Comune di Erice

Nel territorio del Comune di Erice, per la parte che rientra all'interno dell'area in esame non sono stati censiti dissesti e pertanto non si ha alcuna area soggetta a pericolosità e rischio idrogeologico.

Comune di Marsala

Nel territorio del Comune di Marsala, le aree interessate dai due dissesti censiti rientrano rispettivamente: una nella classe di pericolosità bassa (P0), n. 3 in quella a pericolosità moderata (P1) e n. 16 nella classe di pericolosità media (P2) per una superficie complessiva di 69,53 Ha.

In relazione alla determinazione delle classi di rischio, nel territorio comunale è stata individuata soltanto un'area soggetta a rischio e precisamente a rischio medio (R2) per una



superficie complessiva di 0,24 Ha; in tale area l'elemento vulnerabile è rappresentato da un acquedotto interrato.

Comune di Mazara del Vallo

Nella porzione di territorio del Comune di Mazara del Vallo che ricade all'interno dell'area territoriale e del bacino considerati non sono state individuate aree interessate da dissesti e, di conseguenza, non si hanno aree soggette a pericolosità e a rischio geomorfologico.

Comune di Paceco

Nel territorio del Comune di Paceco, le aree interessate dai due dissesti censiti, rientrano nella classe di pericolosità moderata (P1) per una superficie complessiva di 1,91 Ha.

In relazione alla determinazione delle classi di rischio legate a tali fenomeni di dissesto è stata individuata un'area a rischio medio (R2), per una superficie complessiva di 0,01 Ha, in corrispondenza del tracciato di un elettrodotto.

Comune di Salemi

Nel territorio del Comune di Salemi, le aree interessate dai 17 dissesti censiti, rientrano nella classe di pericolosità moderata (P1) e di pericolosità media (P2) per una superficie complessiva di 173,65 Ha.

In relazione alla determinazione delle classi di rischio legate a tali fenomeni di dissesto sono state individuate 14 aree a rischio medio (R2), in corrispondenza di edifici isolati e strade di secondaria importanza.

Comune di Trapani

Nel territorio del Comune di Trapani, le aree interessate dai dissesti censiti, rientrano rispettivamente: n. 3 nella classe di pericolosità elevata (P3), n. 20 nella classe di pericolosità



media (P2), e n. 19 nella classe di pericolosità moderata (P1) per una superficie complessiva di 132,98 Ha.

In relazione alla determinazione delle classi di rischio legate a tali fenomeni di dissesto sono state individuate 5 aree a rischio medio (R2), in corrispondenza di edifici isolati e strade di secondaria importanza.



Capitolo 3

PIANO DEGLI INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

L'azione di mitigazione del rischio, obiettivo prioritario del Piano, può conseguirsi attraverso diverse azioni che essenzialmente possono riassumersi come segue:

- attenuazione della vulnerabilità delle zone in dissesto, attraverso la realizzazione di opere di sostegno e rinforzo o la realizzazione di opere di protezione di tipo passivo;
- realizzazione di opere di consolidamento e sistemazioni idraulico-forestali finalizzate alla riduzione della pericolosità delle aree in dissesto censite;
- riduzione delle condizioni di rischio attraverso limitazioni dell'attività edilizia e/o il trasferimento di edifici e centri abitati.



I dati raccolti sono suddivisi per singoli territori comunali, ponendo particolare attenzione ai centri abitati ed alle frazioni ricadenti nell'area in esame, dove in prevalenza sono concentrate le situazioni di rischio elevato e molto elevato.

Per ogni territorio quindi viene fornito un quadro dettagliato delle schede di segnalazione, ove esistenti, con le ipotesi progettuali illustrate da ciascuna Amministrazione.

Di alcune aree non sono disponibili dati sufficienti a permettere di avanzare valutazioni su interventi progettuali puntuali o non esistono ancora progetti di consolidamento o risanamento programmati. I dati relativi a questi ultimi sono stati forniti principalmente dalle Amministrazioni Comunali o facendo pervenire all'A.R.T.A., in risposta alla Circolare n°1 del 07/03/2003 (G.U.R.S. n° 19 del 24/04/2003), le schede di censimento "PROGRAMMAZIONE INTERVENTI P.A.I. IN AREE A RISCHIO FRANE" allegate alla stessa circolare, o ancora attraverso contatti diretti con i responsabili degli Uffici Tecnici Comunali che hanno fornito informazioni sugli interventi in corso di realizzazione, realizzati o programmati.

L'elenco delle aree sottoposte a rischio "elevato" e "molto elevato" eventualmente presenti nell'area territoriale, ha lo scopo di mettere a conoscenza le Amministrazioni Comunali delle condizioni di rischio in cui ricade il proprio territorio comunale, al fine di potere programmare in maniera razionale idonei interventi di mitigazione del rischio.

Tenendo conto dell'obiettivo finale del Piano, che è quello di eliminare le cause legate alla presenza del dissesto, ogni intervento realizzato o in progetto di norma è stato associato al codice del dissesto corrispondente; laddove la scheda di questo dato manca è da intendersi che gli accertamenti fatti non hanno confermato la presenza di un dissesto.

Inoltre in riferimento ai vari interventi eventualmente individuati si definisce l'ordine di priorità e il fabbisogno finanziario degli interventi proposti, in aree caratterizzate da livello di rischio R3 ed R4.

3.1 Stato della progettazione proposta dagli Enti Locali

Gli interventi progettuali proposti e/o realizzati e/o in corso di realizzazione da parte dei vari Enti Locali sono di norma sintetizzati, sia per l'intera area in esame che per ogni comune,



attraverso delle tabelle in cui si riporta una serie di dati significativi: il codice di riferimento del dissesto, le infrastrutture coinvolte, la condizione di pericolosità ed il livello di rischio di pertinenza, viene indicata inoltre la fonte di finanziamento ed il relativo importo specificando lo stato di fatto (interventi già realizzati, finanziati e/o in fase di realizzazione, solo proposti). Laddove lo stato di progettazione non coincide con uno studio di fattibilità, un progetto preliminare, un progetto definitivo e/o di massima oppure un progetto esecutivo, è usato il termine di “Scheda” facendo riferimento alle indicazioni contenute nella scheda Circ. ARTA n. 1/2003”.

Nel capitolo vengono inoltre evidenziate le eventuali aree a rischio elevato e molto elevato non supportate allo stato attuale da nessun progetto di consolidamento o risanamento e per le quali necessita quindi programmare idonei interventi.

Tuttavia nel bacino e nell'area territoriale in esame non è stato possibile svolgere una pianificazione degli interventi e computare il fabbisogno finanziario per l'assenza di progettualità. Infatti, secondo quanto riferito dagli Enti Locali interessati e dal censimento eseguito presso altre fonti, sia in relazione agli interventi realizzati che a quelli finanziati o in fase di realizzazione non sono stati individuati interventi o progetti atti a consolidare o prevenire fenomeni di dissesto geomorfologico.

Inoltre, mediante l'analisi condotta non si sono individuate aree a rischio elevato e molto elevato (R3 ed R4) ed infatti nessuna Amministrazione ha segnalato l'esistenza di progetti di mitigazione del rischio.

Per tale motivo non si riportano, nel seguito del presente paragrafo, le tabelle riassuntive degli interventi realizzati ed in fase di realizzazione nei singoli territori comunali, in quanto esse risulterebbero prive di alcun dato o elemento significativo.

3.2 Elenco dei rischi elevati e molto elevati e interventi programmati

In base alle verifiche tra lo stato di dissesto individuato, la conseguente valutazione della pericolosità e dei rischi da esso determinato e lo stato della progettazione proposta da ciascuna Amministrazione Comunale, in riferimento alle indicazioni definite nel capitolo sul programma degli interventi della Relazione Generale del P.A.I., che determina una gradualità delle priorità (G.P.) in base al grado di rischio, al valore dell'elemento a rischio ed infine al



valore della pericolosità (vedi Tabella 9.1 della Relazione Generale), di norma si individuano nel presente paragrafo gli interventi eventualmente finanziabili in aree a rischio R3 o R4.

Poiché come precedentemente illustrato, nell'area in esame non si sono individuati interventi o progetti di consolidamento per la mitigazione del rischio geomorfologico, il fabbisogno finanziario che costituisce l'importo complessivo derivante sia dai progetti esistenti e dalle indicazioni contenute nelle schede in risposta alla Circ. ARTA n. 1/2003, sia dai progetti di consolidamento già finanziati e/o in fase di realizzazione, risulta nullo.

Pertanto anche in tale caso non sono state inserite le relative tabelle riepilogative in quanto nell'ambito territoriale preso in esame, non è stato rilevato alcun dissesto per il quale siano presenti fattori di pericolosità o elementi a rischio tali da comportare rischio geomorfologico elevato (R3) o molto elevato (R4).

3.3 Fabbisogno progettuale e fabbisogno finanziario di massima

Il fabbisogno progettuale e finanziario relativo ad un bacino viene quantificato sulla base degli interventi progettuali segnalati dalle Amministrazioni Comunali nelle aree a rischio elevato (R3) e molto elevato (R4), con particolare riferimento alle schede trasmesse in risposta alla Circolare n. 1/2003 dell'A.R.T.A.

Per le aree in esame non è stato possibile eseguire questa quantificazione poiché da parte delle Amministrazioni Comunali non è stata segnalata l'esistenza di nessun tipo di progetto né, tantomeno, sono state presentate schede di risposta alla Circolare n. 1/2003 anche con importi presuntivi.

Dalle analisi condotte non è stato individuato alcun dissesto che comporti un livello di rischio elevato o molto elevato.

Pertanto non si hanno progetti da programmare legati a dissesti e a rischi di natura geomorfologica.

La tabella in cui normalmente viene evidenziato il fabbisogno finanziario di massima per la mitigazione del rischio idrogeologico, nell'area in esame risulta anche in questo caso priva di significato, in quanto allo stato attuale delle conoscenze tale fabbisogno, relativo ad interventi proposti o necessari, risulta nullo.

**4****ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO****4.1 Metodologia Operativa**

L'individuazione e la perimetrazione del rischio idraulico è stata eseguita dopo una preliminare caratterizzazione dell'ambiente fisico oggetto dello studio. In tale fase preliminare, esaurientemente descritta nel seguito, sono stati individuati i limiti del bacino principale, dei sottobacini ed il reticolo idrografico e si è effettuata una prima caratterizzazione delle aste fluviali. Contemporaneamente, si sono acquisiti tutti gli elementi conoscitivi utili all'individuazione delle aree potenzialmente inondabili attraverso informazioni storiche e attraverso analisi di tipo territoriale.

Si è proceduto così allo studio idrologico dell'intero bacino e alla stima delle massime portate relative alle sezioni di interesse del corso d'acqua (in dipendenza delle aree potenzialmente inondabili prima individuate) e la probabilità associata che tali portate vengano raggiunte o superate.



Nella fase successiva, attraverso lo studio idraulico, sono stati determinati, in ogni sezione scelta, i livelli idrici associati agli eventi di piena definiti al passo precedente e, conseguentemente, si sono perimetrate le aree inondabili.

Infine, è stata valutata la pericolosità ed il rischio secondo quanto riportato nella metodologia allegata alla Relazione Generale del P.A.I.

4.2 Scelta delle Aree Potenzialmente Inondabili

4.2.1 Analisi Storico-Inventariale

In questa fase sono state reperite tutte le informazioni storiche e gli studi esistenti al fine di localizzare le aree in cui è risultato necessario eseguire opportune verifiche idrauliche.

4.2.1.1 Studi e segnalazioni

Al fine di localizzare e caratterizzare tutti gli eventi avvenuti nel passato che hanno causato danni a cose o persone, e di considerare tutti gli studi già esistenti, si sono raccolti dati e informazioni attraverso la consultazione delle seguenti fonti:

- Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico del 2000 (PS 2000) approvato con D.A. 298/41;
- Aggiornamento del Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico del 2000 (Agg. 2002) approvato con D.A. 543 nel luglio del 2002;
- Piano Regolatore Generale, segnalazioni di dissesti (PRG);
- Progetto Aree Vulnerabili Italiane (AVI);
- Segnalazioni Comuni (Segn. Comuni);
- Risposta alla Circ. n. 1/2003 dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente;
- Sopralluoghi e Ordinanze della Protezione Civile (Sopr., Ord. PC);
- Letteratura (pubblicazioni di carattere scientifico, articoli giornalistici ecc.);
- Altri Enti.

In Tabella 4.1 si riportano le fonti dei dati reperiti per ogni comune ricadente all'interno del bacino del fiume Birgi e nell'area territoriale compresa tra il bacino del fiume Birgi e il bacino del fiume Lenzi. Tali indicazioni sono di seguito descritte.


Tabella 4.1 Fonti disponibili consultate.

COMUNI	PS 2000	Agg. 2002	PRG	AVI	Segn. Comuni	Risp. Circ.1 (*)	Sopr. Ord. P C	Lettera -tura	Altri Enti
Marsala				X					
Paceco					X				
Trapani				X					X

Paceco

-Segn. Comune: Prot. N. 9226 del 18-02-2004 La commissione consiliare del Comune ha comunicato le possibili cause, determinate dal Genio Civile di Trapani e successivamente dai tecnici del Comune di Paceco, degli allagamenti che si sono verificati nella frazione Salina Grande a seguito dell'evento meteorologico del 21-11-2003.

Marsala

- AVI: Il "Catalogo delle Informazioni sulle Località Italiane Colpite da Frane ed Inondazioni" riporta informazioni su due eventi di inondazione relativi al territorio del Comune di Marsala prodotto dal fiume Chinisia; il primo, in data 02/09/1965, in località Case Granatello (lungo la S.S. n. 115) ed il secondo, in data 06/11/1976, in località Stazione di Ragattisi. Per entrambi gli eventi, dalle informazioni in esso riportate, non è risultato possibile individuare e perimetrare le aree oggetto dei fenomeni di piena.

Trapani

- AVI: Il "Catalogo delle Informazioni sulle Località Italiane Colpite da Frane ed Inondazioni" riporta informazioni su un evento di inondazione relativo al territorio del Comune di Trapani prodotto dal fiume Borronia, in data



06/11/1976, in località Monte Borrania. Dalle informazioni in esso riportate, non è risultato possibile individuare e perimetrare le aree oggetto del fenomeno di piena.

- *Provincia Regionale
di Trapani:*

Con un comunicato stampa del 02/02/2001, la Provincia Regionale di Trapani comunica che giorno 30/01/2004 gli operai provinciali, con l'ausilio di un mezzo meccanico, sono riusciti a bloccare l'esondazione del t.te Verderame, le cui acque si erano aperte un pericoloso varco nel tratto in cui, in prossimità del bivio tra la S.P. n. 21 e la strada per Salina Grande, esiste un canale di scolo che riversa nel corso d'acqua.

4.2.1.2 Studio delle onde di piena per ipotetico collasso dello sbarramento e per manovra degli organi di scarico della diga D. Rubino sul torrente Fastaia

Di seguito si riporta una sintesi dello studio delle onde di piena, conseguenti a ipotetico collasso e per manovra degli organi di scarico dello sbarramento Rubino, commissionato dal Consorzio di Bonifica del Birgi (attualmente ricompreso nel Consorzio 1 - Trapani).

Premessa: Si ricorda che con le Circolari n. 352/87 e n. 1125/86 il Ministero dei LL.PP., con l'obiettivo primario di individuare le aree soggette ad ipotetico allagamento, ha obbligato i concessionari delle dighe di ritenuta ad effettuare gli studi tesi a valutare le caratteristiche delle onde di piena artificiali conseguenti a:

- manovre degli organi di scarico secondo le modalità previste nella circolare ministeriale 28.08.86 n.1125 ed identificazione delle aree soggette ad allagamento;
- ipotetico collasso dello sbarramento ed identificazione delle aree soggette ad allagamento.

Sulla scorta di tali risultati, il D.P.R. n. 85/91 attribuiva all'ex Servizio Nazionale Dighe il compito di acquisire gli studi e di redigere gli scenari degli ipotetici incidenti sulla base dei



quali i Prefetti hanno elaborato appositi Piani di emergenza. Successivamente la Circolare n. DSTN/2/22806 del 13.12.1995 della Presidenza del Consiglio dei Ministri ha proposto la metodologia operativa per lo studio delle conseguenze dell'ipotetica rottura delle dighe di ritenuta italiane, recependo le indicazioni del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (CNR).

Per quanto riguarda la diga D. Rubino, ricadente nel bacino del f. Birgi, al momento della redazione dello studio delle onde di piena conseguenti a ipotetico collasso e per manovra degli organi di scarico (settembre 1992), la normativa vigente, non conteneva alcuna prescrizione in ordine alle ipotesi da adottare per il collasso delle dighe in materiali sciolti. Tali prescrizioni furono successivamente dettate con la circolare P.C.M. n. DSTN/2/22806 del 13.12.1995 "Disposizioni attuative ed integrative in materia di dighe". Pertanto il suddetto studio, redatto nel settembre del 1992, che ipotizzava la rottura istantanea della diga venne aggiornato, alla luce della nuova circolare, con uno studio dell'onda di piena conseguente ad ipotetico collasso dello sbarramento, redatto nel marzo 1999, nell'ipotesi di erosione progressiva dello sbarramento in ottemperanza alle prescrizioni delle Circolari Ministeriali LL.PP. n. 352 del 04.12.1987 e n. 1125 del 28.08.1986 e dalla Legge n. 584 del 21.10.1994.

Caratteristiche del serbatoio artificiale

Il serbatoio D. Rubino nasce dallo sbarramento del fiume della Cuddia, denominato nel tratto di monte, torrente Fastaia. La diga è ubicata in c.da Margi in territorio del comune di Trapani ed è stata costruita negli anni 1967÷1970 con finanziamenti della Cassa per il Mezzogiorno. Il serbatoio, realizzato mediante uno sbarramento di materiali sciolti alto circa 30 m, con nucleo centrale di tenuta di materiale argilloso, crea una capacità utile d'invaso di circa 10 Mm³, con funzione di accumulo e modulazione per l'utilizzo per scopi irrigui a servizio della vasta piana sottostante.

Il corpo diga è costituito in prevalenza da materiale detritico di buone caratteristiche meccaniche.

Lo sbarramento è provvisto delle seguenti opere di scarico:

- scarico di superficie: disposto in sponda sinistra, è costituito da un imbocco a due luci da 10 m, con soglia a quota 178,40 m s.l.m., intercettate da paratoie a settore 10 x 4 munite di



ventole 10 x 1,60 m del tipo a bilanciere e contrappeso; tali luci immettono in un canale fagugatore all'aperto terminante in apposita vasca di dissipazione; il dispositivo di manovra delle paratoie a settore è di tipo elettromeccanico.

La portata massima è di 510 m³/s, per livello in serbatoio alla quota massima di regolazione 184 m s.l.m. (sovralzo sulla soglia 5,60 m) e di 650 m³/s con livello al massimo invaso (184 m s.l.m.).

- scarico di fondo: in galleria disposta in sponda destra, con sbocco indipendente in apposita vasca di dissipazione, intercettato da una coppia di paratoie 1,5 x 2,4 m, ha portata massima di 60 m³/s per il livello in serbatoio alla quota massima di regolazione 184 m s.l.m..

Dati caratteristici dello sbarramento e del serbatoio

Diga in materiali sciolti di terra con nucleo centrale di argilla

Parametro	Valore
Quota di coronamento	199 m s.l.m.
Larghezza del coronamento	6 m
Sviluppo del coronamento	470 m
Quota di massimo invaso	185 m s.l.m.
Quota di massima regolazione	184 m s.l.m.
Quota di minima regolazione	171 m s.l.m.
Volume invaso alla quota di massimo invaso	12,70 Mm³
Volume invaso alla quota massima regolazione	11,50 Mm³
Volume utile di regolazione	10,20 Mm³
Volume di laminazione	1,20 Mm³
Volume residuo al massimo svaso	4,5 Mm³
Portata scarico di fondo (massimo invaso)	60 m³/s
Portata scarico di superficie (massimo invaso)	650 m³/s
Superficie del bacino imbrifero diretto	41 km²
Superficie del bacino imbrifero allacciato	34 km²

Studio dell'onda di piena per ipotetico collasso dello sbarramento

Poiché lo sbarramento è costituito da materiali sciolti, l'ipotetico collasso è conseguente alla graduale apertura di una breccia per erosione dovuta alla tracimazione della diga.

Il livello d'invaso alla quota di massimo coronamento è di 187 m s.l.m., il fondo della breccia è stato fissato alla quota 160 m s.l.m., corrispondente al piano di campagna, mentre le portate rilasciate dallo scarico di superficie vengono trascurate in quanto la manovra delle paratoie è attuabile soltanto da un operatore; pertanto, in caso eccezionale di dissesto della diga non è



garantito il funzionamento delle suddette paratoie sia per l'eventuale assenza dell'operatore sia, soprattutto, per la possibilità di blocco degli organi mobili.

Lo studio dell'idrogramma di piena effluente nel caso di collasso della diga secondo le ipotesi di cui sopra è stato eseguito con il codice di calcolo "BRECCIA" mentre per il calcolo dell'onda di sommersione, per l'intera asta che va dalla diga fino a mare lunga circa 30 km, è stato eseguito con il codice di calcolo "PROP". Il modello di calcolo considerato è di tipo unidimensionale, nel senso che tiene conto di una sola direzione del moto di propagazione dell'onda.

I risultati dello studio sono riassumibili nei seguenti punti:

- la breccia erosione ha un tempo di formazione complessivo di 1,5 ore; l'idrogramma effluente, di volume pari a 16 Mm^3 , presenta un colmo di $5890 \text{ m}^3/\text{s}$, che si verifica dopo 20 minuti dall'inizio del processo erosivo;
- durante la propagazione a valle, il fronte d'onda raggiunge la foce, su un percorso complessivo di circa 30 km, in un tempo di 100 minuti; il colmo dell'onda in un tempo di circa 107 minuti;
- i massimi tiranti idrici (valutati dal piano golenale dell'inalveazione, avendo trascurato la presenza della savanella) si mantengono compresi nell'intervallo $3,80 \div 6,60 \text{ m}$;
- le velocità massime risultano comprese nell'intervallo $3 \div 7 \text{ m/s}$, con punte fino a $9 \div 10 \text{ m/s}$; tali valori massimi non sono concomitanti con il massimo tirante idrico; i valori della velocità concomitanti con il massimo tirante idrico risultano invece contenuti nell'intervallo $3 \div 8 \text{ m/s}$;
- la fascia di allagamento si mantiene alquanto regolare e contenuta nel fondo valle, senza particolari espansioni laterali.

Studio dell'onda di piena artificiale conseguente a manovre degli organi di scarico

Il calcolo dell'onda di piena conseguente a manovre degli organi di scarico è stato fatto in quattro distinti casi:

- a) funzionamento del solo scarico di fondo ($Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$);
- b) funzionamento contemporaneo dello scarico di superficie e di fondo ($Q = 570 \text{ m}^3/\text{s}$);
- c) funzionamento del solo scarico di superficie ($Q = 510 \text{ m}^3/\text{s}$);
- d) funzionamento contemporaneo dello scarico di superficie e di fondo a portata variabile.

Anche se non richiesti da regolamento, i casi c) e d) sono stati eseguiti per completezza di documentazione.



Lo studio della propagazione dell'onda di piena è stato eseguito con il codice di calcolo POSBRE con le ipotesi di flusso stazionario e unidimensionale.

Dai risultati dello studio si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Caso a): In questo caso il deflusso avviene in corrente lenta; la velocità varia nell'intervallo $0,30 \div 2,50$ m/s; il tirante idrico varia nell'intervallo $0,60 \div 3,70$ m) restando sempre pienamente contenuto nel cavo inalveato senza alcuna esondazione;
- Caso b): In questo caso il moto avviene generalmente ancora in corrente lenta anche se si possono constatare piccoli tratti in corrente veloce, localizzati in coincidenza di ponti o cambi di pendenza. La velocità varia nell'intervallo $0,87 \div 4,90$ m/s; il tirante idrico varia nell'intervallo $2,65 \div 7,00$ m) risultando in genere ben contenuto nei rilevati arginali dell'inalveazione. Lungo il tratto fluviale in considerazione si possono constatare solo tre punti di esondazione:
- nel tratto iniziale a valle degli scarichi della diga;
 - a monte del ponte della Cuddia in cui il tirante idrico massimo supera l'arginatura di circa 1 m e la zona interessata dall'esondazione, come si evince dalla cartografia allegata, si estende a monte per circa 500 m con larghezza massima di 150 m;
 - a monte del ponte in c./da Borranina in cui il tirante idrico massimo supera l'arginatura di circa 1 m e la zona interessata dall'esondazione, come si evince dalla cartografia allegata, si estende a monte per circa 400 m con larghezza massima di 100 m.
- Caso c): In questo caso, nonostante la riduzione della portata, si riscontra un deflusso che non differisce sostanzialmente da quello del caso b); la riduzione del tirante risulta compresa tra $20 \div 30$ cm e quindi non altera la situazione descritta per il caso b);
- Caso d): In questo caso si è studiata la propagazione dell'onda di piena data dall'idrogramma di scarico, con portata variabile nel tempo. Nonostante il diverso approccio di calcoli si può constatare che, ai fini dell'esondazione, i risultati non differiscono sostanzialmente da quelli del corrispondente caso b), che vengono ulteriormente confermati.

Per quanto sopra esposto si sono rappresentate, nell'allegata cartografia in scala 1:10000, soltanto le aree allagate dovute all'onda di piena nell'ipotetico collasso dello sbarramento e all'onda di piena dovuta a manovre contemporanee dello scarico di superficie e di fondo della diga (caso b).



4.2.2 Analisi Territoriale

Nel presente studio, l'analisi territoriale del bacino del F. Birgi è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale CTR a scala 1:10.000 e un ausilio aereofotogrammetrico rappresentato dalle ortofoto IT2000 messe a disposizione dal Dipartimento di Urbanistica della Regione Siciliana.

L'individuazione degli elementi a rischio, effettuata sia sulle CTR sia sulle ortofoto nonché mediante sopralluoghi svolti e la loro correlazione con il reticolo fluviale ha permesso di individuare, per i manufatti di attraversamento e le opere antropiche in prossimità dell'alveo, le situazioni di potenziale rischio.

Inoltre, lo studio geomorfologico ha permesso di prendere in esame tutti gli elementi che possono ulteriormente definire le aree potenzialmente inondabili (andamento plano-altimetrico dell'alveo, presenza di depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto solido, evidenze relative a precedenti tracce di esondazione, ecc.).

Il bacino del f. Birgi ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende per circa 350 km² interessando il territorio della provincia di Trapani.

Il bacino del f. Birgi confina a nord con il bacino del f. Lenzi e con l'area compresa tra il f. Lenzi e il f. Birgi, ad est con quello del f. Freddo o S. Bartolomeo e per un breve tratto con il bacino del f. Arena, a sud con il bacino del f. Màzzaro e con l'area tra il f. Birgi e il f. Màzzaro.

Il f. Birgi nasce sotto il nome di f. Fittasi in territorio del comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa per circa 43 km attraversando il territorio del comune di Trapani e, in piccola parte, di Paceco.

Il f. Birgi, come già detto, nasce sotto il nome di f. Fittasi, incassato fra le pendici di Montagna Grande e i rilievi collinosi di c./da Baglietto, e prosegue prima con il nome di f. Bordino e poi con quello di f. Borrania. In questo tratto centrale, il corso d'acqua scorre in direzione Est-Ovest fra i rilievi collinari di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borrania, a meridione, e quelli di Timpone di Fittasi e di C./da Tammareddara a settentrione.



In questo tratto riceve, in sinistra idrografica, prima gli apporti del t.te della Cuddia e poi quelli del t.te Chitarra, proseguendo poi sotto il nome di f. della Marcanzotta, sempre in direzione Est-Ovest. Successivamente l'asta fluviale prosegue con la denominazione di f. Chinisia, ad andamento rettilineo lungo un'incolazione artificiale, di più antica realizzazione, che sfocia a mare poco a nord di Torre S. Teodoro e che si separa decisamente dal vecchio corso del f. Birgi, di cui attualmente resta solo l'antica foce, alimentata da brevi tributari.

Nel bacino del f. Birgi è stato realizzato un lago denominato Rubino che sbarra il t.te della Cuddia, descritto nel paragrafo precedente. Inoltre è stata studiata la realizzazione di 4 serbatoi nel bacino del f. Birgi; di questi, due sono stati studiati con esito positivo (il Chitarra sul t.te Chitarra e la vasca Marcanzotta fuori alveo) e due sono stati studiati con esito positivo, ma con riserva (il Fittasi sul F. Fittasi e il Ragattisi sull'asta principale del Birgi).

Dall'analisi critica della sovrapposizione delle aree storicamente inondate, con quelle potenzialmente inondabili, individuate da precedenti studi, e dall'analisi territoriale, si sono localizzate le aree in cui è necessario eseguire specifiche verifiche idrauliche.

4.3 Studio Idrologico del bacino del fiume Birgi

Il bacino idrografico del fiume Birgi ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende per circa 350 km², esso è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, con addensamento delle piogge nel semestre invernale-primaverile (da ottobre a marzo). La media annua delle precipitazioni è di circa 400-600 mm.

Nel bacino del f. Birgi è stato realizzato uno sbarramento, sul fiume della Cuddia, in località c.da Margi, che ha determinato la creazione di un lago artificiale denominato Rubino. Il lago Rubino sottende circa 41 km² di bacino diretto e circa 34 km² di bacino indiretto ed ha una capacità utile di progetto di circa 10,2 Mm³.

Nel bacino del fiume Birgi hanno funzionato quattro stazioni idrometriche: due sul torrente Fastaia (affluente del Cuddia) in località La China, una sul torrente Chitarra in località Rinazzo ed infine una sull'asta principale del Birgi, in prossimità della foce, in località Chinisia.



Le stazioni idrometriche sul torrente Fastaia, denominate La China Sud e la China Nord, hanno funzionato in due periodi diversi rispettivamente dal 1962 al 1971 la prima e dal 1972 al 1978 la seconda.

La stazione La China Sud ha funzionato prima dell'entrata in esercizio del serbatoio Rubino e si trova a valle dello sbarramento, mentre la stazione La China Nord ha funzionato dopo l'entrata in esercizio del serbatoio ed è stata ubicata a monte dell'invaso.

La stazione La China Sud, posta a 178 m s.l.m., sottende un bacino di 32,5 km² mentre la stazione La China Nord, posta a 210 m s.l.m., sottende un bacino di 22,6 km².

La stazione a Rinazzo, posta a 50 m s.l.m., ha funzionato dal 1972 al 1975 e sottende un bacino di circa 37 km², avente un'altitudine media di 170 m s.l.m.. La stazione a Chinisia, posta a 4 m s.l.m., ha funzionato dal 1971 al 1975 e sottende un bacino di circa 292 km², avente un'altitudine media di 194 m s.l.m.

Lo studio idrologico è stato effettuato avvalendosi di tecniche proprie dei Sistemi Informativi Territoriali (G.I.S.) e di un modello di pubblico dominio, l'HEC-HMS (*Hydrologic Modeling System*) dell'Hydrologic Engineering Center. Lo studio è stato effettuato per i valori del tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni in accordo con quanto indicato nel D.L. 180/98 e nella Circolare n.1/2003 dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente del 07.03.2003. La metodologia utilizzata è descritta in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I..

Il bacino idrografico del fiume Birgi è stato suddiviso in 3 sottobacini per ognuno dei quali, in corrispondenza delle sezioni di chiusura, sono state calcolate le massime portate al colmo di piena per gli assegnati tempi di ritorno.

Di seguito si riportano, sinteticamente, la procedura adottata ed i risultati dello studio idrologico condotto. Lo studio è stato sviluppato in due fasi successive:

- la prima fase, definita di *pre-processing*, ha consentito di individuare automaticamente, partendo da un modello digitale delle quote del terreno (DEM -



Digital Elevation Model), il reticolo idrografico, i dislivelli e, quindi, i limiti di bacino e dei sottobacini, ciascuno dei quali corredato dai principali parametri morfologici;

- la seconda fase, di *modellazione idrologica*, ha permesso di simulare mediante il modello HEC-HMS, utilizzando come dati di input quelli ottenuti nella fase precedente, i processi di afflusso-deflusso, ottenendo, infine, i valori delle massime portate al colmo di piena per i fissati tempi di ritorno in corrispondenza delle sezioni sia di chiusura dei sottobacini considerati, sia di confluenza dei sottobacini stessi con l'asta fluviale principale.

È da notare che, durante la fase di pre-processing, si è riscontrata una differenza di circa il 4% tra la superficie dell'intero bacino calcolata dalla cartografia (336,3 km²) e quella calcolata mediante il modello digitale del terreno (DEM) già citato (350,4 km²).

In Figura 4.1 è riportato il DEM relativo al bacino idrografico in studio compreso i limiti ed il reticolo idrografico. Le dimensioni delle celle del DEM utilizzato sono di 100x100 m. In Figura 4.2 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HEC-GeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

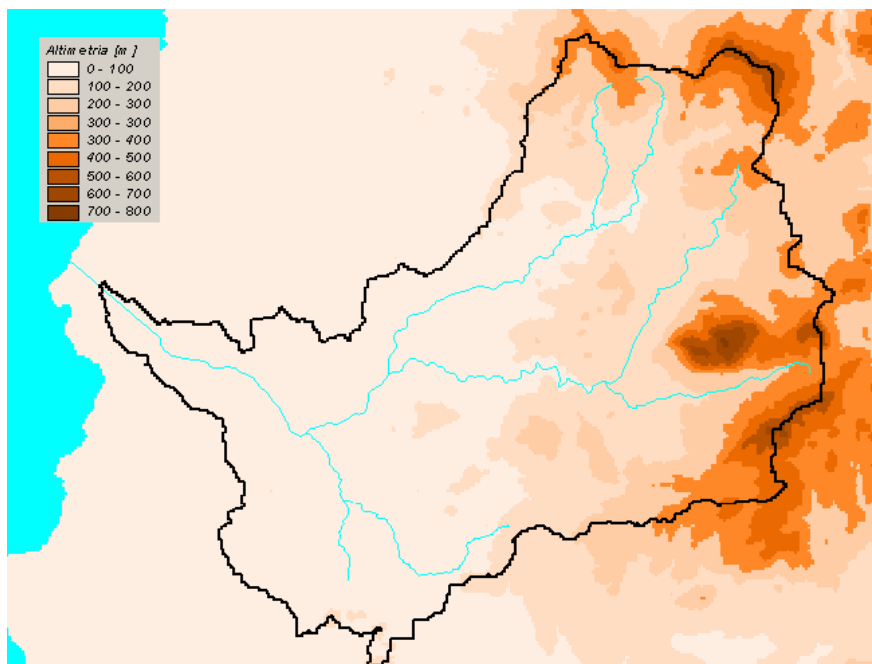


Figura 4.1 DEM (Digital Elevation Model) relativo al bacino del Fiume Birgi.

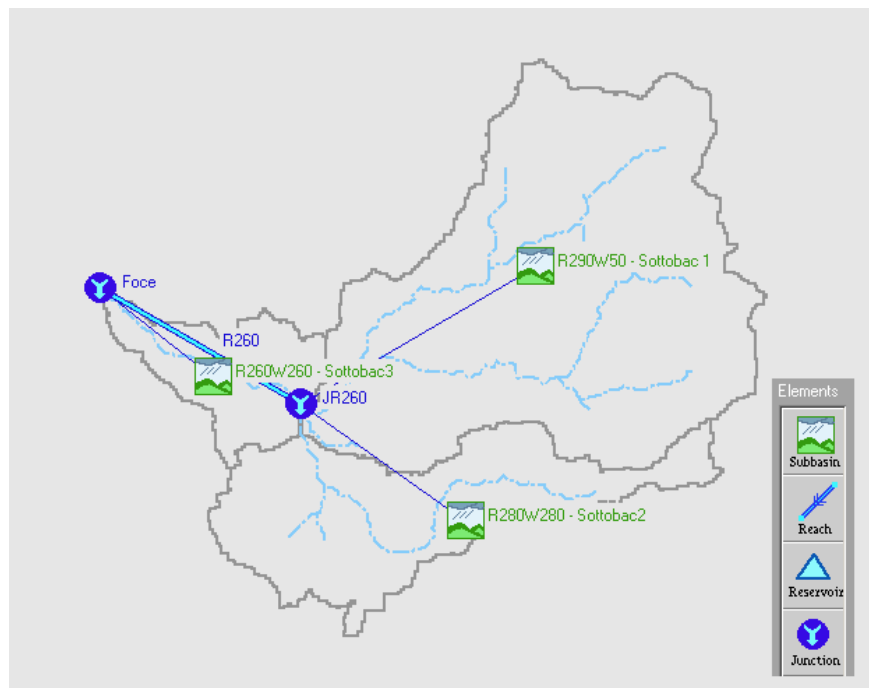


Figura 4.2 Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Birgi utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena.

Lo studio è stato effettuato in tre fasi:

1. Studio della piovosità.

E' stato condotto uno studio delle piogge al fine di calcolare i parametri statistici necessari per la costruzione delle curve di probabilità pluviometrica (vedi Relazione Generale) per l'intero bacino in esame. Questa fase ha richiesto la determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" per il bacino in studio. A partire dalle carte dei valori di "a", "n" e "CV" (Tav. 1, 2 e 3 della Relazione Generale) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tabella 3.2) utilizzando il software Arc-View.

Nelle Figg. 4.3-4.5 sono riportate le carte dei valori di "a", "n" e "CV" in corrispondenza del bacino in esame, in Fig. 4.6 sono riportate le curve di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati e per i tre tempi di ritorno considerati.



La ricostruzione degli ietogrammi sintetici lordi a partire dalle CPP per i tre tempi di ritorno considerati è stata effettuata a partire dalle serie storiche di pioggia registrate nelle stazioni pluviografiche ricadenti nell'area di studio. Lo ietogramma utilizzato è del tipo "Chicago". In particolare si è ipotizzato uno ietogramma centrato ed una durata critica pari a 6 ore.

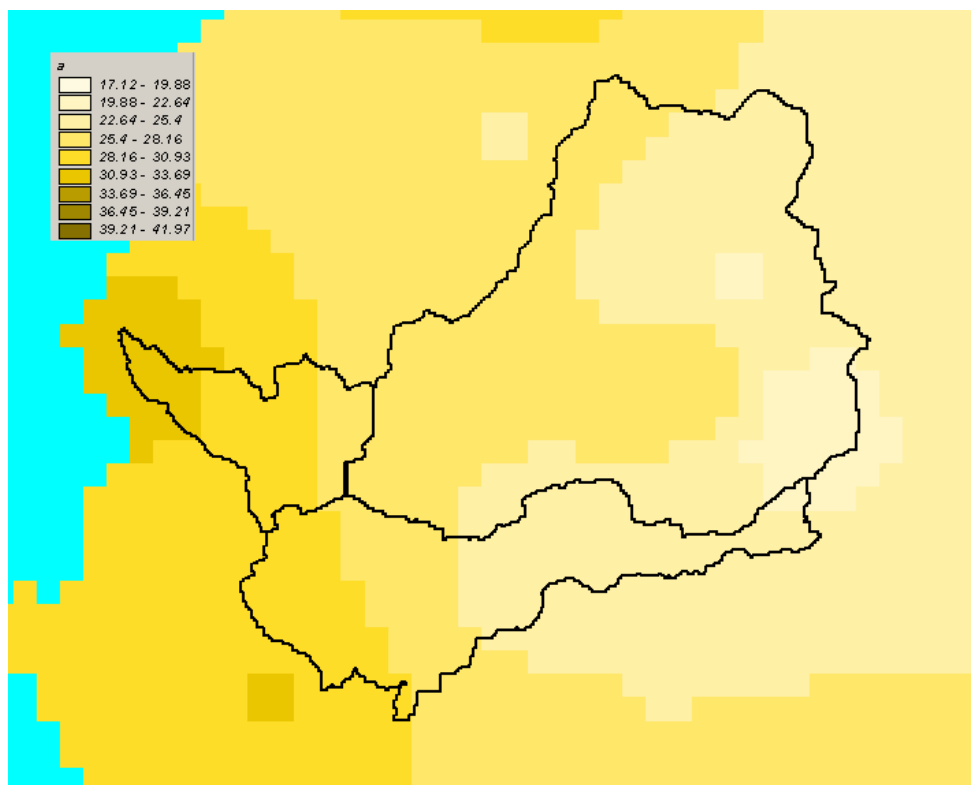


Figura 4.3 DTM relativo alla distribuzione del parametro "a" nel bacino idrografico del F. Birgi.

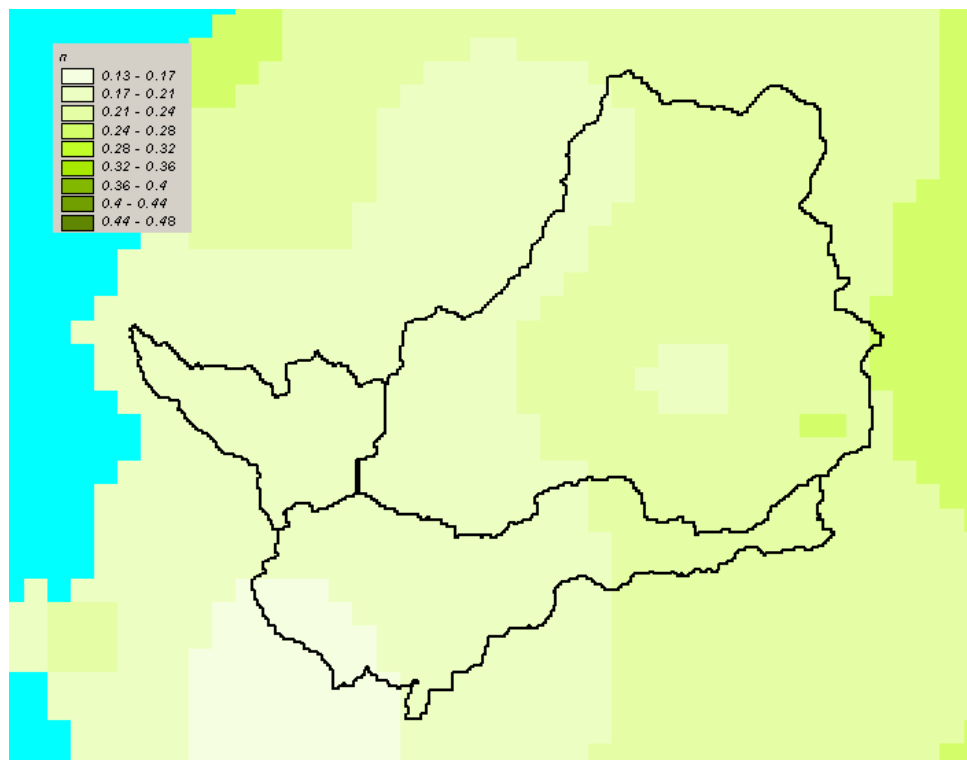


Figura 4.4 DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nel bacino del F. Birgi.

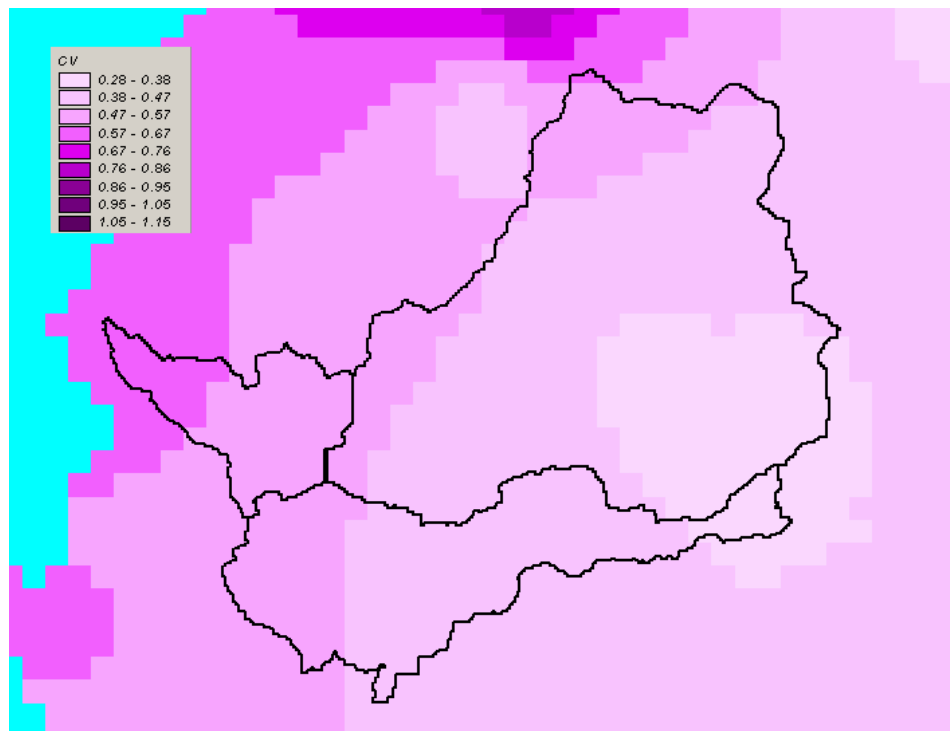
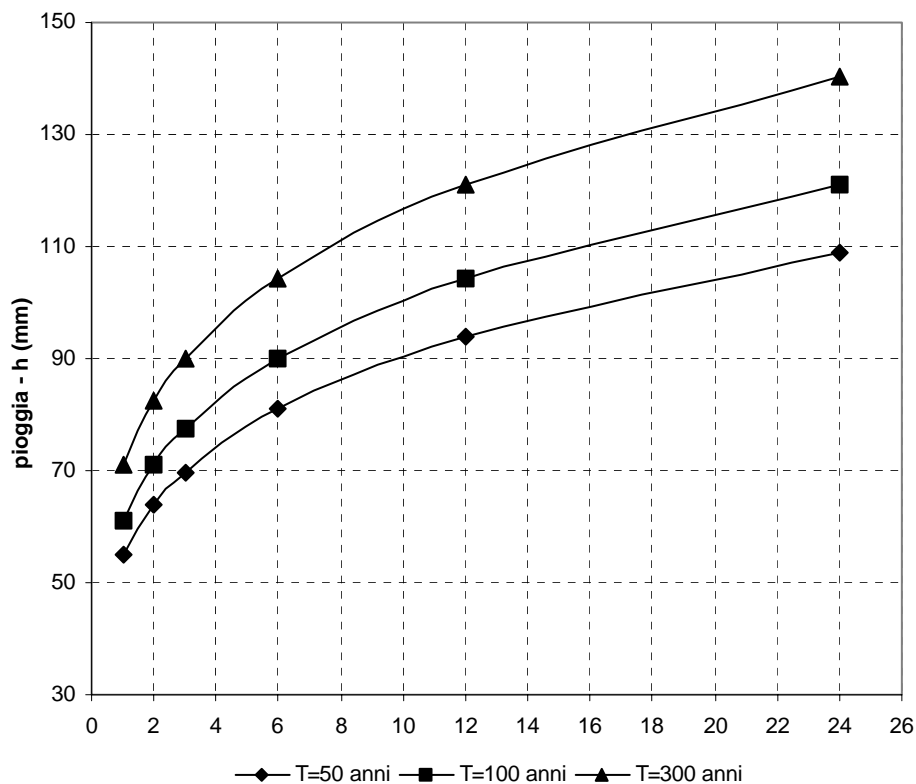


Figura 4.5 DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del F. Birgi.

**Tab. 4.2** Valori medi areali dei parametri “a”, “n” e “CV” relativi al bacino del F. Birgi

Superficie totale (km ²)	a	n	CV
350,4	25,75	0,21	0,44

**Figura 4.6** Curve di possibilità pluviometrica del F. Birgi per fissati tempi di ritorno.

2. Calcolo della pioggia netta.

Per la determinazione della pioggia netta o deflusso superficiale è stato utilizzato il metodo SCS-Curve Number descritto in dettaglio nella Relazione Generale. I valori medi areali di CN, relativi ad ogni sottobacino nel quale è stato suddiviso il bacino principale, sono stati ottenuti utilizzando la distribuzione regionale determinata da Maltese (2003).

In Figura 4.7 è riportata la distribuzione areale del valore CN per il bacino in studio tratta dal DTM (Digital Terrain Model) fornito dal D.I.I.A.A.

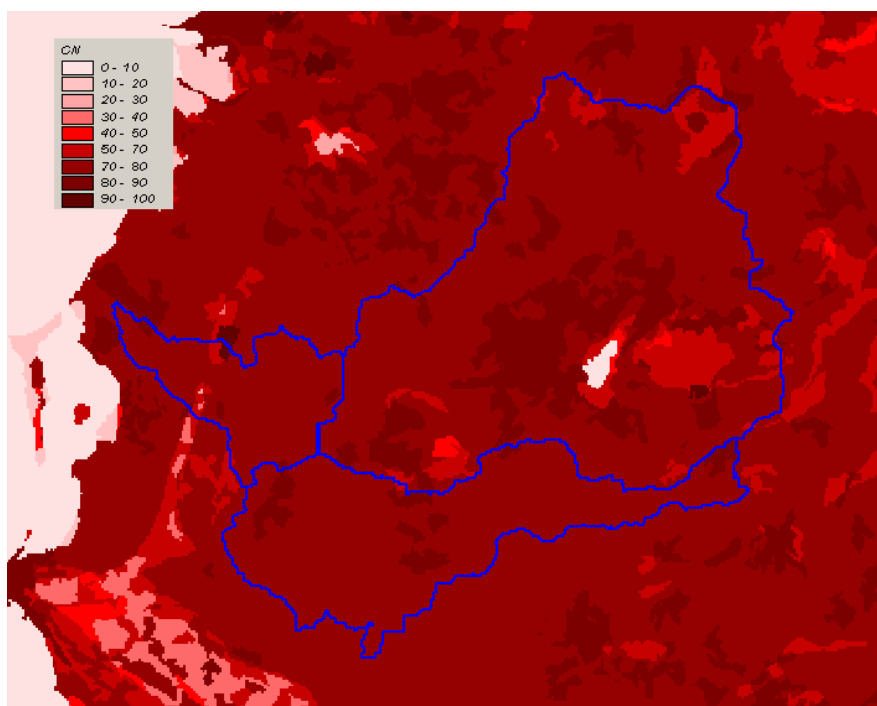


Figura 4.7 DTM (Digital Terrain Model) relativo alla distribuzione del parametro "CN" nel bacino idrografico del Fiume Birgi.

I valori medi di CN, relativi ai sottobacini considerati, sono riportati in Tabella 4.3.

Tabella 4.3 Valori medi del parametro CN per ogni sottobacino del Birgi.

Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	226,76	R290W50	80,22
2	88,43	R280W280	80,00
3	35,19	R260W260	79,68

3. *Determinazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura.*

Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino idrografico principale. A partire dal DEM del bacino, prodotto dall'Assessorato Regionale BB.CC.AA., caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 m, sono stati ricavati



automaticamente i percorsi di drenaggio, è stato individuato il reticolo idrografico e la lunghezza delle linee di drenaggio. A quest'ultima è stata associata una velocità di scorrimento superficiale costante e pari ad 1,5 m/s. Ottenuta così la carta delle isocorrie è stato possibile ricavare la curva aree-tempi e quindi i tempi di corrivazione dei sottobacini in esame (Tabella 4.4). Il calcolo dell'idrogramma uscente attraverso la sezione di chiusura del generico sottobacino è stato effettuato utilizzando il modulo *User Specified Unit Hydrograph* del modello HEC-HMS (v. Relazione Generale). Il calcolo dell'onda di piena risultante nella sezione di chiusura del bacino principale è stato effettuato utilizzando il modulo *Routing Method Lag* di HEC-HMS ipotizzando i sottobacini collegati tramite canali lineari ed una semplice traslazione dell'onda di piena. Il tempo di ritardo del canale denominato "R260" è stato calcolato in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua (lunghezza, pendenza, scabrezza) e della velocità della corrente supposta pari ad 1,5 m/s.

Tabella 4.4 Valori del tempo di corrivazione di ogni sottobacino.

Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	t _c (ore)
1	226,76	R290W50	5
2	88,43	R280W280	5
3	35,19	R260W260	3

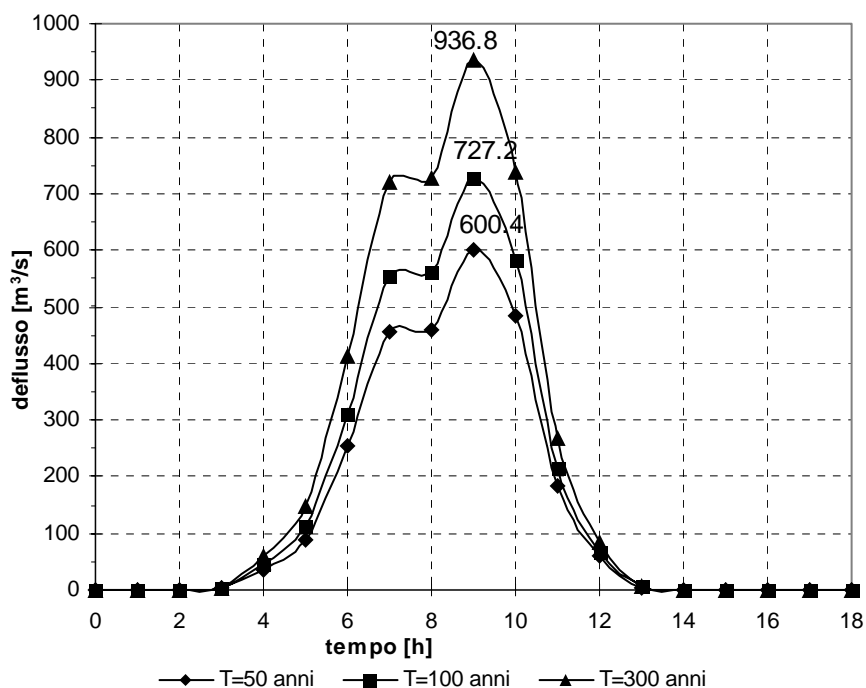


Figura 4.8 Idrogrammi di piena alla foce del F. Birgi, per fissati tempi di ritorno

Lo ietogramma sintetico di pioggia ricostruito per l'intero bacino e gli idrogrammi di piena per ciascun sottobacino sono riportati in appendice A. In Figura 4.8 sono riportati gli idrogrammi di piena relativi alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce, per i tempi di ritorno considerati.

In Tabella 4.5 sono riportati, per ogni sezione di chiusura dei sottobacini considerati, i valori delle massime portate al colmo di piena, mentre in Tabella 4.6 i valori in corrispondenza delle confluenze degli stessi sottobacini con l'asta fluviale principale.

Tabella 4.5 Valori delle portate al colmo di piena (Q_T), per fissati tempi di ritorno, relative ai sottobacini del F. Birgi

Sottobacino N°	Codice sottobacino HMS	Superficie (km ²)	$Q_{T=50}$ (m ³ /s)	$Q_{T=100}$ (m ³ /s)	$Q_{T=300}$ (m ³ /s)
1	R290W50	226,76	494,9	600,8	775,9
2	R280W280	88,43	224,6	273,4	353,9
3	R260W260	35,19	96,6	116,4	148,8



Tabella 4.6 Valori delle portate al colmo di piena (Q_T), per fissati tempi di ritorno, in corrispondenza di alcune sezioni del F. Birgi considerate nello schema di calcolo HMS.

Sezione di calcolo N°	Codice sezione HMS	Superficie drenata (km ²)	$Q_{T=50}$ (m ³ /s)	$Q_{T=100}$ (m ³ /s)	$Q_{T=300}$ (m ³ /s)
1	JR260	315,2	617,3	747,4	962,1
2	Foce	350,4	600,4	727,2	936,8

La valutazione della portata in alveo nelle sezioni a valle dell'invaso Rubino dovrebbe tenere conto anche dei volumi rilasciati, durante l'evento di piena, dallo scarico di superficie e dallo scarico di fondo (ipotizzandone il loro funzionamento contemporaneo). Tuttavia, poiché le portate degli scarichi fanno riferimento ad un valore del tempo di ritorno superiore al valore massimo considerato in questo studio (300 anni) e, inoltre, sono state certamente valutate sulla base di dati idrologici registrati in un intervallo temporale diverso da quello utilizzato nel presente studio, si è preferito svincolarsi dai suddetti valori ai fini delle verifiche idrauliche.

Pertanto, nel presente studio, non è stata considerata la presenza dell'invaso Rubino e, quindi, l'effetto della sua capacità di laminazione delle piene. In tal modo sono state eseguite delle verifiche idrauliche considerando la portata convogliata dall'intero bacino idrografico originario (antecedente la realizzazione dell'invaso), trascurando quella parte trattenuta (laminata) dalla diga. Tale scelta, seppur non rispecchi del tutto la realtà idraulica del bacino, determina dei valori di portata nell'alveo che risultano più elevati rispetto a quelli effettivi conseguenti ad un effetto di laminazione dell'invaso, sovrastimando in tal modo i risultati delle simulazioni idrauliche a vantaggio della sicurezza.



4.4 Studio idraulico

Di seguito si riporta lo studio idraulico dell'ultimo tratto di asta fluviale del fiume Birgi, lungo circa 6,5 km, compreso tra il ponte sulla S.S. 115 e la foce.

Per quanto riguarda il t.te Verderame, il cui bacino ricade nell'area tra il bacino del f. Lenzi e il bacino del f. Birgi, durante la stesura del presente PAI, sono aperti due cantieri in cui si stanno eseguendo:

- lavori di imperiosa urgenza per il ripristino della funzionalità idraulica del suddetto torrente, per il tratto di asta compreso tra il ponte sulla strada “Salina Grande – Paceco” e l'attraversamento ferroviario;
- lavori per il ripristino della funzionalità idraulica per il tratto compreso tra la S.P. 21 “Trapani – Bosco Pecorume” e la foce.

A causa di ciò è stato impossibile rilevare le sezioni idrauliche del corso d'acqua, in quanto al momento sia l'alveo che le zone golenali sono interessati da lavori di movimento terra non ancora ultimati. Pertanto, lo studio idraulico del tratto di asta fluviale compreso tra il ponte sulla strada “Salina Grande – Paceco” e la foce, lungo circa 4 km, si rimanda a quando verranno ultimati i suddetti lavori ed i risultati dello studio idraulico saranno riportati in un prossimo aggiornamento del PAI. Tuttavia, per il suddetto tratto di asta fluviale, sono stati riportati sulla carta della pericolosità idraulica, nelle sezioni 605020 e 605030, n. 2 siti di attenzione, ricadenti uno nel Comune di Trapani e l'altro nel Comune di Paceco.

Per quanto riguarda lo studio idraulico dell'ultimo tratto di asta fluviale del f. Birgi, calcolate le portate di piena, nella sezione alla foce, i cui valori si desumono dalla tabella 4.6, occorre verificare se le sezioni del suddetto corso d'acqua riescano a farle defluire senza dar luogo ad esondazioni.

La modellazione idraulica del corso d'acqua oggetto del presente studio è stata condotta utilizzando il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS.



Studio idraulico di un tratto del fiume Birgi

4.4.1 Rilievi e Cartografia

I dati di input geometrici utilizzati per la modellazione di HEC-RAS derivano interamente dalla cartografia CTR in scala 1:10.000. I dati geometrici, di cui sopra, sono stati integrati e completati da rilievi di campagna accurati, da riprese fotografiche e da un attenta analisi cartografica.

4.4.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'Alveo

Il f. Birgi nasce sotto il nome di f. Fittasi e si sviluppa per circa 43 km, cambiando diverse volte la sua denominazione in f. Bordino e f. Borrania. In questo tratto riceve, in sponda sinistra, a circa 17 km dalla foce l'apporto del t.te della Cuddia e a circa 12 km dalla foce l'apporto del t.te Chitarra. Prosegue poi, comportandosi da semplice emissario, sotto il nome di f. della Marcanzotta, f. Chinisia ed infine di f. Birgi.

Relativamente alle caratteristiche di resistenza idraulica è noto che esse si differenziano secondo che la sede di deflusso sia l'alveo o le aree golenali e di allagamento.

Nel primo caso, le caratteristiche dipendono principalmente dalle dimensioni del materiale di fondo, dalla presenza e qualità della vegetazione fluviale e dalla morfologia plano-altimetrico delle sezioni e del tracciato fluviale. Per le superfici limitrofe e di allagamento giocano un ruolo determinante la natura del suolo, la copertura vegetale, la frammentazione poderale, la densità delle infrastrutture e delle costruzioni (macro rugosità) e le irregolarità naturali della superficie.

Durante i sopralluoghi predisposti per aggiornare la cartografia del tratto fluviale studiato attraverso osservazioni dirette di campagna, sono stati fissati i valori del coefficiente di Manning, da utilizzare nel modello idraulico, pari a $0,035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per l'alveo e $0,030 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per le zone golenali.



4.4.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

Attraversamenti

L'individuazione e caratterizzazione geometrica degli attraversamenti fluviali risulta necessaria per valutare, attraverso il software HEC-RAS, se la portata massima, calcolata per fissato tempo di ritorno, defluisce senza sormontare l'attraversamento stesso.

Le opere di attraversamento principali presenti nel bacino del Fiume Birgi, nel tratto in studio compreso tra il ponte sulla S.S. 115 e la foce sono elencate nella seguente tabella:

Tabella 4.7	Elenco delle opere principali di attraversamento presenti nel tratto fluviale in studio.	
Attraversamento n.	Distanza dalla foce [m]	Denominazione
A1	3440	
A2	3670	Ponte S.P. 21
A3	4150	Ponte ferroviario Pa-Tp (via Castelvetro)
A4	6020	Ponte S.V. "Marsala – Aeroporto di Birgi"
A5	6450	Ponte S.S. 115

Durante il rilievo degli attraversamenti, è stato riscontrato il cattivo stato in cui versa l'attraversamento A1; infatti come si può notare dalle foto nn. 4.1 e 4.2, in parecchi punti dell'impalcato del ponte le armature di acciaio sono corrose in quanto prive di copriferro.



Foto 4.1

Particolare dell'attraversamento A1



Foto 4.2

Particolare dell'attraversamento A1





In Appendice B sono riportati gli stralci cartografici con l'ubicazione degli attraversamenti considerati e le relative schede identificative.

Opere di sistemazione idraulica

Il f. Birgi, nella parte compresa tra il serbatoio Rubino e la foce, è stato oggetto, in anni recenti, di significativi interventi di sistemazione idraulica da parte del Consorzio di Bonifica del Birgi. Per la progettazione della sistemazione idraulica è stato utilizzato un valore di portata al colmo di piena, per la sezione alla foce, per un tempo di ritorno di 700 anni, di 2345 m³/s. Tale valore di portata è di gran lunga superiore rispetto alle portate, calcolate per la sezione alla foce, per i tempi di ritorno del PAI, riassunte nella tabella 4.6. Pertanto le opere di sistemazione idraulica di seguito descritte, dovrebbero risultare sufficientemente idonee a convogliare verso la foce le portate calcolate in questo PAI.

La sistemazione idraulica ha interessato l'asta fluviale del f. Birgi, nel tratto compreso tra il serbatoio Rubino e l'attraversamento ferroviario, in cui sono stati realizzati lavori di inalveazione artificiale con ampie rettifiche, la creazione di una larga sezione trapezia con savanella centrale e la disposizione di numerose briglie.

La parte valliva del fiume, che dall'attraversamento ferroviario porta fino alla foce, è stata interessata da lavori di sistemazione idraulica consistenti nell'escavazione, allargamento, regolarizzazione ed il parziale rivestimento della sagoma di progetto.

La sistemazione è stata realizzata con due sagome; la prima si sviluppa per una lunghezza di circa 3400 m mentre la seconda per circa 490 m.

La prima sagoma ha una savanella rivestita in gabbioni, alta 1,5 m, larga 10 m, ripiani golenali larghi 26 m ed argini alti 6 m dal piano golenale e 4,5 m dal piano di campagna.

La seconda sagoma ha una savanella larga 36 m, alta 1,5 m, e due golene larghe 20 m ciascuna; l'altezza degli argini rispetto ai ripiani golenali è di 6,5 m e di 3 m dal piano di campagna.

Il passaggio tra la prima e la seconda sagoma è stato realizzato attraverso l'interposizione di una soglia su pali.

Al fine di preservare la stabilità longitudinale dell'opera sono state realizzate n. 8 soglie in calcestruzzo, una ogni 500 m, di cui le ultime due ancorate su pali.



Ai fianchi delle arginature sono presenti due cunette laterali trapezie, larghe 1 m ed alte almeno 1,6 m, destinate alla raccolta ed al convogliamento dei deflussi superficiali.

Gli impluvi naturali che sversano direttamente nell'alveo si sono fatti confluire nelle cunette il cui allacciamento all'alveo è stato assicurato con l'adozione di n. 8 chiaviccotti in calcestruzzo pressato del diametro di 700 mm.

È da notare lo stato di dissesto idraulico di uno degli allacciamenti sopra descritti, localizzato a circa 100 m a monte dell'attraversamento ferroviario (v. foto n. 4.3).

La sede fluviale, dimensionata per la massima piena prevista al serbatoio, risulta al momento attuale notevolmente parzializzata da una discreta vegetazione non solo erbacea ma a tratti anche arbustiva, che si è venuta insediando disordinatamente per la scarsa o assente manutenzione.

Foto 4.3

Particolare dell'allacciamento a monte dell'attraversamento ferroviario





4.4.4 Verifica Idraulica

Nel presente PAI è stata condotta la verifica idraulica di un tratto del tronco fluviale del f. Birgi, compreso tra il ponte sulla S.S. 115 e la foce, per una lunghezza complessiva di circa 6,5 km.

I valori delle portate al colmo di piena utilizzati sono quelli corrispondenti al codice sezione HMS denominato “Foce” e riportati nella tabella 4.6.

Come detto precedentemente, per la simulazione idraulica è stato applicato il modello monodimensionale HEC-RAS nell'ipotesi di regime di moto permanente e corrente lenta (*subcritical*). Nelle condizioni al contorno si è imposta l'altezza critica della corrente nell'ultima sezione dell'alveo (foce). Sono state condotte tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena, valutata alla foce del fiume, per fissato tempo di ritorno (50, 100 e 300 anni).

Per la simulazione idraulica sono state considerate 34 sezioni ed i risultati delle verifiche idrauliche sono riportate in forma tabellare ed in forma grafica, in Appendice C. La tabella riporta, per fissato tempo di ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori della portata, della quota fondo alveo, della quota pelo libero, del tirante idrico fondo alveo, della pendenza della linea dei carichi totali, della velocità media della corrente in alveo e la sezione idrica.

I valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati; nella sezione n. 8, per $T = 50$ anni, nella sezione n. 27, per $T = 100$ anni, e nella sezione 17, per $T = 300$ anni. Mentre i valori minimi sono stati riscontrati nella sezione n. 4, per $T = 50$ anni, e nella sezione n. 1 (foce) per i restanti tempi di ritorno. Per quanto riguarda la velocità media in alveo, il valore massimo si riscontra, per i tempi di ritorno $T = 50$ e $T = 100$ anni, nella sezione n.18 Briglia e nella sezione n. 15, per $T = 300$ anni. Il valore minimo della velocità si ha, per tutti i tempi di ritorno, nella sezione n. 25.

In Tabella 4.8 sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie in alveo ottenuti in seguito alle simulazioni del modello HEC-RAS.



Tabella 4.8 Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] (n. sezione)	Tirante idrico massimo [m] (sezione n.)	Velocità minima [m/s] (n. sezione)	Velocità massima [m/s] (n. sezione)
50	3,6 (4)	6,5 (8)	0,4 (25)	5,2 (18 Briglia)
100	4,0 (1)	6,5 (27)	0,5 (25)	5,5 (18 Briglia)
300	4,4 (1)	7,0 (17)	0,5 (25)	6,4 (15)

4.5 Perimetrazione delle Aree Potenzialmente Inondabili

4.5.1 Perimetrazione delle Aree Potenzialmente Inondabili nel bacino del F. Birgi

Alla luce dei risultati del calcolo idraulico, eseguito con l'ausilio del software HEC-RAS, condotto per il tratto fluviale compreso tra la S.S. 115 e la foce, è possibile affermare che non ci sono delle differenze apprezzabili per quanto riguarda l'estensione delle aree a pericolosità per i tre tempi di ritorno. Pertanto si è proceduto a tracciare soltanto l'area a pericolosità elevata (P3) relativa al tempo di ritorno $T = 50$ anni.

La pericolosità "P" (identificata con l'area inondata) è stata valutata, seguendo la "metodologia semplificata" riportata nella Relazione Generale del PAI., in funzione del solo tempo di ritorno, ed in particolare, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi tabella 4.9).

Tabella 4.9 Definizione delle pericolosità idraulica, P, secondo la metodologia semplificata

T (anni)	P
50	P3 (elevata)
100	P2 (media)
300	P1 (moderata)

Per l'individuazione delle aree inondate si è fatto riferimento alle quote del pelo libero, ottenute dai calcoli del modello HEC-RAS, cercando ove possibile di intersecare tali piani ideali con le curve di livello riportate nella cartografia di riferimento. La carta della pericolosità (scala 1:10.000) è riportata in allegato al presente PAI: in essa, per i motivi sopra



descritti, sono state riportate soltanto le aree a pericolosità “P3” che in totale sono estese circa 159 Ha (vedi tabella 4.10a).

Tabella 4.10a Numero ed estensione delle aree soggette a pericolosità idraulica, P, per diversi tempi di ritorno per il bacino del f. Birgi.

T (anni)	P	N.	Aree (Ha)
50	P3 (elevata)	10	158,65
100	P2 (media)	0	0
300	P1 (moderata)	0	0

4.5.2 Perimetrazione delle Aree Potenzialmente Inondabili nell'area tra il bacino del F. Lenzi e il bacino del F. Birgi

Per le considerazioni, riportate al paragrafo 4.4, riguardanti il tratto di asta fluviale del t.te Verderame, compreso tra il ponte sulla strada “Salina Grande – Paceco” e la foce, lungo circa 4 km, si riportano sulla carta della pericolosità idraulica, nelle sezioni 605020 e 605030, n. 2 siti di attenzione (vedi tabella 4.10b). Pertanto lo studio idraulico, del suddetto tratto di asta fluviale, si rimanda a quando verranno ultimati i lavori di manutenzione del corso d'acqua ed i risultati saranno riportati in un prossimo aggiornamento del PAI.

In data 17.01.07 ha avuto luogo la Conferenza Programmatica del PAI in oggetto, nella quale, tra l'altro, si è discussa un'osservazione, prot. 13361 del 28.08.2006, dell'Ufficio del Genio Civile di Trapani. Dopo ampia discussione si è pervenuti alla definizione della problematica con la decisione di perimetrare l'area a rischio R4, tratta dalla proposta di perimetrazione del Genio Civile di Trapani, limitatamente agli elementi a rischio presenti in tale area (centro abitato di Salina Grande). In merito al sito di attenzione, nell'allegata carta della pericolosità idraulica, esso comprenderà lo stesso centro abitato di Salina Grande.

Tabella 4.10b Numero ed estensione delle aree soggette a pericolosità idraulica, P, per diversi tempi di ritorno per l'area tra il bacino del F. Lenzi e il bacino del f. Birgi.

T (anni)	P	N.	Aree (Ha)
50	P3 (elevata)	0	0
100	P2 (media)	0	0
300	P1 (moderata)	0	0
Siti d'attenzione		2	101,85



4.6 Perimetrazione degli Elementi a Rischio all'Interno delle Aree Potenzialmente Inondabili

La classificazione degli elementi a rischio, riportata nella Relazione Generale, si basa facendo riferimento a 4 classi di importanza crescente individuate e mappate direttamente sulle aree in studio. Queste sono riportate nella tabella 4.11.

Tabella 4.11 Caratterizzazione degli elementi a rischio, E.

Classe	Descrizione
E1	<u>Case sparse</u> - Impianti sportivi e ricreativi - Cimiteri - Insediamenti agricoli a bassa tecnologia - Insediamenti zootecnici.
E2	Reti e infrastrutture tecnologiche di secondaria importanza e/o a servizio di ambiti territoriali ristretti (acquedotti, fognature, reti elettriche, telefoniche, depuratori,...) - Viabilità secondaria (strade provinciali e comunali che non rappresentino vie di fuga) - Insediamenti agricoli ad alta tecnologia - Aree naturali protette, aree sottoposte a vincolo ai sensi del D. L.vo 490/99.
E3	<u>Nuclei abitati</u> - Ferrovie - Viabilità primaria e vie di fuga - Reti e infrastrutture tecnologiche di primaria importanza (reti elettriche e gasdotti) - Beni culturali, architettonici e archeologici sottoposti a vincolo- Insediamenti industriali e artigianali - Impianti D.P.R. 175/88.
E4	<u>Centri abitati</u> - Edifici pubblici di rilevante importanza (es. scuole, chiese, ospedali, ecc.).

Nella suddetta classificazione, con riferimento agli insediamenti civili (abitazioni), ci si è riferiti alle definizioni dell'ISTAT:

- case sparse: località abitativa caratterizzata dalla presenza di case disseminate nel territorio comunale ad una distanza tale tra loro da non poter costituire né un nucleo né un centro abitato;
- nucleo abitato: località abitata caratterizzata dalla presenza di case contigue o vicine con almeno cinque famiglie e con interposte strade, sentieri, spiazzi, aie, piccoli orti, piccoli incolti e simili, purché l'intervallo tra casa e casa non superi i 30 metri e sia in ogni modo riferibile a quello intercorrente tra il nucleo stesso e la più vicina delle case sparse e purché sia priva del luogo di raccolta che caratterizza il centro abitato.



- centro abitato: località abitata caratterizzata dalla presenza di case contigue o vicine con interposte strade, piazze e simili, o comunque brevi soluzioni di continuità, caratterizzato dall'esistenza di servizi o esercizi pubblici costituenti la condizione di una forma autonoma di vita sociale.

4.6.1 Perimetrazione degli Elementi a Rischio nel bacino del F. Birgi

Gli unici elementi a rischio presenti nelle aree potenzialmente inondabili, riportate nel paragrafo 4.5, sono costituiti dalle opere di attraversamento riportate nella tabella 4.7. Considerato che nessuno degli attraversamenti è sormontato dalla corrente si può affermare che nessun area a rischio è presente nelle aree potenzialmente inondabili.

4.6.2 Perimetrazione degli Elementi a Rischio nell'area tra il bacino del F. Lenzi e il bacino del F. Birgi

In considerazione delle decisioni assunte in sede di Conferenza Programmatica del 17.01.2007, sono stati perimetrati e classificati a rischio R4 tutti gli elementi a rischio presenti nella frazione di Salina Grande accogliendo la proposta dell'Ufficio del Genio Civile di Trapani.

Le suddette aree a rischio ricadono esclusivamente nel territorio comunale di Trapani, mentre nella tabella 4.12, sono riportate il numero di aree e le relative estensioni.

Tabella 4.12 Numerosità ed estensione delle aree soggette a rischio idraulico, R, per l'area territoriale 050.		
Rischio	N.	Aree (Ha)
R1	0	0,00
R2	0	0,00
R3	0	0,00
R4	3	17,54
Totale	3	17,54



Capitolo 5

PIANO DEGLI INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Il presente studio ha condotto alla valutazione delle aree inondabili per fissato tempo di ritorno e, quindi, dei livelli di pericolosità nell'area esaminata. Non si è proceduto alla valutazione del livello di rischio degli elementi ubicati all'interno delle aree inondabili perché nessuna opera di attraversamento è stata sormontata durante lo studio idraulico del tratto del corso d'acqua.

In generale l'azione di mitigazione del livello di rischio, obiettivo prioritario del Piano, può ottenersi intervenendo su almeno uno dei fattori che concorrono alla definizione del rischio:

- la riduzione della pericolosità e, quindi, dell'estensione delle aree inondabili, mediante interventi, quali la realizzazione o il rialzo degli argini, realizzazione di vasche di



espansione, la pulizia manutentiva del cavo fluviale consistente nella rimozione di vegetazione (canneti, arbusti, ecc.), di eventuali occlusioni e/o interrimenti, soprattutto nel tratto in prossimità della foce, e dell'allargamento delle sezioni per il normale deflusso delle acque;

- la riduzione della condizione di rischio degli elementi coinvolti attraverso l'adeguamento strutturale degli stessi, alle condizioni idrauliche analizzate, oppure al loro trasferimento in altro luogo.

Sulla base dei dati forniti dagli organi di competenza, di seguito, sono descritti soltanto gli interventi realizzati e/o in corso di realizzazione in quanto, dal punto di vista idraulico, non sono presenti aree a rischio elevato e molto elevato (R3 ed R4) per le quali proporre o programmare degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico.

5.1 Interventi progettuali

Gli interventi progettuali realizzati e/o in corso di realizzazione riguardano essenzialmente il t.te Verderame, il cui bacino ricade nell'area compresa tra il bacino del f. Lenzi e il bacino del f. Birgi. Poiché tale corso d'acqua non è stato studiato idraulicamente, per le ragioni espresse nel paragrafo 4.4, i campi delle seguenti tabelle relativi alla pericolosità, al rischio e agli elementi a rischio, non sono stati compilati.

Nelle tabelle 5.1 e 5.2 gli interventi sono sintetizzati per Comune specificando, se il dato è disponibile, la fonte di finanziamento, il relativo importo e lo stato di fatto (interventi già realizzati o in fase di realizzazione).

5.1.1 Stato degli interventi realizzati

Nella seguente tabella è descritto un intervento *realizzato* nel Comune di Trapani riguardante il t.te Verderame.



Tabella 5.1: Intervento realizzato nel Comune di Trapani nell'anno 2004

Intervento n° 1						
DISSESTO	Rischio		Pericolosità		Elementi a rischio	
Località		Salina Grande (frazione di Trapani)				
Titolo progetto		Lavori necessari per il ripristino delle condizioni di sicurezza e manutenzione canalizzazioni nell'ambito di Salina Grande a seguito di fenomeni di inondazione.				
Tipologia di intervento		Impianto di sollevamento acque bianche.				
Importo [€]		176.229,69				
Fonte finanziamento						
Ente appaltante		Comune di Trapani				

5.1.2 Stato degli interventi finanziati o in corso di realizzazione

Nella seguente tabella sono descritti n. 2 interventi in corso di realizzazione riguardanti il t.te Verderame, ricadenti il primo interamente nel Comune di Trapani e il secondo sia nel Comune di Trapani che nel Comune di Paceco.

Tabella 5.2: Interventi in corso di realizzazione nel Comune di Trapani

Intervento n° 1						
DISSESTO	Rischio		Pericolosità		Elementi a rischio	
Località		Salina Grande (frazione di Trapani)				
Titolo progetto		Lavori di urgenza per il ripristino della funzionalità idraulica del tratto terminale del t.te Verderame nel Comune di Trapani.				
Tipologia di intervento		Pulizia alveo e rifacimento argini				
Importo [€]		96.187,80				
Fonte finanziamento		Assessorato Regionale LL.PP.				
Ente appaltante		Genio Civile di Trapani				
Intervento n° 2						
DISSESTO	Rischio		Pericolosità		Elementi a rischio	
Località						
Titolo progetto		Lavori di imperiosa urgenza per il ripristino della funzionalità idraulica di un tratto del t.te Verderame ricadente nei Comuni di Trapani e Paceco.				
Tipologia di intervento		Pulizia alveo e rifacimento argini				
Importo [€]		162.901,61				
Fonte finanziamento		Protezione Civile				
Ente appaltante		Dipartimento della Protezione Civile – Servizio Reg. di Prot. Civile per la prov. di Trapani				



5.1.3 Stato degli interventi finanziati proposti dagli Enti Locali

Allo stato attuale, nessuna amministrazione dei Comuni ricadenti nel bacino del f. Birgi o nell'area compresa tra il bacino del F. Lenzi e il bacino del F. Birgi ha presentato schede informative di programmazione di interventi PAI in aree a rischio esondazione, di cui alla Circolare n 1/2003 dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente.

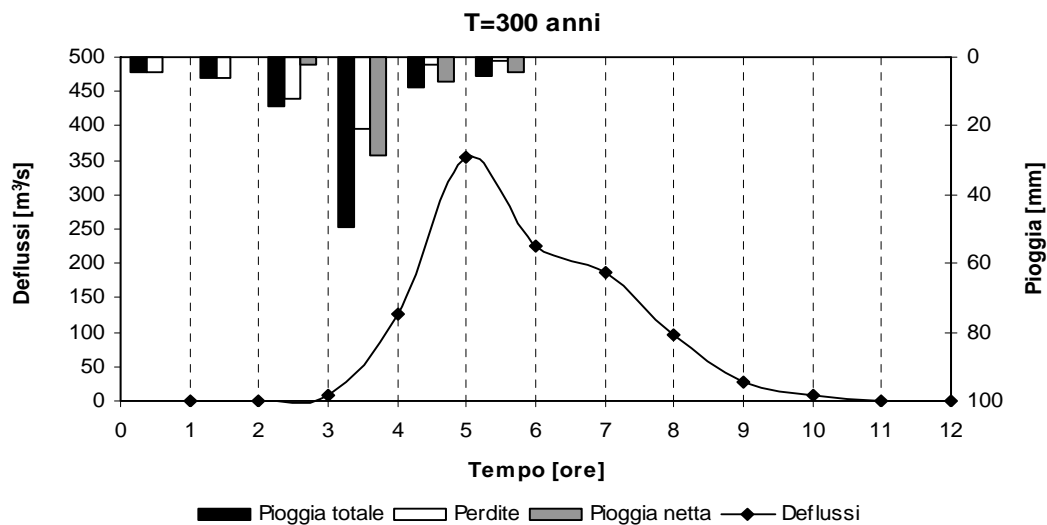
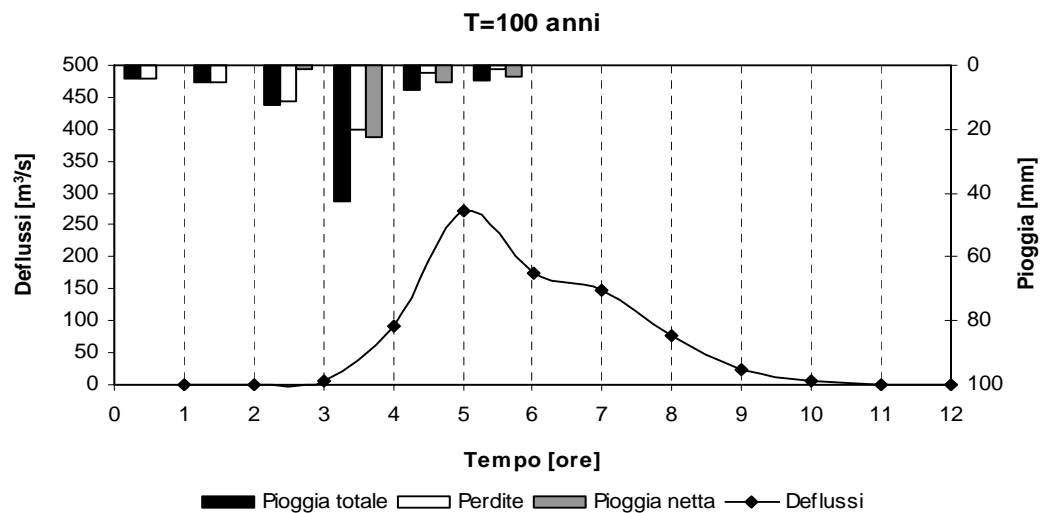
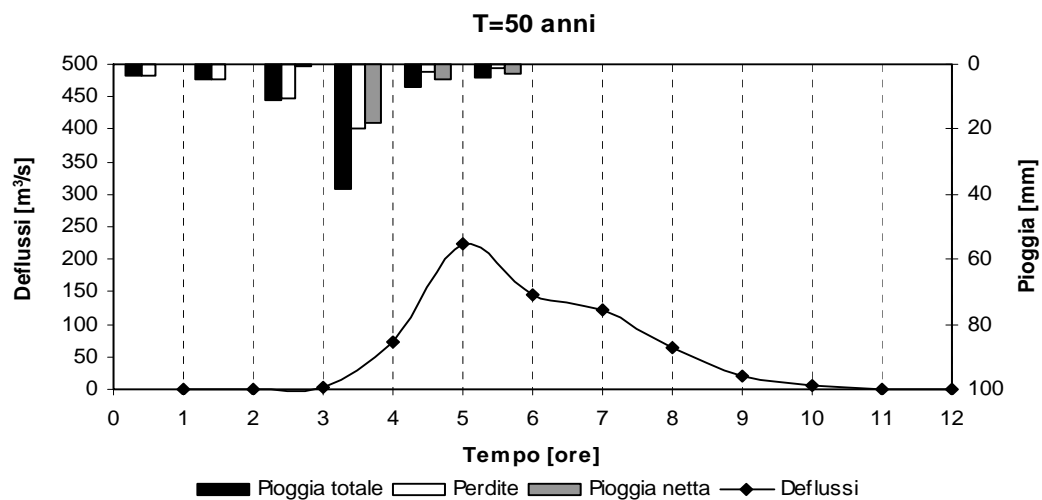


Appendice A

IETOGRAMMI E DEFLUSSI DI PIENA



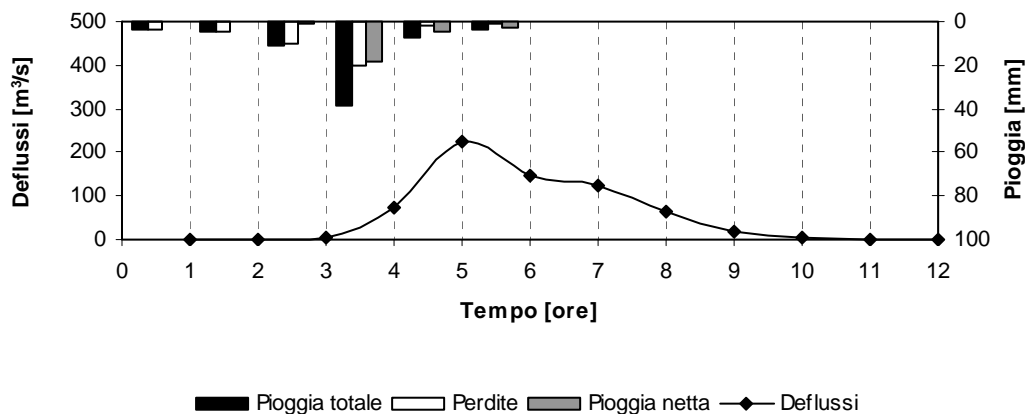
IETOGRAMMI E DEFLUSSI DI PIENA – Sottobacino 1 (R290W50)



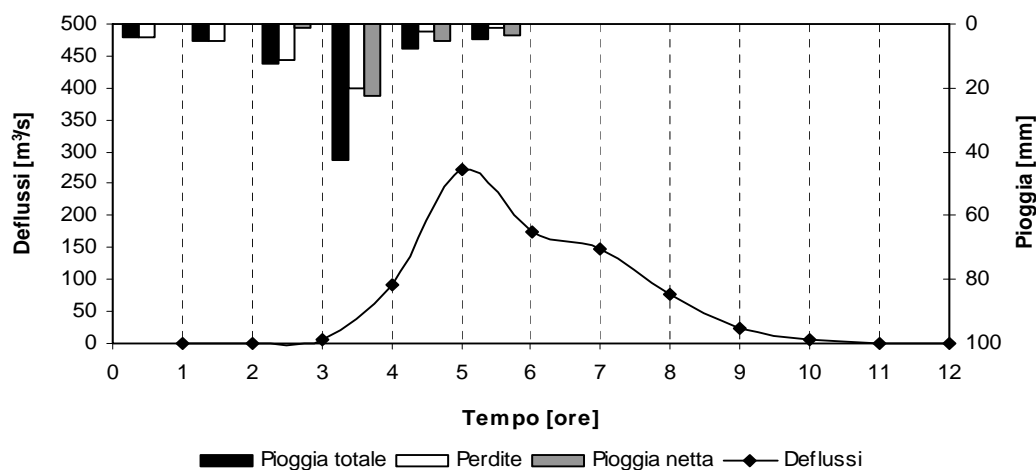


IETOGRAMMI E DEFLUSSI DI PIENA – Sottobacino 2 (R280W280)

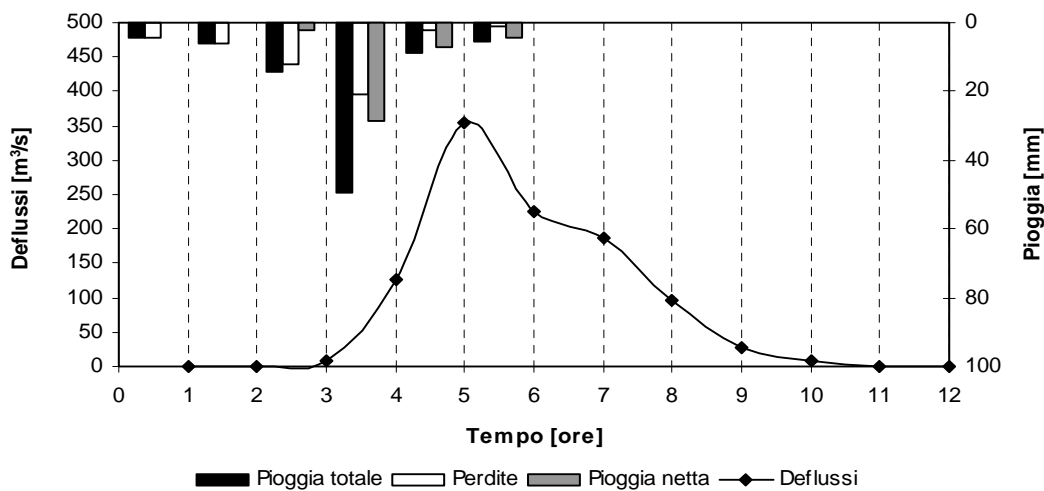
T=50 anni



T=100 anni

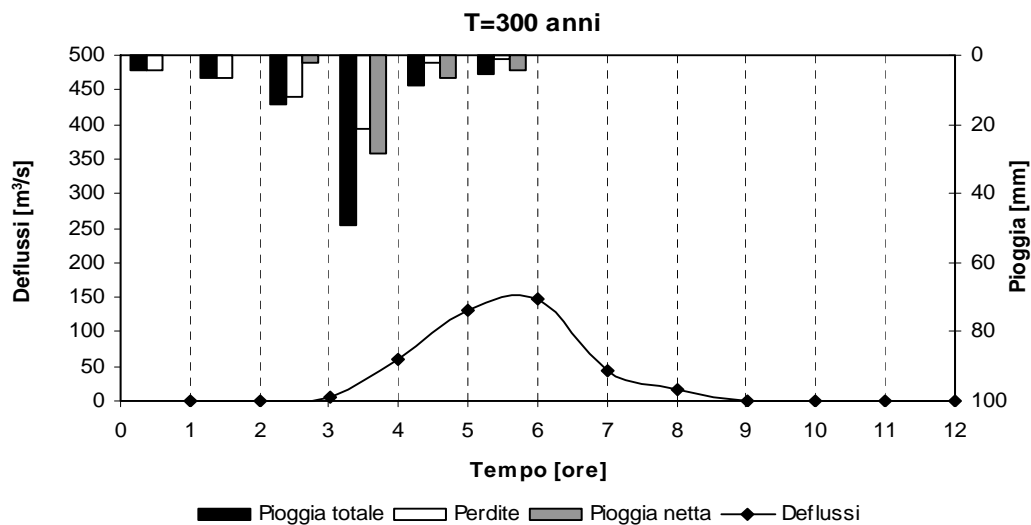
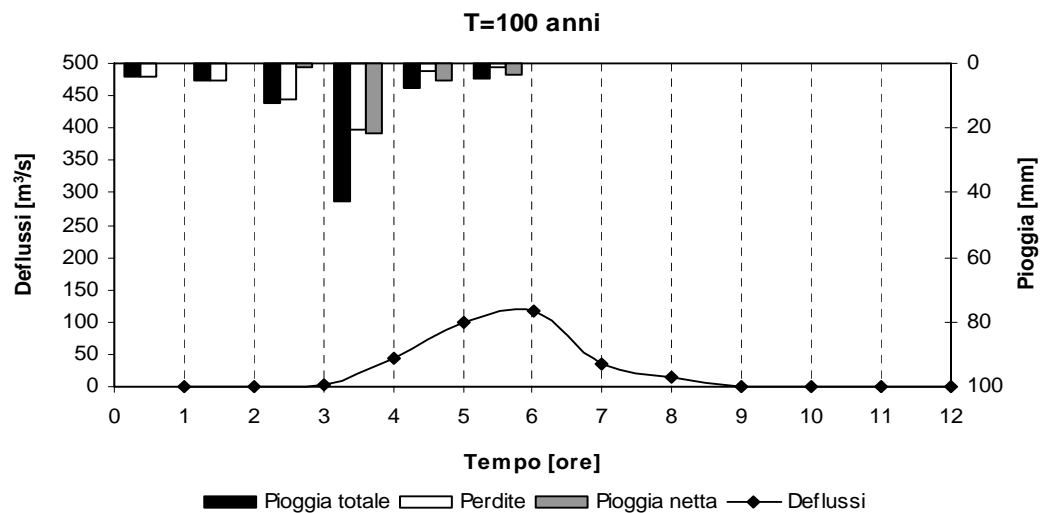
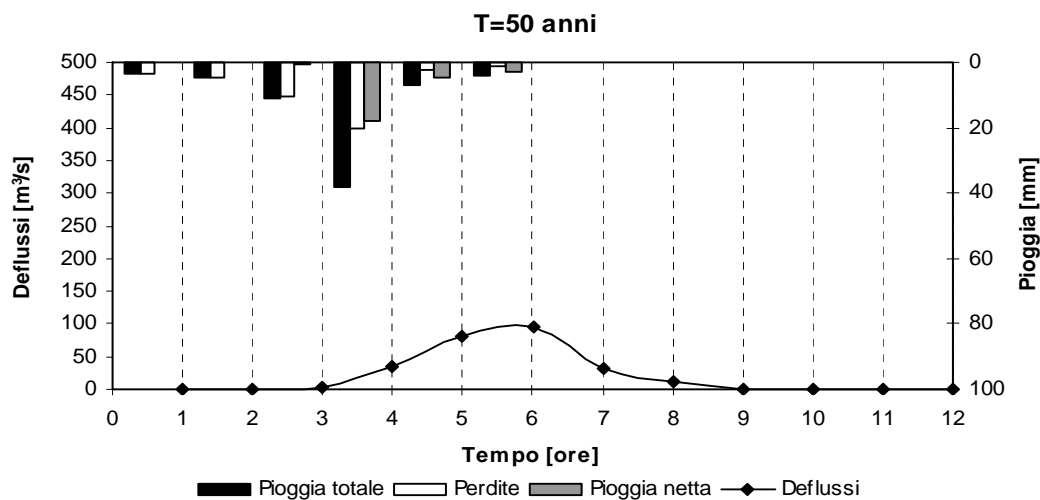


T=300 anni





IETOGRAMMI E DEFLUSSI DI PIENA – Sottobacino 3 (R110W110)





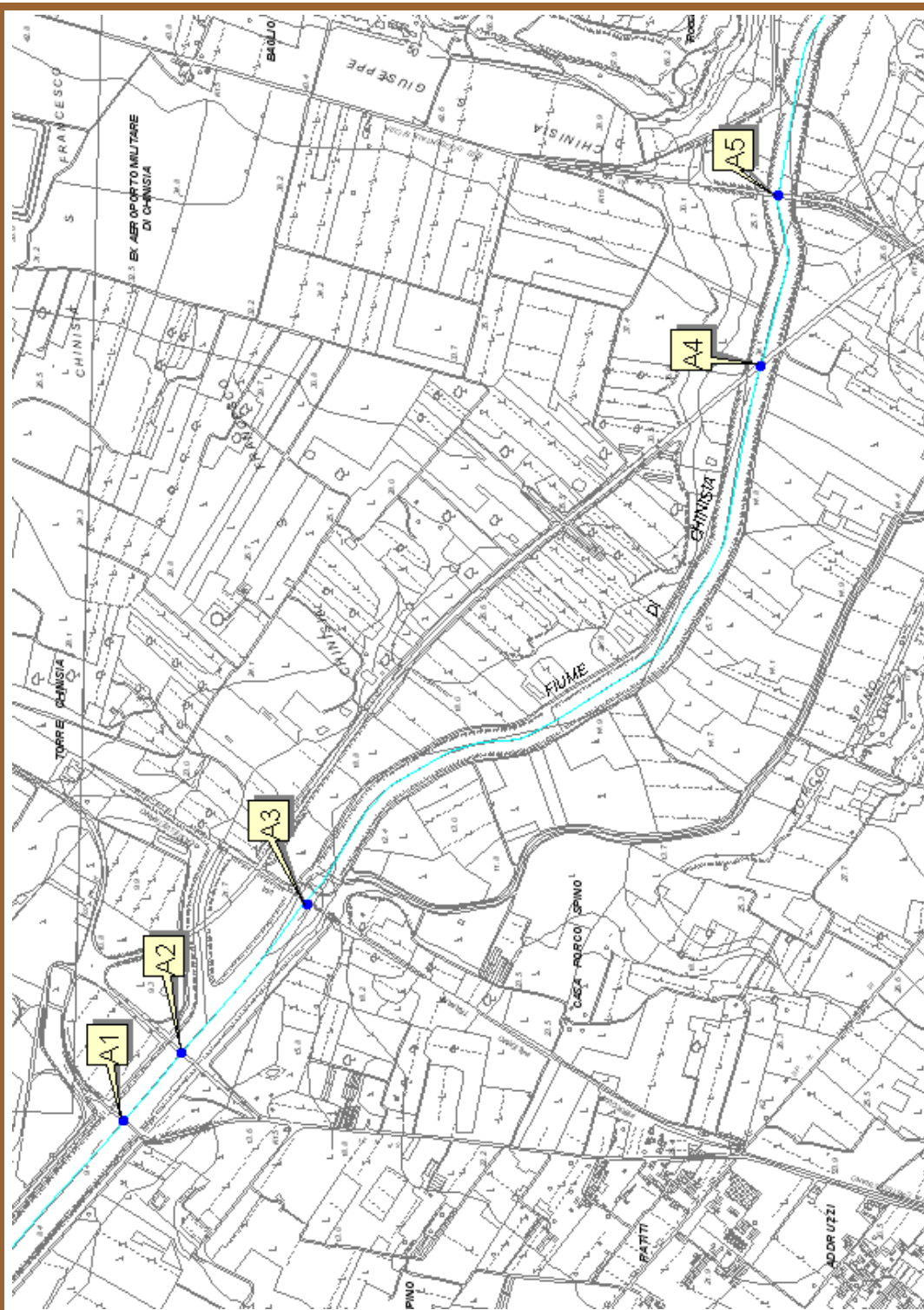
Appendice B

OPERE PRINCIPALI NEL CORSO D'ACQUA

- *Corografia generale degli attraversamenti*
- *Schede identificative degli attraversamenti*



Corografia generale degli attraversamenti



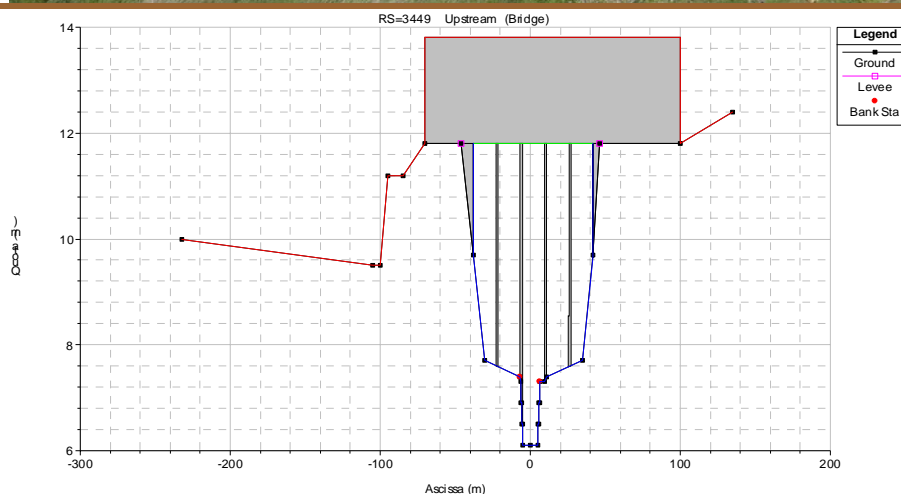


Scheda identificativa A1

Attraversamento
A1
visto dall'argine
destro (lato
monte)

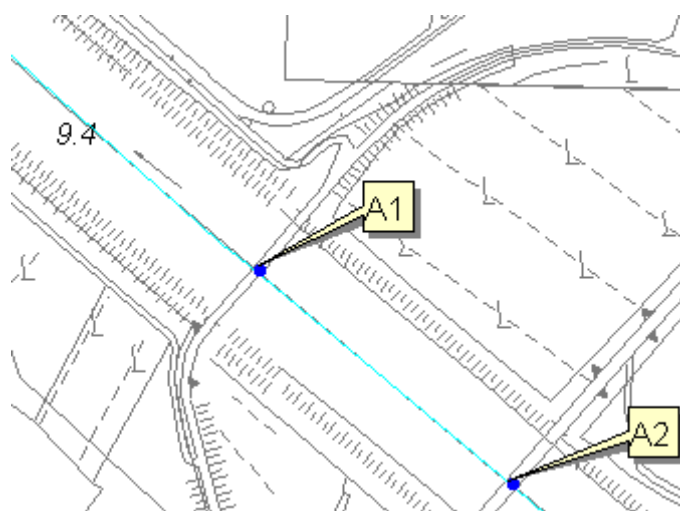


Schema sezione



Ubicazione
cartografica
1:5000

*stralcio
planimetrico
CTR 605100*



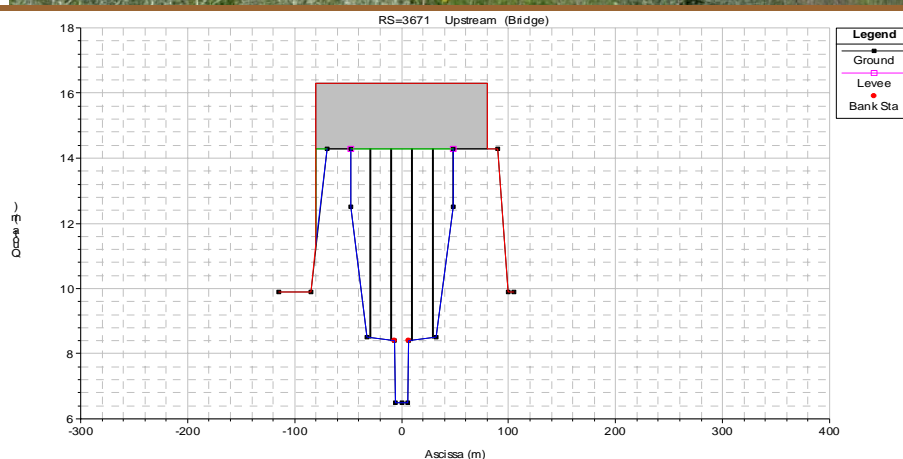


Scheda identificativa A2

Attraversamento
S.P. n.21
visto dall'argine
sinistro (lato
monte)

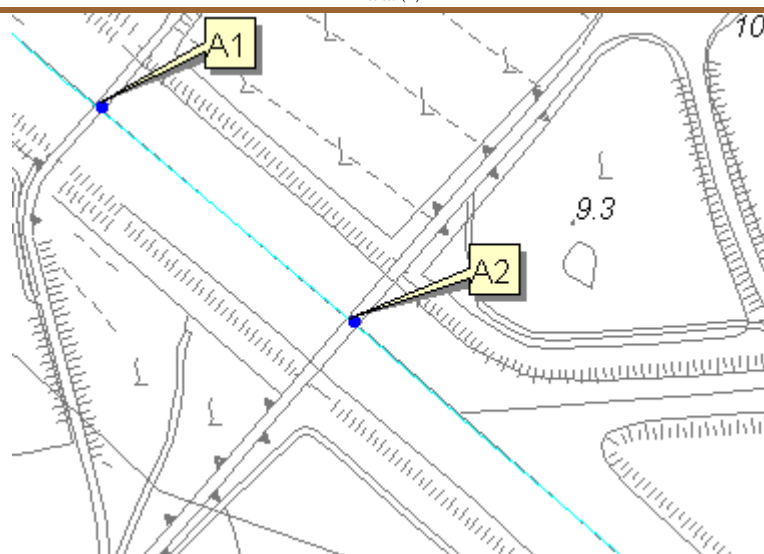


Schema sezione



Ubicazione
cartografica
1:5000

*stralcio
planimetrico
CTR 605110*



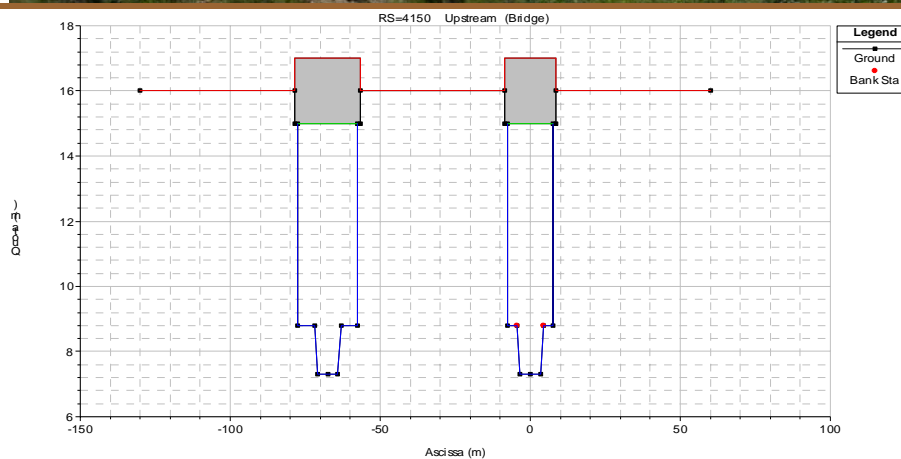


Scheda identificativa A3

Attraversamento
ferroviario
visto dall'argine
sinistro
(lato valle)

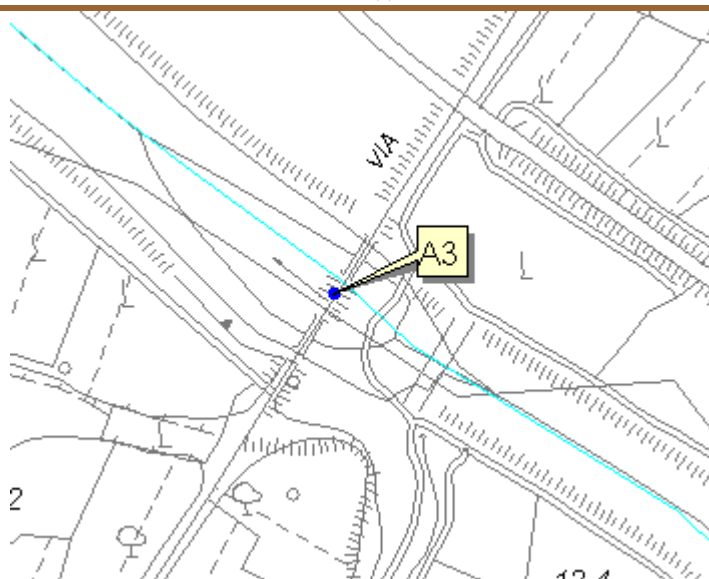


Schema sezione



Ubicazione
cartografica
1:5000

*stralcio
planimetrico
CTR 605110*



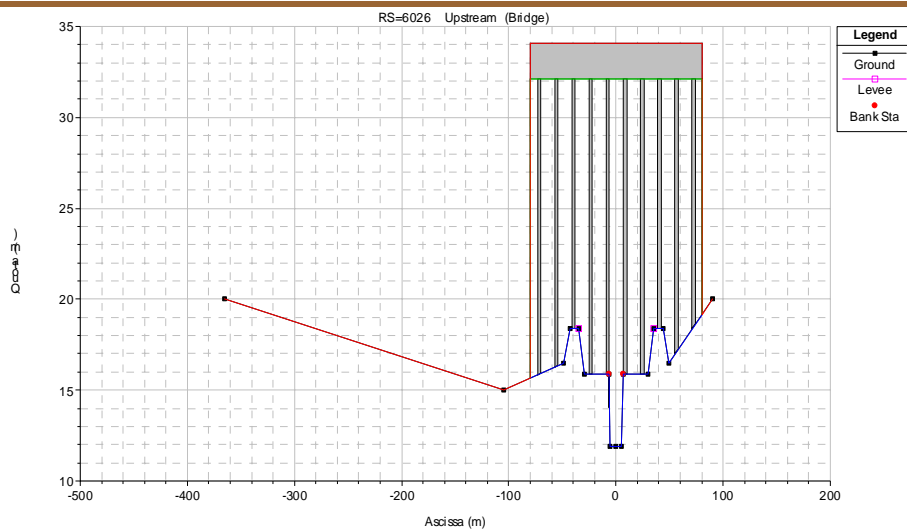


Scheda identificativa A4

Attraversamento
S.V. "Marsala-
Aeroporto di
Birgi"
visto dalla S.S.
n. 115

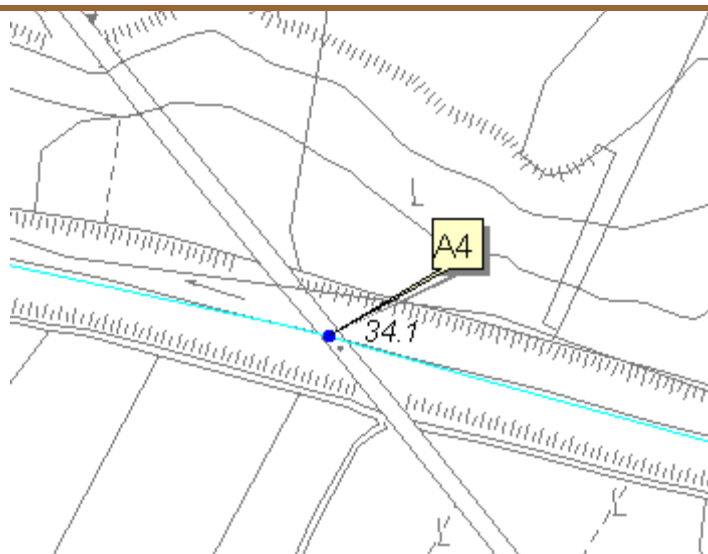


Schema sezione



Ubicazione
cartografica
1:5000

*stralcio
planimetrico
CTR 605110*



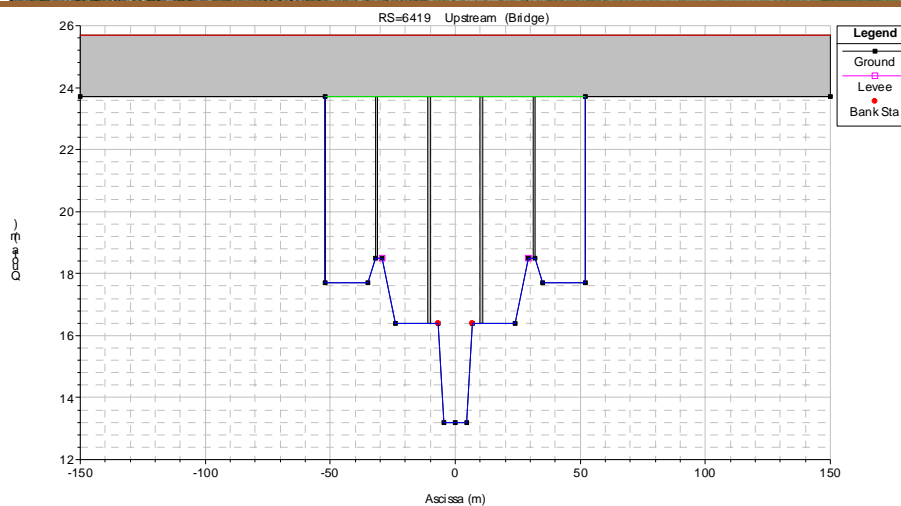


Scheda identificativa A5

Attraversamento
S.S. n.115 visto
dall'argine
sinistro lato
monte

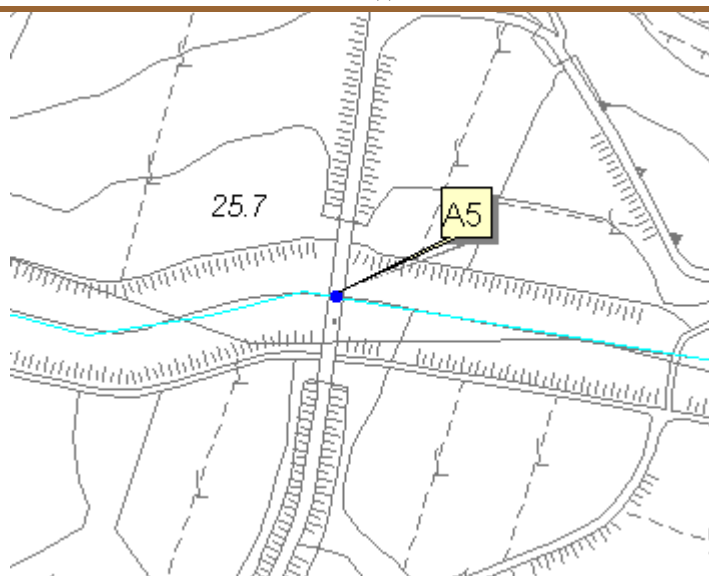


Schema sezione



Ubicazione
cartografica
1:5000

*stralcio
planimetrico
CTR 605110*



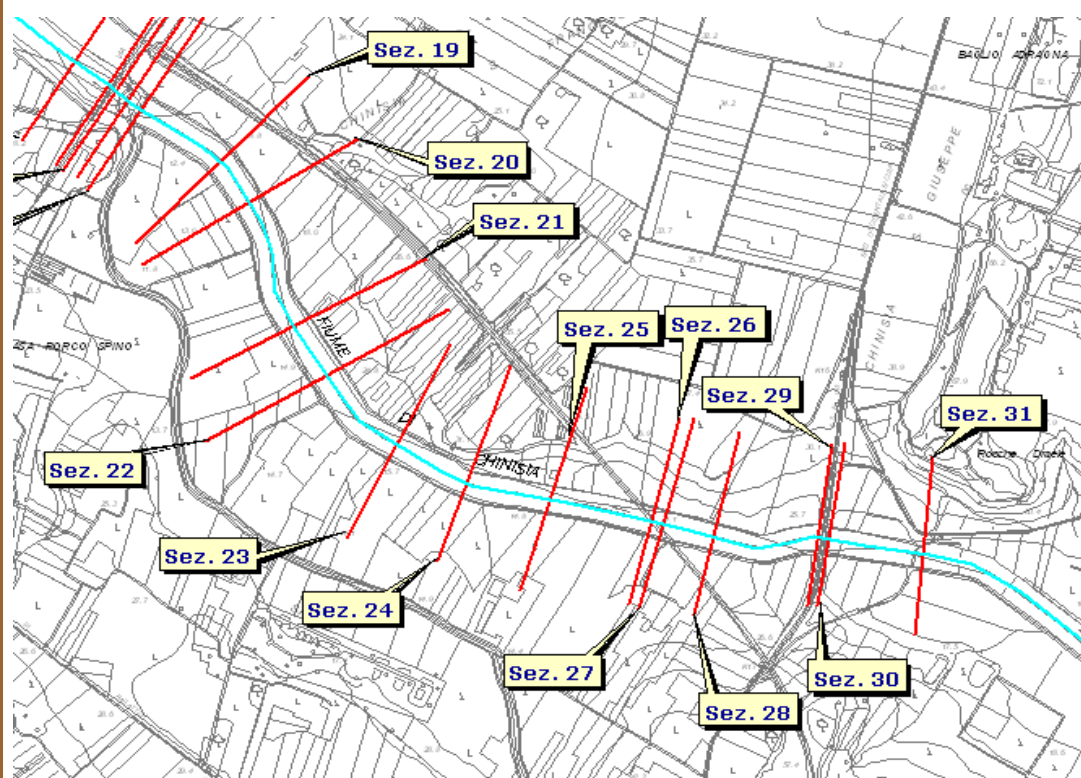
Appendice C

RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE CONDOTTE SU UN TRATTO DEL FIUME BIRGI

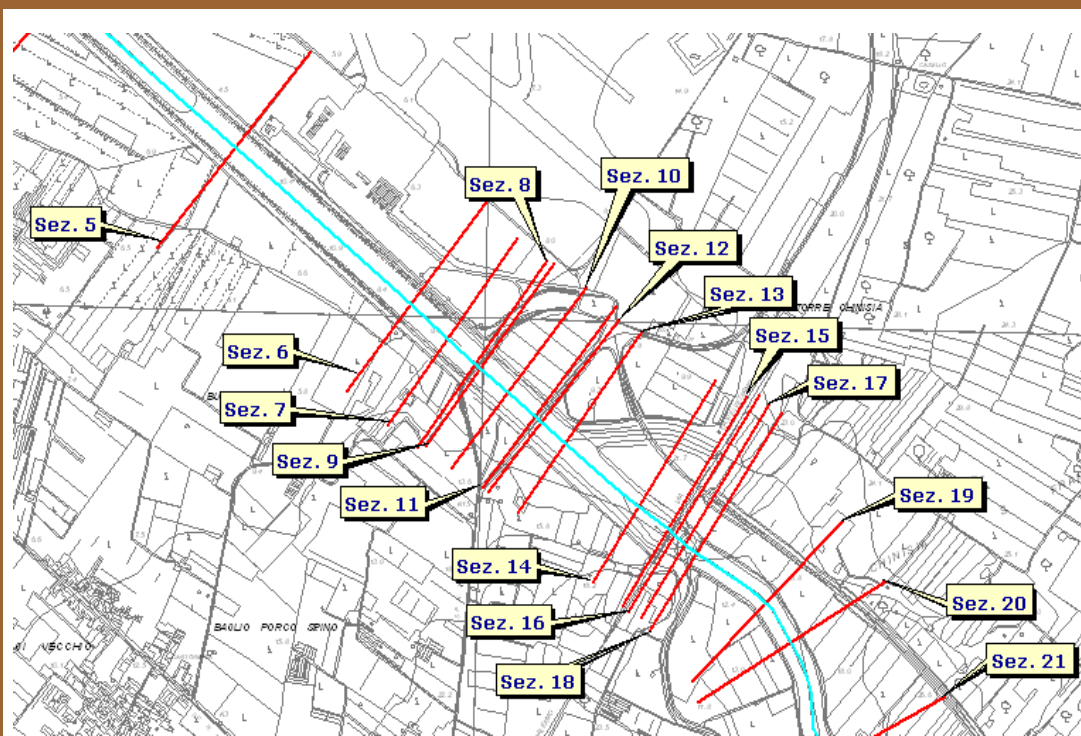
- *Stralci planimetrici delle sezioni*
- *Valori delle caratteristiche idrauliche*
- *Tiranti idrici per fissato tempo di ritorno*
- *Profili idraulici*

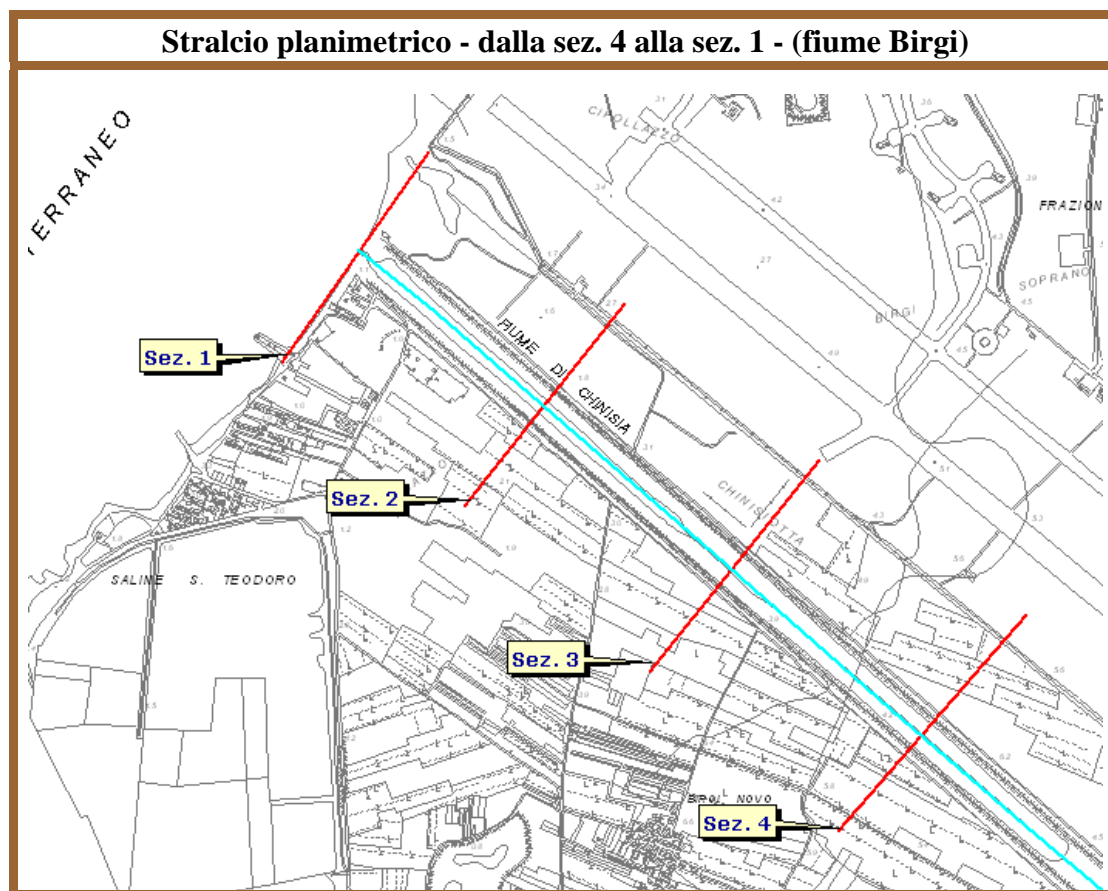


Stralcio planimetrico - dalla sez. 31 alla sez. 19 - (fiume Birgi)



Stralcio planimetrico - dalla sez. 18 alla sez. 5 - (fiume Birgi)







Numero sezione	Tempo di ritorno	Portata	Quota fondo alveo	Quota pelo libero	Tirante idrico fondo alveo	Pendenza l.c.t	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(anni)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)
Sez. 31	T = 50	600.4	14.9	19.6	4.7	0.000679	1.8	495.9
	T = 100	727.2	14.9	19.9	5	0.000631	1.8	578.3
	T = 300	936.8	14.9	20.3	5.4	0.000522	1.7	725.8
Sez. 30	T = 50	600.4	13.2	19	5.8	0.002295	3.6	226.8
	T = 100	727.2	13.2	19.1	5.9	0.002779	4	241.8
	T = 300	936.8	13.2	19.5	6.3	0.002828	4.2	283.6
A 5 - Ponte sulla S.S. 115								
Sez. 29	T = 50	600.4	13.2	18.5	5.3	0.00432	4.6	182.6
	T = 100	727.2	13.2	18.7	5.5	0.004682	4.9	202.9
	T = 300	936.8	13.2	19	5.8	0.00513	5.4	233.4
Sez. 28	T = 50	600.4	12.5	18.5	6	0.000128	0.9	846.3
	T = 100	727.2	12.5	18.5	6	0.000183	1.1	854.3
	T = 300	936.8	12.5	18.5	6	0.000287	1.3	869.4
Sez. 27	T = 50	600.4	11.9	18.4	6.5	0.000271	1.2	695.1
	T = 100	727.2	11.9	18.4	6.5	0.000394	1.5	697.5
	T = 300	936.8	11.9	18.4	6.5	0.000644	1.9	700.9
A 4 - Ponte sulla strada a S.V. Marsala - Aereoporto di Birgi								
Sez. 26	T = 50	600.4	11.9	17.4	5.5	0.000252	1.1	732
	T = 100	727.2	11.9	17.6	5.7	0.000278	1.2	808.8
	T = 300	936.8	11.9	18.3	6.4	0.0002	1.1	1081.9
Sez. 25	T = 50	600.4	11.4	17.4	6	0.000024	0.4	1648.7
	T = 100	727.2	11.4	17.6	6.2	0.00003	0.5	1746.7
	T = 300	936.8	11.4	18.3	6.9	0.000028	0.5	2075.3
Sez. 24	T = 50	600.4	11.4	17.4	6	0.000111	0.9	799.1
	T = 100	727.2	11.4	17.6	6.2	0.000136	1	845.4
	T = 300	936.8	11.4	18.2	6.8	0.000128	1	1006.8



Numero sezione	Tempo di ritorno	Portata	Quota fondo alveo	Quota pelo libero	Tirante idrico fondo alveo	Pendenza l.c.t	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(anni)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)
Sez. 23	T = 50	600.4	11.3	17.4	6.1	0.000105	0.8	1006.9
	T = 100	727.2	11.3	17.6	6.3	0.00012	0.8	1087.5
	T = 300	936.8	11.3	18.2	6.9	0.000094	0.8	1375.6
Sez. 22	T = 50	600.4	11.1	16.7	5.6	0.002537	3.6	187.1
	T = 100	727.2	11.1	16.2	5.1	0.006823	5.5	153.8
	T = 300	936.8	11.1	16.6	5.5	0.006931	5.9	180.2
Sez. 21	T = 50	600.4	10.8	15.6	4.8	0.006574	5.2	137.7
	T = 100	727.2	10.8	16.1	5.3	0.000332	1.3	734.8
	T = 300	936.8	10.8	16.1	5.3	0.000636	1.7	703.1
Sez. 21 - Briglia	T = 50	600.4	9.8	15.3	5.5	0.002844	3.8	180
	T = 100	727.2	9.8	15	5.2	0.006038	5.2	159.8
	T = 300	936.8	9.8	16.1	6.3	0.000472	1.7	764.7
Sez. 20	T = 50	600.4	9.4	15.6	6.2	0.000114	0.9	1068.8
	T = 100	727.2	9.4	15.6	6.2	0.000184	1.1	1037
	T = 300	936.8	9.4	16	6.6	0.000153	1	1288.4
Sez. 19	T = 50	600.4	9.1	15.2	6.1	0.001144	2.7	238.3
	T = 100	727.2	9.1	14.9	5.8	0.00222	3.6	218
	T = 300	936.8	9.1	15	5.9	0.003384	4.5	224
Sez. 18	T = 50	600.4	8.6	13.9	5.3	0.00633	5.2	138.9
	T = 100	727.2	8.6	14.7	6.1	0.00145	2.7	350.5
	T = 300	936.8	8.6	14.5	5.9	0.003057	3.9	321.5
Sez. 18 - Briglia	T = 50	600.4	7.9	13.4	5.5	0.006224	5.2	139.6
	T = 100	727.2	7.9	13.7	5.8	0.006526	5.5	156.3
	T = 300	936.8	7.9	14.6	6.7	0.001901	3.3	374.9



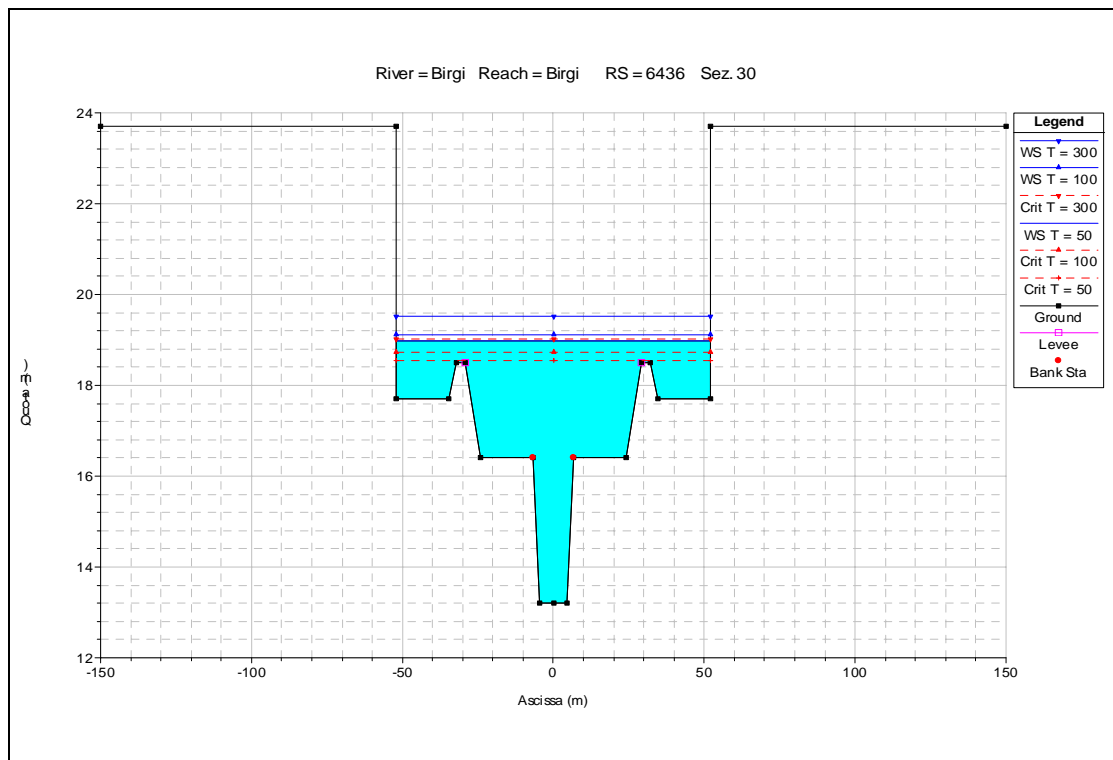
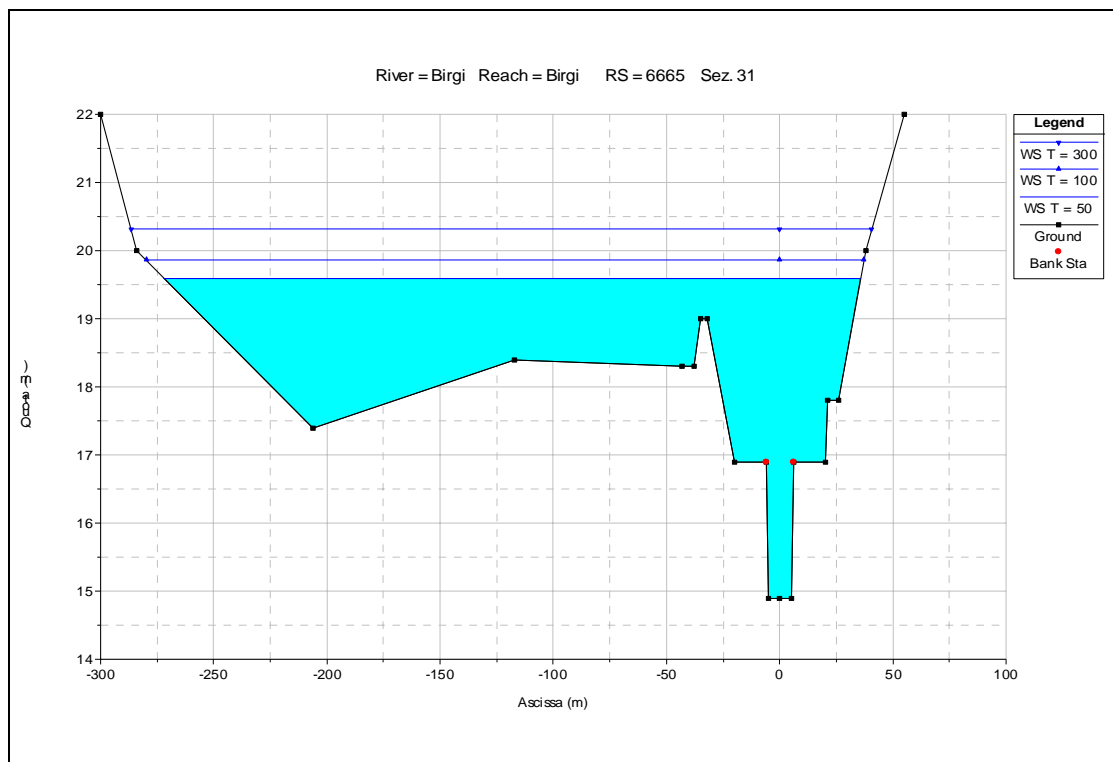
Numero sezione	Tempo di ritorno	Portata	Quota fondo alveo	Quota pelo libero	Tirante idrico fondo alveo	Pendenza l.c.t	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(anni)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)
Sez. 17	T = 50	600.4	7.6	13.2	5.6	0.001422	2.8	249.5
	T = 100	727.2	7.6	13.7	6.1	0.001392	3	297.4
	T = 300	936.8	7.6	14.6	7	0.00113	2.9	400.2
Sez. 16	T = 50	600.4	7.3	12.6	5.3	0.00313	4.3	157.3
	T = 100	727.2	7.3	12.9	5.6	0.003902	4.9	166.2
	T = 300	936.8	7.3	13.3	6	0.005035	5.9	181
A3 - Ponte ferroviario (Palermo - Trapani via Castelvetro)								
Sez. 15	T = 50	600.4	7.3	12.5	5.2	0.00345	4.4	152.2
	T = 100	727.2	7.3	12.7	5.4	0.004498	5.1	158.4
	T = 300	936.8	7.3	12.8	5.5	0.00675	6.4	163.9
Sez. 14	T = 50	600.4	7.1	12.3	5.2	0.003727	4.2	186.7
	T = 100	727.2	7.1	12.6	5.5	0.003523	4.2	216.6
	T = 300	936.8	7.1	13.1	6	0.003234	4.3	263.8
Sez. 13	T = 50	600.4	6.7	11.7	5	0.001974	3.2	227.2
	T = 100	727.2	6.7	12	5.3	0.002022	3.4	255.6
	T = 300	936.8	6.7	12.5	5.8	0.001979	3.6	304
Sez. 12	T = 50	600.4	6.5	11.7	5.2	0.001102	2.4	272
	T = 100	727.2	6.5	12	5.5	0.001215	2.7	299.5
	T = 300	936.8	6.5	12.5	6	0.001302	2.9	347.2
A2 - Ponte sulla S.P. 21								
Sez. 11	T = 50	600.4	6.5	11.6	5.1	0.001179	2.5	265.9
	T = 100	727.2	6.5	11.9	5.4	0.001312	2.7	291.9
	T = 300	936.8	6.5	12.4	5.9	0.001413	3	337.7

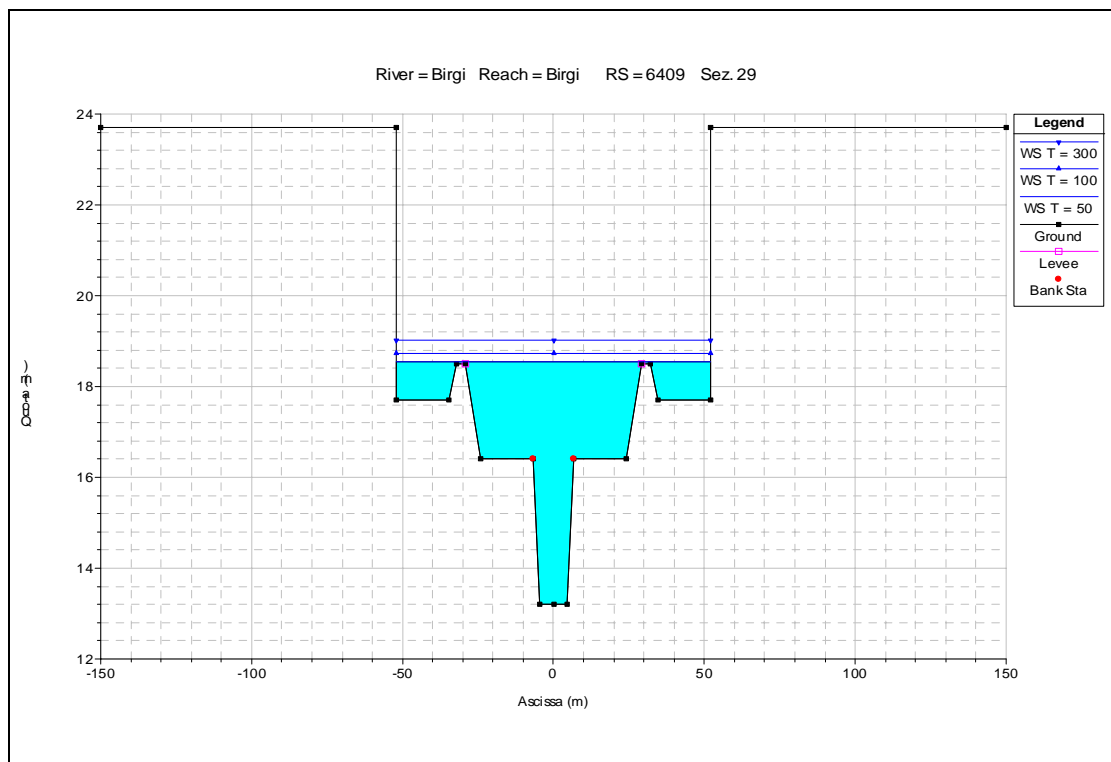
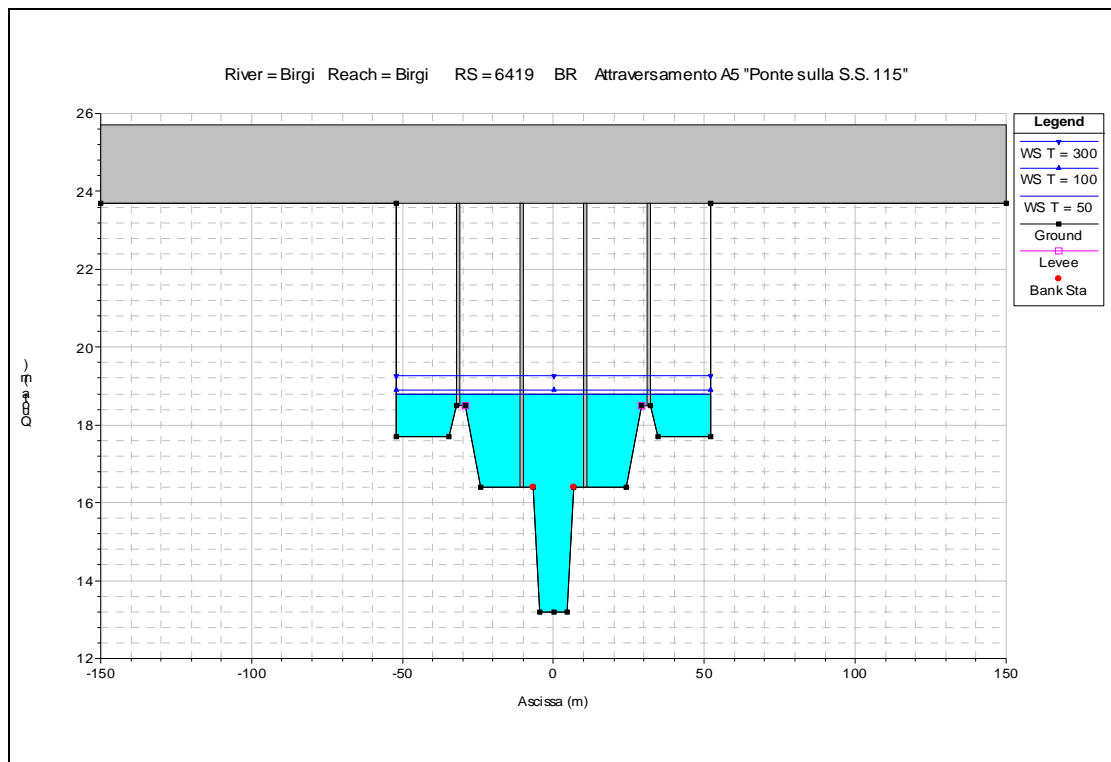


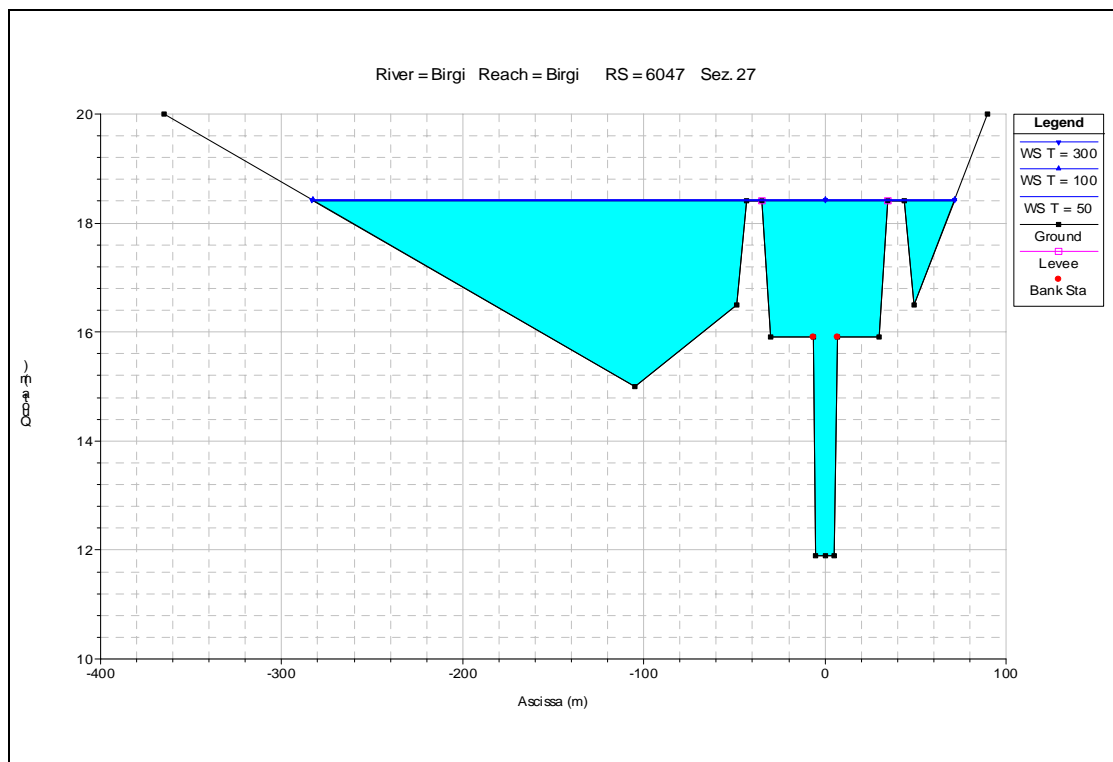
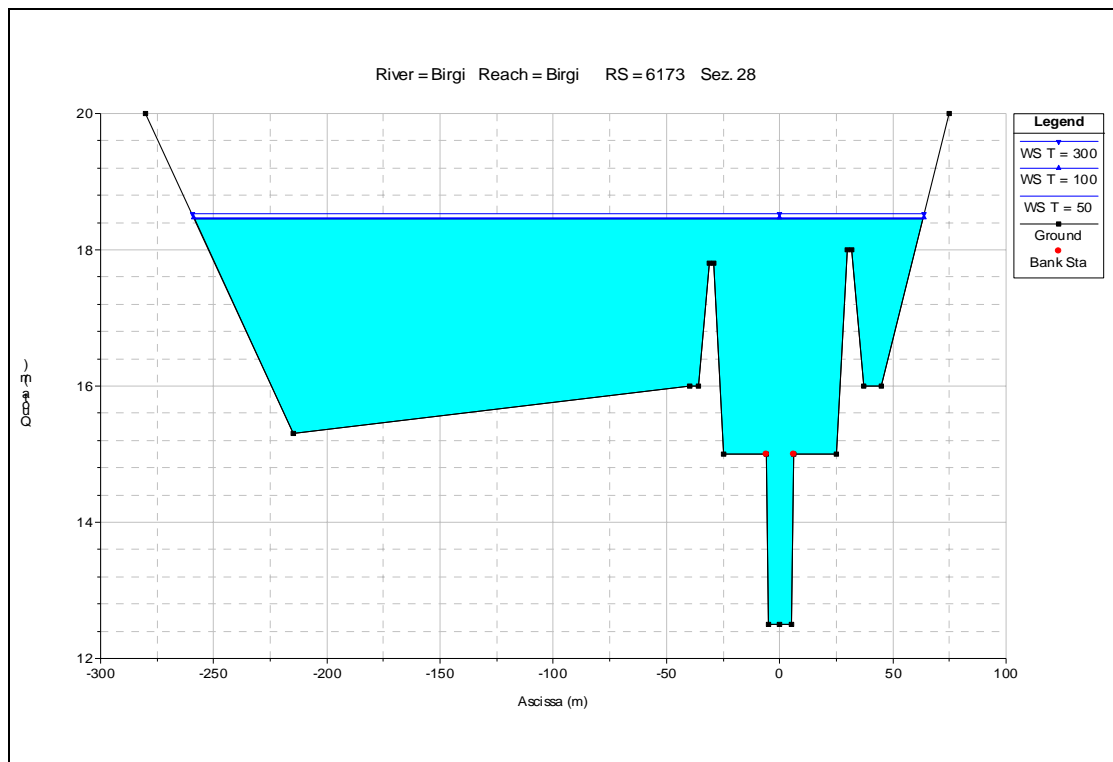
Numero sezione	Tempo di ritorno	Portata	Quota fondo alveo	Quota pelo libero	Tirante idrico fondo alveo	Pendenza l.c.t	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(anni)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)
Sez. 11 - Briglia	T = 50	600.4	6.3	11.5	5.2	0.001063	2.4	272.3
	T = 100	727.2	6.3	11.8	5.5	0.001214	2.6	295.9
	T = 300	936.8	6.3	12.3	6	0.001347	2.9	338.6
Sez. 10	T = 50	600.4	6.1	11.5	5.4	0.000621	1.9	324.4
	T = 100	727.2	6.1	11.9	5.8	0.00041	1.6	672.1
	T = 300	936.8	6.1	12.4	6.3	0.00033	1.6	862.8
Attraversamento A1								
Sez. 9	T = 50	600.4	6.1	11.4	5.3	0.000644	1.9	320.5
	T = 100	727.2	6.1	11.9	5.8	0.0002	1.1	899.8
	T = 300	936.8	6.1	12.4	6.3	0.000168	1.1	1111.8
Sez. 8	T = 50	600.4	6	11.2	5.2	0.001694	3	241.6
	T = 100	727.2	6	11.5	5.5	0.001765	3.2	269.9
	T = 300	936.8	6	11.9	5.9	0.001848	3.5	313.1
Sez. 7	T = 50	600.4	5.9	10.3	4.4	0.005486	4.9	162
	T = 100	727.2	5.9	10.5	4.6	0.005747	5.1	181.1
	T = 300	936.8	5.9	10.8	4.9	0.006015	5.5	210.6
Sez. 6	T = 50	600.4	3	8.9	5.9	0.001037	2.6	273.4
	T = 100	727.2	3	9.3	6.3	0.001067	2.8	308
	T = 300	936.8	3	9.9	6.9	0.001108	3	361.2
Sez. 5	T = 50	600.4	2.2	7.7	5.5	0.002175	3.6	205.1
	T = 100	727.2	2.2	8	5.8	0.00249	4	223.8
	T = 300	936.8	2.2	8.4	6.2	0.002796	4.4	256.8
Sez. 4	T = 50	600.4	2	5.6	3.6	0.004456	4.2	176.7
	T = 100	727.2	2	6	4	0.003602	4.1	214.2
	T = 300	936.8	2	6.6	4.6	0.002954	4	268.7

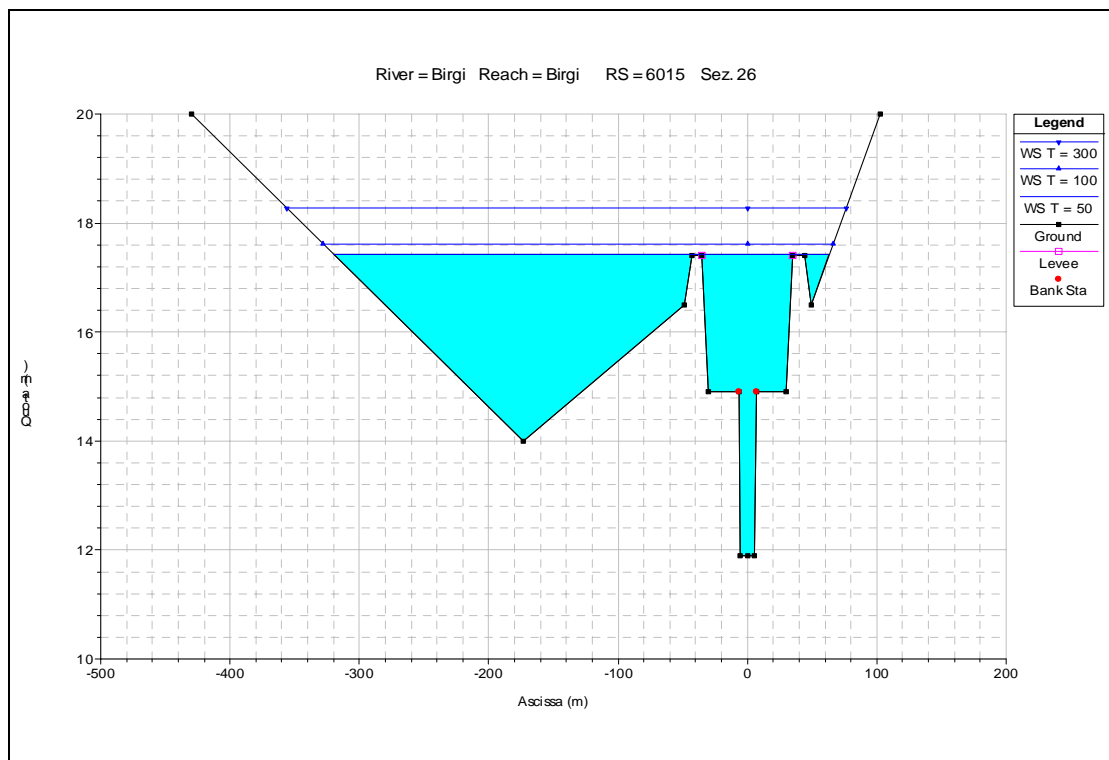
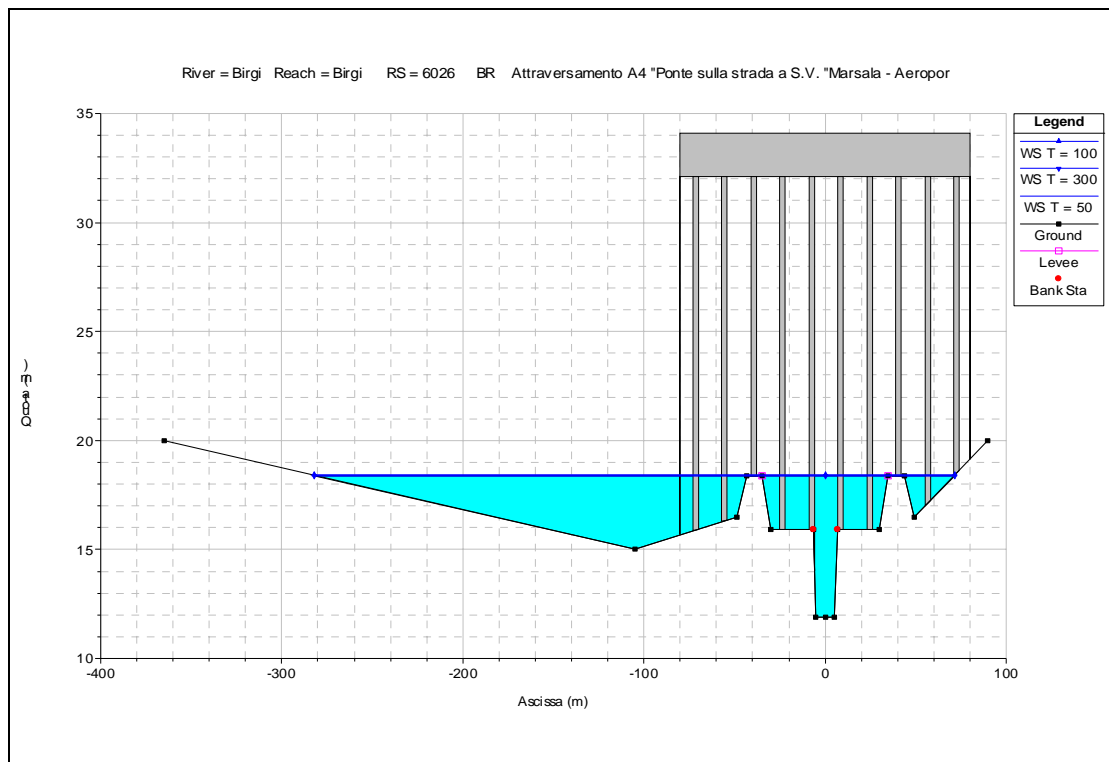


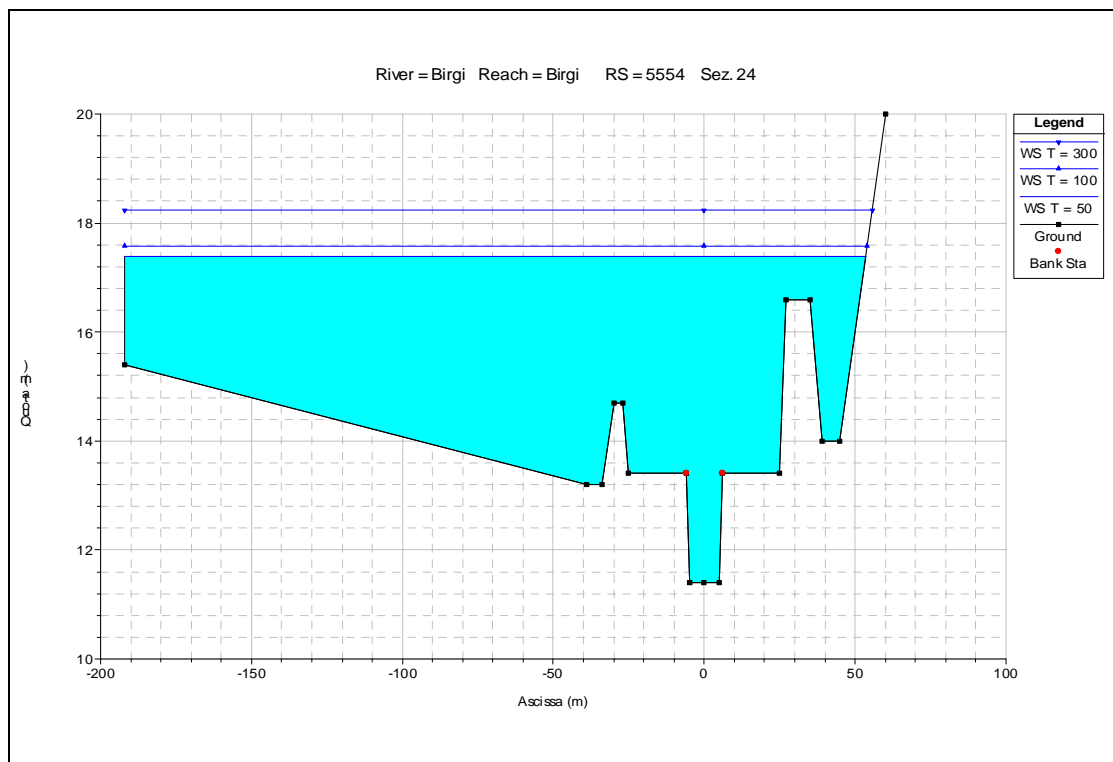
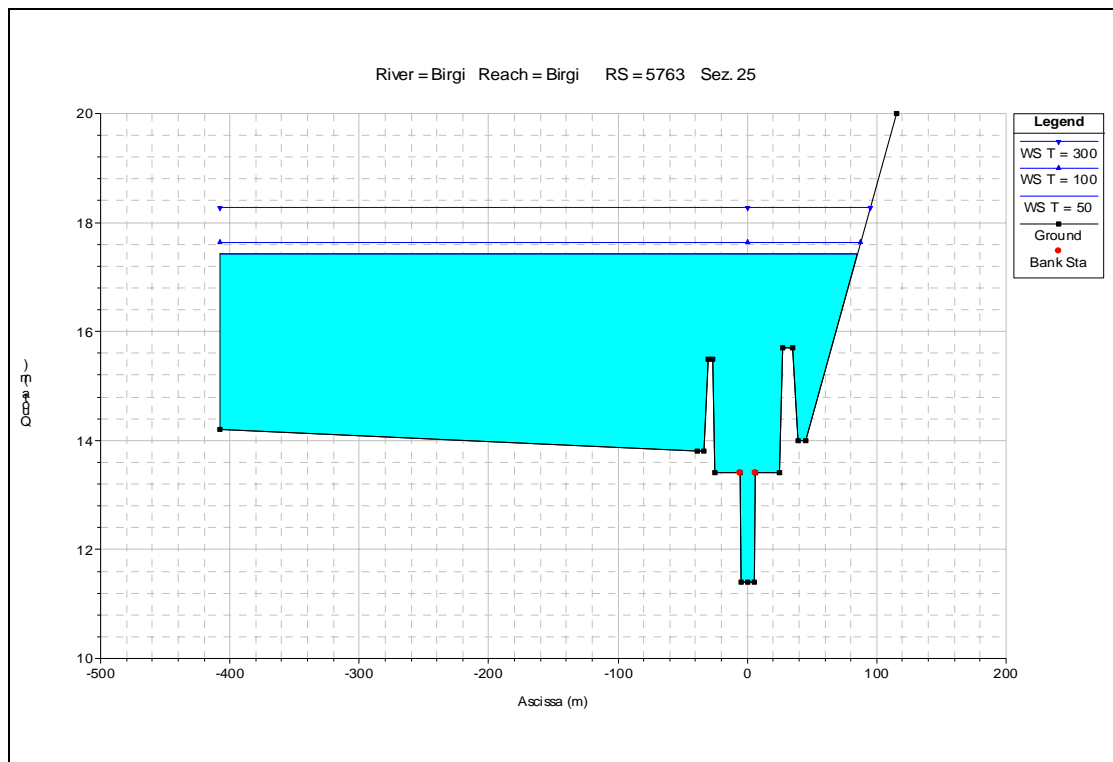
Numero sezione	Tempo di ritorno	Portata	Quota fondo alveo	Quota pelo libero	Tirante idrico fondo alveo	Pendenza l.c.t	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(anni)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)
Sez. 3	T = 50	600.4	1	5.9	4.9	0.001062	2.5	275.6
	T = 100	727.2	1	6.2	5.2	0.001083	2.7	310.1
	T = 300	936.8	1	6.8	5.8	0.00111	2.9	362.8
Sez. 2	T = 50	600.4	-0.4	5.2	5.6	0.001033	2.4	289.3
	T = 100	727.2	-0.4	5.6	6	0.001042	2.5	325.6
	T = 300	936.8	-0.4	6.1	6.5	0.001056	2.7	380.5
Sez. 1	T = 50	600.4	-0.6	3.1	3.7	0.006825	4.9	145.6
	T = 100	727.2	-0.6	3.4	4	0.006885	5.2	164.3
	T = 300	936.8	-0.6	3.8	4.4	0.006829	5.5	193.9

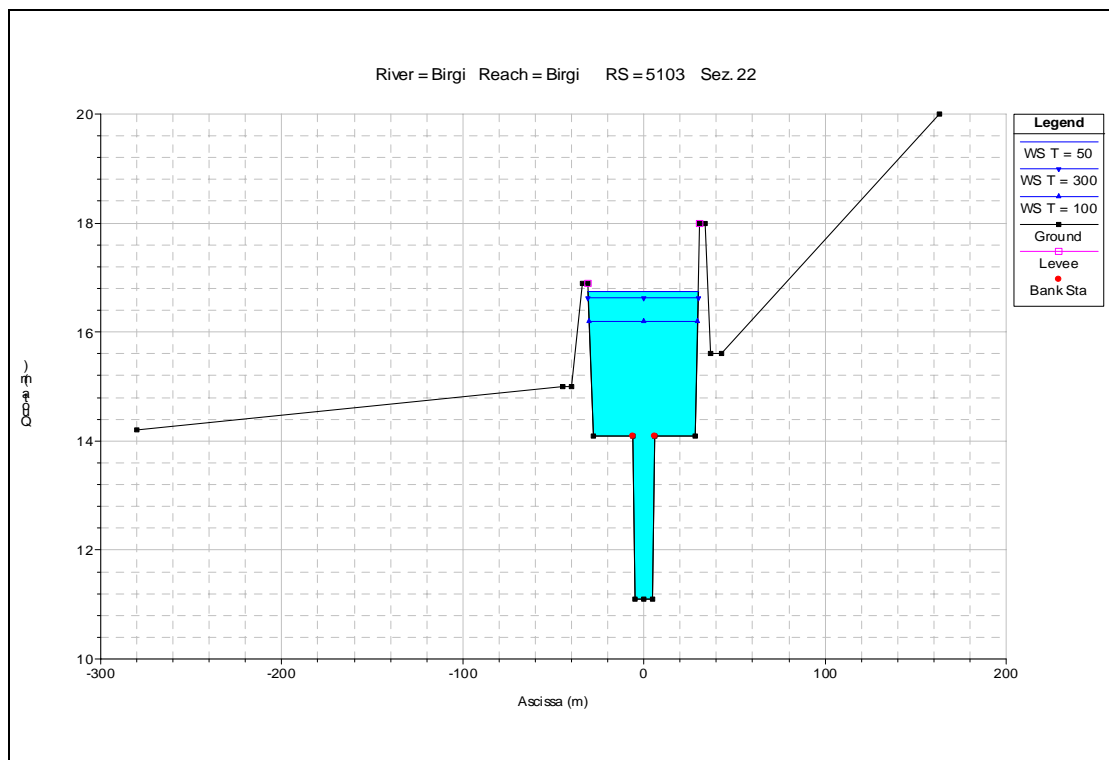
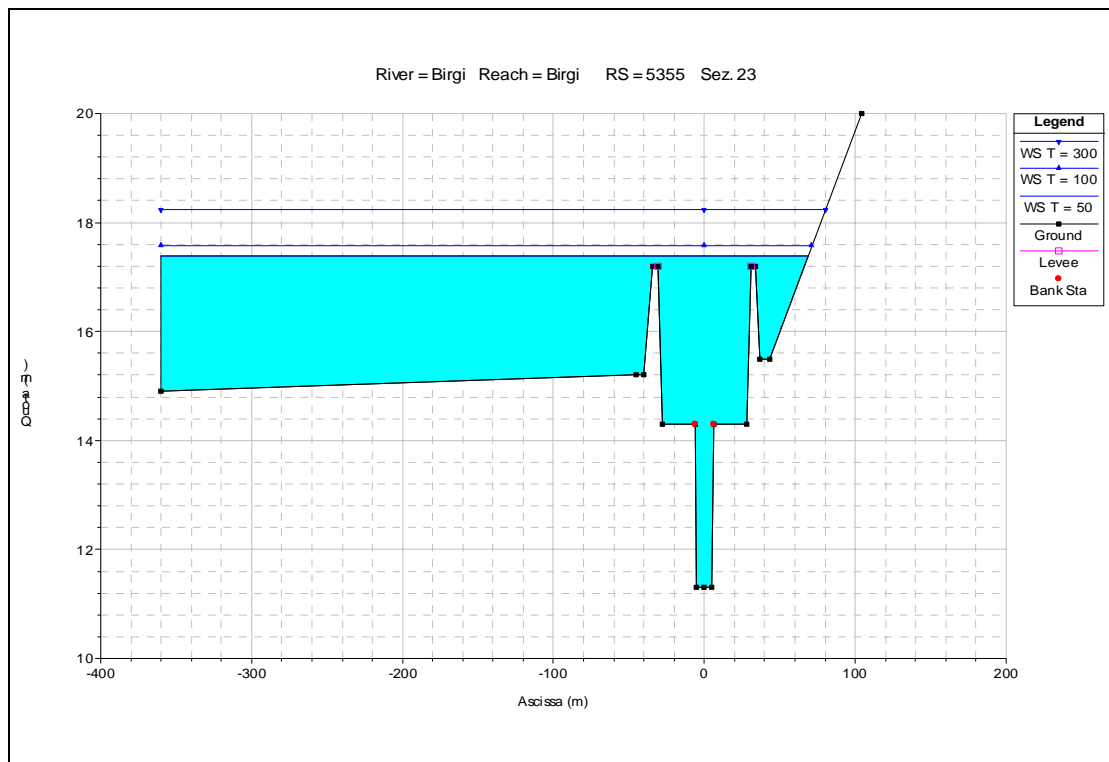


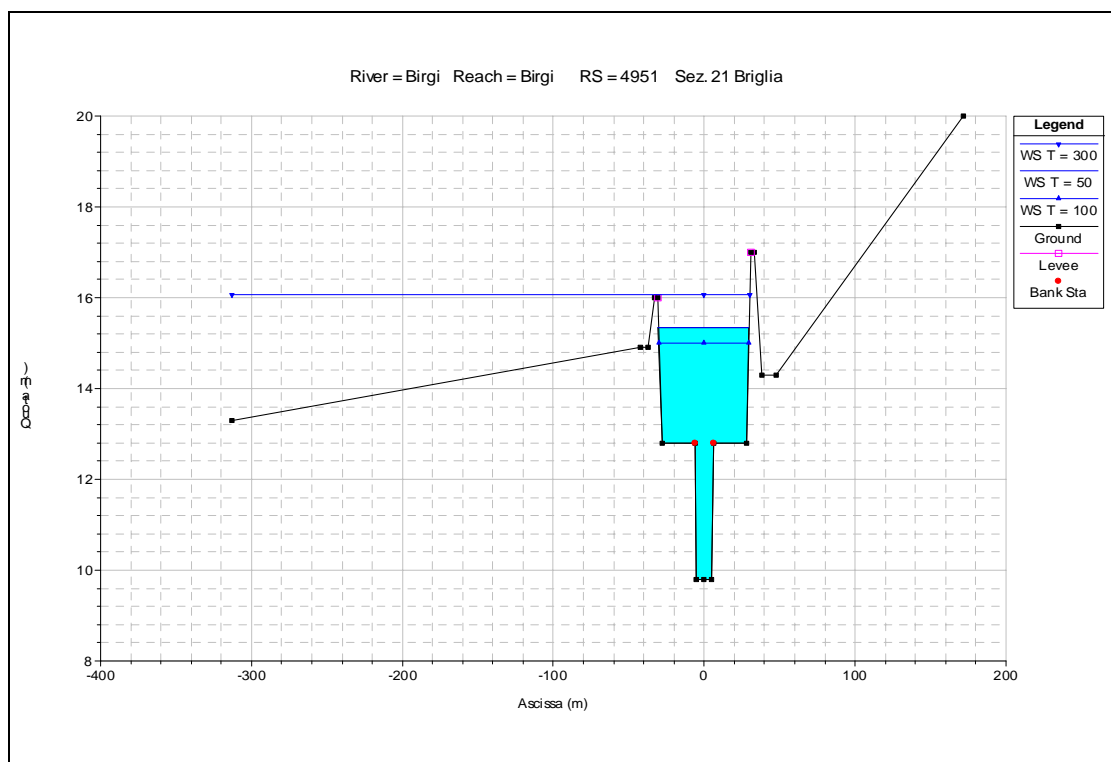
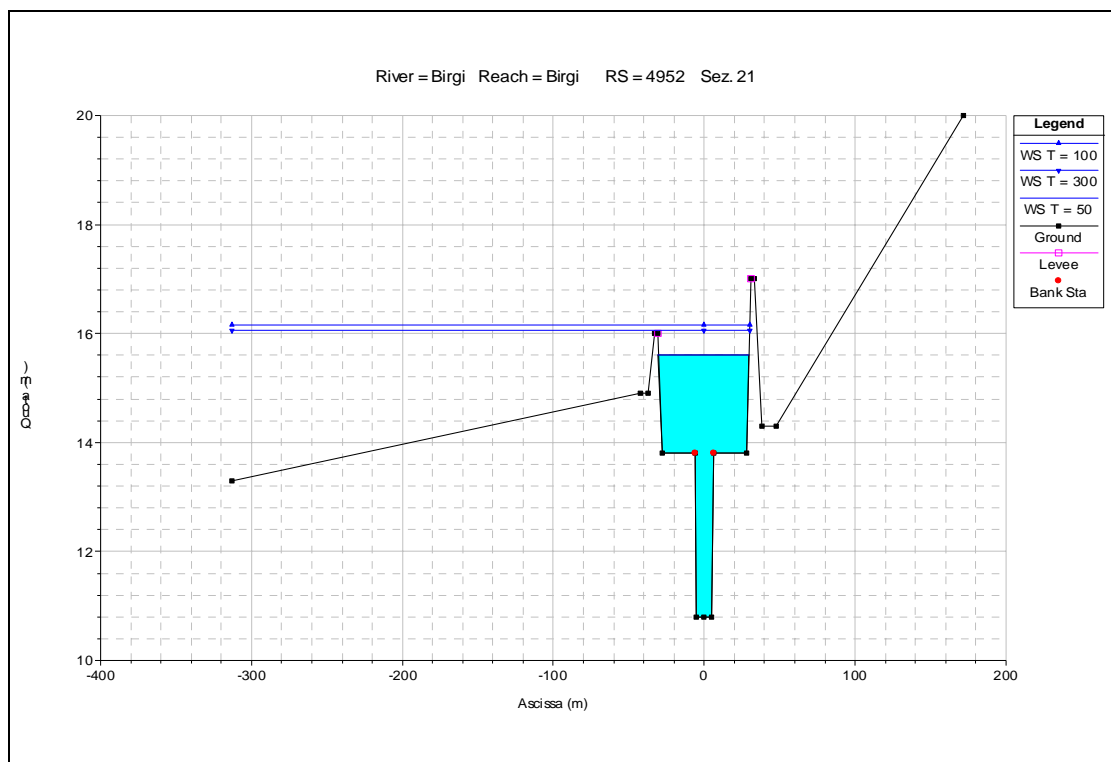


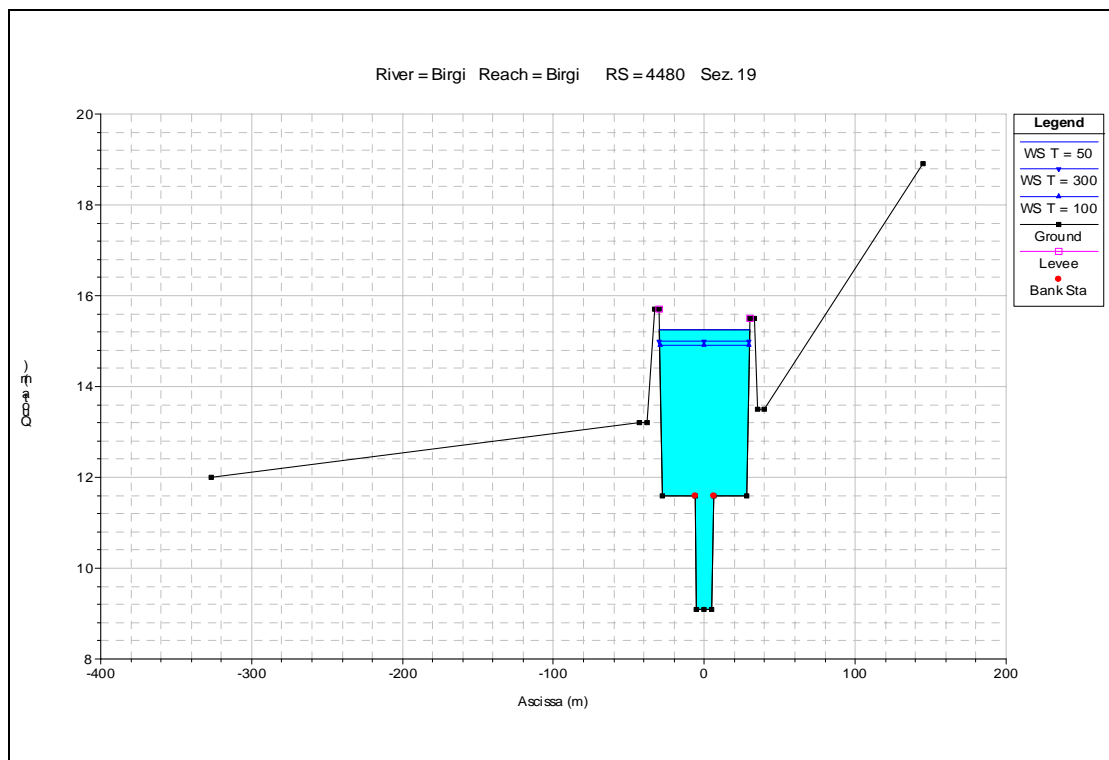
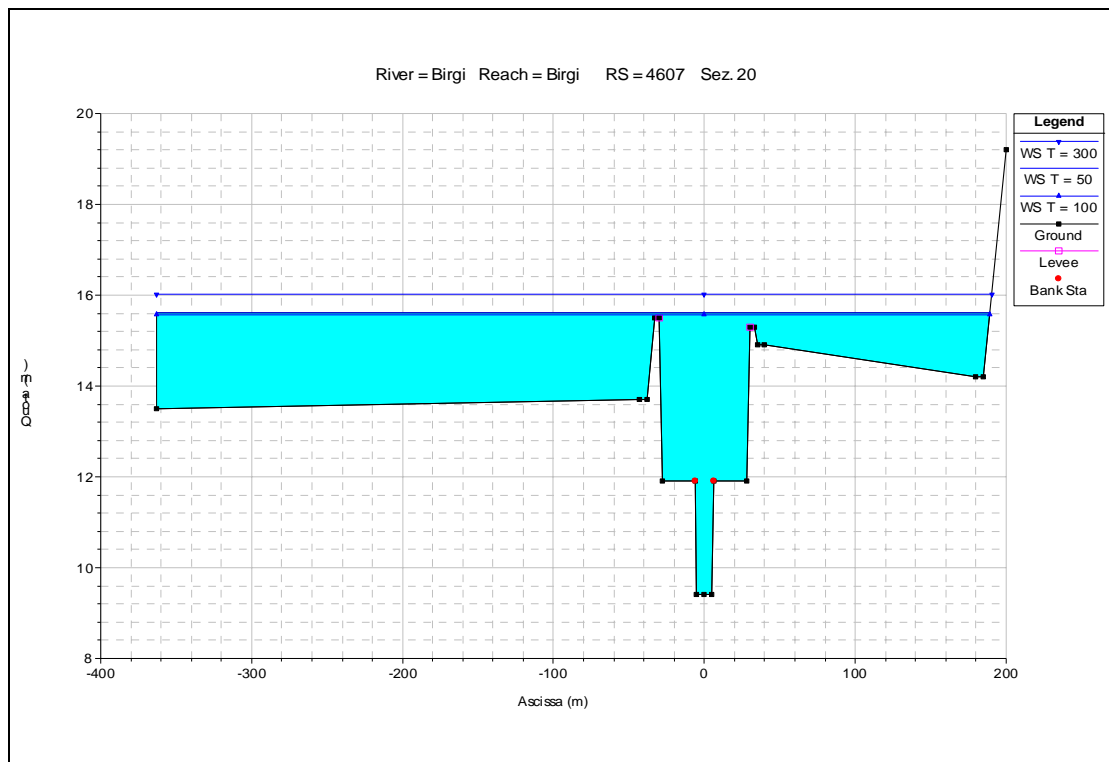


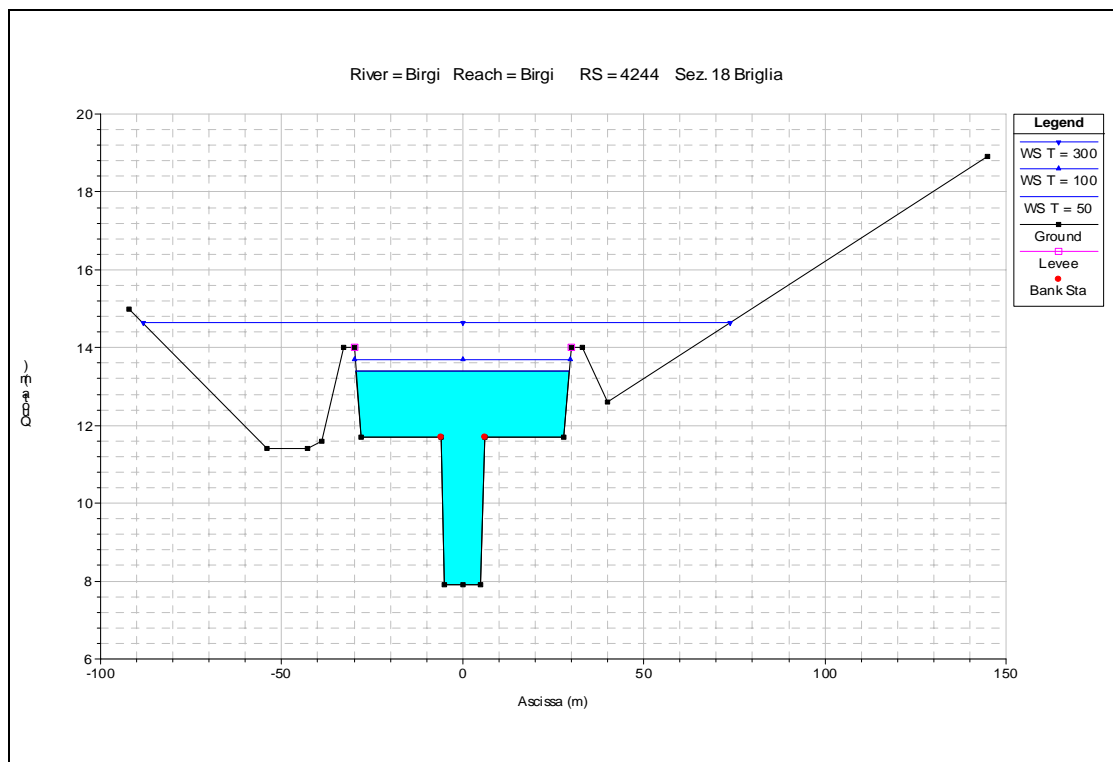
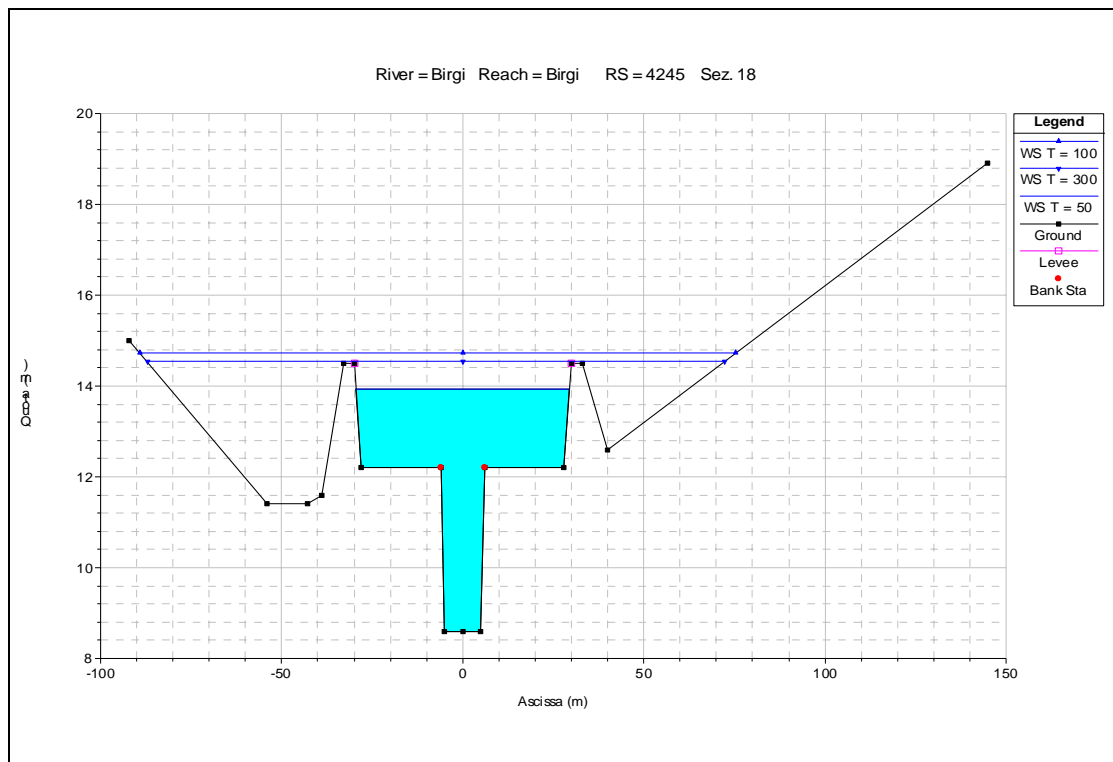


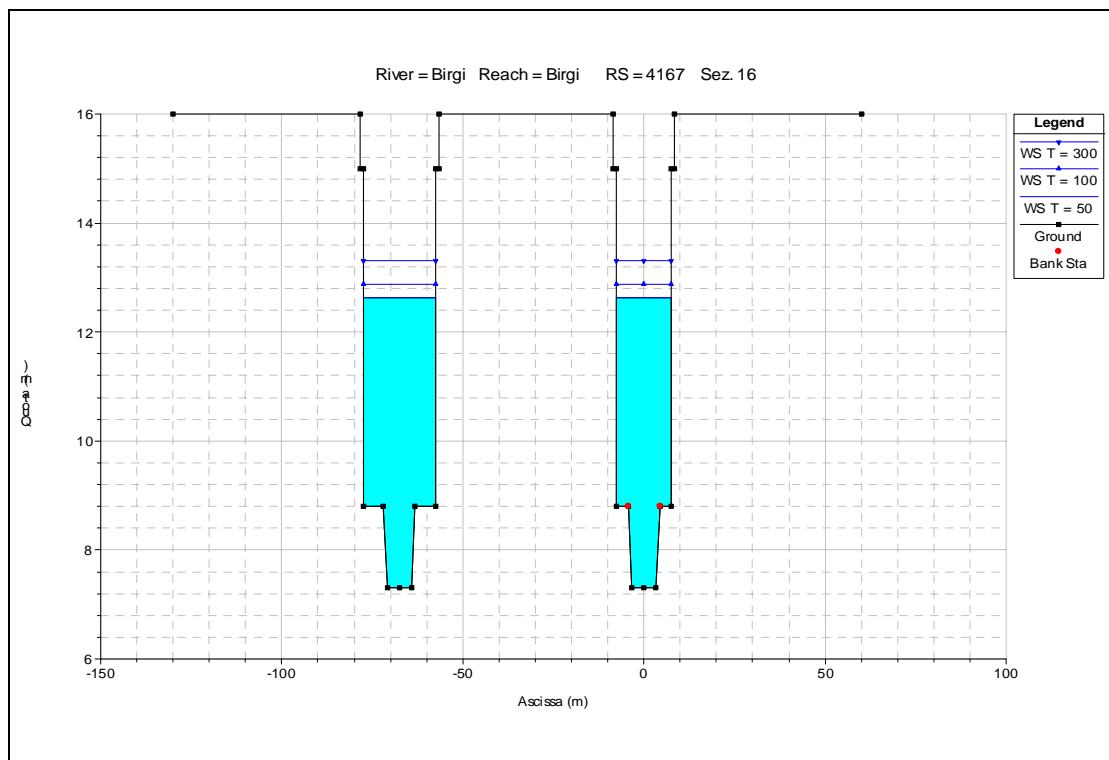
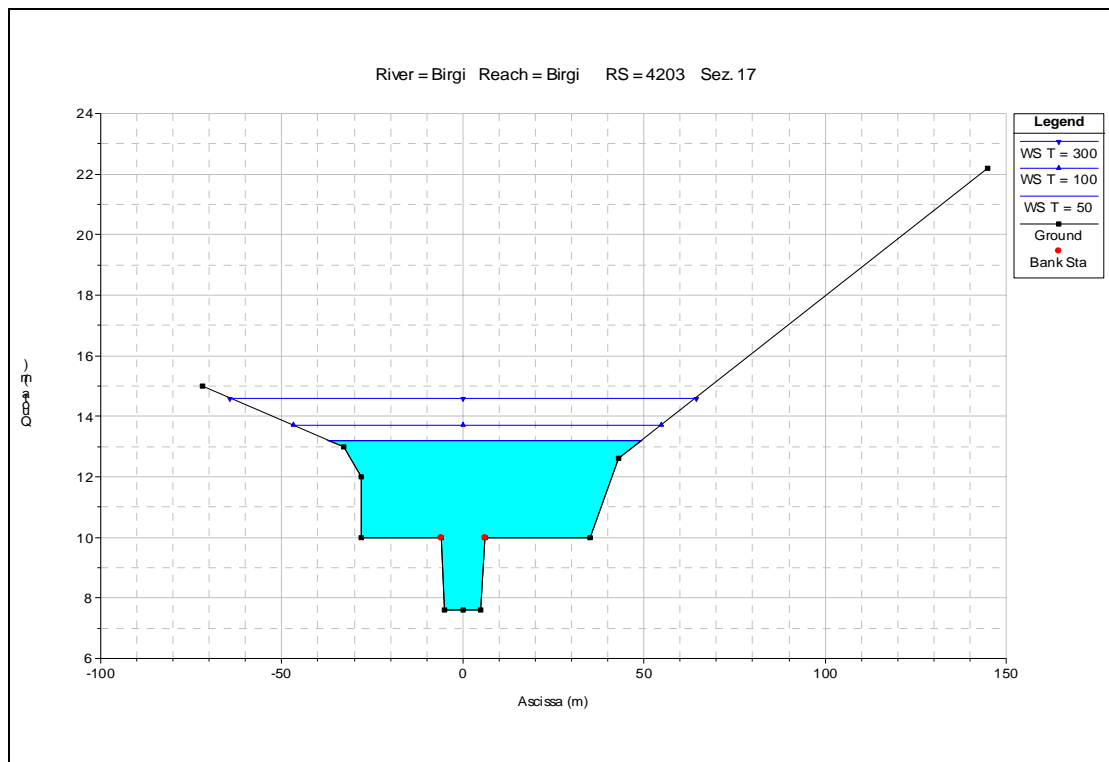


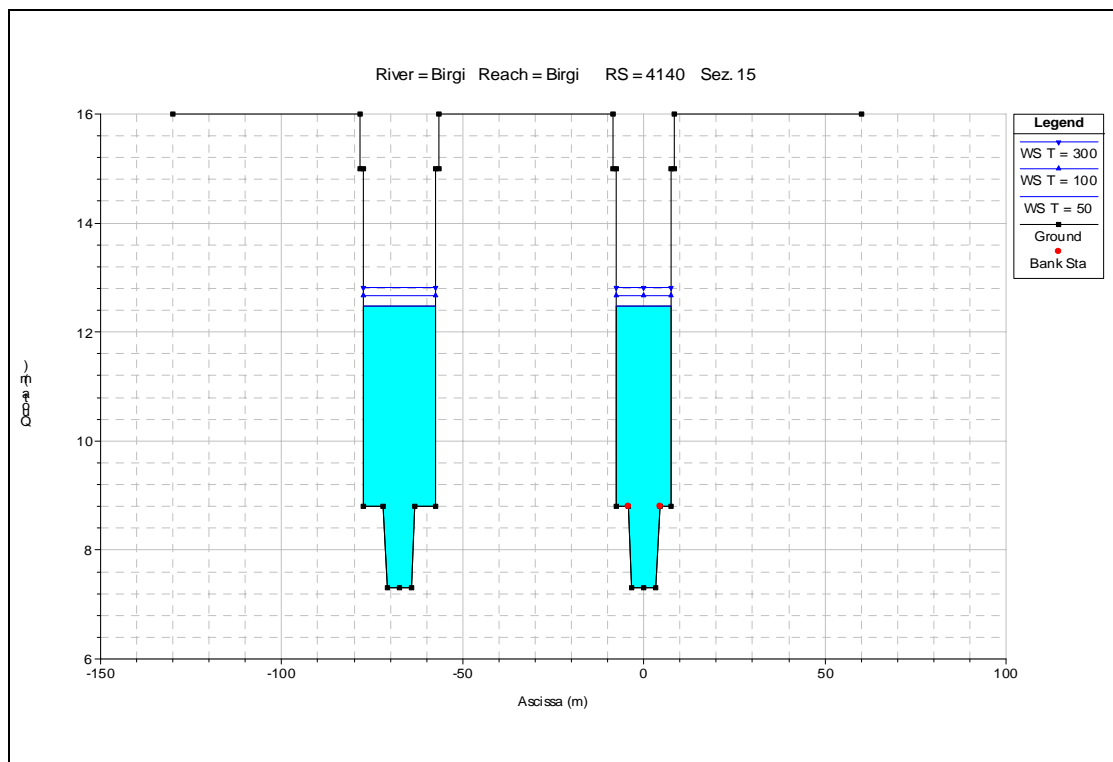
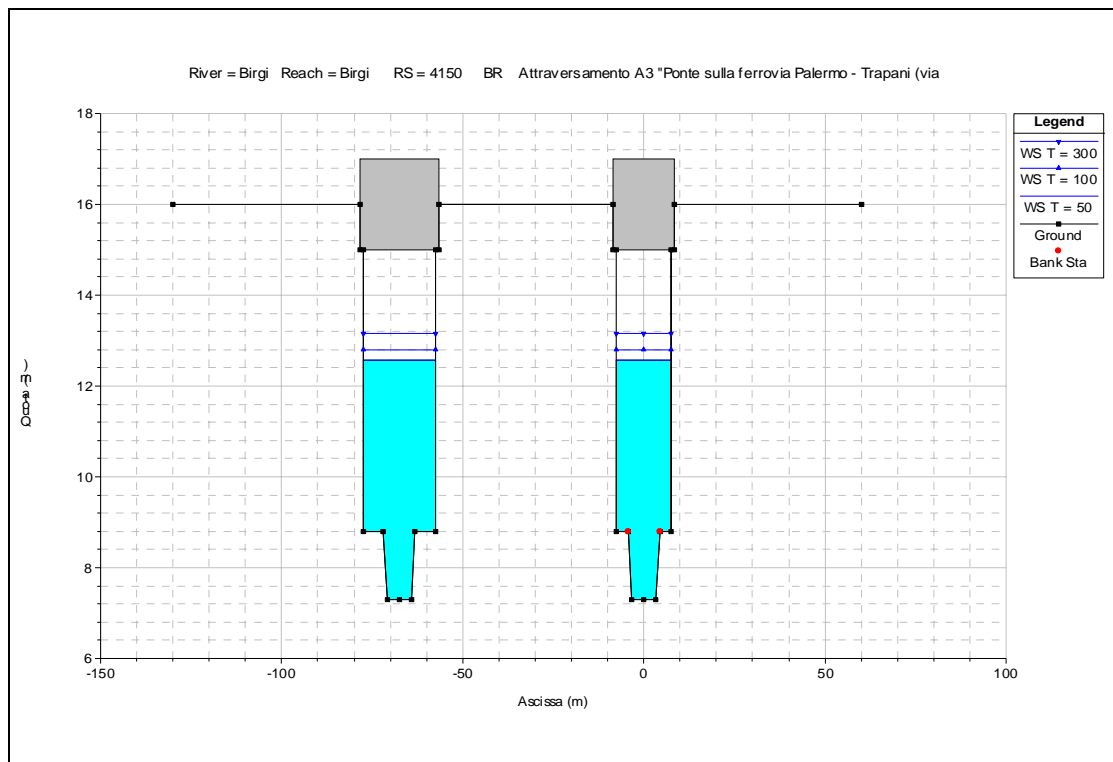


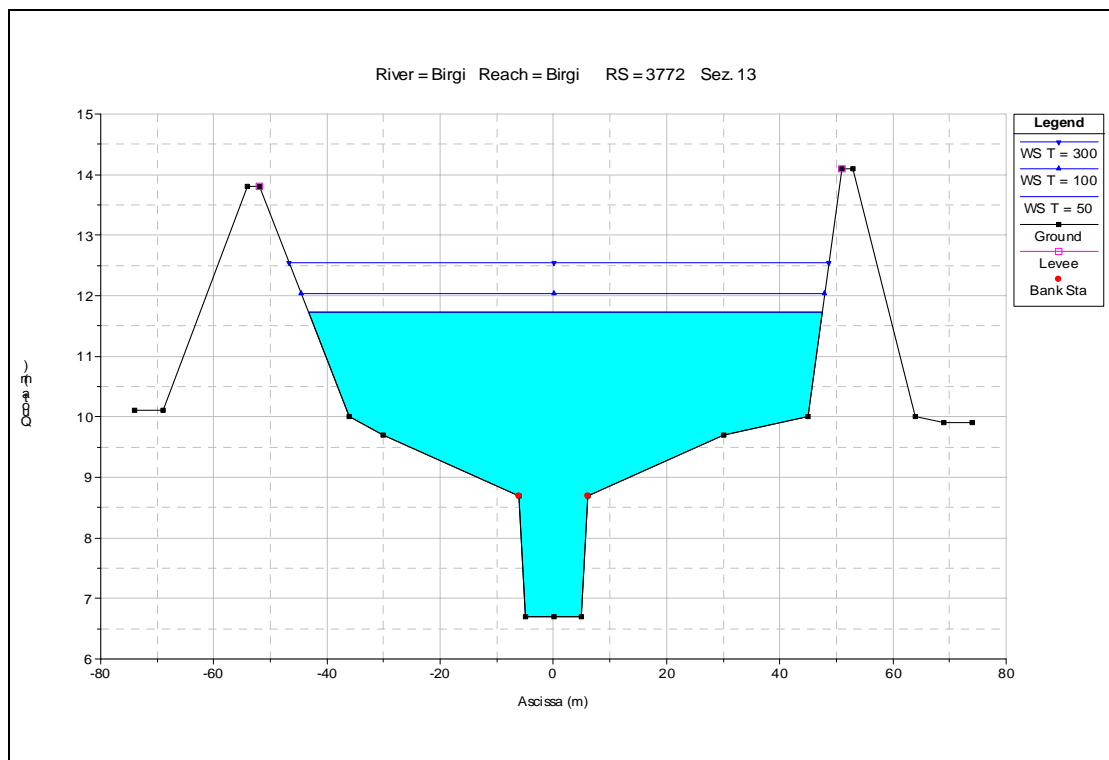
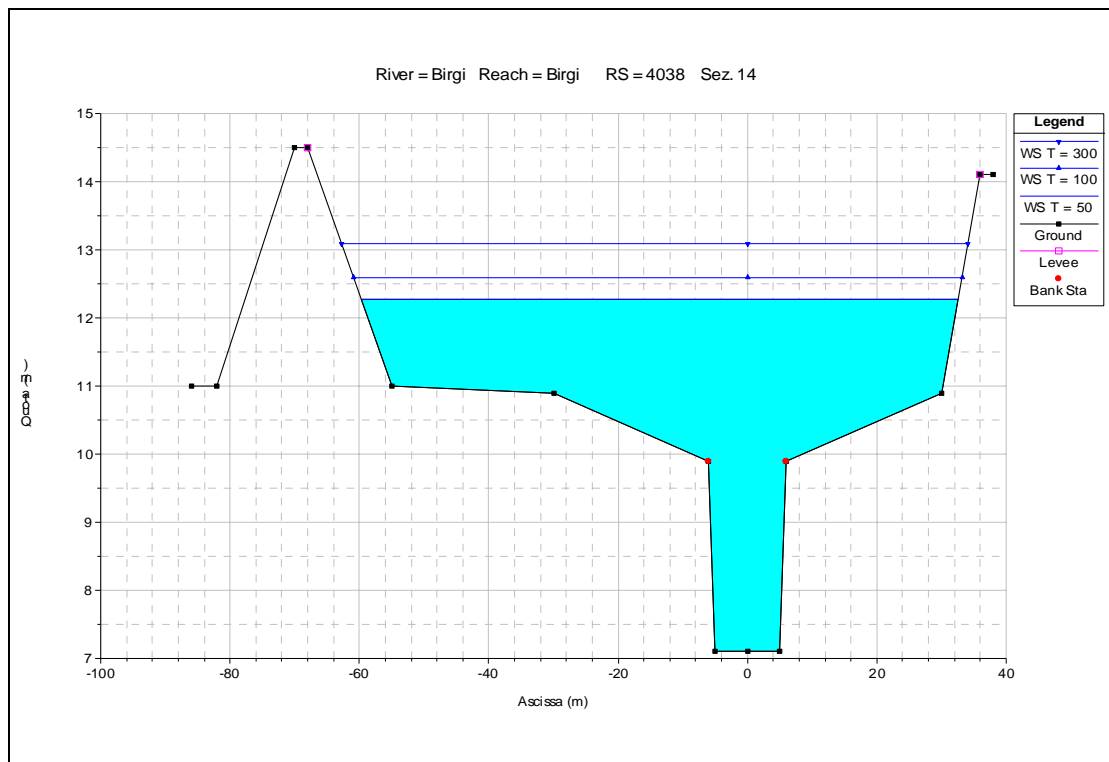


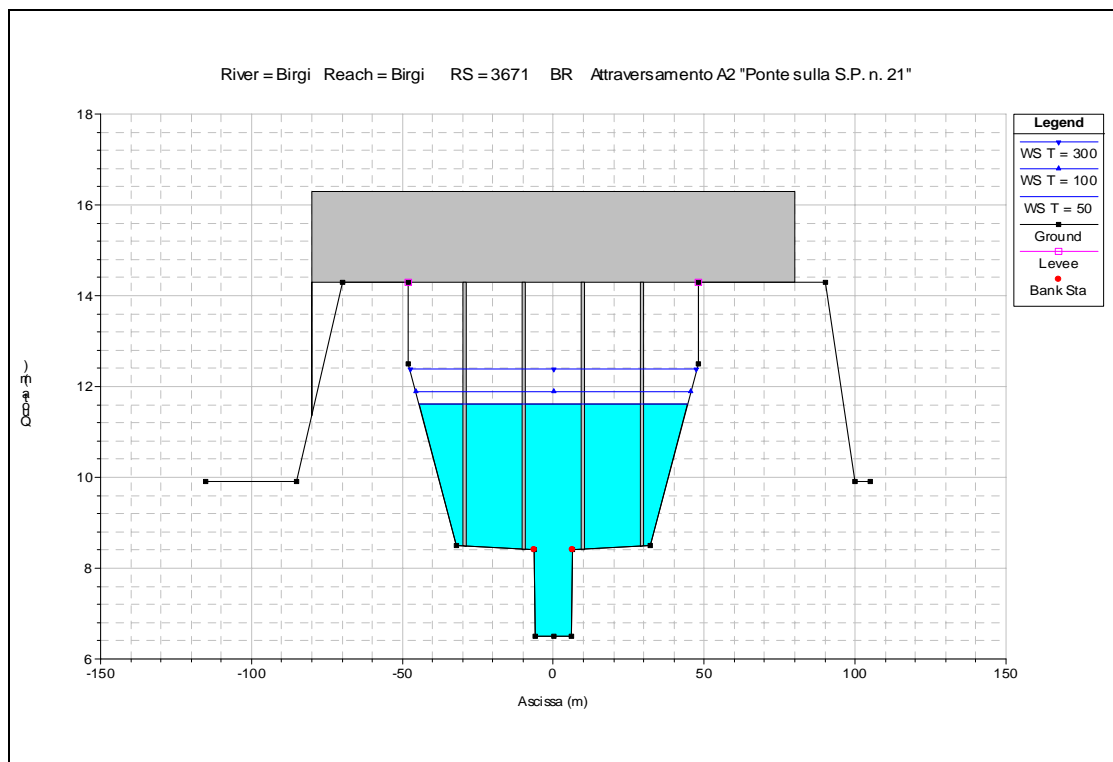
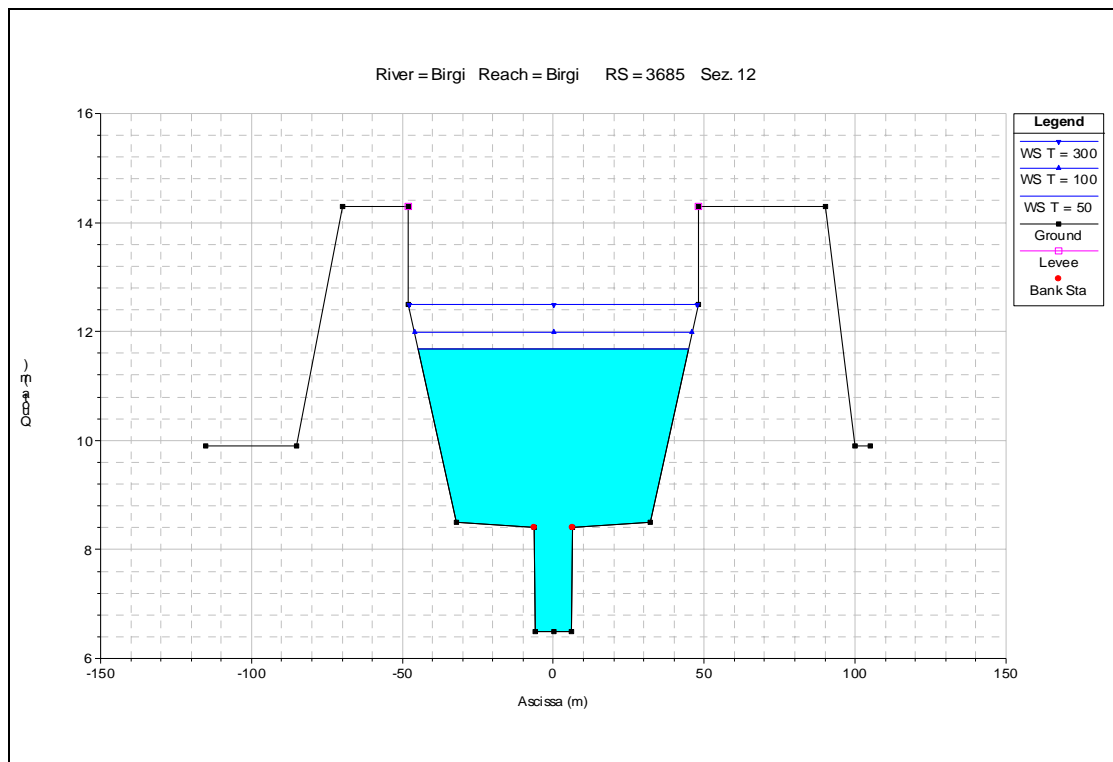


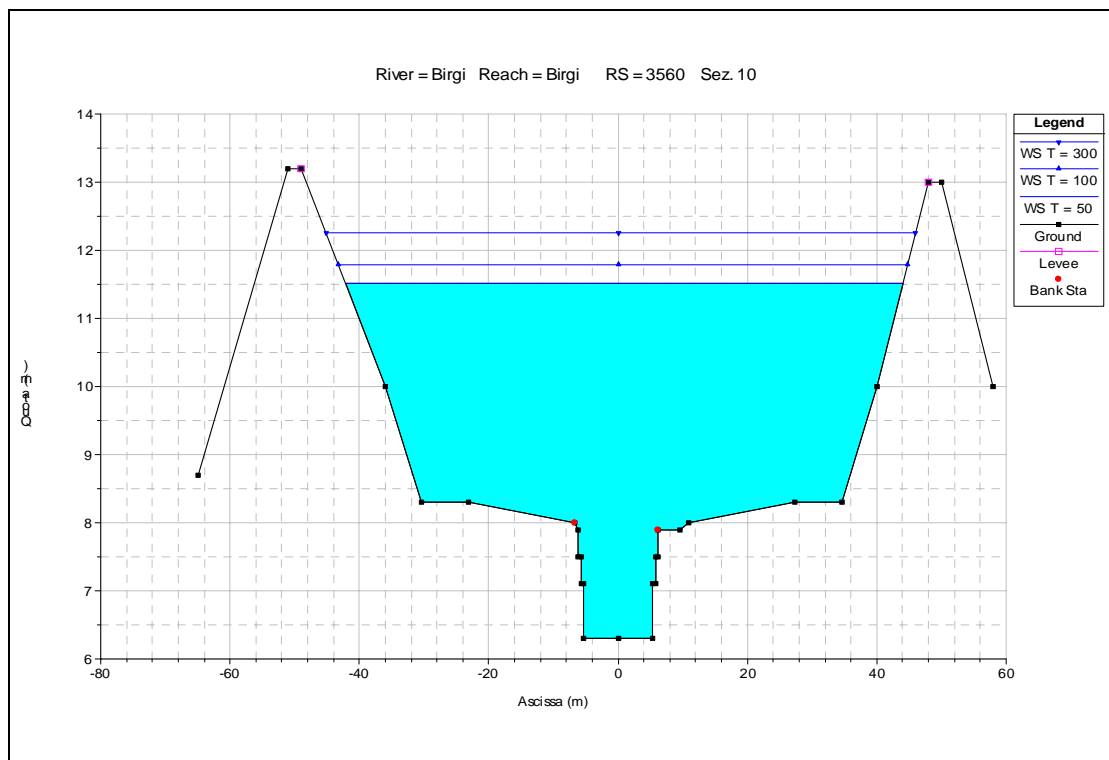
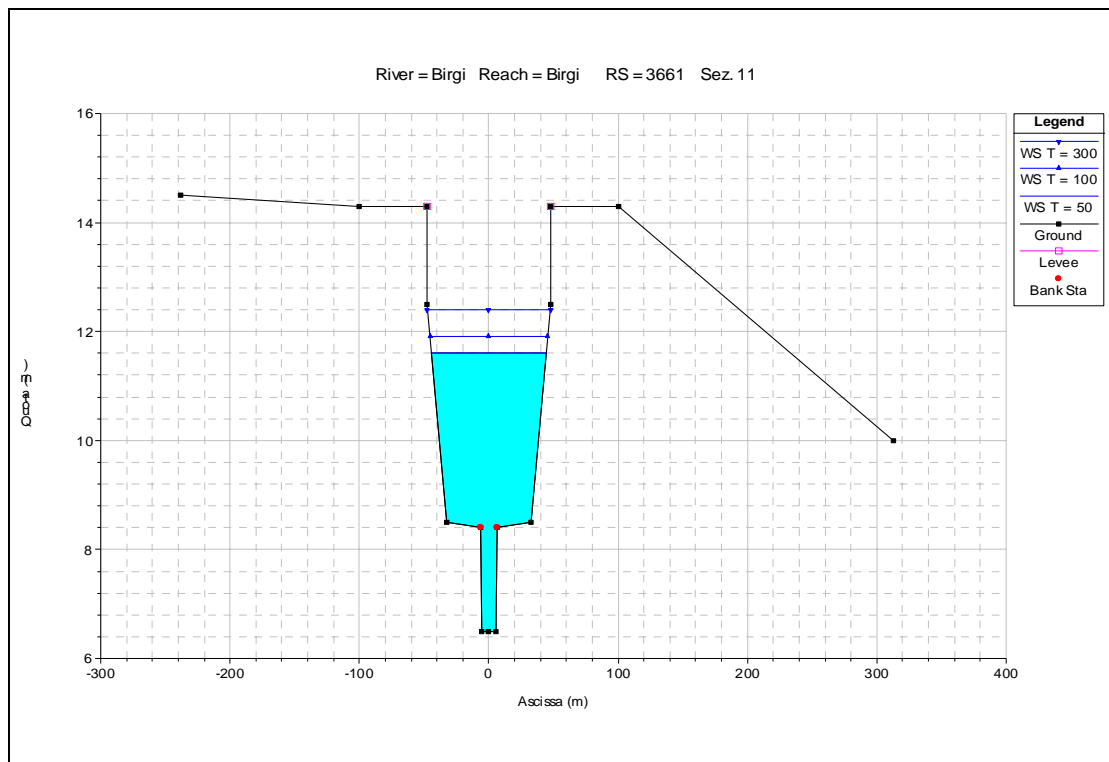


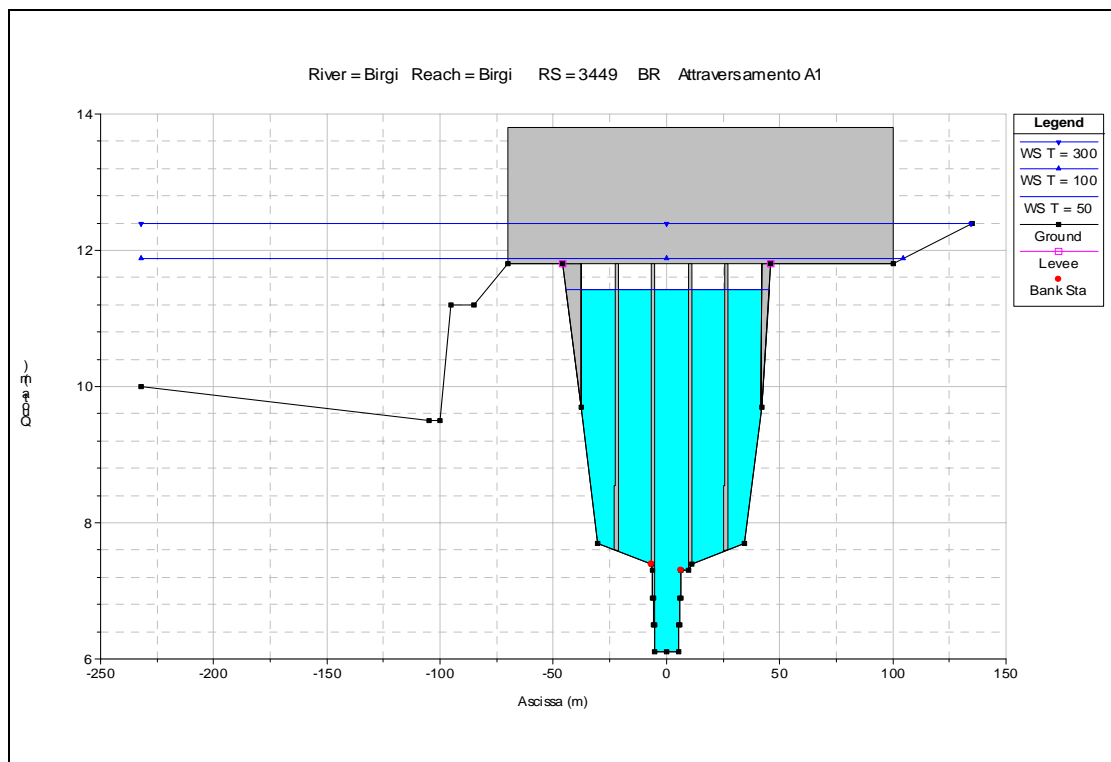
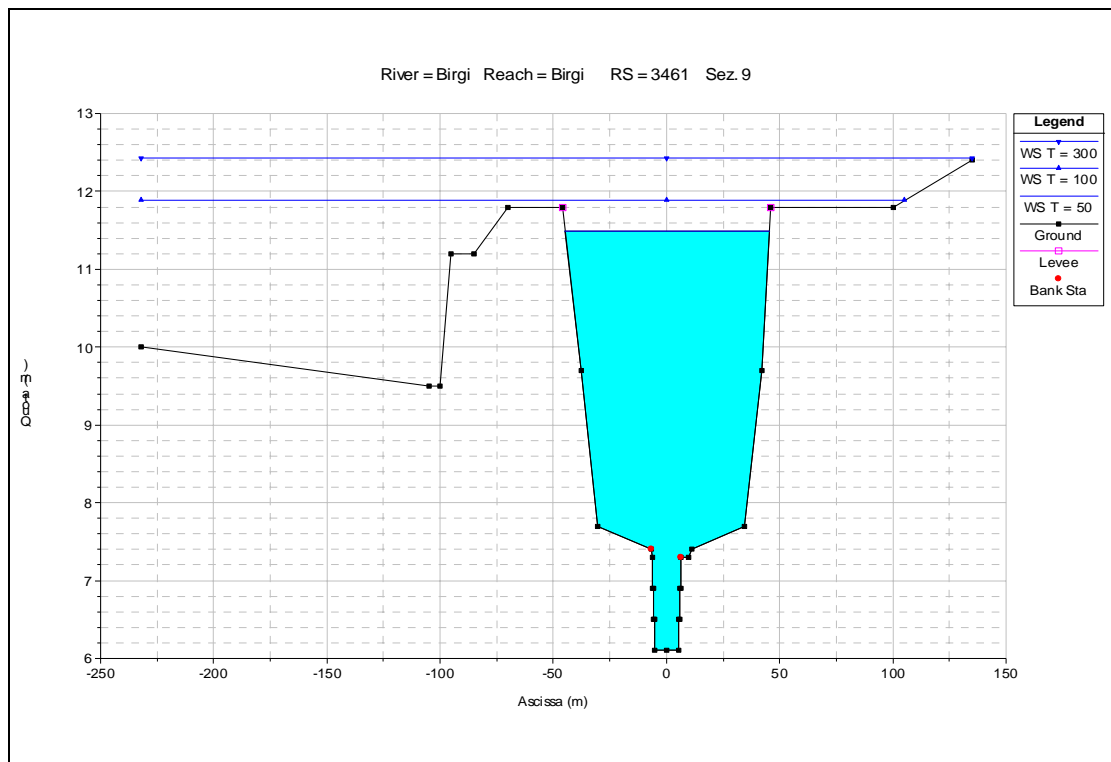


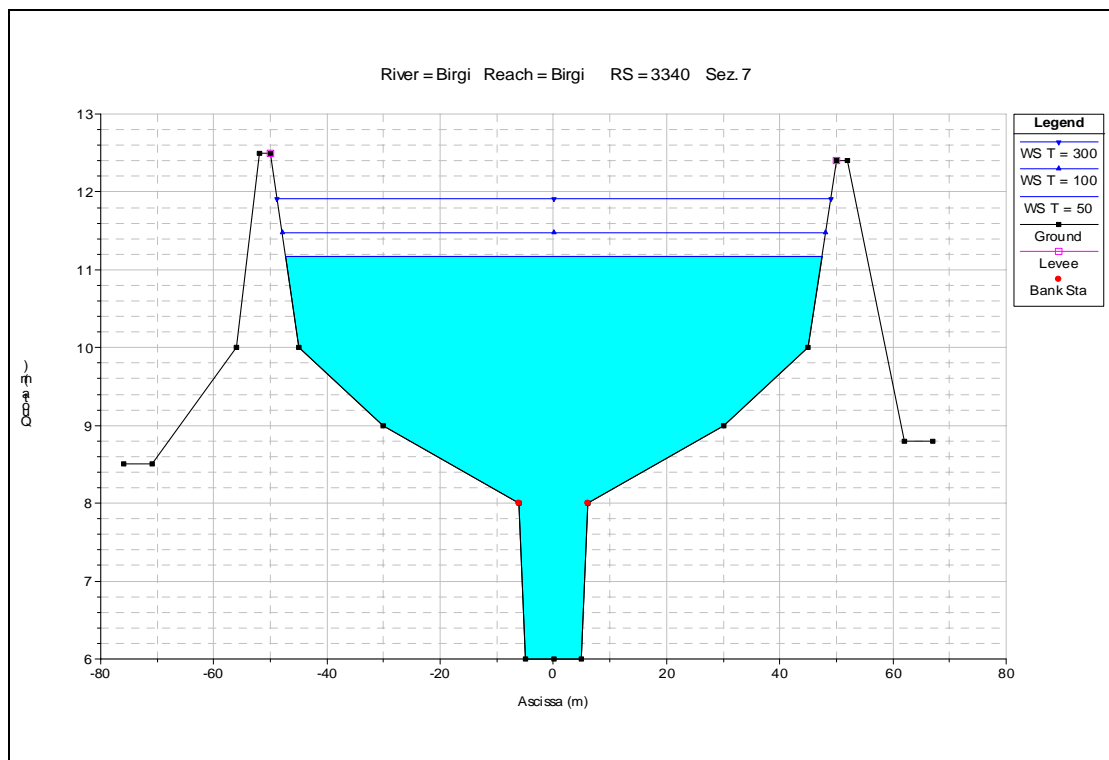
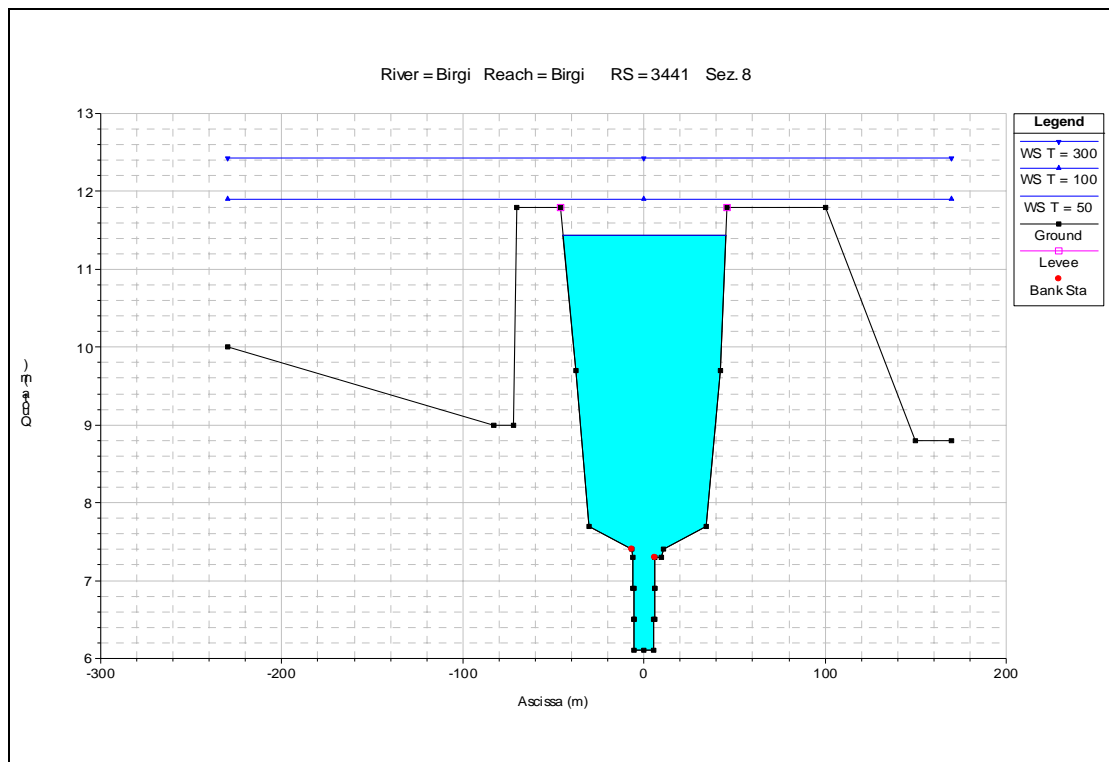


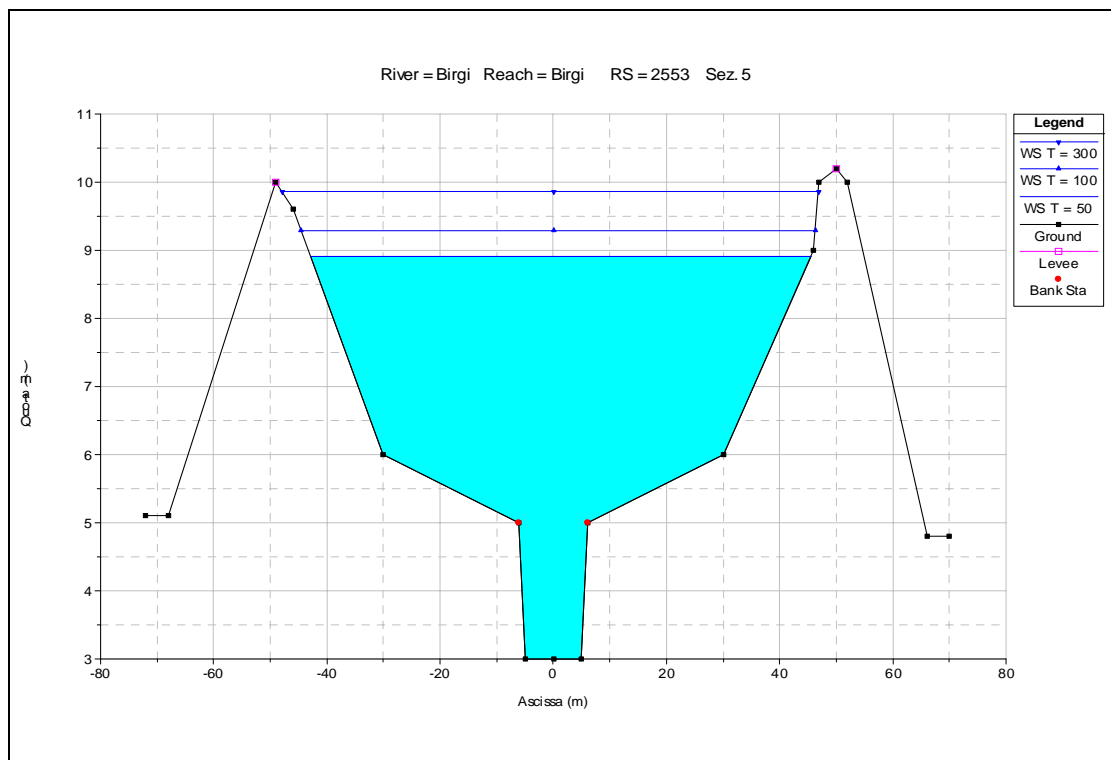
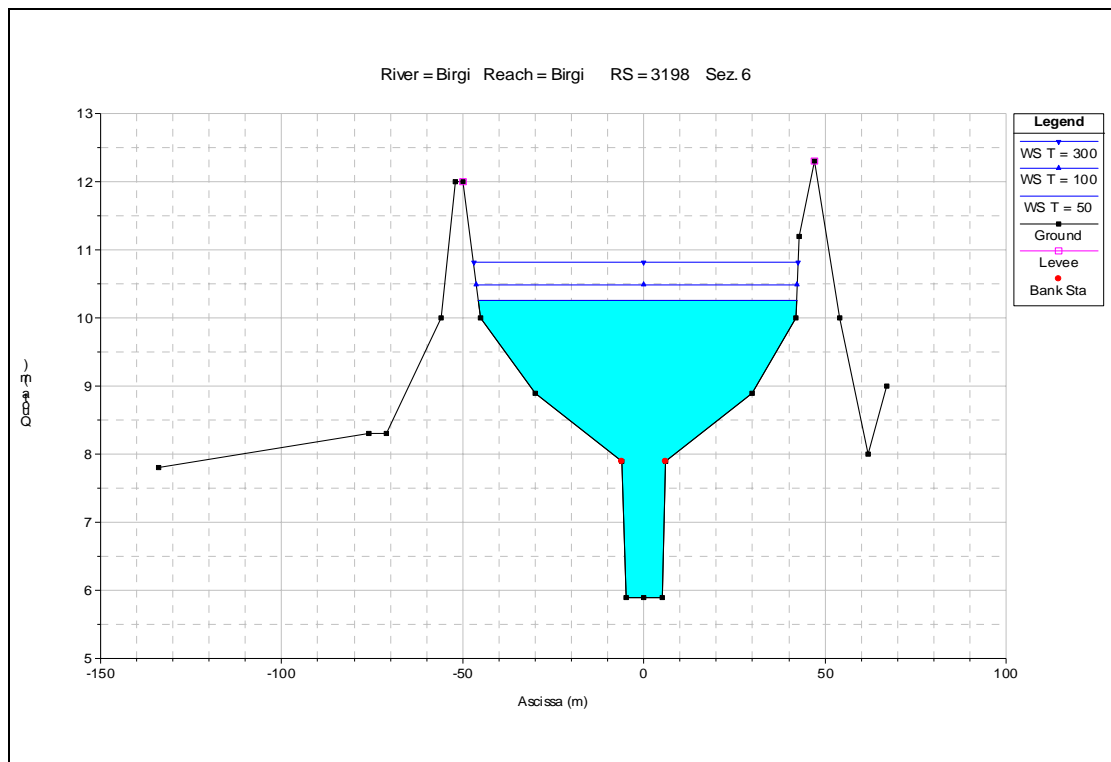


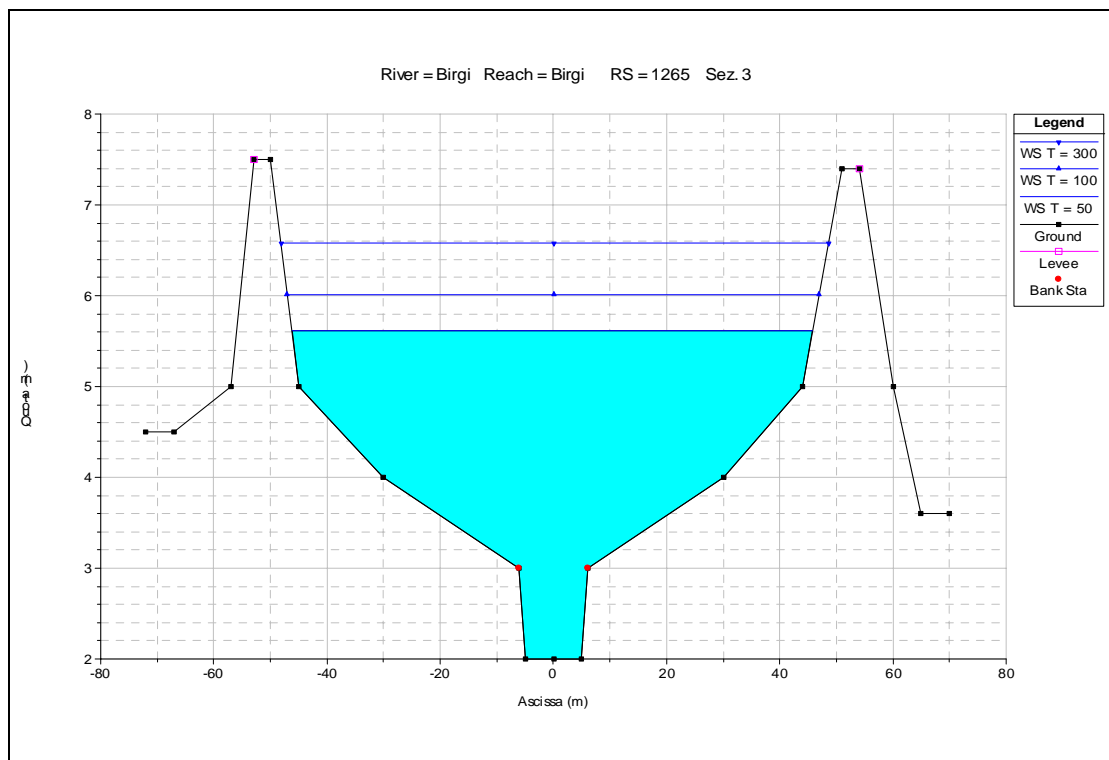
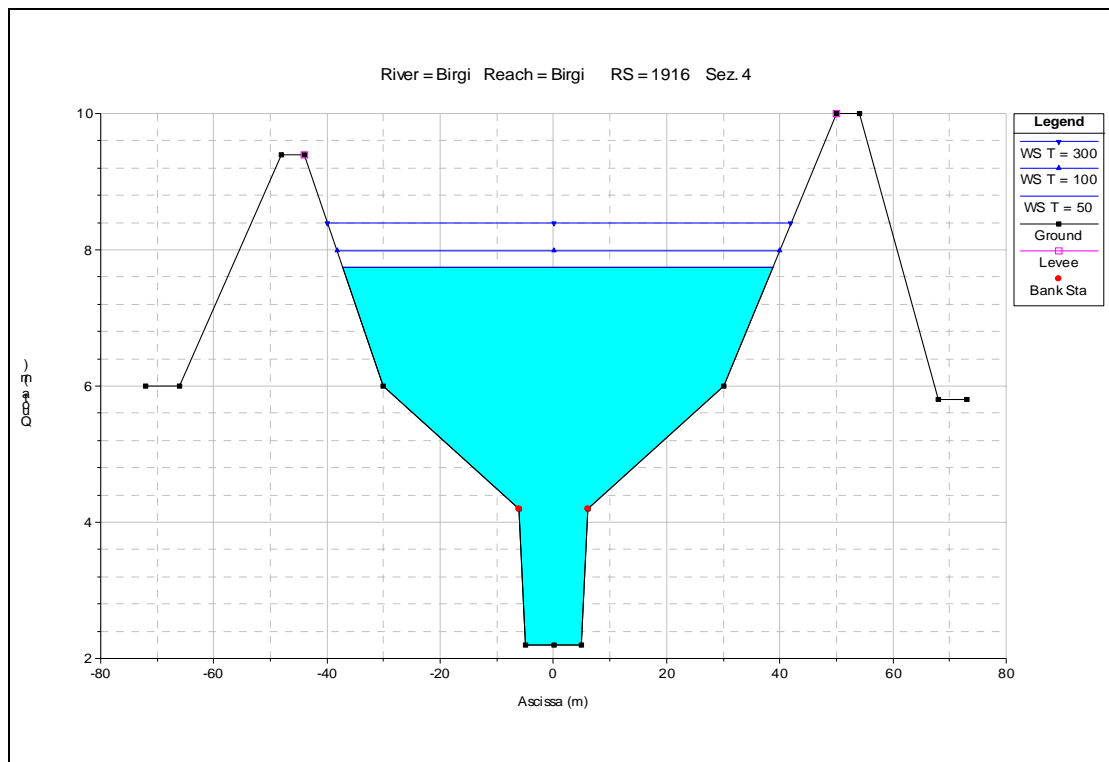


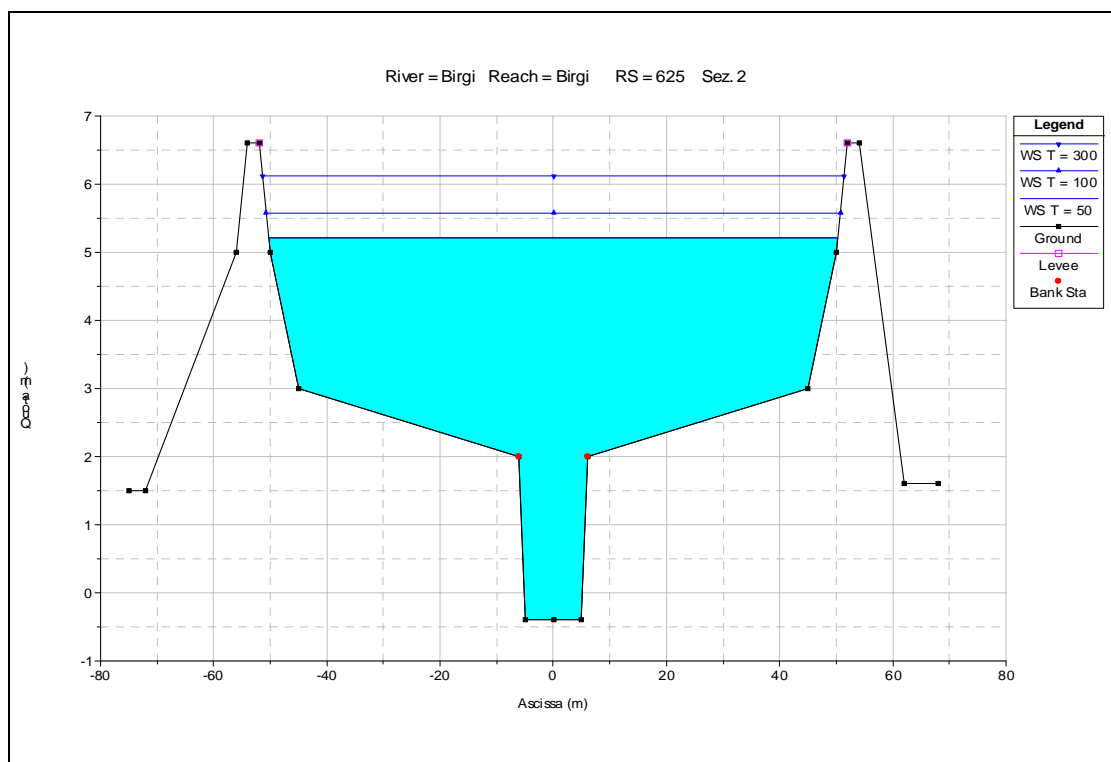
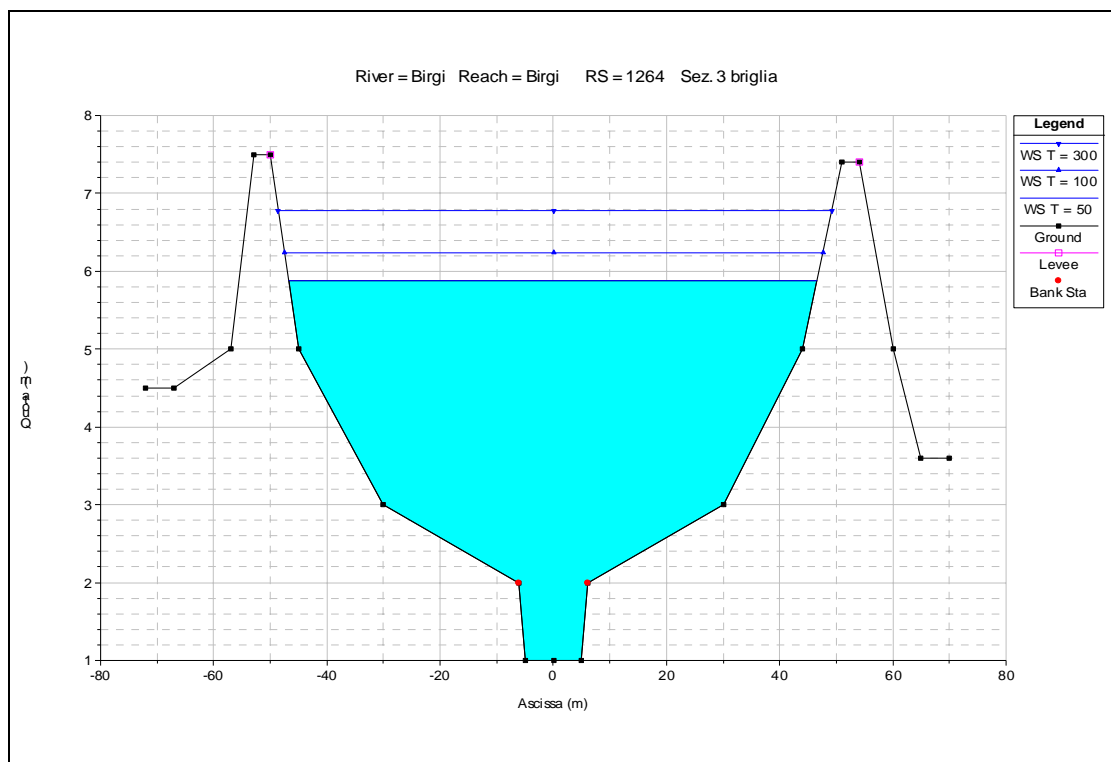


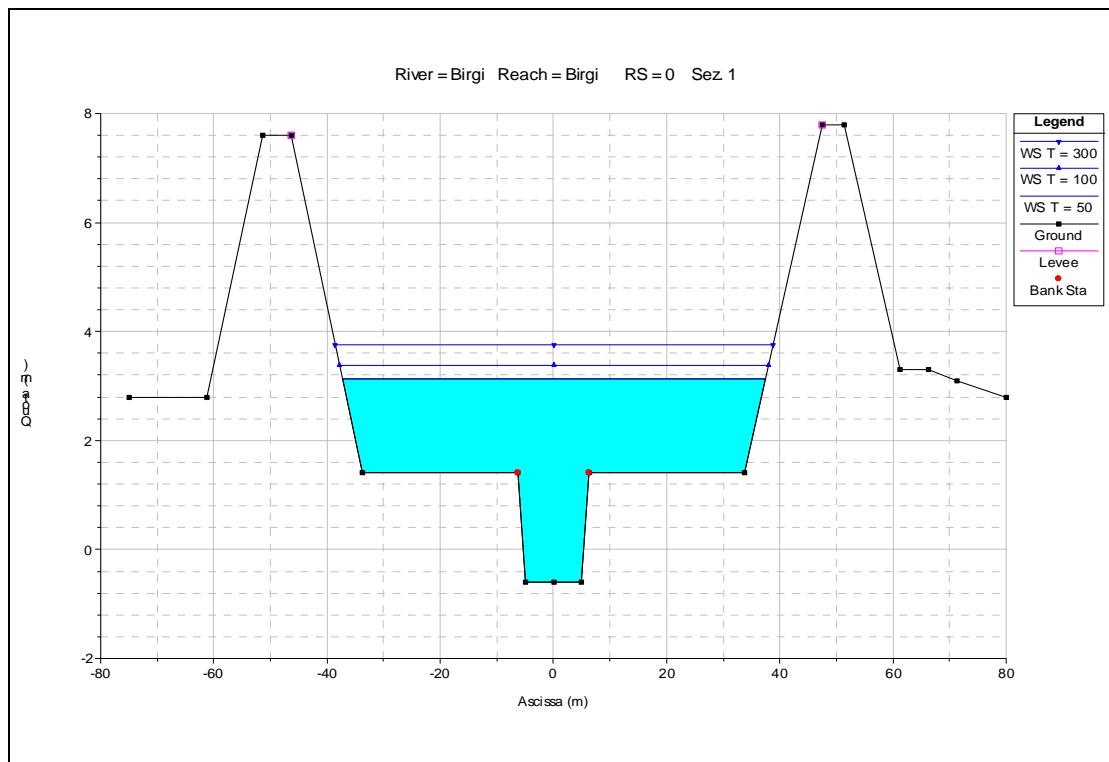


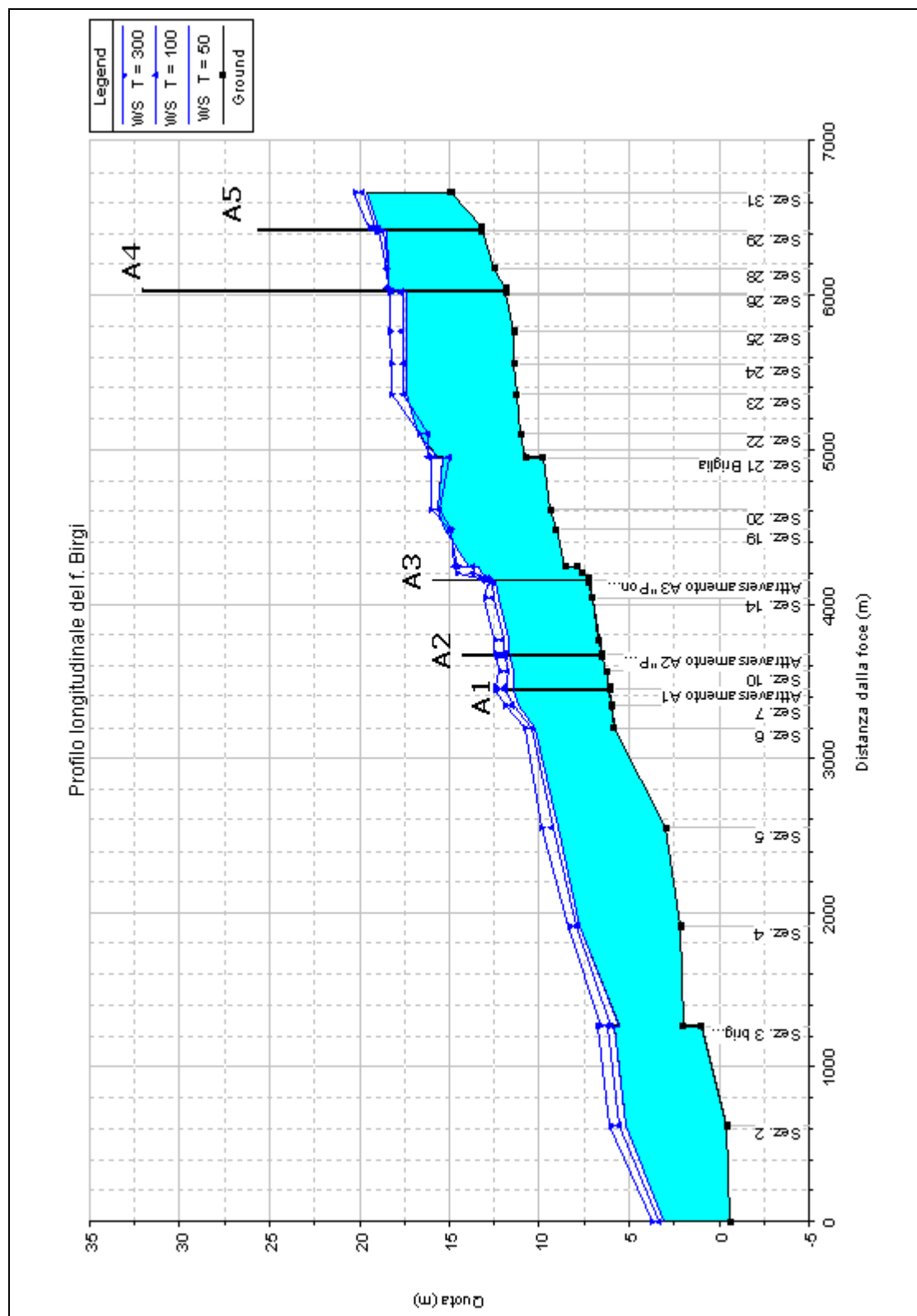














BIBLIOGRAFIA

- Catenacci V. - (1992) – *Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*. - Da Servizio Geologico Nazionale, Memorie descrittive della carta geologica d'Italia, Volume XLVII.



-
- Comune di Marsala, “*Aggiornamento del Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico*” – Verifiche idrauliche, Hydro Engineering.
 - Chow, V.T. (1959), “*Open Channel Hydraulics*”. McGraw-Hill Book Company, New York.
 - Crinò S. – (1921) – *Distribuzione geografica delle frane in Sicilia e periodi di maggiore frequenza dei franamenti.*- L'Universo, a. II, 6, 421-466, 4 tav., 1 carta della distribuzione delle frane in scala 1:800.000. Firenze.
 - De Marchi, G. (1977), “*Idraulica*”. Vol. 2 , Ed. U. Hoepli, Milano.
 - Dipartimento di Geologia e Geodesia di Palermo - (1988) – *Bibliografia geologica ragionata delle frane in Sicilia (dal 1886 al 1987)* – Quaderni del Museo Geologico “G.G. Gemmellaro”, 3.
 - Ferro V. (2002), “*La sistemazione dei bacini idrografici*”. McGraw-Hill Book Company, Milano.
 - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche - (1986) - *Schede di censimento S.C.A.I. (Studio Centri Abitati Instabili)* - G.N.D.C.I.
 - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (1990-1991), “*Il progetto A.V.I. in: Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo, Linea 1*”. C.N.R. - G.N.D.C.I, Dip. Prot. Civ., Roma.
 - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (1998), “*Catalogo delle informazioni sulle località italiane colpite da frane e da inondazioni*”. C.N.R. - G.N.D.C.I.
 - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche - *Schede di censimento A.V.I. (Aree Vulnerabili Italiane)* - G.N.D.C.I.
 - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (2002) – *Atlante dei Centri Abitati instabili della Regione Sicilia* - Vol. 1- Prov. di Trapani (a cura di Collalti M.-Monteleone S.-Pipitone G.) - G.N.D.C.I.
 - Hydrologic Engineering Corps, U.S. Army Corps of Engineers (2000), “*Hydrologic Modeling System, HEC-HMS*”. Technical Reference manual.
 - Hydrologic Engineering Corps, U.S. Army Corps of Engineers (2000), “*Geospatial Hydrologic Modeling Extension, HEC-GeoHMS*”. User's manual.
 - ISTAT - *Popolazione residente al 1 Gennaio 2003 per età sesso e stato civile, Provincia di Trapani.*
-



-
- Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore dei LL.PP. – Direzione Generale dell'ANAS – Servizio Tecnico – (1964) - *I movimenti franosi in Italia*.
 - Regione Siciliana - Assessorato Agricoltura e Foreste – Consorzio di Bonifica del Birgi - Trapani (1992) “*Studio delle onde di piena per ipotetico collasso dello sbarramento e per manovra degli organi di scarico (Adempimenti alle circolari del Ministero LL.PP. n. 1125 del 28/08/86 e n. 352 del 04/12/87)*”. .
 - Regione Siciliana - Assessorato Agricoltura e Foreste – Consorzio di Bonifica del Birgi - Trapani (1999) “*Studio integrativo, relativo al precedente studio del 1992, delle onde di piena per ipotetico collasso dello sbarramento e per manovra degli organi di scarico (Adempimenti alle circolari del Ministero LL.PP. n. 1125 del 28/08/86 e n. 352 del 04/12/87)*”. .
 - Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste - (2000) - *Atlante Climatologico della Sicilia* - Ver. 2.2.2., a cura di Drago A., Lo Bianco B., Monterosso I. e Inteagis S.r.l.
 - Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente – (1987) – Piano Regionale di Risanamento delle acque – Vol. 6 Censimento dei corpi idrici.
 - Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento del Territorio – (1994) - *Carta dell'Uso del Suolo*, scala 1:250.000.
 - Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento del Territorio – (2000) - Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico, D.A. n° 498/41 del 04/07/2000 e successive modifiche.
 - Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento del Territorio - (2002) – *Aggiornamento del Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico, D.A. n° 543/02 del 2002 e successive modifiche*.
 - Regione Siciliana – Dipartimento della Protezione Civile - *Piani di Emergenza*.
 - Regione Siciliana – Ente Minerario Siciliano - *Schema di Piano dei Materiali di Cava e Schema di Piano dei Materiali lapidei di Pregio*. Vol. I R.T.I. GEO-CEPA.
 - Santoro M. (1970) – “*Applicabilità della formula di Turc per il calcolo della evapotraspirazione effettiva in Sicilia*”. – Atti del I Convegno sulle Acque Sotterranee, Palermo, 1970.
 - Servizio Geologico Nazionale – (2001-2003) - *Schede di censimento I.F.F.I. (Inventario Fenomeni Franosi Italiani)* – S.G.N.
 - Turc, (1953) – “*Le bilan d'eau des sols: relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement*”. Thèse à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.
-



- Turc, (1963) – “*Ressources en eau, évaluation de l'écoulement annuel des cours d'eau*“. Conférence des Nations Unies, Science et Technique au service des régions peu développées.