

REPUBBLICA ITALIANA

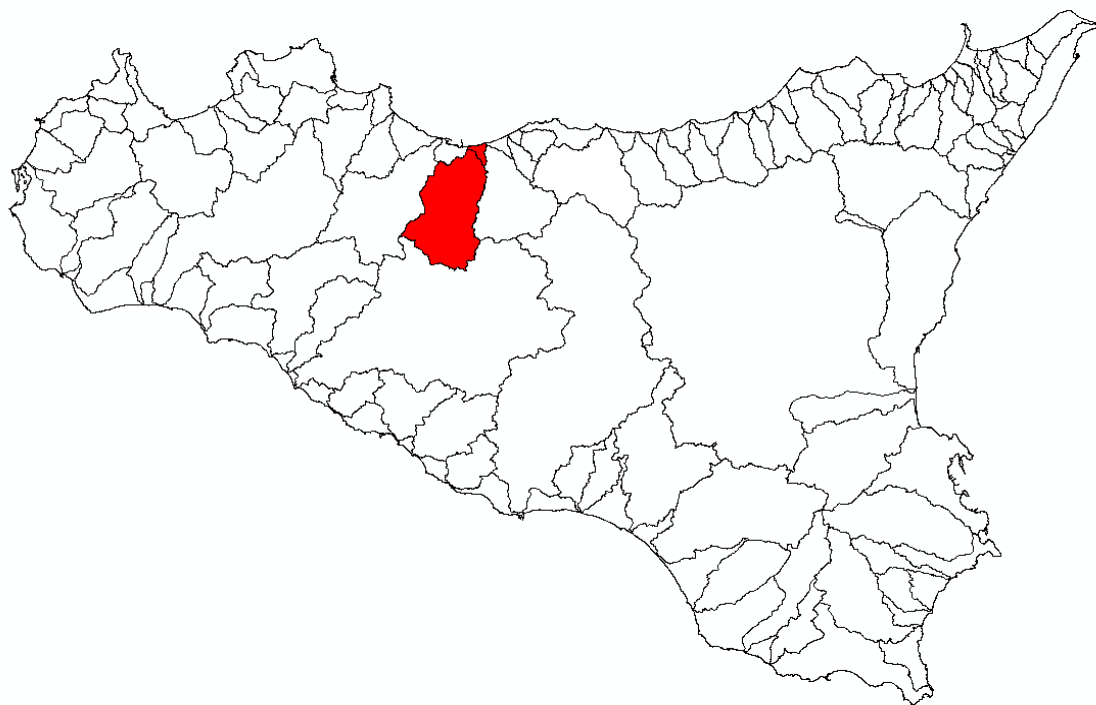


Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO DELL' AMBIENTE
Servizio 2 " PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE AMBIENTALE"

Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

All. A. 8 - Bacino Idrografico del Fiume Torto



Monografia di Bacino

Aprile 2018

PREMESSA	3
1 AMBIENTE FISICO	4
1.1 Inquadramento geografico e amministrativo	4
1.2 Morfologia	5
1.3 Idrografia.....	6
1.4 Uso del suolo.....	6
1.5 Cenni di climatologia	7
1.5.1 Stazioni.....	7
1.5.2 Regime termico	8
1.5.3 Regime pluviometrico	8
2 CRITICITÀ ESISTENTI	9
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia.....	9
2.2 Siti d’attenzione e pericolosità idrauliche non studiate	11
3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO	13
3.1 Analisi Territoriale	13
3.2 Studio Idrologico.....	13
3.3 Studio Idraulico	21
3.3.1 Rilievi e Cartografia.....	21
3.3.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche del Fiume Torto.....	21
3.3.3 Opere Principali Presenti nel Corso d’Acqua	22
3.3.4 Verifiche Idrauliche	22
3.4 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili	23
3.5 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulico	25
4 VALUTAZIONE ECONOMICA DEL DANNO ATTESO	33
4.1 Metodologia di valutazione del danno economico atteso	34
4.2 Valutazione del danno atteso medio annuo.....	35
5 LE MISURE DI PIANO	37

PREMESSA

La presente relazione illustra gli esiti dell'attività conoscitiva e di pianificazione delle misure di gestione del rischio alluvioni nel bacino idrografico del F. Torto.

La definizione delle misure è stata effettuata con riferimento agli obiettivi e priorità individuate nella Relazione Generale, da intendersi completamente richiamata, e sulla base dell'analisi degli elementi esposti nelle aree di pericolosità individuate nelle mappe di pericolosità adottate in attuazione della direttiva della Commissione Europea 2007/60 e del D.Lgs. 49/2010.

Le mappe adottate con Deliberazione della Giunta Regionale n. 349 del 14 ottobre 2013 sono state pubblicate sul sito internet http://www.artasicilia.eu/old_site/web/bacini_idrografici appositamente attivato sono consultabili tutti i documenti tra cui la presente relazione e la Relazione Generale.

Il presente Piano si compone quindi della presente relazione, della Relazione Generale, delle mappe di pericolosità e di rischio prima richiamate, della monografia “Opere principali nel corso d'acqua e risultati delle verifiche idrauliche” e dell' “Elenco delle aree da studiare per l'aggiornamento delle mappe”.

La pianificazione è stata svolta sulla base del quadro conoscitivo sviluppato e definito secondo le indicazioni stabilite dalla Direttiva 2007/60 e ribadite all'art. 7 comma 4 del D.Lgs. 49/2010, tenendo conto dei rischi nelle aree di pericolosità in relazione alle categorie di elementi esposti indicati dall'art. 5 del D.Lgs. 49/2010.

Il quadro conoscitivo è stato altresì elaborato a partire dalle informazioni e studi definiti nell'ambito del Piano per l'Assetto idrogeologico e dagli esiti degli studi idrologici e idraulici condotti nell'ambito del PAI vigente per quelle aree per le quali gli stessi studi sono stati ritenuti coerenti con le metodologie previste dalla Direttiva 2007/60 e dal D.Lgs. 49/2010.

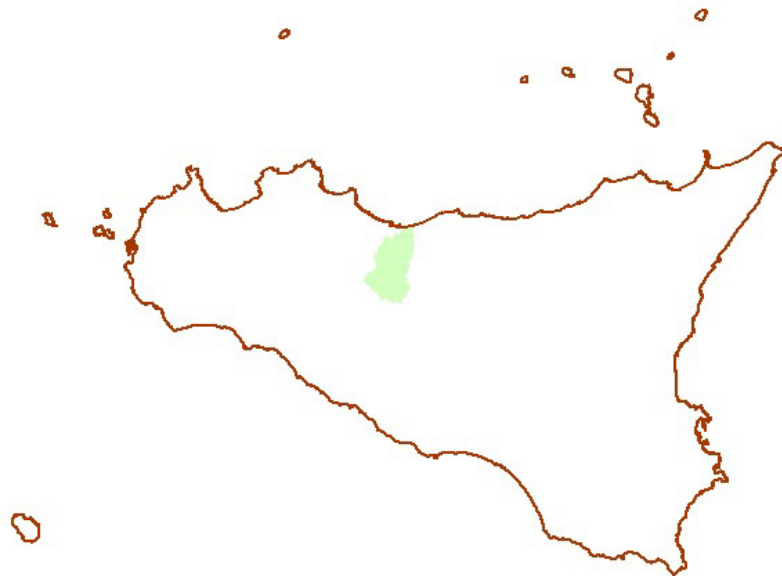
INQUADRAMENTO GENERALE

1 AMBIENTE FISICO

1.1 Inquadramento geografico e amministrativo

Il bacino idrografico del Fiume Torto, l'area compresa tra il bacino del Fiume San Leonardo ed il bacino del Fiume Torto e l'area compresa tra il bacino del F. Torto e il bacino del F. Imera Settentrionale ricadono nel versante settentrionale della Sicilia, sviluppandosi principalmente nei territori comunali della provincia di Palermo e marginalmente nei territori delle province di Agrigento e Caltanissetta. Complessivamente il bacino e le due aree intermedie si estendono per 469,21 km², in particolare il bacino del Fiume Torto occupa un'area di 423,41 km², l'area intermedia tra il bacino del Fiume San Leonardo ed il bacino del Fiume Torto insiste su una superficie complessiva di 32,13 km² e l'area compresa tra il bacino del F. Torto e il bacino del F. Imera Settentrionale ricopre 13,67 km². Geograficamente il bacino si sviluppa tra i gruppi montuosi delle Madonie ad Est ed i Monti di Termini a Ovest; dal punto di vista idrografico, invece, esso confina con il bacino del Fiume Imera Settentrionale, a sud con il bacino del Fiume Platani, a ovest con il bacino del Fiume San Leonardo.

Fig. 1.1.1 - Ubicazione del bacino del Fiume Torto



I territori comunali, facenti parte della Provincia di Palermo, ricadenti all'interno del bacino sono quelli di Alia, Aliminusa, Caccamo, Castronovo di Sicilia, Cerda, Lercara Friddi, Montemaggiore Belsito, Roccapalumba, Sciara, Sclafani Bagni, Termini Imerese, Valledolmo, Vicari. I rimanenti territori comunali ricadenti all'interno del bacino sono Cammarata, facente parte della provincia di Agrigento, e Vallelunga Pratameno, alla provincia di Caltanissetta.

Il territorio esaminato ricade all'interno dei seguenti Fogli I.G.M. in scala 1:50.000: n. 608 Caccamo, n. 609 Termini Imerese, n. 620 Lercara Friddi e n. 621 Alia.

In Tab.1.1 sono riportati le province, i comuni, i residenti (dati Istat 2011), le superfici ed i centri abitati ricadenti all'interno dell'area in esame. I dati relativi alle superfici totali e parziali sono state determinate sulla base della informatizzazione, effettuata presso questi uffici, dei limiti identificati sulla cartografia regionale; possono pertanto esistere delle difformità con i dati amministrativi forniti dall'ISTAT.

Tab. 1.1 - Territori comunali ricadenti nel bacino del fiume Torto e aree territoriali limitrofe

PROVINCIA	COMUNE	BACINO, AREA TERRITORIALE	RESIDENTI (dati ISTAT 2011)	AREE			Centro abitato presente
				Area totale (Km ²)	Area nel bacino(Km ²)	Area nel bacino/Area totale(%)	
AGRIGENTO	CAMMARATA	031	6.275	191,79	0,91	0,47	No
CALTANISSETTA	VALLELUNGA PRATAMENO	031	3.641	39,14	12,15	30,77	No
PALERMO	ALIA	031	3.806	45,52	45,52	100	Si
	ALIMINUSA	031	1.291	13,67	13,65	100	Si
	CACCAMO	031	8.295	187,93	100,5	53,45	No
		032			7,68	4,09	
	CASTRONOVO DI SICILIA	031	3.175	200,28	55,67	27,80	No
	CERDA	031	5.391	43,79	19,68	44,94	Si
	LERCARA FRIDDI	031	6.935	37,19	19,13	51,44	No
	MONTEMAGGIORE BELSITO	031	3.566	31,93	31,93	100	Si
	ROCCAPALUMBA	031	2.634	31,19	24,51	78,58	Si
	SCIARA	031	2.787	31,03	31,03	100	Si
	SCLAFANI BAGNI	031	450	134,89	39,85	29,54	No
	TERMINI IMERESE	031	27.217	77,68	18,58	23,92	Parziale
		031 A			13,67	17,60	
		032			23,84	30,69	
VALLEDOLMO	031	3.747	25,75	0,04	0,15	No	
VICARI	031	2.948	85,64	11,00	12,84	No	
Totale	14		82.158	1.873,39	469,21	25,1	6

1.2 Morfologia

Il bacino idrografico del Fiume Torto presenta una variabilità morfologica piuttosto spiccata, sviluppando il suo territorio tra due complessi montuosi (Madonie e Monti di Termini) e comprendendo anche la zona interna collinare tra la catena settentrionale ed i Monti Sicani. Gran parte di Monte San Calogero risulta compreso all'interno del bacino idrografico in corrispondenza dell'ultima sua porzione, in sinistra orografica. Le quote maggiori si riscontrano proprio con la cima di questo monte (circa 1370 m s.l.m.), mentre nella parte alta del bacino le quote diminuiscono, con valori massimi di poco superiori ai 900 metri s.l.m. Tra gli elementi che determinano l'andamento dell'asta principale e dei suoi affluenti principali si ricordano: la dorsale di Monte Roccelito (destra orografica, 1145 m s.l.m.) e la sua prosecuzione ad ovest con P.zo Bosco; la dorsale nord-sud denominata La Montagna che a partire dall'abitato di Roccapalumba e fino al nucleo abitato di Sambuchi, delimita ad ovest il bacino idrografico; le alture arenarie di P.zo Fico, P.zo Conca, M. Castellazzo, M. Rigiura, La Montagna (Alia) e Serra Tignino che caratterizzano la porzione centrale in destra idrografica. I contrasti morfologici sono maggiormente presenti nei versanti del tratto che attraversa la catena costiera siciliana, a partire dalla stretta morfologica posta subito a valle della

stazione ferroviaria di Montemaggiore Belsito e fino all'ultimo tratto del corso del F. Torto, quando questo attraversa la Piana costiera di Bonfornello. A monte prevalgono i paesaggi collinari, generalmente omogenei, se si eccettuano le alture arenarie descritte precedentemente, dove i tratti terminali del reticolo idrografico presentano pendenze elevate. Le aree territoriali comprese tra i due bacini limitrofi, sono morfologicamente differenti. L'area 031A, tra il F. Torto ed il F. Imera settentrionale ha un andamento con deboli variazioni morfologiche, comprendendo l'altopiano costiero su cui fu fondata Himera e le colline attorno a Cozzo Quaranta Salme. L'area 032, tra il F. Torto ed il F. S. Leonardo, comprende invece le falde di Monte S. Calogero e quindi presenta morfologie più aspre con pendenze notevoli nei tratti terminali del reticolo, che si dipartono dalle numerose conoidi detritiche poste al piede delle cime del complesso montuoso. Spesso le acque scorrono su incisioni poco sviluppate in ragione delle forti pendenze e del breve tragitto dalle cime alla linea di costa.

1.3 Idrografia

L'asta principale del fiume, lungo complessivamente circa 57 Km, nel tratto di monte, si sviluppa in direzione est-ovest, parallelamente allo spartiacque meridionale. In questo primo tronco gli affluenti principali sono: il T. Gian Jacopo ed il V.ne Guccia. Nella zona centrale, fino alla confluenza in sinistra del T. Lisca, il corso d'acqua raccoglie i deflussi del F. S. Filippo e del V.ne Raffo, in sponda sinistra. A valle della confluenza con il T. Lisca, che costituisce il maggiore affluente del F. Torto, il corso d'acqua prosegue fino alla foce raccogliendo i deflussi del V.ne Finantelli e Scarcella, in sponda sinistra, e il Fosso Zimma ed il V.ne Baglio, in sponda destra. Il Fiume Torto ha un regime tipicamente torrentizio, caratterizzato da lunghi periodi di magra, con valore della portata praticamente uguale a zero. In 7 anni di osservazione della stazione idrometrica di località Bivio Cerda, si è registrato un numero massimo di 158 giorni consecutivi a portata nulla, mentre nel 50% degli anni si è raggiunto un numero di 118 giorni. Nell'area compresa tra il F. Torto ed il F. Imera settentrionale si evidenziano solo due incisioni principali: V.ne di Molarà e V.ne di Passo di Vicenza, ad andamento sub parallelo, con inizio in corrispondenza delle colline di Contrada Villaurea. Per l'area 032, tra il F. Torto ed il F. S. Leonardo, solo nella porzione più occidentale si rinvennero incisioni ben sviluppate con i Torrenti Tre Pietre e Barratina, da segnalare quest'ultimo, che sfocia nel porto di Termini Imerese e che nel suo recente passato ha avuto numerosi eventi di piena in prossimità della foce. Per una più completa descrizione delle caratteristiche idrografiche ed idrauliche, si veda il capitolo 4 sull'analisi territoriale relativa al rischio idraulico.

1.4 Uso del suolo

La carta dell'uso del suolo utilizzata per ricavare le informazioni descritte nella successiva Tab. 1.2 provengono dal tematismo Corine Land Cover (CLC) del 2006. In tale tabella sono rappresentate le tipologie dell'uso del suolo e la loro distribuzione percentuale all'interno del Bacino del fiume Torto. Come si evince dalla tabella, la maggior parte del territorio viene sfruttata per le coltivazioni. Prevalgono i Seminativi in aree non irrigue (56,59%), Oliveti (10,92%). La restante parte del territorio è destinata a Pascolo (9,98%), Aree a vegetazione sclerofilla (7,07%). Le aree urbanizzate globalmente occupano meno del 1% del territorio del bacino idrografico.

Tab. 1.2 - Tipologia uso del suolo dell'area

Tipologia di uso del suolo	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0,68
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,14
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	0,10
1.3.1. Aree estrattive	0,09
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	56,59
2.2.1. Vigneti	0,22
2.2.2. Frutteti e frutti minori	1,94
2.2.3. Oliveti	10,92
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	0,88
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	1,94
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	6,60
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.1.1. Boschi di latifoglie	0,88
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	0,58
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	9,98
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	7,07
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	1,37

1.5 Cenni di climatologia

L'inquadramento climatico del settore della Sicilia nel quale ricade il territorio in esame è stato effettuato considerando gli elementi climatici, temperatura e piovosità, registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno del territorio o limitrofe ad esso.

1.5.1 Stazioni

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

Tab. 1.3 - Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche interne o limitrofe al territorio in esame

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				LATITUDINE	LONGITUDINE
ALIA	1965-1994	Pluviometro	734	4.182.620 N	386.989 E
CACCAMO	1965-1994	Pluviometro	521	4.199.326 N	382.823 E
CERDA	1965-1994	Pluviometro	274	4.195.449 N	395.959 E
FATTORIA GIOIA	1965-1994	Termo-pluviometro	560	4.177.073 N	386.913 E
LERCARA FRIDDI	1965-1994	Termo-pluviometro	658	4.177.220 N	376.631 E
MONUMENTALE	1965-1994	Pluviometro	6	4.204.833 N	385.830 E
VICARI	1965-1994	Pluviometro	650	4.186.511 N	373.836 E

1.5.2 Regime termico

I valori medi della temperatura sono riportati nella seguente Tab. 1.4

Tab. 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
FATTORIA GIOIA	7,9	8,2	9,7	12,5	17,2	21,2	24,7	24,5	21,2	17,1	12,4	8,8	15,4
LERCARA FRIDDI	7,8	8,1	9,8	12,3	17,3	21,4	24,3	24,7	21,1	16,8	12,3	8,9	15,4

1.5.3 Regime pluviometrico

I valori della piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994, sono riportati nella seguente Tab. 1.5

Tab. 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
ALIA	67,0	61,9	60,5	46,4	23,7	10,0	4,7	7,3	27,1	62,8	60,8	84,4	43,05
CACCAMO	81,4	75,9	68,2	62,5	30,8	10,9	5,6	13,2	36,2	71,3	70,6	84,0	50,13
CERDA	72,8	78,5	66,0	56,8	29,3	8,5	9,5	14,6	38,6	76,1	81,8	83,2	51,31
FATTORIA GIOIA	74,1	63,0	61,0	46,1	25,0	6,3	3,1	10,1	30,0	58,8	63,6	73,9	42,92
LERCARA FRIDDI	75,5	72,7	61,3	49,8	24,6	6,6	5,0	11,2	29,7	68,7	62,6	83,8	45,96
MONUMENTALE	66,4	68,4	63,0	47,2	27,3	9,4	8,1	11,5	48,5	71,4	65,9	74,1	46,77
VICARI	54,0	53,0	47,3	48,9	25,6	12,0	5,4	13,6	31,8	72,6	55,1	62,9	40,18

2 CRITICITÀ ESISTENTI

All'interno del bacino in esame sono presenti situazioni di criticità idraulica il cui grado di approfondimento delle informazioni a disposizione, allo stato attuale, non ne ha permesso la rappresentazione nelle mappe della pericolosità e rischio idraulico redatte secondo le indicazioni dell'art.6 del D.lgs. 49/2010.

Le suddette aree, oggetto di futuri studi e approfondimenti, sono in parte catalogate nel Censimento dissesti *DB Eventi Sicilia* predisposto dal Servizio 3 /DRA mentre la rimanente parte è costituita dai “*siti d’attenzione*” e dalle aree classificate a *pericolosità idraulica non derivanti da studi idraulici* censite nel PAI vigente.

Per tali aree il Piano prevede di procedere con gli studi di aggiornamento e approfondimento per completare le valutazioni necessarie e/o per produrre i livelli informativi stabiliti dalla normativa. Inoltre al fine di integrare i PAI vigenti relativamente ai corsi d’acqua e ambiti territoriali o nuove aree soggette a fenomeni di allagamento così come definiti all’art. 2 del Decreto Legislativo 49/2010 si provvederà, ove non fossero al momento disponibili studi che ne consentano di definire il livello di pericolosità, ad attivare in concerto con gli Enti istituzionalmente preposti tutte le misure di precauzione necessarie a garantire un adeguato livello di sicurezza. Al pari delle altre aree per le quali non è definito un livello di pericolosità verrà definito un programma di studi di approfondimento necessario per la individuazione della pericolosità e rischio in conformità a quanto previsto dalla Direttiva

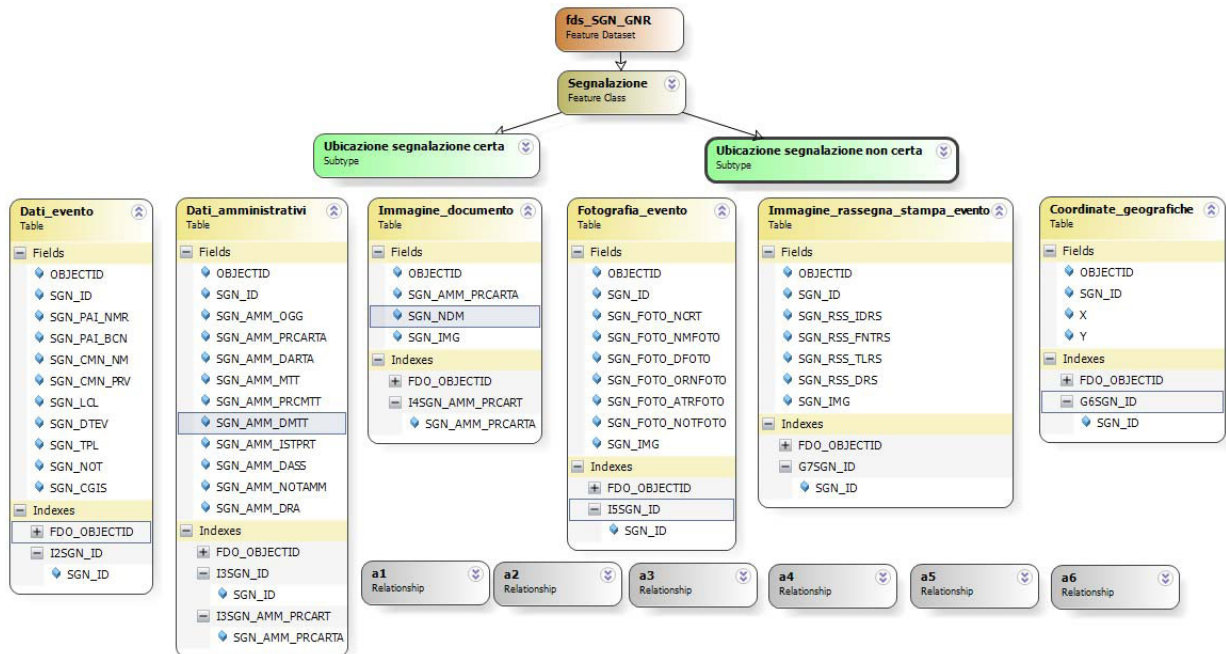
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

Il Catasto degli eventi è la fonte da cui sono rintracciabili le informazioni sulla collocazione spaziale e temporale degli eventi di piena nonché delle conseguenze avverse ad esse associate.

Il catasto degli eventi è stato implementato nell’ambito della realizzazione del Database “DB Eventi Sicilia.gdb”. Esso consiste nel censimento dei luoghi storicamente colpiti da eventi idraulici (esondazioni ed alluvionamenti). L’archivio raccoglie informazioni storiche relative agli eventi a partire dall’anno 2007 avvenute in Sicilia. L’archivio contiene allo stato attuale oltre 433 informazioni inerenti ad eventi idraulici. Le informazioni si riferiscono a dati provenienti da fonti di Rassegna Stampa, Comuni Siciliani e dati della Protezione Civile Regionale. I dati inseriti possono essere analizzati ed interrogati con i temi e gli elementi di base direttamente importati nel GIS, anche tramite query pre-impostate, generando così nuove informazioni in funzione di specifiche problematiche ed esigenze. Nel seguito è descritta la struttura del geodatabase e le informazioni contenute.

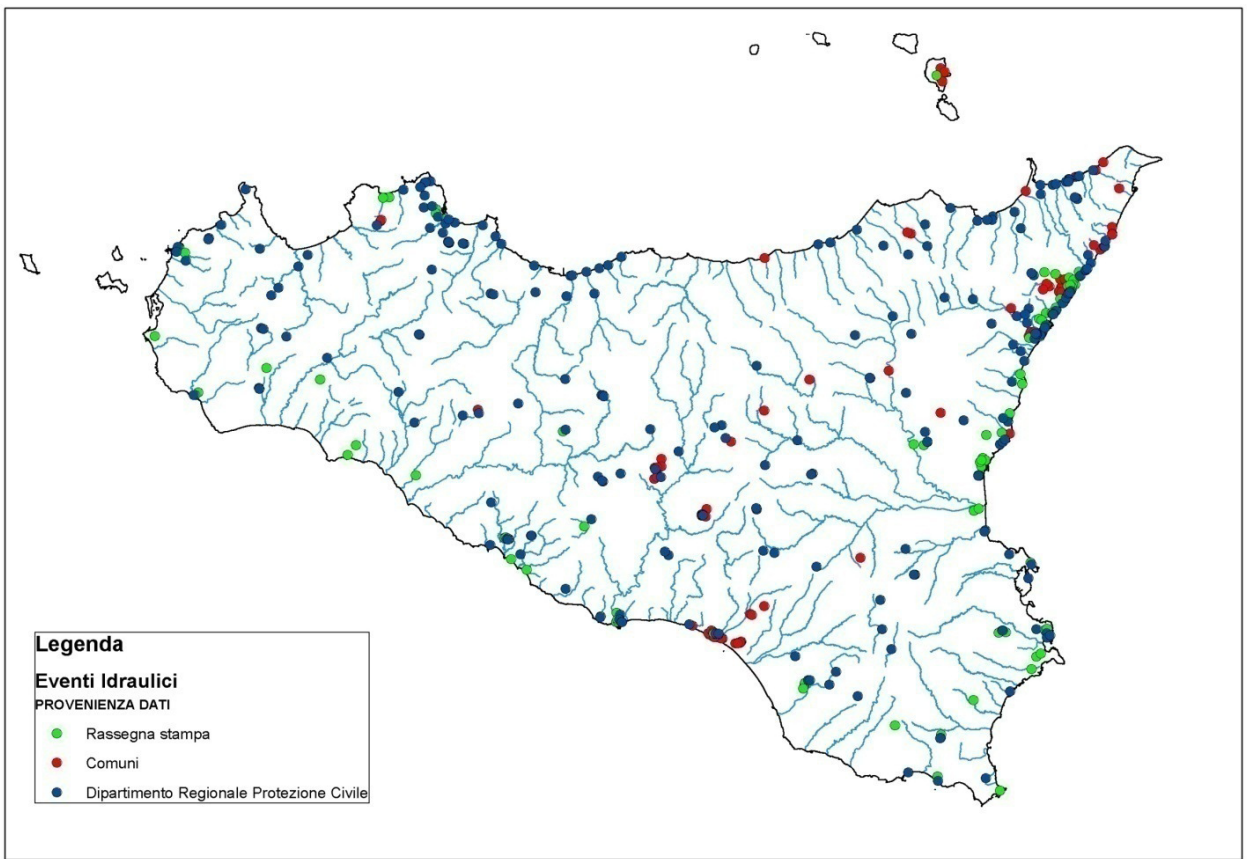
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L’attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l’utilizzo da parte di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

Fig. 2.1- Struttura DB Eventi Sicilia e informazioni contenute



Nella Fig. 2.2 è invece riportata la distribuzione territoriale degli eventi idraulici inseriti nel geodatabase:

Fig. 2.2 - Distribuzione territoriale degli eventi idraulici



Nella Tab. 2.1 sono elencati i dissesti presenti nel censimento DB Eventi Sicilia e ricadenti nel bacino del fiume Torto.

Tab. 2.1 - Dissesti DB Sicilia ricadenti nel bacino f. Torto e aree intermedie

Cod. Identificativo Segnalazione	Comune	Località	Data evento	Descrizione
PC-EI-031-6SR-001	Sciara	Territorio comunale	08.03.2012	Nubifragio – Esondazione dei torrenti e del fiume Torto con allagamenti delle vie di comunicazione in particolare la S.P. n. 21 e aziende agricole limitrofe ai corsi d'acqua
PC-EI-031-6SB-001	Sclafani Bagni	Sottopassaggio che conduce dalla S.S. n. 121 alla stazione di Valledolmo	13.01.2009	Allagamento – Interruzione della viabilità
PC-EI-031-6TI-001	Termini Imerese	Territorio comunale	16.09.2009	Allagamenti – Viabilità interrotta, allagamenti box e scantinati, danni alle strutture A.S.I. e alle colture
PC-EI-031-6TI-002	Termini Imerese	Territorio comunale	25.09.2009	Allagamenti – Viabilità interrotta, allagamenti box e scantinati, danni alle strutture A.S.I. e alle colture

2.2 Siti d'attenzione e pericolosità idrauliche non studiate

I *siti d'attenzione* sono aree cartografate e censite nel PAI nelle quali occorre approfondire il livello delle conoscenze geomorfologiche e idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da opportune indagini.

Le criticità idrauliche presenti nel bacino idrografico in esame sono anche rappresentate da tutte quelle aree e classificate nei PAI vigenti con un grado di pericolosità e censite a seguito di eventi alluvionali accaduti o ricavate da studi le cui metodologie di esecuzione e i risultati ottenuti non sono stati ritenuti conformi ai contenuti richiesti dalla Direttiva Alluvioni

Nella seguente tabella sono elencate le aree classificate a pericolosità / rischio idraulico non rispondenti dall'art.6 del D.Lgs. 49/2010.

Tab. 2.2 - Aree a pericolosità idraulica non conformi all'art. 6 D.Lgs 49/2010

Codice Bacino	Denominaz. Bacino / area territoriale	Località	Comune	Pericolosità / Rischio	Riferimento C.T.R.
031	f. Torto		Sciara	P1	609050
031	f. Torto		Sciara	P2	609050; 609060
031	f. Torto		Sciara	P2/P3/R2/R3/R4	609050; 609060; 609090; 609100
031	f. Torto		Termini Imerese	P3	609060
031	f. Torto		Sciara – Termini Imerese	P2/R2	609060
031	f. Torto		Sciara – Termini Imerese	P2/R2	609060
031	f. Torto		Sciara	P2/R2	609060
031	f. Torto		Sciara	P2/R2	609060

Codice Bacino	Denominaz. Bacino / area territoriale	Località	Comune	Pericolosità / Rischio	Riferimento C.T.R.
031	f. Torto		Sciara	P2/R2	609060
031	f. Torto		Sciara	P2/R2	609060
031	f. Torto		Sciara – Termini Imerese	P2/R2	609060
031	f. Torto		Sciara – Termini Imerese	P2	609060
031	f. Torto		Sciara – Termini Imerese	P2	609060
031	f. Torto		Sciara – Termini Imerese	P3	609060
031	f. Torto		Sciara	P2	609060

Nella Tab. 2.3 sono elencate le aree inserite nell' *“Elenco delle aree da studiare per l'aggiornamento delle mappe”* tratte dalle Risposte alla Circolare ARTA sulla Direttiva Alluvioni da parte dei Comuni.

Tab. 2.3 - Altre aree inserite nell'elenco delle aree da studiare per l'aggiornamento delle mappe

Codice Bacino	Denominaz. Bacino / area territoriale	Località	Comune	Riferimento C.T.R.	Note
031A	Area tra f. Imera Sett.le e f. Torto	Vallone Molara (zona ASI)	Termini Imerese	609020	Risposta alla Circolare ARTA sulla Direttiva Alluvioni

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente documento è stata utilizzato lo studio effettuato in sede di PAI in cui l'analisi territoriale del bacino del fiume Torto è stata condotta utilizzando la cartografia di base CTR a scala 1:10.000 e un ausilio aereofotogrammetrico rappresentato dalle ortofoto IT2000 messe a disposizione dal Dipartimento Urbanistica dell'Assessorato Territorio ed Ambiente. L'individuazione degli elementi a rischio, effettuata sia sulle CTR sia sulle ortofoto più recenti, 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.). Si riportano di seguito alcune considerazioni per l'area del bacino che si è ritenuto di esaminare prioritariamente a causa della presenza di opere antropiche. Il bacino idrografico del F. Torto ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende, per circa 420 km², da contrada Regalmici, appartenente al territorio di Castronovo di Sicilia, sino al Mar Tirreno, in contrada Canne Masche, nel territorio di Termini Imerese. Esso si inserisce tra il bacino del F. Imera Settentrionale e l'area territoriale di Termini Imerese ad est, il bacino del F. S. Leonardo ad ovest e il bacino del F. Platani a sud e ricade nei territori della provincia di Palermo e Caltanissetta. L'asta fluviale, dalla sorgente fino al mare, ha una lunghezza complessiva di circa 57 km. Lo studio idraulico è stato condotto su un tratto, di lunghezza pari a circa 4 km, che dalla foce si estende verso monte. Di tale tratto soltanto gli ultimi 1500 m risultano sistemati idraulicamente. Per quanto riguarda la caratterizzazione morfologica del cavo fluviale v. par. 3.3.2.

I principali attraversamenti che insistono nell'area in studio sono costituiti da viadotti e ponti ferroviari (v. par. 3.3.3). 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. In questa sede è stata analizzata prioritariamente l'area compresa tra l'attraversamento della S.S. 113 e la foce del fiume Torto. Tale scelta è stata dettata principalmente dal fatto che in tale zona sono stati individuati numerosi elementi potenzialmente a rischio quali attraversamenti, case sparse e l'agglomerato industriale di Termini Imerese evidenziati nei rilievi strumentali di dettaglio, sia dell'alveo sia della zona circostante ad esso.

3.2 Studio Idrologico

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 Torto, di estensione pari a circa 420 km², è stato suddiviso in 5 sottobacini; per ogni sezione di

chiusura dei sottobacini, 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 displuvi 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. In considerazione dell'utilizzazione del DEM per il calcolo delle superfici dei bacini sottesi ed utilizzati per lo studio idrologico, si evidenzia che si è riscontrata una lieve differenza (circa 1%) tra questi e quelli presentati nello studio geomorfologico, calcolati direttamente sul supporto cartografico. In Figura 3.1 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 3.2 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HECGeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

Fig. 3.1 - DEM (Digital Elevation Model) relativo al bacino del Fiume Torto

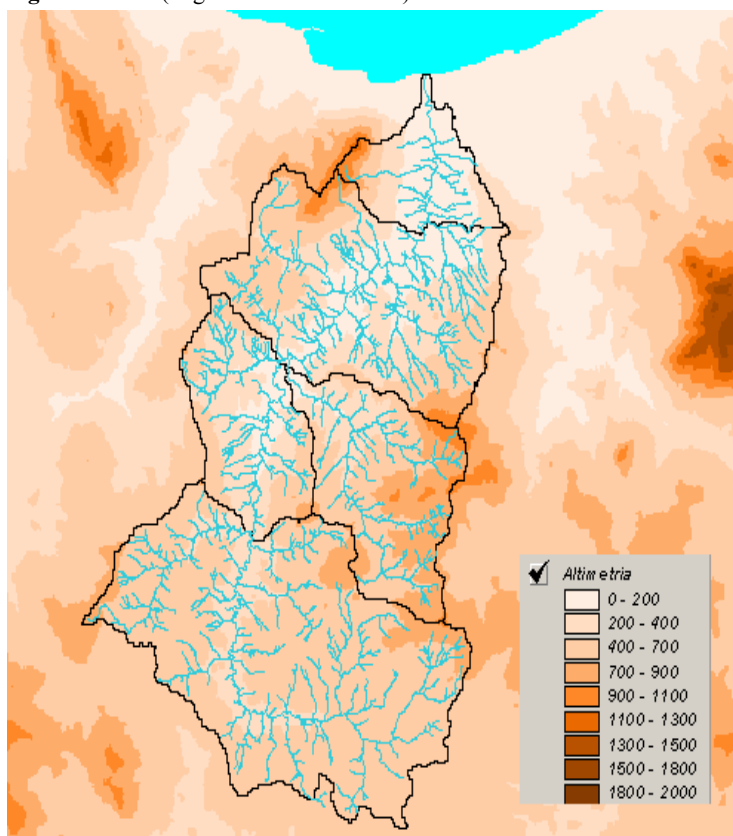
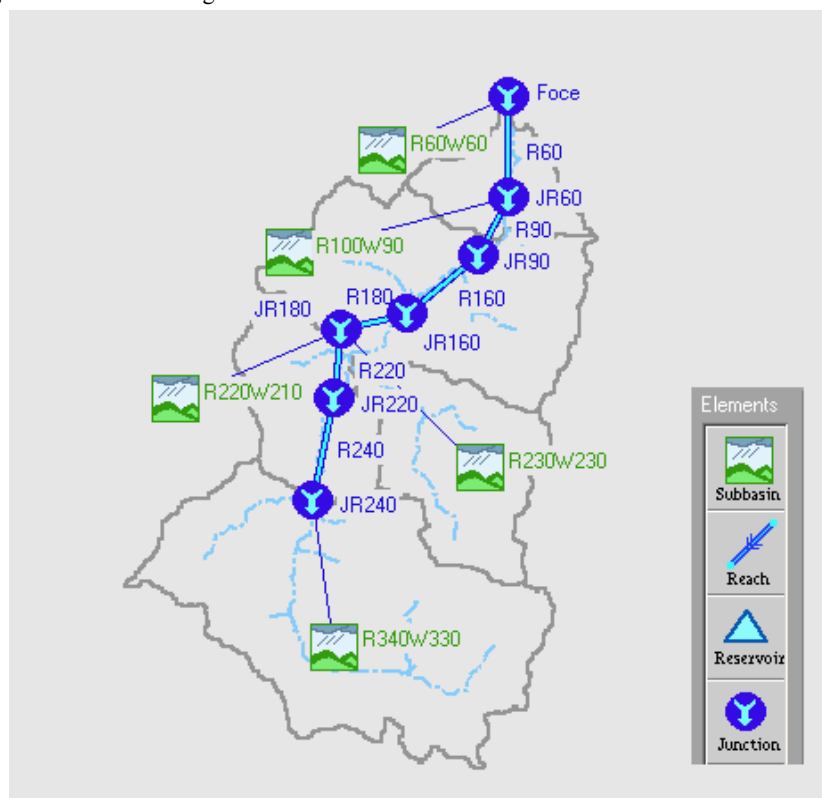


Fig. 3.2 - Schema idrologico del bacino del Fiume Torto



Lo studio effettuato è stato articolato 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 (v. Relazione Generale PAI) per il bacino idrografico in esame. Questa fase ha condotto alla determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" relativamente alla superficie sottesa dalla sezione di chiusura in corrispondenza della foce. A partire dalle carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" (Tavole 4, 5 e 6 della Relazione Generale) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (

Tab. 3.1) utilizzando il software Arc-View.

Nelle Fig. 3.3, Fig. 3.4, Fig. 3.5 sono riportate le carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" in corrispondenza del bacino in esame; nella Fig. 3.6 è riportata la curva di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati, 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. In particolare si è ipotizzato uno ietogramma centrato ed una durata critica pari a 12 ore.

Fig. 3.3 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "a" nel bacino idrografico del Fiume Torto

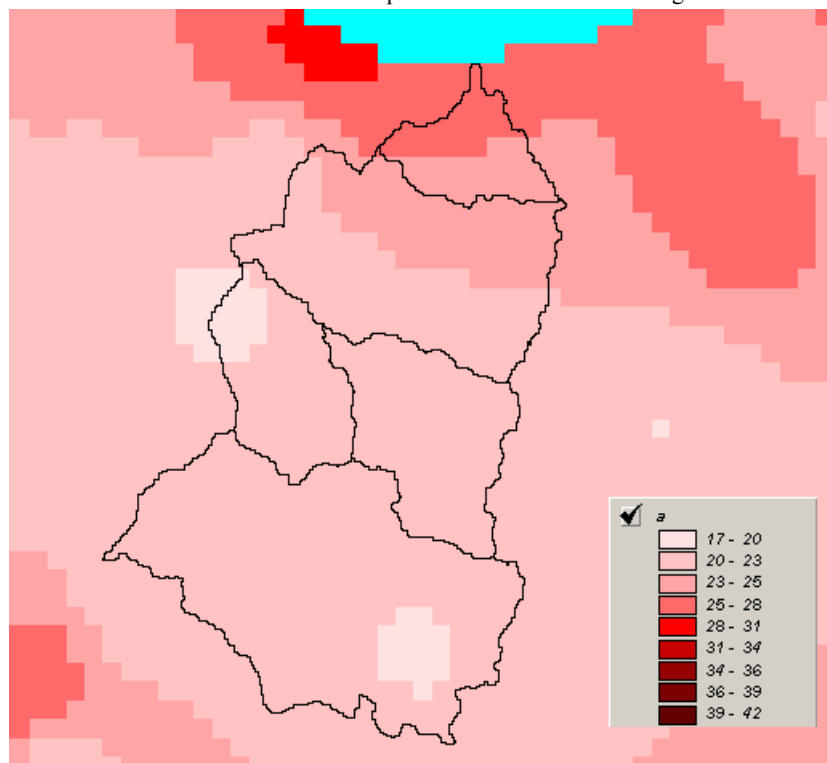


Fig. 3.4 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "n" nel bacino del Fiume Torto

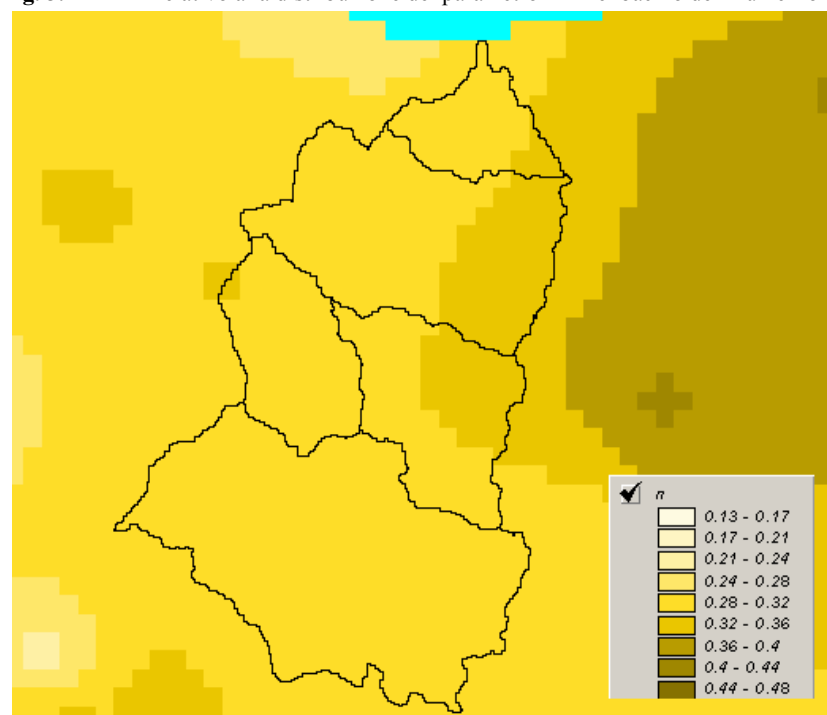
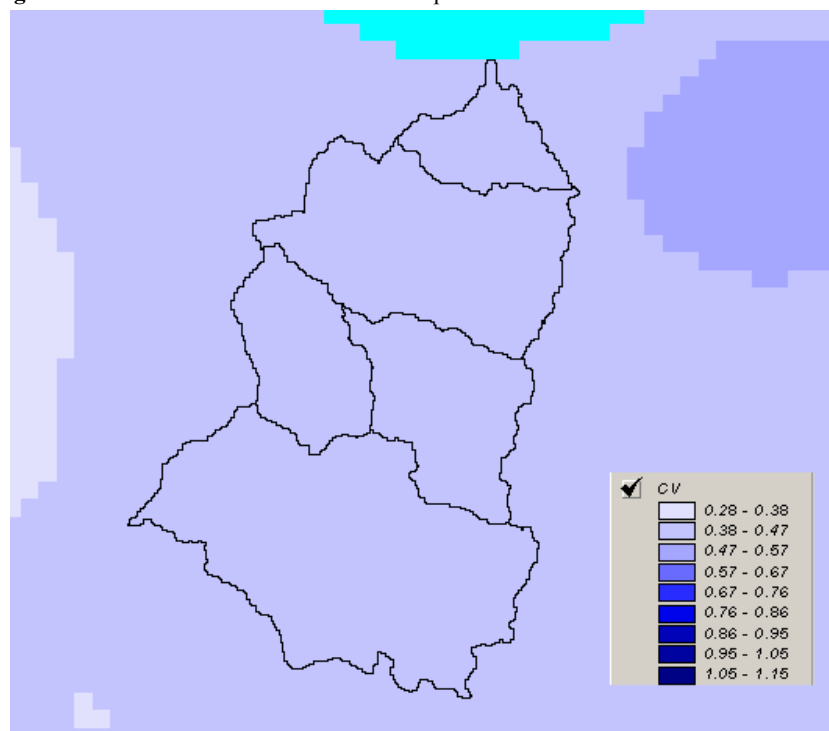


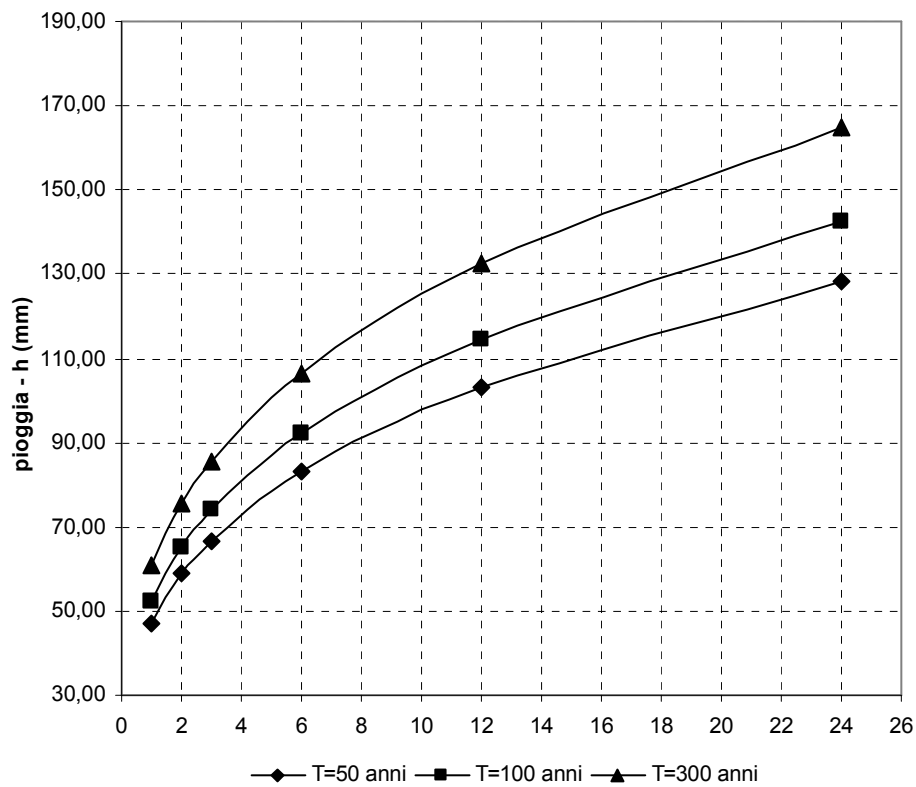
Fig. 3.5 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del Fiume Torto



Tab. 3.1 - Valori medi areali dei parametri “a”, “n” e “CV” relativa al bacino idrografico del Fiume Torto

Bacino Idrografico del Fiume Torto				
Bacino idrografico	Superficie totale (km²)	a	n	CV
Torto	419,7	22,31	0,31	0,43

Fig. 3.6 - Curve di probabilità pluviometrica per il bacino del Fiume Torto per fissati tempi di ritorno

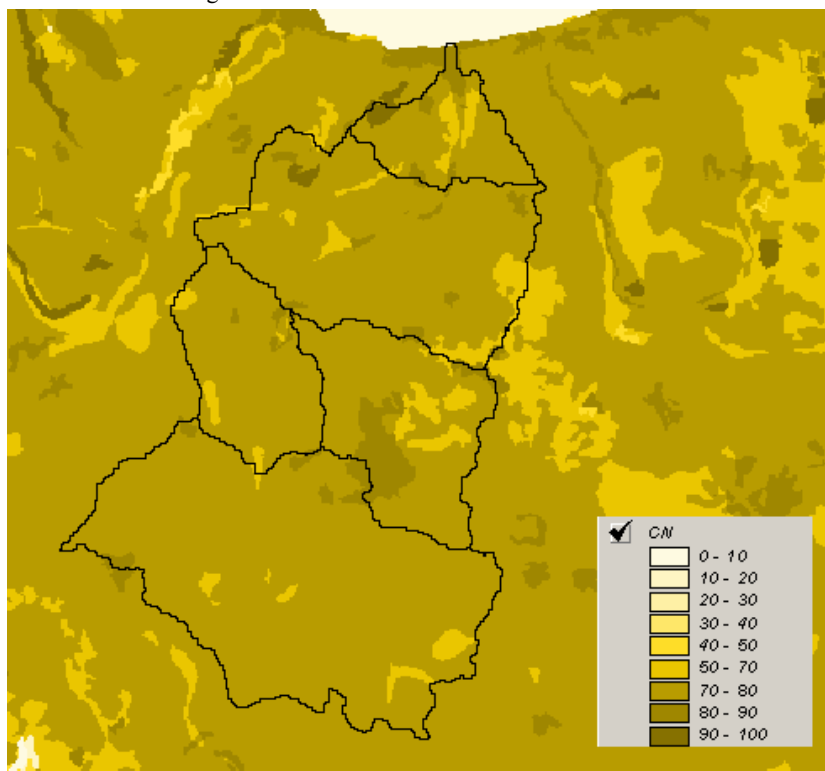


2. Calcolo della pioggia netta.

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.

In Fig. 3.7 è riportata la distribuzione areale del valore CN per i tre bacini in studio.

Fig. 3.7 - DTM (Digital Terrain Model) relativo alla distribuzione del parametro “CN” nel bacino idrografico del Fiume Torto



I valori medi di CN, relativi ai sottobacini considerati, sono riportati nella seguente tabella

Tab. 3.2 - Valori medi del parametro CN per ogni sottobacino del Fiume Torto

Sottobacino n.	Area (km²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	29,95	R60W60	80,6
2	108,78	R100W90	80,4
3	48,07	R220W210	79,6
4	62,2	R230W230	80,4
5	170,68	R340W330	80,7

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 per i quali è richiesto il calcolo della portata di piena.

A partire dal DEM del bacino, prodotto dall'Assessorato Regionale BB.CC.AA., caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 metri, sono stati ricavati automaticamente i percorsi di drenaggio, è stato individuato il reticolo idrografico e calcolata la lunghezza delle linee di drenaggio. A quest'ultima è stata associata una velocità di scorrimento superficiale costante e pari a 1,0 m/s. Ottenuta così la carta delle isocorrive è stato possibile ricavare la curva aree-tempi e quindi i tempi di corrivazione dei sottobacini in esame (Tab. 3.3).

Tab. 3.3 - Valori del tempo di corrivazione di ogni sottobacino del Fiume Torto

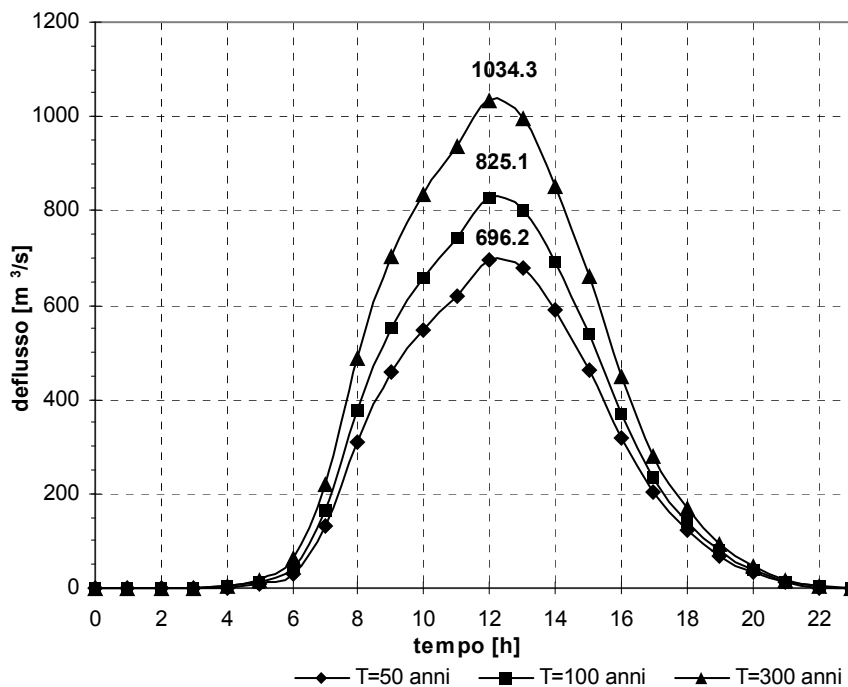
Sottobacino n.	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	t _c (ore)
1	29,95	R60W60	2,0
2	108,78	R100W90	3,0
3	48,07	R220W210	2,0
4	62,2	R230W230	3,0
5	170,68	R340W330	4,0

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 di ciascun canale 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.

Di seguito, nella Fig. 3.8 sono riportati gli idrogrammi di piena in corrispondenza della sezione di chiusura della foce (*cod. HMS: Foce*) del Fiume Torto per i tre tempi di ritorno considerati.

Fig. 3.8 - Idrogrammi di piena alla foce del Fiume Torto per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni



Tab. 3.4 - Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza delle sezioni di calcolo 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	JR240	170,7	446,99	532,03	669,76
2	JR180	281,0	614,36	729,96	917,54
3	JR60	389,7	694,54	822,44	1029,60
4	Foce	419,7	696,2	825,13	1034,30

3.3 Studio Idraulico

Calcolate le portate di piena occorre verificare se le sezioni del corso d'acqua riescano a trasportarle senza dar luogo ad esondazioni. La modellazione idraulica del corso d'acqua è stata condotta utilizzando il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS. In particolare, attraverso un'operazione preliminare di pre-processing sono stati importati i dati di input all'interno del modello HEC-RAS. Tali dati sono stati integrati con tutte le indicazioni, di seguito descritte, che derivano dall'analisi cartografica, territoriale e dai sopralluoghi di campagna (rilievo delle sezioni trasversali necessarie allo studio mediante cartografia in scala 1:2000, verifica dello stato di fatto del fondo alveo, raccolta di una documentazione fotografica, ecc.) predisposti in questa fase.

3.3.1 Rilievi e Cartografia

L'analisi è stata condotta utilizzando la cartografia ed i rilievi descritti nel paragrafo 3.1.

3.3.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche del Fiume Torto

La morfologia del cavo fluviale, oggetto del presente studio, è caratterizzata dalla presenza di zone pianeggianti che in prossimità della foce hanno favorito l'insediamento dell'agglomerato industriale di Termini Imerese. Relativamente alle caratteristiche di resistenza idraulica, è noto che esse si differenziano a seconda 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-altimetrica 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 in studio, attraverso osservazioni dirette di campagna, sono stati fissati i parametri di scabrezza da utilizzare nel modello idraulico adoperato. L'osservazione diretta delle suddette caratteristiche sull'area in esame ha indirizzato ad una scelta di opportuni valori del coefficiente di Manning compresi tra 0,035 e 0,07 m^{-1/3}s sia per le aree esterne all'alveo che per l'area interna all'alveo

3.3.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.3.3.1 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 tratto fluviale oggetto del presente studio sono elencate nella seguente tabella 3.5.

Tab. 3.5 – Elenco delle opere principali di attraversamento presenti nel tratto fluviale preso in esame

Attraversamento n.	Distanza dalla foce [m]	Denominazione
A1	1260	Ponte strada di collegamento Stazione ferroviaria di Fiume Torto – S.S. 113
A2	770	1° Ponte ferroviario Pa – Me
A3	750	2° Ponte ferroviario Pa – Me
A4	720	Ponte strada di collegamento agglomerato industriale – Stazione ferroviaria di Fiume Torto
A5	660	Ponte autostrada A19 (Palermo – Catania)
A6	600	Ponte strada agglomerato industriale

In Appendice B sono riportati n. 3 stralci planimetrici con le ubicazioni delle sezioni trasversali e n. 6 schede identificative degli attraversamenti

3.3.4 Verifiche Idrauliche

Nel presente studio è stata condotta la verifica idraulica di un tratto del tronco fluviale del F. Torto, in prossimità della foce, per una lunghezza complessiva di circa 4 km. I valori delle portate al colmo di piena utilizzati sono quelli corrispondenti al codice sezione HMS denominato “Foce” e riportati in 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).

Nel paragrafo successivo sono illustrati i risultati delle verifiche idrauliche dei tratti in esame.

3.3.4.1 Verifica idraulica sul Fiume Torto (foce)

Per la simulazione idraulica sull'asta principale si sono considerate 33 sezioni.

Applicando il modello HEC-RAS si sono ottenuti i risultati riportati nell'Appendice C della relazione del PAI. Le tabelle contenute nella succitata monografia riassumono, per ogni tempo di

ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori di portata, tirante idrico, pendenza della linea dei carichi totali, velocità media della corrente e sezione idrica. In tabella sono inoltre riportati i valori dei coefficienti di scabrezza di Manning utilizzati in ciascun tratto. Nella suddetta appendice C è inoltre riportata una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell'alveo.

Per la simulazione idraulica sono state considerate 33 sezioni ed i risultati delle verifiche idrauliche sono riportati in forma tabellare ed in forma grafica nella anzidetta 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. Per tutti i tempi di ritorno considerati, i valori minimi del tirante idrico sono stati riscontrati nella sezione n.31 (ultima sezione in corrispondenza della foce); mentre i valori massimi sono stati riscontrati nella sez. 1 e per T pari a 50 anni anche in corrispondenza della sezione n. 2. Per quanto riguarda la velocità media in alveo, il valore minimo si riscontra, per tutti i tempi di ritorno, nella sezione n.19 mentre il valore massimo si ha, nella sezione 3, per i tempi di ritorno pari a 50 e 100 anni, e nelle sezioni n. 1 e n. 31 per il tempo di ritorno pari a 300 anni. In Tabella 3.6 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.

Tab. 3.6 - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo Fiume Torto

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] (sezione n.)	Tirante idrico massimo [m] (sezione n.)	Velocità minima [m/s] (sezione n.)	Velocità massima [m/s] (sezione n.)
50	2,5	7,7	0,7	4,6
	(31)	(1 e 2)	(19)	(3)
100	2,7	8,0	0,7	4,9
	(31)	(1)	(19)	(3)
300	3,0	8,3	0,7	4,4
	(31)	(1)	(19)	(1 e 31)

3.4 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili

La pericolosità "P", identificata con l'area inondata, è stata valutata seguendo la "metodologia semplificata" proposta dal D.I.I.A.A. della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo, in funzione del solo tempo di ritorno e, precisamente, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi Tab. 3.7).

Tab. 3.7 - Definizione delle pericolosità idraulica P secondo la metodologia semplificata

T (anni)	P
50	P3 (alta)
100	P2 (moderata)
300	P1 (bassa)

I risultati del calcolo idraulico, eseguito con l'ausilio del software HEC-RAS, condotto per il tratto fluviale in studio, ricadente interamente nel territorio del comune di Termini Imerese (PA), ci consentono di affermare che, nelle aree in cui l'alveo si mantiene incassato non ci sono delle differenze apprezzabili per quanto riguarda l'estensione delle aree a pericolosità per i tre tempi di ritorno quindi si è proceduto a tracciare soltanto l'area a pericolosità P3 relativa al tempo di ritorno

T=50 anni. Mentre per le altre aree, in cui ci sono delle apprezzabili differenze di estensione delle aree a diversa pericolosità, si è proceduto a tracciarle una per ogni tempo di ritorno. 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 studio (Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000) 609020.

Per la zona studiata, l'area a pericolosità "P3" misura circa 112 ha, 9 ha per la "P2" e 14 ha per la "P1". Con P2 è da intendersi solo quella porzione aggiuntiva di area occupata dall'acqua, rispetto alla superficie P3. Mentre la P1 è quella porzione aggiuntiva di area inondata adiacente la P2.

Fig. 3.9 - Aree a Pericolosità idraulica e idrografia nel bacino del Fiume Torto

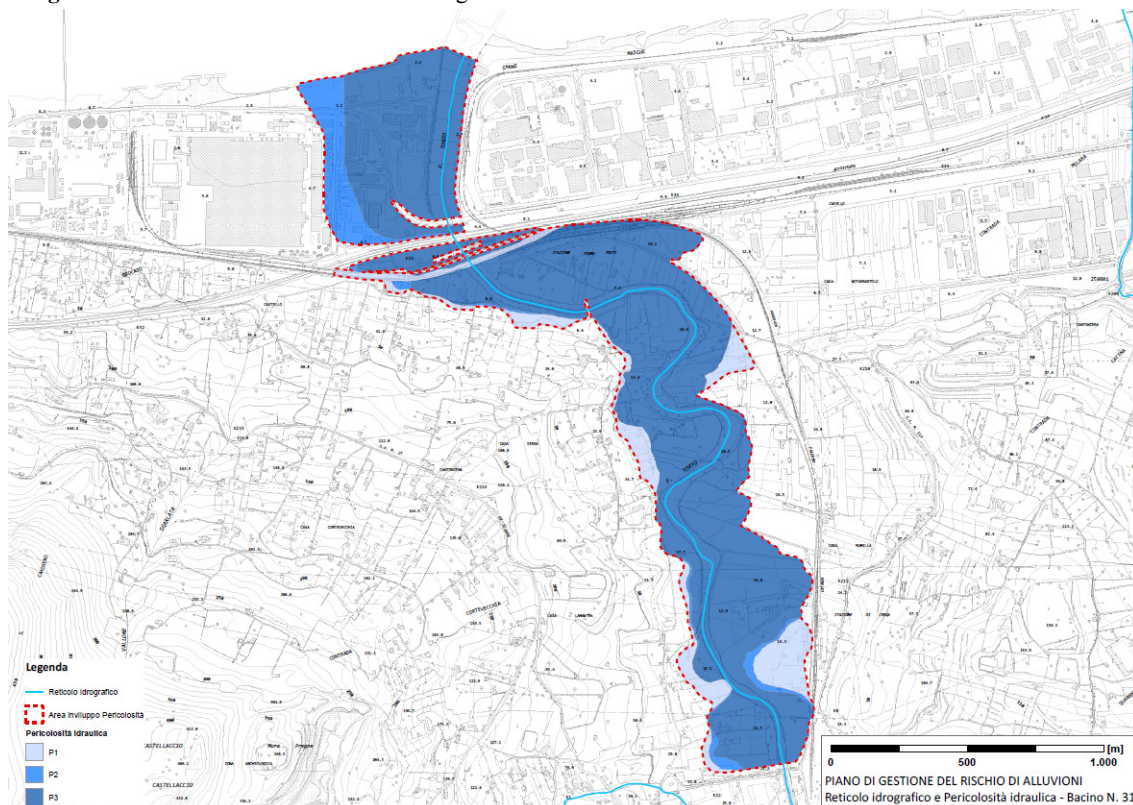


Fig. 3.10 - Immagine satellitare dell'area a Rischio alluvioni nel bacino del F. Torto



3.5 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulico

Di seguito si forniscono le informazioni su gli elementi a rischio interessati dalle aree di pericolosità in funzione del tempo di ritorno (T_r).

Al riguardo appare opportuno esporre di seguito il metodo utilizzato per la valutazione della popolazione esposta nelle aree abitate.

La determinazione, per ciascuna area a pericolosità idraulica, del numero di abitanti potenzialmente interessati è stata effettuata sulla base dei dati di censimento ISTAT anno 2011, supponendo che all'interno di ciascuna sezione di censimento la popolazione residente sia uniformemente distribuita.

In tale ipotesi il numero di abitanti interessato per ciascuna zona, indicato con ABT , è stato calcolato sovrapponendo il poligono dell'area allagabile con il tematismo dei dati di censimento disaggregati fino all'unità di sezione di censimento mediante la seguente formula:

$$ABT_{ID} = \sum_{i=1}^n A_{intersect} * \frac{ABT_{sez_i}}{A_{sez_i}}$$

dove si è indicato con

ABT_{ID} il numero di abitanti potenzialmente interessati ricadenti nell'area di allagamento con codice identificativo ID oppure in assenza di codice identificato tramite la denominazione del tratto corso d'acqua;

ABT_{sez_i} e A_{sez_i} rispettivamente il numero di abitanti ricadenti nella sezione censuaria i-esima e l'area della sezione stessa;

$A_{intersect}$ l'area ottenuta dalla intersezione della sezione i-esima con l'area di allagamento.

La sommatoria deve essere estesa a tutte le sezioni di censimento che si sovrappongono all'area di allagamento

Pertanto il valore di popolazione così determinato ha la sola finalità di caratterizzare il livello di potenziale esposizione dell'area e non va inteso sempre come effettiva presenza di abitanti.

3.5.1.1 Aree abitate

Secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT, nelle aree a pericolosità idraulica del bacino del F. Torto, la porzione coinvolta quale "località produttiva" (cod. loc. 3) si trova in sinistra idraulica a valle dell'attraversamento dell'Autostrada A19 "Palermo-Catania" (agglomerato industriale di Termini Imerese) con una popolazione di 1 abitante in area a pericolosità P3.

La restante parte coinvolta dalla pericolosità idraulica è classificata come "case sparse" (cod. loc. 4) si trova a monte dell'attraversamento dell'Autostrada A19 "Palermo-Catania" per un totale di 39 abitanti in area a pericolosità P3.

Cod. Località ISTAT	P1		P2		P3		Totale	
	[ha]	[ab]	[ha]	[ab]	[ha]	[ab]	[ha]	[ab]
"3" Loc. produttiva			7,22	0	26,44	1	33,66	1
"4" Case sparse	13,73	5	2,26	1	85,94	33	101,93	39
Totale [ha; ab]	13,73	5	9,48	1	112,38	34	135,59	40

3.5.1.2 Attività economiche e infrastrutture

Ulteriori elementi esposti nelle aree di potenziale esondazione sono:

- l'area per servizi industriali e commerciali (Corine Land Cover 2012) avente le seguenti estensioni: P1 = 1,5 ha; P2 = 7,5 ha; P3 = 29,5 ha. Tale area si trova in sinistra idraulica a valle dell'attraversamento della ferrovia "Palermo-Messina" (agglomerato industriale di Termini Imerese);

- piazzola di atterraggio per elisoccorso (nei pressi di via P. Restivo - agglomerato industriale di Termini Imerese);
- stazioni ferroviarie di Fiumetorto e di Cerda;
- ferrovia Palermo – Messina per un totale di circa 6,4 km;
- ferrovia Palermo – Catania per circa 0,1 km;
- viabilità interessata dalla pericolosità idraulica ammonta a circa 4,8 km.

Tipologia di strada nell'area a rischio di alluvione	P1 [km]	P2 [km]	P3 [km]	Tot [km]
Altre Strade				
Via Ganci e Soletto		0,6	0,2	0,8
Via Pietro Restivo (C.da Canne Masche)	0,1	0,0	0,4	0,5
Strade senza denominazione	0,5	0,1	2,8	3,4
Totale	0,6	0,7	3,4	4,8

Fig. 3.11 - Attività economiche e infrastrutture nell'area a Rischio alluvioni del bacino del F. Torto (fonte openstreetmap.org)

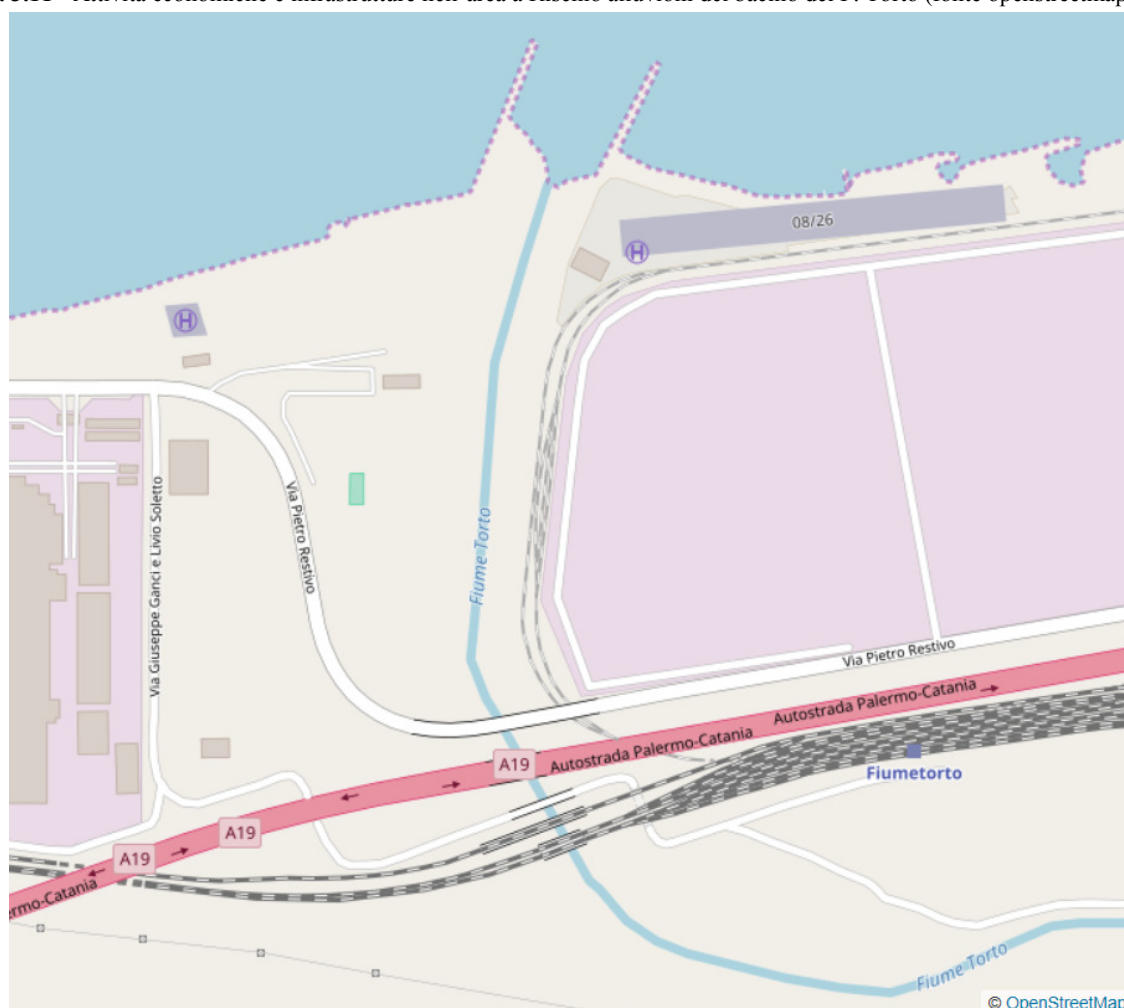
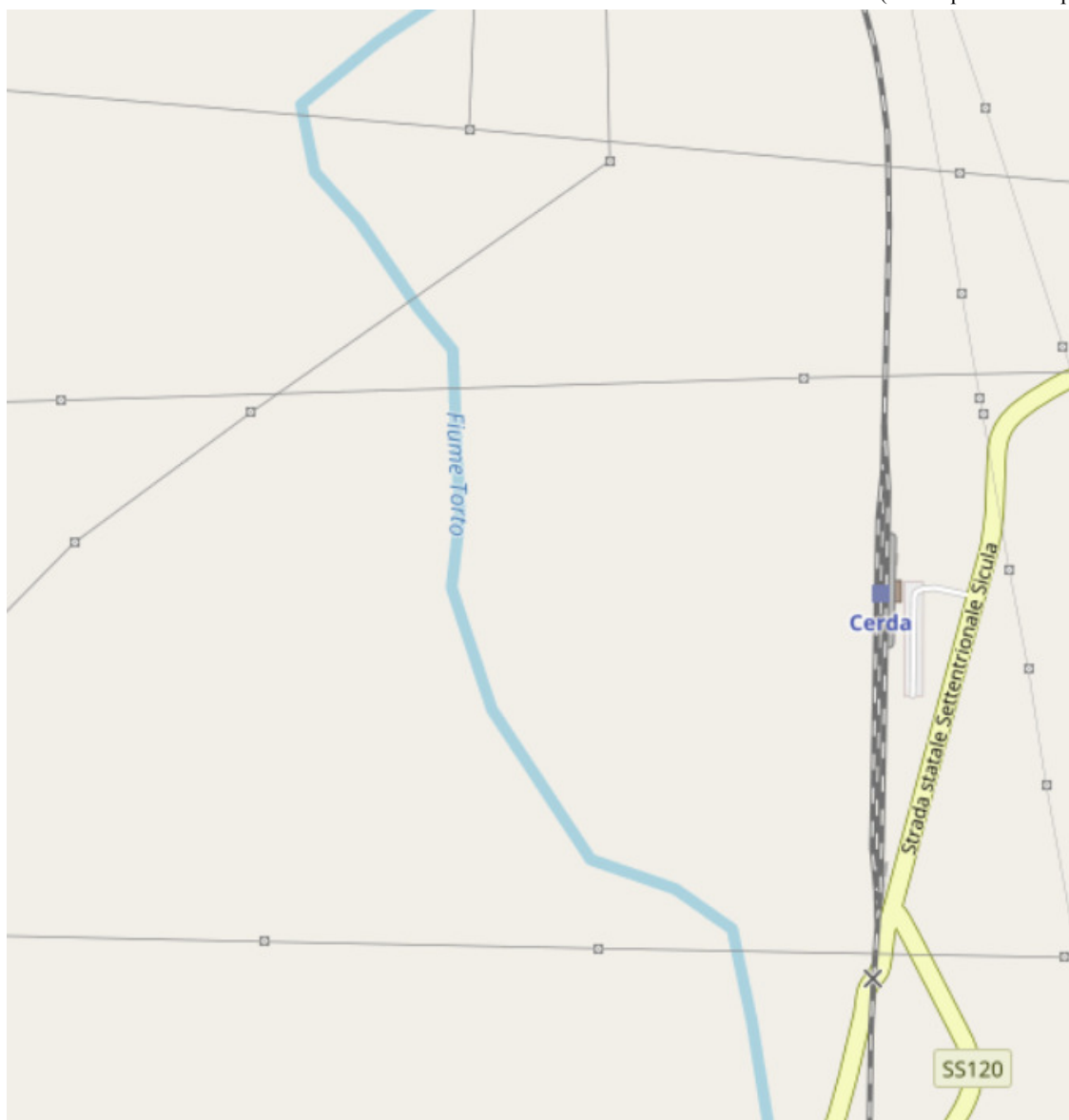


Fig. 3.12 - Attività economiche e infrastrutture nell'area a Rischio alluvioni del bacino del F. Torto (fonte openstreetmap.org)



3.5.1.3 Beni culturali

Per quanto riguarda i beni culturali, paesaggistici e ambientali, nelle aree a pericolosità idraulica ricadono le seguenti aree vincolate, ai sensi del D.Lgs. 42/04, per un totale di oltre 130 ettari.

Tipologia di vincolo BBCCAA nell'area a rischio di alluvione	P1 [ha]	P2 [ha]	P3 [ha]	Tot [ha]
3.4 - Aree costa 300 m - art.142, lett. a, D.Lgs 42/04				
- Territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia: Termini Imerese		3,3	13,8	17,1
3.6 - Aree fiumi 150 m - art.142, lett. c, D.Lgs 42/04				
- Fiumi, torrenti, corsi d'acqua degli elenchi RD n. 1775/1933, e relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 m ciascuna	7,9	1,4	80,6	89,9
3.7 - Aree boscate - art.142, lett. g, D.Lgs 42/04				
- Territori coperti da foreste e da boschi, ancorche' percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboscimento, come art.2, D.Lgs n.227/2001	0,3	0,1	23,9	24,2

Tipologia di vincolo BBCCAA nell'area a rischio di alluvione	P1 [ha]	P2 [ha]	P3 [ha]	Tot [ha]
Totale	8,1	4,7	118,3	131,2

3.5.1.4 Aree protette e potenziali minacce di inquinamento

Le aree a pericolosità idraulica non interferiscono con siti di Natura 2000 SIC/ZPS né con Siti di bonifica di Interesse Nazionale (SIN). Nelle aree a pericolosità idraulica non ricadono neppure zone di protezione dei corpi idrici.

3.5.1.5 Indicatori di monitoraggio ambientale

Si riporta di seguito il quadro degli elementi territoriali esposti e delle aree interessate dalla Pericolosità idraulica scelti quali indicatori di monitoraggio del PGRA nel bacino del F. Torto

Indicatore di monitoraggio	P1 (Tr = 300 anni)			P2 (Tr = 100 anni)			P3 (Tr = 50 anni)		
	Area [ha]	L [km]	Nr.	Area [ha]	L [km]	Nr.	Area [ha]	L [km]	Nr.
1.1. - Popolazione			5			1			34
1.2.9 – Aviosuperfici / Elisuperfici									1
2.1.2 - Impianti fotovoltaici				0,00			0,34		
2.1.5 - Elettrodotti		0,41			0,01			2,69	
2.1.6 - Metanodotti		0,13			0,52			0,26	
2.2.1 - Strade		0,64			0,73			3,39	
2.2.2 - Ferrovie		2,74			0,02			3,83	
2.3. - Aree Industriali e Commerciali	1,47			7,46			29,47		
2.4. - Aree agricole (CLC)	12,25			2,02			82,94		
3.4. - Aree costa 300 m - art.142, lett. a, D.Lgs 42/04				3,28			13,81		
3.6. - Aree fiumi 150 m - art.142, lett. c, D.Lgs 42/04	7,89			1,38			80,60		
3.7. - Aree boscate - art.142, lett. g, D.Lgs 42/04	0,25			0,09			23,86		
4.2. - Aree ASI PGRI	0,49			7,18			35,05		
4.5. - Aree impermeabilizzate	2,81			7,00			23,20		
4.8. - Corridoi ecologici	2,37			0,72			50,43		

Seguono le mappe degli elementi a rischio ricadenti nell'area a pericolosità P1, P2 e P3 del bacino del F. Torto.

Fig. 3.13 - Aree abitate e strutture pubbliche esposte al Rischio alluvioni

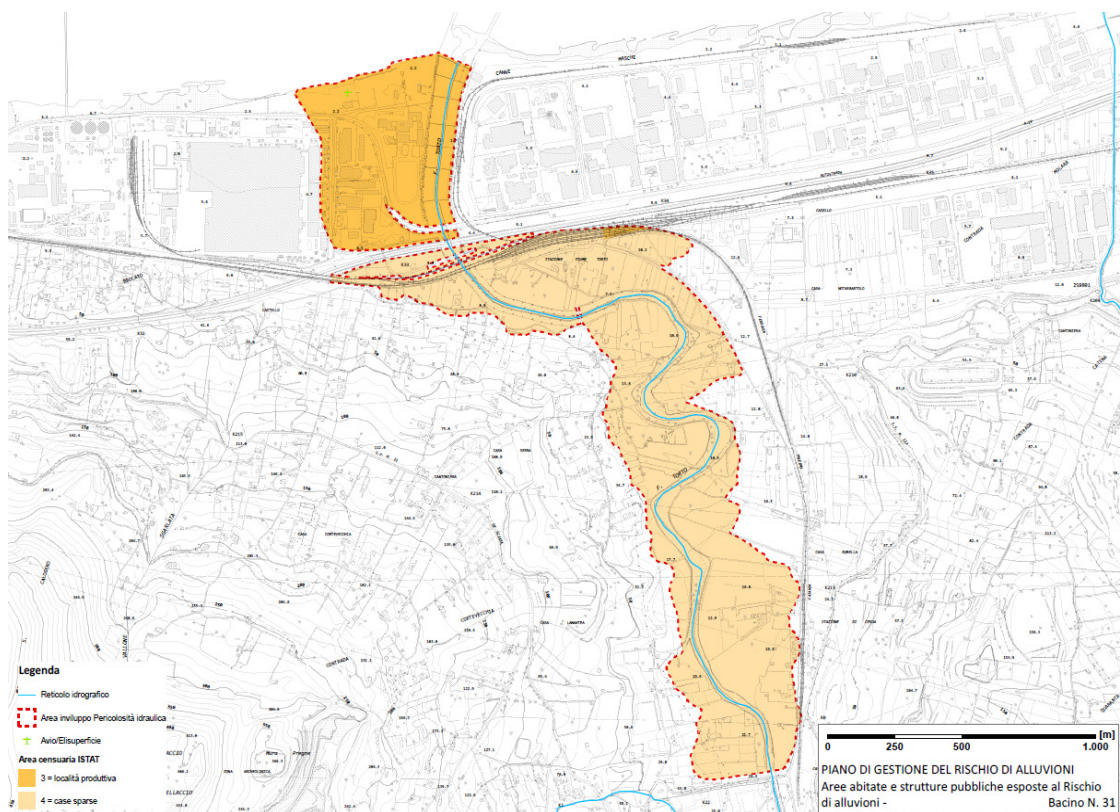


Fig. 3.14 - Attività economiche ed infrastrutture esposte al Rischio alluvioni

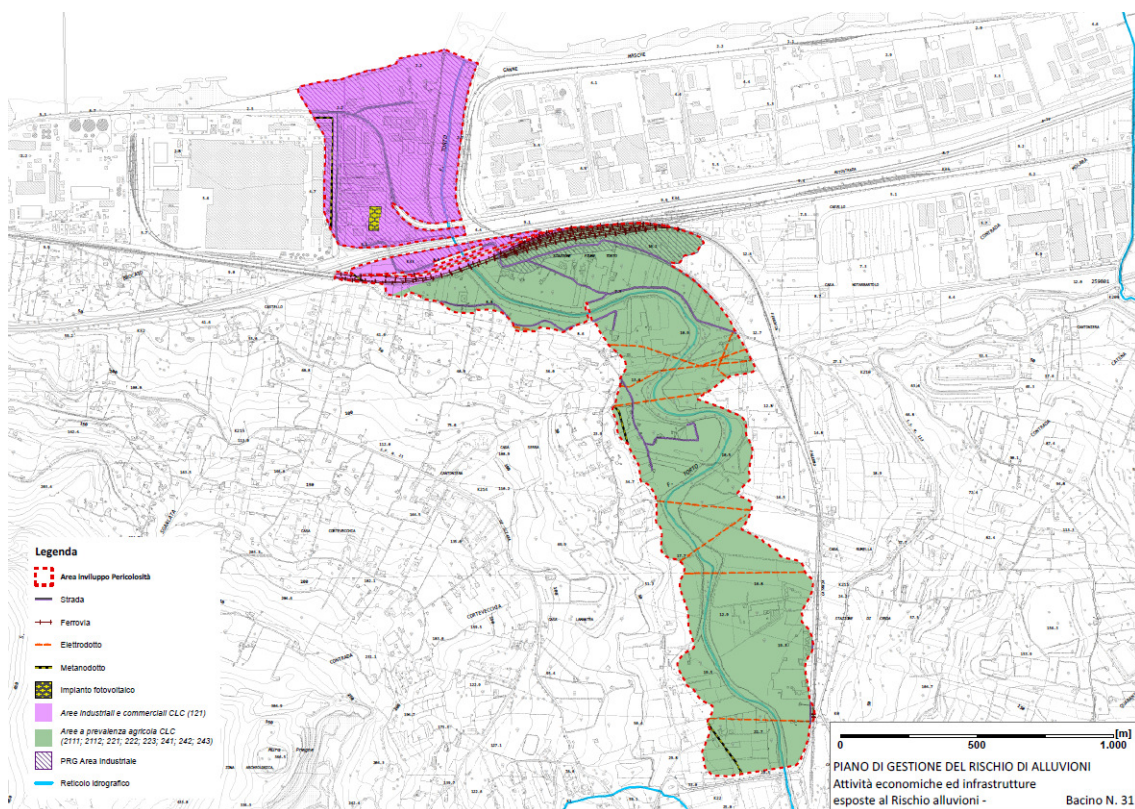


Fig. 3.15 - Beni culturali esposti al Rischio alluvioni

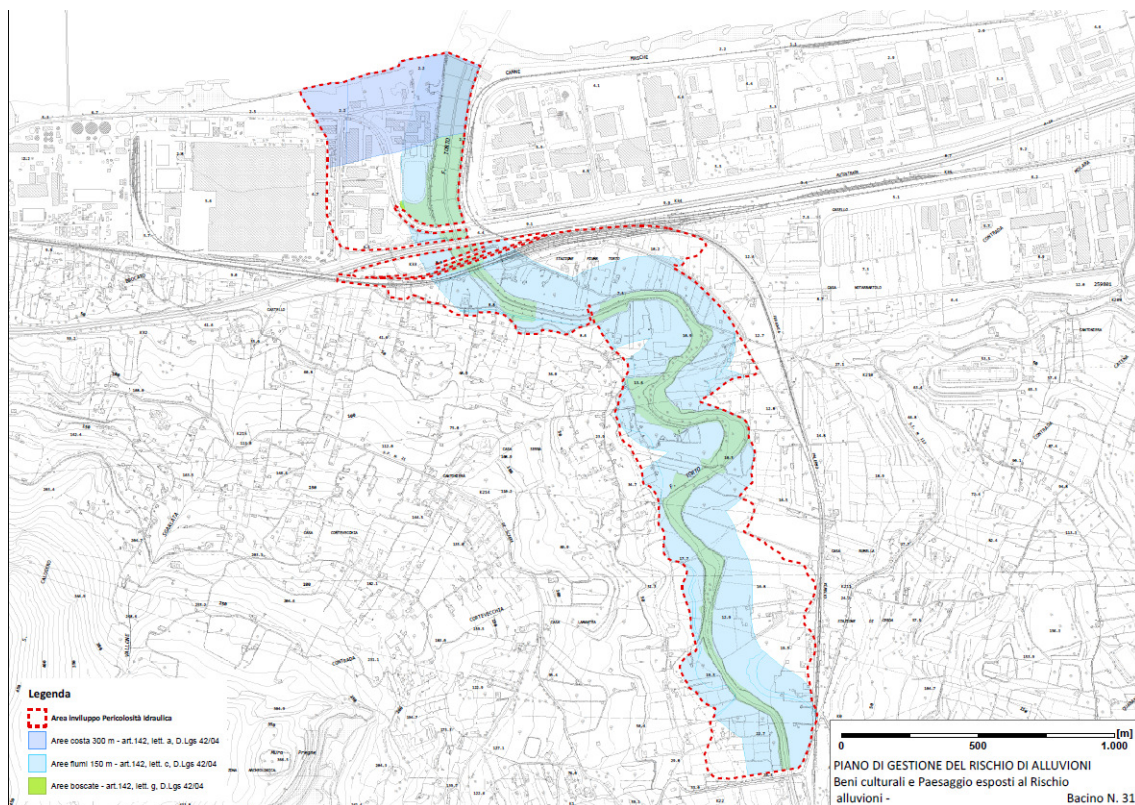
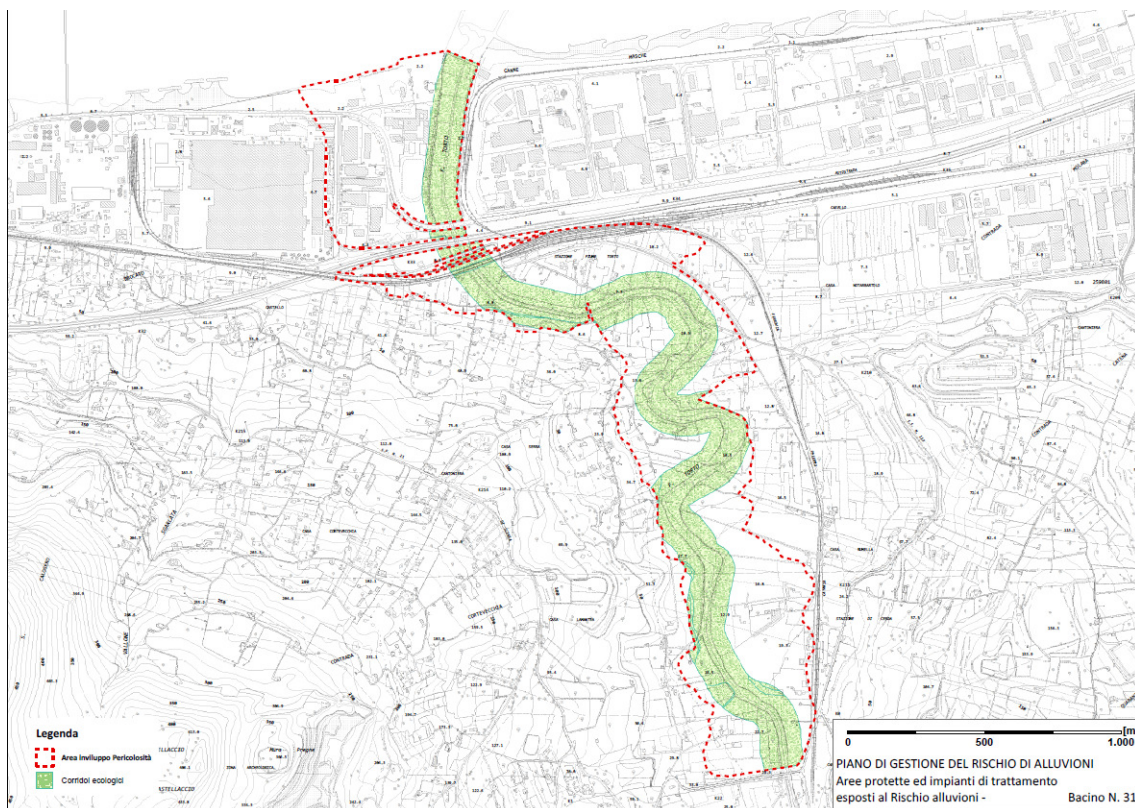


Fig. 3.16 - Aree protette ed impianti di trattamento esposti al Rischio alluvioni



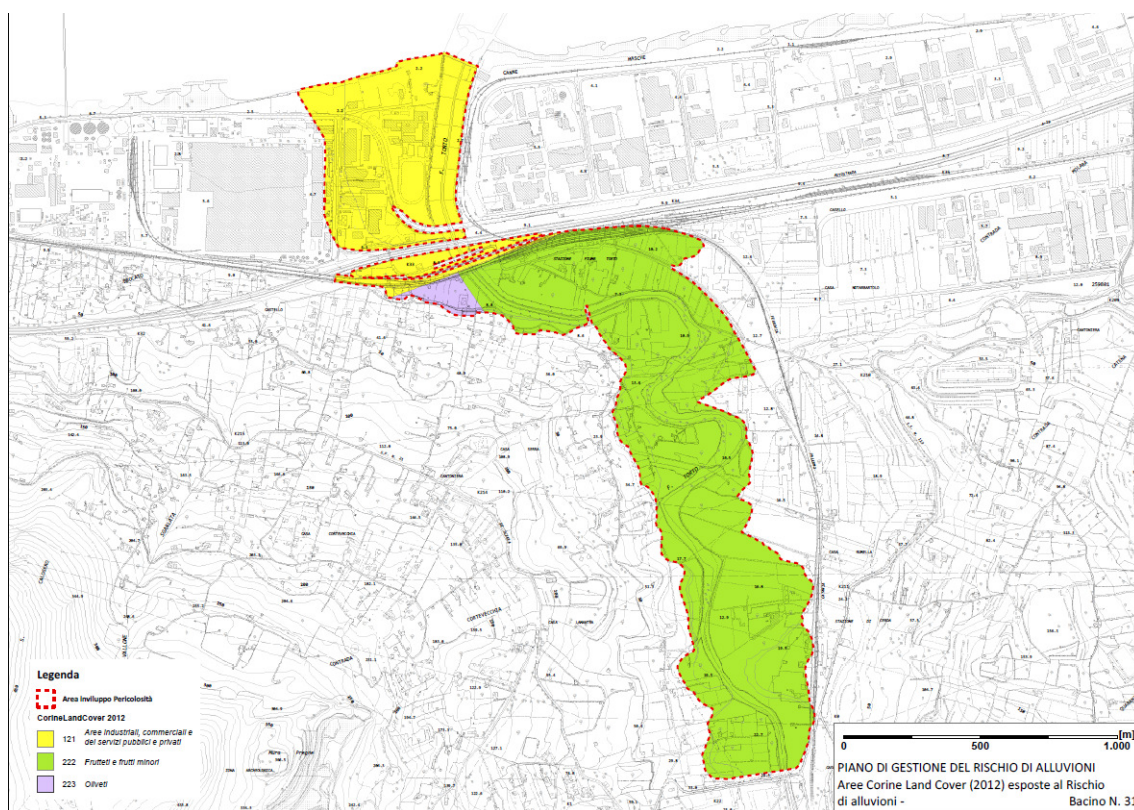
3.5.1.6 Tipologie di uso del suolo interessate da pericolosità idraulica

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dalla cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover (2012). Nella Tabella 3.8 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate dagli areali a pericolosità idraulica aventi tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni.

Tab. 3.8 - Estensione area interessata da esondazione e livello di pericolosità per tipologia d'uso del suolo CLC (liv.4)

Codice Corine Land Cover (2012)	P1 [ha]	P2 [ha]	P3 [ha]	Tot [ha]	Tot [%]
1.2.1 - Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	1,5	7,5	29,5	38,4	28,3%
2.2.2 - Frutteti e frutti minori	11,8	1,9	81,1	94,9	69,9%
2.2.3 - Oliveti	0,5	0,1	1,8	2,4	1,7%
Totale	13,7	9,5	112,4	135,6	100,0%

Fig. 3.17 - Aree Corine Land Cover esposte a Rischio alluvioni nel bacino del F. Torto

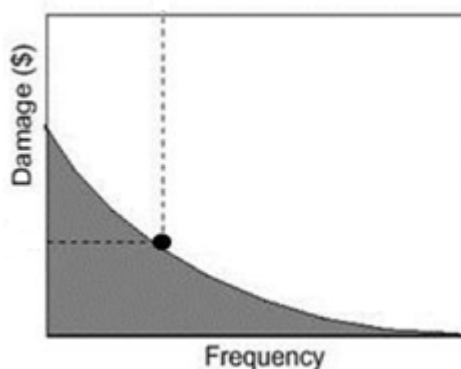


4 VALUTAZIONE ECONOMICA DEL DANNO ATTESO

I danni possono essere suddivisi in “**diretti**” e “**indiretti**”; tale distinzione è dovuta al fatto che i beni possono essere a contatto o meno con l’evento naturale che nella fattispecie dell’evento alluvionale è l’acqua. Tali danni possono essere ulteriormente suddivisi in danni “**tangibili**” e “**intangibili**” in funzione della possibilità o meno di poter assegnare un valore monetario a tali danni. Alcuni esempi di danni tangibili sono la perdita economica subita, a causa di un evento alluvionale, su edifici, infrastrutture oppure la perdita del raccolto di una superficie coltivata, mentre per quanto riguarda alcuni esempi di danno intangibile si possono citare la perdita di un’area archeologica, di beni artistici di inestimabile valore oppure il danno ad un ecosistema.

Il danno atteso¹ medio annuo (Expected Annual Damage, EAD), pari all’area sottesa dalla curva “*danno – frequenza di superamento*”, può interpretarsi come il valore costante di una rateizzazione annua del danno, che si prevede possa verificarsi in futuro, e permette di valutare il beneficio netto conseguente ad un determinato progetto di mitigazione del danno. Per ottenere la curva “*danno–frequenza di superamento*”, la cui costruzione è empirica, si procede combinando le seguenti relazioni:

- “danno - livelli idrici” (oppure “danno–portata”) che deriva dalla soluzione idraulica del problema di inondazione, noti vulnerabilità e valore economico dei beni: rappresenta il danno economico causato dai vari livelli di piena (oppure portate) in una determinata area;
- “altezza-frequenza di superamento” (oppure “portata-frequenza di superamento”): scaturisce dalle usuali analisi di frequenza degli eventi di piena.



Tale valore del danno atteso medio annuo (EAD) consente, nell’analisi costi-benefici, la valutazione del beneficio netto relativo ad un intervento progettuale. Infatti tale beneficio è dato dalla differenza tra il valore EAD relativo allo stato di fatto (opzione di non intervento) con il valore EAD relativo alla soluzione progettuale prescelta.

Per ulteriori approfondimenti si rinvia all’Allegato “*I costi e i benefici (Valutazione del danno atteso e analisi economiche)*” della Relazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

¹ Secondo la teoria della probabilità, il valore atteso di una variabile casuale discreta (che assuma cioè solo un numero finito o una infinità numerabile di valori) è dato dalla somma dei possibili valori di tale variabile, ciascuno moltiplicato per la probabilità di verificarsi. Corrisponde, quindi, alla media ponderata dei possibili risultati.

4.1 Metodologia di valutazione del danno economico atteso

La valutazione economica del danno potenziale diretto causato da un evento alluvionale può essere fatta avvalendosi di due metodologie: metodo con le curve “tiranti-danno” e metodo “speditivo”.

Per applicare il metodo con le curve “tiranti-danno” è necessario conoscere le curve del danno in funzione del tirante idrico per le più importanti classi del suolo del CORINE Land Cover. Pertanto il danno potenziale è calcolato, per ognuno dei tre tempi di ritorno considerati, elaborando i dati dei tiranti idrici relativi alle aree inondate con le classi di uso del suolo del CORINE Land Cover applicando le suddette curve “tiranti-danno”.

Il metodo “speditivo” consiste invece nel calcolare il danno potenziale diretto causato da un evento alluvionale per alcune delle più importanti classi di uso del suolo del CORINE Land Cover moltiplicando, per ognuna di esse, il danno unitario relativo a ciascuna classe per la superficie dell’area interessata dall’inondazione. Tale metodo si applica nel caso in cui non siano disponibili le suddette curve “tiranti-danno”.

In considerazione del fatto che per il contesto italiano non sono disponibili curve “tiranti-danno”, per la valutazione del danno atteso per le aree inondate, di cui alle mappe di pericolosità ai sensi dell’art. 6 del D.Lgs. 23.02.2010 n. 49 adottate con delibera della Giunta Regionale n. 349 del 14.10.2013, si è scelto di applicare il metodo “speditivo” individuando le seguenti quattro classi di uso del suolo del CORINE Land Cover per ognuna delle quali è stato assegnato un valore unitario di danno²:

1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	€ 618 / m ² ;
1.1.2 Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado;	€ 309 / m ² ;
1.2.1 Aree industriali commerciali e dei servizi pubblici e privati	€ 475,5 / m ² ;
2. Superfici agricole utilizzate	€ 0,63 / m ² .

Per ulteriori approfondimenti si rinvia al *Cap. 4 “I costi e i benefici (Valutazione del danno atteso e analisi economiche)”* della Relazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

Pertanto, moltiplicando i valori di massimo danno al metro quadrato (di ciascuna categoria) per le corrispondenti superfici (in tal caso le aree d’inondazione rappresentate ma cumulate per tempi di ritorno crescenti), interessate dalle inondazioni e classificate attraverso CORINE Land Cover, sono stati ottenuti i seguenti valori di danno complessivo per ciascun livello di pericolosità del PGRA.

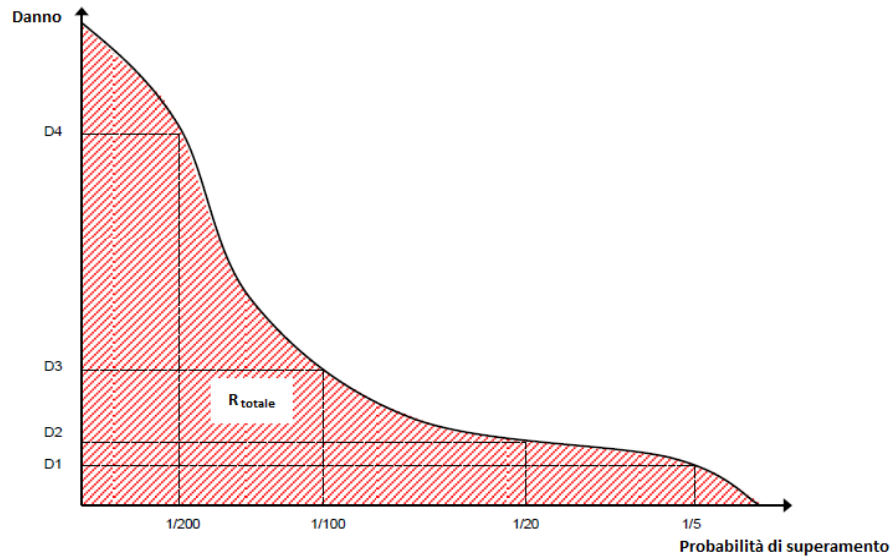
Classe CLC	Danno [€/m ²]	Area P3 [m ²]	Danno P3 [€]	Area P2 cum. [m ²]	Danno P2 [€]	Area P1 cum. [m ²]	Danno P1 [€]
1.2.1	475,5	294.741	140.149.313	369.387	175.643.283	384.132	182.654.574
2.2.2	0,63	811.068	510.973	830.481	523.203	948.501	597.556
2.2.3	0,63	18.352	11.562	19.145	12.061	23.665	14.909
Totale	-	1.124.161	140.671.847	1.219.012	176.178.547	1.356.298	183.267.039

² Tali valori sono stati tratti da uno studio sul bacino del fiume Po, in seguito all’alluvione del 2000, che prende spunto dai risultati della stessa ricerca del 2007 condotta a livello europeo dai consulenti della HKV per conto della JRC

4.2 Valutazione del danno atteso medio annuo

Come definito nel par. 4.1 il danno atteso medio annuo è pari all'area sottesa dalla curva "Danno – probabilità di superamento" ed equivale al rischio totale come mostrato nella successiva fig. 4.1

Fig. 4.1- Curva "Danno - probabilità di superamento"



Spesso non è facile stabilire l'esatto andamento di tale curva perché si conoscono soltanto pochi punti di essa. In tali casi l'approssimazione fatta per valutare il suddetto "danno atteso medio annuo" (rischio) è fatta applicando la seguente formula³:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^k D[i] * \Delta P_i \quad \text{dove} \quad \bar{D} \quad \text{è il danno atteso medio annuo}$$

con

$$D[i] = \frac{D(P_{i-1}) + D(P_i)}{2} \quad D[i] \quad \text{è il danno medio relativo a due punti, "i-1" e "i" della curva}$$

e

$$\Delta P = |P_i - P_{i-1}| \quad \Delta P \quad \text{è la probabilità dell'intervallo tra i suddetti punti}$$

Ricordando che la probabilità di superamento è pari all'inverso del tempo di ritorno si ha:

$$P_{50} = 1 / 50 = 0,02$$

$$P_{100} = 1 / 100 = 0,01$$

³ FLOODsite, (2007): GIS-based Multicriteria Analysis as Decision Support in Flood Risk Management

$$P_{300} = 1 / 300 = 0,0033$$

Nel nostro caso la “i” può assumere i valori 50, 100 e 300 (tempi di ritorno in anni), inoltre sono noti i relativi valori del danno; in cui per esempio $D(P_{50})$ è il valore del danno per una probabilità di superamento di 0,02

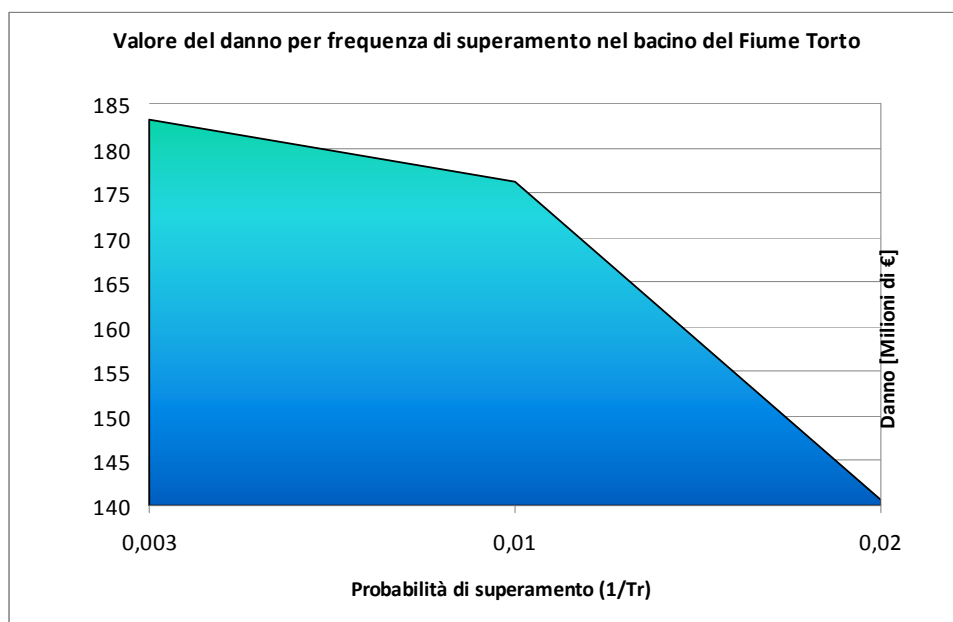
quindi

$$\bar{D} = [D(P_{100}) + D(P_{300})] * (0,01 - 0,0033) / 2 + [D(P_{50}) + D(P_{100})] * (0,02 - 0,01) / 2$$

Nella seguente tabella sono riportati i valori del “danno atteso medio annuo” valutato per ogni areale di esondazione ricadente nel bacino idrografico del f. Torto (31).

Tab. 4.1 - Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del f. Torto (31)

Pericolosità PAI	Tr [anni]	Probabilità [1/anni]	Danno [€]	EAD [€/anno]
P3	50	0,02	140.671.847	-
P2	100	0,01	176.178.547	1.584.252
P1	300	0,003	183.267.039	1.198.152
			Totale (EAD)	2.782.404



5 LE MISURE DI PIANO

La definizione delle misure di piano è stata effettuata sulla scorta dell'analisi effettuata e degli obiettivi di piano stabiliti e dei criteri e priorità fissati riportati nella relazione generale cui si rinvia.

Appare utile in questa sede evidenziare che l'efficacia delle misure pianificate va valutata considerando in modo coordinato e in sinergia con gli interventi e misure definite negli altri strumenti di pianificazione.

A tal proposito vanno considerati gli interventi previsti dal Piano forestale e dal piano per l'assetto idrogeologico, in relazione agli effetti che possono avere sulle misure di prevenzione e protezione.

Per quanto riguarda in particolare il Piano Forestale Regionale dal momento che in esso sono previsti interventi di rimboschimento e di sistemazione idraulico forestale non si è ritenuto necessario prevedere ulteriori interventi della stessa tipologia ma piuttosto si è tenuto conto di tali previsioni nel Piano di gestione considerando i loro effetti per la definizione delle ulteriori misure interventi di protezione con particolare riferimento a quelli strutturali.

Per quanto riguarda il PAI già in esso erano stati previsti alcune misure d'intervento di tipo non strutturale che in questa sede sono ribadite prevedendo il loro aggiornamento e riorganizzazione.

Ulteriore coordinamento è quello operato con le misure del Piano di gestione del Distretto idrografico di cui alla Direttiva 2000/60.

Come già anticipato nella Relazione Generale gli interventi strutturali non vengono al momento individuati nel presente PGRA ma saranno successivamente individuati sulla base di studi di fattibilità condotti a livello di bacino. Gli studi di fattibilità verranno in tal caso condotti e integrati con le valutazioni degli effetti di tali interventi in relazione agli obiettivi di qualità ambientale.

Ulteriore elemento di coordinamento e di sinergia con il Piano di gestione del distretto risiede nei criteri di gestione naturalistica stabiliti dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni confermando e riprendendo quelle già individuate nel Piano di gestione del Distretto (PdG) ex direttiva 2000/60.

Le misure individuate sono riportate nelle tabelle seguenti.

L'attuazione delle misure verrà effettuata secondo priorità utilizzando gli strumenti di attuazione individuati e descritti nella relazione generale e di seguito riportati:

- La programmazione Negoziata;
- La pianificazione urbanistica integrata e sostenibile;
- I programmi di manutenzione;
- I programmi di conoscenza;
- La regolamentazione;

- Attivazione delle misure di preparazione e di potenziamento della protezione civile.

Tab. 5.1 - Misure di prevenzione

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia	
Prevenzione	Limitazioni all'uso - Regolamentazione	Misure per evitare la localizzazione di nuovi o ulteriori elementi vulnerabili in aree soggette a inondazioni	Non strutturali	
		Politiche di pianificazione dell'uso del suolo o regolamentazione	Non strutturali	
		Fasce di pertinenza fluviale	Non strutturali	
	Riduzione della vulnerabilità	Misure per adattare gli elementi vulnerabili e per ridurre le conseguenze negative in caso di alluvione (resilienza flood proofing)	Non strutturali	
	Attività di previsione e sorveglianza	Ricognizione periodica	Non strutturali	
		Polizia idraulica	Non strutturali	
		Manutenzione del territorio	Non strutturali	
	Programmi di conoscenza	Miglioramento dei modelli di valutazione della pericolosità e del rischio	Non strutturali	
		Estensione degli studi a tutte le aree d'attenzione	Non strutturali	
	Norme tecniche		Indirizzi e prescrizioni per la progettazione d'interventi interferenti con le aree d'esondazione	Non strutturali
			Indirizzi e prescrizioni per la progettazione d'interventi di opere di difesa e di mitigazione del rischio;	Non strutturali
			Indirizzi e prescrizioni per la redazione di studi di compatibilità idraulica	Non strutturali
			Indirizzi e prescrizioni per gli interventi di manutenzione e gestione dei sedimenti	Non strutturali

Tabella 5. 2 - Misure di preparazione e di protezione civile

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
Preparazione e protezione civile	Previsione e allertamento	Centro funzionale (monitoraggio sorveglianza allertamento)	Non strutturali
		Sistemi di allerta	Non strutturali
		Presidio territoriale	Non strutturali
	Piani di emergenza	Piani di protezione civile	Non strutturali
	Sensibilizzazione		Non strutturali
	Formazione		Non strutturali

Secondo il “Quadro di sintesi delle misure e priorità” riportato nell’Allegato B della Relazione del PGRA, in cui è stata adottata la metodologia di analisi multicriterio sviluppata da ISPRA (*Note sulla compilazione del database Access conforme agli schema per il reporting della Direttiva 2007/60/CE art.7*), per il bacino del F. Torto risultano prioritarie le seguenti misure:

Bacino	ID	Tr	Punteggio/ Giudizio	MISURE DEL PGRA										
				Regolamentazione	Riduzione vulnerabilità	Sorveglianza	Manutenzione	Programmi conoscenza	Gestione naturale delle piene	Piani di laminazione	Gestione acque superficiali	Centro funzionale	Presidio territoriale	Piani di emergenza
31	Fiume Torto - Tratto a valle autostrada A 19	50	Pt.	0	480	0	1.200	400	1.600	-	-	0	1.200	0
			Gd.	Basso	Moderato	Basso	Alto	Moderato	Molto alto	-	-	Molto alto	Alto	Basso
31	Fiume Torto - Tratto a monte autostrada A 19	50	Pt.	0	180	0	450	150	-	-	-	0	450	0
			Gd.	Basso	Basso	Basso	Moderato	Basso	-	-	-	Molto alto	Moderato	Basso

Pertanto per l’area a pericolosità idraulica a valle dell’autostrada Palermo – Catania (A19), secondo la valutazione delle misure attuabili nel bacino in oggetto, la “Gestione naturale delle piene” ed il

“Centro Funzionale” assumono il livello di priorità “molto alto” mentre il “Presidio territoriale” assume il livello di priorità “alto” nella gestione e riduzione del rischio di alluvioni.