

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO DELL' AMBIENTE
Servizio 3 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

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. 26 - Bacino Idrografico del Fiume GELA (077)

Monografia di Bacino

Novembre 2015

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. Gela

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 del D.Lgs 49/2010.

Le mappe adottate con Deliberazione della Giunta Regionale 349 del 13 ottobre 2010 sono state pubblicate sul sito internet http://www.artasicilia.eu/old_site/web/bacini_idrografici appositamente attivato ove sono consultabili tutti i documenti anche 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.L.gs 49/2010, tenendo conto dei rischi nelle aree di pericolosità in relazione alle categorie di elementi esposti indicati dall'art. 5 del D.L.gs 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 degli 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 presente studio si riferisce al bacino idrografico del Fiume Gela e all'area territoriale fra il bacino del F. Gela e il bacino del F. Acate. L'area in esame è localizzata nel versante meridionale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di 595,93 Km², mentre il bacino del F. Gela occupa una superficie di 559,16 Km².

Il bacino del Fiume Gela ha una forma allungata in direzione N – S che si allarga verso est nella sua porzione centrale; i bacini e le aree territoriali con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti:

- nel settore nord-occidentale

- Bacino del Fiume Imera meridionale;

- nel settore nord-orientale

- Bacino del Fiume Simeto;

- nel settore sud-orientale

- Bacino del Fiume Acate;

- nel settore sud-occidentale

- Bacino del Torrente Comunelli;

- Area territoriale tra il bacino del F. Gela e il bacino del T. Comunelli.

Lo spartiacque del bacino si sviluppa lungo le seguenti cime, procedendo in senso orario dall'estremità settentrionale verso est: Cozzo Prato Bannata (m 838 s.l.m.), M. Calvano (m 839,8 s.l.m.), M. Mangone (m 777,8 s.l.m.), M. Scarante (m 662,4 s.l.m.), M. Camemi (m 625 s.l.m.), Monte del Lupo (m 606,4 s.l.m.), Monti della Ganzaria (m 741 s.l.m.), M. Zabaino (m 581 s.l.m.), Poggio Montagna (m 638, 4 s.l.m.), Monte San Giorgio (m 633,4 s.l.m.), Poggio S. Agata (m 501 s.l.m.), Monte San Nicola (m 449,5 s.l.m.), Poggio Valle delle Ferle (m 429 s.l.m.), Serra Galera (m 191 s.l.m.), Poggio Larrone (m 130, 5 s.l.m.), Poggio Chiancata (m 32, 8 s.l.m.) fino alla foce che si sviluppa ad E del centro abitato di Gela (CL). Ad ovest, a partire dalla foce proseguendo verso nord lo spartiacque segue le cime di Poggio Bracco (m 32, 3 s.l.m.), Poggio Lampato (m 201, 3 s.l.m.), La Guardiola (m 256 s.l.m.), M. Cardai (m 485 s.l.m.), M. Schinoso (m 607,6 s.l.m.), M. Navone (m 754 s.l.m.), Rocca di Maggio (m 826 s.l.m.), Cozzo Rametta (m 878 s.l.m.), M. Campana (m 838 s.l.m.).

Tra le vette che individuano la displuviale, quelle che raggiungono le quote più elevate sono localizzate nel settore settentrionale del bacino: Cozzo Rametta (che con i suoi 878 m s.l.m. rappresenta la cima più elevata del bacino), M. Calvano, Cozzo Prato Bannata, Rocca di Maggio, M. Campana, tutte cime ad altitudine superiore agli 800 metri s.l.m..

Per quanto riguarda l'area territoriale tra i bacini del F. Acate e del F. Gela, lo spartiacque si sviluppa a partire da Contrada Torotto, a S del centro abitato di Niscemi (CL), procedendo verso est lungo le cime di alcuni rilievi nelle Contrade Arcia e Il Mandorleto. Poi segue un andamento NE

– SW proseguendo verso la zona dello stabilimento petrolchimico di Gela (CL), allargandosi nuovamente verso est a S del lago Il Biviere, per chiudere alla foce del Fiume Acate – Dirillo. Lo spartiacque occidentale dell'area compresa tra i bacini del F. Acate e del F. Gela dalla foce del F. Gela prosegue verso NE lungo le cime di Poggio Chiancata (m 32,8 s.l.m.), Poggio Larrone (m 130,5 s.l.m.), Serra Galera (m 191 s.l.m.) per chiudere a N in Contrada Torotto.

Dal punto di vista amministrativo, il bacino del F. Gela e l'area territoriale tra il bacino del F. Gela e del F. Acate comprendono i territori di 3 province (Caltanissetta, Catania, Enna) ed un totale di 10 territori comunali.

In Tabella 1.1 si riporta l'elenco dei comuni ricadenti all'interno dell'area in esame; il numero di residenti in ciascuno dei suddetti comuni si riferisce ai dati ISTAT relativi all'anno 2011, mentre i dati relativi all'estensione dei territori comunali si riferiscono esclusivamente alla porzione di tali territori che ricade all'interno dell'area oggetto di studio.

Tab. 1.1 Territori comunali ricadenti nel bacino del Fiume Gela e nell'area territoriale tra il bacino del F. Gela e del F. Acate

PROVINCIA	COMUNE	RESIDENTI (dati ISTAT 2011)	AREE			Centro abitato ricadente nel bacino
			A _{Totale} [Km ²]	A _{nel bacino} [Km ²]	A _{nel bacino} /A _{Totale} [%]	
CALTANISSETTA	Butera	4.937	296,78	23,26	7,84	No
	Gela	75.668	277,13	137,72	49,86	*Si
	Mazzerino	12.333	252,16	195,22	77,42	Si
	Niscemi	27.975	96,63	45,35	46,93	Si
CATANIA	Caltagirone	3.8123	380,81	95,02	24,95	*Si
	San Cono	2.790	6,38	6,05	94,83	Si
	San Michele di Ganzaria	3.463	25,71	4,97	19,34	No
ENNA	Aidone	4.929	209,97	3,65	1,73	No
	Enna	27.894	349,84	7,18	2,05	No
	Piazza Armerina	22.196	268,28	77,51	28,89	Si
TOTALE		220.308	2.163,69	595,93		6

* Centro abitato ricadente parzialmente all'interno del bacino e non trattato nel presente studio.

Le principali infrastrutture di trasporto ricadenti parzialmente o interamente all'interno del bacino del F. Gela e dell'area territoriale tra il bacino del F. Gela e il bacino del F. Acate sono le seguenti:

- Strada Statale n. 115 (sud-occidentale sicula)
- Strada Statale n. 117 bis (centrale sicula)
- Strada Statale n. 124 (siracusana)
- Strada Statale n. 190 (delle Solfare)
- Strada Statale n. 417 (di Caltagirone)
- linea ferroviaria Catania - Gela
- linea ferroviaria CL-SR
- numerose strade provinciali
- diversi tratti delle reti di acquedotti, metanodotti, elettrodotti

Inoltre, all'interno del bacino del F. Gela ricade l'area archeologica dei Mosaici della Villa Romana del Casale in territorio di Piazza Armerina (EN) e all'interno dell'area territoriale fra il bacino del Fiume Gela e il bacino del F. Acate lo stabilimento petrolchimico di Gela (CL).

Infine, all'interno del bacino del F. Gela ricadono gli invasi della Diga Cimia, derivante dallo sbarramento del Torrente Cimia, nei territori comunali di Mazzarino e in parte di Niscemi (CL), e della Diga Disueri che sbarra il corso del Fiume Porcheria, in territorio di Mazzarino (CL).

Per quanto riguarda le aree protette, il bacino in esame comprende parzialmente le seguenti riserve naturali:

nel territorio provinciale di Caltanissetta:

- la riserva naturale orientata della Sughereta di Niscemi, sottoposta al regime di protezione dell'art.7 della L.R. n° 98/81 e s.m. e ii., la quale costituisce il più importante relitto di sughereta mista a lecceta esistente nella Sicilia centrale; più specificatamente il bacino comprende una piccola porzione di area di pre-riserva.

nel territorio provinciale di Enna:

- la riserva naturale orientata di Rossomanno – GrottascuraBellia.

1.2. Morfologia

L'assetto morfologico del bacino del Fiume Gela è prevalentemente collinare nella sua parte settentrionale e centrale, mentre nella sua parte meridionale risulta pianeggiante, sviluppandosi all'interno della Piana di Gela.

Il reticolo idrografico del Fiume Gela presenta un pattern prevalente di tipo dendritico con uno sviluppo dell'asta principale in senso N – S. Il bacino del F. Gela si allarga verso est nella sua porzione centrale, dove si apre il sottobacino del suo affluente principale, il Fiume Maroglio, anch'esso caratterizzato da un pattern di tipo dendritico con sviluppo NE – SW.

Procedendo in direzione S verso la foce, l'elemento morfologico predominante è costituito dalla Piana di Gela

L'area territoriale tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Fiume Acate si sviluppa in senso NE – SW; la sua morfologia è prevalentemente pianeggiante con una zona sub-pianeggiante nella porzione nord-orientale dove si sviluppano piccoli rilievi a quote non superiori ai 250 m s.l.m. separati da alcune incisioni che confluiscono in un unico corso d'acqua di una certa importanza, Valle Priolo. Esso nasce in Contrada Torotto, nel territorio comunale di Niscemi (CL), ad una quota di circa 200 metri s.l.m., e il suo corso è stato deviato per servire lo stabilimento petrolchimico di Gela. Senza questa deviazione il corso d'acqua avrebbe continuato il suo percorso confluendo nel Fiume Gela a pochi chilometri dalla sua foce.

1.3. Idrografia

L'asta principale

Il bacino del Fiume Gela ha un'estensione di circa 560 km² e si chiude nel Mare Mediterraneo a sud-est dell'acropoli di Gela (CL) con un fronte di un centinaio di metri su cui si imposta l'estuario del fiume.

Come sopra accennato il Fiume Gela nasce da Cozzo Bannata Restivo (m 867,5 s.l.m.) in territorio comunale di Enna, prendendo il nome di Torrente Santa Caterina e si sviluppa per circa 62 Km, assumendo diverse denominazioni.

A nord del centro abitato di Piazza Armerina (EN) prosegue il suo corso con il nome di Fiume Nocciara che mantiene fino alla confluenza in destra idraulica con il Fiume di Gozzo (a quota di circa m 560 s.l.m.) in territorio comunale di Piazza Armerina (EN), dalla quale continua con la denominazione di Torrente Nociara. Quindi, in Contrada Minolto, nel territorio comunale di Mazzarino (CL), nella porzione centrale del suo bacino, prende il nome di Torrente Porcheria e poi di Torrente dei Cassari fino alla confluenza con il Torrente Paparella, uno dei suoi affluenti in destra idraulica, dalla quale continua il suo corso come Fiume Porcheria.

Dopo lo sbarramento determinato dalla Diga Disueri prosegue come Fiume Disueri e assume la denominazione definitiva di Fiume Gela alla confluenza con il Lavinaro Tredenari, ad una quota di circa 68 metri s.l.m. in territorio comunale di Gela (CL).

Nella porzione centrale del bacino sorgono la Diga Disueri, in territorio comunale di Mazzarino, e la Diga Cimia che sbarra le acque del Torrente Cimia, nel sottobacino del Fiume Maroglio, il principale affluente del Fiume Gela.

Lungo il suo percorso il Fiume Gela riceve le acque di molti affluenti tra i quali:

- il Fiume Maroglio che nasce presso il centro abitato di Caltagirone (CT) e confluisce in sinistra idraulica nella Piana di Gela a quota di circa 15 metri s.l.m. a pochi chilometri dalla foce; esso rappresenta il principale affluente del Fiume Gela;
- il Vallone del Canonico e il Torrente Passo Lasagna, affluenti minori in sinistra idraulica nella porzione settentrionale del suo bacino;
- il Fiume di Gozzo, il Torrente Spadaro, il Vallone Giardinello, il Torrente Paparella, il Lavinaro Gargheria-Lavinaro Tredenari affluenti in destra idraulica lungo tutto il suo sviluppo verso la foce.

In definitiva, si evince come l'area del bacino del Fiume Gela e quella compresa tra i bacini del F. Acate e del F. Gela, ad eccezione del Fiume Maroglio, è per lo più drenata da brevi incisioni torrentizie che quasi tutto l'anno sono in regime di magra. Ciò dipende principalmente dalle condizioni climatiche, caratterizzate da brevi periodi piovosi e da lunghi periodi di siccità che determinano nell'area una generale caratterizzazione stagionale dei deflussi superficiali.

Occorre comunque ricordare che la densità di un reticolo idrografico è condizionata dalla natura dei terreni affioranti, risultando tanto più elevata quanto meno permeabili sono questi ultimi e quindi maggiormente diffuso è il ruscellamento superficiale.

Il reticolo idrografico superficiale, data la natura dei terreni affioranti (per lo più caratterizzati da permeabilità primaria per porosità) e per le caratteristiche climatiche della zona, risulta complessivamente mediamente sviluppato; esso inoltre denota una modesta capacità filtrante dei

terreni affioranti e quindi una discreta capacità di smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale.

Più specificatamente, essendo la capacità filtrante dei terreni funzione della granulometria e della eterogeneità dei singoli granuli, nei depositi terrosi che affiorano estesamente nella pianura alluvionale di Gela si assiste ad una variabilità sia verticale che orizzontale della permeabilità in funzione della prevalenza o meno della frazione pelitica.

Descrizione dei principali sottobacini

L'unico sottobacino del Fiume Gela di una certa importanza è quello del Fiume Maroglio, il suo principale affluente in sinistra idraulica.

Il Fiume Maroglio nasce a sud del centro abitato di Caltagirone (CT) ad una quota di circa 480 metri s.l.m. con il nome di Fosso Tubascio e prosegue poi col nome di Vallone del Signore. Assume la denominazione di Fiume Maroglio alla confluenza in sinistra idraulica con il Vallone Liquirizia – Vallone Biscottello, a quota di 120 metri s.l.m. in territorio comunale di Niscemi (CL).

I suoi principali affluenti sono:

- Torrente Cimia, Vallone Liquirizia – Vallone Biscottello in sinistra idraulica;
- Vallone Tortorella, Vallone delle Pille, Saia del Magazzinazzo in destra idraulica.

Il Fiume Maroglio confluisce nel Fiume Gela ad una quota di circa 15 metri s.l.m. nella Piana di Gela, a pochi chilometri dalla Foce, in territorio comunale di Gela (CL).

1.4. Uso del suolo

La carta dell'uso del suolo per ricavare le informazioni descritte nella successiva Tab. 1.2 è la 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 Gela

Tab.1.2 Tipologia uso del suolo dell'area

Tipologia di uso del suolo	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0.80
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0.31
1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	0.14
1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	
1.2.3. Aree portuali	
1.2.4. Aeroporti	
1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	
1.3.1. Aree estrattive	0.18
1.3.2. Discariche	
1.3.3. Cantieri	
1.4. Zone verdi artificiali non agricole	
1.4.1. Aree verdi urbane	0.04
1.4.2. Aree ricreative e sportive	
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1. Seminativi	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	51.98
2.1.2. Seminativi in aree irrigue	

2.1.3. Risaie	
2.2. Colture permanenti	
2.2.1. Vigneti	0.25
2.2.2. Frutteti e frutti minori	1.93
2.2.3. Oliveti	4.13
2.2.4. Arboricoltura da legno	
2.3. Prati stabili (foraggiere permanenti)	
2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)	
2.4. Zone agricole eterogenee	
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	0.53
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	5.26
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	9.12
2.4.4. Aree agroforestali	
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.1. Zone boscate	
3.1.1. Boschi di latifoglie	8.73
3.1.2. Boschi di conifere	3.18
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	0.86
3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	4.13
3.2.2. Brughiere e cespuglieti	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	6.21
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	1.83
5. CORPI IDRICI	
5.1. Acque continentali	
5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie	
5.1.2. Bacini d'acqua	0.36

1.5. Cenni di climatologia

Per definire il microclima del settore della Sicilia centro-meridionale in cui ricadono il bacino del Fiume Gela e l'area territoriale tra il bacino del F. Gela e il bacino del F. Acate sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico della Sicilia realizzato dall'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste – SIAS (2002) relative al trentennio 1965-1994.

In particolare, sono stati considerati gli elementi climatici *temperatura* e *piovosità* registrati presso le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche situate all'interno dei comuni ricadenti nell'area in esame.

Stazioni

In Tabella 1.3 sono riportate le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche utilizzate per lo studio dell'area in esame.

Tabella 1.3 - Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche ricadenti all'interno del bacino del F. Gela e dell'area territoriale tra il bacino del F. Gela e del F. Acate

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
BUTERA	1965-1994	Pluviometro	402	4.115.590 N	427.500 E
CALTAGIRONE	1965-1994	Termo-pluviometro	513	4.120.930 N	457.120 E
ENNA	1965-1994	Termo-pluviometro	950	4.158.040 N	436.700 E
GELA	1968-1994	Termo-pluviometro	45	4.101.393 N	435.895 E
MAZZARINO	1965-1994	Termo-pluviometro	560	4.128.520 N	429.090 E
NISCEMI	1974-1994	Pluviometro	332	4.111.750 N	445.230 E
PIAZZA ARMERINA	1965-1994	Termo-pluviometro	721	4.137.650 N	443.930 E

Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento soltanto ai dati registrati dalle 5 stazioni termo-pluviometriche di Caltagirone, Enna, Gela, Mazzarino, Piazza Armerina.

Tabella 1.4 - Temperatura media mensile espressa in gradi Celsius

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
CALTAGIRONE	8.8	9.1	10.7	12.9	17.9	22.4	25.7	25.8	22.3	18.0	13.5	10.0	16.4
ENNA	6.0	6.4	8.0	10.6	15.6	20.4	23.6	23.5	19.9	15.4	10.9	7.1	13.9
GELA	13.2	13.6	14.8	16.8	20.5	23.8	26.1	27.0	25.1	21.9	17.6	14.2	19.5
MAZZARINO	8.5	9.1	11.1	13.8	18.7	23.2	26.3	26.2	22.6	18.2	13.3	9.7	16.7
PIAZZA ARMERINA	7.9	8.4	10.3	12.8	17.1	21.3	24.3	24.3	21.3	17.0	12.6	9.3	15.5
MEDIA	8.9	9.3	11.0	13.4	17.9	22.2	25.2	25.4	22.2	18.1	13.6	10.1	16.4

L'andamento termometrico dell'area si può considerare abbastanza uniforme; soltanto nella zona di foce, a Gela, si registrano delle temperature mediamente più elevate di qualche grado rispetto a quelle riportate nelle stazioni della zona centro-settentrionale del bacino, con differenze maggiori nei mesi invernali.

La temperatura media dei mesi estivi (luglio e agosto) è di 25,3 °C, mentre quella dei mesi invernali (gennaio e febbraio) è di 9,1 °C. La temperatura più alta in assoluto all'interno dell'area è stata registrata nel mese di luglio del 1973 a Mazzarino (46,2 °C), mentre la più bassa è stata rilevata dalla stazione di Piazza Armerina nel febbraio del 1970 (- 3,5 °C).

Regime pluviometrico

Per l'analisi del regime pluviometrico del bacino del Fiume Gela e dell'area territoriale tra il bacino del F. Gela e il bacino del F. Acate sono stati considerati i dati registrati in tutte e 7 le stazioni di rilevamento elencate in Tabella 1.3.

Tabella 1.5 - Piovosità media mensile espressa in mm

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
BUTERA	70.9	48.3	42.4	35.9	21.3	3.4	4.8	7.4	38.9	64.4	63.8	72.5	39.5
CALTAGIRONE	74.8	53.2	43.6	38.3	23.5	8.4	8.1	13.2	36.5	69.8	59.1	66.5	41.2
ENNA	81.6	67.9	60.0	48.1	30.8	10.2	10.2	21.1	38.5	92.0	74.7	91.2	52.2
GELA	50.4	38.3	32.8	24.8	11.9	3.4	1.8	5.9	29.1	53.2	48.9	56.3	71.9
MAZZARINO	65.8	53.1	46.5	39.4	22.5	7.1	5.8	6.6	41.5	65.2	61.0	69.6	40.3
NISCEMI	50.1	38.0	34.1	33.7	16.1	5.3	4.0	10.4	29.8	66.8	66.3	58.1	34.2
PIAZZA ARMERINA	82.4	65.8	58.6	44.2	27.6	7.3	7.3	16.6	39.3	82.6	69.5	90.7	49.3
MEDIA	68.0	52.1	45.4	37.8	21.9	6.4	6.0	11.6	36.2	70.6	63.3	72.1	46.9

Il regime pluviometrico dell'area segue più o meno lo stesso andamento di quello termico, ovvero si rileva una zona meridionale, quella prossima alla foce, caratterizzata da una piovosità più bassa che nel resto dell'area in esame.

I mesi più piovosi sono ovunque quelli invernali (dicembre e gennaio), con valori medi di piovosità di 70 mm, mentre quelli meno piovosi sono quelli estivi (giugno e luglio) con valori medi di piovosità di 6,2 mm.

L'anno più piovoso è stato il 1976 quando si è registrata una piovosità media annua per l'intera zona di 79,4 mm di pioggia, con una punta massima di 101,6 millimetri nella stazione di Enna.

L'anno meno piovoso è stato il 1981 con una piovosità media annua per l'intera zona di 22,2 mm. Il dato di piovosità media annua minima in assoluto è stato registrato invece nel 1992 nella stazione di Piazza Armerina (2,5 mm).

Concludendo, i dati pluviometrici esaminati individuano un clima di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel semestre autunno-inverno e molto scarse nel semestre primavera-estate.

2. CRITICITA' 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

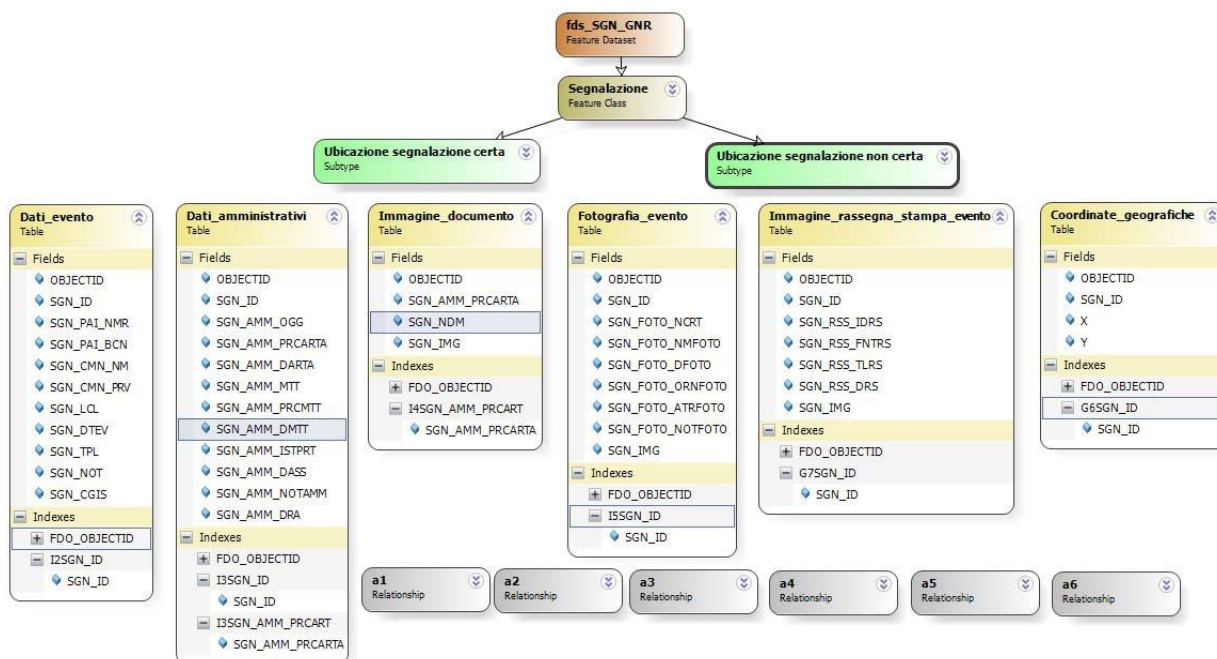
2.1. Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

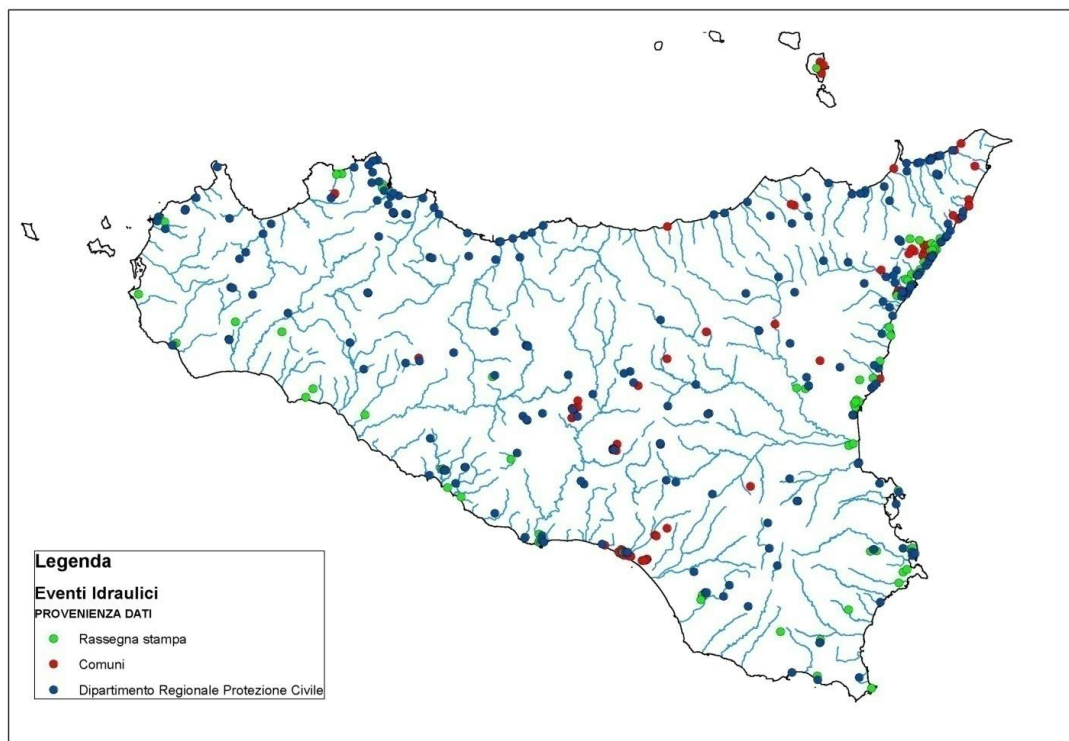
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo da parte di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

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 Gela e dell'area territoriale fra il bacino del F. Gela e il bacino del F. Acate. I campi sono volutamente vuoti e i contenuti da concordare in ufficio.

Tab.2.1 Dissesti DB Sicilia ricadenti bacino del fiume Gela e dell'area territoriale fra il bacino del F. Gela e il bacino del F. Acate

<i>Codice identificativo segnalazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Località</i>	<i>data evento</i>	<i>Descrizione</i>
EI-077-2GE-001	Gela	Via Generale Cascino	03/09/2010	
EI-077-2GE-002	Gela	SP 51 Gela-Scoglitt i/ SS 115 Gela-Vittoria	29/01/2011	
EI-077-2GE-003	Gela	SS115 tratto tra petrolchimico di Gela e incrocio SP51 e/o SP11		
EI-077-2GE-004	Gela		01/02/2011	
EI-077-2GE-005	Gela	C.daSpinasantà		
EI-077-2GE-006	Gela	Canale Spina Santa		
EI-077-2GE-007	Gela	Via dell'Acropoli	26/09/2011	
EI-077-2GE-008	Gela	C.daSpinasantà		
EI-077-2GE-009	Gela	Torrente Valle Priolo		
EI-077-2GE-010	Gela	SP 10 km 4,00 attraversamento T.te Giarracco		
EI-077-2GE-011	Gela	SP 10 km 4,00 + 500 attraversamento T.te Grilluzzo		
EI-077-2GE-012	Gela	C.daSpinasantà		
EI-077-2GE-013	Gela	C.daSpinasantà		
EI-077-2GE-014	Gela	C.daSpinasantà		
EI-077-2GE-015	Gela	C.daSpinasantà		
EI-077-2GE-016	Gela	Attraversamento t.te Giarracco km 4+500 lungo S.P. n. 10 "Ponte Olivo-Niscemi"		
EI-077-2NI-001	Niscemi	Vie Caruso e Regione Siciliana	03/09/2010	Violento temporale - Principali effetti al suolo: Abitazioni allagate, tombini saltati
PC-EI-077-4PA-002	Piazza Armerina	Via Parlagreco	09/09/2010	Allagamenti e danni alla viabilità urbana, extraurbana ed edifici scolastici - Principali effetti al suolo: Interruzione della viabilità, problemi alla pubblica e privata incolumità

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 Tab. 2.2 sono elencati i dissesti classificati come “*sito d'attenzione*” e ricadenti nel bacino del Fiume Gela.

I campi sono volutamente vuoti e i contenuti da concordare in ufficio. Eventualmente aggiungere anche le informazioni utilizzate per la definizione delle priorità (popolazione coinvolta, infrastrutture ecc. ecc.)

Tab. 2.2 “ Siti d'attenzione” ricadenti nel bacino del fiume Gela

Codice	Bacino	Denominazione Bacino	Comune	Provincia	Riferimento CTR
	077	Bacino Idrografico del F.Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Mazzerino	Caltanissetta	638070
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Mazzerino	Caltanissetta	638070
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Mazzerino	Caltanissetta	638110
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Mazzerino	Caltanissetta	638110
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	San Cono	Catania	639090
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	San Cono	Catania	639090
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Caltagirone, Niscemi, Gela	Catania e Caltanissetta	644010 e 644050
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Caltagirone	Catania	639140
	077	Bacino Idrografico del F. Gela e Area Territoriale tra il F. Gela e il F. Acate-Dirillo	Gela	Caltanissetta	643120

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 Gela 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 del Dipartimento di Urbanistica della Regione Siciliana.

L'individuazione degli elementi a rischio, 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 idrografico del F. Gela ricade nel versante meridionale della Sicilia e ricopre una superficie di circa 560 km². Dal punto di vista amministrativo abbraccia le provincie di Enna, Caltanissetta e Catania.

Il F. Gela sorge a Cozzo Bannata Restivo, in territorio comunale di Enna, a 867,5 m s.l.m. e si snoda lungo un percorso di circa 62 km sfociando nel Mediterraneo a sud-est dell'acropoli di Gela (CL). L'affluente principale è il F. Maroglio che nasce a sud del centro abitato di Caltagirone (CT) ad una quota di circa 480 m s.l.m. e confluisce nel F. Gela ad una quota di circa 15 m s.l.m nella Piana di Gela, a pochi chilometri dalla foce, in territorio comunale di Gela (CL).

L'asta fluviale è interessata da opere di sistemazione idraulica di discreta importanza. I principali attraversamenti sono costituiti da ponti tubo, viadotti e ponti ferroviari (v. Par.4.4.3).

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 sono state analizzate prioritariamente le seguenti due aree:

- l'area che va dalla diga Disueri alla foce del F. Gela, in cui sono presenti numerosi elementi a rischio, soprattutto in prossimità della foce dove in sinistra idraulica si trova la zona industriale della città di Gela;
- l'area che va dalla diga Cimìa alla confluenza del F. Maroglio con il F. Gela, in cui gli elementi a rischio principali sono gli attraversamenti.

3.2. Studio Idrologico

La zona interessata dal bacino imbrifero è caratterizzata da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, con addensamento delle piogge nel semestre invernale-primaverile (da ottobre a marzo). Le precipitazioni talvolta sono di notevole intensità (media annua di circa 500-600 mm) e possono determinare piene elevate anche se di durata relativamente breve.

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.

La metodologia utilizzata è descritta in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I..

Il bacino idrografico del F. Gela, di estensione pari a circa 560 km², è stato suddiviso in 11 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 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.

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 HEC-GeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

Figura 3.1 - DEM (Digital Elevation Model) relativo al bacino idrografico del Fiume Gela

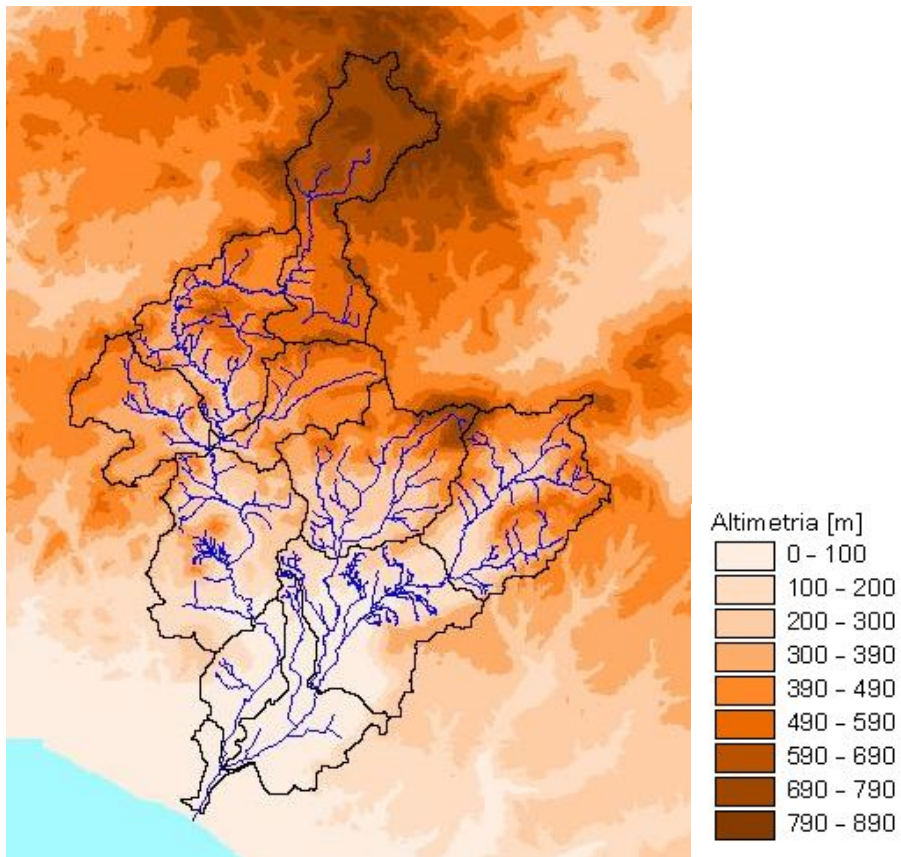
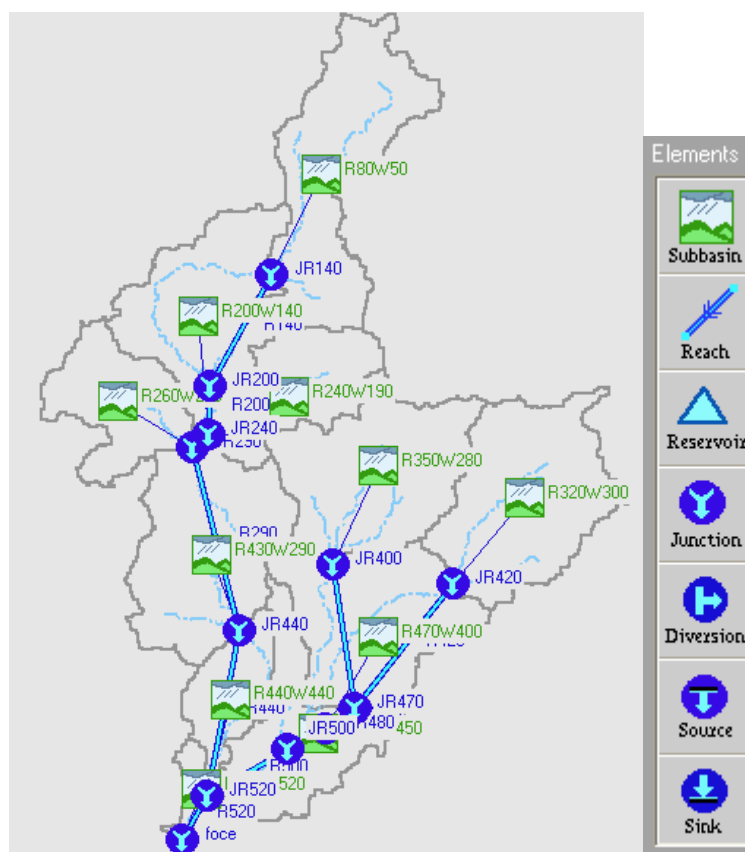


Figura 3.2 - Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Gela utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena.



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 (v. 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 "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. 3.3-3.5 sono riportate le carte dei valori b" a", "n" e "CV" in corrispondenza del bacino in esame, in Fig. 3.6 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 12 ore.

Figura 3.3 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "a" nel bacino idrografico del F. Gela.

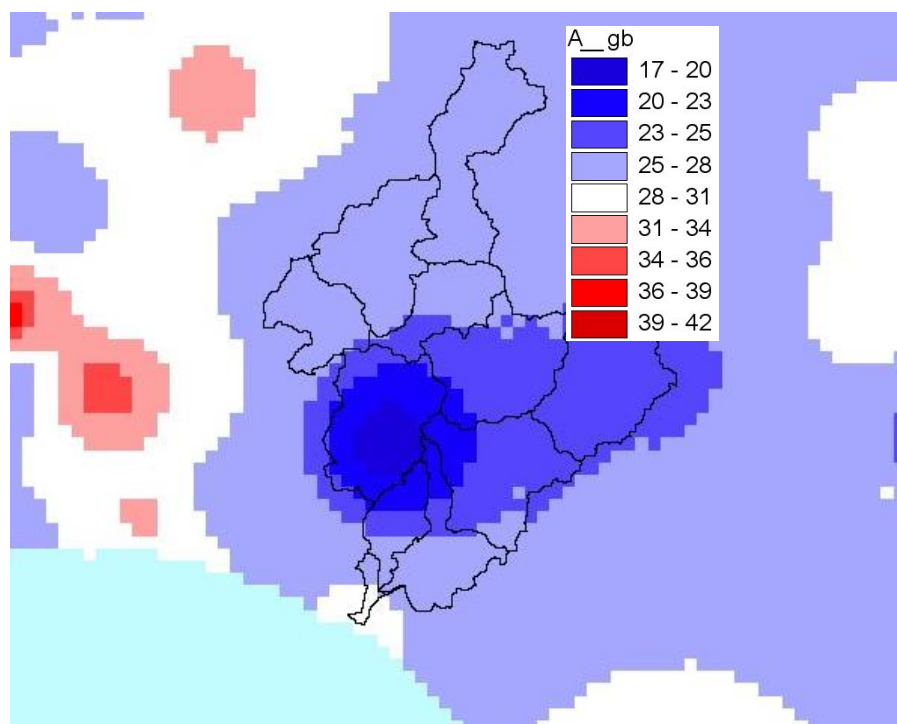


Figura 3.4 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nel bacino del F. Gela.

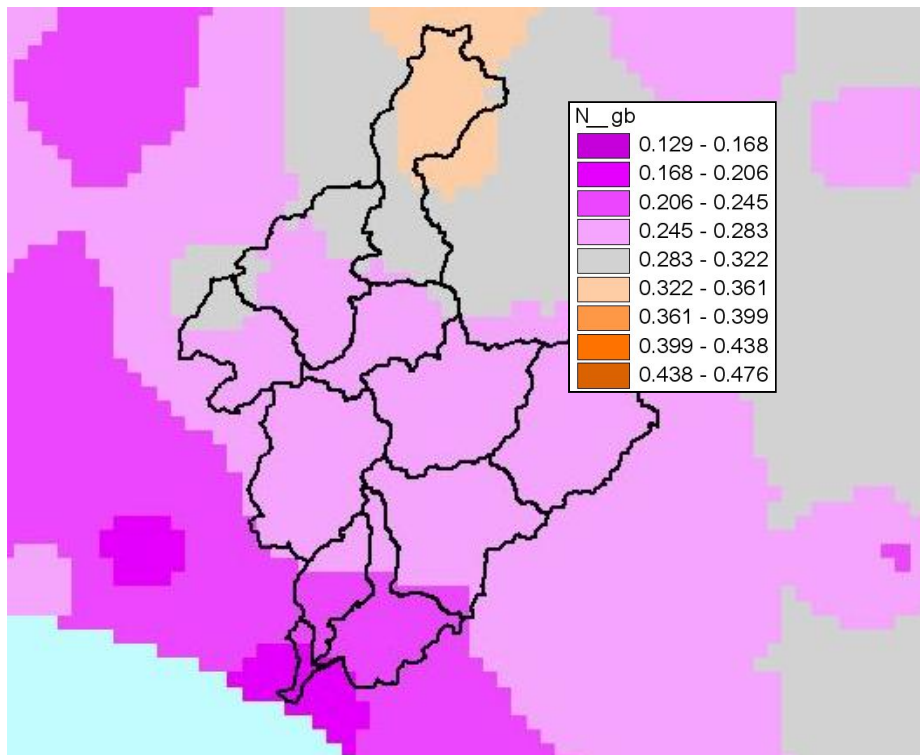


Figura 3.5 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del F. Gela.

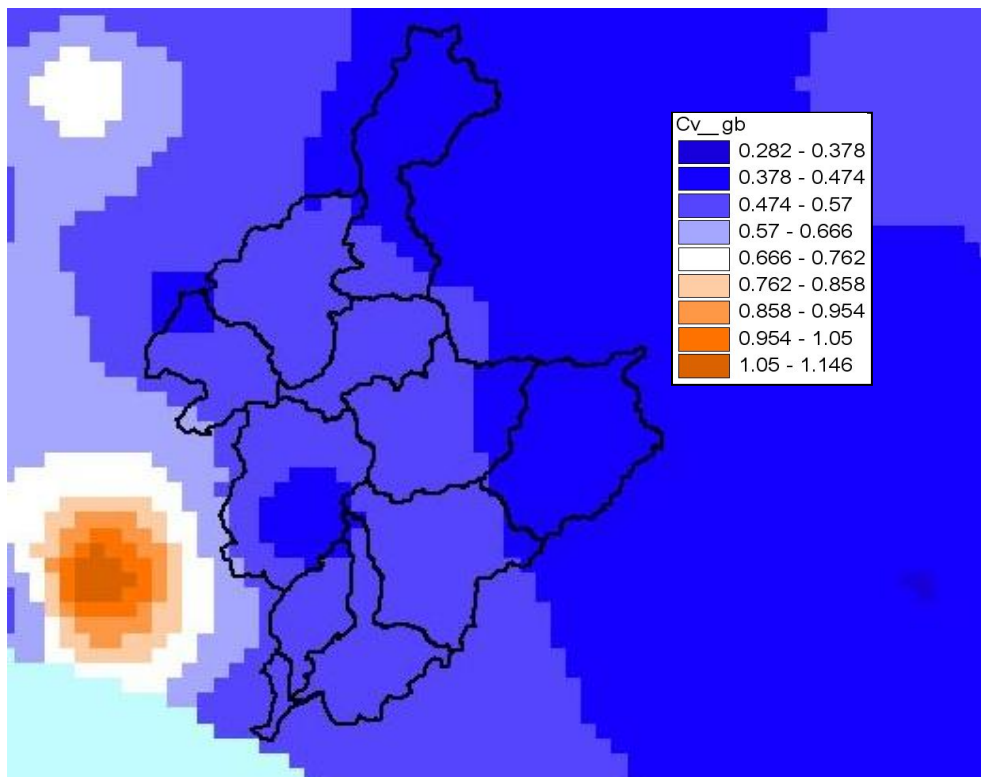
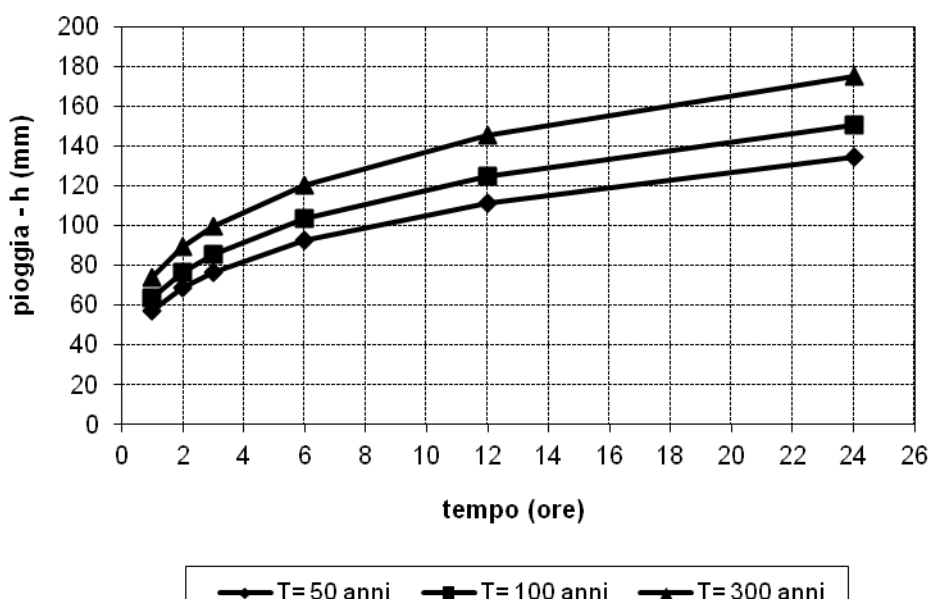


Tabella 3.2 - Valori medi areali dei parametri “a”, “n” e “CV” relativi al bacino del F. Gela

Superficie totale (km ²)	a	n	CV
560	25,18	0,27	0,49

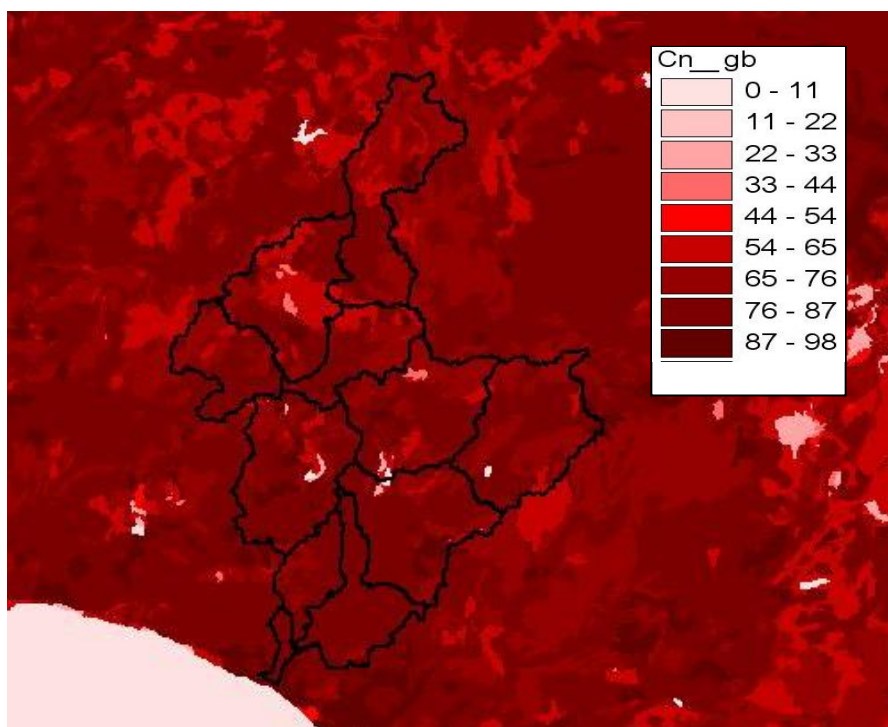
Figura 3.6 - Curve di possibilità pluviometrica del bacino del F. Gela per fissati tempi di ritorno.



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. In Figura 3.7 è riportata la distribuzione areale del valore CN per il bacino in studio.

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



I valori medi di CN, relativi ai sottobacini considerati, sono riportati in Tabella 3.3.

Tabella 3.3 - Valori medi del parametro CN per ogni sottobacino del Gela.

Sottobacino N°	Area (km²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	73.31	R80W50	73.7
2	37.65	R260W210	77.5
3	62.72	R200W140	74.0
4	36.39	R240W190	75.5
5	71.65	R320W300	77.6
6	68.03	R350W280	76.2
7	70.04	R430W290	79.8
8	67.11	R470W400	79.8
9	42.03	R500W450	82.6
10	5.73	R520W520	83.6
11	24.70	R440W440	80.1

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

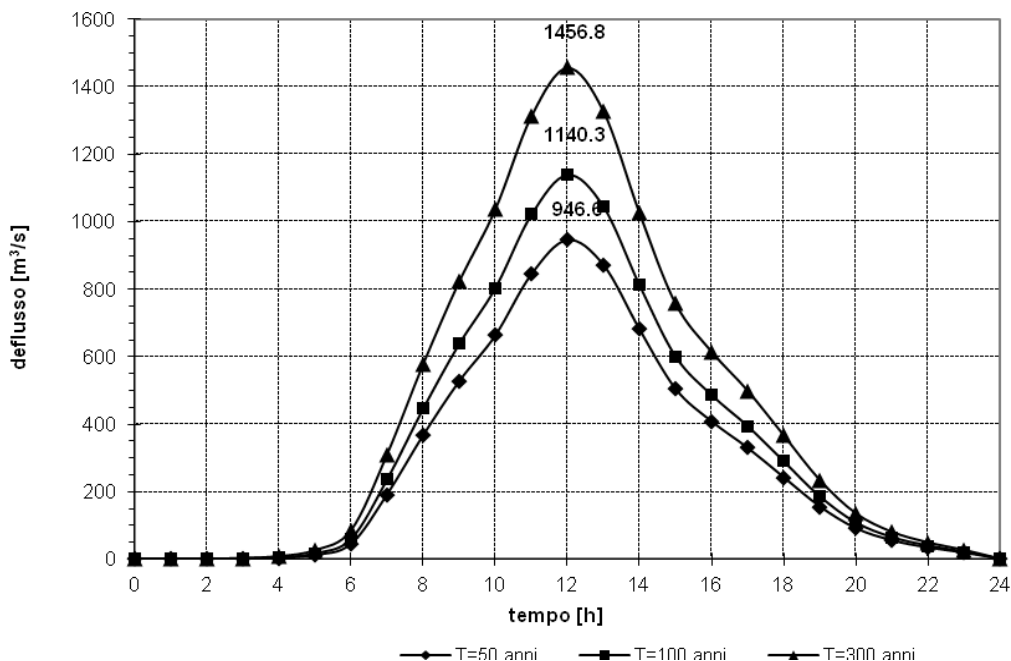
Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino idrografico principale. A partire dal DEM del bacino, caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 x 100 m, sono stati 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 isocorrive è stato possibile ricavare la curva aree-tempi e quindi i tempi di corrivazione dei sottobacini in esame (Tabella 3.4). 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 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.

Tabella 3.4 Valori del tempo di corrivazione di ogni sottobacino.

Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	t _c (ore)
1	73.31	R80W50	4
2	37.65	R260W210	2
3	62.72	R200W140	4
4	36.39	R240W190	3
5	71.65	R320W300	3
6	68.03	R350W280	3
7	70.04	R430W290	3
8	67.11	R470W400	3
9	42.03	R500W450	3
10	5.73	R520W520	1
11	24.70	R440W440	2

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 3.8 sono riportati gli idrogrammi di piena relativi alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce, per i tempi di ritorno considerati.

Figura 3.8 - Idrogrammi di piena alla foce del F. Gela, per fissati tempi di ritorno



In Tabella 3.5 sono indicati, per ogni sezione di chiusura dei sottobacini considerati, i valori delle massime portate al colmo di piena, mentre in Tabella 3.6 i valori in corrispondenza delle confluenze degli stessi sottobacini con l'asta fluviale principale.

Tabella 3.5 Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per fissati tempi di ritorno, relative ai sottobacini del F. Gela

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	R80W50	73.31	159.75	197.81	261.61
2	R260W210	37.65	167.23	200.46	254.12
3	R200W140	62.72	158.93	196.43	258.76
4	R240W190	36.39	120.26	145.02	185.17
5	R320W300	71.65	229.77	287.16	357.00
6	R350W280	68.03	246.70	299.85	386.58
7	R430W290	70.04	243.39	287.79	358.89
8	R470W400	67.11	276.78	330.42	416.95
9	R500W450	42.03	203.53	239.51	296.96
10	R520W520	5.73	42.69	50.02	61.68
11	R440W440	24.70	120.16	142.41	178.08

Tabella 3.6

Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per fissati tempi di ritorno, in corrispondenza di alcune sezioni del F. Gela 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	JR140	73,31	159,75	197,81	261,61
2	JR200	73,31	159,61	197,23	259,71
3	JR240	206,65	136,03	251,43	324,94
4	JR290	210,07	410,10	501,39	652,01
5	JR440	280,11	435,31	526,06	674,87
6	JR400	68,03	246,70	299,85	386,58
7	JR420	71,65	221,04	278,16	357,00
8	JR470	139,68	443,24	537,16	690,23
9	JR480	206,79	527,17	634,54	808,86
10	JR500	206,79	502,21	607,20	778,39
11	JR520	553,63	946,70	1138,00	1452,30
12	Foce	559,36	946,55	1140,30	1456,80

La valutazione della portata in alveo nelle sezioni a valle degli invasi Disueri e Cimia dovrebbe tenere in conto anche dei volumi rilasciati, durante l'evento di piena, dagli scarichi di superficie e 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 degli invasi Disueri e Cimia e, quindi, l'effetto della loro 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 degli invasi), trascurando quella parte trattenuta (laminata) dalle dighe. Tale scelta, seppur non rispecchia 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 degli invasi, sovrastimando in tal modo i risultati delle simulazioni idrauliche a vantaggio della sicurezza.

3.3. Studio Idraulico

Calcolate le portate di piena occorre verificare se le sezioni del corso d'acqua riescano a convogliarle 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 dalle analisi cartografica e territoriale e dai sopralluoghi di campagna (verifica dello stato di fatto del fondo alveo, raccolta di documentazione fotografica, ecc.) predisposti in questa fase.

L'analisi è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000).

3.4. Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche del Fiume Gela

Per quanto riguarda la morfologia della vallata e del cavo fluviale si possono distinguere in linea generale due zone. La zona a monte, che si estende dal serbatoio fino a Ponte Olivo per uno sviluppo in linea d'aria di circa 8 km, è caratterizzata dalla presenza di rilievi collinosi, che, pur presentando altitudini modeste (150÷200 m) e versanti con pendenza molto dolce, sono sufficienti a realizzare un ben definito contenimento della vallata.

Le ultime propaggini collinose di rilievo per il citato effetto di contenimento sono quelle di Contrada Olivo, sulla destra, e di Casa Giurone (103.50 m s.l.m.), sulla sinistra, circa 1.50 km a monte di Ponte Olivo. Il fondo valle si presenta alquanto ampio, ma regolare, senza estesi allargamenti.

In questa zona l'asta fluviale ha un andamento accentuatamente tortuoso, con meandri a volte molto accentuati e anche ripiegati su se stessi. Le opere di sistemazione sono in pratica limitate a tratti di arginatura golenale in destra e a poche briglie; mancano drizzagni di rettifica del tracciato.

Il cavo fluviale è ugualmente caratterizzato da una incisione discretamente larga e profonda che va a interessare anche il substrato argilloso.

La zona a valle è invece caratterizzata dalla presenza della vasta piana alluvionale, che assume larghezze di circa 4÷5 km. L'asta del F. Gela costeggia la piana sul lato occidentale, lungo il quale proseguono i rilievi collinosi delle Contrade Spadaro e Settefarine, che realizzano un discreto contenimento fino quasi all'abitato di Gela.

Sul lato orientale invece si apre la piana con grande estensione e pendenza leggermente degradante.

L'allineamento più depresso della piana si ha al centro, ove scorre, quasi parallelamente al F. Gela, il F. Maroglio, che capta poco più a monte anche le acque del torrente Cimìa.

Il Maroglio confluisce poi nel Gela a circa 2 km a monte dell'abitato di Gela. Dal punto di confluenza l'asta fluviale prosegue per altri 3 km circa fino a mare, attraversando l'abitato cittadino sul lato orientale e intersecando i collegamenti stradali e ferroviari della città stessa.

In questa zona il cavo fluviale presenta larghezze variabili da 40 a 60 m fino alla confluenza con il Maroglio, e da 60 a 100 m dalla confluenza a mare; la sua profondità è sempre considerevole, in genere da 6 a 8 m, con incasso che incide il substrato argilloso.

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 dei tratti fluviali studiati (F. Gela, dalla diga Disueri alla foce e F. Maroglio-Cimia dalla diga Cimìa alla confluenza con il F. Gela) 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 0,01 e $0,1 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$. I valori di Manning utilizzati sono riportati nelle Appendici C1 e C2.

3.5. 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 nell'area del bacino (tratto fluviale che dalla diga Disueri raggiunge la foce del Gela e tratto fluviale che dalla diga Cimìa raggiunge la confluenza con il fiume Gela) sono elencate di seguito (studio Consorzio di Bonifica 5 - Gela, 1992 e 1997):

Tratto che va dalla diga Disueri alla confluenza con il Maroglio:

- ponte sulla strada di accesso alla Diga Disueri
- ponte in C.da Piano di Sparacogna, S.P. n° 190
- ponte sulla S.S. 117 Bis (Centrale Sicula)
- ponte Olivo sulla S.S. 119
- ponte sulla S.P. n° 192

Tratto che va dalla diga Cimìa alla confluenza con il Gela:

- ponte del Cerasaro S.S. n° 117 Bis
- ponte sulla S.P. n° 188
- ponte sulla S.P. n° 10
- ponte sulla S.P. n° 35

Tratto che va dalla confluenza Gela - Maroglio fino alla foce:

- viadotto sulla superstrada Siracusa - Agrigento
- linea ferroviaria Gela-Catania
- ponti sulla S.S. n° 115 (Sud Occidentale Sicula) e sue diramazioni di penetrazione nell'abitato di Gela (ponte n°1, n°2 e n°3)
- ponte sulla strada a lungomare della città

In ITR191_077_I_MONOGRAFIA sono riportati gli stralci cartografici con l'ubicazione degli attraversamenti considerati e le relative schede identificative.

Opere di sistemazione idraulica

Lungo l'asta fluviale del fiume Gela, nel tratto studiato, esistono opere di sistemazione idraulica di discreta rilevanza. In particolare si può segnalare:

- il tratto protetto da arginature golenali che si estende da Ponte Olivo fino all'antica diga di Grotticelli (1563), che tuttora funge da traversa di presa, con un salto a valle di circa 4 m; lo sviluppo complessivo è di circa 2 km.
- il successivo tratto a valle, fino alla confluenza del F. Maroglio, con sviluppo di circa 5 km, regolarizzato e stabilizzato mediante numerose briglie a raso, che definiscono una sezione mista di larghezza complessiva di 41,50 m, con una savanella centrale, profonda 2,50 m e larga 11,00 alla base e 16,00 in sommità, e piani golenali simmetrici di 11,00 m, delimitati da scarpata alta 2,50 m;
- il tratto finale fino al mare, dello sviluppo di circa 3 km, protetto a tratti da strutture di contenimento che assumono uno sviluppo significativo alla foce.

3.6. Verifiche Idrauliche

Nel presente studio è stata condotta la verifica idraulica di due tratti fluviali che riguardano il bacino del Gela, in particolare sono stati studiati:

- il tratto del tronco fluviale del F. Gela che inizia subito a valle della diga Disueri fino ad arrivare alla foce del fiume, per una lunghezza complessiva di circa 19 km. In questo tratto, nel modello idraulico utilizzato, sono stati distinti due tronchi ai quali sono stati applicati due valori di portata diversi (relativo ad ogni tempo di ritorno) per tenere conto della notevole variazione di portata che c'è prima e dopo la confluenza Gela -Maroglio.
- il tratto che inizia nel torrente Cimia, subito a valle della diga omonima, che poi confluisce nel F. Maroglio fino ad arrivare alla confluenza del F. Maroglio con il F.Gela, per una lunghezza complessiva di circa 15,5 km.

I valori delle portate al colmo di piena utilizzati sono quelli riportati in Tabella 3.7.

Tabella 3.7 Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per fissati tempi di ritorno, in corrispondenza delle sezioni, di chiusura, utilizzate per il calcolo idraulico.

Sezione di Calcolo	Superficie Drenata (km ²)	$Q_{t=50}$ (m ³ /s)	$Q_{t=100}$ (m ³ /s)	$Q_{t=300}$ (m ³ /s)
Sez. F.Maroglio subito a monte della confluenza Gela-Maroglio	248,82	542,40	653,00	833,00
Sez. F.Gela subito a monte della confluenza Gela-Maroglio	304,81	445,58	538,00	689,70
Foce fiume Gela	560,00	946,55	1140,30	1456,80

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 60 sezioni per il F. Gela e 17 per il F. Maroglio-Cimia. I risultati delle verifiche idrauliche sono riportate in forma tabellare ed in forma grafica, nelle sono riportati in ITR191_077_I_MONOGRAFIA.. 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 dell'area della sezione idrica.

Per il tratto del F. Gela studiato, per tutti i tempi di ritorno considerati, i valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati nella sezione 32 mentre i valori minimi si verificano nelle sezioni 56 (T=50; T=100) e 58 (T=300); per quanto riguarda la velocità media in alveo, il valore massimo si riscontra per un tempo di ritorno pari a 100 anni nella sez.18 mentre il valore minimo si ha nella sezione 32. In Tabella 3.7a 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 3.7a Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo (F. Gela)

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] <i>(n. sezione)</i>	Tirante idrico massimo [m] <i>(sezione n.)</i>	Velocità minima [m/s] <i>(n. sezione)</i>	Velocità massima [m/s] <i>(n. sezione)</i>
50	2,5	9,6	1,0	6,9
	(56)	(32)	(32)	(18)
100	2,9	10,0	1,0	7,3
	(56)	(32)	(32)	(18)
300	3,2	10,8	1,0	6,8
	(58)	(32)	(32)	(18)

Per il tratto del F. Maroglio-Cimia studiato, per tutti i tempi di ritorno considerati, i valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati nella sezione C15 mentre i valori minimi si verificano nella sezione C49; per quanto riguarda la velocità media in alveo, il valore massimo si riscontra per un tempo di ritorno pari a 50 anni nella sez.C34 mentre il valore minimo si ha nella sezione C30. In Tabella 3.7b 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 3.7b Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo (F. Maroglio-Cimia)

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	3,3	8,1	0,7	4,9
	(C49)	(C15)	(C30)	(C34)
100	3,7	8,3	0,8	3,7
	(C49)	(C15)	(C30)	(C49)
300	4,2	8,6	0,85	4,3
	(C49)	(C15)	(C30)	(C49)

Nello studio non è stata presa in considerazione, per carenza di dati, l'interazione fra la corrente fluviale ed il moto ondoso, fenomeno che solitamente riveste grande importanza per la corretta stima dei livelli idrici che si determinano durante le piene nel tratto terminale dell'asta fluviale.

3.7. Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili

La pericolosità "P", identificata con l'area inondata, è stata valutata seguendo la "metodologia semplificata", in funzione del solo tempo di ritorno e, precisamente, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi tabella 3.8).

Tabella 3.8 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 studio.

3.8. 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 nei centri abitati e nuclei abitati

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 come effettiva presenza di abitanti.

Elementi coinvolti per $Tr=50$ anni

Centro abitato

Nessun centro abitato coinvolto

Nucleo abitato

Nessun nucleo abitato coinvolto

le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.9.

Tab. 3.9 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 50 anni bacino 077

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO/ (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
AREA ASI	ASI Gela	Si	
STRADA STATALE	SS 115	Si	
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	Via Dell'Acropoli – Via Falcone – Via G. Cascino – Bratella zona industriale – Sp n. 35 – SP n. 10	Si	
FERROVIA	Ferrovia Caltanissetta Xirbi – Siracusa Ferrovia Catania - Gela	Si	

Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr = 50 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tabella 3.9a sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità del dissesto 101-E-5FI-E01avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tab. 3.9a - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	6.35
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	23.73
1.4. Zone verdi artificiali non agricole	3.93
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	831.53

Elementi coinvolti per Tr=100 anni

Centro abitato

Zona ad est del centro abitato del comune di Gela a ridosso della zona industriale della città.

Nucleo abitato

Nessun nucleo abitato coinvolto

le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tab. 3.10

Tab.3.10 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 100 anni Bacino n. 77

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO	Zona ad est del Comune di Gela a ridosso della zona industriale	Si	41
AREA ASI	ASI Gela	Si	
STRADA STATALE	SS 115	Si	
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	Via Dell'Acropoli – Via Falcone – Via G. Cascino – Bratella zona industriale – Sp n. 35 – SP n. 10	Si	
FERROVIA	Ferrovia Caltanissetta Xirbi – Siracusa Ferrovia Catania - Gela	Si	

Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr =100 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tab. 3.11 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità del dissesto 101-E-5FI-E01 avente tempo di ritorno pari a 100 anni.

Tab.3.11 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0.01
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	8.74
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	30.95
1.4.1. Aree verdi urbane	4.99
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	842.25

Elementi coinvolti per Tr=300 anni

Centro abitato

Zona ad est del centro abitato del comune di Gela a ridosso della zona industriale della città.

Nucleo abitato

Nessun nucleo abitato coinvolto

le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tab. 3.12

Tab. 3.12 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni Bacino n. 77

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO/ (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO	Zona ad est del Comune di Gela a ridosso della zona industriale	Si	277.1
AREA ASI	ASI Gela	Si	
STRADA STATALE	SS 115	Si	
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	Via Dell'Acropoli – Via Falcone – Via G. Cascino – Bratella zona industriale – Sp n. 35 – SP n. 10	Si	
FERROVIA	Ferrovia Caltanissetta Xirbi – Siracusa Ferrovia Catania - Gela	Si	

Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr = 300 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tab. 3.13 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità del dissesto 101-E-5FI-E01 avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

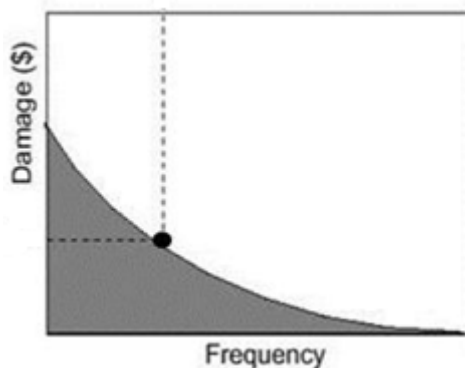
Tab. 3.13 Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 101-E-5FI-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	1.70
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	14.36
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	46.44
1.4.1. Aree verdi urbane	8.75
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	930.68

4. ANALISI 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.

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

¹Secondo 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.

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:

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

Le successive tabelle riassumono i valori del danno, espressi in €, in corrispondenza di ogni tempo di ritorno (50, 100 e 300 anni) e per ogni area di esondazione relativi al bacino idrografico del f. Gela e alle aree territoriale intermedie.

Tab.4.1.1 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=50 anni relativi alle aree di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del f. Gela

Codice esondazione	Denominazione corso d’acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€ / m²)	Danno (€)
077	Fiume Gela e il suo affluente F. Maroglio dalle dighe fino alla foce	Seminativi in aree non irrigue	8.315.289	0,63	5.238.632
077		Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	63.495	309	19.619.987
077		Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	237.297	475,5	112.834.538
				Totale	137.693.157

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

Tab.4.1.2 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=100 anni relativi alle aree di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del f. Gela

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m ²)	Danno unitario (€ / m ²)	Danno (€)
077	Fiume Gela e il suo affluente F. Maroglio dalle dighe fino alla foce	Zone residenziali a tessuto continuo	133	618	82.429
077		Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	87.442	309	27.019.579
077		Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	309.521	475,5	147.177.149
077		Seminativi in aree non irrigue	8.422.524	0,63	5.306.190
				Totale	179.585.347

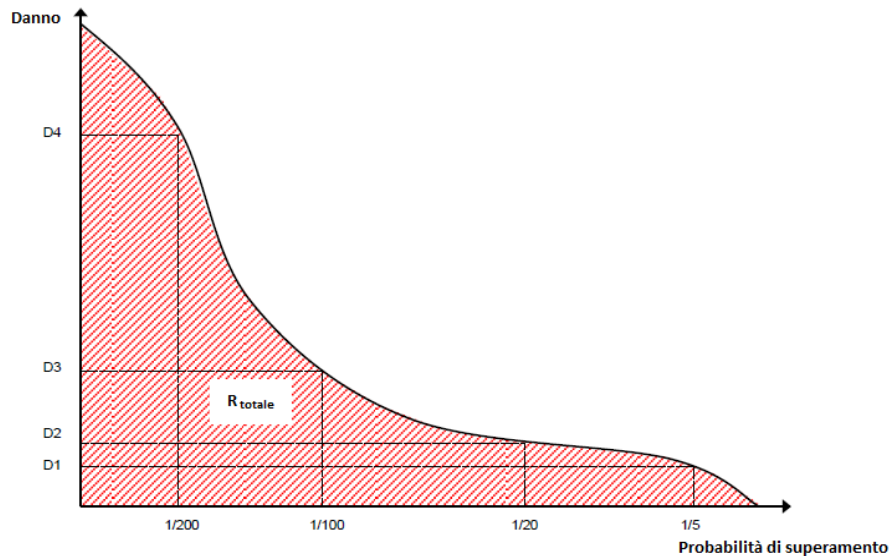
Tab. 4.1.3- Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=100 anni relativi alle aree di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del f. Gela

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m ²)	Danno unitario (€ / m ²)	Danno (€)
077	Fiume Gela e il suo affluente F. Maroglio dalle dighe fino alla foce	Zone residenziali a tessuto continuo	16.978	618	10.492.532
077		Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	143.601	309	44.372.610
077		Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	464.413	475,5	220.828.597
077		Seminativi in aree non irrigue	9.306.807	0,63	5.863.288
				Totale	281.557.027

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:

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

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

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

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

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. Pollina (026).

Tab. 4.2 Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del f. Pollina (026)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	D(P₅₀) (€)	D(P₁₀₀) (€)	D(P₃₀₀) (€)	Danno atteso medio annuo (€)
026-E01	Fiume Gela	137.693.157	179.585.347	281.557.027	

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 quella operato con le misure del Piano di gestione del Distretto idrografico di cui alla 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	Misura 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 floodproofing)	Non strutturali
	Attività di 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

Tab 5. 2 Misure di protezione

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
Protezione	Gestione naturale delle piene a livello locale e/o di bacino	ridurre le portate nella rete di drenaggio naturale o artificiale, potenziamento della capacità d'infiltrazione, realizzazione e/o ripristino dei sistemi naturali per aiutare il flusso lento e la ritenzione delle acque e infrastrutture verdi o blu	Non strutturali

Tabella 5. 3 - Misure di preparazione e di protezione civile

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
3 Preparazione e protezione civile	3.1 Previsione e allertamento	3.1.1 Centro funzionale (monitoraggio sorveglianza allertamento)	Non strutturali
		3.1.2 Sistemi di allerta	Non strutturali
		3.1.3 Presidio territoriale	Non strutturali
	3.2 Riduzione delle portate di al colmo tramite piani di Laminazione delle piene degli invasi		Non strutturali
	3.3 Piani di emergenza	3.1.4 Piani di protezione civile	Non strutturali
	3.4 Sensibilizzazione		Non strutturali
3.5 Formazione		Non strutturali	