

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.10 - Bacino Idrografico del Fiume Milicia

Monografia di Bacino

Novembre 2015

PREMESSA.....	3
1 AMBIENTE FISICO	4
1.1 Inquadramento geografico e amministrativo.....	4
1.2 Morfologia.....	5
1.3 Idrografia.....	6
1.3.1 L'asta principale.....	6
1.3.2 Descrizione dei principali sottobacini.....	7
1.4 Uso del suolo.....	7
1.5 Cenni di climatologia	8
1.5.1 Stazioni.....	8
1.5.2 Regime termico.....	9
1.5.3 Regime pluviometrico.....	9
2 CRITICITÀ ESISTENTI.....	10
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia.....	10
2.2 Siti d'attenzione e pericolosità idrauliche non studiate.....	12
3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO DEL FIUME MILICIA.....	13
3.1 Analisi Territoriale	13
3.2 Studio Idrologico.....	15
3.3 Studio Idraulico	23
3.3.1 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua	23
3.3.2 Verifiche Idrauliche	24
3.4 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili.....	25
3.5 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulico.....	27
3.5.1 Elementi coinvolti per Tr=50 anni (Fiume Milicia)	27
3.5.2 Elementi coinvolti per Tr=300 anni (Fiume Milicia)	28
4 ANALISI ECONOMICA DEL DANNO ATTESO.....	30
4.1 Metodologia di valutazione economica del danno atteso.....	30
4.2 Valutazione del danno economico atteso medio annuo	32
5 LE MISURE DI PIANO	34

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. Milicia.

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 349 del 14 ottobre 2013 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 bacino idrografico del Fiume Milicia ricade nel versante settentrionale della Sicilia; esso si estende per circa 127 Km² e ricade interamente nel territorio provinciale di Palermo.

Geograficamente il bacino si sviluppa tra la dorsale di Monte Cane (a est) e i centri abitati di Godrano (a sud), Bolognetta (a ovest) e Casteldaccia (a nord); dal punto di vista idrografico, invece, esso confina ad est con l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Milicia e il bacino del Fiume San Leonardo, a sud-est e a sud con il bacino del Fiume San Leonardo, a ovest con l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Milicia e il bacino del Fiume Eleuterio e a sud-ovest, infine, con il bacino idrografico di quest'ultimo corso d'acqua.

A partire dalla foce la linea spartiacque che delimita il bacino in esame si sviluppa ad oriente lungo il perimetro orientale dell'abitato di Altavilla Milicia e prosegue per le vette di M. Cicio, Pizzo Savochetto, Pizzo Cane, Pizzo Montalbano e Pizzo della Trigna; sempre ad oriente, la displuviale prosegue ancora lungo Portella di Ventimiglia e Cozzo San Filippello.

A sud, procedendo da est verso ovest, lo spartiacque si sviluppa lungo la dorsale delle Serre di Capezzagna e prosegue per Pizzo Avvoltoio e Cozzo di Ferro, fino a curvare in corrispondenza delle pendici nord-orientali di Torre del Bosco.

Ad occidente, invece, la linea spartiacque attraversa Cozzo Quattro Finaite, Portella Borgazzo, Monte Balatelle e il centro abitato di Bolognetta, proseguendo per Cozzo Scozzari e Monte Dagariato e formando una cuspide in corrispondenza di Portella dell'Acqua.

Lo spartiacque procede ancora a nord per Cozzo Brogna e si sviluppa più o meno ortogonalmente alla costa fino a chiudere, infine, in corrispondenza della foce, localizzata a pochi chilometri di distanza dagli abitati di Altavilla Milicia e Casteldaccia.

La forma del bacino idrografico del F. Milicia è sub-circolare, con una pronunziata appendice settentrionale che si estende in direzione N-NE dalla foce verso la zona montana. Il bacino raggiunge la sua massima ampiezza nel settore meridionale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce progressivamente, fino a qualche centinaio di metri in corrispondenza della foce.

Il bacino idrografico del Fiume Milicia ricade interamente nel territorio della provincia di Palermo ed è compreso nei fogli n 595 Bagheria e n 608 Caccamo della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

Per quanto riguarda le C.T.R. in scala 1:10.000 l'area in studio ricade nelle seguenti 11 sezioni:

595110 – 595140 – 595150 – 608020 – 608030 – 608050 – 608060 – 608070 – 608080 – 608100 – 608110.

All'interno del bacino ricadono i territori comunali dei seguenti comuni: Altavilla Milicia, Baucina, Bolognetta, Casteldaccia, Cefalà Diana, Marineo, Ventimiglia di Sicilia e Villafrati. In particolare, dei nove comuni suddetti, quelli il cui centro abitato ricade all'interno del bacino sono: Baucina, Bolognetta, Cefalà Diana e Villafrati.

All'interno del bacino e dell'Area Territoriale tra il Bacino del F. Milicia e il Bacino del F. San Leonardo sono presenti alcune aree naturali protette: la Riserva Naturale Orientata di Monte Cane e Grotta Affamata e quella di Pizzo Chiarastella; la prima occupa parte dei territori comunali di Baucina, Ventimiglia di Sicilia, Casteldaccia e Altavilla Milicia mentre la seconda ricade nei territori comunali di Cefalà Diana e Villafrati.

Tabella 1.1- Territori comunali ricadenti nel bacino del F. Milicia.

COMUNE	RESIDENTI (dati ISTAT 2011)	AREE			Centro abitato ricadente nel bacino
		A_{Tot} [km ²]	$A_{nelbac.(area)}$ [km ²]	$A_{nelbac.(area)} / A_{Tot}$ [%]	
Altavilla Milicia	7.429	23,66	2,10	8,87	NO
Baucina	2.014	24,34	23,89	98,15	SI
Bolognetta	3.932	27,54	22,76	82,64	SI (parz)
Casteldaccia	10.884	33,91	12,85	37,89	NO
Cefalà Diana	1.007	9,02	8,44	93,57	SI
Marineo	6.779	33,37	13,92	41,71	NO
Ventimiglia Sicilia	2.080	26,67	17,54	65,77	NO
Villafrati	3.377	25,57	25,03	97,89	SI
TOTALE	37.502	204,08	126,53	62	

1.2 Morfologia

Il bacino del Fiume Milicia presenta una morfologia piuttosto accidentata a causa della quale i segmenti fluviali di ordine minore, corrispondenti ai tratti iniziali dei singoli corsi d'acqua, hanno un elevato gradiente di pendio e il reticolato idrografico a cui danno luogo è di tipo sub-dendritico; i segmenti di ordine maggiore che scorrono nei fondovalle, invece, hanno spesso percorso sinuoso, tendente a meandriforme, e denunciano, quindi, bassi gradienti di pendio.

Come già detto, il bacino del Fiume Milicia si presenta morfologicamente piuttosto accidentato; esso è quasi privo di pianure, fatta eccezione per alcuni "pianori" localizzati nella sua porzione meridionale; viceversa, numerosi sono i rilievi che raggiungono modeste altitudini. Tra di essi ricordiamo: a est Pizzo Trigna (m. 1.257), Pizzo Cane (m. 1.006) e Pizzo Finocchiaro (m. 991); a sud-est Monte Carrozza (m. 747); a sud Serra Capezzana (m. 688); a sud-ovest Cozzo Sant'Angelo (m. 686) e ad ovest Monte Dagariato (m. 438) e Cozzo Balatelle (m. 541); all'interno del bacino, invece, spiccano le vette di Monte Corvo (m. 494), Cozzo Mangiatorello (m. 620), Cozzo Cavallo (m. 681), Pizzo Chiarastella (m. 658) e Cozzo Chiarello (m. 612).

Analizzando la distribuzione e le pendenze delle aste fluviali che costituiscono il reticolo idrografico sviluppatosi nelle aree territoriali adiacenti al bacino del Fiume Milicia e, soprattutto, all'interno di quest'ultimo, si può asserire che esso si sia evoluto fino ad uno stadio di erosione fluviale "mediamente senile" poiché si presenta mediamente gerarchizzato, anche se sicuramente disorganizzato.

La presenza di un reticolato idrografico discretamente sviluppato contribuisce fortemente alla genesi di fenomeni di dissesto idrogeologico; infatti, all'interno delle aree oggetto di studio risultano molto diffusi i fenomeni franosi generati dai processi erosivi e dal ruscellamento superficiale delle acque piovane. Quest'ultimo, dando luogo alla formazione di rivoli e solchi, causa la denudazione dei versanti, specialmente laddove affiorano litologie a prevalente frazione argillosa; tale condizione è più attenuata in corrispondenza delle aree territoriali, in virtù del fatto che in esse il reticolo idrografico è mediamente sviluppato.

L'erosione determina la disgregazione e la degradazione dei suoli agrari e delle porzioni affioranti delle formazioni geologiche; tali fenomeni sono particolarmente rilevanti nei territori comunali interessati da affioramenti prevalentemente terrigeni. In particolare, lungo il tratto dell'asta fluviale principale ricadente nei territori comunali di Casteldaccia, Bolognetta e Villafrati, i processi di erosione e denudamento sono piuttosto spinti e si manifestano con la generazione di morfosculture erosive sui versanti argillosi acclivi.

Il bacino mostra terreni mediamente a discreta pendenza. I processi franosi nell'area esaminata sono molto diffusi; essi contribuiscono e condizionano continuamente l'evoluzione morfologica dei versanti. Alcune zone, infatti, sono caratterizzate da movimenti franosi di notevoli dimensioni che periodicamente si rimobilitano; alcuni di tali movimenti, inoltre, sono molto complessi a causa dell'estrema eterogeneità geologica della zona.

In generale, la maggior parte delle fenomenologie franose ricade su terreni con frazione argillosa prevalente mentre nei complessi carbonatici la tipologia di dissesto prevalente è rappresentata da crolli e ribaltamenti.

1.3 Idrografia

1.3.1 L'asta principale

Il Fiume Milicia presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda, procedendo dalle sorgenti alla foce, lungo un percorso di diversi chilometri; esso, in corrispondenza dell'area meridionale del bacino, assume la configurazione ad "Y" in seguito alla diramazione in due bracci denominati Fiume Bagni e Vallone Buffa.

Il Fiume Milicia nasce nei pressi di Bosco Cappelliere, nel territorio comunale di Marineo; nei pressi di Cozzo Erbe Bianche, dopo aver ricevuto in sinistra idraulica le acque del Vallone Gruppara, assume il nome di Vallone Cefalà e successivamente di Fiume Bagni. Quest'ultimo, dopo la confluenza con il Fiume Buffa - nel territorio comunale di Villafrati, ad est di Portella Bordonaro - cambia nuovamente il proprio nome e assume quello di Fiume Mulinazzo. Esso scorre ad est del centro abitato di Bolognetta, alle pendici del crinale costituito da Cozzo Mangiatorello e Cozzo Pizzillo e ai pieni di quest'ultimo, dopo aver ricevuto in destra idraulica le acque del Vallone del Lupo, acquisisce definitivamente il nome di Fiume Milicia.

Il suddetto corso d'acqua scorre prevalentemente in direzione NNE-SSO e con andamento piuttosto meandriforme, indice della sua maturità evolutiva. Il suo reticolo idrografico appare ottimamente gerarchizzato, ma disorganizzato; il bacino, inoltre, è classificabile come mediamente disseccato.

Gli affluenti principali del Fiume Milicia sono numerosi ma quasi tutti di scarsa importanza; tra di essi quelli che meritano di essere citati sono soltanto due: il Vallone Buffa e il Vallone Sercia.

1.3.2 Descrizione dei principali sottobacini

Fiume Buffa: è localizzato nella zona meridionale del bacino del F. Milicia. L'affluente nasce alle pendici orientali di Cozzo Conigliera, nel territorio comunale di Cefalà Diana. Nel suo tratto di monte esso scorre con orientazione all'incirca est-ovest nel fondovalle localizzato fra i centri abitati di Cefalà Diana e Villafrati; alle pendici settentrionali di La Montagnola, invece, cambia bruscamente orientazione e scorre in direzione nord-sud fino a quando, ad est di Portella Bordonaro, confluisce con il Fiume Bagni dando origine al Fiume Mulinazzo.

Tra i piccoli affluenti del Fiume Buffa il più importante è il Vallone Cannizzaro; esso nasce alle pendici di Monte Falcone, alla periferia sud-occidentale del centro abitato di Baucina e si riversa nel Fiume Buffa in destra idraulica a nord-est di Casa Buffa.

Il reticolo idrografico del Fiume Buffa è di tipo subdendritico irregolare, soprattutto in prossimità della confluenza con il Fiume Mulinazzo.

Vallone Sercia: rappresenta l'affluente principale del Fiume Milicia. Il corso d'acqua nasce nel territorio comunale di Baucina, immediatamente a valle del centro abitato, in località Fruscillo dalla quale prende il nome nel suo tratto iniziale. Dopo aver attraversato il settore settentrionale del territorio comunale di Baucina, prosegue, sempre con orientazione NNO-SSE, segnando per buona parte il confine territoriale tra Bolognetta e Ventimiglia di Sicilia. Confluisce nel Fiume Milicia in destra idraulica nei pressi di Passo Garretta.

Il Vallone Sercia mostra un andamento abbastanza regolare e un pattern di drenaggio di tipo subparallelo asimmetrico, conseguenza della natura prevalentemente argillosa dei terreni attraversati.

Durante il suo lungo percorso il Vallone Sercia riceve le acque di numerosi corsi d'acqua minori che confluiscono in esso soprattutto in destra idraulica; essi raccolgono le acque provenienti dalle pendici occidentali della dorsale di Monte Cane e da monte verso valle i più importanti sono: il Vallone Suvarita, il Vallone Passo Mennula, il Vallone della Finaita e il Vallone Cugno dell'Uovo.

1.4 Uso del suolo

Per la descrizione dell'uso del suolo dell'area studiata è stata utilizzata la carta Corine Land Cover (CLC 2006).

Le *zone urbanizzate* si rinvengono in corrispondenza dei centri abitati e rappresentano una percentuale piuttosto bassa del territorio in esame poiché i suddetti agglomerati urbani sono, in generale (ad eccezione di Bagheria), centri a bassa densità abitativa e di dimensioni piuttosto limitate.

I *territori agricoli*, invece, ricoprono una vasta porzione del bacino e delle aree territoriali ad esso contigue. Essi comprendono i territori destinati a seminativo, ad oliveto, ad agrumeto e a legnose agrarie miste.

Le zone impiegate a *seminativo semplice* dominano nella parte centrale del bacino del Fiume Milicia.

Abbastanza comuni sono anche le zone dedicate ai *Sistemi colturali e particellari complessi*.

Gli *oliveti* sono piuttosto diffusi nel bacino del Fiume Milicia; essi, infatti, ricoprono il 22.69% dell'estensione areale delle aree in esame. In particolare, nel bacino del Fiume Milicia sono presenti

un po' in tutta l'area, con particolare riferimento alle sue estreme porzioni settentrionale e meridionale.

I boschi sono localizzati in aree piuttosto circoscritte. Essi sono stati distinti in *boschi a latifoglie* e *Boschi misti di conifere e latifoglie*. I primi sono localizzati esclusivamente nel settore occidentale del bacino, nel territorio comunale di Marineo.

Nella Tabella 1.2 vengono rappresentate le tipologie dell'uso del suolo e la loro distribuzione percentuale all'interno del Bacino del F. Milicia.

Tabella 1.2 Tipologia uso del suolo dell'area

Tipologia di uso del suolo	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0.83
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0.05
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	0.22
1.3.1. Aree estrattive	0.28
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	38.25
2.2.1. Vigneti	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	3.17
2.2.3. Oliveti	22.69
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	5.39
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	10.03
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	2.25
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.1.1. Boschi di latifoglie	1.54
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	1.5
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	6.64
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	7.17
4. ZONE UMIDE	
5. CORPI IDRICI	

1.5 Cenni di climatologia

Per definire il microclima del settore della Sicilia nord-occidentale nel quale ricade il territorio in esame sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno del territorio o limitrofe ad esso.

Le informazioni sono state ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

1.5.1 Stazioni

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

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

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
CAPO ZAFFERANO	1973-1994	Pluviometro	23	4217996N	371212E
CIMINNA	1973-1994	Termo-pluviometro	500	4195780N	372512E
RISALAIMI	1973-1994	Termo-pluviometro	203	4212542N	365459E

1.5.2 Regime termico

I valori medi della temperatura sono riportati nella Tabella 1.4

Tabella 1.4- Temperatura media mensile in gradi Celsius, per il periodo di osservazione 1973-1994

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
CIMINNA	8,7	8,9	10,6	12,7	17,3	21,4	24,4	24,4	21,7	17,9	13,1	10,0	15,9
RISALAIMI	11,4	11,5	13,2	15,2	18,7	22,2	25,1	25,2	22,7	19,5	15,1	12,4	17,7
MEDIA	10,0	10,2	11,9	13,9	18,0	21,8	24,7	24,8	22,2	18,7	14,1	11,2	16,8

1.5.3 Regime pluviometrico

I valori della piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1973-1994 sono riportati nella Tabella 1.5.

Tabella 1.5-Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1973-1994

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
CAPO ZAFFERANO	51,2	46,5	40,5	40,7	21,6	5,2	2,9	7,9	25,6	51,7	60,3	48,3	421,7
CIMINNA	70,9	81,3	64,9	60,3	29,1	13,1	5,5	15,5	28,5	76,9	75,8	82,0	632,7
RISALAIMI	92,0	102,9	80,9	71,3	29,3	8,3	2,2	14,3	40,8	74,9	96,6	97,0	744,3
MEDIA	71,4	76,9	62,1	57,4	26,7	8,9	3,5	12,6	31,6	67,8	77,6	75,8	599,6

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

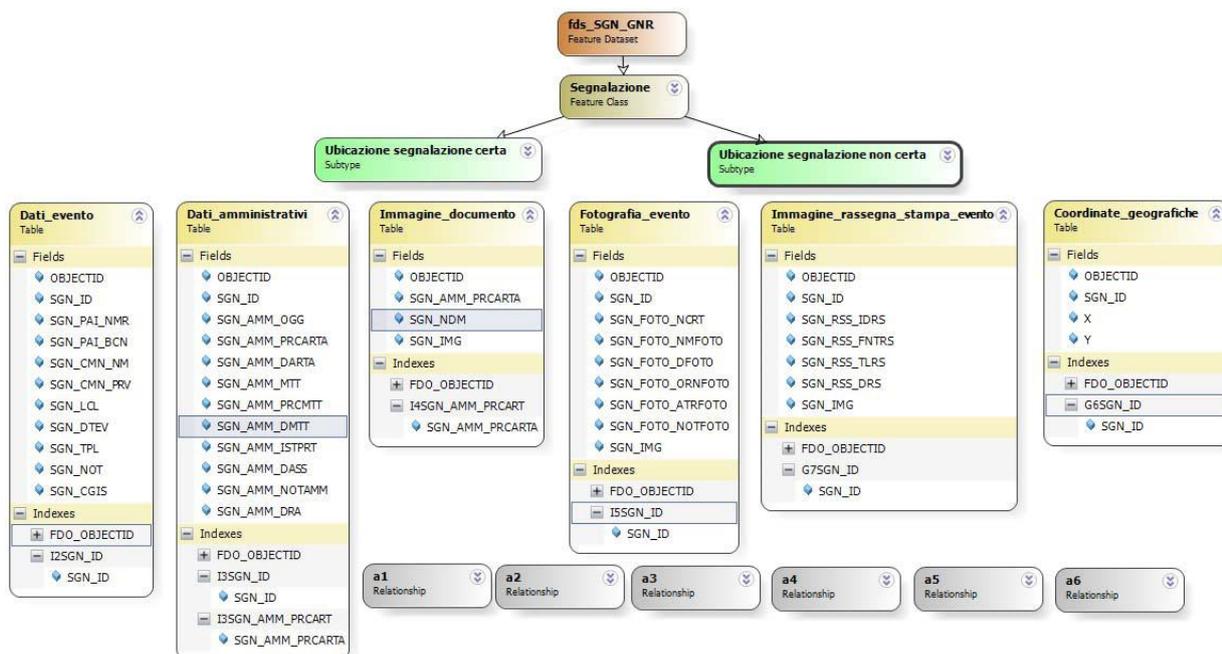
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

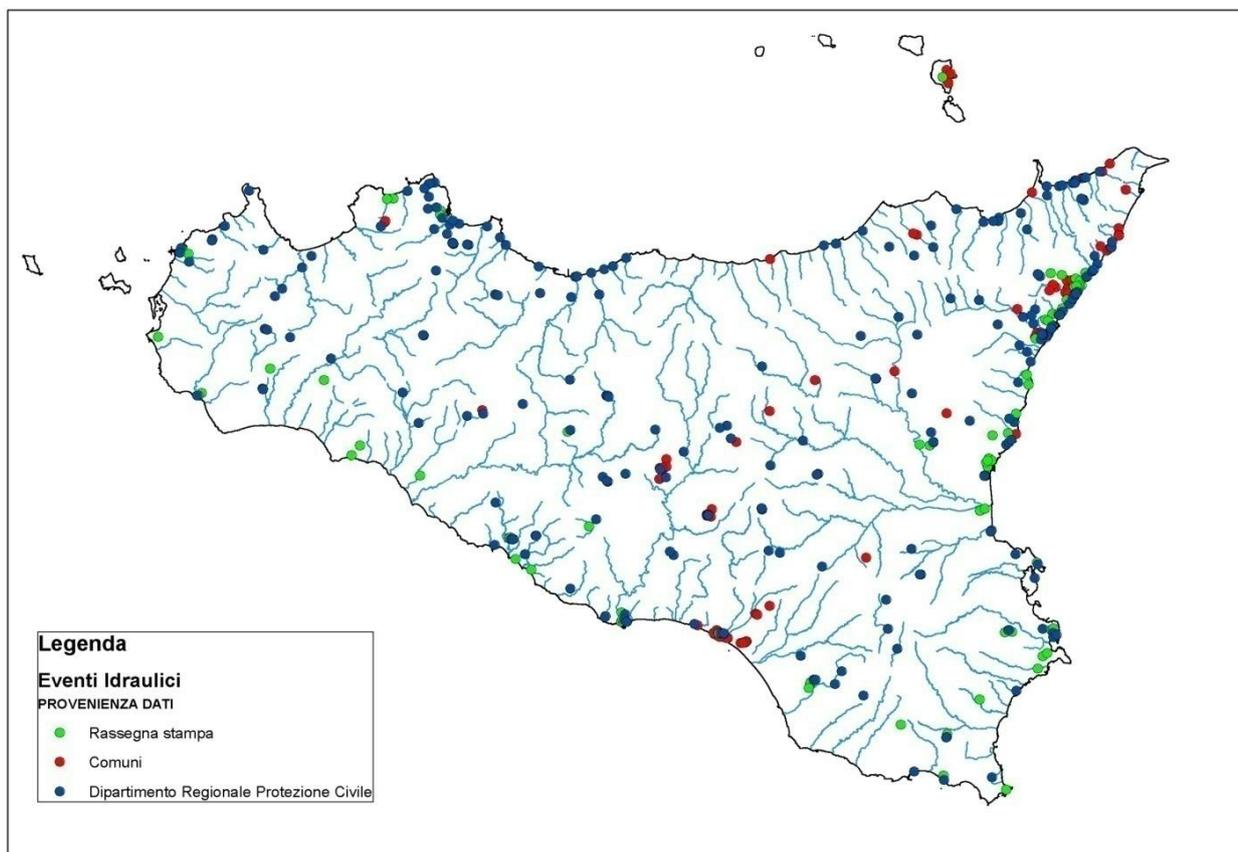
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo da parte di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

Figura 2.1- Struttura DB Eventi Sicilia e informazioni contenute



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

Figura 2.2- Distribuzione territoriale degli eventi idraulici



Nella Tabella 2.1 sono elencati i dissesti presenti nel censimento *DB Eventi Sicilia* e ricadenti nel bacino del F. me Milicia.

Tabella 2.1 Dissesti DB Sicilia ricadenti bacino del F. me Milicia

Codice identificativo segnalazione	Comune	Località	Data evento	Descrizione
PC-EI-035-6BU-001	Baucina	SP6, SP16 strade comunali e contrade varie	25.9.2009	Allagamento e deposito di detriti lungo le strade Disagi alla viabilità ed impossibilità ai proprietari a raggiungere i propri fondi
PC-EI-035-6BU-002	Baucina	Contrade S. Marco, Acquasanta, Acquafico, Margio, Salatino, Chiarello, Sercia, Cannizzaro, Quarto e Suvarita - SP6, SP16 strade comunali e contrade varie	15.1.2010	Dissesti ed allagamenti nel centro abitato e nella viabilità
PC-EI-034-6AT-001	Altavilla Milicia	Nei pressi della stazione ferroviaria lungo la SS 113	10.09.2010	Piogge violente

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 ricavati da studi le cui metodologie di esecuzione e i risultati ottenuti non sono stati ritenuti conformi ai contenuti richiesti dalla Direttiva Alluvioni.

Nella Tabella 2.2 sono elencati i dissesti classificati come "*sito d'attenzione*" e ricadenti nel bacino del F. Milicia.

Tabella 2.2 " Siti d'attenzione" ricadenti bacino Fiume Milicia

Codice Bacino	Comune	Località	Pericolosità
035-E02	Villafrati	F. me Buffa	Sito attenzione

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO DEL FIUME MILICIA

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente documento è stato utilizzato lo studio effettuato in sede di PAI in cui l'analisi territoriale del bacino 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, 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 reticolo idrografico si presenta molto semplice, con dei solchi o delle semplici linee di impluvio nelle quali confluiscono le acque di ruscellamento superficiale. Esso è caratterizzato da una serie di corsi d'acqua di importanza diversa che procedendo da NO verso SE sono denominati: vallone De Spuches, vallone Cefalà, vallone Casteldaccia, vallone Cubo, Fiume Milicia con i suoi affluenti più importanti F. Buffa e Vallone Sercia, Torrente S. Michele e vallone Burgio. Essi insieme ai loro tributari drenano le acque meteoriche e quelle provenienti dai rilievi calcarei delle zone più interne.

Il Fiume Milicia è il corso d'acqua più importante sia come sviluppo che come portata. Nel tratto terminale costituisce il confine tra i comuni di Casteldaccia ed Altavilla Milicia. I terrazzi di fondovalle, soprattutto negli ultimi chilometri prima della foce sono localmente interessati da aree urbanizzate che mantengono una densità comunque piuttosto bassa.

Il Fiume Milicia nasce nei pressi di Bosco Cappelliere in territorio di Marineo e lungo il suo percorso di circa 25 km riceve le acque di diversi affluenti. Tra i quali il F. Buffa nasce nei pressi del centro abitato di Godrano e confluisce in destra in territorio di Villafrati, il V.ne Sercia nasce a nord del centro abitato di Baucina e confluisce in destra presso Passo Garretta al confine tra il territorio di Bolognetta e di Casteldaccia; esso sfocia nel mar Tirreno a nord del centro abitato di Altavilla Milicia.

Il bacino idrografico del Fiume Milicia ricade nel versante settentrionale della Sicilia; esso si estende per circa 127 Km². Dal punto di vista amministrativo ricade interamente nel territorio della provincia di Palermo ed è compreso nei fogli n. 595 Bagheria e n. 608 Caccamo della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

Come mostrato in Figura 3.11'area in studio ricade nelle seguenti 11 sezioni CTR:

595110 – 595140 – 595150 – 608020 – 608030 – 608050 – 608060 – 608070 – 608080 – 608100 – 608110.

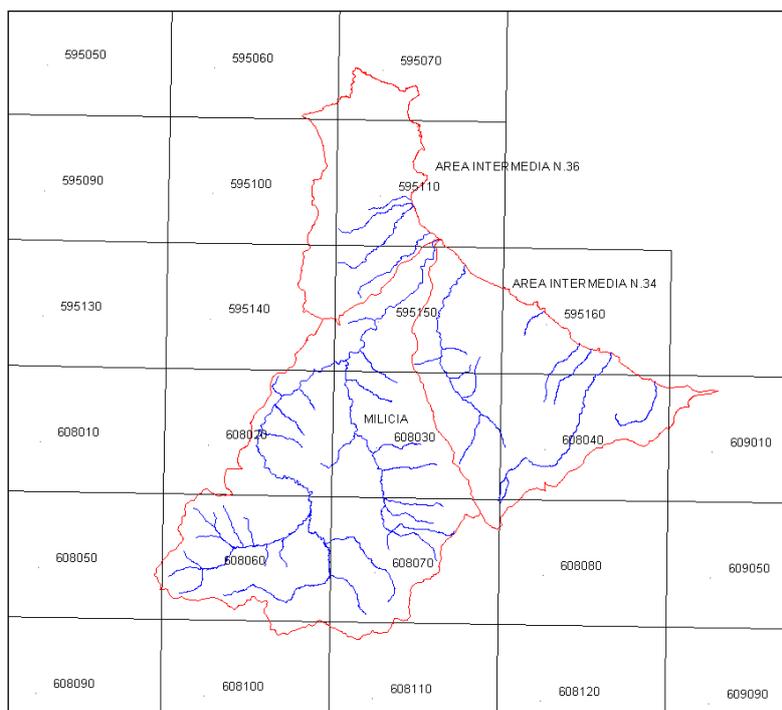


Figura 3.1 Sezioni CTR e limiti di bacino

All'interno del bacino ricadono i territori comunali dei seguenti comuni: Altavilla Milicia, Baucina, Bolognetta, Casteldaccia, Cefalà Diana, Marineo, Ventimiglia di Sicilia e Villafrati. Tra questi i centri abitati di Baucina, Bolognetta, Cefalà Diana e Villafrati ricadono all'interno del bacino.

Il bacino confina ad est con l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Milicia e il bacino del Fiume San Leonardo, a sud-est e a sud con il bacino del Fiume San Leonardo, a ovest con l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Milicia e il bacino del Fiume Eleuterio e a sud-ovest, infine, con il bacino idrografico di quest'ultimo corso d'acqua.

All'interno del bacino e dell'Area Territoriale tra il Bacino del F. Milicia e il Bacino del F. San Leonardo sono presenti alcune aree naturali protette: la Riserva Naturale Orientata di Monte Cane e Grotta Affamata e quella di Pizzo Chiarastella; la prima occupa parte dei territori comunali di Baucina, Ventimiglia di Sicilia, Casteldaccia e Altavilla Milicia mentre la seconda ricade nei territori comunali di Cefalà Diana e Villafrati.

Dall'analisi 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.

L'asta fluviale non è interessata da opere di sistemazione idraulica particolarmente importanti. I principali attraversamenti sono costituiti da ponti tubo, viadotti e ponti ferroviari.

In questa sede è stata analizzata prioritariamente l'area che da Passo Garretta raggiunge la foce del F. Milicia per una lunghezza complessiva di circa 9 km. In particolare, per il tratto del corso d'acqua da Passo Garretta, in prossimità della confluenza con il vallone Sercia, alla sezione in corrispondenza della località Ciandrotto (presso Balata Cicio), sono stati acquisiti i dati dedotti dallo "Studio per la verifica, delimitazione e classificazione del rischio idrogeologico e del dissesto idrogeologico" realizzato per la revisione del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Comune di Casteldaccia. A partire da tale sezione, per una lunghezza di circa 4 km, la disponibilità di

cartografia di dettaglio (scala 1:2000) unitamente alle rilevazioni di campagna ha consentito la modellazione del corso d'acqua e la successiva applicazione del modello monodimensionale di calcolo HEC-RAS per la delimitazione delle aree di inondazione.

L'area oggetto di tale studio è caratterizzata dalla presenza di numerosi elementi a rischio ed in prossimità della foce dagli insediamenti urbani di Casteldaccia, in sponda sinistra, ed Altavilla Milicia in sponda destra.

Il reticolo idrografico nel tratto in studio, ove si concentrano la maggior parte delle infrastrutture di trasporto, è attraversato in ordine da monte verso valle dall'autostrada A20 dalla Strada Statale 113 e dalla linea ferroviaria.

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 autunnale - invernale (da ottobre a febbraio). 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. All'interno del Bacino e delle aree territoriali limitrofe ricade la sola stazione pluviometrica di Capo Zafferano. Ai fini della analisi del regime pluviometrico i dati di tale stazione sono integrati da quelli forniti dalle stazioni termopluviometriche di Risalaimi (Misilmeri) e di Ciminna.

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'HydrologicEngineering 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.

Il bacino idrografico del F. Milicia, di estensione pari a circa 127 km², è stato suddiviso in 3 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 Figura 3.2 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 3.3 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HEC-GeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

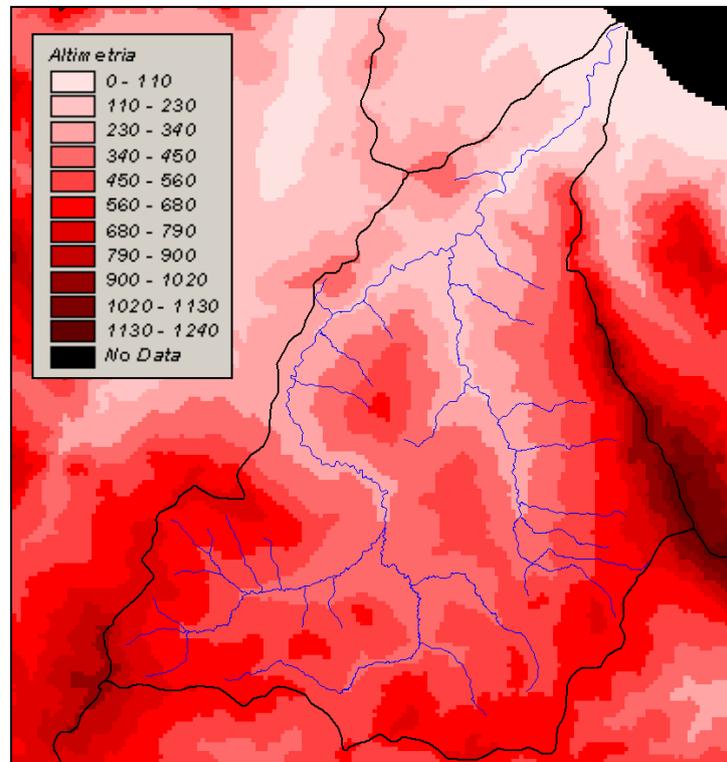


Figura 3.2 DEM (Digital Elevation Model) relativo al bacino idrografico del Fiume Milicia.

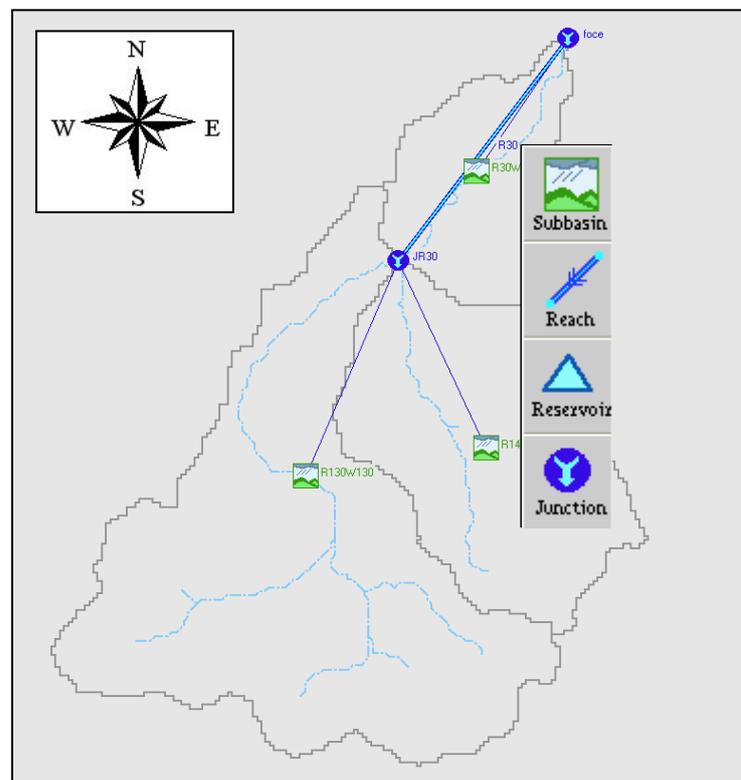


Figura 3.3 Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Milicia utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena

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 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 "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tabella 3.1) utilizzando il software Arc-View.

Nelle figure 3.4-3.6 sono riportate le carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" in corrispondenza del bacino in esame, in Figura 3.7 sono riportate le curve di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati e per i tre tempi di ritorno considerati.

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

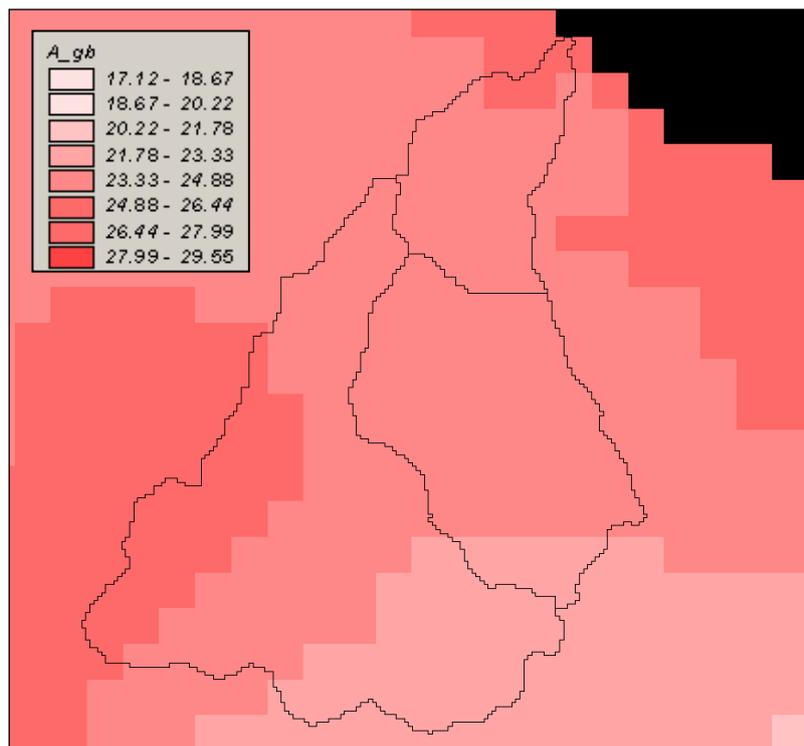


Figura 3.4 DTM relativo alla distribuzione del parametro "a" nel bacino idrografico del F. Milicia

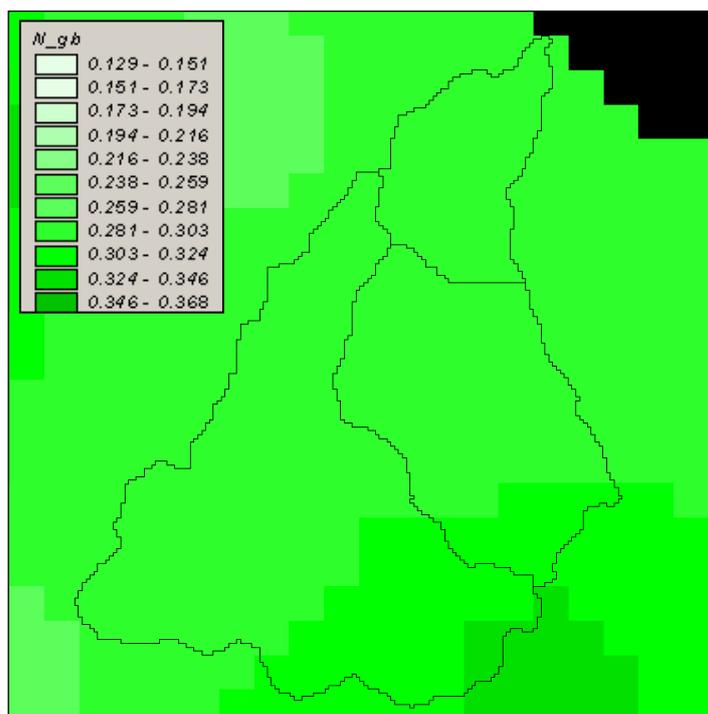


Figura 3.5DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nel bacino del F. Milicia

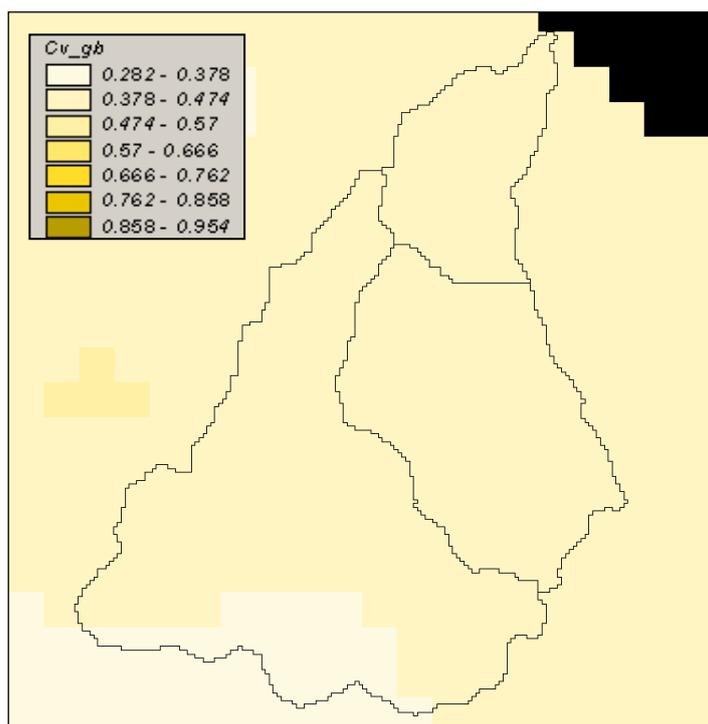


Figura 3.6DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del F. Milicia

Tabella 3.1 Valori medi areali dei parametri “a”, “n” e “CV” relativi al bacino del F. Milicia

Superficie totale (km ²)	a	n	CV
127	24.18	0.30	0.40

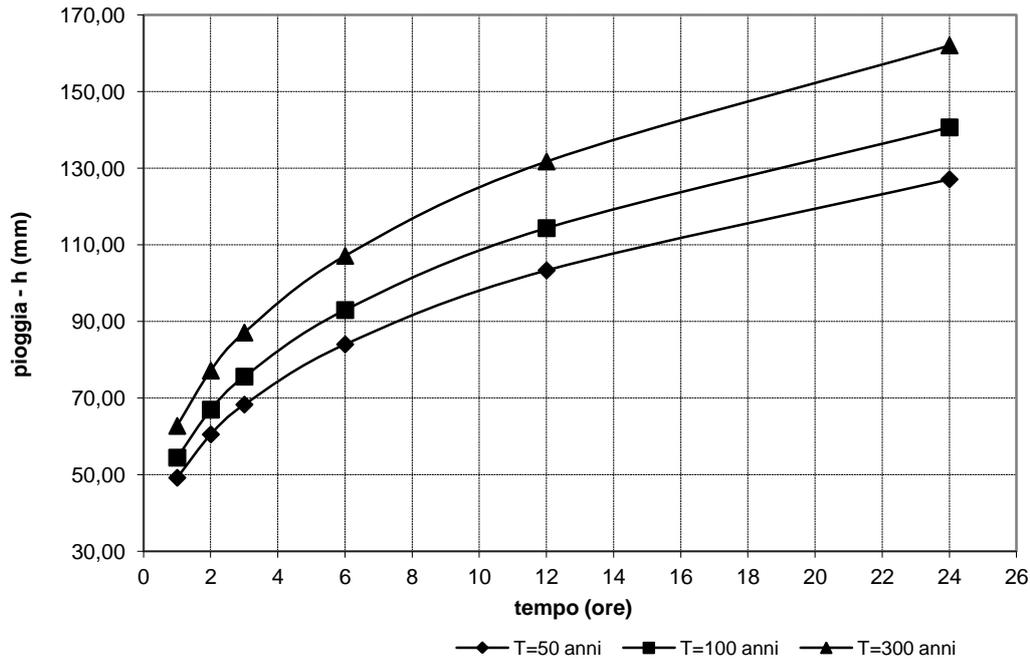


Figura 3.7 Curve di possibilità pluviometrica del bacino del F. Milicia per fissati tempi di ritorno

2. Calcolo della pioggia netta.

Per la determinazione della pioggia netta o deflusso superficiale è stato utilizzato il metodo SCS-Curve Number. Nella Figura 3.8la è riportata la distribuzione areale del valore CN per il bacino in studio.

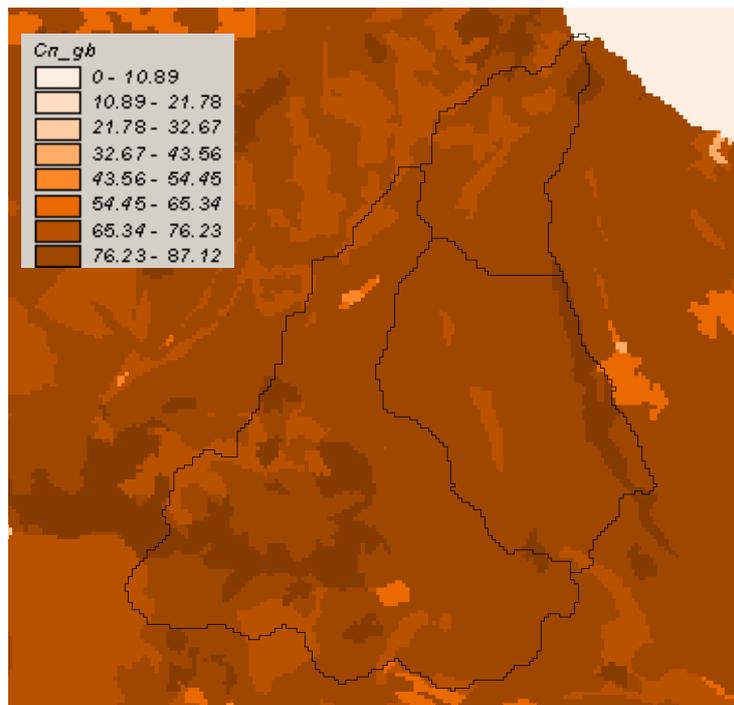


Figura 3.8DTM (Digital Terrain Model) relativo alla distribuzione del parametro “CN”

I valori medi di CN, relativi ai sottobacini considerati, sono riportati in Tabella 3.2.

Tabella 3.2 Valori medi del parametro CN per ogni sottobacino del Milicia

Sottobacino N°	Area (km²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	17.85	R30W30	79.3907
2	37.50	R140W140	81.7186
3	72.01	R130W130	80.6501

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 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 3.3). 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. 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 a circa 1,5 m/s.

Tabella 3.3 Valori del tempo di corrivazione di ogni sottobacino

Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	t _c (ore)
1	17.85	R30W30	2
2	37.50	R140W140	3
3	72.01	R130W130	4

In Figura 3.9 sono riportati gli idrogrammi di piena relativi alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce, per i tempi di ritorno considerati.

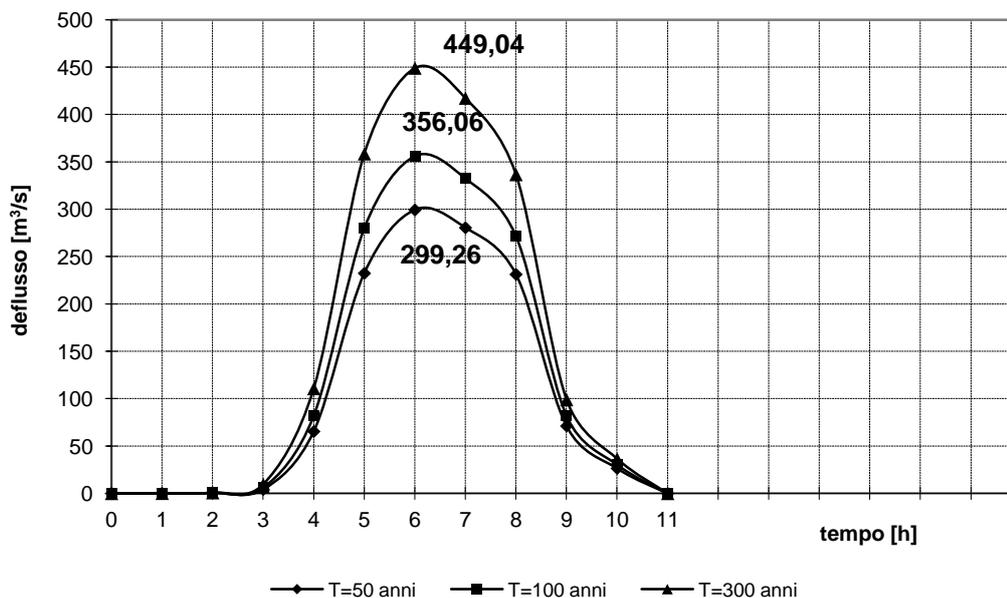


Figura 3.9 Idrogrammi di piena alla foce del F. Milicia, per fissati tempi di ritorno

In Tabella 3.4 sono indicati, per ogni sezione di chiusura dei sottobacini considerati, i valori delle massime portate al colmo di piena, mentre in Tabella 3.5 i valori in corrispondenza delle confluenze degli stessi sottobacini con l'asta fluviale principale.

Tabella 3.4 Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per fissati tempi di ritorno, relative ai sottobacini del F. Milicia

Sottobacino N°	Codice sottobacino HMS	Superficie (km²)	$Q_{t=50}$(m³/s)	$Q_{t=100}$(m³/s)	$Q_{t=300}$(m³/s)
1	R30W30	17.85	67.43	80.20	100.92
2	R140W140	37.50	166.04	195.94	244.18
3	R130W130	72.01	202.24	242.12	307.54

Tabella 3.5 Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per fissati tempi di ritorno, in corrispondenza di alcune sezioni del F. Milicia considerate nello schema di calcolo HMS.

Sezione di Calcolo N°	Codice sezione HMS	Superficie Drenata (km²)	$Q_{t=50}$(m³/s)	$Q_{t=100}$(m³/s)	$Q_{t=300}$(m³/s)
1	JR30	111.49	274.95	327.94	414.87
2	Foce	127	299.26	356.06	449.04

3.3 Studio Idraulico

Il bacino del F. Milicia è costituito da terreni prevalentemente argillosi della serie medio miocenica e della falda sicilide, appartenenti al Flysch Numidico. Nelle dorsali nord-orientale e sud occidentale del bacino sono presenti lembi estesi di formazioni rigide della serie calcarea mesozoica.

Il F. Milicia ha un percorso di circa 25 km, un'altitudine media di 458 m.s.m. e un'altitudine massima di 1.257 m.s.m. Esso riceve le acque di diversi affluenti, tra cui i più importanti confluiscono in destra idraulica, e sono il F. Buffa (confluisce in territorio di Villafrati) ed il Vallone Sercia (confluisce tra il territorio di Bolognetta e di Casteldaccia nei pressi di Passo Garretta).

I terrazzi di fondovalle, soprattutto negli ultimi chilometri prima della foce, ove il corso d'acqua rappresenta il confine comunale tra i Comuni di Casteldaccia ed Altavilla, sono localmente interessati da aree urbanizzate che mantengono una densità piuttosto bassa.

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-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 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 0,02 e 0,1 m^{1/3} s.

3.3.1 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.3.1.1 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 nell'area del bacino (tratto fluviale dalla sezione in corrispondenza della località Ciandrotto fino alla foce per una lunghezza complessiva di km 4) sono elencate di seguito:

- *Ponte tubo acquedotto Scillato*
- *Autostrada Palermo Catania (A19)*
- *Strada Statale n.113 Settentrionale Sicula*
- *Linea ferroviaria Palermo-Messina*

3.3.1.2 Opere di sistemazione idraulica

Le opere di sistemazione idraulica che interessano direttamente il fiume non sono particolarmente rilevanti. Lungo l'asta fluviale non esistono arginature di rilievo.

3.3.2 Verifiche Idrauliche

Nel presente studio è stata condotta la verifica idraulica del tratto fluviale dalla sezione in corrispondenza della località Ciandrotto fino alla foce per una lunghezza complessiva di km 4.

I valori delle portate al colmo di piena utilizzati sono quelli riportati in Tabella 3.6.

Tabella 3.6 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 (km²)	$Q_{t=50}$(m³/s)	$Q_{t=100}$(m³/s)	$Q_{t=300}$(m³/s)
Foce Fiume Milicia	127	299.26	356.06	449.04

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).

La modellazione del corso d'acqua per la simulazione idraulica è stata conseguita attraverso la definizione di 50 sezioni determinate a partire dalla cartografia in scala 1:2000 unitamente alle rilevazioni di campagna.

Per il tratto in studio, per tutti i tempi di ritorno considerati, il valore minimo del tirante idrico è stato riscontrato nella sezione 48 mentre il valore massimo si verifica nelle sezioni 1 (T=100; T=300) e 7 (T=50); per quanto riguarda i valori assunti dalla velocità in alveo, il valore massimo si riscontra per un tempo di ritorno pari a 300 anni nella sez.14. In Tabella 3.7 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.

I risultati delle verifiche idrauliche sono riportate in forma tabellare ed in forma grafica, in ITR191_034-035_I_MONOGRAFIA. La Tabella 3.7 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.

Tabella 3.7 Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo (F. Milicia)

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	1,85	5,60	1,1	6,45
	<i>(48)</i>	<i>(7)</i>	<i>(36)</i>	<i>(9)</i>
100	1,96	5,99	1,15	6,49
	<i>(48)</i>	<i>(1)</i>	<i>(36)</i>	<i>(9)</i>
300	2,04	6,63	1,19	7,36
	<i>(48)</i>	<i>(1)</i>	<i>(36)</i>	<i>(14)</i>

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.

3.4 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili

Nelle simulazioni eseguite con il software HEC-RAS, si è assunta l'ipotesi, come detto precedentemente, di condizioni di moto permanente e monodimensionale. Tale assunzione comporta, talvolta, l'approssimazione del risultato nei casi in cui si siano presenti estese aree pressoché pianeggianti all'esterno dell'alveo di un corso d'acqua. In particolare, nel presente studio si è scelto di mantenere la soluzione fornita dal modello di calcolo, individuando l'area di inondazione mediante la semplice intersezione della superficie liquida che si determina nell'alveo centrale del canale, con le curve di livello dell'area interessata. In tale situazione non si è dunque tenuto conto dei possibili effetti di laminazione della portata esondata, rallentata e/o trattenuta nell'area circostante l'alveo. Tuttavia tale risultato può senz'altro essere accettato, a vantaggio della sicurezza, come limite superiore degli eventi di esondazione con tempo di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni.

La pericolosità "P" (identificata con l'area inondata) è stata valutata, seguendo la "metodologia semplificata" in funzione del solo tempo di ritorno, ed in particolare, 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 inondabili 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. Le aree inondabili sono indicate nelle tavole, in scala 1:10.000, allegate alla presente relazione, denominate "Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione".

Tabella 3.9 Estensione delle aree soggette a pericolosità idraulica del Fiume Milicia.

T (anni)	P	N.	Aree (Ha)
50	P3 (elevata)	1	96.87
100	P2 (media)	0	0
300	P1 (moderata)	1	99.14

La perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili desunte dalle simulazioni effettuate con il software HEC-RAS ha interessato il tratto del tronco fluviale del F. Milicia che inizia in corrispondenza della sezione posta in prossimità di Balata Cicio fino ad arrivare alla foce del fiume, per una lunghezza complessiva di circa 4 km.

In tale tratto, la presenza di cartografia in scala 1:2000 e dei dati ottenuti a seguito di rilievi di campagna, di rilevamenti fotografici e di un'attenta analisi cartografica, ha consentito la modellazione idraulica del corso d'acqua.

I risultati dello studio idraulico evidenziano che, nel tratto più a monte, ove il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo più incassato, per tutte le condizioni studiate non sono state riscontrate particolari situazioni di esondazione. Nel tratto medio-vallivo a pendenza più modesta sono state individuate delle aree potenzialmente inondabili di estensione crescente all'aumentare del tempo di ritorno dell'evento di piena considerato. In tale tratto, per tutti i tempi di ritorno esaminati, il corso d'acqua non riesce a fare defluire all'interno dell'alveo le relative portate al colmo di piena, per cui le aree limitrofe ad esso risultano inondate.

Le aree in oggetto interessano a monte dell'attraversamento autostradale, in sinistra idraulica, il territorio Comunale di Casteldaccia nei pressi della zona denominata Dagale Cavallaro. L'asimmetria dell'area di allagamento, rilevabile in modo prevalente in destra idraulica, è determinata dalla presenza di un costone roccioso costituito dalle calcareniti pleistoceniche terrazzate sulle quali sorge il centro abitato di Altavilla Milicia. In tale zona il corso d'acqua presenta un'ansa che manifesta un processo di erosione che interferisce con un fronte di fabbricati prospicienti l'alveo.

In corrispondenza dei tre attraversamenti, in prossimità della foce, l'area di allagamento interessa i Comuni di Casteldaccia in sinistra idraulica e di Altavilla Milicia in destra idraulica, in una zona pressoché pianeggiante. Quest'ultima zona è contrassegnata dalla presenza di alcuni fabbricati e sedi stradali che in caso di evento alluvionale costituiscono vie preferenziali per il deflusso delle acque in esse incanalate e in tal modo concorrono alla delimitazione dell'area soggetta ad inondazione.

La carta della pericolosità (scala 1:10.000) è riportata in allegato al presente studio.

3.5 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulico

Di seguito si forniscono le informazioni sugli elementi a rischio interessati dalle aree di pericolosità in funzione del tempo di ritorno Tr .

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.

3.5.1 Elementi coinvolti per $Tr=50$ anni (Fiume Milicia)

L'analisi condotta ha evidenziato la parziale interferenza dell'area di allagamento con i centri abitati di Casteldaccia e del nucleo abitato di Altavilla Milicia in corrispondenza della parte terminale del corso d'acqua. La stessa non interferisce con la rete autostradale e statale che interseca a diverse quote il corso d'acqua. Per la verifica del sormonto dei rilevati stradali (viabilità secondaria) si rimanda ai contenuti della monografia nella quale sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche per i fissati tempi di ritorno.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.10

Tabella 3.10 Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per $Tr = 50$ anni - Fiume Milicia

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO/ (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO	CASTELDACCIA	SI	2
NUCLEO ABITATO	ALTAVILLA MILICIA	SI	11
NUMERO ABITANTI TOTALI (FONTE ISTAT 2011)			13
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)		SI	

3.5.1.1 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 3.11 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità idraulica 035-E01 con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tabella 3.11 Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 50$ anni Fiume Milicia

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0,34
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,28
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,83
2.2.2. Frutteti e frutti minori	56,53
2.2.3. Oliveti	30,68
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	7,73
4. ZONE UMIDE	
5. CORPI IDRICI	

3.5.2 Elementi coinvolti per $Tr = 300$ anni (Fiume Milicia)

Si confermano le considerazioni rassegnate con riferimento al corso d'acqua in oggetto per il tempo di ritorno di 50 anni.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.12

Tabella 3.12 Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per $Tr = 300$ anni - Fiume Milicia

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO/ (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO	CASTELDACCIA	SI	2

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO/ (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
NUCLEO ABITATO	ALTAVILLA MILICIA	SI	11
NUMERO ABITANTI TOTALI (FONTE ISTAT 2011)			13
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)		SI	

3.5.2.1 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 dalla cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tabella 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 035-E01 avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

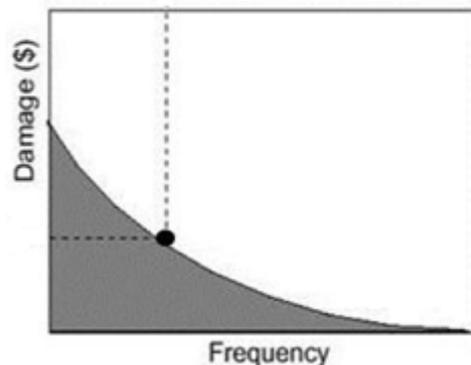
Tabella 3.13 Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 300$ anni Fiume Milicia

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0,34
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,28
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,83
2.2.2. Frutteti e frutti minori	58,80
2.2.3. Oliveti	30,68
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	7,73
4. ZONE UMIDE	
5. CORPI IDRICI	

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.

4.1 Metodologia di valutazione economica del danno 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

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.

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:

<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 all’Allegato “*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 areale di esondazione relativi al bacino idrografico del F. Milicia.

Tabella 4.1 Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=50 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F.me Milicia)

Codice esondazione	Denominazione corso d’acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€ / m²)	Danno (€)
035-E01	Fiume Milicia	Tessuto urbano continuo	3.426,31	618	2.117.462,48
035-E01		Tessuto urbano discontinuo	2.805,75	309	866.975,53
035-E01		Seminativi in aree non irrigue	8.338,01	0,63	5.252,95
035-E01		Frutteti e frutti minori	565.316,14	0,63	356.149,17
035-E01		Uliveti	306.782,89	0,63	193.273,22

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

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m ²)	Danno unitario (€ / m ²)	Danno (€)
				Totale	3.539.113,35

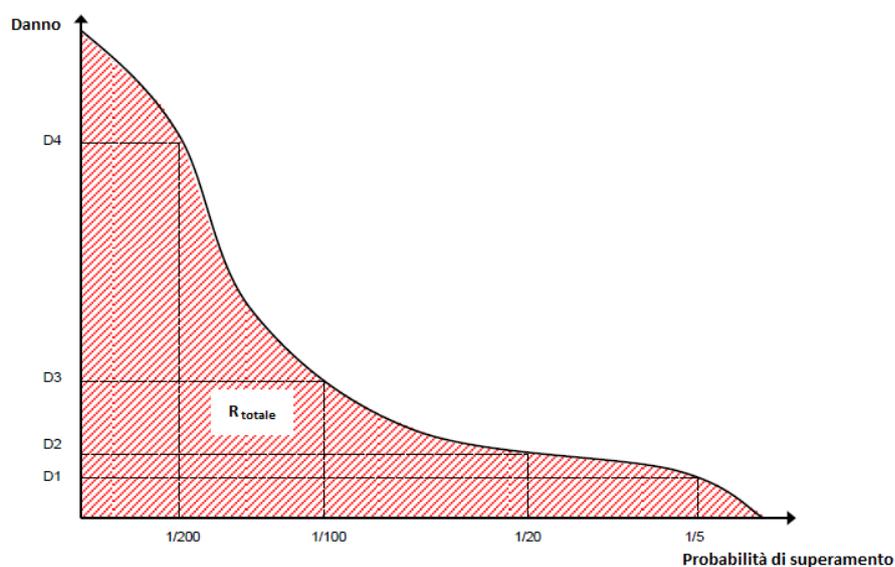
Tabella 4.2 Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=300 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F.me Milicia

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m ²)	Danno unitario (€ / m ²)	Danno (€)
035-E01	Fiume Milicia	Tessuto urbano continuo	3.426,31	618	2.117.462,48
035-E01		Tessuto urbano discontinuo	2.805,75	309	866.975,53
035-E01		Seminativi in aree non irrigue	8.338,01	0,63	5.252,95
035-E01		Frutteti e frutti minori	587.997,04	0,63	370.438,13
035-E01		Uliveti	306.782,89	0,63	193.273,22
				Totale	3.553.402,31

4.2 Valutazione del danno economico 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:

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

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

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

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 l' areale di esondazione ricadente nel bacino idrografico del F.me Milicia.

Tabella 4.3 Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F.me Milicia

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	D(P ₅₀) (€)	D(P ₁₀₀) (€)	D(P ₃₀₀) (€)	Danno atteso medio annuo (€)
035-E01	Fiume Milicia	3.539.113,35		3.553.402,31	29.599,46

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

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 ed è relativo ai 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	Misurare 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 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
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 Piani di emergenza	3.1.4 Piani di protezione civile	Non strutturali
	3.3 Sensibilizzazione		Non strutturali
	3.4 Formazione		Non strutturali