

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.13 - Bacino Idrografico del Fiume Nocella**

---

**Monografia di Bacino**

Novembre 2015

## Sommario

PREMESSA.....	3
1 AMBIENTE FISICO .....	4
1.1 Inquadramento geografico e amministrativo .....	4
1.2 Morfologia .....	6
1.3 Idrografia.....	6
1.4 Uso del suolo.....	7
1.5 Cenni di climatologia .....	8
1.5.1 Stazioni.....	8
1.5.2 Regime termico .....	8
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 IDRAULICOT. MARGIU-PILIERE.....	14
3.1 Analisi Territoriale.....	14
3.1.1 Studio Idrologico Sottobacino torrenti Margiu-Piliere .....	17
3.2 Studio Idraulico.....	20
3.2.1 Rilievi e Cartografia.....	21
3.2.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'alveo.....	21
3.2.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua .....	21
3.2.4 Verifiche Idrauliche .....	23
3.3 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili .....	26
3.4 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulicoTorrentiMargiu Piliere .....	26
3.4.1 Elementi coinvolti per Tr=50 anni (torrenti Margiu-Piliere).....	27
3.4.2 Elementi coinvolti per Tr=100 anni (torrenti Margiu-Piliere).....	28
3.4.3 Elementi coinvolti per Tr=300 anni (torrenti Margiu-Piliere).....	28
4 ANALISI ECONOMICA DEL DANNO ATTESO.....	30
4.1 Valutazione del danno atteso .....	30
4.2 Metodologia di valutazione del danno atteso.....	30
4.3 Valutazione del danno 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. Nocella.

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](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 gli 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 del Fiume Nocella è localizzato nella porzione nord-occidentale del versante settentrionale della Sicilia ed occupa una superficie di 99,82 Km<sup>2</sup>.

Il bacino ha una forma sub-rettangolare con diagonali orientate in senso NNW-SSE e E-W; i bacini e le aree territoriali con i quali confina, procedendo in senso orario, sono:

nel settore nord-occidentale

- Area territoriale tra Punta Raisi e il bacino del Fiume Nocella

nel settore nord-orientale

- Area territoriale tra il bacino del Fiume Oreto e Punta Raisi

nel settore sud-orientale

- Bacino del Fiume Oreto

nel settore sud-occidentale

- Area territoriale tra il bacino del Fiume Nocella e il bacino del Fiume Jato
- Bacino del Fiume Jato

Lo spartiacque del bacino, procedendo in senso orario dall'estremità settentrionale (Pizzo Pertuso, m 531 s.l.m.) verso est, si sviluppa lungo le cime di Cozzo Ciangio (m 587,6 s.l.m.), Cozzo della Loggia (m 614 s.l.m.), attraversa Portella d'Aurora e continua su Pizzo Montanello (m 963,7 s.l.m.), Pizzo Mediello (m 849,1 s.l.m.), Cozzo S. Venere (m 586,8 s.l.m.), Pizzo Barone (m 897,1 s.l.m.), Monte Saraceno (m 950,5 s.l.m.), Portella Mannara Porta, Cozzo Fontanazze (m 648,4 s.l.m.), Portella Impisu, Serra dei Cippi (m 812,8 s.l.m.), Portella Renne, Cozzo della Campana (m 900,3 s.l.m.), Portella Bianca, Monte Gibilmesì (m 1.151,1 s.l.m.).

Da qui, proseguendo verso ovest, lo spartiacque segue il Timpone Giordano, attraversa le Contrade Renda e Aglisotto, le cime di Cozzo Aglisotto (m 1.011,1 s.l.m.), Punte di Cuti (m 1.068,7 s.l.m.), Portella Cannavera, Punta della Vecchia (m 1.116,3 s.l.m.), Portella della Vecchia, Monte Platti (m 1.174 s.l.m.), la Contrada Platti soprano, Cozzo Secco (m 659,6 s.l.m.), Piano del Sardo, Monte Cesarò (m 474,8 s.l.m.); quindi passa attraverso la città di Partinico e prosegue verso la foce nella Piana omonima nelle Contrade Conigliera, Piano del Re e San Cataldo. Dalla foce del Fiume Nocella, prosegue in direzione nord in Contrada Pizzo Tondo nei pressi dello svincolo "Montelepre" dell'Autostrada A29 Palermo – Trapani, sulle cime di Cozzo Paterna (m 355 s.l.m.), La Terrazza (m 562,6 s.l.m.), Portella Fra Diana, Pizzo Paviglione (m 528 s.l.m.), taglia Monte Palmeto nel Piano dello Stagnone e prosegue fino alla sua estremità settentrionale attraverso Portella di Mircene e Portella Scalilla.

La quota più elevata si raggiunge all'interno del bacino in corrispondenza di una delle cime di Monte Platti (m 1.191,4 s.l.m.).

Dal punto di vista amministrativo, il bacino del Fiume Nocella ricade interamente nella Provincia di Palermo, all'interno dei territori comunali di 10 comuni.

In Tabella 1.1 si riporta l'elenco dei comuni ricadenti all'interno dell'area; il numero di residenti in ciascuno dei suddetti comuni si riferisce ai dati ISTAT riguardanti l'anno 2011.

**Tabella 1.1** - Territori comunali ricadenti nel bacino del Fiume Nocella

COMUNE	RESIDENTI (dati ISTAT 2011)	AREE			Centro abitato ricadente nel bacino
		A <sub>Tot</sub> [Km <sup>2</sup> ]	A <sub>nel bacino</sub> [Km <sup>2</sup> ]	A <sub>nel bacino</sub> /A <sub>Tot</sub> [%]	
Borgetto	7.021	25,95	19,73	76,03	Si
Carini	35.681	76,43	24,57	32,15	No
Cinisi	12.031	32,91	2,77	8,42	No
Giardinello	2.258	12,91	12,89	99,85	Si
Monreale	38.018	528,49	11,20	2,12	No
Montelepre	6.421	9,85	9,85	100,00	Si
Partinico	31.401	110,34	14,46	13,10	Si
Terrasini	11.985	19,85	2,14	10,78	No
Torretta	4.141	25,39	0,03	0,12	No
Trappeto	3.211	4,15	0,56	13,49	No
<b>TOTALE</b>	152.168	846,27	98,20	11,60	4

Le principali infrastrutture di trasporto ricadenti parzialmente o interamente all'interno del bacino e dell'area in esame sono le seguenti:

- Autostrada A29 (Palermo – Mazara del Vallo)
- Strada Statale n. 113 (setteentrionale sicula)
- Strada Statale n. 186 (di Monreale)
- Strada Statale n. 187 (di Castellammare del Golfo)
- Linea ferroviaria Palermo – Trapani
- Numerose strade provinciali
- Diversi tratti delle reti di acquedotti ed elettrodotti

Per quanto riguarda le aree protette, il bacino del Fiume Nocella comprende parte della Zona di Protezione Speciale (ZPS) di “Montagna Longa – Pizzo Montanello” e parte dei Siti di Interesse Comunitario (SIC) di “Raffo Rosso, Monte Cuccio e Vallone Sagana” e “M. D’Indisi, Montagna dei Cavalli, Pizzo Potorno e Pian del Leone”.

La rappresentazione cartografica del bacino in esame è individuata dalla seguente cartografia:

I.G.M. in scala 1:50.000 (1 foglio):n. 594 – Partinico

C.T.R. in scala 1:10.000 (7 sezioni):594060 – 594070 – 594090 – 594100 – 594110 – 594140 – 594150.

## **1.2 Morfologia**

All'interno del bacino si possono distinguere tre ambienti morfologici diversi: uno montuoso, uno collinare ed uno pianeggiante.

L'ambiente montuoso è caratterizzato da rilievi di natura carbonatica che fanno parte dell'estremità occidentale dei Monti di Palermo; tali rilievi raggiungono altitudini anche superiori ai 1.000 metri s.l.m., presentano versanti molto acclivi, forme aspre e accidentate, frequenti rotture di pendenza, vallate incassate e rettilinee spesso impostate su linee di dislocazione tettonica.

La zona montuosa è localizzata per lo più in corrispondenza dello spartiacque del bacino ed è costituita esclusivamente da litotipi rigidi, sui quali l'agente morfodinamico principale è rappresentato dall'erosione sul fondo e dal trasporto solido delle acque incanalate; tale azione erosiva dà origine a valli con profili trasversali a V e displuviali rappresentate da creste ben definite.

L'ambiente collinare si sviluppa alle pendici dei rilievi che orlano la valle del Fiume Nocella fino a raccordarsi con la Piana di Partinico.

Nell'ambiente pianeggiante costiero affiorano esclusivamente depositi calcarenitici, con pendenze inferiori al 10%, sui quali il fiume ha inciso una valle stretta e profonda, creando delle ripe di erosione fluvio-torrentizia, specialmente nell'ultimo tratto del suo corso dove sviluppa un andamento a meandri incassati.

Il bacino del Fiume Nocella presenta uno stadio di evoluzione che può definirsi nel complesso giovanile, ovvero il corso d'acqua espleta un'intensa azione erosiva ed è caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico, discretamente gerarchizzato.

## **1.3 Idrografia**

Il Fiume Nocella presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda lungo un percorso di circa 18 Km, orientato per un breve tratto iniziale in direzione SSW-NNE, in un tratto intermedio, più lungo, in direzione SE-NW, per proseguire, infine, con andamento abbastanza rettilineo, in direzione ESE-WNW fino alla foce.

Il Fiume Nocella nasce alle pendici orientali di Punta della Vecchia ad una quota di circa 1.000 m s.l.m. in territorio comunale di Monreale e nel suo tratto iniziale prende il nome di Lavinaio Calosello.

Nei pressi del Ponte di Sagana, continua il suo percorso, cambiando leggermente direzione, con il nome di Canale De Simone, scorrendo inizialmente entro una valle stretta e incassata tra la dorsale Pizzo d'Acì – Montagna Lunga di Sagana, che ne costituisce il versante destro, e Cozzo Cicero – Cozzo del Tauro, che ne rappresentano il versante sinistro.

Alla confluenza, in destra idraulica, con il Vallone Margi, assume la denominazione definitiva di Fiume Nocella, procedendo verso la foce con andamento a luoghi meandriiforme sui terreni argilloso-marnosi del Flysch Numidico, segnando il confine prima tra i territori comunali di Partinico e Carini, fino alla confluenza, in destra idraulica, con il Vallone Paterna, poi tra i territori comunali di Partinico e Terrasini fino alla confluenza, in sinistra idraulica, con Fosso Raccuglia e, infine, tra i territori comunali di Trappeto e Terrasini, fino alla foce che si sviluppa tra Cala dei Muletti e il nucleo abitato di San Cataldo (Trappeto) nei pressi di Torre San Cataldo.

Il Fiume Nocella è caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico, discretamente gerarchizzato, maggiormente sviluppato in destra idraulica, dove il territorio presenta una morfologia prevalentemente montuosa e collinare.

Gli affluenti principali del Fiume Nocella in destra idraulica sono Vallone dei Cippi – Vallone Malpasso – Vallone Margi, Vallone Margiu e Vallone Donnasture– Vallone Paterna, proseguendo da est verso ovest, dallo spartiacque alla foce.

In sinistra idraulica, l'unico affluente di rilievo è il Fosso Sardo – Fosso Raccuglia, che attraversa un territorio caratterizzato da una morfologia prevalentemente pianeggiante.

## 1.4 Uso del suolo

Per la descrizione dell'uso del suolo dell'area studiata è stata utilizzata la carta Corine Land Cover (CLC). I dati estratti sono riportati nella tabella seguente.

Il quadro vegetazionale del bacino del Fiume Nocella appare abbastanza diversificato e si caratterizza per la tipica vegetazione mediterranea presente in corrispondenza dei numerosi affioramenti rocciosi che si trovano a ridosso della fascia costiera. Nel paesaggio agrario dominano le aree coltivate ad agrumi e a seminativi. Tra le colture arboree specializzate si riscontra anche l'olivo.

Le aree urbanizzate a tessuto denso, con annesse numerose contrade, interessano i centri abitati dei comuni di Borgetto, Giardinello, Montelepre, Partinico, ed occupano una percentuale alquanto estesa del bacino e delle aree limitrofe.

Il paesaggio agrario conquista la percentuale più vasta nel resto del territorio in esame.

Le coltivazioni più diffuse sono attribuibili alle seguenti tipologie colturali:

- **Agrumeto.** Si riscontra lungo tutta la fascia costiera e nelle aree prossime alla costa. Si tratta principalmente di limoneti e mandarineti sia in forma specializzata che consociata.
- **Mosaici colturali.** Questa tipologia colturale abbastanza estesa è presente in tutti i comuni, comprende quelle aree in cui le colture caratteristiche della zona si alternano a incolti, case, orti e frutteti familiari, giardini con piante ornamentali e altro in un insieme complesso di superfici non cartografabili singolarmente.
- **Oliveto.** Aree di una certa importanza si rinvengono principalmente nei comuni di, Giardinello e Montelepre.
- **Seminativo.** I seminativi (grano spesso posto in rotazione con il melone giallo, leguminose da granella e foraggiere varie) sono diffusi a macchia di leopardo soprattutto nelle aree più interne del territorio e occupano i terreni a matrice prevalentemente argillosa, ove spesso è deficitaria la disponibilità idrica per l'irrigazione.
- **Macchia e pascolo.** Le aree pascolative si rinvengono principalmente nelle aree interne, nei comuni di Montelepre, Giardinello, Borgetto e Monreale, e mutano spesso, laddove l'influenza antropica è più limitata, verso le porzioni di territorio occupate da vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione (macchia e bosco degradato).
- **Incolto roccioso.** Le aree si caratterizzano per la presenza di roccia affiorante che impedisce la pratica dell'attività agricola e la vegetazione spontanea ha avuto il sopravvento.

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

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

**Tabella 1.2** Tipologia uso del suolo dell'area

<b>Tipologia di uso del suolo</b>	<b>%</b>
<b>1. SUPERFICI ARTIFICIALI</b>	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	2.82
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	6.64
1.3.1. Aree estrattive	0.93
<b>2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE</b>	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	3.87
2.2.1. Vigneti	0.9
2.2.2. Frutteti e frutti minori	11.57
2.2.3. Oliveti	2.31
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	9.58
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	10.3
<b>3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI</b>	
3.1.1. Boschi di latifoglie	0.48
3.1.2. Boschi di conifere	3.67
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	32.58
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	14.37
<b>4. ZONE UMIDE</b>	
<b>5. CORPI IDRICI</b>	

## 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)	
				LATITUDINE	LONGITUDINE
MONREALE	1965-1994	Termo-pluviometro	310	4218345N	350936E
PARTINICO	1965-1994	Termo-pluviometro	189	4213107N	334746E

### 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 1965-1994**

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
MONREALE	10.1	10.4	11.9	14.6	19.3	23.0	25.4	25.4	22.2	18.7	14.5	11.1	17.2
PARTINICO	11.3	11.8	13.3	15.8	19.9	23.5	26.3	26.8	23.9	20.1	15.7	12.4	18.4
MEDIA	10.7	11.1	12.6	15.2	19.6	23.3	25.8	26.1	23.0	19.4	15.1	11.7	17.8

### 1.5.3 Regime pluviometrico

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

**Tabella 1.5-Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994**

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
MONREALE	107.2	108.5	88.8	78.3	31.1	13.0	4.7	15.1	56.5	97.7	103.1	129.4	69.5
PARTINICO	80.0	79.6	65.3	60.8	27.4	7.2	4.3	7.1	41.9	85.8	87.3	93.4	53.3
MEDIA	93.6	94.0	77.0	69.5	29.2	10.1	4.5	11.1	49.2	91.7	95.2	111.4	61.4

## 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

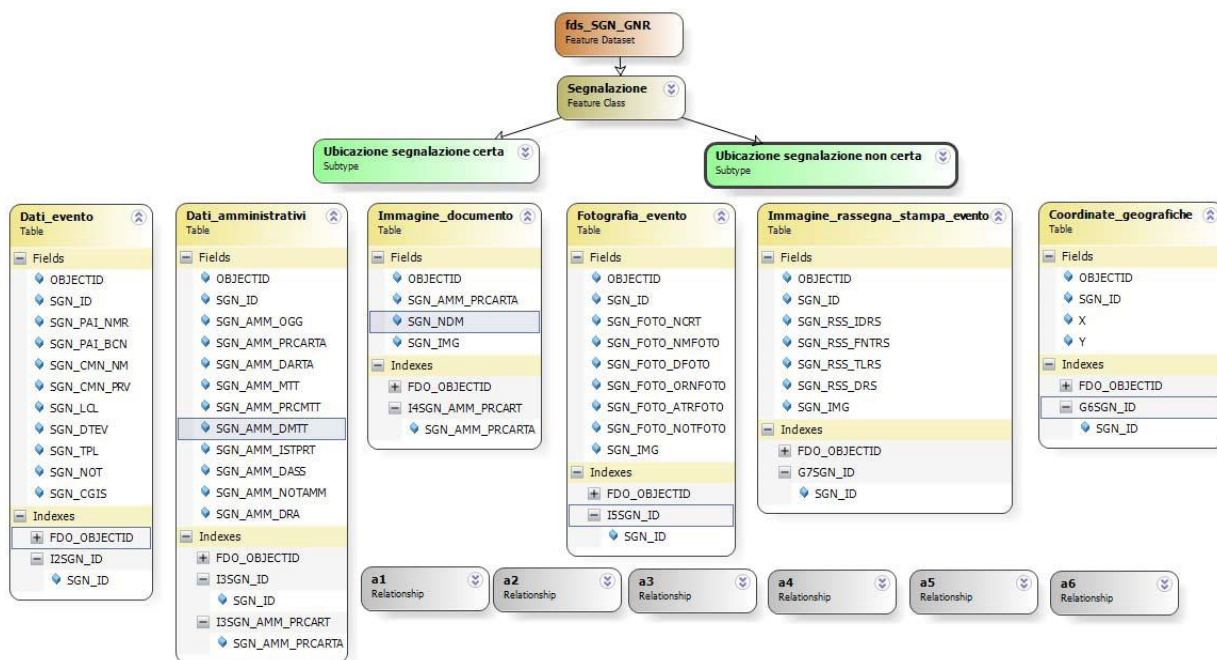
### 2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

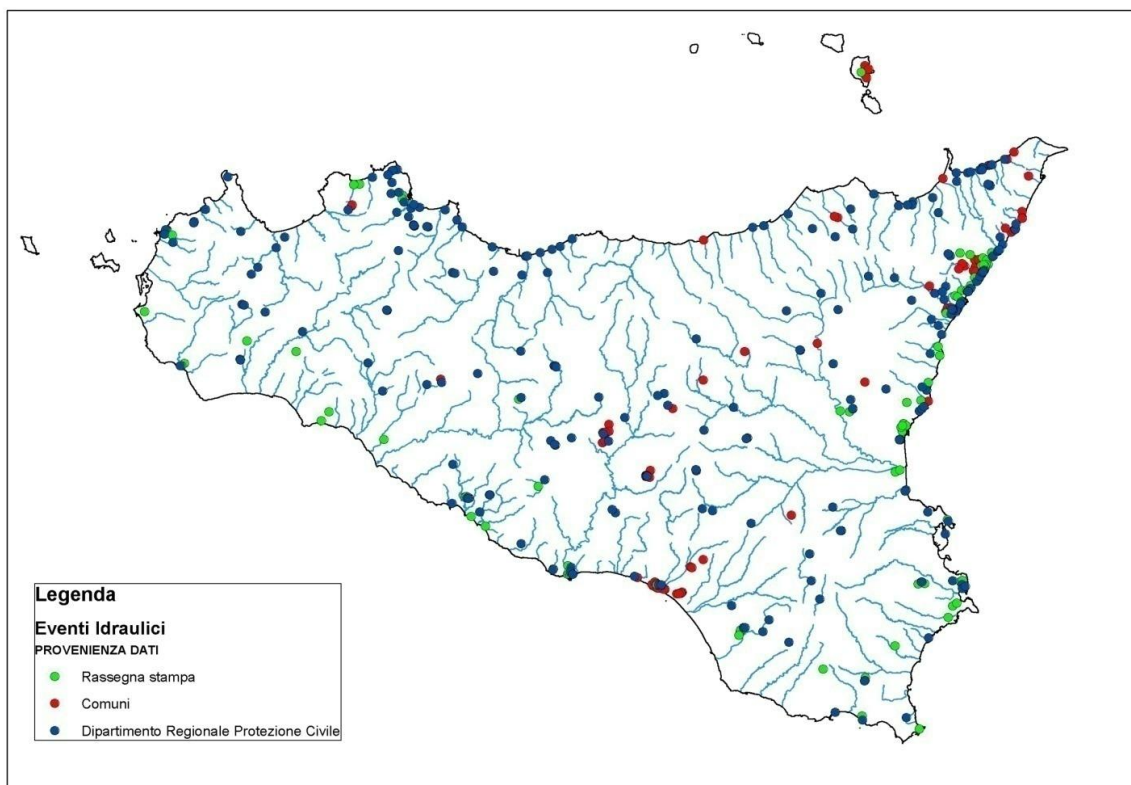
Il Catasto verrà costantemente aggiornato. L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo da parte di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

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 Dissesti DB Sicilia ricadenti nel bacino del F. Nocella sono elencati i dissesti di natura idraulica presenti nel censimento *DB Eventi Sicilia* e ricadenti nel bacino del Fiume Nocella.

**Tabella 2.1**Dissesti DB Sicilia ricadenti nel bacino del F. Nocella

<b>Id.</b>	<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Data evento</b>	<b>Descrizione</b>
PC-EI-042-6GI-001	Giardinello	Regia trazzera R.T. 206 "Borgetto - Giardinello - Carini", via Canale, piazza P.S. Mattarella e via Mazzini	18.2.2011	Nubifragio e smottamento Strade invase da fanghiglie e pietrame lungo le strade e allagamenti cantinati
EI-042-6MN-001	Montelepre	C.da Grottabianca	18.2.2011	Criticità riguardante il mancato recapito delle acque provenienti da monte (cava e strada provinciale) nel vallone Alvani, causato dall'ostruzione del tombino ubicato nella parte terminale della Regia Trazzera.
EI-042-6CN-001	Montelepre	C.da Saraceno	18.2.2011	Criticità riguardante la completa ostruzione dell'alveo del vallone Alvani, tale da non consentire il recapito delle acque provenienti dalla cava e dalla strada provinciale.

## 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 cuicomunque 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 ecensitea 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.

NellaTabella 2.2sono elencati i dissesti classificati come “*sito d'attenzione*” e ricadenti nel bacino del F. Nocella.

**Tabella 2.2** “ Siti d'attenzione” ricadenti bacino Fiume Nocella

<b>Codice</b>	<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Pericolosità</b>
042-E07	Terrasini- Trappeto	Foce F. Nocella	Sito Attenzione

Nella Tabella 2.3 sono elencate le aree classificate a pericolosità idraulica per le quali è necessario integrare gli studi al fine di determinare le informazioni ai sensi dell'art.6 del D.Lgs. 49/2010.

**Tabella 2.3 - Aree a pericolosità idraulica non conformi a art. 6 D.lgs.**

<b>Codice</b>	<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Pericolosità</b>
042-E02	Borgetto	Fosso Sardo - C.da S. Carlo Corsitti	P3
042-E03	Borgetto	T.te Carrubella - C.A.	P3
042-E04	Borgetto	T.te Monaci - C.A.	P3
042-E05	Borgetto	T.te Monaci - C.da Monastero	P3
042-E06	Borgetto	C.da Magna	P3

### 3 ANALISI RISCHIO IDRAULICOT. MARGIU-PILIERE

#### 3.1 Analisi Territoriale

Nel presente documento è stato utilizzato lo studio effettuato in sede di PAI in cui l'analisi territoriale del bacino e delle aree in studio 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.

Dal punto di vista amministrativo il bacino ricade nel territorio della provincia di Palermo, nella porzione nord-occidentale della Sicilia e comprese nei fogli n° 594 Partinico e in modesta parte nel foglio n° 607 Corleone della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

Come mostrato in Figura 3.1 l'area ricade nelle seguenti 12 sezioni CTR:

CTR 594050, 594060, 594070, 594090, 594100, 594110, 594130, 594140, 594150 e 607020 della Regione Siciliana in scala 1:10.000, le quali hanno costituito il supporto nelle diverse fasi dello studio.

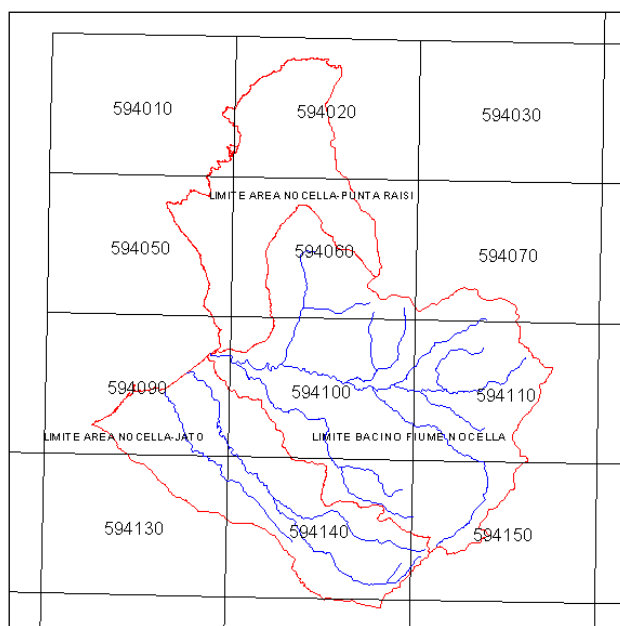
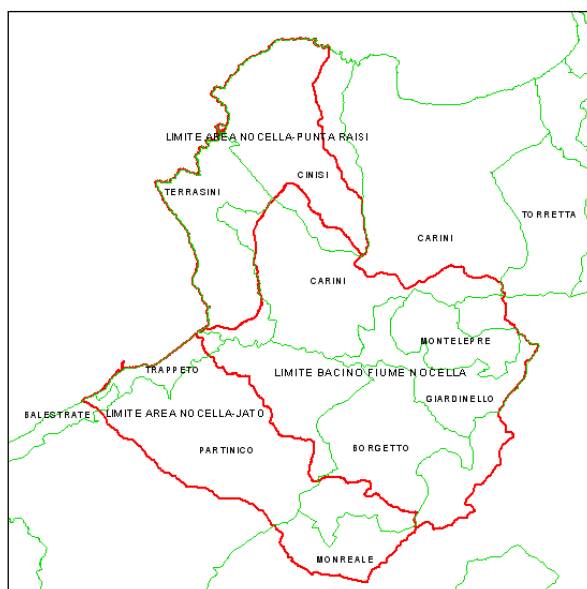


Figura 3.1 Sezioni CTR e limiti di bacino

All'interno delle aree ricadono i territori comunali dei seguenti comuni: Balestrate, Borgetto, Carini, Cinisi, Giardinello, Monreale, Montelepre, Partinico, Terrasini, Torretta, e Trappeto. Tra questi i centri abitati di Borgetto, Giardinello, Montelepre e Partinico ricadono all'interno del bacino del F. Nocella.



**Figura 3.2 Territori Comunali ricadenti nel bacino del F. Nocella e area tra il bac. F. Nocella e Punta Raisi.**

Il bacino idrografico del F. Nocella ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende per circa 99 km<sup>2</sup>; da Monte Signora a Monte Fior dell'Occhio, in territorio di Monreale, sino al Mar Tirreno al confine tra il territorio di Terrasini e di Trappeto, presso Torre San Cataldo.

Esso ha una forma piuttosto compatta ed è caratterizzato dalla presenza di rilievi con quote comprese tra i 600 e i 950 m nella parte settentrionale e superiori ai 1000 m nella parte orientale e sud-orientale, ove spicca la vetta del Monte Gradara che con i suoi 1179 m rappresenta la quota massima del bacino.

I rilievi presenti nel bacino sono parte integrante dei Monti di Palermo, un segmento di catena appenninica risultante dalla sovrapposizione tettonica di unità carbonatiche e terrigeno-carbonatiche di età mesozoico-terziaria, derivanti dai domini Panormide, Imerese e Trapanese e messi in posto dopo il Miocene inferiore.

Con il termine Monti di Palermo ci si riferisce ad un'area di circa 1100 km<sup>2</sup> limitata a nord dal Mar Tirreno e compresa tra il territorio di Alcamo ad ovest, il versante meridionale del Monte Kumeta a sud ed il fiume Eleuterio ad est (Catalano e D'Argenio, 1982).

La curva ipsografica che fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche è stata desunta a partire dall'analisi effettuata con il DEM (Digital Elevation Model) della Sicilia, con risoluzione 100 x 100 m, in coordinate Gauss-Boaga. La quota media del bacino risulta essere 526 m s.l.m..

Dall'analisi della carta delle pendenze, è possibile osservare che la pendenza media del bacino è del 22% e che il gradiente altimetrico degrada velocemente in direzione ovest con pendenze variabili, raccordando i rilievi presenti a nord e ad est alla vicina piana denominata di Partinico.

La carta delle esposizioni – Figura 3.4- restituisce una rappresentazione grafica della giacitura di ciascuna cella. Il bacino è esposto tendenzialmente in direzione SO e NO, con una prevalenza della prima nei versanti in destra idrografica dell'asta principale ed una prevalenza dell'altra nei versanti in sinistra idrografica.

Figura 3.3 Carta delle pendenze del bacino del Nocella.

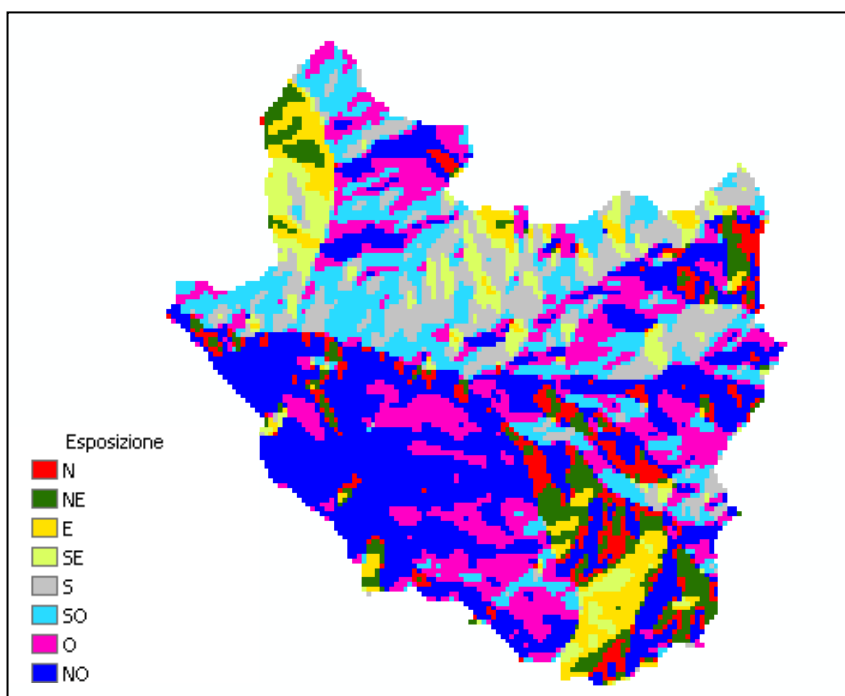
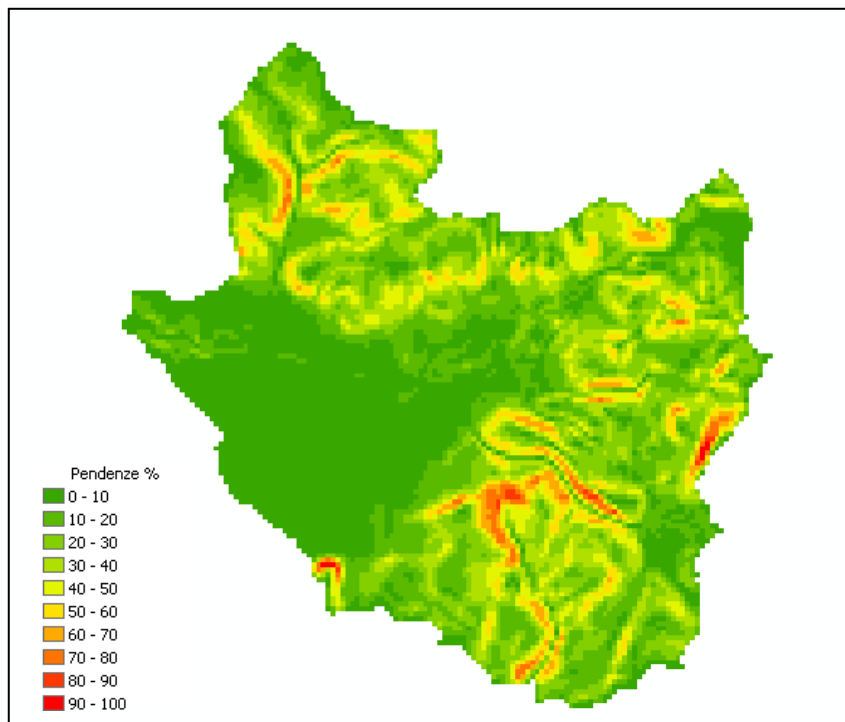


Figura 3.4 Carta delle esposizioni del bacino del Nocella.



Lungo i versanti del bacino in esame si è impostata una rete idrografica (Figura 3.5) per lo più con carattere torrentizio ed in corrispondenza di una serie di valli profonde e strette continua ad esercitarsi un'attività d'erosione dovuta alle acque correnti.

Il fiume Nocella trae origine a quota 990 m s.l.m. dal Monte Platti, rilievo dei cosiddetti Monti della Campana, a cui appartiene il sopra menzionato Monte Gradara (1179 m s.l.m.).

Nella parte montana il Nocella riceve acque da diversi piccoli affluenti e attraversa le pendici dei Monti della Campana descrivendo quasi una semicirconferenza, per poi scorrere lungo la piana di Partinico e sfociare, dopo un percorso di circa 19 km, nell'ampio golfo di Castellammare bagnato dal Mar Tirreno, in località San Cataldo, dove segna il confine tra i territori comunali di Terrasini, in destra idrografica e Trappeto in sinistra.

I principali affluenti del Nocella sono il torrente Raccuglia che drena le acque della parte meridionale del bacino, il torrente Margi che incanala le portate della porzione nord-orientale del bacino e il torrente Paterna che riceve in carico i deflussi della parte nord-occidentale.

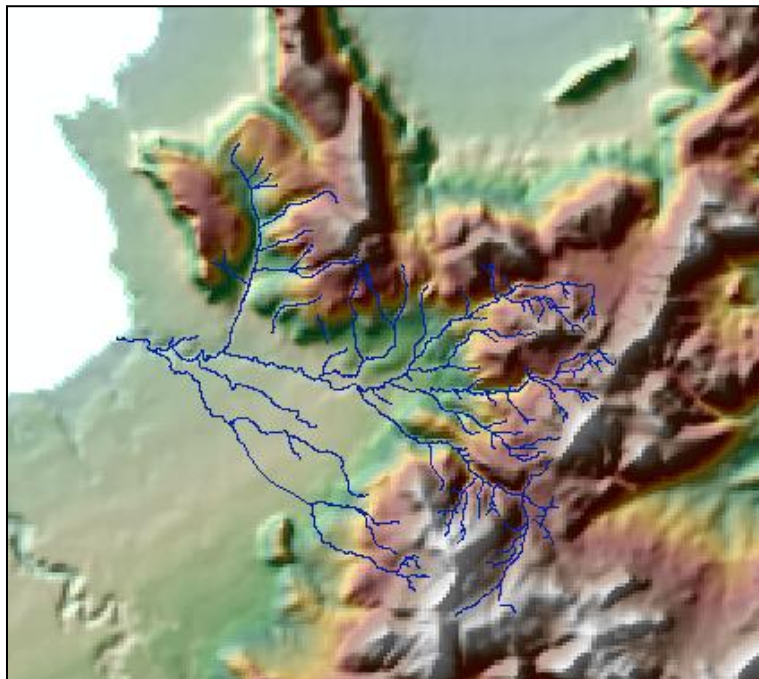


Figura 3.5 Reticolo idrografico del bacino.

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 particolare il reticolo idrografico è attraversato in ordine da monte verso valle dalla linea ferroviaria, dall'autostrada A29 – Palermo- Mazara del Vallo- e dalla Strada Statale 113.

### 3.1.1 Studio Idrologico Sottobacino torrenti Margiu-Piliere

Per il sottobacino dei torrenti Margiu e Piliere è stato condotto lo studio idrologico, i cui contenuti sono esposti nel seguito.

Lo studio idrologico è stato compiuto avvalendosi di un modello idrologico distribuito, il CLEM (*Cinematic Local Excess Model*), che appartiene alla famiglia degli eseguibili HyGrid2k2, un

gruppo di programmi per l'elaborazione di dati spaziali georeferenziati in formato GRID, in appoggio ad un software GIS commerciale (ESRI ArcGis).

Lo studio è stato effettuato per i valori del tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni, assumendo che la portata abbia il medesimo tempo di ritorno della pioggia che l'ha generata (linearità della trasformazione); è possibile così valutare le portate per i medesimi tempi di ritorno.

Il modello idrologico distribuito CLEM combina le equazioni del Soil Conservation Service (Dipartimento Agricoltura USA, 1972) per il calcolo della pioggia efficace distribuita ed il metodo cinematico per la propagazione alla sezione di chiusura.

Lo studio effettuato è stato articolato in tre fasi:

1. Studio della piovosità
2. Calcolo della pioggia netta
3. Determinazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura

Per la costruzione delle Curve di Probabilità Pluviometriche (CPP) sono stati sfruttati i risultati dell'analisi regionale delle piogge intense condotta dal Dipartimento di Ingegneria Idraulica dell'Università degli Studi di Palermo, nella quale si è fatto riferimento alle stazioni pluviografiche ricadenti nel territorio regionale siciliano ed aventi almeno dieci anni di funzionamento anche non consecutivo.

Per ciascuna di queste stazioni si è proceduto alla raccolta delle altezze di pioggia massime annuali per assegnate durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore dalla parte I degli Annali del Servizio Idrografico della Regione Siciliana relativi al periodo 1929-1998.

Per la determinazione delle CPP si è utilizzata la legge di distribuzione di probabilità del massimo valore EV1, meglio nota come legge di Gumbel.

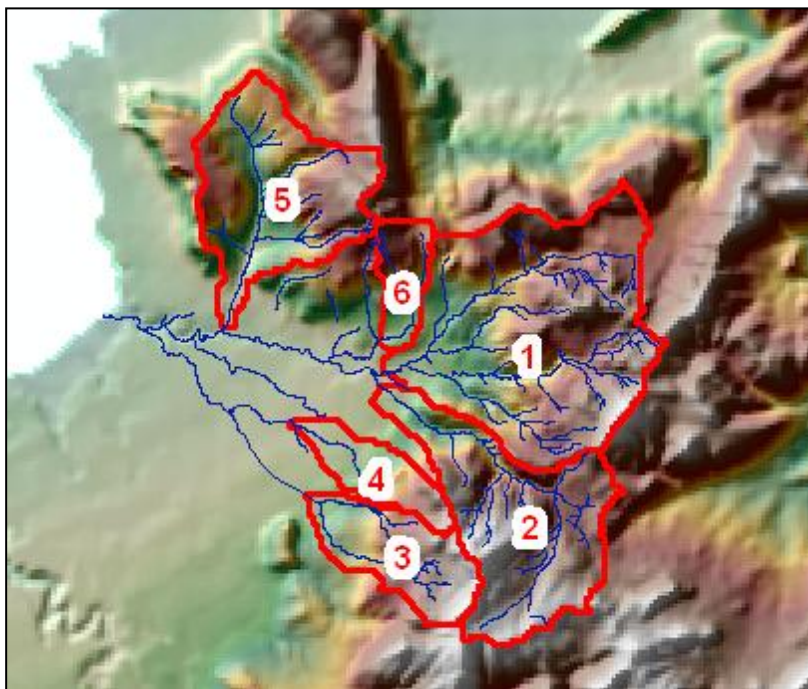
Per la determinazione della pioggia netta o deflusso superficiale, il CLEM utilizza il metodo SCS-Curve Number. Il modello applica il metodo del CN in ogni cella del DEM utilizzando il file GRID della distribuzione dei valori di CN nel bacino in esame, dato come input.

Per la determinazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura si è considerato che la propagazione del deflusso alla sezione di chiusura avviene in modo cinematico, sulla base dei tempi assegnati a ciascun pixel nella mappa prodotta con il modulo "Routing Time" di HyGrid2k2.

Utilizzando l'applicazione CLEM del pacchetto HyGrid2k2 si perviene alla determinazione dell'idrogramma di piena per i tre tempi di ritorno assegnati.

Per poter effettuare le verifiche idrauliche nelle sezioni del reticolo idrografico di interesse, è opportuna la costruzione della curva dei contributi unitari di piena, un grafico che riporta il rapporto portate/superficie in funzione della superficie drenante. Noto questo legame costitutivo, per conoscere la portata di picco in una sezione generica del reticolo è sufficiente determinare la superficie del bacino sotteso e ricavare dal grafico la portata corrispondente.

Per costruire tale grafico, il bacino del Nocella è stato suddiviso in sei sottobacini di diversa superficie (Figura 3.6) in ciascuno dei quali è stato condotto lo studio idrologico.



**Figura 3.6**Sottobacini individuati nel bacino del Nocella.

Per il sottobacino di interesse indicato in figura con l'identificativo n. 6 relativo all'area oggetto di studio (bacino torrente Margiu e Piliere) i risultati sono riportati in Tabella 3.1.

**Tabella 3.1**Risultati dello studio idrologico nel sottobacino dei torrenti "Margiu" e "Piliere".

<b>SOTTOBACINO</b>	<b>SUPERFICIE</b> (km <sup>2</sup> )	<b>Q<sub>t=50</sub></b> (m <sup>3</sup> /s)	<b>Q<sub>t=100</sub></b> (m <sup>3</sup> /s)	<b>Q<sub>t=300</sub></b> (m <sup>3</sup> /s)
6	3,29	10,18	11,73	14,20

Le portate al colmo degli idrogrammi di piena per gli assegnati tempi di ritorno, sono state utilizzate come dati di ingresso del modello idraulico impiegato per lo studio della propagazione della piena nel corso d'acqua.

### 3.2 Studio Idraulico

Calcolate le portate di piena occorre verificare se le sezioni del corso d'acqua riescano a trasportarle senza dar luogo ad esondazioni.

Per ciascuna portata al colmo di piena calcolata per tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni è stato condotto lo studio idraulico con l'obiettivo di individuare i tratti del corso d'acqua ove la sezione idraulica risulta insufficiente a contenere il deflusso della portata al colmo di piena. Le verifiche idrauliche e la delimitazione delle aree soggette a fenomeni di inondazione sono state condotte a partire dall'esame della cartografia, integrando le informazioni con quelle ottenute attraverso sopralluoghi e documentazione fotografica, per la individuazione dei tratti del corso d'acqua in cui possono considerarsi costanti le caratteristiche fisico-geometriche delle sezioni trasversali.

L'area in questione è individuata in prossimità della confluenza dei due torrenti che scorrono a monte del paese ("Margio" e "Piliere") in corrispondenza della struttura scatolare in cemento armato che raccoglie ed incanala artificialmente le acque provenienti dai due valloni. Queste, a valle di un percorso di circa 550 m, dopo avere attraversato la "Piazza P. S. Mattarella", la viabilità di accesso al paese, il parco urbano ed un'area a verde con annesso anfiteatro, vengono scaricate a valle in prossimità della "Contrada Impaiatore".

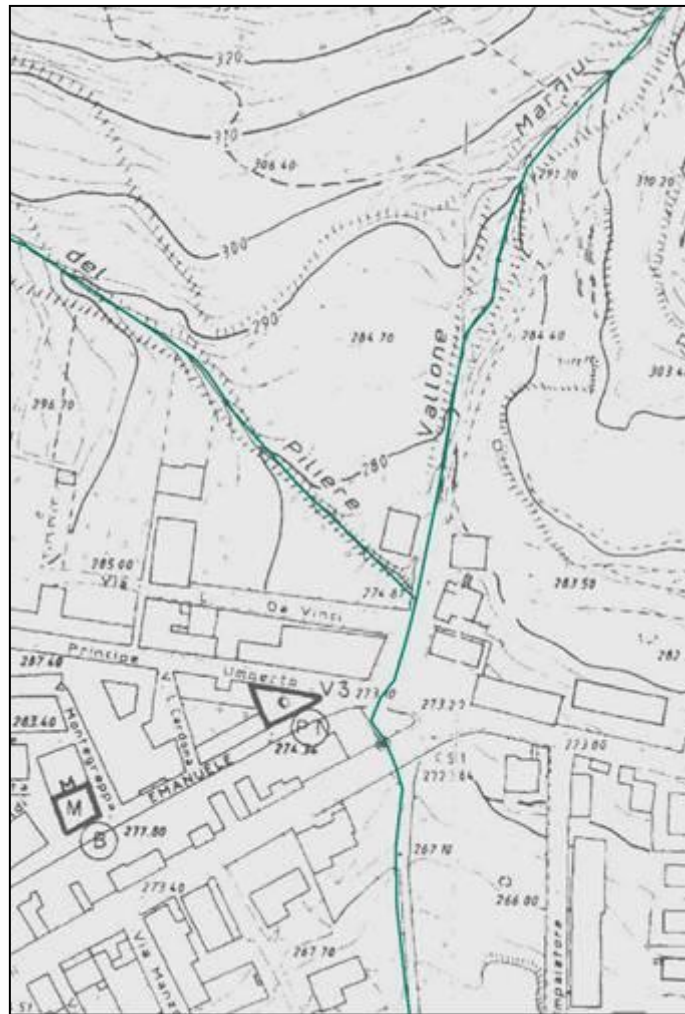


Figura 3.7 Stralcio cartografico in scala 1:2000 dell'area oggetto di verifica.

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

### **3.2.1 Rilievi e Cartografia**

Nel corso d'acqua a cielo aperto sono state considerate 20 sezioni, la cui geometria è stata ricostruita appoggiandosi alla cartografia al 2000 ed inserita nel modulo *Geometric Data* di HEC-RAS. La geometria dello scatolare è stata reperita dalle tavole del *progetto definitivo dei lavori di sistemazione idraulica del torrente Margiu*

### **3.2.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'alveo**

A seguito dei sopralluoghi effettuati sono stati fissati i parametri di scabrezza del corso d'acqua a cielo aperto da utilizzare nel modello idraulico. L'osservazione diretta delle suddette caratteristiche sull'area in esame ha consentito di fissare il valore del coefficiente di Manning ad un valore pari a 0,125 ( $m^{-1/3} s$ ) in alveo, per effetto della notevole influenza della vegetazione e a 0,04 ( $m^{-1/3} s$ ) sulle sponde e nelle aree adiacenti.

Si osservi che, in conseguenza della insufficienza idraulica delle sezioni dello scatolare, si può determinare un effetto di rigurgito con conseguente inondazione del centro abitato la cui viabilità stradale costituisce linea preferenziale al deflusso delle acque.

A ciò si aggiunga che i risultati di un'analisi effettuata con l'ausilio del DEM con risoluzione 10X10 m, realizzato digitalizzando le curve di livello e i punti quotati della CTR in corrispondenza dei territori di Montelepre e Giardinello, mostra che il centro abitato di Giardinello si sviluppa nella fascia altimetrica 200-250 m con giacitura sub-orizzontale ed una tendenza, quindi, all'accumulo delle acque in eccesso.

Tale stato di fatto esporrebbe, in caso di eventi eccezionali, le persone residenti o in transito in quell'area, gli edifici pubblici e privati, nonché la viabilità e le aree a verde ad un elevato livello di rischio.

### **3.2.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua**

#### *3.2.3.1 Attraversamenti*

Nello stralcio dell'ortofoto digitale a colori della Regione Siciliana - Progetto IT 2000 (volo anno 1998-99), mostrato in Figura 3.8, sono indicati i punti critici del tratto di torrente in esame.



Figura 3.8 Ortofoto digitale a colori dell'area oggetto di studio.

I punti **A** e **B** segnalano degli attraversamenti a guado del torrente Margiu, costituiti da passaggi poderali che possono creare delle situazioni di pericolo in conseguenza della presenza della strada che costeggia il torrente in sinistra idrografica, la quale può veicolare verso il centro abitato la corrente in seguito a fenomeni di esondazione del fiume nel tratto in esame.

La linea punteggiata dell'ortofoto rappresenta la parte tombata del corso d'acqua. La zona cerchiata ed indicata con la lettera **C** individua il tratto di scatolare sottodimensionato da sottoporre a verifica idraulica.

### 3.2.3.2 Opere di sistemazione idraulica

Nel passato alcuni interventi di sistemazione idraulica, per lo più costituiti da briglie e protezioni spondali in gabbioni hanno interessato il torrente Margiu. Le opere di sistemazione, che riguardano un tratto di circa 280 m a monte dell'imbocco nello scatolare, si presentano in uno stato pessimo di manutenzione (Figura 3.9).



**Figura 3.9 Briglia tipo presente nel torrente Margiu.**

Anche il torrente Piliere è stato interessato da interventi nel tratto immediatamente a monte dello scatolare; in particolare si segnala un intervento di arginatura con muri in c.a. rivestiti in pietrame eseguito dal Genio Civile a protezione del centro abitato.

### **3.2.4 Verifiche Idrauliche**

La modellazione idraulica è stata condotta utilizzando il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS (*River Analysis System*) sviluppato dall'*Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers*. L'applicazione di tale software permette di ottenere l'andamento dei profili di rigurgito e di individuare l'entità e l'estensione delle zone di allagamento, sia all'interno dell'alveo che nelle zone contigue, valutando l'influenza di eventuali ponti o di vari ostacoli sul normale deflusso della corrente.

Le ipotesi alla base del modello sono quelle di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali i ponti), pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive. La soluzione dell'equazione di conservazione dell'energia, ottenuta per iterazione, fornisce l'altezza d'acqua in una assegnata sezione trasversale.

In particolare, attraverso un'operazione preliminare di pre-processing eseguita utilizzando il modulo HEC-GeoRAS in ambiente GIS, sono stati importati i dati geometrici del corso d'acqua in termini plano-altimetrici all'interno del modello HEC-RAS.

La verifica sul torrente Margiu ha interessato un tratto di circa 230 m a monte dell'imbocco dello scatolare, costituito da un tubo di diametro 2,00 m, (Figura 3.10) e i primi 70 metri di scatolare, quello caratterizzato dalle sezioni con luci più ridotte. Infatti, in corrispondenza della confluenza dei due torrenti, in un punto coperto dalla soprastante piazza, la canalizzazione è costituita da uno scatolare in c.a. a sezione quadrata ( $140 \times h.140$  cm). A valle, da via Mazzini a contrada

Impaiatorela canalizzazione artificiale si allarga notevolmente. L'imbocco del Torrente Piliere avviene mediante scatolare in c.a. a sezione rettangolare con dimensioni 150×h.105 cm.

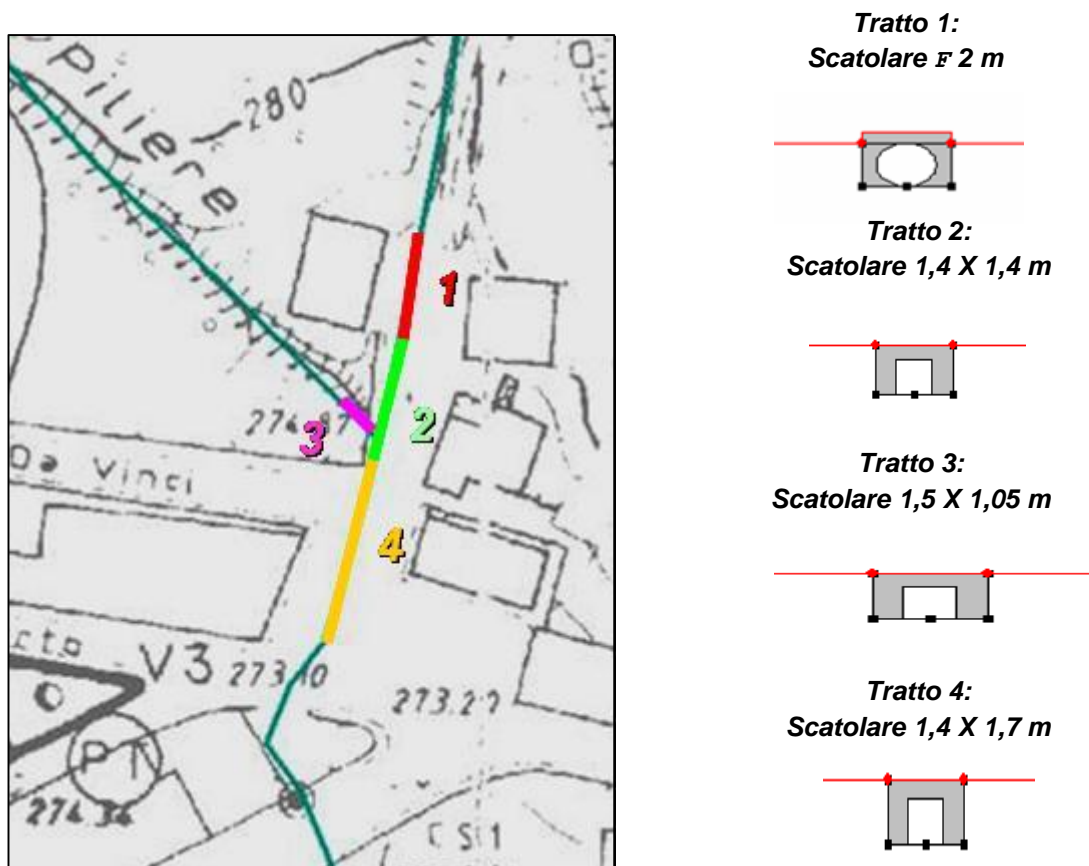


Figura 3.10 Tratti dello scatolare sottoposti a verifica idraulica.

Tabella 3.2 Caratteristiche dei tratti di scatolare sottoposti a verifica idraulica.

TRATTO	TIPOLOGIA	SEZIONE	COEFFICIENTI DI SCABREZZA DI MANNING (s/m <sup>1/3</sup> )
1	Scatolare in tubi circolari di acciaio. Pendenza 10%.	Ø = 200 cm	0,024
2	Scatolare in c.a. a sezione quadrata. Pendenza 3%.	140×h.140 cm	0,018
3	Imbocco torrente Piliere mediante scatolare in c.a. a sezione rettangolare. Pendenza 4%.	150×h.105 cm	0,018
4	Scatolare in c.a. a sezione rettangolare. Pendenza 3%.	140×h.170 cm	0,018





**Figura 3.11** Vista verso valle del torrente Margiu.

In considerazione del valore della pendenza media del tratto in esame (poco meno del 10%), tale da favorire l'instaurazione di condizioni di moto veloce, per la simulazione idraulica è stato applicato il modello monodimensionale HEC-RAS imponendo la condizione di moto *supercritical*; per la condizione al contorno a monte, è stata impostata la *criticaldepth* (altezza critica) nell'*upstream*.

I risultati della verifica idraulica dimostrano che a partire dai valori di portata corrispondenti al tempo di ritorno di 50 anni i tratti 2, 3 e 4 dello sciolare non sono in grado di smaltire la corrente in arrivo, mentre il tratto 1, anche per effetto del valore della pendenza del fondo, risulta ben dimensionato anche per la portata con tempo di ritorno di 300 anni.

### 3.3 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili

Per l'individuazione delle aree inondate si è fatto riferimento alle quote del pelo libero, ottenute dai calcoli del modello HEC-RAS, operando la semplice intersezione della superficie liquida che si determina nell'alveo centrale del canale con le curve di livello dell'area interessata.

La pericolosità "P" (identificata con l'area inondata) è stata valutata, seguendo la "metodologia semplificata" proposta dal D.I.I.A.A., in funzione del solo tempo di ritorno, ed in particolare, in modo inversamente proporzionale ad esso (Tabella 3.3).

**Tabella 3.3** Definizione delle pericolosità idraulica, P, Valore della superficie in ettari secondo la metodologia semplificata delle aree a pericolosità

<b>T (anni)</b>	<b>P</b>	<b>Superficie (Ha)</b>
50	P3 (elevata)	5.19
100	P2 (media)	6.26
300	P1 (bassa)	8.25

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

### 3.4 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulico Torrenti Margiu Piliere

Di seguito si forniscono le informazioni sugli 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 interessai 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

### 3.4.1 Elementi coinvolti per $Tr=50$ anni (torrenti Margiu-Piliere)

L'analisi condotta ha evidenziato la parziale interferenza dell'area di allagamento con il centro abitato di Giardinello. Non risultano sovrapposizioni tra i nuclei abitati dei comuni che ricadono nel bacino e l'area di allagamento. La stessa non interferisce con la rete autostradale, statale.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.4

Tabella 3.4- Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per  $Tr= 50$  anni - torrenti Margiu-Piliere

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	COINVOLTO/ (SI/NO)	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO	GIARDINELLO	SI	190
NUCLEO ABITATO			
NUMERO ABITANTI TOTALI (FONTE ISTAT 2011)			190
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)		SI	

#### 3.4.1.1 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 dalla cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tabella 3.5 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità idraulica con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tabella 3.5- Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per  $Tr = 50$  anni - torrenti Margiu-Piliere

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
<b>1. SUPERFICI ARTIFICIALI</b>	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	4,50
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,52
<b>2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE</b>	
<b>3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI</b>	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	0,17

### 3.4.2 Elementi coinvolti per Tr=100 anni (torrenti Margiu-Piliere)

Si confermano le considerazioni rassegnate con riferimento al corso d'acqua in oggetto per il tempo di ritorno di 50 anni. Le informazioni sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.6.

Tabella 3.6 Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 100 anni –torrenti Margiu-Piliere

<b>TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO</b>	<b>DENOMINAZIONE</b>	<b>COINVOLTO/ (SI/NO)</b>	<b>NUMERO ABITANTI</b>
CENTRO ABITATO	GIARDINELLO	SI	219
NUCLEO ABITATO			
NUMERO ABITANTI TOTALI (FONTE ISTAT 2011)			219
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)		SI	

#### 3.4.2.1 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 dalla cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tabella 3.7 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità avente tempo di ritorno pari a 100 anni.

Tabella 3.7- Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni torrenti Margiu-Piliere

<b>TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO</b>	<b>ESTENSIONE AREA [ha]</b>
<b>1. SUPERFICI ARTIFICIALI</b>	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	5,29
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,74
<b>2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE</b>	
<b>3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI</b>	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	0,23
<b>4. ZONE UMIDE</b>	
<b>5. CORPI IDRICI</b>	

### 3.4.3 Elementi coinvolti per Tr=300 anni (torrenti Margiu-Piliere)

Si confermano le considerazioni rassegnate con riferimento al corso d'acqua in oggetto per il tempo di ritorno di 50 anni. Le informazioni sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.8

**Tabella 3.8- Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per  $Tr= 300$  anni –torrentiMargiu-Piliere**

<b>TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO</b>	<b>DENOMINAZIONE</b>	<b>COINVOLTO/ (SI/NO)</b>	<b>NUMERO ABITANTI</b>
CENTRO ABITATO	GIARDINELLO	SI	283
NUCLEO ABITATO			
NUMERO ABITANTI TOTALI (FONTE ISTAT 2011)			283
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)		SI	

### 3.4.3.1 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 3.9 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

**Tabella 3.9- Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per  $Tr = 300$  anni torrenti Margiu-Piliere**

<b>TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO</b>	<b>ESTENSIONE AREA [ha]</b>
<b>1. SUPERFICI ARTIFICIALI</b>	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	6,80
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	1,15
<b>2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE</b>	
<b>3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI</b>	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	0,30

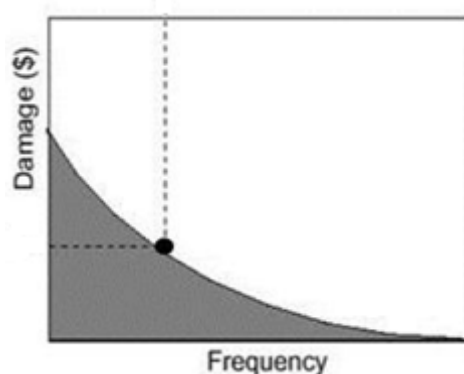
## 4 ANALISI ECONOMICA DEL DANNO ATTESO

### 4.1 Valutazione 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 atteso<sup>1</sup> 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.

### 4.2 Metodologia di valutazione del danno atteso

La valutazione 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

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

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 danno<sup>2</sup>:

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

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 areale di esondazione relativi al bacino idrografico del T. Margiu.

**Tabella 4.1** Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=50 anni relativi alle aree di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del T. Margiu (042-E01)

<b>Codice esondazione</b>	<b>Denominazione corso d’acqua</b>	<b>Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Danno unitario (€ / m<sup>2</sup>)</b>	<b>Danno (€)</b>
042-E01	T. Margiu	Tessuto urbano continuo	45.023,40	618	27.824.459,43
042-E01		Tessuto urbano discontinuo	5.232,51	309	1.616.845,33
				<b>Totale</b>	<b>29.441.304,76</b>

<sup>2</sup> 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

**Tabella 4.2** Tabella riassuntiva dei danni calcolati per  $Tr=100$  anni relativi alle aree di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del T. Margiu (042-E01)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Danno unitario (€ / m <sup>2</sup> )	Danno (€)
042-E01	T. Margiu	Tessuto urbano continuo	52.919,85	618	32.704.469,52
042-E01		Tessuto urbano discontinuo	7.422,09	309	2.293.425,95
				<b>Totale</b>	<b>34.997.895,47</b>

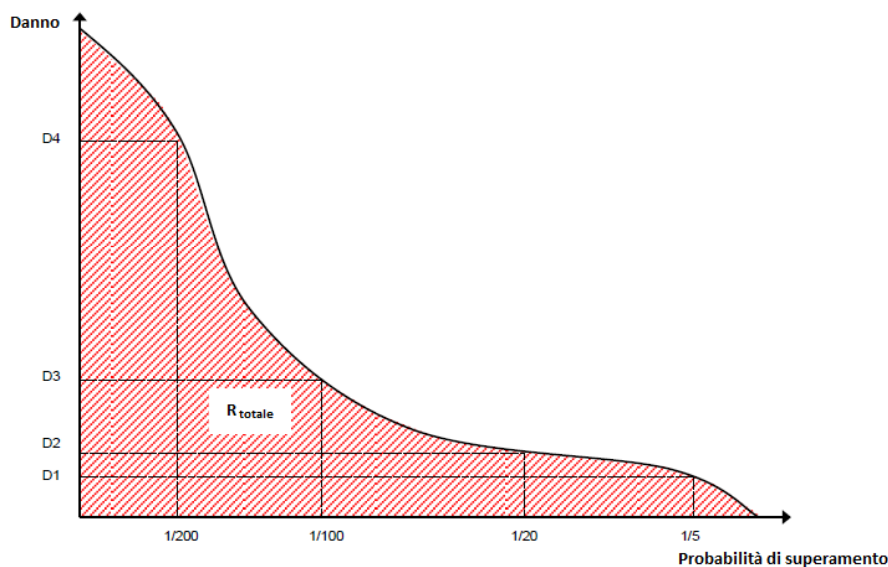
**Tabella 4.3** Tabella riassuntiva dei danni calcolati per  $Tr=300$  anni relativi alle aree di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del T. Margiu (042-E01)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Danno unitario (€ / m <sup>2</sup> )	Danno (€)
042-E01	T. Margiu	Tessuto urbano continuo	68.064,58	618	42.063.911,09
042-E01		Tessuto urbano discontinuo	11.465,19	309	3.542.744,68
				<b>Totale</b>	<b>45.606.655,77</b>

### 4.3 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 formula<sup>3</sup>:

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

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<sub>50</sub>) 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 T.te Margiu.

**Tabella 4.4** Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del T.te Margiu

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	D(P <sub>50</sub> ) (€)	D(P <sub>100</sub> ) (€)	D(P <sub>300</sub> ) (€)	Danno atteso medio annuo (€)
042-E01	T.te Margiu	29.441.304,76	34.997.895,47	45.606.655,77	592.221,2

<sup>3</sup>FLOODsite, (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 quella operato con le misure del Piano di gestione del Distretto idrografico di cui alla Direttiva 2000/60 relativamente 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
- studi di fattibilità
- I programmi di conoscenza
- La regolamentazione
- Attivazione delle misure di preparazione e di potenziamento della protezione civile

**Tab.5.1 misure di prevenzione**

<b>Funzione</b>	<b>Misure</b>	<b>Azioni</b>	<b>Tipologia</b>
<b>Prevenzione</b>	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 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**

<b>Funzione</b>	<b>misure</b>	<b>azioni</b>	<b>Tipologia</b>
<b>Protezione</b>	Gestione delle acque superficiali	Ridurre i deflussi superficiali , tipicamente in ambiente urbano, migliorando l'efficacia delle reti di drenaggio urbano, drenaggio urbano sostenibile, vasche di laminazione principi di invarianza idraulica ,canali di gronda	Non strutturali

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

<b>Funzione</b>	<b>Misure</b>	<b>Azioni</b>	<b>Tipologia</b>
<b>Preparazione e protezione civile</b>	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