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.20 - Bacino Idrografico del Fiume Verdura (061), Area Territoriale tra il F. Verdura e il F. Magazzolo (061A)

Monografia di Bacino

Novembre 2015

PREMESSA

La presente relazione illustra gli esiti dell'attività conoscitiva e di pianificazione delle misure di gestione del rischio alluvioni nel bacino idrografico del F. Verdura (061) e dell'Area Territoriale tra il F. Verdura ed il F. Magazzolo (061A).

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

Le mappe adottate con Deliberazione della Giunta Regionale 349 del 13 ottobre 2010 sono state pubblicate sul sito internet http://www.artasicilia.eu/old_site/web/bacini_idrografici appositamente attivato ove sono consultabili tutti i documenti anche la presente relazione e la Relazione Generale.

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

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

Il quadro conoscitivo è stato altresì elaborato a partire dalle informazioni e studi definiti nell'ambito del Piano per l'Assetto idrogeologico e 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 idrografico del Fiume Verdura e l'adiacente area, compresa tra il bacino del Fiume Verdura ed il bacino del fiume Magazzolo ad oriente, sono localizzati nella porzione occidentale del versante meridionale della Sicilia. Il distretto idrografico considerato occupa una superficie complessiva di circa 451,50 Kmq, interessando i territori provinciali di Agrigento e Palermo ed estendendosi dai centri abitati di S. Stefano di Quisquina e di Prizzi, dove assume la denominazione di Fiume Sosio, sin nei pressi di T.rre Verdura (territorio di Ribera - AG) sul Mare Mediterraneo.

Si inserisce tra il bacino del F. Carboj ad ovest, ed il bacino del F. Magazzolo ad Est. Il corso d'acqua principale ossia Fiume Sosio – Verdura (Sosio Bis) trae origine ad Ovest delle pendici di C.da Monteverno, Cozzo Stagnataro (1345 m.s.l.m.) e Serra del Leone (1297,5 m.s.l.m.) nel territorio comunale di S. Stefano di Quisquina. Esso, dopo aver raccolto in sinistra orografica le acque del Torrente Montescuro, raccoglie, in destra orografica, le acque del V.ne Raia e del Torrente della Manca. Nei pressi del centro abitato di Palazzo Adriano, il Fiume Sosio, raccoglie in destra orografica le acque del Torrente S. Calogero. Nei pressi dei ruderi del Castello di Gristia, al confine tra la provincia di Palermo e quella di Agrigento, il fiume attraversa una strettissima gola, lunga 8 km e profonda mediamente 300 m. A valle dei territori comunali di Burgio e Chiusa Sclafani, riceve in destra orografica le acque del V.ne di Segreta e V.ne Garella (V.ne Madonna di Mortile) e in sinistra orografica le acque del V.ne Valentino, del Torrente Valle di Landro e del V.ne Ruscescia.

Il corso d'acqua diventa poi limite comunale per i territori di Villafranca Sicula, Burgio e Caltabellotta, prendendo la denominazione di F. Verdura e ricevendo in sinistra orografica le acque del V.ne della Gessa e del V.ne Giorgio di Piazza e V.ne Caltabellotta.

Nella parte alta del bacino sono stati costruiti tre invasi: il Lago Pian del Leone, il Lago di Prizzi ed il lago di Gammauta.

Molte sono le cime superiori ai 1000 m di quota, ed in particolare:

- Pizzo Cangialoso (1450 m s.l.m.) nel territorio comunale di Corleone;
- Monte Rose (1430 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Monte Pernice (1373, 3 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Piano della Fiera (1360,4 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Pizzo S. Filippo (1356, 7 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Portella della Spagnola (1334,3 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Pizzo Kadera (1184,2 m s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Serra di Quisquina (1158,6 m s.l.m.) nel territorio comunale di Castronovo di Sicilia;
- Serra della Moneta (1157,6 m s.l.m.) nel territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina;

- Serra di Biondo (1137,4 m s.l.m.) nel territorio comunale di Burgio;
- Portella di Gebbia (1066,0 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Portella del Muro (1010,8 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina.

Dal punto di vista amministrativo, il distretto in esame si sviluppa nei territori delle Province di Agrigento e Palermo e comprende un totale di 17 territori comunali (Bivona, Burgio, Calamonaci, Caltabellotta, Lucca Sicula, Ribera, Sambuca di Sicilia, Santo Stefano di Quisquina, Villafranca Sicula per la provincia di Agrigento e Bisacquino, Castronovo di Sicilia, Chiusa Sclafani, Contessa Entellina, Corleone, Giuliana, Palazzo Adriano, Prizzi per la provincia di Palermo).

L'Area Intermedia compresa fra il bacino del Fiume Verdura ad Ovest e del bacino del Fiume Magazzolo ad Est, occupa una superficie complessiva di 15,82 kmq.

In questo settore si sviluppano reticoli idrografici di modesta entità, tra questi da segnalare il V.ne dell'Aquila e V.ne del Corvo.

Da un punto di vista amministrativo, l'area intermedia ricade interamente nel territorio comunale di Ribera.

Le principali infrastrutture di trasporto ricadenti parzialmente o interamente all'interno delle aree studiate sono le seguenti:

– Strada Statale n. 115 (Sud-occidentale Sicula);
– Strada Statale n. 188;
– Strada Statale n. 386;
– Strada Statale n. 118 (Corleonese - Agrigentina);
– Strade Provinciali;
– Acquedotto Montescuro.

Nelle aree studiate, inoltre, ricadono numerosi siti archeologici, tra i principali si ricorda: la località del C.da Castello ricadente nei territori comunali tra Ribera e Caltabellotta e Borgo Bonsignore ricadente nel territorio comunale di Ribera. Nel primo sito si rinviene una necropoli preistorica databile tra il neolitico e il bronzo finale; nel secondo si tratta di un insediamento abitativo e di una necropoli di età greca arcaica, con frammenti ceramici di età compresa tra il IV sec. A.C. ed il VII sec. d.C.

Altre aree sono presenti nel territorio comunale di Burgio con il sito archeologico di C.da Bonavilla; a Caltabellotta, nei pressi di Case Martusa si rinviene un'area con frammenti ceramici databili intorno al IV-III sec. a.C. Sempre a Caltabellotta si rinviene il sito di Montevergine con reperti di eta' compresa tra il III ed il IV sec. d.C; tra Lucca Sicula e Palazzo Adriano (PA) in C.da Torres, si rinvengono delle tombe scavate nella roccia riferibili ad età' tardo-antica.

Infine si ricordano i siti presenti nei territori comunali di Villafranca, Bisacquino (Monte Triona) e Castronuovo di Sicilia.

Tra le numerose aree naturali oggetto di politiche di tutela si ricordano:

RETE NATURA 2000:

– SIC "Complesso Monte Telegrafo e Rocca Ficuzza" codice ITA040006;

– SIC “Bosco di S. Adriano” codice ITA020025;
– ZPS e SIC “M. Matassaro, M. Gradara e M. Signora” codice ITA020030;
– SIC “Boschi di Granza” codice ITA020032;
– SIC “Serra del Leone e M. Stagnataro” codice ITA020028;
– SIC “Foce del Fiume Verdura” codice ITA040004;
– SIC “Monti Barracù, Cardelia e Pizzo Cangelosi e Gol del Tor. Cor.” Codice ITA020037;
– SIC “Sugherete di C.da Serradaino” codice ITA020038;
– SIC “Monte Triona e M. Colomba” codice ITA020036;
– ZPS “Foce del F. Magazzolo, Foce del F. Platani, Capo Bianco, Torre Salsa”, codice ITA040003.

RISERVE NATURALI ORIENTATE:

–“Monti di Palazzo Adriano e Valle del Sosio”, tipologia R.N.O., gestita dal FF.DD., zona A, istituita nel 1997 - n. 481/44 del 25/07/1997;
–“Monte Genuardo e Santa Maria del Bosco”, codice PA18 tipologia R.N.O., gestita dal FF.DD., zona A - B, istituita nel 1997 - n. 479/44 del 25/07/1997.

Dal punto di vista cartografico il bacino del Fiume Verdura e dell’area territoriale tra il F. Verdura ed il Fiume Magazzolo ricadono nei seguenti Fogli I.G.M. in scala 1:50.000:

- F. n° 619 – Santa Margherita di Belice;
- F. n° 620 – Lercara Friddi;
- F. n° 628 – Sciacca.

Le 26 sezioni C.T.R. in scala 1:10.000 in cui sono comprese le aree in studio risultano le seguenti:

C.T.R. in scala 1:10.000 (26 sezioni):

– 619070 “Contessa Entellina”
– 619080 “Bisacquino”
– 619110 “Giuliana”
– 619120 “Chiusa Sclafani”
– 619140 “Sambuca di Sicilia”
– 619150 “Monte Gibbinisi”
– 619160 “Burgio”
– 620010 “Monte Cardellia”
– 620020 “Pizzo Calandrella”
– 620050 “Lago di Prizzi”
– 620060 “Prizzi”
– 620090 “Palazzo Adriano”
– 620100 “Filaga”
– 620110 “Lago Fanaco”
– 620130 “Pizzo di Gallinaro”
– 620140 “S. Stefano di Quisquina”
– 620150 “Pizzo della Rondine”
– 628020 “Rocca Ficuzza”
– 628030 “Caltabellotta”
– 628040 “Lucca Sicula”
– 628070“Stretto Bellapietra”
– 628080 “Ribera”
– 628110 “Torre Macuda”
– 628120 “Ribera Sud”
– 628150 “Secca Grande”
– 628160 “Borgo Bonsignore”

In Tabella 1.1 si riporta l’elenco dei comuni ricadenti all’interno dell’area in esame; il numero di residenti in ciascuno dei suddetti comuni si riferisce ai dati ISTAT relativi all’anno 2011, mentre i dati che riguardano l’estensione dei territori comunali sono relativi alla superficie totale e alla

porzione di tali territori che ricade all'interno dell'area, calcolati sulla base della informatizzazione realizzata specificamente per il P.A.I.

Tabella 1.1 - Territori comunali ricadenti nel bacino del Fiume Verdura, nell'area territoriale tra i bacini del F. Verdura e del F. Magazzolo provincia di Agrigento e Palermo.

COMUNE	RESIDENTI (Dati ISTAT 2011)	BACINO AREE TERRITORIALI	AREE			Centro abitato ricadente nel bacino e nelle aree territoriali
			A_{Tot} [km^2]	$A_{nel\ bac.\ (area)}$	$A_{nel\ bac.\ (area)}$/ A_{Tot} [%]	
Bivona (AG)	3882	F. Verdura	88,23	1,74	1,97	NO
Burgio (AG)	2780	F. Verdura	42,17	42,14	99,93	SI
Calamonaci (AG)	1375	F. Verdura	32,51	13,87	42,66	SI
Caltabellotta (AG)	3907	F. Verdura	123,9	82,14	66,30	SI
Lucca Sicula (AG)	1917	F. Verdura	18,44	4,70	25,49	SI
Ribera (AG)	19302	F. Verdura	118,44	22,04	18,61	SI
		Area territoriale tra F. Verdura e F. Magazzolo		15,82	13,36	SI (Secca Grande)
Sambuca di Sicilia (AG)	6114	F. Verdura	96,18	6,41	6,66	NO
Santo Stefano di Quisquina (AG)	4897	F. Verdura	85,5	5,25	6,14	NO
Sciacca (AG)	40899	F. Verdura	191,03	10,21	5,34	NO
Villafranca Sicula (AG)	1426	F. Verdura	17,62	17,62	100,0	SI
Bisacquino (PA)	4829	F. Verdura	43,54	14,71	33,79	SI
Castronovo di Sicilia (PA)	3175	F. Verdura	200,24	17,41	8,69	NO
Contessa Entellina (PA)	1865	F. Verdura	25,11	0,92	3,66	NO
Chiusa Sclafani (PA)	2957	F. Verdura	57,34	57,34	100,00	SI
Corleone (PA)	11286	F. Verdura	229,11	10,29	4,49	NO
Giuliana (PA)	2032	F. Verdura	24,25	23,89	98,52	SI
Palazzo Adriano (PA)	2227	F. Verdura	129,87	70,68	54,42	SI
Prizzi (PA)	5055	F. Verdura	88,83	34,32	38,64	SI
TOTALI	**119.925**	**-**	**1421,27**	**451,50**	**31,05**	11

1.2 Morfologia

Il Fiume Sosio – Verdura presenta un ampio bacino idrografico che si sviluppa dai Monti Sicani a Nord alle spiagge del Mediterraneo a SW. L'assetto geomorfologico presenta pertanto caratteri variabili, da quelli tipici dell'entroterra isolano a quelli delle fasce costiere meridionali e sud – occidentali.

I rilievi più elevati si localizzano in corrispondenza delle impalcature carbonatiche presenti nella porzione più alta del bacino idrografico. La morfologia diventa più blanda nella porzione a

NE, nei pressi del territorio comunale di Prizzi, dove affiorano estesamente le argille sabbiose del tortoniano associate a siltiti ed arenarie. Ad est, in prossimità di serra del Leone in territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina, al confine con il bacino del F. Magazzolo, si ritrovano nuovamente i rilievi più alti in corrispondenza degli affioramenti dolomitici del mesozoico.

Nel settore mediano del bacino idrografico, in corrispondenza dei termini più plastici (argille tortoniane), la morfologia diventa variamente ondulata e verso la costa risultano caratteristici del paesaggio, i pianori tabulari dei terrazzi marini quaternari.

Il reticolo idrografico si adatta al substrato litologico cosicché le valli appaiono più strette nelle aree montuose e si slargano laddove i termini plastici lasciano ai corsi d'acqua maggiori spazi per la divagazione.

1.3 Idrografia

1.3.1 Il reticolo idrografico del Fiume Verdura

Il bacino imbrifero del fiume Verdura presenta una forma approssimativamente rettangolare, allungata secondo la direzione SSW-NNE, con una quota massima di 1450 metri s.l.m. presso Monte Cangialosi ed una quota minima di 0 metri s.l.m. alla foce situata nella costa meridionale siciliana, in prossimità di Cava della Secca (fraz. di Ribera) e della stazione ferroviaria di Verdura, oramai dismessa.

Esso si estende complessivamente su una superficie di 435,70 km2, con un perimetro di oltre 140 km ed una larghezza media di 29,80 km nella porzione montana e di 16,86 km nella porzione mediana del bacino, che si riduce a poco più di 7 km nel tratto terminale.

Il punto più distante dalla foce è la cima presso Cozzo della Rena, in territorio comunale di Prizzi che si trova ad una distanza di circa 50 km dalla foce, mentre il punto sorgente del ramo principale "Fiume Sosio" si trova ad una quota di 961,7 metri s.l.m. ed è localizzato presso Cozzo Confessionario (1011,55 metri s.l.m.) a nord del centro abitato di Santo Stefano di Quisquina; la lunghezza complessiva dell'asta principale è di circa 60 km e la pendenza media è del 1,69%.

L'asta principale

La rete idrografica è caratterizzata da un'asta principale, che assume la denominazione di "Fiume Sosio", dal punto di sorgenza fino alla confluenza del Vallone Garella ad una quota di circa 140,2 metri s.l.m., tra i territori comunali di Caltabellotta, Villafranca e Burgio, da dove assume la denominazione di Fiume Verdura, mantenendo tale denominazione fino alla foce.

Il ramo principale presenta un decorso poco contorto, pur se meandriforme, soprattutto in prossimità della foce ad Ovest del centro abitato di Ribera nei pressi dei ruderi del Castello di Gristia, dove il fiume attraversa una strettissima gola, profonda 300 m.e nella zona montana tra Palazzo Adriano e Chiusa Sclafani all'interno di una valle profonda e stretta, con bruschi cambi di direzione e pendenza del fondo dell'alveo.

In particolare si distingue:

- il primo tratto del "Fiume Sosio – Bis" ha una lunghezza di 1,83 km, che nasce in territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina per poi diventare Fiume Sosio in territorio comunale di Castronovo di Sicilia.

Gli affluenti principali

Gli affluenti secondari tributari di destra sono:

– il Fiume Raia, che nasce in territorio comunale di Palazzo Adriano in C.da Raia a circa 925 m.s.l.m. e confluisce nella diga "lago di Prizzi" presso C.da Stricatore ad una quota di 650 metri s.l.m.;
– il Torrente della Manca, che drena il versante a settentrione del centro abitato di Palazzo Adriano e confluisce nel collettore principale fiume Sosio, presso Molino Cesareo ad una quota di circa 530 metri s.l.m.;
– il Vallone Valentino che drena il versante sud – occidentale del centro abitato di Bisacquino. Esso sorge ad una quota di 592,3 m.s.l.m. e dopo aver segnato il confine naturale tra i territori comunali di Chiusa Sclafani e Giuliana, defluisce ad una quota di circa 176,00 metri s.l.m. nell'asta principale, in territorio di Chiusa Sclafani;
– il Torrente Valle di Landro, che trova presso Sorgente Balatazza a quota 680 m.s.l.m. in territorio comunale di Giuliana e confluisce nel Torrente Ruscescia ad una quota di 222,8 m.s.l.m.;
– il Vallone Ruscescia, che nasce presso Cozzo Tondo a 412,1 m.s.l.m. e confluisce nel collettore principale ad una quota di circa 165,8 metri s.l.m..
– il Vallone Gessa, che nasce a quota 307 m.s.l.m. nei pressi di C.da Mandena e confluisce nel collettore principale ad una quota di circa 118 metri s.l.m.;
– il Vallone Giorgio di Piazza, che nasce dalle pendici meridionali diel centro abitato di Caltabellotta, ad una quota di 700 m.s.l.m. presso Cozzo Mamao e, dopo aver preso la denominazione di Vallone di Merlusa, confluisce nel collettore principale ad una quota di circa 30 metri s.l.m..

Gli affluenti secondari tributari di sinistra sono:

– il Vallone Montescuro, nasce in territorio comunale di Palazzo Adriano a quote di 1161,7 m.s.l.m. presso Valle Grande e presso Cozzo Morici prende la denominazione di Torrente Morici, confluendo a passo Monsignore, in territorio comunale di Prizzi nell'asta principale;
– il Fosso Migliotta, nasce in territorio comunale di Palazzo adriano a quote di circa 950 m.s.l.m., e confluisce nell'asta principale F. Sosio a 526 m.s.l.m.;
– il Torrente San Calogero, nasce in territorio comunale di Bidona a quote di circa di circa 1053 m.s.l.m. e dopo aver attraversato il territorio comunale di Palazzo Adriano, confluisce a quota 450 m.s.l.m. presso l'asta principale;
– il Vallone di Segreta, nasce in territorio comunale di bugio ad una quota di 650 m.s.l.m. presso Pizzo Cufino (800 m.s.l.m.) e confluisce presso l'asta principale ad una quota di 176,6 m.s.l.m. presso ex mulino S. Carlo;
– il Torrente Garella dopo aver ricevuto le acque del torrente Tina confluisce nel Vallone Madonna di Mortile ad una quota di 165,8 km;
– il Torrente Re, che nasce presso Cozzo Guarisca a 900 m.s.l.m. in territorio comunale di Burgio, e dopo aver attraversato C.da Galline e C.da Piano ad Est del centro abitato di Bugio per una lunghezza di 3,56 km, confluisce con il Vallone Cibaria, quest'ultimo lungo 3,22 km e nascente presso serrone Nero ad una quota di 869,8 km;

– il vallone Trapanese, è un affluente secondario del Vallone Cibaria ed ha un'estensione di 2,6 km;
– il Vallone Gangi, insieme al Vallone Chibaria e al Vallone Mortile, confluiscono nel Vallone Madonna di Mortile, che a sua volta versa le sue acque presso il Fiume Verdura ad una quota di 144,2 m.s.l.m. presso il Sollevamento Acque in territorio comunale di Villafranca;
– il Vallone Tamburello, lungo 7,9 km nasce in territorio comunale di Ribera ad una quota di 396 m.s.l.m. presso C.da Salina e confluisce nell'asta principale F. Verdura ad una quota di 89,1 m.s.l.m..

1.3.2 I reticoli idrografici dell'area territoriale tra i bacini del Fiume Verdura e del Fiume Magazzolo

L'area territoriale intermedia, tra i bacini idrografici del Fiume Verdura e del Fiume Magazzolo, presenta una forma triangolare, con una quota massima di 200,3 metri s.l.m. ad ovest di C.da Panetteria ed una quota minima di 0 metri s.l.m. lungo la linea di costa.

L'area ricopre complessivamente una superficie di 15,82 kmq, con un perimetro di circa 20 km. All'interno dell'area è presente il bacino idrografico del Vallone del Corvo lungo 4,78 km, che in destra orografica riceve le acque dell'impluvio Vallone dell'Aquila lungo 2,9 km. L'incisione secondaria presenta un andamento pressoché regolare così come il Vallone del Corvo.

1.4 Uso del suolo

Per quanto concerne le caratteristiche di utilizzazione del suolo dell'area in studio ci si è avvalsi dei provenienti i dati della Corine Land Cover (CLC) descrivendoli fino al III.

Il quadro vegetazionale del bacino del Fiume Verdura e dell'area territoriale compresa tra i bacini del Fiume Verdura e il Fiume Magazzolo, si presenta abbastanza diversificato e si caratterizza per le aree boscate presenti nelle numerose aree protette istituite e per la dominanza, nel paesaggio agrario, delle aree coltivate a seminativo, a oliveto, ad agrumeto, a legnose agrarie miste (olivo, mandorlo, agrumi, vite e fruttiferi vari) e a pascolo. Tra le colture agricole specializzate si riscontrano anche frutteti e ortive.

Le aree urbanizzate a tessuto denso, con annesse numerose contrade, dei centri abitati dei comuni di Burgio, Calamonaci, Chiusa Sclafani, Giuliana, Lucca Sicula, Palazzo Adriano, Prizzi, Ribera, Villafranca Sicula, ricadono interamente nel bacino in esame, mentre i centri abitati di Caltabellotta e Bisacquino vi ricadono solo in parte; tale tipologia occupa una modesta percentuale rispetto all'intero bacino e dell'area territoriale.

Per quanto riguarda le zone umide, nell'area ricadono tre invasi artificiali "Il lago di Prizzi" (capacità utile circa 9 milioni di mc), che trae origine dallo sbarramento sul Fiume Raja, "Il lago di Pian del Leone" (capacità utile circa 4 milioni di mc), che trae origine dallo sbarramento sul Fiume Sosio, "Il lago di Gammauta" (capacità utile circa 1,5 milioni di mc), che trae origine dallo sbarramento sul Fiume Sosio; quest'ultimo, pur rappresentando un'esigua percentuale, è una

importante fonte di approvvigionamento idrico per l'intero comprensorio, principalmente ai fini irrigui.

Dall'analisi dei dati provenienti dalla Corine Land Cover la presenza di Seminativi in aree non irrigue conquista la percentuale più vasta nel resto del territorio in esame (24,67%). In particolare, le coltivazioni più diffuse sono attribuibili alle seguenti tipologie colturali:

- **Seminativi in aree non irrigue** (24,67%). I seminativi (grano spesso posto in rotazione con il melone giallo, leguminose da granella, foraggiere varie) sono molto diffusi nelle aree più interne del territorio, nei comuni di Bisacquino, Burgio, Calamonaci, Castronovo di Sicilia, Chiusa Sclafani, Giuliana, Palazzo Adriano, Sambuca di Sicilia e Villafranca Sicula; occupano i terreni a matrice prevalentemente argillosa, ove spesso è deficitaria la disponibilità idrica per l'irrigazione.
- **Uliveti** (20,08%). Aree olivetate di rilievo si rinvengono principalmente nei comuni di Burgio, Caltabellotta, Calamonaci, Chiusa Sclafani, Lucca Sicula, Palazzo Adriano, Ribera, Sciacca e Villafranca Sicula. Si tratta di varietà quasi tutte da olio, con prevalenza di Cerasuola, Biancolilla e Nocellara del Belice.
- **Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti** (11,55%).
- **Aree a pascolo naturale e praterie** (10,16%). Le aree pascolative si rinvengono principalmente nelle aree interne, nei comuni di Burgio, Castronuovo di Sicilia, Corleone, Chiusa Sclafani, Giuliana e Palazzo Adriano e Prizzi; mutano spesso, laddove l'influenza antropica è più limitata, verso le porzioni di territorio occupate da praterie.
- **Aree a vegetazione sclerofilla** (8,93%).
- **Boschi di latifoglie** (6,47%). Delle importanti aree boscate naturali, prevalentemente con latifoglie (Lecci, roverelle, ecc.), si riscontrano nei territori dei comuni di Bisaquino, Burgio, Caltabellotta, Corleone, Chiusa Sclafani, Giuliana e Palazzo Adriano. Molte di queste aree sono protette essendo riconosciute come riserve o come siti di interesse comunitario.
- **Frutteti e frutti minori** (5,53%). Si riscontrano nelle aree prossime alla costa e nelle aree lungo il corso del Fiume Verdura. Si tratta di impianti di pesco, pero ed albicocco. Negli ultimi anni si vanno più diffondendo gli impianti di pesco con varietà precoce e varietà di pero e albicocco che hanno un periodo di maturazione più ampio. Anche gli agrumi, molto diffusi nella porzione terminale del bacino, in prossimità delle aree attraversate del Fiume Verdura, si riscontrano principalmente nelle aree irrigue dei territori dei comuni di Ribera (rinomata per l'arancio Brasiliano di Ribera), Sciacca, Caltabellotta, Burgio, Calamonaci e Villafranca Sicula. Le specie più diffuse sono le arance del gruppo Navel e in misura minore i clementini, i limoni e i mandarini.

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 Fiume Verdura e dell'Area territoriale tra il F. Verdura ed il F. Magazzolo, ricavate dai dati estrapolati dalla "Carta dell'uso del suolo" (1994) della Corine Land Cover (CLC)

Tab. 1.2 Tipologia uso del suolo dell'area

Tipologia di uso del suolo	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	1,03
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,44
1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	0,06
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1. Seminativi	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	24,67
2.2. Colture permanenti	
2.2.1. Vigneti	0,60
2.2.2. Frutteti e frutti minori	5,53
2.2.3. Uliveti	20,08
2.4. Zone agricole eterogenee	
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	0,47
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	4,54
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	11,55
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.1. Zone boscate	
3.1.1. Boschi di latifoglie	6,47
3.1.2. Boschi di conifere	2,81
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	0,33
3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	10,16
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	8,93
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	1,97
3.3. Zone aperte con vegetazione rada o assente	
3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0,12
5. CORPI IDRICI	
5.1. Acque continentali	
5.1.2. Bacini d'acqua	0,23

1.5 Cenni di climatologia

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore sud-occidentale della Sicilia nel quale ricade il bacino idrografico del F. Verdura e l' area territoriale adiacente, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia (Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia).

Per definire il microclima del settore in cui ricade il bacino idrografico in esame, sono stati considerati gli elementi climatici Temperatura e Precipitazioni, registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate sia all'interno del distretto idrografico in esame che più prossime ad esso, ma hanno sicuramente una loro influenza anche altri fattori quali la copertura vegetale, l'esposizione dei versanti, la direzione prevalente dei venti, la distanza dal mare.

Tra i diversi metodi di classificazione climatica, quelli di De Martonne e Thornthwaite risultano essere i più adatti ad esprimere i caratteri climatici del territorio considerato.

In particolare secondo la classificazione di De Martonne il clima dell'area è semiarido nella porzione meridionale e lungo la costa; è temperato caldo nella parte centrale e settentrionale, sino a diventare temperato umido ad una quota superiore agli 850 metri s.l.m..

Secondo la classificazione di Thornthwaite il clima è semiarido nella fascia altimetrica compresa tra il livello del mare e 200 metri s.l.m.; asciutto - subumido, sino a quote superiori ai 980 metri s.l.m. e subumido – umido a quote superiori ai 1300 m.s.l.m..

1.5.1 Stazioni

I regimi termometrico e pluviometrico dell'area sono stati desunti utilizzando i dati registrati dalle stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate sia all'interno del distretto idrografico che quelle più prossime ad esso, prendendo in considerazione il trentennio 1965-1994 sulla base dei dati pubblicati dall'Ufficio Idrografico della Regione Siciliana.

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

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

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (GB)	
				Nord	Est
Bivona	1965 - 1994	termo - pluviometro	503	4164314	2381670
Burgio	1965 - 1994	pluviometro	317	416297	238397
Caltabellotta	1965 - 1994	pluviometro	949	4160957	2362476
Chiusa Sclafani	1965 - 1994	pluviometro	614	4170121	2367062
Palazzo Adriano	1965 - 1994	pluviometro	696	4182908	2376108
Pian del Leone	1965 - 1994	termo -pluviometro	831	4169814	2384703
Prizzi	1965 - 1994	pluviometro	1100	4175410	2381856
Ribera	1965 - 1994	Pluviometro	230	4151627	2366721
Sciacca	1965 - 1994	termo -pluviometro	56	4153076	2350660

All'interno dell'area in esame ricadono le stazioni pluviometriche di Burgio, Caltabellotta, Chiusa Sclafani, Pian del Leone, Prizzi e Ribera, mentre le stazioni termopluviometriche di Bivona, e Sciacca e la stazione pluviometrica di Palazzo Adriano, sono ubicate esternamente. Esse sono state considerate, in quanto le più prossime all'area.

1.5.2 Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle stazioni termo-pluviometriche di Bivona, Piano del Leone e Sciacca.

I valori medi della temperatura sono riportati nella tabella 1.4

Tab. 1.4 - Temperatura media mensile in gradi Celsius, per il periodo di osservazione 1965-1994.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Bivona	9	9,6	11,4	14,1	19,2	23,6	26,3	26,2	22,8	18,7	13,5	10,2	**17,05**
Pian del Leone	6,5	6,9	8,6	11,3	15,5	19,2	22	22,6	19,8	15,6	11	7,6	**13,88**
Sciacca	15	15,3	16,8	19,1	23,8	28	31	30,9	28	24,2	19,8	16,2	**22,34**

Il regime termometrico nel versante mediterraneo della Sicilia meridionale e, più in particolare, dell'area in esame è tale da determinare l'aggregazione del territorio in otto fasce, corrispondenti a diversi valori della temperatura media annuale. In generale la distribuzione delle temperature è condizionata dall'altitudine e dalla presenza del mare.

Si distingue, alle quote più basse, una fascia costiera con valori di T_m pari a 18-19 °C, una fascia intermedia con T_m di 17-18 °C ed una fascia più interna nei pressi del centro abitato di Burgio e parte dei territori comunali di Villafranca Sicula, Giuliana, Caltabellotta con una T_m pari a 16-17 °C ; una quarta fascia in corrispondenza delle quote più elevate (900 m.s.l.m.) con T_m di 15-16 °C, in corrispondenza dei centri abitati di Chiusa Sclafani, Villafranca e Giuliana, una quinta fascia in corrispondenza dei Monti di Palazzo Adriano con T_m pari a 14-15 °C, una sesta fascia con T_m pari a 13-14 °C ed una settima fascia con T_m pari a 12-13 °C in corrispondenza di Piano delle Fontane e Pizzo Mondello ed un'ottava fascia con T_m pari a 11-12 °C in corrispondenza di Pizzo della Fiera.

In base al range di valori assunti dalla temperatura media annuale, è quindi possibile distinguere il clima della fascia costiera e intermedia come semiarido nel periodo compreso tra i mesi di giugno e settembre, mentre nella fascia più interna il clima è temperato caldo sino a diventare temperato umido nelle zone montane. I mesi più freddi risultano essere gennaio e febbraio, quelli più caldi sono luglio e agosto.

L'escursione termica media annua è di 18 -19 °C nella fascia settentrionale e si riduce a circa 13 -14 °C nella fascia costiera, in seguito all'effetto di mitigazione climatica operato dal Mar Mediterraneo alle quote più basse. Tale effetto si ripercuote anche sui valori estremi e più precisamente: nella fascia costiera i valori medi delle temperature minime sono di circa 9 °C, mentre alle quote superiori ai 1250 metri s.l.m. valori medi delle temperature minime sono di circa -1 °C. Nel resto del bacino idrografico i valori medi delle temperature minime oscillano tra i 7°C nella zona centrale riducendosi man mano sino a valori compresi tra i 5°C e i 3°C ed 1°C.

I valori medi delle temperature massime nella zona di costa, come anche nella fascia altimetrica compresa tra i 940 metri ed i 1050 metri s.l.m., oscillano tra i 28° C ed i 30 °C, nella fascia altimetrica tra i 200 metri ed i 450 metri s.l.m. i valori medi subiscono un incremento oscillando tra i 32° C ed i 34 °C.

1.5.3 Regime pluviometrico

Le precipitazioni medie nell'area in esame oscillano in un range compreso tra i 500 – 600 mm nell'area costiera e centrale, in corrispondenza delle fasce ove si registra un clima semiarido e temperato caldo secondo la classifica di De Martonne; in un range tra 600 – 700 in corrispondenza di un clima temperato caldo e in un range tra 700 – 800 in corrispondenza della fascia temperata umida, sempre secondo la classifica operata da De Martonne.

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle stazioni pluviometriche ricadenti sia all'interno del distretto idrografico considerato (Burgio, Caltabellotta, Chiusa Sclafani, Piano del Leone, Prizzi, Ribera) ma anche di quella più prossima (Bivona, Palazzo Adriano e Sciacca).
I valori della piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994 sono riportati nella tabella 1.5

Tab. 1.5 - Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Bivona	120,5	107,1	82,2	65,6	31,3	10,5	3,3	16,1	45,8	88,7	93	123,7	**787,8**
Burgio	92,5	83,9	77,2	54,9	32,4	8,8	6,9	9,8	37,5	81,1	86,9	105,5	**677,4**
Caltabellotta	105,2	85,2	70,4	51,2	30	8,7	3,8	8,5	38	90,9	90,3	113,8	**696,0**
Chiusa Sclafani	105,1	90,2	77,2	64,2	37	9,6	6,2	11,7	39,8	88,4	91,7	108,8	**729,9**
Palazzo Adriano	105,7	93,5	75,5	61,4	28,3	9	3,6	15,2	43,2	83,6	96,6	123,6	**739,2**
Pian del Leone	114,2	87,9	77,1	68	30,3	10,9	7,8	19,9	42,8	84,5	99,2	120,6	**763,2**
Prizzi	93,3	88,9	69,1	59,8	32,4	8,3	8,7	12,6	47,9	84,6	93,2	107,2	**706,0**
Ribera	45,8	62,3	51,9	37,9	20,5	4,7	6,8	8,9	32,3	93,1	72,3	84,3	**520,8**
Sciacca	68,6	69,6	53,9	40,8	21,8	4,5	1,9	9,1	25,3	24,2	19,8	16,2	**355,7**

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello invernale, con i mesi di dicembre, gennaio e febbraio più piovosi rispetto al mese di novembre. Nei restanti mesi le precipitazioni risultano medie con valori compresi tra 30 e 80 mm, ad eccezione del mese di luglio e agosto, che risultano scarse (< 20 mm).

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 costituiscono il quadro di valutazione preliminare del rischio nel bacino, 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 cosi come definiti all'art. 2 del Decreto Legislativo n° 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.

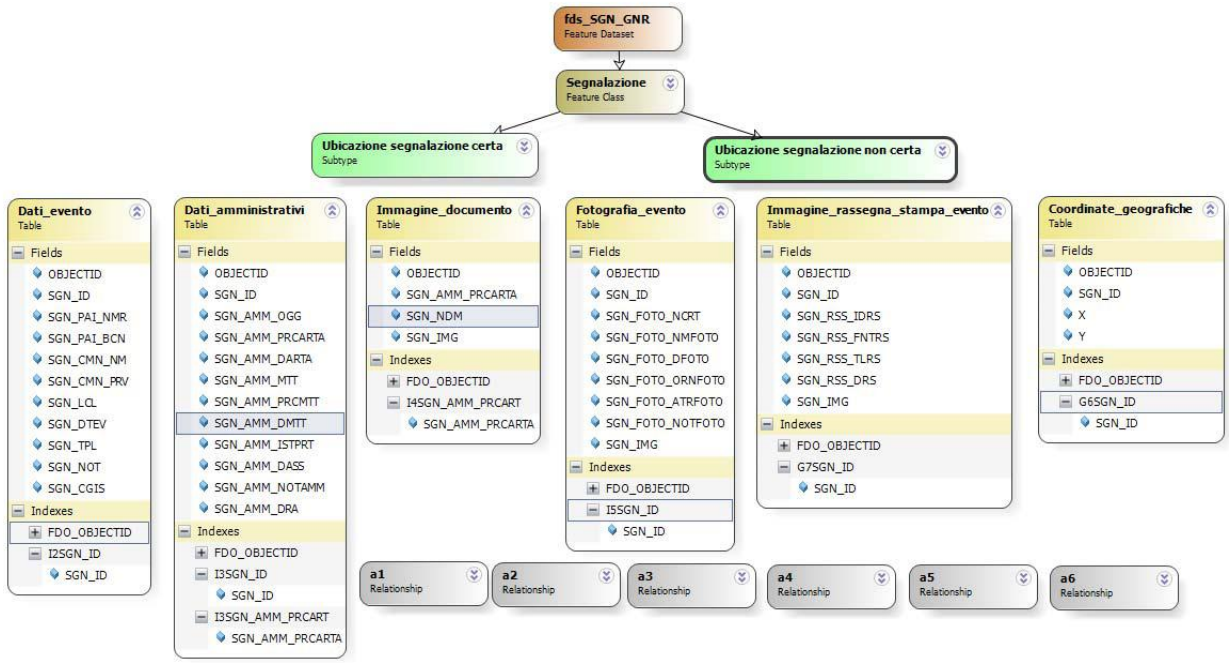
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

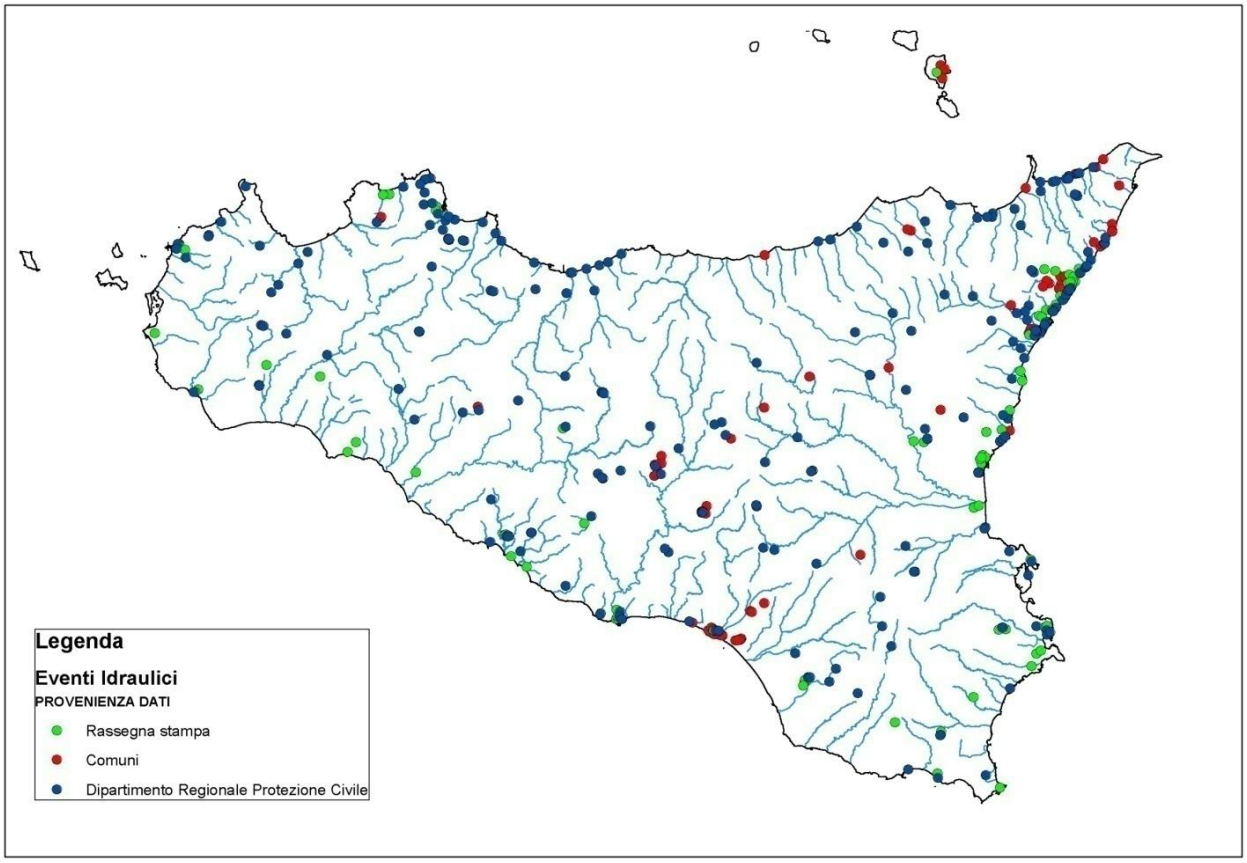
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

Fig. 2.1- Struttura DB Eventi Sicilia e informazioni contenute



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

Fig. 2.2 - Distribuzione territoriale degli eventi idraulici



Nella Tab. 2.1 sono elencati i dissesti presenti nel censimento DB Eventi Sicilia e ricadenti nel bacino del F. Verdura e dell'Area Territoriale tra il F. Verdura ed il F. Magazzolo.

Tab. 2.1 Dissesti DB Sicilia ricadenti nel bacino del F. Verdura e dell'Area Territoriale tra il F. Verdura ed il F. Magazzolo

Codice identificativo segnalazione	***COMUNE***	***LOCALITA'***	***DATA EVENTO***	***DESCRIZIONE***
PC-EI-061-1BU-001	Burgio (AG)	Territorio comunale	13/10/2010	Piogge violente, danni al sistema fognario, esondazione del Torrente Garella.
PC-EI-061-6GU-001	Giuliana (PA)	Via Celso e via Aquilone	06/02/2010	Allagamenti – Danni alla pubblica e privata incolumità.

2.2 Siti d'attenzione, pericolosità e rischio idraulico non studiati

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/o un livello di rischio e censite a seguito di eventi alluvionali accaduti o ricavate da studi le cui metodologie di esecuzione e i risultati ottenuti non sono stati ritenuti conformi ai contenuti richiesti dalla Direttiva Alluvioni.

Nella Carta della Pericolosità Idraulica n° 20 del PAI del Bacino del F. Verdura - CTR 628040 - è riportato un sito di attenzione per fenomeni di esondazione individuato a confine dei territori comunali di Caltabellotta e Villafranca Sicula, lungo l'asta fluviale del F. Verdura, a sud-est del centro abitato di Villafranca Sicula. La suddetta zona, in aperta campagna, è stata segnalata dal Comune di Villafranca Sicula quale area interessata da problemi idraulici legati, soprattutto, alla confluenza sullo stesso tratto del F. Verdura, delle acque provenienti dal Vallone Gessa e del Vallone Pepe. Il cavo fluviale di che trattasi è stato ispezionato con apposito sopralluogo al fine di prendere atto delle condizioni idrauliche dello stesso.

Nella tabella 2.2 sono elencati i dissesti classificati come *"sito d'attenzione"* e ricadenti nel bacino idrografico del Fiume Verdura e dell'Area Territoriale tra il Fiume Verdura ed il Fiume Magazzolo.

Tab. 2.2 " Siti d'attenzione" ricadenti nel bacino del F. Verdura e dell'Area Territoriale tra il F. Verdura ed il F. Magazzolo.

	Provincia	**Comune**	**N° Siti di Attenzione**	**Località**	**CTR**	**Dentro centro abitato (Si/No)**	**Rischio**
1	Agrigento	Tra Caltabellotta e Villafranca Sicula	1	In contrada Gessa in corrispondenza della confluenza tra il V.ne Pepe e l'asta del Verdura	628040	NO	Assente

Nel territorio comunale di Burgio si trova, inoltre, un'altra area a rischio R1 derivante dalla Revisione Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico del Comune di Burgio (D.D.G. n. 500/41 del 12/07/01).

Nella tabella 2.3 sono elencate le aree classificate a rischio idraulico non rispondenti dall'art.6 del D.Lgs. 49/2010.

Tab. 2.3 - Aree a rischio idraulico non conformi a art. 6 D.Lgs. 49/2010

Provincia	Comune	Località	CTR	Dentro centro abitato (Si/No)	Rischio idraulico	Pericolosità
Agrigento	Burgio	Ad est del centro abitato, lungo l'asta del Torrente Garella	628040	NO	R1	Assente

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente studio, l'analisi territoriale del bacino del F. Verdura è stata condotta utilizzando la cartografia di base CTR a scala 1:10.000 e un ausilio aerofotogrammetrico rappresentato dalle ortofoto IT2000 messe a disposizione del Dipartimento di Urbanistica della Regione Siciliana. Attraverso la loro osservazione e mediante i sopralluoghi svolti si sono individuati i siti di potenziale rischio.

Inoltre, lo studio geomorfologico ha inoltre messo in evidenza tutti gli elementi che possono segnalare aree potenzialmente inondabili quali andamento plano-altimetrico dell'alveo, presenza di depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto solido, evidenze relative a precedenti tracce di esondazione, ecc..

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

Il bacino idrografico del F. Verdura ricade nel versante meridionale della Sicilia e si estende, per circa 438 Km^2, dai centri abitati di S. Stefano Quisquina e di Prizzi sino ai pressi di Torre Verdura sul Mare Mediterraneo. Esso si inserisce tra il bacino del F. Carboj ad ovest ed il bacino del F. Magazzolo ad est e ricade quasi completamente nella provincia di Agrigento tranne una piccola parte della zona di monte che ricade nella provincia di Palermo. Nel bacino ricadono i centri abitati di Prizzi, Palazzo Adriano, Bisacquino, Chiusa Sclafani, Giuliana, Burgio, Villafranca Sicula, Lucca Sicula, Calamonaci, Ribera e una parte del centro abitato di Caltabellotta.

Il F. Verdura nasce nella Serra del Leone in prossimità di S. Stefano di Quisquina presso Cozzo Confessionario con il nome di F. Sosio e si sviluppa per circa 60 Km. Lungo il suo percorso riceve le acque in piccoli affluenti tra i quali il T. Landri, o Valle di Landro, che nasce presso S. Maria del Bosco, e il V. ne Cottonaro, che nasce presso Case Pietragrosse. Ambedue i corsi d'acqua affluiscono, in sponda destra, al F. Verdura poco a monte della T. sa Favara presso Cozzo Castelluzzo. Nei pressi dei ruderi del Castello di Gristia, al confine tra la provincia di Palermo e quella di Agrigento, ad ovest del centro abitato di Ribera, il fiume attraversa una strettissima gola, lunga circa 8 Km e profonda 300 m. Nell'ultimo tratto del F. Verdura è presente una articolata copertura vegetale essenzialmente costituita da pioppi e salici.

Nel bacino del Fiume Verdura sono state realizzate n°3 dighe: a monte la diga Prizzi sul Fiume Raia, affluente di destra del F. Sosio-Verdura e le dighe Piano del Leone e Gammauta, un po' più a valle, direttamente sul Fiume Sosio-Verdura.

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

3.2 Studio Idrologico

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

Lo studio idrologico è stato effettuato avvalendosi di tecniche proprie dei Sistemi Informativi Territoriali (G.I.S.) e di un modello di pubblico dominio, l'HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) dell'Hydrologic Engineering Center. Lo studio è stato effettuato per i valori del tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni in accordo con quanto indicato nel D.L. 180/98.

La metodologia utilizzata è descritta in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I.. Il bacino idrografico del F. Verdura, di estensione pari a circa 438,52 km2, è stato suddiviso in 7 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 3.1 è riportato il DEM relativo al bacino idrografico in studio compreso i limiti ed il reticolo idrografico. Le dimensioni delle celle del DEM utilizzato sono di 100x100 m. In Figura 3.2 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HEC-GeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

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

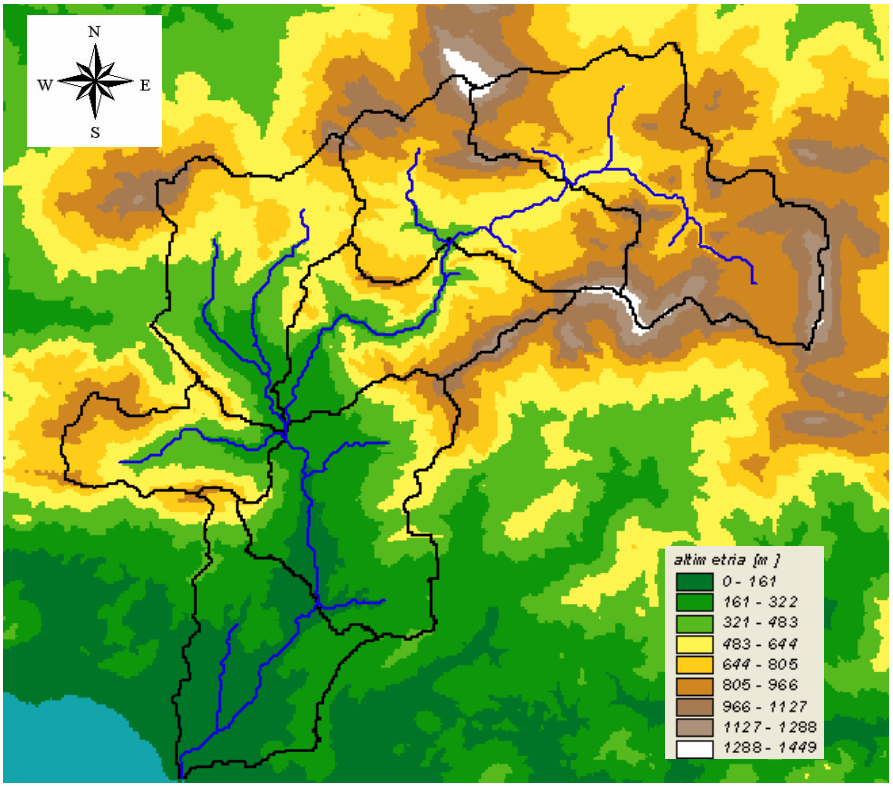
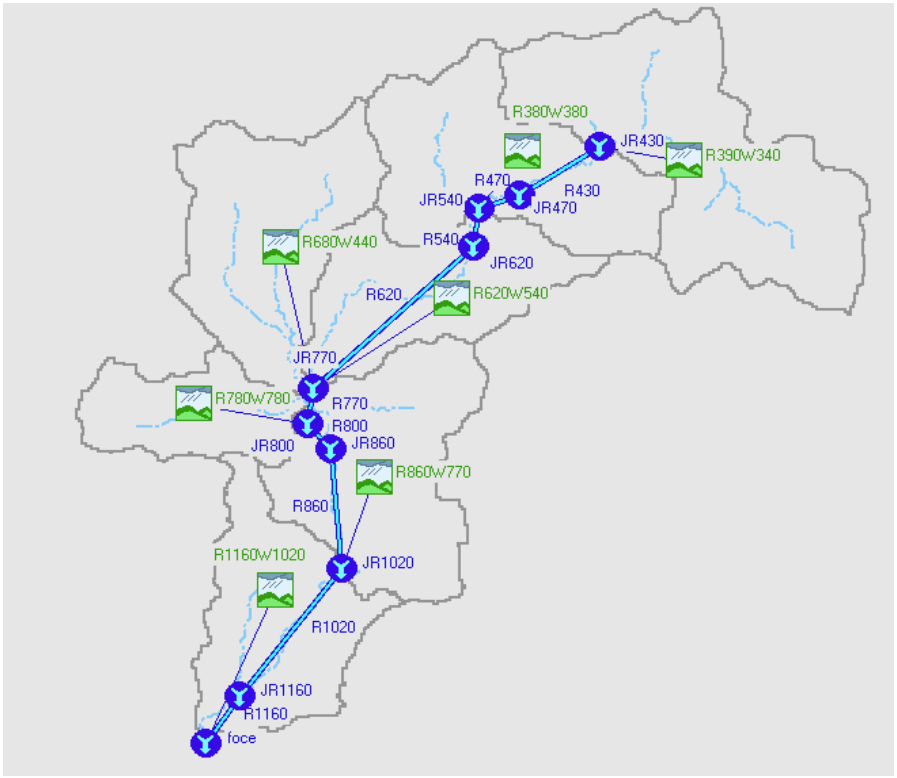


Fig. 3.2 - Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Verdura utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena



Lo studio effettuato è stato articolato in tre fasi:

1. *Studio della piovosità.*

E' stato condotto uno studio delle piogge al fine di calcolare i parametri statistici necessari per la costruzione delle curve di probabilità pluviometrica (v. Relazione Generale PAI) per il bacino idrografico in esame. Questa fase ha condotto alla determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" relativamente alla superficie sottesa dalla sezione di chiusura in corrispondenza della foce. A partire dalle carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" (Tavole 4, 5 e 6 della Relazione Generale) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tab. 3.1) utilizzando il software Arc-View.

Nelle Fig. 3.3, Fig. 3.4, Fig. 3.5 sono riportate le carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" in corrispondenza del bacino in esame; nella Fig. 3.6, è riportata la curva di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati, per i tre tempi di ritorno considerati.

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

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

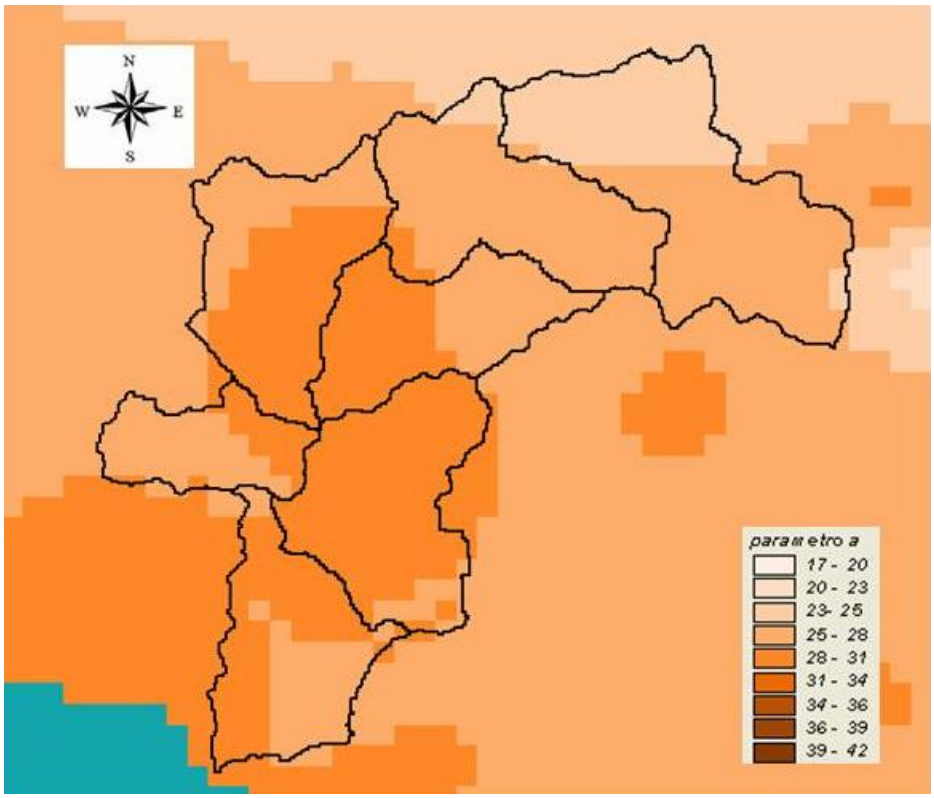


Fig. 3.4 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "n" nel bacino del Fiume Verdura

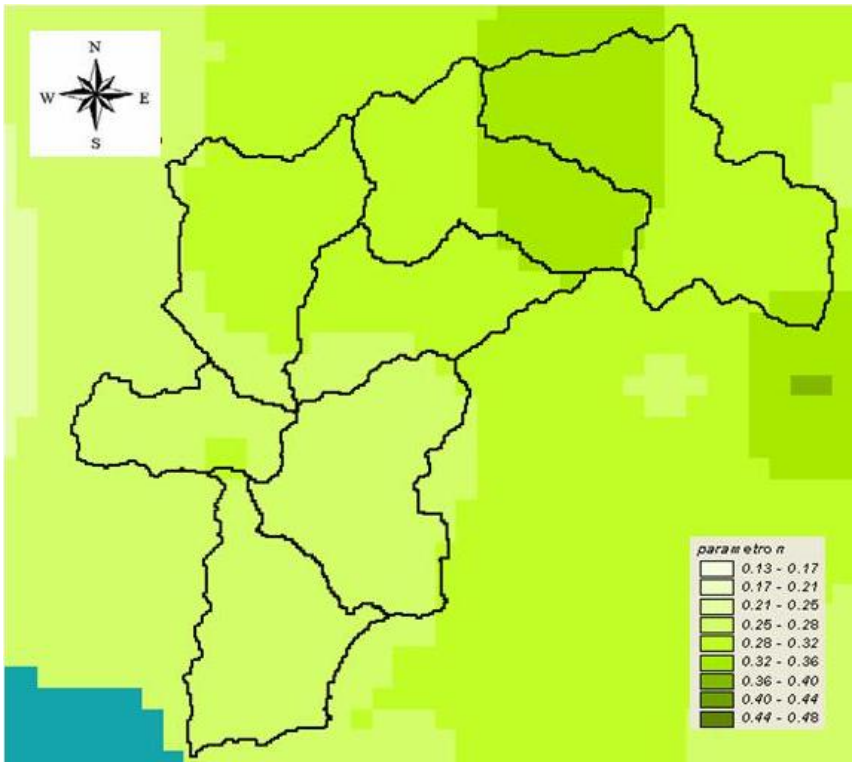
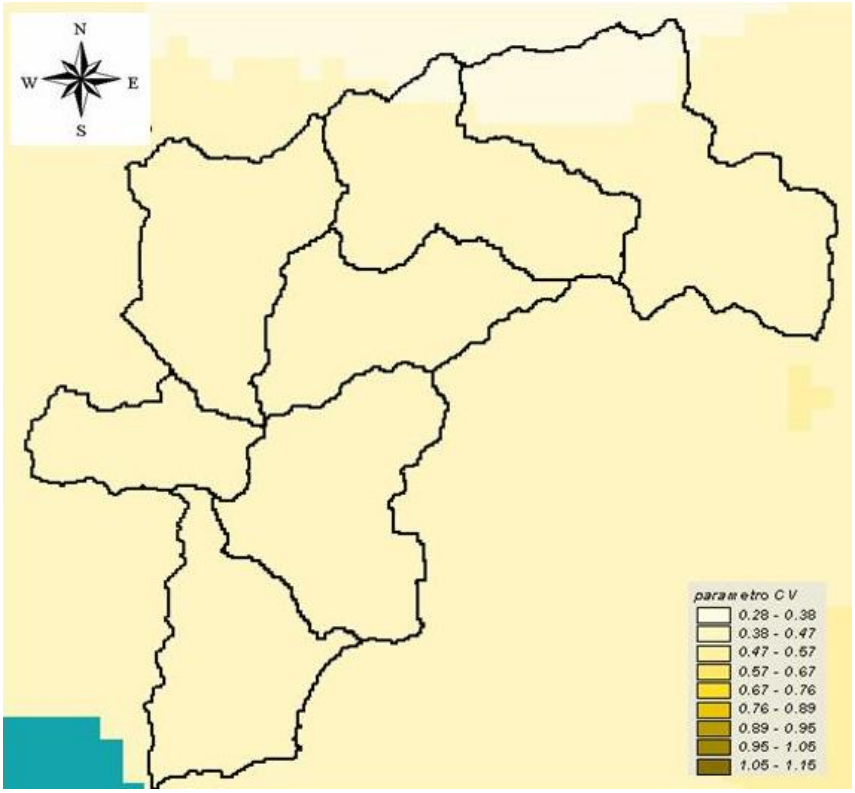


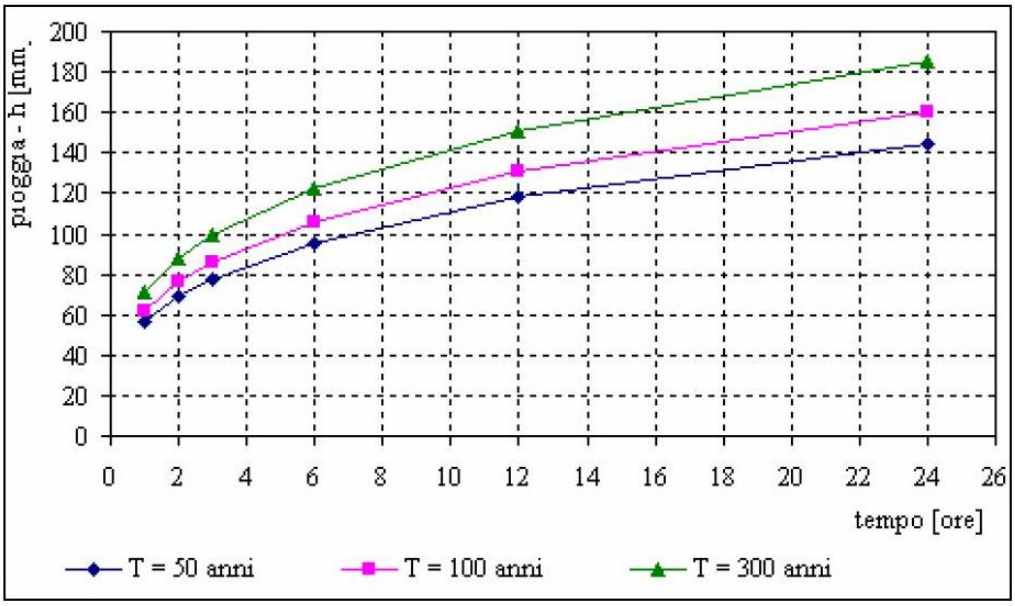
Fig. 3.5 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "CV" nel bacino del Fiume Verdura



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

Bacino Idrografico del Fiume Verdura				
Bacino idrografico	**Superficie totale** (km^2)	**a**	**n**	**CV**
Fiume Verdura	438,52	27,40	0,30	0,41

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

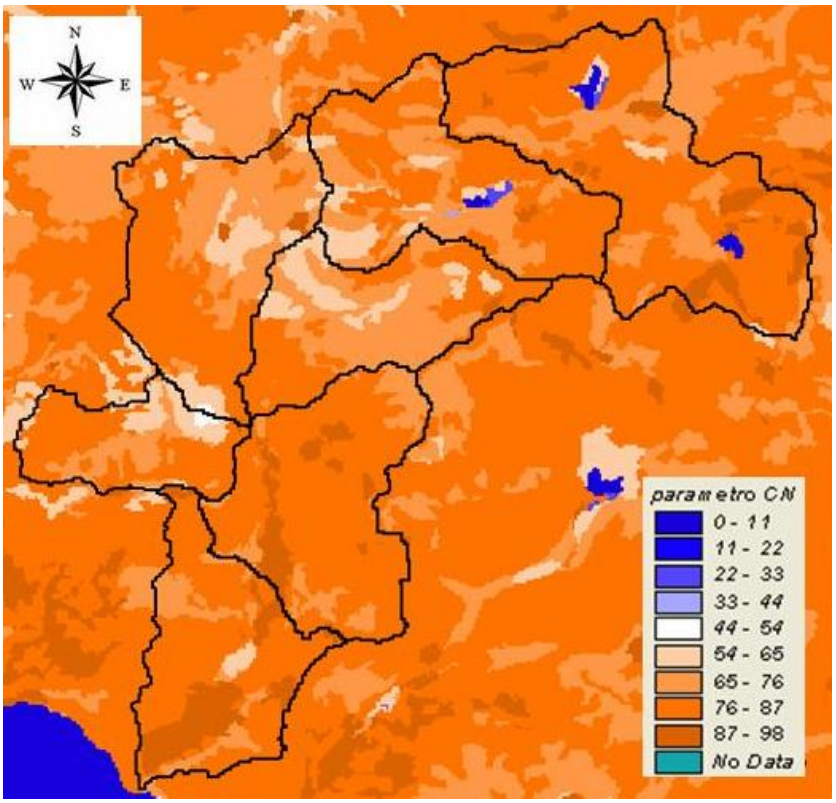


2. Calcolo della pioggia netta.

Per la determinazione della pioggia netta o deflusso superficiale è stato utilizzato il metodo SCS-Curve Number descritto in dettaglio nella Relazione Generale. I valori medi areali di CN, relativi ad ogni sottobacino nel quale è stato suddiviso il bacino principale.

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

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



I valori medi di CN, relativi ai sottobacini considerati, sono riportati nella Tab. 3.2.

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

Sottobacino N°	**Area** (km^2)	**Codice Sottobacino HMS**	**CN**
1	96,74	R390W340	77,57
2	67,73	R380W380	74,32
3	52,44	R620W540	73,31
4	65,78	R680W440	73,39
5	67,76	R860W770	82,21
6	31,86	R780W780	75,37
7	56,22	R1160W1020	81,45

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

Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino idrografico principale. A partire dal DEM del bacino, caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 x 100 m, sono stati ricavati automaticamente i percorsi di drenaggio, è stato individuato il reticolo idrografico e la lunghezza delle linee di drenaggio. A quest'ultima è stata associata una velocità di scorrimento superficiale costante e pari ad 1,5 m/s. Ottenuta così la carta delle isocorrive è stato possibile ricavare la curva aree-tempi e quindi i tempi di corrivazione dei sottobacini in esame (Tab. 3.3).

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

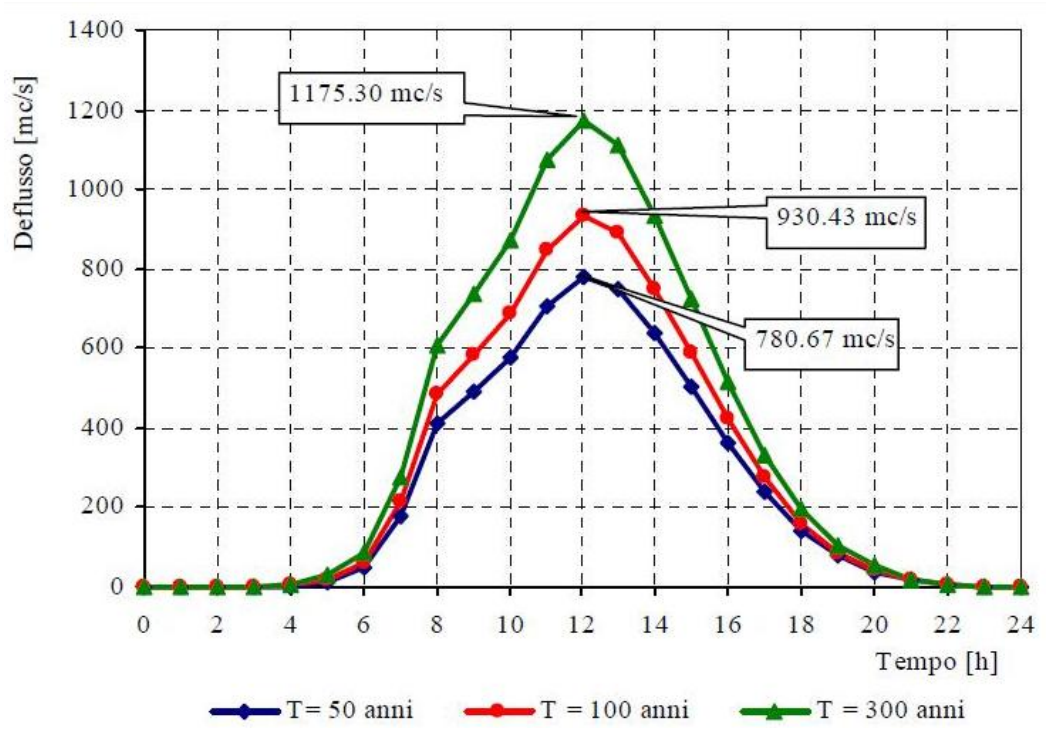
Sottobacino N°	Area (km^2)	Codice Sottobacino HMS	t_c (ore)
1	96,74	R390W340	3,041
2	67,73	R380W380	2,038
3	52,44	R620W540	3,636
4	65,78	R680W440	3,092
5	67,76	R860W770	2,906
6	31,86	R780W780	2,296
7	56,22	R1160W1020	2,946

Il calcolo dell'idrogramma uscente attraverso la sezione di chiusura del generico sottobacino è stato effettuato utilizzando il modulo User Specified Unit Hydrograph del modello HEC-HMS (v. Relazione Generale).

Il calcolo dell'onda di piena risultante nella sezione di chiusura del bacino principale è stato effettuato utilizzando il modulo Routing Method Lag di HEC-HMS ipotizzando i sottobacini collegati tramite canali lineari ed una semplice traslazione dell'onda di piena. Il tempo di ritardo di ciascun canale è stato calcolato in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua (lunghezza, pendenza, scabrezza) e della velocità della corrente supposta pari ad 1,5 m/s.

Di seguito, nella Fig. 3.8 è riportato l'idrogramma di piena relativo alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce del Fiume Verdura, per i tre tempi di ritorno considerati.

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



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.

Tab. 3.4 - Valori delle portate al colmo di piena (Qt), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza delle sezioni di calcolo considerate nello schema di calcolo HMS.

Sottobacino N°	**Codice Sottobacino HMS**	**Area** (km^2)	$\mathbf{Q_{t=50}}$ (m^3/s)	$\mathbf{Q_{t=100}}$ (m^3/s)	$\mathbf{Q_{t=300}}$ (m^3/s)
1	R390W340	96,74	352,12	417,32	522,83
2	R380W380	67,73	243,44	289,44	363,98
3	R620W540	52,44	136,35	163,60	208,07
4	R680W440	65,78	208,30	247,68	317,12
5	R860W770	67,76	296,24	343,96	420,16
6	R780W780	31,86	100,48	119,90	152,62
7	R1160W1020	56,22	274,46	320,04	392,97

Tab. 3.5 - Valori delle portate al colmo di piena (Qt), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza delle sezioni di calcolo considerate nello schema di calcolo HMS.

Sezione di calcolo N°	**Codice sezione HMS**	**Superficie drenata** (km^2)	$\mathbf{Q_{t=50}}$ (m^3/s)	$\mathbf{Q_{t=100}}$ (m^3/s)	$\mathbf{Q_{t=300}}$ (m^3/s)
1	JR430	96,74	352,12	417,32	522,83
2	JR470	96,74	336,35	397,41	496,02
3	JR540	164,47	451,35	540,78	686,78
4	JR620	164,47	423,52	502,44	630,35
5	JR770	282,69	620,45	748,83	959,94
6	JR800	314,54	707,59	852,12	1089,40
7	JR860	314,54	670,01	800,26	1012,80
8	JR1020	382,30	745,46	890,68	1134,30
9	JR1160	382,30	744,57	887,34	1120,30
	Foce	438,52	780,67	930,43	1175,30

La valutazione della portata in alveo nelle sezioni a valle degli invasi Piano del Leone, Prizzi e Gammauta dovrebbe tenere conto anche dei volumi rilasciati, durante l'evento di piena, dagli scarichi di superficie e di fondo (ipotizzandone il loro funzionamento contemporaneo). Tuttavia, poiché le portate degli scarichi fanno riferimento ad un valore del tempo di ritorno

superiore al valore massimo considerato in questo studio (300 anni) e, inoltre, sono state certamente valutate sulla base di dati idrologici registrati in un intervallo temporale diverso da quello utilizzato nel presente studio, si è preferito svincolarsi dai suddetti valori ai fini delle verifiche idrauliche.

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

3.3 Studio Idraulico

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

La modellazione idraulica del corso d'acqua è stata condotta utilizzando il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS. In particolare, attraverso un'operazione preliminare di pre-processing sono stati importati i dati di input all'interno del modello HEC-RAS. Tali dati sono stati integrati con tutte le indicazioni, di seguito descritte, che derivano dalle analisi cartografica e territoriale e dai sopralluoghi di campagna (verifica dello stato di fatto del fondo alveo, raccolta di documentazione fotografica, ecc.) predisposti in questa fase.

3.3.1 Rilievi e Cartografia

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

3.3.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'alveo

L'asta del F. Verdura si sviluppa per circa 59,77 km prima dello sbocco a mare, in prossimità della stazione ferroviaria di Verdura, oramai dismessa.

Il percorso del Fiume risulta relativamente tortuoso, tranne che nella zona della foce, dove il Provveditorato OO.PP. della Sicilia prima e l'Ufficio del Genio Civile di Agrigento poi, hanno provveduto con vari interventi alla sistemazione idraulica della gran parte del tratto fluviale che va dall'attraversamento con la SS 115 Sud Occidentale Sicula fino alla foce.

In corrispondenza della contrada Castello, ad ovest del centro abitato di Ribera, nei pressi dei ruderi del Castello di Gristia, il fiume attraversa una strettissima gola, profonda circa 300 m, presentando sia in destra che in sinistra terreni a notevole pendenza. Fino alla suddetta contrada le zone limitrofe al corso d'acqua sono peraltro abbastanza acclivi per tutto il percorso, mentre da questo punto in poi le sponde vallive del F. Verdura risultano pressoché pianeggianti fino alla foce.

In quest'ultimo tratto dell'alveo, oggetto del presente studio idraulico, sono presenti in più punti dell'asta valliva accumuli di materiale di detritico e alluvionale trasportato dalla corrente del fiume, nonché vegetazione tipica dei cavi fluviali.

Relativamente alle caratteristiche di resistenza idraulica è noto, inoltre, 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.

Il coefficiente di scabrezza adottato - n di Manning - è stato attribuito con criterio cautelativo: la sezione trasversale, schematizzata come sezione mista per tenere conto della differente distribuzione della velocità in funzione della scabrezza, risulta suddivisa in tre parti: quella centrale, corrispondente essenzialmente all'alveo di magra, e le due laterali relative alle aree golenali, sede naturale di espansione delle acque di piena; a ciascuna delle tre zone è stato attribuito il più appropriato grado di scabrezza, determinato anche sulla base delle osservazioni dirette del tratto fluviale durante i sopralluoghi di campagna .

L'osservazione diretta delle suddette caratteristiche sull'area in esame ha indirizzato ad una scelta di opportuni valori del coefficiente di Manning pari a 0,0621 m-1/3 s per le aree golenali e 0.07475 m-1/3 s per l'alveo.

Atteso il medio grado di vegetazione presente nel cavo fluviale nonché l'effetto relativo alle ostruzioni dovute alla presenza di accumuli di materiale alluvionale, è stato attribuito un valore di Manning più elevato in alveo rispetto a quello delle golene.

3.3.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.3.3.1 Attraversamenti

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

I principali attraversamenti, entrambi a cinque campate, sono ubicati nel tratto fociale del fiume e sono:

1 il ponte stradale sulla SS 115 Sud Occidentale Sicula, in corrispondenza del bivio per Ribera;

2 il ponte ferroviario, ormai inutilizzato, nei pressi della Stazione di Verdura, a circa 1.370 m dalla foce.

In Appendice B della Monografia sono riportati gli stralci cartografici con l'ubicazione dei suddetti attraversamenti e delle sezioni più importanti con le relative schede identificative.

3.3.3.2 Opere di sistemazione idraulica

Il corso d'acqua risulta arginato soltanto in due tratti di lunghezza diverse: il primo tratto va dalla foce fino al ponte stradale sulla SS 115 Sud Occidentale Sicula, in prossimità al bivio per Ribera, per una lunghezza complessiva di circa 4 km; il secondo tratto, dello sviluppo di circa 500 m è ubicato a valle di contrada Castello, sempre in prossimità della foce.

3.3.4 Verifiche Idrauliche

Nel presente studio è stata condotta la verifica idraulica dell'ultimo tratto del tronco fluviale del F. Verdura, dalla contrada Castello fino alla foce, per una lunghezza complessiva di circa 7,2 km.

I valori delle portate al colmo di piena utilizzati sono quelli corrispondenti al codice sezione HMS denominato "Foce" e riportati in Tabella 3.5.

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).

Nei paragrafi successivi sono illustrati i risultati delle verifiche idrauliche del tratto in esame.

3.3.4.1 Verifica idraulica sul Fiume Verdura (foce)

Per la simulazione idraulica sono state considerate 44 sezioni ed i risultati delle verifiche idrauliche sono riportate in forma tabellare ed in forma grafica, in Appendice C della Monografia. La tabella riporta, per fissato tempo di ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori della portata, della quota fondo alveo, della quota pelo libero, del tirante idrico fondo alveo, della pendenza della linea dei carichi totali, della velocità media della corrente in alveo e la sezione idrica.

Applicando il modello HEC-RAS si sono ottenuti i risultati riportati nel documento ITR191_61_I_MONOGRAFIA . Le tabelle contenute nella succitata monografia riassumono, per ogni tempo di ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori di portata, tirante idrico, pendenza della linea dei carichi totali, velocità media della corrente e sezione idrica. In tabella sono inoltre riportati i valori dei coefficienti di scabrezza di Manning utilizzati in ciascun tratto. ITR191_61_I_MONOGRAFIA è inoltre riportata una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell'alveo.

Per il tratto del F. Verdura studiato, per tutti i tempi di ritorno considerati, i valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati rispettivamente nella sezione 40 per tempo di ritorno T=50 e T=100, mentre nella sez. 44 per tempo di ritorno T=300; i valori minimi si verificano tutti nella sezione 35 (T=50; T=100 e T=300); per quanto riguarda la velocità media in alveo, il valore massimo si riscontra sempre nella sez. 44 per tutti e tre i tempi di ritorno mentre il valore minimo

si ha rispettivamente nella sezione 35 per tempo di ritorno T=50 e T=100, e nella sez. 26 per T=300. In Tabella 3.6 sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie in alveo ottenuti in seguito alle simulazioni del modello HEC- RAS.

Tab. 3.6 - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo del Fiume Verdura (foce)

Tempo di ritorno [anni]	**Tirante idrico minimo** [m] ***(n. sezione)***	**Tirante idrico massimo** [m] ***(n. sezione)***	**Velocità minima** [m/s] ***(n. sezione)***	**Velocità massima** [m/s] ***(n. sezione)***
50	2,69 (35)	6,47 (40)	0,79 (35)	6,70 (44)
100	2,87 (35)	6,92 (40)	0,83 (35)	6,98 (44)
300	3,00 (35)	7,62 (44)	0,83 (26)	7,39 (44)

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 abbiano 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, e dell'effetto di riduzione della stessa a causa dello sfioro che si verifica in alcune sezioni. 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" proposta dal D.I.I.A.A. della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo, in funzione del solo tempo di ritorno e, precisamente, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi Tab. 3.7).

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

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

In questo studio si sono delimitate le aree inondate nella parte a valle di C/da Castello in territorio di Ribera, sino alla foce del F. Verdura. Le suddette aree sono state identificate con i codici 061-E01, 061-E02 e 061-E03.

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.

3.5 Mappe di rischio

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

Al riguardo appare opportuno esporre di seguito il metodo utilizzato per la valutazione della popolazione esposta
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} *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 (Dissesti codici 061-E01, 061-E02 e 061-E03)

3.5.1.1 Centro abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun centro abitato.

3.5.1.2 Nucleo abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun nucleo abitato.

3.5.1.3 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. Nelle Tab. 3.8.1, tab 3.8.2 e tab 3.8.3 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate dall'areale di pericolosità rispettivamente dei dissesti 061-E01, 061-E02 e 061-E03 avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tab. 3.8.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 061-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	71,36
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0,21
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	0,03

Tab. 3.8.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 061-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,31
2.2.2. Frutteti e frutti minori	45,16

Tab. 3.8.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 061-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	1,12
2.2.2. Frutteti e frutti minori	8,57
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	2,08

3.5.2 Elementi coinvolti per Tr=100 anni (Dissesti codici 061-E01, 061-E02 e 061-E03)

3.5.2.1 Centro abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun centro abitato.

3.5.2.2 Nucleo abitato

Anche in questo caso non è coinvolto alcun nucleo abitato.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella tabella 3.9.1.

Tab. 3.9.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 100 anni Codice 061-E02

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
STRADE	SS115	

3.5.2.3 Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr =100 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nelle Tab. 3.10.1, 3.10.2 e 3.10.3 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità rispettivamente dei dissesti 061-E01, 061-E02 e 061-E03 aventi tempo di ritorno pari a 100 anni.

Tab. 3.10.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 061-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	84,05
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0,23
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	0,04

Tab. 3.10.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 061-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,34
2.2.2. Frutteti e frutti minori	51,26

Tab. 3.10.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 061-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	1,20
2.2.2. Frutteti e frutti minori	8,90
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	2,19

3.5.3 Elementi coinvolti per Tr=300 anni (Dissesti codici 061-E01, 061-E02 e 061-E03)

3.5.3.1 Centro abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun centro abitato.

3.5.3.2 Nucleo abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun nucleo abitato.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella tabella 3.11.1.

Tab. 3.11.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni Codice 061-E02

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
STRADE	SS115	

3.5.3.3 Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr = 300 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nelle tabella 3.12.1, 3.12.2 e 3.12.3 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità rispettivamente dei dissesti 061-E01, 061-E02 e 061-E03 avente tempo di ritorno pari a 300 anni.

Tab. 3.12.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 061-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	105,13
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0,25
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	0,05

Tab. 3.12.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 061-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,37
2.2.2. Frutteti e frutti minori	57,32

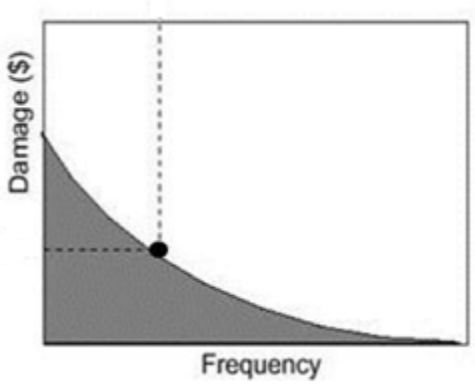
Tab. 3.12.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 061-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	1,29
2.2.2. Frutteti e frutti minori	9,33
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	2,33

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 atteso[1] 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 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.

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

4.1 Metodologia di valutazione economica del danno

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 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[2]:

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

Per ulteriori approfondimenti si rinvia 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. Verdura.

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

Tab. 4.1 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=50 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Verdura (061)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m^2)	Danno unitario (€ / m^2)	Danno (€)
061-E01	F. Verdura	Aree prev. occup.da colture agrarie, con spazi nat.	2141,89	0,63	1.349,39
061-E01	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	713636,82	0,63	449.591,00
061-E02	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	451641,91	0,63	284.534,00
061-E02	F. Verdura	Seminativi in aree non irrigue	3114,97	0,63	1.962,43
061-E03	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	85710,08	0,63	53.997,30
061-E03	F. Verdura	Seminativi in aree non irrigue	11210,31	0,63	7.062,50
				Totale	**798.497,27**

Tab. 4.2 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=100 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Verdura (061)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m^2)	Danno unitario (€ / m^2)	Danno (€)
061-E01	F. Verdura	Aree prev. occup.da colture agrarie, con spazi nat.	2330,61	0,63	1468,29
061-E01	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	840452,94	0,63	529.485,35
061-E02	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	512563,94	0,63	322.915,28
061-E02	F. Verdura	Seminativi in aree non irrigue	3356,19	0,63	2.114,40
061-E03	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	88990,32	0,63	56.063,90
061-E03	F. Verdura	Seminativi in aree non irrigue	11979,33	0,63	7.546,98
				Totale	**919.594,21**

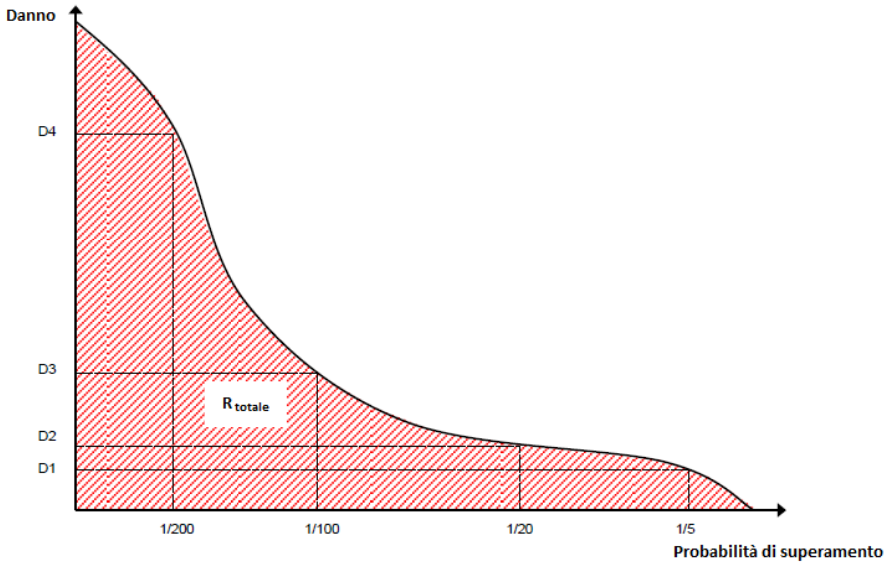
Tab. 4.3 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=300 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Verdura (061)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m^2)	Danno unitario (€ / m^2)	Danno (€)
061-E01	F. Verdura	Aree prev. occup.da colture agrarie, con spazi nat.	2486,35	0,63	1.566,398
061-E01	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	1051250,41	0,63	662.287,80
061-E02	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	573213,00	0,63	361.124,20
061-E02	F. Verdura	Seminativi in aree non irrigue	3654,16	0,63	2.302,12
061-E03	F. Verdura	Frutteti e frutti minori	93343,61	0,63	58.806,47
061-E03	F. Verdura	Seminativi in aree non irrigue	12852,36	0,63	8.096,99
				Totale	**1.094.183,92**

4.2 Valutazione del danno atteso medio annuo

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

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



Spesso non è facile stabilire l'esatto andamento di tale curva perché si conoscono soltanto pochi punti di essa. In tali casi l'approssimazione fatta per valutare il suddetto "danno atteso medio annuo" (rischio) è fatta applicando la seguente formula[3]:

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

con

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

e

$$\Delta P = \left| P_i - P_{i-1} \right|$$ ΔP 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

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

Nella seguente tabella sono riportati i valori del "danno atteso medio annuo" valutato per ogni areale di esondazione ricadente nel bacino idrografico del F. Verdura (061)

Tab. 4.4 Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Verdura (061)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	$D(P_{50})$ (€)	$D(P_{100})$ (€)	$D(P_{300})$ (€)	Danno atteso medio annuo (€)
061-E01	F. Verdura	450.940,59	530.953,64	663.854,16	8.892,16
061-E02	F. Verdura	286.496,83	325.029,68	363.426,31	5.352,49
061-E03	F. Verdura	61.059,85	63.610,88	66.903,46	1.058,40

[3] *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.

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 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 previsione e sorveglianza	Ricognizione periodica	Non strutturali
		Polizia idraulica	Non strutturali
		Manutenzione del territorio	Non strutturali
	Programmi di conoscenza	Miglioramento dei modelli di valutazione della pericolosità e del rischio	Non strutturali
		Estensione degli studi a tutte le aree d'attenzione	Non strutturali
	Norme tecniche	Indirizzi e prescrizioni per la progettazione d'interventi interferenti con le aree d'esondazione	Non strutturali
		Indirizzi e prescrizioni per la progettazione d'interventi di opere di difesa e di mitigazione del rischio;	Non strutturali
		Indirizzi e prescrizioni per la redazione di studi di compatibilità idraulica	Non strutturali
		Indirizzi e prescrizioni per gli interventi di manutenzione e gestione dei sedimenti	Non strutturali

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

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
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