

PARERE TECNICO

**SULLO STUDIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO PER LA DEFINIZIONE
DEGLI AREALI A RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI
VIBO VALENTIA**

Prof. Pasquale Fabio Filianoti
(Docente di Infrastrutture Idrauliche
Presso l'Università di Reggio Calabria)

Ing. Giovanni Laganà
(Responsabile della Struttura di Coordinamento
ex OCD n. 2/3918/2011 del 21 marzo 2011)

INDICE

1	PREMESSE	3
1.1	L'EVENTO ALLUVIONALE E I PROVVEDIMENTI CONSEGUENTI	3
1.2	STUDIO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI VIBO VALENTIA	4
2	DESCRIZIONE DELLO STUDIO	6
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2.2	GLI ELABORATI	7
2.3	LA SEZIONE IDRAULICA	11
2.3.1	<i>Metodologie di indagine applicate nello Studio</i>	<i>11</i>
2.3.2	<i>Congruenza con le linee guida del PAI</i>	<i>13</i>
2.3.3	<i>Considerazioni sui principali risultati conseguiti</i>	<i>17</i>
2.4	LA SEZIONE GEOLOGICA	18
2.4.1	<i>Metodologie di indagine applicate nello Studio</i>	<i>18</i>
2.4.2	<i>Congruenza con le linee guida del PAI</i>	<i>21</i>
2.4.3	<i>Considerazioni sui principali risultati conseguiti</i>	<i>22</i>
3	PARERE	23
3.1	RISCHIO IDRAULICO	24
3.1.1	<i>Punti di forza</i>	<i>24</i>
3.1.2	<i>Limiti</i>	<i>24</i>
3.1.3	<i>Considerazioni conclusive</i>	<i>25</i>
3.2	RISCHIO FRANA	26
3.2.1	<i>Punti di forza</i>	<i>26</i>
3.2.2	<i>Limiti</i>	<i>27</i>
3.2.3	<i>Considerazioni conclusive</i>	<i>27</i>

1 PREMESSE

1.1 L'evento alluvionale e i provvedimenti conseguenti

In data 3 luglio 2006 un evento alluvionale particolarmente intenso ha colpito il territorio della provincia di Vibo Valentia: nella città di Vibo Valentia, in sole due ore, furono registrati circa 200 mm di pioggia. Le precipitazioni provocarono gravi e diffusi danni (allagamenti, frane) e 4 morti.

L'OPCM n. 3531/2006 del 7 luglio 2006, ha nominato il Presidente della Regione Calabria Commissario Delegato per il *“ripristino, in condizioni di sicurezza, delle infrastrutture pubbliche danneggiate, la pulizia e la manutenzione straordinaria della viabilità, degli alvei dei corsi d'acqua e la stabilizzazione dei versanti, la realizzazione di adeguati interventi ed opere di prevenzione dei rischi e la messa in sicurezza dei luoghi, nonché la realizzazione di adeguati interventi, anche non infrastrutturali, di prevenzione dei rischi idrogeologici ed idraulici”*.

L'OPCM n. 3536/2006 del 28 luglio 2006, ha stabilito la predisposizione, a cura del Commissario Delegato, di un *“Piano di interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica, con la quantificazione finanziaria occorrente per la realizzazione degli interventi”*, sulla base del censimento dei danni effettuato dai competenti uffici e della valutazione economica della loro entità. Con l'Ordinanza Commissariale n. 6 dell'8 agosto 2006, il Commissario Delegato ha affidato la redazione del suddetto Piano al CAMILAB (Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica del Dipartimento di Difesa del Suolo dell'Università della Calabria), diretto dal Prof. Versace. Il piano elaborato è comunemente conosciuto come “Piano Versace 1”.

Con l'Ordinanza Commissariale n. 9 del 29 settembre 2006, il Commissario Delegato ha affidato al CAMILAB ed al Prof. Versace l'ulteriore compito di realizzare il *“Programma Pluriennale di interventi diretti a favorire la ripresa produttiva mediante il reinsediamento o la delocalizzazione delle imprese danneggiate”* previsto dall'art. 5 comma 2 della OPCM 3540/2006 finalizzato al reinsediamento o delocalizzazione delle imprese danneggiate ed alla realizzazione di nuove imprese nelle aree industriali interessate dagli eventi alluvionali. Il piano elaborato è comunemente conosciuto come “Piano Versace 2”.

Dopo essere stato sottoposto al parere dell’Autorità di Bacino Regionale, espresso favorevolmente con nota del 6 marzo 2007, il “Piano di interventi infrastrutturali di emergenza - Piano Versace 1” è stato approvato dal Commissario Delegato con l’Ordinanza Commissariale n. 21 del 5 aprile 2007.

Con l’Ordinanza Commissariale n. 61 dell’8 luglio 2008, il Commissario Delegato ha approvato anche il “Programma Pluriennale” di cui all’art. 5, comma 2, dell’OPCM 3540/2006, imponendo l’obbligo ai Comuni alluvionati di adeguare gli strumenti di pianificazione comunale alle situazioni di rischio descritte sia nel “Piano di interventi strutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica” che nel medesimo “Programma Pluriennale”. La medesima ordinanza all’Art. 3 comma 3 stabilisce che *“Sino all’adeguamento degli strumenti urbanistici comunali ... i provvedimenti di autorizzazione alle lottizzazioni convenzionate nonché i permessi a costruire e le denunce di inizio attività per qualunque tipo di intervento edilizio dovranno contenere una esplicita dichiarazione di compatibilità dell’intervento con le situazioni di rischio...”* descritte nei suddetti Piani.

Successivamente alla pubblicazione del Piano Versace 1, lo stesso Prof. Versace ha definito la **“Determinazione delle portate di progetto”** in un documento trasmesso, ma mai richiamato nelle precedenti Ordinanze, per una formale approvazione. In tale documento risulta esplicitamente dichiarato che *“fino a quando non saranno completati i lavori previsti nei piani di intervento (Piani Versace 1 e 2) appare inopportuno consentire incrementi delle portate dei corsi d’acqua, poiché tali incrementi potrebbero essere molto gravi per la pubblica incolumità”*.

1.2 Studio idrogeologico del territorio comunale di Vibo Valentia

Tenuto conto delle rilevanti problematiche di carattere urbanistico ed edilizio connesse all’emanazione dei “Piani Versace” ed alla necessità di individuare le aree del proprio territorio da sottoporre a misure di salvaguardia, l’Amministrazione Comunale di Vibo Valentia ha conferito un incarico, al Prof. Ing. Giuseppe Tito Aronica ed al Dott. Geol. Giuseppe Scalamandrè, professionisti esperti di problematiche idrauliche e geologiche, per la redazione di uno studio finalizzato ad accertare analiticamente le condizioni di pericolosità e di rischio residuo (idraulico e da frana) sul territorio del Comune di Vibo Valentia interessato dagli eventi alluvionali del luglio 2006.

Una prima stesura dello studio suddetto, è stato trasmesso dal Comune di Vibo Valentia

al Commissario Delegato con nota n. 57481 del 15 dicembre 2010. La Struttura di Supporto al Commissario Delegato ha trasmesso il suddetto studio all'Autorità di Bacino Regionale, con nota n. 461 del 17 dicembre 2010, ai fini delle valutazioni tecniche di competenza e dei successivi adempimenti, da concordare con la medesima Struttura.

Al riguardo, l'Autorità di Bacino Regionale si è espressa, con nota n. 110000832 del 9 marzo 2011, comunicando di aver effettuato una verifica preliminare di corrispondenza dello studio a quanto richiesto nelle *“Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione”*.

Nel prendere atto che nello studio proposto è stata usata una modellazione bidimensionale a “mesh” triangolare utilizzando un modello bidimensionale MultiLevel Flood Propagation (MFPL) basato sulle Equazioni di De Saint Venant, l'ABR ha richiesto di integrare lo studio proposto fornendo:

- una specifica tecnica relativa alla modellazione utilizzata;
- il piano quotato di partenza e tutti gli elementi relativi alle condizioni iniziali e al contorno utilizzati nel calcolo;
- la simulazione degli attraversamenti, delle ostruzioni locali e dei manufatti vari posti lungo gli alvei;
- la valutazione di eventuali ostruzioni parziali degli alvei e dei manufatti per il deposito temporaneo nel corso della piena di materiale lapideo.

Inoltre, tenuto conto che per il rilievo del terreno è stato usato un DEM con celle a 2 m estratto dalla cartografia comunale in scala 1:2.000, l'ABR ha reso disponibile un rilievo LIDAR di maggiore dettaglio dell'area interessata, elaborato nell'ambito di un progetto finanziato con fondi Ministero Ambiente. Peraltro, in accordo con le Linee Guida citate, l'ABR ha richiesto che la perimetrazione delle aree a rischio debba essere tracciata facendo riferimento alle portate ($Tr = 50, 200$ e 500 anni) e non ai tiranti idrici.

In merito alle problematiche di pericolosità da frana analizzate nello studio, l'ABR ha espresso il parere che le metodologie utilizzate non possono essere considerate coerenti con quelle dettate nelle Linee Guida sugli *“Studi relativi alla valutazione ed alla zonazione della pericolosità e del rischio di frana”*.

Una successiva stesura dello studio suddetto, che recepisce le indicazioni dell'Autorità di Bacino Regionale, per la sola parte idraulica, è stato trasmesso dal Comune di Vibo Valentia al Commissario Delegato con nota n. 353 del 17 giugno 2011.

Il suddetto studio è stato tempestivamente esaminato, collegialmente ed in via informale, da tecnici della Struttura del Commissario Delegato, dell'Autorità di Bacino Regionale, del Dipartimento Regionale Infrastrutture e Lavori Pubblici e dell'Amministrazione provinciale di Vibo Valentia, suggerendo al Comune di Vibo Valentia di far effettuare ai tecnici incaricati degli approfondimenti su alcune aree della zona di Vibo Marina, per tener conto degli interventi di mitigazione del rischio idraulico che, nel frattempo, l'Amministrazione provinciale ha posto in essere sui corsi d'acqua oggetto di analisi.

La stesura definitiva dello studio suddetto, oggetto del presente parere, è stato trasmesso dal Comune di Vibo Valentia al Commissario Delegato con nota n. 42374 del 1 settembre 2011.

Da ultimo, con nota n. 478 del 1 settembre 2011, il Commissario Delegato ha conferito incarico congiunto al Coordinatore della Struttura istituita con Ordinanza Commissariale n. 2/3918/2011 del 21 marzo 2011, Ing. Giovanni Laganà, Direttore Generale del Dipartimento Regionale Infrastrutture e Lavori Pubblici, ed al Prof. Pasquale Fabio Filianoti, docente di Costruzioni Idrauliche presso l'Università di Reggio Calabria, di rendere un parere tecnico in merito al suddetto studio trasmesso dal Comune di Vibo Valentia.

2 DESCRIZIONE DELLO STUDIO

2.1 Inquadramento territoriale

Lo studio idraulico e geomorfologico in esame è stato sviluppato sul territorio del Comune di Vibo Valentia, su aree scelte in funzione della tipologia di rischio idrogeologico esaminato e in base alla configurazione altimetrica del territorio, caratterizzato da una parte quasi pianeggiante a quota elevata ("altopiano") ove è localizzato il centro urbano, ampi versanti ad elevata pendenza degradanti verso il mare ed una zona alluvionale pianeggiante a bassa quota in prossimità della costa, ove sorgono le frazioni di Bivona e Vibo Marina.

In particolare, le aree esaminate, in funzione del rischio idrogeologico analizzato, sono le seguenti:

1. **rischio geologico** - è stato studiato l'intero territorio del Comune di Vibo Valentia;
2. **rischio idraulico** - l'area presa in esame è compresa tra la Fiumara Trainiti e il Porto Santa Venere di Vibo Marina. In particolare, l'area comprende le parti vallive dei bacini del Fosso Cotura, del Rio S. Andrea, del Fosso Galera, del Fosso Libanio, del torrente S. Anna, della fiumara Porto Salvo, del torrente Candrilli e della fiumara Trainiti, che insistono principalmente sul territorio del Comune di Vibo Valentia, e solo marginalmente su quello dei comuni di Cessaniti e Briatico. I corsi d'acqua di dimensioni più rilevanti presenti nella zona sono il Trainiti e il Sant'Anna che, pur essendo caratterizzati da portate più significative, presentano comunque caratteristiche torrentizie, mentre tutti gli altri sono piccoli fossi di natura privata.

Il reticolo fluviale esaminato ha caratteristiche pressoché comuni: parte dai limiti dell'altopiano e raggiunge la parte costiera, caratterizzata da una bassissima pendenza, sviluppandosi lungo i versanti con pendenze significative e sezioni trasversali ridotte, lungo una corta e pendente conoide di deiezione.

L'area costiera, inoltre, fortemente urbanizzata, è attraversata dai rilevati della linea ferroviaria e della strada provinciale nonché da varie infrastrutture, che costituiscono punti di interferenza con il reticolo fluviale e che ne compromettono, in maniera sostanziale, la capacità di deflusso, a causa dell'insufficienza dei relativi manufatti di attraversamento.

Lo studio idraulico ha fornito due scenari di rischio allagamento, stimati per la sola area costiera "in quanto essenzialmente la suddetta area era quella che aveva sofferto maggiormente degli effetti dell'evento del 3 luglio 2006". Pur tuttavia, si è tenuto conto non solo delle aree coinvolte in maniera diretta, per le quali si sono elaborati gli scenari di allagamento, ma anche di quelle coinvolte in maniera indiretta (le aree imbrifere), che pur non essendo ricomprese nelle aree soggette ad allagamento, conferiscono le loro acque a quest'ultime.

2.2 Gli elaborati

Lo Studio si articola in due distinte Sezioni: la "Geologia" e "l'Idraulica".

La Sezione "Geologia"

Questa Sezione contiene approfondite elaborazioni relative alla ricostruzione

dell'assetto geomorfologico, litostratigrafico e strutturale del territorio comunale di Vibo Valentia finalizzate, in ultima analisi, alla definizione della effettiva pericolosità da frana residua a seguito degli eventi alluvionali del 3 luglio 2006.

In particolare, lo studio, risulta articolato in due distinte fasi.

La prima fase riguarda la ricostruzione del quadro conoscitivo di base con particolare riferimento alla definizione degli assetti geologico-strutturali e geomorfologici del territorio in esame. I risultati di tali elaborazioni di base, descritti in relazione, risultano rappresentati graficamente nelle tavole allegate redatte alla scala 1:10.000:

- Carta Geologica ;
- Carta dell'uso del suolo;
- Carta delle pendenze;
- Carta inventario dei movimenti franosi precedenti il 3 luglio 2006;
- Carta inventario delle frane e altri effetti al suolo dell'evento del 3 luglio 2006;

La seconda fase riporta una zonazione del territorio in termini di suscettibilità al franamento con riferimento a quelle tipologie di fenomeni che si sono rilevati prevalenti nel corso dell'evento del 3 luglio 2006. Tale zonazione viene effettuata applicando una complessa metodologia e utilizzando tecnologie GIS per il trattamento e l'elaborazione di dati territoriali afferenti a vari livelli informativi. I risultati di tali elaborazioni, descritti in relazione, risultano rappresentati graficamente nelle tavole allegate redatte alla scala 1:10.000:

- Carta della suscettibilità da frana superficiale;
- Carta della suscettibilità da erosione areale intensa.

La Sezione "Idraulica"

Nella sezione Idraulica viene valutata la pericolosità idraulica delle aree comprese tra la Fiumara Trainiti e Porto Santo Venere delle frazioni di Bivona e Vibo Marina nella città di Vibo Valentia (VV). A tal fine, è stato redatto uno studio idrologico-idraulico delle aree predette, per determinare le mappe di pericolosità idraulica. Nel dettaglio, lo studio si è articolato secondo tre fasi principali:

- Acquisizione ed analisi dati di base;
- Studio idrologico dei bacini ricadenti nell'area di studio;
- Studio idraulico dell'area e redazione delle mappe di pericolosità;

Nella prima fase, che possiamo definire “*conoscitiva*”, si è proceduto all'acquisizione dei dati cartografici, topografici, idrografici e idrologici di base. L'analisi dei dati è consistita nell'individuazione degli impluvi e dei nodi critici in corrispondenza degli attraversamenti stradali e ferroviari.

Nella seconda fase, che possiamo definire “*idrologica*”, si è proceduto alla determinazione delle portate al colmo per prefissati tempi di ritorno in sezioni fluviali caratteristiche per i bacini degli impluvi compresi ricadenti nell'area in studio. Tali portate sono state calcolate per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Nella terza fase, che possiamo definire “*idraulica*”, si è passati all'analisi della propagazione dei volumi di piena nell'area in studio, al fine di redigere le mappe di pericolosità. La modellazione idraulica è avvenuta sia utilizzando uno schema monodimensionale della propagazione delle correnti idriche, sia un modello idraulico bidimensionale per la simulazione della propagazione delle onde di piena.

I risultati ottenuti consistono nella definizione di carte di allagamento e, conseguente mappatura del rischio idraulico per due diversi scenari (indicati nel seguito A e B) ciascuno caratterizzato da diverse portate di piena per fissato tempo di ritorno.

L'articolazione degli elaborati delle due Sezioni componenti lo studio è riportata nella tabella 1. Gli elaborati preceduti dal prefisso “A” appartengono allo studio Geologico, quelli preceduti dal prefisso “B”, allo studio Idraulico. Ciascuna sezione è corredata da una relazione generale esplicativa della metodologia adottata e dei principali risultati conseguiti.

Tab. 1. Elenco degli elaborati. Il prefisso “A” contraddistingue quelli dello studio Geologico; il “B”, dello studio Idraulico.

ELABORATO			
Sezione	Cod	Nome	Contenuto
Geologia	A00	Relazione geomorfologica	Relazione geomorfologica - vers. Giugno 2011
	A01	Carta geologica	Carta geologica - scala 1:10.000
	A02	Carta dell'uso del suolo	Carta dell'uso del suolo - scala 1:10.000
	A03	Carta delle pendenze	Carta delle pendenze - scala 1:10.000
	A04	Carta inventario dei movimenti franosi precedenti il 3 Luglio 2006	Carta inventario dei movimenti franosi precedenti il 3 Luglio 2006 - Scala 1:10.000
	A05	Carta inventario delle frane e altri effetti al suolo dell'evento del 3 luglio 2006	Carta inventario delle frane e altri effetti al suolo dell'evento del 3 luglio 2006 - Scala 1:10.000
	A06i	Carta della suscettibilità da frana superficiale	Carta della suscettibilità da frana superficiale - rev. giugno 2011 - Scala 1:10.000
A07i	Carta della suscettibilità da erosione areale intensa	Carta della suscettibilità da erosione areale intensa - Rev. Giugno 2011 - Scala 1:10.000	
Idraulica	B00	Relazione idraulica	Relazione idraulica - modellazione bidimensionale
	B00i	Relazione idraulica	Relazione idraulica - integr. giugno 2011
	B00ii	Relazione Idraulica	Relazione idraulica – integr. agosto 2011
	B01	Carta delle altezze massime di allagamento t = 50 anni	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 50 anni - modellazione bidimensionale - Scala 1:5.000
	B02	Carta delle altezze massime di allagamento t = 200 anni	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 200 anni - modellazione bidimensionale - Scala 1:5.000
	B03	Carta delle altezze massime di allagamento t = 500 anni	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 500 anni - modellazione bidimensionale - Scala 1:5.000
	B04	Carta del rischio di inondazione criteri PAI Regione Calabria	Carta del rischio di inondazione secondo i criteri PAI Regione Calabria - modellazione bidimensionale - Scala 1:5.000
	B05	Carta del rischio di inondazione	Carta del rischio di inondazione - modellazione bidimensionale - Scala 1:5.000
	B06i	Carta delle altezze massime di allagamento t = 50 anni scenario “A”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 50 anni - scenario “A” - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B06ii	Carta delle altezze massime di allagamento t = 50 anni scenario “A”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 50 anni - scenario “A” - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B07i	Carta delle altezze massime di allagamento t = 50 anni scenario “B”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 50 anni - scenario “B” - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B07ii	Carta delle altezze massime di allagamento t = 50 anni scenario “B”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 50 anni - scenario “B” - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B08i	Carta delle altezze massime di allagamento t = 200 anni scenario “A”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 200 anni - scenario “A” - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B08ii	Carta delle altezze massime di allagamento t = 200 anni scenario “A”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 200 anni - scenario “A” - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B09i	Carta delle altezze massime di allagamento t = 200 anni scenario “B”	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 200 anni - scenario “B” - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000

Idraulica	B09ii	Carta delle altezze massime di allagamento $t = 200$ anni scenario "B"	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 200 anni - scenario "B" - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B10i	Carta delle altezze massime di allagamento $t = 500$ anni scenario "A"	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 500 anni - scenario "A" - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B10ii	Carta delle altezze massime di allagamento $t = 500$ anni scenario "A"	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 500 anni - scenario "A" - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B11i	Carta delle altezze massime di allagamento $t = 500$ anni scenario "B"	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 500 anni - scenario "B" - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B11ii	Carta delle altezze massime di allagamento $t = 500$ anni scenario "B"	Carta delle altezze massime di allagamento per un periodo di ritorno di 500 anni - scenario "B" - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B12i	Carta del rischio di inondazione scenario "A"	Carta del rischio di inondazione scenario "A" - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B12ii	Carta del rischio di inondazione scenario "A"	Carta del rischio di inondazione scenario "A" - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000
	B13i	Carta del rischio di inondazione scenario "B"	Carta del rischio di inondazione scenario "B" - integrazione giugno 2011 - Scala 1:10.000
	B13ii	Carta del rischio di inondazione scenario "B"	Carta del rischio di inondazione scenario "B" - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000

2.3 La Sezione Idraulica

2.3.1 Metodologie di indagini applicate nello Studio

Per determinare gli idrogrammi di piena per fissato tempo di ritorno, è stato utilizzato un metodo di stima indiretto basato sull'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche nel bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse e un modello di trasformazione afflussi-deflussi per la trasformazione in portate.

Le portate al colmo sono state calcolate per 50, 200 e 500 anni di tempo di ritorno, corrispondenti rispettivamente a un rischio di inondazione elevato, medio e basso, secondo le *"Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione"* del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria.

Le curve di probabilità pluviometrica d'assegnato tempo di ritorno sono state ricavate utilizzando i criteri e le procedure descritte nel *"Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Calabria"* (VAPI), pubblicato nel 1989 a cura del CNR-IRPI, nell'ambito delle attività del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). La legge di

distribuzione probabilistica utilizzata è la Two Component Extreme Value (TCEV), i cui quattro parametri sono stati calcolati secondo la procedura PAI per durate comprese tra 20 min e 24 ore. L'idrogramma di piena considerato ha forma di triangolo isoscele con tempo di base pari al doppio del tempo di corrivazione.

Il calcolo della portata al colmo di piena, per lo scenario "A" e per i 3 tempi di ritorno considerati, è stato effettuato con la formula razionale. Per la trasformazione delle piogge lorde in piogge efficaci si è adoperato il metodo del Curve Number (SCS-CN), considerando un valore di CN pari a 90, che equivale a supporre che gli eventi estremi di piena avvengano in condizioni di terreno pressoché saturo, per precedenti precipitazioni, considerando che tali condizioni siano omogenee su tutto il bacino, vista la ridotta estensione dello stesso.

Per lo scenario "B" conformemente a quanto indicato nel Piano degli Interventi, i valori delle portate determinati con il procedimento sopra esposto sono stati incrementati di un contributo Q^* , per tener conto degli effetti prodotti da impermeabilizzazioni che possano incrementare localmente i deflussi di piena, ovvero da immissioni puntuali dovute a scarichi di impianti di depurazione, a scolmatori della rete fognaria di tipo misto o ad altre situazioni che producano analoghi effetti sia attuali che futuri.

La modellazione matematica della propagazione dei volumi di piena, sia all'interno delle aste fluviali sia nelle aree circostanti, è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello di propagazione bidimensionale, basato sulla forma iperbolica delle equazioni di De Saint Venant. Su tratti parziali di alcuni corsi d'acqua ricadenti nell'area considerata si è proceduto alla modellazione monodimensionale della propagazione delle correnti idriche, finalizzata alla individuazione delle insufficienze idrauliche puntuali, in corrispondenza di manufatti di attraversamento.

Le portate stimate nei due scenari "A" e "B", sono state immesse nel modello di propagazione a partire dalle zone di cambio di pendio, e dunque nel fondovalle, poco a monte del tracciato della SS522, delimitando, in tal modo il dominio della mesh di calcolo; al di fuori di tale dominio *"non si sono considerati altri fenomeni di esondazione, per cui l'intero volume di piena, immesso in corrispondenza dei nodi di contorno, si propaga all'interno del dominio"*. I redattori dello studio affermano, altresì, che *"nelle aree a pendenze più elevate (> 5%) è altamente improbabile che si possano avere degli allagamenti causate da esondazioni di volumi dai corsi d'acqua anche se, invero, possono*

manifestarsi criticità idrauliche puntuali con esondazioni localizzate a causa di interferenze tra i rami di ordine minore dei reticoli idrografici e le infrastrutture civili (ponticelli, tombature, riduzioni sezioni fluviali per accumulo materiali ecc.) e/o esondazioni nelle aree urbanizzate a causa dell'entrata in crisi dei sistemi di drenaggio urbano o per la permanenza di volumi zenitali....". Punti di attenzione, ove possano verificarsi tali criticità, sono stati segnalati nelle mappe di allagamento allegate allo studio.

Il modello idraulico di propagazione monodimensionale utilizzato è l'HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers, che permette di ricostruire l'andamento dei profili di rigurgito, in condizione di moto permanente gradualmente variato in alveo cilindrico, valutando l'influenza di eventuali ostacoli al normale deflusso della corrente.

Come detto, il modello di propagazione bidimensionale (MultiLevel Flood Propagation, MLFP) utilizzato è basato sulla forma iperbolica delle equazioni di De Saint Venant. Esso ha il pregio di consentire la valutazione delle caratteristiche idrodinamiche di una corrente che non si muova secondo una prefissata e definita direzione.

L'applicazione del modello MLFP necessita di una base digitale di rappresentazione topografica del terreno. A partire da tale base, viene generata una griglia (mesh) con l'ausilio di software appositi. Il contorno della mesh di calcolo coincide con il limite dell'area potenzialmente inondabile, ed ha un'estensione è di circa 7 km². Essa è stata discretizzata in 40515 elementi triangolari sulla base di 20684 nodi con una dimensione media dell'elemento pari a circa 170 m². Il Modello Digitale del Terreno (DEM) utilizzato ha una risoluzione orizzontale di 0.3 m e verticale di 0,1 m, derivato a partire da un rilievo LIDAR. Per ridurre l'onere computazionale il DEM originale è stato ricampionato, in alcune parti del dominio di calcolo, ad una risoluzione orizzontale di 2 m. E' stato verificato che questa operazione di ricampionamento non influenza i risultati finali del modello di propagazione. Il sistema di equazioni differenziali è stato quindi risolto adottando uno schema numerico agli elementi finiti triangolari nella formulazione dei residui pesati di Galerkin considerando che in ogni elemento triangolare le quote piezometriche varino linearmente e le portate per unità di larghezza siano costanti.

2.3.2 Congruenza con le linee guida del PAI

Le Linee Guida emanate dal Comitato Tecnico nella seduta del 15.07.2002 e approvate

dal Comitato Istituzionale il 31.07.2002 hanno lo scopo *“di garantire omogeneità di analisi sul territorio valorizzando i dati conoscitivi esistenti per una corretta progettazione degli interventi di mitigazione del rischio, per l’eventuale aggiornamento delle perimetrazioni delle aree a rischio e di attenzione e per un corretto sviluppo della pianificazione territoriale”*. A tal fine esse definiscono, tra l’altro, i contenuti dello studio idrologico – idraulico, il quale deve essere redatto in maniera chiara ed esauriente ed essere accompagnato dai dati necessari per consentire una puntuale verifica di tutti i calcoli eseguiti.

Per la determinazione degli eventi meteorici di progetto, lo Studio ha adottato i criteri e le procedure per la stima delle massime portate al colmo di piena di assegnato periodo di ritorno riportati nel *“Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Calabria”* pubblicato a cura del CNR-IRPI, nell’ambito delle attività del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), adottando la stessa legge di distribuzione probabilistica utilizzata nel PAI, vale a dire la Two Component Extreme Value (TCEV). I quattro parametri caratterizzanti la legge sono stati valutati conformemente ai risultati presentati nel *“Piano di interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica nei comuni della provincia di Vibo Valentia colpiti dagli eventi atmosferici del 3 luglio 2006”*, per diverse durate dell’evento meteorico comprese tra 20 min e 24 ore. Congruentemente a quanto prescritto dalla linee guida, lo Studio ha preso in esame eventi con periodi di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni.

Il calcolo delle piogge nette è stato effettuato col metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS), considerando una perdita iniziale (initial abstraction), antecedente all’inizio dei deflussi. Per la scelta del Curve Number, CN, variabile tra 0 e 100 e tabulato dal SCS secondo la capacità di deflusso del terreno e l’uso del suolo, si sono ritenute, cautelativamente, umide le condizioni antecedenti di umidità del suolo (Antecedent Moisture Conditions, AMC, di tipo III, secondo la classificazione delle tabulazioni del SCS). La stima è stata effettuata a partire dalla mappa regionale di CN, sulla base delle informazioni fornite dalla carta dell’infiltrabilità dei suoli del PAI e della carta del Progetto CORINE per l’uso del suolo. La procedura descritta è stata ritenuta valida, secondo le *“Linee Guida”* per i piccoli bacini, di estensione inferiore a circa 250 km², presupponendo che gli eventi estremi di piena avvengano in condizioni di terreno pressoché saturo, per precedenti precipitazioni, e, considerando che tali condizioni siano omogenee su tutto il bacino, vista la ridotta estensione dello stesso. Per tale motivo, gli

afflussi sono stati considerati uniformemente distribuiti sull'intero bacino. Le stime della massima portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno sono state effettuate con il metodo razionale. Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata e l'intensità di pioggia hanno lo stesso tempo di ritorno T ;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione T_c .

L'idrogramma di piena conseguente è di forma triangolare con base di durata pari al doppio del tempo di corrivazione.

Per le analisi idrauliche lo Studio ricorre sia a uno schema di calcolo monodimensionale (profilo in regime di moto permanente a portata costante e geometria variabile nello spazio), sia a uno schema bidimensionale (regime di moto vario con portata variabile nel tempo e geometria variabile nello spazio). La modellazione in forma monodimensionale della propagazione delle correnti idriche viene adottata soltanto su alcuni corsi d'acqua (tre) dell'area considerata ed in tratti di limitata estensione degli stessi. Tale modellazione mira al riconoscimento delle insufficienze idrauliche puntuali soprattutto in corrispondenza dei manufatti di attraversamento per i diversi tempi di ritorno previsti per le analisi di rischio. Il modello idraulico utilizzato è quello consigliato nelle Linee Guida, ovvero HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers.

Il modello idraulico bidimensionale viene impiegato per la simulazione della propagazione delle onde di piena su tutta l'area considerata nello studio. Lo schema di moto vario bidimensionale adottato nello Studio per valutare i caratteri idrodinamici della corrente idrica nel dominio del tempo, è congruente con le prescrizioni delle Linee Guida, le quali prevedono appunto l'eventuale adozione di schemi bidimensionali "nei casi di particolare complessità che richiedono la valutazione di fenomeni specifici .. in presenza di elementi particolarmente vulnerabili in aree prossime ad attraversamenti o nel caso in cui si renda necessaria la quantificazione di capacità di laminazione dell'alveo...". Il modello di propagazione bidimensionale utilizzato (MultiLevel Flood Propagation, MLFP) è basato sulla forma iperbolica delle equazioni di De Saint Venant. Esso è stato sviluppato dall'Autore e da altri, per valutare le caratteristiche idrodinamiche di una corrente che non

si muova secondo una prefissata e definita direzione. La relazione idraulica (Elaborati B00 B00i e B00ii) descrive adeguatamente il codice di calcolo utilizzato, e gli elementi di base per produrre tale elaborazione risultano anch'essi adeguati quanto a:

- estensione spaziale necessaria a caratterizzare tutto il tronco in studio;
- capacità di rappresentazione della geometria dell'alveo;
- capacità di evidenziazione della singolarità (variazioni di pendenza, variazioni di scabrezza, presenza di ponti, briglie, etc);
- capacità di evidenziazione delle variazioni della sezione lungo il tratto in indagine.

Al contrario, la cartografia di dettaglio utilizzata per l'analisi in ipotesi di moto monodimensionale, non appare sufficientemente dettagliata, secondo le specifiche minime richieste dalle "Linee Guida", in quanto carente di :

- planimetrie in scala maggiore o uguale 1:5000;
- profili longitudinali altimetrici in scala maggiore o uguale a 1:5.000/500;
- sezioni rilevate in scala maggiore o uguale ad 1:500.

Le opere di difesa idraulica ed i manufatti presenti sui tronchi di corsi d'acqua esaminati non sono stati individuati e censiti né tantomeno riportati sulle cartografie a corredo dello Studio, al pari di eventuali manufatti e/o opere interferenti con l'alveo.

La caratterizzazione morfologica dei tratti di alveo considerati nella propagazione delle correnti in forma monodimensionale non appare adeguata a definire la tendenza morfo-evolutiva dell'alveo e dei versanti, né tantomeno l'applicazione a tratti di limitata estensione longitudinale appare adeguata ai fini di un'analisi generale dell'alveo fluviale mirata alla localizzazione di eventuali punti critici, attraversamenti insufficienti o restringimenti naturali ove, durante la piena possano verificarsi ostruzioni, in grado di ingenerare repentine ed improvvise onde di piena.

La ricostruzione delle aree allagate e le modalità di allagamento in occasione di significativi eventi di piena condotte con il modello bidimensionale appaiono ben dettagliate e sufficientemente congruenti con gli eventi occorsi nel passato.

Lo studio per la valutazione della pericolosità idraulica non è stato condotto su tutto il territorio comunale interessato, né tantomeno sull'intera estensione dei bacini considerati.

La motivazione di tale scelta è giustificata dall'Autore sulla base dell'analisi della configurazione altimetrica del territorio del Comune di Vibo Valentia, il quale è *“caratterizzato da una topografia molto complessa con una parte quasi pianeggiante a quota elevata (“altopiano”) ove è localizzato il centro urbano, ampi versanti ad elevata pendenza digradanti verso il mare ed una zona alluvionale pianeggiante a bassa quota in prossimità della costa ove sorgono le frazioni di Bivona e Vibo Marina. Il reticolo idrografico principale parte dai limiti dell’altopiano e raggiunge la parte costiera sviluppandosi lungo i versanti con pendenze significative e sezioni trasversali ridotte”*. E ancora, sempre citando l'Autore, *“Le aree a rischio idraulico, nella loro accezione più generale, sono quelle che sono soggette frequentemente ad allagamenti per diverse cause tra le quali la più significativa è l’esonazione di volumi idrici da alvei naturali e/o artificiale nei tratti a pendenza più ridotta dove, appunto, le correnti idriche tendono ad inondare propagandosi nelle aree prossime ai corsi d’acqua (floodplain). Di conseguenza è ragionevole pensare che gli allagamenti si concentrino nelle aree caratterizzate da basse pendenze del terreno.”*

2.3.3 Considerazioni sui principali risultati conseguiti

L'applicazione del modello matematico bidimensionale presenta il vantaggio del riconoscimento delle aree inondabili quando le caratteristiche idrografiche e topografiche dell'area sono tali che i fenomeni di allagamento sono fortemente influenzati dalle condizioni locali (strade, linee ferroviarie, fabbricati, opere idrauliche di intercettazione), e pertanto il reticolo naturale superficiale risulta in molti casi quasi completamente “nascosto” dai diversi interventi antropici. Altro punto di pregio è la simulazione di due scenari (denominati A e B nello Studio) per quantificare l'influenza sulle portate di piena e quindi, sugli scenari di rischio, di future influenze antropiche. In dettaglio, lo scenario A è quello relativo alla propagazione delle piene “naturali” causate cioè dalle sole precipitazioni meteoriche, mentre lo scenario B è quello relativo alla propagazione delle piene “naturali” incrementate di un contributo, come suggerito dal *“Piano di interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica nei comuni della provincia di Vibo Valentia colpiti dagli eventi atmosferici del 3 luglio 2006”*, redatto dal CAMILAB dell'Università della Calabria. Tale contributo serve a tenere in conto gli effetti delle impermeabilizzazioni dei bacini, delle immissioni puntuali dovute a scarichi di impianti di depurazione, a scolmatori della rete fognaria di tipo misto o a altre situazioni

che producano analoghi effetti sia nelle condizioni attuali sia in quelle future.

I risultati delle due simulazioni sono soggetti al medesimo grado di approssimazione e di incertezza derivanti dalla definizione delle condizioni di input al modello, condizioni che sono identiche per entrambe le simulazioni.

L'analisi non si estende all'intera superficie dei bacini considerati. Sebbene, a giudizio dell'estensore dello Studio, la porzione non interessata dallo studio di propagazione idraulica (quella a monte) non sia suscettibile a fenomeni di allagamento in virtù della particolare conformazione topografica, tuttavia, la sua inclusione nella modellazione idraulica avrebbe conferito maggiore completezza ai risultati.

Lo Studio con modellazione monodimensionale è stato applicato solo a tre (S. Anna, Antonucci – Galera, Rio Bravo) degli otto corsi d'acqua ricompresi nello Studio, e per di più solo a segmenti delle aste di estensione alquanto limitata. Una applicazione più ampia, tale da ricomprendere quantomeno i tratti interessati da attraversamenti, sarebbe stata auspicabile.

Seppure con le limitazioni suddette, i risultati ottenuti con il modello idraulico monodimensionale appaiono in accordo con i risultati del modello bidimensionale.

2.4 La Sezione Geologica

2.4.4 Metodologie di indagine applicate nello Studio

Le indagini ed i rilievi, nonché le relative elaborazioni cartografiche, finalizzate, in ultima analisi, alla definizione della effettiva pericolosità da frana residua a seguito degli eventi alluvionali del 3 luglio 2006, hanno riguardato l'intero territorio comunale di Vibo Valentia.

La base di riferimento fondamentale per i rilievi di natura geologica e geomorfologica, nonché per le analisi e per le valutazioni finali dello studio, è costituita da un modello digitale del terreno (DTM) elaborato in base ai dati cartografici disponibili, integrato con specifiche rielaborazioni aerofotogrammetriche ed infine perfezionato con interventi puntuali, necessari agli specifici scopi delle modellazioni. Il DTM è stato elaborato dagli elementi della Carta Tecnica comunale, alla scala 1:2.000, disponibili in formato digitale. Quale scala di rilievo dei dati (a cui fare riferimento per la valutazione dei limiti di precisione delle relative rappresentazioni cartografiche) è pertanto da assumersi quella relativa alla Carta Tecnica Comunale (1:2.000). Per comodità di consultazione è stata

scelta la scala 1:10.000 per le rappresentazioni finali delle tavole.

Sebbene non esplicitamente dichiarato in relazione si evince che il rilievo dei dati di base per la redazione della *carta geologica* e della *carta dell'uso del suolo* è stato eseguito mediante osservazioni da foto aeree e relativi controlli sul terreno.

La *carta delle pendenze* è stata ricostruita a partire dal modello digitale del terreno grazie alle potenzialità di un Sistema Informativo Geografico (GIS) evoluto, con il massimo dettaglio possibile.

Unitamente al rilevamento dei dati territoriali di base (geologia, uso del suolo e pendenze) è stato realizzato il censimento dei fenomeni franosi interessanti il territorio comunale di Vibo Valentia operando l'utile suddivisione tra movimenti franosi precedenti l'episodio alluvionale del 3 luglio 2006 e quelli generatisi a seguito dello stesso.

La *Carta inventario dei movimenti franosi precedenti il 3 luglio 2006* deriva da una revisione ed aggiornamento del rilievo della franosità comunale per il quale il tecnico estensore dello studio aveva già maturato numerose esperienze in passato. E' stata operata con un'accurata ripermetrazione sulla carta tecnica comunale alla scala 1:2.000. Per l'intero territorio è stata effettuata la fotointerpretazione in stereoscopia delle foto aeree relative al volo del 2.08.2002, di proprietà dell'Amministrazione Comunale, e, per alcune aree, sono state analizzate anche stereocoppie relative agli anni 1990÷91, 1983, 1975, 1955. La trasposizione finale delle varie frane dalle foto aeree alla base cartografica, reinterpretandone i limiti in funzione della reale morfologia del terreno e degli elementi in essa rappresentati, è stata eseguita sulla carta tecnica alla scala 1:2.000, georeferenziata nel sistema Gauss-Boaga, per poi essere restituita nell'editing finale, alla scala 1:10.000. La fase di perimetrazione è stata supportata anche da una lunga serie di rilievi diretti sul terreno mirati, oltre che alla verifica delle situazioni più complesse, alla valutazione dello stato di attività delle varie frane. Nell'elaborato cartografico finale i vari movimenti franosi sono quindi stati distinti per stato di attività e per tipologia di movimento, seguendo i termini proposti da CARRARA et al. (1985), che hanno ripreso e modificato la classificazione dei movimenti di versante introdotta da VARNES (1978). In relazione si dichiara in modo esplicito che la carta inventario dei movimenti franosi precedenti il 3 luglio 2006, *“per evitare un inutile sovraccarico d'informazione e mantenere una sua precisa identità, non riporta i movimenti franosi censiti dal PAI, con molti dei quali si registra peraltro una sostanziale congruenza”*. Sempre dalla relazione si desume che,

sebbene tale dato non risulti dalle elaborazioni finali, nel formato digitale originale per ciascuna tipologia di movimento rilevata, è stata assegnata una classe di intensità, proporzionale alla velocità ed ai volumi coinvolti, e ne è stata valutata la potenziale pericolosità specifica in funzione dello stato di attività desunto, già in fase di fotointerpretazione, sull'aspetto generale del dissesto e dei segni ad esso correlati.

La *Carta inventario delle frane e altri effetti al suolo dell'evento del 3 luglio 2006* è il risultato di un complesso e meticoloso lavoro di ricostruzione dei fenomeni di dissesto occorsi in occasione dell'evento alluvionale, basato principalmente sull'analisi in stereoscopia delle fotografie zenitali del volo post-evento effettuato dal DPC. Un notevole contributo è stato fornito inoltre dalle foto panoramiche riprese da elicottero in varie epoche, dal giorno dell'evento fino al 3 marzo 2007, nonché dalle numerose fotografie di sopralluogo. Al fine di ottenere una maggiore precisione nella restituzione cartografica dei vari elementi rilevati, per il versante marino del territorio comunale, quello maggiormente interessato da movimenti gravitativi, le strisciate del volo post-evento sono state ortorettificate georeferenziandole nel sistema Gauss-Boaga. Una volta sovrapposta la carta tecnica comunale alla scala 1:2.000 a tali ortofoto, i poligoni e le linee che rappresentano i vari dissesti sono stati digitalizzati direttamente nella loro effettiva posizione geografica, correggendo la deformazione della ripresa aerea, e adattandoli alla rappresentazione cartografica. In relazione si fa specifico riferimento inoltre alle cartografie allegate al *“Piano Versace”* (*“Effetti al suolo dell'evento del 3 luglio 2006 - zona di valle”* - *“Effetti al suolo dell'evento del 3 luglio 2006 - zona di monte”*), rilevandone limiti e imprecisioni mediante riscontri oggettivi.

A partire dalle elaborazioni di base, le cui metodologie di ricostruzione sono state descritte ai punti precedenti, applicando una complessa metodologia e utilizzando tecnologie GIS per il trattamento e l'elaborazione di dati territoriali afferenti a vari livelli informativi, è stata operata una zonazione del territorio in termini di **suscettibilità al franamento** con riferimento a quelle tipologie di fenomeni che si sono rilevati prevalenti nel corso dell'evento del 3 luglio 2006. La metodologia empirica utilizzata presuppone una conoscenza dettagliata delle relazioni fra la franosità e i fattori geologico-ambientali che possono essere implementate in un GIS ricercando delle relazioni che possono spiegare distribuzione e abbondanza della franosità di un territorio. Nel caso in specie la capacità predittiva deriva dall'aver a disposizione un sufficiente campione di frane osservate (*inventariate*), sul quale analizzare le relazioni che legano la loro distribuzione a specifici

fattori come litologia, uso del suolo e pendenza. Attraverso una preliminare analisi della frequenza di frane superficiali (*colate, colate superficiali e colamenti diffusi*) e di aree interessate da erosione areale intensa, è stato attribuito un peso relativo agli elementi di ognuno di tali fattori. La semplice sommatoria dei pesi o punteggi assegnati, operata per ciascuna delle unità elementari in cui è stato diviso il territorio comunale, ha permesso di attribuire un indice che rende conto della coincidenza, in termini di litologia, uso del suolo e pendenza della superficie topografica, con i valori osservati nelle aree in frana. Il metodo, in buona sostanza, stabilisce una maggiore o minore correlazione di pochi ma determinanti fattori con la propensione dell'intero territorio all'occorrenza di dissesti analoghi, per tipologia, a quelli verificatisi a seguito del 3 luglio 2006. Gli intervalli discriminanti il grado di suscettibilità (*molto alto, alto, basso e molto basso*) sono stati tarati e validati in base alla semplice correlazione fra il grid ottenuto e la distribuzione dei fenomeni effettivamente osservati. I risultati di tali elaborazioni sono stati rappresentati nelle cartografie di sintesi (*Carta della suscettibilità da frana superficiale* e *Carta della suscettibilità da erosione areale intensa*) e descritti in relazione.

2.4.5 Congruenza con le linee guida del PAI

In relazione alla congruenza di quanto prodotto con le Linee Guida sugli “*Studi relativi alla valutazione ed alla zonazione della pericolosità e del rischio di frana*” pubblicate sul BUR Calabria n. 20 del 31 ottobre 2002, adottate dall’Autorità di Bacino Regionale, occorre operare la sostanziale suddivisione tra le due fasi in cui risulta articolato lo studio: la fase di analisi nella quale è ricostruito con sufficiente dettaglio il quadro conoscitivo dell’area di studio in termini di dati territoriali di base e censimento dei fenomeni di dissesto e la successiva fase di sintesi nella quale la pericolosità da frana residua viene definita mediante la ricostruzione di carte di suscettibilità.

Per quanto riguarda la prima fase la congruenza delle metodologie di studio condotte può dirsi pienamente soddisfatta. Sono stati infatti esaurientemente analizzati gli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geomorfologico del territorio esaminato ed alla ricostruzione di un adeguato modello geologico ed è stato operato un censimento organico di tutti i fenomeni di dissesto riconosciuti poi rappresentati cartograficamente utilizzando una legenda assimilabile a quella ufficialmente adottata dall’Autorità di Bacino. Per quanto dichiarato nella relazione, risulta che sia stata operata una classificazione, a partire dal formato digitale originale, per ciascuna tipologia di movimento rilevata, assegnando una

classe di intensità, proporzionale alla velocità ed ai volumi coinvolti, ed esprimendone il valore per mezzo di un preciso punteggio. Tuttavia ciò non viene rappresentato cartograficamente, né utilizzato in fase di elaborazione finale. Allo stesso modo ne è stata valutata la potenziale pericolosità specifica in funzione dello stato di attività desunto, già in fase di fotointerpretazione, sull'aspetto generale del dissesto e dei segni ad esso correlati. La costruzione di tale “data base” risulta congruente con la metodologia PAI e può essere utilizzato insieme ad ulteriori parametri, come p.e. la vulnerabilità degli elementi esposti, per ridefinire in maniera oggettiva, mediante specifiche funzioni GIS, i livelli di rischio da frana residui del territorio.

Le elaborazioni di sintesi prodotte nelle quali la pericolosità da frana residua viene rappresentata mediante carte della suscettibilità al franamento non può ritenersi invece congruente alle predette Linee Guida. La metodologia adottata, che contempla l'individuazione esaustiva delle possibili situazioni di pericolosità dipendenti dalle condizioni idrogeologiche del territorio attraverso metodologie complesse, capaci di calcolare la probabilità di accadimento in aree mai interessate in epoca storica da fenomeni di dissesto, risulta infatti in contrasto con quanto definito dall'Atto di Indirizzo (DPCM 29/9/98) relativo alle modalità di redazione dei Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico. Le metodologie descritte dal suddetto Atto di Indirizzo, adottate per la redazione del PAI Calabria, prevedono infatti di assumere quale elemento essenziale per la individuazione del livello di pericolosità, esclusivamente la localizzazione e la caratterizzazione di eventi avvenuti nel passato riconoscibili o dei quali si ha al momento presente cognizione. Non è pertanto contemplata la possibilità di zonizzare, e conseguentemente sottoporre a specifiche misure di salvaguardia, porzioni di territorio non interessate da fenomeni franosi ma per le quali viene definita in modo empirico la propensione al dissesto.

2.4.6 Considerazioni sui principali risultati conseguiti

Lo studio eseguito comprende una esaustiva e dettagliata analisi degli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geomorfologico del territorio esaminato ed alla ricostruzione di un adeguato modello geologico. Viene analizzata la pericolosità geomorfologica del territorio comunale con riferimento ai principali movimenti franosi in atto, e con particolare riguardo ai dissesti e agli altri effetti al suolo conseguenti all'evento alluvionale verificatosi il 3 luglio 2006. Relativamente alle frane e agli altri effetti al suolo

legati all'evento del 3 luglio 2006, lo studio ha affrontato un meticoloso lavoro di ricostruzione, collocando ogni fenomeno rilevabile da fotointerpretazione nel suo esatto contesto geomorfologico. Forme e processi, oltre ad essere distinti per tipologia e intensità, sono stati cartografati ricostruendone i rapporti reciproci e delimitandoli con il maggiore dettaglio possibile ricavabile dalle carte e dalle fotografie di base disponibili.

Tutti i dati di base raccolti sono stati poi utilizzati per una complessa serie di elaborazioni, supportate da un sistema informativo geografico, alla ricerca delle relazioni esistenti fra i più frequenti fenomeni rilevati (*colate, colate superficiali, colamenti diffusi ed erosione areale intensa*) e i principali fattori che li controllano (*litologia, uso del suolo e pendenza*). L'elaborazione dei parametri ottenuti da tale analisi ha permesso l'elaborazione di due distinte carte di suscettibilità, per le frane superficiali s.l. e per l'erosione areale intensa, finalizzate alla rappresentazione di una misura della propensione spaziale, sul territorio studiato, del ripetersi di fenomeni analoghi.

Il limite della metodologia utilizzata, per ammissione dello stesso tecnico estensore dello studio, risiede nel fatto che le cartografie di sintesi, elaborate per altro esclusivamente per determinate tipologie di dissesto (frane superficiali ed erosioni areali intense), possono fornire esclusivamente indicazioni circa la probabilità spaziale della occorrenza di tali fenomeni in aree fino ad oggi non interessate dagli stessi senza per altro alcun potere predittivo circa la loro frequenza, dimensione e capacità di danneggiamento. Occorrerebbe infatti la disponibilità di un'attendibile documentazione di ulteriori analoghi eventi, della quale non risulta l'esistenza.

Ne consegue pertanto che, considerando la metodologia utilizzata, l'elaborazione di una vera e propria carta di pericolosità, che valuti cioè la probabilità del ripetersi di fenomeni analoghi, per tipologia, a quelli registrati nel corso dell'evento alluvionale del 3 luglio 2006 è, allo stato dei dati disponibili, risulta di difficile elaborazione.

3 PARERE

Il presente parere tecnico è rilasciato a fronte della richiesta del Commissario Delegato per il superamento dell'Emergenza Vibo, per le finalità connesse all'attuazione dell'OPCM n. 3531/2006.

In ogni caso, il presente parere non può intendersi surrogatorio rispetto a quelli, obbligatori, previsti dalla normativa statale e regionale per il perfezionamento di strumenti di gestione del territorio.

E' fatta salva la vigenza delle norme tecniche di attuazione e delle misure di salvaguardia per le aree attualmente perimetrate a rischio R4, R3, R2 ed R1 del PAI Calabria, per i rischi alluvione e frana.

3.1 Rischio idraulico

3.1.1 Punti di forza

Le perimetrazioni di pericolosità e di rischio nelle aree colpite dall'alluvione del 2006, sono state tracciate riferendosi, nel complesso, alla metodologia del PAI Calabria, al quale l'Autorità di Bacino Regionale ha prescritto che lo studio debba attenersi.

Lo studio contiene le motivazioni di carattere morfologico ed idraulico che portano a ritenere che le zone di monte dei bacini indagati, non sottoposte a modellazione idraulica, le quali contribuiscono alla formazione delle portate al colmo di piena a valle, siano esenti da esondazioni significative e, pertanto, da condizioni di rischio idraulico elevato o molto elevato.

Le elaborazioni matematiche sono state effettuate con il modello bidimensionale, riuscendo a determinare esaustivamente l'entità degli allagamenti negli areali fuori alveo.

I risultati delle elaborazioni nei due scenari, il primo con le portate naturali ed il secondo con le portate incrementate nell'ipotesi di estesa urbanizzazione a monte, non evidenziano che un modesto ampliamento delle aree soggette ad allagamento, rispetto alla situazione di urbanizzazione attuale, evidenziando un trascurabile effetto delle portate incrementali sul rischio idraulico a valle.

3.1.2 Limiti

La cartografia di base per le elaborazioni idrologico - idrauliche è costituita da un DEM elaborato su base aerofotogrammetrica, che solo in limitate zone è stato integrato da un rilievo topografico di dettaglio.

L'applicazione del modello monodimensionale è stata condotta su tratti di limitata estensione di alcuni dei corsi d'acqua analizzati, e non consente un puntuale confronto con

i risultati del modello bidimensionale, nè tantomeno la puntuale valutazione delle eventuali criticità in alveo.

Lo studio non esclude che possano manifestarsi criticità idrauliche puntuali con esondazioni localizzate a causa di interferenze tra i rami di ordine minore dei reticoli idrografici e le infrastrutture civili (ponticelli, tombature, riduzioni sezioni fluviali per accumulo materiali ecc.) e/o esondazioni nelle aree urbanizzate a causa dell'entrata in crisi dei sistemi di drenaggio urbano o per la permanenza di volumi zenitali, senza che tali criticità vengano analizzate puntualmente.

Lo studio esamina solo otto degli undici bacini presenti nel territorio del Comune di Vibo Valentia; di conseguenza le connesse valutazioni di pericolosità e di rischio non possono che riguardare la porzione di territorio indagata.

Le condizioni di pericolosità e rischio nella zona indagata sono in continua evoluzione, anche a ragione degli interventi in corso di esecuzione da parte della Provincia di Vibo Valentia.

3.1.3 Considerazioni conclusive

Le analisi effettuate confermano la validità dello studio in merito alla generale rispondenza ai criteri generali dettati dell'Autorità di Bacino Regionale, tenuto conto delle risultanze dei Piani redatti dal CAMILAB a seguito dell'Emergenza Vibo.

Con riferimento alla tavola “ **B13ii - Carta del rischio di inondazione scenario “B” - integrazione agosto 2011 - Scala 1:10.000**”, tutte le aree perimetrate a rischio idraulico R3 ed R4, andranno in via cautelativa considerate come aree a rischio molto elevato (R4) e conseguentemente soggette alla disciplina dell'uso del suolo definita dalle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI.

Le perimetrazioni dovranno essere valutate con le necessarie cautele, con riferimento al livello di imprecisione insito in ogni programma di calcolo e nei dati di input (DEM, condizioni iniziali e al contorno).

Particolare attenzione dovrà essere riservata, nelle aree non a rischio R3-R4 dello studio, alla valutazione di potenziali situazioni di criticità idrauliche puntuali con esondazioni localizzate a causa di interferenze tra i rami di ordine minore dei reticoli idrografici e le infrastrutture civili (ponticelli, tombature, riduzioni sezioni fluviali per

accumulo materiali ecc.) e/o esondazioni nelle aree urbanizzate a causa dell'entrata in crisi dei sistemi di drenaggio urbano o per la permanenza di volumi zenitali.

In riferimento alle medesime aree (no R3-R4), il Comune di Vibo Valentia potrà valutare, altresì, la possibilità di richiedere, ai portatori d'interesse, l'elaborazione di specifici studi di compatibilità idraulica, con particolare riguardo ai casi di nuove urbanizzazioni e/o lottizzazioni di significativa estensione territoriale, anche per tener conto delle connesse portate aggiuntive e di un loro regolamentato recapito ai corpi idrici ricettori, controllandone il rilascio senza alterare la preesistente regimentazione degli stessi.

Appare opportuno che lo studio idraulico di propagazione delle piene venga esteso anche ai bacini del territorio comunale di Vibo Valentia ad oggi non indagati, ed alle aree non sottoposte ad analisi di dettaglio. E' auspicabile altresì un periodico aggiornamento dello stesso, per tener conto anche degli effetti degli interventi di mitigazione del rischio idraulico, in corso di esecuzione a cura dell'Amministrazione provinciale di Vibo Valentia.

L'Amministrazione Comunale di Vibo Valentia, pertanto, potrà valutare l'utilizzo dello studio idrogeologico trasmesso, ai fini del rilascio delle dichiarazioni di compatibilità di interventi edilizi ed urbanistici nel comune di Vibo Valentia con le situazioni di rischio descritte nel "*Piano di interventi strutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica*" e nel "*Programma Pluriennale di interventi diretti a favorire la ripresa produttiva mediante il reinsediamento o la delocalizzazione delle imprese danneggiate*", in ottemperanza all'Ordinanza Commissariale n. 61 dell'8 luglio 2008.

In ogni caso, appare opportuno che **l'Autorità di Bacino Regionale**, nell'ambito dei propri compiti istituzionali, **proceda al definitivo aggiornamento delle perimetrazioni di rischio idraulico nel comune di Vibo Valentia.**

3.2 Rischio frana

3.2.4 Punti di forza

Appare esaustiva e dettagliata l'analisi degli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geomorfologico del territorio esaminato ed alla ricostruzione di un adeguato modello geologico.

E' stato effettuato il rilievo dei principali movimenti franosi in atto, con particolare riguardo ai dissesti e agli altri effetti al suolo conseguenti all'evento alluvionale verificatosi

il 3 luglio 2006.

Relativamente alle frane e agli altri effetti al suolo legati all'evento del 3 luglio 2006, lo studio ha affrontato un meticoloso lavoro di ricostruzione, collocando ogni fenomeno rilevabile da fotointerpretazione nel suo esatto contesto geomorfologico. Forme e processi, oltre ad essere distinti per tipologia e intensità, sono stati cartografati ricostruendone i rapporti reciproci e delimitandoli con il maggiore dettaglio ricavabile dalle carte e dalle fotografie di base disponibili.

3.2.5 Limiti

Lo studio in esame, pur partendo da un censimento organico dei fenomeni franosi presenti, definisce, attraverso l'utilizzo di una metodologia complessa basata sulle relazioni intercorrenti tra franosità e fattori geologico-ambientali, la zonazione del territorio mediante "carte di suscettibilità".

Tali carte, elaborate per altro esclusivamente per determinate tipologie di dissesto (frane superficiali ed erosioni areali intense), possono fornire esclusivamente indicazioni sulla probabilità spaziale della occorrenza di tali fenomeni in aree fino ad oggi non interessate dagli stessi, senza per altro alcun potere predittivo sulla loro frequenza, dimensione e capacità di danneggiamento.

Le metodologie utilizzate non possono essere considerate coerenti con quelle adottate dall'Autorità di Bacino Regionale ed indicate nelle Linee Guida sugli "*Studi relativi alla valutazione ed alla zonazione della pericolosità del rischio di frana*" pubblicate sul BUR Calabria n. 20 del 31 ottobre 2002.

3.2.6 Considerazioni conclusive

L'Amministrazione Comunale di Vibo Valentia, pertanto, potrà valutare l'utilizzo dello studio idrogeologico trasmesso, ai fini del rilascio delle dichiarazioni di compatibilità di interventi edilizi ed urbanistici nel comune di Vibo Valentia con le situazioni di rischio descritte nel "*Piano di interventi strutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica*" e nel "*Programma Pluriennale di interventi diretti a favorire la ripresa produttiva mediante il reinsediamento o la delocalizzazione delle imprese danneggiate*", in ottemperanza all'Ordinanza Commissariale n. 61 dell'8 luglio 2008 secondo i sotto indicati criteri.

Con riferimento alla tavola “**Carta inventario delle frane e altri effetti al suolo dell’evento del 3 luglio 2006**”, tutte le aree perimetrare come “colate superficiali”, “colamenti diffusi”, “colate”, “scorrimenti”, “scorrimenti-colate”, “aree interessate da erosione areale intensa”, “aree ricoperte da materiale detritico grossolano”, “aree ricoperte da materiale detritico sabbioso-ghiaioso”, andranno in via cautelativa considerate come aree a rischio molto elevato (R4) e conseguentemente soggette alla disciplina dell’uso del suolo definita dall’Art. 16 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI.

Con riferimento alle tavole “*Carta della suscettibilità da frana superficiale*” e “*Carta della suscettibilità da erosione areale intensa*” le aree caratterizzate da grado di suscettibilità “alto” e “molto alto”, sempre in via cautelativa, quale misura non strutturale di prevenzione, dovranno essere soggette alla disciplina dell’uso del suolo di cui all’Art. 18 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI ed in particolare in tali aree: “*la realizzazione di opere, scavi e riporti di qualsiasi natura deve essere programmata sulla base di opportuni rilievi e indagini geognostiche, di valutazioni della stabilità globale dell’area e delle opere nelle condizioni “ante”, “post” e in corso d’opera effettuate da un professionista abilitato*”. Sarà inoltre opportuno in tali aree:

- non consentire gli interventi che richiedano sbancamenti e riporti, che modifichino negativamente la configurazione morfologica esistente o compromettano la stabilità dei versanti;
- impiegare modalità esecutive tali da limitare l’impermeabilizzazione superficiale del suolo, consentendo la ritenzione temporanea delle acque attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- in caso di aree percorse da incendi boschivi dovranno essere approntate misure di contenimento dell’erosione del suolo, anche mediante l’utilizzo del materiale legnoso a terra e di quello ricavato dal taglio dei fusti in piedi gravemente compromessi e/o in precarie condizioni di stabilità; ove ricorrano condizioni di possibile rischio di fluitazione del rimanente materiale legnoso a terra per effetto di eventi meteorici, devono essere adottate idonee misure di rimozione, riduzione o sistemazione dello stesso;
- subordinare la realizzazione degli interventi di sistemazione, per quanto possibile, all’impiego di tecniche naturalistiche, della rinaturalizzazione degli alvei dei corsi d’acqua e di opere di ingegneria ambientale volte alla sistemazione dei versanti al

fine di garantire un corretto utilizzo del territorio.

- promuovere attività dirette a mantenere efficiente la rete scolante generale (fossi, cunette stradali) e la viabilità minore (poderale, interpoderale, forestale, sentieri, mulattiere e le carrarecce), che a tal fine deve essere dotata di cunette taglia acqua e di altre opere simili, avendo cura di incanalare adeguatamente le acque raccolte fino al recettore finale;
- qualora venga individuata, in occasione di scavi connessi alla realizzazione di interventi urbanistico edilizi, la presenza di acque sotterranee, occorrerà eseguire opere dirette alla relativa intercettazione;
- vanno favoriti, nei territori boscati in abbandono e nelle zone arbustive e prative un tempo coltivate, sistematici interventi di recupero qualitativo dell'ambiente mediante l'introduzione di specie autoctone arboree ed arbustive;

In ogni caso, appare opportuno che **l'Autorità di Bacino Regionale**, nell'ambito dei propri compiti istituzionali, **proceda al definitivo aggiornamento delle perimetrazioni di rischio da frana nel comune di Vibo Valentia.**