

Corso di Protezione Idraulica del Territorio

Rischio idrologico e protezione idraulica del territorio



Antonino Cancelliere

*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Università di Catania*
acance@dica.unict.it

Rischio idrologico-idraulico

- Gli aspetti fondamentali per una efficace azione di riduzione del rischio idrologico-idraulico sono:
 - Percezione
 - Previsione
 - Prevenzione
 - Preannuncio
- Percezione: presa di coscienza del rischio attraverso lo studio di eventi storici
- Previsione: quantificazione del rischio in termini probabilistici
- Prevenzione: azioni di mitigazione del rischio, suddivise in interventi strutturali e non strutturali
- Preannuncio: sistemi in grado di preallertare la popolazione su una piena in arrivo con conseguenze potenzialmente dannose

Identificazione del rischio

- Analisi di eventi storici finalizzata a:
 - Studio di eventi pluviometrici intensi
 - Analisi delle piene per meglio comprendere i meccanismi di formazione, e per calibrare i modelli afflussi deflussi
 - Analisi delle conseguenze per una preliminare identificazione delle aree a rischio di inondazione
- Esempi
 - F. Simeto 14-18 ottobre 1951
 - Dittaino-Gornalunga 13 dicembre 2005
 - Dittaino – Gornalunga 24-25 dicembre 2006

Identificazione del rischio



Identificazione del rischio

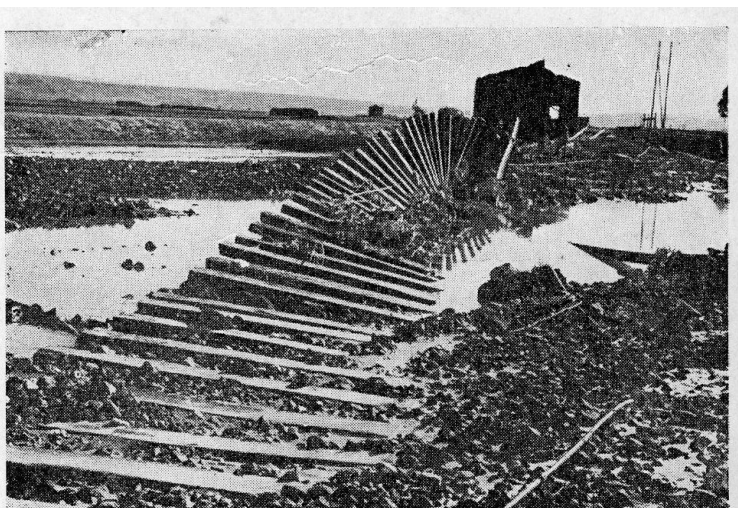
F. Simeto 14-18 ottobre 1951



Benante: Asportazione del parapetto a valle del Ponte sul Benante della strada statale n. 114 (foto Marino).

Identificazione del rischio

F. Simeto 14-18 ottobre 1951



Simeto: La linea ferroviaria Catania-Siracusa nella Piana di Catania (foto Marino).

Photo 1



Marinai Housing after flooding of 13 December 2005
View from South West

Photo 2



Marinai Housing after flooding of 13 December 2005
View from West

Photo 3



Interior road at Marinai Housing after
13 December 2005 flooding

Marinai
Housing few
days after 13
December
2005 flooding



Photo 5



Sigonella Base after 13 December 2005 flooding

Photo 6



Sigonella Base after 13 December 2005 flooding

Photo 7



Sigonella Base few months after 13 December 2005 flooding

Photo 8



Simeto Basin – Flooding of 13 December 2005

Photo 9



Simeto Basin – Damages to infrastructures from
13 December 2005 flooding

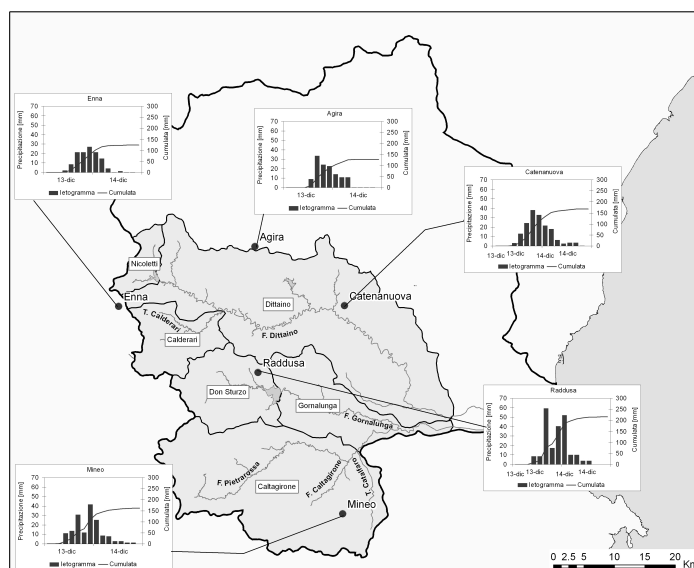
Photo 10



Simeto Basin – Railroad disrupted by 13 December 2005 flooding

Identificazione del rischio

–Dittaino-Gornalunga 13 dicembre 2005



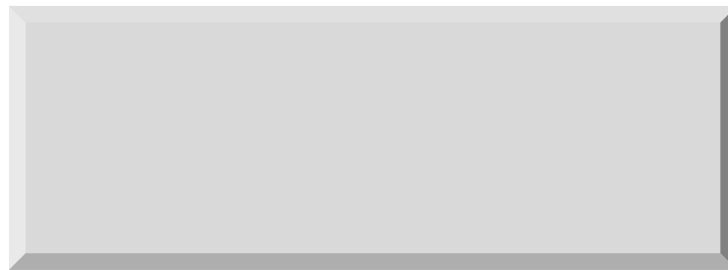
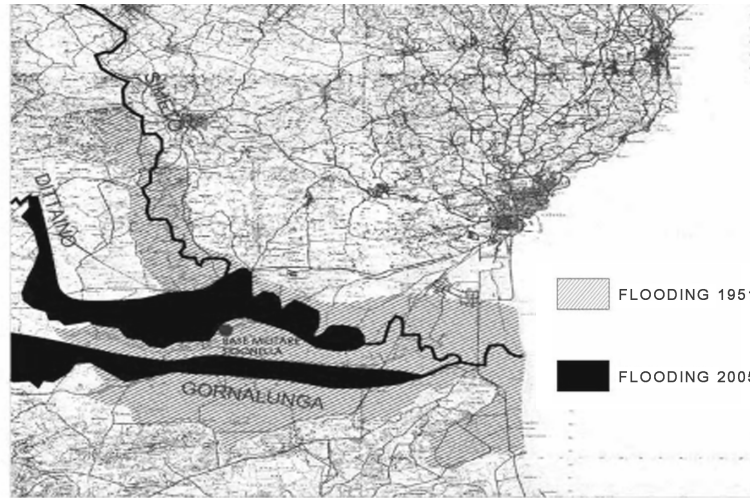
Identificazione del rischio

–Dittaino-Gornalunga 13 dicembre 2005

Tempi di ritorno delle precipitazioni di massima intensità di fissata durata (1, 3, 6, 12 e 24 ore) registrate durante l'evento del 13 dicembre 2005

	Tr [anni]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Agira	2	2	5	9	10
Catenanuova	3	24	144	>200	182
Raddusa	9	49	138	>200	>200
Mineo	2	5	6	13	15
Enna	1	1	2	3	3

Identificazione del rischio



Identificazione del rischio

- L'utilità degli studi di piene passate può essere limitata dalle intervenute modifiche della rete idrografica, dell'uso del suolo, del clima(?)
- Anche se in una zona non si sono registrati eventi particolarmente disastrosi, essi possono comunque verificarsi:
 - Disponibilità di osservazioni limitate
 - Modifiche alla rete idrografica
 - Modifiche all'uso del suolo del territorio (urbanizzazione)
 - Mancata manutenzione degli alvei
- Inoltre, nuovi insediamenti abitativi e/o produttivi in zone a rischio di inondazione possono aumentare il danno conseguente alle inondazioni

Identificazione del rischio

- Esempio di effetti delle modifiche all'uso del suolo sulle portate di piena
- Esempio:
 - Bacino di 35 km² poco urbanizzato, prevalentemente destinato a pascolo
 - $t_c = 4$ ore
 - Modifiche nell'uso del suolo: da 10% urbanizzato a 70% urbanizzato
 - Incremento del CN medio da $74 \cdot 0.9 + 98 \cdot 0.1 = 76$ a $74 \cdot 0.3 + 98 \cdot 0.7 = 91$
 - Precipitazione di durata 4 ore con $T=20$ anni $h=100$ mm
 - $P=100$ mm
 - $P_e=75$ mm $\Rightarrow 43$ mm
 - $Q_{max}=104$ m³/s $\Rightarrow 182$ m³/s

Valori del parametro CN (adimensionale)	Tipo idrologico Suolo			
	A	B	C	D
↓ Tipologia di Uso del Territorio				
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area imperm. 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area imperm. 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500-1000 m ² (area imperm. 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000-1500 m ² (area imperm. 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500-2000 m ² (area imperm. 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000-5000 m ² (area imperm. 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000-10000 m ² (area imperm. 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade, ...	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$S = S_o \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

$$0 < CN < 100$$

$$S_o = 254\text{mm} - 10\text{ inches}$$

Valutazione del rischio

- Nell'ambito della mitigazione dei disastri naturali, con il termine *rischio* si intende generalmente il danno atteso (valore medio di lungo periodo) conseguente al verificarsi di un disastro naturale
- Il danno è dato dalla combinazione di tre variabili casuali:
 - Pericolosità naturale (hazard)
 - Esposizione
 - Vulnerabilità
- La stima del danno atteso richiederebbe la conoscenza della distribuzione di probabilità congiunta delle tre variabili
- Ai fini pratici, si preferisce ricorrere ad una semplice funzione moltiplicativa dei tre fattori H, E e V:

$$R = H * E * V$$

- H misura la pericolosità ovvero la probabilità (tempo di ritorno) degli eventi di inondazione in una zona
 - 3 livelli di pericolosità: alta (T=20-50 anni), media (T=100-200), bassa (T=300-500)
 - Generalmente si esprime in termini delle corrispondenti probabilità di inondazione p

Valutazione del rischio

- E misura gli elementi a rischio ovvero le persone o cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi

Tabella 3.2. La classificazione degli elementi a rischio.

Classi	Elementi	Peso
E ₁	Aree libere da insediamenti e aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificato e/o edificabile	0.25
E ₂	Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi Zona agricola generica (con possibilità di edificazione); zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato; Parchi, verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie	0.50
E ₃	Nuclei urbani non densamente popolati; infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie, pipelines, oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); zone per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti, zone a cava.	0.75
E ₄	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali strategiche); zona discarica speciali o tossico nocivi; zona alberghiera; zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici	1.00

Valutazione del rischio

- V misura la vulnerabilità ovvero la capacità di resistere alle sollecitazioni prodotte dall'evento
- V=1 sempre quando sono coinvolte vite umane
- Altrimenti, da valutare caso per caso

Valutazione del rischio

Tabella 3.1. La caratterizzazione delle classi di rischio idrologico-idraulico.

Rischio idraulico totale			Descrizione degli effetti
Classe	Gravosità	Valore	
R ₁	Moderata	≤ 0.002	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R ₂	Media	≤ 0.005	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R ₃	Elevata	≤ 0.01	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R ₄	Molto elevata	≤ 0.02	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Valutazione del rischio

Tabella 3.3. Risultato della mosaicatura di R in funzione di H ed E, per V = 1.

T, anni =	500	200	100	50
Hazard, Classi H :	0.002	0.005	0.01	0.02
Esposizione, Classi E				
1.00	0.002	0.005	0.01	0.02
0.75	0.0015	0.00375	0.0075	0.015
0.50	0.001	0.0025	0.005	0.01
0.25	0.0005	0.00125	0.0025	0.005

R1	R2	R3	R4
R1	R2	R3	R4
R1	R2	R2	R3
R1	R1	R2	R2

Valutazione del rischio

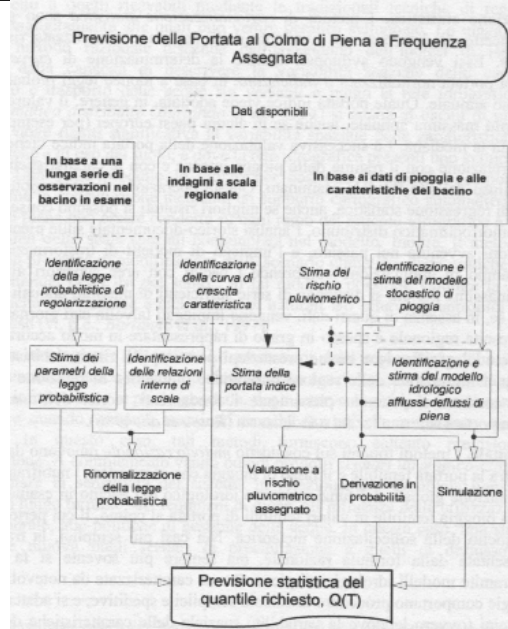
RENZO Rosso

Tabella 4.1 Misure di salvaguardia nelle aree a rischio idrologico-idraulico.

Rischio di Classe	Unici Interventi Consentiti	Vincoli di Progetto
R₄ Molto elevato	<ul style="list-style-type: none"> opere idrauliche di salvaguardia tali da incrementare significativamente le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare l'attuazione di una sistemazione idraulica definitiva demolizioni senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo senza aumento di superficie o volume, e interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio manutenzione, ampliamento o ristrutturazione di infrastrutture pubbliche o di pubblico interesse riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, purché non concorrano a incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause della situazione di rischio 	Studio di compatibilità idraulica approvato dall'Autorità idraulica competente
R₃ Elevato	<ul style="list-style-type: none"> ristrutturazione edilizia, a condizione che non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse ovvero che le superfici destinate ad uso abitativo o economicamente rilevante siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento ampliamento di edifici esistenti per necessità di adeguamento igienico-sanitario, purché compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area manufatti non qualificabili come volumi edilizi, purché compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area 	Studio di compatibilità idraulica

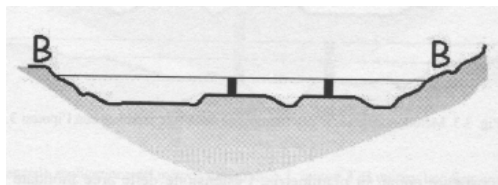
Valutazione della pericolosità idrologica

- Stima delle portate (idrogramma) per diversi tempi di ritorno

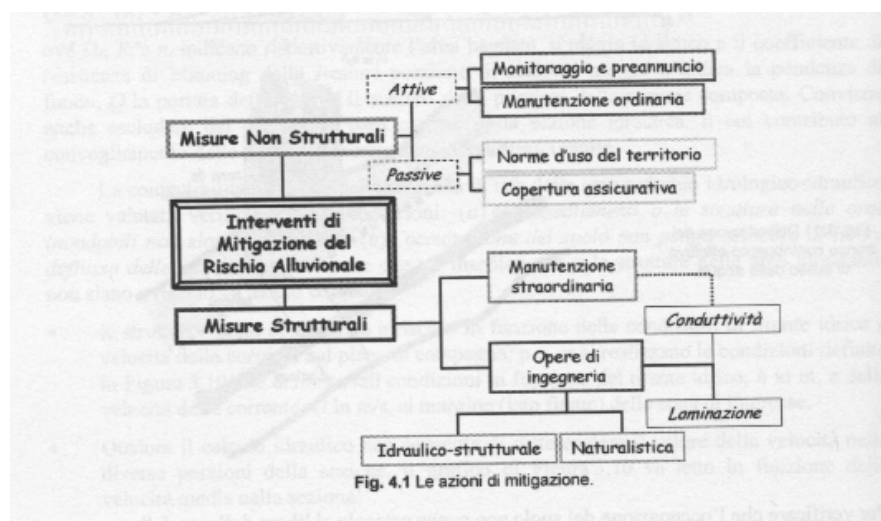


Valutazione della pericolosità idrologica

- Mappatura delle aree inondabili con fissati tempi di ritorno



Azioni di mitigazione



Azioni di mitigazione

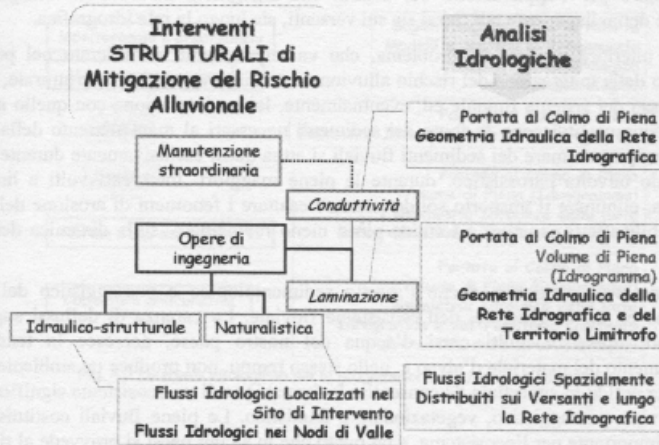


Fig. 4.2 Le analisi idrologiche per la progettazione di azioni strutturali.

Azioni di mitigazione

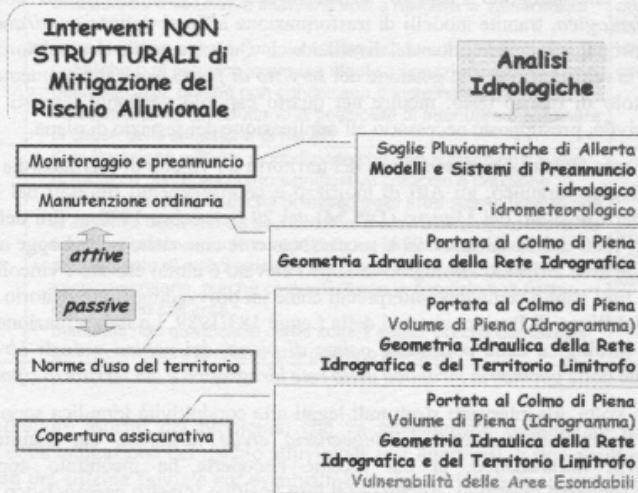


Fig. 4.3 Le analisi idrologiche per la progettazione di azioni non strutturali.