

ACQUA IN PIÙ O ACQUA IN MENO? LA SFIDA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Corrado Gisonni



1



corrado.gisonni@unicampania.it
Dipartimento di Ingegneria
Università della Campania 'Luigi Vanvitelli'

Corrado Gisonni

- Professore Ordinario di Costruzioni Idrauliche (s.s.d. CEAR-01/B, già ICAR/02)
- Principali attività di ricerca e consulenza scientifica:
 - ✓ Sistemi di drenaggio urbano
 - ✓ Protezione idraulica del territorio e Sistemazioni idrauliche
 - ✓ Infrastrutture acquedottistiche
- Autore di oltre 150 articoli, pubblicati anche su riviste internazionali, e coautore del "Manuale italiano per la progettazione del sistema fognario" e autore di "Idraulica dei sistemi fognari - dalla teoria alla pratica" (coautore Willi H. Hager)
- È stato più volte "visiting professor" presso il Politecnico Federale di Zurigo (ETHZ) ed il Politecnico Federale di Losanna (EPFL)
- Chair della Divisione Europea della International Association of Hydraulic Engineering and Research (I.A.H.R.) dal 2016 al 2022
- Commissario Straordinario di Governo per la sicurezza del sistema idrico del Gran Sasso (ex. D.P.C.M. del 5.11.2019, fino al 15.08.2023)
- Recenti riconoscimenti internazionali:
 - 20 giugno 2023, insignito del titolo di Inaugural Fellow Member dell'I.A.H.R.;
 - Premio 2025: "J.C. Stevens award" per la migliore Discussion pubblicata sul "Journal of Hydraulic Engineering" della "American Society of Civil Engineering" (A.S.C.E.).

2



Federalismo Idrologico...

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha messo a punto un modello di bilancio idrologico a scala nazionale (BIGBANG) che fornisce il quadro quantitativo sulla risorsa idrica dal 1951.

2024: volume totale annuo di precipitazioni stimato in circa 319 miliardi di metri cubi (1.056 mm), superiore di oltre il **10%** alla media annua dell'ultimo trentennio 1991-2020 (circa 285 miliardi di metri cubi, ovvero 951 mm).

Il mese più piovoso è stato **Febbraio**, con **+72%** rispetto al valore medio nel trentennio 1991-2020.

Meridione e isole maggiori: l'afflusso meteorico è risultato ridotto del **-49%** nel distretto idrografico della Sicilia, pari a **-55%** nel distretto della Sardegna e **-39%** nel distretto dell'Appennino Meridionale.

Sommario

- **L'acqua in più**
- La situazione in Europa/Italia
- Criteri di valutazione del rischio idraulico
- Problemi aperti
- L'acqua in meno
- Conclusioni



Periodo di ritorno T: Numero di anni che **in media** bisogna attendere affinché si verifichi un evento di intensità eguale o superiore a quella assegnata (con probabilità di superamento P_s):

$$T = \frac{1}{P_s}$$

Probabilità di superamento in N anni

$$P_s^N = 1 - \left[1 - \frac{1}{T}\right]^N$$

La probabilità che un'opera debba affrontare un evento di periodo di ritorno T pari al tempo di ritorno di progetto T_p ($T=N$) per valori non troppo piccoli di T, è pari a circa il **63%**.



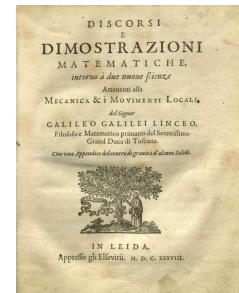
Probabilità di superamento P_s	Periodo di ritorno T	Probabilità di assistere una volta in 80 anni	Probabilità di assistere 2 volte in 80 anni	Probabilità di assistere 3 volte in 80 anni
20.0%	5	100.00%	100.00%	100.00%
10.0%	10	99.98%	99.78%	98.93%
5.0%	20	98.35%	91.39%	76.94%
2.0%	50	80.14%	47.70%	21.56%
1.0%	100	55.25%	19.08%	4.66%
0.5%	200	33.04%	6.11%	0.77%
0.2%	500	14.80%	1.14%	0.06%
0.1%	1000	7.69%	0.30%	0.01%

$$F_X(x) = \sum_{k=0}^x \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

La percezione umana degli eventi e del Rischio...

«Le conclusioni vere, benché nel primo aspetto sembrano improbabili, additate solamente qualche poco, depongono le vesti che le occultavano, e nude e semplici fanno de' lor segreti gioconda mostra»

— Galileo Galilei (*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*. Giornata prima. 1638)



Palermo, tir finisce sui tetti: sei famiglie sgomberate

“Man can believe the impossible, but can never believe the improbable”
Oscar Wilde

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

Alluvione del 4 ottobre 2010

Effetti dell'edificio presente al Civico 15 di via Giotto, a Sestri Ponente.



FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni



9

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico



Prima...



...dopo la cura!

Via Giotto n. 15, a Sestri Ponente (Liguria, Italia), detta «Palazzo dei Veleni», ostruiva il torrente Chiaravagna. Nel 2013, la demolizione dell'edificio è stata completata dopo anni di battaglie legali per chiarire la proprietà dell'immobile (*vent'anni* di discussioni tra residenti e Demanio).

Durante l'alluvione del 4 ottobre 2010, l'edificio fu "attore protagonista" e ciò rese inevitabile la decisione di evacuare gli appartamenti e demolire la struttura.

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni



10

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

Isola d'Ischia (Napoli, Italia) – Comune di Serrara Fontana.
Alveo intercettato e ostruito dalla struttura alberghiera in prossimità dell'estuario del fiume.

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisondi **V.** Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli

11

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

.... le responsabilità...

Devo proprio spostare la mia casa?

Nooo... non si preoccupi

.... ci penserà certamente la prossima piena!

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisondi **V.** Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli

12

Sommario

- L'acqua in più
- **La situazione in Europa/Italia**
- Criteri di valutazione del rischio idraulico
- Problemi aperti
- L'acqua in meno
- Conclusioni



13

Calamità alluvionali

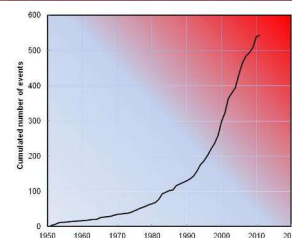
Le conseguenze degli eventi classificati come Alluvioni e Colate di Fango sono drammatiche, come dimostrano le statistiche estratte dall'International Disaster Database (CRED, Université Catholique de Louvain - UCL, Bruxelles, Belgio; <http://www.emdat.be>.)

Total Deaths	No. Injured	No. Affected	No. Homeless	Total Affected	Total Damage, Adjusted ('000 US\$)
31296	35391	26425725	2584321	29045437	566589035

-Dal 1920 ad oggi il danno economico stimato ammonta a circa **570 miliardi di euro (90 in Italia)**;

- Nel corso dell'ultimo secolo, più di **29 (3 in Italia) milioni** di persone sono state colpite da eventi distruttivi, per un totale di oltre **31.000 vittime (circa 4mila in Italia)**;

- Negli ultimi 60 anni sono stati registrati più di **500 eventi**, con un trend in netta crescita negli ultimi decenni.



14



Molti eventi ricordano la pericolosità degli eventi estremi:



Valtellina (1987)



Soverato (2000)



Lugo di Ravenna (2023)

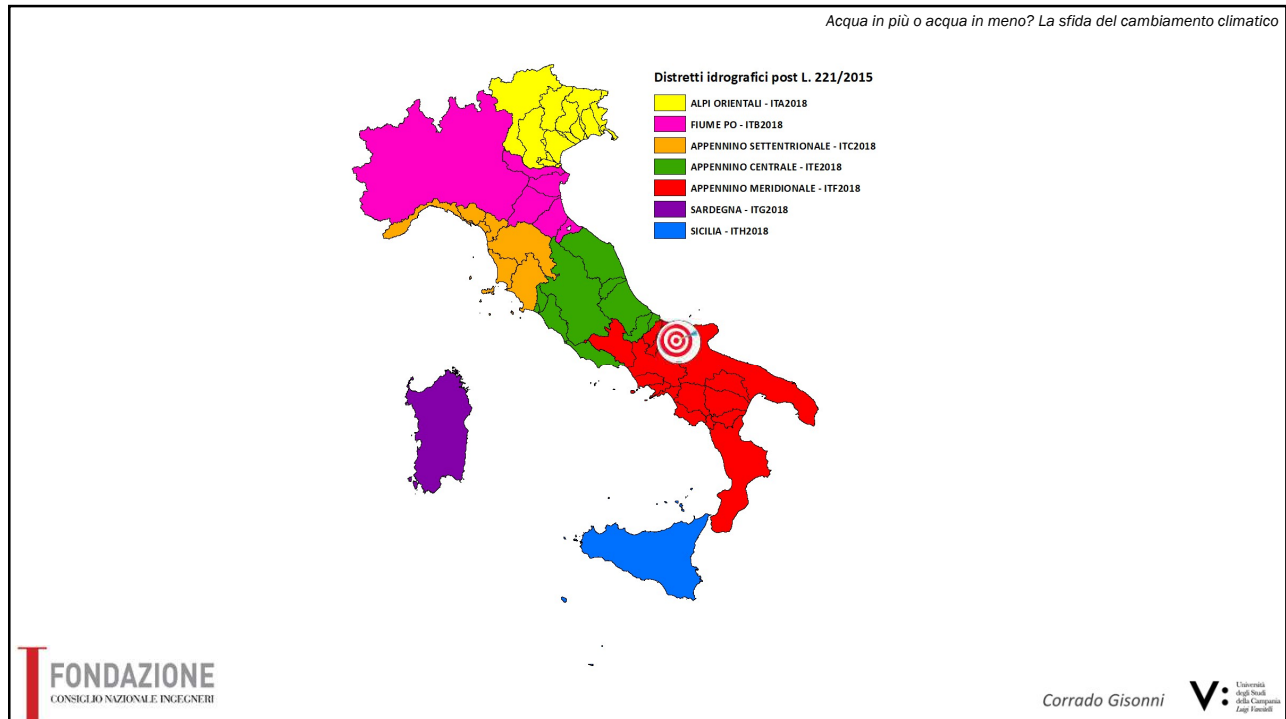


Genova (2011)



Ischia (2022)

- Polesine (1951, **84 morti**)
- Salerno (1954, **318 morti**)
- Firenze (1966, **34 morti**)
- Valtellina (1987, **53 morti**)
- Sarno (1998, **160 morti**)
- Soverato (2000, **14 morti**)
- Messina (2009, **36 morti**)
- Genova (2011, **6 morti**)
- Genova (2014, **9 morti**)
- Ischia (2022, **12 morti**)
- Emilia Romagna e Marche (2023, **15 morti**)
-



17

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

La Direttiva Alluvioni ed i suoi costi di implementazione

Il Parlamento Europeo ha probabilmente sottovalutato l'impatto economico della attuazione della '**Direttiva Alluvioni**' 2007/60/CE (*Floods Directive, FD*), avente lo scopo di regolamentare le procedure di **Valutazione e gestione del Rischio Idraulico** per tutti gli stati membri.

I costi per raggiungere gli obiettivi dettati dalla FD possono essere stimati in circa 200 k€ per 1.000 km², in funzione del livello di conoscenza iniziale. Per l'intero territorio Europeo si può stimare una spesa di circa **1.000 M€**, certamente notevole, che va considerato un *doveroso investimento* da parte degli Stati Membri EU, se confrontato con i danni economici patiti solo negli ultimi decenni (**100 Miliardi di Euro**).

L'accisa sul carburante per i disastri del **Vajont** (1963) e **Firenze** (1966) ha consentito di cumulare, ad oggi, oltre **5.000 M€**....

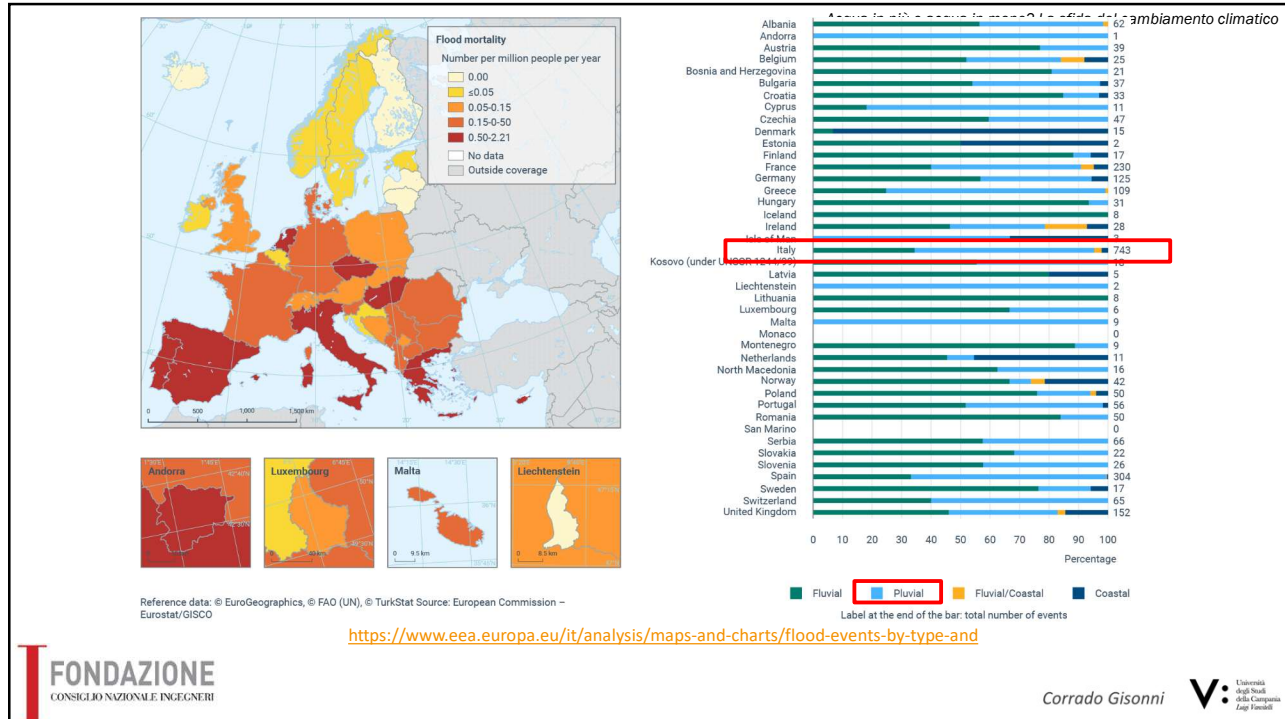




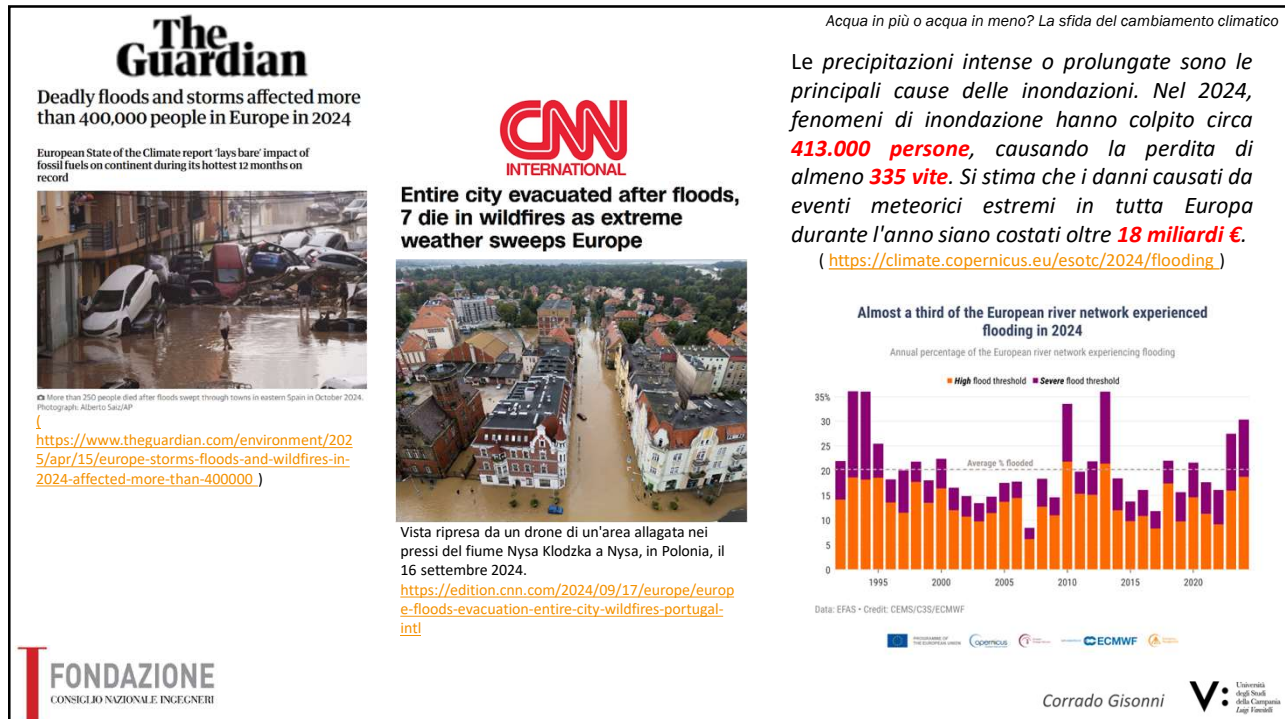
FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni

18



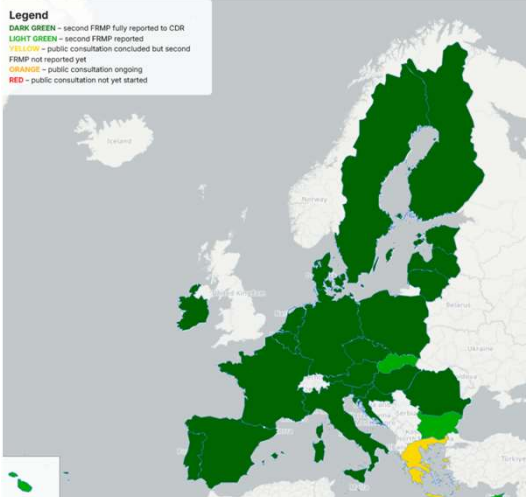
19



20

Stato di avanzamento dell'adozione del secondo Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) nell'UE 27
ultimo aggiornamento: 20 dicembre 2023

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico



(https://environment.ec.europa.eu/topics/water/floods_en)

Bruxelles, 4.2.2025

COM(2025) 2 definitivo

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO E AL PARLAMENTO EUROPEO

sull'attuazione della direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE) e della direttiva sulle alluvioni (2007/60/CE)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=COM%3A2025%3A2%3AFIN&qid=1738746144581>

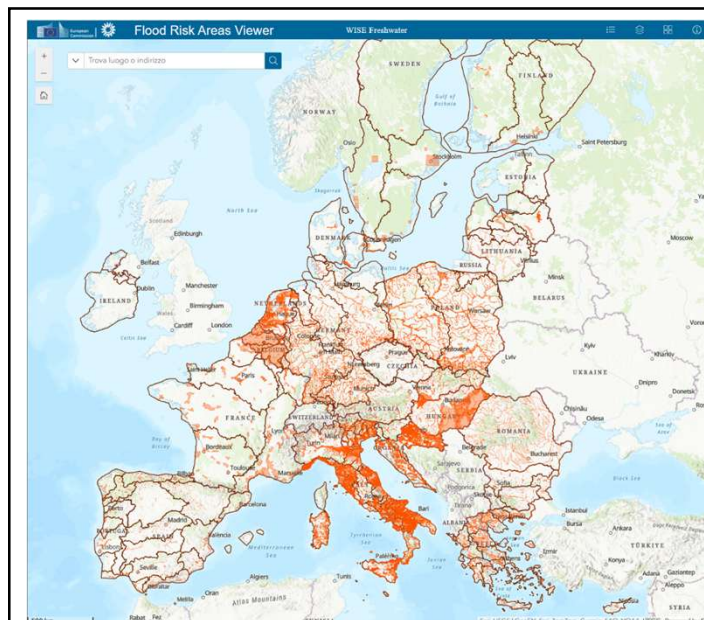
« Sebbene gli Stati membri fossero tenuti ad adottare i loro piani entro marzo 2022, purtroppo molti li hanno adottati in ritardo. Ciò ha indotto la Commissione ad avviare **procedimenti legali contro tutti gli Stati membri per violazione degli obblighi di legge**. Anche al momento della conclusione di questa valutazione, non tutti gli Stati membri avevano adottato i rispettivi piani di gestione dei bacini idrografici e di gestione del rischio di alluvioni e li avevano presentati alla Commissione 12. Per tale motivo, la presente relazione non riguarda tali paesi o regioni... »

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni



21



Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

Un visualizzatore è fornito dalla Commissione Europea con il supporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente per aumentare la consapevolezza sul rischio di inondazioni.

Riflette il lavoro svolto dagli Stati membri nell'ambito della **direttiva sulle alluvioni (2007/60/CE)**.

<https://discomap.eea.europa.eu/floodsviwer/?page=Page>

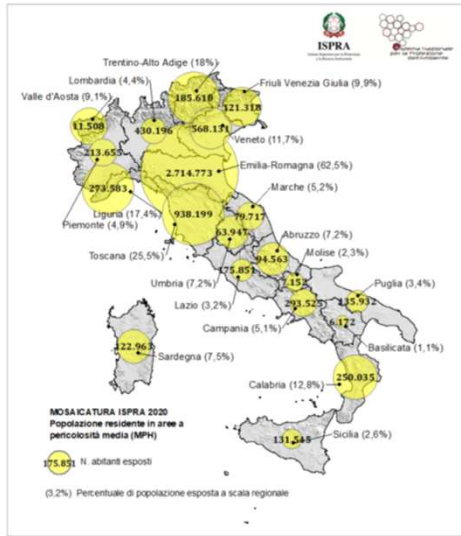


FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni

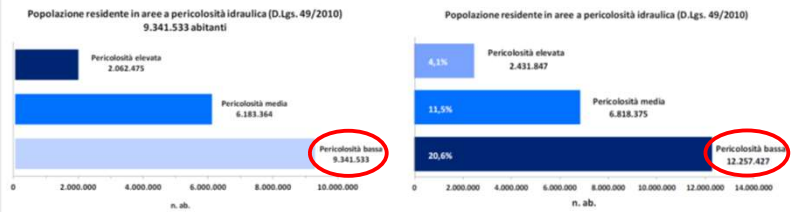


22



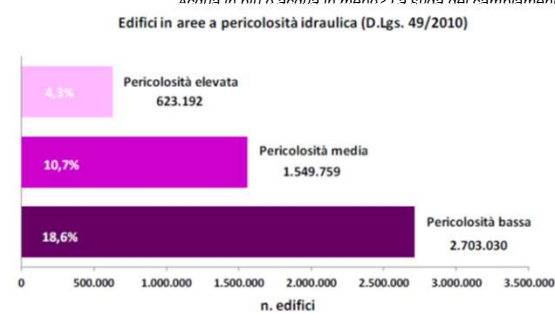
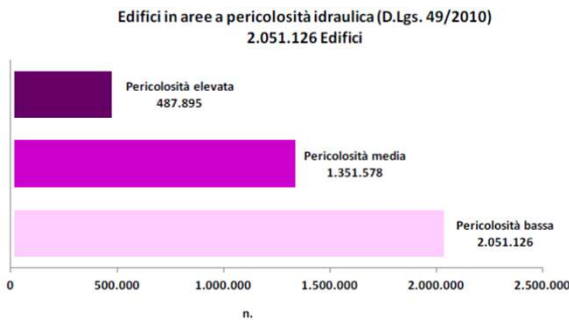
L'indicatore **Popolazione esposta a rischio di alluvione** è stato utilizzato nell'ambito della *Carta del Rischio delle Aree Metropolitane* per l'identificazione dei comuni con una popolazione più esposta a Rischio Idraulico in 14 aree metropolitane. L'obiettivo era stabilire le priorità di finanziamento per le azioni di mitigazione del rischio (ISPRRA, 2018 e 2021).
ISPRRA: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<https://www.isprambiente.gov.it/>

La popolazione esposta è aumentata di oltre il 30%



ISPRRA 2018

ISPRRA 2021



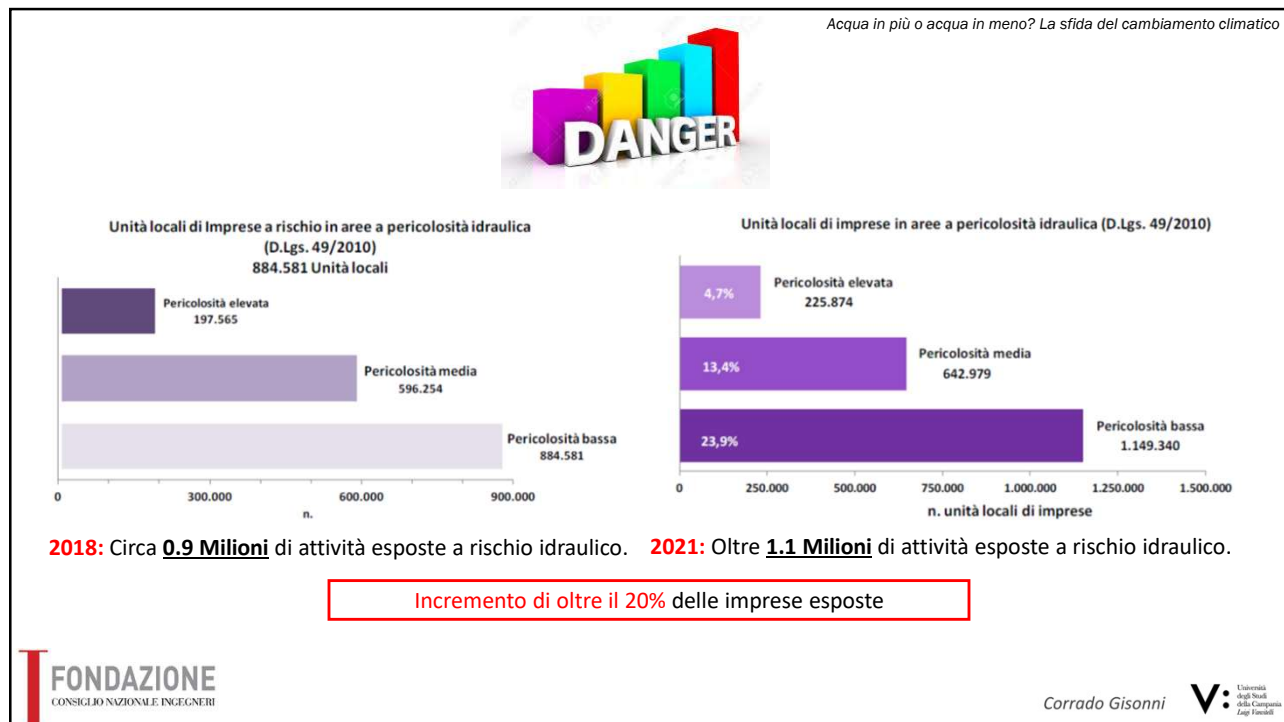
2018: circa **2 milioni** edifici esposti al rischio di inondazione. 2021: circa **2,7 milioni** edifici esposti al rischio di inondazione.

Confronto tra le mappe del rischio di alluvione del 2021 e del 2018:

- Aumento dell'**1,3%** della superficie con elevato rischio di inondazione **P3**,
- Aumento dell'**1,6%** della superficie con pericolosità media **P2**,
- Aumento del **3,1%** della superficie a basso rischio di inondazione **P1**

«L'incremento è legato principalmente ad un miglioramento del quadro conoscitivo portato avanti dalle Autorità di Distretto Idrografico con studi e mappature più approfondite di nuovi fenomeni franosi o recenti eventi alluvionali».







25


Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

Sommario

- L'acqua in più
- La situazione in Europa/Italia
- **Criteri di valutazione del rischio idraulico**
- Problemi aperti
- L'acqua in meno
- Conclusioni

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni 

26

Valutazione del rischio



DIRETTIVA 2007/60/CE

Articolo 6 - MAPPE DEL PERICOLO DI ALLUVIONE E MAPPE DEL RISCHIO DI ALLUVIONE

3. Le mappe del rischio di inondazione devono coprire le aree geografiche che potrebbero essere inondate secondo i seguenti scenari:

- (a) alluvioni con **bassa probabilità** o scenari di eventi estremi;
- (b) alluvioni con **probabilità media** (periodo di ritorno probabile ≥ 100 anni);
- (c) alluvioni con **elevata probabilità**, ove opportuno.



Italia - D. Lgs. 49/2010

Articolo 6 - MAPPE DEL PERICOLO DI ALLUVIONE E MAPPE DEL RISCHIO DI ALLUVIONE

2. Le mappe della pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione, da predisporre avvalendosi di sistemi informativi territoriali, delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:

- a) **scarsa probabilità** di alluvioni o scenari di eventi estremi;
- b) alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni (**media probabilità**);
- c) alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (**elevata probabilità**).

27

PERICOLOSITÀ IDRAULICA:

D.Lgs. 49/2010 – Articolo 6:

comma 2. “le mappe della pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:

- a) **scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;**
- b) **alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);**
- c) **alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità)."**

comma 3. “Per ogni scenario di cui al comma 2 vanno indicati almeno i seguenti elementi:

- a) **estensione dell'inondazione e portata della piena;**
- b) **altezza e quota idrica;**
- c) **caratteristiche del deflusso (velocità e portata)."**

Il livello di **PERICOLOSITÀ IDRAULICA** va definito in funzione di:

- **PARAMETRO PROBABILISTICO** → **PERIODO DI RITORNO T** : numero di anni che bisogna **mediamente** attendere affinché si verifichi un **evento calamitoso** di intensità maggiore o uguale a quella di progetto;
- **PARAMETRO IDRODINAMICO** → **INDICE DI PERICOLO I_p** : funzione dei parametri idraulici (tirante h , velocità V e portata Q) che caratterizzano il moto della corrente.

La Normativa non definisce criteri circostanziati per la formulazione dell'indice di pericolo.

28

Mappatura dei rischi idraulici Modelli 1-D o 2-D?

La normativa vigente non stabilisce il metodo/modello più idoneo a caratterizzare la pericolosità ed il rischio idrogeologico; anzi, inaspettatamente, lascia ampia libertà decisionale, limitandosi a prescrivere gli obiettivi da raggiungere attraverso l'applicazione di modelli ed analisi idrauliche.



WARNING!!!



... cosa è **IDRAULICAMENTE** pericoloso?



INDICE DI PERICOLO I_p

L'indice di pericolo I_p deve essere espresso mediante parametri idraulici che rendano conto delle caratteristiche idrodinamiche della corrente utili ai fini della determinazione della pericolosità.

A partire dalla metà degli anni 70' la comunità scientifica idraulica (tra gli altri, Foster e Cox, 1973; Gordon e Stone, 1973; Abt et al., 1989; Keller e Mitsch, 1992 e 1993; Xia et al., 2009 e 2010 ed altri...) ha investigato, pur se in maniera non sistematica, CRITERI DI STABILITÀ DI PEDONI, AUTOVETTURE E MANUFATTI IN AREE ALLUVIONALI.

Il parametro di pericolosità idrodinamica deve essere correlato non solo al tirante idrico h , ma anche alla velocità v .

In definitiva, si può fare riferimento all'**intensità del flusso idrico**:

$$I_p = v \cdot h$$

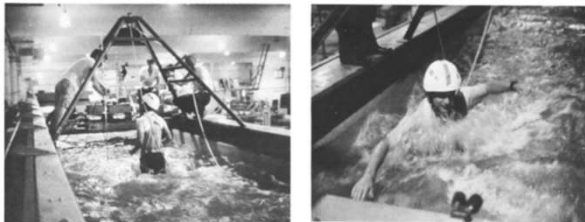
LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Il principale fattore di rischio idraulico in ambiente urbano è la **perdita di stabilità di una persona**.

VOL. 26, NO. 4 WATER RESOURCES BULLETIN AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION AUGUST 1989

HUMAN STABILITY IN A HIGH FLOOD HAZARD ZONE¹

S.R. Abt, R.J. Wittler, A. Taylor, and D.J. Love²



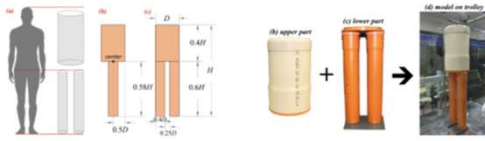
Sperimentazione svolta su 20 individui (18 uomini e 2 donne), di età compresa tra 19 e 54 anni, con peso ed altezza variabili rispettivamente tra 41 e 91 Kg e tra 152 e 183 cm.

Tutti i soggetti erano in ottimo stato di salute.

Limitazioni:

- Soggetti **psicologicamente preparati** all'evento (nelle prove successive sviluppavano addestramento)
- I **testers erano in sicurezza**, condizioni favorevoli poco reali (equipaggiati ed imbracati)
- **Nessun tester di piccola età o anziani...**
- **Condizioni ideali** (nessun peso accessorio, nessun urto di oggetti trascinati dalla corrente, etc.)
- Buona **esposizione luminosa** durante le prove
- **Temperatura ambientale e dell'acqua** (20-25° C)
-

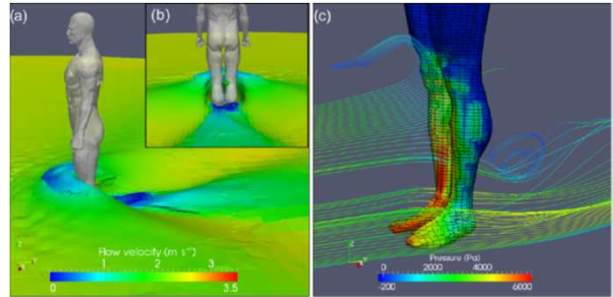
INDICE DI PERICOLO I_p



(a) flume + mechanical system



M. Postacchini et al. *Human stability during floods: Experimental tests on a physical model simulating human body*. Safety Science, Volume 137, 2021.



C. Arrighi et al.: Hydrodynamics of pedestrians' instability in floodwaters. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 515–531, 2017.

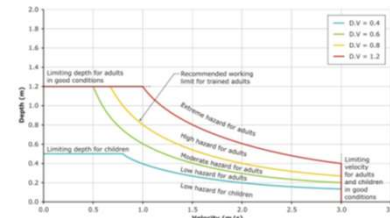
INDICE DI PERICOLO I_p

In letteratura sono reperibili numerosi studi, dedicati alla ricerca della **condizione di perdita di stabilità dei pedoni** travolti da un'onda di piena in ambito urbano. I risultati non sono univoci, visto che le variabili in gioco sono numerose (età, corporatura, ecc.) ma, in linea generale, è possibile estrarre le seguenti condizioni limite:

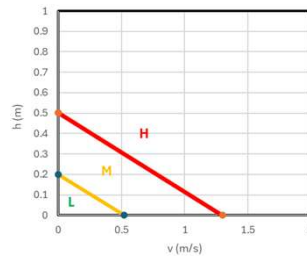
$$h_{MAX} = 0,5 \div 1,2 \text{ m}$$

$$V_{MAX} = 1,5 \div 2 \text{ m/s}$$

$$(V \cdot h)_{MAX} = 0,5 \div 1 \text{ m}^2/\text{s}$$



Smith GP, Davey EK, Cox RJ, (2014). *Flood Hazard*, WRL Technical Report 2014/07, UNSW Water Research Laboratory



PERICOLO

Basso : $(h + 0,385 \cdot v) < 0,2$

Medio : $0,2 \leq (h + 0,385 \cdot v) < 0,5$

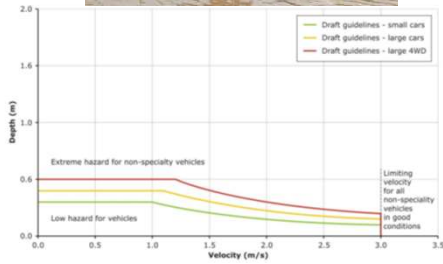
Alto : $(h + 0,385 \cdot v) \geq 0,5$

INDICE DI PERICOLO I_p

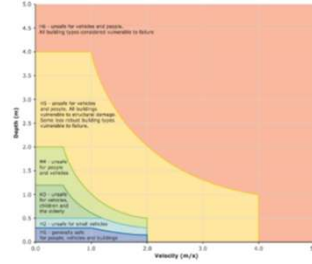
Tra i fattori di rischio idraulico è assolutamente necessario includere anche la condizione di **perdita di stabilità delle autovetture durante un evento alluvionale.**



Draguignan, Francia sud-orientale, 2010



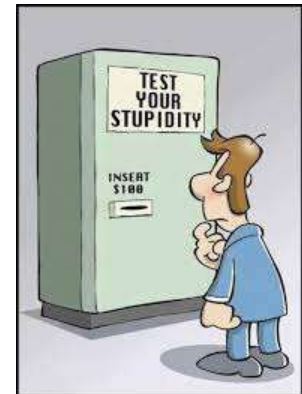
Smith GP, Davey EK, Cox RJ, (2014). *Flood Hazard*, WRL Technical Report 2014/07, UNSW Water Research Laboratory



G P Smith, B D Modra, T A Tucker and R J Cox (2017). *Vehicle Stability Testing for Flood Flows*. UNSW Australia Water Research Laboratory Technical Report



Alluvione di Toowoomba (Queensland, Australia) - Gennaio 2010
<https://www.drive.com.au/news/video-queensland-floods-hit-toowoomba-streets/>



INDICE DI PERICOLO $I_p \rightarrow$ PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Alla luce dei risultati forniti dalle recenti fonti scientifiche, corroborati dalla necessaria dose di "buon senso", possono essere individuate **3 categorie di pericolo idrodinamico I_p** :

- I_{p1} - Indice di pericolo moderato: $h < 0.30$ m AND $0 \leq v \cdot h < 0.20$ m²/s
- I_{p2} - Indice di pericolo medio: $0.30 \leq h < 1$ m OR $0.20 \leq v \cdot h < 0.50$ m²/s
- I_{p3} - Indice di pericolo elevato: $h \geq 1$ m OR $v \cdot h \geq 0.50$ m²/s

Costruzione di **2 matrici**, caratterizzate da un diverso livello di "severità idraulica"
 Definizione di 4 categorie della pericolosità idraulica:

P4: MOLTO ELEVATA; P3: ELEVATA; P2: MEDIA; P1: MODERATA

IPOSTESI 1 "più severa"

T	INDICE DI PERICOLO		
	I_{p1}	I_{p2}	I_{p3}
$20 \leq T \leq 50$	P3	P4	P4
$100 \leq T \leq 200$	P2	P3	P4
$200 < T \leq 500$	P1	P2	P3

IPOSTESI 2 "meno severa"

T	INDICE DI PERICOLO		
	I_{p1}	I_{p2}	I_{p3}
$20 \leq T \leq 50$	P2	P3	P4
$100 \leq T \leq 200$	P1	P2	P4
$200 < T \leq 500$	P1	P2	P3

Dal PERICOLO di inondazione al RISCHIO di inondazione...



DPCM 29.9.1998

ASSUNZIONI "Prudenziali"

T	INDICE DI PERICOLO		
	I_{p1}	I_{p2}	I_{p3}
$20 \leq T \leq 50$	P3	P4	P4
$100 \leq T \leq 200$	P2	P3	P4
$200 < T \leq 500$	P1	P2	P3

VS

ASSUNZIONI "NON prudenziali"

T	INDICE DI PERICOLO		
	I_{p1}	I_{p2}	I_{p3}
$20 \leq T \leq 50$	P2	P3	P4
$100 \leq T \leq 200$	P1	P2	P4
$200 < T \leq 500$	P1	P2	P3

CLASSE DI RISCHIO	CLASSE DI PERICOLO			
	P4	P3	P2	P1
D4	R4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R3	R2
D2	R3	R2	R2	R1
D1	R2	R1	R1	R1

$D = E \times V$

CLASSE DI RISCHIO	CLASSE DI PERICOLO			
	P4	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2	R1
D3	R3	R2	R2	R1
D2	R2	R2	R1	R1
D1	R1	R1	R1	R1

rischio moderato R1: i danni sociali, economici ed ambientali sono marginali;
rischio medio R2: sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, che non pregiudichino, però, l'incolumità del personale...;
rischio elevato R3: sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi...;
rischio molto elevato R4: secondo cui sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e...

Da PERICOLO di inondazione a RISCHIO di inondazione...

Regione UMBRIA

	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R3	R3	R1
D2	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Regione CALABRIA

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLO	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4
	D3	R4	R3
	D2	R3	R2
	D1	R2	R1

Risk Assessment Matrix		Level of exposure and vulnerability				
		Very high	High	Moderate	Low	Very low
Level of hazard	Very high	Severe	Severe	Significant	Significant	Moderate
	High	Severe	Significant	Moderate	Moderate	Minor
	Moderate	Significant	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
	Low	Significant	Moderate	Moderate	Minor	Negligible
	Very low	Moderate	Minor	Minor	Negligible	Negligible

LOMBARDIA - Fiume PO RB

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Table 6.5: Example qualitative risk matrix

Likelihood of consequence	AEP range (%)	Level of consequence				
		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Likely	>10					
Unlikely	1 to 10					
Rare to very rare	0.01 to 1					
Extremely rare	<0.01					

Risk: Very low Low Medium High Extreme
AEP = annual exceedance probability

Flood Risk ¹

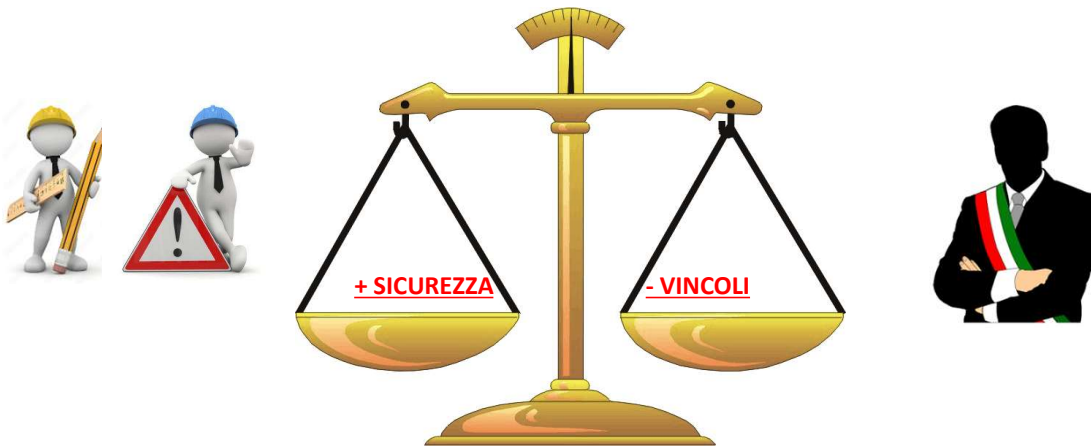
Flood Vulnerability

	1	2	3	4	5	6
1	1	1	2	3	4	4
2	1	2	3	3	4	4
3	2	2	3	3	4	5
4	2	3	3	4	5	5
5	3	3	4	4	5	6
6	3	4	4	5	6	6

Flood Hazard

Da PERICOLO di inondazione a RISCHIO di inondazione...

ASSUNZIONI "Prudenziali" VS ASSUNZIONI "NON prudenziali"



Sommario

- L'acqua in più
- La situazione in Europa/Italia
- Criteri di valutazione del rischio idraulico
- **Problemi aperti**
- L'acqua in meno
- Conclusioni



Problemi aperti

- **Cambiamento climatico**
D.Lgs. 49/2010 - Articolo 12 - Riesami
4. I riesami di cui ai commi 1 e 3 tengono conto degli effetti dei **cambiamenti climatici** sul verificarsi delle alluvioni
- **Alluvioni pluviali dalle reti di drenaggio urbano (UDN)**

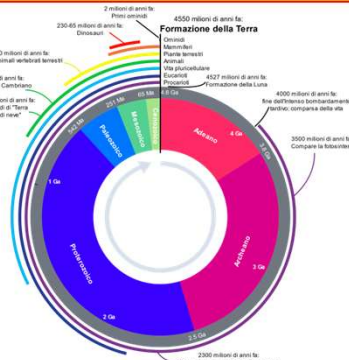


DIRETTIVA 2007/60/CE - Articolo 2 - Definizione

1. "alluvione" significa la temporanea copertura d'acqua di terreni normalmente non coperti dall'acqua. Sono incluse le inondazioni causate da fiumi, torrenti montani, corsi d'acqua effimeri del Mediterraneo e le inondazioni causate dal mare nelle zone costiere, e **possono escludere le inondazioni causate dalle reti fognarie**.

Cambiamento climatico ... o evoluzione climatica?

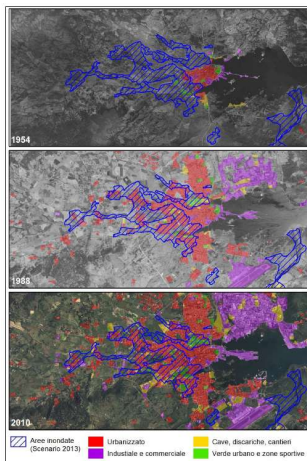
L'analisi di una singola serie di N dati di massimi annuali, non consente ragionevolmente di prevedere valori di attesi con periodo di ritorno superiore a 2-N (Benson, 1961; Committee on Techniques for Estimating Probabilities of Extreme Floods, 1988)



Orologio geologico



Cambiamento CLIMATICO?... Cambiamento IDROLOGICO !!!



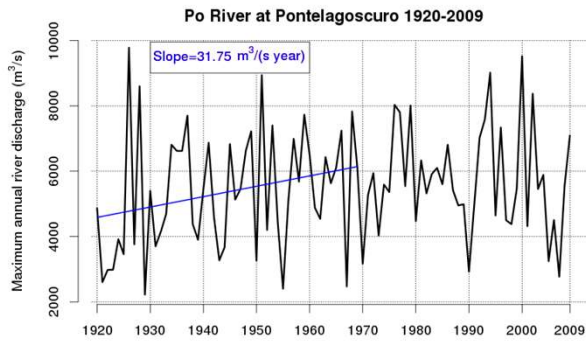
Incremento degli elementi esposti in relazione allo Scenario alluvione 2013. Fonte dati aree inondate: Comune di Olbia; Servizio Copernicus EMS (ISPRA, 2014). Tratto da ISPRA, 2015.

$$Q_T = \varphi \cdot i_{d,T} \cdot A$$



Il Sole **24 ORE** Il consumo di suolo in Italia, solo nel 2021 ha superato i 2 m² al secondo, sfiorando i 70 Km² di nuove coperture artificiali...

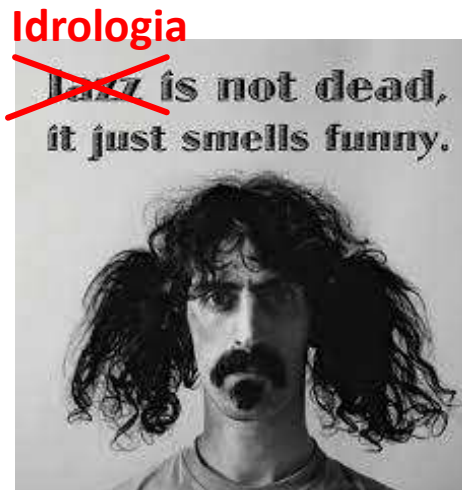
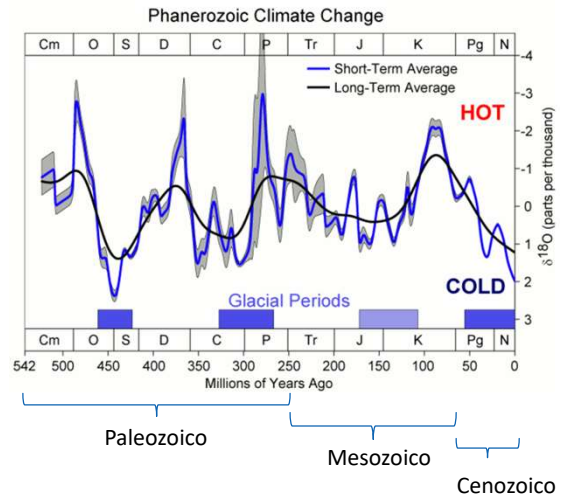
■ La evoluzione del clima...



Regression lines are printed in red and blue for decreasing and increasing slopes, respectively.

Osservando la serie dei colmi di piena, non si può individuare un trend definito. Le linee di regressione, in blu le crescenti ed in rosso le decrescenti mostrano la notevole inaccuratezza dei tentativi di interpolazione lineare (su un intervallo lungo 50 anni).

(From A. Montanari, *Hydrology of the Po River: looking for changing patterns in river discharge*)



Frank Vincent Zappa (1940 –1993)

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico



#50Yearschallenge





Zone allagate a Firenze
(4 novembre 1966)



Mappa del rischio di inondazione
(2025)





Corrado Gisondi 

47

Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

Tiriamo un po' di somme...

Negli ultimi venti anni:

- Investimento dello Stato: circa **400 milioni di Euro/anno**
(al netto degli interventi effettuati post-evento in somma urgenza)
- Stima dei danni totali (diretti + indiretti) circa **4÷5 miliardi di Euro/anno.**
(causati da alluvioni e frane)

L'investimento pubblico per la mitigazione del Rischio Idrogeologico è di un ordine di grandezza inferiore rispetto ai danni patiti.


**RIEPILOGO DELLE SPESE PER LA DIFESA DEL SUOLO
E LA SISTEMAZIONE IDRAULICA (in miliardi)**


Opere	I quin- quennio	Decennio successivo	Quindi- cennio successivo	Trentennio
Difesa idraulica del suolo	1.892	1.784	1.624	5.300
Sistemazione frane e preven- zione valanghe	89	150	190	429
Sistemazione idraulico-agra- ria e potenziamento silvo- pastorale	395	910	1.065	2.370
Difese litorali	98	304	422	824
Totali	2.474	3.148	3.301	8.923

Volume I, pag. 894


(Rivalutazione monetaria al 2023 - ISTAT –
pari a circa **90 Miliardi di Euro**)


COMMISSIONE DE MARCHI
(D.M. LL.PP. 23.11.1966)





La Commissione fu composta da: **96** membri effettivi, **13** alti funzionari a disposizione della presidenza, **87** esperti chiamati a far parte di sotto-commissioni e gruppi di lavoro
Quasi 200 persone al lavoro per 2 anni!



Corrado Gisondi 

48

«Il problema dello **snellimento delle procedure amministrative** - nel campo della sistemazione idraulica e della difesa del suolo - non è invero nuovo e si inquadra in quello ben più vasto della semplificazione delle procedure di tutta l'Amministrazione pubblica, già da molti anni preso in esame (ma sinora senza alcuna concreta soluzione) da parte del Ministero per la Riforma dell'Amministrazione dello Stato.

.....

Sono molte, e ben note, le lamentele contro l'Amministrazione dello Stato nell'attuazione degli interventi sistematori. I motivi di tali lamentele possono raggrupparsi in **tre grandi categorie**:

- 1) **ritardi nella disponibilità dei fondi** conseguenti ad autorizzazioni di spesa disposte dalle varie leggi in vigore;
- 2) **carenza di personale** degli Organi statali preposti all'attuazione degli interventi sistematori;
- 3) **intralci amministrativi** nelle diverse fasi di programmazione, progettazione, esecuzione e liquidazione delle opere.»



Volume IV, pag. 301-...

Tiriamo un po' di somme

Ulteriore elemento di preoccupazione è la tempistica per la realizzazione di un intervento pubblico.

Tempo medio per la realizzazione:	3.4 anni	(progettazione)
(per importi superiori a 10 milioni di Euro)*	1.4 anni	(affidamento)
	5.3 anni	(costruzione)

Tempo Totale superiore a **10 anni**

*(Dati riferiti al settore del *ciclo idrico integrato*, con complessità inferiori a quelle della mitigazione del rischio idrogeologico).

Motivi: iter approvativo del progetto (l'ottenimento dei pareri, valutazioni ambientali, ecc.), tempi lunghi le procedure di gara, frequenti contenziosi fra impresa ed ente appaltante...

Sindromi devastanti...

- **NIMBY** (Not In My BackYard), *non nel mio orticello!*
- **NIMTO** (Not In My Terms of Office), *non durante il mio mandato!*



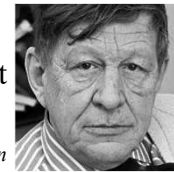
Sommario

- L'acqua in più
- La situazione in Europa/Italia
- Criteri di valutazione del rischio idraulico
- Problemi aperti
- **L'acqua in meno**
- Conclusioni



«Thousands have lived without love, not one without water».

Wystan Hugh Auden
(1907-1973)



Definizione di siccità



La siccità viene, in generale, classificata in quattro categorie (WMO, 2006):

Siccità meteorologica: si riferisce a una diminuzione relativa delle precipitazioni.

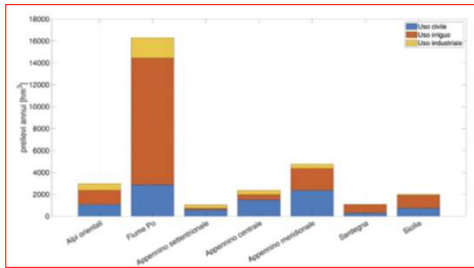
Siccità agricola: è legata al deficit idrico nel suolo che influisce sulla crescita delle colture.

Siccità idrologica: considera la scarsità di risorse idriche nel suolo, nei corsi d'acqua e nelle falde acquifere.

Siccità socio-economica e ambientale: è l'insieme degli impatti che si manifestano come uno squilibrio tra la disponibilità della risorsa e la domanda per le attività economiche (agricoltura, industria, turismo, etc.), per gli aspetti sociali (alimentazione, igiene, attività ricreative, etc.) e per la conservazione degli ecosistemi.

Gli usi della risorsa

Il volume totale prelevato è (in media) pari a circa 30.4 miliardi di m³/anno (ISTAT, 2019), di cui circa il **56%** prelevato per gli usi agricoli, il **31%** per gli usi civili e il **13%** per l'industria.



Uso civile: comprende non solo l'uso potabile domestico, ma in generale tutti gli usi autorizzati (uffici e servizi pubblici, innaffiamento di verde pubblico, fontane pubbliche, etc.).

Uso agricolo: comprende l'uso irriguo per il soddisfacimento del fabbisogno idrico delle colture e l'uso nel settore zootecnico.

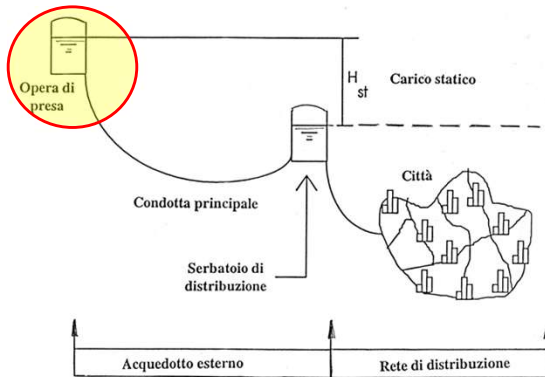
Uso industriale: comprende tutto il settore manifatturiero e la produzione di energia (non solo idroelettrica, ma ogni modalità che necessita di utilizzo di risorse idriche).

Usi minori

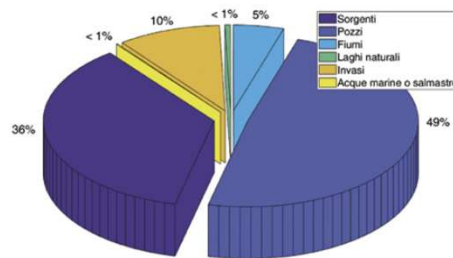
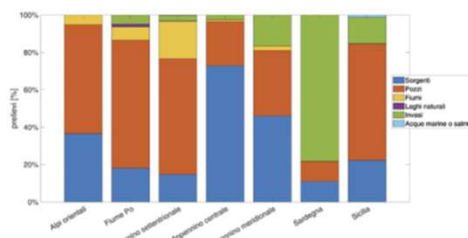
Uso turistico e ricreativo: comprende tutte le attività che necessitano livelli minimi dei corpi idrici superficiali (navigazione interna, pesca, etc.).

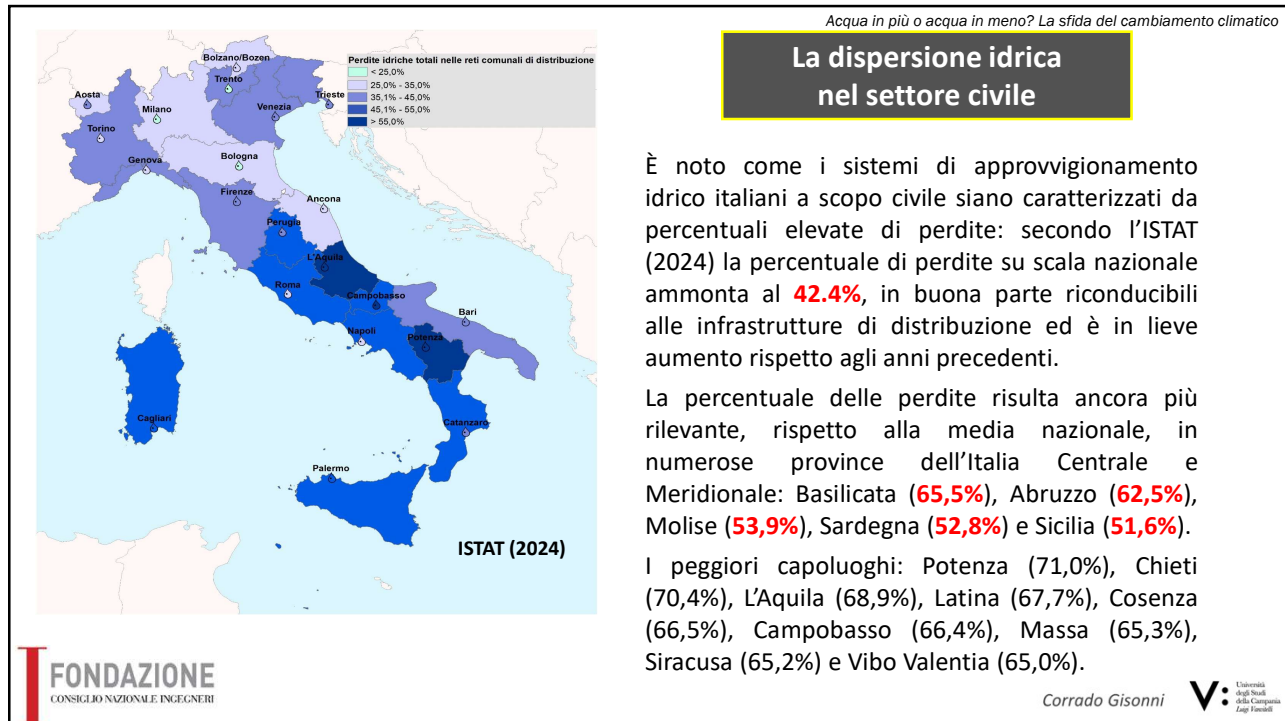
Uso ambientale: portate minime ("deflusso ecologico") nei corpi idrici superficiali e sotterranei per mantenimento di un regime idrologico congruente con gli obiettivi ambientali indicati dalla Water Framework Directive.

Le fonti di prelievo



In termini di risorse idriche, a scala nazionale l'approvvigionamento civile è garantito per circa **l'85% da acque sotterranee**, captate tramite pozzo per il **49%**, e per il **36%** da sorgente. Il restante **15%** è prelevato da corsi d'acqua superficiali (**5%**), da lago artificiale (**9.5%**), da lago naturale (**0.4%**) o da acque marine o salmastre tramite desalinizzatori (**0.1%**).



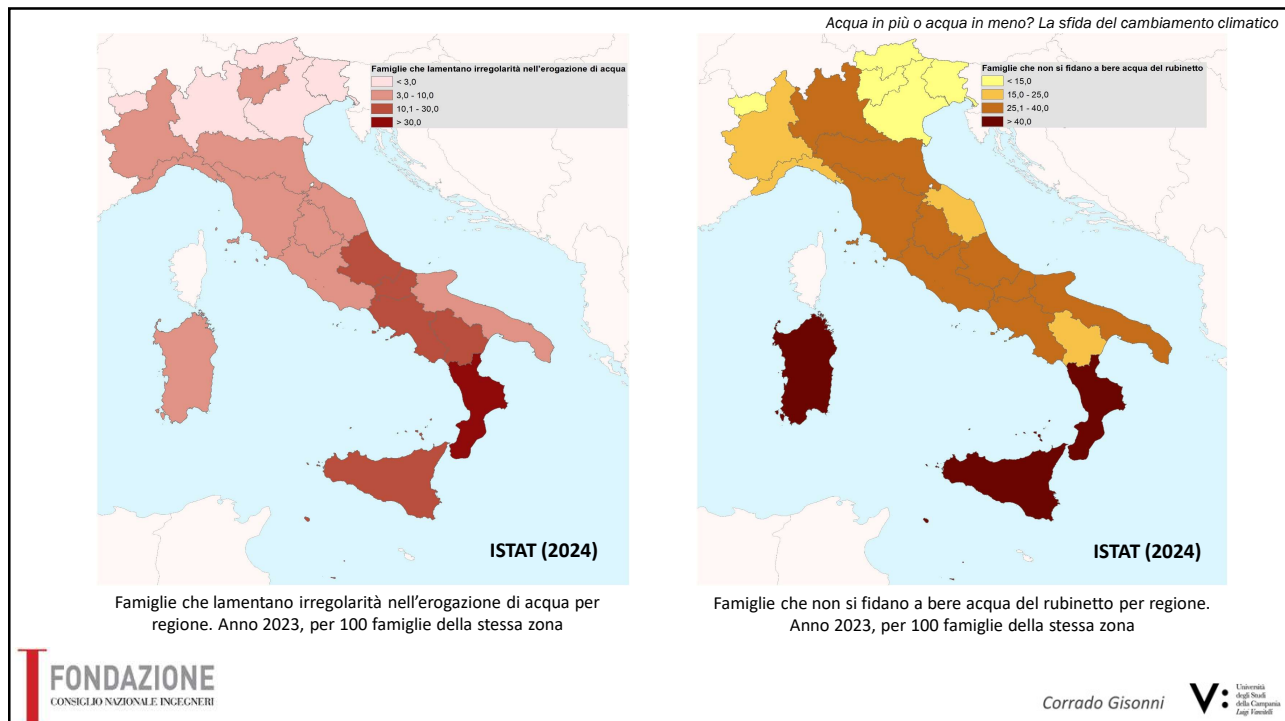


È noto come i sistemi di approvvigionamento idrico italiani a scopo civile siano caratterizzati da percentuali elevate di perdite: secondo l'ISTAT (2024) la percentuale di perdite su scala nazionale ammonta al **42.4%**, in buona parte riconducibili alle infrastrutture di distribuzione ed è in lieve aumento rispetto agli anni precedenti.

La percentuale delle perdite risulta ancora più rilevante, rispetto alla media nazionale, in numerose province dell'Italia Centrale e Meridionale: Basilicata (**65,5%**), Abruzzo (**62,5%**), Molise (**53,9%**), Sardegna (**52,8%**) e Sicilia (**51,6%**).

I peggiori capoluoghi: Potenza (71,0%), Chieti (70,4%), L'Aquila (68,9%), Latina (67,7%), Cosenza (66,5%), Campobasso (66,4%), Massa (65,3%), Siracusa (65,2%) e Vibo Valentia (65,0%).

55



56

Le criticità

**Ciclo integrato dell'acqua:
che cos'è e come funziona**



Vetustà delle infrastrutture idrauliche: il 25% delle opere che ha oltre 50 anni e il 60% oltre 30 anni.

Frammentazione dei soggetti gestori: elevato numero dei soggetti istituzionali, pubblici e privati che operano la gestione delle infrastrutture di captazione e trasporto e distribuzione idrica.

ANNI	Enti gestori dei servizi idrici per uso civile	Copertura del servizio pubblico di fognatura (% residenti)	Comuni capoluogo di provincia/città metropolitana con razionamento dell'acqua
2018	2.552	87,8	12
2019	-	-	19
2020	2.391	88,7	11
2021	-	-	15
2022	2.110	88,8	-
2023	-	-	14
2024	-	-	-

(a) Il dato è mancante quando la rilevazione non è stata effettuata in quell'anno.

Fonte: ISTAT (2024)

Le strategie di gestione



Riduzione delle perdite: miglioramento dello stato e delle performance dei sistemi infrastrutturali.

Risparmio idrico: attuazione di azioni e politiche in grado di spingere gli utenti ad adottare tecnologie e pratiche innovative per ridurre i consumi idrici.

Politiche di tariffazione: implementazione di politiche che riflettano il valore reale dell'acqua, responsabilizzando gli utenti.

Politiche pubbliche di educazione: attivazione di iniziative destinate alla popolazione per sensibilizzare a un uso consapevole delle risorse idriche.

Tecniche innovative per il riutilizzo: ridurre la domanda di risorse potabili attraverso il ricorso a tecniche per l'utilizzo (o **riutilizzo**) di altra risorsa per alcuni usi (ad es. per i servizi igienici o l'irrigazione urbana).

Sommario

- L'acqua in più
- La situazione in Europa/Italia
- Criteri di valutazione del rischio idraulico
- Problemi aperti
- L'acqua in meno
- **Conclusioni**



CONCLUSIONI

- Le aree urbane in Italia soffrono di diffuse situazioni di **pericolosità idraulica**.
- Il territorio nazionale è affetto da diffuse situazioni di **scarsità idrica**, con una spiccata differenziazione geografica.
- Per la mitigazione di entrambe i fenomeni è fondamentale un coinvolgimento di tutte le **parti interessate** (popolazione, Istituzioni, Autorità competenti ecc.).
- L'evoluzione dei fenomeni è *probabilmente* determinata dalla **evoluzione del clima**, ma dipende *certamente* da **fattori antropici** legati, direttamente o indirettamente, all'utilizzo del suolo e dell'acqua.
- La questione climatica non può essere fatta oggetto di *tifo da stadio*, ma deve essere affrontata in modo ragionato e scientificamente basato.

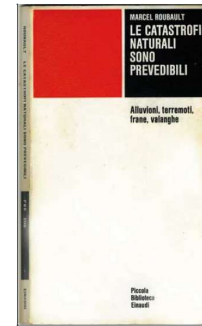
Da decenni, ormai, una domanda ricorrente viene talvolta posta a tecnici e studiosi, ogni qualvolta si verifica un evento calamitoso:

È possibile prevedere le catastrofi idrogeologiche?

Roubault M. (1970). *Peut-on prévoir les catastrophes naturelles?* Presses Universitaires de France, Paris.
Il titolo **tradotto in Italiano** suona in modo molto diverso!!!



Ancora oggi, in molti casi, **non possiamo prevedere** le catastrofi naturali/idrogeologiche, ma **possiamo certamente** fare molto di più per **mitigarne** le conseguenze, o **adattarci** all'eventuale accadimento di eventi estremi!



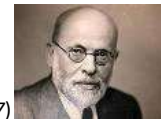
Due regole fondamentali per il confronto...

«Non possiamo essere imparziali.

Possiamo essere soltanto **intellettualmente onesti**: cioè renderci conto delle nostre passioni, tenerci in guardia contro di esse e mettere in guardia i nostri interlocutori contro i pericoli della nostra parzialità.

L'imparzialità è un sogno, la probità è un dovere»

(Gaetano Salvemini, 1873-1957)



«**Prima conoscere**, poi discutere, poi deliberare!»

«Prediche inutili» (Luigi Einaudi, 1874-1961)



Acqua in più o acqua in meno? La sfida del cambiamento climatico

**Grazie per la vostra
attenzione!**



...domande?

Corrado Gisonni
corrado.gisonni@unicampania.it



FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Corrado Gisonni 