

L'INDICE DI PERICOLO IDRODINAMICO E LA PERICOLOSITA' IDRAULICA (Luigi Fanizzi – ECOACQUE®)

La valutazione della **pericolosità idraulica** di un'area interessata da un possibile evento alluvionale non può prescindere dalla caratterizzazione delle condizioni idrodinamiche che si determinano durante il deflusso. Tirante idrico, velocità della corrente e loro reciproca combinazione costituiscono, infatti, i principali parametri attraverso i quali è possibile descrivere la **severità dell'azione esercitata dalla corrente** sugli elementi presenti nell'area potenzialmente interessata dall'allagamento. A tal fine, nel presente lavoro si introduce un **indice di pericolo idrodinamico** I_p , finalizzato a sintetizzare, attraverso parametri fisicamente significativi, la capacità della corrente di determinare condizioni di instabilità e di interferire con persone, veicoli e beni esposti. 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 può essere correlato alla velocità v ed al tirante idrico h . In definitiva, si può fare riferimento all'intensità del flusso idrico (ISPRA, 2012):

$$I_p = v \cdot h$$

In letteratura sono rintracciabili numerosi lavori, dedicati alla ricerca della condizione di perdita di stabilità dei pedoni travolti dalla onda di piena in ambiti urbani (principale fattore di rischio idraulico, in ambiente urbano). I risultati non sono univoci, visto che le variabili in gioco erano numerose (la sperimentazione è stata svolta su 20 individui, di cui 18 uomini e 2 donne, di età compresa tra 19 e 54 anni, con peso ed altezza variabili, comprese, rispettivamente, tra 41 e 91 Kg e tra 152 e 183 cm. Tutti i soggetti erano in ottimo stato di salute.) ma, in linea generale, è possibile estrarre le seguenti condizioni limite:

$$\begin{aligned} h_{MAX} &= 0,5 \div 1,2 \text{ m} \\ v_{MAX} &= 1,5 \div 2,0 \text{ m/s} \\ (v \cdot h)_{MAX} &= 0,4 \div 0,8 \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Tra i fattori di rischio idraulico è assolutamente necessario includere anche la condizione di perdita di stabilità delle autovetture durante un evento alluvionale. I risultati di numerosi studi ed attività sperimentali in laboratorio, finalizzati alla definizione della condizione di primo distacco (slittamento o trascinarsi) di autovetture di diverse dimensioni investite dalla corrente idrica, indicano che al superamento di almeno una delle seguenti condizioni limite la vettura può perdere stabilità:

$$\begin{aligned} h_{MAX} &= 0,3 \div 0,5 \text{ m} \\ v_{MAX} &= 2,0 \div 3,0 \text{ m/s} \\ (v \cdot h)_{MAX} &= 0,6 \div 1,0 \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

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 (L. Gisonni, 2019):

 I_{p1} - Indice di pericolo moderato:	$h < 0,30 \text{ m}$	e	$0,00 \leq v \cdot h < 0,20 \text{ m}^2/\text{s}$
 I_{p2} - Indice di pericolo medio:	$0,30 \leq h < 1,00 \text{ m}$	o	$0,20 \leq v \cdot h < 0,50 \text{ m}^2/\text{s}$
 I_{p3} - Indice di pericolo elevato:	$h > 1,00 \text{ m}$	o	$v \cdot h \geq 0,50 \text{ m}^2/\text{s}$

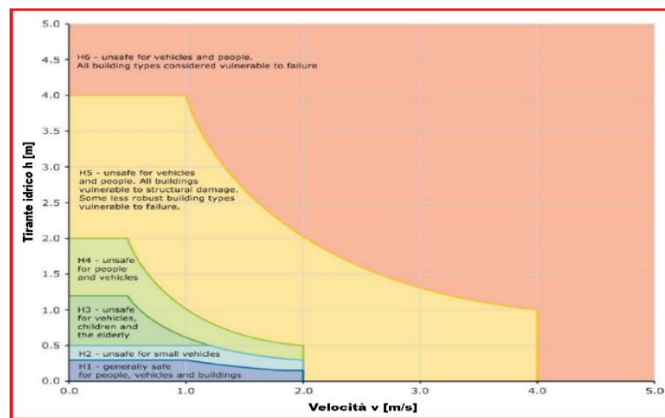


Tabella “**Flood Hazard**”, Smith GP ed Altri (2014).

È possibile costruire, pertanto, due matrici sinottiche, caratterizzate da un diverso livello di “severità idraulica”, definendo quattro categorie di “pericolosità idraulica”:

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

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

1 - Ipotesi 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

2 - Ipotesi meno severa

La classe di pericolosità idraulica **P** viene determinata mediante la combinazione dell'indice di pericolo idrodinamico **I_p** e del tempo di ritorno idrologico **T** dell'evento considerato. A ciascuna classe di pericolosità **P** viene quindi associata una classe di danno potenziale **D**, in relazione agli elementi esposti e alla loro vulnerabilità. La combinazione di **P** e **D**, secondo la relazione $R = P \cdot D$, consente infine di determinare la corrispondente classe di rischio idraulico **R** (Fanizzi, 2025).

Elemento Esposto	Classe di Danno	Codice CLC prevalente
Beni culturali vincolati (in aree urbane dense/meno dense)	D4	111 / 112
Immobili e aree di notevole interesse pubblico (a. u. dense/meno dense)	D4	111 / 112
Impianti Allegato I del D.L. 59/2005	D4	121
Aree protette per estrazione di acqua a uso idropotabile	D4	121
Strutture ospedaliere	D4	121
Scuole	D4	121
Dighe	D4	512
Impianti industriali o Unità commerciali e servizi pubblici	D3	121
Depuratori	D3	121
Inceneritori	D3	121

Elemento Esposto	Classe di Danno	Codice CLC prevalente
Discariche	D3	132

Classi di Danno (**D**) per elementi esposti di tipo puntuale (I. Longo, 2018).

CLASSE D1		CLASSE D2		CLASSE D4	
DUSAF		DUSAF		DUSAF	
134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate	211	Seminativi	1111	Tessuto residenziale denso
231	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	1411	Parchi e giardini	1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso
311	Boschi di latifoglie	221	Vigneti	1121	Tessuto residenziale discontinuo
312	Boschi conifere	222	Frutteti e frutti minori	1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme
313	Boschi misti	223	Oliveti	1123	Tessuto residenziale sparso
314	Rimboschimenti recenti	3114	Castagneti da frutto	11231	Cascine
331	Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi	213	Risaie	1424	Aree archeologiche
321	Praterie naturali d'alta quota	2313	Marcite	12122	Impianti di servizi pubblici e privati
322 - 324	Cespuglieti	1412	Aree verdi incolte	12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali
332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione	2241	Pioppeti	12112	Insedimenti produttivi agricoli
333	Vegetazione rada	2242	Altre legnose agrarie	12121	Insedimenti ospedalieri
411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere	Reti stradali D4 Reti primarie: autostrade, strade statali/regionali, strade provinciali D3 Reti secondarie: strade comunali		12123	Impianti tecnologici
3113	Formazioni ripariali			1222	Reti ferroviarie e spazi accessori
3222	Vegetazione dei greti	CLASSE D3 DUSAF 133 Cantieri 12124 Cimiteri 132 Discariche 131 Cave 2113 Colture orticole 2114 Colture floro-vivaistiche 2115 Orti familiari		123	Aree portuali
3223	Vegetazione degli argini sopraelevati			12125	Aree militari obliterate
511	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali			124	Aeroporti ed eliporti
5121	Bacini idrici naturali			1421	Impianti sportivi
5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda			1423	Parchi divertimento
5122	Bacini idrici artificiali			1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive
335	Ghiacciai e nevi perenni				

Classi di Danno (**D**) per elementi esposti di tipo poligonale (I. Longo, 2018).

T	INDICE DI PERICOLO		
	I _{p1}	I _{p2}	I _{p3}
20 ≤ T ≤ 50	P3	P4	P4
100 ≤ T ≤ 200	P2	P3	P4
200 < T ≤ 500	P1	P2	P3

T	INDICE DI PERICOLO		
	I _{p1}	I _{p2}	I _{p3}
20 ≤ T ≤ 50	P2	P3	P4
100 ≤ T ≤ 200	P1	P2	P4
200 < T ≤ 500	P1	P2	P3

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITÀ			
		P4	P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R3	R2
	D3	R4	R3	R3	R2
	D2	R3	R2	R2	R1
	D1	R2	R1	R1	R1

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITÀ			
		P4	P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2	R1
	D3	R3	R2	R2	R1
	D2	R2	R2	R1	R1
	D1	R1	R1	R1	R1

1. **rischio moderato R1**: i danni sociali, economici ed ambientali sono marginali;
2. **rischio medio R2**: sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, che non pregiudichino, però, l'incolumità del personale...;
3. **rischio elevato R3**: sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi...;
4. **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...

D.Lgs. N. 49/2010 – “Attuazione Direttiva 2007/60/CE - Valutazione/Gestione dei Rischi di Alluvioni”.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **I. Longo** (2018): “*La valutazione del danno da alluvione nell’ambito della pianificazione territoriale*”, Tesi di laurea, Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile, Politecnico, Torino.
- [2] **ISPRA** (2012): “*Proposta metodologica per l’aggiornamento delle mappe di pericolosità e di rischio*”, Manuali e Linee Guida, N. 82, Roma.
- [3] **ISPRA** (2010): “*La realizzazione in Italia del Progetto Corine Land Cover 2006*”, Rapporti, N. 131, Roma.
- [4] **L. Gisonni** (2019): “*La valutazione del rischio di alluvioni in ambito urbano*”, Dip. Ingegneria, Univesità degli Studi della Campania L. Vanvitelli, Caserta.
- [5] **L. Fanizzi** (2025): “*Il calcolo matriciale del rischio idraulico*”, ECOACQUE®, Giovinazzo.
- [6] **Smith GP, Davey EK, Cox RJ** (2014): “*Flood Hazard*”, WRL Technical Report 2014/07, UNSW Water Research Laboratory, Sydey.