



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
FACOLTÀ DI AGRARIA

## Indicatori ambientali

**IPNOA - Indice di Pericolosità da Nitrati di Origine Agricola**

# Generalità /1

L'IPNOA, indice di pericolosità da nitrati di origine agricola, è una metodologia per la valutazione del pericolo di inquinamento delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola (Padovani e Trevisan, 2002).

Approccio di tipo parametrico che consiste principalmente in due fasi:

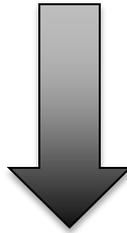
1. vengono individuate le categorie di fattori che concorrono alla valutazione del pericolo potenziale di contaminazione delle acque sotterranee;
2. a ciascun fattore viene attribuito un punteggio in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva finale.



# Generalità /2

I fattori sono suddivisi in:

- **fattori di pericolo (FP)** che rappresentano tutte le attività agricole che generano o possono generare inquinamento da nitrati nelle acque sotterranee;
- **fattori di controllo (FC)** che modificano il pericolo in funzione delle caratteristiche del sito.



Come?



# Generalità /3

- 1 Mediante i fattori di pericolo viene stimata la quantità di azoto applicata sulla superficie agraria che, a seconda del contenuto naturale di azoto del terreno, delle caratteristiche climatiche del sito e delle pratiche agronomiche adottate (fattori di controllo), può rappresentare, in diversa misura, un pericolo per la qualità delle acque sotterranee.
- 2 I fattori considerati vengono classificati attribuendo a ciascuna classe un indice che caratterizza il carico di azoto (nel caso degli FP) o l'incidenza (positiva o negativa o neutra) dei fattori coinvolti nel fenomeno di dilavamento dei nitrati (FC).



# Fattori di pericolo

I fattori di pericolo (FP) sono:

$FP_{fm}$  = fertilizzanti minerali,

$FP_{fo}$  = fertilizzanti organici,

$FP_{fd}$  = fanghi di depurazione.

Ad ogni FP viene assegnata una classe di pericolo da 1 a 5  
(1 improbabile, 5 elevato)  
in base alla quantità distribuita sui terreni coltivati (kg di N  
 $ha^{-1}$ ).



# Fattori di controllo

I fattori di controllo (FC) sono:

$Fc_a$  = contenuto di azoto nel suolo,

$Fc_c$  = clima cioè precipitazioni e temperatura medie annue,

$Fc_{pa}$  = pratiche agricole,

$Fc_i$  = irrigazione.

Ad ogni FC viene assegnato un peso generalmente  
variabile

$$0,94 \leq FC \leq 1,10$$



# Come si calcola

La stima del pericolo potenziale di inquinamento da nitrati di origine agricola si ottiene dal prodotto tra la somma dei fattori di pericolo e il prodotto dei fattori di controllo.

$$\text{IPNOA} = (\text{FP}_{\text{fm}} + \text{FP}_{\text{fo}} + \text{FP}_{\text{fd}}) \times (\text{FC}_{\text{a}} \times \text{FC}_{\text{c}} \times \text{FC}_{\text{pa}} \times \text{FC}_{\text{i}})$$



# Fattori di pericolo: *Fertilizzanti minerali (FPfm)*

Carichi di azoto da fertilizzanti minerali e relative classi di pericolo

<b>APPORTO DI N (Kg/ha)</b>	<b>CLASSE DI PERICOLO (FPfm)</b>
0	1
1-25	2
26-100	3
100-180	4
> 180	5



# Fattori di pericolo: *Fertilizzanti organici (Fpfo)*

Carichi di azoto da fertilizzanti organici e relative classi di pericolo.

<b>APPORTO DI N (Kg/ha)</b>	<b>CLASSE DI PERICOLO (FPfo)</b>
0	1
1-150	2
151-300	3
300-500	4
> 500	5



# Fattori di pericolo: *Fanghi di depurazione (FPfd)*

Carichi di azoto da fanghi di depurazione e relative classi di pericolo.

APPORTO DI N (Kg/ha)	CLASSE DI PERICOLO (FPfd)
0	1
1-150	2
151-500	3
500-1500	4
> 1500	5



# Fattori di controllo: *Contenuto di azoto (FCa)*

Fattore di controllo “contenuto di azoto nel suolo” (FCa) e valori per il calcolo degli IPNOA.

Contenuto di azoto (%)	Classificazione suoli	Punteggio IPNOA (FCa)
> 0,5	Eccessivamente dotati	1.04
0,22 – 0,5	Ricchi	1.02
0,15 – 0,22	Ben dotati	1
0,1 – 0,15	Mediamente dotati	0.98
< 0,1	Poveri	0.96



# Fattori di controllo: *Clima (FCc)*

Fattore di controllo “clima” (FCc) e valori per il calcolo degli IPNOA.

Precipitazioni (mm/anno)	Temperatura media (° C)	Punteggio IPNOA (FCc)
> 1200	0-30	1.10
1100-1200	0-30	1.08
1000-1100	< 13.5	1.08
	> 13.5	1.06
900-1000	< 13.5	1.04
	> 13.5	1.02
800-900	< 13.5	1.04
	13.5-16	1.02
	> 16	0.98
700-800	< 14	1
	14-16	1.02
	> 16	0.98
600-700	< 13	1
	13-14.5	0.96
	14.5-16	1.02
	> 16	0.98
< 600	0-30	0.94



# Fattori di controllo: *Pratiche agricole (FCpa)*

Fattore di controllo “pratiche agronomiche” (FCpa) e valori per il calcolo degli IPNOA.

Tipo di lavorazione	Modalità di concimazione	Punteggio IPNOA (FCpa)
Tradizionale	Fertirrigazione	1.04
	Distribuzione su tutta la superficie	1
	Interrata	0.98
	Via fogliare	0.96
	No fertilizzazione	0.94
Minima	Fertirrigazione	1.02
	Distribuzione su tutta la superficie	0.98
	Interrata	0.96
	Via fogliare	0.94
	No fertilizzazione	0.94
Non lavorazione	Fertirrigazione	1
	Distribuzione su tutta la superficie	0.98
	Interrata	0.94
	Via fogliare	0.94
	No fertilizzazione	0.94



# Fattori di controllo: *Irrigazione (Fci)*

Fattore di controllo “irrigazione” (FCi) e valori per il calcolo degli IPNOA.

Sistema di irrigazione	Punteggio IPNOA (FCi)
Sommersione	1,06
Scorrimento	1,04
Aspersione	1,02
No irrigazione	1,00



# Indici di pericolosità

$$\text{VALORE IPNOA} = (FP_{fm} + FP_{fo} + FP_{fd}) \times (FC_a \times FC_c \times FC_{pa} \times FC_i)$$

Indice di **P**ericolosità da **N**itrati di **O**rigine **A**gricola e relative giudizi.

VALORE IPNOA	CLASSE	PERICOLO POTENZIALE
2,54 – 3,18	1	IMPROBABILE
3,19 – 5,88	2	MOLTO BASSO
5,89 – 7,42	3	BASSO
7,43 – 9,31	4	MODERATO
9,32 – 11,10	5	ALTO
11,11 – 17,66	6	ELEVATO



# Bibliografia

Padovani L., Trevisan, M., 2002 - I nitrati di origine agricola nelle acque sotterranee. Un indice parametrico per l'individuazione di aree vulnerabili. Pitagora Ed., Bologna, pp. 120.

E. Capri, M. Civita, A. Corniello, G. Cusimano, M. De Maio, D. Ducci, G. Fait, Fiorucci A., S. Hauser, A. Pisciotta, G. Pranzini, M. Trevisan, A. Delgado Huertas, F. Ferrari, R. Frullini, B. Nisi, M. Offi, O. Vaselli, M. Vassallo, (2009). **Assessment of nitrate contamination risk: the Italian experience**, Journal Of Geochemical Exploration, pp. 16, 2009, Vol. 102, pagine da 71 a 86.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674209000326>



# Domande

---

1. Cosa si intende per indice parametrico?
2. Cos'è l'indice IPNOA?
3. Cosa si intende per fattori di pericolo?
4. Quali sono i fattori di pericolo?
5. Cosa si intende per fattori di controllo?
6. Quali sono i fattori di controllo?

