

La portata unitaria nella valutazione della capacità di attenuazione per diluizione di un acquifero

LASAGNA MANUELA (*), DE LUCA DOMENICO ANTONIO (*), DEBERNARDI LAURA (*) & CLEMENTE PAOLO (*)

ABSTRACT

Volumetric flow rate per unit perpendicular to the flow direction for the evaluation of aquifer attenuation capacity by means of the dilution process

In this paper a model for the assessment of attenuation capacity in aquifer is proposed; it represents the aquifer ability in reducing the concentration of a contaminant, by means of the dilution process. This capacity can be measured through the volumetric flow rate per unit perpendicular to the flow direction (q_u). The relation between dilution and q_u can be verified with an analytical approach. A simplified model represented by a flow net with quadrangular cells is presented, in which a groundwater nitrate contamination is already present in input to the cell (C_{ac}) and a contaminant concentration comes from the infiltration water (C_i); so the parameters the nitrate concentration in output from the cell (C_u) depends on were analyzed. It emerged that C_u is strictly connected to dilution and it is strongly conditioned by volumetric flow rate per unit perpendicular to the flow direction (q_u). This approach was verified for a nitrate contamination. In particular, q_u evaluation was conducted in Piemonte plain (Italy). Generally low q_u values correspond to areas with high nitrate contamination, showing low ability in reducing the concentration of nitrate, by means of the dilution process. On the other side, high q_u values coincide with areas in which nitrate concentration is low and, so, dilution attenuation capacity is elevated. Moreover nitrate concentration in groundwater were compared with nitrate concentration in output from the cell (C_u): the parameters show a good correlation; these results confirm the proposed methodology.

KEY WORDS: *aquifer, contaminant attenuation, dilution, groundwater resources.*

RIASSUNTO

La Vulnerabilità all'inquinamento di un acquifero libero è condizionata dalla capacità di attenuazione di un inquinante nella zona non satura e nell'acquifero stesso.

Tra di processi di attenuazione nella zona satura, quello che appare avere una maggiore importanza è il meccanismo di riduzione della concentrazione degli inquinanti per diluizione (DE LUCA *et alii*, 2004; DE LUCA *et alii*, 2005; DEBERNARDI *et alii*, 2008; LASAGNA, 2006). Il tasso di diluizione di un contaminante nell'acquifero, risulta, in prima approssimazione, proporzionale alla portata unitaria dell'acquifero stesso (q_u) e cioè la portata che attraversa l'unità di larghezza della sezione di flusso dell'acquifero. Tale capacità è funzione dei parametri

specifici dell'acquifero ed in particolare della conducibilità idraulica, del gradiente idraulico e dello spessore dell'acquifero stesso. Maggiore è la portata unitaria maggiore è la capacità dell'acquifero di diluire un eventuale inquinante proveniente da monte o dalle acque di infiltrazione.

La relazione tra q_u e capacità di diluizione può essere dimostrata analiticamente. Si consideri un modello semplificato di riferimento rappresentato da un tubo di flusso in cui si conosce l'apporto di inquinanti conservativi (non soggetti ad adsorbimento o degradazione), provenienti dall'infiltrazione (C_i) e dal flusso in ingresso da monte (C_{ac}). In tale contesto è possibile valutare la concentrazione in uscita (C_u) da ciascuna cella in cui è suddiviso il tubo di flusso, in funzione della diluizione che si esplica all'interno della cella stessa secondo l'equazione: $C_u = (q_u C_{ac} + I L C_i) / (q_u + I L)$

dove I rappresenta l'infiltrazione (m/anno) e L la lunghezza della cella (m).

La relazione descritta è stata dimostrata sperimentalmente nel caso di una contaminazione diffusa da nitrati. In particolare è stato eseguito il confronto tra concentrazioni di nitrati in falda e q_u in aree caratterizzate da situazioni idrogeologiche differenti (Fig. 1). Ne è emerso che le concentrazioni di nitrati più elevate sono localizzate in corrispondenza ad aree con q_u basso. Al contrario nelle aree caratterizzate da q_u elevati, le concentrazioni dei nitrati risultano sempre relativamente basse, a causa di una più elevata capacità di diluizione dell'inquinante nelle acque sotterranee.

Ne risulta che la diluizione è strettamente correlata alla portata unitaria dell'acquifero (q_u).

Inoltre l'equazione proposta è stata applicata in aree campione; quindi i valori di C_u calcolati mediante tale equazione sono stati correlati con i valori di concentrazione di nitrati misurati nelle acque sotterranee. Da tale confronto è emersa una buona approssimazione dei valori (Figura 2).

I risultati, quindi, appaiono confermare la validità dell'approccio metodologico analizzato.

La valutazione della q_u , quindi, potrebbe risultare uno strumento valido per la salvaguardia delle risorse idriche. In effetti tale approccio può consentire, soprattutto in studi a scala regionale, l'individuazione delle zone più sensibili alla contaminazione delle acque sotterranee. Il confronto tra aree a q_u differente, infatti, può evidenziare le zone in cui il fenomeno di diluizione si esplica in maniera limitata, a causa di uno scarso

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, via Valperga Caluso 35, Torino.
e-mail: manuela.lasagna@unito.it; domenico.deluca@unito.it; laura-debernardi@libero.it; paolo.clemente@unito.it

spessore dell'acquifero, di una bassa conducibilità idraulica, di un basso gradiente idraulico, o per la concomitanza di queste caratteristiche dell'acquifero.

REFERENCES

- DEBERNARDI L., DE LUCA D.A. & LASAGNA M. (2008) - *Correlation between nitrate concentration in groundwater and parameter affecting aquifer intrinsic vulnerability*. *Env. Geol.*, **55**, 539-558.
- DE LUCA D.A. & LASAGNA M. (2004) - *Use of the dilution attenuation factor in the groundwater contamination evaluation, with particular reference to nitrate pollution*. 32nd Int. Geol. Congr., Florence, Italy, 20-28 August 2004 - Abs. Vol., pt. 1, abs. 140-26, pp. 643.
- DE LUCA D.A. & LASAGNA M. (2005) - *Aquifer role in reducing nitrate contamination by means of the dilution process*. Proceedings of the 6th International Conference "Sharing a common vision of our water resources", Menton, France, 7-10 September 2005, Paper EWRA066c, 17 pp.
- LASAGNA M. (2006) - *I nitrati nelle acque sotterranee della pianura piemontese: distribuzione, origine, attenuazione e condizionamenti idrogeologici*. Ph.D. Thesis, 350 pp.

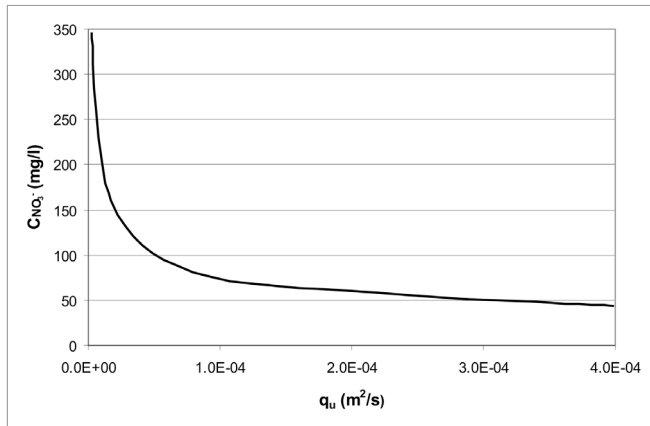


Fig. 1 – Confronto della q_u con le concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee; la curva rappresenta la linea di inviluppo dei valori di massima concentrazione dei nitrati in corrispondenza a ciascun valore della q_u .

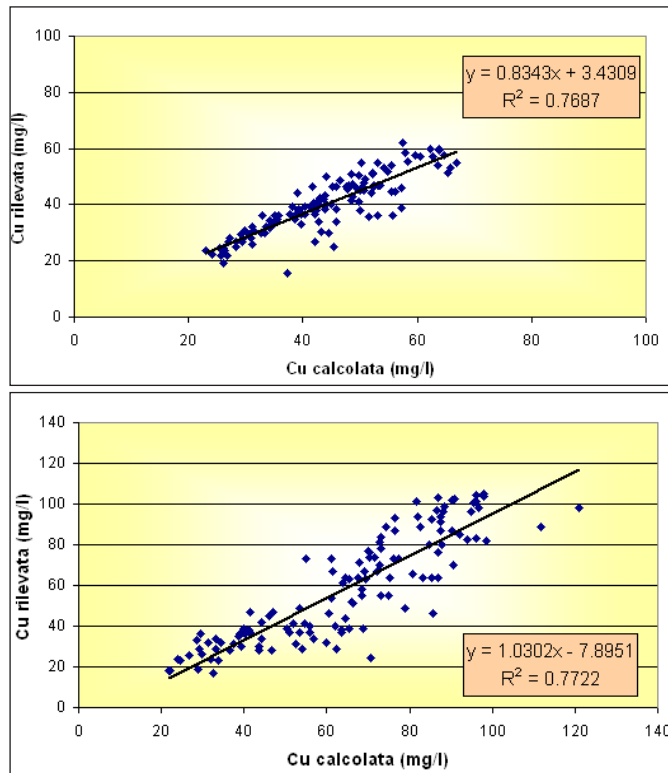


Fig. 2 – Relazione esistente tra le concentrazioni di nitrati reali e quelle ottenute dall'applicazione della metodologia proposta in due aree campione.