

Università degli Studi di Napoli “Federico II” Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

*“Definizione della vulnerabilità intrinseca e della vulnerabilità
specifica dai nitrati delle falde della Piana Campana”*

Relatore

Ch.ma Prof.ssa Daniela Ducci

Correlatori

Prof. Luis Filipe Tavares Ribeiro

Ph.D. Joao Nascimento

Ph.D. M. Teresa Condesso de Melo

Candidati

Mirko De Angelis

Matr.: M67/182

Rosario De Maio

Matr.: M67/181



**TÉCNICO
LISBOA**

Departamento de Engenharia Civil,
Arquitetura and Georrecursos

Anno Accademico 2014 - 2015

ABSTRACT

Lo scopo di questa tesi è la realizzazione e la valutazione di carte di vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee della Piana Campana e il loro confronto con la distribuzione spaziale dei nitrati, principale inquinante di origine antropica.

Il lavoro è stato sviluppato *pro parte* durante un periodo di tirocinio all'estero, di durata tre mesi, presso l'IST (*Instituto Superior Técnico*) di Lisbona, nell'ambito di un programma Erasmus+, derivante dalla collaborazione accademica tra la relatrice della tesi, Prof.ssa Daniela Ducci del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università di Napoli Federico II, ed il Prof. Luis Filipe Tavares Ribeiro del *Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos* dell'*Instituto Superior Técnico* di Lisbona. In primo luogo è stata effettuata la caratterizzazione chimico-fisica della risorsa idrica sotterranea al fine di un'adeguata conoscenza dell'area in esame.

La rappresentazione delle analisi chimico-fisiche dei principali parametri delle acque sotterranee della Piana Campana è stata realizzata, sulla base di analisi reperite dal sito dell'ARPACampania e dai databases in possesso del DICEA, tramite le seguenti elaborazioni:

- diagrammi di *Stiff e Piper* dai quali si è dedotta che nei rilievi carbonatici al bordo della Piana le acque presentano un tipico profilo chimico in *facies* bicarbonato-calciche determinato dall'interazione della falda con gli acquiferi carbonatici. Procedendo verso la costa le acque passano da una connotazione bicarbonato-calcica ad una bicarbonato-alcalina;
- carte a curve isocone al fine di rappresentare la distribuzione spaziale di ogni singolo parametro:
 - Le carte dei cloruri e della conducibilità elettrica hanno evidenze di contaminazione marina, su un'area estesa lungo la linea di costa a sud della foce del Fiume Volturno.
 - Le carte di fluoruri, ferro e manganese hanno testimoniato, su estesi areali, una contaminazione di origine naturale.

- La distribuzione spaziale dei nitrati ha mostrato una diffusa presenza di questo inquinante antropico nelle falde acquifere, dovuta all'urbanizzazione, e alle attività agricole e zootecniche intensive. Le curve isocone (Fig.1) mostrano che il settore maggiormente colpito della Piana Campana è quello sud-orientale. Il settore occidentale è meno compromesso grazie alla protezione offerta alla falda dallo spesso strato di Ignimbrite Campana. L'area intorno all'asta fluviale del Volturno presenta valori molto bassi per la presenza di un esteso settore di falda caratterizzato da un ambiente riducente, dovuto anche alla presenza di estesi e potenti livelli di torba.

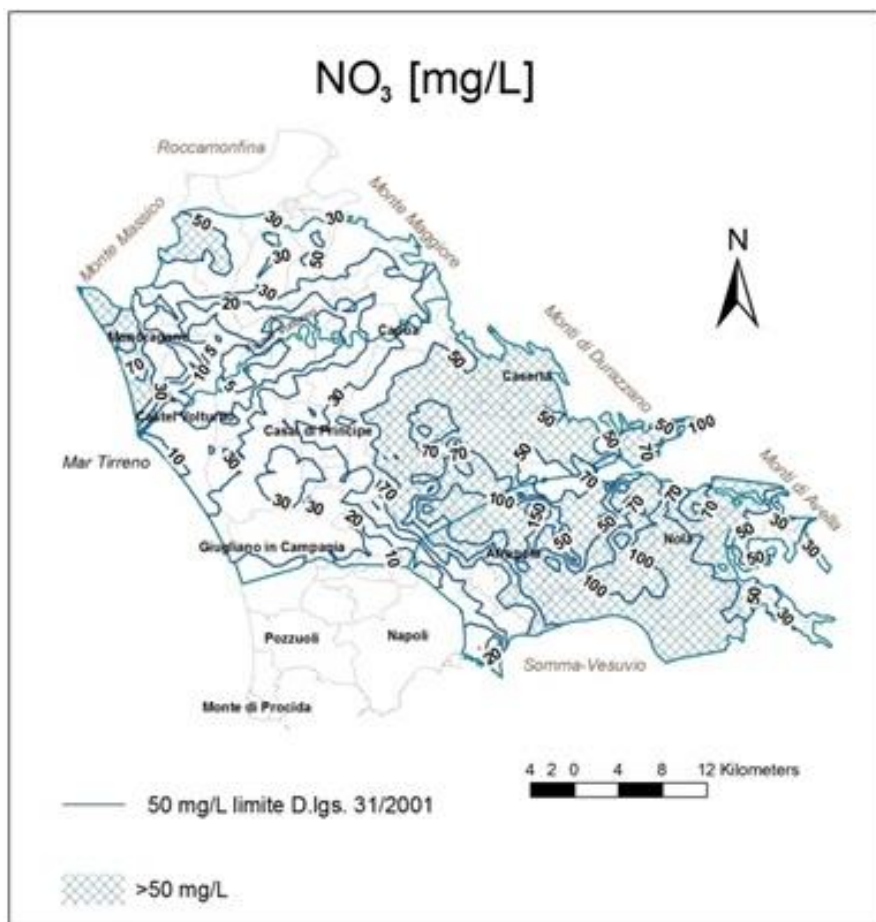


Fig.1 Carta a curve isocone dei nitrati

La vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento può essere intrinseca e specifica:

- Per vulnerabilità intrinseca all'inquinamento si intende la suscettività degli acquiferi a consentire l'introduzione, la propagazione e la persistenza di una o più sostanze inquinanti che producono un impatto negativo sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee;
- Per vulnerabilità specifica all'inquinamento si intende la suscettività degli acquiferi a consentire l'introduzione, la propagazione e la persistenza di uno specifico contaminante (nel caso in esame i nitrati di origine agricola), che produce un impatto negativo sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee.

La carta di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento è stata redatta con il metodo parametrico DRASTIC (Aller *et al.*, 1987), mentre quella specifica è stata realizzata con il metodo parametrico *Susceptibility Index* (SI) (Ribeiro, 2005).

Le carte di vulnerabilità intrinseca (Fig. 2) e specifica (Fig. 3) all'inquinamento, sviluppate in ambiente GIS, presentano delle analogie in termini di zone vulnerabili: l'elevata vulnerabilità nei settori sud-orientale e settentrionale della piana è attribuibile, per il DRASTIC, agli strati informativi della soggiacenza, del suolo e della conducibilità idraulica, mentre per il SI agli strati informativi della soggiacenza, infiltrazione efficace e uso del suolo (*land use*). E' proprio quest'ultimo strato informativo, che tiene conto dell'impatto antropico sul territorio, il principale responsabile del maggiore grado di vulnerabilità/suscettività del SI rispetto al DRASTIC.

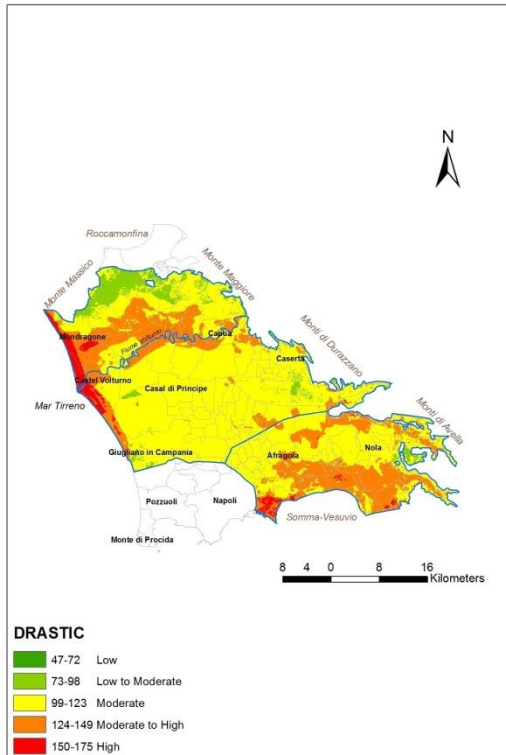


Fig.2 Carta della vulnerabilità intrinseca DRASTIC

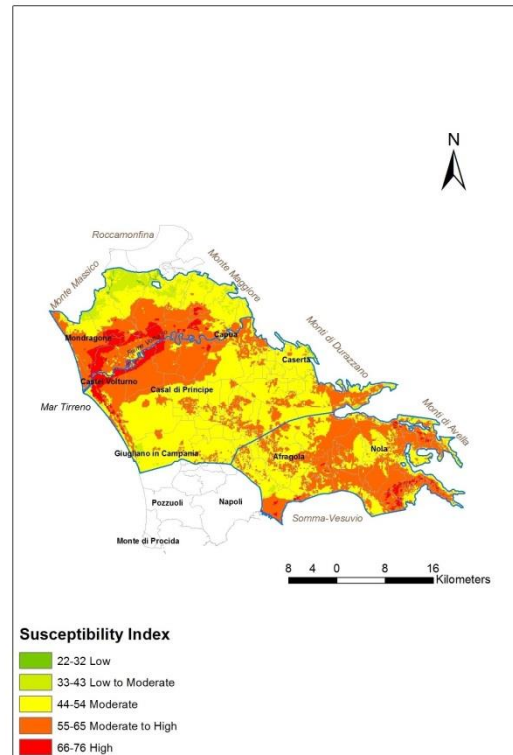


Fig.3 Carta della vulnerabilità specifica SI

Infine è stato realizzato il confronto tra la carta della distribuzione dei nitrati e le carte di vulnerabilità intrinseca e specifica (Fig 4); dai risultati emergono le seguenti considerazioni:

- Nel settore centro-meridionale della piana, ove è presente una netta contaminazione da nitrati, il SI risulta maggiormente attendibile poiché tiene conto dell'inquinamento di origine antropica che contribuisce al deterioramento delle acque sotterranee; il metodo DRASTIC, non utilizzando lo strato informativo *land use*, sottostima la contaminazione in questo settore;
- Nel settore che circonda l'asta fluviale del Volturno entrambe le carte prodotte sovrastimano la vulnerabilità rispetto all'effettiva contaminazione da nitrati; la sovrastima risulta più marcata con la carta prodotta con il metodo SI, poiché tiene conto dell'uso prettamente agricolo e zootecnico intensivo dell'area.

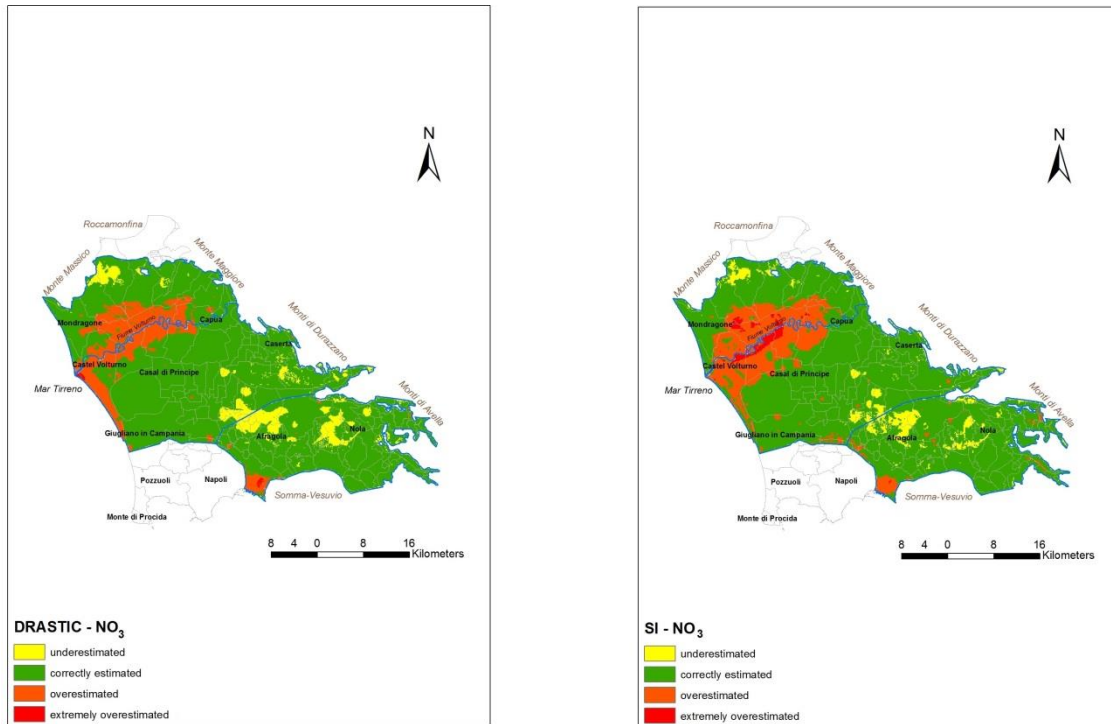


Fig. 4 Confronto tra la vulnerabilità (a sinistra) e la suscettibilità (destra) con la distribuzione di nitrati nelle acque di falda

Si può concludere che entrambe le carte di vulnerabilità intrinseca e specifica all'inquinamento presentano in definitiva una buona correlazione rispetto alla distribuzione spaziale dei nitrati, ciò nonostante il presente lavoro di tesi suggerisce possibili sviluppi della ricerca per l'implementazione della valutazione della vulnerabilità all'inquinamento da contaminanti di origine antropica:

- Le carte di vulnerabilità andrebbero confrontate anche con la distribuzione spaziale dei nitriti. Infatti, ad un basso tenore di nitrati può corrispondere un elevato valore di nitriti laddove si ha un processo di riduzione dei nitrati, come nell'area intorno all'asta fluviale del Volturno.
- Nella valutazione dell'indice di suscettibilità (SI) andrebbe aggiunto lo strato informativo "Caratteristiche della zona insatura", in quanto, specialmente nel caso di falde profonde, i processi di attenuazione della zona vadosa sono significativi.