

TAB. 14 - *Matrice per la valutazione della SDEQ attraverso l'integrazione tra la Capacità di Protezione del Non Saturo (CPNS) e la capacità di diluizione. Le prime due colonne indicano le classi della CPNS ed il relativo valore attribuito; le prime due righe esprimono la classificazione relativa alla diluizione ed il valore associato. Nella matrice la somma dei due parametri, ciascuno moltiplicato per il suo peso, fornisce i valori della SDEQ.*

- Matrix for the evaluation of the SDEQ combining of Protection Capability of the Unsaturated Zone (CPNS) and the dilution capability. The first two columns show the classes of CPNS and corresponding value; the first two rows show dilution classes and the corresponding value. The sum of the two parameters, each multiplied by its weight, provides the SDEQ values.

SDEQ		Capacità di diluizione					
CPNS		Molto Alta	Alta	Media	Bassa	Molto Bassa	Peso 0,2
		1,2	2,4	3,6	4,8	6	
Molto Elevata	1	1,04	1,28	1,52	1,76	2	
Elevata	2	1,84	2,08	2,32	2,56	2,8	
Media	3	2,64	2,88	3,12	3,36	3,6	
Scarsa	4	3,44	3,68	3,92	4,16	4,4	
Molto Scarsa	5	4,24	4,48	4,72	4,96	5,2	
Irrilevante	6	5,04	5,28	5,52	5,76	6	
Peso 0,8							

minanti di origine antropica, modifica parzialmente la situazione che si era delineata con la sola CPNS: l'area litoranea e del delta del Tevere risultano caratterizzate in modo omogeneo da SDEQ alta, scompare quindi la suddivisione in due fasce con caratteristiche leggermente differenti; la zona litoranea in questa valutazione risulta l'unica, ad eccezione dell'area del Monte Soratte e poche altre aree di modesta estensione, caratterizzata da suscettività superiore alla media. La differenza più evidente si identifica in corrispondenza dell'apparato vulcanico che risulta suddiviso in due parti: quella di monte (nord), in cui la suscettività varia da bassa ad alta, e quella di valle (sud) in cui la suscettività è stata valutata da bassa a media. Questo è dovuto alla differente capacità di diluizione attribuita alle vulcaniti, in cui si imposta la falda nella zona settentrionale, rispetto a quella attribuita ai depositi sedimentari plio-quadernari, in cui si imposta la falda nella zona meridionale. La più alta capacità di diluizione attribuita a questi ultimi produce una sensibile diminuzione della suscettività stimata nella parte meridionale.

Il confronto della distribuzione della concentrazione dei nitrati con la SDEQ risulta migliore rispetto a quella con la CPNS mostrata in fig. 29, poiché i valori più elevati di NO₃ si riscontrano nell'area litoranea, caratterizzata da suscettività generalmente più alta del rimanente territorio.

7. - CRITERI E METODI DI SELEZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO INTEGRATA CON LA VULNERABILITÀ

7.1. - PREMESSA

Questa parte della ricerca ha come obiettivo la definizione di criteri e metodi per la progettazione di una rete di monitoraggio che sia integrata con la vulnerabilità delle falde.

Sulla base degli elementi conoscitivi raccolti nel corso del censimento preliminare di punti d'acqua nell'area di studio e quelli derivanti dagli studi idrogeologici è stata individuata anzitutto una rete, detta "rete esecutiva", sulla quale è stato possibile eseguire (nell'ambito degli impegni convenzionati) un secondo campionamento delle acque sotterranee.

Questa rete è stata definita attraverso un'analisi effettuata con criteri prevalentemente idrogeologici ed operativi, cioè tiene conto sia delle caratteristiche localizzative e logistiche di ciascun punto sia dello stato reale e potenziale di contaminazione antropica e naturale, quale indicatore proxy di vulnerabilità della falda. La selezione è stata effettuata mediante un processo empirico (descritto al paragrafo 7.2.) cercando di coprire il territorio in modo che le situazioni idrogeologiche individuate fossero rappresentate, aumentando la densità della rete laddove erano evidenziate

TAB. 15 - *Classificazione in 6 classi dei valori di SDEQ ottenuti da tabella 14.* - Classification of SDEQ values (obtained from table 14) in 6 classes.

Valore da Tab. 14	Suscettività delle falde al degrado qualitativo (SDEQ)	
6	Estremamente Elevata	EE
5 – 5,99	Elevata	E
4 – 4,99	Alta	A
3 – 3,99	Media	M
2 – 2,99	Bassa	B
1 – 1,99	Bassissima	BB

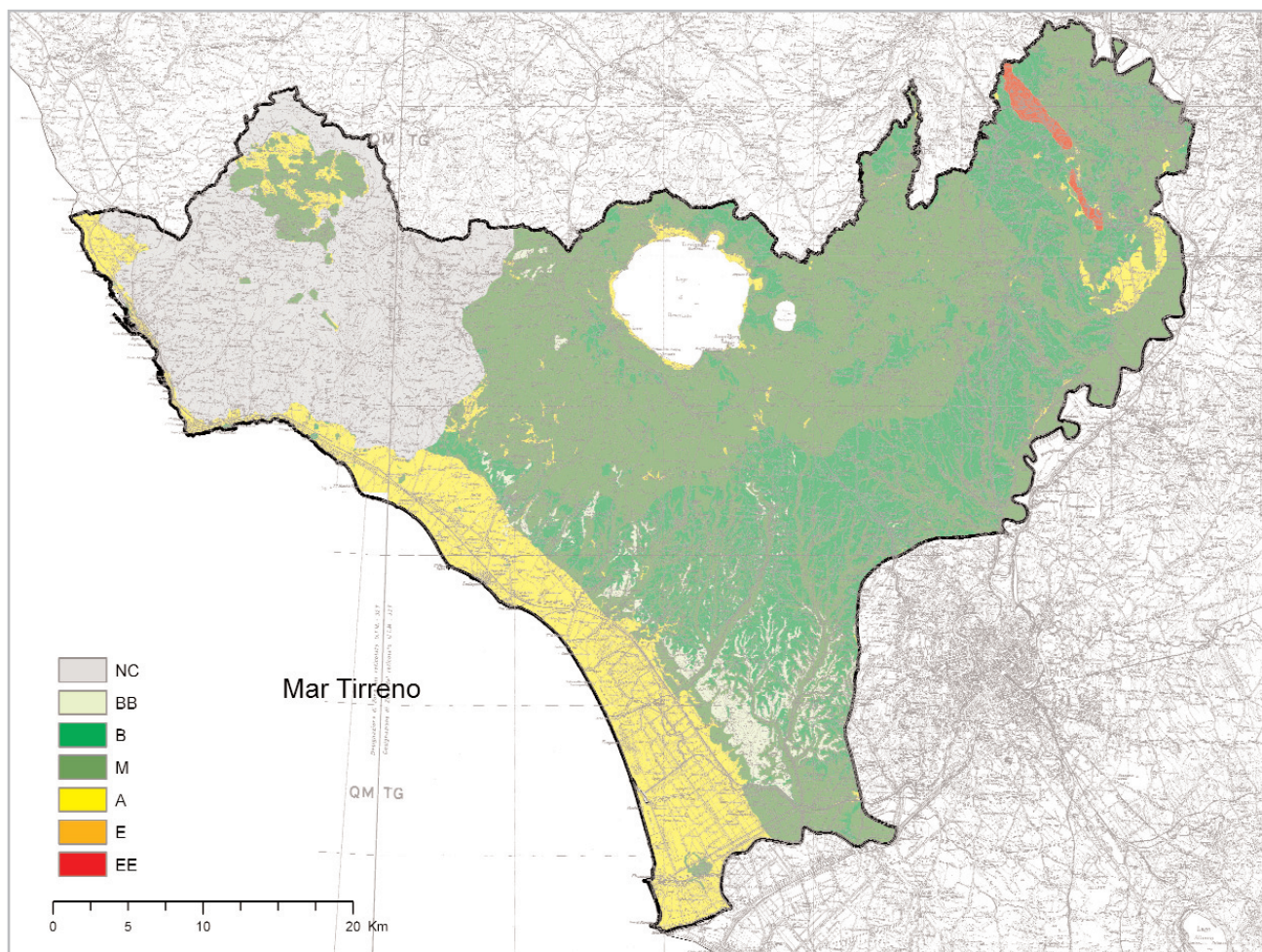


Fig. 31 - Carta della suscettività delle falde al degrado qualitativo (SDEQ). NC = non classificata (area del complesso dei flysch non considerata perché interessata da circolazione idrica sotterranea discontinua e localizzata); BB = bassissima; B = bassa; M = media; A = alta; E = elevata; EE = estremamente elevata.
- Map of ground water susceptibility to quality degradation (SDEQ). NC = not classified (flysch not considered because characterized by discontinuous and localised groundwater flow); BB = very low; B = low; M = medium; A = high; E = very high; EE = extremely high.

situazioni di significativa compromissione della qualità dell'acqua sotterranea.

La rete esecutiva è quindi frutto della valutazione idrochimica-idrogeologica realizzata da una "mente esperta" che è quella dell'operatore e, per quanto i criteri possano essere coerenti con una procedura logica, la rete selezionata non può essere esente da fattori di soggettività.

Si è pertanto sentita la necessità di andare oltre questo risultato, integrando in modo diretto e oggettivo nella analisi spaziale della rete la vulnerabilità, espressa come suscettività al degrado qualitativo delle acque sotterranee. Avvalendosi di strumenti GIS si è disegnata una procedura per la selezione dei punti della rete modulabile in funzione di esigenze del monitoraggio, di situazioni specifiche, quali l'assetto idrogeologico o le pressioni in atto, o anche di parametri economici. In particolare, la procedura semi automatizzata (descritta al paragrafo 7.3.) permette di individua-

re, fra i punti d'acqua di cui siano note la localizzazione e le caratteristiche, quelli ritenuti più idonei in relazione agli obiettivi del monitoraggio, ad es. la caratterizzazione dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei o il controllo delle acque sotterranee utilizzate a scopo potabile.

Questa procedura è quindi da considerare come un approfondimento della problematica del disegno della rete di monitoraggio, che da un lato permette di considerare in modo ponderato la distribuzione spaziale di attributi quali la vulnerabilità o altri tematismi georeferenziati, indicatori di fenomeni sui quali orientare il monitoraggio (ad esempio le aree critiche) e dall'altro tenta di rendere meno soggettiva e più rapida la procedura di selezione dei punti ottimali, soprattutto in presenza di un numero elevato di punti candidati.

Poiché nel caso in esame la rete esecutiva è stata individuata prima della messa a punto della procedura automatizzata, per motivi strettamente

legati alla tempistica di esecuzione di una seconda campagna di campionamento (e delle relative analisi di laboratorio), le caratteristiche di questa rete non coincidono completamente con quelle della rete ottimizzata disegnata nella parte finale della ricerca.

Nel seguito vengono descritti i criteri progettuali e operativi delle due metodologie e le differenze tra le reti di monitoraggio individuate.

7.2. - INDIVIDUAZIONE DELLA RETE ESECUTIVA

L'obiettivo da raggiungere consisteva nell'individuazione di una rete di monitoraggio qualitativa delle falde che tenesse in conto le condizioni di vulnerabilità esprimibili, in via preliminare, attraverso le caratteristiche di contaminazione potenziale e reale delle acque sotterranee, ovvero pressioni sul suolo e parametri di qualità, che comprendono le diverse situazioni idrogeologiche rappresentate nella zona di studio.

Nel caso in esame si sono indirizzati gli obiettivi del monitoraggio verso la valutazione dello stato della risorsa sotterranea in relazione sia alle valenze ambientali sia al suo uso prevalentemente idropotabile. In particolare sono stati presi in esame due indicatori di contaminazione antropica (NO_3 e Cl) e uno di contaminazione naturale (As).

Si è altresì ipotizzato che la rete dovesse essere costituita da un massimo 50 punti di misura, quale espressione di un vincolo budgetario di operatività. Tale numerosità appare coerente anche con l'estensione dell'area di studio, risultando in una densità media di circa 1 punto d'acqua per ogni 40 km^2 , valore in linea con gli *standard* internazionali per un monitoraggio di livello operativo.

Come già descritto, le distinte attività ricognitive documentali e di campagna avevano permesso di individuare inizialmente 121 possibili punti di controllo (pozzi e sorgenti). Le caratteristiche dei punti sono state espresse mediante 9 parametri di differente natura connessi alle condizioni della captazione, allo stato di contaminazione della risorsa e alle pressioni antropiche: tipo di gestore, accessibilità, stato di conservazione, possibilità di misurare il livello piezometrico, portata, uso del suolo, valori di concentrazioni di Cl , NO_3 e As .

Per ogni parametro sono state individuate più classi ad ognuna delle quali è stato attribuito un punteggio (tab. 16), che esprime l'importanza di ciascuna classe per il parametro considerato.

La valutazione della significatività relativa dei punti d'acqua è stata effettuata mediante il seguente criterio ponderale definito

“Funzione di Valutazione”:

$$St = \sum_{i=1}^n (PSi \times Ci) \quad (7.1.)$$

dove: St = punteggio totale attribuito al punto

PSi = punteggio attribuito al parametro i-esimo

Ci = coefficiente di merito attribuito al parametro i-esimo

n = numero dei parametri considerati

I valori di merito attribuiti ai coefficienti Ci sono stati scelti (tab. 17) per ponderare empiricamente i singoli parametri in funzione degli obiettivi della rete, in modo che la loro somma sia uguale a 1.

Il tipo di gestore e altri parametri, quali l'accessibilità e lo stato di conservazione della captazione, hanno importanza dal punto di vista logistico, in quanto assicurano l'eseguibilità delle misure nel tempo (l'accessibilità è maggiore se il gestore è pubblico o un'azienda, minore se è un privato cittadino), influenzando quindi la rapidità delle misurazioni quando la fase di monitoraggio è a regime. A tutti è stato attribuito un coefficiente pari a 0,1.

La portata è indicativa della rappresentatività della captazione/sorgente nella struttura idrogeologica; inoltre se la captazione è per uso potabile a maggiore portata corrisponde un bacino di utenza maggiore. Il coefficiente attribuito è pari a 0,1. L'uso del suolo esprime la distribuzione delle pressioni potenziali che gravano sul territorio, con pressioni maggiori nelle aree agricole, urbane ed industriali rispetto a boschi e prati. Si è voluto considerare questo parametro per evidenziare le zone potenzialmente sottoposte a pressioni rilevanti. Il coefficiente attribuito è il più basso della tabella, pari a 0,04.

È stato attribuito un coefficiente pari a 0,14 alla possibilità di misurare il livello piezometrico nei pozzi per potenziare il ruolo degli aspetti quantitativi del monitoraggio sebbene, in generale, non appare vincolante che una rete per il controllo della qualità coincida con una rete di controllo quantitativo.

As , Cl , NO_3 rappresentano i contaminanti specifici dell'area di studio. Il coefficiente attribuito è pari a 0,14, in modo da selezionare prioritariamente i punti d'acqua in cui i fenomeni di contaminazione sono più marcati. Questa scelta, assieme allo schema di articolazioni in classi adottato, ha tuttavia lo svantaggio di portare verso una caratterizzazione “pessimistica” dello stato qualitativo d'insieme del corpo idrico.

Si osserva che in funzione di obiettivi diversi potrebbe essere più opportuno indirizzare la selezione verso punti con concentrazioni prossime

TAB. 16 - *Parametri scelti per la selezione dei punti della rete di monitoraggio e punteggio attribuito.*

- Parameters used for the monitoring network selection and assigned weights.

Parametro	Intervallo classi	Punteggio attribuito
Gestore	Privato cittadino	1
	Azienda Privata	3
	Azienda Pubblica	5
Accessibilità	Mediocre - insufficiente	2
	Discreta - sufficiente	3
	Buona -ottima	5
Stato di conservazione	Mediocre - insufficiente	2
	Discreta - sufficiente	3
	Buona -ottima	5
Disponibilità della misura piezometrica	Misura non disponibile	1
	Misura livello dinamico	3
	Misura livello statico	5
Portata (l/s)	0-5	1
	5,1-10	2
	10,1-30	4
	>30,1	5
Uso del suolo (da CLC)	Prati	2
	Boschi	2
	Agricolo	5
	Urbano continuo	5
	Industriale	5
Concentrazione di As (µg/l)	0-5	1
	6-10	2
	11-20	3
	21-30	4
	> 31	5
Concentrazione di Cl (mg/l)	0-50	1
	51-100	2
	101-200	3
	201-400	4
	401-1000	4
Concentrazione di NO ₃ (mg/l)	>1000	5
	1-25	1
	26-50	2
	51-80	3
	81-100	4
	>101	5

alla media dei valori di ciascun parametro chimico oppure prossimo ai limiti di legge per garantire il controllo di casi a rischio di superamento delle soglie.

A prescindere dai valori attribuiti a ciascuno parametro e coefficiente nel caso di studio, sembra opportuno sottolineare l'aspetto caratteristico della Funzione di Valutazione la quale mediante criteri di merito si presta ad una classificazione dei punti candidati al monitoraggio direttamente funzionale agli obiettivi specifici della rete.

La procedura sopra descritta ha portato all'individuazione diretta di 50 punti, verificati sotto il profilo dell'accessibilità in fase operativa del campionamento. I punti sono indicati in tabella 18 e la loro localizzazione è mostrata in figura 32. Le caratteristiche di ciascun punto sono riportate in schede monografiche nel CD-ROM allegato in tasca di copertina, di cui in figura 33 è mostrato un esempio.

La rete esecutiva tuttavia non tiene però conto in modo esplicito della vulnerabilità delle falde.

7.3. - OTTIMIZZAZIONE SPAZIALE DELLA RETE

È stata sviluppata una procedura in ambiente GIS che consente di gestire in modo integrato la progettazione della rete, ovvero considerando la significatività di ogni punto d'acqua, funzione delle sue caratteristiche rappresentate dalla Funzione di Valutazione, congiuntamente alla vulnerabilità dell'area in cui è localizzato e delle relazioni spaziali con gli altri punti che lo circondano. La rete che ne risulta può comunque essere modificata rapidamente in relazione al mutare degli obiettivi e delle necessità operative nonché all'aggiornamento dei dati.

La procedura si basa su quattro requisiti principali:

- in tutta l'area di studio deve essere soddisfatta una densità minima di punti ai fini dell'omogeneità e della rappresentatività complessiva del monitoraggio;
- l'importanza di ciascun punto è stabilita dalla Funzione di Valutazione;
- le zone con vulnerabilità maggiore devono avere una densità di punti più elevata;
- deve essere soddisfatto un numero massimo prefissato per la rete di monitoraggio.

Preliminarmente ed ai fini dell'applicazione della procedura in argomento, la carta della SDEQ è stata semplificata per consentire l'individuazione di macroaree omogenee. Anzitutto le 6 classi di SDEQ sono state ridotte a 4, unificando le classi "Bassissima" con "Bassa" e "Estremamente Elevata" con "Elevata" (fig. 34). La carta risultante è stata poi rielaborata utilizzando in

TAB. 17 - *Coefficienti attribuiti ai parametri utilizzati nella "Funzione di valutazione".*

- Coefficients for input parameters used in the "Evaluation function".

Parametro	Coefficiente
Gestore	0,10
Accessibilità	0,10
Stato di conservazione	0,10
Disponibilità della misura piezometrica	0,14
Portata	0,10
Uso del suolo	0,04
Concentrazione di As	0,14
Concentrazione di Cl	0,14
Concentrazione di NO ₃	0,14

sequenza due strumenti di generalizzazione spaziale, “*Zonal Statistic*” e “*Majority Filter*”, contenuti nell’estensione *Spatial Analyst* di ArcGIS; in particolare il primo strumento è stato applicato direttamente mentre per il secondo, che riclassifica ogni *pixel* sulla base del valore più ricorrente nei pixel vicini, è stata necessaria un’applicazione iterativa fino a quando non si è raggiunta una generalizzazione della mappa, in termini di individuazione di macroaree, ritenuta soddisfacente (fig. 35).

La procedura è articolata in tre fasi implementative (fig. 36), di cui la prima analizza la distribuzione dei punti su una griglia di campionamento, la seconda produce una mappa di densità, la terza consiste in un’analisi di prossimità.

In ciascuna fase l’obiettivo è la riduzione del numero dei punti verso quello massimo stabilito, selezionando fra più punti limitrofi quello con caratteristiche più idonee alla rete. L’algoritmo di selezione si basa sulla Funzione di Valutazione dei punti di campionamento, descritta al paragrafo precedente, che attribuisce un valore sulla base di caratteristiche ritenute significative nell’ambito degli obiettivi prefissati.

Nella prima fase implementativa (fig. 36 A) sulla carta generalizzata della SDEQ è stata applicata una griglia con maglie quadrate, di dimensioni variabili in funzione delle classi di vulnerabilità (comprese tra 2 e 10 km di lato, tab. 19). Le dimensioni ottimali delle griglie sono state individuate mediante un processo di approssimazioni successive, con lo scopo di ottenere il numero voluto di punti della rete. Poiché la disposizione della griglia può influenzare la selezione dei punti, l’origine delle griglie è stata sempre posta in uno stesso punto e l’orientamento delle stesse è stato mantenuto costante. La selezione è avvenuta assumendo il criterio per il quale all’interno di ciascun elemento di griglia non può ricadere più di un punto; per gli elementi di griglia nei quali il criterio non era soddisfatto, la procedura ha scelto quello con punteggio maggiore. Al termine della prima fase implementativa il numero dei punti residui risultava maggiore di quello massimo stabilito per la rete di monitoraggio.

La procedura è stata quindi implementata in una seconda fase (fig. 36 B), basata sullo studio della distribuzione spaziale esistente tra i punti selezionati. Il metodo utilizzato è consistito in un’analisi di densità che ha permesso di individuare quei punti che, pur appartenendo ad elementi di griglia diversi, risultavano localizzati in prossimità l’uno dell’altro, per esempio quelli posti sui lati opposti del margine di due celle contigue; tra questi sono stati scelti quelli con punteggio più alto.

Poiché il numero dei punti d’acqua seleziona-

TAB. 18 - *Punti della rete esecutiva distinti per tipologia* (*P = pozzo, S = sorgente*). - Operational network points (*P = well, S = spring*).

Codice	Tipo	Nome	Quota (m s.l.m.)	Comune
0062	P	Celsino 2	245	Trevignano
0069	P	La Dolce 5	330	Manziana
0072	P	Casalini 2	400	Canale M.
0074	S	Fontanella libera	90	Cerveteri
0077	P	Montano 6	200	Anguillara S.
0078	P	Colle Sabazio 7	185	Anguillara S.
0090	S	Mola Maggiorana	175	Campagnano
0092	P	Ponte Mad. Basso	255	Formello
RM0001	P	Statua	13	Ladispoli
RM0002	P	Spanora	174	Cerveteri
RM0003	S	Castel Giuliano	196	Bracciano
RM0004	P	Pozzo Dominici 1	153	Bracciano
RM0011	S	Fontanaccia	457	Allumiere
RM0012	S	Font. La Concia	393	Tolfa
RM0014	S	Cisterna	203	Bracciano
RM0017	P	Ponton dell’Elce 4	166	Anguillara S.
RM0019	S	Orti Biondi	157	Mazzano R.
RM0022	P	Fontane Nuove	202	S. Oreste
RM0026	P	Vivaio Olgiata	97	Formello
RM0028	P	Assura	283	Morlupo
RM0033	S	Pantano	111	Ponzano
RM0034	P	Monte Primo	210	Riano
RM0035	P	Font. S. Sebastiano	32	Fiano R.
RM0036	P	Gramoccia	235	Fiano R.
RM0039	P	Monti	234	Filacciano
RM0043	S	Cammarata	94	Capena
RM0044	P	Montinallo	206	Civitella S. Paolo
RM0046	P	Torre Busson	188	Rignano F.
RM0047	P	S. Lucia	23	Castelnuovo di P.
RM0048	S	Valle Muta	57	Castelnuovo di P.
RM0049	S	Font. Giglio	204	Castelnuovo di P.
RM0050	P	Colabeton	29	Civitavecchia
RM0052	P	Sporting Club	15	S. Marinella
RM0054	P	Az. Castel di Guido	47	Roma
RM0056	P	Muratella	15	Fiumicino
Lito0001	P	Pesca sport	2	Fiumicino
Lito0006	P		5	Fiumicino
Lito0011	P		6	Ladispoli
Lito0021	P		3	Ladispoli
Lito0026	P		26	Ladispoli
Lito0028	P		27	Ladispoli
Lito0030	P		5	Ladispoli
Lito0032	P	Az. Montetosto	17	Ladispoli
Lito0034	P	Bambin Gesù	6	Ladispoli
DEL0001	P	Castellaccio	106	Fiumicino
DEL0002	P	Testa di Lepre	119	Roma
DEL0003	P	Delle colline	77	Roma
DEL0004	S	Fontanile	159	Tolfa
DEL0005	P	Tramontana	332	Allumiere

ti era ancora maggiore di quello massimo stabilito, si è implementata la terza fase della procedura, in cui la selezione è avvenuta iterativamente con l’ausilio dello strumento “Buffer”, che individua un’area circolare intorno a ciascun punto (fig. 36 C); per ognuna di queste aree è stato calcolato il “Count” (numero di punti che ricadono all’interno) con tecniche di analisi spaziale (in particolare lo strumento “*spatial join*”). Punti appartenenti ad aree con un “Count” elevato sono stati candidati

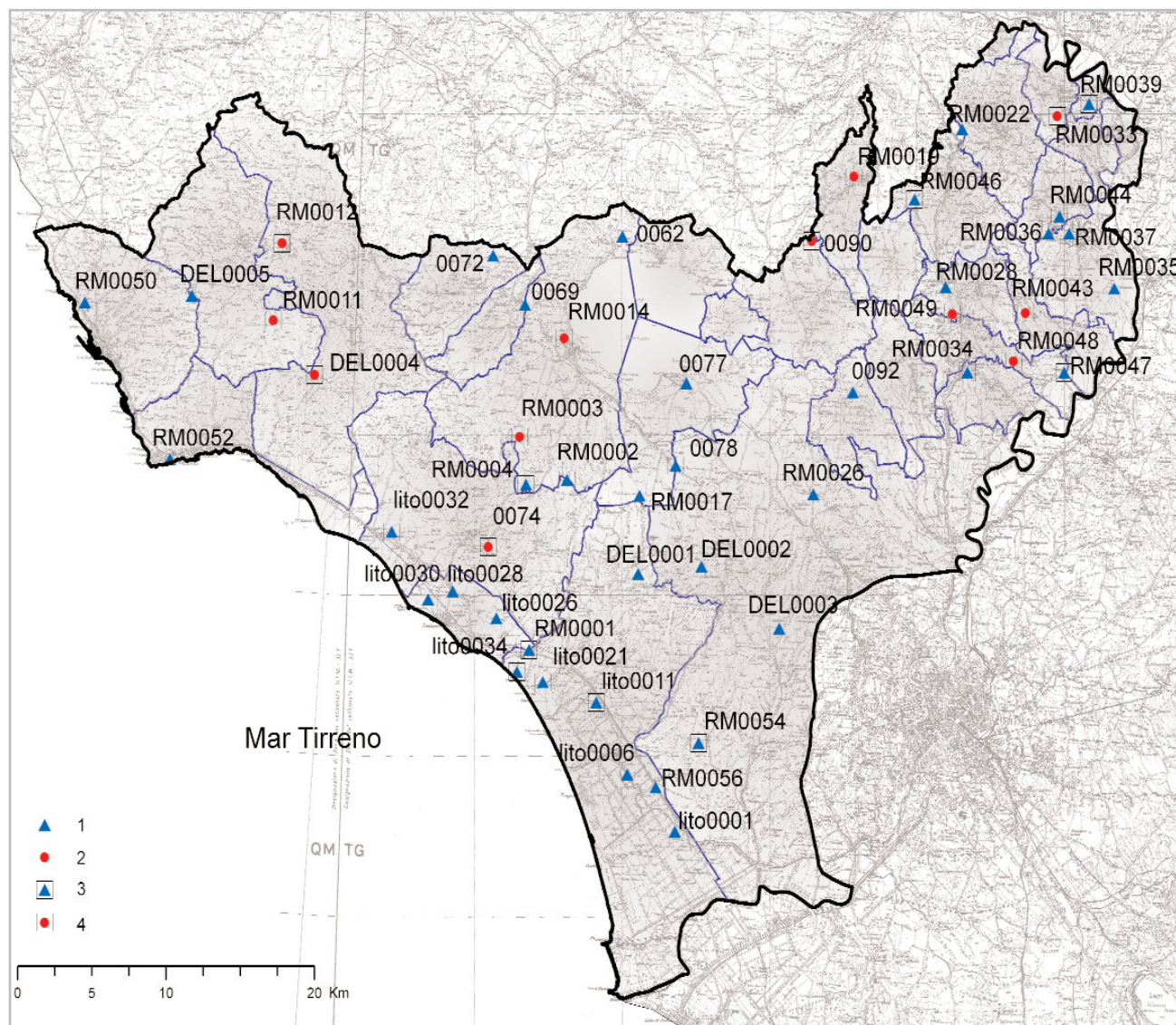



Fig. 32 - Rete esecutiva (50 punti). 1 = pozzi; 2 = sorgenti; 3 = pozzi con misura del livello idrico; 4 = sorgenti con informazioni sulla portata.
 - Operational network (50 points). 1 = wells; 2 = springs; 3 = wells with measured piezometric level; 4 = springs with discharge data.

per l'eliminazione: se il "Count" è maggiore di 2 viene eliminato il punto col valore della Funzione di Valutazione minore e la procedura viene ripetuta su tutta l'area. Analogamente alla maglia della griglia, anche il raggio del Buffer è stato impostato di dimensione variabile in funzione delle macrozone di uguale SDEQ.

Al termine delle varie fasi procedurali è stata individuata una rete di 46 punti di monitoraggio a massima significatività (fig. 37). La procedura sviluppata garantisce, oltre alla rappresentatività dei punti della rete, che questi siano ben distribuiti spazialmente secondo il criterio che le aree più vulnerabili sono coperte da un maggior numero di punti.

7.4. - CONFRONTO FRA LE DUE PROCEDURE DI SELEZIONE DEI PUNTI

Le due procedure applicate operano una selezione dei punti che si basa in entrambi i casi sulla stessa classificazione tramite la Funzione di Valutazione, ma con metodi di analisi spaziale differenti, empirico nel primo caso e ottimizzato, tramite strumenti GIS, nel secondo. Le due metodologie integrano il criterio della vulnerabilità con modalità differenti: indiretto e discontinuo nello spazio mediante indicatori *proxy* nel primo caso, diretto e continuo nello spazio mediante il parametro suscettività al degrado qualitativo nel secondo caso.

Codice IRSA <input type="text" value="0062"/>		Codice PRGA <input type="text" value="1020A"/>		Nome risorsa <input type="text" value="Celsino 2"/>		Tipo di risorsa <input type="text" value="pozzo"/>	
Provincia <input type="text" value="Roma"/>		Località <input type="text"/>					
Comune Ubicazione <input type="text" value="Trevignano"/>		Comune Utente <input type="text" value="Trevignano"/>					
Gestore <input type="text" value="pubblico"/>		Anno di realizzazione <input type="text"/>					
Data Censimento <input type="text" value="2/4/2004"/>		Quota m s.l.m. <input type="text" value="240"/>					
Accessibilità <input type="text" value="buona"/>							
Stato di conservazione <input type="text" value="medio"/>				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; color: red; font-weight: bold;">CARTOGRAFIA</div>			
Indirizzo <input type="text"/>							
Percorso <input type="text"/>				<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;">Chiudi la SCHEDA</div>			
Uso <input type="text" value="potabile"/>							
Frequenza d'uso <input type="text" value="giornaliero"/>							

Dati Pozzo

Volume annuo <input type="text"/>		Q max (l/s) <input type="text"/>		Profondità (m dal pc) <input type="text" value="101"/>		Spurgo <input type="text"/>	
Profondità Pompa <input type="text"/>		Modalità di campionamento <input type="text" value="rubinetto"/>		Diametro (mm) <input type="text"/>		Stratigrafia <input type="checkbox"/>	
Liv stat (m) <input type="text"/>		Misurato <input type="checkbox"/>		Liv din (m) <input type="text"/>		Misurato <input type="checkbox"/>	
Q liv din (l/s) <input type="text"/>							
Prima Misura Liv stat (m) <input type="text"/>		Misurato <input type="checkbox"/>		Prima Misura Liv din (m) <input type="text"/>		Misurato <input type="checkbox"/>	
Data prima misura <input type="text"/>							

Dati Sorgente

Sfioro <input type="checkbox"/>		Q sfioro mis (l/s) <input type="text"/>		Q tot (l/s) <input type="text"/>		Note geologiche <input type="text"/>	
------------------------------------	--	--	--	-------------------------------------	--	---	--

Misure in situ

pH <input type="text" value="6.98"/>		O2 (mg/L) <input type="text" value="7.8"/>		O2% <input type="text" value="88"/>		Eh (mV) <input type="text" value="286"/>		Cond (uS/cm) <input type="text" value="381"/>		T (°C) <input type="text" value="18.6"/>		Foto <input type="checkbox"/>	
Note <input type="text"/>													

Fig. 33 - Esempio di scheda realizzata per ciascun punto d'acqua della rete esecutiva.
- Example of the form which has been prepared for each water point of the operational network.

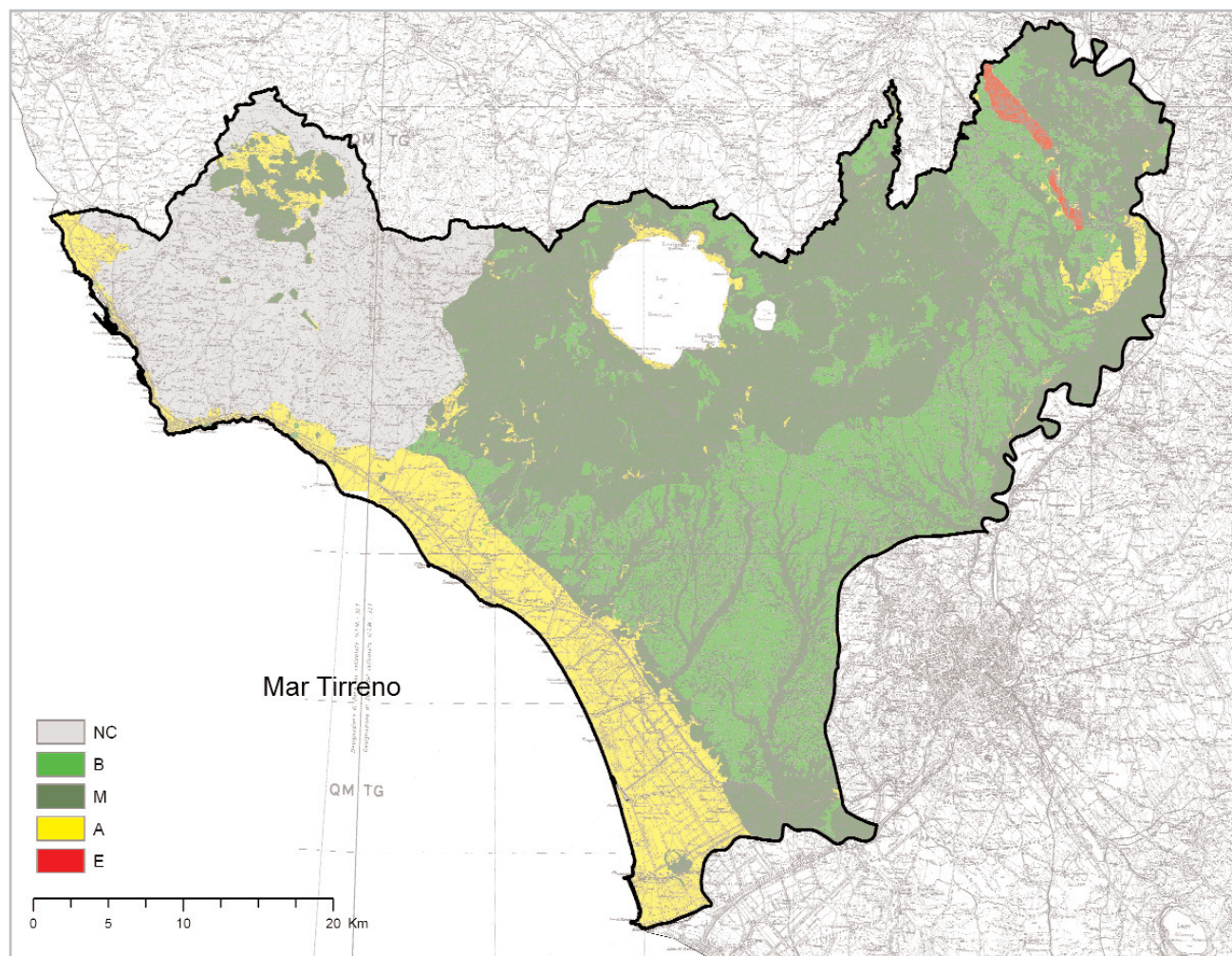


Fig. 34 - Carta della SDEQ riclassificata in 4 classi. NC = non classificata (area di affioramento del complesso dei flysch non considerata perché interessata da circolazione idrica sotterranea discontinua e localizzata); B = bassa; M = media; A = alta; E = elevata.
 - SDEQ map reclassified in 4 classes. NC = not classified (flysch outcropping area not considered because characterized by discontinuous and localised groundwater flow); B = low; M = medium; A = high; E = very high.

Il confronto tra i punti della rete selezionati tramite la procedura e quelli selezionati dalla procedura GIS è evidenziato in figura 38. Il numero differente di punti delle due reti rende il confronto poco agevole, tuttavia si possono trarre le seguenti considerazioni :

- la rete selezionata attraverso la procedura GIS ha una distribuzione spaziale più omogenea rispetto alla rete esecutiva, con densità che aumenta con l'aumentare della SDEQ;
- la procedura GIS opera una discretizzazione dello spazio attraverso l'imposizione di griglie polidimensionali, per cui la valutazione dei punti avviene in modo discreto all'interno di ciascun elemento di griglia; la procedura empirica viceversa ha una visione continua e meno oggettivizzata dello spazio. Ne risulta che talvolta i punti scelti con i due metodi sono vicini ma non coincidenti (ad esempio nella zona del litorale);
- la procedura GIS non tiene conto al

momento di punti contigui con chimismo diverso: si potrebbe ovviare a tale criticità con un'implementazione che tenga conto delle diverse facies idrochimiche;

Da queste considerazioni risulta evidente che il risultato ottenuto in ambiente GIS può essere facilmente modificato alla luce di considerazioni basate sulla conoscenza generale dell'area in esame e di situazioni particolari non immediatamente schematizzabili nella procedura. D'altra parte questa deve essere calibrata accuratamente affinché l'algoritmo si adatti il più possibile all'assetto idrogeologico dell'area in esame.

8. - VALUTAZIONE DELLO STATO DELLE RISORSE

A conclusione della ricerca è possibile fornire alcune valutazioni sullo stato delle risorse idriche