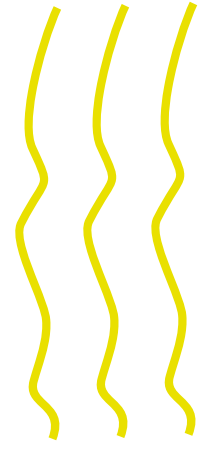
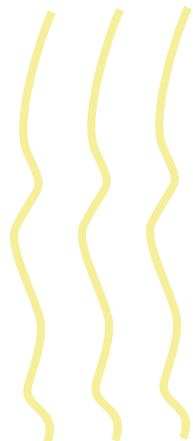


ACQUA



10  
Acqua



## Acqua

---

*Giuseppe Onorati, Beatrice Coccoziello, Tommaso Di Meo, Emma Lionetti*

### HANNO COLLABORATO

per la tematica "Depurazione nella provincia di Napoli" *Alfonso De Nardo, Antonio Ramondo, Gelsomina Agrello, Annunziata Pulcrano*

per la tematica "Depurazione nella provincia di Caserta" *Luigi Aulicino, Agostino Delle Femmine, Claudio Delle Femmine, Paola Pancaro*

per la tematica "Turismo e carichi inquinanti nel salernitano" *Giuseppe D'Antonio, Giuseppe Gravina, Patrizia Lambiase*

per la tematica "Potenziamento del monitoraggio marino-costiero" *Lucio De Maio*

### SCHEDA TEMATICA

Nitrati e reti di monitoraggio in continuo delle acque interne

*Adolfo Mottola*

## Introduzione

La definizione dello stato delle acque in Campania deve essere basata sulla elaborazione di numerose tipologie di dati ambientali e però l'enfasi va rivolta alla presentazione di un quadro conoscitivo di sintesi facilmente leggibile con l'ausilio di carte tematiche e grafici, senza rinunciare al rigore tecnico-scientifico di quanto riportato. Per la valutazione dello stato delle risorse idriche e degli ecosistemi acquatici non si può prescindere dall'analisi spazio-temporale delle tendenze in atto, tramite indicatori e indici, e dal confronto con gli *standard* normativi di riferimento nonché con lo stato delle acque in ambito nazionale e comunitario. Nei paragrafi seguenti è illustrato lo stato quali-quantitativo dei corpi idrici delle acque interne, marino costiere, di balneazione e a uso potabile, a partire dagli esiti delle campagne di monitoraggio effettuata da Arpac nel periodo 2000-2007, con l'aggiornamento di quanto illustrato in dettaglio nel volume "Acqua-Il monitoraggio in Campania 2002-2006" (Arpac 2007); una grande attenzione è dedicata anche al sistema di approvvigionamento e depurazione, con il quadro della situazione regionale e un scheda di dettaglio sulle attività di controllo del sistema depurativo nelle province di

Napoli e Caserta e sulle interazioni fra turismo e potenzialità ed efficienza dei depuratori in provincia di Salerno. Ulteriori approfondimenti sono dedicati alle reti di monitoraggio in continuo e alla valutazione delle fonti di contaminazione da nitrati con l'ausilio di tecniche isotopiche.

Nella elaborazione dei dati disponibili si è fatto spesso riferimento al D.Lgs. n. 152/1999, vigente per la maggior parte del periodo esaminato, quindi, alcuni indicatori e indici sono quelli degli allegati tecnici del citato decreto. Oltre al monitoraggio e ai controlli Arpac, una fonte insostituibile di dati per la stesura dell'intero capitolo è stato il "Piano di tutela delle acque della Campania" approvato dalla Giunta regionale della Campania, elaborato con il supporto della Sogesid e il contributo delle Autorità di bacino nazionale, interregionali e regionali, nonché di Arpac stessa.

In alcuni casi i dati disponibili sono ancora frammentari; un miglioramento dello stato delle conoscenze è atteso con il completamento del censimento sulla tematica acque di recente avviato dall'Istat e l'ulteriore sistematizzazione dei dati sulle acque nell'ambito del Sistema informativo SIRA.

## Acque superficiali

L'idrografia della Campania è caratterizzata da una grande varietà di morfotipi fluviali, da quelli della subregione montuosa, dominata dalla dorsale appenninica e dagli altipiani interni e solcata da corsi d'acqua a regime torrentizio, a quelli della subregione collinare, resa discontinua dagli edifici vulcanici, che degrada verso il mare, solcata da corsi d'acqua ad andamento meandri-forme quando non irregimentati. Con

l'orografia, la variabilità delle condizioni termometriche e pluviometriche regionali, contribuisce a caratterizzare l'idrografia campana per la presenza di pochi bacini idrografici con superficie estesa e numerosi di modesta dimensione.

La descrizione e valutazione delle acque superficiali della Campania non può prescindere dalla documentazione tecnica di riferimento collazionata

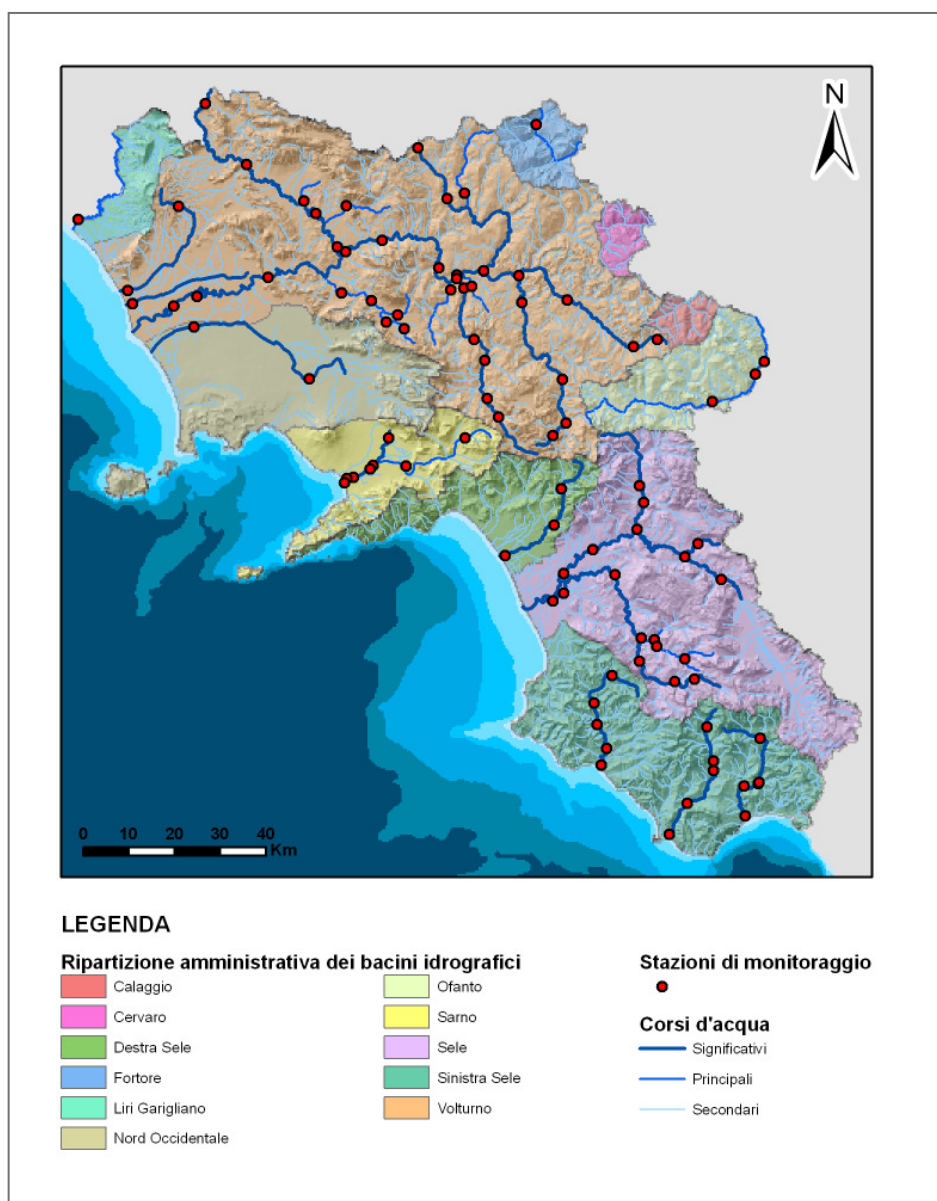
per la stesura del Piano di tutela delle acque. Il Piano, adottato con DGR n. 1220/2007, prima dell'emanazione del DM n. 131/2008, recante il regolamento con i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, ha censito i corsi d'acqua con superficie del bacino idrografico superiore a 10 chilometri quadrati, nonché i laghi e i corpi idrici artificiali. Complessivamente, fra i bacini regionali, sono stati individuati 60 "corsi d'acqua superficiali di interesse". In conformità alla normativa, il Piano ha, quindi, individuato i "corpi idrici superficiali significativi" presenti sul territorio regionale, identificandoli tra quelli censiti che rispettano i seguenti requisiti:

- corsi d'acqua naturali di I ordine

(recapitanti direttamente in mare), il cui bacino imbrifero abbia superficie maggiore di 200 km<sup>2</sup>

- corsi d'acqua naturali di II ordine o superiore, il cui bacino imbrifero abbia superficie maggiore di 400 km<sup>2</sup>
- corsi d'acqua che per motivi naturali abbiano portata uguale a zero per non più di 120 giorni l'anno, in un anno idrologico medio
- canali artificiali che restituiscono almeno in parte le acque a corpi idrici naturali superficiali e aventi portata di esercizio di almeno 3 m<sup>3</sup>/s.

I 17 corsi d'acqua superficiali significativi individuati sono rappresentati nella cartografia in figura 10.1



**Figura 10.1**  
Carta dei corpi idrici superficiali significativi

Allo scopo di garantire la tutela e/o il risanamento da fenomeni di inquinamento, la normativa nazionale, re-peggendo le indicazioni comunitarie contenute nella Direttiva 2000/60/CE, ha fissato i seguenti obiettivi minimi di qualità ambientale comuni per tutti i corpi idrici significativi, definiti in funzione della capacità dei corpi idrici stessi di mantenere processi naturali di autodepurazione e supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate:

- mantenimento/raggiungimento della qualità ambientale corrispondente allo stato “buono” entro il 22 dicembre 2015
- mantenimento/raggiungimento della qualità ambientale corrispondente allo stato “sufficiente” entro il 31 dicembre 2008.

Ai fini di un’efficace tutela delle acque dall’inquinamento e a supporto delle attività di pianificazione di interventi e misure per il perseguimento o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale promosse dalla Regione Campania, l’Arpac, a partire dall’autunno del 2001, ha avviato programmi di rilevamento sistematico dello stato qualitativo delle acque fluviali sull’intero territorio regionale.

Tali programmi sono stati condotti fino al 2008, in analogia con quanto fatto dalle altre Arpa, ai sensi del D.Lgs. n. 152/1999, benché esso sia stato abrogato dal successivo D.Lgs. n. 152/2006 che ha, però, introdotto oggettive difficoltà interpretative e operative, che hanno reso di difficile applicabilità la nuova disciplina del monitoraggio.

In coerenza con i dettami normativi che disciplinano le attività di monitoraggio, è stata definita una rete di punti di prelievo, posizionati in numero congruo lungo le aste dei principali fiumi della Campania. La rete consta di 92 punti di monitoraggio, ubicati lungo 32 corsi d’acqua d’interesse regionale, tra i quali sono inclusi i 17 fiumi individuati come corpi idrici significativi dal Piano di tutela delle acque.

In corrispondenza di questi punti, con frequenza mensile, si effettua un

prelievo di campioni d’acqua, avviati all’analisi per la determinazione dei parametri di caratterizzazione e dei microinquinanti organici e inorganici. Nelle more dell’emanazione dei decreti attuativi, che precisino le modalità operative del monitoraggio e in relazione della mancata individuazione delle tipologie di corpi idrici di riferimento, anche per i criteri di classificazione dello stato di qualità ambientale dei fiumi, le Arpa hanno continuato a utilizzare gli indici introdotti dall’abrogato D.Lgs. n. 152/1999: il Livello di inquinamento da macrodescrittori (LIM) per la qualità chimico-fisica, l’Indice biotico esteso (IBE) per la qualità biologica e lo Stato ecologico dei corsi d’acqua (SECA), che consente di classificare i singoli tratti fluviali combinando i valori conseguiti per gli indici LIM e IBE.

Il LIM è espressione sintetica della natura del corpo idrico e aggrega i parametri chimici e fisici di base relativi al bilancio dell’ossigeno e allo stato trofico. Esso assume valori numerici variabili da <60 a 560, ai quali corrispondono livelli variabili da 5 a 1 al crescere della qualità delle acque fluviali.

Il monitoraggio del LIM dei fiumi campani ha fornito nel corso degli anni esiti abbastanza consolidati. Prendendo come riferimento il biennio 2006-2007, il monitoraggio ha fatto registrare mediamente un numero molto limitato di tratti fluviali caratterizzati da valori del LIM di livello 1, corrispondenti al 2,2% di acque con una qualità elevata, mentre risultano pari rispettivamente al 50% e al 21,7% le percentuali dei tratti fluviali caratterizzati da valori del LIM di livello 2 e 3, corrispondenti ad una qualità delle acque buona o sufficiente. I restanti fiumi evidenziano una qualità delle acque scadente o pessima, con valori del LIM di livello 4 o 5 registrati rispettivamente per il 16,3% e il 9,8%.

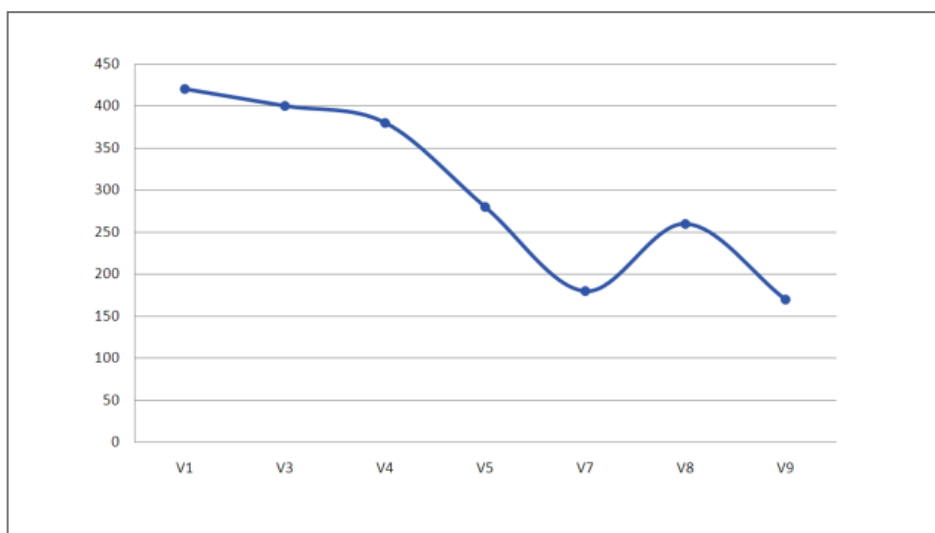
L’andamento valutato nell’arco temporale 2001-2007 appare complessivamente altalenante e disomogeneo. Infatti, se da un lato si registra un *trend* di crescita per i tratti fluviali

caratterizzati da valori di LIM di livello 1 e 2, d'altra parte, il dato relativo al numero complessivo dei tratti fluviali caratterizzati da valori del LIM di livello 1, 2 e 3 appare in lieve decrescita.

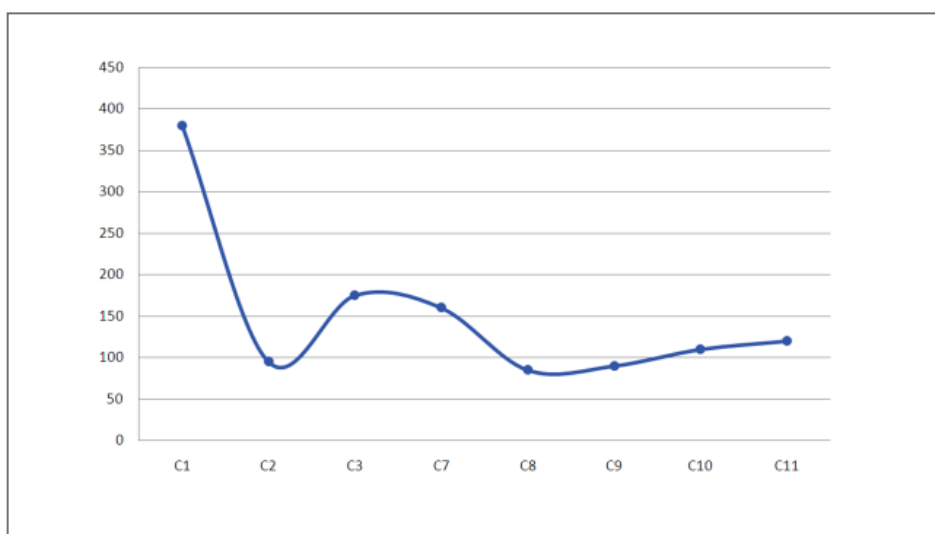
La distribuzione territoriale dei valori del LIM appare invece fortemente polarizzata. Da un lato, i fiumi della provincia di Salerno e, in parte, quelli del beneventano, dell'avellinese e dell'alto casertano, che solcano territori oggetto di tutela di Parchi nazionali e regionali e di altre aree protette - quali oasi e riserve - caratterizzati da un elevato grado di naturalità, da una bassa densità abitativa e da un uso del suolo

a basso impatto ambientale; dall'altro, i fiumi che solcano la Piana campana negli *hinterland* napoletano, casertano e, in parte, beneventano, così fortemente urbanizzati da costituire quasi un *unicum* con le città, e che hanno prodotto una pressoché totale irregimentazione e artificializzazione degli stessi alvei fluviali, recapito ultimo dei carichi inquinanti di origine civile, agricola e industriale. I primi sono caratterizzati da un LIM prevalentemente di livello 2, con i soli tratti di valle, in prossimità di confluenze e foci, talvolta di livello 3. I secondi, invece, sono caratterizzati da LIM di livello 4 o 5.

**Figura 10.2**  
Fiume Volturno: andamento dell'indice LIM, anni 2006-2007



**Figura 10.3**  
Fiume Calore Irpino: andamento dell'indice LIM, anni 2006-2007



Nelle figure 10.2 e 10.3, si riportano, a titolo di esempio, gli andamenti del LIM valutati lungo le aste fluviali del Volturno e del suo affluente Calore Ir-

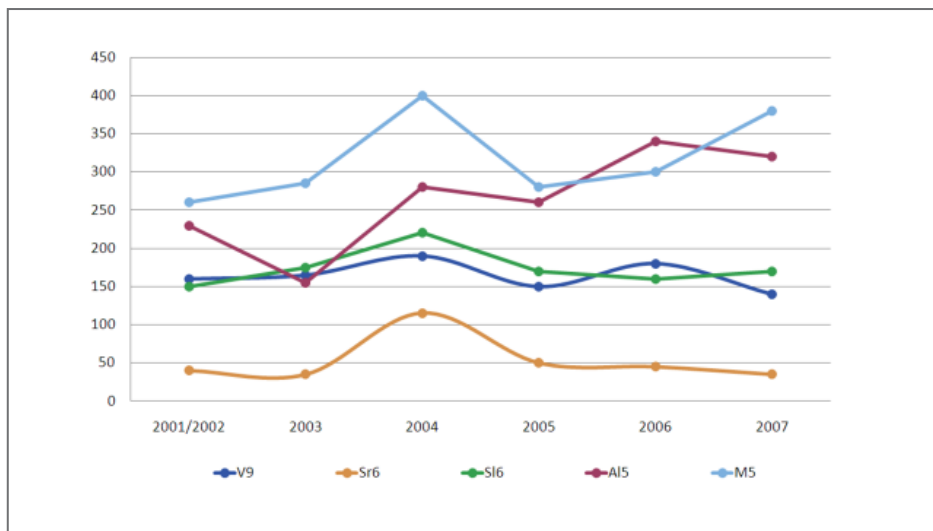
pino, che evidenziano il peggioramento della qualità delle acque nel passaggio da monte a valle, con qualche anomalia per il Calore Irpino, che ma-

nifesta già nel tratto montano le alterazioni prodotte dagli impatti antropici e dall'uso del suolo, parzialmente attenuate dall'apporto delle acque sorgive del tratto più a valle.

In figura 10.4 è riportato il valore del LIM registrato nelle stazioni di foce dei fiumi Volturno, Sarno, Sele, Alento e Mingardo, nel periodo 2001-2007.

Dal grafico è possibile evincere sia l'evoluzione temporale della qualità chimico-fisica delle acque convogliate

alle aste fluviali dai bacini imbriferi di pertinenza di territori a diverso grado di naturalità e urbanizzazione, sia l'effetto della variabilità meteoroclimatica sulle portate fluviali che, per effetto della diluizione, possono influenzare sensibilmente il LIM. Infatti, nel 2004, a un aumento delle precipitazioni solide e liquide nel periodo invernale è corrisposto un miglioramento della qualità delle acque.



**Figura 10.4**  
Fiumi Volturno, Sarno, Sele, Alento e Mingardo: andamento dell'indice LIM nelle stazioni di foce, anni 2001-2007

L'IBE, altro indicatore introdotto dal D.Lgs. n. 152/1999, fornisce una stima indiretta delle alterazioni di natura chimico-fisico-biologica, prodotte nel corso d'acqua sulla base degli esiti del monitoraggio delle popolazioni di macroinvertebrati bentonici (*taxa*) in termini di composizione e abbondanza. Il monitoraggio biologico dei fiumi con la metodica IBE è stato condotto da Arpac nel periodo 2002-2006 e ha fatto registrare anch'esso esiti sempre piuttosto costanti. Analizzando i dati IBE, raccolti in prossimità di 82 dei 92 punti presso i quali si svolge il campionamento delle acque destinate all'analisi chimico-fisica in laboratorio, si riscontra però una distribuzione percentuale sensibilmente diversa dal dato riferito al LIM, pur tenendo conto che il monitoraggio biologico non è stato condotto su quei tratti fluviali che, per lo stato di elevata criticità ambientale o per l'eccessiva artificializzazione

dell'alveo, non consentono lo sviluppo di comunità biotiche diversificate. Infatti la percentuale dei punti con IBE in classe 1, corrispondente a una qualità biologica elevata delle acque fluviali, è pari al 27,2% contro il 2,2% dei punti con un LIM di livello 1, mentre le percentuali dei punti con valori IBE in classe 2 e 3, corrispondenti a qualità biologica delle acque buona o sufficiente, risultano essere pari rispettivamente al 29,3% e al 13%, contro il 50% e il 21,7% dei punti con LIM di livello 2 e 3. Infine i punti con IBE in classe 4 e 5, corrispondenti a una qualità biologica scadente o pessima, risultano essere entrambi pari al 9,8%.

La discrepanza tra gli esiti del monitoraggio biologico e quello chimico-fisico potrebbe essere attribuita alle caratteristiche di specificità della metodica IBE e alla sua applicabilità ai contesti fluviali campani.

D'altra parte, proprio allo scopo di su-

perare i limiti derivanti da un'accentuata focalizzazione del monitoraggio sugli elementi di qualità chimico-fisica e quelli derivanti dall'eccessiva semplificazione nell'interpretazione della complessità degli ecosistemi fluviali, il legislatore, con l'emanazione del D.Lgs. n. 152/2006, ha spostato fortemente l'attenzione e l'enfasi del monitoraggio dei fiumi sugli elementi di qualità biologica, oltreché idromorfologica, allargando lo spettro dell'indagine a fitoplancton, macrofite, diatomee e fauna ittica.

La mancata individuazione delle metodiche analitiche specifiche e l'omissione dei criteri per la classificazione dello stato quali-quantitativo dei fiumi, attraverso decreti e regolamenti attuativi, ad oggi ancora in fase di elaborazione, nonché la tardiva definizione dei criteri per l'individuazione delle tipologie di corpi idrici di riferimento, ha reso impossibile attribuire ai fiumi, in Campania come nella altre regioni, una classificazione dello stato ambientale coerente con la nuova disciplina del monitoraggio introdotta dal D.Lgs. n. 152/2006.

Per tali motivi ad oggi è possibile fornire una stima della qualità dei fiumi della Campania solo attraverso l'impiego dell'indicatore SECA, Stato ecologico dei corsi d'acqua, costruito combinando i valori conseguiti per gli indici LIM e IBE.

I risultati delle attività di monitoraggio, condotte da Arpac presso le 92 stazioni attive, mostrano la seguente distribuzione dei valori del SECA nelle 5 classi di qualità:

- 2,2% dei tratti fluviali con valori corrispondenti a qualità delle acque ottima
- 47,8% con valori corrispondenti a qualità buona
- 18,5% con valori corrispondenti a qualità sufficiente
- 17,4% con valori corrispondenti a qualità scadente
- 14,1% con valori corrispondenti a qualità pessima.

Lo Stato ecologico delle acque fluviali

campane manifesta, dunque, per oltre i 2/3 dei tratti una qualità almeno sufficiente.

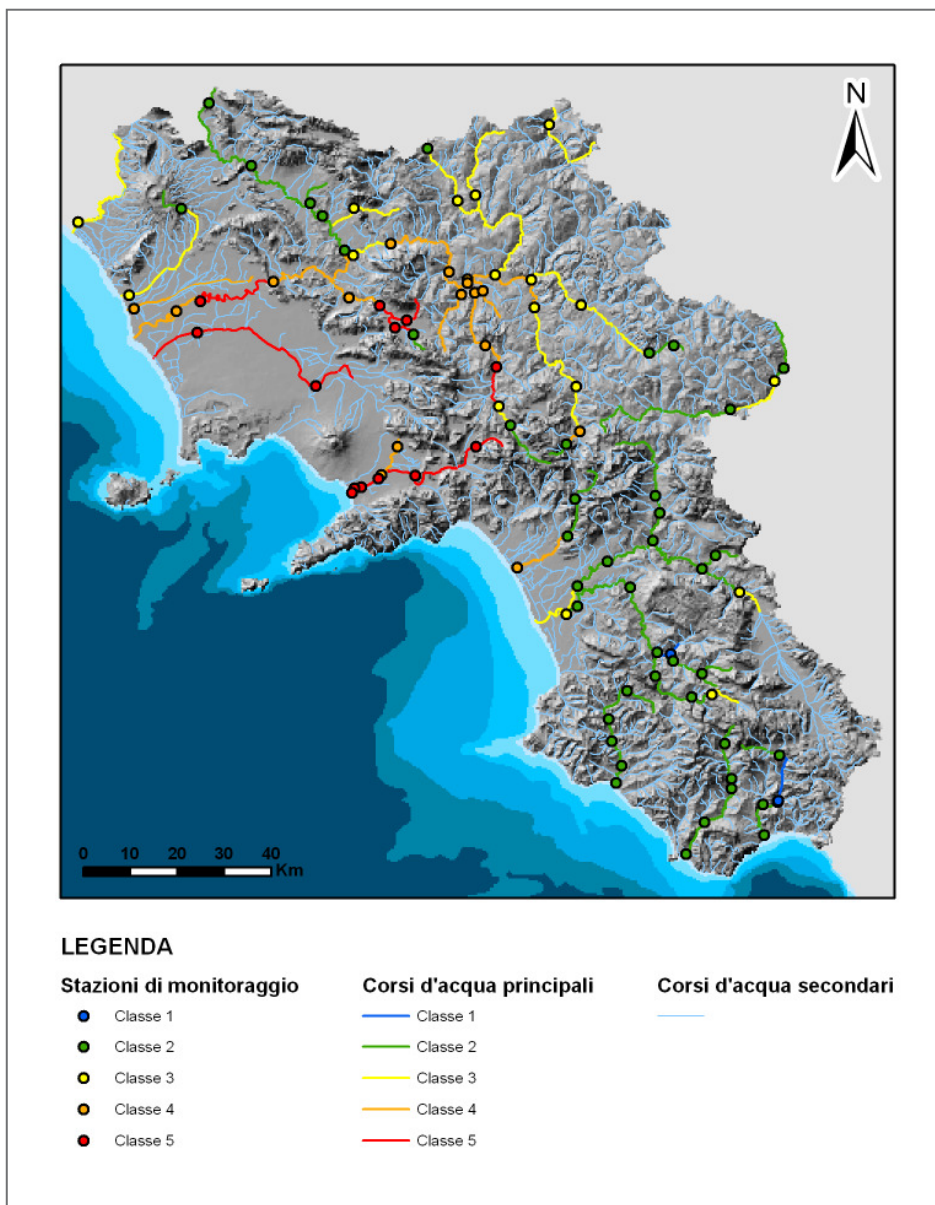
Il trend complessivo nell'arco temporale 2001-2006 mostra che mediamente i valori del SECA, dopo un periodo di crescita, subiscono una sensibile flessione nel 2006, corrispondente a una diminuzione totale dei tratti con qualità ecologica ottima, buona o sufficiente, malgrado si registri un consistente incremento dei tratti con qualità ottima.

Lo Stato ecologico dei corsi d'acqua campani, ricalcando quanto riscontrato per gli indici sintetici LIM e IBE, risulta caratterizzato da una grande variabilità sul territorio regionale, come si evince dalla rappresentazione cartografica riportata in figura 10.5.

La qualità ecologica più elevata è stata attribuita ai corsi d'acqua che attraversano il territorio della provincia di Salerno, ricadente nel Parco nazionale del Cilento e del Vallo di Diano, con punte di particolare pregio per le acque del fiume Bussento e del torrente Fasanella, e per il bacino dell'alto corso del fiume Volturno. I valori più bassi del SECA, corrispondenti a una qualità ecologica pessima, si registrano invece per i corsi d'acqua, naturali e artificiali, della piana campana. In particolare molto critica appare la situazione dei Regi Lagni, del fiume Sarno e dei suoi affluenti Solofrana e Alveo Comune, che sfociano sul litorale dei golfi di Gaeta e Napoli, veicolando a mare tutto il loro carico inquinante, assieme a quella del fiume Isclero, che solca il territorio beneventano.

Sulla base delle indicazioni di alcune Autorità di bacino, la Regione Campania ha riportato nel Piano di tutela, adottato nel 2007, obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici, che risultano in alcuni casi meno rigorosi di quelli fissati dalla normativa nazionale e comunitaria, in considerazione dell'impossibilità per gli stessi a raggiungere gli obiettivi generali entro le scadenze prefissate, per effetto degli impatti antropici.





**Figura 10.5**  
Carta dello stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA), anni 2006-2007

In tabella 10.1 si riporta il confronto tra gli obiettivi di qualità definiti in maniera unitaria per l'intero corpo idrico superficiale e i valori del SECA risultanti dalle attività di monitoraggio condotte da Arpac.

Pur nei limiti dei criteri di classificazione adottati, il confronto ribadisce chiaramente l'esistenza di forti criticità ambientali, soprattutto per le acque superficiali ricadenti in piana Campana e piana di Sarno, probabilmente non risolvibili in tempi brevi, mentre la situazione è decisamente migliore per i fiumi che solcano il territorio della provincia di Salerno, tutti o quasi in uno stato ambientale già buono.

In sintesi, come illustrato nei due gra-

fici a torta riportati in figura 10.6, le percentuali dei fiumi con uno stato ambientale in prima approssimazione coerente con gli obiettivi di qualità ambientale fissati per il 2008 e il 2015 sono pari rispettivamente al 59,4% e al 31,3%, mentre risultano parzialmente coerenti rispettivamente il 15,6% e il 28,1%. Molto lontani dagli obiettivi di qualità ambientale risultano essere il 25% dei fiumi rispetto all'obiettivo 2008 e il 40,6% rispetto all'obiettivo 2015.

Utilizzando le risorse economiche comunitarie, appositamente finalizzate dalla Regione Campania nell'ambito del POR Campania 2000-2006 per l'implementazione del Sistema regionale di monitoraggio ambientale,

CORPO IDRICO	SECA (classe)	OBIETTIVO 2008 EX DIRETTIVA 2000/60/CE	OBIETTIVO DI QUALITÀ FISSATO NEL PTA AL 31/12/2008	COERENZA CON L'OBIETTIVO 2008	OBIETTIVO 2015 EX DIRETTIVA 2000/60/CE	OBIETTIVO DI QUALITÀ FISSATO NEL PTA AL 31/12/2015	COERENZA CON L'OBIETTIVO 2015
Agnena	4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	-	NO
Alento	2	SUFFICIENTE	BUONO	SI	BUONO	BUONO	SI
Alveo Comune	5	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	-	NO
Bianco	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
Bussento	1 - 2	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SI	BUONO	BUONO	SI
Calore Irpino	2 - 3 - 4	SUFFICIENTE	-	PARZIALE	BUONO	-	PARZIALE
Calore Lucano	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
Fasanella	1	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
Fortore	3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	NO
Garigliano	3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	NO
Isclero	2 - 4 - 5	SUFFICIENTE	-	PARZIALE	BUONO	-	PARZIALE
Mingardo	2	SUFFICIENTE	BUONO	SI	BUONO	BUONO	SI
Ofanto	2 - 3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	PARZIALE
Pietra	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
Regi Lagni	5	SUFFICIENTE	SCADENTE	NO	BUONO	SUFFICIENTE	NO
Sabato	2 - 3 - 4 - 5	SUFFICIENTE	-	PARZIALE	BUONO	-	NO
Sammaro	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
San Nicola	4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	-	NO
Sarno	4 - 5	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	NO	BUONO	BUONO	NO
Savone	2 - 3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	PARZIALE
Sele	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
Serretelle	4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	-	NO
Solofrana	5	SUFFICIENTE	SCADENTE	NO	BUONO	SUFFICIENTE	NO
Tammarecchia	3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	NO
Tammaro	2 - 3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	PARZIALE
Tanagro	2 - 3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	PARZIALE
Tesa	5	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	-	NO
Titerno	3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	NO
Torano (l ramo)	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	SI
Tuscano	2 - 4	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	PARZIALE	BUONO	BUONO	PARZIALE
Ufta	2 - 3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	-	PARZIALE
Volturno	2 - 4 - 5	SUFFICIENTE	-	PARZIALE	BUONO	-	PARZIALE

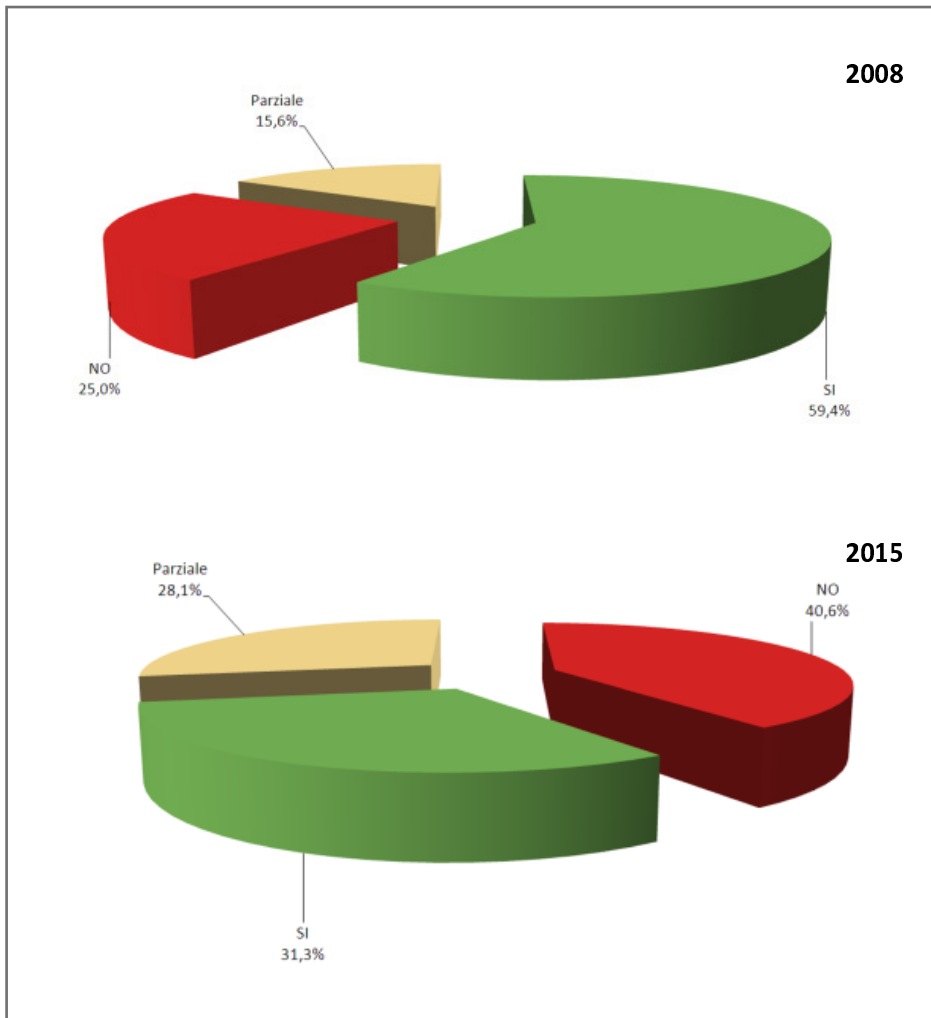
**Tabella 10.1**  
Confronto tra obiettivi di qualità e valori dell'indice SECA

Arpac ha notevolmente potenziato le proprie strutture laboratoristiche mediante l'acquisizione di strumentazione tecnologicamente avanzata, in grado di garantire il monitoraggio degli elementi chimico-fisico-biologici delle acque fluviali ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006.

Con le risorse del POR Campania l'Agenzia ha altresì avviato una rete di monitoraggio in continuo dei fiumi, consistente in cinque centraline - ubicate presso le foci o le sezioni di confluenza dei fiumi Volturno, Calore

Irpino, Sabato, Sarno e Sele - che, con frequenza e modalità programmabili, registrano e teletrasmettono i dati chimico-fisici rilevati da sonde multiparametriche e consentono il prelievo automatico e la conservazione di campioni per lo svolgimento delle analisi in laboratorio.

I dettagli della rete di monitoraggio in continuo delle acque superficiali sono illustrati nella scheda di approfondimento dedicata alle reti di monitoraggio in continuo.



**Figura 10.6**  
Fiumi campani: coerenza con gli obiettivi SECA fissati per il 2008 e per il 2015

## Acque sotterranee

L'idrogeologia campana è strettamente correlata alle caratteristiche geomorfologiche regionali, in base alle quali è possibile ripartire il territorio in quattro porzioni distinte:

- un settore tirrenico pianeggiante, che copre circa un terzo del territorio
- la dorsale calcareo-dolomitica orientata in direzione NO-SE, che costituisce la barriera orografica principale e si estende per circa un quarto della regione
- gli edifici vulcanici del Vesuvio, del Roccamonfina e dei rilievi flegrei, che si estendono per circa il 5% della superficie
- le aree collinari sannite-irpine e cilentane, che occupano oltre il 40% del territorio.

Gli acquiferi delle piane alluvionali, caratterizzati da una permeabilità medio-alta per porosità, sono alimentati per infiltrazione diretta e dai travasi degli adiacenti massicci carbonatici, con una circolazione idrica a falde sovrapposte. Gli acquiferi costituiti dai complessi delle successioni carbonatiche, a permeabilità molto elevate per fratturazione e carsismo, sono caratterizzati dalla presenza di importanti falde basali, alimentate da un'elevata infiltrazione efficace e risultano essere i più produttivi della Campania. Le aree vulcaniche ospitano, invece, acquiferi a permeabilità molto variabile per porosità e fessurazione, e sono alimentati prevalentemente da apporti diretti con travasi dagli acquiferi adiacenti e con una circolazione idrica prevalen-

temente a falde sovrapposte. Le aree collinari, infine, sono caratterizzate dalla presenza di acquiferi a permeabilità molto bassa che ospitano falde idriche molto modeste.

Sulla base delle conoscenze idrogeologiche e con riferimento ai criteri identificativi definiti dalla normativa, il Piano di tutela delle acque, adottato dalla Regione Campania nel 2007, ha individuato e delimitato 49 "corpi idrici sotterranei significativi", distinguendoli in cinque tipologie principali come da cartografia riportata in figura 10.7.

Anche per le acque sotterranee, come per le superficiali, la normativa nazionale - allo scopo di garantire la tutela e il risanamento da fenomeni di inquinamento - ha fissato per tutti i corpi idrici significativi gli obiettivi minimi di qualità ambientale di mantenimento/raggiungimento della qualità ambientale corrispondente allo stato "sufficiente" entro il 31 dicembre 2008 e di mantenimento/raggiungimento della qualità ambientale corrispondente allo stato "buono" entro il 22 dicembre 2015.

Nell'autunno del 2002 Arpac ha avviato programmi di rilevamento sistematico dello stato qualitativo delle acque sotterranee regionali, con l'intento di supportare un'efficace tutela delle acque dall'inquinamento e l'attività di pianificazione di interventi e misure per il perseguimento o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale promosse dalla Regione Campania.

Anche per le acque sotterranee, i programmi di rilevamento sono stati condotti, ai sensi dell'abrogato D.Lgs. n. 152/1999, a causa delle difficoltà interpretative e operative della nuova disciplina del monitoraggio introdotta dal D.Lgs. n. 152/2006.

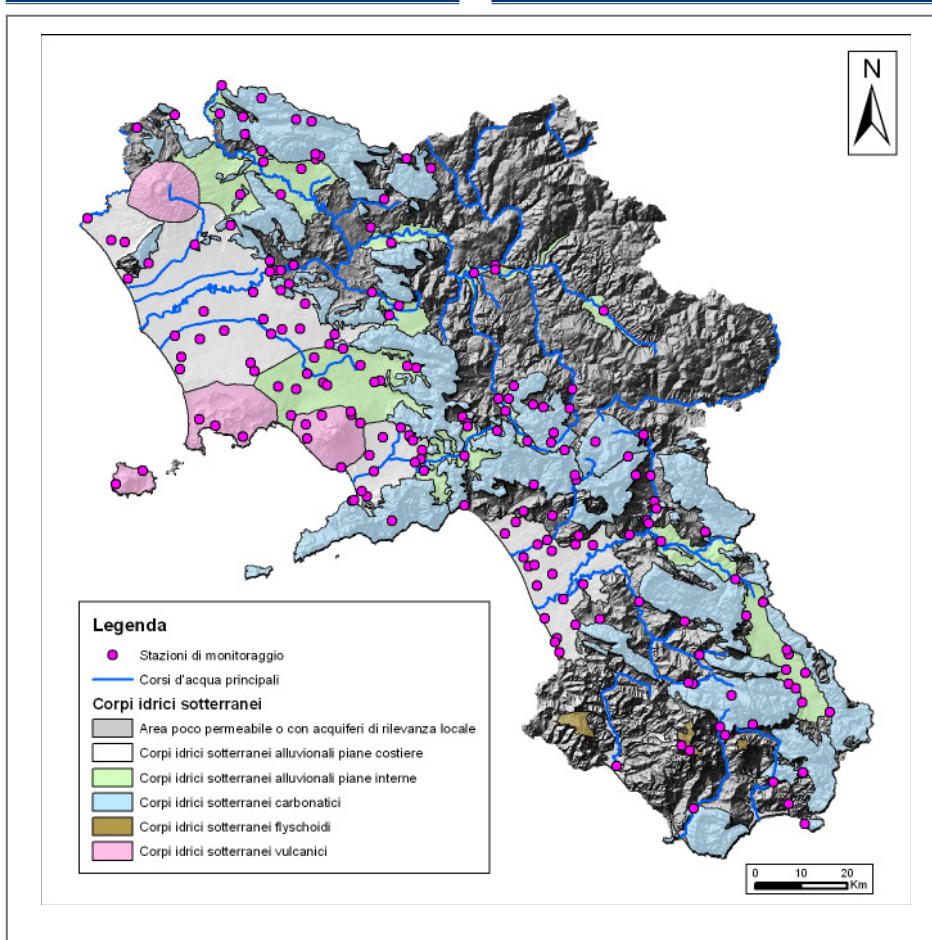
In coerenza con i dettami normativi che disciplinano le attività di monitoraggio, è stata definita una rete di punti di prelievo delle acque afferenti ai principali acquiferi della Campania. La rete consta di 183 punti di monitoraggio, pozzi e sorgenti perenni, afferenti ai 40 corpi idrici sotterranei si-

gnificativi originariamente individuati. In corrispondenza di questi punti, con frequenza semestrale, si effettua un prelievo di campioni d'acqua, avviati all'analisi per la determinazione dei parametri di caratterizzazione e dei microinquinanti organici e inorganici.

Nelle more dell'emanazione dei decreti attuativi che precisino le modalità operative del monitoraggio e i criteri di classificazione dello stato di qualità ambientale delle acque sotterranee, le Arpa hanno continuato ad utilizzare gli indici introdotti dall'abrogato D.Lgs. n. 152/1999, in particolare l'indice SCAS (Stato chimico delle acque sotterranee).

L'indice SCAS riassume in maniera sintetica l'impatto delle attività antropiche sulle caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee, evidenziando il grado di compromissione qualitativa della falda e l'eventuale presenza di particolari *facies* idrochimiche caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti di origine naturale. A ogni punto d'acqua è attribuita una classe variabile da 4 a 1 o la classe 0 a indicare la presenza nelle acque di parametri di base o addizionali in concentrazioni superiori ai limiti fissati dalla normativa, riconducibile però ad un'origine naturale. In accordo con quanto fatto da altre ARPA, anche Arpac ha adottato classi di qualità intermedie a doppia valenza (0-2, 0-3, 0-4), allo scopo di classificare acque caratterizzate dalla presenza di inquinanti di origine naturale accanto ad una presenza di nitrati di origine antropica.

Il monitoraggio delle acque sotterranee, condotto da Arpac presso sorgenti perenni e pozzi inclusi nella rete regionale, ha fatto registrare nel 2007 un sensibile calo percentuale dei punti con acque in classe 1 e 0, corrispondenti a una qualità pregiata o particolare, che si attestano rispettivamente all'11% e al 6%. In ascesa, invece, i punti in classe 2 e 0-2, corrispondenti a acque di qualità mediamente buona, si riscontrano rispettivamente nel 40,9% e nel 6,5% dei casi, assieme i punti in classe 3 o 0-3, corrispondenti a una qualità me-



**Figura 10.7**  
Carta dei corpi idrici sotterranei significativi

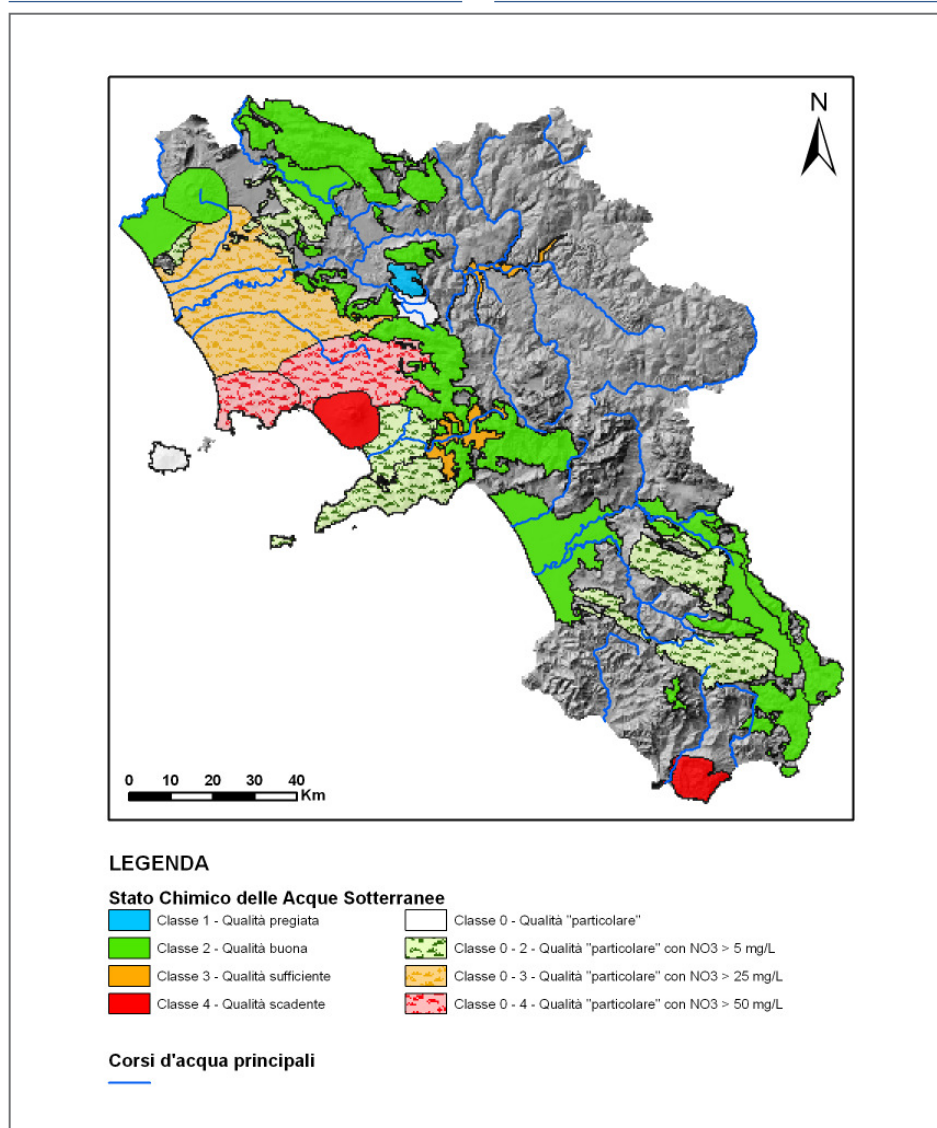
diamente sufficiente, si registrano nel 12,3% e nel 7,1% dei casi. I punti con acque di qualità scadente, classificabili in classe 4 e 0-4 appaiono, infine, anche essi in calo, riscontrandosi rispettivamente nell'11% e nel 4,5% dei punti d'acqua monitorati.

Il *trend* riferito all'arco temporale complessivo 2002-2007 risulta altalenante, ma probabilmente il risultato è correlabile anche agli andamenti delle condizioni meteorologiche.

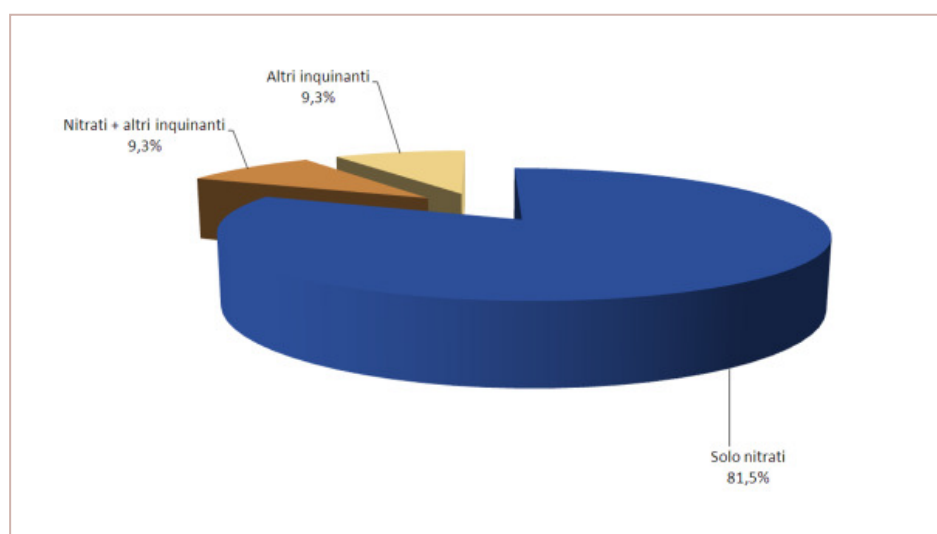
Nel corso degli anni, il monitoraggio dello SCAS ha evidenziato una sistematica variabilità nei valori di classificazione, sia su base geografica che idrogeologica. Si osserva una netta differenziazione tra la qualità delle acque afferenti agli acquiferi carbonatici, ubicati lungo la dorsale appenninica, e quella delle acque di falda delle pianie alluvionali. Le prime sono, infatti, caratterizzate da una qualità generalmente buona, in ragione dei modesti impatti antropici esercitati sui territori in cui

esse ricadono, con punte di pregio per le acque afferenti al corpo idrico del monte Taburno. Le seconde, invece, risentendo di un uso più intensivo del suolo e di una diffusa urbanizzazione del territorio, manifestano una qualità sensibilmente minore; in particolare modo, le acque delle falde afferenti agli acquiferi della piana campana, Piana a Oriente di Napoli e Basso corso del Volturno-Regi Lagni, Piana di Benevento e della Valle del Solofrana, sono classificabili come qualitativamente scadenti. Le acque di origine vulcanica, infine, evidenziano talvolta, come nel caso degli acquiferi dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, una forte contaminazione da nitrati che si innesta su facies idrochimiche già caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti di origine naturale.

In figura 10.8 è riportata una rappresentazione cartografica dei valori dello SCAS misurati.



**Figura 10.8**  
Carta dello stato chimico delle acque sotterranee (SCAS), anno 2007



**Figura 10.9**  
SCAS: distribuzione percentuale dei parametri che determinano l'attribuzione di classe di qualità scadente, anno 2007

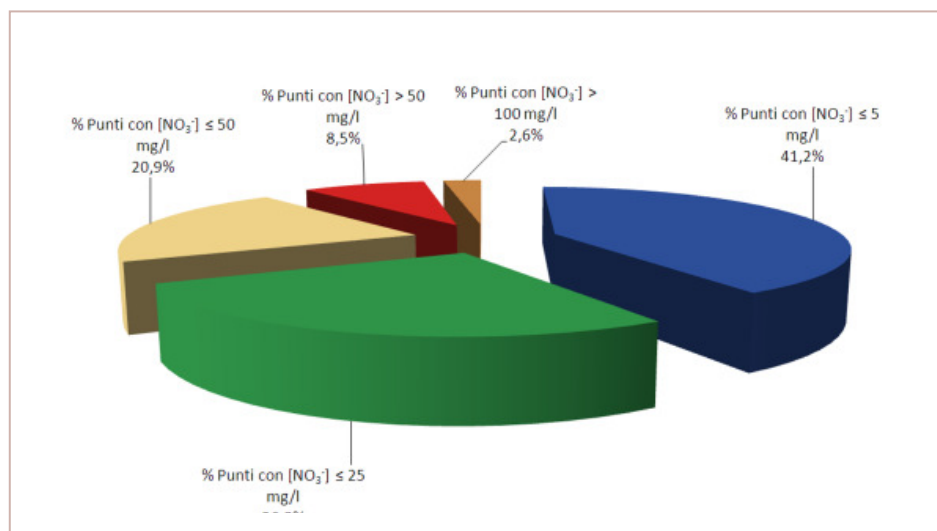
Benché il monitoraggio nel corso degli anni abbia evidenziato talvolta, per i casi di maggiore criticità ambientale, la presenza di sostanze pericolose - quali

solventi organici clorurati o residui di pesticidi - accanto ai più frequenti metalli pesanti, l'inquinante responsabile dell'attribuzione di uno stato chimico

delle acque sotterranee scadente risulta essere ancora, prevalentemente, il nitrato.

Come illustrato nella figura 10.9, nell'80% dei punti d'acqua in classe 3, 0-3, 4 e 0-4, la concentrazione dei nitrati è, infatti, l'unico parametro che determina l'attribuzione della classe di qualità scadente o appena sufficiente,

mentre essa è concorrente, assieme alla concentrazione di altri inquinanti, in poco meno del 10% di tali punti; il restante 10% deve la sua qualità scadente soprattutto alla presenza di composti alifatici alogenati totali o, lungo la costa, a fenomeni di ingressione marina.



**Figura 10.10**  
Nitrati: distribuzione percentuale delle concentrazioni rilevate, anno 2007

La figura 10.10 illustra, invece, la distribuzione percentuale delle concentrazioni di nitrati riscontrate nei pozzi e nelle sorgenti incluse nella rete di monitoraggio. Circa il 90% dei punti d'acqua è caratterizzato da concentrazioni inferiori al valore limite di 50 mg/l fissato dalla normativa, con oltre i due terzi al di sotto del valore di 25 mg/l, coerente con uno stato qualitativo buono delle acque. Un decimo dei punti rete evidenzia, invece, un inquinamento da nitrati in concentrazioni ben oltre il limite normativo, talvolta anche sopra i 100 mg/l.

La distribuzione spaziale dei nitrati nelle falde della Campania, rappresentata in figura 10.11, rivela una presenza che, per quanto ubiquitaria - poiché le acque sotterranee naturalmente sono caratterizzate da concentrazioni dell'ordine di pochi milligrammi per litro - assume un carattere di particolare criticità negli acquiferi di origine alluvionale della piana Campana e nei limitrofi acquiferi di origine vulcanica del Somma-Vesuvio e dei Campi Fle-

gri, nonché negli acquiferi della piana di Benevento e della valle del Solofrana.

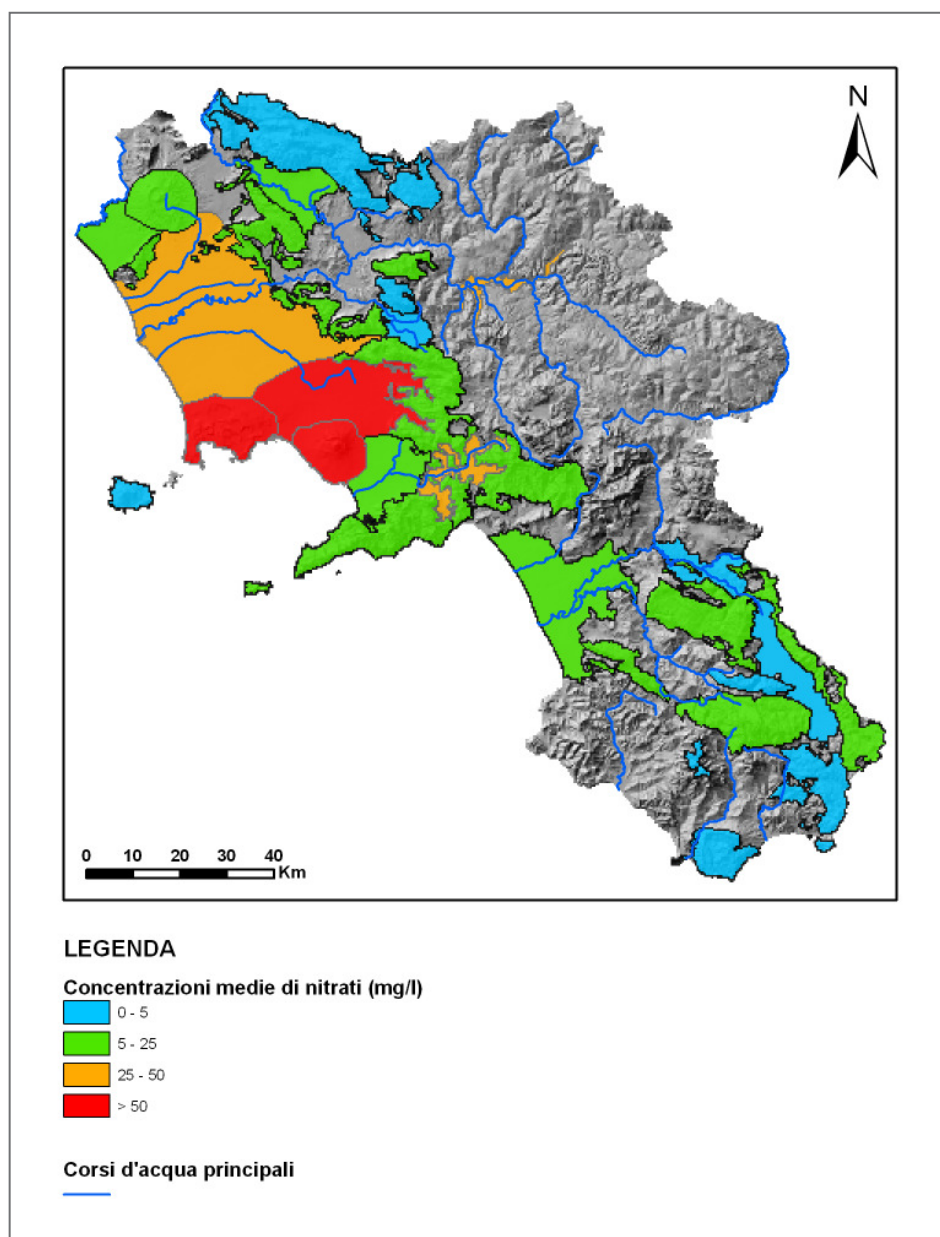
Le acque afferenti ai corpi idrici sotterranei dei massicci carbonatici appaiono, invece, quasi del tutto esenti dall'inquinamento da nitrati, in coerenza con l'origine antropica di questo inquinante, riconducibile in genere a pratiche agricole e zootecniche poco sostenibili, in termini di utilizzo di fertilizzanti e spandimento dei liquami, o all'inefficienza delle reti di collettamento, scarico e depurazione delle acque reflue.

Recependo le indicazioni della normativa comunitaria e nazionale, la Regione Campania, nel 2003, ha provveduto a delimitare le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, definendo, quindi, dei programmi d'azione che disciplinano le corrette pratiche agricole e zootecniche da adottare per la salvaguardia delle risorse idriche dall'inquinamento da nitrati.

L'origine dell'inquinamento da nitrati, tuttavia, non è semplicemente attribu-

ibile ad un'origine specifica, in particolare modo nelle aree critiche caratterizzate dalla compresenza di potenziali sorgenti inquinanti, come la piana del Sarno, dove coesistono una forte urbanizzazione e un'agricoltura intensiva. Allo scopo di perseguire gli obiettivi di salvaguardia attraverso l'adozione di misure congrue, è utile disporre di strumenti capaci di discriminare tra potenziali sorgenti di inquinamento. In

tale ottica Arpac nel 2006 ha promosso, in collaborazione con l'Assessorato regionale all'agricoltura, un progetto di ricerca finalizzato alla sperimentazione di tecniche analitiche isotopiche per l'identificazione delle sorgenti di nitrato nelle acque sotterranee di due areali campani. Il dettaglio e gli esiti di tale attività di ricerca sono illustrati nella scheda dedicata.



**Figura 10.11**  
Carta delle concentrazioni medie dei nitrati nelle acque sotterranee, anno 2007



## SCHEDA TEMATICA

## NITRATI

La presenza di nitrati nelle acque sotterranee della Campania, in concentrazioni elevate e, spesso, superiori al limite fissato dalla normativa vigente (50 mg/l), costituisce ormai una evidenza analitica del monitoraggio, così come l'esistenza in alcune zone della regione di *trend* temporali di progressivo arricchimento dell'inquinante in falda. Per comprendere quale sia l'origine di questo inquinante, da considerarsi ormai diffuso ubiquitariamente, nell'ambito delle iniziative promosse dall'amministrazione regionale in materia di "Direttiva nitrati" e delle norme nazionale e regionale di recepimento, la Giunta regionale della Campania ha approvato nel 2004 un progetto di ricerca applicata che ha previsto, in due areali della Campania - piana del fiume Sarno e piana del fiume Sele - la misurazione nelle acque sotterranee dei rapporti isotopici di ossigeno e azoto. La finalità del progetto era di giungere alla valutazione della tipologia dell'origine prevalente dei nitrati nelle acque sotterranee e, quindi, di nitrati di origine sintetica, cioè derivanti dall'utilizzo di fertilizzanti agricoli, o di nitrati di origine organica, cioè derivanti dallo spandimento di concimi di origine zootecnica e/o reflui fognari provenienti da fosse biologiche e perdite da fognature. A questo scopo la Giunta regionale ha individuato l'Agenzia regionale protezione ambientale Campania quale soggetto con le adeguate competenze tecnico-scientifiche in materia ambientale.

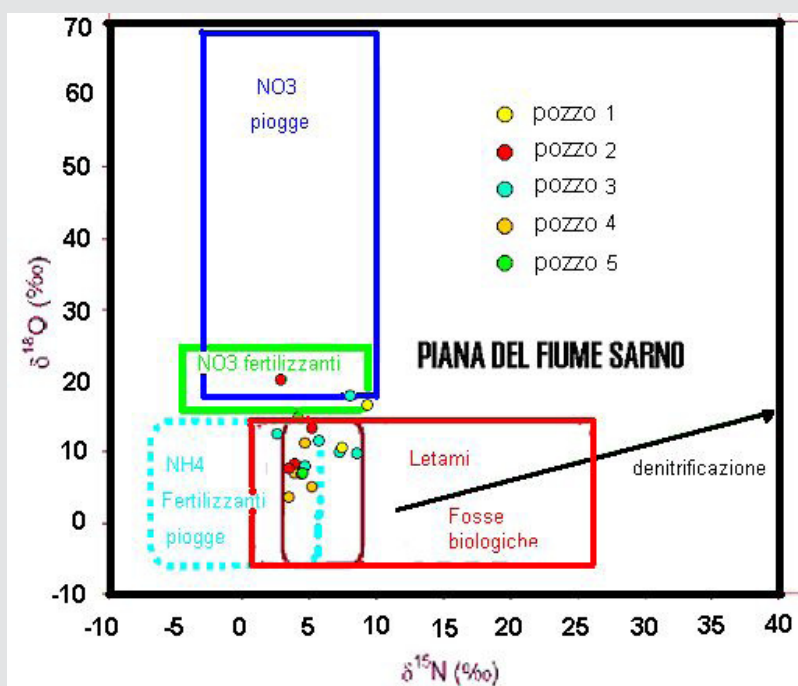
L'attività di ricerca è stata realizzata in circa tre anni di lavoro e si è articolata in tre fasi:

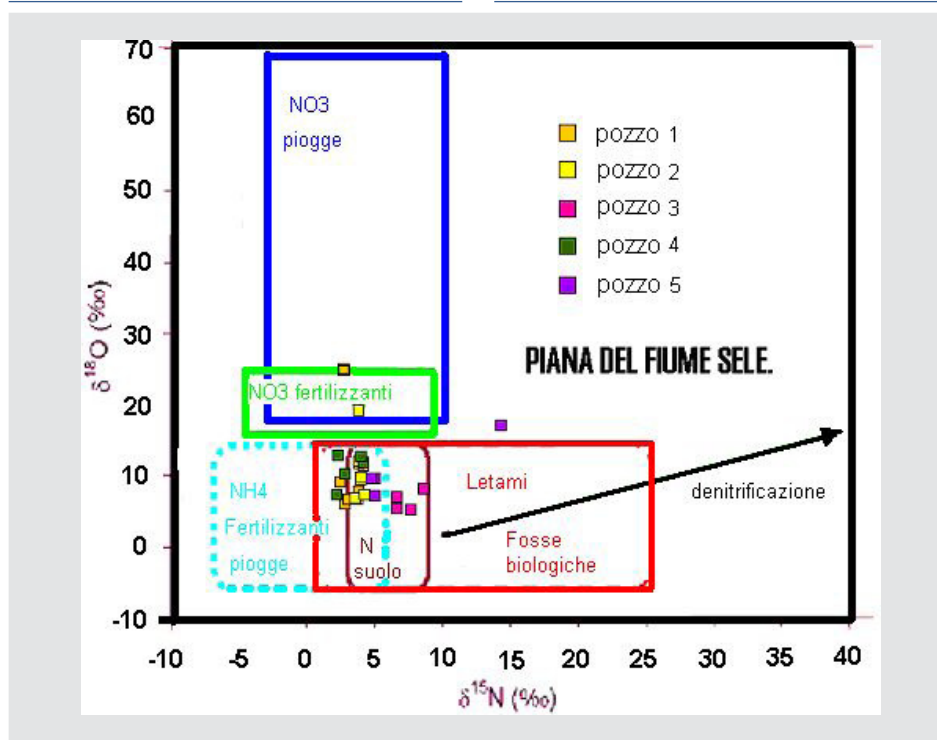
- Fase 1 - Ricognizione, fattibilità e pianificazione del monitoraggio
- Fase 2 - Attività di monitoraggio e di analisi
- Fase 3 - Elaborazione e interpretazione dei dati raccolti.

Durante tali fasi sono state attivate specifiche convenzioni con Arpa Emilia Romagna per quanto concerne le attività analitiche isotopiche inerenti alle acque sotterranee e con la Seconda Università di Napoli, Facoltà di scienze ambientali, per quanto concerne le attività analitiche isotopiche inerenti ai suoli delle piane.

In tre anni di ricerca sono stati prelevati e analizzati 60 campioni di acque sotterranee e 36 campioni di suoli, la cui interpretazione isotopico-geochimica ha consentito di giungere a importanti conclusioni. Dalle analisi delle abbondanze isotopiche nei nitrati, e in particolare dal rapporto tra il  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  e il  $\delta^{18}\text{O-NO}_3$ , è risultato che soltanto i composti azotati in soluzione nelle acque sotterranee della piana del fiume Sarno, e prelevati da alcuni pozzi, hanno un'origine prevalentemente organica, quindi legata probabilmente a fattori di natura antropica, essendo pressochè assente la zootecnia in piana Sarno. In piana del fiume Sele, invece, non si è riscontrata una chiara prevalenza in merito all'origine dei nitrati.

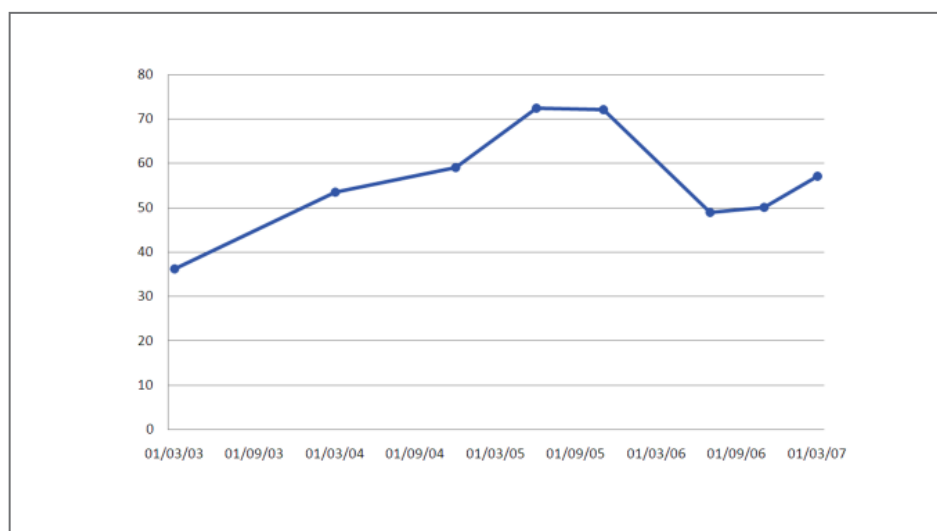
Tale risultato fornisce un indirizzo su cui approfondire la ricerca, tenuto conto anche dell'importanza di aumentare il numero dei prelievi d'acqua da estendere a tutti i corpi idrici sotterranei significativi della Campania onde consentire una più netta demarcazione dell'origine del nitrato nelle falde idriche.



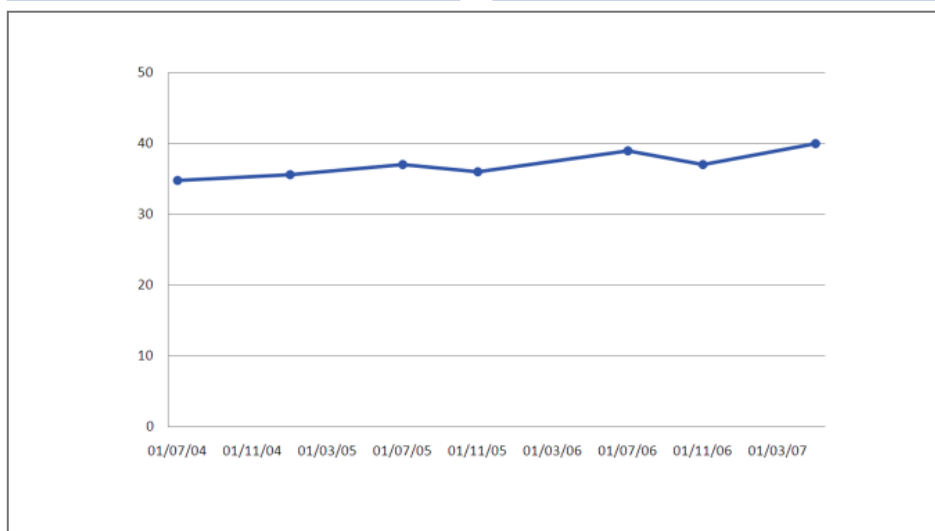


Il monitoraggio ha evidenziato, accanto alla presenza diffusa dei nitrati, l'esistenza in alcune zone della regione di *trend* temporali di progressivo arricchimento dell'inquinante in falda. A titolo di esempio si riportano - nelle figure 10.12, 10.13 e 10.14 - gli andamenti temporali delle concentrazioni di nitrati nei pozzi di Somma Vesuviana (Ves3) e San Giuseppe Vesuviano

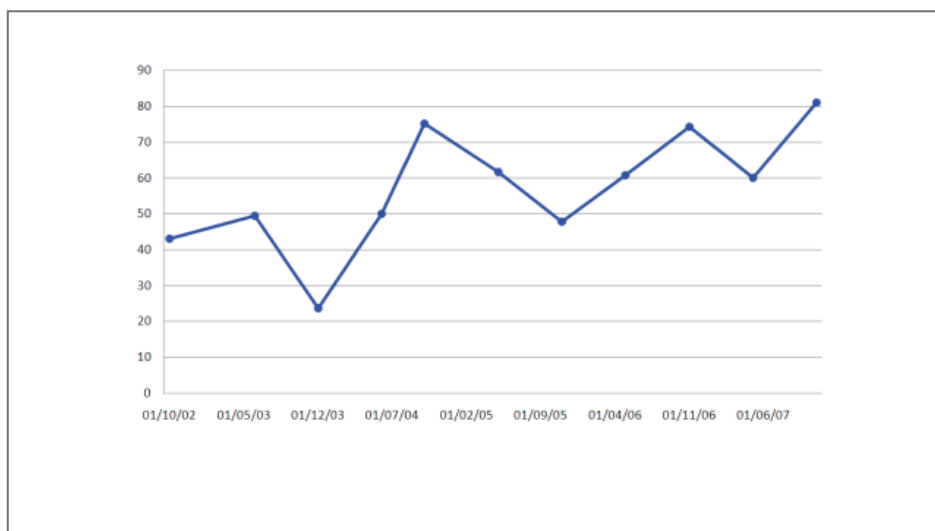
(Ves2a), afferenti alla falda profonda ubicata, a una profondità di circa 150 m, sotto il complesso vulcanico Somma-Vesuvio, e il pozzo di Benevento (Ben5), afferente all'acquifero alluvionale della piana di Benevento, che mostrano una progressiva contaminazione che risente anche della variabilità delle condizioni meteo climatiche e dei cicli di ricarica degli acquiferi.



**Figura 10.12**  
Concentrazione di nitrati nei pozzi di Somma Vesuviana



**Figura 10.13**  
Concentrazione di nitrati nei pozzi di S. Giuseppe Vesuviano

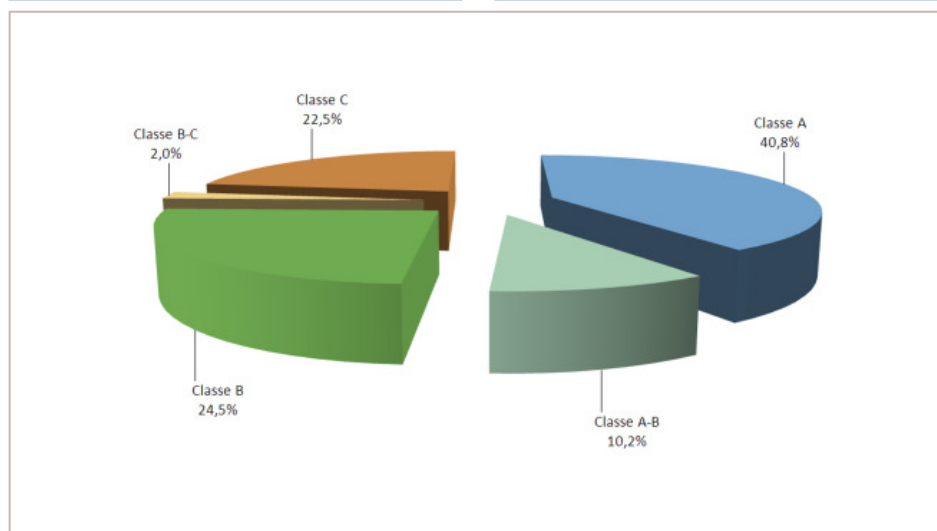


**Figura 10.14**  
Concentrazione di nitrati nei pozzi di Benevento

Il Piano di tutela delle acque, sistematizzando le informazioni idrogeologiche raccolte nel corso degli anni soprattutto in ambito accademico, ha formulato una prima valutazione sullo stato quantitativo delle acque sotterranee, utilizzando l'indicatore Stato quantitativo delle acque sotterranee (SQAS), anch'esso introdotto dal D.Lgs. n. 152/1999, che consente di attribuire alle acque una delle quattro classi quantitative, variabili da A a D, sulla base delle stime degli impatti antropici sulle condizioni di equilibrio idrogeologico.

La distribuzione dei valori di SQAS,

stimata per i 49 corpi idrici sotterranei significativi nelle diverse classi, è riassunta in figura 10.15 e mostra che, per oltre il 40% dei casi, l'impatto antropico sui volumi di risorsa disponibili è nullo o trascurabile, mentre per circa il 35% esso è sufficientemente ridotto da tutelare gli acquiferi dal rischio di sovrasfruttamento e consentire un uso sostenibile sul lungo periodo. All'incirca per un restante 25% dei corpi idrici lo sfruttamento della risorsa risulta essere, invece, significativo e tale da produrre un concreto rischio di compromissione delle possibilità di utilizzo nel tempo.



**Figura 10.15**  
Distribuzione dei valori di SQAS, anno 2007

Il buono stato di salute in termini quantitativi riguarda pressoché tutti i corpi idrici carbonatici, con l'eccezione dei monti Tifatini, monti d'Avella-Vergine-Pizzo d'Alvano e monti di Salerno, che mostrano nel tempo progressivi abbassamenti nei livelli acquiferi e significative riduzioni delle portate sorgive, anche per effetto degli emungimenti dagli acquiferi di piana interconnessi limitrofi.

In generale, invece, tutte le piane alluvionali manifestano una situazione di stress quantitativo molto critica, per le condizioni di eccessivo sovrasfruttamento a seguito di perforazioni e conseguenti emungimenti, spesso del tutto abusivi e fuori controllo, in territori caratterizzati da usi intensivi dei suoli

o da una forte urbanizzazione. Sulla base delle indicazioni di alcune Autorità di bacino, la Regione Campania ha riportato nel Piano di tutela, adottato nel 2007, obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici, che risultano in alcuni casi meno rigorosi di quelli fissati dalla normativa nazionale e comunitaria, in considerazione dell'impossibilità a raggiungere gli obiettivi generali entro le scadenze prefissate, per effetto degli impatti antropici.

In tabella 10.2 si riporta il confronto tra gli obiettivi di qualità, definiti in maniera unitaria per l'intero corpo idrico sotterraneo, e i valori di SCAS risultanti dalle attività di monitoraggio condotte da Arpac.

CORPO IDRICO	SECA (classe)	OBIETTIVO 2008 EX DIRETTIVA 2000/60/CE	OBIETTIVO DI QUALITÀ FISSATO NEL PTA AL 31/12/2008	COERENZA CON OBIETTIVO 2008	OBIETTIVO 2015 EX DIRETTIVA 2000/60/CE	OBIETTIVO DI QUALITÀ FISSATO NEL PTA AL 31/12/2015	COERENZA CON OBIETTIVO 2015
Alta Valle del Sabato	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE-BUONO	-
Basso Corso del Bussento	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE-BUONO	-
Basso Corso del Lambro e Mingardo	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE-BUONO	-
Bassa Valle del Calore	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE-BUONO	-
Bassa Valle del Tanagro	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	BUONO	SI
Basso Corso del Volturno - Regi Lagni	0 - 3	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	SI
Campi Flegrei	0 - 4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	NO
Isola di Ischia	0	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	SI
Media Valle del Volturno	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE-BUONO	SI
Monte Bulgheria	4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	ELEVATO-BUONO	NO

(segue)

CORPO IDRICO	SECA (classe)	OBIETTIVO 2008 EX DIRETTIVA 2000/60/CE	OBIETTIVO DI QUALITÀ FISSATO NEL PTA AL 31/12/2008	COERENZA CON OBIETTIVO 2008	OBIETTIVO 2015 EX DIRETTIVA 2000/60/CE	OBIETTIVO DI QUALITÀ FISSATO NEL PTA AL 31/12/2015	COERENZA CON OBIETTIVO 2015
Monte Camposauro	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	BUONO	SI
Monte Cervialto	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO	-
Monte Gelbison	2	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO-BUONO	-
Monte Maggiore	0 - 2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	SI
Monte Massico	0 - 2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	SI
Monte Moschiatiuro	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO	SI
Monte Motola	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	SI
Monte Stella	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO-BUONO	-
Monte Centaurino	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO-BUONO	-
Monte Taburno	1	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO	SI
Monte Tifata	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI
Monti Accellica - Licinici - Mai	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI
Monti Alburni	0 - 2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	SI
Monti Cervati - Vesole	0 - 2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	SI
Monti del Matese	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO	SI
Monti della Maddalena	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO	SI
Monti di Avella - Vergine - Pizzo d'Alvano	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI
Monti di Durazzano	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI
Monti di Salerno	2	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI
Monti di Venafro	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO	SI
Monti Forcella - Salice - Coccovello	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO	SI
Monti Lattari	0 - 2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	SI
Monti Marzano-Ogna	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO-BUONO	-
Monti Polveracchio- Raione	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO-BUONO (PARTICOLARE)	-
Monti Terminio-Tuoro	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	ELEVATO-BUONO	-
Piana ad Oriente di Napoli	0 - 4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	NO
Piana del Garigliano	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI
Piana del Sarno	0 - 2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	SI
Piana del Sele	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	SI
Piana dell'Alento	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	-
Piana dell'Isclero	0	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO (PARTICOLARE)	SI
Piana di Benevento	3	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	SUFFICIENTE	NO
Piana di Grotaminarda	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE	-
Piana di Presenzano- Riardo	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO (PARTICOLARE)	-
Piana di Venafro	-	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	-
Roccamonfina	2	SUFFICIENTE	-	-	BUONO	BUONO (PARTICOLARE)	-
Somma - Vesuvio	4	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	SUFFICIENTE (PARTICOLARE)	NO
Valle del Solofrana	3	SUFFICIENTE	-	NO	BUONO	SUFFICIENTE	NO
Vallo di Diano	2	SUFFICIENTE	-	SI	BUONO	SUFFICIENTE- BUONO	SI

**Tabella 10.2**

Confronto tra obiettivi di qualità e valori dell'indice SCAS, anno 2007

Il confronto evidenzia che una percentuale superiore al 70% dei corpi idrici sotterranei regionali, e in particolare quelli di natura carbonatica, sono in uno stato ambientale coerente con gli obiettivi fissati dalla normativa per il 2008 e il 2015.

Fanno eccezione quasi tutti gli acquiferi alluvionali della Piana campana e quelli limitrofi di origine vulcanica e, in piccola parte, anche di origine carbonatica, che rivelano una condizione critica anche rispetto agli obiettivi meno rigorosi fissati dal Piano di tutela delle acque adottato nel 2007.

In generale, risulta evidente che le situazioni di maggiore criticità, riscontrate per lo stato ambientale delle acque sotterranee, sono determinate più dagli impatti quantitativi che da quelli qualitativi.

Le risorse economiche comunitarie allocate dalla Regione Campania, nell'ambito del POR Campania 2000-

2006, per l'implementazione del Sistema regionale di monitoraggio ambientale, hanno consentito ad Arpac di potenziare anche la strumentazione laboratoristica dedicata al monitoraggio delle acque sotterranee, mettendo l'Agenzia nelle condizioni di garantire un esaustivo monitoraggio degli elementi chimico-fisico ai sensi del D.Lgs. n. 152/1999.

Con le stesse risorse del POR Campania, Arpac ha avviato anche una rete di monitoraggio in continuo delle acque sotterranee, consistente in 40 centraline ubicate in corrispondenza di pozzi e sorgenti perenni che, con frequenza e modalità programmabili, registrano e teletrasmettono alcuni dati chimico-fisici rilevati da sonde multiparametriche.

I dettagli della rete di monitoraggio in continuo delle acque sotterranee sono illustrati nella scheda dedicata alle reti di monitoraggio in continuo.

## SCHEDA TEMATICA

### RETI DI MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLE ACQUE INTERNE

Allo scopo di integrare e affinare le valutazioni prodotte a partire dai risultati delle attività di monitoraggio sulle acque interne, condotte in discreto mediante il prelievo di campioni presso i punti rete e le conseguenti determinazioni analitiche strumentali in laboratorio, Arpac ha realizzato due reti di monitoraggio in continuo e in telemisura, rispettivamente delle acque superficiali e sotterranee, beneficiando delle risorse comunitarie destinate dalla Regione Campania, con la Misura 1.1 del POR 2000-2006, all'implementazione del Sistema regionale di monitoraggio ambientale.

Per le acque superficiali è stata realizzata una rete di 5 stazioni, ubicate in prossimità delle foci o delle sezioni di chiusura di bacino e confluenze dei fiumi Volturno, Calore Irpino, Sabato, Sarno e Sele, corsi d'acqua molto rappresentativi in termini di portata o per i carichi inquinanti veicolati.

Le stazioni, collegate in telemisura con la centrale di controllo e monitoraggio remoto - ubicata presso l'Unità operativa sistemi scientifici specialistici e sistemi informativi ambientali della Direzione tecnica Arpac - sono costituite da vere e proprie centraline-laboratorio, posizionate sulla sponda fluviale e collegate a un sistema sommerso equipaggiato con sonde multiparametriche a sensori specifici per la misura in continuo di parametri fisici e con un sistema di prelievo automatico di campioni d'acqua dai fiumi che, collegato ad una pompa idraulica, alimenta linee di strumentazione analitica per il monitoraggio in tempo reale di alcuni parametri chimici, o la conservazione dei campioni destinati a successive determinazioni analitiche in laboratorio.

In locale vengono determinati i parametri temperatura, livello, solidi sospesi, pH, potenziale *redox*, conducibilità elettrica specifica e ossigeno disciolto, nonché le concentrazioni di azoto nitrico, azoto ammoniacale e il TOC.

Le misure di questi parametri, effettuate con frequenza semioraria, rilevabili anche in locale attraverso i terminali posizionati nella centralina, vengono trasmessi alla centrale mediamente una volta al giorno o su chiamata, mediante collegamento via modem GSM.

I dati analitici teletrasmessi sono archiviati su un *server* centralizzato e visualizzati mediante *software* dedicati che consentono, accanto alle attività di validazione, l'elaborazione statistica e grafica, anche ai fini della valutazione di trend temporali. L'impostazione di valori soglia consente, inoltre, l'attivazione di segnalazioni di allarme e azionamento automatico dei comandi sulla strumentazione e sul campionatore in funzione del valore soglia prefissato.

Attraverso l'impiego del sistema di autocampionamento è possibile, invece, programmare,

secondo modalità e tempistiche predeterminate, il prelievo automatico di campioni d'acqua da destinare alle analisi da laboratorio, per lo svolgimento di indagini specifiche e mirate, ad esempio, su particolari inquinanti.

L'implementazione della rete di monitoraggio in continuo delle acque fluviali consentirà a regime di acquisire, ad integrazione dei dati raccolti con il monitoraggio in discreto, maggiori informazioni relativamente ai carichi inquinanti puntuali e diffusi generati all'interno dei singoli bacini idrografici che, interfacciati con i dati idrometeorologici, forniranno la base informativa sulla quale tarare e implementare i modelli di dispersione e trasporto fluviale degli inquinanti.

Relativamente alle acque sotterranee è stata realizzata una rete di 40 stazioni, equipaggiate con sensori per la misura specifica di alcuni parametri analitici, installate presso pozzi e sorgenti, ciascuna rappresentativa di un corpo idrico sotterraneo significativo, collegate in telemisura con la centrale di controllo e monitoraggio remoto, ubicata presso la Direzione tecnica Arpac.

Le stazioni sono state individuate secondo criteri selettivi in modo da comprendere le principali sorgenti e/o gruppi sorgivi dei massicci carbonatici, captati a scopo idropotabile per alimentare le grandi reti acquedottistiche regionali e per i quali si dispone di lunghe serie storiche di dati idro-meteorologici e idrochimici, nonché i principali pozzi e/o campi-pozzi ubicati nelle piane alluvionali, utilizzati essenzialmente a scopo irriguo e/o industriale, e soggetti a consistenti fattori di pressione correlabili alla elevata antropizzazione del territorio.

Ogni stazione è dotata di una sonda multiparametrica con sensori specifici per l'effettuazione delle misure in continuo di diversi parametri chimico-fisici, e da un sistema di acquisizione, memorizzazione e trasmissione dei dati via modem GSM.

La sonda è equipaggiata con 4 o 6 sensori integrati, specifici per la misura del livello piezometrico e dei parametri chimico-fisici di temperatura, conducibilità elettrica specifica, pH, e, per la sonda a 6 sensori, anche del potenziale *redox* e dei nitrati o dell'ossigeno disciolto. La configurazione scelta è il risultato del tentativo di conciliare l'esigenza di garantire il monitoraggio di alcuni dei parametri chimico-fisici previsti dal D.Lgs. n. 152/2006 con i limiti tecnologici delle metodiche analitiche per il monitoraggio in automatico dei parametri stessi, le cui misure risultano progressivamente meno attendibili, in termini di accuratezza e risoluzione, al crescere della profondità oltre i 150 m.

Le funzioni delle stazioni di monitoraggio sono svolte, oltre che in locale con una connessione diretta ad un computer portatile, da remoto, per mezzo di una connessione alla centrale via modem GSM che trasmette, in formato digitale e secondo modalità programmabili, le misure acquisite, registrate e archiviate da un *data-logger* integrato. Il modulo di trasmissione della stazione invia inoltre segnalazioni di allarme, qualora si riscontrino anomalie dei sensori, e chiamate telefoniche in caso di superamento di soglie impostabili per i singoli parametri chimico-fisici monitorati.

La centrale di telecontrollo e monitoraggio remoto utilizza software applicativo dedicato di tipo *web-service*, che interfaccia una piattaforma GIS con il database dei parametri monitorati e archivia con frequenza di mezz'ora i dati teletrasmessi dalle stazioni. Il sistema consente di visualizzare i dati analitici, di validarli e di elaborare trend temporali. I dati analitici raccolti in telemisura sono visualizzabili online, con accesso regolamentato attraverso un sistema gerarchizzato di *password*.

I primi risultati ottenuti dalla rete di monitoraggio in continuo mostrano che le fluttuazioni dei parametri chimici, dei livelli delle falde e delle portate delle sorgenti sono caratterizzate, come atteso, dalla ciclicità stagionale, ma anche da fluttuazioni di breve periodo collegate al regime pluviometrico e a perturbazioni locali delle falde.

L'acquisizione dei dati in continuo per un periodo pluriennale contribuirà all'interpretazione dell'evoluzione del bilancio idrogeologico nel tempo in relazione ai cambiamenti di origine antropica (prelievi, uso del suolo) e ai cambiamenti climatici che incidono sul ciclo idrogeologico.

## Approvvigionamento idrico e depurazione delle acque

Un'efficace tutela delle acque va perseguita anzitutto attraverso una pianificazione razionale e un uso sostenibile delle risorse idriche, capaci di garantire l'equilibrio del bilancio idrico e salvaguardando a un tempo, da un lato, il

deflusso minimo fluviale e le capacità di ricarica degli acquiferi sotterranei e, dall'altro, i fabbisogni e le esigenze idriche per gli usi civili e produttivi. Ma una pianificazione funzionale può derivare solo da una conoscenza det-

tagliata e da una stima attendibile dei fattori di pressione e degli impatti che si esercitano sulle acque, e da un controllo sulla corretta applicazione della disciplina dei prelievi e degli scarichi. Ad oggi però, malgrado la riorganizzazione del servizio idrico integrato - avviata a metà degli anni '90 con la legge Galli - e l'istituzione da parte delle Regioni degli ATO (Ambiti territoriali ottimali) con finalità di semplificazione e razionalizzazione, la piena operatività del settore non è stata ancora raggiunta, perdurando in molti casi inadeguatezza, frammentarietà e disagi per l'utenza, che procedono assieme ad una cronica carenza o indisponibilità di informazione sistematizzata.

Infatti, a fronte delle pur notevoli attività espletate sia in termini di pianificazione e di affidamento della gestione del servizio per gli ATO campani, recentemente passati da 4 a 5<sup>1</sup>, sia in termini di realizzazione degli interventi, condotti spesso attraverso gestioni commissariali e utilizzando ingenti risorse economiche comunitarie e regionali, la base conoscitiva non risulta aggiornata, non essendo disponibili dati aggiornati completi e omogenei rispetto a quelli utilizzati in fase di stesura dei Piani d'ambito degli ATO, raccolti ad opera della società Sogesid spa nel periodo 1997-2001 e impiegati anche per l'elaborazione del Piano di tutela delle acque. A una base conoscitiva non aggiornata, va ad aggiungersi l'abusivismo - ampiamente diffuso e riguardante tanto i prelievi, da fiumi e pozzi, quanto gli scarichi - che rende difficile l'elaborazione di stime e valutazioni.

In termini di approvvigionamento della risorsa idrica, la Campania risulta

essere sufficientemente autonoma, contribuendo al bilancio idrico complessivo sia i volumi in entrata trasferiti dalle regioni Lazio e Molise, sia i volumi in uscita trasferiti alla regione Puglia. Grandi derivazioni da fiumi, dighe, emungimenti da pozzi e sorgenti captate, alimentano i sistemi acquedottistici e irrigui della Campania, che soddisfano le idroesigenze civili, agricole e industriali.

La rete acquedottistica regionale, variamente articolata e ramificata sul territorio, garantisce l'approvvigionamento idropotabile alla totalità della popolazione residente, con poche eccezioni rappresentate dagli abitanti di case e borghi isolati che ricorrono all'emungimento da pozzo.

Nella tabella 10.3 è illustrato, in sintesi, il bilancio idrico, in termini di volumi prodotti, acquistati, ceduti e immessi in rete per singolo ATO.

Essa riporta anche la disponibilità media giornaliera di acqua per abitante residente in ciascun ATO. Essa si attesta su un valore medio di 443 litri, con un massimo di dotazione nell'ATO Sele, dove la disponibilità procapite risulta addirittura pari a 627 litri giornalieri per abitante. Si tratta di un volume disponibile molto elevato, se confrontato con il corrispettivo dato medio nazionale, ma tale disponibilità è solo nominale, dal momento che - a causa delle ingenti perdite della rete acquedottistica, stimate mediamente al 59% - il volume effettivamente erogato e disponibile giornalmente per abitante in Campania è di circa 260 litri, coerente con il dato nazionale che è pari a 286 litri.

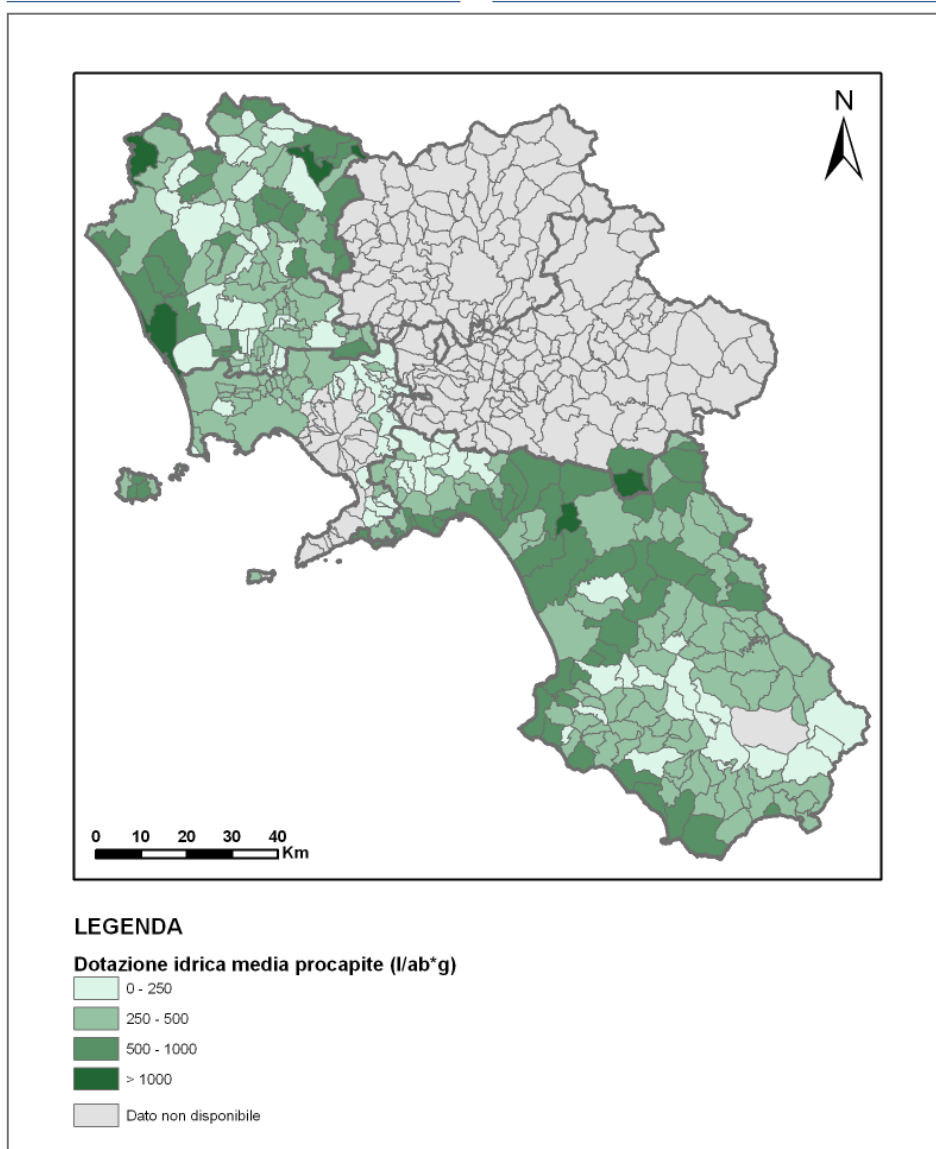
In figura 10.16 è rappresentata la dotazione procapite su base comunale.

(1) Con Legge Regionale n. 1 del 19/01/2007 (legge finanziaria regionale), la Regione Campania ha riaggregato i comuni, precedentemente suddivisi nei 4 ATO, "Calore Irpino", "Napoli-Volturno", "Sarnese-Vesuviano" e "Sele", con l'istituzione del nuovo ATO 5, "Terra di Lavoro"

ATO	Volume prodotto (m <sup>3</sup> /anno)	Volume acquistato (m <sup>3</sup> /anno)	Volume ceduto (m <sup>3</sup> /anno)	Volume immesso in rete (m <sup>3</sup> /anno)	Dotazione media pro capite giornaliera (l/anno)
Calore Irpino	300.196.048	10.932.848	207.400.000	103.728.869	399
Napoli-Volturno	122.036.000	260.000.000	70.000.000	423.036.000	422
Sarnese-Vesuviano	148.811.357	69.200.930	-	218.012.287	407
Sele	184.228.628	-	7.200.930	177.027.698	627
<b>TOTALE</b>	<b>755.272.033</b>	<b>340.133.778</b>	<b>284.600.930</b>	<b>921.804.854</b>	<b>443</b>

**Tabella 10.3**  
Campania: bilancio idrico, anni 1997-2001





**Figura 10.16**  
Risorsa acqua: dotazione procapite  
in Campania su base comunale, anni  
1997-2001

L'acqua a uso potabile, distribuita attraverso le reti acquedottistiche regionali, è soggetta alle attività di controllo qualitativo, ai sensi del D.Lgs. n. 31/2001, svolte da Arpac a supporto delle Asl. In tabella 10.4 si riporta il

dato relativo alle percentuali di non conformità sul totale di determinazioni effettuate dalle strutture laboratoristiche dell'Agenzia sui campioni conferiti dalle Asl delle province di Avellino, Benevento, Napoli e Salerno.

ASL		2005	2006	2007
AV1	Totale determinazioni (n.)	6.436	13.826	11.908
	Determinazioni non conformi (n.)	28	45	6
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,44%</b>	<b>0,33%</b>	<b>0,05%</b>
AV2	Determinazioni non conformi (n.)	7.974	9.011	9.711
	Non conformità (%)	31	11	16
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,39%</b>	<b>0,12%</b>	<b>0,16%</b>
BN	Determinazioni non conformi (n.)	19.462	22.596	21.639
	Non conformità (%)	64	93	53
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,33%</b>	<b>0,41%</b>	<b>0,24%</b>

(segue)

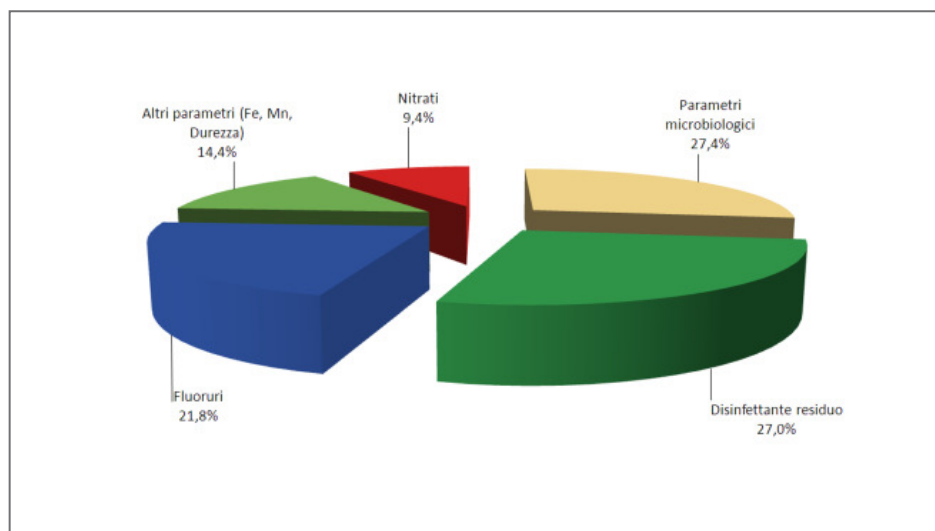
ASL		2005	2006	2007
NA1	Determinazioni non conformi (n.)	81.947	91.906	84.928
	Non conformità (%)	620	618	277
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,76%</b>	<b>0,67%</b>	<b>0,33%</b>
NA2	Determinazioni non conformi (n.)	5.877	7.238	7.865
	Non conformità (%)	25	22	13
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,43%</b>	<b>0,30%</b>	<b>0,17%</b>
NA3	Determinazioni non conformi (n.)	7.687	4.414	4.388
	Non conformità (%)	6	1	4
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,08%</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,09%</b>
NA4	Determinazioni non conformi (n.)	13.402	13.230	14.444
	Non conformità (%)	118	93	109
	Totale determinazioni (n.)	<b>0,88%</b>	<b>0,70%</b>	<b>0,75%</b>
NA5	Determinazioni non conformi (n.)	15.868	16.776	20.936
	Non conformità (%)	384	365	453
	Totale determinazioni (n.)	<b>2,42%</b>	<b>2,18%</b>	<b>2,16%</b>
SA1	Determinazioni non conformi (n.)	16.940	26.449	17.029
	Non conformità (%)	287	253	139
	Totale determinazioni (n.)	<b>1,69%</b>	<b>0,96%</b>	<b>0,82%</b>
SA2	Determinazioni non conformi (n.)	29.136	54.012	29.030
	Non conformità (%)	619	494	100
	Totale determinazioni (n.)	<b>2,12%</b>	<b>0,91%</b>	<b>0,34%</b>
SA3	Determinazioni non conformi (n.)	12.098	21.685	12.703
	Non conformità (%)	499	461	131
	Totale determinazioni (n.)	<b>4,12%</b>	<b>2,13%</b>	<b>1,03%</b>
<b>VALORI MEDI</b>		<b>1,24%</b>	<b>0,87%</b>	<b>0,55%</b>

**Tabella 10. 4**

Risorsa acqua: dati percentuali di non conformità sul totale di determinazioni effettuate, anni 2005-2007

Mediamente la percentuali di parametri non conformi sul totale delle determinazioni effettuate è molto basso, inferiore all'1%, risultando in sensibile diminuzione nel triennio 2005-2007. A un'analisi più dettagliata delle attivi-

tà di controllo effettuate da Arpac sulle acque ad uso umano riferite all'anno 2007, si rileva che le non conformità riscontrate sono attribuibili a parametri diversi, come sinteticamente illustrato in figura 10.17.



**Figura 10.17**

Tipologia di parametri di non conformità, anni 2005-2007

Il 21,8% dei campioni non conformi presenta concentrazioni elevate di fluoruri, superiori ai valori limite fissati dal D.Lgs. n. 31/2001. Tale presenza è riconducibile alle particolari *facies* idrochimiche che caratterizzano le acque distribuite da quei sistemi acquedottistici che attingono a corpi idrici sotterranei di origine vulcanica come il Somma-Vesuvio. La Regione Campania, in attuazione della normativa nazionale, dispone annualmente una deroga per la distribuzione di acque con un contenuto di fluoruri eccedente il valore massimo ammissibile di 1,5 mg/litro nei comuni del comprensorio vesuviano, in vista del completamento dei lavori di adeguamento degli impianti acquedottistici di miscelamento che dovrebbero garantire una distribuzione di acque conforme alla norma. La non conformità dei campioni è attribuibile, invece, per il 9,4% dei campioni a concentrazioni elevate di nitrati - inquinante ubiquitario della cui origine si è già detto sopra - e per il 27,4% ai parametri microbiologici, con una ripartizione di dettaglio del 13,9% per i batteri coliformi, il 7,6% per gli enterococchi e il 5,9% per l'*Escherichia coli*, derivante presumibilmente dalla inefficacia di alcuni impianti di potabilizzazione delle acque.

Il 27% dei campioni risulta non conforme per le elevate concentrazioni di disinfettante residuo, in genere cloroderivati, eccedente dai processi di potabilizzazione delle acque ad uso umano che, tra l'altro, in presenza di sostanze organiche, possono determinare la formazione di microinquinanti tossici.

Per il restante 14,4% dei campioni, infine, la non conformità deriva dalla presenza di altri parametri indesiderati, di origine naturale o antropica.

Malgrado l'acqua erogata "da rubinetto" sia assoggettata a un controllo sistematico che ne garantisce la qualità, e benché non si disponga di dati aggiornati sulla percentuale di utenti che non si fidano a berla rispetto al 38,8% stimato in Campania da un'indagine Istat del 2000, appare significativo il

dato Istat 2005 di un 50,3% di persone di 14 anni e più che dichiarano un consumo quotidiano di acqua superiore a 1,5 litri al giorno e che dichiarano anche di consumare all'86,2% acqua minerale in bottiglia, dato abbastanza coerente con quello dei consumi nazionali medi procapite di acqua minerale, pari a 182 litri all'anno.

L'acqua a uso potabile, in Campania, prelevata per circa il 93% dal sottosuolo (CoViRI, 2005), costituisce soltanto una porzione limitata dei volumi di risorsa idrica prelevati da fiumi e falde e che sono utilizzati per i più esigenti usi produttivi dei settori agricolo, industriale ed energetico.

I volumi d'acqua effettivamente prelevati a scopo irriguo risultano difficilmente quantificabili, dal momento che la dozzina tra Consorzi di bonifica ed enti per l'irrigazione esistenti, gestiscono poco più della metà della superficie agricola utilizzata in Campania e, concessionari di portate per derivazioni ubicate in corrispondenza di diversi fiumi e assegnate, in qualche caso, agli inizi del '900, nel corso degli anni, hanno moltiplicato i volumi prelevati per soddisfare il fabbisogno agricolo. I soli dati disponibili, stimati dall'Inea sulla base di calcoli a partire delle portate concesse, dal numero di giorni irrigui e dalle ore di funzionamento degli impianti di derivazione, sono parziali e forniscono delle stime in difetto. A titolo di esempio, i volumi di derivazione delle traverse posizionate sui fiumi Volturno e Sele, ammontano rispettivamente a  $218.424 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno e  $465.582 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno, mentre i volumi emunti dai campi pozzi dell'Ufita e dell'Agro Sarnese Nocerino ammontano rispettivamente a  $2.233 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno e  $10.515 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno (Inea, 2003).

Ancor meno quantificabili risultano essere i volumi effettivamente utilizzati dal settore industriale. In assenza di questa informazione si riporta qui il dato relativo al fabbisogno industriale stimato nel 2003 dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti a partire del consumo per addetto nelle attività

produttive della provincia di Salerno ed esteso all'intera regione sulla base dell'omogeneità delle realtà industriali esistenti. Tale consumo di acqua è risultato pari a circa 181 m<sup>3</sup>/anno, dato che moltiplicato per i circa 560.000 addetti in Campania determinerebbe un consumo presumibile di acqua nel settore industriale pari a 101x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/anno.

Accanto ai fattori di pressione di tipo quantitativo che si esplicano sulle risorse idriche sotterranee e superficiali a seguito di prelievi, captazioni e derivazioni, bisogna tenere in conto i fattori di pressioni di tipo qualitativo, ovvero i carichi inquinanti puntuali rappresentati dagli scarichi civili e industriali, e quelli diffusi, generati dal comparto agrozootecnico e industriale, recapitati direttamente e indirettamente nelle acque dei corpi idrici regionali.

Il Piano di tutela delle acque ha prodotto delle stime dei carichi puntuali e diffusi limitatamente alle acque super-

ficiali, non essendo possibile valutarne l'entità per le acque sotterranee.

La stima dei carichi puntuali è stata elaborata a partire da una preliminare valutazione dei carichi organici e trofici generati in ambito civile a scala di agglomerato, veicolati come acque reflue attraverso il sistema di collettamento fognario e sversati agli impianti di depurazione, e, in ambito industriale, come carichi organici e trofici, stimandone un abbattimento medio del 60% ad opera dei sistemi di depurazione.

La stima dei carichi diffusi generati dalle pratiche agricole e zootecniche e impattanti sulla qualità delle acque fluviali è stata, invece, elaborata a partire dai dati di consumo dei fertilizzanti e di produzione dei reflui.

In tabella 10.5 si riporta il prospetto sintetico dei carichi generati e sversati su base provinciale, di Kg/annui di BOD<sub>5</sub> e azoto, espressi in termini di abitanti equivalenti.

PROVINCIA	COMUNI	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )		AGR.-ZOOT. N (Kg/a)	ZOOTECNIA BOD <sub>5</sub> (Kg/a)	INDUSTRIALE BOD <sub>5</sub> (Kg/a)	N (Kg/a)		BOD <sub>5</sub> (Kg/a)	
							DEMOGRAFICA			
NAPOLI	92	1.184,7	a Carichi generati	13.000.685	10.972.497	27.367.070	13.766.382	66.996.392		
			b Carichi sversati	10.137.195	8.555.256	16.420.242	11.554.332	41.106.131		
			(b/a)	0,78	0,78	0,60	0,84	0,61		
AVELLINO	119	2.791,6	a Carichi generati	10.887.423	11.967.447	7.277.694	1.931.301	9.398.998		
			b Carichi sversati	5.983.779	6.553.374	4.366.616	1.656.265	6.454.278		
			(b/a)	0,55	0,55	0,60	0,86	0,69		
CASERTA	104	2.681,2	a Carichi generati	24.026.291	31.199.155	8.594.005	3.864.924	18.809.297		
			b Carichi sversati	15.008.468	19.446.433	5.156.403	3.180.114	11.477.266		
			(b/a)	0,62	0,62	0,60	0,82	0,61		
SALERNO	158	4.876,6	a Carichi generati	15.406.962	26.578.044	1.932.739	4.727.848	23.008.863		
			b Carichi sversati	5.522.211	10.025.238	1.159.643	3.841.003	14.810.508		
			(b/a)	0,46	0,38	0,60	0,81	0,64		
BENEVENTO	78	2.070,6	a Carichi generati	8.374.859	19.655.139	3.113.081	1.291.689	6.286.220		
			b Carichi sversati	3.827.367	8.978.467	1.867.648	1.220.589	5.524.976		
			(b/a)	0,46	0,46	0,60	0,94	0,88		
<b>TOTALE</b>	<b>551</b>	<b>13.604,7</b>	a Carichi generati	<b>71.696.220</b>	<b>100.372.282</b>	<b>48.284.589</b>	<b>25.582.144</b>	<b>124.499.770</b>		
			b Carichi sversati	<b>40.779.020</b>	<b>53.558.768</b>	<b>28.970.752</b>	<b>21.452.303</b>	<b>79.373.159</b>		
			(b/a)	<b>0,57</b>	<b>0,53</b>	<b>0,60</b>	<b>0,84</b>	<b>0,64</b>		

**Tabella 10.5**

Raffronto tra carichi generati e carichi sversati, anni 1997-2001 (fonte: Piano di tutela delle acque, 2007)

Nella tabella 10.6 si riporta, invece, il dato di sintesi relativo ai carichi nominali, serviti e trattati per i 23 agglomerati con carichi superiori ai 15.000 abitanti equivalenti, individuati in Campania.

La tutela delle acque dall'inquinamento, in termini di prevenzione e riduzio-

ne dei fattori di pressione e di impatto sui corpi idrici, si realizza - oltre che con l'imposizione di limiti e valori soglia per i parametri analitici nelle acque - anche attraverso l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi in esse recapitati.

N.	Denominazione	Carico nominale (abitante equivalente)	Carico totale servito (abitante equivalente)	Carico totale trattato (abitante equivalente)
1	Acerra-Pomigliano	420.170	331.278	192.000
2	Napoli Nord	526.452	497.925	372.603
3	Napoli Est	771.105	671.607	392.225
4	Area Nolana	339.096	274.377	215.468
5	Foce Sarno	314.137	230.033	103.680
6	Area Casertana	480.318	435.328	428.615
7	Regi Lagni	681.250	593.616	456.621
8	Napoli Ovest	1.121.194	1.002.283	859.529
9	Capaccio	27.590	19.037	15.982
10	Battipaglia	55.321	54.768	15.429
11	Eboli	40.756	33.420	28.383
12	Massa Lubrense	18.736	17.424	17.304
13	Penisola Sorrentina	114.354	89.128	25.863
14	Avellino	167.225	147.679	110.000
15	Ariano Irpino	37.733	33.960	18.767
16	Valle Caudina	46.182	36.652	0
17	Ischia	43.696	11.858	0
18	Ischia - Casamicciola	18.456	8.539	0
19	Ischia - Forio	34.273	20.773	0
20	Salerno	273.886	263.960	258.398
21	Alto Sarno	139.350	129.612	109.589
22	Benevento	99.906	88.916	9.900
23	Capri	50.301	35.849	4.384
<b>TOTALE</b>		<b>5.821.487</b>	<b>5.028.022</b>	<b>3.634.740</b>

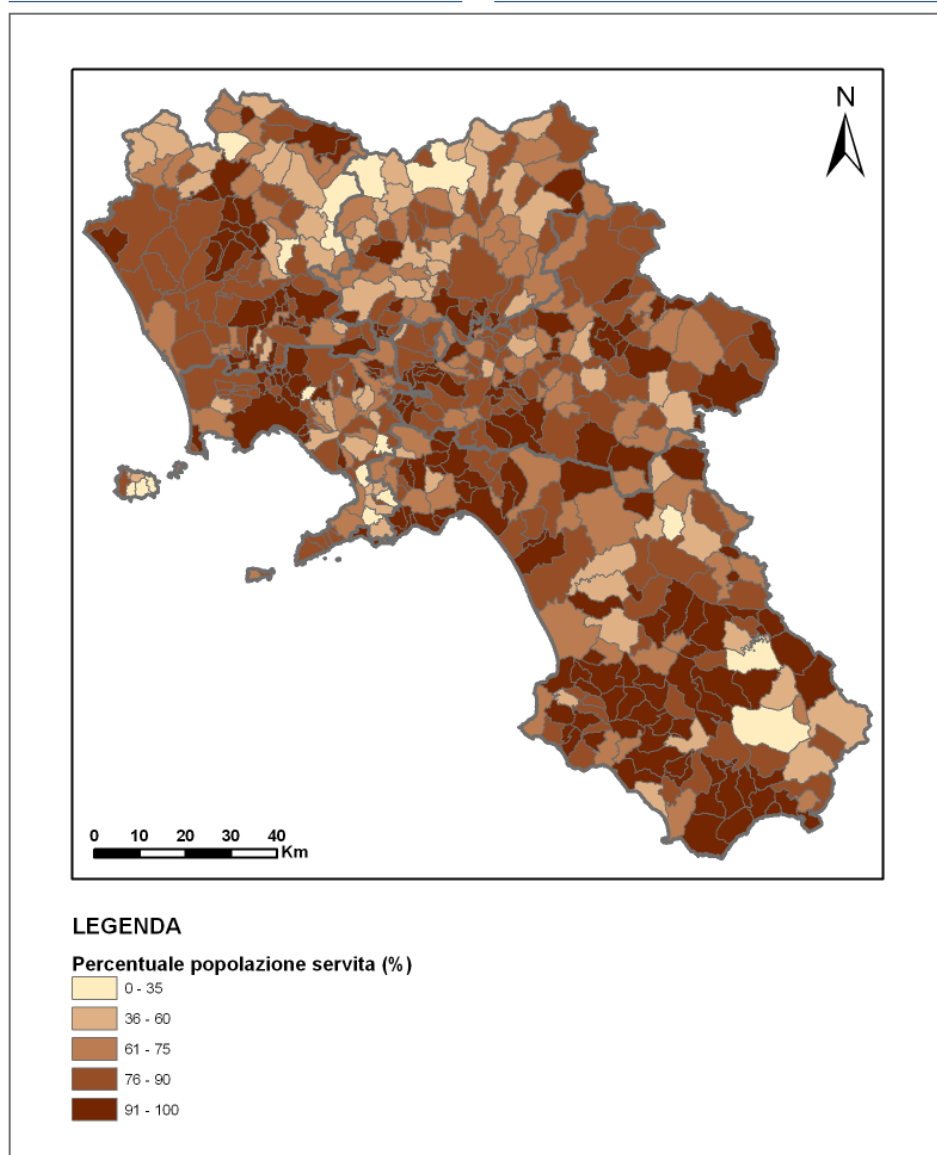
**Tabella 10.6**

Carichi nominali, serviti e trattati per agglomerati con carichi superiori ai 15.000 abitanti equivalenti, anno 2003

Un utile indicatore della capacità di risposta ai fenomeni di inquinamento delle acque è, dunque, indicato dalla copertura dei servizi di fognatura e depurazione. Il dato delle percentuali di popolazione servita è rappresentato nelle cartografie di figura 10.18 e 10.19. Esso riferisce di coperture medie rispettivamente del 60% della popolazione residente allacciata alle reti

fognarie e del 80% di popolazione servita dagli impianti di depurazione.

Tale dato però è riferito alle ricognizioni effettuate nel periodo 1997-2003 nell'ambito della stesura dei Piani d'ambito degli ATO e, dunque, non prende in considerazione gli effetti prodotti, in termini di copertura del servizio, dai numerosi interventi di realizzazione e adeguamento degli impianti effettuati



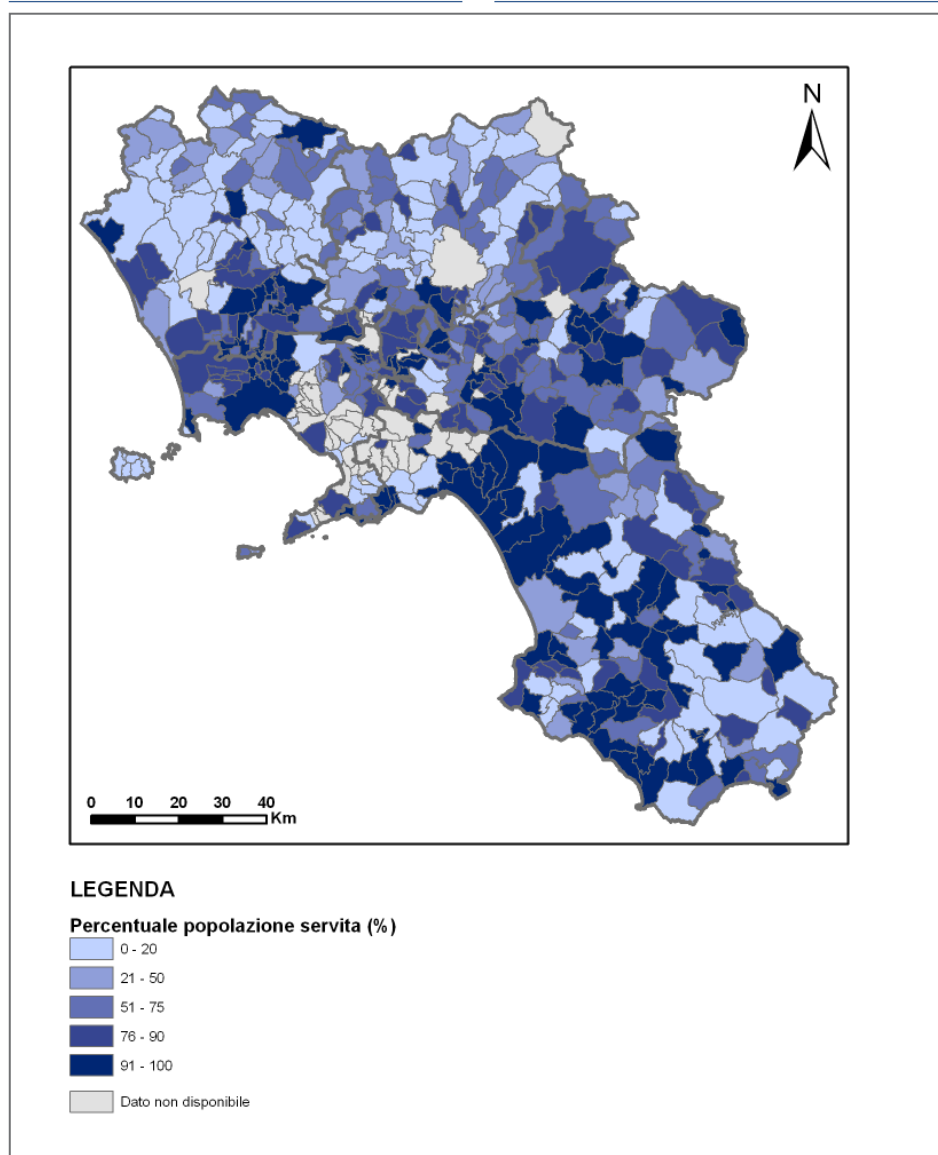
**Figura 10.18**  
Percentuale di popolazione servita da fognatura, anni 1997-2003

negli ultimi anni. Molti degli interventi progettati sono conclusi o in fase di chiusura, con effetti sulla tutela delle acque che si proiettano nell'immediato futuro. È ad esempio il caso del territorio ricompreso nel bacino del fiume Sarno, dove la gestione Commissariale ha avviato, e in parte portato a termine, interventi per la realizzazione di 33 reti fognarie per circa 650 chilometri a servizio dei 39 comuni ricadenti nel bacino che, a regime, dovrebbero garantire la copertura di oltre il 90% della popolazione residente e un deciso abbattimento dei carichi inquinanti veicolati alle acque superficiali e sot-

terranee dell'area sarnese.

Ad oggi però la realtà è diversa, come confermano le attività di controllo effettuate da Arpac ai sensi della vigente disciplina degli scarichi, normata dal D.Lgs. n. 152/2006.

Per una dettagliata disamina della situazione nei comprensori napoletano e casertano si rimanda ai paragrafi successivi redatti dai dipartimenti Arpac di Napoli e Caserta, mentre il dipartimento ARPAC di Salerno riporta uno studio degli impatti del comparto turismo e della popolazione fluttuante sui sistemi di depurazione nel salernitano.



**Figura 10.19**  
Percentuale di popolazione servita da depurazione, anni 1997-2003

### *Depurazione e controlli nella provincia di Napoli*

L'attuale normativa assume, come regola fondamentale, che tutti gli scarichi siano disciplinati in funzione degli obiettivi di qualità del corpo idrico recettore e impone il rispetto dei limiti di emissione contenuti nell'allegato 5 al D.Lgs. n. 152/2006.

Il Dipartimento provinciale di Napoli effettua controlli periodici sui seguenti depuratori regionali: Napoli ovest, Omomorto, Foce Sarno, Bosco Estirpato, Fugist (tabella 10.7).

Dai controlli periodici effettuati negli ultimi quattro anni risulta che, in circa l'80% dei campioni esaminati, la composizione del refluo scaricato non

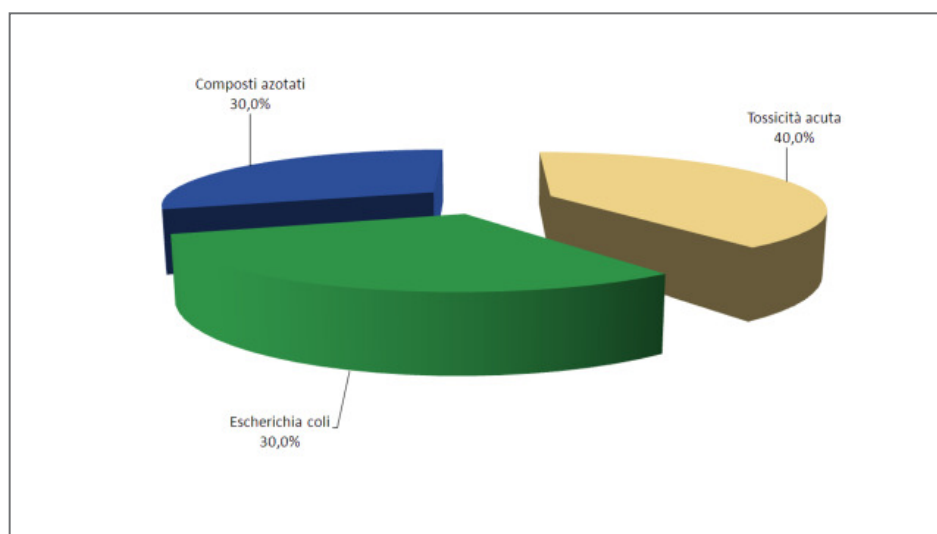
è conforme ai limiti previsti per legge, anche per più di un parametro contemporaneamente.

Dall'analisi di tutti i campioni prelevati nel periodo 2004-2008, presso i cinque depuratori regionali controllati, risulta che nel 40% dei campioni la tossicità acuta risulta elevata, il 30% risulta batteriologicamente non conforme e il 30% supera i limiti per i composti azotati (figura 10.20).

L'intero processo garantisce comunque il 98% di abbattimento del materiale surnatante, nonché il 70% di abbattimento del materiale inquinante.

DENOMINAZIONE	UBICAZIONE	BACINO UTENZA	DIMENSIONI (Abitanti equivalenti serviti)	TIPOLOGIA	RECETTORE
Bosco Estirpato	Marigliano	San Vitaliano, Palma Campania, Carbonara di Nola, Nola, Comiziano, Saviano, Tuffino, Scisciano, Cimitile, Cicciano, San Paolo Bel Sito, Casamarciiano, Marigliano, San Gennaro al Vesuvio, Visciano, Camposano, Roccarainola	461.000	Urbano	Regi Lagni
Foce Sarno	Castellammare di Stabia	Castellammare di Stabia, Gragnano, Pimonte, Lettere, Sanata Maria la Carità, Torre Annunziata, Boscotrecase, Trecase	500.000	Urbano	Mar Tirreno
Fugist	Napoli est	Napoli est, Portici, Ercolano, Torre del Greco, San Giorgio a Cremano (parzialmente), San Sebastiano al Vesuvio (parzialmente)	1.750.000	Urbano	Mar Tirreno
Napoli Ovest	Pozzuoli	Napoli ovest, Pozzuoli, Bacoli, Quarto, Monte di Procida, Giugliano(ASI), Qualiano, Villa Ricca, Mugnano	1.200.000	Urbano	Mar Tirreno
Omomorto	Caivano	Acerra, Afragola, Pomigliano d'Arco, Casalnuovo, Casoria	276.000	Urbano	Regi Lagni

**Tabella 10.7**  
Caratteristiche strutturali depuratori provincia di Napoli



**Figura 10.20**  
Valori percentuali dei parametri che hanno contribuito alla non conformità

Atteso che la costruzione degli impianti in questione risale agli anni settanta - precedente quindi all'emanazione dell'attuale normativa che impone limiti più restrittivi rispetto alla Legge n. 319 del 10/05/1976, nonché al piano di risanamento regionale delle acque di cui alla Delibera regionale Campania n 223/11 del 18 dicembre 1984 - si desume che l'attuale tecnologia utilizzata dai suddetti impianti non è sufficiente a garantire il rispetto dei limiti normativi.

**Impianto di depurazione "Napoli**

**Ovest" (Cuma)** - L'impianto di depurazione di Napoli Ovest è una delle più importanti infrastrutture (superficie occupata 29 ettari) nel campo della depurazione delle acque realizzata nel sud Italia. L'apporto maggiore è ovviamente dovuto alla città di Napoli, le cui acque reflue vengono addotte all'impianto attraverso l'esistente emissario di Cuma. Le acque dell'emissario vengono derivate e addotte all'impianto attraverso un canale in galleria lungo circa 3 chilometri e, dopo il trattamento, restituite all'emissario stesso in



prossimità dello sbocco a mare, attraverso un canale di circa 4 chilometri di lunghezza.

Il processo depurativo delle acque, biologico a fanghi attivi, si compie attraverso le fasi di: dissabbiatura e flottazione, preaerazione, chiarificazione primaria, aerazione, disinfezione con cloro.

Attualmente le portate che giungono effettivamente all'impianto sono pari all'incirca a 2,15 m<sup>3</sup>/s. Nelle attuali condizioni di funzionamento il volume disponibile per la fase biologica è di 25.000 m<sup>3</sup>, corrispondente a 5 delle 14 vasche di aerazione, senza considerare le sostanze solide in sospensione e in soluzione, prevalentemente organiche, che possono essere stimate in 110.000 chilogrammi al giorno.

Da tale quantitativo vengono estratti con il trattamento completo del liquame circa 98.000 chilogrammi, pervenendo così, nell'acqua dell'uscita dall'impianto, a concentrazioni di solidi sospesi nell'ordine di 40 mg/litro e di 20 mg/litro per il COD. Tuttavia, a causa del mancato adeguamento tecnologico, l'impianto risulta inadeguato con il 93% dei campioni fuori dai limiti consentiti, di solito anche per 2 o 3 parametri contemporaneamente.

**Impianto di depurazione "Omomorto" (Acerra - Caivano)** - L'impianto di depurazione di Acerra, ubicato nel comune di Caivano, località Omomorto, è uno degli impianti realizzati nell'ambito del progetto speciale per il disinquinamento del golfo di Napoli. L'impianto è stato costruito per trattare i reflui di origine civile, per un portata media di 2.000 m<sup>3</sup>/ora e di origine industriale per 300 m<sup>3</sup>/ora. Essi sono convogliati all'impianto a mezzo di collettori comprensoriali. L'effluente depurato è scaricato nel canale di bonifica Regi Lagni. L'ambito territoriale servito è costituito da un comprensorio con un'estensione territoriale di 195 Km<sup>2</sup>. Lo schema di processo dell'impianto di depurazione è quello classico a fanghi attivi con trattamento primario (grigliatura grossolana, sollevamento, grigliatura fine, dissabbiaggio, preaerazione, di-

soleazione, sedimentazione primaria) e trattamento secondario (ossidazione biologica, sedimentazione secondaria, disinfezione). Tuttavia per il mancato adeguamento tecnologico l'impianto risulta inadeguato con il 79% dei campioni fuori dai limiti consentiti di solito anche per 2 o 3 parametri contemporaneamente.

**Impianto di depurazione "Foce Sarno" (Castellammare)** - L'impianto di depurazione è così denominato in quanto situato in prossimità della foce del fiume omonimo. Esso fa parte del sistema complessivo dei depuratori previsti per il trattamento delle acque reflue, civili e industriali provenienti dal bacino idrografico del fiume Sarno. I reflui confluiscono all'impianto mediante tre principali collettori comprensoriali situati uno a destra del fiume Sarno (emissario di Torre Annunziata) e due a sinistra del fiume Sarno (emissario di Castellammare e dell'entroterra collinare). Allo stato arrivano al depuratore soltanto il 60% dei reflui provenienti dal collettore di Castellammare; di conseguenza la portata influente al depuratore risulta quantitativamente molto al di sotto di quella prevista con effetti decisamente negativi sull'intero processo depurativo.

Per adeguarsi alla normativa vigente l'impianto deve essere trasformato da chimico-fisico a biologico. Sono in corso i lavori di adeguamento a cura del Commissario straordinario per l'emergenza Sarno. La qualità del refluo finale, scaricato tramite condotta sottomarina a 1,2 chilometri dalla costa non rispetta i limiti del D.Lgs. n. 152/2006 per il 96% dei campioni prelevati negli ultimi quattro anni.

**Impianto di depurazione "Bosco estirpato" (Marigliano)** - L'impianto di depurazione area nolana ubicato nel comune di Marigliano, in località Bosco Estirpato - facente parte del progetto speciale per il disinquinamento del golfo di Napoli PS3 - è stato realizzato per il trattamento delle acque reflue provenienti dai 34 comuni gravitanti nel comprensorio dell'area nolana. Lo schema di processo dell'impianto di

depurazione è quello classico a fanghi attivi con trattamento primario (grigliatura grossolana, sollevamento, grigliatura fine, dissabbiaggio, preareazione, disoleazione, sedimentazione, sedimentazione primaria) e trattamento secondario (ossidazione biologica, sedimentazione secondaria, disinfezione). I reflui sono convogliati all'impianto attraverso una rete di collettori consortili che si sviluppa per circa 76 chilometri. Il refluo depurato scarica nel canale di bonifica dei Regi Lagni. L'impianto di tipo biologico ha una potenzialità di progetto 461.000 abitanti equivalenti: allo stato, gli utenti che usufruiscono del servizio depurativo, svolto dall'impianto centralizzato, sono stimabili in 261.000 abitanti equivalenti. Tuttavia per il mancato adeguamento tecnologico, l'impianto risulta inadeguato con il 77% dei campioni fuori dai limiti consentiti di solito anche per 2 o 3 parametri contemporaneamente.

**Impianto di depurazione FUGIST (Napoli Est)** - L'impianto di depurazione di Napoli est è ubicato nel comune di Napoli, via De Roberto - via Nuova Gaieoncello. È stato progettato, nell'ambito del progetto PS3 per il disinquinamento del golfo di Napoli, per trattare i reflui di origine civile provenienti dai comuni di cui alla tabella 10.7 attraverso il collettore Vesuviano e il collettore Alto orientale.

Lo schema di processo dell'impianto è quello classico a fanghi attivi con una portata media di progetto di 5 metri cubi al secondo. Lo scarico dei reflui trattati, provenienti dall'impianto, avviene attraverso un canale emissario in condotta sottomarina.

Tuttavia per il mancato adeguamento tecnologico l'impianto risulta inadeguato con il 86% dei campioni fuori dai limiti consentiti di solito anche per 2 o 3 parametri contemporaneamente.

I risultati suddetti non evidenziano linee di tendenza riconoscibili nell'andamento delle concentrazioni delle diverse sostanze inquinanti, il che significa che permangono le condizioni di funzionamento insufficiente che da

tempo hanno comportato la revoca delle autorizzazioni da parte della Provincia e, prima ancora, hanno indotto la Regione Campania, il Commissario delegato all'emergenza acque reflue e il Commissario delegato all'emergenza Sarno, ciascuno per le proprie competenze, a programmare la realizzazione di consistenti interventi strutturali di adeguamento e di rifunionalizzazione di ciascun impianto.

È evidente che, senza il completamento degli interventi strutturali suddetti, il funzionamento di tutti gli impianti di depurazione regionali resterà inevitabilmente al di sotto degli standard di legge, come del resto provano tutti i risultati dei campionamenti effettuati fino ad oggi. Così è pure evidente che l'insufficiente funzionamento è stato certamente aggravato per gli impianti che nelle condizioni straordinarie dell'emergenza rifiuti sono stati utilizzati per il trattamento di percolati provenienti dalle discariche gestite dal Commissario delegato. Tuttavia si è del parere che l'avanzamento dei diversi programmi di adeguamento consenta di attribuire al tempo strettamente necessario per il completamento degli interventi strutturali il valore di "periodo transitorio necessario per il ritorno alle condizioni di regime", nel senso stabilito dall'articolo 101, comma 1 del D.Lgs. n. 152/2006, che permette per altro all'ente titolare di potestà autorizzativa, in questo caso la Provincia, di stabilire specifiche deroghe per i periodi ricadenti in tale fattispecie.

Una volta accertata l'inadeguatezza di un impianto di depurazione per i motivi di carattere strutturale legati alla sua realizzazione e/o alle trasformazioni del contesto territoriale, l'unica azione possibile per ottenere il ritorno alle condizioni di regime è l'esecuzione degli interventi strutturali di adeguamento.

In tale ottica si ritiene dunque necessario che le amministrazioni pubbliche interessate al miglioramento delle condizioni dei corpi idrici superficiali e sotterranei concordino rapidamente un percorso comune che porti:

- alla presa d'atto dell'esistenza di

- 
- un intervento programmato e calendarizzato di adeguamento degli impianti di trattamento delle acque reflue, per la loro definitiva messa a norma
  - all'accertamento dell'adozione di tutti gli eventuali accorgimenti gestionali che, in attesa dei citati interventi strutturali, possono migliorare l'efficienza del trattamento, pur nell'impossibilità del conseguimento degli standard di legge
  - al rilascio di provvedimenti amministrativi che legittimino la necessaria fase transitoria che precederà il ritorno a regime degli impianti
  - all'eliminazione di ogni ostacolo che dovesse determinare il prolungamento dei tempi occorrenti per la realizzazione delle opere di adeguamento degli impianti
  - all'avvio prioritario e urgente di quegli interventi, compatibili con il programma complessivo dell'adeguamento, la cui realizzazione consentirebbe di migliorare rapidamente e in maniera significativa l'efficacia del trattamento (ad esempio la verifica e l'attivazione della già esistente condotta sottomarina a servizio dell'impianto di depurazione Napoli Est).

### *Depurazione e controlli nella provincia di Caserta*

La provincia di Caserta è, da più di 20 anni, quella con la più alta percentuale di costa non balneabile (circa il 60%), a causa principalmente di scarichi di acque reflue urbane non depurate, immessi indirettamente attraverso i corsi d'acqua che sfociano nella fascia costiera.

L'indagine, avente come obiettivo la determinazione dello stato dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi, ha interessato tutti i comuni della provincia di Caserta ed è stata effettuata direttamente sul posto, attraverso sopralluoghi, prelievo di campioni, misure e valutazione tecnica degli impianti di depurazione, ove esistenti, in quando i passati censimenti, effettuati da istituzioni pubbliche attraverso questionari inviati ai comuni, hanno sempre registrato uno scarso riscontro, incompletezza e imprecisioni nei dati trasmessi.

Il servizio di pubblica fognatura copre circa il 93% degli abitanti della provincia di Caserta, in linea con la media nazionale (99%) riportata dall'Annuario Istat dei dati ambientali, se si tiene conto che quest'ultimo rileva solo gli abitanti di comuni completamente provvisti di rete fognaria.

Sono stati censiti 171 punti di immissione di acque reflue urbane in acque superficiali, di cui 167 provenienti da

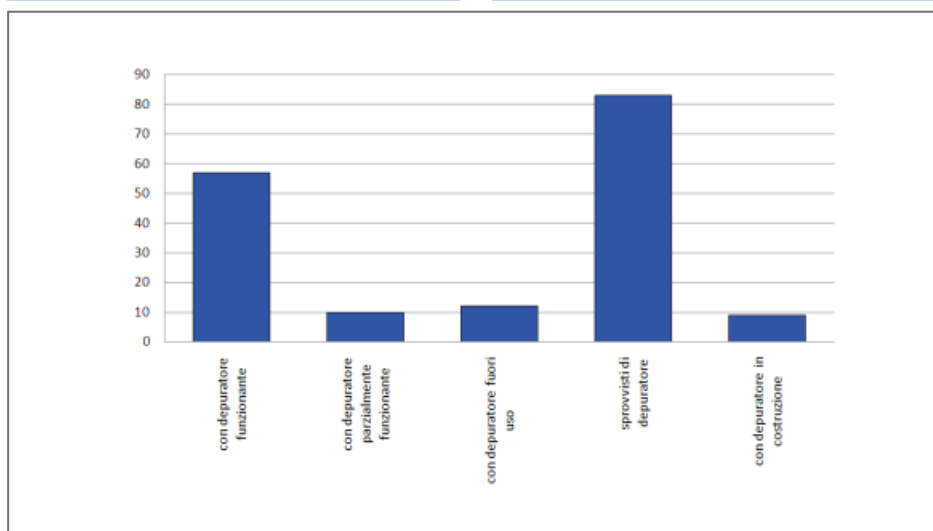
reti fognarie comunali, 3 da depuratori a servizio di collettori regionali e 1 da depuratore di consorzio di comuni. Il trattamento dei liquami sul complesso dei punti di immissione è riportato in figura 10.21. I depuratori considerati in costruzione sono quelli con progetto approvato e totalmente o parzialmente finanziato.

Per quanto riguarda la tipologia di trattamento sulla percentuale di abitanti, i dati sono riportati in figura 10.22, dove sono confrontati con le percentuali dell'intero mezzogiorno e dell'Italia complessiva, secondo i dati riportati dall'Annuario ambientale Istat.

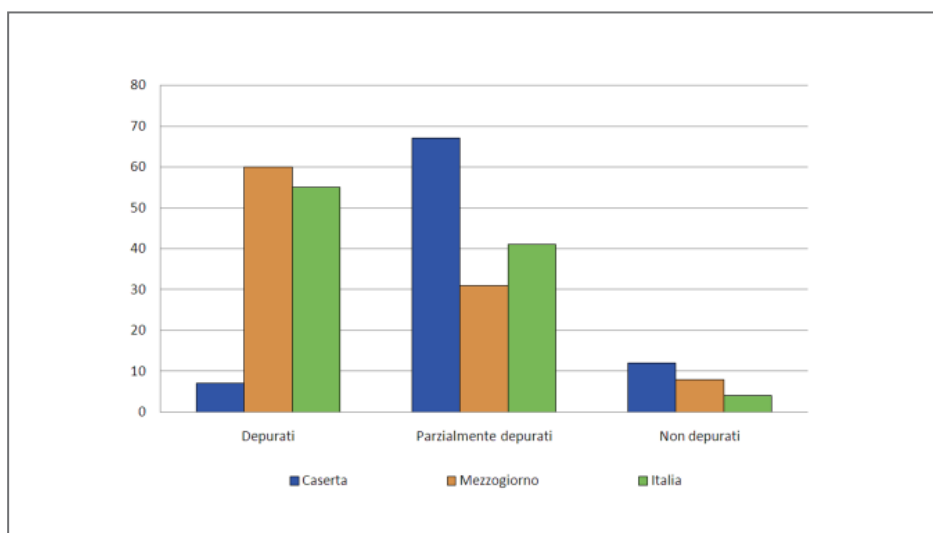
I parametri risultati fuori dai limiti normativi sui campioni di acque reflue ai punti di immissione sono riportati in figura 10.23. Sono stati elaborati a parte i dati che riguardano i depuratori regionali, su cui vengono effettuati prelievi con cadenza quindicinale.

Per quanto riguarda i singoli bacini idrici, il canale dei Regi Lagni riceve il carico più elevato sia in termini quantitativi - circa il 66% dell'intera popolazione della provincia a cui si aggiungono 577.000 abitanti della provincia di Napoli che confluiscono ai depuratori regionali siti nel territorio casertano - che qualitativo, trattandosi di reflui solo parzialmente depurati o non depurati.

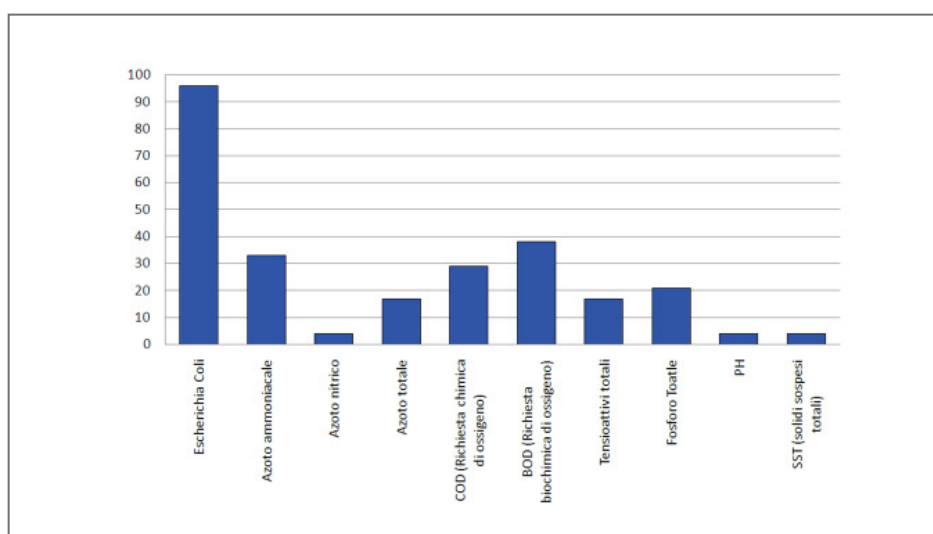
**Figura 10.21**  
Punti di immissione in acque superficiali, provincia di Caserta



**Figura 10.22**  
Confronto tra percentuali di abitanti per tipologia di trattamento



**Figura 10.23**  
Valori percentuali dei parametri fuori limite sul totale dei campioni



La tabella 10.8 riporta il dettaglio del carico sui singoli bacini.

BACINO	Abitanti Totali	Abitanti con depurazione	Abitanti con depurazione parziale	Abitanti senza depurazione
Agnena	31.600	19.600	4.000	8.000
Canale D'Auria e Rio San Limato	5.505 + 500*	500*	0	5.505
Garigliano	21.304 + 3.000*	1.700 + 3.000*	3.980	15.624
Lago Corree	1.400	1.100	300	0
Lago Falciano	2.300	0	0	2.300
Mare	23.000 + 16.500*	1.500*	23.000 + 15.000*	0
Regi Lagni	566.166 + 577.013**	0	540.966 + 577.013**	25.200
Rio Trimoletto	7.000 + 50.000*	7.000 + 50.000*	0	0
Savone	24.700	7.000	550	17.150
Volturmo	84.755 + 55.000*	25.155	24.280 + 55.000*	35.320
<b>TOTALE</b>	<b>767.730 + 125.000* + 577.013**</b>	<b>61.555 + 55.000*</b>	<b>597.076 + 70.000* + 577.013**</b>	<b>109.099</b>

\* stagionali  
\*\*abitanti in comuni della provincia di Napoli, convogliati a depuratori regionali in provincia di Caserta

**Tabella 10.8**  
Carico sui singoli bacini

L'indagine ha evidenziato, nel complesso, una grave situazione del sistema provinciale di trattamento delle acque reflue urbane, sia per la percentuale di abitanti sprovvista del tutto di sistema di trattamento dei reflui, sia per l'inadeguatezza degli impianti esistenti testimoniata dal fatto che i reflui di circa il 70% degli abitanti è trattato solo parzialmente, generando immissioni

in acque superficiali che non rientrano nei limiti della normativa, in particolare per l'inefficiente disinfezione.

Si può affermare, pertanto, che per il recupero alla balneabilità delle coste è indispensabile un programma finalizzato sia all'adeguamento degli impianti esistenti, sotto il profilo impiantistico e gestionale, sia alla realizzazione di nuovi impianti di depurazione.

### *Turismo e carichi inquinanti sui sistemi di depurazione nel salernitano*

Il turismo contribuisce a rafforzare l'appartenenza al territorio e a raggiungere obiettivi economici, ma può anche generare un impatto negativo sull'ambiente.

L'industria turistica, con le sue attività, ha una notevole influenza sulle risorse naturali, sulla biodiversità e sulla capacità di assorbimento dell'impatto e dei residui prodotti da parte del territorio interessato.

D'altra parte, l'esistenza di condizioni qualitative inadeguate delle matrici ambientali nei territori a vocazione turistica determina un sostanziale impoverimento del quadro economico, scoraggiando le forme più evolute di fruizione del territorio e influenzando negativamente sulla formazione del valore aggiunto.

Il contributo attivo del turismo allo sviluppo economico di un territorio presuppone necessariamente solidarietà, rispetto reciproco e partecipazione da parte di tutti gli attori coinvolti nel processo al fine di renderlo sostenibile.

In termini di pressioni sull'ambiente il turismo presenta degli input - costituiti da richiesta alimentare, energetica, idrica e di territorio - e degli output, costituiti dal peso che il turismo ha sullo smaltimento dei rifiuti, sulla depurazione delle acque reflue, sulle varie infrastrutture a rete (viarie, fognarie, acquedottistiche), sulla qualità delle acque di balneazione, sulla qualità dell'aria.

L'Unep ha identificato tre principali aree di impatto del turismo tra le quali assume rilievo l'inquinamento che

può evidenziarsi, tra l'altro, nella forma dell'inquinamento da acque reflue, che richiedono impianti di trattamento in grado di gestire le forti oscillazioni stagionali, caratteristiche, in particolare, dei territori a turismo di massa. Particolare rilievo assume quindi il monitoraggio che Arpac effettua sulla funzionalità dei sistemi di trattamen-

to, controllando lo stato complessivo dell'impianto, la sua funzionalità e valutando i parametri chimico-fisici delle acque trattate.

In tabella 10.9 sono rappresentati gli esiti dei controlli effettuati nel periodo estivo (maggio-agosto 2008) sugli impianti di depurazione dei soli comuni della fascia costiera.

Esiti controlli (%)	Costiera Amalfitana	Costa Salernitana	Costiera Cilentana
Conformità	11,1	60	43,7
Non conformità	77,8	20	37,5
Non prelevati (*)	11,1	20	18,8
Parametri fuori limite più frequenti: escherichia coli, solidi sospesi, azoto ammoniacale, azoto nitroso, BOD <sub>5</sub> , COD			
(*) la percentuale dei "non prelevati" è riferita a impianti fermi al momento del sopralluogo			

**Tabella 10.9**

Percentuale esiti controlli delle fasce costiere, maggio-agosto 2008

I dati in tabella rappresentano la situazione puntuale al momento del controllo; nelle tabelle successive è effettuata una valutazione dell'efficienza dei sistemi di trattamento delle acque reflue nell'ambito costiero. Per tutti i comuni che si affacciano sulla costa è stato eseguito il raffronto tra il numero di abitanti equivalenti totali (Aet - fonte Istat) e il numero di abitanti equivalenti effettivamente serviti dagli impianti di trattamento esistenti. Il valore 0 corrisponde ai comuni privi di impianti di depurazione, il valore 100 a quelli dotati di impianti di depurazione di capacità maggiore o uguale di Aet; i valori intermedi sono calcolati come rapporto percentuale tra gli abitanti equivalenti serviti e quelli totali.

Gli "abitanti equivalenti" rappresentano una stima del carico organico biodegradabile prodotto dalle attività domestiche e dalle attività economiche, basata sull'equivalenza:

1 abitante equivalente = 60 grammi al giorno di BOD<sub>5</sub> (richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni).

Tale valore corrisponde a quanto mediamente immesso nelle acque di scarico da un abitante residente stabilmente, secondo la definizione data dalla vigente normativa in materia di protezione e depurazione delle acque dall'inquinamento (D.Lgs n. 152/2006).

Negli "abitanti equivalenti totali" sono invece considerate tutte le acque reflue, comprendenti anche gli scarichi delle industrie manifatturiere presenti sul territorio comunale e, quindi, non assimilabili alle attività domestiche.

I dati sull'efficienza devono essere naturalmente considerati in funzione dei flussi demografici stagionali dovuti alle presenze turistiche, del reale stato di funzionamento degli impianti, che varia caso per caso, e della presenza di impianti consortili nei quali confluiscono le acque reflue di diversi comuni della costa e dell'entroterra.

Il dato demografico costiero è particolarmente influenzato dagli arrivi estivi, che incidono fortemente sulla stima dell'Aet e contribuiscono significativamente alle variazioni del rapporto tra la potenzialità degli impianti e il carico antropico insistente sulla costa.

L'intera fascia costiera della provincia salernitana è stata suddivisa in tre ambiti territoriali, aventi caratteristiche omogenee sia dal punto di vista fisico-strutturale sia da quello strettamente socio-economico. Tale suddivisione risulta utile ai fini di questa indagine e articolata come di seguito:

- costiera amalfitana
- area salernitana e piana del Sele
- costiera cilentana.

Per quanto riguarda la costiera amalfi-

tana, gli elementi di elevato valore paesaggistico e la presenza antropica ad essi integrata la rendono storicamente meta di un turismo internazionale. I flussi turistici, per il forte richiamo esercitato, si distribuiscono durante tutti i periodi dell'anno, con una concentrazione particolare nel periodo estivo. Nel solo trimestre luglio-agosto-settembre si arriva quasi al 50% delle presenze totali annuali (PTCP di Salerno), con un picco estivo che supera le 500.000 presenze.

Nel periodo di massima affluenza il numero delle presenze sul territorio costiero, tra residenti e visitatori, aumenta in maniera considerevole. Ciò influisce sfavorevolmente sulla qualità delle acque di balneazione e sull'efficienza dei sistemi di trattamento delle acque reflue attivi nel territorio.

Il sistema degli impianti di depurazione in costiera amalfitana ha già un modesto livello di efficienza, dovuto in qualche caso alla vetustà e all'obsolescenza degli impianti, ma generalmente imputabile alla modesta dimensione (di gran lunga inferiore ad un'accettabile economia di scala) dei depuratori. Situazione emblematica è quella del bacino del Reginna Maior, ove insiste il recente impianto di depurazione, che pur ricadendo a poche centinaia di metri dall'abitato della più popolata Maiori (ancora priva di un'accettabile sistema di trattamento) è stato pro-

gettato per il solo trattamento delle acque reflue di Tramonti.

Il raddoppio estivo degli abitanti equivalenti, dovuto all'incremento delle presenze turistiche sulla costa, sottopone a un evidente stress il già precario sistema di trattamento dei reflui fognari, determinando condizioni di non balneabilità delle acque costiere in corrispondenza di tutti i principali corsi d'acqua.

Lo stesso consistente carico antropico insistente sulla costa accentua le condizioni di rischio connesse all'inquinamento delle acque di balneazione e impone l'esecuzione di controlli accurati e intensi sia sulla qualità dell'acqua di mare nella fascia costiera, sia sugli emissari dei diversi impianti di depurazione censiti.

Il monitoraggio degli effluenti dagli impianti depurazione viene effettuato nel rispetto delle procedure stabilite dall'allegato V alla parte terza del D.Lgs. n. 152/2006.

La criticità emersa riguarda essenzialmente il sottodimensionamento degli impianti nei periodi in cui si registrano i picchi stagionali di presenze turistiche (giugno-agosto > 500.000 presenze) ovvero quando il carico di sostanza organica è maggiore e la capacità depurativa degli impianti diventa critica. Il numero abitanti equivalenti serviti è desunto da dichiarazione dei gestori degli impianti.

Comune	Popolazione residente nel 2006	Popolazione presente non residente	Popolazione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Posti letto alberghi, campeggi e alloggi per turisti	Abitanti in seconde case (non destinate a turisti)	Ristoranti e bar	Micro industria	Piccola, media e grande industria	Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
Amalfi	5.434	82	0	387	1.503	1.250	3.650	16.657	1.180	28.963	30.143
Atrani	963	7	0	-71	58	490	486	2	0	1.935	1.935
Cetara	2.392	17	-270	-102	147	751	547	8.730	279	12.212	12.491
Conca dei Marini	733	16	-286	-12	172	658	383	0	0	1.664	1.664
Furore	827	3	-321	-35	282	183	177	602	13	1.718	1.731
Maiori	5.677	62	-98	-54	1.653	2.387	2.840	3.199	3.377	15.666	19.043
Minori	2.926	41	0	-98	498	690	1.435	22.387	2.284	27.879	30.163
Positano	3.938	84	-407	146	2.368	813	4.175	292	93	11.409	11.502
Praiano	2.012	45	0	-84	933	542	765	8.951	0	13.164	13.164
Ravello	2.517	51	-168	-18	972	1.049	1.536	26.042	1.434	31.981	33.415
Scala	1.522	28	-81	-94	102	564	269	2.677	0	4.987	4.987
Tramonti	4.103	56	-441	-78	56	1.906	744	16.142	1.566	22.488	24.054
Vietri sul Mare	8.525	239	-97	-332	374	1.073	2.501	3.418	15.299	15.701	31.000

**Tabella 10.10**

Stima del carico inquinante delle acque reflue in termini di abitanti equivalenti nei comuni della costa amalfitana (Fonte: Istat)

**Tabella 10.11**  
Stima del grado di efficienza della depurazione delle acque nei comuni della costa amalfitana (rielaborazione Arpac su dati Istat)

Comune	Tipo di Impianto	Corpo Recettore	Popolazione residente al 2006	Abitanti equivalenti totali (Aet)	Abitanti equivalenti serviti	Grado di efficienza della depurazione delle acque
Amalfi	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	5.434	30.143	53.000	100
Atrani	Vasca di decantazione	Condotta sottomarina	963	1.935	0	0
Cetara	Vasca di decantazione	Condotta sottomarina	2.392	12.491	0	0
Conca dei Marini			733	1.664	0	0
Furore	Vasca di decantazione	Condotta sottomarina	827	1.731	600	35
Maiori	Vasca di decantazione	Condotta sottomarina	5.677	19.043	0	0
Minori	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	2.926	30.163	1.000	3
Positano	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	3.938	11.502	18.000	100
Praiano	Vasca di decantazione	Condotta sottomarina	2.012	13.164	0	0
Ravello	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (fiume Regina Minor)	2.517	33.415	600	2
Tramonti	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (fiume Regina Maior)	4.103	24.054	16.848	70
Vietri sul Mare	Processo chimico-fisico	Condotta sottomarina	8.525	31.000	9.000	29

La fascia costiera dell'area salernitana e della piana del Sele appartiene ad un vasto comprensorio pianeggiante che coincide con la pianura alluvionale del Sele, delimitato a ovest dai monti Lattari, a nord dalle colline picentine e a est dai primi rilievi montuosi del Cilento. Nell'area il fitto reticolo idrografico proveniente dai versanti collinari si concentra in pochi corsi d'acqua ad andamento pressoché parallelo (da nord-ovest a sud-est) che sfociano nel Tirreno. Oltre al Sele, che è il corso d'acqua principale e dà nome all'intera piana, si annoverano l'Irno, il Picentino, il Tusciano, il Solofrone e il Testene.

Per le sue favorevoli caratteristiche geomorfologiche e pedologiche l'area è interessata da estese coltivazioni intensive, da notevoli insediamenti produttivi e commerciali e da una forte urbanizzazione. La sua posizione geografica fa sì che l'area svolga fondamentali funzioni di snodo e di collegamento tra i comprensori contigui, in una dimensione locale e interprovinciale. La costa bassa è sede di numerosi insediamenti turistici di carattere alberghiero ed extra-alberghiero ed è

fortemente interessata dalla diffusione di seconde case.

Nella piana del Sele il problema della qualità delle acque marino costiere presenta caratteristiche ricorrenti in tutte le zone costiere della Campania: concentrazioni di flussi turistici nello spazio (litorale e entroterra immediato) e nel tempo (stagione estiva). Qui il problema è certamente aggravato dai seguenti fattori:

- elevata pressione antropica dovuta alle residenze nei centri costieri e prossimi alla costa (Salerno, Pontecagnano, Bellizzi, Battipaglia, Eboli, Capaccio-Paestum)
- ampiezza dell'entroterra sotteso dalla costa, costituito dall'intero bacino idrografico del Sele e dei suoi principali affluenti (Calore e Tanagro), oltre che dai bacini dei corsi d'acqua minori
- consistenza degli insediamenti produttivi e commerciali disseminati nella pianura
- impatto chimico prodotto sul suolo e sulle acque superficiali e profonde dall'uso di fertilizzanti e fitofarmaci.



Comune	Popolazione residente nel 2006	Popolazione presente non residente	Popolazione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Posti letto alberghi, campeggi e alloggi per turisti	Abitanti in seconde case (non destinate a turisti)	Ristoranti e bar	Micro industria	Piccola, media e grande industria	Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
Battipaglia	50.769	701	-1.651	1.087	3.301	5.075	8.075	8.185	82.673	75.542	158.215
Capaccio	21.265	201	-4.461	71	10.588	8.578	6.181	4.725	6.045	47.148	53.193
Eboli	37.173	943	-6.397	852	2.017	4.725	6.199	4.874	19.630	50.386	70.016
Pontecagnano Faiano	24.210	440	-2.836	-323	1.361	2.245	4.031	3.438	25.972	32.566	58.538
Salerno	132.790	5.118	-1.610	6.140	1.184	12.992	26.842	18.318	68.770	201.774	270.544

**Tabella 10.12**

Stima del carico inquinante delle acque reflue in termini di abitanti equivalenti nei comuni della costa salernitana (Fonte: Istat)

Comune	Tipo di Impianto	Corpo Recettore	Popolazione residente al 2006	Abitanti equivalenti totali (Aet)	Abitanti equivalenti serviti	Grado di efficienza della depurazione delle acque
Battipaglia	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (fiume Tusciano)	50.769	158.215	312.000	100
		Acque superficiali (canale Santa Chiarella affluente fiume Tusciano)				
		Acque superficiali (canale Santa Chiarella affluente fiume Tusciano)				
Capaccio	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	21.265	53.193	175.000	100
Eboli	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (torrente Telegro)	37.173	70.016	27.523	39
Pontecagnano Faiano			24.210	58.538		0
Salerno	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (fiume Picentino)	132.790	270.544	700.000	100

**Tabella 10.13**

Stima del grado di efficienza della depurazione delle acque nei comuni della costa salernitana (rielaborazione Arpac su dati Istat)

Infine l'ambito territoriale del Cilento, la cui rete idrografica è fortemente ramificata e si concentra a valle in pochi e brevi corsi d'acqua che sfociano a mare in modeste pianure alluvionali (l'Alento, il Lambro, il Mingardo e il Bussento) e la relativa fascia costiera è costituita i tratti di costa alta, tra i quali si aprono generalmente piccole pianure alluvionali con tratti sabbiosi.

Gli insediamenti abitati sono numerosi e fittamente distribuiti sul territorio, ma si tratta quasi sempre di piccoli centri che raramente superano la dimensione dei 5.000 abitanti, interessati sempre, tranne che per alcuni centri costieri, da un decremento demografico che procede ininterrotto fin dalla metà del secolo scorso. Non esistono insediamenti produttivi e commerciali di rilievo. Anche qui la costa è

interessata da consistenti insediamenti turistici, di tipo alberghiero ed extra-alberghiero e dagli incrementi demografici stagionali propri della stagione balneare.

La qualità delle acque superficiali è certamente migliore rispetto a buona parte della Campania; gli stati di sofferenza, generalmente circoscritti alle foci dei corsi d'acqua, sono dovuti all'assenza o all'inadeguatezza degli impianti di depurazione, spesso di dimensioni estremamente ridotte, che escludono ogni possibilità di gestione industriale. Non esistono ancora, praticamente in tutto il Cilento, sistemi di trattamento di livello comprensoriale mentre sono ancora diffusi piccoli impianti a servizio di singole frazioni della consistenza di poche centinaia di abitanti.

Comune	Popolazione residente nel 2006	Popolazione presente non residente	Popolazione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Posti letto alberghi, campeggi e alloggi per turisti	Abitanti in seconde case (non destinate a turisti)	Ristoranti e bar	Micro industria	Piccola, media e grande industria	Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
Agropoli	20.307	325	-1.010	62	1.058	10.317	5.000	14.511	6.133	50.570	56.703
Ascea	5.646	208	-343	-125	5.318	7.867	1.447	2.812	188	22.830	23.018
Camerota	7.187	119	-208	-116	13.562	6.230	2.206	1.685	0	30.665	30.665
Casal Velino	4.882	147	-558	-111	1.308	5.821	1.265	3.839	3.085	16.593	19.678
Castellabate	7.862	184	-1.204	-104	5.148	7.891	2.328	944	1.951	23.049	25.000
Centola	4.845	43	-469	-27	5.918	5.087	2.035	821	43	18.253	18.296
Ispani	1.009	39	-57	-56	1.586	2.134	158	52	0	4.865	4.865
Montecorice	2.528	89	-117	-70	414	5.924	514	1.857	2.971	11.139	14.110
Pisciotta	2.906	90	-883	-47	2.947	2.011	871	1.584	51	9.479	9.530
Pollica	2.547	50	-575	-21	2.074	2.668	1.306	3.292	0	11.341	11.341
San Giovanni a Piro	3.852	109	-159	-58	1.109	4.487	1.171	518	0	11.029	11.029
San Mauro Cilento	966	23	-159	-37	1.193	1.610	89	6.403	0	10.088	10.088
Santa Marina	3.153	33	-461	-74	489	3.022	945	578	14	7.685	7.699
Sapri	7.049	256	-96	555	556	1.778	2.105	1.466	172	13.669	13.841
Vibonati	3.135	51	-577	-150	4.413	2.985	750	3.608	12	14.215	14.227

**Tabella 10.14**

Stima del carico inquinante delle acque reflue in termini di abitanti equivalenti nei comuni della costa cilentana (Fonte: Istat)

Comune	Tipo di impianto	Corpo Recettore	Popolazione residente al 2006	Abitanti equivalenti totali (Aet)	Abitanti equivalenti serviti	Grado di efficienza della depurazione delle acque
Agropoli	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	20.307	56.703	-	0
Ascea	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	5.646	23.018	37.000	100
Camerota	-	-	7.187	30.665	-	0
Casal Velino	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	4.882	19.678	15.000	39
		Acque superficiali (canale di bonifica)				
		Acque superficiali (Vallone)				
Castellabate	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (rivo Arena)	7.862	25.000	49.000	39
Centola	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (fiume Lambro e Mingardo)	4.845	18.296	10.700	58
Ispani	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	1.009	4.865	8.000	100
Montecorice	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (rivo Roviscelli)	2.528	14.110	2.150	39
		Condotta sottomarina				
		Acque superficiali (rivo Arena)				
		Acque superficiali (torrente Gioia)				
		Acque superficiali (torrente Parula)				
Pisciotta	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (torrente Santa Caterina, San Macario e Fiumicello)	2.906	9.530	8.500	89
Pollica	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	2.547	11.341	15.000	100
San Giovanni a Piro	Vasca di decantazione	Condotta sottomarina	3.852	11.029	2.900	39
	Biologico a fanghi attivi	Acque superficiali (fiume Tanagro)				
San Mauro Cilento			966	10.088		0
Santa Marina	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	3.153	7.699	9.362	39
		Acque superficiali				
Sapri	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	7.049	13.841	11.000	79
Vibonati	Biologico a fanghi attivi	Condotta sottomarina	3.135	14.227	3.000	21

**Tabella 10.15**

Stima del grado di efficienza della depurazione delle acque nei comuni della costa salernitana (rielaborazione Arpac su dati Istat)

## Le attività di monitoraggio di fitoplancton potenzialmente tossico

Negli ultimi anni si sono verificati in tutto il mondo eventi di proliferazione delle microalghe marine, con alterazioni ambientali e danni anche gravi all'ecosistema. Dal punto di vista sanitario, la rilevanza del fenomeno risiede nella capacità di alcune microalghe di produrre tossine che possono accumularsi in molluschi e altri prodotti ittici abitualmente consumati dall'uomo.

I litorali italiani (in particolare in Liguria, Lazio, Sicilia, Puglia), nei periodi estivi degli ultimi anni (dal 2004 al 2007), sono stati interessati da eventi di fioritura di microalghe tossiche, da attribuire soprattutto alla microalga bentonica *Ostreopsis ovata*. La tossicità di tale microalga è determinata dalla produzione di una tossina ad azione emolitica analoga della palitossina e si è palesata con disturbi respiratori da attribuire, con buona probabilità, a inalazione di aerosol contenente frammenti di cellule di alghe marine e/o tossine.

*Ostreopsis ovata* (ordine Gonyaulales, famiglia Ostreopsidaceae), la più piccola specie del genere (47-55 µm x 27-35 µm), generalmente epifitica-bentonica, è costituita da una cellula ovale, quasi a forma di goccia. L'epiteca e l'ipoteca hanno dimensioni simili, sono sottili e ricche di pori sparsi (Fukuio, 1981). Dal punto di vista ecologico *Ostreopsis ovata* è distribuita in baie protette dell'Oceano Pacifico (Fukuio, 1981), nelle regioni caraibiche, ma si può ritrovare anche in zone temperate quali il mar Mediterraneo (Tognetto et al., 1995), soprattutto nelle aree riparate a scarso ricambio d'acqua.

La severità delle problematiche legate alla presenza di *Ostreopsis ovata* ha portato all'emanazione di linee guida da parte del Ministero della salute<sup>2</sup>. Inoltre, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare ha attivato con Apat una linea di lavoro

sull'argomento "alghe tossiche", organizzando un percorso formativo per il personale delle Arpa costiere, emanando, nel luglio 2007, le linee guida per campionamento e analisi della *Ostreopsis ovata*<sup>3</sup>.

La Giunta regionale Campania ha prontamente avviato, nell'estate del 2007, il progetto "Monitoraggio *Ostreopsis ovata* litorale costiero regione Campania" individuando come capofila Arpac e suddividendo così le attività:

- Arpac effettua prelievi di campioni di acqua nei punti della rete di monitoraggio per i controlli della balneazione (DPR n. 470/1982). Su tali campioni si eseguono le analisi quali-quantitative del fitoplancton
- la Stazione zoologica di Napoli "Anton Dohrn" preleva campioni di macroalghe in circa 43 punti, identificandole e determinando le microalghe epifite separate e fissate in formalina, secondo le procedure indicate dalle linee guida; inoltre, negli stessi siti preleva campioni di plancton e organismi marini (ricci, patelle, granchi e cozze) per le successive analisi di tossicità; su campioni di acqua effettua le analisi dei nutrienti seguendo i metodi *standard*
- il Dipartimento di chimica delle sostanze naturali dell'Università Federico II di Napoli effettua analisi chimiche delle tossine sulla frazione cellulare e quella acquosa dei campioni prelevati, utilizzando metodiche di cromatografia liquida - spettrometria di massa (LC - MS). Gli stessi metodi sono applicati a matrici animali che risultino positive ai test di tossicità
- le analisi di tossicità sono eseguite dall'Istituto zooprofilattico sperimentale del mezzogiorno (Izsm) attraverso i saggi biotossicologici. Per i campioni di microalghe è stato messo a punto un metodo *ad*

(3) Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane, Apat 2007

(2) Linee guida Ministero della salute, 24 maggio 2007

(4) Area generale di coordinamento Assistenza sanitaria

hoc, mentre sulle diverse matrici animali sono utilizzate le metodiche ufficiali previste per il controllo degli alimenti di origine marina. Il monitoraggio è proseguito nel 2008 con un sistema di sorveglianza articolato sulle seguenti tipologie di indagini:

- indagine visiva sulla presenza di schiuma e aggregati mucilluginosi in superficie su tutta la costa regionale
- indagine visiva in immersioni subacquee sulla presenza di biofilm su macroalghe o altro substrato, presenza di organismi bentonici sofferenti
- indagini analitiche sulla presenza/assenza di *Ostreopsis ovata* in campioni di acqua e di macroalghe raccolti in specifiche stazioni
- indagini tossicologiche e chimiche quali/quantitative su organismi eduli raccolti in aree in cui si è evidenziata proliferazione di *Ostreopsis ovata*
- raccolta di dati geomorfologici, idromorfologici, biologici, fisici e chimici delle aree indagate al fine di comprendere le possibili condizioni di sviluppo di eventuali fioriture
- isolamento e caratterizzazione strutturale delle tossine elaborate da *Ostreopsis ovata*
- realizzazione di procedure chiare e tempestive per allertare gli enti preposti alla salvaguardia dell'ambiente e della salute.

A seguito di tali attività si è riscontrata lungo le coste campane, a eccezione dei litorali sabbiosi, la presenza diffusa della microalga *Ostreopsis ovata*, accompagnata peraltro da produzione di tossine accumulate in animali utilizzati a scopo alimentare (ricci e mitili), a li-

velli tali da rappresentare un possibile rischio per la salute umana.

Le informazioni raccolte nei primi due anni di monitoraggio hanno determinato l'approvazione, in data 31 dicembre 2008, da parte della Regione Campania, del "Piano di monitoraggio annuale sulla presenza di *Ostreopsis ovata* nel litorale costiero campano" per il contenimento del rischio conseguente a eventuali eventi di fioritura di *Ostreopsis ovata*, che a partire dal 2009, avrà cadenza annuale. Con decreto dirigenziale n. 62 del 27/07/2007 è stato costituito, presso l'Assessorato alla sanità<sup>4</sup>, il Gruppo di coordinamento regionale per la gestione del rischio conseguente alla presenza di *Ostreopsis ovata*. Il gruppo è formato da:

- Assessorato alla sanità
- Agenzia regionale protezione ambientale Campania
- Dipartimento di chimica delle sostanze naturali dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"
- Istituto zooprofilattico sperimentale del mezzogiorno
- Osservatorio regionale per la sicurezza alimentare
- Stazione zoologica di Napoli "Anton Dorhn".

Tale gruppo di coordinamento assolve i seguenti compiti:

- elaborazione, organizzazione, attuazione del piano di monitoraggio e di emergenza
- miglioramento dello stato delle conoscenze sulla biologia, distribuzione e tossicità della microalga in questione e adattamento del piano a tali conoscenze
- consulenza tecnica e supporto decisionale
- raccordo con il gruppo di coordinamento nazionale.

### Il monitoraggio 2007

Nel corso del 2007, Arpac ha prelevato campioni di acqua di mare, macroalghe, animali marini e ha eseguito sopralluoghi - sia in superficie che subacquee - per accertare lo stato dei luoghi,

della flora e della fauna e dei fondali nelle aree in cui le analisi di laboratorio segnalavano la presenza di *Ostreopsis ovata*. In particolare, nel mese di agosto, sono state campionate tutte le

367 stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio per i controlli sulle acque di balneazione delle province di Caserta, Napoli e Salerno. Sono state eseguite analisi quali-quantitative del fitoplancton per verificare la presenza o meno sia della specie *Ostreopsis ovata*, sia delle specie *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*, anch'esse specie potenzialmente tossiche. Oltre alla valutazione di presenza/assenza di tali microalghe potenzialmente tossiche, si è provveduto anche alla determinazione della lista completa delle specie fitoplanctoniche. Tale approfondimento è stato finalizzato all'ottenimento di informazioni sulle specie normalmente presenti sulle nostre coste nei mesi estivi, nonché per individuare possibili associazioni, ove presenti, di alghe da utilizzare quali indicatori della presenza di *Ostreopsis ovata*. Di seguito sono riportati i risultati di tale monitoraggio.

**Maggio 2007 - provincia di Napoli.** Sono stati campionati e analizzati 167 campioni di acqua di mare. I campioni analizzati sono risultati tutti negativi alla ricerca di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*.

**Giugno 2007 - provincia di Napoli.** Sono stati campionati e analizzati 51 campioni di acqua di mare. Nel campione di acqua di mare identificato con il numero 142 - comune di Casamicciola, Pio Monte della Misericordia, prelevato il 29/06/2007 - è stata ritrovata *Ostreopsis ovata* in concentrazione di 14.681 cellule/litro. Tutti gli altri campioni sono risultati negativi alla ricerca di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*.

**Luglio 2007 - provincia di Napoli.** Sono stati campionati e analizzati 173 campioni di acqua di mare e 6 campioni di macroalghe per la ricerca di fitoplancton bentonico. Il numero di campioni in cui è stata ritrovata *Ostreopsis ovata* è pari a quattro, per quanto riguarda l'acqua di mare. Anche l'analisi del fitoplancton bentonico ha determinato quattro campioni di macroalga con esito positivo.

Tutti gli altri campioni analizzati sono risultati negativi alla ricerca di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*.

**Agosto 2007.** Sono stati campionati e analizzati 367 campioni di acqua di mare tra le province di Caserta, Napoli e Salerno per la ricerca di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*. Oltre a verificare la presenza/assenza di tali specie è stata effettuata, su ciascun campione, l'analisi qualitativa del fitoplancton.

**Provincia di Caserta.** Sono stati campionati e analizzati 46 campioni di acqua di mare. Tutti i campioni analizzati sono risultati negativi alla ricerca di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*.

**Provincia di Napoli.** Sono stati campionati e analizzati 167 campioni di acqua di mare, di cui 14 presentano la *Ostreopsis ovata*. Tutti gli altri campioni analizzati sono risultati negativi alla ricerca di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Dinophysis spp.* e *Prorocentrum lima*.

**Provincia di Salerno.** Sono stati campionati e analizzati 152 campioni di acqua di mare di cui 11 campioni presentano l'*Ostreopsis ovata*. In un unico caso relativo al comune di Camerota (punto di prelievo 122) è stata ritrovata la *Prorocentrum lima*. Tutti gli altri campioni analizzati sono risultati negativi alla ricerca di *Coolia monotis* e *Dinophysis spp.*.

A seguito dell'attività svolta nel 2007 si è concluso che:

- *Ostreopsis ovata* è diffusa in quasi tutti i siti della regione esplorati, a eccezione dei litorali sabbiosi
- nei siti campionati in date diverse, *Ostreopsis ovata* ha raggiunto le concentrazioni massime nei mesi di luglio e agosto
- l'abbondanza della specie appare molto variabile fra siti anche molto vicini e in relazione alle specie di macroalghe colonizzate
- negli stessi siti dove si riscontrano le più alte concentrazioni della microalga si misurano anche le concentrazioni più elevate di tossine

(5) Così come definiti in "1st Meeting of Working Group on Palytoxins" indetto dal Community Reference Laboratory for Marine Biotoxins

(ovatossina e palitossina)

- in nessun sito sono state rilevati strati o flocculi mucilluginosi, né concentrazioni elevate della microalga nell'acqua di mare che potessero preludere a fenomeni dannosi per la salute umana, per contatto con acqua di mare o inalazione da aerosol
- non si può escludere, tuttavia, che i fenomeni suddetti si possano verificare in siti specifici non campionati, ovvero in condizioni meteorologiche particolari
- gli animali (ricci e mitili) nei siti a più alte concentrazioni di microalghe sono risultati tossici al test del topo e la presenza di tossine di tipo palitossinico nei loro tessuti organici è stata confermata dalle indagini chimiche. Le concentrazioni di tossine misurate in alcuni campioni sono risultate elevate e superiori ai limiti di tollerabilità per le palitossine<sup>5</sup>, pari a 100-200 microgrammi/chilogrammo di alimento.

### Il monitoraggio 2008

L'attività di monitoraggio dell' *Ostreopsis ovata* nel 2008 è stata strutturata in due livelli di indagine.

**Monitoraggio di routine.** Il primo livello di indagine è esteso al periodo compreso tra l'inizio di luglio e la prima quindicina di settembre, con frequenza quindicinale, sulla matrice acqua e macroalghe.

I prelievi della matrice "acqua" sono stati eseguiti in circa 100 punti della rete di monitoraggio per i controlli della qualità delle acque di balneazione, svolti da Arpac ai fini del DPR n.

470/1982 (tabella 10.16). Durante l'intero periodo di attività, il personale a bordo dei battelli ha provveduto a una sorveglianza visiva, contestualmente ai controlli della balneazione, rilevando la presenza di schiume superficiali, opalescenza delle acque e colorazione, materiale di consistenza gelatinosa in sospensione e aggregati mucilluginosi. I campioni di acqua sono stati analizzati presso il laboratorio specializzato "Progetto Mare" del dipartimento provinciale Arpac di Napoli.

Matrice	Piano di campionamento	Frequenza campionamento	Parametri analizzati
Acqua	Un campione a circa 30 cm dalla superficie per ogni stazione su circa 100 punti	Quindicinale	Verifica presenza/assenza di <i>Ostreopsis ovata</i> , <i>Prorocentrum lima</i> , <i>Coolia monotis</i> e di eventuale altro fitoplancton potenzialmente tossico
			Rilievo dei dati meteomarini
Macroalghe	Nella stazione in corrispondenza di una batimetrica compresa tra 0 e 5 metri, prelievo di un campione di macroalga e uno di acqua in prossimità della macroalga campionata	Quindicinale	Verifica presenza/assenza di <i>Ostreopsis ovata</i> , <i>Prorocentrum lima</i> , <i>Coolia monotis</i> e di eventuale altro fitoplancton potenzialmente tossico sia per il campione di acqua che di macroalga. Quantificazione in cell/l di <i>Ostreopsis ovata</i>
			Rilievo dei dati meteomarini
			Profili con sonda multiparametrica: O <sub>2</sub> disciolto, pH, salinità, temperatura, clorofilla "a" e torbidità
Organismi marini eduli	Nella stazione in corrispondenza di una batimetrica compresa tra 0 e 5 metri, prelievo di campioni di organismi marini	Quindicinale	Analisi quali/quantitativa della tossina accumulata in tali organismi
			Test di tossicità attraverso saggi biotossicologici

**Tabella 10.16**  
*Ostreopsis ovata*: modalità monitoraggio di routine

I prelievi per la matrice “macroalghe” sono stati eseguiti in 30 punti individuati sulla base delle conoscenze acquisite nel programma del 2007 (tabella 10.16). In tali punti, nel corso di specifiche missioni con immersioni subacquee, si prelevano campioni di macroalghe appartenenti a un numero limitato e ben definito di specie, individuate sulla base dell’esperienza del precedente monitoraggio.

I risultati analitici relativi alla presenza e alla quantificazione di *Ostreopsis ovata* nei campioni di acqua sono stati resi disponibili entro 72 ore lavorative dal prelievo.

In circa sette stazioni, individuate sulla base delle conoscenze acquisite nel programma del 2007, sono stati prelevati campioni di organismi marini eduli (ricci, mitili) adatti al consumo umano, per le analisi quali/quantitative della tossina e per le analisi tossicologiche (tabella 10.16).

**Monitoraggio di allerta.** Il secondo livello d’indagine scatta quando si riscontrano sulla matrice acqua, in uno o più punti sorvegliati, presenza di microalghe tossiche con concentrazioni  $\geq 10.000$  cellule/litro, quale valore guida associato a casi di malessere, come indicato, nelle Linee guida del Ministero della salute del 24 maggio 2007.

Il secondo livello d’indagine scatta anche nel caso in cui, durante le ispezioni subacquee, sono rilevate condizioni di sofferenza dell’ecosistema, come distacco di patelle dagli scogli, ricci che presentano perdita di aculei, presenza di biofilm.

Nei casi in cui si verifici una condizione di allerta, si provvede a darne tempestiva comunicazione a mezzo mail o telefonico all’Assessorato alla sanità, nonché all’Osservatorio regionale per la sicurezza alimentare. In aggiunta, si prelevano organismi marini eduli (ricci, mitili, crostacei e altri molluschi) che sono inviati all’Izsm per i saggi tossicologici e al dipartimento di chimica delle sostanze naturali per le analisi quali/quantitative delle tossine. Nel caso in cui, invece, viene riscontrata nella matrice macroalghe un’abbon-

dante presenza di *Ostreopsis ovata*, se ne darà immediata comunicazione all’Izsm per permettere il conseguente prelievo di pesci, per ulteriori analisi.

I risultati delle analisi del 2008 sono riportati di seguito.

**Luglio 2008 - provincia di Napoli.** Sono stati campionati e analizzati 116 campioni di acqua di mare. I campioni sono risultati tutti negativi alla ricerca di *Coolia monotis*, mentre su 34 campioni è stata rilevata la presenza di *Ostreopsis ovata* a diverse concentrazioni.

**Luglio 2008 - provincia di Salerno.** Sono stati analizzati 74 campioni di acqua di mare. Sono risultati positivi 14 campioni per *Coolia monotis*, mentre su 10 campioni è stata rilevata la presenza di *Ostreopsis ovata* a diverse concentrazioni.

**Agosto 2008 - provincia di Napoli.** Sono stati analizzati 147 campioni di acqua di mare.

I campioni sono risultati tutti negativi alla ricerca di *Coolia monotis*, mentre su 26 campioni è stata rilevata la presenza di *Ostreopsis ovata* a diverse concentrazioni.

**Agosto 2008 - provincia di Salerno.** Sono stati analizzati 74 campioni di acqua di mare. I campioni sono risultati tutti negativi alla ricerca di *Coolia monotis*, mentre su 8 campioni è stata rilevata la presenza di *Ostreopsis ovata* a diverse concentrazioni.

**Settembre 2008 - provincia di Napoli.** Sono stati campionati e analizzati 92 campioni di acqua di mare. I campioni analizzati sono risultati tutti negativi alla ricerca di *Coolia monotis*, mentre su 8 campioni è stata rilevata la presenza di *Ostreopsis ovata* a diverse concentrazioni.

**Settembre 2008 - provincia di Salerno.** Sono stati campionati e analizzati 2 campioni di acqua di mare. I campioni analizzati sono risultati tutti negativi alla ricerca di *Ostreopsis ovata* e *Coolia monotis*.

Nella matrice macroalghe non è stata mai riscontrata una presenza abbondante di *Ostreopsis ovata*, tale da dover allertare l’Izsm per il prelievo di pesci.

(6) Valore indicato, nelle "Linee guida del Ministero della salute" (24/05/2007) come valore guida associato a casi di malessere

Nel corso del 2008 il livello di allerta è scattato per un solo punto nella provincia di Salerno, nel mese di luglio, avendo riscontrato sulla matrice acqua una concentrazione di *Ostreopsis ovata* superiore alle 10.000 cellule/litro<sup>6</sup>: la concentrazione di *Ostreopsis ovata* nel punto 29 del comune di Vietri sul Mare, infatti, è stata di 150.000 cellule/litro.

Come da procedura, entro le 72 ore dal prelievo è stata data comunicazione all'Assessorato alla sanità. Inoltre, in questo punto sono stati intensificati i campionamenti, in modo da poter controllare l'evoluzione del fenomeno; sono stati inoltre prelevati campioni di acqua per le successive analisi sui nutrienti, da integrare con parametri già analizzati nel monitoraggio di routine. Le attività svolte nel biennio 2007-2008 indicano che, sebbene non si siano a tutt'oggi manifestati effetti negativi sui bagnanti per il rilascio di tossine microalgali nell'acqua e

nell'aerosol, le proliferazioni di microalghe tossiche del genere *Ostreopsis* rappresentano un rischio reale per le attività turistiche e per la salute umana nell'area campana. L'assenza di fenomeni eclatanti è probabilmente imputabile a condizioni meteo-marine favorevoli, con ricambi frequenti delle acque costiere del golfo di Napoli, che potrebbe tuttavia non verificarsi in zone particolarmente recluse e soggette a scarso ricambio idrico, ovvero in condizioni di rallentata circolazione idrografica che potrebbero venire a crearsi a seguito di condizioni meteorologiche/idrografiche particolari. Del tutto aperto resta, invece, il discorso sul rischio di trasferimento della tossina nella rete trofica che richiede al momento un'attenzione particolare, poiché è stata verificata la contaminazione di animali non coltivati che tuttavia vengono comunemente consumati nell'area campana.

## Il potenziamento del monitoraggio dell'ambiente marino costiero e lacustre della Campania

Il raggiungimento e mantenimento di *standard* di qualità delle acque marine e dei sedimenti ai fini della conservazione e dello sfruttamento ecocompatibile della fascia marina costiera, passano attraverso l'attuazione di un puntuale programma di monitoraggio, con la finalità di vigilare e controllare le coste e i fattori di pressione antropogenici e naturali che incidono, in modo significativo, sulla qualità dell'ambiente marino.

Arpac si è posta come obiettivo la realizzazione di un sistema di monitoraggio delle acque marine della Campania, in grado di assicurare la creazione della rete di monitoraggio delle acque marine per raccogliere dati sufficienti al raggiungimento della classificazione dello stato trofico ai sensi del D.Lgs.

n. 152/2006 e smi, la revisione della rete di monitoraggio delle acque destinate alla molluschicoltura (D.Lgs. n. 152/2006 acque a specifica destinazione d'uso), la gestione e l'aggiornamento della rete di controllo delle acque destinate alla balneazione (DPR n. 470/1982 e smi) e, più in generale, la creazione di una struttura capace, in piena autonomia tecnica - operativa, di effettuare i controlli e il monitoraggio ai fini della tutela dell'ambiente marino.

Per il raggiungimento degli obiettivi sopraesposti, diventa indispensabile la presenza di un battello laboratorio che garantisca il campionamento delle differenti matrici e l'acquisizione, attraverso sonde multiparametriche o specifici sensori, di dati chimici, fisici,



biologici e meteorologici; inoltre, per assicurare una efficiente e veloce operatività risulta indispensabile l'acquisizione di battelli minori in grado di raggiungere rapidamente ogni zona della costa regionale.

Grazie ai fondi strutturali del POR 2000/2006<sup>7</sup>, nel mese di gennaio 2008 l'Agenzia è entrata in possesso del battello oceanografico "Helios", mentre successivamente, nel maggio 2008, sono stati consegnati ad Arpac i sei battelli acquisiti con fondi agenziali. Una tale dotazione di mezzi nautici non ha precedenti in altre realtà regionali italiane, costituendo un vanto per la nostra Agenzia, che oggi ha raggiunto - con l'acquisizione dei mezzi nautici, della strumentazione oceanografica e delle attrezzature di avanguardia di bordo e di un gruppo di tecnici specializzati - l'importante obiettivo di avere una struttura in grado di svolgere tutte le attività previste dai programmi di monitoraggio marino regionali, ministeriali ed europei.

In particolare, Arpac è impegnata nel-

le attività previste dal "Programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero della Campania", dal "Piano di monitoraggio annuale sulla presenza di *Ostreopsis ovata* nel litorale costiero campano"; inoltre, ai fini della tutela dell'ambiente marino effettua indagini conoscitive per la conservazione o istituzione di parchi e riserve marine, controlli sulle acque immesse in mare attraverso condotte sottomarine di impianti di depurazione, controlli su impianti di acquacoltura offshore, controlli su dragaggi portuali, movimentazione di sedimenti marini, posa in opera di scogliere e barriere frangiflutti, posa in opera e controlli di condotte e cavi sottomarini, indagini per lo studio dell'erosione costiera, controlli e indagini su sversamenti di idrocarburi in mare e inquinanti in genere, sopralluoghi, controlli e rilievi subacquei con georeferenziazione di eventuali danni biologici e ambientali in genere, anche in ausilio alle forze dell'ordine.

(7) Asse 1 Risorse naturali, Misura 1.1 "Realizzazione del sistema regionale di monitoraggio ambientale"

### ***Battello Oceanografico "Helios"***

Il battello oceanografico costituisce, oltre che un vettore atto al trasporto sui siti da monitorare di operatori e di attrezzature di prelievo e misura, anche un sistema complesso in grado di compiere in autonomia operazioni strumentali oceanografiche e analitiche, nonché attività di elaborazione dati. A bordo sono installate le attrezzature necessarie per garantire ampie capacità operative: a prua della cabina è installata una gru in grado di movimentare strumentazione pesante per i prelievi di sedimenti marini su fondali fino a circa 100 metri (carotieri a gravità e benne) e per movimentare il battello di servizio; sul ponte a poppa è presente un verricello con 1.000 metri di cavo di acciaio per prelievi di sedimenti su alti fondali; un secondo verricello con 1.000 metri di cavo coassiale armato e con contatti striscianti consente l'utilizzo di strumentazione oceanografica di tipo elettronico (sonde

multiparametriche e sonar a scansione laterale); un arco poppiere mobile è asservito ai due verricelli per l'alaggio e varo della strumentazione; il locale timoneria e laboratorio è diviso idealmente in due aree, da un lato, in apposito armadio *rack*, sono presenti le unità di superficie per l'interfaccia alla strumentazione elettronica e sul piano di lavoro i computer per l'acquisizione dei dati, dall'altro lato è presente una cappa chimica per maneggiare in sicurezza i fissativi per il pretrattamento e la conservazione dei campioni prelevati.

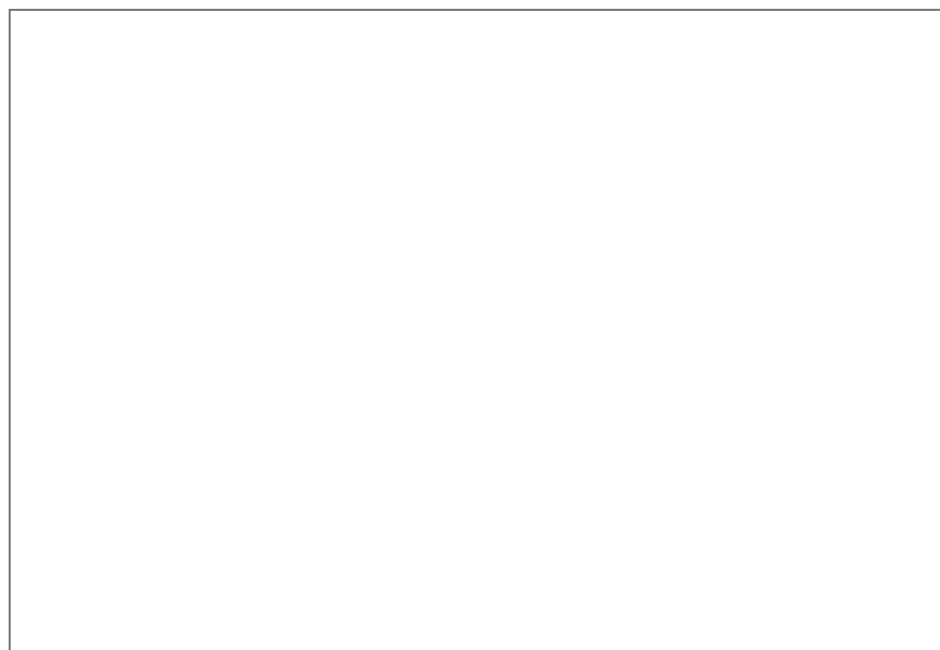
Questo battello ha ottenuto la certificazione di classe da parte del *Bureau Veritas*, che ne ha seguito la realizzazione in tutte le sue parti; inoltre, considerata la particolare tipologia di attività che include studi in aree di particolare tutela come parchi e riserve marine, Arpac ha ritenuto opportuno adottare tutti gli accorgimenti tecni-

ci per limitare al massimo l'impatto sull'ambiente e ha richiesto all'ente di classifica anche la certificazione *Clean Ship*. Questa certificazione è conferita a navi progettate, costruite e gestite in modo da controllare e limitare al massimo le emissioni di sostanze in-

quinanti in mare e in atmosfera e non risulta, ad oggi, rilasciata ad alcun battello oceanografico in dotazione ad altre Arpa o istituti di ricerca, anche se è sempre più vivo l'interesse sull'ottenimento di questo tipo di certificazioni.

**Tabella 10.17**  
Caratteristiche principali del battello oceanografico Helios

Lunghezza fuori tutto (metri)	20,16
Larghezza fuori delle perpendicolari (metri)	5,95
Stazza lorda	47,74
Velocità di crociera (nodi)	18 in condizioni operative
Materiale di costruzione scafo	lega leggera in alluminio
Motori di propulsione (n.)	2 da 588 Kw (Heavy Duty)
Generatori elettrici (n.)	2 generatori da 230V, 50 Hz, potenza 42 Kw
Carena	monocarena V
Acqua potabile	1,4 t con dissalatore da 60 lt/h
Gasolio (litri)	6.600
Trasporto tecnici (n.)	12
Classificazione	certificato di classe rilasciato dal Bureau Veritas e "Clean Ship"



**Figura 10.24**  
Battello oceanografico Helios

### ***Battelli minori***

Si tratta di 3 battelli di lunghezza 26 piedi fuori tutto (7,88 metri) e di 3 battelli di lunghezza 34 piedi fuori tutto (10,50 metri). Il materiale di costruzione degli scafi e delle sovrastrutture è in vetroresina rinforzata, le imbarcazioni sono dotate di due motori diesel

su linea d'asse, che consente di avere una velocità di crociera di oltre 20 nodi. Sono operativi già dalla scorsa stagione balneare 2008.

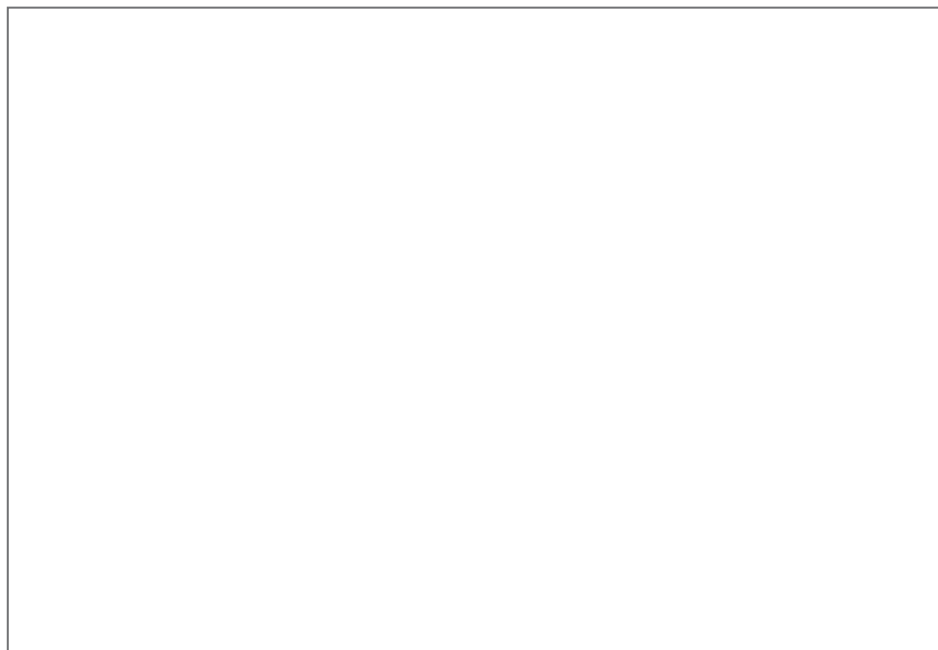
Il loro impiego principale è legato alle attività di controllo sulla qualità delle acque di balneazione lungo le coste

delle province di Caserta, Napoli e Salerno ai sensi del DPR n. 470/1982, ma il loro utilizzo è risultato estremamente utile per lo svolgimento delle attività di controllo e sorveglianza sulle fioriture di *Ostreopsis ovata*. La diffusione di questa microalga bentonica,

potenzialmente tossica, ha richiesto un attento piano di sorveglianza che è stato possibile assicurare con i sei battelli dislocati lungo tutta la costa regionale, che sono in grado di fornire la necessaria operatività per raggiungere in tempi rapidi ogni punto della costa.

	26 piedi	34 piedi
Lunghezza (metri)	7,88	10,50
Larghezza (metri)	2,64	3,26
Altezza della nave al ponte di stazza (metri)	1,15	1,35
Stazza lorda nazionale	6,30	14,11
Potenza massima dei motori di propulsione (kW)	192x2	398x2
Persone trasportabili (n.)	7	7

**Tabella 10.18**  
Caratteristiche principali dei battelli minori



**Figura 10.25**  
Battello minore

## Acque di balneazione

Il controllo della qualità delle acque di balneazione rientra tra i compiti istituzionali delle Agenzie di protezione ambientale, e viene effettuato allo scopo di tutelare la salute umana e di garantire la conoscenza sullo stato della risorsa mare influenzata da tutti quei parametri che sono funzione della pressione antropica. L'urbanizzazione, le attività industriali, turistiche, agricole e zootecniche, attraverso fonti di contaminazione puntiformi (fiumi,

torrenti e scarichi diretti) e non, condizionano infatti il grado qualitativo delle acque di balneazione.

Attraverso la valutazione igienico-sanitaria delle acque adibite alla balneazione è possibile l'analisi temporale e spaziale dei parametri e delle informazioni utili per la gestione sostenibile della fascia costiera e per la predisposizione di interventi mirati alla protezione e alla valorizzazione dell'ambiente marino.

La tutela delle acque marino-costiere destinate alla balneazione è stata da più di un ventennio disciplinata dal DPR n. 470/1982 che, in attuazione della Direttiva comunitaria n. 76/160/CEE, stabilisce i criteri e le modalità di campionamento degli analiti da indagare su una rete prefissata di punti di prelievo al fine di verificarne l'idoneità alle attività balneari. Tale decreto non ha subito nessuna modifica sostanziale fino alla emanazione della Legge n. 422 del 29 dicembre 2000 (l'articolo 18 detta criteri nuovi e più restrittivi a tutela e miglioramento delle acque di balneazione) e del Decreto legge n. 51 del 31 marzo 2003<sup>8</sup>, convertito in Legge n. 121 del 30 maggio 2003<sup>9</sup>, secondo cui i tratti di costa non balneabili a inizio stagione balneare possono ritenersi nuovamente idonei alla balneazione a fronte di esito favorevole di due analisi da eseguire nel mese antecedente l'apertura della stagione balneare.

Con l'emanazione della Direttiva 2006/7/CE (GU n. 64 del 4 marzo 2006), che abroga la Direttiva n. 76/160/CEE e prevede, tra l'altro, l'integrazione con la Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE, recepita in Italia con il D.Lgs. n. 152/06 (Testo unico in materia ambientale), si perviene a un aggiornamento gestionale del sistema di sorveglianza delle acque di balneazione con la definizione di metodologie basate sulla valutazione integrata dei dati analitici di qualità delle acque e degli elementi di rischio.

La Direttiva Ue, tenendo conto degli sviluppi scientifico-tecnologici, delle nuove strategie gestionali e degli studi epidemiologici dell'Organizzazione mondiale della sanità, dispone nuove norme in materia di monitoraggio e classificazione della qualità delle acque di balneazione e assicura una più ampia partecipazione del pubblico. In Italia un primo recepimento si è avuto con il D.Lgs. n. 94/2007<sup>10</sup>, che esclude dalla sorveglianza la determinazione dell'ossigeno disciolto e, successivamente e in maniera definitiva, con il D.Lgs. n. 116/2008<sup>11</sup> che, però, per motivi tecnico-scientifici non è considerato attuabile fin dalla prossima stagione balneare.

Le difficoltà di ottemperare al suddetto decreto orientano le regioni a effettuare il monitoraggio per gli anni 2009 e 2010 utilizzando ancora i criteri ai sensi del DPR n. 470/1982, in attesa che siano varati a livello comunitario i documenti di riferimento. In ogni caso, la valutazione d'idoneità terrà conto soltanto dei parametri batteriologici previsti dal D.Lgs. n. 116/2008. Nel frattempo, si dovrà avviare tutta una serie di azioni che garantisca la partecipazione al pubblico, così come impone la Direttiva europea 2006/7/CE, coinvolgendo le amministrazioni comunali e divulgando con tempestività il grado d'inquinamento dei punti monitorati. Le disposizioni di cui al DPR 470/82 cesseranno, in ogni caso, di efficacia al 31 dicembre 2014<sup>12</sup>.

(10) GU n. 163 del 16 luglio 2007

(11) GU n. 155 del 4 luglio 2008

(8) GU n. 76 del 1 aprile 2003

(9) GU n. 125 del 31 maggio 2003

(12) articolo 17 D.Lgs. n. 116/2008

PROVINCE	LUNGHEZZA COSTA (Km) *	PUNTI DI CAMPIONAMENTO
Caserta	45	46
Napoli	245	167
Salerno	222	154
<b>Campania</b>	<b>512</b>	<b>367</b>

\* Le lunghezze di costa si riferiscono alla rielaborazione cartografica della linea di costa della regione Campania acquisita dal dipartimento tutela acque interne e marine (Ispra) nell'ambito delle attività previste dal Progetto Arpac "Sperimentazione della Direttiva europea e mappatura punti di prelievo" (DGR n. 591 del 20/04/2005, pubblicata su BURC n. 26 del 16/05/2005).

**Tabella 10.19**

Acque di balneazione: numero punti di campionamento

Il programma di sorveglianza della qualità delle acque di balneazione in Campania viene effettuato, nel periodo compreso fra il 1 aprile e il 30

settembre da Arpac tramite le sue strutture - dipartimenti provinciali di Caserta, Napoli e Salerno - che provvedono, continuando a seguire le in-

dicazioni del DPR n. 470/1982 e smi, ai controlli, con cadenza quindicinale per un totale di 12 campioni routinari ogni anno, per ciascuna stazione di campionamento. Attualmente, la rete di monitoraggio comprende 367 punti di prelievo a mare distribuiti lungo il litorale campano a distanza di circa 2 chilometri per zone ad alta densità di balneazione; nella provincia di Caserta le distanze minime tra due punti sono di circa un chilometro.

Un mese dopo i primi controlli ha inizio la stagione balneare, che si conclude al termine degli stessi. In tutti i punti fissati vengono ricercati i parametri microbiologici e chimico-fisici previsti dalla normativa (tabella 10.20).

I parametri batteriologici (coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi) sono considerati indicatori di inquinamento fecale; salmonella e enterovirus sono specifici patogeni indagati in particolari situazioni che facciano sospettare una loro eventuale presenza; pH, fenoli, tensioattivi, oli minerali sono essenzialmente indicatori di inquinamento di origine industriale; i restanti 3 parametri, ossigeno disciolto, colorazione e trasparenza forniscono indicazioni connesse ai processi eutrofici e ai problemi estetici delle acque ma, in caso di proliferazione di alghe produttrici di biotossine, potrebbero anche pregiudicare l'aspetto igienico-sanitario.

PARAMETRI	VALORI LIMITE	PARAMETRI	VALORI LIMITE
Coliformi totali/100 ml	2.000	Trasparenza (metri)	1
Coliformi fecali/100 ml	100	Oli minerali (mg/l)	Assenza di pellicola visibile alla superficie dell'acqua e assenza di odore=< 0,5
Streptococchi fecali/100 ml	100	Sostanze tensioattive che reagiscono al blu di metilene (mg/l)	Assenza di schiuma persistente=< 0,5
Salmonelle/1 l	0	Fenoli (mg/l)	Nessun odore specifico =< 0,05
pH	6÷9	Ossigeno disciolto (% saturazione O <sub>2</sub> )	70÷120
Colorazione	Assenza di variazione anormale del colore	Enterovirus (PFU/10 l)*	0

**Tabella 10.20**

Acque di balneazione: requisiti di qualità DPR n. 470/1982

Per il giudizio di idoneità, ogni superamento del limite anche di un solo parametro di qualsiasi prelievo determina campionamenti suppletivi di verifica, dettagliatamente esplicitati dalla norma, in base ai quali si ribadisce l'idoneità o il divieto alla balneazione. Pertanto, il punto è sottoposto a cinque campionamenti suppletivi in giorni diversi e, se si verifica la non conformità di almeno due di essi, viene emessa ordinanza sindacale, a cura del comune di pertinenza, di temporanea non idoneità. Inoltre, devono essere prelevati campioni nelle zone limitrofe al fine di delimitare l'area inquinata da sottoporre a eventuale divieto temporaneo di balneazione. Nell'espressione del giudizio non debbono essere considerati i campioni non favorevoli se influenzati da circostanze particolari

(inondazioni, catastrofi naturali, condizioni meteorologiche particolari).

L'individuazione delle zone idonee e non idonee alla balneazione, a inizio stagione balneare, è effettuata ogni anno, con il supporto di Arpac, dall'Assessorato regionale alla sanità, sulla base delle elaborazioni statistiche dei dati analitici relativi al monitoraggio Arpac dell'anno precedente. Ciascun punto di campionamento risulta idoneo alla balneazione quando le analisi effettuate durante l'anno precedente evidenziano conformità dei parametri batteriologici per l'80% dei campioni prelevati e dei parametri chimici e fisici per il 90% dei campioni prelevati. Qualora per i parametri "coliformi totali" e "coliformi fecali" vengano superati, rispettivamente, i valori di 10.000/100 ml e 2.000/100 ml, la percentuale dei

campioni conformi è aumentata al 95%.

Le valutazioni di non idoneità vengono trasmesse annualmente con delibera regionale alle amministrazioni comunali cui compete, a mezzo di ordinanza del sindaco e prima dell'inizio della stagione balneare, la delimitazione delle zone non idonee alla balneazione ricadenti nel proprio territorio, nonché l'apposizione di cartelli monitori e l'emissione o la revoca, nel corso della stagione balneare, dei provvedimenti di sospensione. L'Assessorato alla sanità della regione provvede alla trasmissione della suddetta deliberazione, completa di allegati, al Ministero del-

la salute, al Ministero dell'ambiente e della tutela dei territorio e ad Arpac, nonché alle amministrazioni comunali territorialmente competenti per l'adozione dei provvedimenti amministrativi previsti dalla Legge n. 121/2003, relativi alle eventuali riammissioni e chiusure di tratti di costa, nel corso della stagione balneare. Procede, inoltre, alla pubblicizzazione del provvedimento sia attraverso il portale *web* istituzionale (*www.regione.campania.it*), che con la pubblicazione sul Bollettino ufficiale regionale. In tabella 10.21 si riportano gli estremi delle deliberazioni relative all'apertura delle stagioni balneari dell'ultimo decennio.

**Tabella 10.21**  
DDG Campania emanate per individuazione zone idonee e non idonee alla balneazione (DPR n. 470/1982 articolo 4 comma 1 lettera B)

Stagione balneare	Delibera di riferimento
1999	DGR n. 1570 del 16/04/1999
2000	DGR n. 1963 del 22/03/2000
2001	DGR n. 1241 del 23/03/2001
2002	DGR n. 1123 del 25/03/2002
2003	DGR n. 1781 del 16/05/2003
2004	DGR n. 877 del 23/06/2004
2005	DGR n. 591 del 20/05/2005
2006	DGR n. 2156 del 30/12/2005 e DGR n. 876 del 23/06/2006
2007	DGR n. 436 del 16/03/2007
2008	DGR n. 481 del 21/03/2008
2009	DGR n. 2096 del 31/12/2008

Per l'informatizzazione e l'elaborazione dei dati analitici determinanti i giudizi di balneabilità delle coste campane si utilizza l'applicazione Intranet *Webbalneazione*, che consente l'accesso al flusso informativo sanitario Ministero/Regione. L'Agenzia, inoltre, con l'intento di agevolare la visibilità dello stato di contaminazione delle acque costiere, ha provveduto alla generazione di un archivio storico del monitoraggio sulla qualità delle acque di balneazione con la realizzazione di un atlante interattivo, navigabile *on line* sul sito *web* Arpac.

In definitiva, il DPR n. 470/1982, al fine di garantire il funzionamento del programma di sorveglianza delle acque destinate alla balneazione, individua, con ruoli e compiti diversi, le competenze dello Stato, delle Regioni e dei

Comuni e riconosce alle regioni un ruolo centrale nella gestione del controllo della qualità delle acque di balneazione.

L'impianto normativo vigente, in materia di qualità di acque di balneazione, viene modificato sostanzialmente dalla nuova Direttiva comunitaria 2006/7/CE che, con un approccio innovativo e conforme alle più recenti politiche di gestione e programmazione ambientale, privilegia un monitoraggio di tipo integrato consentendo in tal modo di intraprendere azioni atte a prevenire l'esposizione dei bagnanti in acque inquinate non solo attraverso il monitoraggio, ma anche mediante misure di gestione in grado di riconoscere e ridurre le possibili cause di inquinamento.

Tale Direttiva rende più severi gli stan-

*hard* microbiologici ma riduce il numero di parametri da misurare. Essa individua soltanto due indicatori di contaminazione fecale di provata rilevanza sanitaria, Enterococchi fecali ed *Escherichia coli*, ritenuti di maggiore significatività per valutare il rischio per la salute pubblica durante l'attività balneare. Essi sostituiscono i parametri finora utilizzati, lasciando un ruolo aggiuntivo ad altri già presenti (oli minerali; pH, solo nelle acque interne; fioriture algali, solo nelle zone a rischio) o di nuova introduzione (residui bituminosi, catrame, materiale galleggiante come legname, plastica, vetro, gomma).

La classificazione delle acque di balneazione, tenendo conto sia dei controlli analitici che delle misure di gestione preventive, verrà determinata secondo quattro classi di qualità: eccellente, buona, sufficiente e scarsa, sulla base delle densità degli indicatori microbiologici (95° percentile ricavato dai dati degli ultimi tre/quattro anni). Per quanto riguarda i cianobatteri, le macro-alghe, il fitoplancton marino, i residui bituminosi e i materiali quali vetro, plastica, gomma o altri rifiuti, qualora si individuino un rischio per la salute, si dovranno adottare provvedimenti di gestione adeguati per prevenire l'esposizione, includendo l'informazione ai cittadini. Tali parametri non verranno comunque considerati ai fini della classificazione. Inoltre le acque di balneazione saranno individuate secondo "aree omogenee", permettendo così di razionalizzare la rete di monitoraggio attuale ed escludere dalla lista delle acque di balneazione quelle non adibite a tale scopo, quali aree portuali, foci di fiumi, aree militari. Questa semplificazione e la migliore definizione dei parametri da ricercare rappresenterà un'ottimizzazione delle attività di sorveglianza. La riduzione dei parametri da monitorare, oltre a determinare una semplificazione dell'attività e una diminuzione significativa dei costi, permetterà di focalizzare tale attività in quei punti che possono essere maggiormente rap-

presentativi per ulteriori indagini.

La Direttiva Ue, quindi, contrariamente a quella precedente, limitata alle attività di monitoraggio, si pone l'obiettivo di mettere in relazione lo stato di qualità delle acque di balneazione con le possibili fonti di contaminazione.

In sintesi le novità più rilevanti rispetto al DPR n. 470/1982 e smi sono:

- valutazione di soli due parametri batteriologici: *Escherichia coli* ed Enterococchi intestinali (più specifici come indicatori di contaminazione fecale)
- frequenza dei controlli almeno ogni quattro settimane durante la stagione balneare, secondo un prestabilito calendario, per un numero minimo di quattro campioni all'anno per punto di prelievo
- giudizio di qualità basato su nuovo calcolo statistico (valutazione del 95° percentile o del 90° percentile) della normale funzione di densità di probabilità (PDF log 10 dei dati microbiologici)
- classificazione delle acque annuali sulla base dei dati delle ultime 3-4 stagioni balneari
- analisi integrata d'area
- rivalutazione critica e revisione della rete di monitoraggio.

La definizione di qualità delle acque di balneazione terrà pertanto conto non esclusivamente della valutazione analitica della qualità delle acque ma anche di tutti quegli elementi che possono influenzare e contribuire alle modifiche e/o al deterioramento della qualità igienico-sanitaria e ambientale delle acque. Saranno da acquisire informazioni sul territorio, sulle caratteristiche geografiche, geomorfologiche, idrogeologiche delle acque, sulla qualità e sulla quantità delle fonti di inquinamento con particolare attenzione a quelle potenzialmente rischiose per la salute umana e sugli interventi mirati ad assicurare il mantenimento e il miglioramento dell'ambiente naturale e di tutti gli usi connessi alla risorsa mare.

Sulla base dei criteri stabiliti dal DPR n. 470/1982 e smi, i dipartimenti pro-

(13) DGR n. 591 del 20/04/05, pubblicata in BURC n. 26 del 16/05/2005

vinciali Arpac effettuano circa 4.500 campionamenti l'anno - tra routinari e suppletivi - prelevati a mare per determinare l'idoneità alla specifica stagione balneare. Sul totale dei rilevamenti, nel computo generale vengono valutati quelli risultati sfavorevoli per i diversi parametri indagati. La tabella 10.22 mostra nel dettaglio provinciale il numero di campionamenti, distinti in routinari e suppletivi, effettuati negli anni di monitoraggio dal 2001 al 2008 con in rilievo gli esiti analitici sfavorevoli.

Va precisato che per la stagione 2008 (monitoraggio 2007), l'elaborazione dei dati ha tenuto conto dei risultati delle attività del progetto affidato ad Arpac "Sperimentazione della diretti-

va europea e mappatura punti di prelievo"<sup>13</sup>, che hanno consentito una ri-determinazione delle zone classificate idonee alla balneazione e di quelle non idonee sia per motivi dovuti all'inquinamento che per cause non connesse al superamento dei limiti standard previsti ma in quanto rientranti in categorie escluse a priori (aree portuali e servitù militari, tra le altre).

Nell'ambito di tale progetto si è provveduto a una rielaborazione della cartografia informatizzata della linea di costa della regione Campania, grazie all'acquisizione da Ispra, Dipartimento tutela acque interne e marine, di specifici file cartografici ricavati dalle ortofoto a colori del volo IT2000.

ANNO	CAMPIONI	CASERTA	NAPOLI	SALERNO	TOTALE
2001	Routinari	644	1.261	1.851	<b>3.756</b>
	Suppletivi	16	16	41	<b>73</b>
	Totale	660	1.277	1.892	<b>3.829</b>
	di cui sfavorevoli	319	354	276	<b>949</b>
2002	Routinari	555	2.004	1.859	<b>4.418</b>
	Suppletivi	33	12	31	<b>76</b>
	Totale	588	2.016	1.890	<b>4.494</b>
	di cui sfavorevoli	228	264	248	<b>740</b>
2003	Routinari	575	2.022	1.876	<b>4.473</b>
	Suppletivi	16	68	52	<b>136</b>
	Totale	591	2.090	1.928	<b>4.609</b>
	Sfavorevoli	224	322	222	<b>768</b>
2004	Routinari	565	2.005	1.863	<b>4.433</b>
	Suppletivi	42	19	42	<b>103</b>
	Totale	607	2.024	1.905	<b>4.536</b>
	di cui sfavorevoli	344	209	183	<b>736</b>
2005	Routinari	568	1.994	2.028	<b>4.590</b>
	Suppletivi	26	53	145	<b>224</b>
	Totale	594	2.047	2.173	<b>4.814</b>
	Sfavorevoli	307	267	291	<b>865</b>
2006	Routinari	562	2.004	1.930	<b>4.496</b>
	Suppletivi	32	18	119	<b>169</b>
	Totale	594	2.022	2.049	<b>4.665</b>
	di cui sfavorevoli	210	254	294	<b>758</b>
2007	Routinari	460	2.004	1.898	<b>4.362</b>
	Suppletivi	0	54	62	<b>116</b>
	Totale	460	2.058	1.960	<b>4.478</b>
	Sfavorevoli	147	221	249	<b>617</b>
2008	Routinari	570	2.007	1.955	<b>4.532</b>
	Suppletivi	0	34	49	<b>83</b>
	Totale	570	2.041	2.004	<b>4.615</b>
	di cui sfavorevoli	128	165	227	<b>520</b>

**Tabella 10.22**

Acque di balneazione: numero campionamenti Arpac, anni 2001-2008



Si è proceduto, inoltre, alla revisione delle coordinate geografiche dei punti di campionamento della rete di monitoraggio, mediante l'impiego di strumentazione dotata di elevata precisione metrica (GPS differenziale). Ciò in considerazione dei processi di trasformazione degli equilibri costieri, che hanno modificato la linea di costa negli ultimi decenni (azione erosiva del mare, realizzazione di opere marittime, usi antropici della fascia costiera, densità di popolazione rivierasca, evoluzione naturale della costa e apporti di acqua dolce).

Il dettaglio della ripartizione delle lunghezze di costa balneabili e non balneabili per la stagione 2008, rivista alla luce della rielaborazione cartografica è illustrato in tabella 10.23.

I tratti di costa non balneabili si riferiscono alle aree risultate non idonee per inquinamento (articoli 6 e 7 del DPR n. 470/1982) e ai tratti permanentemente interdetti alla balneazione per motivi diversi dall'inquinamento, solitamente sbocchi a mare di corpi superficiali, aree portuali e zone militari, ricalcolati anch'essi sulla base della revisione della cartografia informatizzata della linea di costa, delle rilevazioni a mare con rilevatore GPS e delle verifiche delle ordinanze degli uffici circondariali marittimi. Nel complesso, in Campania, considerato il computo aggiornato, sono 32,105 i chilometri di costa interdetti permanentemente all'attività balneare che esulano dall'inquinamento.

Province	Costa "balneabile" (Km)	Costa "non balneabile" per inquinamento (Km)	Costa "non balneabile" per motivi diversi dall'inquinamento (Km)	Totale lunghezza costa (Km)
Caserta	14,479	29,613	0,796	44,888
Napoli	184,753	36,795	23,965	245,513
Salerno	199,701	14,805	7,533	222,039
<b>Campania</b>	<b>398,933</b>	<b>81,213</b>	<b>32,294</b>	<b>512,440</b>

**Tabella 10.23**  
Estensione tratti di costa balneabili, stagione balneare 2008

L'elaborazione dei dati determinanti l'idoneità della scorsa stagione balneare indica uno stato delle coste della Campania ancora critico soprattutto per quanto concerne la provincia di Caserta, dove su circa 45 chilometri di litorale, ben 29,61 sono vietati alla balneazione. Pressoché invariata la situazione lungo la costa napoletana dove i tratti interdetti alla balneazione risultano pari a 36,79 chilometri, nessun miglioramento si registra ancora sul litorale torre-stabiese. A Salerno sono 14,80 i chilometri non idonei alla stagione balneare 2008.

Nel bilancio complessivo del 2008, in Campania sono stati vietati alla balneazione 81,21 chilometri di costa per motivi dovuti all'inquinamento, 32,29 chilometri sono stati interdetti permanentemente all'attività balneare per motivi diversi dall'inquinamento (sbocchi a mare di corpi superficiali,

aree portuali, canali di navigazione e zone militari), mentre 398,93 risultano idonei alla balneazione su un totale di oltre 512 chilometri di costa.

Il giudizio di idoneità alla balneazione per l'apertura dell'imminente stagione 2009<sup>14</sup>, conferma le identiche criticità riscontrate gli anni precedenti relativamente ai litorali domizio e torrestabiese. La natura dell'inquinamento resta prevalentemente di origine microbiologica e, dai dati storici a disposizione, emerge che il recupero di tali tratti non potrà prescindere dalla rimozione delle cause di inquinamento dei corpi idrici che si immettono in questi tratti di costa.

L'andamento percentuale dei campionamenti puntiformi che hanno dato esito negativo, rispetto al totale dei prelievi effettuati nelle province costiere durante le campagne di rilevamento nel periodo 2001-2008, (figura

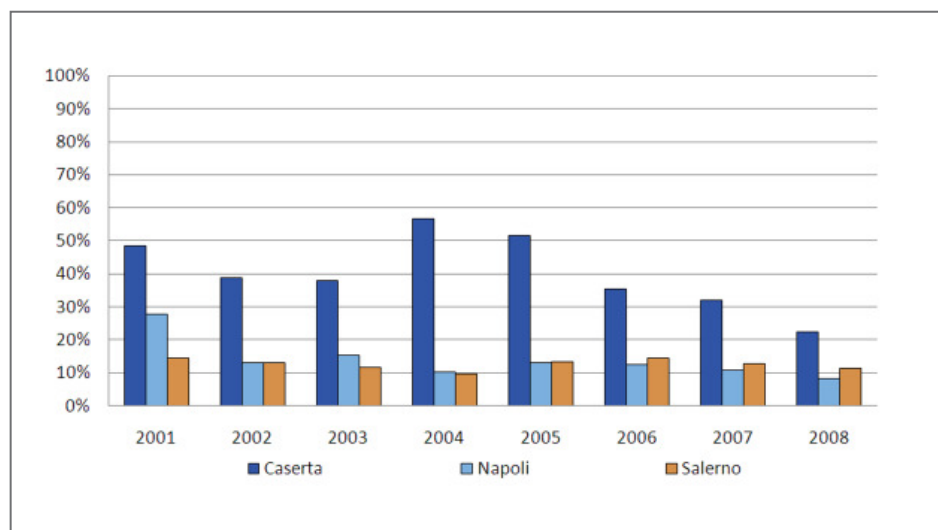
(14) DGR n. 2096 del 31/12/2008

10.26) mette maggiormente in risalto un *trend* critico per la provincia di Caserta pur essendo evidente nell'ultimo triennio una riduzione del numero di campioni sfavorevoli. Valori più confortanti si registrano per le province di Napoli e di Salerno soprattutto nel corso degli ultimi due anni.

I controlli e le analisi svolte da Arpac rappresentano la base conoscitiva necessaria per individuare le criticità e definire le priorità per le azioni di risanamento delle acque litoranee. Il patrimonio dei dati sulla qualità delle acque litoranee, acquisito negli anni tramite il monitoraggio per la balneazione, è costituito da un insieme omogeneo di campionamenti e determi-

nazioni analitiche, eseguiti con criteri *standard* condivisi a livello nazionale che consente di valutare l'andamento spaziale e temporale della qualità della acque di balneazione, di effettuare comparazioni fra diverse aree e di stimare l'impatto delle attività umane nonché l'effetto degli interventi mitigativi e riduttivi dell'inquinamento.

Attualmente presso Arpac sono disponibili, complessivamente, i dati di idoneità alla balneazione relativi alle stagioni balneari del periodo 1988-2009, i dati analitici dei rilevamenti a mare negli anni dal 1999 al 2008 e la cartografia informatizzata della rete di monitoraggio della Campania a dettaglio regionale, provinciale e comunale.



**Figura 10.26**  
Acque di balneazione: percentuale di campioni sfavorevoli, anni 2001-2008

Per ciascun punto di misura della rete regionale è possibile verificare la balneabilità e i parametri che hanno originato l'eventuale classificazione di non balneabilità. Tutti i dati sono georeferenziati, sia nel sistema UTM ED50 che nel sistema WGS84, in modo che sia possibile il confronto dei valori misurati con altre caratteristiche geambientali (presenza di corsi d'acqua, aree urbane, scarichi a mare, aree marine protette). I dati sono utilizzati anche per produrre carte tematiche sulla balneabilità delle coste che costituiscono peraltro parte integrante delle delibere regionali stagionali di idoneità alla balneazione.

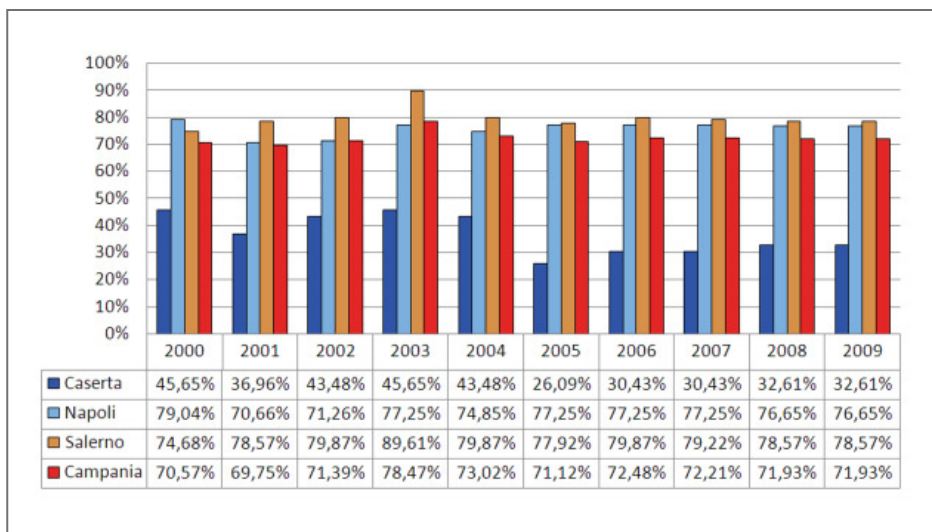
L'osservazione dei dati regionali di

"idoneità" alla balneazione, ovvero della percentuale dei punti di campionamento risultati idonei ad apertura delle stagioni balneari relative agli anni dal 2000 al 2009, mette in rilievo che non è stata mai raggiunta la totale idoneità (100%). I valori oscillano tra il 70 e il 72%, con una punta di massima nella stagione balneare 2003, per la quale ben 288 punti di campionamento risultarono idonei, pari al 78,47% del totale. In generale, i valori di idoneità, indicatori delle condizioni del mare campano, risultano pressoché stazionari: nell'ultimo quinquennio costantemente bassi, stabilizzati intorno al 72%.

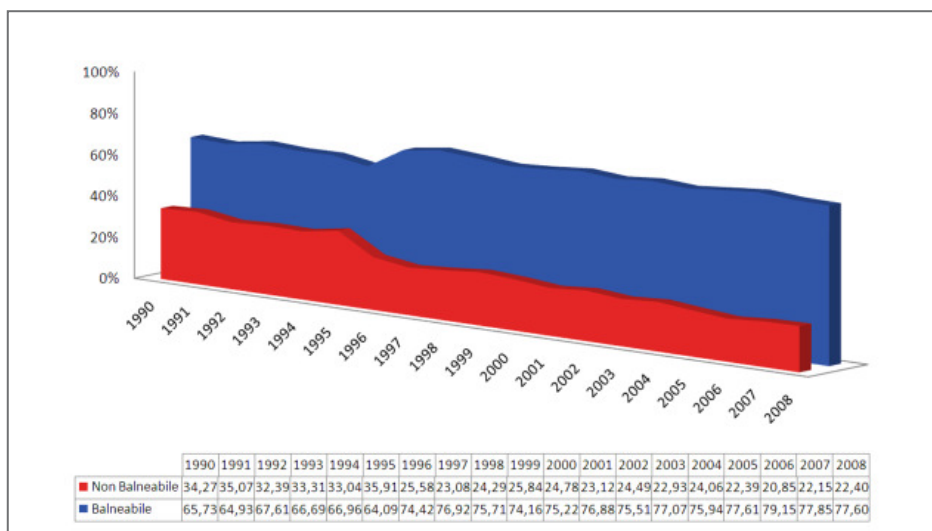
La disponibilità di serie temporali dei

rilievi analitici dei punti di prelievo a mare consente di valutare la qualità igienico-sanitaria, su base normativa, delle acque di balneazione e fornisce una ricognizione complessiva dell'evoluzione della contaminazione in regione Campania. Un'informazione sintetica dello stato di stress delle coste campane è possibile attraverso l'analisi della "balneabilità", intesa come rapporto percentuale tra la lunghezza della costa dichiarata balneabile e

quella sottoposta a controllo. La disamina dei dati storici, riferiti al periodo compreso tra il 1990 e il 2008 (figura 10.28), mostra un discreto aumento dei tratti di costa balneabili soprattutto a partire dall'anno 1996, i valori superano il 74% ma restano altalenanti fino all'ultimo triennio, periodo in cui, a fronte degli interventi di contenimento dell'inquinamento, si registra un lieve miglioramento.



**Figura 10.27**  
Percentuale idoneità alla balneazione, stagioni balneari 2000 - 2009



**Figura 10.28**  
Balneabilità in Campania, anni 1990-2008

La serie storica dei dati tiene conto, nell'elaborazione del trend della balneabilità, dei risultati delle attività del citato progetto Arpac "Sperimentazione della Direttiva europea e mappatura punti di prelievo". Pertanto i valori percentuali ottenuti sono stati standardizzati in base alle lunghezze

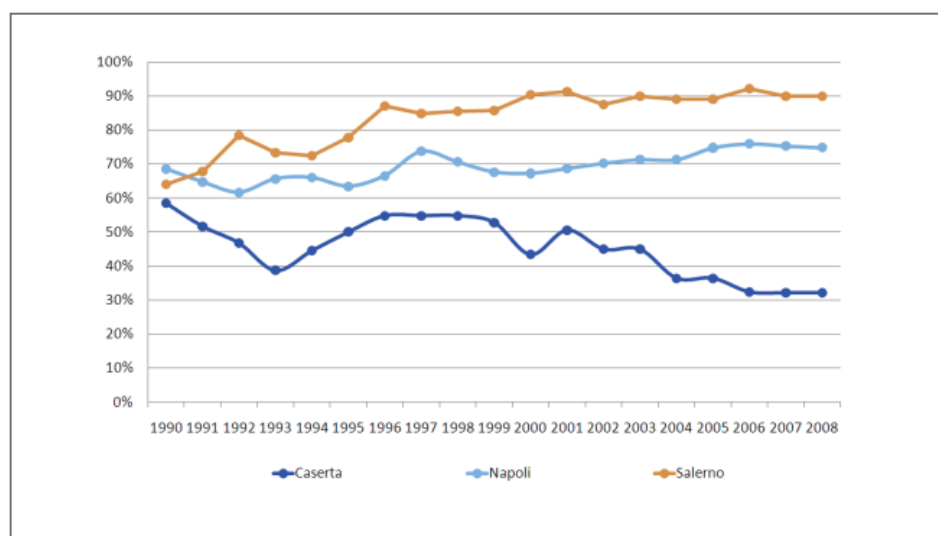
in chilometri di costa così ricalcolate, in considerazione delle variazioni degli equilibri costieri che hanno modificato la linea di costa negli anni.

Lo stato d'inquinamento a dettaglio provinciale appare molto diversificato. Mentre a Caserta prevalgono i tratti di costa non balneabili, con soltanto

un terzo di coste non contaminate, in provincia di Salerno la balneazione è consentita su oltre l'80% della costa. Dal 1990 a tutt'oggi, si assiste a un graduale ma lento miglioramento dei tratti balneabili nel napoletano e nel salernitano, maggiormente evidente a partire dal 2000, con una tendenza opposta al degrado nella provincia di Caserta.

L'osservazione puntuale dei traccianti

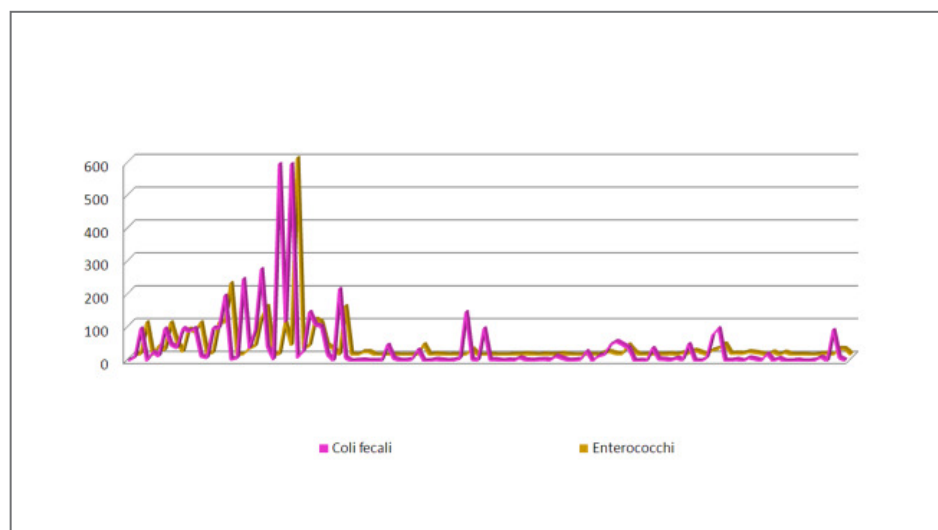
analitici misurati nel tempo in ciascuno dei punti di rilevamento a mare evidenzia che la quasi totalità delle non conformità ai limiti di legge sono da imputarsi al superamento dei parametri batteriologici. Ne consegue che la balneabilità o meno di un tratto di costa viene sostanzialmente determinata sulla base della variabilità dei colibatteri.



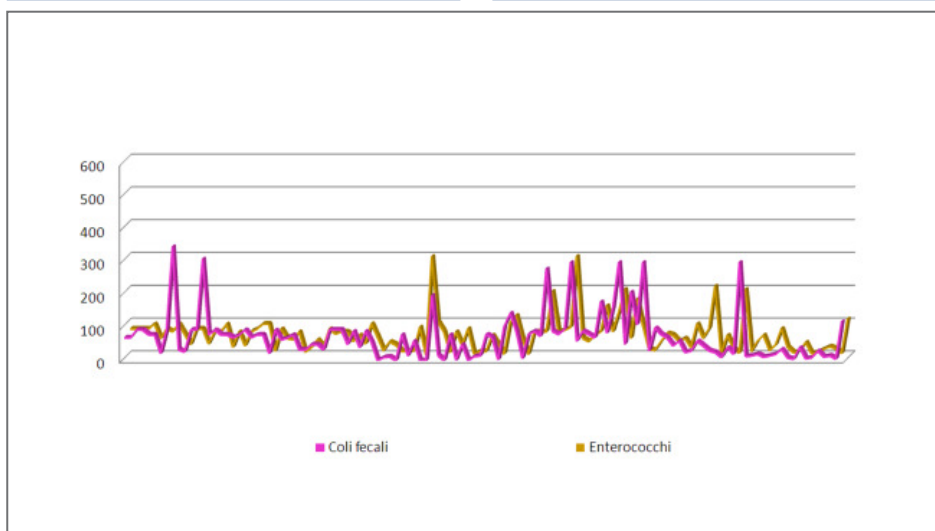
**Figura 10.29**  
Andamento percentuale tratti costa balneabili, anni 1990-2008

A titolo puramente esemplificativo sono stati messi a confronto, nelle figure 10.30 e 10.31, gli andamenti temporali dei coli fecali e degli enterococchi in due punti d'indagine di particolare interesse turistico che rilevano, nel periodo compreso dal 1999 al 2008,

episodi di contaminazione microbiologica in progressivo miglioramento per il punto prescelto di Napoli e un trend negativo con un marcato peggioramento per il punto di monitoraggio relativo alla provincia di Caserta.



**Figura 10.30**  
Napoli, punto prelievo 160: distribuzione dei parametri batteriologici (UFC/100 ml)



**Figura 10.31**  
Provincia di Caserta, punto prelievo  
39: distribuzione dei parametri  
batterologici UFC/100 ml)

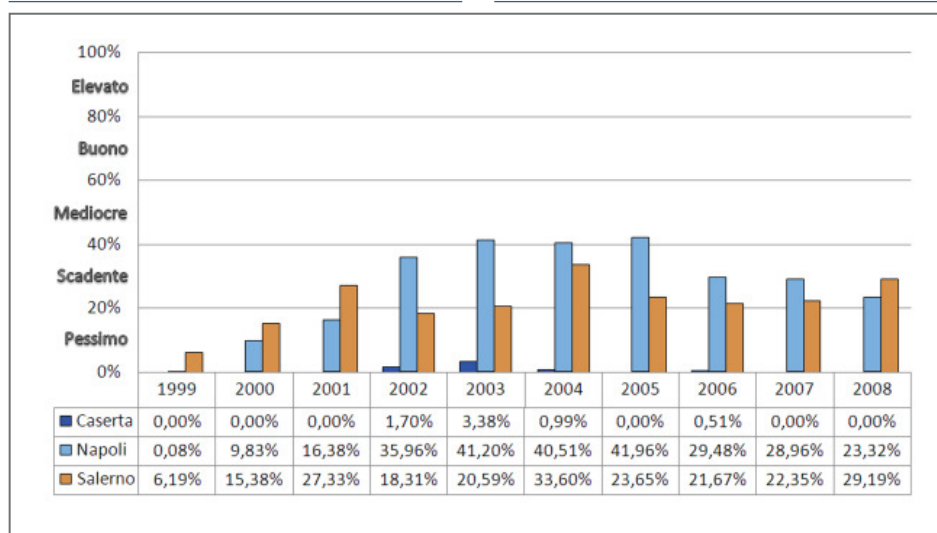
In definitiva, a fronte di un lento e graduale recupero di tratti di costa balneabili, perdurano situazioni critiche con zone a elevata contaminazione e, anche nei tratti di costa idonei, si verificano fenomeni puntuali di inquinamento. A tutt'oggi, i tratti di costa balneabili sono pressochè costanti rispetto agli anni precedenti, rimanendo fortemente inquinato tutto il litorale domizio e quello torre-stabiese. I dati elaborati dei campionamenti dell'estate 2008 confermano queste tendenze, sia a scala regionale che provinciale e locale.

L'utilizzo dei dati microbiologici a valenza ambientale consente la determinazione di un indicatore sintetico dei livelli di deterioramento della risorsa marina denominato "Indice di qualità batteriologica" (IQB), la cui valutazione non rappresenta un obiettivo specifico fissato dalla normativa vigente, ma risulta in linea con le finalità della nuova direttiva comunitaria. In attesa, infatti, di applicare i nuovi indicatori previsti dalla direttiva europea 2006/7/CE - *Escherichia coli* e Enterococchi intestinali - l'indice IQB fornisce un'informazione di sintesi sulla pericolosità di una contaminazione di origine fecale mediante l'utilizzo dei parametri microbiologici in vigore che hanno maggiore influenza sulla qualità delle acque di balneazione. La misura dell'indice di qualità batteriologica è determinata dal rapporto percentuale

del numero di campioni con assenza totale di coliformi fecali e di streptococchi fecali in relazione al totale dei rilievi effettuati durante le campagne di monitoraggio. Quanto più il valore percentuale è elevato, tanto migliore è la qualità delle acque destinate alla balneazione.

L'andamento temporale di IQB, a scala provinciale, risulta variabile con oscillazioni notevoli da una stagione all'altra, in nessun caso si raggiungono valori intorno al 50%. Per una lettura più immediata dei risultati ottenuti si attribuisce un giudizio di sintesi dello stato di contaminazione alle classi percentuali, che varia da pessimo (0-20%) a elevato (80-100%). Una sorta di amplificazione dei dati, che consente di mostrare miglioramenti o peggioramenti più marcati di quanto riscontrabile dall'analisi puntuale dei risultati. I valori di IQB determinati per singolo anno, mostrati in figura 10.32, si riferiscono ai monitoraggi effettuati da Arpac dal 1999 al 2008. L'analisi del diagramma, confrontato con le classi percentuali del giudizio sintetico, conferma la situazione critica della qualità delle acque costiere del casertano registrando valori percentuali addirittura prossimi allo 0%. Alternanza di giudizi tra scadente e mediocre per le province di Salerno e Napoli, con andamenti migliorativi fino al 2005 che regrediscono nell'ultimo triennio.

**Figura 10.32**  
Indice qualità batteriologica (IQB %),  
anni 1999-2008



In conclusione, la contaminazione che interessa il litorale costiero della Campania è prevalentemente di origine fecale, determinata dalla presenza di scarichi fognari che, direttamente o indirettamente, attraversando i corpi idrici superficiali giungono a mare. I problemi di carattere igienico-sanitario che ne derivano per la popolazione sono, quindi, correlabili alle malattie trasmissibili e ciò impone la necessità di regolamentare in maniera più cautelativa la gestione della "risorsa mare" per le attività produttive (acquicoltura, maricoltura), laddove con i fenomeni di bioaccumulazione e biomagnificazione il rischio può essere considere-

volmente aumentato.

Al fine di minimizzare l'impatto che ne deriva - rischi per la salute umana derivanti da esposizione ad acque o spiagge inquinate, danni alla biologia marina per l'eccessivo apporto di nutrienti, nonché effetti deleteri economici e degrado delle attrattive paesaggistiche - vanno individuate strategie preventive e mitigative in sinergia con interventi tecnici tesi al controllo e alla metabolizzazione del carico inquinante con un approccio integrato di risanamento ambientale efficace a garantire uno sviluppo più sostenibile delle zone costiere.

## Acque di transizione

Le lagune costiere sono definite "acque di transizione" in quanto ambienti in corrispondenza dei quali si realizza la transizione tra terra e mare e il mescolamento delle acque dolci con quelle salate. Le lagune costiere sono, quindi, punti di incontro tra terra e mare sia da un punto di vista "geografico", sia da quello "biologico" e "culturale". Questi bacini salmastri, racchiusi tra la terraferma e barriere di sabbia miste a piccoli ciottoli, sono in comunicazione col mare tramite aperture chiamate "bocche", da cui si originano i canali attraverso i quali l'acqua marina entra

durante il flusso (coincidente con l'alta marea) ed esce durante il riflusso (con la bassa marea).

L'acqua delle lagune si presenta, in genere, torbida, con un pH compreso tra 8 e 8,5. La temperatura è compresa tra i 12-15°C in inverno e i 22-28°C e oltre in estate; la salinità è mutevole, rispetto a quella marina, a causa dell'apporto d'acqua dolce. Pertanto l'ecosistema lagunare è caratterizzato da una serie di gradienti, che sono alla base dell'alta produttività del sito e spiegano la notevole varietà di *habitat* presenti. I laghi costieri, inoltre, sono

maggiormente soggetti a un inquinamento di tipo cronico.

La principale componente inquinante è costituita, per la maggior parte, da sostanze organiche e inorganiche a effetto fertilizzante - di origine civile, industriale e agricola - veicolate al lago sia attraverso le fognature civili e industriali, che a mezzo degli affluenti naturali che raccolgono le acque di drenaggio delle aree agricole. L'azione fertilizzante di taluni composti dell'azoto e del fosforo - in gran parte nitrati e ortofosfati - provocano, soprattutto nei mesi primaverili, un'abnorme produzione di biomassa microalgale che, morendo, sedimenta sul fondo dove viene degradata con conseguente consumo di ossigeno. L'insieme dei fenomeni che favoriscono la produttività algale è detto eutrofizzazione. Tra le potenziali cause di insorgenza del fenomeno, possono essere annoverati fattori quali:

- bassi fondali
- stabili condizioni meteolagunari estive e conseguente scarso ricambio delle masse di acqua
- elevata temperatura estiva delle acque
- elevati carichi antropici lungo la costa dovuti all'attività umana
- presenza di foci che drenano, soprattutto dopo le piogge, apporti di aree a elevato sfruttamento agricolo-zootecnico.

Tuttavia, si definisce "eutrofico" lo stato di un lago che è particolarmente ricco di sostanze organiche e di nutrienti; parimenti, un lago si dice "oligotrofico" quando è povero di nutrienti, "mesotrofico" quando è in condizioni intermedie e, infine, "distrofico" quando è ricco di alcuni nutrienti e povero di altri.

Sono presenti nel territorio campano i laghi costieri Fusaro, Miseno, Lucrino e Patria.

### Il lago Fusaro

Il lago Fusaro, ubicato al margine esterno occidentale del golfo di Napoli, nel comune di Bacoli, ha una forma triangolare e un'estensione di circa 97 ettari. Il suo bacino imbrifero copre un'area di circa 8,87 chilometri quadrati, con una lunghezza (asse nord-sud) di 1,7 e una larghezza (asse est-ovest) di 0,8 chilometri.

Con una profondità massima di circa 9,5 metri e una media di circa 3,6 metri, il lago comunica con il mare per mezzo di tre foci, canali scavati in epoche diverse lungo il cordone di dune che lo separa dal mare, distribuite a intervalli regolari e, procedendo da sud a nord, sono identificate con i nomi di foce Vecchia o Romana, foce di Mezza Chiaia o Centrale, foce Nuova o Borbonica.

La laguna salmastra del Fusaro (conosciuta dal III secolo a.c. come *Archærusia palus*), ha potuto proporre al mondo, per decenni, ostriche e mitili di notevole qualità.

La situazione produttiva del lago, però, è andata peggiorando negli anni '70

in quanto la crisi distrofica estiva, di intensità e durata sempre maggiore, ha impedito un utilizzo continuo della laguna per produzione di specie commerciali. La mitilicoltura è stata praticata fino al 1973, quando nel napoletano ci fu un'epidemia di colera.

Negli anni '80, invece, è stata esercitata una residuale attività di pesca a opera della locale cooperativa di pescatori "Elisea".

Attualmente come in passato, la mitilicoltura rappresenta l'attività principale del lago, che ospita allevamenti di *Mytilus galloprovincialis*. Durante la stagione primaverile, la loro distribuzione nella laguna è simile a quella presente in mare, con l'arrivo dell'estate, invece, questa si differenzia a causa dell'instaurarsi di condizioni ambientali diverse nei due ambienti. Nella laguna, infatti, le condizioni più estreme di temperatura, salinità e ossigenazione renderanno molto più veloce la rarefazione delle larve rispetto agli allevamenti in mare. Verso la metà di settembre, banchi di mitili provenienti

dal mare e destinati alla coltura, sono introdotti nella parte centrale del lago, a una profondità ottimale di 2 metri. Qui restano fino al mese di giugno, per completare il loro ciclo di crescita. Prima dell'inizio della crisi distrofica estiva del lago, i mitili vengono raccolti e venduti.

Resta comunque il fatto che negli ultimi anni la forte urbanizzazione, verificatasi principalmente nell'area di Torregaveta e Cappella, è stata un evidente elemento d'impatto per l'area, aggravato ulteriormente dall'immissione nel recettore Fusaro di reflui domestici provenienti dai suddetti impianti civili.

Negli ultimi anni i fenomeni d'inqui-

namento di origine industriale, agricola e domestica hanno abbassato, notevolmente, la produttività del lago nell'ambito della mitilicoltura. A causa dello sversamento in essa di molti inquinanti, che costituiscono i prodotti secondari delle tante attività umane, sono stati alterati sensibilmente gli originari equilibri della laguna, modificati sia i rapporti idrici esistenti tra mare e terra, che le condizioni chimico-fisiche dello specchio d'acqua. Infatti, sporadicamente, si verificano eventi di inquinamento microbiologico e chimico da attribuire a scarichi abusivi, attraverso i canali di raccolta delle acque pluviali che si immettono nel lago.

### *Il lago Lucrino*

Il lago Lucrino è un lago costiero separato dal mare da una barra sabbiosa ed è ubicato nel comune di Pozzuoli. Esso ha una superficie di 6,8 ettari, un perimetro di 1.250 metri e una larghezza media di 120 metri; occupa la metà di un'area pianeggiante stretta tra i rilievi di monte Nuovo, vulcano Averno e la propaggine settentrionale del vulcano

dei Fondi di Baia.

In passato, il lago è stato utilizzato per la coltivazione dei mitili e l'allevamento dei pesci. Attualmente è notevolmente ridotto nelle sue dimensioni e presenta problemi di inquinamento. Il deflusso naturale avviene attraverso un canale di larghezza 1,5 metri.

### *Il lago Miseno*

Il lago di Miseno (definito anche Maremorto) è ubicato fra Monte di Procida e il porto di Miseno ed è collegato al mare con un canale che sfocia in località Miliscola. Il lago occupa il cratere di un vulcano spento e fu adibito a porto dell'antica città di Cuma. Ha forma triangolare ed è circondato da strade comunali, lungo le quali si sono espansi gli agglomerati urbani di Miliscola, Bacoli e Cappella. La superficie del lago è di poco superiore ai 40 ettari, con un perimetro di 2.800 metri; la profondità massima è di 4, mentre quella media di 2,25 metri.

In prossimità del lago, sulla fascia costiera, vi sono allevamenti di mitili. Il lago comunica con il mare attraverso due foci; la prima, lunga 250 metri, ubicata in prossimità dell'abitato di Miliscola, è soggetta a interrimento dovuto a fenomeni di erosione e di

trasporto litoraneo, e risulta attualmente ostruita. La seconda foce - lunga 100 metri, con sezione 5 metri quadri - comunica con il mare nella baia di Miseno e presenta problemi di ridotto deflusso a mare.

Questo scarso ricambio d'acqua, la bassa profondità, le periodiche crisi distrofiche - con conseguente instaurarsi di zone atossiche - rendono il lago più simile a uno stagno che a una laguna. Il bacino imbrifero ha un'estensione di 2,68 chilometri quadrati.

Si riscontra una forte urbanizzazione, caratterizzata anche dal fenomeno dell'abusivismo e da un conseguente disordine urbanistico. La sponda meridionale del lago, adibita a coltivazioni agricole, è separata dal mare da un cordone litoraneo e dalla spiaggia di Miliscola.



### *Il lago Patria*

Il lago Patria è una laguna salmastra di origine vulcanica ubicata nel comune di Giugliano, situato ai confini tra le province di Caserta e Napoli. Ha una superficie di 1,87 chilometri quadrati, una larghezza di 1,5 e un perimetro di 5,5 chilometri. La profondità massima è di 3 metri, mentre la profondità media di 1,5 metri.

Il lago raccoglie le acque provenienti da sorgenti di acqua dolce, corsi d'acqua naturali e artificiali che trasportano le acque piovane che dilavano i terreni circostanti. Lungo la costa orientale, alcuni rigagnoli convogliano acque dolci e debolmente salmastre, mentre più a sud tre sorgenti di acque dolci alimentano il lago con apporti limitati.

Vi sono due canali principali che raccolgono le acque di dilavamento delle aree agricole situate a nord-est (canale Amore) e a nord-ovest (canale Vena) del lago.

Il lago comunica con il mare attraverso un canale di foce a forma di imbuto di circa 1,5 chilometri e con la profondità di 1 metro. Il canale è banchinato nel tratto terminale, per una lunghezza di circa 400 metri, con pareti in calcestrutto e tende a insabbiarsi nel corso di mareggiate.

In autunno e in inverno, nei periodi quindi di forte piovosità, si possono registrare aumenti di livello anche pari a un metro, tali da riuscire a rompere la barra di foce, provocando il deflusso delle acque al mare. In estate, il defi-

cit idrico è causato dall'evaporazione e dalla riduzione sia dello scambio con il mare e sia dell'apporto degli affluenti. Quando la foce è aperta si hanno oscillazioni chimiche e della temperatura legate al ritmo della marea. Difatti, la vivificazione marina è limitata alla foce ed è scarsa nelle restanti parti del lago, a causa della dolciificazione delle acque per ostruzione della foce e per il defluire dell'acqua verso il mare che ostacola la risalita dell'acqua marina anche in fase di alta marea.

L'ostruzione della foce - e quindi la conseguente dissalatura - sono responsabili della scomparsa di biocenosi marine e salmastre: la riapertura della foce garantirebbe il ripristino delle caratteristiche naturali della laguna e il popolamento di specie tipiche.

Il lago Patria si presenta fortemente antropizzato da insediamenti abitativi lungo le sponde del canale di foce fino al mare, nonché lungo la costa sud orientale. Una forte urbanizzazione è localizzata principalmente lungo le sponde del tratto terminale della laguna e del canale di foce. Gli insediamenti si sviluppano disordinatamente in modo consistente lungo la costa sud orientale con una popolazione residente stimata di circa 6.000 abitanti. Nel territorio non urbanizzato è prevalente l'attività agricola e zootecnica. Nel lago sono praticate la pesca e l'itticoltura di specie pregiate quali spigole, orate e anguille.

### *Monitoraggio delle acque di transizione*

I laghi costieri della Campania sono sicuramente tra gli ambienti a maggiore varietà ecologica e ambientale da valorizzare e salvaguardare per la conservazione della biodiversità. Arpac, a partire dal 2002, ha condotto il monitoraggio dei laghi costieri campani (Fusaro, Miseno, Lucrino, Patria), acquisendo dati analitici relativi ai parametri chimico-fisici e biologici ed ecotossicologici, per ottenere la base conoscitiva finalizzata allo studio

dell'evoluzione ambientale di questi ecosistemi. La campagna di monitoraggio, iniziata con lo studio del lago Fusaro nel 2002, è stata estesa ai laghi Miseno, Patria e Lucrino dove sono stati definiti i reticoli di stazioni più significative e rappresentative per valutare i fattori di stress antropico. In ciascun lago sono eseguiti prelievi mensili delle acque e semestrali del sedimento e del biota. In ciascun sito indagato, sono stati scel-

ti punti di campionamento situati sia in corrispondenza delle foci - in quanto rappresentano le zone che risentono maggiormente dell'azione vivificante del mare - sia del centro lago, in quan-

to area di raccolta di tutti gli apporti e immissari, sia, infine, in particolari zone critiche, quali ad esempio quelle interessate da presenza di scarichi o di pluviati.

**Tabella 10.24**  
Monitoraggio acque di transizione:  
punti di campionamento

Lago	Codice	Descrizione punto di prelievo	Latitudine	longitudine
Fusaro	LF1	In corrispondenza della foce centrale	40° 49' 22,42" N	14° 3' 4,26" E
	LF2	In corrispondenza della foce vecchia	40° 49' 46,92" N	14° 3' 11,97" E
	LF3	In corrispondenza di un canale di sfioro	40° 49' 29,10" N	14° 3' 32,19" E
	LF4	In corrispondenza di un canale misto	40° 49' 5,80" N	14° 3' 28,07" E
	LF5	Tra canale misto e foce romana	40° 48' 59,12" N	14° 3' 3,92" E
	LF6	Centro lago	40° 49' 15,91" N	14° 3' 6,32" E
Lucrino	LC1	In corrispondenza della foce	40° 49' 46,39" N	14° 4' 57,23" E
	LC2	Centro lago	40° 49' 45,63 N	14° 4' 50,09 E
	LC3	Presso lo scarico delle terme "Stufe di Nerone"	40° 49' 42,42" N	14° 4' 38,28" E
Miseno	LM 1	Presso la foce ubicata all'altezza della villa comunale	40° 47' 44,61" N	14° 4' 39,15" E
	LM2	Centro lago	40° 47' 40,58" N	14° 4' 30,67" E
	LM3	In corrispondenza della foce di Miliscola	40° 47' 25,85" N	14° 4' 0,60" E
Patria	LP1	In corrispondenza della foce	40° 55' 9,14" N	14° 1' 37,35" E
	LP2	In prossimità del tratto intermedio della Riva Sud	40° 55' 40,19" N	14° 1' 47,63" E
	LP3	In prossimità del tratto intermedio della Riva Nord	40° 56' 19,17" N	14° 1' 26,64" E
	LP4	In corrispondenza dell'idrovora del consorzio di Bonifica	40° 56' 39,94" N	14° 2' 15,89" E
	LP5	Riva nord in prossimità di uno scarico	40° 26' 24,31" N	14° 2' 25,32" E
	LP6	Centro lago	40° 56' 5,03" N	14° 2' 1,55" E
	LP7	Presso il canale Palumbo collettore di acque pluviati	40° 55' 35,48" N	14° 1' 59,19" E

**Tabella 10.25**  
Monitoraggio acque di transizione:  
matrici indagate e parametri ricercati

Matrice		Parametri
Acqua, campione prelevato in superficie, frequenza mensile	Acqua (in situ)	Trasparenza (con Disco Secchi) Temperatura, pH, salinità e ossigeno disciolto con sonda multiparametrica
	Acqua (in laboratorio)	Clorofilla 'a', Cloruri, Azoto totale, Azoto ammoniacale, Azoto nitroso, Azoto nitrico, Fosforo totale, o-Fosfato, Ricerca sostanze pericolose (IPA; PCB; metalli pesanti), Enterococchi, Saggi ecotossicologici
	Fitoplancton	Analisi quali - quantitativa
Biota, campionamento banco naturale di <i>Mytilus galloprovincialis</i> , frequenza semestrale	Composti organoclorurati, Metalli pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Composti organostannici (TBT).	
Sedimento, campione prelevato in superficie con benna, frequenza semestrale	Granulometria, Composti organoclorurati, Metalli pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Carbonio organico totale, Composti organostannici (TBT), Spore di Clostridi solfitoreduttori, Saggi ecotossicologici	

La valutazione complessiva dei dati rilevati nel periodo 2004-2008 consentono delle osservazioni riguardo allo stato dei laghi.

Lo stato ecologico degli ambienti di transizione campani è di tipo subdistrofico, con frequenti crisi anossiche in estate. I nutrienti risultano essere abbondanti durante tutto l'anno, per

cui si ipotizza che essi non derivino dal normale metabolismo dei laghi, ma da apporti esterni (dilavamento terreni, canali di scolo). L'ossigeno è generalmente abbondante nel corso dell'anno, risulta più scarso durante il periodo estivo, quando si instaurano condizioni distrofiche, causate dall'aumento della temperatura, dell'evaporazione,

della salinità. Le alte temperature influiscono direttamente sulla presenza di ossigeno disciolto in acqua, sull'accelerazione delle attività batteriche e sulla salinità, in quanto aumentando l'evaporazione si accresce la concentrazione di sali nell'acqua. Inoltre le scarse precipitazioni e la scarsa portata degli immissari possono rendere il ricambio idrico inadeguato, motivo per cui le aree umide rischiano crisi distrofiche. Il clima della zona è attualmente caratterizzato da precipitazioni medie annue di 700-800 millimetri e da un regime termico tipico delle coste mediterranee, con fluttuazione diurna moderata e inverni miti. La temperatura dell'acqua delle lagune segue un andamento pressoché stagionale per la scarsa profondità dei laghi, pertanto, essa segue l'andamento termico dell'aria. La temperatura media annua, valutata utilizzando i dati mensili della stazione di Pozzuoli, comune ubicato in area flegrea, dal 1951 al 1998, è pari a 17,3°C; mentre la variabilità di anno in anno risulta in genere contenuta. Infine, analizzando statisticamente la serie temporale dei valori mensili di temperatura, è stata osservata una ciclicità stagionale con un periodo freddo che culmina a gennaio, mentre i mesi più caldi sono luglio e agosto.

In primavera, il miglioramento delle condizioni climatiche favorisce la produzione primaria attraverso la fioritura della vegetazione bentonica e del fitoplancton, sia autoctono che alloctono, proveniente dal mare attraverso le foci. Ben presto si raggiungono elevate concentrazioni di ossigeno disciolto, con una conseguente ripresa anche della fauna sia bentonica che neotonica; la comunità del lago raggiunge, nel giro di qualche mese, la sua fase di massima biodiversità interspecifica.

La crescita della biomassa, favorita dalla disponibilità di ossigeno, continua fino alla prima quindicina di giugno e si arresta quando, con l'avanzare dell'estate, l'aumento della temperatura e della salinità provocano un deficit di ossigeno. Si passa così alla fase distrofica estiva, in cui si assiste alla

morte delle specie a più bassa valenza ecologica (stenoterme e stenoaline) e a una riorganizzazione nella struttura della comunità lagunare. Infatti la putrefazione delle specie in decomposizione sottrae alle acque ulteriori quantità di ossigeno disciolto, innescando processi di anaerobiosi. Tali condizioni critiche lasciano posto solo al popolamento di specie in grado di sopportare variazioni dei parametri ambientali entro ampi intervalli. In autunno l'abbassamento delle temperature e un aumento del ricambio idrico, sia da parte del mare che degli affluenti dolci, ristabilisce l'attività del lago. Si verifica un nuovo reclutamento di specie che però non riprende in modo "esplosivo", come accade in primavera, ma si afferma in modo più mite per l'arrivo delle condizioni invernali. I periodi più critici per i laghi sono:

- la stagione estiva, caratterizzata dal verificarsi delle esplosioni di biomasse algali causate dalla notevole disponibilità di nutrienti, con conseguente riduzione della trasparenza delle acque e dal sovraccarico di processi di mineralizzazione della sostanza organica. A ciò fa seguito, poi, la crisi distrofica, dipendente principalmente dall'aumento della temperatura cui è associata la distruzione della biomassa algale e la ridotta produzione di ossigeno associata all'aumento della temperatura, dell'evaporazione e della salinità. In tali condizioni si ha l'instaurarsi di un metabolismo di tipo anaerobico, con produzione di idrogeno solforato e di sostanza organica non azotata, per cui le acque tendono a intorbidirsi facilitando l'instaurarsi della crisi anossica
- la stagione invernale caratterizzata dagli apporti degli effluenti e quindi da acque torbide e ricche di detriti.

Alla luce delle risultanze analitiche, sebbene non sia stata riscontrata anossia nel periodo di tempo considerato, la presenza di sostanze inquinanti nelle acque e del loro bioaccumulo

riscontrato nel biota e nei sedimenti determina l'assegnazione dello stato ambientale scadente dei laghi Fusaro, Lucrino, Miseno e Patria.

Le condizioni scadenti delle lagune flegree rendono necessaria l'adozione di azioni mirate alla prevenzione e alla riduzione dell'inquinamento, attraverso una sorveglianza territoriale costante delle fonti di inquinamento, quali per esempio gli scarichi abusivi; l'applicazione, dopo oculate valutazioni, di adeguate tecniche di bonifica, il convogliamento dei reflui, dopo opportuno trattamento, in pubblica fognatura; la manutenzione delle sponde. L'attuazione di quanto sopra esposto è indispensabile per garantire la tutela delle risorse idriche, nella fat-

ti-specie le acque di transizione, per il raggiungimento degli obiettivi previsti dal D.Lgs. n. 152/2006:

- prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati
- conseguire il miglioramento dello stato delle acque e adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi
- perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

## Lo stato delle acque in Campania

Dal quadro dello stato delle acque in Campania, illustrato nei paragrafi e nelle schede tematiche precedenti, emerge una situazione complessa, con una grande varietà di condizioni ambientali, in relazione sia alle caratteristiche naturali del territorio, sia alle pressioni antropiche esistenti.

Si rileva che le aree interne, in particolare quelle montane, rappresentano il patrimonio naturale da proteggere al meglio per garantire la conservazione degli ecosistemi e la qualità delle acque da destinare al consumo umano, che sono per oltre il 90% provenienti dalle falde sotterranee e che nel 99% dei controlli risultano a norma. Infatti i grandi sistemi acquedottistici sono alimentati dai copiosi gruppi sorgivi ubicati al margine delle dorsali carbonatiche appenniniche e quindi la buona qualità delle acque potabili è da proteggere anzitutto alla fonte. A tal scopo, un utile contributo normativo e gestionale potrà arrivare dall'adeguamento del Piano di tutela delle acque, con la definizione aggiornata, sulla base delle indicazioni di ATO e Autorità di bacino, delle zone di protezione delle acque destinate all'uso potabile. Per

evitare periodi di siccità simili a quello degli anni '90 e probabili alla luce degli scenari di cambiamenti climatici, è poi da completare la definizione del bilancio idrico, garantendo la priorità degli usi potabili.

La buona qualità delle acque sorgive e la presenza di aree protette nelle zone montane e collinari, si riflette anche nello stato ecologico e ambientale dei tratti iniziali e intermedi, dei corsi d'acqua, con uno stato di qualità in genere buono.

Nelle pianure costiere e in alcune pianure intramontane densamente abitate e con insediamenti industriali, le pressioni sull'ambiente incidono invece fortemente sulla qualità dei corpi idrici delle acque interne, che in genere presentano condizioni dallo scadente al pessimo. Questa situazione si riflette anche nei tratti costieri interessati dalla confluenza di fiumi, canali e scarichi, inquinati: lungo il litorale casertano e fra Portici e Castellammare di Stabia, le acque sono interdette alla balneazione a causa dell'inquinamento e finora non è stato osservato un miglioramento dello stato ambientale di questi tratti di costa. La situazione è,

invece, migliore lungo i litorali dove i fiumi presentano una qualità ambientale sufficiente e dove si riscontra una maggiore efficienza del sistema fognario e depurativo, come nelle province di Napoli e Salerno dove nell'ultimo decennio sono aumentati i tratti balneabili.

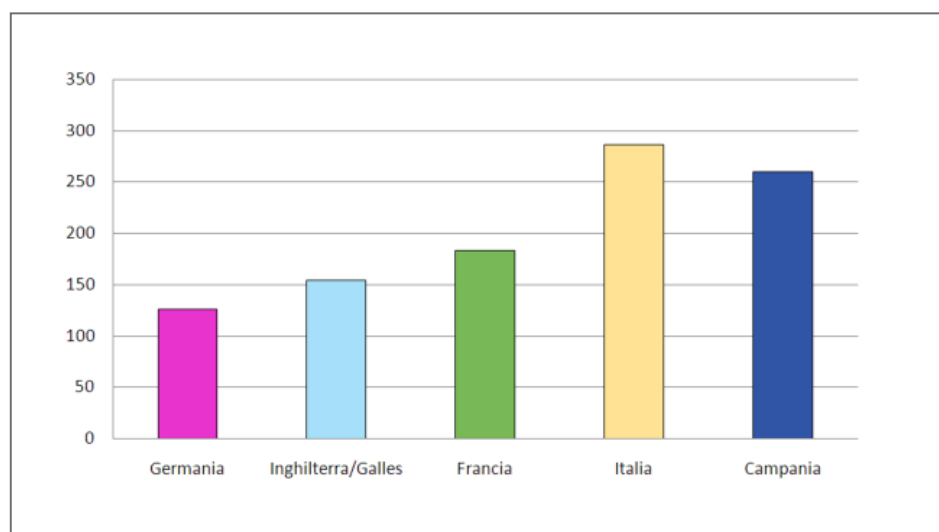
Per far fronte alle situazioni di contaminazione delle acque a livello regionale sono state intraprese azioni di adeguamento dei sistemi depurativi, tuttora in corso da parte di diversi soggetti istituzionali ed è stato approvato il Piano di tutela delle acque, che ne-

cessita di un adeguamento in relazione alle innovazioni del D.Lgs. n. 152/2006 e alle nuove conoscenze acquisite dal 2006 ad oggi.

In conclusione appare significativo, in un'ottica di *benchmarking*, il confronto tra situazione ambientale e servizio idrico della Campania e situazione in Italia e in altri Paesi europei, dove si realizzano le esperienze più significative e avanzate per la gestione e tutela delle acque. A tal fine sono stati elaborati alcuni indicatori di sintesi a partire da dati pubblicati (Onorati, 2008, Gruppo 183) riassunti in tabella 10.26.

Indicatore	Unità di misura	Germania	Inghilterra/Galles	Francia	Italia	Campania
Consumi idropotabili pro capite	(litri / giorno)	126	154(Ofwat)	183(IWA)	286(CoViRI)	260
Allacciamento alla rete acquedottistica	(% della popolazione)	99	nd	99	99	99
Perdite della rete acquedottistica	(% del totale)	7,3	19,2	26,4	28,5	59
Allacciamento alla fognatura	(% della popolazione)	95	96	95	84	86,4
Allacciamento ai depuratori	(% della popolazione)	93	93	79	73	62,4
Trattamento secondario delle acque reflue	(% della popolazione)	5	60	60	49(Istat)	35,6
Trattamento terziario delle acque reflue	(% della popolazione)	95	39	36	45(Istat)	26,3
Corsi d'acqua di qualità inferiore a stato buono	(% dei tratti classificati)	38(Eea)	32(Eea)	52(EEA)	63(Apat)	40,6

**Tabella 10.26**  
Confronto tra i servizi idrici dei maggiori Stati europei e la Campania (VEWA 2006, rielaborata Arpac 2009)

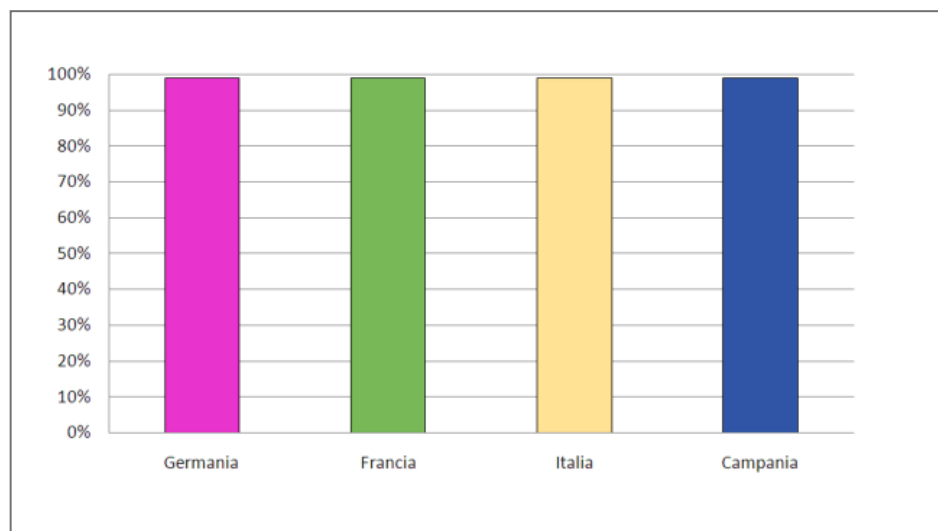


**Figura 10.33**  
Confronto tra i consumi di acqua potabile (litri/giorno) di Campania, Italia e Stati europei

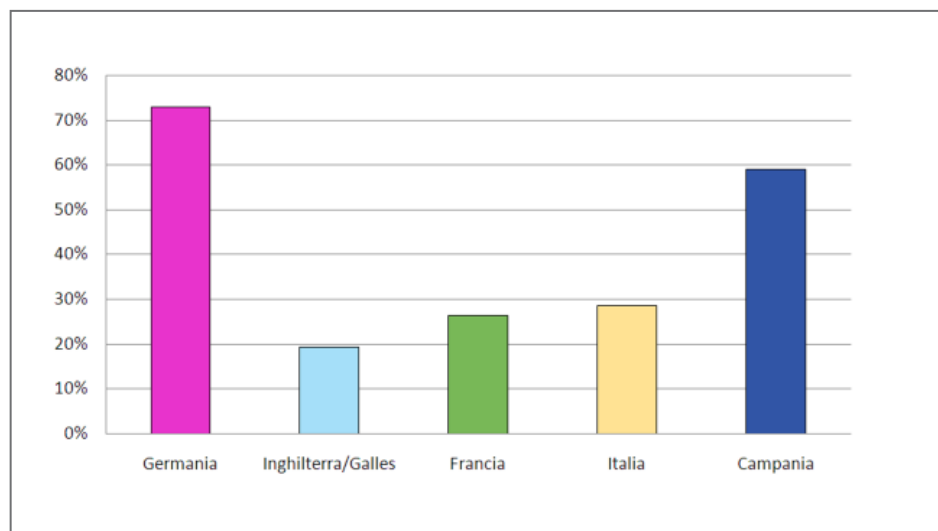
Per quanto riguarda l'approvvigionamento idropotabile (figura 10.33), in Campania i consumi sono in linea con quelli nazionali, che sono palesemente elevati rispetto allo standard europeo. L'allacciamento alle reti idropotabili (figura 10.34) è in linea con quello nazionale ed europeo e in Campania i problemi di approvvigionamento sono

legati quindi solo a malfunzionamenti della rete. La situazione delle perdite in Campania è, invece, drammatica (figura 10.35), con uno spreco di risorse naturali inaccettabile. Si rinvia al paragrafo "Approvvigionamento idrico e depurazione delle acque" per una descrizione più dettagliata.

**Figura 10.34**  
Confronto delle percentuali di popolazione servita dalla rete acquedottistica in Campania, Italia e Stati europei



**Figura 10.35**  
Confronto delle percentuali di perdite della rete acquedottistica in Campania, Italia e Stati europei

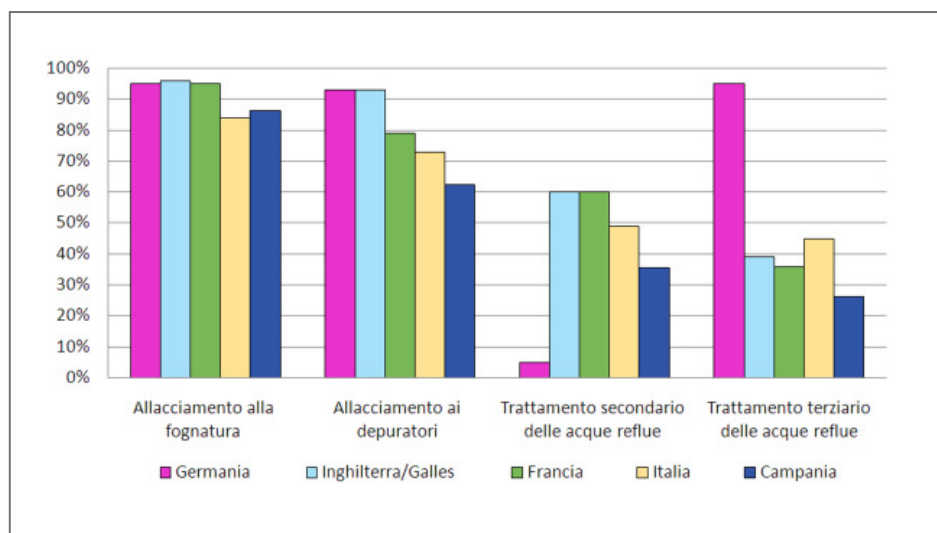


Per il sistema fognario e depurativo (figura 10.36) la Campania è nettamente al di sotto degli *standard* nazionali ed europei con una percentuale di allacciamento ai depuratori per gli agglomerati con 15.000 abitanti pari al 60% e con solo il 25% di abitanti allacciati a depuratori con sistema di trattamento terziario, in grado di abbattere gli inquinanti organici che favoriscono l'eutrofizzazione.

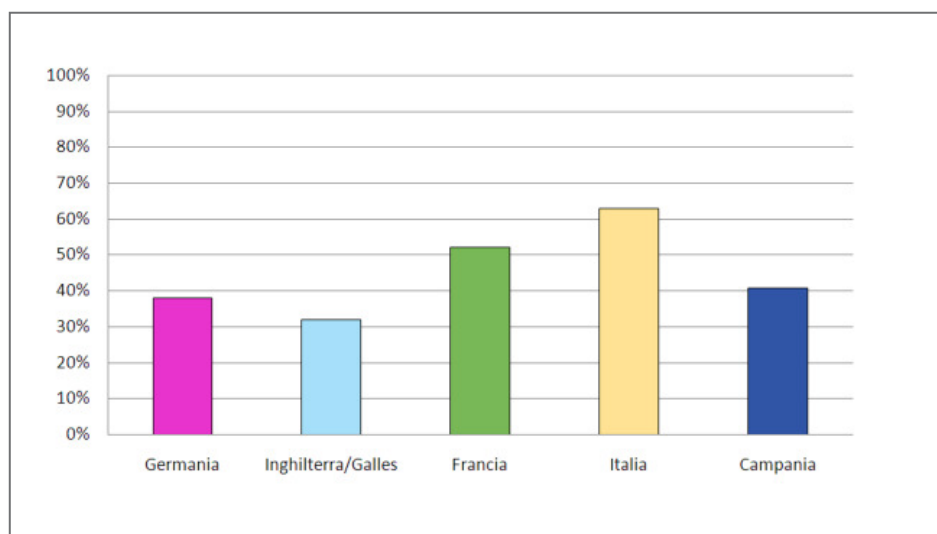
Quindi i grafici riportati nelle figure 10.33, 10.34, 10.35 e 10.36 illustrano in maniera chiara il *gap* esistente tra lo *standard* europeo e quello campano in termini di efficienza, soprattutto in relazione alle perdite delle reti acquedottistiche e della copertura e tipologia del servizio di depurazione. In questo contesto lo stato ambientale non così critico registrato per i fiumi campani (figura 10.37), che conservano

una qualità in linea con i dati europei e migliore rispetto alla media italiana, è il frutto delle peculiarità territoriali già illustrate e riassumibili in una minore industrializzazione, concentrata

nelle zone pianeggianti del medio e basso corso dei fiumi, e nella presenza di aree protette in zone montane che tutelano i bacini di alimentazione dei corsi d'acqua e delle falde.



**Figura 10.36**  
Confronto delle percentuali di popolazione servita da fognatura e impianti depurazione con trattamenti delle acque reflue secondari e terziari in Campania, Italia e Stati europei



**Figura 10.37**  
Confronto delle percentuali di corsi d'acqua con stato ambientale inferiore a "buono" in Campania, Italia e Stati europei

Questa peculiarità del territorio campano deve essere salvaguardata e rafforzata in un'ottica di sviluppo sostenibile, pertanto tutte le azioni (misure della Direttiva 2000/60) che incidono sul ciclo integrato delle acque devono innanzitutto proteggere le zone di alimentazione e i tratti non contaminati dei corsi d'acqua per garantire alle generazioni future e agli ecosistemi la possibilità di godere di una situazione ambientale non peggiore di quella at-

tuale. Le azioni di miglioramento delle qualità delle acque in aree di pianura non devono avvenire a discapito delle zone montane. Infine la programmazione negli altri settori deve tener conto dell'esigenza di garantire la conservazione e il miglioramento degli ecosistemi e delle acque di falda nelle zone interne della Campania, che rappresentano il cuore e polmone verde della regione.

### Bibliografia e sitografia

Apat, Ctn Neb. Zone Umide in Italia. Elementi di conoscenza, 2005

Autorità di bacino nord occidentale della Campania (2004). Piano di tutela delle acque - Il contributo al Piano di tutela delle acque della regione Campania, volume I

Carrada G.C., Fresi E. Le lagune salmastre costiere. Alcune riflessioni sui problemi e i suoi metodi, in Carrada G.C., Fresi E., Cicogna F. (eds.) Le lagune costiere: ricerca e gestione, Clem edizioni, Massa Lubrense, 35-56, 1988

Carrada G.C. Profilo ecologico di una laguna salmastra flegrea: il lago Fusaro, Archo Oceanogr. Limnol., 18 (suppl.), 1973

Enea/Sezione Prot-Idr. Schede descrittive dei laghi flegrei: elementi di primo inquadramento, parte V, volume I, 2002

Gaudino G. Le lagune costiere flegree. Relazione su "La biologia marina e quella dei laghi costieri flegrei", Napoli, 43-56, 2007

La Magna G., Guarino G., Riccardi N., Giovinnazzi F. Studio degli impatti antropici sulla qualità ambientale di un ambiente di transizione in Campania, Arpac, Napoli, 2003

Renzoni A. Dati sull'accrescimento e ciclo riproduttivo di *Mytilus Galloprovincialis* nella sacca di Scardovari, Boll. Piscic. idrobiologia, 28, 205-206, 1973

Renzoni A., Sacchi F.C. Notes sur l'ecologie de la moule *Mytilus Galloprovincialis* (LAM.) dans le lac Fusaro, Rapp. Proc. Verb., C.I.E.S.M., 46, 1962

<http://sit.provincia.napoli.it/md.asp?key=7009>

<http://www.ebnitalia.it/public/bwbase/pmwiki.php?n=Main.CampiFlegrei>

[http://www.fiumi.com/acque/index.php?id\\_g=1238](http://www.fiumi.com/acque/index.php?id_g=1238)

[http://www.fiumi.com/acque/index.php?id\\_g=1239](http://www.fiumi.com/acque/index.php?id_g=1239)