

La proposta che ci è venuta dal Ministero della Sanità sull'introduzione di dati ambientali nell'annuale "Rapporto sulla Qualità delle Acque di Balneazione", ci è sembrata del tutto condivisibile. Tale iniziativa infatti, oltre a rispecchiare la stretta collaborazione che ha sempre caratterizzato i rapporti tra i nostri Dicasteri, pone in essere una chiave di lettura nuova dei problemi delle aree costiere del nostro Paese: quella che vede finalmente l'analisi contemporanea e sovrapposta dei temi della tutela della salute pubblica e dell'ambiente.

Non a caso questa analisi integrata si concretizza dopo l'entrata in vigore del nuovo D.Lgs. 152/99 sulla tutela delle acque dall'inquinamento, elaborato dal Ministero dell'ambiente e concertato con tutti gli altri dicasteri interessati, in primis quello della sanità. Il decreto infatti prevede proprio un approccio complessivo per la tutela dei corpi idrici, con una integrazione degli obiettivi di qualità ambientali e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, tra cui appunto la balneazione.

Va inoltre ricordato che l'Ispettorato Centrale Difesa Mare del Ministero dell'ambiente, ai sensi della Legge 979/82 sulla tutela e difesa del mare, sta realizzando in regime di convenzione con le Regioni costiere, un programma di monitoraggio delle acque marino-costiere, ai fini della conoscenza dello stato di qualità degli ecosistemi; i dati provenienti dalla realizzazione di tali attività sono in avanzata fase di elaborazione e di prossima pubblicazione; essi rappresenteranno la prima raccolta coordinata di livello nazionale e dovranno costituire la base conoscitiva cui far riferimento nei futuri piani di monitoraggio.

È infine auspicabile, ed è nostra intenzione lavorare in tal senso, che dal prossimo anno a questo primo "caso studio" rappresentato dalla Regione Toscana, si possano affiancare le altre regioni costiere che via via si doteranno di una base conoscitiva analoga a quella toscana.

NICOLA FUSILLO

SOTTOSEGRETARIO DI STATO ALL'AMBIENTE

Ritengo che questa iniziativa, volta ad integrare i dati routinari dell'annuale Rapporto sulla qualità delle acque di balneazione con alcuni dati ambientali significativi, sia molto opportuna per una più chiara comprensione dei risultati positivi ai quali siamo pervenuti in questi ultimi anni con una adeguata azione di prevenzione ambientale, di razionalizzazione e di completamento delle strutture depurative.

I dati ambientali contenuti in questa nostra relazione sono dovuti alla costante attenzione che la Toscana ha posto ai problemi legati alla balneabilità delle coste ed alle analisi ed al monitoraggio che l'ARPAT, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana ha costantemente sviluppato in questi ultimi anni.

Mi auguro che questa sia la prima di una serie di iniziative da riproporre per gli anni successivi anche nelle altre Regioni, non appena troverà piena attuazione il Decreto Legislativo 152/1999, che prevede, tra l'altro, il completamento delle reti regionali di monitoraggio dei dati ambientali in questo settore.

CLAUDIO DEL LUNGO

ASSESSORE ALL'AMBIENTE DELLA REGIONE TOSCANA

1. INTRODUZIONE

1.1 STRATEGIE DI CONTENIMENTO DELLE PRESSIONI AMBIENTALI SULLA SALUBRITÀ DELLA BALNEAZIONE

Il Piano Sanitario Nazionale (PSN) "Un patto di solidarietà per la salute", in termini generali e in particolare l'"Obiettivo II: Migliorare il contesto ambientale", propone azioni per la salvaguardia della salubrità ambientale, di particolare e necessario rilievo per la tematica della balneazione. Un principio generale del PSN è quello di definire e mettere in atto strategie ad ampio respiro, con il coinvolgimento attivo di tutti i soggetti impegnati nel settore ("solidarietà" anche tra istituzioni, tecnici, operatori) per la realizzazione di obiettivi ben definiti. Tra questi, vi è quello del miglioramento della salubrità delle attività legate alla balneazione.

I principi del PSN ben si raccordano alle proposte dell'OMS (OMS-WHO, 1998), presentate recentemente in una prima stesura delle "Linee Guida per la salubrità delle acque ricreative" ("Guidelines for safe recreational-water Environments", WHO), alla quale, tra l'altro, ha partecipato un numero significativo di esperti italiani (Enti centrali, Enti Locali, USL). Questo documento sottolinea l'importanza di strategie di pianificazione e gestione della salubrità delle risorse idriche per la balneazione al fine di ottimizzare le azioni volte al continuo miglioramento delle condizioni, con un'azione che va oltre il semplice controllo della qualità delle acque, comunque necessario nel rispetto delle normative esistenti.

In termini generali, i criteri di gestione della salubrità delle attività legate alla balneazione non possono prescindere da una valutazione dell'intero ciclo delle acque, considerando le sorgenti di inquinamento, le capacità proprie di depurazione naturale del sistema in esame, e, ovviamente, le caratteristiche dei corpi recettori (ad esempio, nel caso di un corso d'acqua che giunge al mare, vale l'ovvio principio che, a parità di concentrazione di inquinanti, uno scarico avrà un impatto tanto minore quanto minore sarà il rapporto tra il flusso di immissione dello scarico in questione e il flusso di acqua nel corpo recettore, nei termini di un bilancio di massa). Nelle strategie di riduzione delle pressioni, è quindi importante una valutazione dell'impatto complessivo degli apporti inquinanti in relazione alle caratteristiche del corpo recettore, sia attraverso la verifica del rispetto delle norme che regolano le concentrazioni ammissibili nel singolo scarico, sia in considerazione dell'impatto di sorgenti diffuse dovute a dilavamento dei suoli e ad attività zootecniche e agricole.

La politica di protezione dei corpi idrici, strettamente connessa all'uso sostenibile delle risorse nel nuovo D.Lgs. 152/99, e il censimento degli scarichi, da effettuare in modo rego-

lare e continuativo, costituiscono un primo passo essenziale e necessario per avviare i programmi conoscitivi che rappresentano la base indispensabile per la gestione del territorio. Nel nostro Paese la carenza di informazioni adeguate è un problema di primaria importanza, individuato anche nel PSN che, perseguendo l'obiettivo specifico di un miglioramento del contesto ambientale, ne auspica il superamento. La stessa Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS-WHO, 1998) sottolinea l'importanza di questo aspetto, osservando che uno scarico di cui non siano note le caratteristiche può costituire un importante fattore di rischio.

In senso più ampio, l'OMS raccomanda una **gestione integrata delle coste dal punto di vista della sanità pubblica**, per la quale è necessaria una valutazione ad ampio respiro delle condizioni in atto, la definizione di obiettivi da raggiungere, la pianificazione della gestione dei sistemi costieri e delle risorse, insieme alla considerazione delle prospettive culturali e storiche e degli interessi ed usi potenzialmente in conflitto, attraverso un processo iterativo capace di evolvere in rapporto all'esigenza di far fronte a condizioni suscettibili di cambiare nel tempo, il tutto nell'ambito del principio di uno sviluppo sostenibile.

Questa proposta implica evidentemente una dimensione di valutazione e pianificazione complessivi, e non solo la verifica e controllo degli indicatori di riferimento. Si deve inoltre osservare che in molti contesti nazionali questi principi sono stati a vario livello recepiti, e ci si sta muovendo in questa direzione.

I quattro principali campi di azione sono indicati dall'OMS nei termini di:

- Rispetto dei criteri regolatori
- Informazione e consapevolezza del pubblico
- Tecnologia di controllo ed abbattimento degli impatti
- Raccomandazioni ed interventi di salute pubblica

A livello locale e regionale, le principali azioni da svolgere includono:

- Definizione di una scala di priorità dei rischi
- Definizione di liste di controllo dei possibili interventi in rapporto a specifiche esigenze
- Identificazione di indicatori di soglia per condizioni pericolose ed estreme (ad esempio condizioni incidentali o anomale), in rapporto a possibili interventi di emergenza.

In termini organizzativi, alla luce del PSN e dello spirito di solidarietà da esso racco-

mandato, e considerando le indicazioni dell'OMS, questa attività richiede la cooperazione degli Enti centrali, e segnatamente dei Ministeri della Sanità e dell'Ambiente, ognuno per le proprie competenze, di Istituzioni Scientifiche, dell'ANPA e delle Agenzie regionali, delle Regioni, Enti Locali, PMP e Dipartimenti di Prevenzione.

A questo fine ed in accordo al PSN, appare quindi importante organizzare, a cura del Ministero della Sanità, delle occasioni di incontro regolare dei vari soggetti in cui siano periodicamente discussi strategie, obiettivi e risultati ottenuti ai fini del miglioramento della salubrità delle acque di balneazione e di uno sviluppo sostenibile in questo ambito.

Il DPR 470/82 consente di effettuare la valutazione della qualità delle acque di balneazione sulla base di un sistema integrato di analisi chimico-fisiche-microbiologiche, individuando, per il giudizio di idoneità alla balneazione 13 parametri, sovrapponibili a quelli individuati dalla direttiva europea, ed i valori-limite per ciascuno di essi.

Più di recente, dall'evoluzione del progresso scientifico e tecnico sta maturando una filosofia olistica che richiederà cambiamenti sostanziali nell'ambito delle politiche di prevenzione e stima del rischio per la salute delle popolazioni.

La valutazione del rischio, preliminare essenziale nello sviluppo di politiche di controllo, gestione e pianificazione sanitaria, si è basata finora sulla interpretazione di dati analitici (i risultati dei controlli della qualità delle acque), di indagini epidemiologiche e su processi di sorveglianza sanitaria.

Nel corso degli ultimi anni, numerosi studi sono stati svolti sul controllo dei rischi di natura sanitaria correlati alla balneazione. In questo ambito, i dati rilevati durante le campagne di controllo della qualità delle acque, effettuati sulla base della normativa attualmente in vigore, sono stati un utile strumento conoscitivo e cautelativo per la prevenzione del rischio e per l'elaborazione di programmi di studio in funzione dello sviluppo di ancora più adeguati sistemi di sorveglianza.

Per quanto riguarda gli aspetti più strettamente igienico-sanitari, l'idoneità delle acque alla balneazione viene stabilita sulla base della determinazione di parametri microbiologici, i batteri indicatori di contaminazione fecale. Un microrganismo per essere elevato al ruolo di indicatore deve presentare una correlazione dotata di significato statistico con agenti eziologici specifici di malattie, i patogeni, la determinazione diretta dei quali non è però praticabile di routine per la mancanza di metodi sufficientemente specifici, sensibili, economici e di pronta e facile esecuzione. Pertanto, il controllo degli indicatori di contaminazione fecale nelle acque è da sempre utilizzato in alternativa a quello diretto dei pato-

geni, anche perché i dati desunti dalla ricerca di questi ultimi, le cui concentrazioni nelle acque non sono predittive e sono legate a fattori diversi, condurrebbero a conclusioni in merito meno attendibili.

La nuova proposta di normativa per il controllo delle acque di balneazione, allo studio in ambito Europeo (Proposta di Direttiva Unione Europea 1999, attualmente ancora in via di definizione) individua, tra gli indicatori microbiologici di rilievo *Escherichia coli* ed *Enterococchi*. Inoltre, in questo ambito si sta anche delineando la possibilità di considerare, in aggiunta ai classici indicatori batterici, parametri di natura diversa. Un'attenzione particolare viene rivolta ai batteriofagi, virus batterici, potenziali indicatori di contaminazione virale, la cui ricerca nelle acque di balneazione potrebbe costituire una valida alternativa alla ricerca di enterovirus. Per procedere all'eventuale introduzione di questo parametro di controllo, sarebbero tuttavia necessari studi applicativi per valutarne la rappresentatività come indicatore.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel documento preliminare sulle "Linee Guida per la salubrità delle acque ad uso ricreazionale" ("Guidelines for Safe Recreational-water Environments", Vol. 1, Draft for Consultation, October 1998) specifica che allo stato dell'arte è possibile proporre nuove linee guida per le acque costiere. Infatti, sulla base di una sufficiente evidenza sanitaria, sembra che sintomi gastrointestinali possano essere correlati a presenza di streptococchi ed enterococchi, a densità che tuttavia sono risultate variabili in funzione dei diversi studi epidemiologici svolti. È stato quindi suggerito che questi gruppi di microrganismi possano essere considerati, anche in relazione alla loro capacità di sopravvivenza nelle acque, indicatori di rischio più validi nelle acque marine costiere. D'altra parte, per le acque interne, migliori correlazioni con gli effetti sulla salute sono state segnalate invece con Coliformi fecali ed *Escherichia coli*. È comunque da rilevare che le informazioni per entrambi i parametri, al momento disponibili, non sono sufficienti per derivare valori guida.

È da sottolineare comunque che la determinazione degli streptococchi fecali è applicata per il controllo delle acque di balneazione in relazione alla normativa attualmente in vigore (DPR 470/1982, attuazione Direttiva CEE n. 76/160).

Le linee-guida dell'OMS rivolgono interesse anche alla problematica della qualità microbiologica delle spiagge, che si presenta più complessa di quella delle acque. Viene citato che non sempre è stata ottenuta una piena correlazione tra Coliformi Fecali, *Escherichia coli* e Streptococchi fecali nella acque marine e nella sabbia corrispondente, nelle aree esaminate. Al momento, inoltre non vi sono chiare evidenze che la sabbia degli arenili possa costituire un rischio infettivo di rilievo. Microrganismi patogeni e non pato-

geni possono essere isolati in questa matrice: stafilococchi, *Pseudomonas*, batteri enterici, funghi e alcuni parassiti. In ogni caso è da segnalare che la sopravvivenza dei batteri enterici nella sabbia appare temporalmente molto limitata; tempi più lunghi di mantenimento nell'ambiente si riscontrano per i funghi e i parassiti.

Gli studi disponibili indicano che tra i fattori di pressione per la qualità delle spiagge, oltre al contributo degli scarichi inquinanti, debbono essere inclusi anche le escrezioni di animali, e, in particolare, il contatto tra persone e gli effetti dell'affollamento della spiaggia, come anche attestato da dati di misura relativi ai trend temporali. Quindi, oltre al necessario contenimento dell'impatto delle sorgenti di emissione, sono da raccomandare evidenti criteri igienici. L'OMS precisa che un monitoraggio routinario delle spiagge, ricercando gli organismi indicatori, non sembra al momento giustificato, mentre indagini estemporanee e mirate di questo tipo potrebbero avere un importante rilievo in termini di ricerca e studio.

L'OMS conclude sottolineando la necessità di criteri appropriati di pulizia regolare delle spiagge, dal divieto di introduzione di animali durante la stagione balneare all'educazione del pubblico a criteri igienici generali.

In un ambito più globale di controllo della qualità ambientale e sanitaria bisogna considerare che gli elementi che intervengono a condizionare la qualità delle acque marine lungo le coste possono essere numerosi e nessuno, singolarmente, risulta determinante per definirne la qualità. Quantità e qualità del contributo dell'entroterra, livelli di marea, direzione dei venti e delle correnti, moto ondoso, distanza dagli immissari, presenza di sciogliere antierosione sono tra le principali variabili che possono contribuire ad influenzare e far variare le caratteristiche di qualità delle acque marine costiere.

I nuovi criteri di valutazione del rischio associato alla balneazione, attualmente in fase di evoluzione, potrebbero permettere di costruire dei modelli che considerino le diverse variabili che possono concorrere alla previsione del rischio ed a una gestione integrata delle risorse.

Come già precedentemente detto, la valutazione dei requisiti delle acque di balneazione è attualmente realizzata sulla base di determinazioni quantitative di parametri chimico-fisici e di indicatori microbiologici, le cui densità, al fine di un giudizio di conformità delle acque, devono essere al di sotto dei valori limite stabiliti dalla normativa. Poiché non esiste una formula gestionale universalmente applicabile alla previsione del rischio per la salute, elementi e parametri, da utilizzare come strumento conoscitivo-operativo nei programmi di controllo e di prevenzione in relazione alla qualità delle acque di balneazione, dovrebbero quindi considerare l'influenza di tutti quei fattori specifici che caratterizzano

un dato ambiente o territorio. Valutazioni significative per la classificazione di una determinata area da adibire alla balneazione dovrebbero comprendere specifici fattori regionali e/o locali relativi alla natura del territorio e agli aspetti sociali, economici, culturali, ambientali e tecnici.

L'applicazione di programmi integrati di controllo ambientale e sanitario potrebbe minimizzare, ove necessario, il potenziale rischio di esposizione per la popolazione, passando anche attraverso il risanamento ambientale e la riduzione dei fattori di pressione. In questo ambito, potrebbe quindi essere individuato un "profilo di vulnerabilità" dell'area che fornisca una descrizione territoriale delle zone adibite alla balneazione e costituisca la base per la formulazione di misure di natura preventiva per le popolazioni.

Le informazioni necessarie per delineare le caratteristiche di un determinato territorio dovrebbero quindi considerare tutti quei fattori che possono influenzare e contribuire alle modifiche e/o al deterioramento della qualità delle acque. In questo ambito, tutti quei parametri, funzione della pressione antropica, derivanti dall'uso del territorio, assumono una forte rilevanza: l'urbanizzazione, la presenza di fonti potenziali di contaminazione legata ad attività industriali, agricole e zootecniche, l'immissione nei corpi idrici recettori di fonti puntiformi di contaminazione (fiumi, torrenti e scarichi diretti) e non puntiformi, nonché la presenza di impianti di trattamento delle acque reflue e il grado e la tipologia di trattamento che esse subiscono.

D'altra parte, non sono da trascurare, ma possiedono bensì una propria valenza nella caratterizzazione specifica di ogni territorio, tutti quei fattori che costituiscono la struttura peculiare di quell'ambiente. Assumono quindi un carattere significativo la diversa tipologia degli ecosistemi acquatici (acque marine, di fiume, estuariali, lacustri, salmastre), la configurazione fisica dell'area, il clima, le caratteristiche idro-geologiche e meteo-marine (venti, maree, correnti), la conformazione dei corpi idrici recettori, gli eventi meteorologici e tutti quegli elementi biotici e abiotici che caratterizzano un ecosistema. Da quanto sopra esposto sembra inevitabile che in un prossimo futuro fattori ambientali e pressione antropica sul territorio dovranno essere considerati e integrati nell'elaborazione di qualsiasi modello di valutazione e gestione del rischio associato alla balneazione. Programmi di gestione integrata nel territorio richiedono l'acquisizione di competenze specifiche attraverso la conoscenza e la consapevolezza di tutte le variabili che intervengono nei processi di trasformazione o di degrado ambientale. Particolare attenzione dovrà essere quindi rivolta a tutte le attività utili alla promozione del miglioramento progressivo della qualità ambientale in relazione alle misure di prevenzione e tutela della salute pubblica. Qualsiasi modello di gestione integrata delle informazioni dovrà avere quindi come obiettivo la riduzione della contaminazione ambientale che potrà essere perseguita in gran

parte attraverso un opportuno e idoneo trattamento di tutti gli scarichi, urbani e non, e da un'adeguata progettazione degli impianti di depurazione, considerando anche l'impatto complessivo degli apporti inquinanti in relazione alle caratteristiche del corpo recettore.

Attività di censimento, monitoraggio, e classificazione delle acque, così come sono state già avviate dalla Regione Toscana, potranno consentire, anche a livello nazionale, l'acquisizione delle informazioni necessarie a tracciare il quadro conoscitivo delle pressioni sul territorio e quindi dello stato della qualità ambientale e sanitaria.

Per concludere, in considerazione di quanto indicato dall'OMS e in relazione alla revisione dei parametri e dei limiti attualmente allo studio nell'Unione Europea, è sembrato utile proporre una analisi integrata delle interconnessioni del rapporto tra stato ambientale e qualità delle acque destinate alla balneazione che prendesse in considerazione congiuntamente le sorgenti di emissione, i correlati processi di diluizione e dispersione, la qualità delle acque marine in corrispondenza delle quali si verificano immissioni, nonché la qualità degli arenili corrispondenti alle acque sottoposte a monitoraggio; su tali basi potranno poi essere iniziati studi specifici su aree costiere campione a contaminazione scalare, nelle quali effettuare le determinazioni relative agli indicatori di contaminazione fecale, più rispondenti ai nuovi orientamenti internazionali e, in modo correlato, potrebbe essere esaminata la qualità della spiaggia, considerando gli stessi indicatori insieme ad altri parametri, come, ad esempio, specifici gruppi di miceti. Ciò al fine di ottenere strumenti più adeguati per una valutazione del rischio sanitario, definendo un modello procedurale che potrà essere applicato dalle Regioni.

Uno studio di questo genere, non ha la pretesa di costituire un monitoraggio esaustivo, ma può essere comunque utile per ottenere dati utili ad affrontare in termini di approccio globale la problematica della salute pubblica.

2. L'APPROCCIO METODOLOGICO

Il Rapporto sulla qualità delle acque di balneazione, pubblicato annualmente dal Ministero della Sanità, è basato sui dati raccolti ed elaborati dalle singole Regioni in osservanza del DPR 470/82 ed è realizzato al fine di dare un quadro complessivo nazionale e di verificarne l'evoluzione temporale. La struttura attuale del rapporto non prevede l'esame delle pressioni che gravano sull'ambiente marino costiero, esame necessario per individuare cause e fattori che ne determinano la dinamica evolutiva, sia a livello locale che complessivo, della qualità delle acque idonee alla balneazione. A tale scopo, devono essere presi in considerazione parametri che, necessariamente, non rientrano nel quadro normativo specifico, ma che consentono di inquadrare la questione della balneazione nel più ampio contesto dell'ambiente marino costiero, intendendo non solo gli ecosistemi marini, ma anche quell'insieme di fattori e componenti che ne condizionano lo sviluppo.

Questo tipo di approccio concettuale, del tutto nuovo per la balneabilità, è indicato con l'acronimo DPSIR (Driving, Pressure, State, Impact, Response, ed è basato sull'uso di un insieme di indicatori ed indici proposto dall'Agenzia Ambientale Europea ed adottato da ANPA per l'Italia. Il "reporting" ambientale che ne deriva è ritenuto il modo più significativo di rappresentare l'ambiente e le sue evoluzioni. In esso si prevede la messa a punto e l'utilizzo di 5 tipologie di strumenti conoscitivi, in modo da valutare non solo lo Stato dell'ambiente, ma anche le cause primarie che ne determinano i mutamenti (Driving = Forza motrice), le Pressioni che agiscono direttamente, l'Impatto che queste provocano e le Risposte in termini normativi, strutturali e gestionali, attuate per compensare o mitigare gli effetti delle pressioni e gli impatti. Questo schema, se completato e correttamente adottato, potrà consentire una migliore gestione del territorio, con un monitoraggio continuo di tutte le principali componenti ed una certa capacità di previsione. La stessa ottica è stata adottata dal recente Decreto Legislativo n.152 dell'11 maggio 1999, norma che, pur non riguardando direttamente la balneabilità, stabilisce le modalità di controllo delle acque marino costiere, dando alle Regioni la responsabilità di pianificarne la tutela ed il risanamento, verso obiettivi di elevata qualità ambientale.

Assumendo, quindi, lo schema DPSIR per la valutazione dello stato delle acque di balneazione, si devono, per prima cosa, individuare quali possano essere i principali fattori che caratterizzano l'ambiente nel quale sono inserite le acque di balneazione e gli indicatori che meglio li rappresentano.

Di certo vi è che la **forza motrice** che influenza la qualità delle acque di balneazione è la presenza antropica sulla fascia costiera, che può essere facilmente quantificata trami-

te la densità demografica e l'apporto turistico. Se queste appaiono le forze determinanti più immediatamente identificabili, per completezza di analisi non dovrebbero essere trascurati i contributi derivanti dalle attività produttive industriali, agricole e zootecniche anche non insediate specificatamente in zone costiere, ma che determinano i carichi inquinanti del territorio attraverso i bacini scolanti e le fonti diffuse.

Se, poi, andiamo a considerare quale sia la reale **pressione** causata dall'antropizzazione, vediamo come il principale mezzo di trasferimento degli inquinanti dal territorio costiero all'ambiente marino sia quello "liquido"¹, cioè tramite i corsi d'acqua che sboccano a mare, veicolando tutto ciò che recepiscono in termini di scarichi diretti ed indiretti. I carichi fluviali, quindi, ci dovrebbero dare un'esatta stima della pressione che viene esercitata. Tuttavia, l'inadeguatezza delle reti di monitoraggio quantitativo dei corsi idrici (il regime fortemente torrentizio della maggior parte dei corsi d'acqua italiani ne rende ardua la reale stima della portata) ed il numero stesso di tutti i corpi idrici che confluiscono al mare (si tratta di numerosissimi corpi idrici, da piccoli fossi a canali artificiali, da torrenti a fiumi), non consentono un bilancio completo dei carichi inquinanti. Pertanto, in un primo tentativo di applicazione del modello proposto si può prendere in esame il carico convogliato dalle acque prodotte e depurate nella fascia costiera.

Si è già accennato alla necessità di completare il quadro delle pressioni con la stima dei contributi immessi dai comparti produttivi, industriale, agro-zootecnico, commerciale, ecc. ed un fattore di criticità in tal senso è certamente l'incompleto sviluppo dei catasti provinciali degli scarichi, carenza presente su tutto il territorio nazionale. Queste diverse tipologie di scarichi, però, non sono tutte ugualmente importanti per la balneazione, per la quale i principali parametri analizzati sono microbiologici, e le stime per rapportarne l'impatto a quello della componente civile non sono facili a farsi: si può ipotizzare che, fatto salvi i casi di aree industriali particolari e poco controllate, i maggiori problemi di inquinamento delle acque di balneazione siano dovuti a scarichi civili ed assimilabili (strutture turistico-alberghiere, attività agro-alimentari, ecc.).

Una volta calcolato il carico potenzialmente prodotto, bisogna analizzare il grado di depurazione a cui questo è sottoposto, in modo da stimare la quantità e la qualità di ciò che realmente può essere immesso in mare. Il bilancio depurativo, riferito indicativamen-

¹ In realtà, anche le emissioni atmosferiche sono una modalità di trasferimento degli inquinanti verso l'ambiente marino, non solo costiero, ma hanno una certa rilevanza solo a livello di grande circolazione, di scambi tra bacini (per esempio tra Mar Mediterraneo ed Oceano Atlantico) e evoluzione temporale a media e grande scala del bilancio delle sostanze chimiche.

te all'abitante equivalente (Ab.Eq.), cioè alla quantità di sostanza organica biodegradabile (60g di BOD₅) prodotta in media da un abitante ogni giorno, dovrebbe essere valutato soprattutto per quanto riguarda la stagione estiva, tenendo conto cioè delle forti oscillazioni della popolazione e delle attività connesse al turismo balneare durante i mesi più caldi.

Per quanto riguarda i controlli necessari per monitorare lo **stato** delle acque di balneazione, oltre a ciò che prevede il DPR 470/82, si dovrebbero analizzare i fattori idrologici (correnti e circolazione locale, maree, moto ondoso, ecc.), geomorfologici (conformazione della costa e dei fondali) e meteorologici.

L'**impatto**, logicamente, si valuterà attraverso l'idoneità alla balneazione ed all'evoluzione spazio-temporale dei divieti permanenti e temporanei.

L'ultimo aspetto, quello delle **risposte**, potrebbe essere rappresentato dallo sforzo economico attuato dalle amministrazioni per investimenti nel campo della depurazione delle acque e del monitoraggio dell'ambiente marino costiero.

Come prima considerazione, quindi, si può affermare che, in assenza di molte informazioni necessarie ad una completa applicazione dello schema di rappresentazione DPSIR, un approccio integrato semplificato come quello descritto, può consentire un primo tentativo di analisi delle correlazioni tra pressione e stato di balneazione delle acque costiere, favorire una più approfondita conoscenza ed una più significativa rappresentazione dei fenomeni che interessano tali acque e, sulla base dell'evoluzione del loro stato, verificare l'efficacia delle iniziative di tutela e risanamento avviate sul territorio.

In tal senso il monitoraggio delle acque di balneazione può soddisfare gli obiettivi igienico sanitari acquisendo contemporaneamente la valenza di strumento di pianificazione territoriale.

3. UN CASO STUDIO: LA TOSCANA

3.1 PREMESSA

La Regione Toscana ha da tempo sistematizzato le proprie conoscenze relative allo stato ambientale e dispone di una notevole base dati sulla quale impostare un primo tentativo di applicazione del sistema DPSIR alla balneazione. In questo studio abbiamo voluto confrontare i dati delle campagne di campionamento e di analisi delle acque di balneazione, svolte dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), con quelli delle pressioni antropiche e del sistema depurativo, al fine di dare visibilità da una parte alle cause determinanti l'eventuale inquinamento e dall'altra alle azioni di risanamento poste in opera nel tempo per ovviarne gli effetti negativi sull'ambiente.

Rispetto a quanto prospettato nel paragrafo precedente (vedi cap. 2), però, abbiamo dovuto necessariamente operare delle restrizioni, sia per quanto riguarda gli ambiti territoriali ai quali riferire la nostra indagine, che per l'utilizzo degli indicatori. Infatti, per questo primo esperimento abbiamo delimitato l'area di indagine alla fascia compresa entro i limiti amministrativi dei soli comuni costieri (popolazione, turismo, scarichi e depurazione), che non rappresenta di certo tutto la porzione di territorio che ha relazione con le acque marino costiere, ma che è di più immediata e facile rappresentazione. Questa esemplificazione ha consentito, tra l'altro, l'utilizzo dei dati raccolti dall'ISTAT su base comunale, così come quelli provenienti dalla Regione (turismo, investimenti, balneazione). Per quanto riguarda la depurazione, pur esistendo già in Toscana gli Ambiti Territoriali Ottimali per le risorse idriche (Legge 36/94 e L.R.T. 81/95), abbiamo convenuto di mantenere lo stesso limite comunale costiero per uniformità con gli altri indicatori e perché l'attività di alcuni A.T.O. in tal senso non è ancora del tutto completa.

Proprio in riferimento alla depurazione, oltre alla delimitazione spaziale, si deve far presente come le difficoltà di raccolta dei dati sulle attività produttive di ogni singolo insediamento, unite a quelle di stime realistiche dei carichi prodotti, non hanno consentito il calcolo del bilancio depurativo, ma solo del carico potenziale che grava sulle acque costiere con varie problematiche evidenziate in seguito (vedi 3.3.2).

3.2 CARATTERISTICHE DELLA COSTA TOSCANA

3.2.1 *Morfologia costiera e batimetria*

La costa toscana si estende per circa 400 km nella sola parte continentale, da Marina di Carrara alla foce del torrente Chiarone, e per oltre 600 km, se comprendiamo tutte le isole dell'Arcipelago Toscano, rappresentando quasi un terzo delle coste tirreniche della penisola. Sui litorali e sull'Arcipelago insiste un considerevole volume di attività sociali che dipendono dal mare come via di comunicazione, come risorsa turistica, come sistema produttore di risorse alimentari, come sistema ricettore dispersivo e purificatore della materia ed energia residue della produzione sociale.

Dal punto di vista morfologico il litorale toscano si presenta differenziato abbastanza nettamente in tre tipologie fondamentali:

1. litorali caratterizzati da coste basse e sabbiose, con fondali a debole pendenza e scarsa profondità anche a notevole distanza dalla costa.

Queste condizioni sono caratteristiche del litorale apuo-versiliese-pisano, di quello livornese tra Rosignano e San Vincenzo, del Golfo di Follonica, della costa grossetana tra Castiglione della Pescaia e Marina di Alberese (all'interno del Parco Regionale della Maremma), dei tomboli della Laguna di Orbetello e del litorale di Capalbio.

Trattasi di coste a bassa energia, con modeste possibilità di mescolamento delle acque e di dispersione degli inquinanti;

2. litorali a costa alta, con batimetriche ravvicinate e profondità notevoli già in vicinanza della riva.

Tali caratteristiche si riscontrano nel tratto compreso tra Livorno e Castiglione, nel Promontorio di Piombino, nella zona di Punta Ala, in quella di Talamone e dell'Argentario.

Si tratta di coste a elevata energia, con notevoli capacità di mescolamento e dispersione degli inquinanti;

3. litorali dell'Arcipelago, con assoluta prevalenza di costa alta e rocciosa, a elevata energia.

Questa particolare conformazione, insieme alla presenza dell'Arcipelago - che si frapone tra la parte meridionale e quella settentrionale della costa - ed alla particolare distri-

buzione delle foci dei principali corsi d'acqua regionali, permette di suddividere la costa medesima abbastanza nettamente in una zona settentrionale (a nord dell'arcipelago), con le caratteristiche dei litorali a bassa energia e con discreto apporto di nutrienti, nella zona dell'arcipelago ed in quella continentale che lo fronteggia, con le caratteristiche opposte di alta energia e scarso apporto di nutrienti, in una zona meridionale, con caratteristiche assai simili alla seconda.

3.2.2 Caratteristiche fisiche

La circolazione delle acque tra il Mare Tirreno Settentrionale e il Mar Ligure è fortemente influenzata dalla diminuzione batimetrica che si riscontra in corrispondenza dell'Arcipelago Toscano, con conseguente riduzione di un efficace mescolamento delle acque a nord e a sud dell'Arcipelago medesimo. La presenza dell'Arcipelago, nella zona di transizione tra Mar Ligure e Mar Tirreno, insieme ai canali di Corsica (tra Corsica e Capraia) e dell'Elba (tra Capraia e Elba), gioca pertanto un ruolo fondamentale nel determinare i flussi di corrente.

Il flusso di corrente è quasi sempre diretto dal Mar Tirreno verso il Mar Ligure, con un'intensità variabile con le stagioni e con la profondità. La direzione del flusso è determinata dalla differenza di temperatura tra il bacino Ligure (più freddo) e quello tirrenico; tale gradiente tende ad accentuarsi in inverno e perdura per tutta la primavera, stagioni durante le quali sono concentrati per la massima parte gli scambi. Al contrario, durante l'estate ed i primi mesi autunnali, il minor gradiente termico, le difficoltà di comunicazione tra i due bacini, rappresentate dalle soglie poco profonde e anguste del Canale di Corsica, e il minor apporto dei venti, indeboliscono fortemente il flusso, che talora cessa del tutto.

La temperatura del mare toscano durante il periodo inverno - primaverile oscilla intorno ai 13-14°C in tutta la colonna d'acqua, mentre la salinità aumenta, anche se in modo lieve, dalla superficie verso il fondo, con un massimo localizzato nello strato intermedio delle Acque Levantine. In alcuni punti, corrispondenti alla zona costiera compresa tra la foce del Magra e quella dell'Arno, si riscontrano acque superficiali fredde e poco aline. Con il procedere della primavera, per l'irraggiamento solare, comincia a formarsi un certo gradiente termico nello strato superficiale, fino all'instaurarsi, durante la stagione estiva, di un netto termocline tra 10 e 50m, che fa passare la temperatura da 26°C in superficie fino a 13-14°C a 100 m, con una netta stratificazione della colonna d'acqua. Verso la fine dell'estate la stratificazione inizia a regredire, finché a fine autunno il raffreddamento superficiale riattiva i processi di mescolamento verticale.