

## 7. I SISTEMI INFORMATIVI PER LO STUDIO DELLA RELAZIONE TRA AMBIENTE E SALUTE

Qualunque sia il disegno dello studio prescelto per l'epidemiologia ambientale, tutti i modelli di analisi hanno in comune la necessità, seppure espressa in forma diversa<sup>37</sup> di disporre di strumenti a sostegno dell'integrazione tra i due ambiti disciplinari, quello della salute e quello dell'ambiente e, in particolare, di sistemi informativi che garantiscano la lettura integrata dei fattori ambientali e dei fattori inerenti la salute umana, attraverso un insieme di indicatori condivisi e validati. Tale necessità è finalizzata alla possibilità di porre in relazione possibili fattori ambientali determinanti lo stato di salute della popolazione, o di campioni di popolazione, e gli esiti della salute.

Di seguito si espongono alcune componenti dei sistemi informativi, sia dal lato dell'esposizione ambientale, sia dal lato degli esiti di salute.

### 7.1. I fattori di pressione sull'ambiente e gli indicatori di stato dell'ambiente

In uno studio epidemiologico descrittivo è utile far precedere i risultati rappresentati dagli indici epidemiologici di occorrenza (frequenza) o di rischio da una descrizione dell'ambito territoriale oggetto di analisi, al fine di contestualizzare i risultati su un territorio che, non essendo monodimensionale come una tabella di rischi, o bidimensionale come la relativa carta tematica che li rappresenta, vede la presenza simultanea di una molteplicità di componenti di origine naturale e antropica, circoscritti in un reticolo di confini amministrativi, portatori questi di specifiche politiche di gestione del territorio e della salute.

I fattori di pressione e i parametri di stato dell'ambiente, derivanti da attività antropica, sono oggetto di valutazione da parte dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) della Valle d'Aosta; si rimanda il lettore al sito internet dell'ARPA<sup>38</sup> per avere un quadro aggiornato

---

<sup>37</sup> Nel caso di un semplice **questionario conoscitivo** i dati individuali di esposizione e di esito possono essere raccolti simultaneamente e non sono necessarie ulteriori integrazioni. Diverso è il caso di studi epidemiologici.

Gli **studi di coorte** e necessitano di essere periodicamente aggiornati con la definizione dello stato in vita o con lo stato di salute individuale dei soggetti coinvolti, attraverso procedure di *follow-up* attivo e/o di *record linkage* individuale con archivi sanitari. Anche in questo caso però l'osservazione epidemiologica tende a quantificare i livelli di esposizione ambientali a livello individuale nella fase di costituzione della coorte di individui.

Negli **studi caso controllo** la definizione della pregressa esposizione è specificatamente l'obiettivo del modello di studio, che tende ad integrare, sempre a livello individuale, le esperienze e i livelli di esposizione dei soggetti che presentano lo stato di malattia e quelli estratti come gruppo di controllo.

Altri modelli di studio invece permettono l'integrazione tra dati di esposizione e dati sanitari solo a livello aggregato.

Gli **studi di serie temporali** richiedono l'integrazione a livello temporale dei dati, ovvero è necessario conoscere il numero di casi e i livelli di esposizione registrati lungo l'asse del tempo, misurato normalmente in giorni; tali modelli di studio richiedono un numero di casi giornaliero relativamente elevato e possono produrre stime di rischio di effetti acuti di esposizioni transitorie.

Gli **studi ecologici** cercano relazioni spaziali tra livelli di esposizione stimati a livello di area e eventi sanitari registrati sulla medesima area. L'area territoriale deve essere sufficientemente piccola da poter distinguere livelli di esposizione varianti e nel contempo tale da registrare nei suoi confini un numero di eventi sufficiente a produrre stime di rischio stabili. Mentre gli studi che richiedono l'integrazione dei dati a livello individuale sono spesso onerosi in termini organizzativi e di spesa per la raccolta dei dati, gli studi basati su dati aggregati si possono giovare di informazioni raccolte correntemente per scopi amministrativi o di monitoraggio istituzionale, talvolta non ricche e mirate come quelle raccolte ad hoc ma economiche e disponibili, previo un impegno di strutturazione e integrazione a livello geografico.

<sup>38</sup> <http://www.arpa.vda.it>

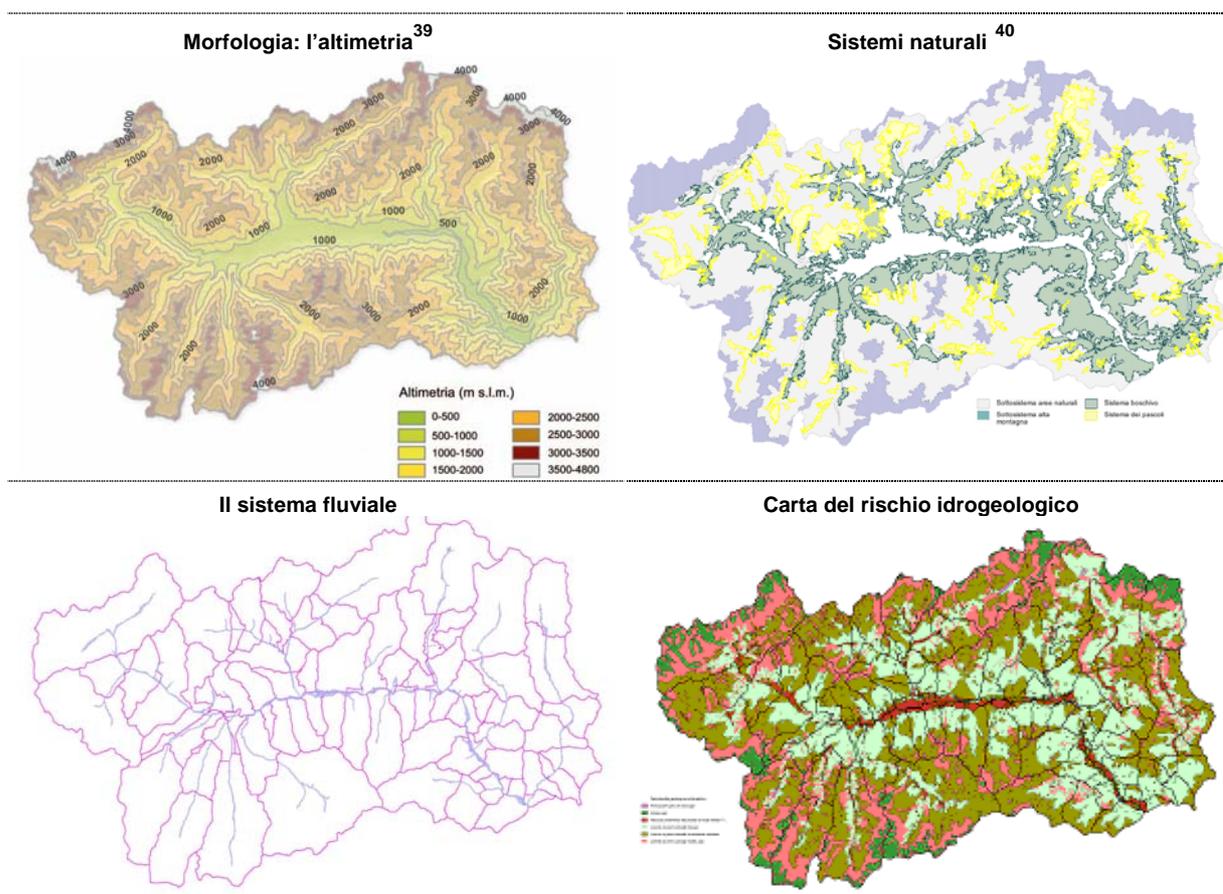
dei dati disponibili relativi ad indicatori ambientali e degli interventi programmati, quali campagne di monitoraggio e di misura, posti in essere.

Tali fattori di pressione vanno poi collocati in uno spazio geografico per individuare la compresenza di altri fattori ambientali e componenti antropiche per comporre il quadro ambientale dal quale prende le mosse l'azione di monitoraggio sullo stato di salute della popolazione.

Infine, i tematismi ambientali vengono circoscritti alle aree amministrative di competenza, ovvero ai confini comunali, a quelli delle comunità montane e a quelli del distretto socio sanitario, per mettere in relazione gli aspetti ambientali con l'offerta di servizi, con l'attuazione di politiche e, relativamente ai comuni, anche con il territorio a livello del quale sono registrati gli eventi sanitari (tipicamente i ricoveri e i decessi).

La sequenza di immagini offerta dalle figure da 5 a 8 descrive il contesto minimo di base per la Valle d'Aosta, ed un esempio di approfondimento relativo al problema dell'inquinamento atmosferico, utile per condurre la successiva analisi geografica presentata nella sezione dedicata all'approfondimento di questo numero.

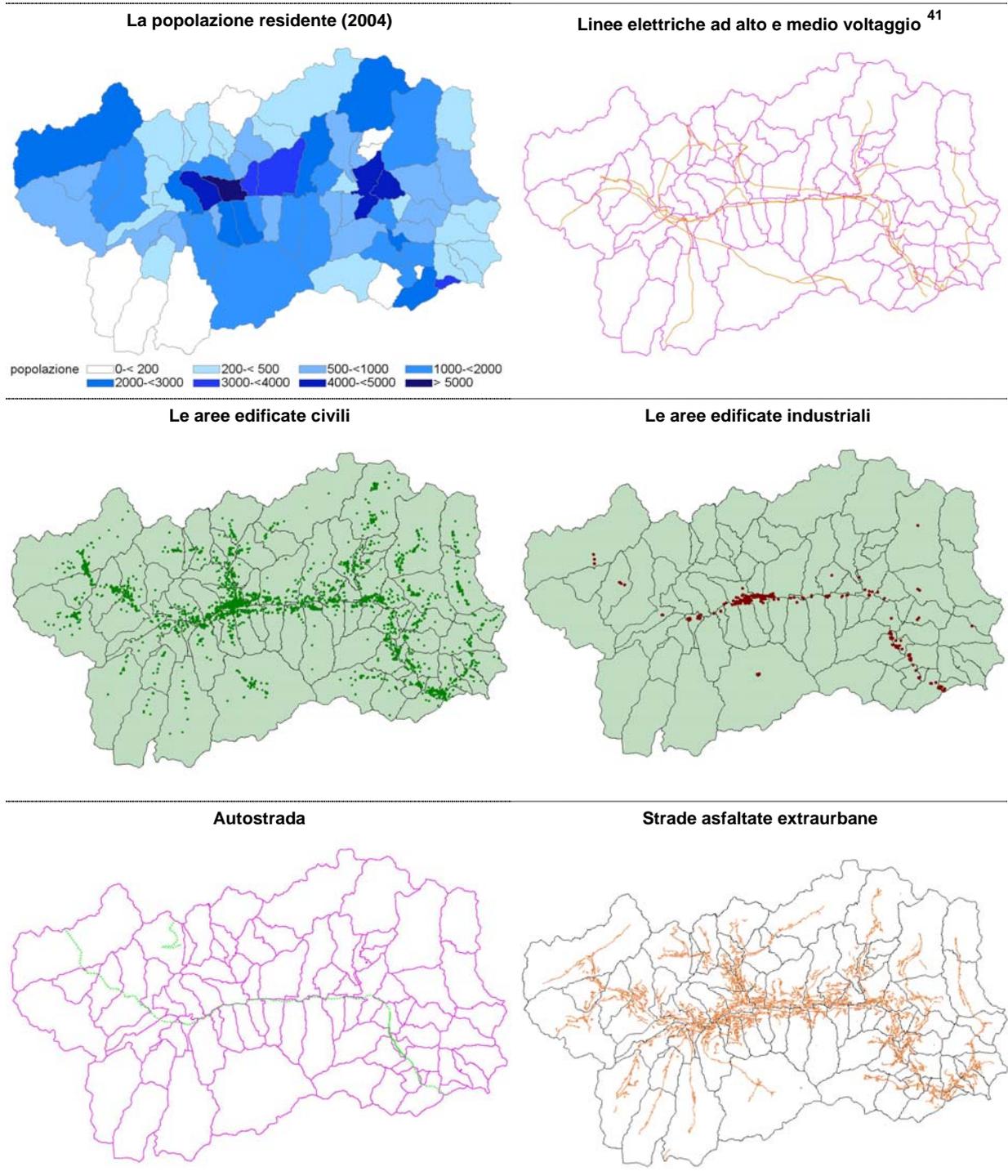
**Figure 5-8. Il contesto ambientale**



<sup>39</sup> Terza Relazione sullo Stato dell'Ambiente – 2005, par 1.1

<sup>40</sup> Piano territoriale Paesistico (PTP) ,[http://www.regione.vda.it/territorio/urbanistica/ptp\\_i.asp](http://www.regione.vda.it/territorio/urbanistica/ptp_i.asp)

Figure 9-14. La pressione antropica



<sup>41</sup> Elaborazione dati della Carta Topografica Regionale Numerica

Figure 15-16. Le pertinenze amministrative

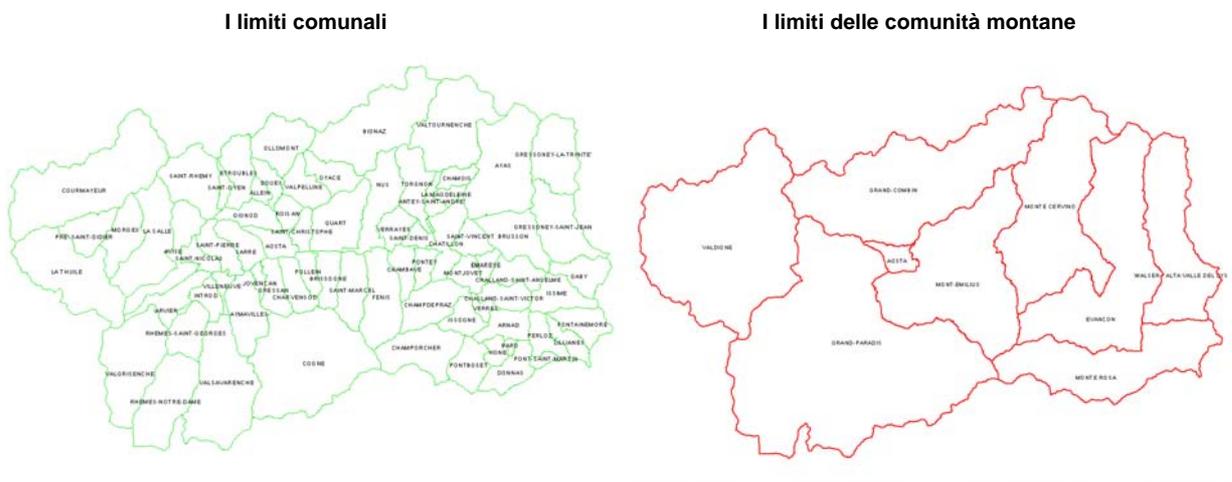
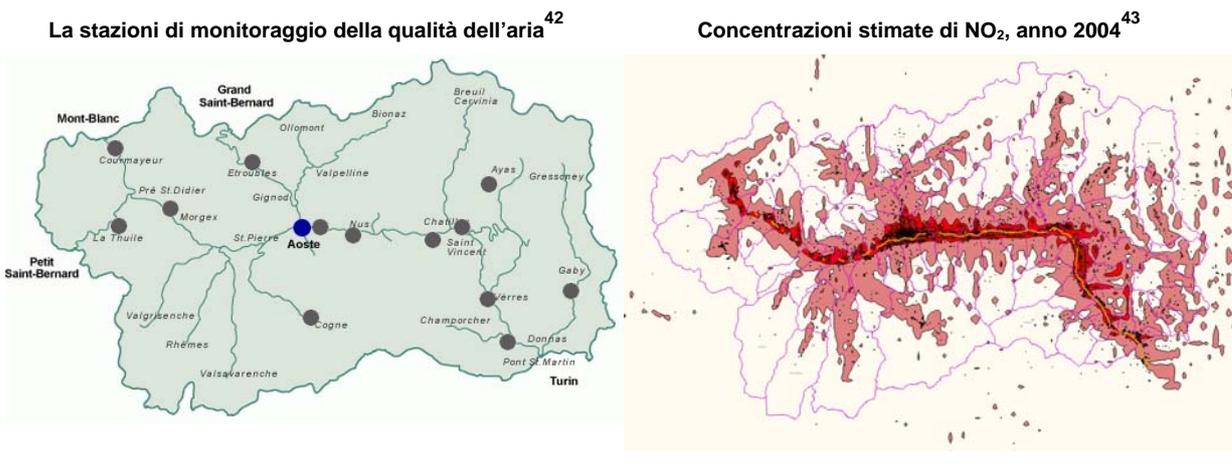


Figure 17-18. Il sistema regionale di monitoraggio della qualità dell'aria



<sup>42</sup> Sito ARPA Valle d'Aosta, cit.

<sup>43</sup> Elaborazione da dati ARPA Valle d'Aosta

## 7.2. Gli indicatori ambientali

I dati ambientali utili agli obiettivi conoscitivi di questo quaderno sono quelli riferibili ai fattori chimici, fisici o biologici che hanno un impatto potenziale sulla salute, richiamati in sintesi nella Tabella 1.

**Tabella 1. I principali fattori ambientali che hanno un impatto potenziale sulla salute**

1) Il clima e i cambiamenti climatici	1.1) temperatura dell'aria 1.2) radiazione solare 1.3) pressione Barometrica 1.4) umidità dell'aria 1.5) vento (velocità e direzione). 1.6) precipitazioni
2) L'aria	2.1) l'inquinamento indoor 2.2) l'inquinamento outdoor 2.3) l'amianto
3) Agenti fisici	3.1) radiazioni non ionizzanti: i CEM, gli ELF e i campi a radiofrequenza 3.2) radiazioni ionizzanti: l'evento Chernobyl e la radioattività naturale in VdA 3.3) il rumore e gli effetti sulla salute
4) L'acqua	4.1) l'acqua potabile 4.2) le acque di balneazione e le piscine 4.3) le acque di scarico; depuratori
5) La contaminazione degli alimenti	5.1) contaminazione microbiologica 5.2) contaminazione chimica
6) Il suolo	6.1) i siti inquinati 6.2) le discariche di rifiuti

Uno schema di indicatori ambientali è stato proposto dal Sistema Informativo Nazionale Ambientale (rete SINANET) ed europeo (rete EIONET)<sup>44</sup>.

L'ammontare di dati disponibili per la costruzione di questi indicatori è elevato e deriva principalmente dall'attività di misura e di monitoraggio svolta dall'ARPA della Valle d'Aosta.

Per un loro utilizzo a fini epidemiologici è necessario che sia rappresentata una misura dell'esposizione che le popolazioni hanno sperimentato nel tempo e nello spazio. Il loro valore d'uso è ovviamente condizionato dal disegno di studio utilizzato, il quale può richiedere misure specifiche relative all'ambiente di vita o di lavoro di sottogruppi di popolazione o, al contrario, può richiedere misure riguardanti lo stato delle componenti ambientali dell'intero territorio regionale, spesso ottenute con l'ausilio di modelli matematici di dispersione in atmosfera di inquinanti (es. Figura 18).

Negli studi geografici questi dati vengono posti in relazione con le misure di salute al livello di disaggregazione territoriale minimo comune tra i due sistemi informativi.

Nel modello di studio delle serie temporali si richiede invece che i dati ambientali rappresentino il valore rilevato per una singola unità statistica temporale, normalmente il giorno, per la quale possono essere calcolati indici medi, valori estremi o cumulati.

Per esemplificare il profilo degli indicatori proposti da SINANET si riporta in Tabella 2 l'elenco aggiornato al 2000 degli indicatori prioritari relativi alla matrice aria.

**Tabella 2. Indicatori prioritari del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINANET) 2000**

TEMA	INDICATORI	DPS IR	UNITÀ DI MISURA
Cambiamenti climatici	Emissioni di CO <sub>2</sub> e trend.	P	t/a
	Emissioni di gas climalteranti e trend (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> )	P	t/a CO <sub>2</sub> eq.
	Consumi di energia (rinnovabile e non) e trend	D/P	joule/a
	Stato meteorologico e trend (temperatura, precipitazioni, umidità relativa)	S	°C, mm, %
	Efficienza della produzione e della distribuzione dell'energia	R	
	Indice di stato atmosferico	S	
	Indice di desertificazione	S	
Distruzione ozono stratosferico	Produzione e vendita di sostanze lesive per l'ozono e trend (CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> , CCl <sub>4</sub> , CH <sub>3</sub> Br, CFC, HCFC, Halons)	D	t/a
	Livelli di Radiazione UV	S	UV Index
	Contenuto colonnare di ozono stratosferico	S	Unità Dobson

<sup>44</sup> Per una loro presentazione completa e aggiornata si rimanda alla recente pubblicazione "III Relazione sullo Stato dell'Ambiente" dell'ARPA della Valle d'Aosta

Acidificazione	Emissioni di sostanze acidificanti e trend (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> )	P	t/a
	Consumo di combustibili e carburanti	D/P	t/a
	Deposizioni di sostanze acidificanti	S	t/Km <sup>2</sup>
	Impatto dell'acidificazione sui materiali (lapidei e bronzei)	I	g/m <sup>2</sup>
	Ecceденze dei carichi critici sugli ecosistemi	I	eq (H <sup>+</sup> )/ha anno
	Trasporto di passeggeri e merci per modalità di spostamento (gomma: pubblico e privato; ferrovia; aereo; navigazione)	D	
	Indice di biodiversità lichenica	I	Freq. Di sp. Licheniche
Ozono troposferico e Ossidanti fotochimici	Emissioni di precursori di ozono e trend (NO <sub>2</sub> e COV)	P	t/a
	Percentuale di veicoli con marmitta catalitica sul totale di veicoli	R	%
	Concentrazione al suolo di ozono: superamenti di soglia e trend	S	µg/m <sup>3</sup>
	Biomonitoraggio dell'ozono troposferico tramite l'utilizzo di piante vascolari	I	(IDF) – Indice di danno foliare
Ambiente Urbano	Densità di popolazione	D/P	Abitanti/Km <sup>2</sup>
	Emissione di CO e trend	P	t/a
	Emissione di particolato totale, PM <sub>10</sub> e trend	P	t/a
	Qualità dell'aria ambiente: NO <sub>2</sub>	S	µg/m <sup>3</sup>
	Qualità dell'aria ambiente: CO	S	mg/m <sup>3</sup>
	Qualità dell'aria ambiente: PM <sub>10</sub> /particolati	S	µg/m <sup>3</sup>
	Qualità dell'aria ambiente: benzene	S	µg/m <sup>3</sup>
	Emissioni di idrocarburi policiclici aromatici e trend	P	t/a
	Percentuale popolazione che usa il mezzo pubblico (lavoro e scuola) rispetto al mezzo privato	R	%
	Rapporto tra la lunghezza delle piste ciclabili e le strade urbane	R	
	Qualità dell'aria ambiente: SO <sub>2</sub>	S	µg/m <sup>3</sup>
Qualità dell'aria ambiente: Piombo	S	µg/m <sup>3</sup>	
Sostanze chimiche	Emissioni di benzene	P	t/a
	Emissioni di diossine e furani	P	t/a
	Emissioni di metalli pesanti	P	t/a
	Emissioni di PCB	P	t/a
	Licheni epifiti come bioaccumulatori	I	µg o ng inquinante/g lichene

Negli studi di epidemiologia ambientale sono utilizzati in particolare i dati relativi allo stato ambientale (DPSIR=S), quale indicatore indiretto (*proxy*) dell'esposizione individuale, come già ricordato, accennando al rischio di distorsione ecologica (*bias* ecologico). Per ciascuno di questi indicatori, SINANET propone una scheda che va a comporre l'archivio di meta-dati relativo<sup>45</sup>.

A scopo esemplificativo la Tabella 3 riporta la scheda relativa all'indicatore 25, il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), da noi scelto in quanto tale inquinante è utilizzato nelle analisi presentate nella sezione dedicata all'approfondimento di questo numero.

**Tabella 3. Scheda tecnica, qualità dell'aria ambiente: il biossido di azoto NO<sub>2</sub>**

<b>TITOLO</b>		
Qualità dell'aria ambiente: NO <sub>2</sub>		
<b>N°</b>	<b>TEMA</b>	<b>DPSIR</b>
25	T 02	S
<b>DESCRIZIONE DELL'INDICATORE</b>		
L'indicatore evidenzia la concentrazione al suolo di biossido di azoto. Le principali sorgenti di NO <sub>2</sub> sono gli impianti di riscaldamento, alcuni processi industriali e i gas di scarico dei veicoli a motore. Il biossido di azoto contribuisce alla formazione dello smog fotochimico e delle piogge acide		
<b>METODI DI MISURA</b>		
Analizzatori automatici. Campionatori passivi e successiva analisi		
<b>SCOPO DELL'INDICATORE</b>		
Verificare il rispetto della normativa e l'evoluzione nel tempo		
<b>INDICATORI COLLEGATI</b>		
Emissioni di NO <sub>x</sub> e COV, consumo di combustibili e carburante, % di veicoli dotati di marmitta catalitica sul totale di veicoli circolanti, consumo di energia		
<b>UNITA' DI MISURA</b>		
μg/m <sup>3</sup>		
<b>LIVELLO GEOGRAFICO DI DETTAGLIO</b>		
Puntuale su tutto il territorio		
<b>POSSIBILE RAPPRESENTAZIONE</b>		
Grafici, tabelle e mappe.		
<b>DOCUMENTO DI RIFERIMENTO</b>		
Dobris+3 (12.10), Eurostat (AP 1)		
<b>RIFERIMENTO NORMATIVO</b>		
Dlgs n. 372 del 4/8/99 (attuazione Dir 96/61 approccio integrato) Dlgs n. 351 del 4/8/99 (attuazione Dir 96/62 valutazione qualità dell'aria), Dir 99/30/CE (valori limite emissioni) DM60/2002 (attuazione Dir 99/30/CE) Dlgs n. 183/2003 (attuazione Dir 2002/3/CE)		
<b>LIMITE DELL'INDICATORE</b>		
<b>ESPRESSIONE ALTERNATIVA DELL'INDICATORE</b>		
<b>PAROLE CHIAVE</b>		

<sup>45</sup> I documenti di riferimento, consultati per la preparazione dell'elenco degli indicatori sono presenti sul sito di SINANet (<http://www.sinanet.apat.it/it>)

### 7.3. I sistemi informativi sanitari

Le principali fonti di dati disponibili ed utilizzabili sul versante dei sistemi informativi sanitari sono :

- ✓ le statistiche di mortalità per causa
- ✓ i ricoveri ospedalieri per causa (schede di dimissione ospedaliera, SDO).

Altre fonti informative sono attualmente in fase di sviluppo in Valle d'Aosta<sup>46</sup>, con serie storiche purtroppo ancora troppo brevi per poter condurre studi che identifichino stime robuste e trend temporali di rilievo.

Una popolazione numericamente ridotta come quella della Valle d'Aosta infatti richiede il reclutamento di molti anni di archivio di dati per poter ottenere stime stabili a livello di comune e per specifiche cause di morte o di ricovero.

Le statistiche di mortalità sono disponibili in formato elettronico per la Valle d'Aosta dal 1980 e sono disaggregabili a livello comunale.

Questa fonte ha però lo svantaggio di escludere le patologie non letali dallo studio delle relazioni con patogeni ambientali, che, come si è detto, sono causa di incrementi di rischio non elevato. La precisione diagnostica delle malattie causa di decesso di tale base informativa e il suo valore d'uso è stata documentata nella recente pubblicazione relativa alla mortalità regionale 1980-2003<sup>47</sup>.

Per la Valle d'Aosta sono inoltre disponibili, oltre al flusso nazionale di dati ISTAT sulle cause di morte che copre attualmente il periodo 1980-2002, i dati del Registro regionale delle cause di morte, che contiene, al momento della pubblicazione del quaderno, i dati aggiornati al 2005.

La seconda fonte per importanza epidemiologica è quella che attiene i ricoveri ospedalieri. L'archivio delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) è stato creato a fini prettamente amministrativi e l'affidabilità delle diagnosi di ricovero è andata via via aumentando nel tempo, in relazione all'esigenza di stimare i costi di ricovero.

La scheda di dimissione ospedaliera, istituita dal Ministero della Sanità nel 1991<sup>48</sup>, viene compilata per ogni soggetto che abbia subito un ricovero in qualsiasi struttura ospedaliera pubblica o privata del territorio nazionale. L'unica struttura di ricovero della Valle d'Aosta, periodicamente, invia i propri archivi informatizzati alla Regione, che, a seguito di alcune procedure di revisione e correzione dei dati, provvede all'archiviazione su supporto magnetico. Copia dell'archivio viene successivamente trasmessa al Ministero della Sanità. Alla Regione giungono anche le SDO dei soggetti residenti in Valle d'Aosta che hanno avuto un ricovero fuori regione. L'OREPS ha

---

<sup>46</sup> Prestazioni di specialistica ambulatoriale e di prestazioni farmaceutiche

<sup>47</sup> Vittori P, Demaria M, Gnani R Atlante della mortalità in Valle d'Aosta, Regione Autonoma Valle d'Aosta, Assessorato alla Sanità, Salute e Politiche Sociali, Aosta, marzo 2005 ([www.regione.vda.it/sanita/oreps/pubblicazioni](http://www.regione.vda.it/sanita/oreps/pubblicazioni))

<sup>48</sup> Decreto Ministero della Sanità del 28 dicembre 1991

pubblicato in passato un atlante dei dimessi regionali relativo al primo periodo di disponibilità dei dati, 1997-1999<sup>49</sup>.

E' noto come uno dei principali ostacoli all'impiego delle SDO ai fini descrittivi della salute sia legato all'incertezza nella qualità di compilazione delle diagnosi. L'affidabilità dell'informazione è variabile e fortemente dipendente dal tipo di patologia. In generale è possibile utilizzare l'informazione sulla causa di ricovero quando si osservano aggregazioni di cause molto ampie (per esempio: malattie dell'apparato circolatorio, respiratorio, etc.), mentre se si analizzano diagnosi molto specifiche in termini clinici aumenta la probabilità di sottostimare il fenomeno osservato.

Per evitare il più possibile tale sottostima, nelle analisi condotte nella sezione dedicata all'approfondimento di questo numero del quaderno sono stati utilizzati tutti i codici nosologici disponibili in ciascuna scheda di dimissione.

Occorre infine considerare che i sistemi informativi sanitari correnti, sia quelli qui descritti, sia quelli in generale disponibili in Valle d'Aosta ed elencati nella Tabella 4, non sono in grado di individuare quadri clinici caratterizzati da combinazioni di sintomi soggettivi associabili a possibili esposizioni ambientali, che sono invece rilevabili solo con indagini ad hoc, mirate a sottoporre a test specifiche ipotesi di danno.

Per dar conto in modo esaustivo delle disponibilità informative di dati sanitari, in qualche misura correlabili all'ambiente, se ne riporta un elenco completo, alla data di pubblicazione di questo quaderno, in Tabella 4, come sintesi dei flussi informativi correnti e disponibili in Valle d'Aosta.

---

<sup>49</sup> Cause di ricovero in Valle d'Aosta, Assessorato alla Sanità, Salute e Politiche Sociali, Aosta 2002, ([www.regione.vda.it/sanita/oreps/pubblicazioni](http://www.regione.vda.it/sanita/oreps/pubblicazioni))

**Tabella 4. Flussi informativi sanitari disponibili in Valle d'Aosta. Anno 2006**

	Flusso Informativo (fonte dei dati)	Periodo di disponibilità	Livello minimo di dettaglio territoriale
<b>Informazioni demografiche</b>			
Popolazione e bilancio demografico	modello ISTAT P2	1997-2005	comune di residenza
Età e sesso, stato civile	modello ISTAT POSAS	1992-2004	comune di residenza
Dinamica demografica stranieri residenti, cittadinanza di provenienza	modello ISTAT P3	1993-2004	comune di residenza
Popolazione per età e sesso	censimento 2001	2001	comune di residenza

**Informazioni di salute**

Esiti riproduttivi	natalità (istat) mortalità (istat) abortività volontaria e spontanea (flussi istat ad hoc) cedap (usl)	1987-2005; 1988-1991; 1992-2005; 2002-2005	comune di residenza
Mortalità generale e per cause specifiche	schede istat di morte	1980- 2005	comune di residenza
Vaccinazioni (coperture popolazione e dati attività)	azienda usl	Annuali	comune residenza
Ospedalizzazione complessiva e per cause specifiche	schede di dimissione ospedaliera (sdo) (usl)	1997-2004	comune residenza
Infortuni sul lavoro	Inail	1996-2000	
Infortuni sul lavoro e malattie professionali	archivio integrato inail/ispes/regioni	2000-2003, 2004 parziale	Asl/comune/azienda
Infortuni sul lavoro	Asl		Asl/distretto /comune/azienda
Malattie infettive	notifiche (solo se notificate in regione)	1996-2005	Asl di notifica e Asl di residenza e provincia
Aids	Notifiche cartacee (usl)		comune di residenza
Tubercolosi	notifiche sorveglianze regionali (usl)		Asl di notifica e Asl di residenza
Meningiti	notifiche sorveglianze regionali (usl)		segnalazioni per laboratorio e patogeno
Malattie a trasmissione alimentare	notifiche sorveglianze regionali (usl)		Asl

**Informazioni su determinanti comportamentali**

Stili di vita,	indagine multiscopo istat	2000	
Fattori di rischio	indagine multiscopo istat	2000	

**Archivi utili alla elaborazione di immagini di salute non elaborati da un livello centrale**

Esiti riproduttivi	cedap "informatizzato" (nb solo parti avvenuti in regione)	2002-2005	
Malformazioni	(cartaceo).	Fino al 2001	
Specialistica ambulatoriale		2004-2005	
Farmaci		2005	
IVG	per i residenti, anche se avvenuti fuori regione	1989-2005	
Aborti spontanei	per i residenti, anche se avvenuti fuori regione	1992-2002	

#### 7.4. L'integrazione dei sistemi informativi

Per valutare l'impatto sulla salute di determinanti di tipo ambientale occorre quindi integrare i dati contenuti nei sistemi informativi specifici dei due ambiti disciplinari.

Come intuibile non si tratta semplicemente di un'operazione informatica, per altro necessaria al compimento di questo processo, si tratta più precisamente di progettare l'architettura di *sistema informativo integrato "salute ed ambiente"* che :

- ✓ riveda in forma critica i dati dei singoli sistemi e ne migliori la comparabilità,
- ✓ raggiunga un accordo sui criteri ed i metodi di vigilanza, trasmissione e manutenzione,
- ✓ individui nuovi indicatori comparabili,
- ✓ favorisca la cooperazione tra coloro che lavorano alla raccolta e all'analisi dei dati.

In attesa che questo processo prenda avvio in Valle d'Aosta, favorito delle recenti disposizioni del Piano per la Salute ed il Benessere sociale 2006 – 2008, in questa sede si illustra una selezione di dati attualmente fruibili nei due sistemi informativi utile a marcare il punto di inizio di questo processo.

Sulla base della definizione di stato ambientale contenuta nel modello DPSIR (Figura 3), la quantificazione indiretta di dosi di esposizione individuale derivata da misure di agenti chimici, fisici e biologici può essere condotta, in base alla copertura del sistema informativo territoriale, con metodi di statistica spaziale, al fine ottenere stime di inquinamento per l'intero territorio regionale della Valle d'Aosta o per sotto aree obiettivo identificate.

Tali misure risultano spesso "tematizzate", ovvero inserite in un insieme di componenti ambientali del territorio, unitamente ad altri componenti del sistema informativo territoriale che rivelano in modo diretto l'attività di natura antropica.

A tutti questi fattori possono essere attribuiti degli *effetti diretti*, in quanto misure di componenti dannosi per l'organismo, o *indiretti*, in quanto rivelatori di strutture di degrado ambientale non direttamente misurate (ad esempio, il tracciato di una strada può essere una misura indiretta di inquinamento atmosferico, acustico, o di pressione antropica sul territorio).

L'associazione tra esito di salute ed esposizione ambientale, se non rilevata direttamente e su base individuale tramite un questionario appositamente strutturato, può essere misurata a livello di singolo individuo solo in forma indiretta, utilizzando i dati degli archivi sanitari (ad esempio quello dei ricoveri per causa) ed essere correlata alla situazione ambientale mediante la georeferenziazione dell'indirizzo della abitazione, usato come indicatore indiretto del luogo nel quale il soggetto trascorre la maggior parte del tempo e durante il quale può estrinsecarsi un'esposizione ambientale sfavorevole.

In genere la georeferenziazione puntuale, cioè per ciascun individuo residente è molto onerosa e di difficile manutenzione a causa della trasformazione degli insediamenti e della mobilità abitativa. Si ricorre quindi al computo dei casi di eventi sanitari in studio a livello di poligoni

territoriali, al cui crescere della dimensione si estende il livello di errore (*bias*) ecologico introdotto nelle misure statistiche.

La dimensione minima territoriale preferibile oggi in Italia a livello amministrativo è rappresentata dalla sezione censuale, quella cioè attribuita dall'ISTAT ogni 10 anni a ciascun cittadino residente in occasione dei Censimenti della popolazione e delle abitazioni.

Al momento la collocazione degli eventi sanitari a livello di sezione di censimento non è disponibile per la Valle d'Aosta, anche se si tratta di uno dei molti requisiti richiesti in un prossimo futuro per lo sviluppo delle competenze di epidemiologia ambientale previste dal Piano regionale per la salute ed il benessere sociale 2006-2008.

Quando la sezione censuale non è disponibile, la dimensione territoriale immediatamente superiore è quella comunale, normalmente rilevata dai sistemi informativi sanitari correnti quando viene richiesto al cittadino che contatta il servizio sanitario l'indirizzo di residenza.

Le analisi presentate nella sezione dedicata all'approfondimento, sull'inquinamento da traffico pesante nella Valdigne, sono state condotte a livello comunale.

Ciò detto, il monitoraggio dello stato di salute della popolazione che insiste in una data area - nel nostro caso il territorio della Valle d'Aosta - vede come prima attività l'analisi descrittiva delle misure di occorrenza (altrimenti detta frequenza) di malattia, che consiste nel calcolo del numero relativo di eventi sanitari a livello comunale, e la loro rappresentazione su carte tematiche (Atlanti).

Tali analisi descrittive forniscono un'immagine sintetica di insieme utile all'individuazione di eventuali situazioni problematiche aggregate, valutabili in relazione agli indicatori di stato dell'ambiente.

L'utilizzo di mappe per la rappresentazione dei rischi di fatto sottintende l'idea che siano le condizioni legate al territorio ad influenzare l'eterogenea distribuzione delle misure relative di rischio. In altre parole, si attribuisce quasi involontariamente una forte valenza "ambientale" ai fattori di rischio che determinano l'esito sanitario. Ciò, seppure vero, lo è solo in parte, in quanto la catena causale che porta alla condizione sfavorevole di salute è certamente più complessa, dovendo tenere in debito conto importanti fattori di confondimento della relazione tra causa ipotetica ed effetto.

I principali fattori di confondimento dei quali può essere necessario controllare l'azione sono l'età, l'area di nascita dei soggetti, l'indice di deprivazione<sup>50</sup> su base comunale e l'offerta di servizi sanitari sul territorio. Tali fattori confondenti possono essere costituiti e controllati da attributi individuali e da attributi territoriali o ecologici (indici comunali di deprivazione, concentrazione urbana, posizione orografica ecc.) a parziale correzione delle stime.

---

<sup>50</sup> Indice che integra informazioni su alcune componenti (istruzione, abitazione, lavoro, famiglia) quali ad esempio la proporzione di popolazione con licenza elementare, di abitazioni in affitto, di abitazioni occupate senza bagno interno all'abitazione, di popolazione disoccupata o in cerca di prima occupazione, di famiglie monogenitoriali con figli.

Inoltre, nella conduzione di analisi su piccole aree territoriali è talvolta necessario ricorrere a particolari tecniche statistiche per ottenere stime di rischio stabili. Infatti, quando ad essere oggetto di analisi sono aree con popolazione poco numerosa, oppure eventi sanitari rari e poco frequenti, la stima del rischio può essere particolarmente incerta ed inaffidabile a causa di variazioni casuali nella distribuzione degli eventi, nonostante gli accorgimenti di tipo statistico messi in campo<sup>51</sup>.

A fronte della evidenziazione di un problema ambientale con una ipotizzata rilevanza sanitaria è assolutamente necessario possedere informazioni di evidenze scientifiche riportate dalla letteratura di settore, che documentano quali possono essere i possibili effetti sanitari che è doveroso ricercare nella popolazione oggetto di osservazione.

Gli effetti sulla salute umana correlati con i principali determinanti ambientali sono numerosi e sono stati riportati in letteratura in diverse forme.

La Tabella 5 documenta una sintesi delle patologie aventi una possibile eziologia ambientale.

---

<sup>51</sup> I metodi analitici che utilizzano i cosiddetti stimatori Bayesiani completi permettono di ottenere immagini più stabili e al contempo semplificate nell'interpretazione. Con queste tecniche il rischio relativo comunale è modellato come dipendente da due componenti di variabilità: l'eterogeneità complessiva dei rischi nell'area totale in esame, ovvero l'intera regione e l'eterogeneità dei rischi localizzata nei dintorni di ciascuna area, riferita quindi ai comuni circostanti. L'effetto di questo modello di stima è di "lisciare" il valore del rischio del comune tenendo conto dei valori medi locali. Un esempio di uso di queste tecniche sui dati regionali si ha nel "Atlante della mortalità in Valle d'Aosta 1980-2003" a cura dell'Osservatorio Regionale Epidemiologico e per le Politiche sociali (OREPS).

**Tabella 5. Principali patologie correlate con alcune esposizioni ambientali<sup>52</sup>**

Patologie	Tipo di esposizione ambientale
Malattie infettive	contaminazione acque, aria e cibi cambiamenti climatici
Tumori	fumo (attivo e passivo) pesticidi (ad es. erbicidi) amianto tossine naturali idrocarburi policiclici aromatici (IPA), ad es. scarichi motori diesel metalli (ad es. cadmio, cromo) radiazioni (solare, UV) cancerogeni animali (alcune centinaia)
Malattie cardiovascolari	fumo (attivo e passivo) monossido di carbonio (CO) piombo particolato atmosferico inalabile alimenti ricchi di colesterolo stress
Malattie respiratorie (inclusa l'asma)	fumo (attivo e passivo) biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) particolato atmosferico inalabile spore fungine pollini deiezioni animali (uccelli) umidità ambienti confinati
Malattie della pelle	metalli (ad es. nickel) pesticidi (ad es. pentaclorofenolo) alimenti (allergizzanti)
Disfunzioni riproduttive	bifenili policlorinati (PCB) DDT cadmio ftalati e altre materie plastiche distruttori endocrini
Malattie del sistema nervoso	piombo PCB metil mercurio manganese alluminio solventi clorurati organofosfati
Malattie del sistema immunitario	radiazioni UVB pesticidi
Processi di sensibilizzazione chimica	composti chimici in tracce

<sup>52</sup> Molte malattie sono il risultato di più fattori. Questi includono:

- vulnerabilità ereditaria (genetica)
- fattori correlati alla povertà (dieta, qualità dell'abitazione e sua localizzazione, stress, abuso di alcool e altre sostanze, abitudine al fumo, basso peso alla nascita, tipologia di lavoro, disoccupazione, clima).

Un'altra matrice basata su una caratterizzazione del modello DPSIR-DPSEEA (Figura 3 e Figura 4), proposta per l'integrazione di informazioni demografiche e sanitarie con le dimensioni delle componenti ambientali è quella presentata nella Tabella 6.

Questa matrice sarà applicata nella sezione dell'approfondimento tematico di questo numero relativo alla valutazione di impatto dell'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico pesante sulla salute della popolazione della Valdigne.

**Tabella 6. Indicatori demografico-sanitari secondo le componenti ambientali**

**Aria**

Indicatore/Indice	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente esposta a PM10 - >20 µg/m <sup>3</sup>	I – (Esp)	numero
Mortalità per cause naturali Adulti - età >30 anni	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Mortalità per mal.respiratorie Neonati - >1mese <1anno	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Mortalità tumore polmone	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Ricoveri per malattie cardio- respiratorie - Adulti - > 30 anni	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Ricoveri per mal.respiratorie bambini (0-14)	I – (Eff)	n. casi attribuibili

**Acqua**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione con accesso ad acqua potabilizzata	I – (Esp)	% popolazione
Popolazione servita da adeguati impianti fognari	I – (Esp)	% popolazione
Ricoveri per diarrea in età <5 anni	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Numero epidemie da contaminazione di acquedotti	I – (Eff)	n. casi attribuibili

**Suolo- Discariche/inceneritori**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente entro 4 Km da discariche	I – (Esp)	% popolazione
Nati con malformazioni congenite	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Basso peso alla nascita	I – (Eff)	n. casi attribuibili

**Aree ad alto rischio di esposizione ad amianto**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente entro 4 Km dalla sorgente esposizione	I – (Esp)	numero
Mortalità per mesotelioma maligno	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Mortalità per asbestosi	I – (Eff)	n.casi attribuibili
Mortalità per tumore del polmone	I – (Eff)	n.casi attribuibili

**Eventi naturali: Frane- alluvioni- valanghe**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente in zone a rischio per frane	I – (Esp)	numero
Deceduti per frane	I – (Eff)	n.deceduti
Popolazione residente in zone a rischio per alluvioni	I – (Esp)	numero
Deceduti per alluvioni	I – (Eff)	n. deceduti
Popolazione residente in zone a rischio per valanghe	I – (Esp)	numero
Deceduti per valanghe	I – (Eff)	n. deceduti

**Segue Tabella 6 Indicatori demografico-sanitari secondo le componenti ambientali**

**Clima – Temperatura e Umidità**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente esposta a condizioni climatiche calde estreme	I – (Esp)	% popolazione
Mortalità generale	I – (Eff)	n. casi attribuibili

**Agenti fisici: Rumore**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente Esposta a rumore superiore a 40 dBA	I – (Esp)	% popolazione
Popolazione infastidita dal rumore	I – (Eff)	% popolazione
Popolazione con disturbi del sonno determinati da rumore	I – (Eff)	% popolazione

**Agenti fisici: Radiazioni Ionizzanti**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente esposta a Radon > 200 Bq/m <sup>3</sup>	I – (Esp)	% popolazione
Tumore del polmone	I – (Eff)	n. casi attribuibili

**Agenti fisici: Radiazioni Non ionizzanti, Inquinamento elettromagnetico**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
Popolazione residente esposta a livelli di campo elettrico prodotto da impianti di teleradiocomunicazioni	I – (Esp)	% popolazione
Ricoveri leucemie infantili	I – (Eff)	n. casi attribuibili
Mortalità leucemie infantili	I – (Eff)	n. casi attribuibili

**Agenti fisici: Ultra Violetti**

Indicatore	DPSIR	Unità di misura
UV Light Index	I – (Esp)	
Ricoveri annuali per tumori della pelle	I – (Eff)	n. casi attribuibili