

RAPPORTO AMBIENTE - SNPA

EDIZIONE 2019



RAPPORTO AMBIENTE - SNPA EDIZIONE 2019

A CURA DELLA RETE DEI REFERENTI TEMATICI RR-TEM V02

REPORT DI SISTEMA SNPA I 11 2020

ISBN 978-88-448-0980-5 Roma, febbraio 2020

Informazioni legali

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n.132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale".

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA.

La legge attribuisce al nuovo soggetto compiti fondamentali quali attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale, monitoraggio dello stato dell'ambiente, controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni, supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale, raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiranno riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

Attraverso il Consiglio del SNPA, il Sistema esprime il proprio parere vincolante sui provvedimenti del Governo di natura tecnica in materia ambientale e segnala al MATTEM e alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano l'opportunità di interventi, anche legislativi, ai fini del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, della riduzione del consumo di suolo, della salvaguardia e della promozione della qualità dell'ambiente e della tutela delle risorse naturali.

Citare questo documento come segue:

"RAPPORTO AMBIENTE - SNPA. Edizione 2019. Doc. n. 11/2020", SNPA, Rapporti 11_2020, Roma, febbraio 2020

ISBN 978-88-448-0980-5

© SNPA, 2020

www.snpambiente.it

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento della pubblicazione *online*:

Marco Talluri - ARPA Toscana e Renata Montesanti - ISPRA

Progetto Grafico: Elena Porrazzo e Sonia Popponessi - ISPRA

Impaginazione interna: Elena Porrazzo - ISPRA

Immagine di copertina: ARPA Piemonte

Roma, febbraio 2020

Riassunto

Il Rapporto Ambiente - SNPA nasce nell'ambito del SNPA per un'ampia ed efficace divulgazione dei dati e dell'informazione ambientale prodotta da ISPRA e dalle ARPA/APPA. La base dati è l'Annuario dei dati ambientali ISPRA. Il Rapporto è realizzato in un unico volume strutturato in due parti. La prima descrive le realtà regionali attraverso l'analisi di 16 indicatori; la seconda è composta da brevi articoli che riguardano specificità regionali e/o attività SNPA particolarmente rilevanti e di interesse per la collettività.

Abstract

The Environment Report-SNPA was created within the SNPA for a wide and effective dissemination of environmental data and information produced by ISPRA and by ARPA/APPA. The report consists of one document, structured in two parts. The first describes the regional realities through the analysis of 16 indicators; the second is composed of short articles concerning regional specificities and/or particularly relevant SNPA activities of interest to the community.

Parole chiave: ambiente, indicatori, monitoraggio e controlli, aria, acqua, clima, suolo, agenti fisici, biosfera, pericolosità, rifiuti.

PRESENTAZIONE

Desidero innanzitutto esprimere la mia soddisfazione nel presentare la terza edizione del Rapporto Ambiente - SNPA. Il Rapporto Ambiente, in ottemperanza ai compiti attribuiti al Sistema dalla Legge n. 132 del 2016, fornisce una conoscenza ambientale del nostro Paese basata su informazioni oggettive, affidabili e confrontabili, che gli consente di raggiungere gli obiettivi prefissati e di vincere le ulteriori nuove sfide che si presenteranno.

Dopo gli importanti eventi del 2015, *in primis* l'Enciclica Laudato sì e l'Agenda ONU 2030, stiamo assistendo negli ultimi mesi a una rinnovata attenzione nei confronti dell'ambiente: innanzitutto i movimenti giovanili, che in tutto il mondo stanno dando una scossa non solo ai governi ma anche ai cittadini tutti, e il nuovo *Green Deal* della Commissione europea, che vuole mettere in atto una tabella di marcia per rendere sostenibile l'economia dell'UE, trasformando i problemi ambientali e climatici in opportunità in tutti gli ambiti e rendendo la transizione giusta e inclusiva per tutti.

Non dobbiamo dimenticare, infatti, le minacce globali che incombono sulla salute del nostro Pianeta, i sempre più frequenti e violenti disastri naturali, l'esaurimento delle risorse naturali, gli impatti negativi del degrado ambientale e la perdita della biodiversità. Il cambiamento climatico è una delle sfide più grandi della nostra epoca: l'aumento della temperatura globale, lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare stanno mettendo seriamente a repentaglio le zone costiere e i paesi al di sotto del livello del mare.

Allo stesso tempo, la nostra è un'epoca di grandi opportunità. La diffusione dei mezzi di comunicazione e d'informazione e l'interconnessione globale permettono di accelerare il progresso dell'uomo, di colmare il divario digitale e di sviluppare società basate sulla conoscenza, così come lo consentono le scoperte scientifiche e tecnologiche anche in settori tanto diversi fra loro.

In questo ambito si situa la nostra attività di informazione ambientale che ha come obiettivo quello di diffondere informazioni corrette e puntuali sullo stato dell'ambiente in Italia, basata su dati oggettivi e solidi dal punto di vista tecnico-scientifici, con l'ottica della tutela e dell'uso corretto delle risorse, della prevenzione dell'inquinamento e di un significativo miglioramento della qualità dell'ambiente. Lo sviluppo della conoscenza è fondamentale per i cittadini, i decisori politici e tutti i portatori di interesse, sia per superare la logica emergenziale sia per favorire una cultura della prevenzione.

Il Rapporto Ambiente SNPA è lo stadio conclusivo e qualificante di un intero processo conoscitivo, costruito e aggiornato dall'attività ordinaria del Sistema, che parte dal flusso dei dati reperiti tramite il monitoraggio e controllo e termina con un complesso lavoro di *reporting* al quale hanno partecipato ISPRA e tutte le ARPA/APPA. Il documento fornisce anche una panoramica sulle attività svolte nel Sistema, attraverso l'analisi di studi, ricerche e progetti ritenuti particolarmente rilevanti per il SNPA, la cui descrizione può essere di interesse per la collettività.

Il fine, dunque, di questo documento è certamente quello di essere di supporto alle politiche, ma anche di esortare il confronto tra esperti della materia e cittadinanza, e di stimolare la collettività a modificare i propri comportamenti in grado di produrre effetti sulla quantità e qualità del capitale naturale e in particolare degli ecosistemi.

Un sentito ringraziamento a quanti con dedizione e professionalità hanno permesso il raggiungimento di questo importante traguardo.

Stefano Laporta
Presidente SNPA

Contributi e ringraziamenti

IL DOCUMENTO È STATO REALIZZATO A CURA DI:

Comitato Tecnico di Redazione (CDR)

Mariaconcetta GIUNTA – Coordinatore Gdl 2 *Reporting* del TIC V (ISPRA)

Cristina FRIZZA – Coordinatore RR-TEM-V02 (ISPRA)

Paola Sonia PETILLO – (ARPA Campania)

Roberto MALLEGGNI – (ARPAE Emilia-Romagna)

Raffaella MARIGO – (ARPA Lombardia)

Pina NAPPI – (ARPA Piemonte)

Erminia SGARAMELLA – (ARPA Puglia)

Marilù ARMATO – (ARPA Sicilia)

Maddalena BAVAZZANO – (ARPA Toscana)

Il CDR ha selezionato gli articoli per ciascuna tematica. Ha assicurato la revisione tecnico scientifica degli stessi nonché la revisione tecnica complessiva. Ha provveduto alla stesura delle sintesi, al coordinamento delle infografiche e all'assemblaggio del documento.

La RR-TEM-V02 è costituita da:

Cristina FRIZZA – Coordinatore RR-TEM-V02 (ISPRA)

Armando LOMBARDI – (ARTA Abruzzo)

Ersilia DI MURO – (ARPA Basilicata)

Vincenzo SORRENTI – (ARPA Calabria)

Paola Sonia PETILLO – (ARPA Campania)

Roberto MALLEGGNI – (ARPAE Emilia-Romagna)

Sara PETRILLO – (ARPA Friuli-Venezia Giulia)

Rosangela LONETTO – (ARPA Lazio)

Federico GRASSO – (ARPA Liguria)

Raffaella MARIGO – (ARPA Lombardia)

Miriam SILENO – (ARPA Marche)

Michela PRESUTTI – (ARPA Molise)

Pina NAPPI – (ARPA Piemonte)

Erminia SGARAMELLA – (ARPA Puglia)

Sergio PILURZU – (ARPA Sardegna)

Marilù ARMATO – (ARPA Sicilia)

Maddalena BAVAZZANO – (ARPA Toscana)

Barbara BERTOSSI – (ARPA Bolzano)

Jacopo MANTOAN – (ARPA Trento)

Paolo STRANIERI – (ARPA Umbria)

Marco CAPPIO BORLINO – (ARPA Valle d'Aosta)

Giovanna ZIROLDO – (ARPA Veneto)

La RR-TEM-V02, attraverso la funzione di interfaccia tra il CDR e gli autori SNPA e di monitoraggio dei flussi informativi, ha favorito un completo aggiornamento dei dati e la realizzazione dei documenti.

Ulteriori referenti annessi alla RR-TEM-V02:

Giovanni FINOCCHIARO – (ISPRA)

Alessandra GALOSI – (ISPRA)

Silvia IACCARINO – (ISPRA)

Matteo SALOMONE – (ISPRA)

Luca SEGAZZI – (ISPRA)

Barbara BERTOSSI – (ARPA Bolzano)

Task Force Annuario – (ISPRA)

Il dettaglio degli autori è riportato all'inizio di ogni contributo.

LE INFOGRAFICHE SONO STATE REALIZZATE DA:

Matteo SALOMONE – (ISPRA)

Francesca BALDI – (ARPA Toscana)

Gabriele ROSSI – (ARPA Toscana)

SI RINGRAZIANO:

il Presidente e il vice Presidente SNPA;

i Direttori Generali SNPA, per aver promosso e sostenuto questa attività;

l'Area di Presidenza SNPA, il Coordinatore del TIC V Marcello MOSSA VERRE (Direttore generale ARPA Toscana), il co-coordinatore del TIC V Fabio CARELLA (Direttore generale ARPA Lombardia). Un sentito ringraziamento va a tutti coloro che a vario titolo hanno collaborato alla stesura del Rapporto di Sistema sullo Stato dell'Ambiente.

INDICE

INTRODUZIONE	5
SINTESI DELLO STATO DELL'AMBIENTE	8
INDICATORI AMBIENTALI	15
• Controlli SNPA (AIA e Seveso)	22
• Emissioni di gas serra	24
• Particolato (PM10)	26
• Aree di tutela ambientale	28
• Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica	30
• Consumo di suolo	32
• Inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI)	34
• Indice di qualità stato chimico delle acque superficiali	36
• Indice di qualità stato ecologico delle acque superficiali	38
• Indice di qualità stato chimico delle acque sotterranee (SCAS)	40
• Stato ecologico delle acque marino costiere	42
• Produzione Rifiuti urbani	44
• Raccolta differenziata	46
• Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettromagnetici generati da impianti per radiotelecomunicazione ed elettrodotti	48
• Sorgenti di rumore controllate e percentuale per cui si è riscontrato almeno un superamento dei limiti	50
• Comunicazione ambientale	52
FOCUS	55
SINTESI	55
1. MONITORAGGIO E CONTROLLI	59
• <i>Eco-AlpsWater: Innovative Ecological Assessment and Water Management Strategy for the Protection of Ecosystem Services in Alpine Lakes and Rivers</i> (ARPA Veneto)	59
• Dal crollo del Ponte Morandi alla ricostruzione del nuovo viadotto: l'attività di ARPAL (ARPA Liguria)	62
• Impiego di un Aeromobile a Pilotaggio Remoto, munito di sensore ottico multispettrale, per la mappatura delle praterie di Posidonia oceanica (ISPRA - ARPA Calabria)	67
• Progetto pilota ISPRA - ARPA Campania. Redazione di protocolli di monitoraggio, campionamento e analisi finalizzati alla valutazione della dispersione accidentale nell'ambiente di colza geneticamente modificato nella regione Campania. Attività svolta nel periodo ottobre 2018/ottobre 2019 (ISPRA - ARPA Campania)	71
• Il controllo del territorio: l'abbandono di rifiuti contenenti amianto (ARPA Molise)	76

2. CLIMA	79
• Impatto del cambiamento climatico sui ghiacciai alpini: evoluzione recente e scenari futuri (ARPA Valle d'Aosta)	79
• Valutazione meteorologica e micro-meteorologica delle aree a orografia complessa del Lazio "Campagna CAVEAT-038" (ARPA Lazio)	82
• Piano Clima 2050 (ARPA Bolzano)	85
3. ATMOSFERA	89
• Caratterizzazione del PM10 in alcune città lombarde: Milano, Bergamo, Pavia, Mantova (ARPA Lombardia)	89
• Le ricadute del progetto Supersito: misure non convenzionali di qualità dell'aria in Emilia-Romagna (ARPAE Emilia-Romagna)	93
• L'utilizzo dei dati satellitari per la valutazione degli effetti sanitari delle temperature estreme e dell'inquinamento atmosferico a Roma (ARPA Lazio)	96
• Qualità dell'aria a bordo di autovetture: esperienze di monitoraggio nella città di Torino (ARPA Piemonte)	100
• Progetto LIFE BrennerLEC: gestione dinamica del traffico autostradale per ridurre le emissioni di inquinanti (ARPA Trento- ARPA Bolzano)	103
• "Scuola odori" – Confronto sulle metodologie delle emissioni odorigene (ARPA Friuli-Venezia Giulia)	107
• Qualità dell'aria: il <i>Fuzzy Environmental Analogy Index Model</i> (FEAIM) per valutare l'idoneità delle stazioni ai fini modellistici (ARPA Sicilia)	111
4. BIOSFERA	115
• Obiettivi e attività del Centro "Cambiamento Climatico e Biodiversità in Ambienti Lacustri e Aree Umide" di ARPA Umbria (ARPA Umbria)	115
• Biodiversity mainstreaming in Italia. Il caso del settore agricolo (ISPRA)	119
5. GEOSFERA	123
• Gestione dei materiali radioattivi in ambito di bonifica: l'esperienza del SIN di Sesto S. Giovanni (ARPA Lombardia)	123
• Determinazione dei valori di fondo naturale dei sedimenti marini abruzzesi (ARPA Abruzzo)	127
6. IDROSFERA	131
• Inquinamento da arsenico in pozzi di acqua a uso domestico: indagine e ipotesi di origini e cause (ARPA Toscana)	131
• Realizzazione di un impianto di ricarica controllata della conoide del fiume Marecchia (ARPAE Emilia-Romagna)	134
• Primo evento di <i>bloom</i> nel Mar Mediterraneo di un piccolo dinoflagellato, <i>Prorocentrum shikokuense</i> : criptico o introdotto? (ARPA Puglia)	137

7. RIFIUTI	141
• Analisi dei bilanci di materia della gestione della frazione organica differenziata (ARPA Campania)	141
8. AGENTI FISICI	145
• La radioattività naturale nel cibo: un confronto tra differenti regimi alimentari (ARPA Calabria)	145
• Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon (ARPA Sardegna)	149
• La rete di monitoraggio della brillantezza del cielo notturno nel Veneto (ARPA Veneto)	154
• L'inquinamento acustico da impianti eolici nella Provincia di Potenza (ARPA Basilicata)	158
9. AMBIENTE E BENESSERE	165
• Emissioni odorigene moleste – Il progetto di ARPA Sicilia di realizzazione una rete di rilevamento automatica per le molestie olfattive nelle AERCA siciliane (ARPA Sicilia)	165
• L'analisi degli odori mediante olfattometria dinamica, naso elettronico e caratterizzazione chimica (ARPA Piemonte)	169
• La Valutazione Integrata di Impatto Ambientale e Sanitario (VIAS) delle emissioni del siderurgico di Taranto e della centrale termoelettrica di Brindisi (ARPA Puglia)	173
• Pollini e cambiamenti climatici: correlazione di variabili climatiche con lo spettro pollinico ARPA Marche)	176
10. COMUNICAZIONE AMBIENTALE	181
• La comunicazione ambientale ai cittadini attraverso l'Ufficio relazioni con il pubblico (ARPA Toscana)	181
• <i>A scuola di ambienti e stili di vita a.s. 2019/20</i> – proposte di educazione ambientale per le scuole di ogni grado in Provincia autonoma di Trento (ARPA Trento)	184

INTRODUZIONE

ISPRA e le Agenzie regionali e provinciali sono i principali produttori e detentori dei dati e della conoscenza ambientale.

Per una più efficace e omogenea divulgazione dell'informazione ambientale prodotta dal Sistema Nazionale per la Protezione Ambiente, nell'ambito del "Programma triennale 2018-2020" è stata attivata una Rete dei referenti tematici (RR-TEM V02) all'interno del TIC V "Sinanet e *reporting*, comunicazione, formazione ed educazione ambientale" con due linee di attività; una metodologica e una di produzione di *report*, dedicate al *reporting* ambientale. In tale ambito prosegue la produzione del Rapporto Ambiente - SNPA, giunto alla sua terza edizione.

La fonte dei dati/indicatori è costituita dall'Annuario dei dati ambientali di ISPRA. Il Rapporto è realizzato in un unico volume strutturato in due parti. La prima descrive le realtà regionali attraverso l'analisi di 16 indicatori; la seconda è composta da brevi articoli che riguardano specificità regionali e/o attività SNPA particolarmente rilevanti e di interesse per la collettività.

Tra le principali attività svolte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) rientrano: Monitoraggio dello stato dell'ambiente, Vigilanza e Controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, Ricerca, Supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali, Raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali. In ottemperanza ai compiti attribuiti dalla Legge n. 132 del 2016, nell'ambito delle attività di reporting svolte dal SNPA, il Rapporto Ambiente, rappresenta un efficace mezzo di conoscenza delle condizioni ambientali in Italia per decisori politici e istituzionali, per scienziati e tecnici e per i cittadini. Il documento descrive e confronta le realtà regionali attraverso l'analisi di 16 indicatori condivisi dal SNPA che descrivono le principali componenti ambientali.

Inquinamento atmosferico

L'inquinamento atmosferico è uno dei principali fattori di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi.

L'andamento delle concentrazioni del particolato PM10 nel medio periodo (2008-2018) è generalmente decrescente; tuttavia nel 2018 i limiti previsti dalla normativa non sono rispettati in gran parte del territorio nazionale e l'obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS appare lontano.

Comunicazione ambientale

Nel 2019, si rilevano oltre 12 milioni di visitatori nei siti Web del SNPA, 833 comunicati stampa, 5.319 notizie e 222 report di informazioni ambientali pubblicati on-line. I social media, rappresentano attualmente il modo più immediato per comunicare e informare il vasto pubblico, pertanto è interessante notare come le 17 realtà del SNPA utilizzatrici di Twitter abbiano incremento i followers rispetto al 2017 di oltre il 35% attestandosi a 86.400.

QUALITÀ DELL'ARIA PM10 2018

stazioni di monitoraggio che hanno superato il limite giornaliero

18%

EMISSIONI DI GAS SERRA

1990-2017 -17,4%

ANOMALIA TEMPERATURA MEDIA IN ITALIA

+1,71 C°



ACQUE MARINO COSTIERE

Presenza di *Ostreopsis* in 11 regioni costiere

SUPERAMENTI ELF

1999-sett 2019
65

SUPERAMENTI CEM

1999-sett 2019
SRB 136
RTV 672

Rumore

Elevati livelli di rumore possono influire sullo stato di benessere; gli effetti del rumore sulla salute comprendono lo stress, la riduzione del benessere psicologico e i disturbi del sonno, ma anche problemi cardiovascolari. Nel 2018, sono state controllate da parte delle ARPA/APPA 2.495 sorgenti di rumore, di cui 2.282 controllate a seguito di esposto; nel 43,5% delle sorgenti controllate è stato rilevato almeno un superamento dei limiti normativi, che evidenzia un problema di inquinamento acustico significativo e in aumento rispetto a quanto riscontrato nel 2017 (+11,4 punti percentuali).

Controlli ambientali

L'attività di controllo del SNPA presso gli impianti AIA, nel 2018, è consistita in 2.281 visite ispettive ordinarie e straordinarie AIA regionali e 100 AIA statali; (2.407 visite AIA regionali e 76 visite AIA statali nel 2017). Per le verifiche ispettive Seveso di soglia superiore gestite a livello statale si registra una lieve flessione (143 e 187 verifiche ordinarie e straordinarie rispettivamente nel 2018 e 2017).

Produzione e raccolta rifiuti di urbani

Nel 2018, la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta a quasi 30,2 milioni di tonnellate, con una crescita del 2% rispetto al 2017, oltre la metà di questi viene differenziata, raggiungendo il 58,1% di raccolta differenziata. I maggiori valori si rilevano al Nord (67,7%) e i minori al Sud (46,1%); il Centro Italia si colloca al 54,1%. Nonostante l'incremento di 2,6 punti percentuali, non viene ancora conseguito l'obiettivo fissato dalla normativa per il 2012 (65% della produzione nazionale).

Aree di tutela ambientale

L'Italia è uno dei Paesi europei più ricchi di biodiversità. A tutela di questa sono presenti in Italia, in ambito terrestre 843 aree per una superficie di oltre 3 milioni di ettari, pari a circa il 10,5% della superficie nazionale. L'ambito marino è invece tutelato da 39 aree protette, di cui 29 sono Aree Marine Protette, con una superficie marina tutelata che supera i 307.000 ettari.

RUMORE

2.495 sorgenti controllate

RIFIUTI

produzione RU **30,2 mlt**
raccolta differenziata **58,1%**

AREE PROTETTE

875

CONSUMO DI SUOLO

7,64% di suolo perduto
paria a circa **23.000 km²**

AGRICOLTURA BIOLOGICA

2017-2018

superficie **+2,6%**
operatori **+4,2%**

Consumo di suolo

Nel 2018 le nuove coperture artificiali hanno riguardato, in linea con i dati del 2017, circa 5.100 ettari di territorio, ovvero, in media, circa 14 ettari al giorno con una velocità di trasformazione di circa 2 m² di suolo che, nell'ultimo anno, sono stati irreversibilmente persi ogni secondo. I dati confermano che il rallentamento del consumo di suolo è, di fatto, terminato e che si continua a incrementare il livello di artificializzazione e di conseguente impermeabilizzazione del territorio.

Acque sotterranee

A livello nazionale sono stati classificati 869 corpi idrici rispetto ai 1.052 totali (copertura del 82,6%); in termini di superficie, i corpi idrici classificati equivalgono a 245.827 km², che corrisponde a una copertura del 92,1% (totale 267.017 km²). La dimensione media dei corpi idrici sotterranei è pari a 254 km². Lo stato chimico del 57,6% dei corpi idrici sotterranei è in classe buono, il 25,0% in classe scarso e il restante 17,4% non è ancora classificato.

SINTESI DELLO STATO DELL'AMBIENTE

Il Rapporto Ambiente –SNPA, in ottemperanza ai compiti attribuiti dalla Legge n. 132 del 2016, nell'ambito delle attività di *reporting* svolte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, rappresenta un efficace mezzo di conoscenza delle condizioni ambientali in Italia per decisori politici e istituzionali, per scienziati e tecnici e per i cittadini. Il documento descrive e confronta le diverse realtà regionali attraverso l'analisi di 16 indicatori condivisi dal Sistema che rappresentano le principali componenti ambientali. Il Rapporto, realizzato grazie agli esperti del SNPA, mostra che, sebbene si siano osservati dei miglioramenti e le azioni intraprese, da parte del Paese e delle singole realtà regionali, vadano nella giusta direzione, per alcune problematiche ambientali non si sono ancora raggiunti gli obiettivi prefissati per il miglioramento e/o la conservazione delle condizioni ambientali.



Le notizie sulle **attività di controllo** svolte dal sistema presso gli impianti industriali sono generalmente reperibili sui siti Web delle Agenzie e di ISPRA.

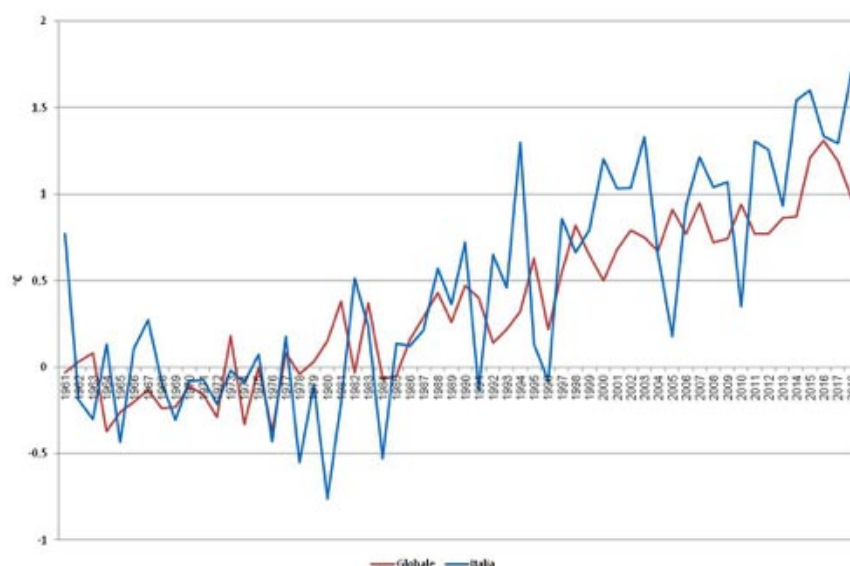
Nel 2018 il numero dei controlli ambientali presso gli impianti AIA non si discosta molto da quanto effettuato nel 2017. Nello specifico l'attività di controllo del Sistema presso gli impianti AIA è consistita in 2.281 visite ispettive ordinarie e straordinarie AIA regionali e 100 AIA statali (2.407 visite AIA regionali e 76 visite AIA statali nel 2017). Per le verifiche ispettive Seveso di soglia superiore gestite a livello statale si registra una lieve flessione (143 e 187 verifiche ordinarie e straordinarie rispettivamente nel 2018 e 2017).



Il cambiamento climatico è in atto ed è destinato a continuare: le temperature sono in aumento, l'andamento delle precipitazioni sta variando, ghiaccio e neve si stanno sciogliendo e il livello del mare si sta innalzando. Gli eventi meteorologici e climatici estremi con conseguenti impatti quali inondazioni e siccità diventeranno più frequenti e intensi in molte regioni. Sebbene gli sforzi globali intesi a ridurre le emissioni si stiano rivelando efficaci, alcuni aspetti del cambiamento climatico sono inevitabili e sono quindi necessarie azioni complementari per un adattamento agli effetti che lo stesso produce. Il 2018 a livello globale è stato il quarto anno più caldo, sia della serie di temperature sulla terraferma sia di quella sugli oceani, con 11 mesi su 12 tra i 5 più caldi dall'inizio delle osservazioni. Gli anni dal 2015 al 2018 rappresentano i 4 anni più caldi dell'intera serie storica. In Italia, il 2018 è stato l'anno più caldo dall'inizio delle osservazioni, con un'anomalia della temperatura media rispetto al trentennio 1961-1990 di 1,71°C, rispetto alla media globale di 0,98 °C.

Le principali misure di risposta ai cambiamenti climatici sono relative alla mitigazione, quest'ultima consiste nella riduzione delle emissioni di gas serra, e all'adattamento, che ha l'obiettivo di minimizzare le possibili conseguenze negative e di prevenire gli eventuali danni derivanti dai cambiamenti climatici. Tali misure sono fra loro complementari. Le misure di riduzione delle emissioni di gas serra previste nei piani d'azione non sono sufficienti a mantenere il riscaldamento globale al di sotto dei 2°C, ma l'Accordo definisce le modalità per raggiungere questo obiettivo. L'UE è stata la prima grande economia a presentare nel marzo 2015 il proprio contributo, definendo la strategia da compiere per at-

Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media sulla terraferma, globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990



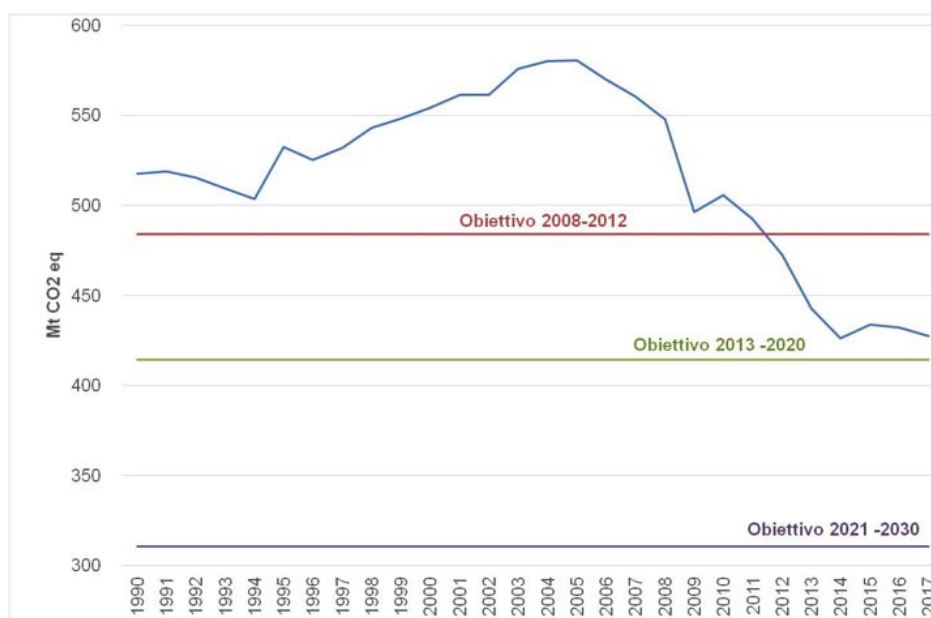
Fonte: NCDC/NOAA e ISPRA

tuare la riduzione delle emissioni di almeno il 40%, rispetto al 1990, entro il 2030.

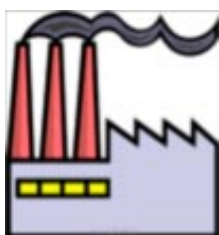
In Italia, nel 2017, le emissioni totali di gas serra, espresse in CO₂ equivalente, sono diminuite del 17,4% rispetto al 1990; tale riduzione è spiegata dalla recessione econo-

mica del 2008 che ha colpito sia il settore energetico sia industriale, dall'aumento dell'uso delle fonti rinnovabili e dal basso contenuto di carbonio nel mix energetico che ha portato al miglioramento dell'efficienza energetica.

Emissioni Gas Serra senza LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) (1990-2017)



Fonte: ISPRA



L'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi. Ad oggi, in diverse parti dell'Europa, vengono superati i valori limite e gli obiettivi previsti dalla legislazione per il materiale particolato, il biossido di azoto, l'ozono troposferico e il benzo(a)pirene.

Nel quadro europeo, l'Italia con il bacino padano, rappresenta una delle aree dove l'inquinamento atmosferico è più rilevante. Nel medio periodo tuttavia si osserva, in Italia come in Europa, una riduzione significativa delle emissioni generalmente accompagnata da un *trend* decrescente delle concentrazioni. In una prospettiva di medio-lungo periodo (2020 – 2030) sarà necessario implementare misure aggiuntive per realizzare gli obiettivi europei, tramite l'adozione e l'attuazione di un "Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico". Gli obiettivi fissati dall'OMS sono ancora lontani dall'essere raggiunti.



L'Italia è caratterizzata da altissima **biodiversità** e elevatissimi tassi di endemismo, ovvero un'alta percentuale di specie esclusive del nostro territorio. A tutela di questa sono presenti in Italia, in ambito terrestre,

843 aree protette (alcune delle quali comprendono anche una parte a mare) per una superficie di oltre 3 milioni di ettari, pari a circa il 10,5% della superficie nazionale. L'ambito marino è invece tutelato da 39 aree protette, di cui 29 sono Aree Marine Protette, con una superficie marina tutelata che supera i 307.000 ettari. A queste si aggiungono il Santuario internazionale dei mammiferi marini e i due Parchi Archeologici sommersi di Baia e Gaiola.

L'introduzione di specie esotiche (o alloctone) potenzialmente invasive costituisce un fattore di rischio per la biodiversità la cui importanza è ormai nota a scala planetaria. Il numero di specie esotiche è in progressivo e costante aumento: le specie introdotte nel nostro Paese nell'ultimo secolo sono state più di 3.300, di cui 3.182 attualmente presenti. Tra queste si contano oltre 1.600 specie animali e circa 1.500 specie vegetali e poi funghi, batteri e cromisti e questi dati rappresentano sicuramente una sottostima della consistenza del fenomeno.



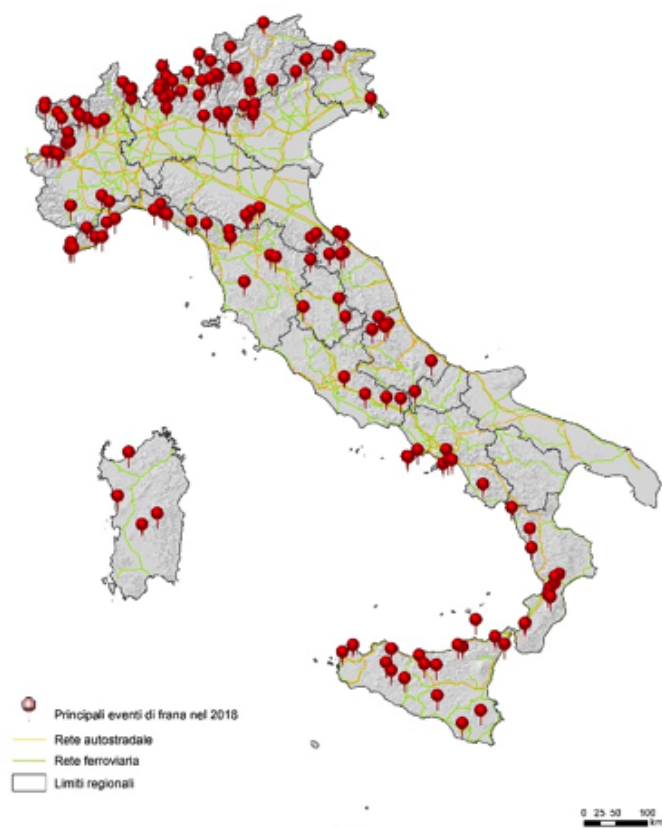
In Italia non si arresta il **consumo di suolo**, sono ormai persi 23.000 km², con una velocità di trasformazione di quasi 2 m²/sec. tra il 2017 e il 2018. Il consumo di suolo in area costiera ha valori nettamente superiori al resto del territorio nazionale.

Il fenomeno fino allo scorso anno, seppur in crescita, mostrava ancora segnali di rallentamento nella velocità di trasformazione, a causa probabilmente della attuale congiuntura economica, nel 2018 si può affermare che questo rallentamento è, di fatto, terminato e che sta continuando a incrementare il livello di artificializzazione e di conseguente impermeabilizzazione del territorio. In relazione alle ripartizioni geografiche del territorio, i valori percentuali più elevati di suolo consumato si registrano nel Nord: molte province che affacciano sulla Pianura Padana hanno ormai superato il 10% di superficie impermeabilizzata con un sensibile incremento, in termini di ettari consumati tra il 2017 e 2018, registrato soprattutto nella pianura veneta.

Il territorio italiano è particolarmente soggetto a **pericolosità di origine naturale** per le sue caratteristiche geologiche e geomorfologiche.

Il 2018 è stato caratterizzato da diciannove eventi atmosferici, con elevati quantitativi di piogge concentrate spesso nell'arco di una giornata, che hanno causato fenomeni di piena repentina (*flash flood*) sia in ambiente urbano sia rurale. I principali eventi di frana sono stati 157 e hanno causato complessivamente 12 morti, 29 feriti e danni prevalentemente alla rete stradale. In Italia, oltre 6 milioni di abitanti sono residenti in aree a pericolosità idraulica media (tempo di ritorno tra 100 e

Principali eventi di frana nel periodo gennaio - dicembre 2018



Fonte: ISPRA

200 anni), mentre la popolazione a rischio frane, se si considerano le 2 classi a maggiore pericolosità (elevata e molto elevata), è pari a oltre 1,2 milioni di abitanti. Le frane in Italia sono 620.808 (periodo di riferimento 1116-2017) e interessano un'area di circa 23.700 km², pari al 7,9% del territorio nazionale e rappresentano circa i 2/3 delle frane censite in Europa (Indagine EuroGeo-Surveys). Le frane sono estremamente diffuse a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio italiano, che è per il 75% montano-collinare.



Si definiscono **acque interne** tutte le acque superficiali, correnti o stagnanti, e tutte le acque sotterranee all'interno della linea di base che serve da riferimento per

definire il limite delle acque territoriali.

A livello nazionale, lo stato ecologico del 43% dei fiumi raggiunge l'obiettivo di qualità (38% buono e 5% elevato), mentre per i laghi solo il 20% (17% buono e 3% elevato).

Relativamente allo stato chimico, il 75% dei fiumi presenta uno stato buono, il 7% non buono, mentre il 18% non è stato classificato. Per i laghi, invece, l'obiettivo di qualità viene raggiunto dal 48% dei corpi idrici.

Per le acque sotterranee, nel periodo di classificazione 2010-2015, lo stato chimico (SCAS) del 57,6% dei corpi idrici sotterranei è in classe "buono", il 25% in classe scarso e il restante 17,4% non ancora classificato, mentre l'indice stato quantitativo (SQUAS) evidenzia il 61% dei corpi idrici sotterranei in classe buono, il 14,4% in classe scarso e il restante 24,6% non ancora classificato (i dati si riferiscono al 2° Piano di Gestione 2010-2015).



Gli **habitat marino costieri** rappresentano ambienti estremamente rilevanti dal punto di vista ecologico e paesaggistico, ma allo stesso tempo sono ecosistemi tra i

più vulnerabili e più seriamente minacciati.

Negli ultimi decenni i litorali italiani presentano significative evoluzioni geomorfologiche dovute ai processi naturali e all'intervento dell'uomo. L'*Ostreopsis cf. ovata* è stata riscontrata in 11 regioni costiere. Il 90% delle acque di balneazione costiere è classificato come eccellente nel quadriennio 2015-2018.



Le sostanze o gli oggetti che derivano da attività umane o da cicli naturali, di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi costituiscono i **Rifiuti**.

Nel 2018, la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta a quasi 30,2 milioni di tonnellate, con una crescita del 2% rispetto al 2017. Dopo il calo rilevato nel 2017, il dato di produzione supera quindi nuovamente i 30 milioni di tonnellate, riallineandosi al valore del 2016. Osservando l'andamento riferito a un arco temporale più lungo, si può rilevare che tra il 2006 e il 2010 la produzione si è mantenuta costantemente sopra i 32 milioni di tonnellate, attestandosi successivamente, dopo il brusco calo del biennio 2011-2012 (concomitante con la contrazione dei valori del prodotto interno lordo e dei consumi delle famiglie), a valori compresi tra 29,5 e 30,2 milioni di tonnellate. La produzione cresce in tutte le macroaree geografiche, in modo più marcato al Nord (+2,7%) a fronte di incrementi rispettivamente pari all'1,7% al Centro e all'1,1% al Sud. Nella gestione dei rifiuti

la raccolta differenziata indica un sistema di raccolta dei rifiuti che prevede una prima differenziazione da parte dei cittadini. Il fine è dunque la separazione dei rifiuti all'origine in modo tale da reindirizzare ciascuna tipologia di rifiuto differenziato verso un idoneo trattamento, che deve essere finalizzato, in via prioritaria, al recupero di materia.

Nel 2018, oltre la metà dei rifiuti prodotti viene differenziata; infatti, la raccolta differenziata in Italia raggiunge il 58,1%. I maggiori valori si rilevano al Nord (67,7%) e i minori al Sud (46,1%); il Centro Italia si colloca al 54,1%. In aumento i tassi di preparazione per il riutilizzo e riciclaggio dei rifiuti urbani.

Percentuali di raccolta differenziata dei rifiuti urbani per regione (2018)



Fonte: ISPRA



Rimane costante l'attenzione dei cittadini verso la problematica dei **campi elettromagnetici**. In Italia, i casi di superamento dei limiti normativi registrati nel corso dell'attività di controllo effettuata dalle Agenzie, tra il 1999 e settembre 2019 sono stati: 672 per

gli impianti RTV, 136 per le stazioni SRB e 65 per gli elettrodotti ELF. Rispetto a luglio 2018, i casi di superamento dei limiti di legge sono aumentati sia per gli impianti RTV (+6%) sia per le SRB (+4%) mentre per le sorgenti ELF risultano sostanzialmente invariati.



Elevati livelli di **rumore** possono influire sullo stato di benessere; gli effetti del rumore sulla salute comprendono lo *stress*, la riduzione del benessere psicologico e i disturbi

del sonno, ma anche problemi cardiovascolari. Gran parte della popolazione italiana è esposta a livelli di rumore, diurni e notturni, considerati importanti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Per il contenimento dell'inquinamento acustico, la normativa nazionale sul rumore ha definito, per le diverse tipologie di sorgenti, valori limiti assoluti per l'ambiente esterno e limiti differenziali, per l'interno degli ambienti abitativi. La zonizzazione acustica o classificazione acustica del territorio rappresenta la suddivisione del territorio comunale in aree acustiche omogenee a cui sono associati dei limiti acustici. Nel 2018 i comuni che hanno approvato il Piano di classificazione acustica sono 4.862 (20 in più rispetto al 2017), pari al 61% dei comuni italiani, percentuale invariata rispetto all'anno precedente.

Percentuale di comuni che hanno approvato il Piano di classificazione acustica sul numero di comuni di ogni regione/provincia autonoma (31/12/2018)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

Le sorgenti maggiormente controllate risultano, anche per il 2018, le attività di servizio e/o commerciali (60,4%), seguite dalle attività produttive (26,1%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano il 9,4% di queste, le strade sono le più controllate (6,5% sul totale). Nel 2018, sono state controllate da parte delle ARPA/APPA 2.495 sorgenti di rumore, di cui 2.282 con-

trollate a seguito di esposto; nel 43,5% delle sorgenti controllate è stato rilevato almeno un superamento dei limiti normativi, che evidenzia un problema di inquinamento acustico significativo e in aumento rispetto a quanto riscontrato nel 2017 (+11,4 punti percentuali).

Gli **agenti chimici** sono le sostanze potenzialmente pericolose per l'uomo e per l'ambiente. Il loro impiego è diffuso in tutti i settori produttivi e sono incorporate nella maggior parte degli oggetti di uso comune. Il loro utilizzo è di fondamentale



importanza nella vita quotidiana e dà un contributo essenziale al benessere economico anche in termini occupazionali. La produzione globale di sostanze chimiche è aumentata, passando da 1 milione di tonnellate nel 1930 alle diverse centinaia di milioni di tonnellate attuali. L'Unione Europea (UE) è il secondo produttore mondiale dopo la Cina e si stima che sul mercato europeo siano presenti circa 100.000 sostanze chimiche. L'Italia è il terzo produttore europeo, dopo Germania e Francia, e l'undicesimo a livello mondiale. Le imprese chimiche attive in Italia sono più di 2.800 e occupano circa 110.000 addetti, ma l'uso dei prodotti chimici interessa tutti i settori produttivi. La regolamentazione europea delle sostanze chimiche è probabilmente la più ambiziosa a livello mondiale, il suo scopo è di assicurare un elevato livello di protezione della salute umana e dell'ambiente. Per quanto riguarda gli stabilimenti soggetti al D.Lgs. 105/15, appartenenti alle diverse categorie (soglia superiore e soglia inferiore) e quindi agli obblighi di cui agli artt. 13 e 15, divisi per province e regioni, si rileva innanzitutto che il numero complessivo degli stabilimenti, presenti in Italia, considerati pericolosi ai fini di un incidente rilevante si mantiene quasi invariato rispetto al-

l'anno precedente registrando una lieve diminuzione. Con i suoi quasi 1.000 stabilimenti soggetti alla Direttiva "Seveso", l'Italia si assesta tra i primi Paesi appartenenti all'UE per numero di impianti, insieme alla Germania e al Regno Unito.



L'**informazione ambientale** sta assumendo sempre più un ruolo strategico non solo per i decisori politici, ma per tutti i portatori d'interesse (*stakeholders*), inclusi i cittadini: banche dati e pubblicazioni consultabili *on-line*

sono divenuti, ormai, strumenti imprescindibili per divulgare dati e diffondere la cultura ambientale.

Nel 2019, si rilevano oltre 12 milioni di visitatori nei siti Web del Sistema Nazionale per la protezione Ambientale, 833 comunicati stampa, 5.319 notizie e 222 *report* di informazioni ambientale pubblicati *on-line*.

I *social media*, rappresentano attualmente il modo più immediato per comunicare e informare il vasto pubblico, pertanto è interessante notare come le 17 realtà del SNPA utilizzatrici di *Twitter* abbiano incremento i followers rispetto al 2017 di oltre il 35% attestandosi a 86.400.

Nello stesso periodo l'ISPRA e le 8 agenzie che hanno una pagina facebook hanno registrato quasi 100.000 "*mi piace*" con un incremento del 92% rispetto al 2017.

INDICATORI AMBIENTALI

Nome Indicatore	Descrizione/Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e Trend
Controlli SNPA (AIA e Seveso)	Numero dei controlli ambientali svolti da tutto il sistema delle Agenzie e di ISPRA presso gli impianti soggetti al rispetto dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA) e presso gli impianti assoggettati alla normativa Seveso	R	2017-2018	Nel biennio 2017-2018 le attività di controllo per le AIA si attestano a un numero simile sia per le installazioni di competenza statale sia per quelle regionali nel suo complesso, nel rispetto della programmazione annuale. Per quanto attiene alle verifiche ispettive Seveso, si è registrata un'azione costante delle attività di controllo, nel rispetto degli obiettivi del piano triennale nelle ispezioni presso gli stabilimenti di soglia superiore.
Emissioni di gas serra	Stimare le emissioni nazionali/regionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	2017	Le emissioni totali di gas a effetto serra si riducono nel periodo 1990-2017 del 17,4%, passando da 517,7 a 427,7 milioni di tonnellate di CO2 equivalente. Si registra inoltre un leggero calo rispetto all'anno precedente, con una variazione 2016-2017 pari a un punto percentuale.
Particolato (PM10)	Fornire informazioni sullo stato e il <i>trend</i> della qualità dell'aria attraverso l'analisi delle concentrazioni di PM10 misurate in Italia, la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa e il confronto con i valori di riferimento OMS	S	2008-2018	L'andamento delle concentrazioni del particolato PM10 nel medio periodo (2008-2018) è generalmente decrescente; tuttavia nel 2018 i limiti previsti dalla normativa non sono rispettati in gran parte del territorio nazionale e l'obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS appare lontano.

Nome Indicatore	Descrizione/Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e Trend
Aree di tutela ambientale	Valutare il livello attuale e l'andamento temporale della tutela degli ambienti terrestri e marini italiani e tramite i dati di superficie protetta istituita attraverso normativa nazionale, leggi o altri provvedimenti subnazionali	R	1922-2019	Lo stato delle Aree protette in ambito terrestre può essere considerato positivo in quanto in Italia la superficie protetta supera i 3 milioni di ettari (10,5% superficie nazionale). Il <i>trend</i> è positivo sia analizzando la serie storica, sia rispetto all'ultimo aggiornamento EUAP (2010), poiché si è verificato un leggero incremento (0,03%) della superficie terrestre sottoposta a tutela, dovuto all'istituzione di un Parco Nazionale e di una nuova Riserva Naturale Statale. In ambito marino stato e <i>trend</i> possono considerarsi positivi in quanto numero e superficie marina protetta sono cresciuti costantemente nel tempo e tra il 2012 e il 2019 e a livello nazionale la superficie protetta è aumentata dell'1,9%, grazie all'istituzione nel 2018 di due nuove Aree Marine protette.
Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica	L'indicatore descrive la superficie agricola utilizzata, il numero di operatori che praticano agricoltura biologica e la relativa tipologia culturale. Lo scopo dell'indicatore è quello di misurare la tendenza dello sviluppo della conduzione biologica aziendale e la sua diffusione sul territorio agricolo.	D/R	2018	Dal 1990 a oggi l'agricoltura biologica italiana è cresciuta a un ritmo senza uguali rispetto agli altri paesi UE, sia in termini di superfici sia per numero di operatori. Nel 2018 le superfici investite e in conversione bio sono state pari a circa 1,96 milioni di ettari con un incremento del 2,6% rispetto al 2017 e del 76% rispetto al 2010. Gli operatori del settore sono oltre 79.000 con un aumento del 4,2% rispetto al 2017.

Nome Indicatore	Descrizione/Finalità	DPSIR	Copertura	Stato e Trend
Consumo di suolo	Definire il grado di impermeabilizzazione dei suoli a scala nazionale e valutare il consumo di suolo	P	2016-2017-2018	Nel 2018 le nuove coperture artificiali hanno riguardato, in linea con i dati del 2017, circa 5.100 ettari di territorio, ovvero, in media, circa 14 ettari al giorno con una velocità di trasformazione di circa 2 m ² di suolo che, nell'ultimo anno, sono stati irreversibilmente persi ogni secondo. Il consumo di suolo netto (cioè il bilancio tra nuovo consumo e aree ripristinate a seguito della dismissione di cantieri e di altre aree che l'anno precedente appartenevano alla classe 12 - consumo di suolo reversibile) è circa pari a 4.800 ettari netti, equivalenti a 1,6 metri quadrati per ogni ettaro di territorio italiano. I dati confermano che il rallentamento del consumo di suolo è, di fatto, terminato e che si continua a incrementare il livello di artificializzazione e di conseguente impermeabilizzazione del territorio.
Inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI)	Fornire un quadro completo e omogeneo della distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio nazionale. L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia rappresenta un utile strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana, per la pianificazione territoriale e per la programmazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.	S	2017	Le frane in Italia sono 620.808 (periodo di riferimento 1116-2017) e interessano un'area di circa 23.700 km ² , pari al 7,9% del territorio nazionale. L'Italia è il paese europeo maggiormente interessato da fenomeni franosi, con oltre 600.000 frane che rappresentano circa i 2/3 delle frane censite in Europa (Indagine EuroGeoSurveys). Le frane sono estremamente diffuse a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio italiano, che è per il 75% montano-collinare.
Indice di qualità stato chimico delle acque superficiali	Consente di derivare una classe di qualità per gli inquinanti specifici per la definizione dello stato chimico, per le diverse tipologie di corpo idrico	S	2010-2015	In Italia, il 75% dei fiumi è in uno stato buono, il 7% non buono e il 18% non è stato classificato. Per i laghi, l'obiettivo di qualità è raggiunto nel 48% dei corpi idrici.

Nome Indicatore	Descrizione/Finalità	DPSIR	Copertura	Stato e Trend
Indice di qualità stato ecologico delle acque superficiali	Consente di derivare una classe di qualità per gli inquinanti specifici per la definizione dello stato ecologico per le diverse tipologie di corpi idrici	S	2010-2015	In Italia, il 43% dei fiumi raggiunge l'obiettivo di qualità (38% buono e 5% elevato), il 41% è al disotto mentre il 16% non è stato classificato. Per i laghi, solo il 20% raggiunge l'obiettivo di qualità (17% buono e 3% elevato) mentre il 39% è di qualità inferiore.
Indice di qualità stato chimico delle acque sotterranee (SCAS)	Definire, dal punto di vista chimico, il grado di compromissione degli acquiferi per cause antropiche rispetto alle condizioni naturali. È utile per individuare gli impatti antropici e le criticità ambientali nei corpi idrici sotterranei al fine di indirizzare le azioni di risanamento, attraverso gli strumenti di pianificazione, in modo da rimuovere le cause e/o prevenire il peggioramento dello stato chimico e di conseguenza permettere il raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dalla normativa	S	2010-2015	In Italia sono stati classificati 869 corpi idrici su 1.052 totali (copertura del 82,6%). Lo stato chimico è buono nel 57,6% dei corpi idrici sotterranei e scarso nel 25%; il restante 17,4% non è ancora classificato.
Stato ecologico delle acque marino costiere	Classificare lo stato di qualità dei corpi idrici marino costieri utilizzando degli Elementi di Qualità Biologica (EQB) macroinvertebrati bentonici (indice M-AMBI), angiosperme (PREI), macroalghe (indice CARLIT) e fitoplancton (Chla)	S	2010-2016	Lo stato ecologico delle acque marino costiere italiane è alquanto eterogeneo, sia per il numero di corpi idrici identificati per distretto sia per classificazione biologica. Nei distretti delle Alpi orientali, dell'Appennino Centrale e della Sardegna, tuttavia, la gran parte dei corpi idrici (80% e oltre) è in stato di qualità buono.

Nome Indicatore	Descrizione/Finalità	DPSIR	Copertura	Stato e Trend
Produzione Rifiuti urbani	Misurare la quantità totale e <i>pro capite</i> di rifiuti urbani generati	P	2018	Dopo sei anni di decrescita, sotto 30 milioni di tonnellate, nel 2018 la produzione nazionale dei rifiuti urbani torna a superare tale cifra e si attesta a quasi 30,2 con un aumento del 2% rispetto al 2017. La crescita è ancora maggiore se si guarda al dato <i>pro capite</i> : +2,2%, che in termini di quantità è pari a poco meno di 500 chilogrammi per abitante. Raffrontando il dato 2018 con quello 2007 si riscontra, una sostanziale riduzione della produzione (-7,3%).
Raccolta differenziata	Verificare il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata	R	2018	Si conferma il <i>trend</i> di crescita anche nel 2018 con un +2,6 punti percentuali a livello nazionale rispetto all'anno precedente, raggiungendo così il 58,1%. Nonostante l'incremento, registrato a livello nazionale, nel 2018 ancora non è raggiunto l'obiettivo del 60%, fissato dalla normativa nazionale per il 2011.
Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettromagnetici generati da impianti per radiotelecomunicazioni ed elettrodotti	Quantificare le situazioni di non conformità rilevate dall'attività di controllo, svolta dalle ARPA/APPA, sulle sorgenti di radiofrequenze (RF) (impianti radiotelevisivi (RTV) e stazioni radio base (SRB)) e sulle sorgenti a bassa frequenza (ELF) presenti sul territorio nazionale e le azioni di risanamento	S/R	1999-2019	In Italia, i casi di superamento dei limiti normativi registrati nel corso dell'attività di controllo effettuata dalle Agenzie, tra il 1999 e settembre 2019 sono stati: 672 per gli impianti RTV, 136 per le stazioni SRB e 65 per gli elettrodotti ELF. Rispetto a luglio 2018, i casi di superamento dei limiti di legge sono aumentati sia per gli impianti RTV (+6%) sia per le SRB (+4%) mentre per le sorgenti ELF risultano sostanzialmente invariati.

Nome Indicatore	Descrizione/Finalità	DPSIR	Copertura	Stato e Trend
Sorgenti di rumore controllate e percentuale per cui si è riscontrato almeno un superamento dei limiti	L'indicatore evidenzia quali sorgenti di rumore risultano maggiormente controllate da parte delle ARPA/APPA e in che misura le sorgenti controllate presentino situazioni di non conformità. Lo scopo è valutare in termini qualitativi e quantitativi l'inquinamento acustico determinato dalle diverse tipologie di sorgenti.	D/S	2018	Le sorgenti maggiormente controllate risultano, anche per il 2018, le attività di servizio e/o commerciali (60,4% sul totale delle sorgenti controllate), seguite dalle attività produttive (26,1%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano il 9,4% delle sorgenti controllate, le strade sono quelle più controllate (6,5%).
Comunicazione ambientale	Descrive la comunicazione e l'informazione ambientale delle Agenzie attraverso Web, social media e prodotti editoriali di informazione ambientale.	R	2019	Tutte le agenzie presentano sul sito Web pubblicazioni, documenti e prodotti divulgativi. Il Web risulta essere il principale canale dell'informazione ambientale. Nel 2019, riguardo alle attività di diffusione <i>on-line</i> dei prodotti di <i>reporting</i> e comunicazione ambientali svolta dal Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale (SNPA) si rilevano oltre 12 milioni di visitatori dei siti Web, 833 comunicati stampa, 5.319 notizie e 222 <i>report</i> ambientali.

INDICATORI



CONTROLLI AMBIENTALI DI SISTEMA AIA/SEVESO

Roberto Borghesi, Fabrizio Vazzana
ISPRA

Messaggi chiave

Il “Rapporto controlli ambientali del SNPA - AIA/SEVESO” relativo agli anni 2017 e 2018 è il risultato dell'attività di raccolta, valutazione dei dati delle attività di controllo elaborati alla Rete dei Referenti RR TEM 02/06 nell'ambito dei Tavoli Istruttori del Consiglio (TIC II) che coinvolge l'intero Sistema delle agenzie e ISPRA per le installazioni industriali soggetti all'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) e alla normativa SEVESO.

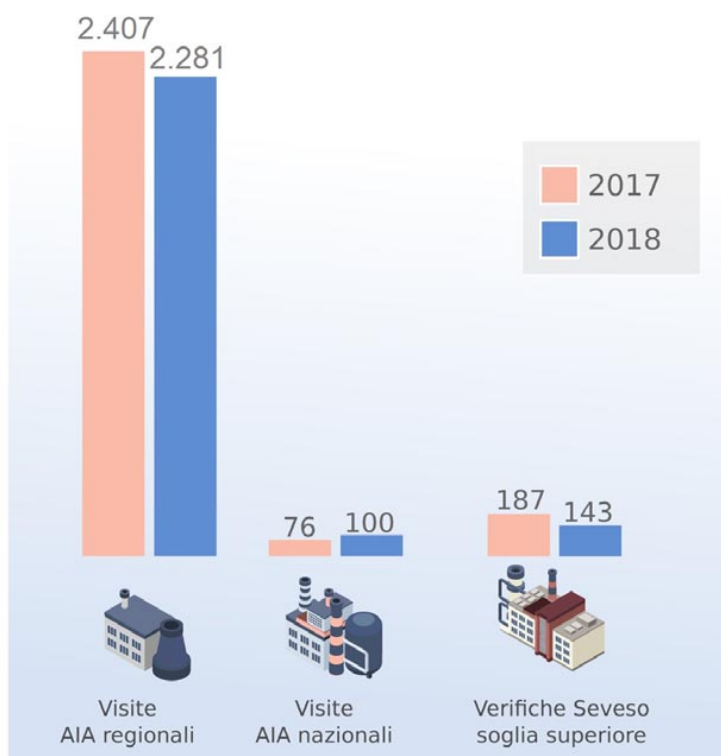
Messaggi in pillole

Nel biennio 2017-2018 le attività di controllo per le AIA si attestano a un numero simile sia per le installazioni di competenza statale sia per quelle regionali nel suo complesso, nel rispetto della programmazione annuale. Nello specifico, nel 2017 l'attività di controllo del Sistema

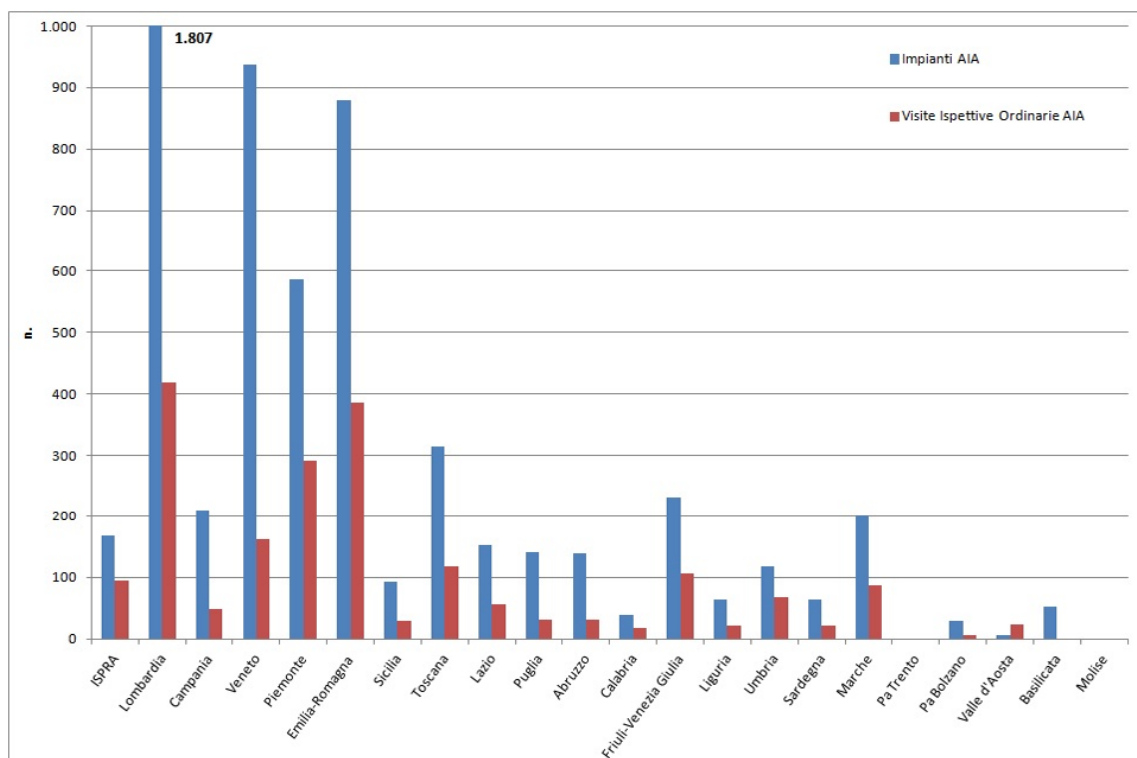
presso gli impianti AIA è consistita in 2.407 visite ispettive in loco (1.893 ordinarie e 502 straordinarie) AIA regionali e 76 AIA statali (70 ordinarie e 6 straordinarie), mentre nel 2018 sono state effettuate 2.281 visite ispettive (1.912 ordinarie e 363 straordinarie) AIA regionali e 100 visite ispettive di installazioni AIA di competenza statale (95 ordinarie e 5 straordinarie).

Per quanto attiene alle verifiche ispettive Seveso, per effetto delle nuove modalità operative previste dal D.Lgs. 105/2015, le verifiche presso gli stabilimenti Seveso di soglia superiore gestite a livello statale confermano il *trend* positivo iniziato con la programmazione 2016, segnalando l'attivazione di 187 ispezioni ordinarie nel 2017 (25 delle quali con la partecipazione di ispettori ISPRA) e mostrano un piccolo decremento nel 2018 con 143 ispezioni (con la presenza di ISPRA in 17 attività di controllo).

Controlli SNPA presso stabilimenti AIA e Seveso. Anni 2017-2018



Numero di impianti AIA statali e regionali e relative visite ispettive svolte da ISPRA e ARPA/APPA – Attività 2018



Nota: non sono disponibili i dati relativi ai controlli AIA di Trento e Molise; Dati Basilicata: manca piano regionale ispezioni AIA 2018

Fonte: ISPRA, ARPA-APPA

Premesso che la Direttiva 75/2010/CE IED *Industrial Emission Directive* prevede che i controlli presso le installazioni siano effettuate almeno ogni 3 anni, il numero delle visite ispettive ordinarie AIA regionali evidenzia come la metà delle regioni ha garantito il controllo su più del 33% degli impianti autorizzati presenti nei diversi territori, con rilievo per la Valle d'Aosta, l'Umbria e il Piemonte che superano il 50%. Tra il 40% e il 50% ricadono il Friuli-Venezia Giulia, l'Emilia-Romagna, la Calabria e le Marche; tra il 33% e il 40% troviamo la Toscana, il Lazio, la Liguria e la Sardegna. In Lombardia, i controlli hanno riguardato il 23% dei 1.807 impianti con AIA regionali, tale valore è riconducibile all'elevata presenza di impianti appartenenti alla categoria 6 - All. VIII, Parte II del D.Lgs. 152/06 (quali ad esempio produzione di carta, concia

delle pelli, macelli, allevamenti ecc.), pari a 923, i cui controlli avvengono con minor frequenza a seguito degli esiti delle analisi di rischio più basse. Riguardo ai controlli AIA statali, ISPRA, con il supporto delle Agenzie regionali territoriali (in riferimento ex art. 29-decies c.11 D.Lgs. 152/06), con 95 visite ordinarie ha assicurato il controllo su circa il 57% degli impianti autorizzati complessivamente pari a 168. Per gli stabilimenti Seveso di soglia superiore, le commissioni ispettive con ISPRA/ARPA/APPA (ex All.H p.to 3 del D.Lgs. 105/15), sulla base dei dati dell'Inventario nazionale aggiornato al 2018, hanno garantito il controllo del 32% nel 2017 e del 26% nel 2018 dei 515 stabilimenti in soglia superiore. Tutto il sistema SNPA ha comunque garantito la coerenza del numero di controlli svolti con quanto programmato a inizio anno.

EMISSIONI DI GAS SERRA

Autori: Riccardo De Lauretis, Renato Marra Campanale
ISPRA

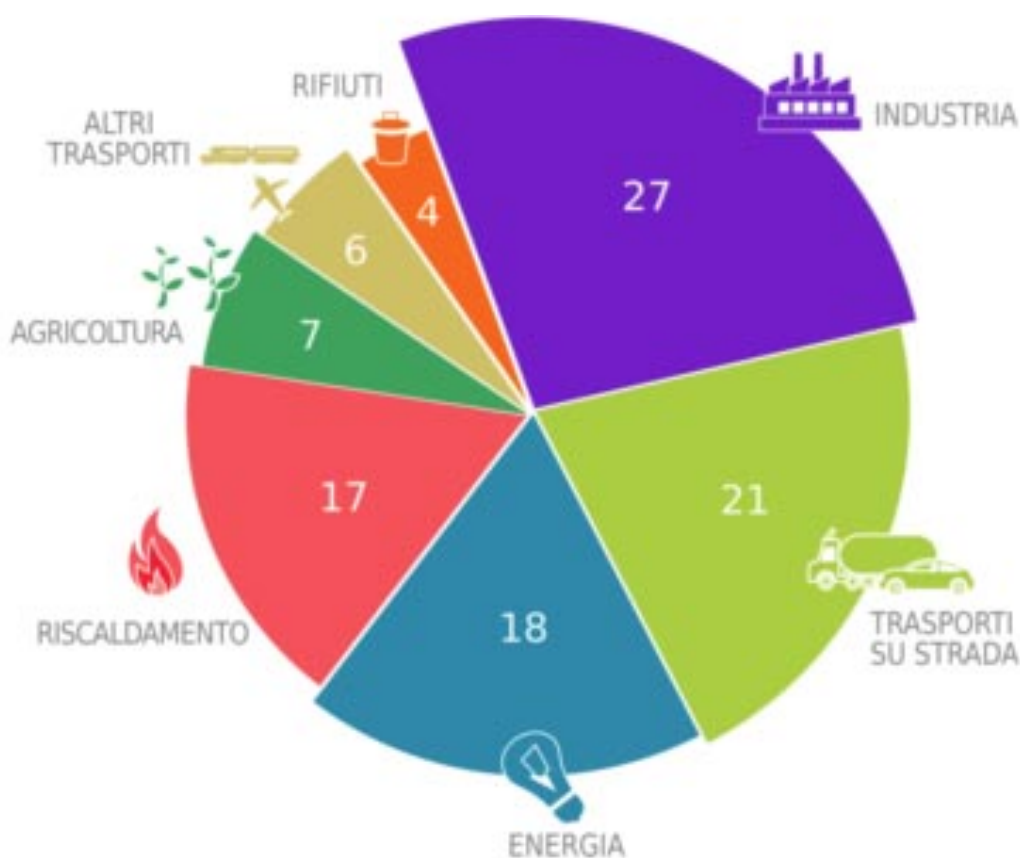
Messaggi chiave:

Le emissioni antropogeniche di sostanze climalteranti, i gas serra, sono considerate tra le principali cause della velocità e ampiezza dei cambiamenti climatici in corso. In Italia le emissioni dei gas a effetto serra sono diminuite rispetto al 1990 e il paese rispetterà gli obiettivi di mitigazione previsti al 2020. Per il raggiungimento degli obiettivi a medio e lungo termine dovranno essere messe in campo ulteriori rilevanti misure di riduzione delle emissioni.

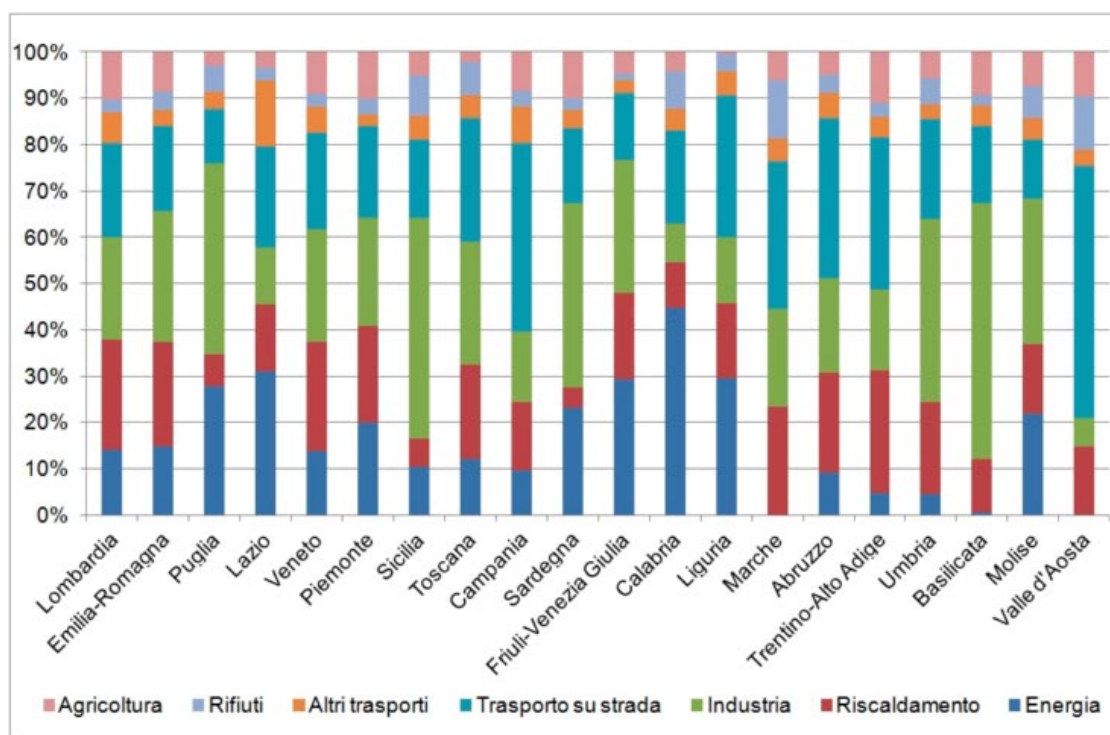
Messaggi in pillole

Le emissioni totali di gas a effetto serra si riducono nel periodo 1990-2017 del 17,4%, passando da 517,7 a 427,7 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente. Nell'ultimo anno, tra il 2016 e il 2017, si registra una riduzione pari a un punto percentuale. L'andamento complessivo dei gas serra è determinato principalmente dal settore energetico e quindi dalle emissioni di CO₂ che rappresentano poco più dei quattro quinti delle emissioni totali lungo l'intero periodo 1990-2017.

Gas serra: distribuzione delle emissioni per settore. Anno 2017



GHG, 2017: distribuzione delle emissioni regionali di gas serra per settore emissivo SNAP (Selected nomenclature for air pollution)



Fonte: ISPRA

In Lombardia si emettono circa il 18% delle emissioni di gas serra italiane. Fra le regioni che sono maggiormente responsabili della produzione di gas serra, l'Emilia-Romagna, la Puglia, il Lazio, il Veneto e il Piemonte seguono con una quota compresa fra l'8 e il 9%. Ciascuna regione è caratterizzata da categorie emissive specifiche che ne riflettono la struttura economica e la distribuzione della popolazione. Pertanto in alcune regioni come la Puglia e il Lazio, la presenza di grandi centrali di produzione di energia elettrica comporta che tale settore rappresenti circa il 30% delle emissioni regionali. In altre regioni, caratterizzate dalla presenza di

raffinerie e impianti industriali nel settore petrolchimico e siderurgico, come la Sicilia e la Sardegna, l'industria è il settore prevalente. L'agricoltura contribuisce con circa il 10% alle emissioni regionali in Lombardia, Piemonte, Sardegna, Trentino-Alto Adige, Valle d'Aosta, Emilia-Romagna e Veneto. Le emissioni dei trasporti stradali e quelle per il riscaldamento degli edifici, che sono più correlate, da un lato alla densità abitativa e dall'altro alle condizioni climatiche, sono circa il 40% delle emissioni totali con picchi pari a più del 55% per la Campania, le Marche, il Trentino-Alto Adige, l'Abruzzo e la Valle d'Aosta.

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: PARTICOLATO (PM10)

Giorgio Cattani, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Guido Fioravanti, Alessandra Gaeta, Alessandra Galosi, Giuseppe Gandolfo, Francesca Lena, Gianluca Leone
ISPRA

Messaggi chiave:

L'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi. L'andamento delle concentrazioni del particolato PM10 nel medio periodo (2008-2017) è generalmente decrescente; tuttavia i limiti previsti dalla normativa non sono rispettati in gran parte del territorio nazionale e l'obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS appare lontano.

Messaggi in pillole

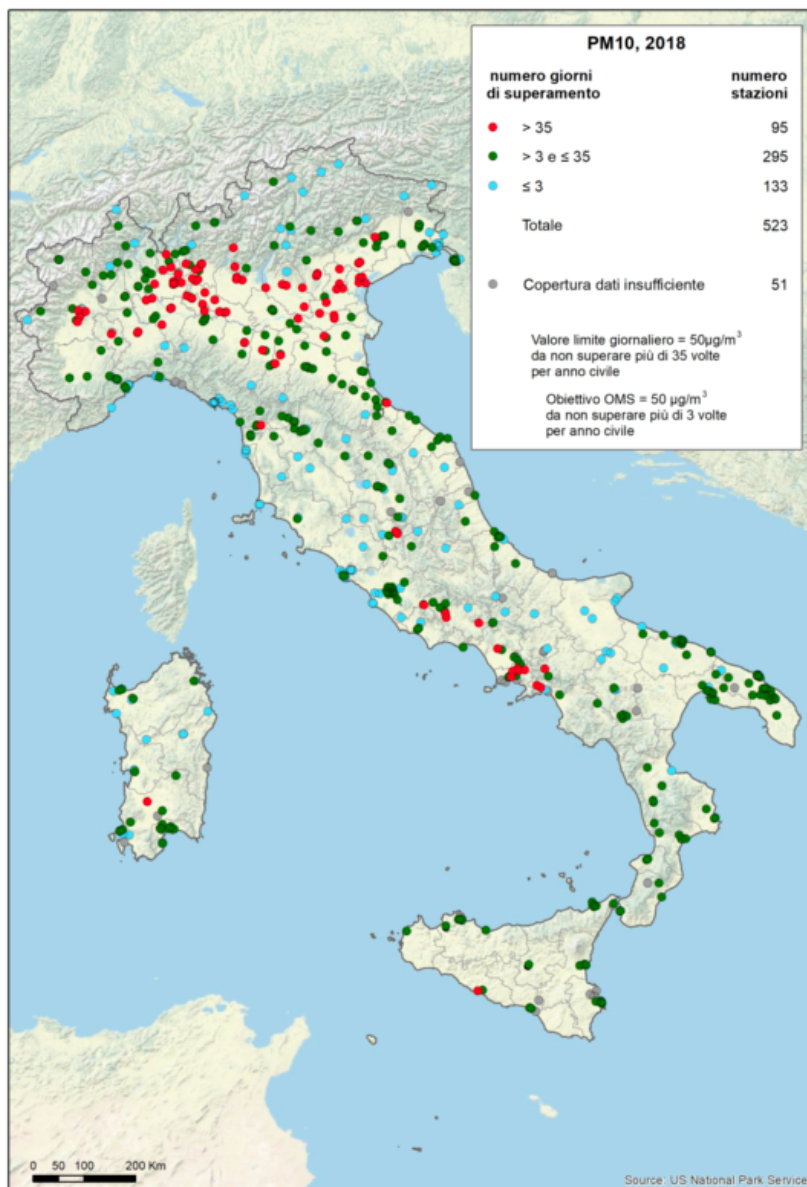
L'andamento decrescente dei livelli atmosferici di PM10 prosegue, coerentemente con quanto osservato in Europa nell'ultimo decennio, come risultato della riduzione

congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca). Tuttavia, avendo come orizzonte temporale il 2020, in riferimento all'esposizione a breve termine della popolazione, oltre al lontanissimo obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS (nel 75% dei casi si registrano oltre tre superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media giornaliera), anche rispettare l'obiettivo previsto dalla normativa (non più di 35 superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un anno) su tutto il territorio nazionale sembra piuttosto difficile: nel 2018 non è stato rispettato nel 18% dei casi.

PM10: percentuale delle stazioni di monitoraggio che nel 2018 hanno superato il limite di Legge



PM10, 2018: Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (D.Lgs. 155/2010)



Fonte: ISPRA

I superamenti del valore limite giornaliero sono stati numerosi e diffusi solo nelle regioni del bacino padano (Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna) e in Campania. I superamenti interessano anche, con frequenza e diffusione spaziale minore, il Friuli-Venezia Giulia (zona di Pianura, Pordenone e provincia), la To-

scana (provincia di Lucca e di Pistoia), il Lazio (zona della Valle del Sacco) e l'Umbria (zona della Conca Ternana); in questi casi i superamenti sono per lo più limitati a specifiche aree dove esistono localmente fonti emissive significative e/o condizioni meteorologiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti.

AREE DI TUTELA AMBIENTALE

(AREE TERRESTRI E MARINE PROTETTE E RETE NATURA 2000)

Giovanni Finocchiaro, Luca Segazzi, Stefania Ercole
ISPRA

Messaggi chiave:

L'Italia aderisce a numerose convenzioni e accordi internazionali per la tutela della biodiversità ed è impegnata nell'attuazione di direttive comunitarie, come le Direttive *Habitat* e Uccelli e la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina. Il sistema delle aree di tutela ambientale nel nostro Paese è formato dall'integrazione e sovrapposizione delle Aree protette nazionali e regionali e della Rete Natura 2000, rete ecologica diffusa sul territorio dell'Unione Europea, istituita per garantire il mantenimento a lungo termine degli *habitat* e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

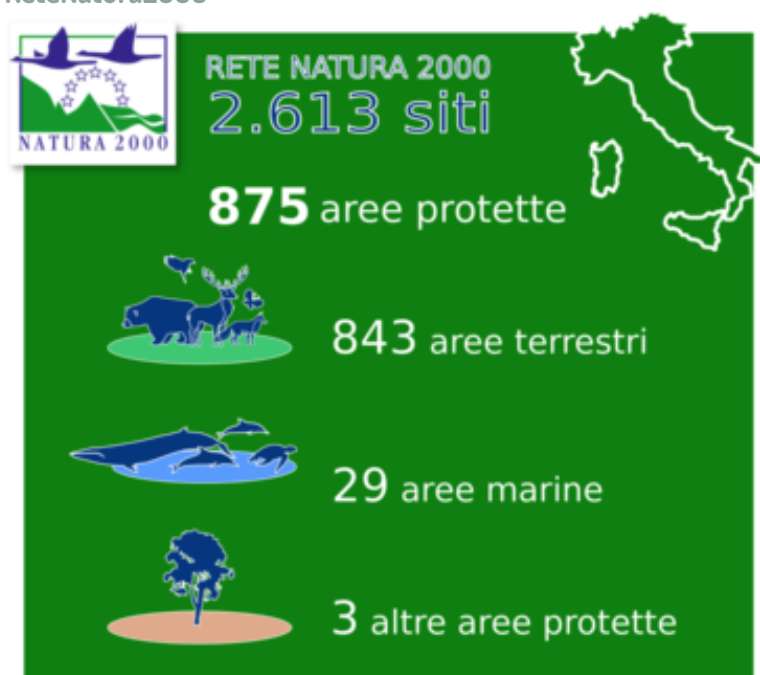
Messaggi in pillole

In Italia ad oggi, rispetto all'ultimo Elenco Ufficiale delle Aree protette (EUAP, 2010), si è verificato un incremento

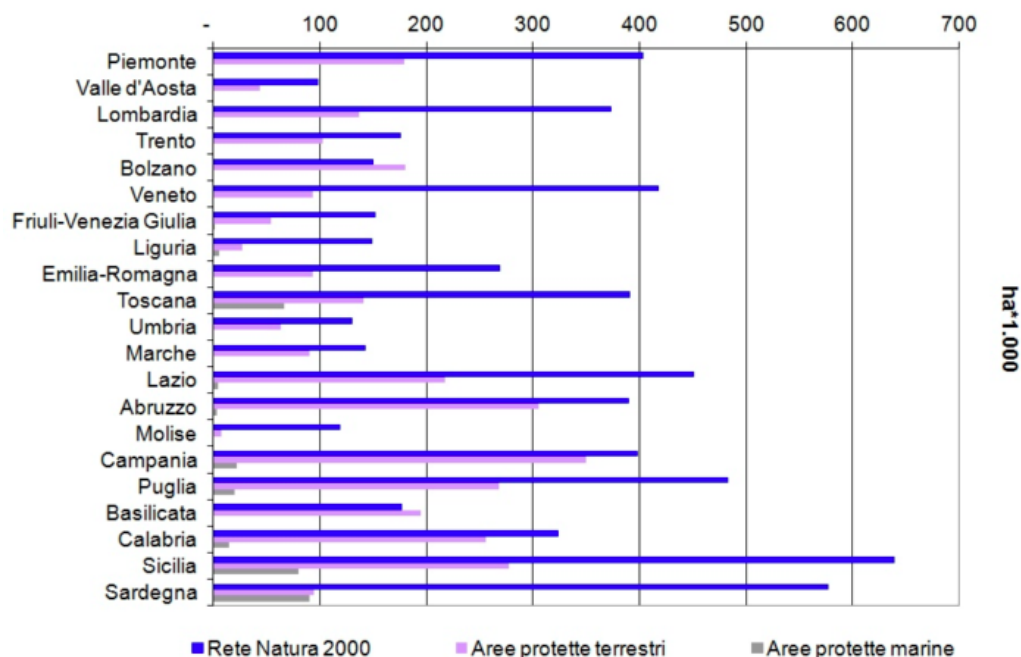
del numero di aree protette e superfici tutelate. In ambito terrestre sono state istituite 843 aree protette (alcune delle quali comprendono anche una parte a mare) per una superficie di oltre 3 milioni di ettari, pari a circa il 10,5% della superficie nazionale. L'ambito marino è invece tutelato da 29 aree protette, di cui 29 sono Aree Marine Protette, con una superficie marina tutelata che supera i 307.000 ettari. A queste si aggiungono il Santuario internazionale dei mammiferi marini e i due Parchi Archeologici sommersi di Baia e Gaiola.

La Rete Natura 2000, costituita da Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone Speciali di Conservazione (ZSC), al netto delle sovrapposizioni è costituita da 2.613 siti, per una superficie totale netta a terra di 5.826.777 ettari, pari al 19,3% del territorio nazionale e da una superficie a mare di 587.771 ettari. Sono presenti 613 ZPS (335 delle quali coincidenti con SIC/ZSC) e 2.335 SIC/ZSC (di cui il 95% è designato come ZSC).

Biodiversità: Aree protette e Rete Natura 2000



Distribuzione regionale delle superfici tutelate (escluso il Santuario per i mammiferi marini)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MATT, V EUAP (2003); MATTM, VI EUAP (2010), MATTM (2012; 2017; 2019)

La situazione delle Aree protette e della Rete Natura 2000 vede un aumento delle aree tutelate negli ultimi anni, soprattutto in ambiente marino.

La superficie terrestre protetta dalle aree EUAP è costituita in gran parte da Parchi Nazionali (46,4%) e Parchi Naturali Regionali (40,8%). In ambito di Aree protette terrestri, le regioni che concorrono maggiormente al totale nazionale sono la Campania (350.204 ettari; 11% del totale nazionale) e l'Abruzzo (305.051 ettari; 9,6%). Le regioni che hanno tutelato la maggior percentuale del proprio territorio sono l'Abruzzo (28,32%), la Campania (25,86%) e la P.A. di Bolzano (24,4%).

In ambito marino la Sicilia e la Sardegna sono le regioni in cui ricade la maggior parte della superficie marina protetta sia in termini di numero (7 in Sicilia e 7 in Sardegna), sia di superficie (79.895 ha in Sicilia e 89.983 ha in Sardegna, compresa l'area marina del PN Arcipelago della Maddalena). In Campania, le 6 APM coprono una superficie totale pari a 22.441 ha. Nel Lazio, le 5 APM insistono su una superficie complessiva di 4.204 ha, molto più esigua rispetto alle situazioni sopra descritte, poiché 3 di

queste aree hanno un'estensione ridotta (minore di 10 ha). Al contrario, in Toscana la sola presenza del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano tutela un'estensione di quasi 57.000 ettari. Si ricorda che una parte dei siti Natura 2000 ricadono all'interno di aree protette o, talvolta, si sovrappongono parzialmente a esse.

Prosegue il consolidamento della la Rete Natura 2000 e si avvia alla conclusione il processo di trasformazione dei SIC in ZSC (giunto, nel luglio 2019, al 95% dei siti designati). Esso rappresenta un passaggio fondamentale per la piena attuazione della Rete, che garantisce l'entrata a regime di misure di conservazione sito specifiche e offre una maggiore sicurezza per la gestione della rete e per il suo ruolo strategico per il raggiungimento dell'obiettivo di arrestare la perdita di biodiversità in Europa. Il solo dato di superficie protetta non permette di valutare l'effettiva efficacia nella tutela della biodiversità di tutte queste aree; in tal senso per rendere veramente efficace il sistema delle aree protette nazionali e regionali e della Rete Natura 2000 a terra e a mare, sono fondamentali la *governance* e gli strumenti di gestione.

AZIENDE AGRICOLE CHE ADERISCONO A MISURE ECOCOMPATIBILI E CHE PRATICANO AGRICOLTURA BIOLOGICA

Alessandra Galosi, Roberto Daffinà, Valerio Silli
ISPRA

Messaggi chiave:

L'analisi della conduzione biologica aziendale consente di conoscere l'adozione delle pratiche agronomiche più idonee a garantire un buon livello di qualità ambientale e di biodiversità, la salubrità degli alimenti e il benessere degli animali da allevamento.

Messaggi in pillole

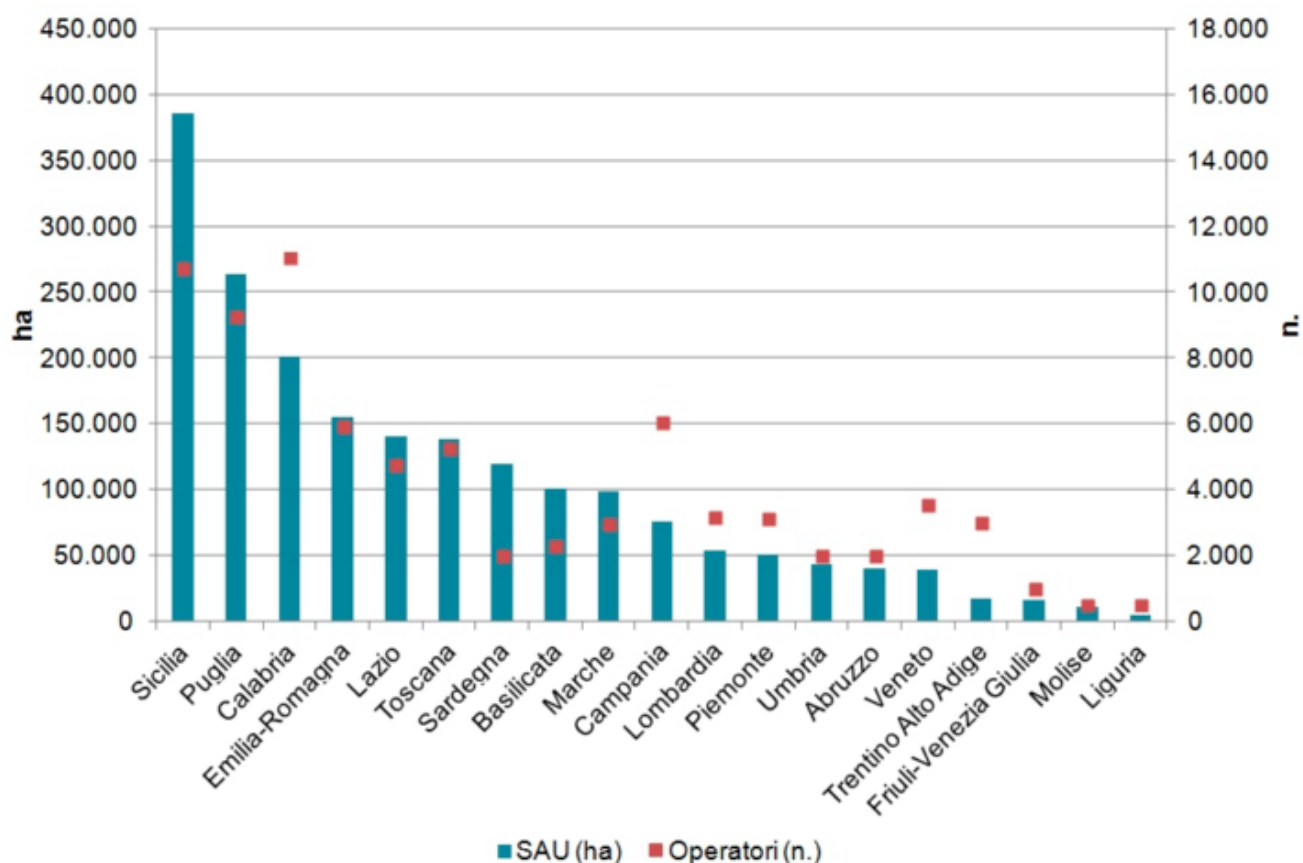
Nel 2018 la superficie coltivata secondo il metodo biologico o in conversione, in Italia, è pari a circa 1,96 milioni di ettari, con un incremento del 2,6% rispetto al 2017.

I principali orientamenti produttivi riguardano le colture foraggere, i pascoli ed i cereali. Gli operatori del settore sono oltre 79.046, con un aumento del 4,2% rispetto al 2017. L'incidenza percentuale del biologico, rispetto ai dati nazionali (Istat, SPA 2016), è pari al 15,5% della SAU nazionale e al 6,1% delle aziende agricole del Paese. I dati relativi alla dimensione media aziendale in Italia, nell'anno 2018, indicano che la dimensione media di un'azienda biologica in Italia è in media oltre 28 ettari, a fronte del dato nazionale di 11,0 ettari.

Agricoltura biologica: superficie coltivata e operatori addetti



Operatori controllati e superficie agricola utilizzata (SAU) con metodo biologico (2018)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SINAB

Le aziende biologiche sono distribuite prevalentemente nelle regioni meridionali come Sicilia, Calabria e Puglia. La superficie biologica di queste tre regioni rappresenta il 43% dell'intera superficie biologica nazionale, mentre gli operatori biologici sono il 39% rispetto al totale. Per quanto riguarda le tipologie di colture, i prati pa-

scolo (540.012 ha), le colture foraggere (392.218 ha) e i cereali (326.083 ha) rappresentano i principali orientamenti produttivi del biologico. Relativamente agli allevamenti animali, il pollame (3.482.435 capi) e gli ovini (680.369 capi) sono le tipologie zootecniche maggiormente presenti.

CONSUMO DI SUOLO

Giovanni Finocchiaro, Marco Di Leginio
ISPRA

Messaggi chiave:

Per consumo di suolo si intende il suolo consumato a seguito di una variazione della copertura: da una copertura non artificiale a una artificiale. Circa 23.000 km² del territorio nazionale risultano ormai irreversibilmente persi con loro i rispettivi servizi ecosistemici. Il fenomeno fino allo scorso anno, seppur in crescita, mostrava sensibili segnali di rallentamento nella velocità di trasformazione, a causa probabilmente dell'attuale congiuntura economica, nel 2018 si può affermare che questo rallentamento è, di fatto, terminato e sta continuando a crescere il livello di artificializzazione e di conseguenza l'impermeabilizzazione del territorio.

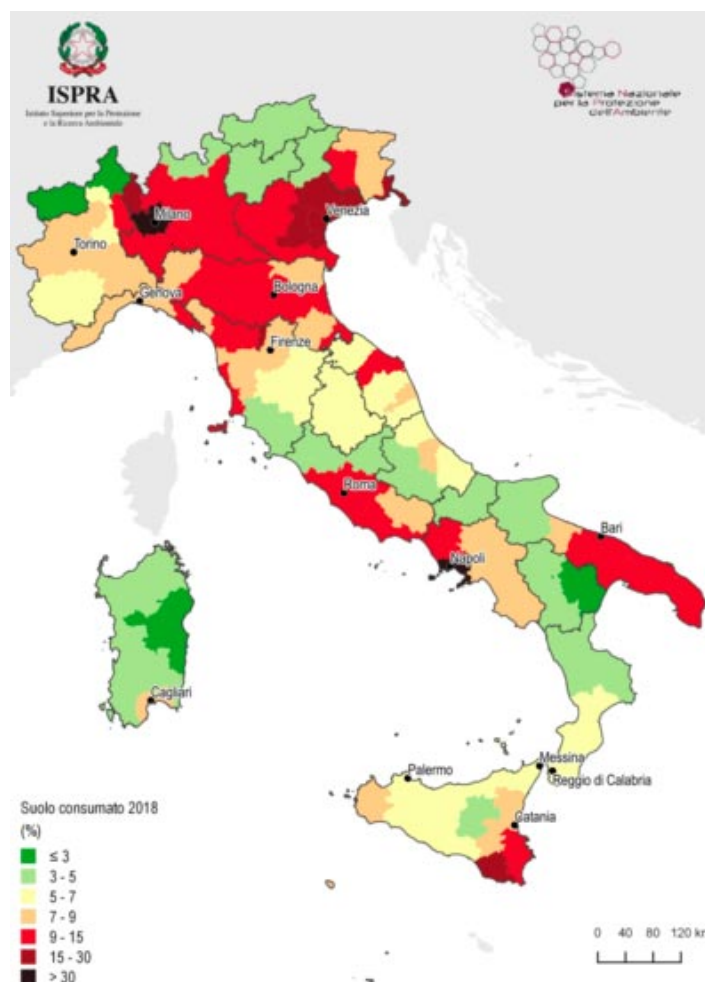
Messaggi in pillole

Il consumo di suolo in Italia continua a crescere. Nel 2018 le nuove coperture artificiali hanno riguardato, in linea con i dati del 2017, circa 5.100 ettari di territorio, ovvero, in media, circa 14 ettari al giorno con una velocità di trasformazione di circa 2 m² di suolo che, nell'ultimo anno, sono stati irreversibilmente persi ogni secondo. Anche se la velocità sembra essersi stabilizzata è ancora molto lontana dagli obiettivi europei che prevedono l'azzeramento del consumo di suolo netto (cioè il bilancio tra nuovo consumo e aree ripristinate a seguito della dismissione di cantieri e di altre aree che l'anno precedente appartenevano alla classe 12 - consumo di suolo reversibile) è circa pari a 4.800 ettari netti, equivalenti a 1,6 metri quadrati per ogni ettaro di territorio italiano.

Suolo consumato a livello nazionale. Anno 2018



Percentuale di consumo di suolo a livello provinciale (2018)



Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

In termini assoluti, in Italia sono oggi irreversibilmente persi circa 23.000 km² di suolo. Prendendo in esame le ripartizioni geografiche del territorio italiano, i valori percentuali più elevati si registrano al Nord: molte province che affacciano sulla Pianura Padana hanno ormai superato il 10% di superficie impermeabilizzata con un sensibile incremento, in termini di ettari consumati tra il 2017 e 2018, registrato soprattutto nella pianura veneta. In 15 regioni il suolo consumato supera il 5%, con i valori percentuali più elevati in Lombardia (che supera

per la prima volta quota 13%), Veneto (12,40%) e Campania (10,43%). Seguono Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Puglia, Liguria e Lazio, con valori compresi tra l'8 e il 10%. La Valle d'Aosta è l'unica regione rimasta, di poco, sotto la soglia del 3% (2,92%). I risultati evidenziano un consumo soprattutto reversibile, essendo quasi il 67% dei cambiamenti interessato da cantieri e altre aree in terra battuta che in buona parte saranno probabilmente convertiti in consumo di suolo permanente nei prossimi anni.

INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI D'ITALIA (IFFI)

Alessandro Trigila, Carla Iadanza, Luca Segazzi
ISPRA

Messaggi chiave:

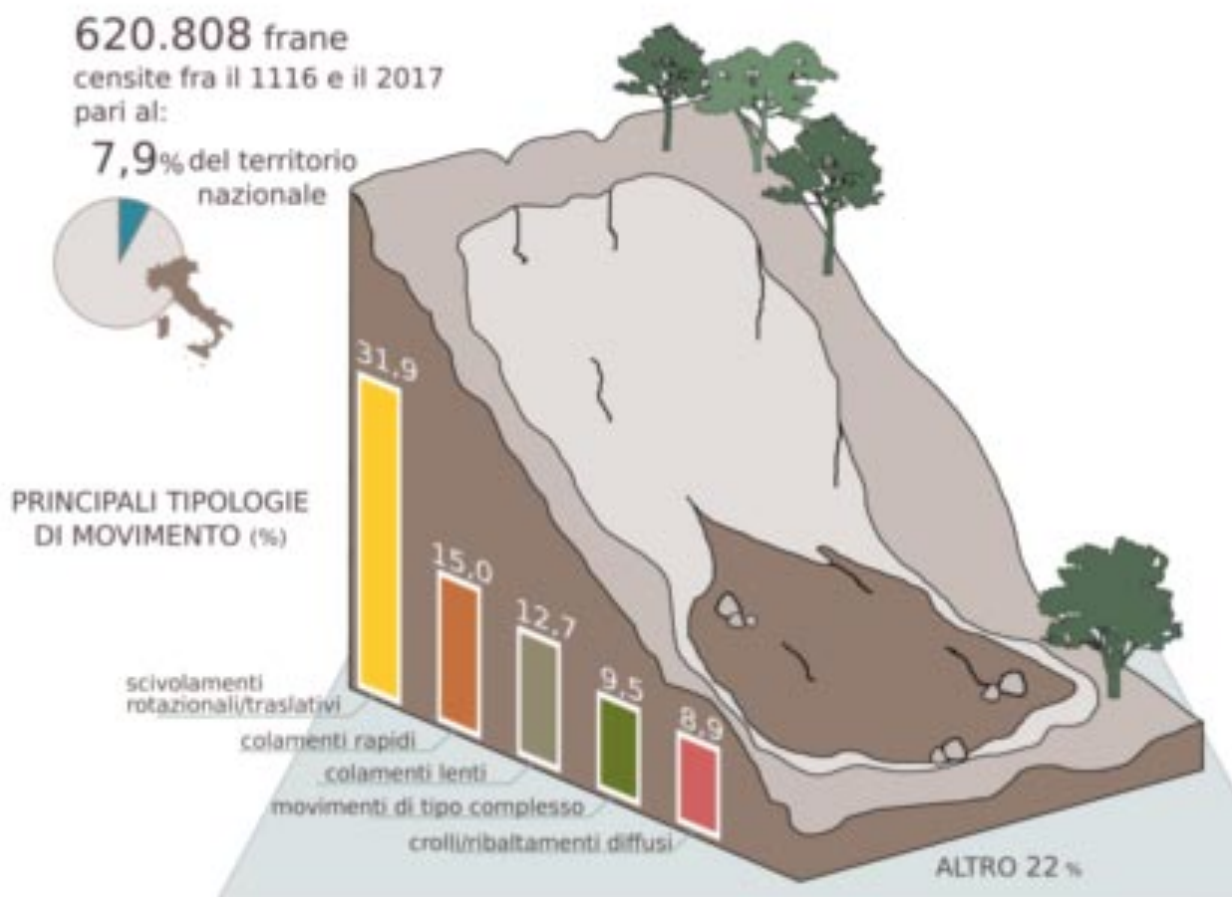
La maggior parte dei fenomeni franosi presenta delle riattivazioni nel tempo: periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare si alternano, soprattutto in occasione di eventi pluviometrici intensi, a periodi di ri-mobilizzazioni.

Messaggi in pillole

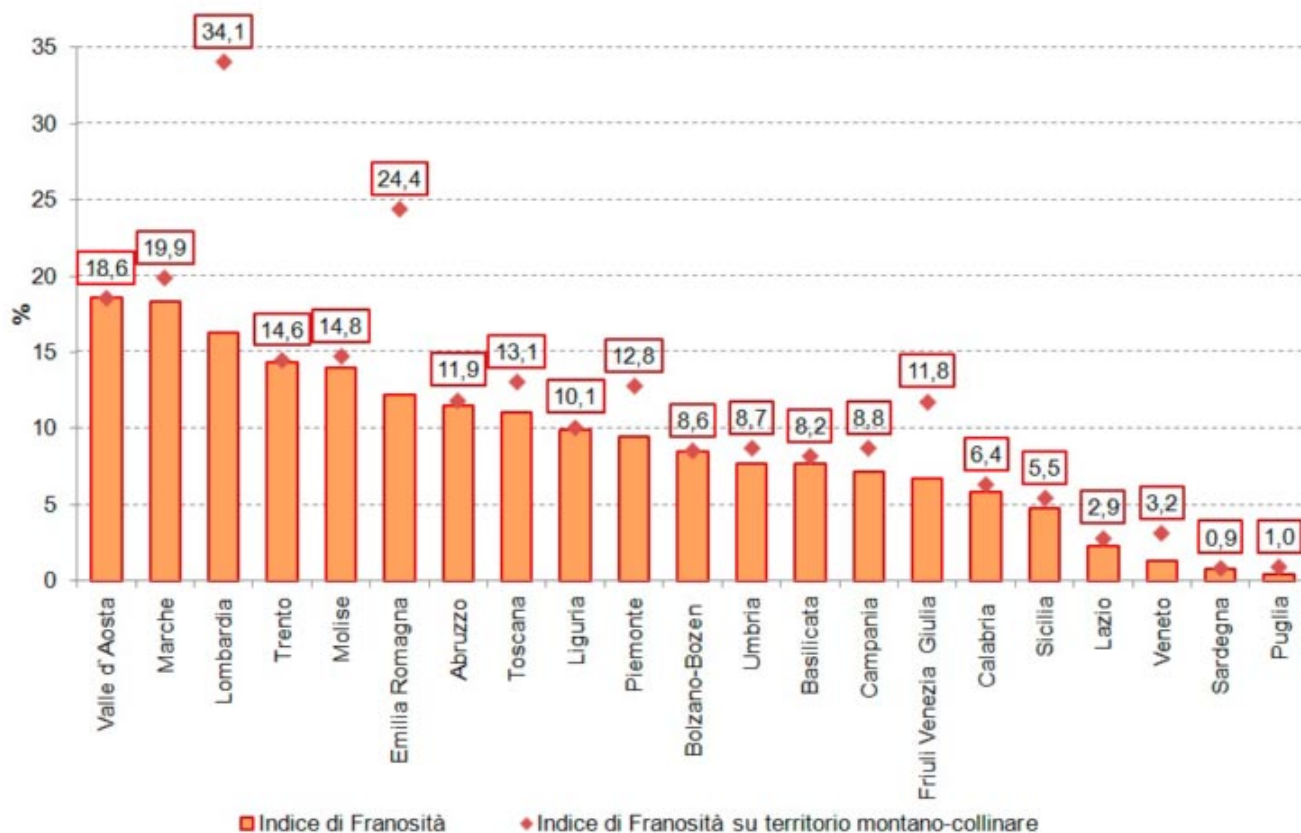
Le frane censite nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia sono 620.808 e interessano un'area di circa

23.700 km², pari al 7,9% del territorio nazionale. Il censimento delle frane nell'Inventario IFFI è stato avviato dall'ISPRA e dalle regioni e province autonome nel 1999; l'intervallo temporale che intercorre tra la data di attivazione della frana più antica e di quella più recente contenute nell'Inventario va dal 1116 al 2017. Le tipologie di movimento più frequenti, classificate in base al tipo di movimento prevalente, sono gli scivolamenti rotazionali/traslativi (31,91%), i colamenti rapidi (14,95%), i colamenti lenti (12,73%), i movimenti di tipo complesso (9,53%) e le aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (8,94%).

Fenomeni franosi in Italia. Anno 2017



Indici di franosità



Fonte: ISPRA

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle regioni e province autonome, fornisce un quadro sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano e sui più importanti parametri a essi associati.

Fino ad oggi il progetto ha censito 620.808 (periodo di riferimento 1116-2017) fenomeni franosi che fanno dell'Italia il paese europeo maggiormente interessato da tale fenomeno. Le frane sono estremamente diffuse a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio italiano. I fattori più importanti per l'innescio dei fenomeni di instabilità sono le precipitazioni

brevi e intense e quelle persistenti. Invece, i fattori antropici assumono un ruolo sempre più determinante tra le cause predisponenti, con azioni sia dirette, quali tagli stradali, scavi, sovraccarichi dovuti a edifici, sia indirette quali, ad esempio, la mancata manutenzione del territorio e delle opere di difesa del suolo.

A livello regionale, l'indice di franosità (rapporto tra area in frana e area totale regionale) varia tra lo 0,4% della Puglia e il 18,6% della Valle d'Aosta, mentre l'indice di franosità su territorio montano-collinare (rapporto tra area in frana e area montano collinare) tra lo 0,9% della Sardegna e il 34,1% della Lombardia.

INDICE DI QUALITÀ STATO CHIMICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Silvia Iaccarino, Marilena Insolubile
ISPRA

Messaggi chiave:

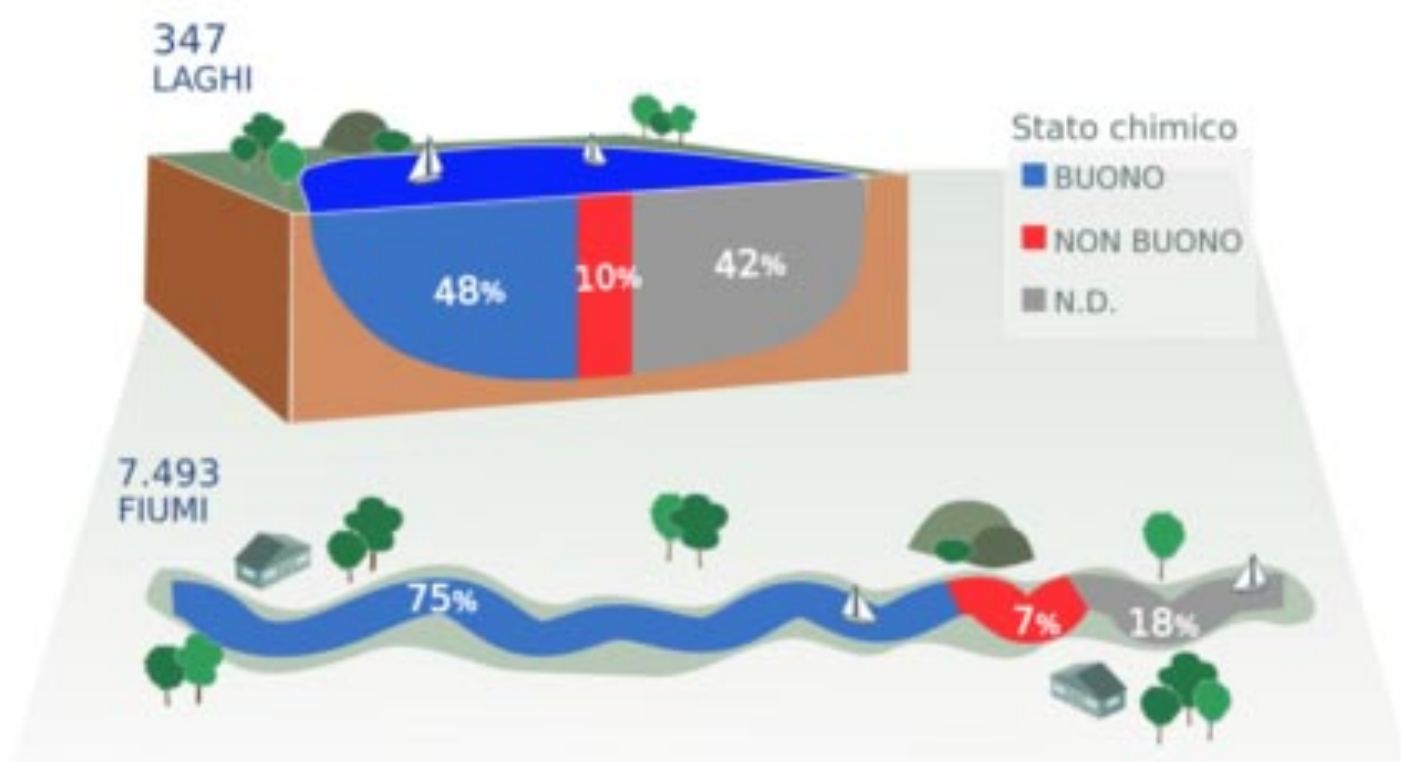
Per la definizione dello “stato chimico” è stata predisposta a livello comunitario una lista di sostanze inquinanti, indicate come “prioritarie” e “pericolose prioritarie” con i relativi *Standard di Qualità Ambientale (SQA)*. Gli SQA rappresentano i valori di concentrazione che per le sostanze inquinanti della lista non devono essere superati nei corpi idrici (acque, sedimenti, biota) ai fini della classificazione del “buono stato chimico”.

Messaggi in pillole

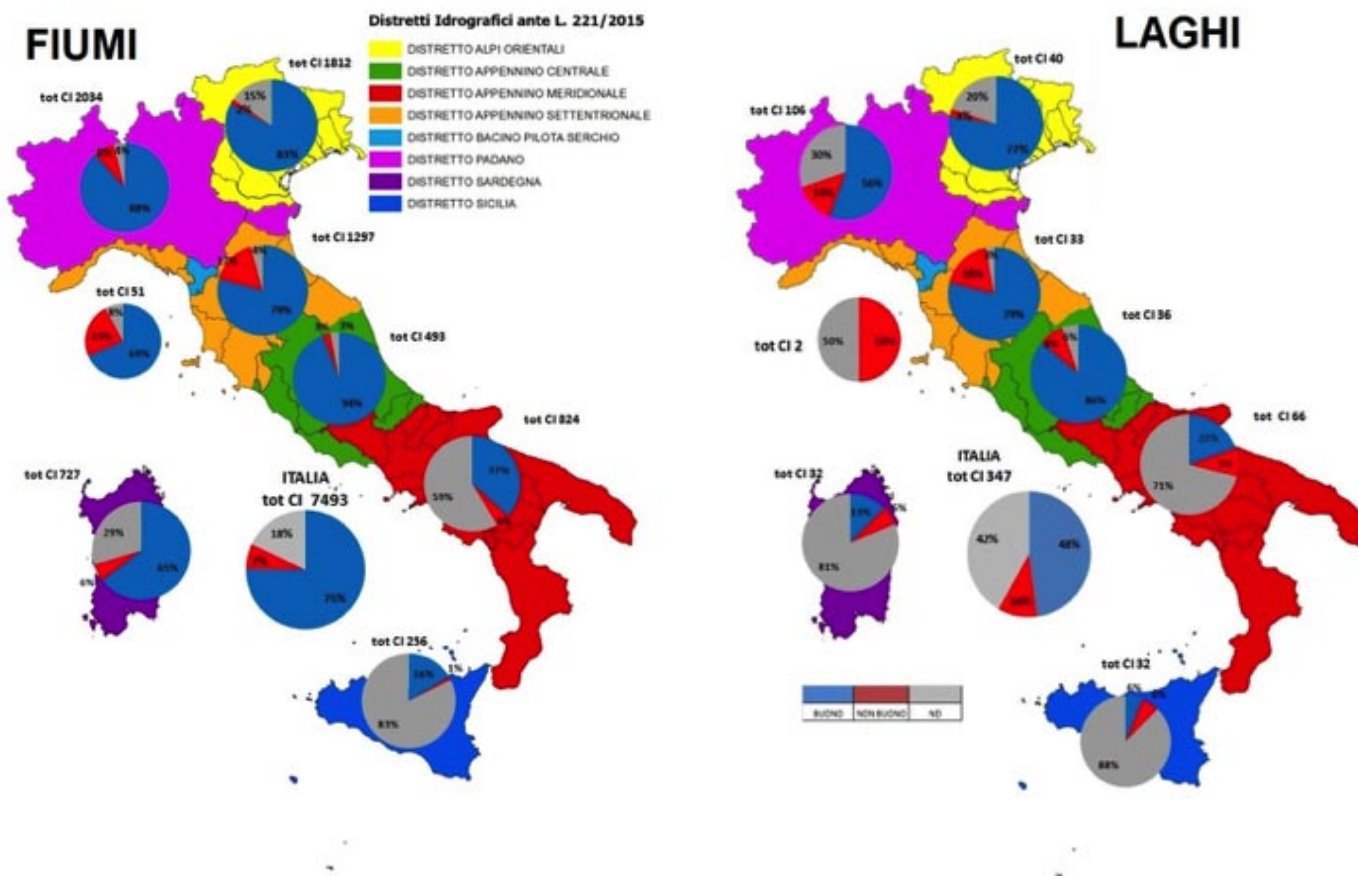
Sulla base dei dati trasmessi nel 2016 in Europa, attraverso il *Water Information System for Europe - WISE*, negli otto distretti idrografici nazionali, i corpi idrici superficiali interni identificati sono 7.841, di cui 7.494 fiumi e 347 laghi.

A livello nazionale, il 75% dei fiumi è in uno stato buono, il 7% non buono e il 18% non è stato classificato. Per i laghi, l'obiettivo di qualità è raggiunto nel 48% dei corpi idrici.

Indice di qualità stato chimico delle acque superficiali



Indice di qualità stato chimico dei fiumi e dei laghi (2010-2015)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati *Water Information System for Europe - WISE, Reporting WFD*, trasmessi da Autorità distrettuali e Regioni

La maggior parte dei distretti presenta una percentuale di corpi idrici fluviali in stato buono che varia dal 65% della Sardegna al 94% dell'Appennino Centrale. Nei distretti Appennino Meridionale e Sicilia, invece, è in uno stato buono rispettivamente solo il 37% e il 16% dei corpi idrici, con percentuali ragguardevoli di corpi idrici

non classificati in entrambi i distretti (59% e 83% rispettivamente).

È da evidenziare l'alta percentuale dei corpi idrici lacustri non classificati (42%, a livello nazionale): la classificazione è particolarmente scarsa nei distretti Appennino Meridionale, Sicilia e Sardegna.

INDICE DI QUALITÀ STATO ECOLOGICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Silvia Iaccarino, Marilena Insolubile
ISPRA

Messaggi chiave:

L'obiettivo di qualità ecologica stabilito dalla Direttiva 2000/60/CE è inteso come la capacità del corpo idrico di supportare comunità animali e vegetali ben strutturate e bilanciate, quali strumenti biologici fondamentali per sostenere i processi autodepurativi delle acque.

Messaggi in pillole

Sulla base dei dati trasmessi nel 2016 in Europa, attraverso il *Water Information System for Europe* - WISE, negli otto distretti idrografici nazionali, i corpi idrici superficiali interni identificati sono 7.841, di cui 7.494 fiumi e 347 laghi.

A livello nazionale, il 43% dei fiumi raggiunge l'obiettivo di qualità (38% buono e 5% elevato), il 41% è al di sotto mentre il 16% non è stato classificato. Per i laghi, solo il 20% raggiunge l'obiettivo di qualità (17% buono e 3% elevato) mentre il 39% è di qualità inferiore.

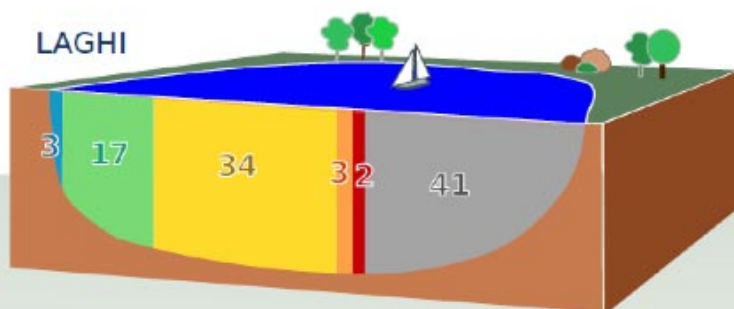
Indice di qualità stato ecologico delle acque superficiali

Acque superficiali: stato ecologico. Anno 2016

Stato ecologico

- ELEVATO
- BUONO
- SUFFICIENTE
- SCARSO
- CATTIVO
- N.D.

LAGHI

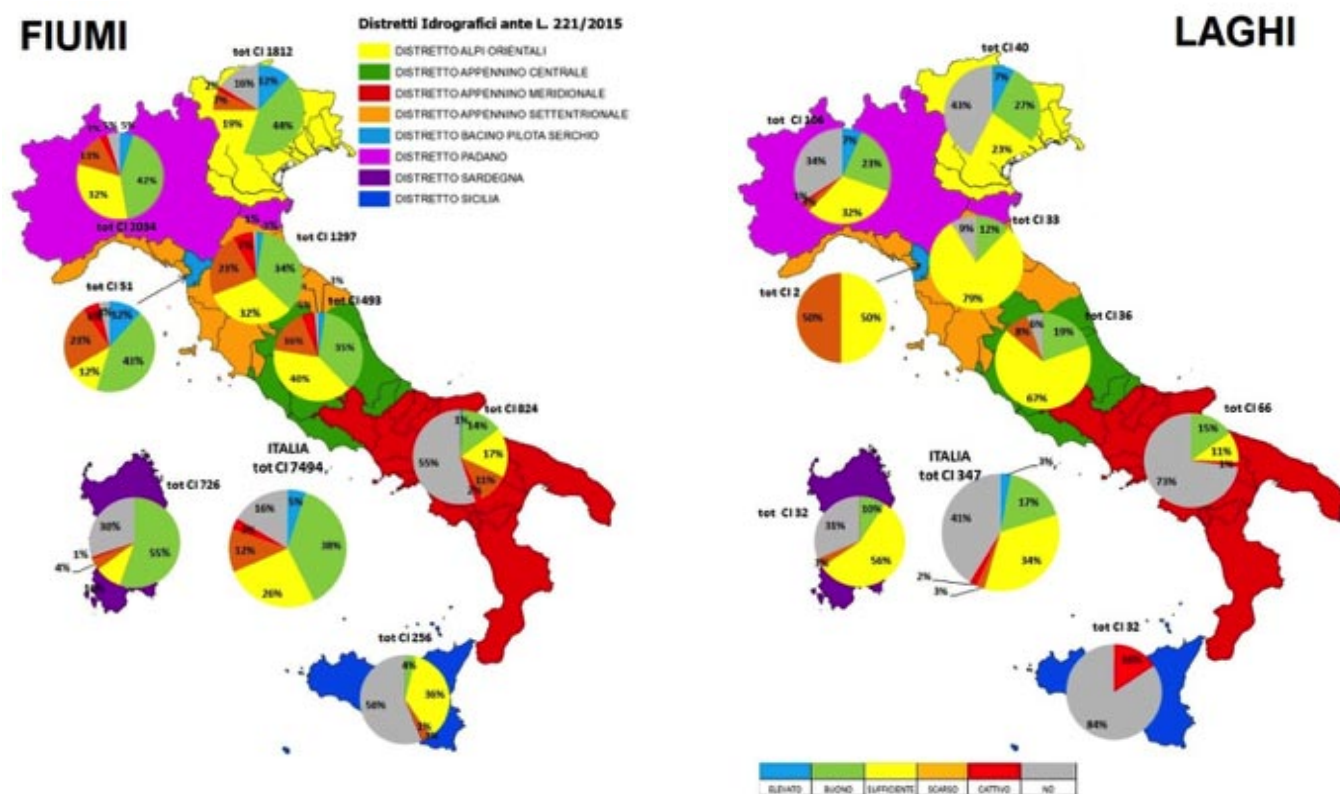


FIUMI



valori espressi in %

Indice di qualità stato ecologico dei fiumi e dei laghi (2010-2015)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati *Water Information System for Europe - WISE, Reporting WFD*. Dati trasmessi da Autorità Distrettuali e Regioni

Per i distretti Alpi Orientali, Serchio e Sardegna, l'obiettivo di qualità è raggiunto in oltre il 50% dei fiumi. Percentuali ragguardevoli di corpi idrici non classificati si rilevano nei distretti Sicilia, Appennino Meridionale e Sardegna (56%, 55%, 30% rispettivamente).

Per quanto riguarda i corpi idrici lacustri è preponderante, in quasi tutti i distretti, lo stato di qualità sufficiente. Da segnalare il 41% dei laghi non classificati: le percentuali più elevate sono nei distretti Sicilia e Appennino Meridionale (rispettivamente 84% e 73%).

INDICE DI QUALITÀ STATO CHIMICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Silvia Iaccarino, Marilena Insolubile

ISPRA

Messaggi chiave:

L'indice di stato chimico delle acque sotterranee (SCAS) è definito sulla base della presenza nei corpi idrici di sostanze chimiche contaminanti (D.Lgs. 30/09) derivanti dalle attività antropiche; insieme allo stato quantitativo (disponibilità della risorsa idrica) permette la definizione dello stato complessivo del corpo idrico.

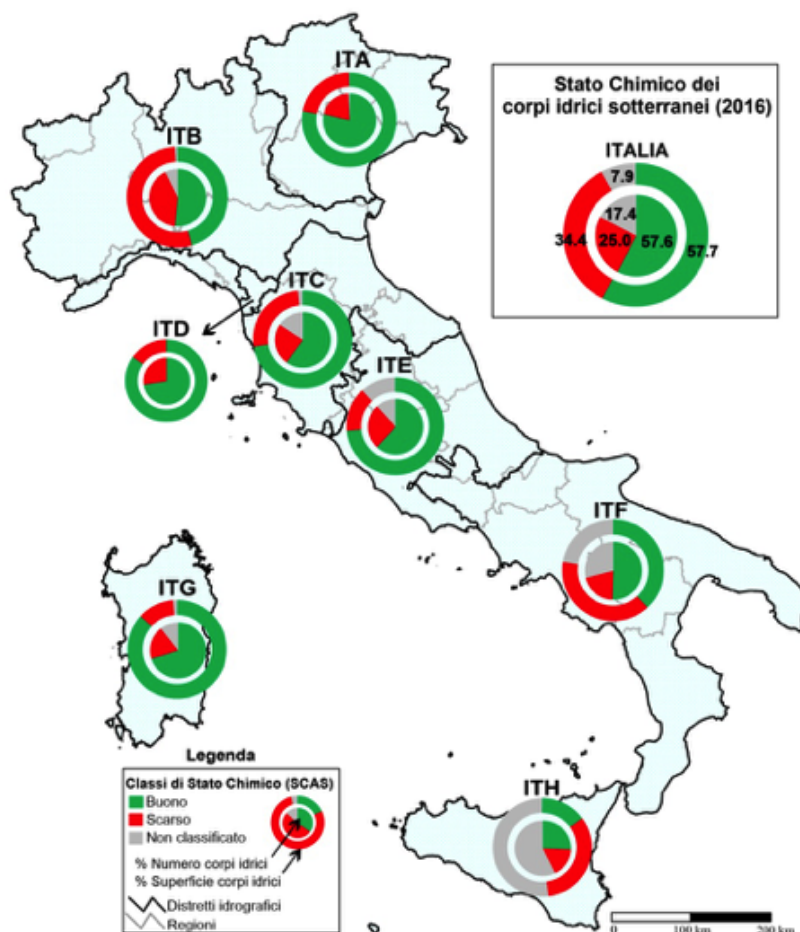
Messaggi in pillole

A livello nazionale sono stati classificati 869 corpi idrici rispetto ai 1.052 totali (copertura del 82,6%); in termini di superficie, i corpi idrici classificati equivalgono a 245.827 km² che corrisponde a una copertura del 92,1% rispetto al totale (267.017 km²). La dimensione media dei corpi idrici sotterranei è pari a 254 km². Lo stato chimico è buono nel 57,6% dei corpi idrici sotterranei e scarso nel 25,0%; il restante 17,4% non è ancora classificato.

Acque sotterranee: stato chimico. Anno 2016



Indice SCAS per distretto idrografico, numero e superficie dei corpi idrici sotterranei (2016)



Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPAE Emilia-Romagna su dati forniti dai distretti nell'ambito della Direttiva 2000/60/CE, *Reporting* 2016.

Nel distretto del Serchio (ITD) tutti gli 11 corpi idrici sono classificati e nel distretto Alpi orientali (ITA) un solo corpo idrico non è classificato su 118 totali. I distretti Alpi orientali e Serchio presentano il maggiore numero di corpi idrici nello stato buono, anche se in termini di su-

perficie è il distretto Sardegna (ITG) a raggiungere la massima percentuale (86,7%) di corpi idrici nello stato buono. Nel distretto Padano (ITB) si riscontra la maggiore incidenza dello stato chimico scarso, sia come numero di corpi idrici (26,3%), sia come superficie (49,2%).

STATO ECOLOGICO DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

Silvia Iaccarino, Marina Penna

ISPRA

Messaggi chiave:

La definizione dello stato ecologico si basa sulla valutazione dello stato di qualità della flora acquatica e dei macroinvertebrati bentonici supportati dalle caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua e dalle caratteristiche idromorfologiche del corpo idrico. Lo stato ecologico è descritto attraverso cinque classi di qualità: Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso e Cattivo. Permette di verificare l'efficacia dei programmi di misure per il contenimento delle pressioni messe in campo dalle Amministrazioni competenti e il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla normativa.

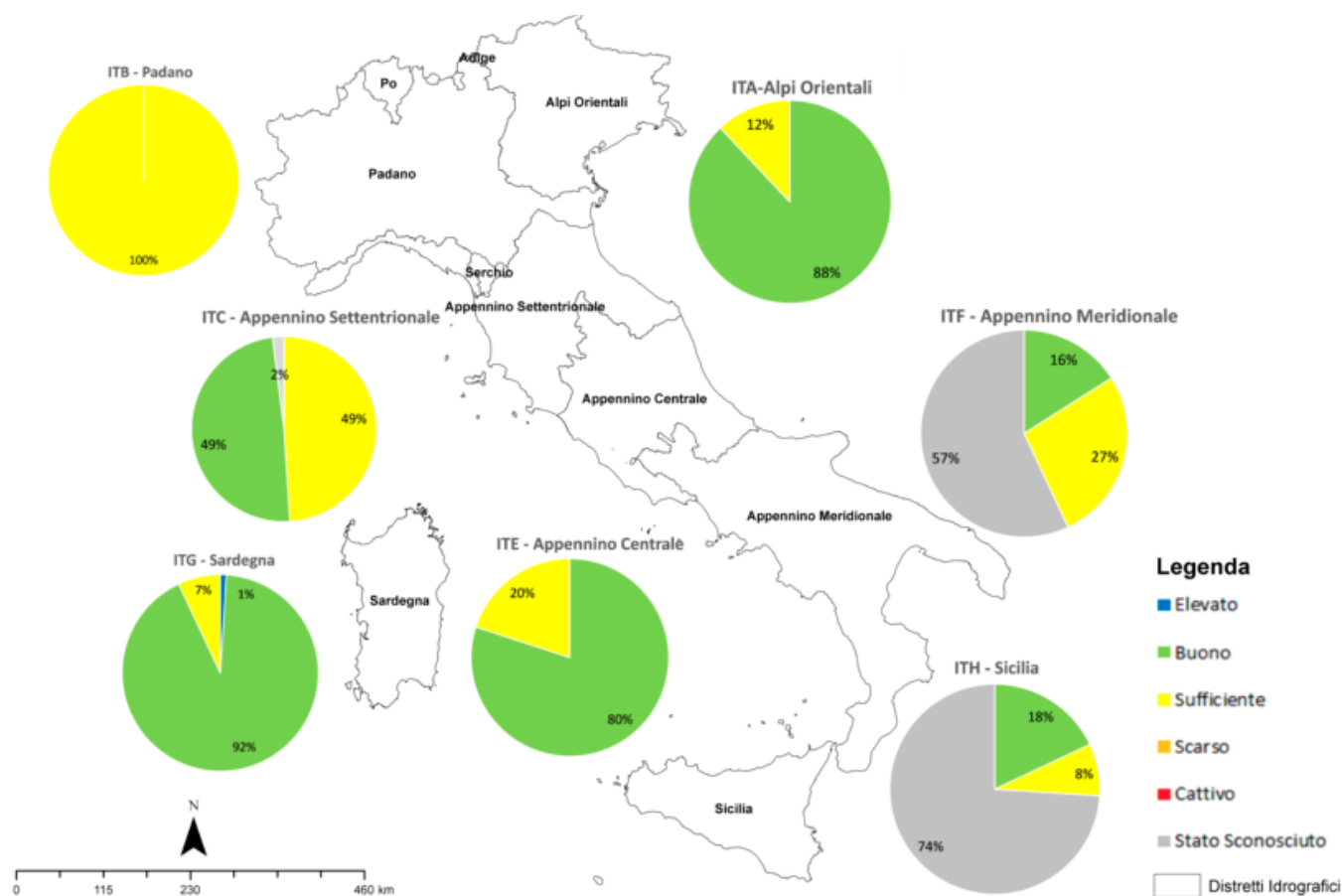
Messaggi in pillole

A livello nazionale più del 50% dei corpi idrici marino costieri (54,5%) è in buono stato ecologico e i distretti delle Alpi orientali, dell'Appennino Centrale e della Sardegna presentano un numero di corpi idrici in stato buono maggiore o uguale all'80%. Tuttavia paragonando i singoli distretti si osserva una certa disomogeneità che si esprime sia a livello di numero di corpi idrici identificati per distretto sia per classificazione ecologica.

Acque marino costiere: stato ecologico. Anno 2016



Stato ecologico dei corpi idrici marino costieri italiani per distretto idrografico (2010-2016)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del *Reporting II RMBP* fornito dalle Autorità di Bacino

Nel distretto Alpi Orientali (25 corpi idrici) l'88% dei corpi idrici marino costieri si trova in uno stato ecologico buono, a fronte del restante 12% il cui stato è sufficiente. Nel distretto Padano (2 corpi idrici) il 100% dei corpi idrici è in stato ecologico sufficiente. L'Appennino Centrale (25 corpi idrici) presenta una situazione confrontabile con quella del distretto Alpi Orientali, con l'80% dei corpi idrici in stato buono e il 20% in stato sufficiente. Nel distretto

dell'Appennino Settentrionale, il 49% dei corpi idrici su un totale di 51, si trova nello stato buono e nello stato sufficiente. Nei distretti Appennino Meridionale (176 corpi idrici) e Sicilia (65 corpi idrici), la percentuale di corpi idrici non classificati è elevata (il 57% e il 74%, rispettivamente). Infine, nel distretto della Sardegna (217 corpi idrici) lo stato ecologico è buono nel 92% dei corpi idrici, sufficiente nel 7% ed elevato nell'1%.

PRODUZIONE RIFIUTI URBANI

Cristina Frizza, Andrea M. Lanz
ISPRA

Messaggi chiave:

Ai sensi della normativa vigente sono definiti rifiuti urbani (articolo 184 del D.lgs. n. 152/2006):

- a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti a uso di civile abitazione;
- b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti a usi diversi da quelli di cui alla lettera precedente, assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità;
- c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
- d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade e aree pubbliche o sulle strade e aree private comunque soggette a uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;
- e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;
- f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni,

nonchè gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle precedenti lettere b), c) ed e). Lo Stato, le Regioni le Province e i Comuni, ciascuno secondo le proprie competenze, contribuiscono alla pianificazione, organizzazione e attuazione del ciclo di gestione dei rifiuti urbani.

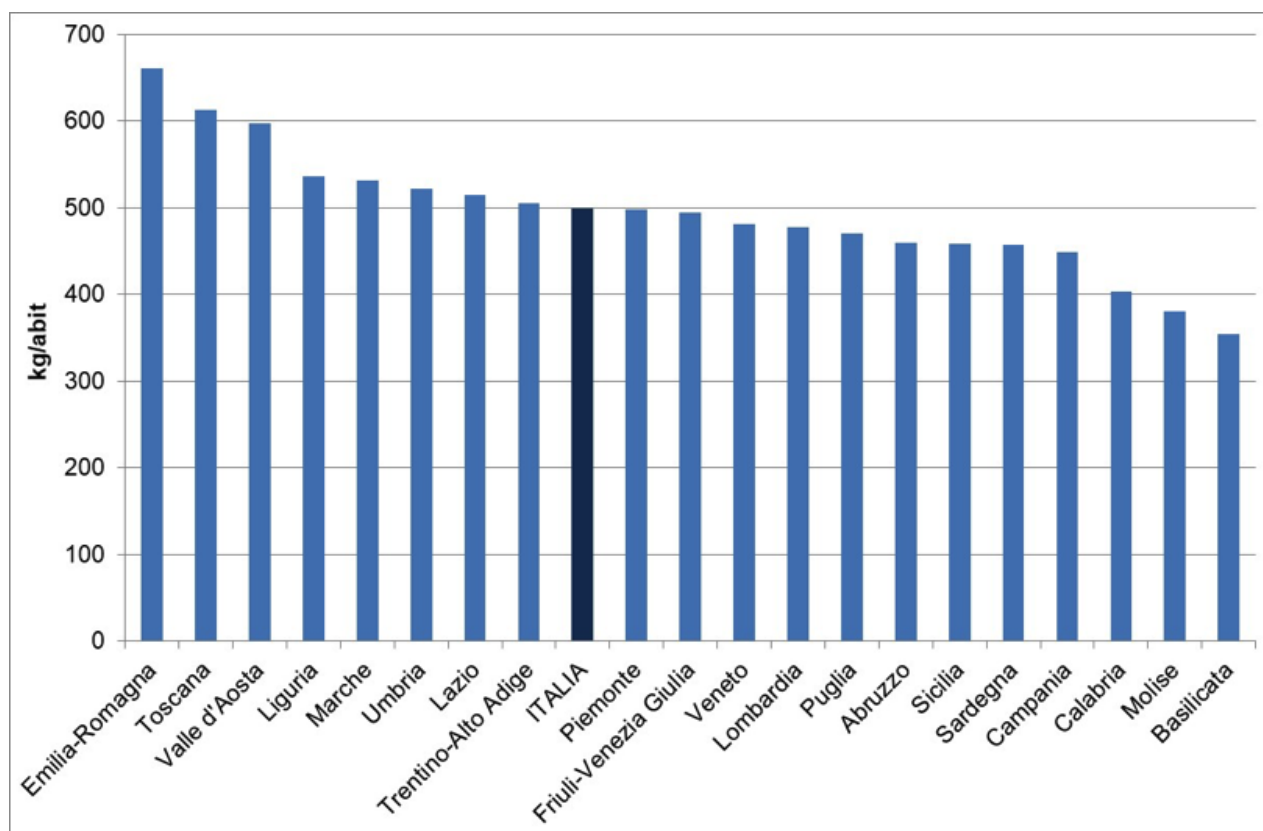
Messaggi in pillole

Nel 2018, la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta a quasi 30,2 milioni di tonnellate, con una crescita del 2% rispetto al 2017. Dopo il calo rilevato nel 2017, il dato di produzione supera quindi nuovamente i 30 milioni di tonnellate, riallineandosi al valore del 2016. La crescita è ancora maggiore se si guarda al dato *pro capite*: +2,2%, che in termini di quantità è pari a poco meno di 500 chilogrammi per abitante. Raffrontando il dato 2018 con quello 2007 si riscontra una sostanziale riduzione della produzione (-7,3%).

Produzione rifiuti urbani



Produzione pro capite dei rifiuti urbani (2018)



Fonte: ISPRA

I valori più alti di produzione *pro capite* si osservano per il Centro, con 548 chilogrammi per abitante, con un aumento di oltre 10 kg per abitante rispetto al 2017. Il valore medio del Nord Italia si attesta a circa ai 517 chilogrammi per abitante, in crescita di 14 kg per abitante rispetto al 2017, mentre il dato del Sud si attesta a 449 chilogrammi per abitante, con un aumento di 7 kg. La produzione *pro capite* di questa macroarea risulta inferiore di quasi 51 chilogrammi per abitante rispetto al dato nazionale e di quasi 100 chilogrammi in raffronto al valore medio del Centro. Ad eccezione di Marche, Molise e Sicilia, tutte le regioni italiane fanno rilevare, tra il 2017 e il 2018, una crescita

della produzione dei rifiuti urbani. I maggiori incrementi si osservano per il Piemonte (+5,1%), il Trentino-Alto Adige (+4,5%) e la Sardegna (+3,7%).

Analogamente ai precedenti anni, la produzione *pro capite* più elevata, con 660 chilogrammi per abitante per anno, si rileva per l'Emilia-Romagna, il cui dato risulta in crescita del 2,8% rispetto al 2017. Segue la Toscana, il cui *pro capite* si attesta a 612 chilogrammi per abitante, che fa rilevare una crescita dell'1,8%. In tali contesti il valore è influenzato dalla tendenza all'assimilazione, che porta a computare nei rifiuti urbani anche quelli da attività artigianali, commerciali e di servizio.

RACCOLTA DIFFERENZIATA

Cristina Frizza, Andrea M. Lanz
ISPRA

Messaggi chiave:

Nell'ambito del sistema di gestione dei rifiuti urbani, la raccolta differenziata rappresenta una modalità di conferimento, attuata dai cittadini, grazie alla quale i vari flussi di rifiuti sono mantenuti separati in base alle loro caratteristiche e natura, in modo da facilitarne il successivo trattamento. Quest'ultimo deve essere finalizzato, in via prioritaria, al recupero di materia.

Il D.Lgs. n. 152/2006 e la Legge 27 dicembre 2006, n. 296 individuano per il 2011 l'obiettivo di raccolta differenziata del 60% e del 65% per il 2012.

La Direttiva quadro sui rifiuti 2008/98/CE affianca agli obiettivi di raccolta previsti dalla normativa italiana *target* di preparazione per il riutilizzo e riciclaggio. Nel caso dei rifiuti urbani, la Direttiva quadro prevede che, entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti, quali, come minimo, carta, metalli, plastica e vetro provenienti dai nuclei domestici e, possibilmente, di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti siano simili a quelli domestici, siano aumentati complessivamente almeno al 50% in termini di peso.

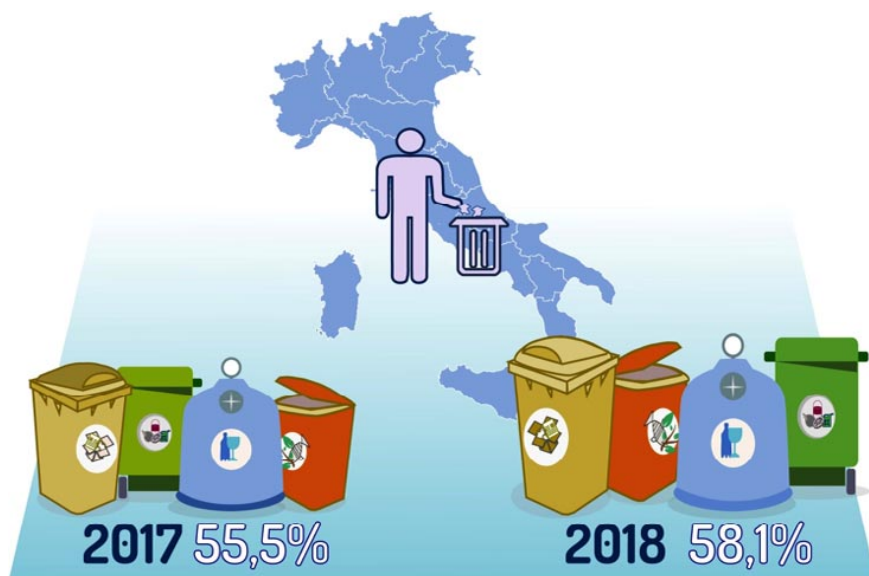
La Direttiva quadro è stata ampiamente modificata dalla Direttiva 2018/851/UE, che ha aggiunto ulteriori obiettivi per la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio, da conseguirsi entro il 2025 (55%), 2030 (60%) e 2035 (65%).

Messaggi in pillole

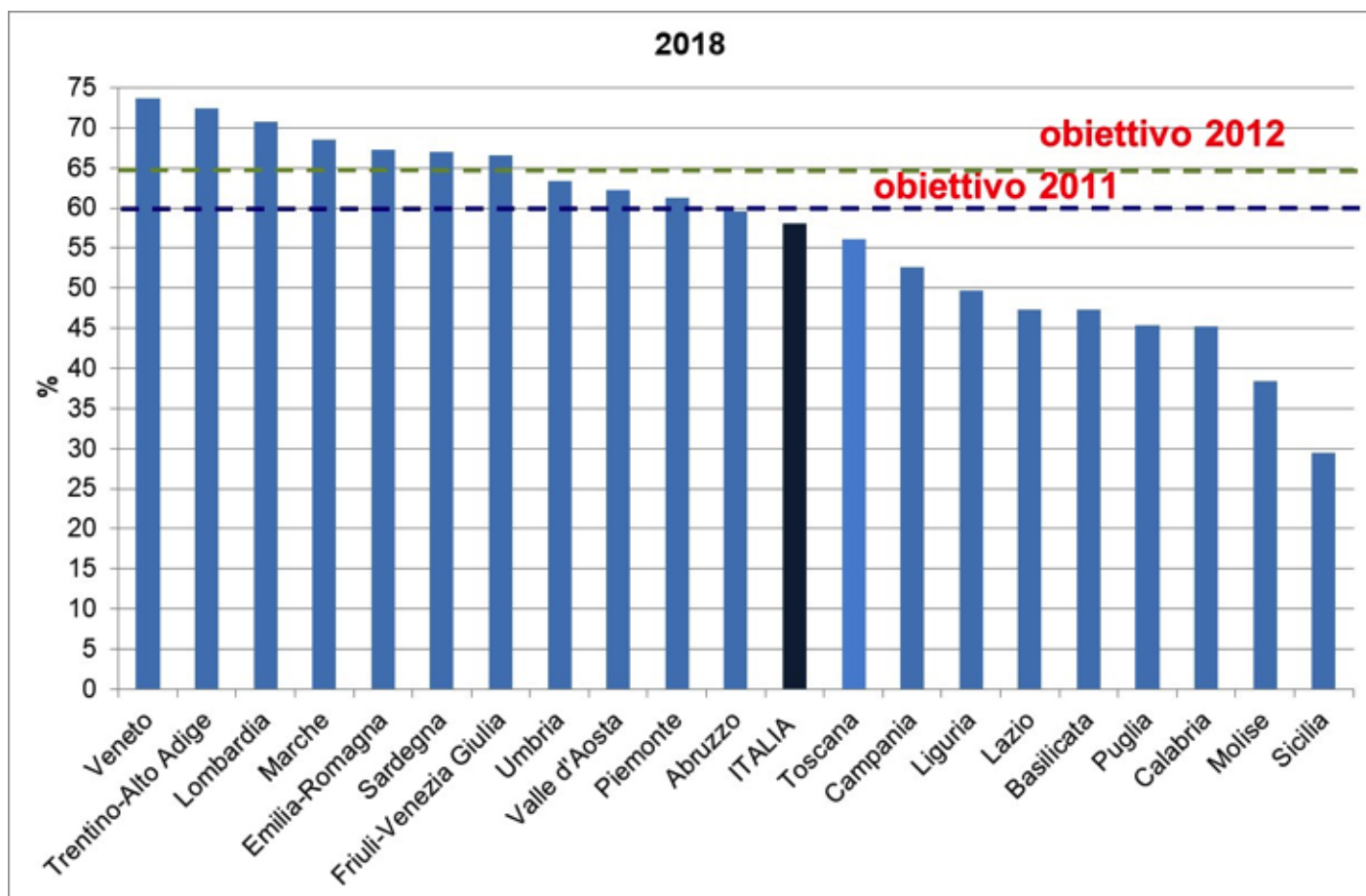
Si conferma il *trend* di crescita della raccolta differenziata anche nel 2018 con +2,6 punti percentuali a livello nazionale rispetto all'anno precedente; che raggiunge così il 58,1%. Nell'ultimo decennio la percentuale è aumentata di quasi 25 punti percentuali, passando dal 35,3% al 58,1%. In termini quantitativi da circa 9,9 milioni di tonnellate a 17,5 milioni di tonnellate.

Tra i rifiuti differenziati, l'organico si conferma la frazione più raccolta in Italia. Rappresenta il 40,4% del totale e nel 2018 registra un'ulteriore impennata con un +6,9% rispetto al 2017. Al secondo posto per quantità, carta e cartone (19,5% del totale), con 3,4 milioni di tonnellate e una crescita del 4,3% rispetto al 2017. Segue il vetro con oltre 2,1 milioni di tonnellate.

Percentuale di raccolta differenziata sulla produzione nazionale



Percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani (2018)



Fonte: ISPRA

Nel 2018, la più alta percentuale di raccolta differenziata è conseguita dalla regione Veneto, con il 73,8%, seguita da Trentino Alto Adige, con il 72,5%, Lombardia, con il 70,7%, Marche, con il 68,6%, Emilia-Romagna con 67,3%, Sardegna con 67,0% e Friuli-Venezia Giulia con 66,6%. Tutte queste regioni superano, pertanto, l'obiettivo del 65% fissato dalla normativa per il 2012. Tra queste regioni, quelle che fanno registrare i maggiori incrementi delle percentuali di raccolta sono, nell'ordine le Marche, la Sardegna e l'Emilia-Romagna.

Si collocano al di sopra del 60% di raccolta differenziata l'Umbria (63,4%), la Valle d'Aosta (62,3%), e il Piemonte

(61,3%) e al di sopra del 58,1% (valore medio nazionale) solo l'Abruzzo (59,6%). Toscana e Campania fanno rilevare percentuali di raccolta rispettivamente pari al 56,1% e 52,7%. Nel complesso, pertanto, sono 13 le regioni che raccolgono in maniera differenziata oltre la metà dei rifiuti urbani annualmente prodotti.

La Liguria si attesta al 49,7%, il Lazio e la Basilicata al 47,3%, la Puglia al 45,4% e la Calabria al 45,2%. Il Molise, il cui tasso di raccolta aumenta di 7,7 punti rispetto al 2017, si colloca al 38,4%, mentre la Sicilia, con una progressione di 7,8 punti, si attesta poco al di sotto del 30% (29,5%).

SUPERAMENTI DEI VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO PER CAMPI ELETTRROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI PER RADIOTELECOMUNICAZIONE ED ELETTRODOTTI, AZIONI DI RISANAMENTO

Maria Logorelli, Matteo Salomone
ISPRA

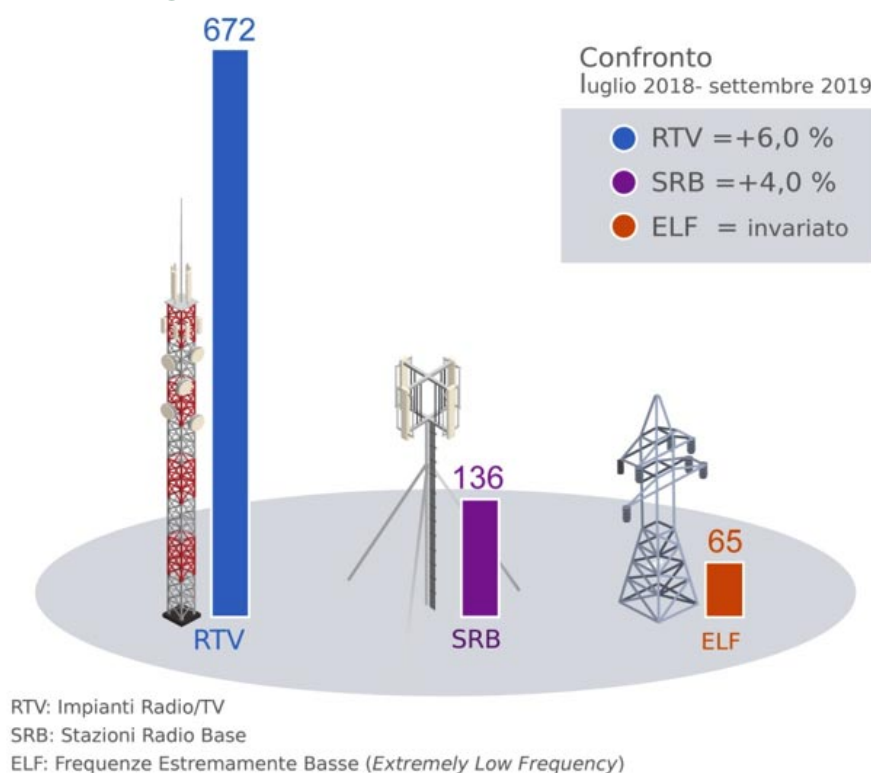
Messaggi chiave:

Le sorgenti di campo elettromagnetico che presentano delle criticità sono gli impianti radiotelevisivi (RTV), le stazioni radio base per telefonia mobile (SRB) e gli elettrodotti (ELF). La Legge quadro 36/2001 e i relativi decreti attuativi, oltre a introdurre valori limite estremamente cautelativi rispetto allo scenario internazionale, allarga gli obiettivi di tutela, salvaguardando, oltre la salute umana, l'ambiente e il paesaggio.

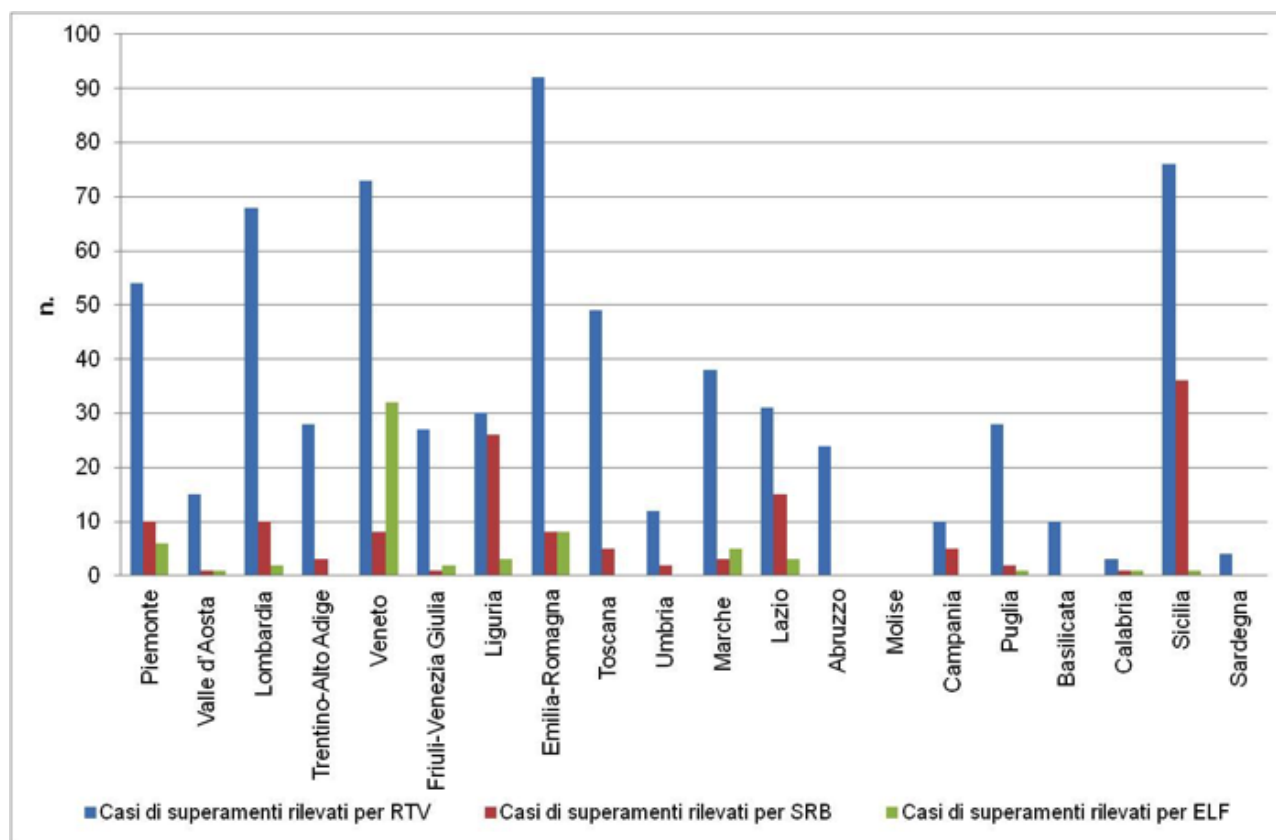
Messaggi in pillole

A livello nazionale, i casi di superamento dei limiti normativi registrati nel corso dell'attività di controllo effettuata dalle Agenzie, tra il 1999 e settembre 2019, sono stati: 672 per gli impianti RTV, 136 per le stazioni SRB e 65 per gli elettrodotti ELF. Tra luglio 2018 e settembre 2019, i casi di superamento dei limiti di legge sono aumentati sia per gli impianti RTV (+6%), sia per le SRB (+4%), mentre per le sorgenti ELF risultano sostanzialmente invariati (tale valutazione è riferita a 16 regioni che hanno fornito il dato sia per il 2018 sia per il 2019).

Superamenti dei limiti normativi registrati nel corso delle attività di controllo. Anni 1999-settembre 2019



Numero dei casi di superamento dei limiti normativi generati da impianti di radio telecomunicazione ed elettrodotti (1999-settembre 2019)



Note: Per la regione Molise il dato non è disponibile

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

I casi di superamento dei limiti di legge, a settembre 2019 rispetto all'anno precedente, sono aumentati sia per gli impianti RTV (+6%), sia per le SRB (+4%), mentre per le sorgenti ELF risultano sostanzialmente invariati. La percentuale dei casi risanati sul totale varia dal 61%, per gli impianti RTV, al 75%, per gli impianti ELF, fino al 73%, per le SRB; la differenza nasce dalla complessità del processo di risanamento (coinvolgimento di più impianti, difficoltà nel mantenimento della stessa qualità del servizio di cui agli atti di concessione) per gli impianti RTV e dalla mancanza, per gli elettrodotti, del

decreto attuativo della Legge 36/2001 (art.4, c.4) che disciplina i criteri di elaborazione dei piani di risanamento. Il numero di superamenti rilevati in ciascuna regione/provincia autonoma dipende principalmente dai criteri di priorità alla base della pianificazione dell'attività di controllo e dalla pressione sociale a livello locale per le diverse tipologie di sorgenti. Ciò che emerge dal grafico, è che in tutte le regioni/province le maggiori criticità, in termini di superamento del valore limite, riguardano soprattutto gli impianti RTV rispetto alle SRB.

SORGENTI DI RUMORE CONTROLLATE E PERCENTUALE PER CUI SI È RISCONTRATO ALMENO UN SUPERAMENTO DEI LIMITI

Francesca Sacchetti
ISPRA

Messaggi chiave:

Il rumore prodotto dal traffico, dalle industrie e da altre attività antropiche costituisce uno dei principali problemi ambientali e può provocare diversi disturbi alla popolazione. Per il contenimento dell'inquinamento acustico e quindi la regolamentazione delle sorgenti, la normativa nazionale sul rumore (LQ 447/95 e decreti attuativi) ha definito, per le diverse tipologie di sorgenti, valori limiti assoluti (di immissione e di emissione) per l'ambiente esterno (in allineamento a quanto disposto dalla classificazione acustica del territorio comunale) e limiti differenziali, per l'interno degli ambienti abitativi.

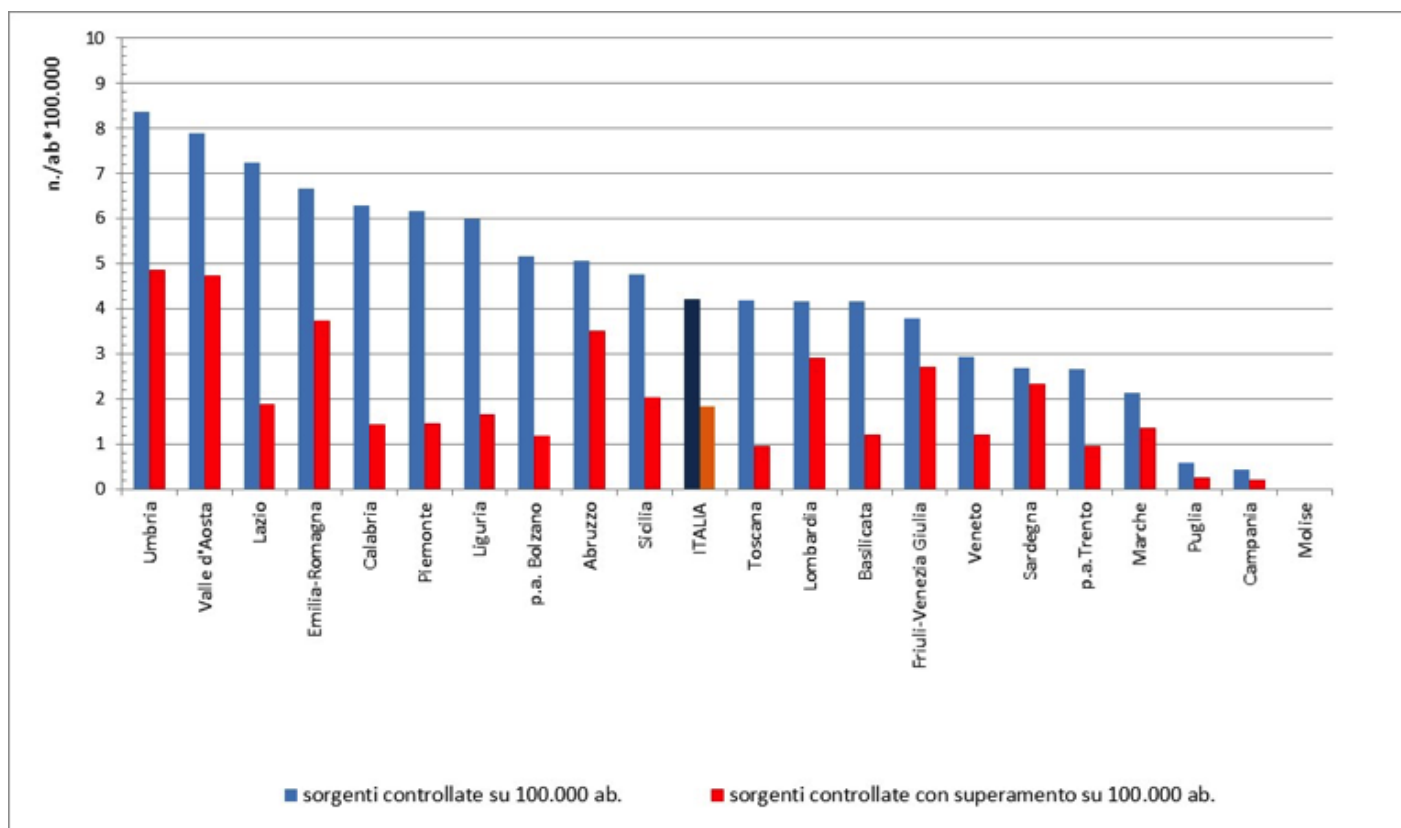
Messaggi in pillole

Le sorgenti maggiormente controllate risultano, anche per il 2018, le attività di servizio e/o commerciali (60,4% sul totale delle sorgenti controllate), seguite dalle attività produttive (26,1%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano il 9,4% delle sorgenti controllate, le strade sono quelle più controllate (6,5%).

Sorgenti di rumore maggiormente controllate. Anno 2018



Numero di sorgenti controllate e di sorgenti controllate con superamento su 100.000 abitanti (2018)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

Nel 2018, sono state controllate da parte delle ARPA/APPA 2.495 sorgenti di rumore, di cui 2.282 controllate a seguito di esposto; nel 43,5% delle sorgenti controllate è stato rilevato almeno un superamento dei limiti normativi, che evidenzia un problema di inquinamento acustico significativo e in aumento rispetto a quanto riscontrato nel 2017 (+11,4 punti percentuali), in linea invece con quanto rilevato nel periodo 2014-2016 (nel 2016 era il 40,6%, nel 2015 il 45,9% e nel 2014 il 46,3%).

Nel 2018 si segnala un'incidenza sul territorio nazionale di 4,2 sorgenti controllate su 100.000 abitanti e su 1,8

sorgenti controllate (ogni 100.000 abitanti) sono stati riscontrati superamenti dei limiti normativi.

Le regioni in cui l'incidenza delle sorgenti controllate risulta molto superiore al dato nazionale sono Umbria con 8,4 sorgenti controllate su 100.000 ab., Valle d'Aosta (7,9) e Lazio (7,2); mentre quelle con valori significativamente inferiori sono Marche (2,1) e Puglia (0,7); il valore riscontrato in Campania (0,4) è dovuto all'incompletezza delle informazioni fornite. Dai dati pervenuti risulta che nel 2018 non sono stati effettuati controlli in Molise.

COMUNICAZIONE AMBIENTALE

Alessandra Galosi¹, Marco Talluri²

¹ ISPRA, ² ARPA Toscana

Messaggi chiave:

Le principali informazioni concernenti la comunicazione e l'informazione ambientale delle Agenzie sono declinate in più dimensioni: urp, Web, *social media*, relazione con i media, prodotti editoriali di informazione ambientale e convegnistica. Tra tutti, il Web è il principale canale, tutte le Agenzie presentano sul proprio sito pubblicazioni, documenti e prodotti divulgativi.

Nel 2019, si rilevano oltre 12 milioni di visitatori nei siti Web del Sistema Nazionale per la protezione Ambientale, 833 comunicati stampa, 5.319 notizie e 222 *report* di informazioni ambientale pubblicati *on-line*.

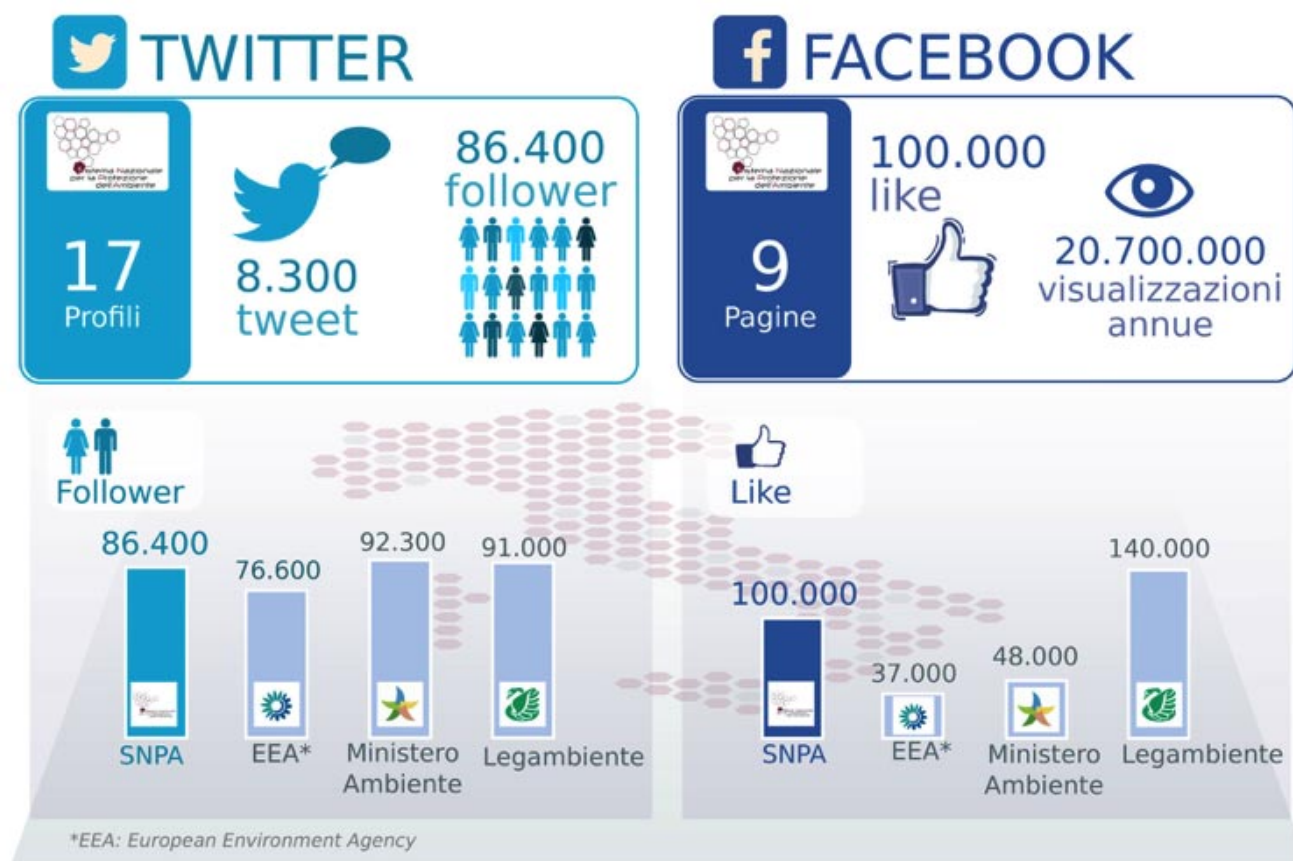
Messaggi in pillole

Si diffonde in modo crescente l'uso dei social media all'interno del SNPA.

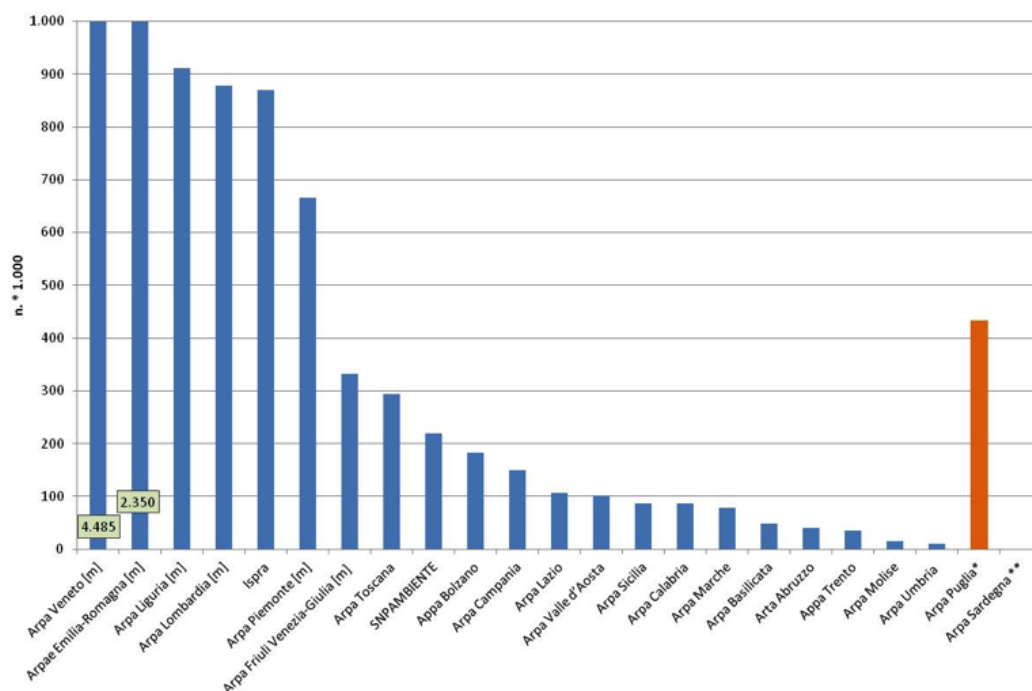
I *social media*, rappresentano attualmente il modo più immediato per comunicare e informare il vasto pubblico, pertanto è interessante notare come le 17 realtà del SNPA utilizzatrici di *Twitter* abbiano incrementato i *followers* rispetto al 2017 di oltre il 35% attestandosi a 86.400.

Nello stesso periodo l'ISPRA e le 8 agenzie che hanno una pagina *facebook* hanno registrato quasi 100.000 "mi piace" con un incremento del 92% rispetto al 2017.

SNPA e Social media. Anno 2019



Numero di utenti delle componenti SNPA (2019)



Nota: Google Analytics è il software utilizzato per monitorare la frequentazione dei siti Web del SNPA

Legenda:

[m] siti nei quali sono disponibili le previsioni meteorologiche

* Il software utilizzato per monitorare la frequentazione del sito Web è Awstats pertanto i dati rilevati con sistemi diversi rispetto a Google analytics sono solo parzialmente confrontabili.

** Dati non disponibili in quanto il sito ARPA fa parte del portale regionale

Fonte: SNPA

Il grafico soprastante, mostra come ARPA Veneto, ARPAE Emilia-Romagna, ARPA Liguria, ARPA Lombardia, ISPRA, ARPA Piemonte e ARPA Friuli-Venezia Giulia presentano il maggior numero di utenti Web. Ciò è attribuibile, ad eccezione dell'ISPRA, all'effetto traino delle informazioni meteo pubblicate su questi siti.

Si segnala come sito Web di Sistema, www.snpambiente.it, pubblicato, il 21 novembre 2018, (nel quale è stato integrato il sito AmbienteInforma), che già si colloca fra quelli che registrano un maggior numero di visitatori. Come contributo alla diffusione della conoscenza ambientale, per una divulgazione capillare dell'informazione tutte le agenzie presentano sul sito Web pubblicazioni, documenti e prodotti divulgativi. In dettaglio, il SNPA nel 2019, diffonde on-line, oltre 6.100 No-

tizie/Comunicati ambientali e 222 *report*. Da segnalare, anche in termini quantitativi, il ruolo assunto da AmbienteInforma – il notiziario di Sistema – che ha pubblicato nel 2019 quasi 1.300 notizie.

Si riscontra una notevole varietà del numero di *report* pubblicati, notizie e comunicati ambientali dalle diverse Agenzie. Da tenere presente che i valori del numero dei comunicati e delle notizie ambientali registrati dalle singole Agenzie possono sensibilmente essere influenzati dagli eventi ambientali occorsi nell'anno e nel territorio preso a riferimento per la rilevazione. Nelle attività delle singole Agenzie persiste, poi, una certa disomogeneità, legata alla tipologia di servizi informativi erogati, alle problematiche ambientali del territorio e all'occorrenza di manifestazioni convegnistiche/fieristiche con rilevanza ambientale.

FOCUS SINTESI

Monitoraggio e controlli

Il progetto **Eco-AlpsWater**, condotto tra gli altri da ISPRA e ARPA Veneto, ha l'obiettivo di integrare il monitoraggio biologico tradizionale con tecnologie innovative per **analizzare il DNA ambientale di laghi e fiumi**. Le tecniche, basate sull'analisi di milioni di sequenze di DNA, consentono un'identificazione rapida e a basso costo degli organismi acquatici, dai batteri fino ai pesci, per la valutazione della qualità dei corpi idrici. ARPA Liguria, a seguito del **crollo del Ponte Morandi**, ha reso disponibili le proprie professionalità per contribuire alla gestione dell'emergenza e accompagnare il lungo processo di demolizione e ricostruzione ancora in corso mediante previsioni meteorologiche, valutazioni idrologiche nella porzione di alveo del fiume interessata dal crollo, monitoraggi locali dell'amianto in matrice e aerodisperso e monitoraggi della qualità dell'aria.

ARPA Calabria ha testato **l'impiego di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto** con fotocamera multispettrale per mappare e cartografare le praterie di *Posidonia oceanica* in un tratto di costa dell'Area Marina Protetta di Capo Rizzuto. ISPRA e ARPA Campania hanno svolto un'attività di monitoraggio sulla **dispersione accidentale nell'ambiente di colza geneticamente modificato** in Campania illustrandone il protocollo pilota per il campionamento e l'analisi.

ARPA Molise ha sviluppato un protocollo operativo di intervento per la **ricerca dei rifiuti abbandonati** con particolare riferimento agli abbandoni di manufatti contenenti amianto; abbandoni che assumono talora per quantità ed estensione la connotazione di discariche abusive.

Clima

La riduzione dei ghiacciai è certamente una tra le più impressionanti testimonianze naturali dell'effetto dei cambiamenti climatici sull'ambiente alpino. Nel corso degli ultimi 150 anni, le Alpi hanno perso una porzione importante della loro superficie glaciale con un'accelerazione significativa a partire dalla metà degli anni '80 del secolo scorso. ARPA Valle d'Aosta presenta il risultato dei **monitoraggi dei ghiacciai** per comprendere le dinamiche attuali e alimentare gli strumenti modellistici con i quali tracciare il futuro dei ghiacciai in base ai differenti scenari climatici. La "Valle del Sacco" nella provincia di Frosinone presenta livelli di concentrazione degli inquinanti paragonabili a quelli della Pianura Padana. ARPA Lazio ha attivato uno studio nel quale ha raggruppato tutte le **informazioni meteorologiche** e ha attivato **una campagna di misura annuale** al fine di definire le caratteristiche dispersive del territorio.

Il Piano Clima Energia-Alto Adige-2050 è un documento strategico redatto nel 2011 dalla Provincia Autonoma di Bolzano, e revisionato nel 2019, che fissa obiettivi molto ambiziosi di **riduzione delle emissioni e aumento delle energie rinnovabili**.

Atmosfera

Sul tema della qualità dell'aria l'attenzione e l'impegno del SNPA si sostanzia in progetti/prodotti innovativi finalizzati alla conoscenza del fenomeno e all'individuazione di efficaci misure di risanamento. Degni di nota sono: lo studio condotto da ARPA Lombardia sulla **speciazione chimica del PM10** e sulle sue principali sorgenti emissive, mediante analisi multivariata; gli studi effettuati da ARPAE Emilia-Romagna sulla **speciazione chimica delle particelle di PM2,5**, utilizzata anche per

la quantificazione del contributo al recettore delle principali sorgenti di particolato fine nelle concentrazioni di fondo; il progetto, avviato da ARPA Lazio insieme al Dipartimento di Epidemiologia della regione, per stimare nella città di Roma, a partire dai dati satellitari, **gli effetti sanitari delle temperature elevate e dell'inquinamento atmosferico** (PM10/PM2,5) in aree eterogenee per intensità dell'isola di calore e distribuzione dell'inquinamento; il monitoraggio, effettuato da ARPA Piemonte, **di sostanze organiche volatili, aldeidi e ossidi di azoto a bordo di alcune auto in servizio di taxi** circolanti nell'area metropolitana di Torino; gli studi, effettuati da APPA Trento e Bolzano su un tratto dell'Autostrada del Brennero, avente come obiettivo la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici tramite l'implementazione di misure sperimentali attuate sui veicoli leggeri, tra le quali la **gestione dinamica della velocità in funzione delle condizioni di qualità dell'aria**.

Da menzionare, inoltre, l'incontro organizzato da ARPA Friuli-Venezia Giulia per gli addetti ai lavori del settore emissioni odorigene, da cui emerge un quadro in rapida evoluzione, soprattutto per quanto riguarda le **metodologie di valutazione e analisi delle pressioni osmogene**. Da citare, infine, le ricerche condotte da ARPA Sicilia, in collaborazione con l'Università di Palermo, finalizzate allo sviluppo di un indice, basato sulla teoria degli insiemi sfumati (*fuzzy*), utile a definire mappe di somiglianza ambientale, con l'obiettivo di fornire uno strumento per **l'ottimizzazione dell'assetto delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria** su scala regionale.

Biosfera

L'importanza della biodiversità è riconosciuta a livello globale per il suo ruolo chiave nel mantenimento dei servizi ecosistemici essenziali per la nostra persistenza

in salute e in equilibrio con il pianeta. ARPA Umbria, insieme ad altri partner, ha avviato il **Centro "Cambiamento Climatico e Biodiversità in ambienti lacustri e aree umide" sull'Isola Polvese nel Lago Trasimeno** in Umbria con l'obiettivo principale della conservazione e del ripristino della diversità biologica a tutti i livelli. Un settore chiave per la conservazione della biodiversità è **l'agricoltura biologica**. Uno studio di ISPRA ha rilevato che per estensione e numero di operatori biologici, l'Italia si colloca tra i primi Paesi UE per livelli di sviluppo del settore e, in particolare, in 4 regioni (Sicilia, Puglia, Calabria ed Emilia-Romagna) si riscontra il 51% dell'intera superficie bio nazionale.

Geosfera

ARPA Lombardia, in relazione all'avvio dei lavori di bonifica in procedura semplificata del SIN di Sesto San Giovanni - Comparto ex Falck (produzione acciaio), e alla presenza di anomalie radiometriche durante la bonifica stessa, ha definito un **protocollo di verifica radiometrica con relativa e successiva gestione dei materiali radioattivi**. ARTA Abruzzo, in relazione alle attività di movimentazione dei sedimenti marini per i dragaggi dei porti commerciali e turistici e per il ripascimento degli arenili, ha condotto uno studio per la **definizione dei valori di fondo naturale locale (L1_{loc}) dei metalli pesanti nei sedimenti marini** del tratto di costa d'interesse per ben orientare la scelta delle opzioni di gestione dei sedimenti secondo classi di qualità.

Idrosfera

ARPA Toscana è impegnata nel monitoraggio sistematico dell'acqua da pozzi per uso domestico e irriguo nel bacino idrografico del torrente Baccatoio nell'alta Ver-

silia, zona storicamente interessata da un'intensa attività mineraria. Nei pozzi, soprattutto in quelli più profondi, sono stati rilevati **valori di arsenico molto superiori rispetto ai limiti normativi**, probabilmente per la presenza di ambienti riducenti da cui l'arsenico contenuto nei sedimenti può essere facilmente rilasciato nelle acque sotterranee. ARPAE Emilia-Romagna illustra l'intervento di **ricarica controllata delle falde** sulla conoide alluvionale del fiume Marecchia. L'intervento consiste nell'immissione di acqua dal fiume Marecchia nel lago di una ex cava, per incrementare la disponibilità idrica degli acquiferi sotterranei, migliorarne lo stato qualitativo e contribuire alla crescita della biodiversità avifaunistica.

Il contributo di ARPA Puglia descrive il **primo evento di bloom algale** nel Mar Mediterraneo di un piccolo dinoflagellato, *Prorocentrum shikokuense*, osservato nel porto di Brindisi. Le fioriture di questa specie di dinoflagellato sono state osservate finora in acque marino-costiere cinesi, giapponesi, coreane e lungo le coste del Myanmar e in Messico. A causa dell'identificazione incerta e complicata, non è semplice valutare se si tratti di una specie cosiddetta criptica o se sia stata introdotta nei nostri mari a causa del traffico marittimo internazionale.

Rifiuti

In Campania circa il **35% dei rifiuti urbani (925.484 t) è costituito da materiale organico**. A fronte di un'elevata resa di intercettazione (71,6%) di tale tipologia di rifiuti, la regione sconta importanti carenze infrastrutturali, che negli ultimi anni ha trovato collocazione in impianti di compostaggio/digestione anaerobica extra-regionali presenti un po' in tutta Italia, con evidenti ricadute economiche e ambientali.

Agenti fisici

ARPA Calabria ha presentato uno studio altamente innovativo volto a stimare la dose efficace annuale dovuta **all'ingestione di cibo tipico delle diete mediterranee, vegetariane e vegane**, per una valutazione del rischio radiologico per la popolazione. ARPA Sardegna ha effettuato una prima mappatura sul territorio regionale della **concentrazione del radon indoor**, con l'obiettivo di fornire informazioni utili per ridurre il rischio di effetti sanitari connessi all'esposizione della popolazione al radon e ai suoi prodotti di decadimento.

ARPA Veneto ha presentato un aggiornamento dei risultati delle misure di brillantezza effettuate sul proprio territorio regionale attraverso la propria **rete di rilevamento dell'inquinamento luminoso**. Il monitoraggio ha messo in evidenza un *trend* in lieve diminuzione dell'inquinamento luminoso la cui causa è tuttora al vaglio degli esperti.

Per orografia del territorio e per condizioni climatiche favorevoli, la Basilicata è interessata da **installazioni di impianti eolici** la cui presenza, molto spesso in prossimità di nuclei abitativi, ha creato disagi ai residenti soprattutto in termini di rumore. ARPA Basilicata, pur eseguendo diverse misurazioni, non ha potuto dare riscontro alle richieste, per la mancanza di una norma specifica di riferimento o di una linea guida applicabile.

Ambiente e benessere

Il CNR-ISAC e ARPA Sicilia hanno avviato un'attività di ricerca scientifica congiunta che coinvolge direttamente i cittadini che, attraverso l'utilizzo di una APP denominata "NOSE", consente di raccogliere in tempo reale le segnalazioni georeferenziate delle **molestie olfattive** nelle aree a elevato rischio di crisi ambientali della Sicilia. Dall'ARPA Piemonte è stato attivato il laboratorio olfat-

tometrico che affronta le problematiche di **disturbo olfattivo mediante l'applicazione di tre tecniche analitiche** complementari: l'olfattometria dinamica, che utilizza l'impiego di un *panel* di rinoanalisti, il naso elettronico e la caratterizzazione chimica.

In Italia, le procedure ambientali di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) non prevedono una valutazione dell'impatto sulla salute delle sostanze inquinanti. Tuttavia, in base a una sentenza del Consiglio di Stato, la Regione Puglia, con ARPA Puglia, ha condotto una Valutazione di Impatto Integrata Ambiente e Salute negli stabilimenti produttivi dell'ex **ILVA di Taranto** e della Centrale ENEL di Brindisi.

I cambiamenti ambientali hanno sempre inciso, in maniera significativa, sulla presenza e **diffusione di pollini nell'aria**. ARPA Marche ha condotto uno studio dell'anomalia meteorologica riscontrata nel mese di maggio del 2019, che ha fornito le condizioni ideali per la caratterizzazione degli eventi climatici in rapporto alla quantità dei pollini presenti in atmosfera.

Comunicazione ambientale

La Guida alle proposte di educazione ambientale e alla sostenibilità di APPA Trento contiene più di **sessanta proposte didattiche rivolte alle scuole** di ogni ordine e grado del Trentino: un'offerta completa di percorsi educativi che affrontano le grandi sfide ambientali in modo trasversale, interdisciplinare, con propri linguaggi, metodologie e tipologie di azione.

ARPA Toscana traccia la storia, l'evoluzione e le attività del proprio **ufficio relazioni con il pubblico**, nato nel 2000 e da sempre organizzato "a rete", con diversi operatori che condividono la gestione del numero verde e della posta elettronica, quali principali strumenti di relazione con gli utenti esterni.

1. MONITORAGGIO E CONTROLLI

Eco-AlpsWater: Innovative Ecological Assessment and Water Management Strategy for the Protection of Ecosystem Services in Alpine Lakes and Rivers

Giorgio Franzini, Giampaolo Fusato,
Chiara Zampieri, Federica Giacomazzi
ARPA Veneto

Introduzione

Il principale obiettivo di Eco-AlpsWater (progetto finanziato nell'ambito del terzo asse del Programma Interreg Spazio Alpino 2014-2020) è integrare i tradizionali approcci di monitoraggio biologico delle acque, utilizzati nella regione alpina e a livello europeo in attuazione della Direttiva Quadro sulle Acque (*Water Framework Directive* - WFD) e, in Svizzera, della *Water Protection Ordinance* - WPO, con tecnologie avanzate e innovative, fornendo conoscenze solide e qualificate a supporto dei piani di gestione delle risorse idriche. Il progetto intende applicare innovative tecniche di *Next Generation Sequencing* (NGS) per analizzare il DNA ambientale (eDNA) ai fini della valutazione della qualità ecologica dei laghi e dei fiumi. Queste nuove tecniche, basate sull'amplificazione e analisi di milioni di sequenze di DNA e sull'utilizzo di tecnologie *smart* (automazione nell'elaborazione e archiviazione dei dati e recupero delle informazioni), consentono un'identificazione rapida e a basso costo degli organismi acquatici, dai batteri fino ai pesci, per la valutazione della qualità dei corpi idrici. Questa nuova modalità proposta nell'ambito del progetto costituisce un supporto per il superamento delle criticità derivanti dalla scarsa omogeneizzazione dei metodi tradizionali fino ad ora utilizzati ai sensi della WFD. L'implementazione dei monitoraggi di nuova ge-

nerazione fornisce l'opportunità di effettuare uno dei più estesi censimenti della biodiversità lacustre e fluviale della regione alpina basato sull'analisi di centinaia di campioni raccolti in oltre 50 corpi idrici. I dati permetteranno in particolare di identificare le zone maggiormente a rischio per la presenza di cianobatteri tossici, batteri patogeni e organismi invasivi o potenzialmente invasivi.

Soggetti coinvolti

Il Progetto Eco-AlpsWater vede la partecipazione di molti soggetti esperti (Istituti di ricerca, Agenzie per l'Ambiente, Università) presenti in tutto l'arco alpino interessato, in particolare:

Fondazione Mach - Lead Partner - Italia
Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente del Veneto - Italia
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA - Italia
Leopold-Franzens Universität Innsbruck - Austria
National Institute of Biology - Slovenia
Slovenian Environment Agency - Slovenia
French National Institute for Agricultural Research - Francia
Bavarian State Research Center for Agriculture - Germania
Austrian Agency for Health and Food Safety - Austria
Bavarian Environment Agency - Germania
The French Biodiversity Agency - Francia
University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland - Svizzera
Oltre a questi *partner* di progetto partecipano anche 37 *Observer* distribuiti su tutto il territorio di interesse.

Metodologia utilizzata

Il gruppo di lavoro composto dai vari *partner* del progetto ha predisposto specifici protocolli con la metodologia di campionamento, analisi e validazione dei dati, relativamente agli organismi oggetto di indagine: Batteri, *Fitoplancton*, *Fitobenthos* e Pesci.

In particolare, in ogni protocollo vengono fornite indicazioni sulle metodiche di campionamento, sui materiali da utilizzare, sulle procedure di preparazione, filtrazione, estrazione, etichettatura e conservazione del campione. Il progetto prevede inoltre l'implementazione di un database per l'archiviazione dei risultati e delle informazioni relative alle analisi svolte.

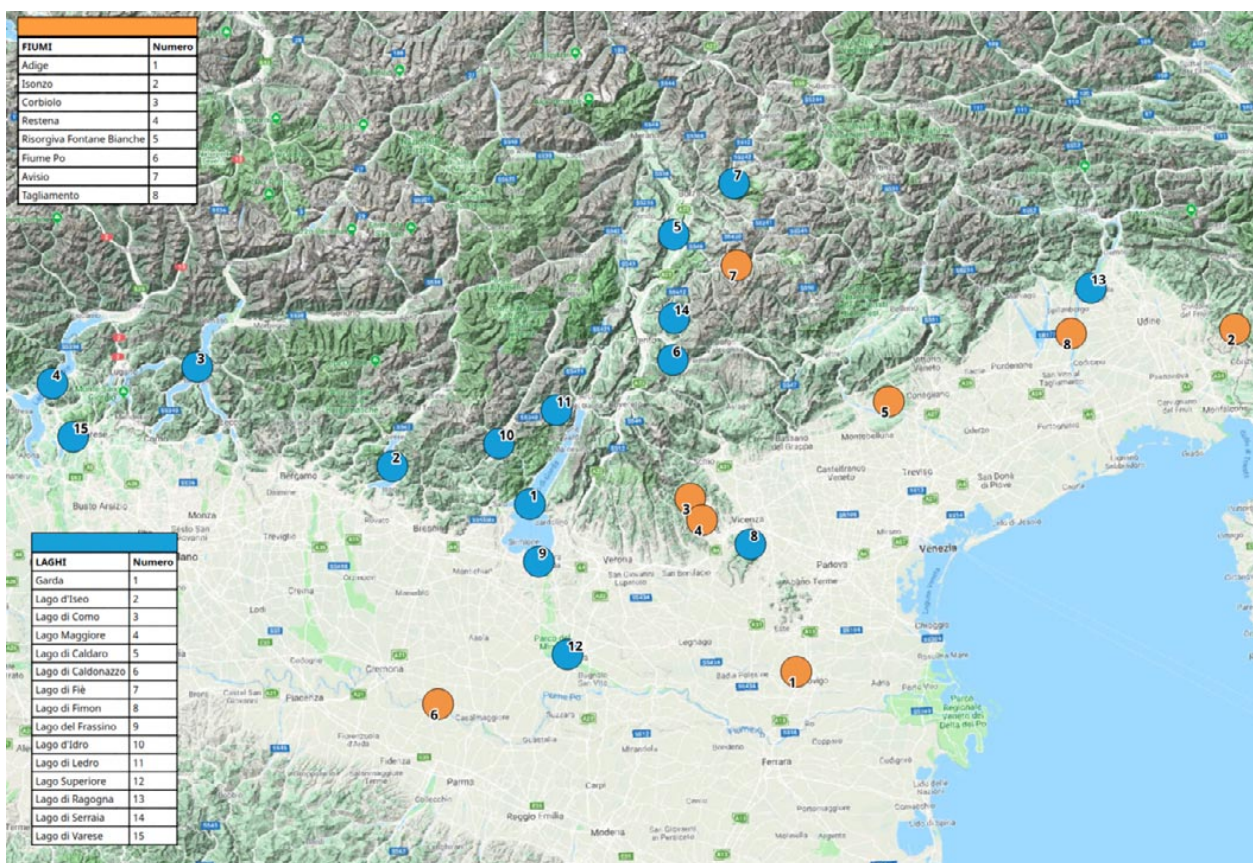
Siti analizzati

All'interno dell'arco alpino, sono stati scelti 8 fiumi e 15 laghi normalmente monitorati dalle Agenzie Ambientali locali per la Direttiva Quadro sulle Acque (WFD). Su questi corpi idrici, quindi, oltre alle tecniche tradizionali di monitoraggio saranno applicate le nuove tecniche di analisi del DNA ambientale.

Conclusioni

Il progetto è in piena fase operativa: sono stati prelevati numerosi campioni, che sono attualmente in fase di analisi dalle Agenzie Ambientali con l'utilizzo delle tec-

Figura 1: Siti italiani monitorati dal progetto



Fonte: Elaborazione ARPAV

niche tradizionali e dai Laboratori specializzati per l'analisi del DNA ambientale. I protocolli di campionamento e analisi messi a punto costituiscono per il momento il risultato del primo anno di progetto e sono disponibili per la consultazione.

Grazie al progetto Eco-AlpsWater saranno a breve disponibili delle metodologie di analisi di supporto per la valutazione della qualità dei corpi idrici ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD).

Siti Web di riferimento

Sito del Progetto: (<https://www.alpine-space.eu/projects/eco-alpswater/en/home>)

Sito ARPAV del Progetto:

(<https://www.arpa.veneto.it/servizi-ambientali/cooperazione/programmazione-2014-2020-1/eco-alps-water>)

Bibliografia

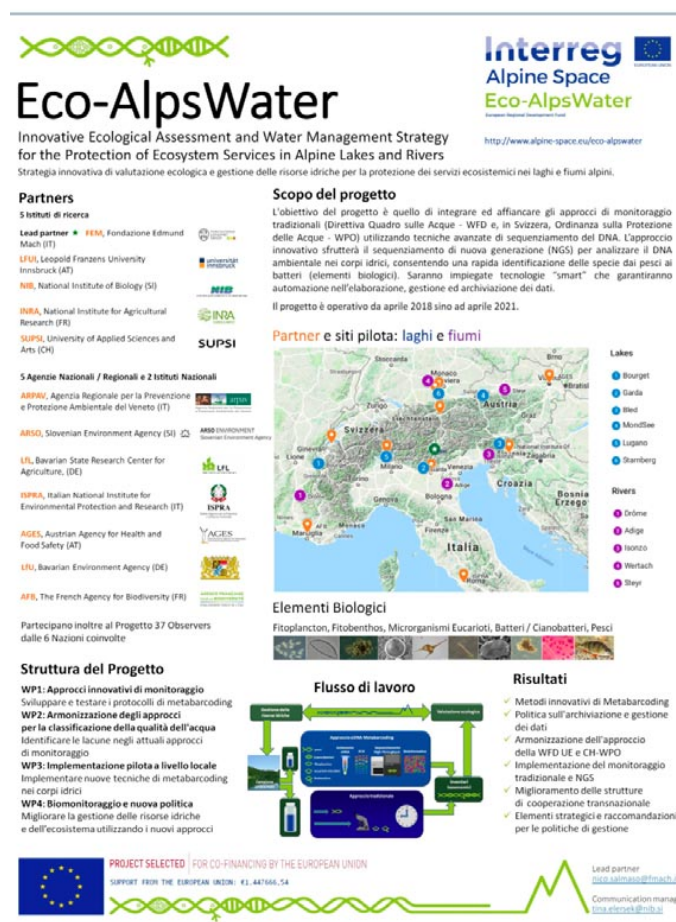
Vasselon V., Domaizon I., Rimet F., Kahlert M. e Bouchez A., 2017a, *Application of high-throughput sequencing (HTS) metabarcoding to diatom biomonitoring: Do DNA extraction methods matter?* Freshwater Science, 36: 162-177.

Vasselon V., Bouchez A., Rimet F., Jacquet S., Trobajo R., Corniquel M., Tapolczai K. e Domaizon I., 2017b, *Avoiding quantification bias in metabarcoding: Application of a cell biovolume correction factor in diatom molecular biomonitoring.* Methods in Ecology and Evolution, 9(4): 1060-1069.

Vasselon V., Rimet F., Tapolczai K. e Bouchez A., 2018, *Assessing ecological status with diatoms DNA metabarcoding: Scaling-up on a WFD monitoring network* (Mayotte Island, France). Ecological Indicators, 82, 1-12.

NucleoSpin® Soil kit (MACHEREY-NAGEL) - *User Manual*
<https://www.mn-net.com/media/pdf/98/70/9f/In-struction-NucleoSpin-8-Soil.pdf>
 DNeasy® PowerWater®Sterivex™ Kit *Handbook*

Figura 2: Poster del progetto



Fonte: Elaborazione ARPAV

Dal crollo del Ponte Morandi alla ricostruzione del nuovo viadotto: l'attività di ARPAL

Grasso Federico, Eliana Paoli, Roberto Cresta
ARPA Liguria

Alle 11:36 del 14 agosto 2018 la sezione centrale del Ponte Morandi - un viadotto autostradale lungo oltre un chilometro che attraversava la parte occidentale della città di Genova dal 1967 - è collassata trascinando alcune decine di metri più in basso macchine e camion, causando la morte di 43 persone.

Un evento dalle conseguenze tragiche, occorso all'interno di un'allerta meteo arancione alla vigilia di ferragosto, che ha segnato nel profondo tutto il Nord Ovest italiano e l'intera nazione.

Fin dal primo momento ARPAL ha reso disponibili le sue professionalità per contribuire alla gestione dell'emergenza e accompagnare il lungo processo di demolizione e ricostruzione, (ad oggi ancora in corso), attivando presso tutte le sedi istituzionali le proprie componenti operative ritenute utili allo scopo (con riferimento a: redazione di previsioni meteorologiche, valutazioni idrologiche nella porzione di alveo del fiume interessata dal crollo, monitoraggi locali dell'amianto in matrice e aerodisperso e della qualità dell'aria).

LA PRIMA FASE

Nelle ore immediatamente successive al crollo ARPAL:

- quale rappresentante territoriale del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, ha attivato diverse collaborazioni con riferimento all'ARPA Valle d'Aosta per l'utilizzo di droni ad ala fissa e alla Fondazione Cima per la creazione di una modellistica detta-

- gliata della foce del torrente Polcevera, riprofilata a seguito dell'ingombro dei detriti di maggiori dimensioni;
- ha realizzato già dal primo giorno un bollettino previsionale meteoidrologico dedicato, per permettere di lavorare in alveo con tutte le cautele possibili;
- ha svolto il supporto tecnico scientifico agli Enti competenti in materia di sicurezza sul lavoro e di gestione del territorio.

A seguito, poi, delle richieste da parte di Ufficiali del Corpo dei VV.F, impegnati nell'immediatezza dell'emergenza nelle aree interessate dal crollo, il personale ARPAL operante nella città metropolitana di Genova ha provveduto a effettuare sopralluoghi presso il sito stesso e i depositi dei detriti.

In particolare l'attività finalizzata all'accertamento dell'eventuale presenza di materiale contenente amianto, è stata svolta congiuntamente alla ASL3, struttura Prevenzione e Sicurezza del Lavoro, con il supporto e la collaborazione dei VV.F. e della Polizia Scientifica (già impegnata *in situ*), ed è stata preceduta da analisi documentali al fine di risalire, nelle altre strutture presso le aree sottostanti in entrambe le sponde coinvolte dal crollo del ponte, all'eventuale presenza di materiale amiantifero.

Sebbene il crollo non abbia coinvolto gli edifici con tetti in Eternit, e l'ispezione visiva sia risultata negativa, sono comunque stati prelevati campioni analizzati con tecnica SEM (microscopia elettronica a scansione), anch'essi negativi.

Facendo seguito alle intese intervenute nel corso di riunioni con la Struttura Commissariale e presso la Procura della Repubblica, nei mesi successivi il personale ARPAL ha effettuato ulteriori sopralluoghi presso la sopraindicata area denominata Penisola e nei cantieri della demolizione, finalizzati al monitoraggio e controllo sia in aria (con un campionatore dotato di filtro per il partico-

lato, finalizzato alla ricerca di fibre di amianto aerodisperse) sia nei materiali riconducibili al ponte.

Le analisi con tecnica SEM di tutti i campioni prelevati nel corso del 2018 hanno confermato l'assenza di materiale e fibre riconducibili all'amianto ma, tuttavia, non essendo possibile escludere a priori la presenza di tale fattispecie di materiale, ARPAL ha sempre affermato la necessità di continui e ulteriori approfondimenti sulla base di nuove evidenze o segnalazioni.

In parallelo, l'altro grande tema su cui si è concentrata l'attenzione dell'opinione pubblica, a causa del limitato numero di strade disponibili e dell'inevitabile aumento del traffico, è stato quello della qualità dell'aria.

ARPAL ha risposto alle esigenze della cittadinanza installando sette campionatori passivi lungo la direttrice di maggior afflusso veicolare, in via Cornigliano, aggiungendo un campionatore per le polveri nella stazione di monitoraggio di qualità dell'aria di via Pastorino, a Bolzaneto, e posizionando due mezzi mobili - corredati di diversa strumentazione per gli inquinanti dell'aria - in via Giotto a Sestri e in via Fegino, a Borzoli.

Sul sito internet dell'Agenzia è stata creata una sezione dedicata agli aggiornamenti del Ponte Morandi, che ha riportato - appena disponibili - i risultati dei monitoraggi della qualità dell'aria e i referti analitici dell'amianto.

L'ACCOMPAGNAMENTO ALLA DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE

Nei primi mesi del 2019 è emersa la presenza, in alcuni campioni di conglomerato cementizio, di tracce di amianto di origine naturale (crisotilo) in concentrazioni confrontabili con il limite di rilevabilità strumentale della tecnica SEM adottata.

La demolizione dei tronconi del ponte è stata effettuata con due distinte modalità, lo smontaggio meccanico a

ponente e l'implosione a levante, avvenuta al termine di una lunga fase preparativa.

ARPAL e ASL, insieme agli altri enti pubblici di gestione del territorio, hanno accompagnato il lavoro del raggruppamento di imprese, contribuendo con le proprie valutazioni alla progettazione e realizzazione di un sistema di contenimento delle polveri unico nel suo genere. Sono state studiate e verificate le migliori tecniche disponibili, realizzando la più efficace operazione per la minimizzazione dell'impatto dell'implosione sulla qualità dell'aria del contesto cittadino in cui è avvenuta.

Si è trattato di un caso studio di livello europeo, costruito anche durante una serie prolungata di riunioni, momenti di confronto, miglioramenti e test reso possibile grazie alla capacità tecnologica e innovativa delle aziende private e alla professionalità, competenza e preparazione dei tecnici pubblici.

Per tutto il tempo ARPAL ha continuato l'opera di monitoraggio e controllo delle matrici ambientali interessate mediante:

- le campagne con i mezzi mobili iniziate nel 2018 presso i siti di Fegino e Via Giotto sono proseguite fino al 10 giugno 2019. Successivamente i mezzi mobili sono stati spostati a Certosa e in Lungomare Canepa (quest'ultimo per monitorare l'impatto del traffico veicolare incrementato dal traffico di attraversamento legato al crollo del ponte). I dati sono resi disponibili al pubblico sul portale www.ambienteinliguria.it;
- il monitoraggio aggiuntivo di PM10 presso la stazione fissa di Via Pastorino, a Bolzaneto, in prossimità dello svincolo autostradale. I dati sono resi disponibili al pubblico sul portale www.ambienteinliguria.it;
- il monitoraggio, da mese di febbraio 2019, delle concentrazioni di PTS e PM10 a opera del raggruppamento di imprese incaricato della demolizione in 2 siti, mentre da marzo sono stati posizionati anche cam-

pionatori ARPAL;

- l'effettuazione, da aprile ad agosto 2019, di 4 campagne di misura con campionatori vento-selettivi, cioè in grado di campionare su cartucce diverse a seconda della direzione di provenienza del vento, per la determinazione di polveri totali, PM10 e PM2.5, a monte e a valle del ponte;
- l'avvio, da maggio a dicembre 2019, di campagne sperimentali di durata mensile con micro-campionatori (*smart sampler*) di PM10 presso 6 siti;
- la verifica attraverso oltre 3 mesi di determinazioni gravimetriche continue e contestuali (affiancamento a

strumentazione del cantiere di strumentazione ARPAL) su 3 siti delle misure di particolato PM10 e PM2.5.

Nel mese di giugno, in vista dell'implosione delle pile 10 e 11, la strumentazione dei demolitori è stata ulteriormente integrata da ARPAL con:

- 1 campionatore PM2.5 in via Porro;
- 4 deposimetri (+ 1 come "bianco");
- 2 misuratori di particolato automatici certificati in grado di misurare in continuo PM10 e PM2.5, posizionati uno a valle della pila 11, all'interno del cantiere, e

Figura 1: Sopraluogo ARPAL presso il cantiere della demolizione



Fonte: ARPA Liguria

uno a monte della pila 10, ottenuto grazie alla collaborazione con ARPA Valle d'Aosta, integrati nel sistema di acquisizione dati di qualità dell'aria di ARPAL;

- 1 misuratore di particolato automatico certificato nella stazione di piazza Masnata, riattivata per l'occasione, integrato nel sistema di acquisizione dati della qualità dell'aria di ARPAL;
- 2 sistemi di acquisizione collegati a 2 misuratori di particolato automatici certificati (resi disponibili dal cantiere) in grado di misurare in continuo PM10 e PM2.5, posizionati uno a monte e uno a valle del ponte, all'esterno del cantiere, che hanno consentito l'integra-

zione di queste misure nel sistema di acquisizione dati della qualità dell'aria di ARPAL.

Il giorno dell'implosione - il 28 giugno - ARPAL è stata presente dalle 5 del mattino a notte inoltrata con circa 40 unità fra direttori, dirigenti e personale tecnico suddiviso in squadre, per presidiare ogni possibile aspetto di criticità.

Il rientro a casa di circa tremila persone nelle zone limitrofe alle aree delle operazioni è stato subordinato all'esito dei monitoraggi in tempo reale e delle analisi con tecnica SEM, i cui dati sono stati immediatamente messi

Figura 2: Laboratorio mobile ARPAL per il monitoraggio della qualità dell'aria posizionato a monte del



Fonte: ARPA Liguria

a disposizione della Struttura Commissariale e degli altri Enti preposti alla gestione del territorio. È stata una delle giornate più intense, culmine di un lavoro preparatorio concentrato soprattutto nell'ultimo mese, in cui tutto è stato pianificato e organizzato nel minimo dettaglio, a fronte di un evento che fortunatamente non ha molti altri analoghi.

Dopo l'implosione la strumentazione del cantiere è stata integrata da ARPAL per la misura del PM10 e PM2,5, per continuare l'attività di monitoraggio delle polveri. Campionamenti alla ricerca di fibre di amianto aerodisperso presso l'area di deposito dei detriti e del cantiere continuano settimanalmente, e le operazioni di innalzamento dei nuovi impalcati - 20 in tutto - sono precedute da un bollettino meteo dedicato per la previsione delle condizioni del vento nella giornata del sollevamento.

Impiego di un Aeromobile a Pilotaggio Remoto, munito di sensore ottico multispettrale, per la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica*

Sante Francesco Rende¹, Luigi Dattola², Domenico Papattera², Teresa Oranges², Vincenzo Sorrenti², Giovanna Belmusto²

¹ISPRA, ²ARPA Calabria

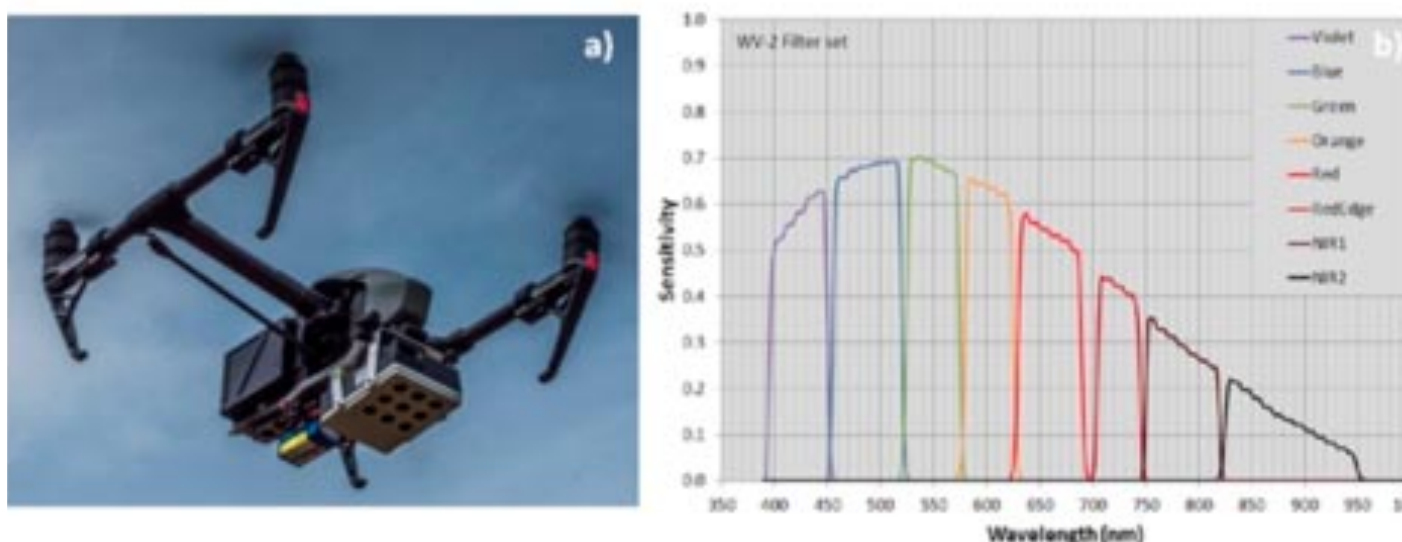
Metodologia

Le attività sperimentali di mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* superficiali sono state condotte in un tratto di costa dell'Area Marina Protetta Capo Rizzuto (KR). Nel sito oggetto di studio è stato eseguito un rilievo fotogrammetrico mediante l'impiego di un Aeromobile a Pilotaggio Remoto (APR), marca DJI modello Inspire 2, equipaggiato con una fotocamera multispettrale (MS) modello MAIA dotata di un sensore provvisto di bande

spettrali simili a quelle del satellite *World View 2* (Figura 1). I rilievi fotogrammetrici sono stati pianificati e gestiti con l'ausilio del *software Pix4D capture*.

Nell'ambito della sperimentazione condotta è stata testata una procedura speditiva per la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica*. Le immagini acquisite con la fotocamera MS sono state elaborate con il *software Metashape Professional* che ha consentito la generazione di un ortomosaico georiferito. L'ortomosaico ottenuto è stato poi elaborato con il *software* di classificazione a oggetti (OBIA), denominato *Trimble eCognition Essential*. L'algoritmo adoperato per la segmentazione e la classificazione dell'immagine è il *k-nearest neighbors algorithm (k-NN)*. L'elaborazione condotta con il *software eCognition* ha permesso di ottenere una mappa tematica accurata delle ecomorfosi caratterizzanti il sito oggetto di studio. L'ortomosaico MS ad alta risoluzione, ottenuto dal sensore multispettrale

Figura 1: a) Aeromobile a Pilotaggio Remoto DJI Inspire 2, munito di telecamera multipettrale MAIA b) Sensibilità spettrale delle bande della fotocamera Multispettrale MAIA-WV2



Nota: a) immagine ripresa durante le attività, b) manuale camera MAIA

Fonte: ARPA Liguria

MAIA, è stato poi confrontato con immagini aeree e satellitari a media e alta risoluzione, come l'immagine ottenuta dal sensore aviotrasportato multispettrale ADAR, l'immagine multispettrale ottenuta dal satellite *World View 2* e infine l'immagine iperspettrale (IS) ottenuta da sensore aviotrasportato MIVIS.

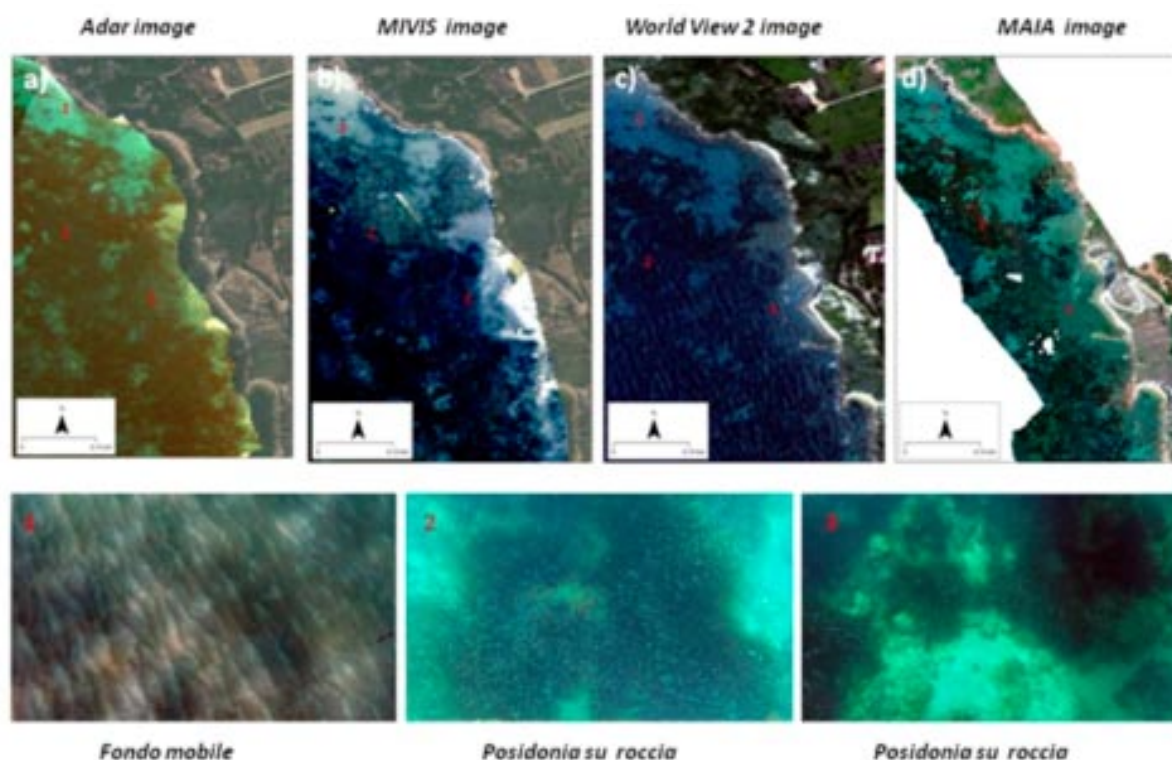
Caso studio

Come caso studio è stato scelto un sito ricadente all'interno dell'Area Marina Protetta Capo Rizzuto, caratterizzato dalla presenza di praterie di *P. oceanica* insediate su bassi fondali. Obiettivo della sperimentazione è quello di confrontare i diversi sensori (multispettrali,

iperspettrali) e le diverse piattaforme (Satellite, Aereo e Aeromobile e Pilotaggio Remoto) al fine di valutarne caratteristiche e potenzialità in relazione all'esecuzione di rilievi cartografici ad alta e altissima risoluzione.

La comparazione tra le immagini multispettrali e iperspettrali ha evidenziato sostanziali differenze riguardo alla risoluzione spaziale che va da pixel di 0,2m della camera MAIA, a pixel di 3m dei sensori aviotrasportati ADAR e MIVIS (Figura 2). Le principali tipologie di fondale (1: Fondo mobile, 2: *Posidonia* su roccia, 3: Roccia con ciuffi di *Posidonia*) sono perfettamente distinguibili in tutte le immagini poste a confronto. Tuttavia, le immagini MS World View 2 e MAIA hanno i migliori dettagli

Figura 2: a) Immagine MS ADAR, risoluzione 3m, anno 2003; b) Immagine IS MIVIS, risoluzione 3 m, anno 2013; c) Immagine MS World View 2, risoluzione 1,85 m, anno 2015; d) Immagine MS MAIA, risoluzione 0,20 m, anno 2018



Fonte: Elaborazione ISPRA - ARPACAL

tematici e spaziali (Figura 2c e Figura 2d).

Ultimo passaggio delle attività riguarda la segmentazione e la classificazione eseguita con il *software eCognition Essential*. L'algoritmo di segmentazione e classificazione a oggetti (OBIA), *k-nearest neighbors algorithm (k-NN)*, si mostra efficace e preciso, evidenziando un'elevata correlazione delle geometrie riguardo alle ecomorfosi del fondo (Figura 3).

Conclusioni

I prodotti cartografici ottenuti per mezzo dell'APR munito della fotocamera multispettrale MAIA hanno evidenziato un'accuratezza spaziale e tematica superiore al 90%. La procedura di mappatura adottata, mediante l'impiego della fotocamera multispettrale MAIA e dell'APR Inspire 2, risulta particolarmente utile per cartografare gli *habitat* marino costieri e le ecomorfosi delle praterie di *P. oceanica* ad alta e/o altissima risoluzione spaziale, tematica e temporale. L'impiego di Sistemi Ae-

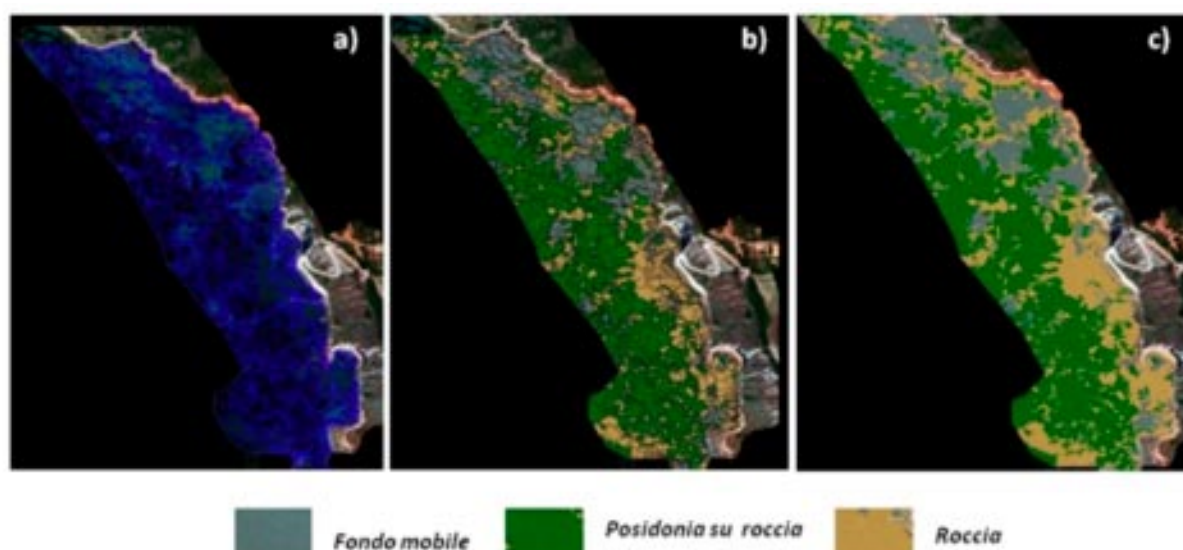
romobili a Pilotaggio Remoto insieme a sensori ottici multispettrali rappresentano un nuovo ed efficace approccio metodologico per mappare e cartografare, in tempi estremamente rapidi, gli *habitat* marino costieri d'acqua molto bassa. La metodologia sperimentata rappresenta un potente ed economico sistema di controllo per il monitoraggio ambientale a breve e lungo periodo.

Bibliografia

Calvo S., Ciraolo G., Tomasello A., La Loggia G., Malthus T. J., Savona E., 1996, *Monitoring Posidonia oceanica meadows in the Mediterranean Sea by means of airborne remote sensing techniques*. In International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition-Technology, Measurement & Analysis, 2 nd, San Francisco, CA.

Pasqualini V., Pergent-Martini C., Clabaut P., Marteel H., Pergent G., 2001, *Integration of aerial remote sensing, photogrammetry, and GIS technologies in seagrass*

Figura 3: a) Segmentazione Multiresolution; b) Segmentazione Multiresolution e classificazione (k-NN); c) Classificazione k-nearest neighbors algorithm (k-NN)



Fonte: Elaborazione ISPRA – ARPACAL

mapping. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67(1), 99-105.

Matarrese R., Acquaro M., Morea A., Tijani K., Chiaradia M. T., 2008, *Applications of Remote Sensing Techniques for Mapping Posidonia Oceanica Meadows*. In IGARSS (4) (pp. 906-909).

Dattola L., Rende S. F., Dominici R., Lanera P., Di Mento R., Scalise S., Aramini G., 2018, *Comparison of Sentinel-2 and Landsat-8 OLI satellite images vs. high spatial resolution images (MIVIS and WorldView-2) for mapping Posidonia oceanica meadows*. In Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2018 (Vol. 10784, p. 1078419). International Society for Optics and Photonics.

**Progetto pilota ISPRA – ARPA Campania.
Redazione di protocolli di monitoraggio,
campionamento e analisi finalizzati alla
valutazione della dispersione accidentale
nell'ambiente di colza geneticamente
modificato nella regione Campania.
Attività svolta nel periodo ottobre
2018/ottobre 2019**

Giovanni Staiano¹, Valentina Rastelli¹, Alfonso Sergio²,
Valeria Giovannelli¹, Pietro Massimiliano Bianco¹, Matteo
Lener¹

¹ISPRA, ²ARPA Campania

L'obiettivo principale del progetto pilota ISPRA – ARPA Campania è la messa a punto di protocolli di monitoraggio, campionamento e analisi finalizzati all'individuazione di colza (*Brassica napus*) geneticamente modificata nell'ambiente in seguito alla dispersione accidentale dei semi importati, che può verificarsi durante il trasporto dal punto di ingresso ai punti di stoccaggio e trasformazione. Per ulteriori dettagli si rimanda all'articolo pubblicato nel “Rapporto Ambiente – SNPA. Edizione 2018, n. 07/2019”.

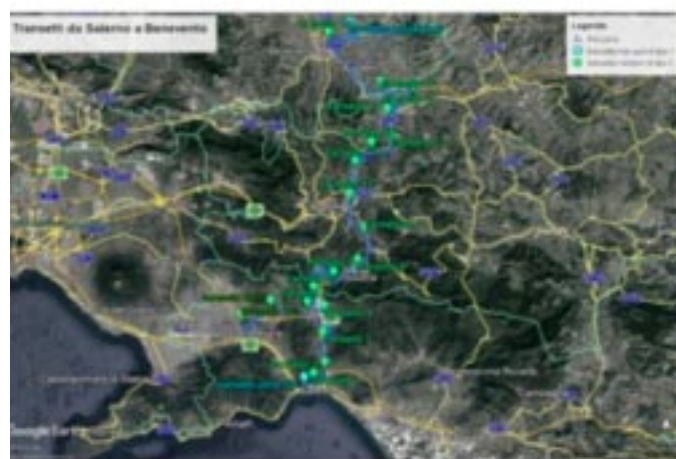
In questo documento vengono riportati alcuni dei risultati ottenuti in seguito alle attività di campionamento e successive analisi di laboratorio relative al periodo ottobre 2018 – dicembre 2019.

**Attività di monitoraggio e
campionamento**

Le attività di monitoraggio e di campionamento sono state svolte nei due periodi dell'anno, primavera inoltrata e autunno, in cui è più probabile che siano presenti piante di *Brassica napus* o altre Brassicacee interfertili.

Nel periodo di riferimento è stata effettuata una campagna di campionamento nell'autunno 2018, due campagne nella primavera del 2019 e infine una campagna nell'autunno del 2019. La prima campagna è stata finalizzata alla verifica dei transetti individuati nel corso di sopralluoghi preliminari effettuati tra la primavera e l'estate del 2018, lungo il percorso tra il porto di Salerno e una ditta sementiera situata in provincia di Benevento. La seconda campagna di campionamento è stata focalizzata all'individuazione e alla verifica di nuovi transetti lungo una seconda direttrice che va dal porto di Salerno a una ditta sementiera situata in provincia di Caserta. Le attività di verifica condotte a ottobre 2018 lungo la direttrice Salerno – Benevento (Figura 1), hanno portato all'eliminazione di 2 dei 19 transetti individuati, perché non rilevanti per il monitoraggio vista la scarsa, se non nulla, presenza di Brassicacee.

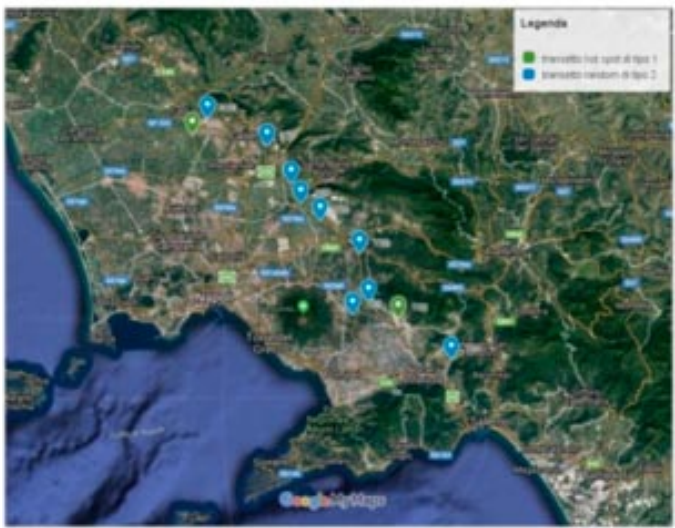
Figura 1: Transetti lungo la direttrice Salerno – Benevento



Fonte: Elaborazione ISPRA e ARPA Campania

A giugno 2019 sono iniziate le attività di individuazione dei transetti e di campionamento lungo la seconda direttrice stradale potenzialmente interessata dal trasporto del materiale di colza, Salerno - Caserta. Sono stati selezionati 11 transetti, di cui 9 di tipo lineare e 2 di tipo *hot spot* (Figura 2). In tutti i transetti selezionati è stata notata una situazione di bassa densità, ovvero numero di individui ≤ 30 piante/4 m²; per questo motivo si è proceduto al campionamento di tutti gli individui presenti, come da protocollo di campionamento.

Figura 2: Transetti lungo la direttrice Salerno - Caserta



Fonte: Elaborazione ISPRA e ARPA Campania

Nell'ottobre 2019 gli 11 transetti individuati lungo la direttrice Salerno - Caserta sono stati verificati con un secondo ciclo di campionamenti. Anche in questo secondo ciclo la densità delle piante da monitorare è risultata molto bassa sia nei transetti di tipo lineare sia di tipo *hot spot*. Nel periodo descritto, ottobre 2018 - dicembre 2019, sono stati campionati 3.426 individui di Brassicacee in-

terfertili con colza raggruppati, in base alla specie, in gruppi di campioni contenenti un massimo di 10 individui (*bulk*), per un totale di 363 *bulk*.

Tabella 1: Elenco delle specie, interfertili con *Brassica napus*, campionate e analizzate nel periodo ottobre 2018 - dicembre 2019 e relativi bulk ottenuti

Specie campionate	N° di bulk
<i>Brassica olearacea</i> L.	13
<i>Diplotaxis tenuifolia</i> L. DC	126
<i>Raphanus sativus</i> (domestico)	6
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	93
<i>Sinapis alba</i> L.	34
<i>Rapistrum rugosum</i> L. Arcang.	16
<i>Sinapis arvensis</i>	55
<i>Hirschfeldia incana</i> L.	1
<i>Brassica napus</i> L.	3
<i>Brassica rapa</i>	16

Fonte: Elaborazione ISPRA e ARPA Campania

Per facilitare la registrazione di dati e informazioni potenzialmente utili a una successiva valutazione dei singoli transetti, sono state predisposte delle schede da compilare in campo. Le schede riportano i dati del singolo transetto relativi a: lo stato ambientale e climatico del sito al momento del campionamento, data e orario di prelievo, dati geografici (località e Comune), le sigle delle specie campionate e gli operatori che hanno eseguito il prelievo. Le schede rappresentano anche il verbale di campionamento utilizzato dal laboratorio di ARPAC Dipartimento di Avellino - Laboratorio Regionale OGM che effettua le analisi molecolari per lo *screening* di OGM.

Preparazione dei campioni ed estrazione del DNA

Tutti i campioni prelevati sono stati conservati in congelatore biologico a $-80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La procedura di preparazione dei campioni utilizzata, propedeutica all'analisi, è stata la seguente: le foglie del campione congelato sono state separate dai fusti e opportunamente omogeneizzate direttamente nel sacchetto pre-sto chiuso; successivamente sono stati prelevati da 1 a 5 grammi di campione omogeneizzato in funzione della quantità totale di campione prelevato (generalmente almeno la metà del campione totale). Il campione prelevato è stato versato in una capsula di porcellana in cui sono stati aggiunti circa 10 ml di azoto liquido e macinato con un pestello fino a renderlo omogeneo; per ciascun campione sono stati utilizzati una capsula e un pestello puliti e decontaminati con soluzione acquosa di ipoclorito di sodio. Il campione macinato è stato raccolto in provette tipo Eppendorf da 2ml sulle quali è stato riportato il codice del campione e il numero di registrazione. Dal campione macinato è stata successivamente pre-

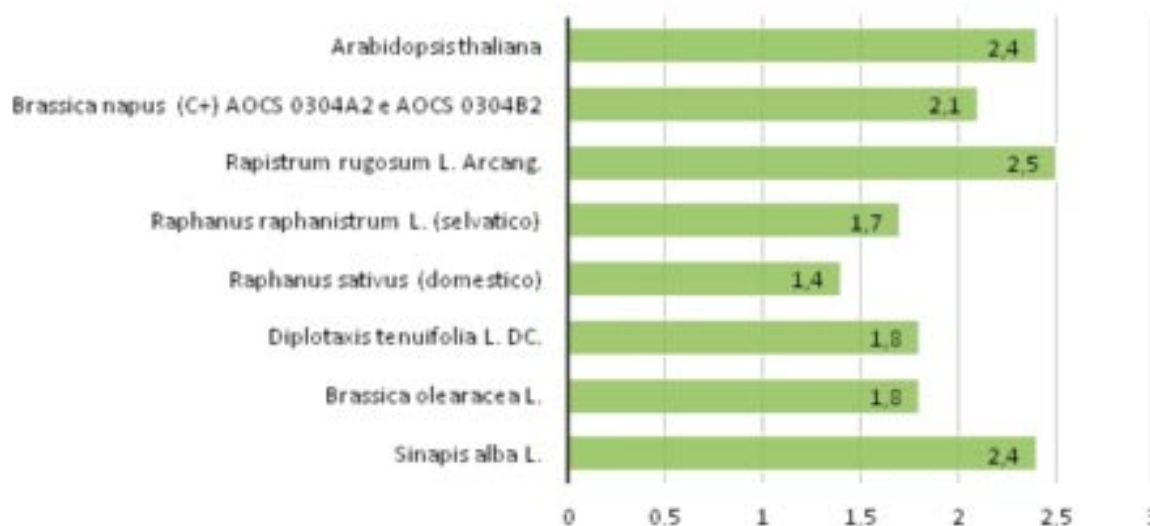
levata la porzione analitica di circa 120 milligrammi per l'estrazione del DNA. I campioni non esaminati in giornata sono stati conservati a $-80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. L'estrazione è stata effettuata utilizzando il kit della ditta Invitrogen di Life Technologies "*Pure Link Plant Total DNA Purification Kit*".

I campioni di DNA estratti utilizzando il kit hanno dato una resa di DNA compresa tra 1,0 e 3,9 μg che risulta confrontabili rispetto ai valori di riferimento (*User Guide* del kit per la specie *Arabidopsis thaliana*). Nella Figura 3 sono riportate le rese di DNA per alcune specie analizzate, espresse in μg , come valore medio calcolato per la singola specie e dei controlli di estrazione. La quantità di DNA estratto è variabile e dipende dalla specie analizzata e dalla singola pianta in funzione dello stato di conservazione del vegetale e dell'età.

Rilevazione gene endogeno CruA

I campioni sono stati successivamente sottoposti all'analisi per rilevare la presenza del gene CruA. La procedura consente di verificare, mediante PCR

Figura 3: Quantità di DNA estratto (valore medio μg /specie)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPAC

Real-Time, la presenza del gene endogeno CruA e contestualmente la qualità del DNA estratto. La procedura utilizzata fa riferimento alle norme UNI EN ISO 21569-21570 e 24276 e al metodo GMO METHODS: QT-TAX-BN-012 pubblicato sul sito EURL-ENGL per le analisi di matrici agroalimentari. I materiali di riferimento, utilizzati come controlli positivi, sono stati forniti da AOCS (AOCS 0304A2 colza convenzionale e AOCS 0304B2 colza GT73/RT73 100%).

Screening (p35S, tNOS, costruito CTP-CP4-EPSPS)

Per quanto riguarda lo *screening* per la presenza del promotore p35S, del terminatore tNOS, e del costruito CTP-CP4-EPSPS si è proceduto nel modo seguente: il DNA che ha dato esito positivo alla rilevazione del gene endogeno CruA è stato sottoposto ad amplificazione genica utilizzando primer specifici in grado di rilevare la presenza di transgeni introdotti in più eventi di colza GM. In questo caso la procedura di prova utilizzata fa riferimento alle norme UNI EN ISO 21569-21570 e 24276. I materiali di riferimento utilizzati come controlli positivi per p35S e tNOS sono stati forniti da EURL-IRMM (ERM BF 412d -Bt11 (1%) mentre per il CTP-CP4-EPSPS il materiale utilizzato è stato fornito dalla ditta AOCS (AOCS 0304B2 colza GT73/RT73 100%).

Analisi dei campioni

Nel novembre 2019 sono stati sottoposti ad analisi 250 campioni i quali sono tutti risultati positivi alla rilevazione del gene endogeno CruA; tutti i campioni sono invece risultati negativi alla rilevazione del p35S, del tNOS e del CTP-CP4-EPSPS.

Bibliografia

- Belter, A. 2016. Long-Term Monitoring of Field Trial Sites with Genetically Modified Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) in Saxony-Anhalt, Germany. Fifteen Years Persistence to Date but No Spatial Dispersion. *Genes* (Basel) 2016 Jan; 7(1): 3. Published online 2016 Jan 16.
- EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). 2010. Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. *EFSA Journal* 2010;8(11):1879. [111 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1879.
- European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network) – Joint EPA ENCA Interest Group on Genetically Modified Organisms (IG GMO). Monitoring of Spontaneous Populations of Genetically Modified Plant Species in the Environment (in pubblicazione).
- Lutman, PJW, Berry, K, Payne, RW, Simpson, E, Sweet, JB, Champion, GT, May, MJ, Wightman, P, Walker, K, Lainsbury, M. 2005. Persistence of seeds from crops of conventional and herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*). *Proc. Biol. Sci.* 2005;272:1909–1915.
- Pessel, FD, Lecomte, J, Emeriau, V, Krouti, M, Messean, A, Gouyon, PH. 2001. Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields. *Theor Appl Genet* (2001) 102:841–846.
- OECD. 1997. Consensus Document on the Biology of *Brassica napus* L. (Oilseed Rape)
- “RAPPORTO AMBIENTE – SNPA. Edizione 2018. Doc. n. 07/2019”, SNPA, Rapporti 07_2019, Roma, febbraio 2019
- Tosatto, S; Regis, F. 2002. Il Colza – Collana monografica manuali naturalistico agronomici. ARPA Piemonte.
- Warwick, SI, Légère, A, Simard, MJ, James, T. 2008. Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy *Brassica rapa*

population. *Mol Ecol*. 2008 Mar;17(5):1387-95.

Warwick, SI, Simard, MJ, Légère, A, Beckie, HJ, Braun, L, Zhu, B, Mason, P, Séguin-Swartz, G, Stewart, CN Jr. 2003. Hybridization between transgenic *Brassica napus* L. and its wild relatives: *Brassica rapa* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sinapis arvensis* L., and *Erucastrum gallicum* (Willd.) O.E. Schulz. *Theor Appl Genet*. 2003 Aug;107(3):528-39.

Il controllo del territorio: l'abbandono di rifiuti contenenti amianto

Marco Pasquale
ARPA Molise

Il controllo del territorio è svolto costantemente dalle strutture territoriali di ARPA Molise e, con riferimento ai rifiuti, è finalizzato alla ricerca dei rifiuti abbandonati e in particolare agli abbandoni di manufatti contenenti amianto; abbandoni che assumono talora per quantità ed estensione la connotazione di discariche abusive.

Il controllo si è reso necessario perché l'abbandono di amianto, oltre a determinare un notevole degrado delle aree interessate e a richiamare altri illeciti abbandoni, può rappresentare anche un rischio sanitario per la dispersione delle fibre. I rifiuti di amianto, infatti, come più volte documentato nel corso degli interventi effettuati da ARPA, vengono frantumati e abbandonati non solo in aree marginali, agricole e boschive, nel suolo e nei corsi d'acqua, ma addirittura nell'ambiente urbano, vicino ai cassonetti della raccolta rifiuti urbani, talvolta dentro i cassonetti stessi e in prossimità delle abitazioni. Per contrastare questo e altri fenomeni di abbandono di rifiuti, ARPA Molise si è dotata di un protocollo operativo di intervento. Protocollo che ha inteso salvaguardare soprattutto la sicurezza del personale addetto, dotandolo di particolari attrezzature e indumenti da lavoro (es. imbracature, corda, attrezzature per la discesa e risalita in corda), di opportuni DPI (mascherine, tute monouso, stivali, scarponcini, etc.) e di alcune strumentazioni (termocamera, rilevatore di radioattività, etc.). Secondo la procedura, tutte le aree di abbandono vengono dapprima sottoposte a controllo della radioattività. Successivamente ai rilievi radiometrici vengono delimitate con nastro bianco-rosso e, in caso di presenza di

amianto, viene anche apposto un avviso di: *"presenza di rifiuti abbandonati presumibilmente contenenti amianto"*.

L'avviso ha lo scopo di:

- informare i cittadini di un possibile rischio di esposizione a fibre di amianto;
- informare gli Enti competenti e gli Organismi di controllo che i rifiuti sono stati campionati da ARPA;
- rendere più facile la loro individuazione, soprattutto nei luoghi impervi;
- dissuadere chi abbandona i rifiuti;
- stimolare i cittadini a segnalare la presenza di questi rifiuti.

Successivamente al sopralluogo, i dati raccolti e quelli relativi ai campionamenti effettuati (tipologia di manufatto, quantità, numero di campioni, ecc.) vengono inseriti in un sistema informativo territoriale.

Gli esiti degli accertamenti svolti, nonché di quelli analitici, vengono trasmessi agli Enti competenti o all'Autorità Giudiziaria, a seconda della tipologia di illecito riscontrato.

La mappatura così costruita consente al personale sul territorio di incrociare i dati con quelli del censimento regionale amianto, di individuare le zone più sensibili e i percorsi più battuti, sia per sottoporre le aree più critiche a videosorveglianza (mediante l'impiego delle fototrappole), sia per verificare la correttezza degli smaltimenti dei manufatti censiti. Tali attività vengono svolte, a seconda dei casi, d'iniziativa o in sinergia con le Amministrazioni locali e con gli altri Organismi di controllo.

Nell'ambito dell'attività di controllo del territorio, ARPA Molise si occupa anche della ricerca dei siti a rischio interrimento rifiuti, tra i quali ampio spazio viene dato all'individuazione, attraverso l'impiego di strumenti geofisici, quale l'elettromagnetometro *Profiler* "EMP400", delle aree in cui si ipotizza l'interrimento dei rifiuti con-

tenenti amianto.

Nel corso degli ultimi cinque anni, fortunatamente, si è assistito a un'inversione dei fenomeni di abbandono dei rifiuti. L'andamento positivo è dovuto, sia alla costante attività di controllo del territorio da parte degli Organismi di controllo, sia alla maggiore sensibilità dei cittadini, sia all'impegno profuso dagli Enti locali nelle attività di prevenzione, di rimozione e di smaltimento dei rifiuti abbandonati.

Tuttavia, per quanto riguarda l'amianto, i numerosi controlli ambientali e la sempre maggiore attenzione dei cittadini verso questi rifiuti speciali, hanno indotto una modifica nelle "abitudini" di abbandono, al fine di renderne meno percettibile lo smaltimento illecito.

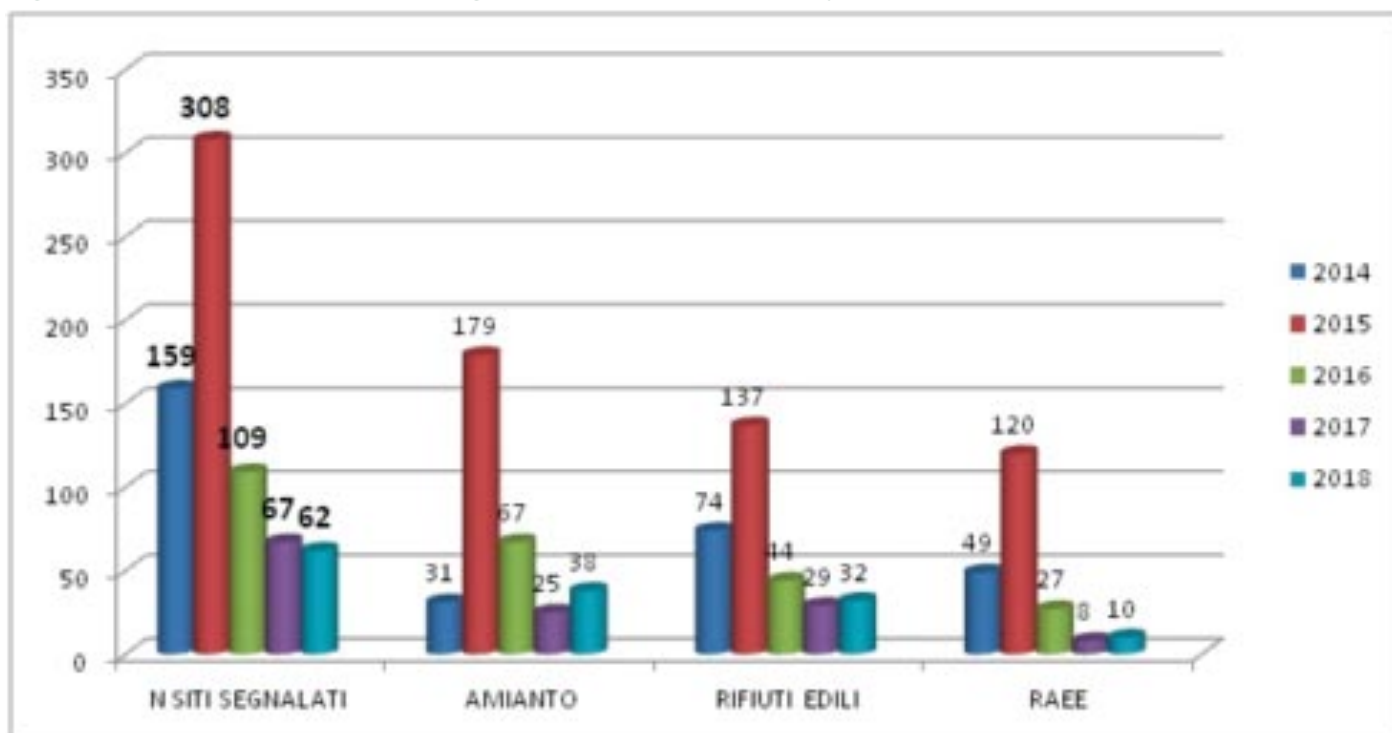
Si è passati, infatti, dalla pratica di "smaltimento" di manufatti tal quali (*onduline*, vasconi, canne fumarie, tubature), troppo visibili e ingombranti da trasportare, alla

ben più pericolosa prassi di abbandonarli dopo averli preventivamente frantumati, spesso mescolandoli con i rifiuti edili, o occultandoli tra i rifiuti urbani.

Rispetto agli anni passati, infatti, salvo alcune eccezioni, sono diminuiti i rinvenimenti di pezzi ingombranti scaricati in luoghi isolati e spesso inaccessibili, perché la loro frantumazione meccanica consente di poterli abbandonare, velocemente e senza destare troppi sospetti, in aree residenziali e finanche dentro ai cassonetti destinati alla raccolta dei rifiuti urbani.

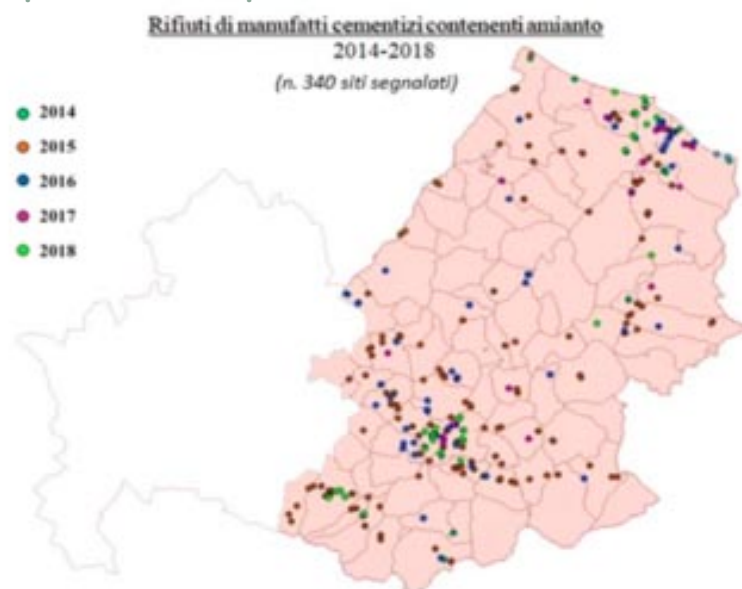
La riduzione volumetrica di questi rifiuti è quanto mai pericolosa, perché la disgregazione della matrice cementizia che tiene "incollate" le fibre di amianto, ne aumenta la mobilità nell'ambiente e di conseguenza il rischio di esposizione e di inalazione, sia per chi effettua materialmente la frantumazione, sia per chi li trasporta e li scarica, sia per i cittadini stessi.

Figura 1: Siti di abbandono rifiuti segnalati da ARPA Molise nel periodo 2014-2018



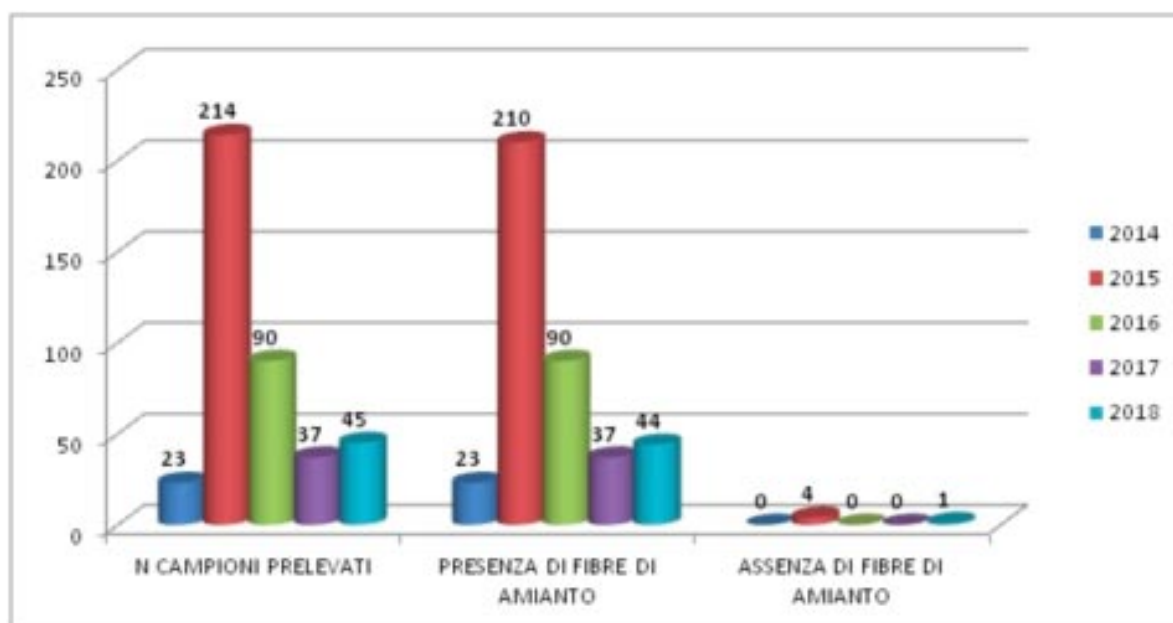
Fonte: Elaborazione ARPA Molise

Figura 2: Esempio di mappatura dei siti di abbandono rifiuti contenenti amianto, segnalati da ARPA Molise nel periodo 2014-2018 nella provincia di Campobasso



Fonte: Elaborazione ARPA Molise

Figura 3: Campionamento di rifiuti di manufatti presumibilmente contenenti amianto nel periodo 2014-2018



Fonte: Elaborazione ARPA Molise

Bibliografia

ARPA Molise-report annuale di controllo del territorio.

2. CLIMA

Impatto del cambiamento climatico sui ghiacciai alpini: evoluzione recente e scenari futuri

Paolo Pogliotti
ARPA Valle d'Aosta

La riduzione dei ghiacciai è certamente una tra le più eloquenti e impressionanti testimonianze naturali dell'effetto dei cambiamenti climatici sull'ambiente alpino. Da decenni in quest'area vengono effettuate misurazioni delle fluttuazioni glaciali ed è qui che nella seconda metà del XIX secolo è nata la moderna glaciologia (e.g. Sacco, 1886; Forel, 1895). Le osservazioni glaciologiche alpine infatti vantano le serie di misure più lunghe al mondo, un patrimonio inestimabile che, oltre a permettere la ricostruzione delle variazioni nel passato, consente di sviluppare e validare gli attuali modelli numerici di evoluzione glaciale e quantificare l'accuratezza degli scenari futuri.

L'analisi delle serie storiche, e più recentemente l'utilizzo dei dati satellitari, mostrano che, nel corso degli ultimi 150 anni, le Alpi hanno perso una porzione importante della loro superficie glaciale con un'accelerazione significativa a partire dalla metà degli anni '80 del secolo scorso. In particolare, dal culmine della così detta Piccola Età Glaciale (1450-1850 circa), la perdita areale complessiva dei ghiacciai alpini è stata del 35% dal 1850 fino al 1975 e, quasi del 50% fino all'anno 2000 (Zemp *et al.*, 2006).

La catena alpina è considerata la “*water tower*” d'Europa, ossia una riserva di acqua strategica, che alimenta i principali corsi d'acqua europei e sostiene milioni di persone. Anche se la neve costituisce il principale ser-

batoio di questa riserva, i ghiacciai giocano un ruolo molto importante perché rilasciano acqua nella seconda metà della stagione estiva (normalmente nei mesi di agosto e settembre) quando il contributo della fusione nivale diminuisce drasticamente e il fabbisogno di acqua è massimo a causa della calura estiva. Questo ruolo “tamponante” è diventato ancora più importante negli ultimi due decenni in cui le ondate di calore estive e i periodi di siccità sono diventati via via più frequenti e intensi (IPCC, 2013).

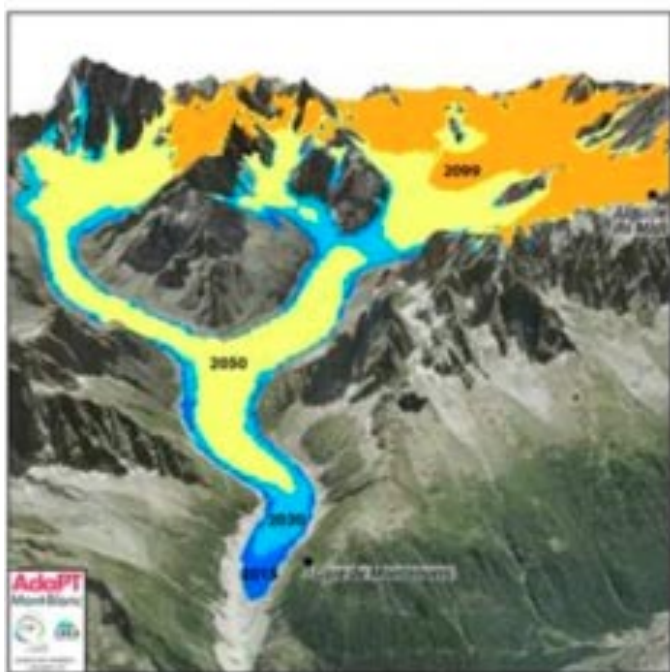
In termini di risorsa idrica, è dunque molto più importante quantificare le variazioni di massa dei ghiacciai piuttosto che la variazione dell'area. Per poterlo fare, occorre monitorare la fusione glaciale, misurando annualmente (con vari metodi possibili) l'equivalente in acqua (metri di *water equivalent* “m w.e.”) dello spessore medio di ghiaccio perso ogni anno dal ghiacciaio. Gli studi più recenti rivelano che i tassi medi di fusione, osservati a livello mondiale dall'inizio del XXI secolo, non hanno eguali nelle serie storiche delle misure. In particolare, i tassi medi di fusione dal 1991 al 2010 (-0,54 m w.e./anno) sono quasi doppi rispetto alla media della seconda metà del XX secolo (-0,33 m w.e./anno) (Zemp *et al.*, 2015). In termini volumetrici (km³ di ghiaccio) tra il 1980 e il 2018 i ghiacciai alpini hanno perso 45±5 km³ di ghiaccio con una media sull'intero periodo di circa 1 km³/anno. Tuttavia, i dati mostrano che circa 30 km³ dei 45 totali sono stati persi dopo il 2000, quindi a una velocità doppia rispetto al ventennio precedente (2 km³/anno). Per avere una vaga idea della quantità di acqua in gioco basti pensare che 30 km³ di ghiaccio equivalgono a circa 27.000 miliardi di litri di acqua.

A livello globale, per i prossimi decenni, gli scenari climatici prevedono un'ulteriore contrazione dei ghiacciai

anche nel caso in cui l'aumento delle temperature globali dovesse mantenersi entro il limite di 1,5°C rispetto ai valori pre-industriali (Marzeion *et al.*, 2018). I modelli numerici indicano che per i ghiacciai alpini, fino al 2050, il volume totale di ghiaccio è destinato a calare drasticamente, indipendentemente dagli scenari di emissione di CO₂ (noti agli esperti come *Representative Concentration Pathway*, RCP, 2.6, 4.5 e 8.5 dal più ottimistico al peggiore) presi in considerazione e, quindi, dagli sforzi che verranno compiuti per contenere il riscaldamento globale.

In particolare, nel futuro più prossimo (2030-2050) non si risconteranno grandi differenze tra gli scenari e la riduzione sarà marcata, con perdite di volume intorno al

Figura 1: Evoluzione del ghiacciaio della Mer de Glace (valle di Chamonix) nel 2030, 2050 e 2099 con uno scenario di riscaldamento intermedio (RCP4.5)



Fonte: Cremonese *et al.*, 2019

47%-52% rispetto ai volumi dell'anno 2017. Nel futuro più lontano, ossia nella seconda metà del XXI secolo, gli scenari di fusione iniziano a divergere e, con lo scenario ottimistico (RCP2.6), la perdita di ghiaccio potrebbe essere relativamente limitata e circa un terzo (36,8% $\pm$ 11,1%) dell'attuale volume di ghiaccio (2017) potrebbe conservarsi fino al 2100. Nel caso invece di uno scenario di forte riscaldamento (RCP8.5) si prevede che i ghiacciai scompaiano quasi totalmente entro il 2100 con riduzioni percentuali del 94,4 $\pm$ 4,4% rispetto all'attuale (Zekollari, 2019). A titolo di esempio, la Figura 1 mostra la possibile evoluzione del ghiacciaio della Mer de Glace (versante settentrionale del Monte Bianco) nel 2030, 2050 e 2099 con uno scenario di riscaldamento intermedio (RCP4.5, Vincent *et al.*, 2014, Cremonese *et al.*, 2019).

L'evoluzione del ghiacciaio è stata modellata sulla base di dati climatici e parametri fisici del ghiacciaio. Il ritiro della fronte della Mer de Glace è anche accompagnato da una significativa riduzione del suo spessore. L'immagine è stata elaborata nell'ambito del progetto AdaPT-MontBlanc, a cui ARPA VDA partecipa, finanziato dal programma europeo Interreg-Alcotra 2014-2020.

La conseguenza più preoccupante di questa tendenza è certamente la ridotta quantità di acqua nei fiumi e nei torrenti durante il periodo estivo, un fenomeno che già attualmente è percettibile e che potrà avere ripercussioni sulla disponibilità idrica a uso potabile e agricolo. La variazione dei regimi idrologici stagionali impatterà anche sul settore idroelettrico che dovrà adattare le proprie strategie di produzione e far fronte a un aumento del trasporto solido nelle acque con conseguente aumento dei costi di esercizio (peraltro, la riduzione dei ghiacciai sta liberando ampie aree in

alta quota che potrebbero essere adatte per la costruzione di nuovi invasi).

Infine, al di là della riserva d'acqua, va ricordato che i ghiacciai sono anche un'attrazione turistica sia dal punto di vista paesaggistico sia per la pratica di numerose attività sportive estive e invernali, pertanto la loro riduzione richiederà anche agli operatori di questo settore nuove strategie di adattamento e di *marketing*.

Bibliografia

- Cremonese E., Carlson B., Filippa G., Pogliotti P., Alvarez I., Fosson JP., Ravanel L. & Delestrade A., 2019. *AdaPT Mont-Blanc. Rapport Climat: Changements climatiques dans le massif du Mont-Blanc et impacts sur les activités humaines*. Rédigé dans le cadre du projet AdaPT Mont-Blanc financé par le Programme européen de coopération territoriale Alcotra Italie-France 2014-2020. Novembre, 2019, 101 p.
- Forel F.-A., 1895., *Les variations périodiques des glaciers. Discours préliminaire*. Archives des Sciences Physiques et Naturelles, 34(2), 209-229.
- Haeberli W., Oerlemans J., Zemp, M., 2019. *The future of alpine glaciers and beyond*. In: Oxford Research Encyclopedia of Climate Science, doi:10.1093/acrefore/9780190228620.013.769.
- Haeberli W., & Hoelzle M., 1995. *Application of inventory data for estimating characteristics of and regional climate-change effects on mountain glaciers: A pilot study with the European Alps*. Annals of Glaciology, 21, 206-212.
- Huss M., 2012. *Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: the European Alps 1900-2100*. The Cryosphere, 6, 713-727, doi:10.5194/tc-6-713-2012.
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Marzeion B., Kaser G., Maussion F., Champollion N., 2018. *Limited influence of climate change mitigation on short-term glacier mass loss*. Nature Climate Change, 8, 305-308, doi:10.1038/s41558-018-0093-1.
- Pfeffer W. T., Arendt A. A., Bliss A., Bolch T., Cogley J. G., Gardner A. S., Miles E. S., 2014. *The Randolph Glacier Inventory: a globally complete inventory of glaciers*. Journal of glaciology., 60(221), 537-552.
- Sacco F., 1886. *L'anfiteatro morenico di Rivoli*, Lit. Doyen, Torino.
- Vincent C., Harter M., Gilbert A., Berthier E., Six D., 2014. *Future fluctuations of Mer de Glace, French Alps, assessed using a parameterized model calibrated with past thickness changes*. Annals of Glaciology, 55(66), 15-24.
- Zekollari H., Huss M., Farinotti D., 2019. *Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble*. The Cryosphere, 13 (4), 1125-1146, doi:10.5194/tc-13-1125-2019.
- Zemp M., Paul F., Hoelzle M., Haeberli W., 2006. *Glacier fluctuations in the European Alps 1850-2000: an overview and spatiotemporal analysis of available data*. In: The Darkening Peaks: Glacial Retreat in Scientific and Social Context, edited by B. Orlove, E. Wiegandt, and B. Luckman, Univ. Calif. Press, Berkeley.
- Zemp M., Frey H., Gartner-Roer I., Nussbaumer S., Vincent C., 2015. *Historically unprecedented global glacier decline in the early 21st century*. Journal of Glaciology, Vol. 61, No. 228, 2015, doi:10.3189/2015JoG15J017.

Valutazione meteorologica e micro-meteorologica delle aree a orografia complessa del Lazio “Campagna CAVEAT-038”

Massimo Enrico Ferrario
ARPA Lazio

Nell'ambito dell'aggiornamento del Piano di Risana-mento della qualità dell'aria (l'ultima versione era ferma al 2009) è stata prevista una valutazione meteorologica e micro-meteorologica delle aree a orografia complessa al fine di supportare le azioni di contrasto all'inquina-mento atmosferico. Nella regione Lazio tra queste aree vi è la Valle Latina, meglio conosciuta come Valle del Sacco (che si estende da Colleferro a Sant'Ambrogio sul Garigliano).

In questa zona la qualità dell'aria desta da anni notevoli preoccupazioni ambientali e sanitarie soprattutto per quanto attiene ai livelli di concentrazione delle polveri sottili (PM10 e PM2,5) riscontrati durante tutto il periodo invernale. Questa criticità risulta evidente con l'aumen-tare delle conoscenze acquisite attraverso la rete fissa regionale di monitoraggio della qualità dell'aria e le nu-merose campagne sperimentali, prolungate e ripetute, realizzate negli ultimi anni con i mezzi mobili di ARPA Lazio. Il quadro complessivo è quello di un inquina-mento atmosferico non localizzato in siti specifici della vallata, ma diffuso, anche nelle valli laterali.

Durante il periodo invernale, sia di giorno sia di notte, si instaurano nella vallata situazioni di elevata e prolun-gata stabilità, e una debole circolazione dell'aria diretta prevalentemente lungo l'asse vallivo. Nelle ore notturne si generano venti di discesa dai pendii circostanti, men-

tre nelle ore diurne questo meccanismo tende a inver-tirsi. Stabilità e venti deboli favoriscono quindi un pro-gressivo accumulo di particolato e il conseguente e persistente aumento della relativa concentrazione di in-quinanti atmosferici.

Gli elevati livelli di polveri sottili sono dovuti non solo alle condizioni micro-climatiche sfavorevoli, ma anche alla presenza di numerose sorgenti di emissioni (industrie, traffico degli autoveicoli, riscaldamento invernale degli edifici). Come evidenziato dal sistema di monitoraggio regionale, una minore criticità si ha durante l'estate per-ché le condizioni micro-meteorologiche sono favorevoli alla dispersione degli inquinanti e le emissioni legate al riscaldamento domestico sono assenti.

Questo studio, per la prima volta, ha raggruppato in un unico rapporto tutte le informazioni meteorologiche di-sponibili su questa zona e ha inoltre attivato una speci-fica campagna di misura annuale (CAVEAT-038) con ulteriori quattro postazioni con strumentazione meteo-rologica avanzata (Sodar, Lidar, Multisensore e Stazione Micro-meteorologica rilocabile) al fine di definire le ca-ratteristiche dispersive del territorio.

La campagna di misura ha confermato i risultati dei pre-cedenti studi scientifici, indicando che le particolari con-dizioni micro-meteorologiche e orografiche rendono la Valle del Sacco una zona favorevole all'accumulo e al ri-stagno degli inquinanti. Le principali forme di disper-sione atmosferica infatti possono agire in modo limitato.

La dispersione meccanica è minima a causa della de-bole ventilazione presente in valle. La schermatura dei Monti Lepini inibisce e attenua le brezze di mare, pre-senti specie in primavera ed estate. Le perturbazioni at-

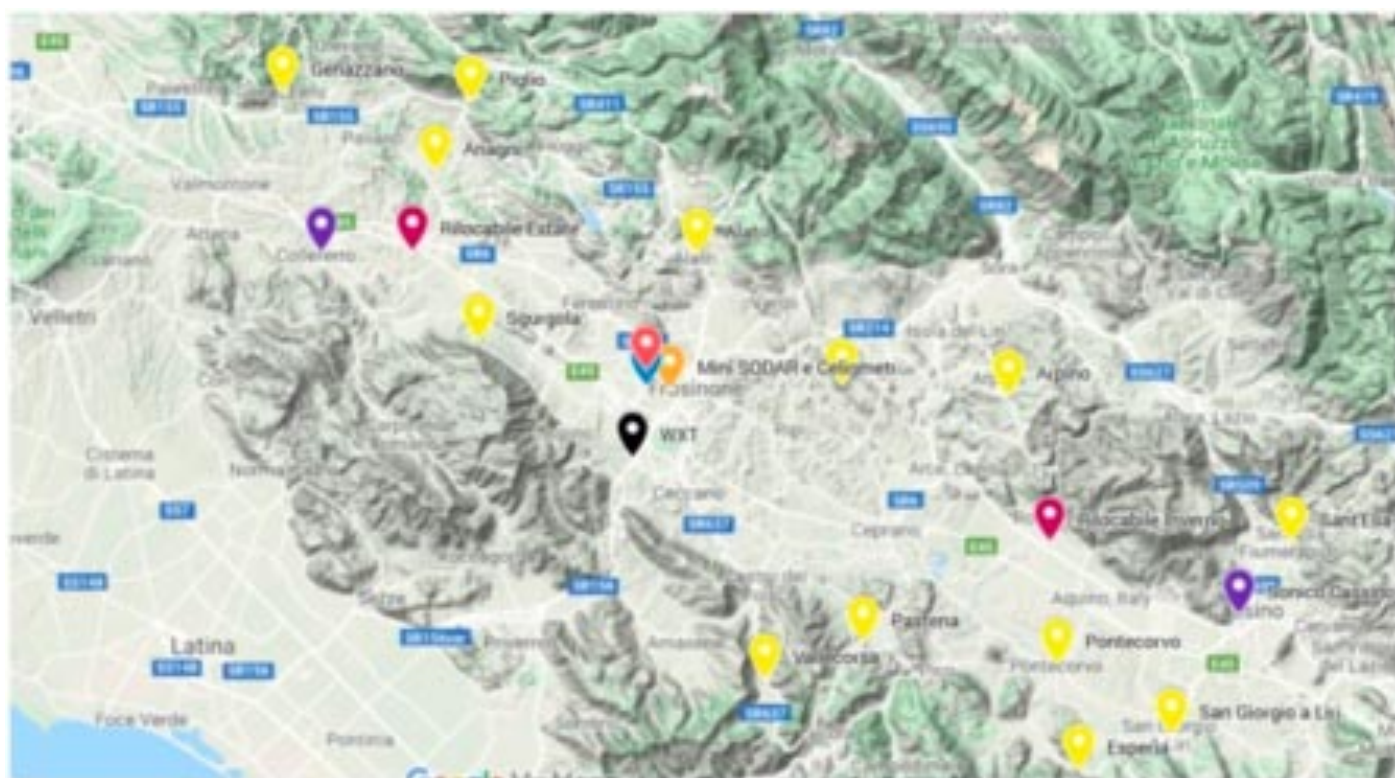
mosferiche convogliano aria meno inquinata dagli ingressi della valle ma, salvo casi di sistemi intensi, raramente portano a un completo ricambio della massa d'aria presente.

Il dilavamento (rimozione degli inquinanti dovuta alle piogge) in inverno è scarsamente attivo. Da dicembre a febbraio si hanno solitamente i valori minimi di cumulate di precipitazioni proprio quando si registrano le concentrazioni massime di polveri sottili. L'effetto di deposizione umida dovuto alla presenza di nebbie intense è minimo.

Il rimescolamento termico è attivo da primavera fino all'autunno. A partire da novembre e fino a marzo, le condizioni di stratificazione dell'aria si fanno sempre più frequenti con presenza di inversioni termiche che "intrappolano" le emissioni in poche centinaia di metri, condizioni che spesso persistono per diversi giorni consecutivi.

L'ARPA Lazio ha avviato la realizzazione di un apposito Data Base con l'elenco di situazioni tipiche di circolazione atmosferica a seconda della provenienza delle correnti (es. Libeccio, Scirocco, Tramontana) e la corrispondente risposta in termini di flussi all'interno della Valle del Sacco.

Figura 1: Disposizione delle stazioni di misura utilizzate durante la campagna "CAVEAT-038"



Fonte: ARPA Lazio – Google Maps

Legenda: Segnaposti: in giallo rete ARSIAL, in viola anemometri biassiali di ARPA Lazio, in nero Multi-sensore di ARPA Lazio, in granata stazione micro-meteorologica rilocabile di ARPA Lazio, in azzurro stazione micro-meteorologica di Frosinone di ARPA Lazio, in corallo stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare, in arancione SODAR e LIDAR del CNR.

Inoltre è partita nell'autunno 2019 una specifica campagna di misura realizzata tramite l'utilizzo di una stazione meteorologica rilocabile. Il sito di misura prescelto si trova ad Amasona (FR), località posta all'imbocco settentrionale della Valle del Sacco. Lo scopo è quello di approfondire la conoscenza meteorologica di uno degli ingressi principali della valle e comprenderne i flussi dell'aria in ingresso e in uscita.

Bibliografia

CNR, Argentini et al., 2019. *Contributo alla caratterizzazione meteorologica della Valle Latina mediante impiego di strumentazione di telerilevamento attivo*. Rapporto ISAC-CNR/2019.

ARPA Lazio, Sozzi R., Bolignano A., 2017. *Roma e la Valle del Sacco, le aree critiche del Lazio*. Ecoscienza 2017/01.

ARPA Lazio, AA.VV., 2018. *Valutazione della Qualità dell'Aria nella Regione Lazio*. Rapporto.

Piano Clima 2050

Barbara Bertossi, Claudio Battiston
APPA Bolzano

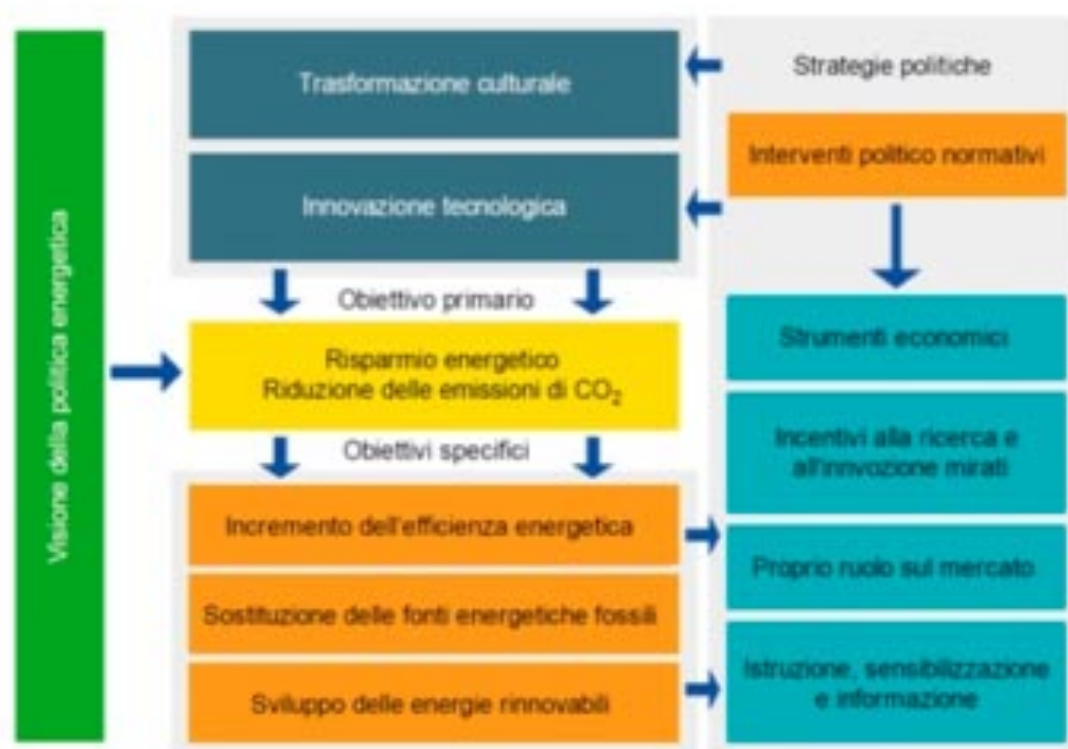
L'adozione di Piani Clima rientra tra le strategie che l'Unione Europea ha indicato agli Stati membri per contrastare i cambiamenti climatici dovuti al surriscaldamento globale.

Il Piano Clima Energia-Alto Adige-2050 è un documento strategico redatto nel 2011 dalla Provincia autonoma di Bolzano che descrive la visione della politica energetica in Alto Adige per il 2050. Il Piano recepisce i principi sanciti dalle convenzioni e dalle linee guida europee, internazionali e li applica a livello provinciale. Il

documento contiene un quadro della situazione energetica provinciale, gli obiettivi al 2020 e al 2050 in termini di aumento dell'efficienza energetica, di copertura del fabbisogno energetico con energie rinnovabili e di riduzione delle emissioni climalteranti e le misure previste per raggiungere tali obiettivi, che devono avvenire nel rispetto della tutela dell'ambiente e del paesaggio. Sulla base della visione della politica energetica per il 2050, nel Piano vengono delineati assi strategici d'intervento che riuniscono le diverse misure da adottare. In questo modo è più facile individuare le possibili sinergie esistenti tra le diverse misure e fare leva su di esse. Gli assi strategici si possono riassumere nei seguenti ambiti:

- Approvvigionamento energetico e gestione intelligente

Figura 1: Schema di una politica energetica sostenibile



Fonte: Piano Clima Energia-Alto Adige-2050

dell'energia

- Utilizzo razionale e intelligente dell'energia
- Riqualificazione di edifici ed edilizia sostenibile
- Utilizzo di energie rinnovabili
- Misure generali di prevenzione per la tutela del clima
- Innovazione e trasferimento del *know-how*

Gli obiettivi del **Piano Clima** prevedono di:

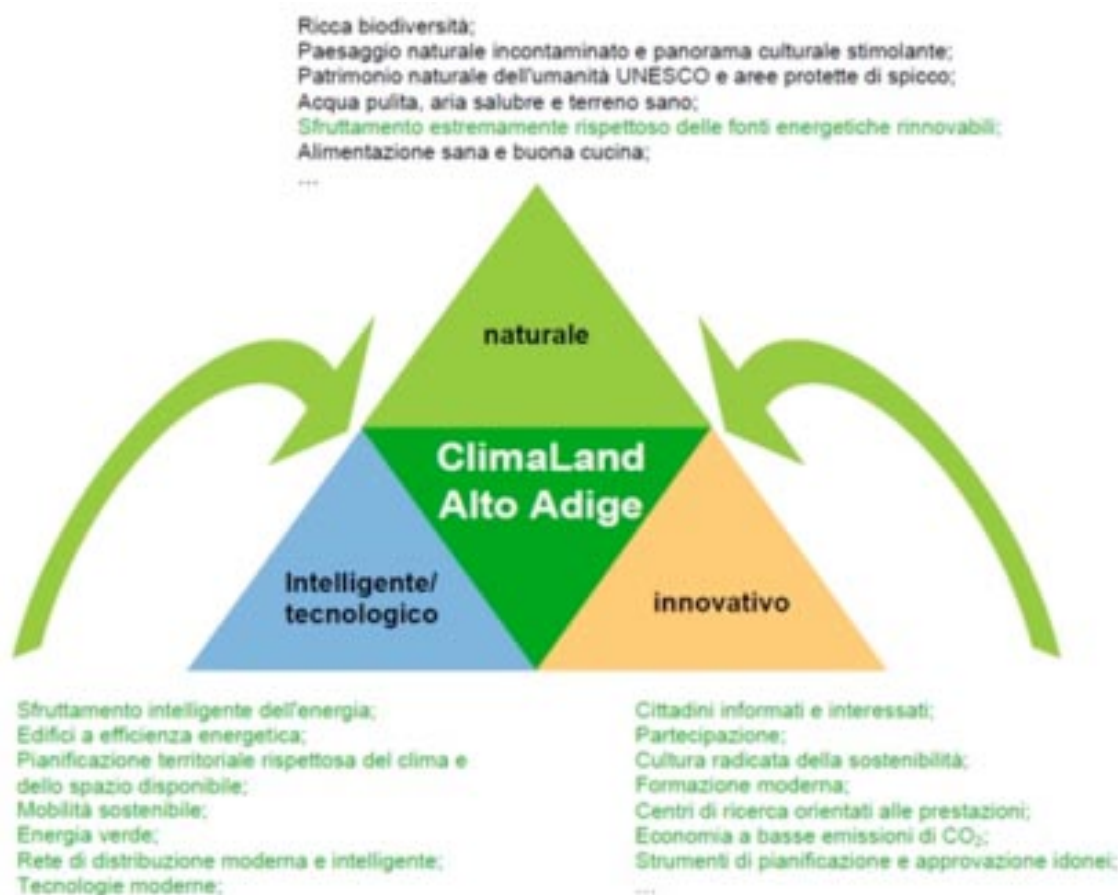
- limitare la potenza continua per abitante a meno di 2.500 W entro il 2020 e a meno di 2.200 W entro il 2050;
- aumentare la percentuale di fabbisogno energetico coperto da fonti rinnovabili ad almeno il 75% entro il 2020 e al 90% entro il 2050;

- ridurre le emissioni annuali *pro capite* di CO₂ a meno di 4 t entro il 2020 e a meno di 1,5 t entro il 2050.

Il Piano è inteso come un continuo processo di ottimizzazione. Per questo il documento prevede una valutazione intermedia del Piano ogni 5 anni per aggiornare il contesto e consentire un'eventuale ridefinizione delle misure secondo degli sviluppi degli indicatori scelti (CO₂ *pro capite*, quota energia rinnovabile ecc.).

La strategia sul clima Energia-Alto Adige-2050 indica la via che l'Alto Adige deve percorrere per diventare un *KlimaLand* nel cuore delle Alpi e una regione esemplare in termini di sostenibilità in ambito europeo. La strategia climatica Energia-Alto Adige-2050 affronta aspetti es-

Figura 2: Visione KlimaLand per l'Alto Adige



Fonte: Piano Clima Energia-Alto Adige-2050, Altmüller 2010

senziali dello sviluppo territoriale, come l'energia, la protezione del clima, uno sviluppo economico a basse emissioni di CO₂, lo sfruttamento sostenibile delle risorse e l'innovazione tecnologica e culturale

La visione *KlimaLand* per l'Alto Adige si fonda su un approccio di sviluppo sostenibile. La strategia climatica offre obiettivi e misure nel campo della protezione del clima e dello sfruttamento sostenibile dell'energia per l'attuazione di questa visione.

Dopo una prima valutazione intermedia nel 2016, la Giunta provinciale della Provincia autonoma di Bolzano ha visionato e dato parere favorevole nel settembre del 2019 a una bozza contenente nuove misure e aggiornamenti. Questa revisione straordinaria è stata voluta per fornire un nuovo impulso al Piano sulla base dei dati scientifici sempre più allarmanti. In particolare, il Piano prevede un allineamento con l'Accordo di Parigi e con il rapporto straordinario IPCC del 2018, relativo al contenimento della temperatura media globale entro 1,5 °C. Le misure prevedono che siano mantenuti e resi più efficaci gli strumenti per aumentare l'efficienza energetica, tramite un mix di contributi, consulenza e legislazione; nel campo delle fonti rinnovabili si sostiene lo sviluppo del settore fotovoltaico e di tutte le altre fonti che hanno reso l'Alto Adige un modello nel contesto italiano, con un focus particolare al settore termico e alla sostituzione dei generatori di calore alimentati a combustibili fossili; nel settore dei trasporti sono necessari grandi investimenti in termini infrastrutturali e di sensibilizzazione per ridurre decisamente l'utilizzo di mezzi di trasporto alimentati con combustibili fossili, per aumentare l'utilizzo del trasporto pubblico, nonché per ridurre le esigenze di spostamento. Ulteriori misure saranno applicate in tutti gli ambiti in modo che ogni

settore possa contribuire alla tutela del clima.

Il Piano aggiornato sarà approvato a metà del 2020 in seguito a consultazione pubblica e interna all'amministrazione provinciale.

Il Piano Clima Energia-Alto Adige-2050 può essere consultato dal sito dell'Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima al seguente indirizzo internet: https://ambiente.provincia.bz.it/pubblicazioni.asp?publ_action=4&publ_article_id=214427

3. ATMOSFERA

Caratterizzazione del PM10 in alcune città lombarde: Milano, Bergamo, Pavia, Mantova

Eleonora Cuccia, Cristina Colombi, Umberto Dal Santo, Lorenza Corbella, Giorgio Siliprandi, Anna De Martini, Paola Carli, Vorne Gianelle
ARPA Lombardia

A partire dal 2008, in parallelo alle misure istituzionali della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA), ARPA Lombardia effettua quotidianamente la speciazione chimica del PM10 in diverse postazioni lombarde, tra le quali, nella città di Milano, le stazioni di via Pascal e via Senato. Inoltre, a partire dal 2016 all'interno del progetto Supersito, si sono avviate campagne di approfondimento per la caratterizzazione chimica nei capoluoghi di provincia: concluse ad oggi le caratterizzazioni per le città di Pavia, Bergamo e Mantova.

Le misure del PM10 sono state effettuate mediante campionatori gravimetrici e analizzatori automatici ad assorbimento X. Il particolato atmosferico, raccolto su filtro, è stato analizzato in spettrometria a fluorescenza X, per la determinazione dei principali elementi con numero atomico (Z) > 11 , in cromatografia ionica, per la determinazione di solfato e nitrato di ammonio e degli altri ioni solubili inorganici oltre che del levoglucosano (tracciante delle combustioni di biomassa), e mediante tecnica TOT/TOR, per quantificare il carbonio organico ed elementare. Con l'insieme di queste specie è stato possibile effettuare la ricostruzione della composizione chimica del PM10 nelle sue componenti principali.

Milano

Per la città di Milano, come anticipato, sono stati consi-

derati due siti, via Pascal e via Senato, classificati rispettivamente come fondo urbano e urbano da traffico. In generale, i costituenti principali del PM10 sono risultati essere la frazione carboniosa organica, poco più del 20% in entrambi i siti, e il nitrato d'ammonio, 26% per Milano-Pascal e 19% per Milano-Senato. Nell'ordine seguono la materia di origine crostale, il solfato d'ammonio, gli ossidi degli elementi di origine antropica e il carbonio elementare, rispettivamente con circa il 10%, l'8%, il 7% e il 4% per entrambi i siti. Con il variare della stagione, le principali differenze si osservano soprattutto sul nitrato d'ammonio, la cui percentuale nel periodo invernale, 32% per Milano-Pascal e 27% di Milano-Senato, scende al 9% nel periodo estivo per entrambi i siti. Il nitrato d'ammonio è un sale di origine secondaria, che ha tra i principali precursori l'ammonica e gli ossidi di azoto, la cui formazione è favorita dalle condizioni meteo-climatiche tipiche dei mesi freddi. Il solfato d'ammonio aumenta di 4-5 punti percentuali passando dalla media invernale a quella estiva, mentre carbonio organico ed elementare rimangono percentualmente circa costanti. La materia di origine crostale risulta in percentuale maggiore nel periodo estivo rispetto a quello invernale (di oltre il 10% in entrambi i siti), viceversa gli ossidi di origine antropogenica riducono il loro contributo (8% in meno per Milano-Pascal, 2% in meno per Milano-Senato). Nei mesi più caldi, infatti, l'altezza dello strato atmosferico rimescolato è generalmente più elevata e precipitazioni e umidità inferiori rendono il suolo più secco e quindi più favorevole a fenomeni di risollevarimento. In percentuale, sul totale del PM10, la materia crostale di Milano-Pascal risulta essere più alta rispetto a quella di Milano-Senato, trovandosi il sito all'interno di un giardino pubblico dove gli episodi di risollevarimento risultano essere più importanti. Inoltre, l'inatteso aumento della componente an-

tropogenica nel sito di Milano-Pascal durante l'estate 2018 è stato causato da lavori di rifacimento temporanei della piazzola antistante la stazione di rilevamento.

Bergamo, Pavia e Mantova

La speciazione del PM10 a Bergamo è stata realizzata in via Meucci, sito di fondo urbano, dal 13/07/2016 al 13/08/2016 e dal 21/12/2016 al 31/03/2017.

Per la città di Pavia il periodo di speciazione del PM10 si è prolungato dal 15/10/2016 al 31/08/2017 e ha riguardato il sito di fondo urbano di via Folperti.

L'approfondimento del PM10 nella città di Mantova è stato effettuato dal 21/11/2017 al 30/07/2018 nel sito urbano di fondo di Mantova via Sant'Agnese.

Analogamente a quanto visto per Milano, in tutti i siti esaminati sono emerse importanti differenze, sia nel valore assoluto, sia nella composizione chimica, tra il PM10 misurato nella stagione estiva e quello relativo alla stagione invernale. La differenza è attribuita sia alle diverse condizioni atmosferiche, particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti durante i periodi di stabilità della stagione fredda, sia alle sorgenti aggiuntive tipiche del periodo invernale, in particolare il riscaldamento.

Le composizioni chimiche presentano caratteristiche principali comuni: in inverno la componente secondaria, ovvero l'insieme dei composti che si formano a partire da precursori a seguito di reazioni chimico-fisiche, costituisce la parte predominante del PM10. In particolare, tra questi si trovano il nitrato d'ammonio, che può variare tra il 20% e oltre il 40% della massa totale, il solfato d'ammonio, attorno all'8%, ed il carbonio organico, di origine in parte primaria e in parte secondaria, che rappresenta mediamente circa il 20% della massa del PM10.

Passando dalla stagione invernale a quella estiva, solfato d'ammonio e carbonio organico non presentano grandi variazioni percentuali, mentre il nitrato d'ammonio scende mediamente sotto il 10%, in accordo con quanto già descritto per Milano. Per quanto riguarda le componenti primarie, si osserva tendenzialmente un leggero aumento della materia di origine crostale e, viceversa, una diminuzione degli ossidi di origine antropogenica durante la stagione estiva.

Il contributo degli ossidi di origine antropogenica e primaria non presentano sostanziali differenze al variare delle stagioni, se non l'effetto aggiuntivo del riscaldamento degli edifici durante il periodo invernale. Per questo motivo, la sua variazione potrebbe essere associata solamente alle differenti condizioni di accumulo degli inquinanti al cambiare della stagione.

Il Contributo delle sorgenti

Il *dataset* di speciazione chimica del PM10 sono stati ulteriormente elaborati attraverso l'applicazione di una tecnica di *source apportionment*, così da ottenere la valutazione quantitativa del contributo delle sorgenti, primarie e secondarie, alle concentrazioni di PM rilevate. Si è utilizzato l'algoritmo multivariato PMF (Hopke, 2003) nella versione PMF5, sviluppato dall'agenzia ambientale americana (U.S. Environmental Protection Agency).

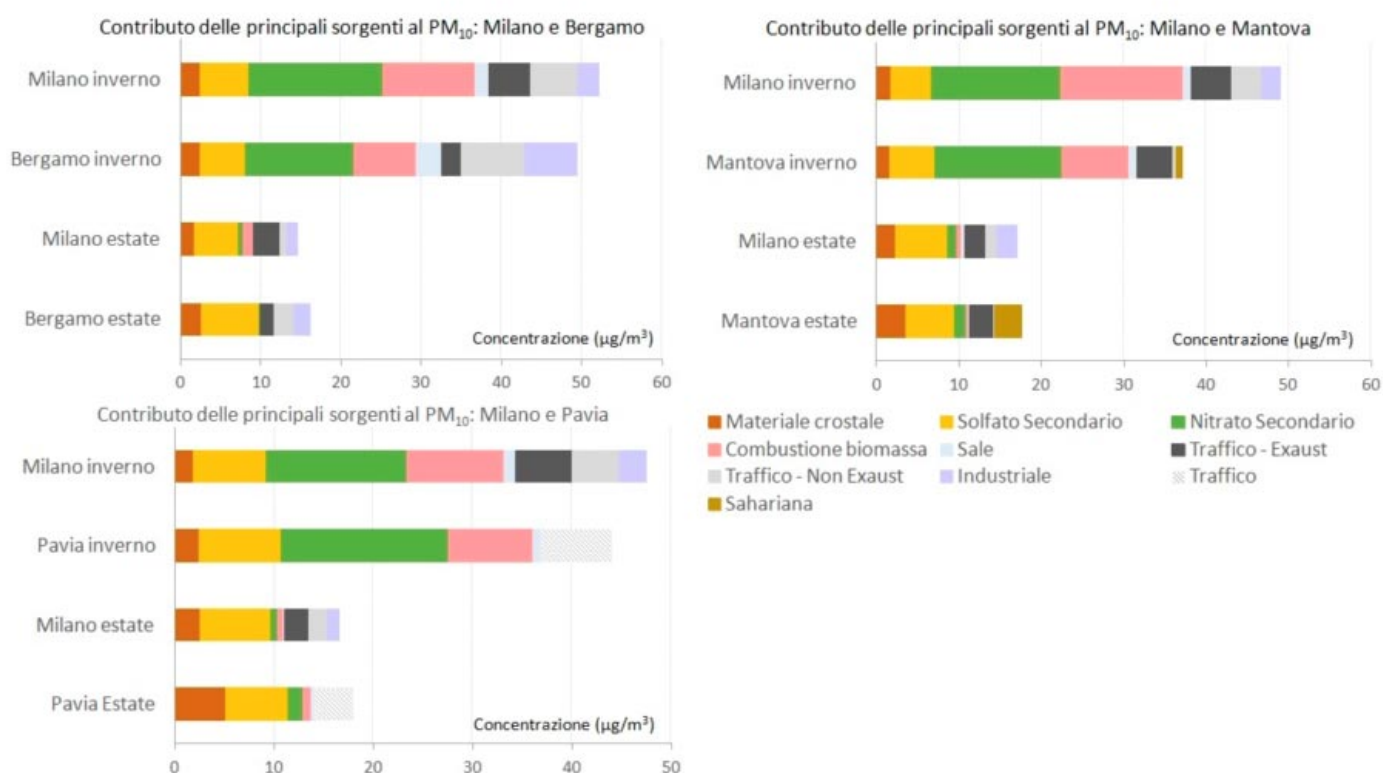
L'applicazione di PMF5 ai *database* mostra sostanzialmente l'identificazione di otto fattori, cui sono stati assegnati i seguenti nomi: traffico totale, nelle due componenti *exhaust* e non-*exhaust*, solfato secondario organico, sale (fattore indicativo dello spargimento di sale sulle strade nel periodo invernale), combustione di biomassa, materiale crostale (ovvero la componente della risospensione di polvere dal suolo), nitrato secon-

dario e, infine, industriale, rappresentante di lavorazioni industriali. A questi fattori si aggiunge un profilo identificato come Sahariana, che tiene conto del fenomeno di trasporto di polvere dal deserto a lungo raggio, riconosciuto in particolare a Mantova.

I fattori attribuiti al traffico stradale sono identificati per quanto riguarda l'*exhaust*, tramite la loro componente carboniosa e in particolare per il rapporto tra carbonio organico (*Organica Carbon* - OC) e carbonio elementare (*Elementar Carbon* - EC), mentre per la parte non-*exhaust*, attraverso gli elementi legati all'usura delle parti meccaniche (Zn, Br, Pb, Cr, Mn); il fattore solfato secondario organico è tracciato essenzialmente dal sol-

fato, che porta con sé alcuni elementi prodotti nell'emissione dei mezzi pesanti; il fattore sale è composto essenzialmente da sodio e cloro. La combustione di biomassa è identificata dal suo tracciante univoco, il levoglucosano, insieme a potassio, rubidio e componente carboniosa; il fattore materia crostale è rappresentato sostanzialmente dagli elementi terrigeni (Al, Si e Ti); a Mantova, la separazione della Sahariana rispetto alla polvere locale permette una miglior ricostruzione degli elementi terrigeni; i fattori nitrato e solfato secondario sono legati essenzialmente al nitrato e al solfato di ammonio rispettivamente, talvolta con una parte organica legata all'OC di minore entità. Il fattore industriale è ca-

Figura 1: Confronto tra i contributi al PM₁₀ dei diversi fattori individuati nelle 4 città considerate. Bibliografia



Fonte: Lombardia

Note: Per Milano Pascal i contributi sono determinati sugli stessi periodi temporali delle altre città

ratterizzato da componenti miste e generalmente legate ad attività antropiche/industriali varie. Considerando i risultati delle elaborazioni nella loro totalità, in generale si confermano, in tutti i siti, gli stessi impatti delle sorgenti principali, anche nella variazione da inverno a estate. Fanno eccezione episodi peculiari, come, ad esempio, il contributo della sabbia Sahariana, che tra i mesi di aprile e maggio 2018 ha interessato tutto il territorio regionale. A Mantova questo evento spiega il 19% della massa del PM₁₀ nel periodo estivo.

Nel periodo invernale, in tutti i siti, il contributo maggiore al PM₁₀, tra il 27% e il 48% rispettivamente per Bergamo e Pavia, è dato dal nitrato secondario. Tale contributo si riduce tra l'1% e il 9% nel periodo estivo. Altre sorgenti importanti nel periodo invernale sono le combustioni di biomassa (dal 16% di Bergamo al 33% di Milano), il solfato secondario organico (11% di Bergamo e Milano fino al 23% di Pavia) e il traffico auto veicolare, che si mantiene costantemente intorno al 20% in tutti i siti. Il contributo delle combustioni di biomassa cala nel periodo estivo analogamente al nitrato secondario, incrementando così in termini percentuali le altre due categorie di sorgenti: lievemente il traffico (fino al 29% a Milano) e in maniera sostanziale il solfato secondario organico (dal 34% di Mantova al 44% di Bergamo).

Bibliografia

Hopke, P., 2001, *A Guide To Positive Matrix Factorization*, EPA.

Mason, B., 1996, *Principles of Geochemistry*. Wiley & Sons, New York, 1966.

Marcazan M. G. et al, 2001, *Characterisation of PM₁₀ and PM_{2,5} particulate matter in the ambient air of Milan (Italy)*, Atmospheric Environment Vol. 35, pagg. 4639-4650.

Le ricadute del progetto Supersito: misure non convenzionali di qualità dell'aria in Emilia-Romagna

Vanes Poluzzi, Dimitri Bacco, Arianna Trentini, Fabiana Scotto, Silvia Ferrari, Claudio Maccone
ARPAE Emilia-Romagna

Il progetto Supersito è nato per approfondire le conoscenze dell'inquinamento atmosferico generato dall'aerosol (DGR 428/10 e DGR 1971/13).

Dallo studio della letteratura scientifica e dai risultati di altri progetti e studi, svolti a scala sia locale sia internazionale, è infatti emersa l'importanza di indagare le frazioni fini e ultrafini del particolato, al fine di supportare le politiche orientate alla protezione della salute umana e alla tutela dell'ambiente.

Ulteriori impulsi per sviluppare gli studi in tale direzione provengono anche dalle azioni dell'Unione Europea, con l'ipotesi di ridurre il limite attuale del valore medio annuo di PM_{2,5} (25 µg/m³, D.Lgs 155/2010), ma anche da quanto riportato nella Monografia 109/2015 dell'*International Agency for Research on Cancer* (IARC), che classifica l'inquinamento atmosferico come cancerogeno per l'uomo.

Il progetto Supersito, realizzato dalla Regione Emilia-Romagna e da ARPAE Emilia-Romagna, ha visto la collaborazione di numerosi enti:

- CNR - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima;
- Università di Bologna: Dipartimento di Scienze Statistiche, Dipartimento di Patologia - Sperimentale;
- Università di Ferrara: Dipartimento di Scienze Chimiche e farmaceutiche;
- Università della Finlandia orientale: *Department of Applied Physics*;
- *Finnish Meteorological Institute*;
- Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio;
- Università dell'Insubria: Dipartimento di Scienze e Alta Tecnologia.

L'obiettivo generale del progetto è stato quello di migliorare le conoscenze relative agli aspetti ambientali e sanitari del particolato fine (PM_{2,5} e PM₁) e ultrafine (PM_{0,1}) presente in atmosfera, in ambienti sia *outdoor* sia *indoor*.

I risultati del progetto Supersito, realizzato negli anni fra il 2010 e il 2016, hanno contribuito ad accrescere le conoscenze relative alla composizione, l'origine, le dinamiche e l'impatto dell'aerosol atmosferico, dando origine a numerose pubblicazioni scientifiche internazionali e a significativi spunti di approfondimento (www.arpae.it/index.asp?idlivello=1459). Tutto ciò ha spinto la Regione Emilia-Romagna e ARPAE Emilia-Romagna non solo a continuare le misure iniziate con il progetto, ma a incrementarle, favorendo la creazione di importanti serie storiche di dati relative sia alla composizione chimica giornaliera del particolato fine, sia al numero e alla concentrazione oraria delle particelle nell'aerosol atmosferico.

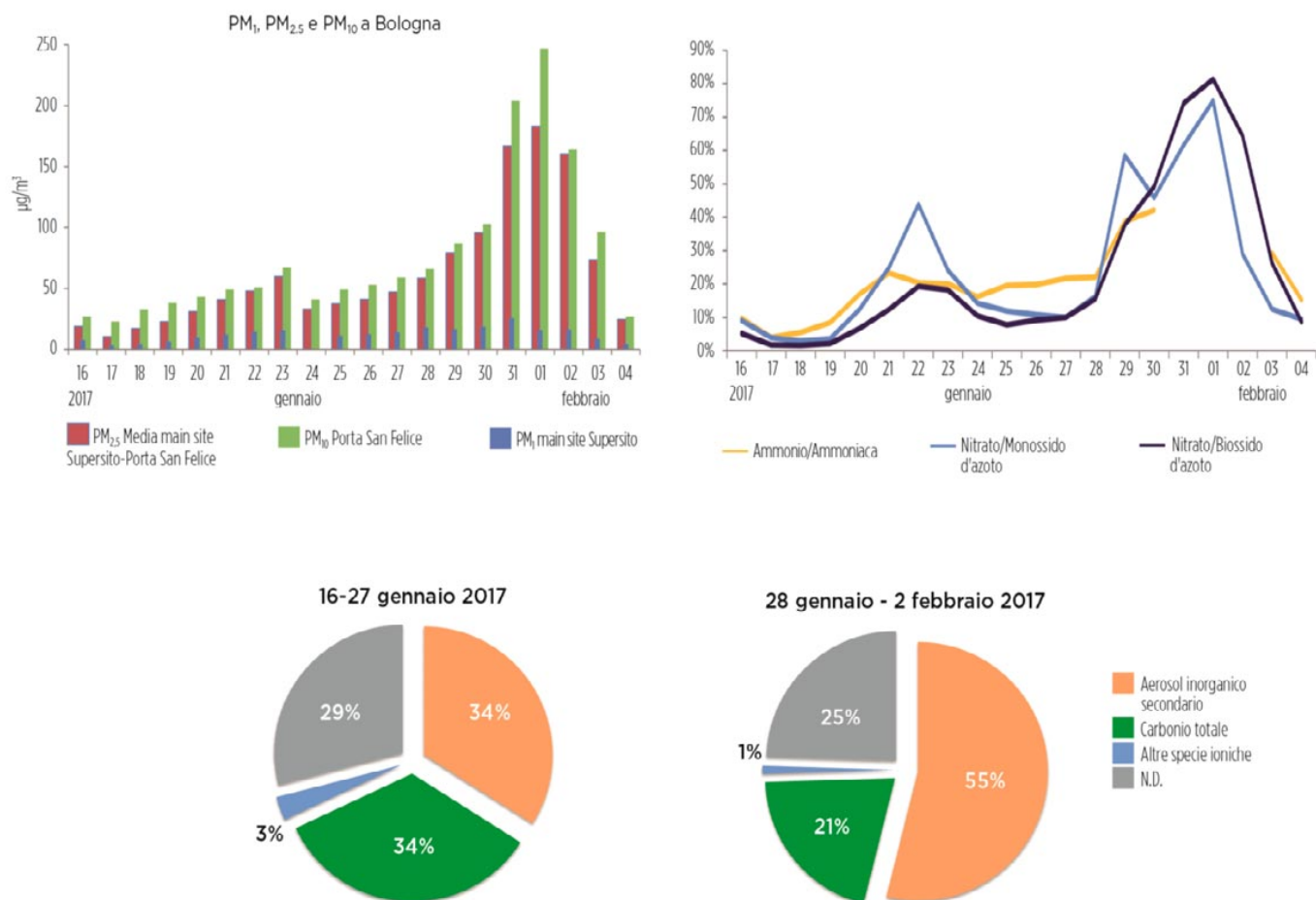
Nel dettaglio, in quattro siti situati nella regione (e precisamente tre di fondo urbano, a Bologna, via Gobetti, a Rimini, Parco XXV Aprile, a Parma, Parco della Cittadella, e un di fondo rurale, a S. Pietro Capofiume, Bologna) attualmente vengono determinate le concentrazioni dei principali componenti del PM_{2,5} (ioni, metalli e frazione carboniosa) e in due di questi punti (quelli della provincia di Bologna) è monitorato anche lo spettro dimensionale dell'aerosol, ossia la misura del numero e della distribuzione dimensionale delle particelle con diametri compresi tra pochi nanometri e 10 µm di diametro.

Inoltre, le misure precedentemente citate sono state ulteriormente arricchite con l'aggiunta di analisi di specie considerate "traccianti" di particolari sorgenti, che dagli studi precedenti sono risultate importanti in Emilia-Romagna. In tutti i siti della rete di ricerca derivante dal progetto Supersito viene quindi monitorata sistematicamente la concentrazione del levoglucosano, uno zucchero disidratato prodotto dalla combustione non completa della cellulosa e riconosciuto come *marker* della combustione di biomassa. Questa sorgente di inquinamento, insieme al traffico, è infatti risultata – dalle ricerche condotte – la principale responsabile della massa di PM_{2,5}, sia nei siti urbani sia in quello rurale. Nel sito rurale di S. Pietro Capofiume, considerato un sito di fondo regionale, è stato invece aggiunto uno strumento per la misura della concentrazione oraria dell'ammoniaca (un gas precursore della formazione della frazione secondaria inorganica del particolato), composto quasi completamente attribuibile alle attività agricole e zootecniche e dal quale deriva almeno un 10% del PM_{2,5} medio annuo. Infine, nel sito di fondo urbano di Bologna (sito principale del progetto Supersito e attuale sito della rete di approfondimenti) viene misurato, a livello orario, anche il *black carbon* su PM₁₀, una frazione carboniosa dalle particolari caratteristiche ottiche che viene attribuita alle combustioni.

Le numerose informazioni disponibili permettono, quindi, di stimare il peso delle principali sorgenti presenti nel territorio sull'inquinamento rilevato nel sito recettore, controllandone cioè il peso non nella fase emissiva, ma nella composizione reale dell'aerosol presente nelle aree urbane, e di studiare i suoi cambiamenti nel tempo. L'analisi dello spettro dimensionale delle particelle, inoltre, assieme ai dati di *black carbon* e ammoniaca, ampliando le informazioni a livello orario, per-

mettono di indagare i cicli di formazione del particolato e di attribuire con maggior precisione l'impatto sull'inquinamento atmosferico delle diverse sorgenti. In base a tali informazioni è possibile comprendere al meglio quali sono le meccaniche che si instaurano anche durante eventi ambientali particolari: ad esempio durante i trasporti di sabbie sahariane, oppure durante gli episodi di picchi di particolato atmosferico, tipici della pianura padana durante il periodo invernale, come nell'episodio del gennaio 2017, nel quale si sono raggiunti valori di PM tra i più alti mai registrati a Bologna (Figura 1; D. Bacco et al. 2017). L'analisi dei dati relativi a tale evento ha evidenziato come la stagnazione prolungata dell'atmosfera abbia incrementato notevolmente la percentuale di particolato secondario, cioè quello che si forma direttamente in atmosfera da gas precursori. Questo genere di approfondimenti non convenzionali fornisce un notevole valore aggiunto, utile anche nel confronto con le altre Agenzie regionali all'interno del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), come nel progetto *Life Prepair* (<http://www.lifeprepareu/>), e fondamentale per continuare ad aumentare la conoscenza e la comprensione dei fenomeni atmosferici, anche attraverso la collaborazione con altri enti di ricerca nazionali e internazionali. Tali misure rendono inoltre disponibili, ai cittadini, informazioni utili alla conoscenza dello stato della qualità dell'aria del suo territorio, informazioni che sarebbero altrimenti disponibili solo previa lettura di articoli scientifici. Ad esempio, sul sito di ARPAE vengono resi disponibili i dati in tempo reale della concentrazione dell'ammoniaca e della concentrazione numerica di particelle fini (280-400 nm di diametro) e grossolane (5-10 µm di diametro; https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=4100&idlivello=2140) nonché, periodicamente, viene pub-

Figura 1: Composizione del particolato PM_{2,5} a Bologna durante un episodio con alti valori di aerosol



Fonte: D. Bacco et al. 2017

blicato un *report* con la composizione chimica del particolato fine (PM_{2,5}) campionato nei 4 siti di approfondimento regionali (https://www.arpae.it/dettaglio_notizia.asp?id=10809&i dlivello=134).

Bibliografia

Bacco D., Trentini A., Minguzzi E., Amorati R., Zigola C., Deserti M., Poluzzi V. , 2017. *Chimica del particolato e meteo, un'analisi sul campo*. *Ecoscienza* 1 (2017), 17-19

L'utilizzo dei dati satellitari per la valutazione degli effetti sanitari delle temperature estreme e dell'inquinamento atmosferico a Roma

Silvia Barberini
ARPA Lazio

ARPA Lazio ha collaborato a un progetto di ricerca finalizzata del Ministero della salute, coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del Lazio (DEP): "Uso innovativo dei dati satellitari per la stima di esposizioni ambientali finalizzate a valutare gli effetti sanitari delle temperature estreme e dell'inquinamento atmosferico a Roma"; il progetto ha avuto una durata di 3 anni, dal 2016 al 2019, gli obiettivi raggiunti sono presentati di seguito.

La prima fase del progetto ha visto la raccolta dei dati relativi all'inquinamento atmosferico, alla temperatura, alle emissioni, alla meteorologia, alle reti stradali e all'uso del territorio.

A partire dai dati e dalle evidenze emerse, il DEP Lazio ha sviluppato due modelli di esposizione, con una risoluzione spaziale del chilometro quadrato, su Roma.

Per l'inquinamento: è stato realizzato un modello di esposizione statistico multivariato, utilizzando i parametri relativi all'uso del territorio, alle reti stradali e alla densità di popolazione, per calibrare i dati satellitari di *Aerosol Optical Depth* (AOD), registrati dal sensore MODIS a bordo dei satelliti NASA "Aqua" e "Terra", con le concentrazioni di PM misurate dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria. Sono state definite, nel periodo 2006-2014, le stime giornaliere di PM₁₀ e PM_{2,5} per ogni cella 1x1 km in cui è stato suddiviso il territorio del Lazio. Queste stime sono state validate usando i dati misurati delle concentrazioni giornaliere

di PM della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e i modelli di dispersione dell'ARPA Lazio. I risultati del modello di esposizione sono stati poi spazialmente attribuiti dal DEP a 150.000 persone presenti all'interno di uno studio di coorte (lo studio Longitudinale Romano, parte del Programma Statistico Nazionale, che include più di un milione di adulti, basato su dati amministrativi dei residenti a Roma, "seguiti" a partire dal Censimento della Popolazione del 2001). E' inoltre stato sviluppato un modello statistico per stimare simultaneamente gli effetti di breve e lungo periodo del PM sulla mortalità causa-specifica e sulle ospedalizzazioni a Roma.

Per le temperature elevate: è stato sviluppato un modello statistico multivariato per calibrare i dati satellitari di *Land Surface Temperature* con i dati di temperatura osservati e derivare stime giornaliere di temperatura dell'aria per ogni cella di 1x1 km del Lazio, nel periodo 2002-2014. Queste stime sono state validate utilizzando i dati di temperatura derivati da una campagna di misurazione. I risultati del modello di esposizione sono stati associati ai dati giornalieri di mortalità e morbosità in tutti i comuni del Lazio, al fine di stimare gli effetti acuti delle temperature per aree rurali, sub-urbane e urbane. La mappa giornaliera del modello di esposizione è stata associata alla popolazione dello Studio Longitudinale Romano, per stimare la variabilità dell'effetto delle elevate temperature dovute alle isole di calore a Roma. Una particolare attenzione è stata posta per i sottogruppi di popolazione sensibili, a causa dell'area di residenza o di caratteristiche socio-demografiche o cliniche pregresse. L'ARPA Lazio ha collaborato alla validazione delle stime per la temperatura dell'aria nella città di Roma, fornendo i dati misurati dalle stazioni micrometeorologiche, dai sensori presenti in alcune delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e attraverso i dati di una specifica campagna realizzata nel co-

mune di Roma.

L'Agenzia ha intrapreso una campagna termometrica con un'elevata risoluzione spaziale sul territorio della città, all'interno del Grande Raccordo Anulare. Le 30 postazioni di misura sono state scelte in funzione della posizione di sensori di altre reti, preferendo le zone che, in base a studi passati, si erano rivelate maggiormente sensibili alle ondate di calore. I campionatori utilizzati sono costituiti da sensori termometrici protetti da schermi solari passivi, impostati per accendersi automaticamente e rilevare la temperatura ogni 15 minuti. La campagna di misura è iniziata il primo luglio 2018 con la finalità di registrare i dati estivi e terminare il successivo settembre; tale campagna è stata poi prolungata e i sensori sono ad oggi ancora operativi. I dati registrati nel periodo estivo sono serviti al DEP Lazio per validare le stime ottenute a partire dai dati satellitari per le temperature.

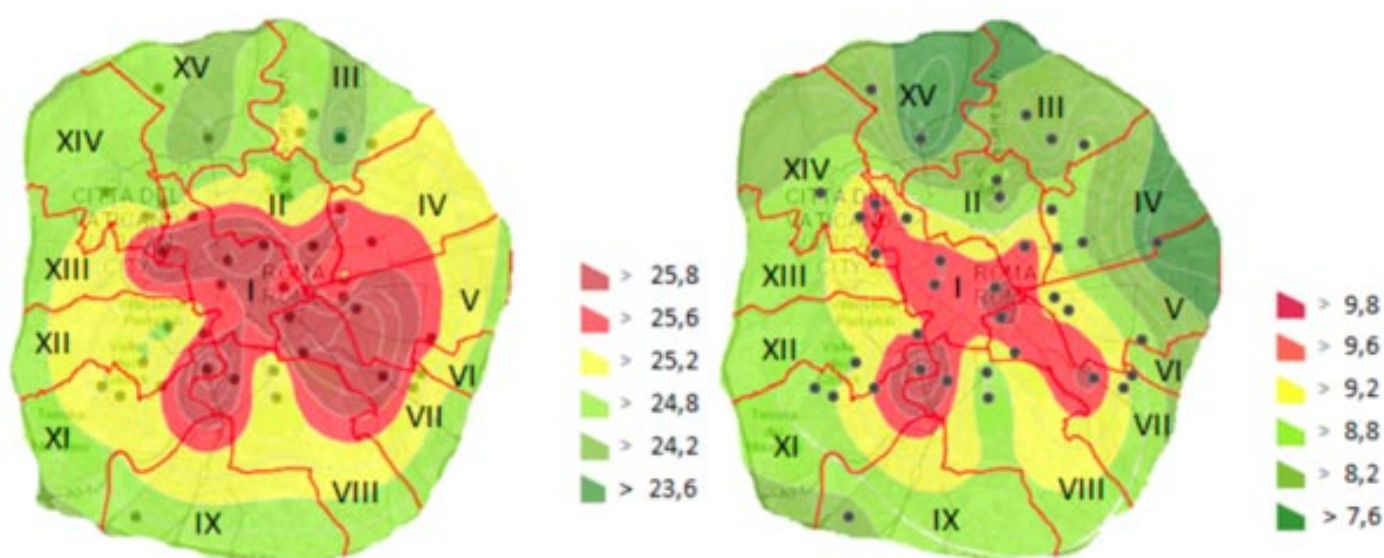
ARPA Lazio ha trattato i dati registrati per ottenere la di-

stribuzione spaziale delle temperature medie di periodo sul territorio della Capitale, sia per il periodo estivo, sia per quello invernale. I risultati di questa elaborazione, all'interno del raccordo anulare, sono riportati in Figura 1 insieme alla posizione dei sensori e ai confini dei municipi romani.

Come ci si aspettava, le aree più calde sono a centro città; d'inverno l'estensione della zona più riscaldata diminuisce, sebbene il gradiente della temperatura media all'interno del raccordo resti invariato nei due periodi. Terminata l'acquisizione dei dati dell'ultima estate, sono in corso nuove elaborazioni che verranno poi confrontate con quanto ottenuto nell'estate 2018.

Altro obiettivo specifico del progetto è la realizzazione di un sistema integrato di allarme per inquinamento e ondate di calore sul territorio di Roma, per aree omogenee. Il sistema, sviluppato dall'ARPA Lazio, si basa sui sistemi di previsione dell'inquinamento atmosferico

Figura 1: Distribuzione della temperatura media monitorata (sn estate 2018, dx inverno), 2018-2019



Fonte: ARPA Lazio

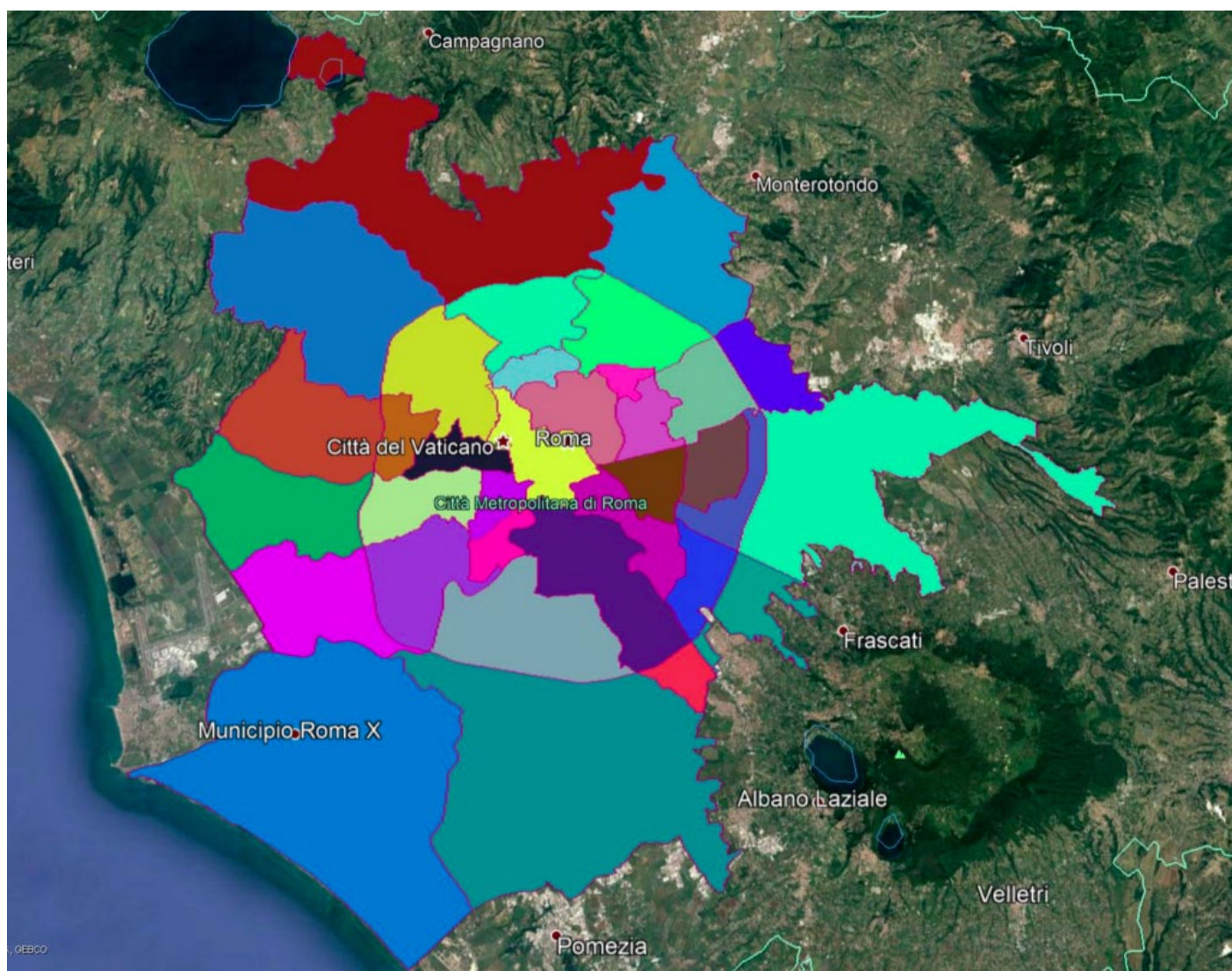
(ARPA Lazio) e di allerta caldo (DEP), già operativi presso le due strutture.

A Roma è attivo un sistema di previsione e allarme caldo (*Heat Health Watch Warning System*, HHWWS), a cura del DEP, che restituisce, ogni giorno, dal 15 maggio al 15 settembre, un livello d'allerta stimato, unico per tutta la città, per il giorno in corso e i successivi due giorni. Inoltre ARPA Lazio realizza quotidianamente le previsioni a

5 giorni dei principali inquinanti atmosferici, per l'area di Roma, con una risoluzione spaziale di 1km x 1km.

Per definire al meglio la struttura dell'allarme congiunto sono stati analizzati i dati di entrambi i sistemi previsionali degli ultimi anni. Si è scelto di inserire nel modello, per la qualità dell'aria, le concentrazioni di ozono (O_3) e di PM10. L' O_3 si sviluppa, infatti, maggiormente nel periodo estivo, quando l'irraggiamento solare è massimo,

Figura 2: Postazioni di misura della temperatura su Roma



Fonte: ARPA Lazio

mentre diversi studi dimostrano come la risposta dell'organismo all'esposizione al PM10 peggiori all'aumentare della temperatura. Dai dati stimati e registrati a Roma negli ultimi anni sono stati stabiliti dei livelli di soglia per suddividere le concentrazioni di PM10 e O₃ in 4 classi di allerta successive.

Per cercare di dare una gradazione dell'allerta sul territorio di Roma, questo è stato suddiviso in zone. Per individuare aree omogenee di territorio nella risposta all'innalzamento delle temperature e all'accumulo degli inquinanti, si è guardato all'urbanizzazione, alla densità abitativa, alla forma dell'UHI (*Urban Heat Island*) emersa da precedenti studi e alla distribuzione delle concentrazioni degli inquinanti su più anni. Le zone individuate sono 34, riportate nella Figura 2, ottenute a partire dalle aree municipali.

Ogni giorno estivo il sistema prende come *input* il valore di allerta temperature estreme dell'HHWWS per Roma, calcola per ognuna delle 34 zone l'allerta per la qualità dell'aria e restituisce un valore di allerta congiunto. Il livello di ogni zona per la qualità dell'aria è il peggiore raggiunto tra concentrazione giornaliera di PM10 e media mobile massima sulle 8 ore dell'ozono.

Il modello è stato implementato in via sperimentale nella scorsa stagione estiva e i risultati sono stati soddisfacenti dal punto di vista dell'efficienza di previsione e della bontà della suddivisione in zone.

Il Sistema sarà ancora testato nella prossima stagione estiva per poi decidere su eventuali miglioramenti.

Bibliografia

Alessandrini ER et al. 2013. *Air pollution and mortality in twenty-five Italian cities: results of the EpiAir2 Project*. Epidemiol Prev; 37: 220-229. Italian.

IARC. 2013. *Scientific Publication No. 161: Air Pollution and Cancer*.

IPCC. 2013. *Contribution of Working Group I "The Physical Science Basis"*. Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Schifano P et al. 2012. *Changes in the effects of heat on mortality among the elderly from 1998-2010: results from a multicenter time series study in Italy*. Environ Health; 11:58.

Qualità dell'aria a bordo di autovetture: esperienze di monitoraggio nella città di Torino

Marco Fontana, Paolo Fornetti, Denis Bolognese
ARPA Piemonte

Nel corso del 2019, ARPA Piemonte ha realizzato alcune campagne di monitoraggio di inquinanti a bordo di autovetture adibite a servizio taxi. Gran parte della popolazione trascorre quotidianamente del tempo a bordo dell'automobile, per i vari spostamenti della giornata. Molte figure professionali, invece, utilizzano l'auto come mezzo per il proprio lavoro; in tal caso la quantità di tempo trascorsa a bordo è rilevante e va considerata come esposizione professionale ad agenti inquinanti. ARPA Piemonte dispone di numerosi dati relativi alla qualità dell'aria *outdoor* (ARPA Piemonte, 2019); tuttavia, sia a causa dei fenomeni di accumulo, sia per la presenza di sostanze che vengono generate all'interno dell'abitacolo, la concentrazione di inquinanti a bordo delle autovetture risulta differente. Jianyin Xyong et al. (2019), a tale proposito, ha effettuato uno studio sui veicoli a Pechino, valutando le emissioni di composti organici volatili (VOC) provenienti dai materiali presenti a bordo.

Si è quindi proceduto al monitoraggio di alcuni composti all'interno delle auto, prima durante la stagione invernale, nel mese di febbraio, e successivamente in quella estiva, nel mese di luglio. La collaborazione con la cooperativa Taxi Torino, che gestisce il servizio taxi nell'area metropolitana di Torino, ha permesso di effettuare campionamenti a bordo di veicoli con numerosi spostamenti all'interno della città, affidando agli autisti il posizionamento dei campionatori all'inizio del turno di

lavoro e lo smontaggio a fine turno, limitando così la misura alle ore effettive di lavoro.

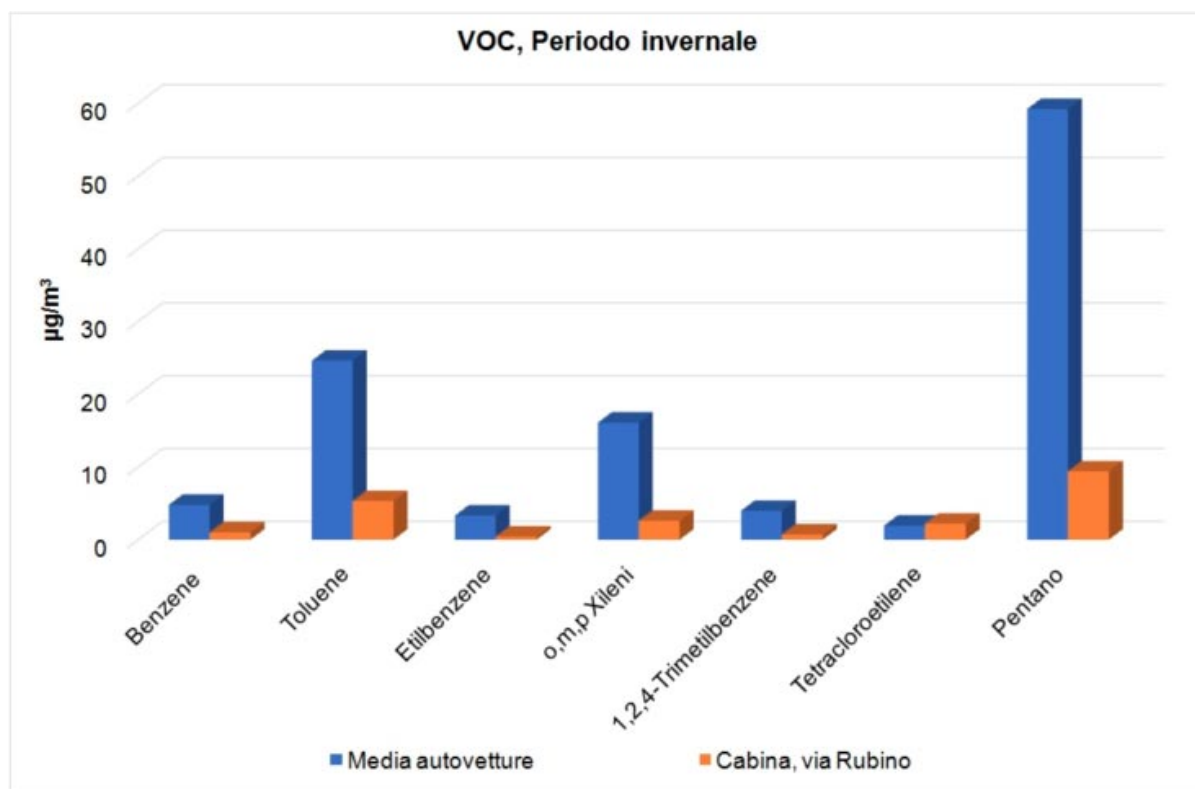
Sono state eseguite misure di sostanze organiche volatili (VOC), aldeidi, biossido di azoto e polveri aerodisperse (frazione inalabile secondo la norma UNI-EN 481). Per i monitoraggi si è scelto di utilizzare campionatori di tipo passivo (di tipo Radiello™), che hanno permesso una maggiore versatilità d'uso, ad eccezione delle polveri per le quali è stato utilizzato un tradizionale sistema di campionamenti attivi.

I monitoraggi hanno riguardato 6 autovetture (5 nell'ultima campagna estiva), con due campagne per ogni stagione, con un totale di 75 campioni complessivi: 23 per ogni parametro gassoso, 6 per le polveri aerodisperse. In aggiunta, in un'unica giornata sono stati prelevati 6 campioni in canister, per l'analisi dei composti aerodispersi secondo il metodo EPA T015.

Inoltre, è stato chiesto agli autisti di annotare i percorsi effettuati, in modo da valutare la distribuzione dei percorsi e delle aree di sosta nel territorio cittadino. Dai dati rilevati si evidenzia che tanto i percorsi quanto le zone di sosta sono uniformemente distribuite nel territorio cittadino; in alcuni casi si osservano corse verso l'aeroporto di Torino Caselle. Per questo motivo, si è effettuato un confronto con i dati della qualità dell'aria misurati in una delle cabine di misura della qualità dell'aria all'interno della città di Torino, via Rubino (Città Metropolitana di Torino, ARPA Piemonte, 2019).

I risultati analitici evidenziano, sia nella stagione invernale, sia in quella estiva, una maggiore concentrazione di inquinanti gassosi all'interno dell'abitacolo rispetto all'aria dell'ambiente esterno. A titolo di esempio, si riporta nella Figura 1 il confronto dei valori di alcuni composti organici volatili misurati all'interno e all'esterno dei

Figura 1: Composti organici volatili (VOC), confronto fra interno abitacolo e ambiente esterno nel periodo invernale



Fonte: ARPA Piemonte

veicoli durante la campagna invernale: per gli altri inquinanti si sono osservati comportamenti simili.

Si osserva quindi un fenomeno di accumulo di inquinanti all'interno dell'abitacolo, che si ritiene possa essere dovuto a un maggiore ingresso di inquinanti in situazioni critiche (picchi di traffico, zone critiche della città, ecc.), che ristagnano per un tempo prolungato all'interno della vettura, prima che il sistema di ventilazione riesca a ricambiare l'aria interna.

Per le aldeidi la differenza di concentrazione è marcata, in particolare nella stagione estiva. Si ritiene che i materiali di cui sono costituiti gli interni delle autovetture (materie plastiche, imbottiture, tessuti) possano rilasciare aldeidi soprattutto con le alte temperature rag-

giunte nei mesi estivi.

Le concentrazioni di VOC all'interno delle auto si mantengono su valori simili, sia durante la stagione invernale, sia in quella estiva, mentre le variazioni sono maggiori per aldeidi e biossido di azoto.

Il campionamento di polveri è stato particolarmente critico, a causa del tempo di campionamento relativamente ridotto e della necessità di raggiungere bassi limiti di sensibilità. L'utilizzo di strumentazione a batteria e il rumore emesso dalla strumentazione di campionamento hanno infatti impedito l'esecuzione di monitoraggio di durata superiore a una giornata lavorativa. Sebbene il numero di dati sia limitato, non emergono differenze rilevanti fra le concentrazioni all'interno e all'esterno delle vetture: verosimilmente i sistemi di fil-

trazione dell'aria dell'abitacolo hanno una maggiore efficienza per il particolato piuttosto che per gli inquinanti gassosi.

Le concentrazioni di inquinanti misurati a bordo delle vetture per tutti i parametri presentano comunque valori contenuti.

Alla luce dei risultati delle campagne effettuate, anche in considerazione del tempo di permanenza a bordo delle auto che è generalmente limitato, si può affermare che l'esposizione della popolazione generale alle concentrazioni più elevate misurate nelle automobili possa essere considerata trascurabile: le concentrazioni di inquinanti sono contenute, e altri ambienti *indoor* presentano valori superiori all'ambiente esterno per diversi parametri.

Per gli utilizzatori professionali di automezzi le concentrazioni misurate sono di gran lunga inferiori a quelle considerate pericolose per la salute dei lavoratori. Si ritiene tuttavia che, trattandosi di lavoratori autonomi soggetti solo in parte alle normative in materia di igiene e sicurezza sul lavoro, vada comunque considerata la possibilità di effettuare periodicamente accertamenti clinici, per valutare l'effettiva incidenza della qualità dell'aria a bordo di automezzi sulla salute dei lavoratori.

temperature: correlation and exposure analysis. Beijing Institute of Technology, Indoor and Build Environment, February 2018.

Bibliografia

ARPA Piemonte

<http://relazione.ambiente.piemonte.it/2019/it/aria/stato>
Città Metropolitana di Torino, ARPA Piemonte, 2019. *Uno sguardo all'aria 2018*.

<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/Pubblicazioni/uno-sguardo-allaria-2018>

Jianyin Xyong *et al.*, 2018. *Association between the emissions of VOC from vehicular cabin materials and*

Progetto LIFE BrennerLEC: gestione dinamica del traffico autostradale per ridurre le emissioni di inquinanti.

Massimo Guariento¹, Patrick Dalpiaz¹, Laura Gasser¹,
Valentina Miotto², Maria Caterina Sighe²
¹APPA Bolzano, ²APPA Trento

Le Agenzie per l'ambiente della provincia di Bolzano e di Trento collaborano da 3 anni con Autostrada del Brennero S.p.A, l'Università degli Studi di Trento e le società NOI Techpark e CISMA per attuare azioni comuni nell'ambito della tutela della qualità dell'aria attraverso il progetto BrennerLEC, cofinanziato dal programma LIFE 2014-2020 della Commissione europea per circa il 60% dei complessivi 4 milioni di euro previsti per l'attuazione.

Il progetto, avviato a settembre 2016, si protrarrà fino al 2021 e si sviluppa lungo l'A22 (Autostrada del Brennero) nel tratto compreso tra Bolzano e Rovereto, all'interno del quale sono presenti le principali aree urbane della regione (città di Bolzano, Trento e Rovereto).

Il progetto BrennerLEC, collocato in un contesto molto sensibile dal punto di vista ambientale quale è quello delle Alpi, si pone l'obiettivo di creare un "corridoio a emissioni ridotte" (LEC - *Lower Emissions Corridor*) lungo l'asse autostradale del Brennero al fine di ottenere un beneficio ambientale nella tutela della qualità dell'aria e fornire un contributo allo sviluppo delle politiche di gestione del traffico per ridurre l'inquinamento. Tale obiettivo è perseguito tramite l'implementazione di misure sperimentali attuate sui veicoli leggeri, tra le quali: la gestione dinamica della velocità in funzione delle condizioni di qualità dell'aria, la gestione dinamica della capacità autostradale, attraverso la riduzione dei limiti di velocità qualora si

prevedano importanti flussi veicolari, e l'apertura temporanea della corsia di emergenza al traffico durante le fasi più critiche, prossime alla saturazione dell'arteria. Si prevede inoltre la gestione integrata dei sistemi di informazione della viabilità autostradale e urbana in corrispondenza dei maggiori centri abitati per orientare gli automobilisti su percorsi consigliati.

BrennerLEC si pone inoltre, come importante traguardo, l'ottenimento del miglior compromesso possibile tra benefici ambientali, qualità e sicurezza del servizio offerto e massimo grado di accettazione da parte dell'utenza. Per tale ragione è prevista attività di monitoraggio sulle matrici ambiente, traffico e impatto sociale.

MONITORAGGIO AMBIENTALE

Le attività di monitoraggio ambientale prevedono la misurazione delle concentrazioni in atmosfera degli inquinanti legati al traffico; contestualmente vengono raccolti dati riguardanti le variabili meteorologiche e i flussi di traffico.

Nella tratta sperimentale sono state posizionate, a bordo autostrada, tre stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria e delle variabili meteorologiche. Inoltre, sono stati installati anche anemometri sonici a diversa altezza per stimare la turbolenza generata dai veicoli e i suoi effetti sulla dispersione degli inquinanti nelle immediate vicinanze della carreggiata.

Oltre alla misura di concentrazione di ossidi di azoto, ozono e polveri (PM10, PM2,5 e ultrafini tramite contaparticelle), viene rilevata la concentrazione di *black carbon*, che consente di ottenere informazioni sulla percentuale di polveri strettamente correlata alle emissioni da traffico, rispetto ad altri contributi come può essere quello della combustione di biomassa.

Figura 1: I sistemi di monitoraggio del progetto BrennerLEC



Fonte: Progetto BrennerLEC

Un aspetto innovativo è costituito dall'allestimento di una rete di monitoraggio della qualità dell'aria spazialmente più distribuita, composta da sensori a basso costo e da campionatori passivi. L'accoppiamento con sistemi di riferimento tradizionali consente anche di valutare l'accuratezza e l'affidabilità delle misure effettuate con sistemi a basso costo.

DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Nel periodo aprile 2017 – agosto 2019 si sono svolte le

prime due fasi di sperimentazione lungo l'A22 testando un concetto avanzato di gestione dei flussi di traffico basato sull'applicazione dei limiti dinamici di velocità al fine di ridurre le emissioni e migliorare la capacità autostradale. La riduzione del limite di velocità viene segnalata agli automobilisti con l'esposizione di messaggi sui pannelli autostradali a messaggio variabile. La valutazione dei benefici ambientali è stata effettuata su un tratto autostradale di 10 km, per il quale il limite di velocità è stato ridotto a 100 km/h. Due siti completi di monitoraggio del traffico e della qualità dell'aria

hanno permesso di misurare gli effetti della riduzione della velocità sul primo sito, mentre sul secondo, situato a circa 4 km di distanza, di monitorare le concentrazioni in condizioni di velocità ordinaria. Sono state raccolte circa 3.100 ore di test, statisticamente rappresentative dell'intera durata della sperimentazione, in termini di condizioni meteorologiche e di traffico. Per meglio definire la relazione causa-effetto fra traffico e inquinamento, la valutazione sulle concentrazioni misurate è stata effettuata filtrando i dati rilevati per direzione del vento, intensità di traffico e differenza di velocità fra i due siti di misura. Così facendo sono stati considerati esclusivamente i periodi temporali nei quali la riduzione della velocità può essere direttamente correlata con la riduzione delle emissioni.

Nel tratto tra Trento e Rovereto, all'interno del quale è presente un sito completo di monitoraggio del traffico e della qualità dell'aria, è stata applicata la riduzione dei limiti di velocità in condizioni di traffico elevato.

L'obiettivo è la gestione di situazioni di traffico prossime allo *stop&go* e alla saturazione attraverso la riduzione dei limiti di velocità, confrontandone i benefici (viabilistici e ambientali) rispetto a quanto ottenuto in situazioni simili non gestite.

Nella prima fase la variazione dei limiti di velocità veniva applicata dagli operatori del Centro Assistenza Utenti (CAU) di A22, sulla base della loro esperienza, attivando manualmente la riduzione dei limiti di velocità a 110 km/h e, in casi più critici, a 100 o 90 km/h.

Nella seconda fase si è deciso di standardizzare la gestione dei limiti di velocità, ideando e sperimentando un sistema di gestione semi-automatico che, tramite un applicativo, fornisce al CAU una misura continuativa del traffico e della sua evoluzione, con l'obiettivo di dare un'indicazione univoca e semplice da visualizzare circa l'attivazione e la variazione dei limiti di velocità.

Tale informazione è il risultato dell'elaborazione dei dati relativi al numero di passaggi di veicoli e alle loro velocità, misurati dalle spire induttive posizionate lungo la tratta autostradale tra Trento e Rovereto.

RISULTATI A METÀ DEL PROGETTO

I dati che emergono dal progetto BrennerLEC confermano i benefici ambientali derivanti dalla riduzione dinamica della velocità, ma indicano al tempo stesso che, in determinate condizioni di traffico, andare tutti più piano significa anche ridurre gli ingorghi e quindi ridurre i tempi di percorrenza, i consumi di carburante e rendere più fluida e serena la guida.

Questi ultimi aspetti, emersi dopo i numerosi test effettuati in varie condizioni di traffico e attuando diverse modalità di intervento da parte della centrale operativa di A22, indicano ciò che si era ipotizzato inizialmente, ma che finora era stato difficile dimostrare. Adeguare la velocità seguendo le indicazioni della segnaletica variabile presente sul percorso autostradale nei tratti sperimentali conviene a tutti.

Ecco alcuni dati che riassumono i benefici riscontrati durante le sperimentazioni finora condotte:

- 1) Ridurre la velocità media dei veicoli leggeri di 14 km/h durante le fasi più critiche per l'inquinamento atmosferico, produce una riduzione delle emissioni di CO₂ dell'ordine del 7% e un decremento delle concentrazioni di NO₂ dell'ordine di 6 µg/m³, pari a circa il 10% delle concentrazioni misurate a bordo autostrada.
- 2) Ridurre la velocità media dei veicoli leggeri di circa 5 km/h riduce le emissioni di NO_x del 7% e della CO₂ di circa il 3%.
- 3) Una gestione dinamica semi-automatica della velocità nei periodi di grande flusso veicolare può ridurre significativamente tempi di percorrenza e

numero di ore di *stop&go*. A titolo di esempio, durante uno dei fine settimana più critici di agosto 2019, in cui la gestione ha funzionato particolarmente bene, è stato possibile ridurre il tempo di percorrenza del 34%, facendo viaggiare i veicoli a una velocità ottimale di circa 80 km/h a fronte dei 55 km/h prospettati in condizioni di traffico critiche caratterizzate da *stop&go* e rallentamenti.

“Scuola odori” – Confronto sulle metodologie delle emissioni odorigene

Alessandra Pillon, Rossana Michelini, Fulvio Stel
ARPA Friuli-Venezia Giulia

Lo scorso ottobre, a Trieste, nella sala multimediale Tesitori della Regione Friuli-Venezia Giulia, si è svolta la seconda edizione dell'incontro organizzato da ARPA Friuli-Venezia Giulia dedicato alla tematica delle pressioni osmogene, importante momento di confronto e condivisione tra le diverse realtà, sia pubbliche sia private, che si occupano di questa tematica emergente.

L'appuntamento è stato rivolto a tutti gli operatori che, a vario titolo, si occupano di questo argomento complesso e ancora ricco di possibili sviluppi. L'attenzione è stata, in particolare, dedicata alle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente, che qui hanno trovato uno spazio dove portare le esigenze collegate alla propria attività e hanno potuto condividere le metodologie più efficaci, nonché le criticità riscontrate nei sempre più numerosi casi che si trovano ad affrontare.

Accanto a queste esperienze, diversi esperti hanno contribuito a sviluppare svariati aspetti afferenti all'argomento delle emissioni odorigene. È stato fatto un importante approfondimento sullo stato dell'arte delle norme tecniche e della normativa di settore, dalle leggi regionali alle linee guida che diverse regioni hanno adottato per darsi dei criteri omogenei di trattamento dei casi di molestia olfattiva, all'analisi del recente articolo 272/bis del D.Lgs. 152/2006 anche in rapporto alla possibile normativa regionale.

Nonostante varie regioni si siano espresse con diverse tipologie di atti amministrativi, dalla linea guida alla legge regionale, tutte partono dai concetti espressi nella Delibera di Giunta della Regione Lombardia, po-

nendo sempre l'attenzione al recettore, ovvero alla presenza di popolazione potenzialmente o oggettivamente impattata dalla pressione osmogene, in maniera analoga a quanto avviene nella normativa sull'impatto acustico.

Per il Friuli-Venezia Giulia, a titolo d'esempio, al momento è in vigore la linea guida predisposta da ARPA Friuli-Venezia Giulia per le valutazioni d'impatto legate ai procedimenti autorizzativi ambientali e per la gestione delle molestie conclamate (ARPA Friuli-Venezia Giulia, 2-2019).

L'analisi della giurisprudenza indica che “le Regioni possono organizzare nel proprio territorio i procedimenti amministrativi, anche con riferimento alle emissioni odorigene; precisare la portata e il significato di disposizioni anche sanzionatorie dello Stato; dettare norme tecniche nel quadro sostanziale fissato dalle leggi dello Stato e procedimentale fissato dagli Statuti regionali”. (Zalin M., 2019). Anche se le regioni possono “normare” in materia di molestie olfattive, il recente articolo 272/bis esprime chiaramente come queste non possano interferire con la disciplina AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale), di competenza Statale, mentre hanno titolo per gestire la tematica delle molestie olfattive nell'ambito dei provvedimenti di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale). Diventa perciò importante gestire la questione delle pressioni osmogene soprattutto nel contesto della corretta pianificazione territoriale.

La caratterizzazione chimica degli odori, la valutazione modellistica, l'utilizzo di *software* di segnalazione e di strumentazione in continuo sono stati argomento di interessanti interventi che hanno messo in luce metodologie, punti di forza e di attenzione dei diversi metodi e strumenti che possono essere utilizzati nell'analisi delle pressioni osmogene (ARPA Friuli-Venezia Giulia, 1-2019). Ulteriori approfondimenti, fondamentali per gli ad-

detti ai lavori, sono stati fatti sui fattori emissivi e le loro modalità di raccolta, sui sistemi di abbattimento e sui criteri di accettabilità degli approcci proposti dalla normativa. Riguardo ai fattori emissivi, in particolare, è stata sottolineata la necessità, riconosciuta ormai da diversi anni, di creare una banca dati condivisa a livello nazionale di fattori emissivi misurati con dei criteri stabiliti e noti. Tali fattori emissivi descriverebbero con maggior precisione le realtà del nostro territorio; darebbero inoltre descrizioni più precise delle sorgenti, essendo note le caratteristiche costruttive e gestionali degli impianti considerati e le metodologie di campionamento utilizzate. Una raccolta di fattori emissivi di questo tipo sarebbe molto utile, sia per le aziende, sia per gli organi di controllo (Rivilli S., 2019).

Un altro importante contributo a questa seconda edizione è stato portato anche dai rappresentanti di altri enti di controllo, quali il NOE (Nucleo Operativo Ecologico) Carabinieri di Udine e il NOAVA (Nucleo Operativo Attività Vigilanza Ambientale del Corpo Forestale Regionale). Non va infatti dimenticato che anche le molestie olfattive, al pari di altre pressioni ambientali, possono sfociare in procedimenti legali civili o penali con tutto quello che ne consegue.

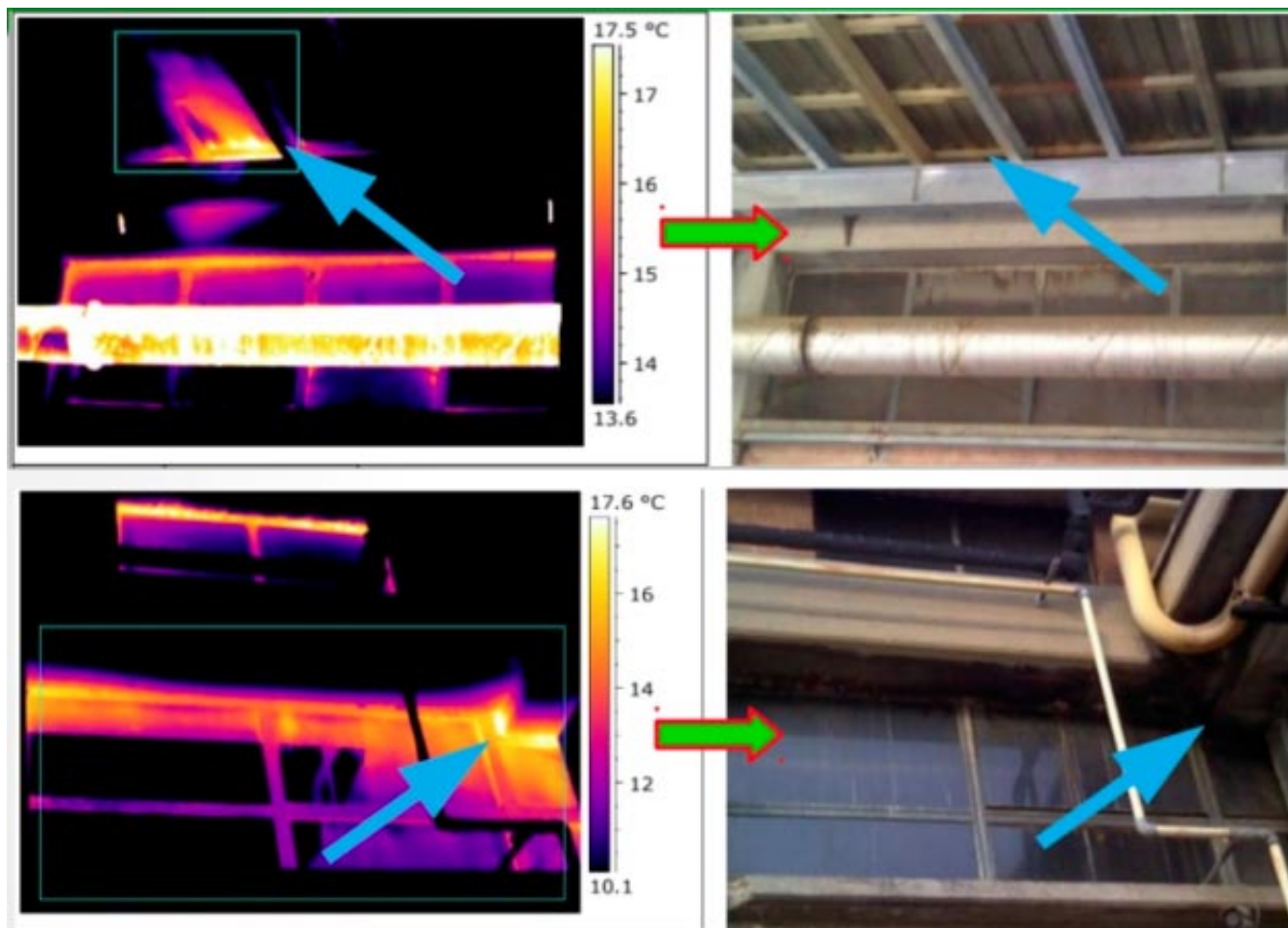
In conclusione, i diversi interventi dell'incontro hanno messo in luce un quadro ancora in rapida evoluzione, in particolare per quanto riguarda le metodologie di valutazione e analisi che, pur essendo sempre più mirate e validate, a volte non riescono, singolarmente, a definire in modo soddisfacente un problema complesso com'è quello degli odori. L'indicazione emersa è dunque quella di approfondire ogni metodologia in modo da individuare i limiti per poterla poi integrare con altre che permettano di incrementare i punti di forza e limitare quelli di debolezza. Per poter affrontare un'analisi così

dettagliata delle "armi" a disposizione, è quindi indispensabile, in prima battuta, esaminare approfonditamente il caso in analisi al fine di individuare tutte le caratteristiche che possono essere utilizzate per valutare la situazione e gli aspetti che invece potrebbero risultare problematici, in una sorta di "analisi di rischio" che porti a individuare gli strumenti più adatti alla valutazione del caso.

Le metodologie utilizzate spaziano in un'area con confini ampi, come è emerso, ad esempio, dall'esame di un caso presentato da ARPAE Emilia-Romagna in cui gli strumenti utilizzati per le emissioni odorigene sono stati usati in sinergia per permettere un'analisi più precisa delle emissioni. Al naso elettronico è stata infatti affiancata una pompa di campionamento da remoto per intercettare le emissioni all'esterno del confine dell'impianto, mentre la caratterizzazione della sorgente è stata fatta utilizzando l'olfattometria dinamica, con campioni raccolti con pompe a depressione presso i punti di emissione. L'analisi dei risultati, integrata con la produzione di una simulazione modellistica, ha però evidenziato anche la presenza di un importante contributo delle emissioni diffuse, per valutare le quali sono state sfruttate le caratteristiche del processo, che nello specifico genera flussi di aria calda. Grazie a tale caratteristica, l'analisi con la termografia infrarossa ha permesso di produrre delle mappe rappresentative della temperatura delle zone indagate e di individuare le vie preferenziali di uscita delle emissioni odorigene (Fornaciari S. e Varini D., 2019) (Figura 1).

Tutti i partecipanti hanno richiesto di proseguire con questa esperienza, eventualmente rendendola itinerante sul territorio nazionale al fine di aumentare sia la partecipazione sia il coinvolgimento dei diversi portatori di interessi.

Figura 1: Mappe rappresentative della temperatura superficiale, ottenute con termocamere infrarosso



Fonte: Fornaciari S. e Varini D., 2019

Bibliografia

ARPA FVG, 1-2019, *Esperienze di valutazione delle emissioni odorigene (Atti del convegno)*, http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/stato/Odori/approfondimenti/Scuola_odori_2019.html
ARPA FVG, 2-2019, *Valutazione dell'impatto odorigeno da attività produttive*, http://cmsarpa.regione.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/utilita/Documenti_e_presentazioni/linee_gui

da_docs/2019lug01_arpa_fvg_lg4401_e1_r1_valutazione_odori.pdf

Fornaciari S., Varini D., 2019, *Sviluppo delle tecniche di valutazione delle emissioni odorigene in un'azienda di rendering*. http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/stato/Odori/allegati/scuola_odori_2019/Fornaciari_Varini.pdf

Rivilli S., 2019, *Approfondimento sui fattori emissivi e modalità di raccolta dati*. <http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/stato/Odori/allegati/scu>

ola_odori_2019/Rivilli.pdf

Zalin M., 2019, *Le emissioni odorigene nella giurisprudenza. Focus sull'attuazione regionale delle norme del testo unico (272bis)*.

http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/stato/Odori/allegati/scuola_odori_2019/Zalin.pdf

Qualità dell'aria: il Fuzzy Environmental Analogy Index Model (FEAIM) per valutare l'idoneità delle stazioni ai fini modellistici

Mariarosa Giardina¹, Pietro Buffa¹, Anna Maria Abita²,
Giuseppe Madonia²

ARPA Sicilia¹, Dipartimento di ingegneria dell'Università
di Palermo²

Tutte le attività volte a studiare le cause primarie e gli effetti dell'inquinamento atmosferico richiedono l'impiego di una rete di monitoraggio della qualità dell'aria ottimizzata per la valutazione dell'esposizione dei bersagli recettori agli effetti degli inquinanti aerodispersi. Nell'ambito di una collaborazione tra ARPA Sicilia e il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Palermo, sono state condotte ricerche per sviluppare una metodologia innovativa utile per ottimizzare l'assetto delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria su scala regionale. L'approccio metodologico si fonda su un nuovo indice, chiamato indice di analogia ambientale del territorio (FEAI), basato sulla teoria degli insiemi sfumati - *fuzzy*.

FEAI è dedotto combinando due indici: l'indicatore di pressione meteorologica (MPI) e l'indicatore di pressione antropica (API). MPI permette di studiare, per il territorio esaminato, analogie orografiche e meteorologiche (in particolare anemologiche) tra aree diverse al fine di confrontarne il funzionamento fluidodinamico nello strato basso della troposfera; API ha la funzione di indicizzare gli impatti legati a fonti antropiche o naturali su scala regionale, permettendo di mettere a confronto le pressioni su zone limitate appartenenti alle medesime aree funzionali (agglomerati urbani, agglomerati industriali, altre zone).

Il modello FEAIM è stato applicato all'analisi della rete

della Regione siciliana. I risultati ottenuti hanno permesso di confermare la capacità dell'indice FEAI di indagare le somiglianze tra le aree limitrofe, in termini di pressioni ambientali dovute a fonti antropiche e naturali. Inoltre, ha consentito di mettere in evidenza nuovi aspetti di funzionamento della rete e confermarne altri che già da tempo si erano manifestati, come evidenze empiriche, nelle attività di monitoraggio della qualità dell'aria.

In questo lavoro, sono stati scelti e modellati insieme (o sottoinsiemi) di *input fuzzy*, in conformità con le conoscenze che classificano e definiscono i dati oggettivi del territorio e la misura degli impatti al fine di rendere possibile una loro interpretazione.

Il metodo per la generazione di sistemi basati su regole *fuzzy* (cioè il processo di ragionamento) è stato basato sull'approccio riportato in Giardina *et al.*, 2014 e 2019, in cui vengono definite delle regole interpretative delle variabili, tenendo conto della loro importanza relativa e dei pesi attribuiti ai singoli input meteorologici e di pressione ambientale.

Per testare il modello linguistico e le regole *fuzzy* implementate in questo lavoro, sono stati utilizzati alcuni processi di ragionamento scaturiti dalle valutazioni dettate dalle esperienze tecniche del sistema agenziale delle ARPA e dal confronto con i risultati ottenuti con lo strumento sviluppato. Alcune analisi di sensibilità sono state eseguite variando la partizione dei *set fuzzy* di *input* per verificare che i valori dei parametri del processo di selezione delle regole fossero costanti.

I risultati di questi lavori di convalida hanno mostrato che la procedura per valutare MPI e API sembra approssimare il sistema reale con buone prestazioni, con il vantaggio di essere facilmente verificabile nonostante la presenza di una struttura informativa complessa.

Con il modello *fuzzy* sviluppato è risultato possibile sta-

bilire se, e quanto, siano localmente estendibili le misure delle concentrazioni delle specie inquinanti aero-disperse dall'intorno delle stazioni fisse a un ambito territoriale più vasto. In virtù della logica adottata per la costruzione dell'indice, ad alti valori del FEAI si è fatto sì che corrispondessero ambiti territoriali favoriti per l'estendibilità delle misure in siti fissi; viceversa, bassi valori si riferiscono a stazioni rappresentative solo del loro immediato intorno.

FEAI è stato applicato alla costruzione di "mappe di sorveglianza ambientale" per le emissioni di PM10, SOx e NOx, su una base di condizioni meteo estesa a cinque anni (dal 2010 al 2014). Le applicazioni preliminari della metodologia proposta sono state riferite agli inquinanti predetti perché considerati significativi per il territorio siciliano in relazione alla presenza d'impianti petrolchimici (che si estendono per circa 2.700 ettari), degli impatti sanitari legati al traffico stradale (focalizzato in particolare nelle aree urbane) e di significativi processi di deposizione del particolato (tra cui la polvere proveniente dal deserto del Sahara).

Lo studio ha permesso d'identificare i sottoinsiemi dell'insieme delle stazioni, individuate nel programma di valutazione (PdV) (approvato dal Dipartimento Regionale Ambiente con DDG n.449 del 10/06/2014 e revisionato con DDG 738 del 06/09/2019), che possono essere pensati come punti di riferimento negli studi modellistici (e.g. uso di codici per la valutazione del trasporto e dispersione degli inquinanti in atmosfera) e per lo scambio reciproco di dati provenienti dalle reti di misura degli Stati membri, così come previsto con decisione della Commissione europea 97/101/CE del 27 gennaio 1997 (*Exchange of Information - EoI*). Alcune vulnerabilità nell'assetto della rete risiedono, principalmente, nel fatto che sotto specifiche condizioni alcune stazioni sono rappresentative della qualità dell'aria solo

nel loro immediato intorno.

In particolare, i risultati hanno permesso di testare l'efficienza delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria utilizzate nelle aree industriali.

Il modello ha evidenziato che le aree industriali della provincia di Messina, ricadenti nel Comprensorio AERCA del Mela, sono caratterizzate da un indice FEAI molto basso (bassa affinità ambientale), che spiega talune discrepanze tra le misurazioni effettuate dai sistemi di monitoraggio della pressione ambientale nelle aree industriali e le misurazioni attese, in particolare in corrispondenza di eventi incidentali di origine industriale.

Nella zona di Milazzo, soltanto per l'inquinante SOx è possibile individuare un sottogruppo di 3 stazioni che è rappresentativo di una limitata porzione areale.

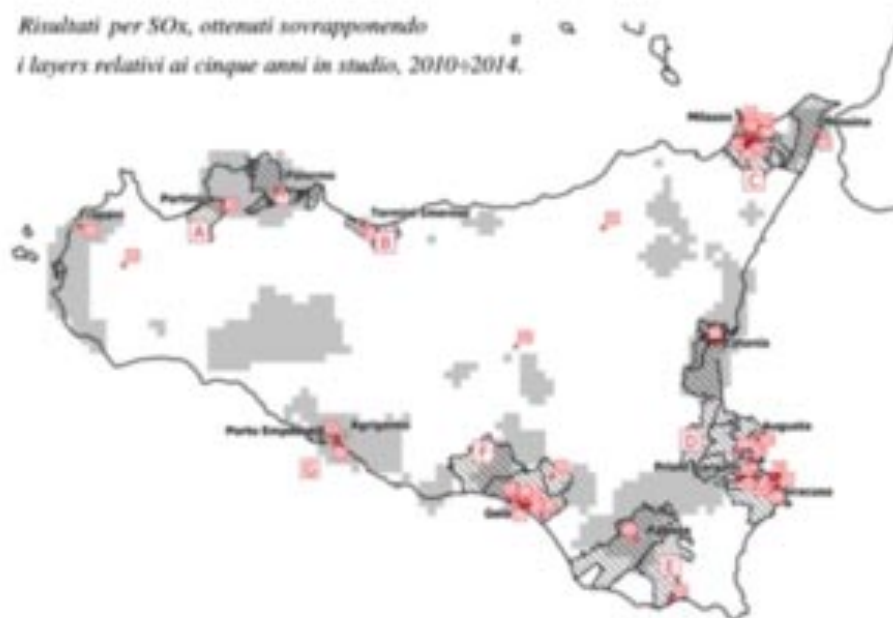
Negli agglomerati industriali di Termini Imerese e di Siracusa, l'indice FEAI ha indicato che le centraline risultano essere singoli punti di misura. Ciò implica la scarsa attitudine del territorio alla estendibilità delle valutazioni di qualità dell'aria a partire dalle singole stazioni di misura. In particolare, nel polo "Augusta-Priolo-Melilli", l'indice FEAI indica che le stazioni di misura sono tutte auto-referenti.

Negli agglomerati industriali di Ragusa e Gela, invece, insistono sottogruppi di centraline di riferimento che consentono una rappresentatività di una parte delle aree territoriali che caratterizzano la zonizzazione di appartenenza.

Per la zonizzazione definita "altro", infine, le centraline sono rappresentative delle pressioni ambientali locali, per cui sono tutte da considerarsi singoli punti di misura per il riferimento modellistico.

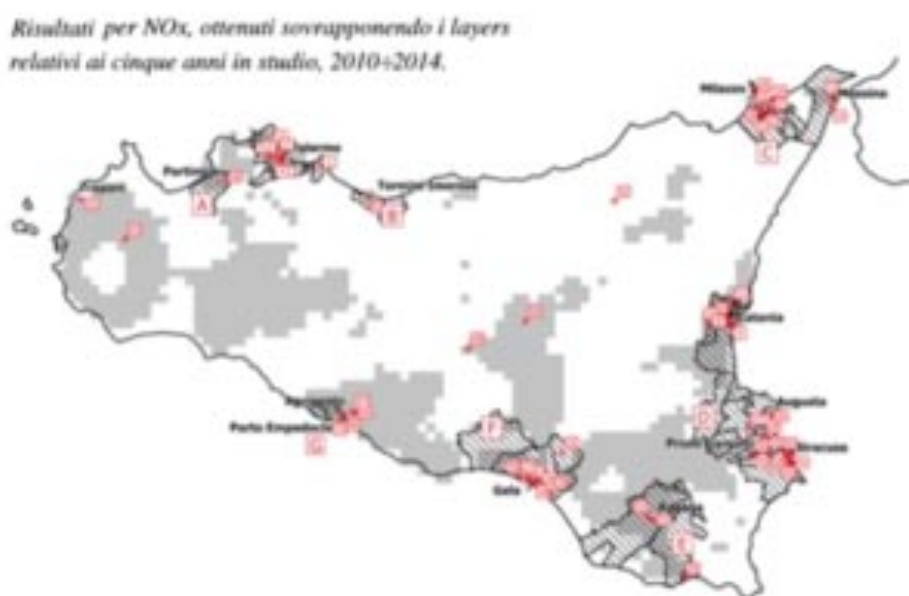
Dallo studio è emerso, altresì, che negli agglomerati urbani di Palermo, Messina e Catania è possibile determinare sottogruppi delle stazioni di rete utili alle integrazioni e/o valutazioni modellistiche.

Figura 1: Indice FEAI valutato per SOx



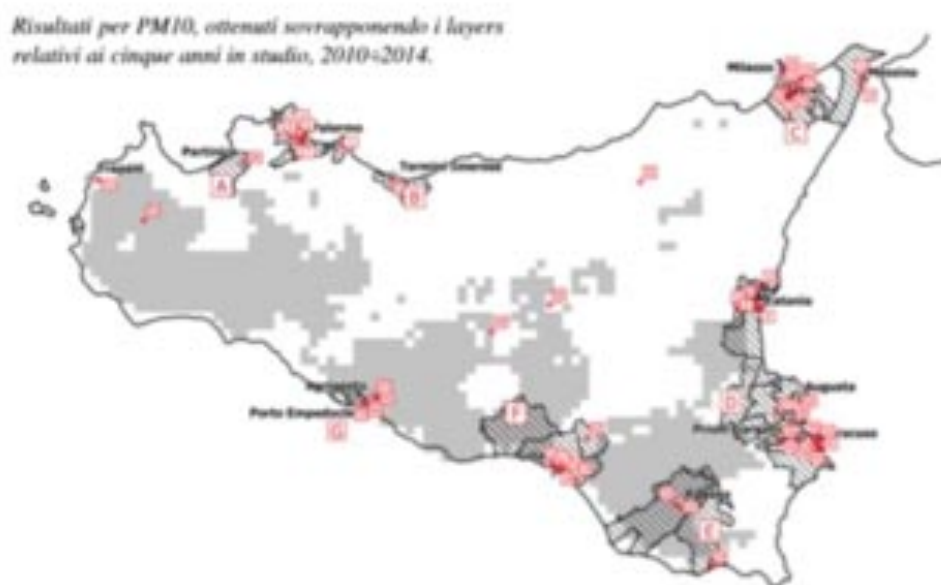
Fonte: ARPA Sicilia e Univeristà di Palermo
Legenda: in grigio affinità Alta; in bianco affinità bassa

Figura 2: Indice FEAI valutato per NOx



Fonte: ARPA Sicilia e Univeristà di Palermo
Legenda: in grigio affinità Alta; in bianco affinità bassa

Figura 3: Indice FEAI valutato per PM10



Fonte: ARPA Sicilia e Univeristà di Palermo

Legenda: in grigio affinità Alta; in bianco affinità bassa

Bibliografia

Giardina M., Buffa P., Abita A. M., Madonia G., 2019, *Fuzzy environmental analogy index to develop environmental similarity maps for design air quality monitoring networks on large-scale*. Stochastic Environmental R

4. BIOSFERA

Obiettivi e attività del Centro “Cambiamento Climatico e Biodiversità in Ambienti Lacustri e Aree Umide” di ARPA Umbria

Valentina Della Bella, Paolo Stranieri
ARPA Umbria

L'importanza della biodiversità è riconosciuta a livello globale per il suo ruolo chiave nel mantenimento dei servizi ecosistemici essenziali per la nostra persistenza in salute e in equilibrio con il pianeta (IPBES, 2019). I cambiamenti climatici, la conversione e degradazione degli ambienti naturali, la diffusione di specie esotiche rappresentano le principali minacce per la biodiversità a opera dell'uomo. Ormai è noto come la perdita di biodiversità si rifletta sulla nostra salute in termini di qualità dell'aria e dell'acqua, del cibo, e sulla instabilità idrologica.

Gli ambienti umidi in particolare sono, a livello mondiale, tra gli ecosistemi più vulnerabili e con il più alto tasso di scomparsa nelle ultime decadi. Al contempo, l'attenzione verso la loro conservazione e gestione è cresciuta proprio per l'importanza che essi rivestono come *hot-spots* di biodiversità – spesso ospitando anche specie vulnerabili o minacciate (EPCN, 2010; IUCN, 2019) – e come ecosistemi, il cui ruolo è centrale per gli equilibri degli ambienti acquatici, contribuendo al miglioramento della qualità delle acque e alla riduzione della loro scarsità (CEC, 2005). Gli ambienti umidi svolgono numerosi servizi ecosistemici, costituendo dei veri e propri filtri naturali per i flussi idrici inquinati, ricoprendo una funzione tampone e un'azione denitrificante delle acque contaminate da fertilizzanti o da residui di attività antropiche. Possono rappresentare dei veri e propri “serbatoi” di specie in grado di ricolonizzare ambienti

acquatici inquinati una volta risanati, e rappresentare aree naturali in ambienti agricoli (CEC, 1992; D'Antoni et al., 2011), aumentandone la resilienza anche verso gli attacchi dei parassiti. Sotto il profilo idraulico, costituiscono aree di espansione allagabili in caso di esondazioni e rappresentano una riserva idrica nei periodi siccitosi. Gli ambienti lacustri e le aree umide risultano inoltre molto vulnerabili all'impatto del cambiamento climatico (Castellari *et al.*, 2014) e, oltre a regolare il microclima dell'area attraverso l'evapotraspirazione della vegetazione acquatica, svolgono una grande funzione nella fissazione del carbonio presente nella biosfera, con conseguente mitigazione degli effetti del cambiamento climatico (Woomaw W., 2018). Essi rappresentano quindi una componente fondamentale per la conservazione della biodiversità a livello regionale, per il rafforzamento della resilienza degli agro-ecosistemi e per la mitigazione e l'adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici.

In questo contesto, per contribuire allo studio della biodiversità, degli impatti delle sue principali minacce a opera dell'uomo e delle risposte a livello di specie, di popolazioni e di ecosistemi, ARPA Umbria, che nel proprio territorio di competenza annovera numerosi e unici ecosistemi umidi e lacustri di interesse nazionale e internazionale, ha impiegato risorse tecnologiche, umane e finanziarie dando l'avvio nel 2017 – nel suggestivo scenario dell'ex-Monastero dei monaci Olivetani sull'Isola Polvese del Parco del lago Trasimeno (PG), attraverso un Protocollo d'Intesa con Regione Umbria, Provincia di Perugia, Unione dei Comuni del lago Trasimeno – a un Centro dedicato al “Cambiamento Climatico e Biodiversità in ambienti lacustri e aree umide” con l'obiettivo principale della conservazione e del ripristino della diversità biologica a tutti i livelli. Il Centro di ARPA Umbria

intende in particolare: i) incoraggiare lo sviluppo della ricerca di base e applicata per la conservazione della biodiversità; ii) promuovere azioni per la conservazione e il ripristino degli ecosistemi acquatici (laghi e zone umide) e una loro gestione sostenibile; iii) supportare azioni per l'adattamento e la resilienza agli impatti delle principali minacce per la biodiversità riconosciute a livello globale (cambiamento climatico, distruzione degli *habitat* naturali, specie aliene) e dare impulso all'utilizzo di metodologie innovative per la tutela della biodiversità; iv) diffondere l'informazione e la cultura ambientale per migliorare la consapevolezza nell'opinione pubblica su questi temi.

Il programma scientifico del Centro si articola su alcune aree di azione che includono studi sulla biodiversità di specifici gruppi tassonomici, indicatori, azioni riguardanti il contrasto alle specie aliene, collaborazioni con istituzioni accademiche e di ricerca, nazionali e internazionali (ARPA Umbria, 2016). Gli sforzi messi in atto si sono concretizzati, anche grazie alla partecipazione di alcuni *partner* locali, nella realizzazione di importanti collaborazioni con l'Università degli Studi di Perugia, Università americane ed europee, enti di ricerca, associazioni, Comuni e Parchi, attraverso le quali vengono realizzati nuovi studi e sperimentate nuove tecniche di ricerca, vengono svolti *training* residenziali e corsi di formazione nazionali e internazionali, *summer school*, *workshop*, seminari, comitati scientifici, giornate di studio, convegni. A tali attività si aggiungono la partecipazione a progetti europei e a programmi di sviluppo rurale, nonché la pubblicazione di libri e articoli scientifici su riviste italiane e internazionali. Le attività di studio cui è stato dato avvio e contributo in questi due anni sono numerose e diversificate e includono progetti sulle microalghe (diatomee), sui macromiceti, sulle co-

munità vegetali, sulle orchidee spontanee, sui semi or-ticoli (banca del germoplasma), sulla fauna selvatica, sui pesci, sulle specie aliene, sui vertebrati fossili, su alcuni crostacei, sui radiolari, nonché sul monitoraggio della qualità delle acque tramite immagini satellitari (Della Bella *et al.*, 2018) e sulla riduzione dell'inquinamento di microplastiche nei laghi (LFE 18 GIE/IT/000813).

Recentemente ISPRA e ARPA Umbria hanno siglato un Protocollo d'Intesa in cui si impegnano, nel rispetto delle proprie funzioni istituzionali, a rafforzare i reciproci rapporti e favorire forme strutturate di collaborazione nell'ottica di rafforzare missione e operatività del Centro di ARPA. La convenzione tra i due Enti amplifica gli orizzonti della ricerca su biodiversità e clima sviluppando sinergie nelle attività di ricerca di base e applicata, dagli aspetti biologici all'analisi degli ecosistemi in vista della loro conservazione attraverso un uso razionale e controllato da parte dell'uomo. Nell'intesa tra ISPRA e ARPA Umbria ci sarà anche ampio spazio alla divulgazione scientifica attraverso workshop nazionali e internazionali. Grazie al Protocollo, il Centro sull'isola Polvese sarà inserito nelle più qualificate reti europee e internazionali su di un tema, la tutela degli ambienti acquatici, che rappresenta uno dei più importanti obiettivi dell'Agenda 2030.

Più in dettaglio, le finalità della collaborazione tra ISPRA e ARPA Umbria rientrano nelle attività e le tematiche seguenti, a fine esemplificativo e non esaustivo, in cui il Centro ARPA avrà un ruolo chiave:

- lo sviluppo di un *Forum* per esaminare i conflitti tra sviluppo sostenibile e dipendenza umana dalla biodiversità in agricoltura e selvicoltura, gestione ambientale e biotecnologia, e per incoraggiare la cooperazione

e i contributi tra i Paesi, in particolare tra i Paesi sviluppati e i Paesi in via di sviluppo per promuovere ampie prospettive globali su questioni di biodiversità e conservazione;

- il rafforzamento dell'interfaccia tra scienza e istituzioni relativamente alla biodiversità e ai servizi ecosistemici al fine della conservazione e dell'uso sostenibile della biodiversità, del benessere umano a lungo termine e dello sviluppo sostenibile;
- lo sviluppo delle relazioni e sinergie con le principali istituzioni di ricerca, sia nazionali sia internazionali, per

la conservazione della biodiversità e dei relativi servizi ecosistemici;

- l'organizzazione e la conduzione di eventi riservati ai conservazionisti, scienziati e ricercatori di discipline non solo legate alle scienze della vita, ma anche sociali e umane, da ogni parte del mondo, consentendo loro di lavorare nello spazio e nel tempo, di imparare gli uni dagli altri e di trasformare le idee in azioni che cambiano il mondo;
- il supporto ad azioni per l'adattamento e la resilienza agli impatti delle principali minacce per la biodiversità

Figura 1: La struttura dell'ex-Monastero degli Olivetani sede del Centro ARPA Umbria sull'isola Polvese (in alto) del lago Trasimeno (PG), alcuni momenti esemplificativi delle attività e laboratori (in basso)



Fonte: Foto di Valentina Della Bella

riconosciute a livello globale, come i cambiamenti climatici, la diffusione di specie aliene, la conversione e degradazione degli ambienti naturali, causati a tutti i livelli di organizzazione biologica.

Nello specifico le iniziative di collaborazione potranno riguardare:

- 1) attività di ricerca e studio attraverso:
 - i) collaborazioni per studi e ricerche su progetti specifici;
 - ii) partecipazione congiunta a programmi di ricerca nazionali e/o internazionali;
 - iii) attività di ricerca in collaborazione;
- 2) attività di didattica e di formazione svolte da ISPRA o da ARPA, e attività di trasferimento dei risultati;
- 3) attività di divulgazione e disseminazione dei temi di interesse al largo pubblico.

Bibliografia

ARPA Umbria, 2016. *Polvese, Clima, Biodiversità. Proposta di Programma scientifico del Centro "Cambiamento climatico e Biodiversità in ambienti lacustri e aree umide"*. Micron 33. 23- 32, Perugia.

Castellari S., Venturini S., Giordano F., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Fusani S., Gatto M., Gaudio D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Passella D., Pierantonelli L., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M., 2014. *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

CEC (Council of European Communities), 1992. *Directive*

92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of European Communities, L206.

CEC (Council of European Communities), 2005. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document N12. Horizontal Guidance on the Role of Wetlands in the Water Framework Directive*. 17th December 2003. Official Journal of European Communities, Luxembourg.

D'Antoni S., Battisti C., Cenni M. e Rossi G.L., 2011. *Contributi per la tutela della biodiversità delle zone umide*. Rapporti ISPRA 153/11.

Della Bella V., Tamburi L., Stranieri P., Bresciani M., Luciani G., Giardino C., 2019. *Progetto EOMORES: monitoraggio della qualità delle acque del lago Trasimeno tramite immagini satellitari e misure in situ*. In: Rapporto Ambiente SNPA - Ed. 2018. *Report di Sistema*. SNPA, 07/2019, pagg. 151-153.

EPCN (European Pond Conservation Network), 2008. *The Pond Manifesto. Stagni e zone umide minori: un manifesto per la loro conoscenza e conservazione*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura.

IPBES, 2019. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Ed. E.S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo. IPBES Secretariat, Bonn, Germany. Gangemi editore, Roma.

IUCN, 2019. *The IUCN Red List of Threatened Species*. <http://iucnredlist.org>.

Woomaw W. R., 2018. *Wetlands in a Changing Climate: Science, Policy and Management*. Wetlands. Springer. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>.

Biodiversity mainstreaming in Italia. Il caso del settore agricolo

Lorenzo Ciccarese, Roberto Daffinà, Valerio Silli
ISPRA

Introduzione

Le aree protette rappresentano uno strumento politico, normativo e gestionale fondamentale per arginare la drammatica perdita di biodiversità. La criticità del loro ruolo è stata riconosciuta dal Piano strategico per la biodiversità per il periodo 2011-2020 dalla Convenzione ONU per la biodiversità (CBD). Inoltre, nel processo di avvicinamento alla Conferenza delle Parti della CBD che si terrà nel prossimo ottobre, chiamata a definire le strategie per la conservazione della biodiversità per il post-2020, le misure di protezione su base territoriale rimangono lo strumento di fondo per la conservazione. Tuttavia, anche nell'ipotesi più auspicabile di aumento dell'estensione e connettività delle aree terrestri e marine e di miglioramento della loro *governance* e gestione, l'approccio alla conservazione basato esclusivamente sulla protezione non sarà sufficiente a rallentare o invertire il declino della biodiversità e raggiungere i tre obiettivi principali della CBD. Viceversa, occorre aumentare la conservazione della biodiversità al di fuori dei confini delle aree protette, poiché è in tali contesti che la si trova ed è lì che agiscono le pressioni e le cause dirette del declino della biodiversità.

Integrazione della biodiversità nelle politiche settoriali e intersettoriali ambientali

In questo senso, l'integrazione della conservazione e dell'uso sostenibile della biodiversità nelle politiche settoriali e intersettoriali, che nel gergo della CBD è rac-

chiusa nell'espressione *biodiversity mainstreaming*, diventa fondamentale, a partire dal pieno riconoscimento del valore della biodiversità e dei servizi che essa fornisce a vantaggio di ogni settore produttivo (OECD, 2018; Whitehorn *et al.*, 2019).

Un settore chiave per il *biodiversity mainstreaming* è l'agricoltura. Ciò dipende dal fatto che l'agricoltura e la biodiversità sono fortemente correlate. Quest'ultima è all'origine di tutte le specie e sub-specie coltivate e allevate, ed è il prerequisito dei servizi ecosistemici essenziali per sostenere la produzione alimentare, l'alimentazione e il benessere umano. Se condotta in modo sostenibile, l'agricoltura può contribuire a erogare servizi eco-sistemici che includono, *inter alia*, il mantenimento della qualità dell'acqua, la ritenzione dell'umidità del suolo, il sequestro del carbonio e l'impollinazione. Tuttavia, come di recente hanno attestato il *Secretariat of the CBD* (2014) e *UN Environment* (2019), l'agricoltura è una delle principali minacce per la biodiversità, compromettendo la sua stessa capacità di aumentare la produttività e contribuire alla sicurezza alimentare delle nazioni.

L'organismo sussidiario di consulenza scientifica, tecnica e tecnologica (SBSTTA) della CBD ha suggerito alcuni approcci per l'integrazione della biodiversità nel settore agricolo, tra cui: (a) l'intensificazione ecologica della produzione; (b) il mantenimento della biodiversità nei paesaggi di produzione; (c) il consumo sostenibile, la riduzione degli sprechi alimentari e delle diete sostenibili. La FAO, dal canto suo, ha fornito le linee guida necessarie per l'attuazione dell'Aichi *Target 7* per i sistemi alimentari e l'agricoltura e ha specificato una serie di strumenti necessari per integrare la biodiversità nel settore agricolo (FAO, 2014). Tra questi figurano la promozione di schemi di certificazione volontaria per beni e servizi territoriali prodotti in modo sostenibile e

di ogni forma di sistemi diversificati di agricoltura, proprio in quanto creano nicchie di mercato che possono aiutare le imprese a espandere il loro *business* e aumentare il reddito, nel rispetto delle migliori pratiche di gestione ecocompatibili.

Agricoltura biologica, principale strumento di mainstreaming

In questo contesto l'agricoltura biologica è uno dei principali strumenti per l'integrazione della biodiversità nel settore dell'agricoltura. Esiste una larga evidenza scientifica sui benefici dell'agricoltura biologica rispetto a quella convenzionale sulla biodiversità, a livello genetico, di specie e di paesaggio, oltre che su altre componenti ambientali (Ciccarese e Silli, 2016). Inoltre, l'agricoltura biologica, nel rispetto dei suoi principi originari, genera maggiori benefici in termini di equità sociale ed economica.

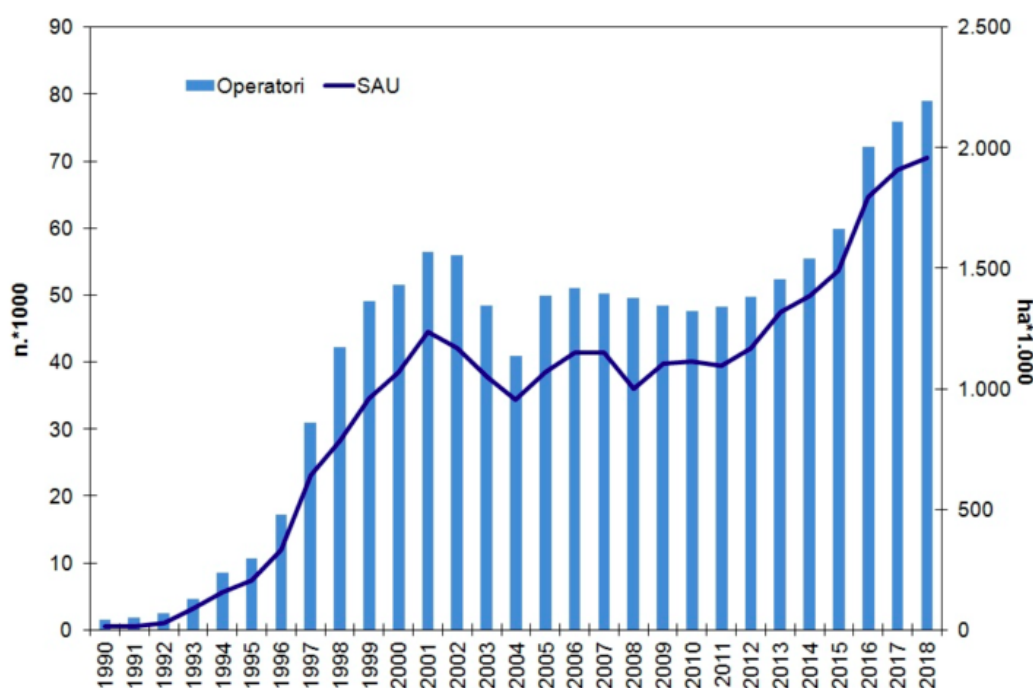
Dal 1990 a oggi il numero di produttori biologici e l'estensione delle aree coltivate nel rispetto del biologico nell'UE sono aumentate considerevolmente. Nel 2018 il valore dei prodotti biologici ha raggiunto 19,7 miliardi di euro, con un tasso di crescita del 9% rispetto all'anno precedente. Nel 2017 l'UE ha raggiunto i 12,6 milioni di ettari, che rappresentano il 18% della superficie biologica globale e il 7% della superficie agricola totale dell'UE (FIBL-INFOAM, 2019).

La serie storica dei dati relativi all'estensione e al numero di operatori biologici in Italia mostra che il settore biologico italiano ha da sempre un particolare dinamismo, per livello di produzione, numero di operatori ed estensione della superficie. Questi dati collocano l'Italia tra i primi Paesi UE per livelli di sviluppo del settore. A fine 2018, in Italia gli operatori sono pari a 79.046 (di cui l'88% produttori), in aumento del 4,2%

rispetto al 2017. L'analisi della distribuzione a livello regionale degli operatori biologici conferma il primato della Calabria (11.030), seguita da Sicilia (10.736) e Puglia (9.275). Nel 2018, si registrano incrementi importanti, rispetto all'anno precedente, in Campania (43%), Emilia-Romagna (20%), Lombardia (18%), provincia Autonoma di Bolzano (15%), Friuli-Venezia Giulia (13%) e Abruzzo (11%). Rispetto alla superficie, nel 2018 sono coltivati col sistema biologico 1.958.045 ettari, registrando un aumento del 2,6% rispetto al 2017. Il tasso di biologico rispetto alla Superficie Agricola Utilizzata (SAU) ha raggiunto nel 2018 il 15,5%. Questo valore posiziona l'Italia di gran lunga al sopra della media UE, che nel 2017, in attesa di dati più aggiornati, si attesta al 7%. Inoltre, le aziende agricole biologiche (che rappresentano il 6,1% del totale) sono decisamente più grandi: in media europea 28,2 ettari, a fronte del dato nazionale di 11,0 ettari. L'elaborazione dei dati di superficie per aree geografiche mostra che, in Italia, sono biologici 5,6 ettari di SAU nel Nord-Ovest; 9,3 ettari nel Nord-Est; 20,1 ettari nel Centro e 19,2 ettari nel Sud e nelle Isole.

L'analisi della distribuzione regionale delle superfici biologiche indica che le estensioni maggiori si trovano in Sicilia (385.356 ha), Puglia (263.653 ha), Calabria (200.904 ha) ed Emilia-Romagna (155.331); in queste 4 regioni è presente il 51% dell'intera superficie bio nazionale. Dal confronto con il 2017 si osserva che le 4 regioni presentano una dinamica differente. In Sicilia e Calabria si verifica una diminuzione in ettari, rispettivamente del 10% e dell'1%; in Puglia un aumento del 4%, mentre in Emilia-Romagna l'incremento raggiunge il 15%.

Figura 1: Variazione del numero di aziende che adottano il sistema biologico e superficie agricola utilizzata in Italia (1990-2018)



Fonte: MiPAAF (SINAB)

L'Italia, quindi, soprattutto grazie alle politiche UE, riconosce il ruolo dell'agricoltura biologica per raggiungere gli obiettivi di conservazione della biodiversità e per generare benefici per la salute dei consumatori. Nell'ambito della PAC per il periodo 2014-2020, gli agricoltori biologici italiani ed europei hanno potuto e potranno beneficiare di diverse misure di sostegno. Inoltre, le misure di sviluppo rurale hanno garantito ulteriori supporti alla crescita della produzione biologica, compresi gli investimenti per sviluppare le pratiche di agricoltura biologica e gli aiuti per la commercializzazione e la promozione dei prodotti biologici.

Nei prossimi anni, il miglioramento delle pratiche agricole e un maggiore utilizzo della tecnologia e della digi-

talizzazione potrebbero ridurre i costi di produzione, con effetti positivi sul reddito agricolo e sui prezzi al consumo.

Nonostante gli sforzi compiuti dall'UE per integrare la biodiversità nell'attuazione delle politiche del settore, continua a registrarsi un declino dello *status* di conservazione delle specie e degli *habitat* di interesse agricolo. Ciò indica che è necessario compiere maggiori sforzi per conservare e migliorare la biodiversità in queste aree. L'imminente riforma della PAC per il periodo 2021-2027, insieme al nuovo quadro finanziario pluriennale, potrà contribuire ad ampliare l'offerta di strumenti per aumentare le sinergie e rafforzare la coerenza tra gli obiettivi della tutela della biodiversità e quelli delle politiche agricole.

Bibliografia

Ciccarese, L. & Silli, V. 2016. *The role of organic farming for food security: local nexus with a global view*, *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 4(1): 56-67

FAO, 2014. *FAO's tools and guidance to assist implementation of the convention on biological diversity and the strategic plan for biodiversity 2011-2020*, FAO 2014 (<http://www.fao.org/3/a-i4811e.pdf>), pag.4.

FIBL-INFOAM. 2019. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2019*. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. Willer H. and J. Lernoud (Eds) 2019, ISBN 978-3-03736-119-1.

OECD (2018), *Mainstreaming Biodiversity for Sustainable Development*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264303201-en>

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Montréal, 155 pagg.

UN Environment (2019). *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Nairobi. DOI 10.1017/9781108627146.

5. GEOSFERA

Gestione dei materiali radioattivi in ambito di bonifica: l'esperienza del SIN di Sesto S. Giovanni

Rosella Rusconi, Madela Torretta
ARPA Lombardia

Durante la bonifica in procedura semplificata (art. 242 bis del Titolo V – parte quarta del D.Lgs. 152/2006) del SIN di Sesto San Giovanni – Area Unione Nord – Comparto ex Falck (pregressa attività di produzione acciaio), il portale per il controllo radiometrico installato presso la discarica di rifiuti speciali cui sono conferiti i materiali di scavo ha segnalato la presenza di un'anomalia radiometrica. Tale segnalazione, che è stata prontamente riferita sia al conferente sia agli Enti di controllo, ha dato il via a una serie di verifiche e approfondimenti di seguito descritti.

ARPA Lombardia, mediante l'attivazione e la collaborazione delle sue risorse interne specialistiche in materia di bonifiche e di radiazioni ionizzanti, ha avviato controlli sia in campo che in laboratorio sulle matrici terreno e materiali di riporto al fine di una prima rapida definizione dell'origine e dell'entità della contaminazione riscontrata, in parallelo e contraddittorio con quanto effettuato dalla proprietà. A tali controlli si è aggiunta l'analisi di campioni di acque sotterranee prelevate dalla porzione più superficiale della falda, sia a monte sia a valle del sito (determinazione del contenuto di attività alfa e beta totale e approfondimenti secondo necessità), allo scopo di identificare eventuali situazioni di contaminazione.

L'esito dei controlli ha permesso di escludere anomalie non inficiando di conseguenza l'utilizzo della porzione più profonda della falda a uso potabile.

Gli approfondimenti, durante lo svolgimento dei quali

sono state sospese tutte le attività di scavo e bonifica, hanno permesso di identificare una contaminazione da radionuclidi sia artificiali (cesio 137) sia naturali (elementi della serie del torio e uranio), la cui origine puntuale è ignota ma la cui occorrenza in questa tipologia di attività produttiva non è infrequente nell'esperienza della nostra Regione.

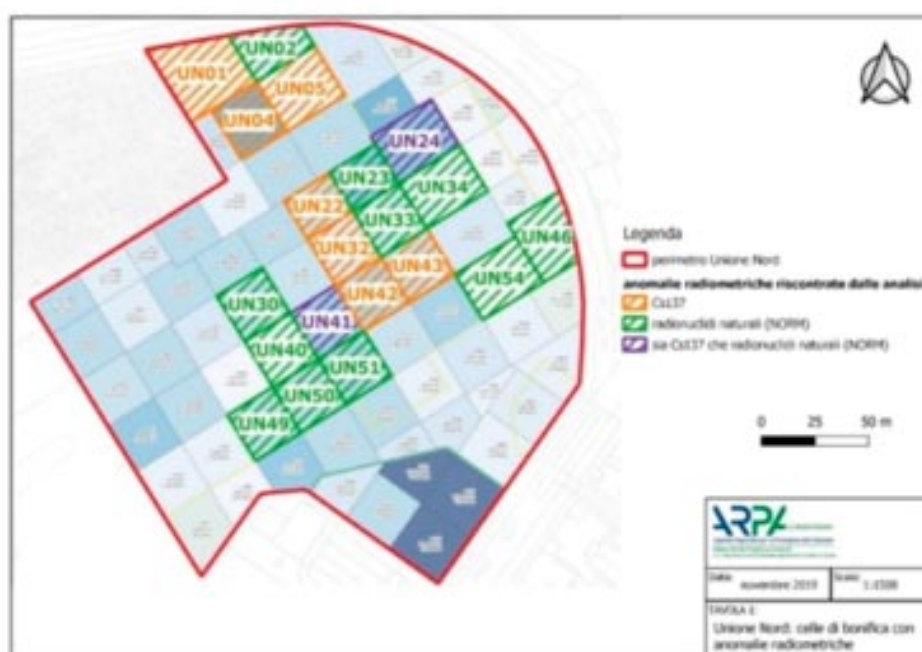
I materiali radioattivi rinvenuti sono stati stoccati provvisoriamente in sicurezza, in baie dedicate, e le attività di bonifica sono state riavviate solo a seguito della definizione di protocolli concordati e della approvazione del piano di controllo radiologico e del documento di valutazione dei rischi.

Il protocollo di verifica radiometrica, approvato su proposta della proprietà, è stato così definito:

- le celle in cui sono state rilevate anomalie sono state oggetto di una attività puntuale di ricerca, svolta mediante controlli radiometrici superficiali con griglia regolare (Figura 1). Tali controlli sono stati effettuati, tipicamente, mediante scansione continua con rivelatori per radiazione gamma (del tipo scintillatore inorganico a ioduro di sodio) e l'individuazione delle anomalie è avvenuta sulla base dello scostamento dal fondo ambientale di radiazione;
- i controlli radiometrici sono stati estesi a tutti i materiali in fase di scavo, nonostante nella fase di caratterizzazione dell'area, preliminare all'avvio delle operazioni di bonifica, si fosse ritenuto di potere escludere la presenza di sorgenti radioattive sulla base delle informazioni prodotte dalla proprietà circa la corretta alienazione di tutte le sorgenti radioattive detenute durante l'esercizio. In particolare le verifiche sui materiali di scavo sono state previste secondo i tre seguenti e diversi livelli di controllo:
 - livello 1- passaggio dell'automezzo di carico del ma-

- teriale appena escavato attraverso un portale radiometrico (sostanzialmente conforme ai requisiti tecnici stabiliti dalla norma UNI 10897:2016 “Carichi di rottami metallici - Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma”), collocato presso l’area in bonifica;
- livello 2 – in caso di esito positivo dei controlli con portale, misure di conferma con strumenti portatili (anche in questo caso adottando modalità di controllo sostanzialmente conformi a quanto previsto dalla norma UNI 10897:2016);
 - livello 3 – in caso di esito positivo anche dei controlli con portatili, intervento di un Esperto Qualificato, incaricato dalla proprietà, ai fini della conferma e caratterizzazione delle anomalie riscontrate;
 - installazione di un secondo portale radiometrico da parte della proprietà, a maggiore garanzia, in uscita dall’area di cantiere allo scopo di monitorare anche il materiale già escavato e stoccato nelle baie in attesa di allontanamento dal sito; in caso di esito positivo dei controlli al portale è stata prevista l’attivazione della medesima procedura di conferma prevista per il materiale in fase di scavo;
 - caratterizzazione dei materiali contaminati che qualora presenti con anomalia dovuta a un materiale ben identificato e facilmente isolabile (massi compatti etc.) ha previsto la caratterizzazione dei singoli oggetti e loro separazione fisica dal resto del cumulo e infustamento, per poi collocarli temporaneamente in fusti in una baia a tale scopo destinata. Diversamente se l’anomalia è di tipo diffuso, si è provveduto all’effettuazione di campioni compositi rappresentativi secondo i criteri stabiliti dalla norma UNI 10802:2013 “Rifiuti - Campionamento manuale, preparazione del campione ed analisi degli eluati”, seguita poi dai necessari approfondimenti radiometrici di laboratorio mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione.

Figura 1: Distribuzione delle anomalie radiometriche nelle celle di bonifica. Zona di attenzione individuata compresa tra le celle UN32 e UN04, delimitata e segnalata con idonea cartellonistica



Fonte: ARPA Lombardia

A valle di tutti i controlli effettuati sono stati ad oggi individuati i seguenti materiali contaminati:

- blocchi lapidei (scorie, talvolta vetrose-cristalline) con presenza delle serie radioattive naturali di uranio e torio (*NORM – Naturally Occurring Radioactive Material*) in concentrazioni fino a 40.000 Bq/kg, al momento in quantitativi pari a 1-1,5 m³. Per tali materiali la proprietà ha espresso l'intenzione di allontanamento mediante conferimento a un soggetto autorizzato a ritirare rifiuti radioattivi ex D.Lgs. 230/1995 s.m.i.. Si ritiene che tale opzione sia praticabile vista l'esiguità volumetrica del materiale e l'applicabilità di iter procedurali ordinari che non richiedono alcuna autorizzazione specifica;
- materiale terrigeno contaminato da cesio 137 in concentrazioni fino a 13.000 Bq/kg, per un volume ad oggi stoccato di circa 200 m³. Tali volumi potrebbero aumentare una volta completata la caratterizzazione radiometrica in profondità in corrispondenza delle celle critiche. Ad oggi per tali materiali non esiste una proposta di destinazione definitiva che comunque dovrebbe essere valutata e autorizzata, alla luce anche di quanto previsto dalle Indicazioni Operative della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 2014, ai sensi dell'art. 126-bis del D.Lgs. 230/1995 s.m.i..

Considerata anche la difficoltà nell'individuare una collocazione finale per elevati volumi di materiale radiocontaminato, stante anche l'assenza del Deposito Nazionale previsto dalla Direttiva 2011/70 così come recepita dal D.Lgs. 45/2014, si ritiene che un aspetto importante e da non sottovalutare sia quello relativo alle modalità di cernita e separazione delle anomalie dalla massa escavata, soprattutto quando queste sono diffuse.

Infatti la cernita e la separazione, qualora ben gestite, indurrebbero una significativa riduzione dei quantitativi

di rifiuti contaminati da smaltire.

La sinergia tra competenze specialistiche ed esperienze diverse presenti nella stessa Agenzia permette di ottimizzare, per quanto possibile, la gestione di queste situazioni, considerata anche l'assenza di norme tecniche specifiche o comunque consolidate nel settore della radioattività che rende necessario il ricorso (per analogia e con le dovute differenze) ad approcci sperimentali maturati nel settore delle bonifiche convenzionali.

In conclusione, se dal punto di vista della gestione delle operazioni di bonifica e caratterizzazione del sito e dei materiali contaminati la vicenda è stata gestita secondo modalità ormai consolidate nella nostra Agenzia, non si può dire lo stesso rispetto ad alcuni problemi che sono rimasti aperti e al momento privi di una soluzione definitiva. In particolare, le criticità hanno riguardato il destino dei materiali radiocontaminati rinvenuti (per i quali ad oggi non esiste sul territorio nazionale alcun impianto disposto a riceverli), la "sovrapposizione" di due normative distinte (D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e D.Lgs. 230/1995 s.m.i., incluse le modifiche introdotte dal D.Lgs. 45/2014 s.m.i. in tema di gestione dei rifiuti radioattivi) e non ultima la conseguente difficoltà nell'individuare l'Ente procedente e nel definire i ruoli dei diversi soggetti coinvolti.

Bibliografia

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – *Norme in materia ambientale*.

Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 – *Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del com-*

bustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili.

Decreto Legislativo 4 marzo 2014, n. 45 - *Attuazione della direttiva 2011/70/EURATOM, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi.*

Direttiva 2011/70/EURATOM del Consiglio del 19 luglio 2011 che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi.

Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento Protezione Civile, prot. N. RIA/0064111 del 5/12/2014 - *Indicazioni operative in merito agli interventi nelle esposizioni prolungate a radiazioni ionizzanti di cui all'art. 126-bis del D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche.*

Determinazione dei valori di fondo naturale dei sedimenti marini abruzzesi

Giulio Surricchio, Alessandra Arizzi Novelli
ARTA Abruzzo

La movimentazione e l'immersione in mare dei sedimenti marini è un tema di grande attualità e interesse socio-economico, ha un impatto rilevante sul territorio e sull'ecosistema marino e, nel lungo periodo, condiziona la geomorfologia e la geochimica dello spazio costiero.

Nel territorio abruzzese, le principali attività di movimentazione dei sedimenti marini sono riconducibili ai dragaggi dei porti commerciali e turistici e al ripascimento degli arenili.

Il Decreto Ministeriale 173/16 "Modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini", regola la materia stabilendo opportuni criteri per le autorizzazioni, la progettazione dell'intervento, il campionamento, la classificazione, il riutilizzo e il monitoraggio ambientale. In particolare, la caratterizzazione dei sedimenti escavati viene effettuata per confronto con valori chimici di riferimento nazionali (L1 e L2) al fine di attribuire ai sedimenti una classe di qualità, utile e vincolante per orientare la scelta delle opzioni di gestione.

Lo scopo di questo studio è stato quello di determinare i valori di fondo naturale locale ($L1_{loc}$) dei metalli pesanti nei sedimenti marini del tratto di costa abruzzese; questi valori devono essere direttamente correlati alla concentrazione geochimica dei sedimenti e quindi alla composizione mineralogica delle rocce che li hanno originati.

L'approccio utilizzato è basato sulle indicazioni fornite dal DM 173/16 che stabilisce, per i campioni di sedi-

mento, criteri di rappresentatività, omogeneità, numerosità e assenza di pericolo ecotossicologico.

Nel periodo 2011-2016 i tecnici di ARTA Abruzzo hanno prelevato 297 campioni di sedimento marino utilizzando una motonave attrezzata con benna di Van Veen, un dispositivo che consente di asportare i primi 15 centimetri in corrispondenza dall'interfaccia acqua marina-sedimento.

Lo *screening* per rilevare alterazioni antropogeniche del sedimento è stato condotto attraverso l'applicazione di una batteria di test ecotossicologici e specificatamente:

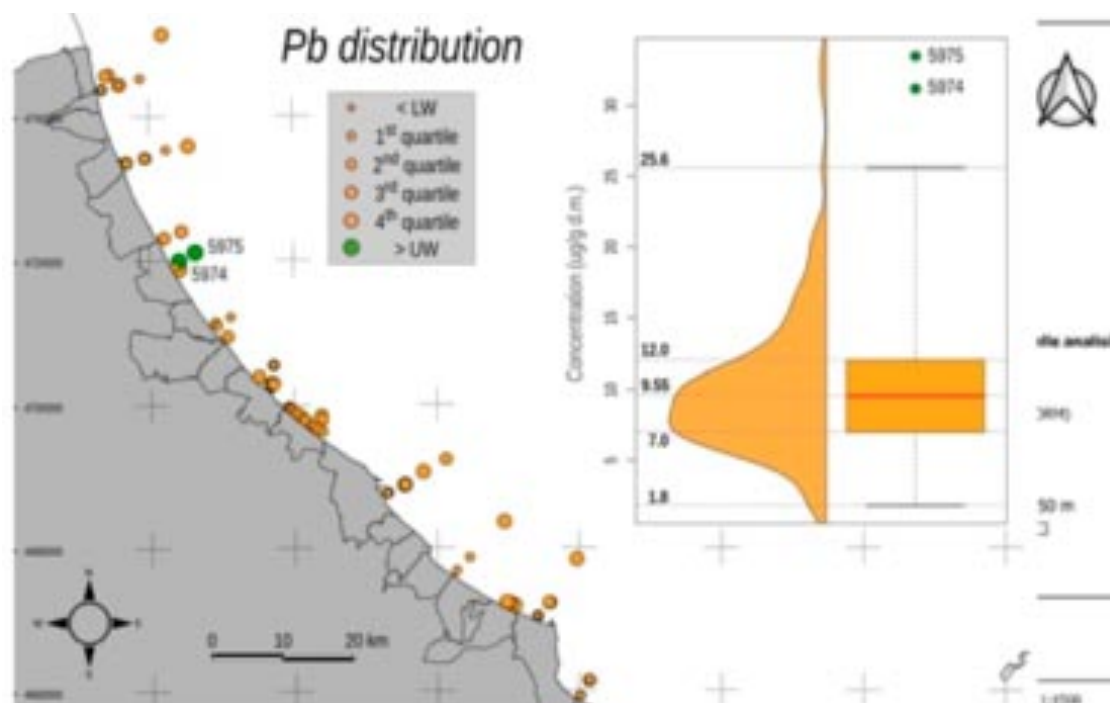
- il saggio di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale non centrifugato (ICRAM, 2001);
- il saggio di tossicità acuta con l'alga marina *Phaeodactylum tricornutum* (ISO 10253:2016) applicato all'elutriato;
- il saggio sub-cronico di embriotossicità con il bivalve *Mytilus galloprovincialis* (ASTM E-724, 2012) applicato all'elutriato.

Dalla selezione si è ottenuto un *subset* di 110 campioni formato esclusivamente da sedimenti che hanno fornito risposte ecotossicologiche basse o assenti.

La valutazione del bioaccumulo è stata condotta su tessuti molli di bivalvi filtratori *Mytilus galloprovincialis* prelevati da operatori subacquei su scogliere selezionate e georeferenziate collocate in prossimità delle aree di indagine.

Gli elementi metallici arsenico, cadmio, cromo, rame, nichel, piombo e zinco sono stati determinati applicando il metodo UNI EN ISO 11885:2009 che prevede l'utilizzo dello spettrometro ICP-OES. Le analisi del mercurio sono state effettuate impiegando il metodo EPA 7471 B 2007 attraverso spettroscopia di assorbimento atomico a vapori freddi CVAAS. Il cromo VI è stato determinato per quantificazione spettrofotometrica del composto cromoformo che si forma per reazione con difenilcarbazide.

Figura 1: Distribuzione statistica e geografica dei valori di Piombo



Fonte: Elaborazione ARTA Abruzzo e Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti – Pescara

L'analisi statistica dei dati si è basata sulle seguenti assunzioni terminologiche: "contenuto naturale geochimico", concentrazione di metalli nei sedimenti, risultante da processi naturali geologici senza alcuna interferenza di origine antropica, "valore di fondo naturale", caratteristica statistica del contenuto naturale geochimico.

Il DM 173/16 prescrive che i valori di fondo naturale locali corrispondano al 90° percentile della serie di dati omogenea.

Il modello distributivo delle concentrazioni dei metalli nei campioni di sedimento non è noto a priori, solitamente non è gaussiano e comunque può differire per metalli diversi. La gestione degli *outliers* e la correlazione fra le caratteristiche geochimiche degli apporti

fluviali e la composizione mineralogica dei sedimenti è stata quindi oggetto di uno studio di approfondimento con il Dipartimento di Ingegneria e Geologia dell'Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti – Pescara, che si è concluso con un lavoro pubblicato sulla rivista internazionale *Science of Total Environment* (Surrinchio *et al.*, 2019).

La valutazione dell'omogeneità della serie di dati, condotta per la stima dei dati anomali, è stata effettuata utilizzando i metodi di statistica non parametrica di Tukey (1977) e Hubert and Vandervieren (2008).

I dati elaborati sono stati sintetizzati in rappresentazioni grafiche come riportato in Figura 1 dove si evince una distribuzione multimodale delle concentrazioni di piombo e si individuano in verde due *outliers*, valori che superano l'estremo superiore calcolato in base al range

interquartile, *box plot* arancione, differenza fra il terzo e il primo quartile ($IQR = Q3 - Q1$).

Dal confronto dei dati mineralogici e granulometrici con quelli acquisiti in una campagna di campionamenti svolta nell'ambito del progetto PRISMA (Spagnoli *et al.*, 2014) è stato inoltre possibile stabilire che i sedimenti marini oggetto di studio, adiacenti alla fascia costiera, sono comparabili con la composizione degli apporti di materiale terrigeno da parte dei bacini fluviali locali mentre, sedimenti campionati più a largo, hanno composizione mineralogiche riconducibili alla facies sedimentaria padana.

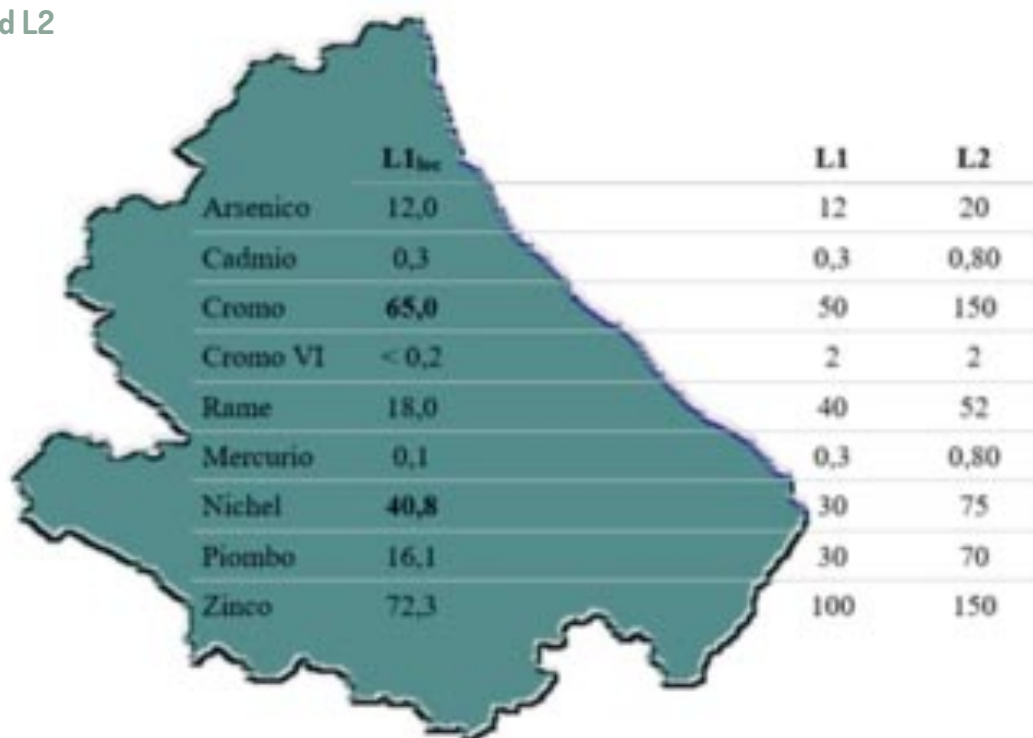
I valori di fondo naturale locale ottenuti sono riepilogati in Figura 2 dove vengono confrontati con i valori di riferimento nazionali L1 e L2. Per il legislatore il livello chimico L1 va inteso come la concentrazione di una determinata sostanza presente nella matrice sedi-

mento, eventualmente in miscela con altri contaminanti, in corrispondenza della quale si hanno scarse probabilità di generici effetti tossici e di bioaccumulo; il livello chimico L2 va inteso come la concentrazione limite di una specifica sostanza che, se presente nel sedimento a una concentrazione uguale o superiore, indica una contaminazione e probabili risposte ecotossicologiche positive, espresse in termini di tossicità media, alta o molto alta.

Il lavoro per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti marini abruzzesi, $L1_{loc}$, ha prodotto risultati coerenti con i livelli chimici di riferimento nazionali, evidenziando un superamento dei valori L1 nel caso del cromo e del nichel, che comunque sono collocati al di sotto del livello L2.

I valori di fondo naturale locale determinati in questo

Figura 2: Valori di fondo naturale locale ($L1_{loc}$) espressi in mg/kg s.s. confrontati con i valori di riferimento nazionali L1 ed L2



Fonte: Elaborazione ARTA Abruzzo e Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti - Pescara

studio costituiranno comunque, per il territorio abruzzese, un valido riferimento per le classificazioni inerenti le attività di gestione dei sedimenti previste dal nuovo panorama normativo.

Bibliografia

Decreto Ministeriale 173 del 15 luglio 2016.

ICRAM, Appendice 2, 2001, *Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero* (triennio 2001-2003).

ISO 10253:2016, *Water quality - Marine algal growth inhibition test with Skeletonema sp. and Phaeodactylum tricornutum*.

ASTM E724 - 98, 2012, *Standard guide for conducting static acute toxicity tests starting with embryos of four species of saltwater bivalve molluscs*.

UNI EN ISO 11885, 2009, *Determinazione di alcuni elementi mediante spettrometria di emissione ottica al plasma accoppiato induttivamente*.

EPA 7471 B, 2007, *Mercury in solid or semisolid waste (manual cold-vapor technique)*.

Surricchio G. et al., 2019, *Evaluation of heavy metals background in the Adriatic Sea sediments of Abruzzo Region, Italy*. Science of the Total Environment 684 pagg. 445-457.

Tukey J. W., 1977, *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, Reading Massachusetts, pagg. 39-49.

Hubert, M., Vandervieren, E., 2008, *An adjusted boxplot for skewed distributions*. Comput. Stat. Data Anal. 52, pagg. 5186-5201.

Spagnoli F. et al., 2014, *Sedimentological, biogeochemical and mineralogical facies of Northern and Central Western Adriatic Sea*. J. Mar. Syst. 139, pagg. 183-203.

6. IDROSFERA

Inquinamento da arsenico in pozzi di acqua a uso domestico: indagine e ipotesi di origini e cause

Maria Letizia Franchi¹, Fabrizio Franceschini¹, Riccardo Petrini², Roberto Giannecchini², Alessandro Staiano²

¹ARPA Toscana, ²Università di Pisa – Facoltà di Geologia – Dipartimento di Scienze della Terra

In provincia di Lucca, nell'alta Versilia, nella parte meridionale delle Alpi Apuane insiste il bacino idrografico del torrente Baccatoio che, pur essendo di modeste dimensioni, ha rivestito un ruolo di primo piano nello sviluppo e nell'economia dell'intero paese. Infatti, agli inizi del 1900 dava energia a diversi mulini e frantoi presenti nel paese; inoltre nella parte collinare-montana del bacino è stata in passato presente un'intensa attività mineraria, caratteristica della zona sin da tempi antichi, che ha avuto il massimo sviluppo nella seconda metà del XIX secolo. Le attività minerarie sono cessate verso la fine del XX secolo senza nessun intervento di messa in sicurezza dal punto di vista ambientale, e in effetti dalle gallerie abbandonate fuoriescono significativi quantitativi di drenaggi acidi contenenti elevate concentrazioni di metalli che si immettono nelle acque superficiali del torrente.

Sono in corso le operazioni di bonifica che procedono secondo un piano approvato.

Le principali sorgenti di contaminazione individuate durante la lunga fase di caratterizzazione ambientale svoltasi in anni recenti sono:

- le acque di miniera, cariche di contaminanti emergenti dai sistemi minerari che vanno ad alimentare il torrente Baccatoio in testa di valle;
- i residui minerari presenti nelle discariche minerarie disperse nel territorio, ancora stoccati presso lo

stabilimento dove veniva lavorato il minerale estratto dalle miniere e contenuti nelle vasche di decantazione;

- i sedimenti del torrente Baccatoio, significativamente contaminati per precipitazione dei contaminanti contenuti nelle acque di miniera. In base alle analisi, essi risultano molto contaminati soprattutto da Antimonio (Sb), Arsenico (As), Mercurio (Hg), Tallio (Tl), Zinco (Zn) e in minor misura anche da Cadmio (Cd), Piombo (Pb), Stagno (Sn), Cobalto (Co), Rame (Cu), Selenio (Se), Vanadio (V). La contaminazione dei sedimenti analizzati riguarda sia quelli attuali sia, seppur in minor misura, quelli più antichi e più profondi analizzati fino a 15 metri di profondità.

Le acque del tratto pianeggiante del corso del torrente Baccatoio non sono mai risultate contaminate.

Nel giugno 2018 sono state effettuate alcune analisi in pozzi situati in quella zona, evidenziando una concentrazione molto elevata di As (fino a circa 1 mg/L). Dopo aver raccolto questi dati, l'Amministrazione Comunale di Pietrasanta, in collaborazione con ARPAT, ha avviato un'indagine sistematica di campionamento dei pozzi per uso domestico e irriguo, rilevando valori di As molto superiori rispetto ai limiti fissati dalla normativa italiana. Sono stati campionati e analizzati un centinaio di pozzi; al fine di capire la distribuzione di As nelle acque sotterranee, ogni pozzo è stato georeferenziato su cartografia tecnica mediante *software* GIS (QGIS) (Sistema Informativo geografico). Questo *software* permette di associare delle banche dati alla cartografia e di eseguire analisi spaziali. Nello *shapefile* è stata riportata la concentrazione in As disciolto nell'acqua (campione filtrato su membrana da 0,45µm).

Da queste elaborazioni, i pozzi contaminati in As sono risultati tutti all'interno del conoide del torrente

Nella Figura 1 è riportata la planimetria dei pozzi ottenuta tramite GIS; i pozzi sono stati evidenziati con diversi colori in base al loro valore di concentrazione in As.

Legend

As in groundwater

- 0.0 - 10
- 10 - 50
- 50 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1500

0 200 400 600 800 1000 m

In base alla distribuzione dell'As nelle acque sotterranee si può dunque escludere che la causa di tale inquinamento sia da mettere in relazione alle acque del torrente Baccatoio o di altri corsi d'acqua che scorrono in quella zona, in quanto non risultano inquinate da As. Gli alti valori di concentrazione in As presenti nelle acque sono associati spesso anche ai valori misurabili (0,4-2,0 mg/l) di azoto ammoniacale, associato ad ambienti riducenti. Consultando le stratigrafie ricavabili da sondaggi geognostici del piano urbanistico del Comune di Pietrasanta, effettuati in prossimità dell'area di studio, si notano dei livelli, che vanno da circa 20 fino a 30 metri di profondità, limosi torbosi di origine lacustre ricchi di materiale organico, in prossimità delle medesime profondità alle quali sono stati trovati i pozzi più contaminati.

Questi ambienti risultano riducenti a causa del decadimento anaerobico della sostanza organica. È probabile, pertanto, che questa sia la reale causa della contaminazione in As nelle acque sotterranee: infatti in questi ambienti l'As risulta molto mobile, venendo rilasciato dai sedimenti, che lo contengono in alte quantità per motivi geogenici, all'acqua circostante, contaminandola.

In futuro, al fine di confermare le cause del rilascio di As nelle acque, sarebbe molto utile la realizzazione, mediante perforazione a carotaggio continuo, di ulteriori piezometri di monitoraggio su cui effettuare accurate analisi dei terreni attraversati e delle acque sotterranee.

Una volta accertata la causa dell'inquinamento osservato, si dovrà svolgere un'attenta analisi di rischio sanitario-ambientale, che dovrà identificare dei livelli di contaminazione accettabili, impostando conseguentemente degli interventi di messa in sicurezza o di bonifica, nel caso in cui il contaminante

rappresenti un serio rischio per la salute dell'uomo e dell'ambiente.

Bibliografia

Ceccarelli F., 2003, *Allegato A. Documentazione a corredo della Tavola 1 Carta dei Dati di Base*. Comune di Pietrasanta, Piano Strutturale Approvato-Quadro geologico, pagg.133-168

Franceschini F., D'Orazio M., Biagioni C., Vezzoni S., Petrini R., Giannecchini R., 2015, *Severe Contamination of waters and stream sediments in an abandoned mine land from Alta Versilia (Southern Apuan Alps, Italy)*. Rend. Online Soc. Geol. It., Suppl. n. 2 al Vol. 35.

Giannecchini R. et al., 2016, *Studio multidisciplinare integrato (geologico-ambientale) nel bacino del Torrente Baccatoio. Relazione finale*. Università di Pisa, pagg.1-175

Smedley P.L. e Kinniburgh D.G., 2002, *A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters*. Applied Geochemistry 17, pagg. 517-568.

Realizzazione di un impianto di ricarica controllata della conoide del fiume Marecchia

Andrea Chahoud
ARPAE Emilia-Romagna

Il presente focus è dedicato a un intervento di ricarica controllata delle falde della conoide alluvionale del fiume Marecchia, attualmente in corso nella porzione sud-orientale del territorio regionale dell'Emilia-Romagna.

Già nel 2005 il Piano di Tutela delle Acque ha promosso l'avvio di progetti pilota riguardanti la ricarica controllata delle falde. Nel 2008, un apposito studio ne ha contestualizzato i termini di fattibilità e i primi elementi tecnici di realizzazione relativamente ai laghetti di ex-cava situati in destra idrografica del fiume Marecchia, tra i comuni di Santarcangelo e Rimini.

Il ripetersi nel tempo di eventi di scarsità idrica (anni 2003, 2007, 2011) per l'intero territorio della Romagna (province di Ravenna, Forlì - Cesena e Rimini) ha sollecitato l'avvio di una sperimentazione con l'obiettivo di incrementare la disponibilità idrica degli acquiferi sotterranei della conoide, in previsione di possibili estati siccitose.

La sperimentazione della durata di due anni, condotta da febbraio 2014 a febbraio 2016, è stata promossa dalla Regione Emilia-Romagna in accordo con la Provincia di Rimini, il Comune di Rimini, il Consorzio di Bonifica della Romagna e l'Ente di Gestione dei Parchi e della Biodiversità della Romagna. Successivamente il progetto è stato sottoposto a procedura di VIA a esito positivo (DGR 1648 del 16/10/2017). Il "ravvenamento controllato della conoide del Marecchia" costituisce, inoltre, misura di Piano di Gestione del Distretto dell'Appennino Setten-

trionale 2015-2021.

Il contesto territoriale di riferimento del progetto è da ritenersi più ampio rispetto alla sola conoide del Marecchia e deve essere necessariamente esteso a tutto il territorio della Romagna. Il fabbisogno idropotabile complessivo di questo territorio supera infatti i 100 milioni di metri cubi annui, con maggiori consumi nel periodo estivo data l'alta vocazione turistica della zona, ed è soddisfatto da una forte integrazione tra prelievi da fonti superficiali (la Diga di Ridracoli, i 2 potabilizzatori nel ravennate con acque dal fiume Lamone o dal Canale Emiliano Romagnolo, l'invaso del Conca) e sotterranee (conoide forlivesi-cesenati e riminesi). Per le acque sotterranee, il contributo maggiore (il 70%) è dato dalla conoide del Marecchia, con estrazioni da pozzo pari a circa 20 milioni di m³, a sottolinearne l'importanza strategica per l'intero territorio della Romagna.

Il tracciato autostradale idealmente separa la zona di monte della conoide del Marecchia, dove gli acquiferi sono amalgamati tra loro e affioranti, dalla zona più a valle, dove gli acquiferi tendono via via a differenziarsi tra loro attraverso strati di sedimenti fini. Nella zona più a monte avviene la ricarica principale della conoide, operata sia dal fiume, sia dall'infiltrazione meteorica; nella zona più a valle si concentrano i principali prelievi a scopo acquedottistico e per gli altri usi.

Lo schema dell'impianto di ricarica controllata è riportato in Figura 1 e consiste nell'immissione di acqua nel lago di ex cava "*Incal System*" attraverso il Canale consortile dei Mulini, che deriva acqua dal fiume Marecchia, circa 10 km più a monte in corrispondenza della traversa di Ponte Verucchio, per poi scorrere parallelamente al fiume fino alla zona dei laghetti. Un sistema di paratie regola poi l'alimentazione al laghetto e/o il possibile rientro dell'acqua nell'alveo del fiume. Il lago *Incal System* ha una estensione pari a 16 ettari ed è localizzato

proprio nel pieno dell'area di ricarica della conoide, quindi l'aumento del volume d'acqua nel lago costituirà un'alimentazione aggiuntiva per la falda sottostante. A supporto dell'intera fase di sperimentazione è stata allestita una rete di monitoraggio dei livelli di falda, con 20 piezometri/pozzi nell'intorno del lago (7 con misure in continuo). Un ulteriore sensore fornisce una stima dei volumi di acqua in transito nel canale di adduzione al lago. Tale rete di monitoraggio è stata confermata dalla VIA a supporto dell'intera messa a regime del progetto. Questa rete si innesta all'interno della più ampia rete di monitoraggio della conoide, costituita da ulteriori 40 punti, con misure disponibili già dai primi anni 2000 (Figura 1). Ulteriore obiettivo del progetto consiste nel miglio-

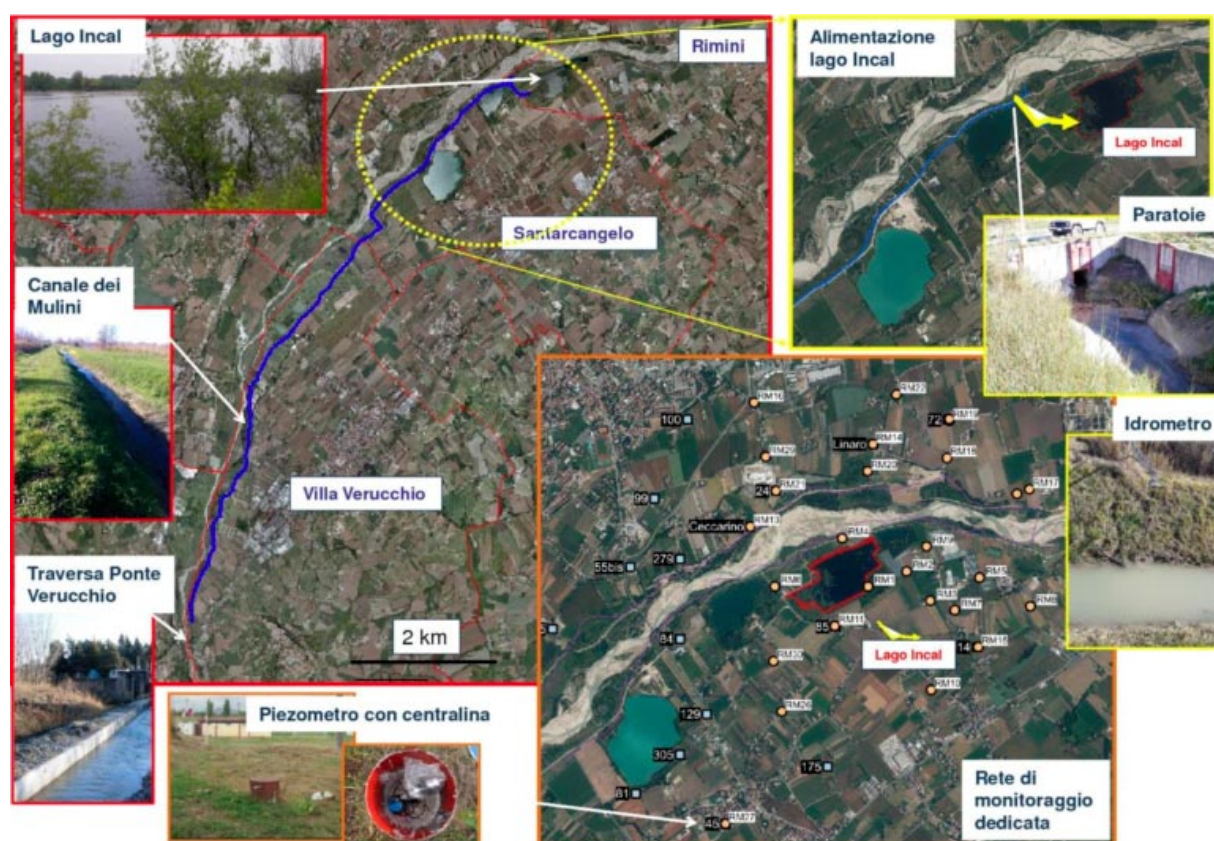
mento dello stato qualitativo delle acque sotterranee. A verifica di ciò il monitoraggio della qualità avviene su un totale di 12 punti sui quali avviene il prelievo del campione e la successiva analisi di laboratorio.

Di questi, 11 corrispondono a pozzi/piezometri situati nelle vicinanze del lago, per lo più coincidenti con punti di misura del livello, mentre il dodicesimo è dedicato al campionamento delle acque del lago stesso.

Il monitoraggio quali-quantitativo risulterà conforme al DM 100/2016 che riporta i criteri per l'autorizzazione al ravvenamento artificiale delle falde in funzione del perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale imposti dal D.Lgs. 152/2006.

Per quantificare l'efficienza dell'impianto di ricarica con-

Figura 1: Schema dell'impianto di ricarica controllata delle falde del fiume Marecchia



Fonte: ARPAE e Regione Emilia-Romagna

trollata è prevista l'implementazione di un modello matematico di flusso e di trasporto dedicato allo scopo. La modellistica verrà realizzata a partire da quella già disponibile sull'intera conoide alluvionale con le opportune discese di scala, verifiche di dettaglio e relativi adeguamenti tecnologici.

Le valutazioni modellistiche permetteranno di confrontare le diverse situazioni in atto (stato della falda alto o basso, ricarica controllata attiva/disattiva, rapporto falda/fiume/lago) al fine di valutare l'effettivo contributo di quanto artificialmente indotto sul comportamento del sistema, sia in termini di innalzamenti piezometrici, sia in termini di bilancio idrogeologico. La modellistica permetterà inoltre, nella fase a regime, di supportare e ottimizzare la gestione dell'impianto stesso.

Il lago *Incal System* (Figura 2) riveste, inoltre, un importante rilievo ecologico all'interno del sito Natura 2000 denominato "Montebello, Torriana e Fiume Marecchia". Il progetto concorre quindi all'incremento della biodi-

versità avifaunistica attraverso precise azioni compatibili con le esigenze delle specie nidificanti e con il mantenimento dell'*habitat* naturale delle specie acquatiche di uccelli. A tal fine è attivo uno specifico monitoraggio visivo dei livelli del lago.

Tutte le attività in corso e future relative all'impianto di ricarica, sia in termini realizzativi di completamento e adeguamento, sia in termini di regolamentazione del suo esercizio, sono riportate nello specifico Protocollo di Intesa sottoscritto nel mese di maggio 2018 tra gli enti coinvolti a vario titolo nel progetto (Regione Emilia-Romagna, Comune di Rimini, Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità della Romagna e ARPAE Emilia-Romagna). L'esecuzione delle attività previste dal Protocollo di Intesa sono garantite da un Comitato di attuazione e monitoraggio nominato a tal fine. Il Protocollo ha validità sino al 31/12/2021, con possibilità di proroga sulla base delle risultanze del progetto.

Figura 2: Lago di ricarica Incal System, primavera 2019



Fonte: Fotografia di A. Chahoud, ARPAE 2019

Primo evento di bloom nel Mar Mediterraneo di un piccolo dinoflagellato, *Prorocentrum shikokuense*: criptico o introdotto?

Leonilde Roselli¹, Maria Rosaria Vadrucci¹, Francesca Fannelli¹, Carmela Caroppo³, Nicola Ungaro²

¹ ARPA Puglia, ² ARPA Basilicata, ³ CNR-IRSA

La frequenza e la diffusione delle fioriture microalgali tossiche e/o nocive (*Harmful Algal Blooms - HABs*), così come il trasporto globale di specie non indigene (NIS), sono fenomeni in crescente aumento in tutto il mondo (Simberloff *et al.*, 2013). Questo *trend* potrebbe essere il risultato di una maggiore consapevolezza scientifica e dell'implementazione dei piani di monitoraggio degli ultimi decenni. Tuttavia, è indubbio che tali fenomeni costituiscano una crescente minaccia per le attività antropiche legate al mare, come la pesca, l'acquacoltura, le attività ricreative e il turismo (Zingone *et al.*, 2017).

Nell'ambito del monitoraggio EU *Marine Strategy Framework Directive* (2008/56/EC) e, in particolare, del descrittore relativo alle specie non indigene, è stato osservato il *bloom* di una specie criptica o non indigena microalgale. Nel porto di Brindisi (Sud Adriatico), nel settembre 2016, la concentrazione di *Prorocentrum shikokuense* ha raggiunto valori di $3,2 \times 10^5$ e $3,4 \times 10^5$ cell/L nelle due stazioni di monitoraggio, BR01 e BR02, rispettivamente (Figura 1). Le fioriture di questa specie di dinoflagellato sono di solito osservate in acque marino-costiere cinesi, giapponesi e coreane (Lu *et al.*, 2005) ma anche lungo le coste del Myanmar e in Messico (Su-Myat and Koike, 2013 e Mucino-Marquez *et al.*, 2015). Tale evento, qui descritto, si è manifestato per la prima volta nel Mar Mediterraneo.

Durante il *bloom*, la temperatura dell'acqua e la salinità sono state di $24,5^\circ\text{C}$ e di 37°C , rispettivamente. La densità cellulare totale della comunità fitoplanctonica è risultata $6,8 \times 10^5$ e $1,1 \times 10^5$ cell/L nelle due stazioni di campionamento BR01 e BR02. La comunità fitoplancto-

Figura 1: Stazioni di campionamento nel porto di Brindisi, Italia (Sud Adriatico)



Fonte: Roselli *et al.*, 2019

nica è rappresentata da *P. shikokuense* in termini di abbondanza cellulare percentuale, per circa il 50% e il 30% nelle stazioni BR01 e BR02, rispettivamente. Nel nostro studio la comunità fitoplanctonica associata a *P. shikokuense* è caratterizzata da diatomee (*Skeletonema* spp., *Cylindrotheca closterium* complex, *Pseudonitzschia* spp., *Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus* spp.), dinoflagellati (*Gymnodinium* spp., *Prorocentrum* spp.) e altri fitoflagellati (Pyramimonadophyceae, Coccolitophyceae and Cryptophyceae indeterminate).

P. shikokuense è stato identificato utilizzando microscopia ottica luce e scansione. Esso ha mostrato elevata variabilità morfologica cellulare con lunghezza media di 22 μm e larghezza media di 9 μm (Figura 2a-d). Le frecce indicano due importanti caratteri diagnostici rilevabili con microscopia ottica luce: la leggera protuberanza anteriore della valva (Figura 2a, b) e la sottile e breve spina apicale (Figura 2 c, d). Nei campioni le cellule sono state osservate come singole, non sono stati riscontrati organismi in colonia. Mediante l'uso della microscopia a scansione sono state individuate le principali chiavi diagnostiche di questa specie (Figura 2 e-m): la valva destra (e), con una visione della regione posteriore che mostra i pori delle tricocisti distribuiti principalmente lungo il margine cellulare (f); la valva sinistra che mostra la banda intercalare (g), la superficie interna della valva con piccoli fori, probabilmente corrispondenti ai pori delle tricocisti (h), l'ornamentazione delle valve con spine *knob-like* e pori valvari distribuiti sulla superficie valvare (i); infine, l'area periflagellare (l, m).

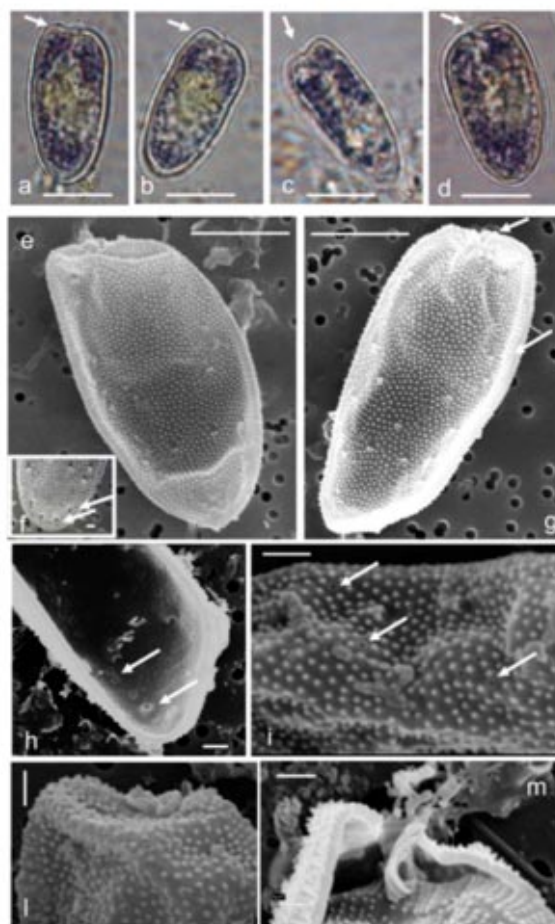
P. shikokuense è una specie poco studiata a livello globale ma di crescente interesse. Numerose specie del genere *Prorocentrum* producono tossine dannose per la salute umana e per altri organismi viventi. La tossicità

di *P. shikokuense* resta ad oggi sconosciuta, tuttavia, questa specie non sembra essere dannosa per la salute umana.

P. shikokuense raggiunge elevate biomasse che, come riportato in letteratura, possono avere un effetto dannoso sugli organismi degli impianti di acquacoltura con conseguenti perdite economiche (Su-Myat and Koike, 2013).

Sebbene *P. shikokuense* sia stato ritrovato nel porto di Brindisi, caratterizzato da un intenso traffico marittimo

Figura 2. Il *Prorocentrum shikokuense* osservato nel porto di Brindisi. (a-d: scala = 10 μm ; e, g: scala = 5 μm ; f, h, i, l, m: scala = 1 μm)



Fonte: Roselli et al., 2019

internazionale, è difficile speculare sui vettori di introduzione di questa specie che, tuttavia, anche a causa della sua identificazione incerta e complicata (Shin *et al.*, 2019), potrebbe anche essere una cosiddetta specie criptica (Roselli *et al.*, 2019). Tuttavia, nel contesto degli HABs, le specie formanti *bloom*, non indigene o criptiche, siano esse produttrici di tossine o no, rappresentano una minaccia per gli ecosistemi e la salute umana, nonché per le attività antropiche economiche legate ai sistemi acquatici. Per questa ragione esse sono oggetto di piani di monitoraggio *ad hoc* in molti Paesi nel mondo. Con il presente studio si sottolinea l'importanza di implementare e applicare sistemi di *early warning* in aree vulnerabili alla presenza di specie aliene e invasive come ad esempio i porti (Magaletti *et al.*, 2018). Allo stesso tempo, nel contesto più ampio dei fenomeni ecologici, inclusi la dinamica dei *bloom* algali, la successione e la distribuzione spaziale e temporale delle specie, si evidenzia la necessità di azioni di monitoraggio *ad hoc* soprattutto durante gli eventi inusuali di *bloom* mediante tecnologie avanzate che permettano un'analisi rapida e automatizzata delle acque naturali (Sieracki *et al.*, 1998; Sosik and Olson, 2007).

Bibliografia

- European Commission, 2008, *Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community actions in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)*. Official Journal of European Communities L. 164, 19–40.
- Lu D. *et al.*, 2005, *Morphological and genetic study of Prorocentrum donghaiense Lu from the East China Sea, and comparison with some related Prorocentrum species*. Harmful Algae 4, 493–505.
- Magaletti E. *et al.*, 2018, *Developing and testing an early warning system for non indigenous species and ballast water management*. Journal of Sea Research 133, 100–111.
- Muciño-Marquez R.E., 2015, *Seasonal variation of the genus Prorocentrum (DINOPHYCEAE) in two tuna farms in Bahia de la Paz, Mexico*. Acta Biol. Colomb. 20 (1), 195–206.
- Roselli L. *et al.*, 2019, *First bloom event of the small dinoflagellate Prorocentrum shikokuense in the Mediterranean Sea: cryptogenic or introduced?* Marine Pollution Bulletin 139, 197–204.
- Shin H.H. *et al.*, 2019, *Prorocentrum shikokuense Hada and P. donghaiense Lu are junior synonyms of P. obtusidens Schiller, but not of P. dentatum Stein (Prorocentrales, Dinophyceae)*. Harmful Algae 89, 1–14.
- Sieracki C.K. *et al.*, 1998, *An imaging-flow system for automated analysis for marine microplankton*. Marine Ecology Progress Series 168, 285–296.
- Simberloff D. *et al.*, 2013, *Impacts of biological invasions: What's what and the way forward*. Trends in Ecology and Evolution 28 (1), 58–66.
- Sosik H.M., Olson R.J., 2007, *Automated taxonomic classification of phytoplankton sampled with imaging-in-flow cytometry*. Limnology and Oceanography Methods 5, 204–216.
- Su-Myat, Koike, K., 2013, *A red tide off the Myanmar coast: morphological and genetic identification of the dinoflagellate composition*. Harmful Algae 27, 149–158.
- Zingone A. *et al.*, 2017, *Are HABs and their societal impacts expanding and intensifying? A call for answers from the HAB scientific community*. In: Proen.a, L.A.O., Hallegraeff, G. (Eds.), *Marine and Fresh-water Harmful Algae*. Proceedings of the 17th International Conference on Harmful Algae. International Society for the Study of Harmful Algae 2017.

7. RIFIUTI

Analisi dei bilanci di materia della gestione della frazione organica differenziata

Alberto Grosso, Giuseppe De Palma
ARPA Campania

In Campania circa il 35% dei rifiuti urbani è costituito da materiale organico, come scarti di cucina, fogliame, sfalci del giardino ecc., la cosiddetta frazione organica, teoricamente in base alla composizione merceologica media dei rifiuti annualmente vengono prodotte 925.484 tonnellate di tale tipologia di rifiuti. Nel 2018, 662.240 tonnellate di frazione organica è stata raccolta separatamente nell'ambito dei sistemi di raccolta differenziata dei Comuni campani e avviata a impianti di recupero. A fronte di un'elevata resa di intercettazione (71,6%) di tale tipologia di rifiuti, la regione tuttavia sconta importanti carenze infrastrutturali.

La raccolta differenziata dei rifiuti organici dovrebbe permettere, oltre al recupero di significative quantità di rifiuti, anche la produzione di risorse preziose, a beneficio degli attori locali, quali l'energia rinnovabile sotto forma di elettricità, calore e/o biometano. Inoltre il compost potrebbe essere utilizzato dagli agricoltori locali. È quindi possibile trasformare rifiuti biodegradabili in una risorsa locale che possa ridurre in modo rilevante l'impatto ambientale sui territori, sostenere la loro economia, creare posti di lavoro e migliorare, nel complesso, la loro capacità di recupero, inoltre una corretta gestione permette di avere un impatto positivo anche sulla riduzione delle emissioni climalteranti.

Pertanto, sebbene per la frazione organica avviata a compostaggio non si possa assumere né il principio di autosufficienza a livello di Ambito Territoriale Ottimale

nello smaltimento dei rifiuti urbani non differenziati e dei rifiuti non pericolosi derivanti dal loro trattamento (art. 182 bis D.Lgs. n. 152/2006) e né l'autosufficienza a livello regionale (art. 182, c. 3 D.Lgs. n. 152/2006) in quanto per le raccolte differenziate avviate a recupero valgono le regole del libero mercato, è indubbio che vada incentivato e perseguito il principio di prossimità. Nel diagramma di flusso in figura è riportata una semplificazione del bilancio di materia regionale relativo alla gestione rifiuti organici raccolti in maniera differenziata dai Comuni campani. Dal grafico si rileva che circa il 74% degli stessi è avviata a recupero in impianti localizzati in altre Regioni. Alcuni Comuni come quello di Napoli trasferiscono direttamente fuori regione i rifiuti raccolti, la gran parte dei Comuni tuttavia utilizza impianti di messa in riserva campani prima del successivo trasferimento in impianti extraregionali.

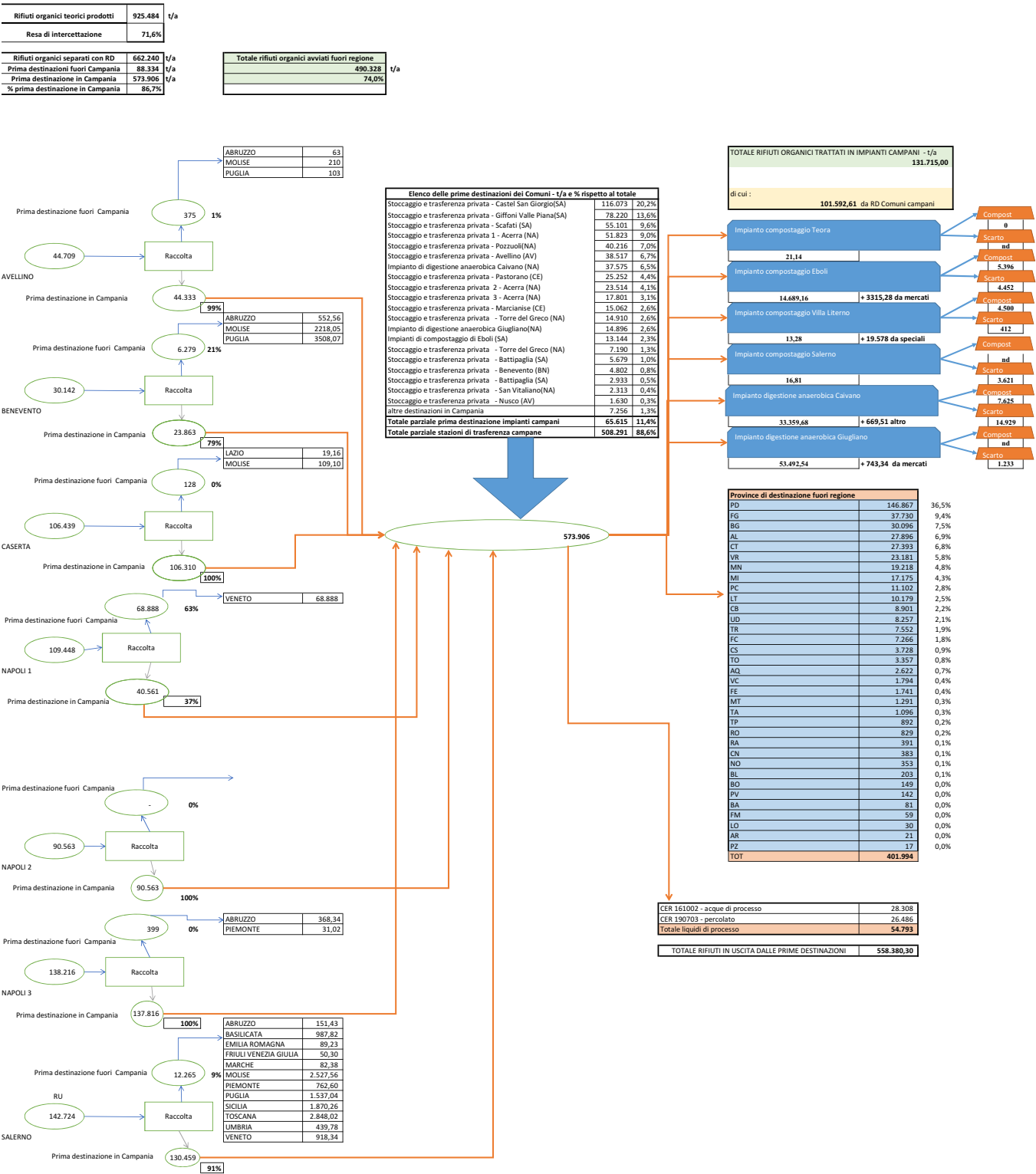
Complessivamente sono 66 gli impianti di prima destinazione della frazione organica utilizzati nel corso del 2018, che hanno gestito 573.906 tonnellate delle 662.240 tonnellate di rifiuti identificati con i CER 200108 e 200201 raccolte dai Comuni.

La gran parte dei flussi (il 98,7%) in realtà transita in 20 principali piattaforme delle 66.

Il diagramma di flusso che identifica per ciascun ATO il quantitativo di frazione organica prodotta e le relative destinazioni evidenzia che solo 88.334 tonnellate vengono avviate fuori regione direttamente dai Comuni principalmente verso il Veneto (in provincia di Padova) e dal solo comune di Napoli con circa 69.000 tonnellate. Quindi l'86,7% dei rifiuti raccolti viene avviato in impianti di gestione dei rifiuti campani per poi essere in buona parte trasferiti fuori regione.

A valle di tali impianti complessivamente vengono avviati fuori regione circa 402.000 tonnellate in gran parte

Figura 1: Diagramma di flusso produzione e gestione dei rifiuti organici della Campania - anno 2018



Fonte: Elaborazione ARPAC su dati ARPAC

in provincia di Padova (37%) e nelle provincie di Foggia (9%) e Bergamo (7,5%), nel diagramma è possibile rilevare il dettaglio delle destinazioni.

Dei 6 impianti di compostaggio e digestione anaerobica esistenti in Campania nel corso del 2018 solo 3 sono attivi e hanno gestito complessivamente 131.715 tonnellate di cui 101.592 provenienti dalla raccolta differenziata dei Comuni, il dato segna un incremento della gestione di tale tipologia di rifiuti in ambito regionale rispetto agli anni passati grazie soprattutto a iniziative di investitori privati.

È lecito aspettarsi per il 2019 un ulteriore incremento dei quantitativi di rifiuti organici gestiti in ambito regionale in virtù della riapertura dell'impianto di digestione anaerobica di Salerno e dell'incremento di potenzialità dell'impianto di Giugliano.

L'analisi del bilancio di materia regionale a ogni modo evidenzia un *deficit* di trattamento, per cui risulta necessario dotare la Regione Campania di ulteriore impiantistica per una potenzialità complessiva di circa 440.000 tonnellate annue.

Tale *deficit* impiantistico potrà essere soddisfatto mediante la realizzazione di ulteriori impianti di iniziativa pubblica-come quelli programmati presso gli impianti di TMB (trattamento meccanico biologico) o privati nei siti indicati dai Comuni che hanno aderito alla manifestazione di interesse pubblicata dalla Regione Campania in data 12 maggio 2016. Alla richiamata manifestazione hanno presentato candidature le Amministrazioni comunali e le Società provinciali che gestiscono gli impianti TMB.

La dotazione impiantistica prevista all'esito dell'attuazione dei programmi sopra indicati potrà essere ulteriormente integrata con quella derivante da iniziative promosse dall'imprenditoria privata.

Bibliografia

ISPRA (2019). *Rapporto Rifiuti Urbani, edizione 2019*. ISPRA Settore Editoria, dicembre 2019

De Feo G.; Ferrara C.; Finelli A.; Grosso A. *Environmental and economic benefits of the recovery of materials in a municipal solid waste management system* ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY. Vol. 40(7). Pag.903-911 ISSN:1479-487X.

DE FEO G.; Ferrara C.; Iuliano C.; Grosso A. *LCA of the collection, transportation, treatment and disposal of source separated municipal waste: A Southern Italy case study* - SUSTAINABILITY. Vol. 8(11). Pag.1-13 - ISSN:2071-1050.

De Feo G.; Milione D.; Polito A.R.; Grosso A.; Cuomo L. Giugno 2016 *Integrated environmental analysis of urban waste separate collection in the Sorrento peninsula, in Italy.*- In: Life Cycle Assessment and Other Assessment Tools for Waste Management and Resource Optimization Londra Engineering Conferences International Pag.1-23 - Life Cycle Assessment and Other Assessment Tools for Waste Management and Resource Optimization - Cetraro, Calabria 5-10 Giugno 2016

De Feo G.; Iuliano C.; Grosso A. 2015 *LCA delle attività di trasporto e gestione dei materiali da raccolta differenziata: il caso studio di Baronissi*. (SA). In: Sardinia 2015, 15th International Waste Management and Landfill Symposium Cagliari CISA Vol.1, Pag.451-452 ISBN:9788862650212 - Sardinia 2015, 15th International Waste Management and Landfill Symposium - Santa Margherita di Pula, Cagliari 5-9 ottobre 2015

Grosso A., De Palma G., Di Meo T. & Mottola A. 2013: *Capitalism Nature Socialism: Reconciling Recycling with Reducing: The Experience of the Door-to-Door Collection Program, Capitalism Nature Socialism*, DOI: 10.1080/10455752.2013.846497"

Grosso A., Vito M., 2008 Rifiuti. *Produzione e gestione in Campania*, Agenzia regionale per il recupero dell'ambiente, Napoli, 2008, ISBN 978-88-96122-01-3.

Quaderno ARSIA 1/2007. ottobre 2011 *L'impiego di Compost di qualità in agricoltura*. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale – Firenze Rapporto Tecnico “Biogas e Compost da bio-rifiuto” (2011). A cura del Gruppo di Lavoro sulla Digestione Anaerobica (GdIDA) approvato dal Comitato Tecnico del CIC. CIC.

8. AGENTI FISICI

La radioattività naturale nel cibo: un confronto tra differenti regimi alimentari

Francesco Caridi, Domenico Pappaterra, Vincenzo Sorrenti, Giovanna Belmusto, Alberto Belvedere, Maurizio D'Agostino
ARPA Calabria

Il presente articolo è finalizzato allo studio della radioattività naturale negli alimenti di origine animale e vegetale, provenienti dalla grande distribuzione durante gli anni 2014, 2015 e 2016, anche al fine di stimare la dose efficace annuale dovuta all'ingestione di cibo tipico delle diete mediterranee, vegetariane e vegane, per una valutazione del rischio radiologico per la popolazione.

Questo lavoro rappresenta una novità nel panorama scientifico internazionale in quanto non sono riportati ad oggi in letteratura studi che valutino nel complesso alimenti appartenenti a specifiche diete alimentari da quella mediterranea a diete sempre più emergenti quali la dieta vegetariana e vegana.

Il radionuclide di interesse è il ^{40}K in quanto la radioattività naturale negli alimenti proviene principalmente da esso, mentre i radionuclidi delle catene di decadimento dell'Uranio e del Torio sono generalmente presenti in tracce (Caridi F. et al., 2016a).

Ottantacinque campioni di origine italiana, circa 1 kg ciascuno, sono stati accuratamente lavati (se solidi) come se fossero destinati al consumo. Successivamente, sono stati omogeneizzati prima di essere inseriti in contenitori Marinelli da 1 L di capacità, per essere analizzati in spettrometria gamma. I campioni liquidi sono stati analizzati direttamente nei contenitori Marinelli senza alcuna preparazione (Caridi F. et al., 2016b).

In particolare, tutti i campioni sono stati analizzati per 70.000 s. La riga-Adi ^{40}K (1.460,8 keV) è stata utilizzata

per determinare la sua concentrazione di attività, con un'incertezza al livello di confidenza del 95%. La strumentazione utilizzata per l'analisi è costituita da un rivelatore al germanio iperpuro (HPGe) Ortec (GMX), con una risoluzione FWHM di 1.94 keV, efficienza relativa al picco di riferimento (^{60}Co a 1,33 MeV) del 37,5% e rapporto picco-Compton di 65:1. Lo spettrometro, raffreddato con azoto liquido, è posto all'interno di un pozzetto di piombo, per la schermatura dalla radiazione di fondo. L'analisi è stata eseguita utilizzando il *software* Ortec Gamma Vision (Ortec, 2010).

L'attività specifica di ^{40}K è stata calcolata con la seguente formula (Caridi F. et al., 2016c):

$$C = \frac{N_E}{\varepsilon_E t \gamma_d M} \quad [1]$$

dove:

N_E = area netta del fotopicco ^{40}K con energia $E = 1.460,8$ keV

A_E = efficienza del fotopicco con energia $E = 1.460,8$ keV

A_d = branching ratio del fotopicco con energia $E = 1.460,8$ keV

M = massa del campione (kg)

t = tempo di misura (s).

La valutazione del rischio radiologico è stata effettuata in termini di dose efficace per ingestione degli alimenti (D.Lgs. 230/95 e s.m.i.):

$$D_{ing} \left(\frac{\text{Sv}}{\text{y}} \right) = h_{ing,K-40} \times J_{ing,K-40} \quad [2]$$

dove:

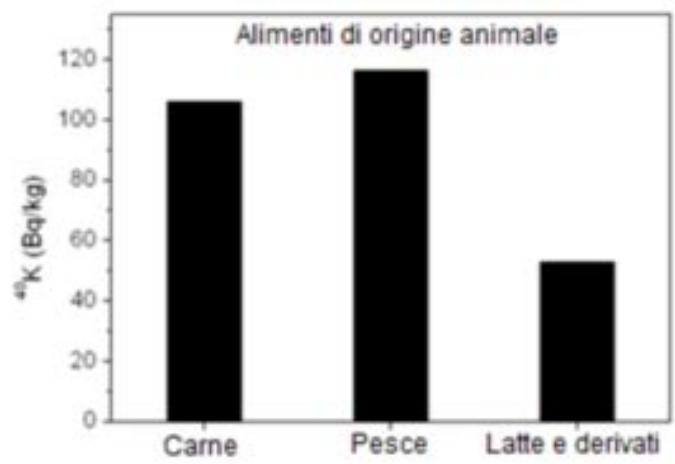
$h_{ing,K-40}$ = (Sv/Bq) = coefficiente di dose efficace per ^{40}K

$J_{ing,K-40}$ = (Bq/anno) = assunzione di ^{40}K (D.Lgs. 230/95 e s.m.i.)

Il valore di $J_{ing,K-40}$ si ottiene moltiplicando il consumo annuo di alimenti (kg) per la concentrazione di attività del radionuclide investigato (Bq/kg) misurata sperimentalmente.

L'attività specifica di ^{40}K nei campioni di alimenti di origine animale analizzati (media sui tre anni) è riportata in Figura 1 e in Tabella 1.

Figura 1: Attività specifica di ^{40}K nei campioni di alimenti di origine animale



Fonte: ARPA Calabria

Tabella 1: Valori di attività specifica di ^{40}K nei campioni alimentari di origine animale

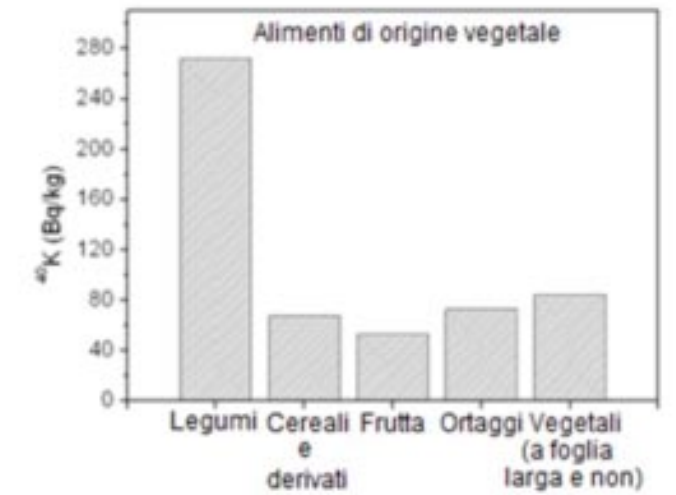
CAMPIONE	RANGE (Bq/kg)	MEDIA (Bq/kg)
CARNE	(82.8 ± 4.8) - (167.6 ± 13.3)	(106.3 ± 6.9)
PESCE	(115.0 ± 9.6) - (118.0 ± 9.8)	(116.5 ± 9.7)
LATTE E DERIVATI	(51.4 ± 3.5) - (54.5 ± 2.6)	(52.9 ± 3.1)

Fonte: ARPA Calabria

Questi risultati sperimentali sono in buon accordo con quelli inseriti nel database della radioattività alimentare di ISPRA (www.radia.apat.it).

La concentrazione di attività di ^{40}K nei campioni di alimenti di origine vegetale analizzati (media sui tre anni) è riportata in Figura 2 e in Tabella 2.

Figura 2: Attività specifica di ^{40}K nei campioni di alimenti di origine vegetale



Fonte: ARPA Calabria

Tabella 2: Valori di attività specifica di ^{40}K nei campioni alimentari di origine vegetale

CAMPIONE	RANGE (Bq/kg)	MEDIA (Bq/kg)
LEGUMI	(157.1 ± 12.3) - (419.0 ± 19.5)	(271.9 ± 16.7)
CEREALI E DERIVATI	(19.6 ± 2.4) - (140.0 ± 7.4)	(67.2 ± 4.7)
FRUTTA	(27.0 ± 2.6) - (80.9 ± 6.2)	(52.7 ± 4.4)
ORTAGGI	(37.4 ± 2.7) - (112.7 ± 9.2)	(72.9 ± 5.6)
VEGETALI (a foglia larga e non)	(34.7 ± 3.8) - (139.9 ± 12.0)	(83.9 ± 6.5)

Fonte: ARPA Calabria

Sono stati raccolti anche dei campioni di oli vegetali; tutti i risultati sperimentali sono risultati inferiori all'attività minima rilevabile.

Anche questi risultati sono risultati in buon accordo con i dati di letteratura (www.radia.apat.it).

La stima della dose efficace annuale dovuta all'ingestione degli alimenti di origine animale e vegetale investigati nel presente articolo è riportata in Tabella 3 ed è stata calcolata, in accordo con l'eq. [2], per i tre diversi regimi alimentari (dieta mediterranea, vegetariana, vegana), i cui quantitativi utilizzati per il calcolo si riferiscono a dati di letteratura per persone di età superiore ai 17 anni.

Per la dieta mediterranea, supponendo un consumo alimentare annuo totale di circa 372 kg (Willett W.C. *et al.*, 1995), la dose efficace totale è risultata essere di circa 0,16 mSv/anno, in buon accordo con la letteratura (IAEA, 2002). Questo valore rappresenta circa il 6,6% del valore di radioattività naturale totale (esterno + interno) per l'uomo, espresso in termini di dose efficace (2,4 mSv/anno) (Bhat R., Gomez-Lopez V.M., 2014). Per la dieta vegetariana (escludendo sia carne che pesce), supponendo un consumo alimentare annuo totale di circa 560 kg (Willett W.C. *et al.*, 1995), la dose efficace totale è risultata essere intorno a 0,41 mSv / anno (IAEA, 2002), circa il 17% del valore totale di radioattività naturale per l'uomo (Bhat R., Gomez-Lopez V.M., 2014).

Per la dieta vegana, escludendo del tutto gli alimenti di origine animale, supponendo un consumo annuo alimentare totale di circa 865 kg (Willett W.C. *et al.*, 1995), la dose efficace totale è risultata essere di circa 0,54 mSv/anno (IAEA, 2002), circa il 22,5% del valore totale di radioattività naturale per l'uomo (Bhat R., Gomez-Lopez V.M., 2014).

Questi risultati costituiscono inoltre un database per la radioattività in campioni alimentari di origine italiana, provenienti dalla grande distribuzione.

Tabella 3: Il consumo annuo (kg) e la dose efficace annuale ($\mu\text{Sv/y}$) per ingestione, riferiti alla dieta mediterranea, vegetariana e vegana

Dieta mediterranea		
Alimento	Consumo annuo (kg)	D_{ing} ($\mu\text{Sv/y}$)
Carne	5.2	3.4
Pesce	7.8	5.6
Legumi	5.2	8.8
Frutta	10.9	3.6
Vegetali	36.4	18.9
Ortaggi	91.2	41.2
Cereali e derivati	124.1	51.7
Latte e derivati	91.2	29.9
Valore totale	372.0	163.1
Dieta vegetariana		
Alimento	Consumo annuo (kg)	D_{ing} ($\mu\text{Sv/y}$)
Legumi	146.0	246.1
Frutta	109.5	35.8
Vegetali	73.0	37.9
Ortaggi	73.0	33.0
Cereali e derivati	113.1	47.1
Latte e derivati	45.6	14.9
Valore totale	560.2	414.8
Dieta vegana		
Alimento	Consumo annuo (kg)	D_{ing} ($\mu\text{Sv/y}$)
Legumi	146.0	246.1
Frutta	164.2	53.7
Vegetali	73.0	37.9
Ortaggi	73.0	32.9
Cereali e derivati	408.8	170.3
Valore totale	865.0	540.9

Fonte: ARPA Calabria

Bibliografia

Bhat R., Gomez-Lopez V.M., 2004, *Practical Food Safety: Contemporary Issues and Future Directions*, John Wiley & Sons Ed.

Caridi F., D'Agostino M., Marguccio S., Belvedere A., Belmusto G., Marcianò G., Sabatino G., Mottese A., 2016a, *Radioactivity, granulometric and elemental analysis of river sediments samples from the coast of Calabria, south of Italy*, European Physical Journal Plus 131:136.

Caridi F., Marguccio S., D'Agostino M., Belvedere A., Belmusto G., 2016b, *Natural radioactivity and metal contamination of river sediments in the Calabria region, south of Italy*, European Physical Journal Plus 131:155.

Ortec Gamma vision-32 v. 8.1, 2017.

Caridi F., Marguccio S., Belvedere A., Belmusto G., Marcianò G., Sabatino G., Mottese A., 2016c, *An investigation about natural radioactivity, hydrochemistry and metal pollution in groundwater from Calabrian selected areas, southern Italy*, Environmental Earth Science 75 1-7.

D.Lgs. 230/9 e s.m.i.

International Atomic Energy Agency (IAEA), 2002, *Natural and induced radioactivity in food*, IAEA-TECDOC-1287, Wien.

ISPRA RESORAD Database, www.radia.apat.it

Willett W.C., Sacks F., Trichopoulou A., Drescher G., Ferro-Luzzi A., Helsing E., Trichopoulos D., 1995, *Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating*, American Journal Clin. Nutr. 61(6) 1402S-1406S.

Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon

Elio Sirigu, Massimo Cappai, Ivana Dettori
ARPA Sardegna

ARPA Sardegna, su mandato dell'Azienda per la Tutela della Salute della Sardegna, ha predisposto e poi realizzato nel corso del 2017-18 il Progetto "Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon" al fine di consentire una prima mappatura della concentrazione del radon *indoor*. Obiettivo fondamentale del progetto è fornire utili informazioni al fine di ridurre il rischio di effetti sanitari connessi all'esposizione della popolazione al radon e ai suoi prodotti di decadimento nel quadro della "Promozione di buone pratiche in materia di sostenibilità ed eco-compatibilità nella costruzione/ ristrutturazione di edifici per il miglioramento della qualità dell'aria *indoor*" previsti dal Piano Regionale di Prevenzione 2014-2018. La concentrazione del radon *indoor* è funzione di molteplici fattori, e dipende in particolare dalle caratteristiche del substrato geolitologico, dalle modalità costruttive e dalle modalità di fruizione dell'abitazione (WHO, 2009).

Le informazioni disponibili evidenziano per la Sardegna una situazione complessa sotto il profilo geologico e per le modalità costruttive spesso a essa direttamente connesse. La Sardegna è costituita da metamorfiti e da plutoni granitiche del Paleozoico, che interessano soprattutto il settore orientale e parti della Nurra e del Sulcis-Iglesiente; queste rocce sono variamente e/o parzialmente ricoperte da formazioni sedimentarie terrigene arenacee, marnose e carbonatiche e da strutturati apparati vulcanici formati a partire dal Paleozoico

superiore e poi nel Mesozoico e nel Cenozoico.

Il Progetto ha consentito di ottenere misure annuali di concentrazione di radon *indoor* su 1.837 edifici su un campione di 208 Comuni (su 377 Comuni totali). Le misure sono state eseguite con dosimetri passivi a traccia CR39 esposti in 2 semestri consecutivi (marzo-agosto 2017 e settembre-marzo 2018) posizionati, sulla base degli obiettivi del progetto, in locali al piano terra degli edifici campione.

La media aritmetica (AM) dei valori di concentrazione radon *indoor* è risultata pari a 116 Bq/m³ e la media geometrica (GM) pari a 65 Bq/m³. La distribuzione dei valori di concentrazione media nei "Comuni campione" mostra che il 93% dei Comuni interessati presenta una concentrazione media annuale (al netto del valore *outdoor* stimato in 8 Bq/m³) inferiore ai 300 Bq/m³, il 4% valori tra 300-500 Bq/m³ e il 3% valori superiori ai 500 Bq/m³. I valori riscontrati evidenziano che il territorio della Sardegna è da considerare tra le aree a maggior rischio radon *indoor* in Italia.

La distribuzione dei valori di concentrazione del radon *indoor* degli edifici ubicati nelle diverse Unità Litologiche (UL), riportate nella figura 1.A, mostra che i valori più elevati di radon *indoor* (AM >250 Bq/m³) si riscontrano negli edifici che insistono sulle rocce magmatiche intrusive (che interessano circa il 25% del territorio regionale)

Gli edifici che insistono sulle rocce magmatiche effusive presentano valori con una AM massima per UL di 65 Bq/m³

Gli edifici che insistono sulle rocce parametamorfiche mostrano una AM massima di 177 Bq/m³ ed infine gli edifici che insistono sulle rocce sedimentarie terrigene presentano bassi valori di AM, intorno ai 40/80 Bq/m³. Al fine di poter ottenere una rappresentazione dei valori di concentrazione su tutto il territorio regionale, a partire

dai valori di radon *indoor* nel campione regionale, sono state utilizzate due tecniche di tipo geostatistico:

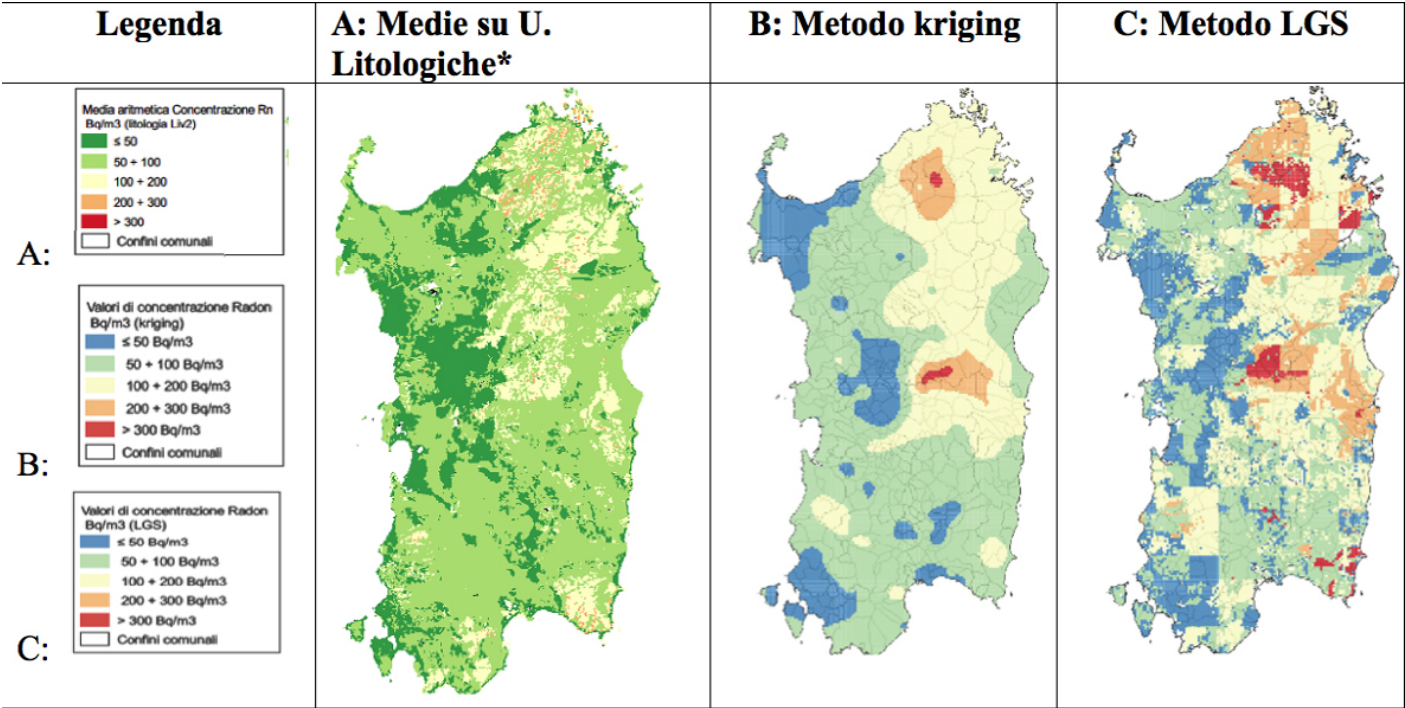
- 1) metodo “*kriging*” (Matheron, 1976)
- 2) metodo di “elaborazione litogeostatistica - LGS” mutuata a partire dal metodo proposto da Miles et al. 2005 e da noi sviluppata in riferimento al contesto regionale.

Il **kriging** usa metodi matematici e geostatistici per interpolare i dati tenendo conto della reciproca correlazione spaziale. La stima del valore di concentrazione di radon *indoor* sull'intero territorio regionale è stata effettuata interpolando i dati analitici georeferenziati mediante un kriging ordinario (i risultati sono riportati in Figura 1.B).

Il **metodo LGS (Lito-Geo-Statistico)** fonda i presupposti teorici sul metodo della mappatura integrata (Miles J.C., 2005) e sull'osservazione che il contributo della litologia alla concentrazione del radon *indoor*, pur a parità del substrato litologico su cui sono costruiti gli edifici, può essere variabile in aree geografiche diverse (Figura 1.C).

I metodi utilizzati evidenziano differenze significative. In particolare, emerge l'effetto “*smoothing*” del metodo *kriging* che livella e diluisce le variazioni dei singoli valori puntuali per formare ampie e sequenziali classi di valori. Il metodo LGS evidenzia le variazioni dei valori puntuali per le diverse unità litologiche presenti nelle diverse sezioni e il risultato ottenuto si presenta molto più disomogeneo con forti variazioni tra le diverse sezioni. Il

Figura 1: Distribuzione dei valori di concentrazione radon indoor (Bq/m³) in Sardegna ottenuti con le diverse metodologie



Fonte: Rapporto finale Progetto “Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon” (Deliberazione Giunta Regionale N.7/49 del 12.02.2019)
 Legenda: (*) Le 26 unità litologiche vengono associate sulla base della classe valori media aritmetica concentrazione Rn (Bq/m³)

confronto fra le due tavole mette in evidenza la presenza dei valori più elevati nelle aree della Sardegna settentrionale e centrale ed in generale in tutto il settore centro occidentale, caratterizzato dalla prevalenza delle rocce magmatiche intrusive (graniti s.l.), e dalle rocce metamorfiche del basamento ercinico e sui quali si sono riscontrati i valori di concentrazione Rn indoor più elevati, mentre il settore occidentale dell'Isola ed il campidano, salvo alcune localizzate aree dell'Arburese (sempre interessate dalle presenza di substrati granitici), rappresentano le aree con i valori di concentrazione più bassi.

La distribuzione dei valori di concentrazione del campione complessivo è una distribuzione lognormale, con valore della media geometrica (GM) pari a 65 Bq/m^3 e una deviazione standard geometrica (DSG) pari a 1.055. Sulla base del presupposto che per ogni sezione i valori di concentrazione presentano una distribuzione lognormale e una DSG corrispondente al campione regionale, il calcolo della percentuale di abitazioni che superano un determinato livello di riferimento è stata costruita in ogni elemento territoriale scelto, mediante la cosiddetta

variabile devinata normale standardizzata Z , definita come:

$$Z = \frac{\ln(LR) - \ln(GM)}{\ln(DSG)}$$

dove:

LR = livello di riferimento scelto

GM = media geometrica

DSG = deviazione standard geometrica

Sulla base dei valori di probabilità della distribuzione di frequenza normale, per ogni valore di Z si determina la probabilità che una misura di radon nella relativa sezione possa superare il valore del livello di riferimento, ovvero la percentuale attesa di abitazioni eccedenti il livello di riferimento stesso

Sulla base dei livelli di riferimento (LR) definiti dalle normative nazionali ed europee, sono state elaborate le mappe della percentuale attesa di abitazioni eccedenti i 300 Bq/m^3 . Per le unità territoriali riferite ai limiti amministrativi comunali, è stato valutato, cautelativamente, che il valore della probabilità di superamento del livello di riferimento per ciascun Comune della Sardegna sia rappresentato dal valore maggiore fra quelli ot-

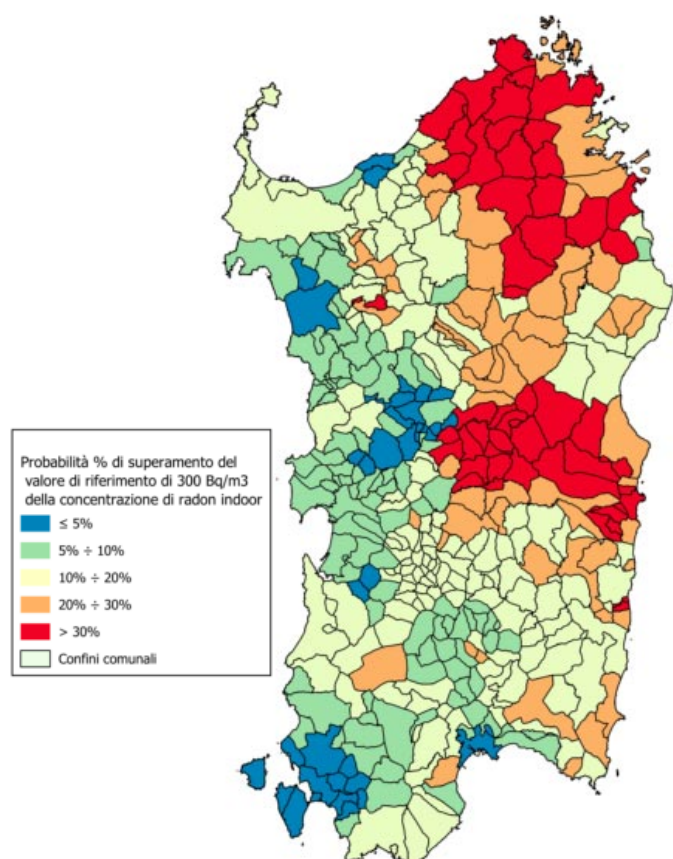
Tabella 1: Stima della probabilità di superamento dei valori di concentrazione di radon indoor di 300 Bq/m^3 , per classe valori, nei Comuni della Sardegna e stima della popolazione esposta

Probabilità di superare il valore di riferimento 300 Bq/m^3	Numero di Comuni	Popolazione	Potenziale popolazione esposta	Incidenza % su popolazione totale	Incidenza % su popolazione esposta
$P \leq 5\%$	34	269.872	11.620	1%	5%
$5 < P \leq 10\%$	98	500.414	39.864	2%	18%
$10 < P \leq 20\%$	142	500.880	66.257	4%	30%
$20 < P \leq 30\%$	54	239.973	56.967	3%	26%
$P > 30\%$	49	128.223	48.650	3%	22%
Totale	377	1.639.362	223.359	14%	100%

Fonte: Rapporto finale Progetto "Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon" (Deliberazione Giunta Regionale N.7/49 del 12.02.2019)

tenuti con i due metodi di stima. A tal fine, con l'obiettivo di identificare le aree a rischio come stabilito dal D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii., e in attesa delle indicazioni derivanti dal recepimento della Direttiva 59/2013/Euratom e dal previsto Piano d'azione per il Radon, sono state individuate quali aree a rischio radon le aree comunali nei quali la probabilità di superare il livello di riferimento di 300 Bq/m³ interessa più del 30% degli edifici.

Figura 2: Probabilità di superamento del livello di riferimento di 300 Bq/m³ negli edifici. In rosso le aree a rischio radon (probabilità > del 30%)



Fonte: Rapporto finale Progetto "Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon" (Deliberazione Giunta Regionale N.7/49 del 12.02.2019)

Sulla base di tale elaborazione 49 Comuni della Sardegna sono risultati a rischio radon. La distribuzione dei Comuni per classi di probabilità di superare il valore di riferimento è riportata nella seguente tabella e nella relativa figura.

Valutazione della popolazione esposta

Alla conclusione dello studio sono state effettuate delle elaborazioni relative al potenziale rischio radon sulla popolazione della Sardegna ed alla sua distribuzione nel territorio.

A partire dai dati demografici ISTAT è stato calcolato il numero medio di abitanti per edificio per ciascun comune e quindi stimata la popolazione esposta a concentrazioni di radon *indoor* superiori a 300 Bq/m³ per tutti i Comuni della Sardegna, per le diverse classi di probabilità.

Le stime eseguite (Tabella 1) evidenziano che complessivamente il 14% della popolazione della Sardegna (circa 223.000 persone) è potenzialmente esposta a valori di concentrazione di radon *indoor* superiori ai 300 Bq/m³ e tra questi il 22% risiede nei Comuni classificati a rischio, mentre la restante parte della popolazione potenzialmente esposta si distribuisce, talora con una incidenza percentuale maggiore, nelle altre classi di valori di probabilità.

Tali valutazioni sono da considerare di natura esclusivamente preliminare e del tutto cautelative in quanto si riferiscono a misure effettuate esclusivamente in locali al piano terra degli edifici campione e quindi sicuramente sovrastimate tenendo conto che la popolazione non risiede certamente tutta al piano terra. In considerazione delle indicazioni fornite sulla soglia di rischio radon dalla WHO, successive elaborazioni e valutazioni dovranno essere portate avanti con specifici

studi sulla base degli obiettivi sanitari stabiliti dalle politiche nazionali e regionali.

Conclusioni

Il Progetto Radon con la sua indagine sul campo e le successive elaborazioni e interpolazioni dei dati ha consentito di poter realizzare la carta di classificazione del territorio della Sardegna con una prima individuazione delle aree a rischio radon.

La disponibilità di misure nei Comuni attualmente non coperti da indagini dirette consentirebbe di sviluppare e consolidare i risultati raggiunti e, inoltre, di poter valutare i risultati interpolativi ottenuti con le diverse metodologie utilizzate.

La definizione delle aree a rischio basata sulla scelta del valore di 300 Bq/m³ e il superamento della soglia del 30% potrebbe non essere del tutto sufficiente per “sensibilizzare” la popolazione esposta ad alti valori di concentrazione radon e facilitare un’adeguata presa di coscienza della popolazione e, come si auspica, favorire l’avvio delle attività di riqualificazione e risanamento degli edifici finalizzato alla riduzione del rischio radon. Il rapporto completo del “Progetto radon- Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon (2019)” può essere consultato in:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=612&s=389706&v=2&c=4581&idsito=21>

<https://www.snpambiente.it/2019/04/18/concluso-il-progetto-radon/>

Bibliografia

Istituto Superiore della sanità (ISS): *Il radon e il Piano Nazionale Radon (PNR)-2002*.

Matheron G.: *A simple substitute for conditional expectation: the disjunctive kriging. Advanced geostatistics in the mining industry*. 1976. Reidel, Dordrecht, pp 221-236

Miles J.: *Mapping the proportion of the housing stock exceeding a radon reference level*. 1994. Radiation Protection Dosimetry 56, 1-4, 207-210.

Miles J.C. et al.: *Mapping Variation in Radon Potential Both Between and Within Geological Units*. 2005. J Radiol Prot 25 (3), 257-276.

World Health Organization: *Handbook on indoor radon: a public health perspective*, 2009.

La rete di monitoraggio della brillantezza del cielo notturno nel Veneto

Andrea Bertolo¹, Renata Binotto¹, Sergio Ortolani²

¹ ARPA Veneto, ² Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Padova

Introduzione

L'inquinamento prodotto dalla luce artificiale che si propaga nell'ambiente e perturba la visione del cielo notturno è stato oramai dimostrato avere effetti rilevanti sugli ecosistemi (Van Doren et al., 2017) ed anche sulla salute umana, riducendo i livelli di melatonina e causando la rottura dei ritmi circadiani (Haim A, Zubidat AE., 2015), mentre recenti studi epidemiologici evidenziano una connessione tra luce artificiale e induzione tumorale (Ariadna Garcia-Saenz et al., 2018).

L'Italia poi è uno tra i paesi con maggior inquinamento luminoso al mondo (Falchi et al., 2016): il monitoraggio dell'inquinamento luminoso tramite una rete di centraline fisse diventa pertanto sempre più importante per le Agenzie dell'Ambiente. La regione Veneto è stata la prima in Italia nel dotarsi di una legge sul fenomeno dell'inquinamento luminoso: la revisione della stessa legge nel 2009 prevede che ARPAV supporti i Comuni nelle funzioni di controllo tecnico, e istituisce l'Osservatorio Regionale Permanente sul fenomeno dell'Inquinamento Luminoso, organismo posto in capo ad ARPAV e che ha all'interno la presenza di astronomi professionisti, esperti del fenomeno e rappresentanti delle associazioni di tutela del cielo. Tra i suoi compiti vi è anche quello di controllare l'andamento dell'inquinamento luminoso nel territorio regionale: questo aspetto normativo, unitamente al forte inquinamento luminoso presente in gran parte del Veneto, ha spinto a imple-

mentare il primo esempio di rete pubblica di monitoraggio della brillantezza notturna: i risultati ottenuti, qui delineati, possono essere di esempio e stimolo per estendere il monitoraggio ad altre regioni italiane, e introdurre a pieno titolo la tematica tra quelle affrontate nell'ambito del SNPA.

La rete di rilevamento di ARPA Veneto

La rete di monitoraggio (dati in diretta pubblicati giornalmente sul sito istituzionale http://www.arpa.veneto.it/bollettini/meteo/brillanza/Mappa_BRILLAIST.htm) attualmente è composta da 13 centraline, che coprono gran parte della regione Veneto: 3 centraline sono state dotate nel corso del 2019 di sensori di tipo meteorologico (temperatura IR per la definizione della copertura nuvolosa notturna, piovosità, umidità) al fine di poter correlare i dati di brillantezza con quelli meteorologici.

La rete realizzata è composta da centraline di proprietà di ARPAV, ma anche da centraline proprie degli osservatori astronomici professionali siti in comune di Asiago (Università di Padova) e da quelle degli osservatori astronomici amatoriali, tramite la collaborazione dell'associazione di tutela del cielo notturno Venetostellato, realizzando così un ottimo esempio di *citizen science*.

Il sensore utilizzato in tutte le centraline della rete è l'SQM (Sky Quality Meter, Unihedron – www.unihedron.com), uno strumento di piccole dimensioni a basso costo, composto da un fotodiodo di silicio, orientato verso lo zenit e con un angolo di apertura di circa 20° che consente di registrare la luminosità del cielo notturno, denominata brillantezza ed espressa in magnitudine al secondo d'arco quadrato ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$), con una incertezza dell'ordine del 10% (Cinzano P., 2005).

A questa unità di misura corrisponde poi una scala inversa, ovvero un cielo con un valore di brillantezza pari a 21,0 mag/arcsec² sarà più buio e quindi soggetto ad un minore inquinamento luminoso di un cielo con un valore di brillantezza pari a 20,0 mag/arcsec², dove con il termine “più buio” s’intende un cielo in cui il numero di stelle visibili è maggiore a parità di zona osservata.

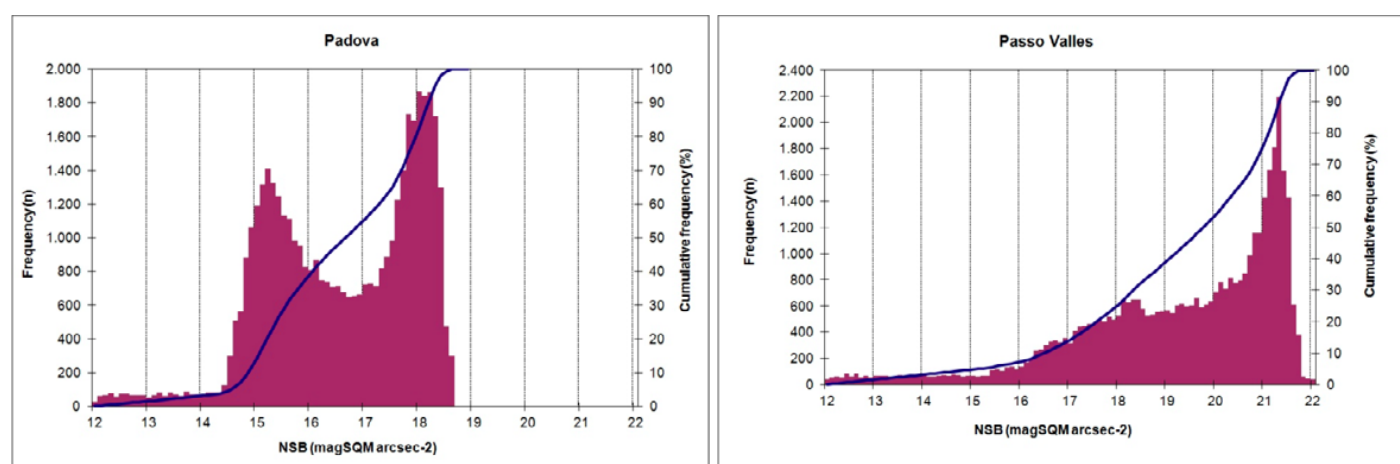
La qualità del dato, aspetto assai importante e non sempre tenuto adeguatamente in considerazione in particolare negli osservatori amatoriali, è garantita da un interconfronto tramite uno “*standard viaggiante*” che, confrontato con misurazioni di tipo astronomiche svolte presso osservatori professionali, consente di stabilire per ogni stazione un fattore correttivo di tipo additivo. I dati di brillantezza vengono registrati a intervalli di 5 minuti per tutta la durata della notte astronomica, vengono poi raccolti sul server FTP di ARPAV ed inseriti all’interno di un DB Oracle 11g. Successivamente è possibile una visualizzazione e/o una estrazione dei dati di brillantezza registrati attraverso un portale *ad hoc*.

Risultati

La disponibilità di oltre 16.000 notti monitorate consente di svolgere analisi di tipo statistico, confrontando i valori ottenuti nelle varie stazioni e i *trend* temporali: è stata recentemente pubblicata dall’Osservatorio Regionale Inquinamento Luminoso (Bertolo et al., 2019) la prima presentazione completa dei risultati.

Le analisi statistiche condotte evidenziano distribuzioni di brillantezza di tipo bimodale per tutti i siti soggetti a forte inquinamento luminoso (stazioni urbane, suburbane e rurali), dove al picco corrispondente al cielo notturno sereno si affianca un picco a luminosità maggiore causato dalla riflessione della luce artificiale in caso di nuvolosità, mentre nelle stazioni più remote (montane) la nuvolosità produce una riflessione assai minore e non chiaramente identificabile dalla distribuzione delle brillanze: anche in tali situazioni comunque, il valore modale più alto della distribuzione rappresentante il valore significativo di brillantezza della località risulta significati-

Figura 1: Istogrammi e curve cumulate della brillantezza notturna (Night Sky Brightness) per le stazioni di Padova e Passo Valles (BL) – anno 2018



Fonte: Bertolo et al., 2019

vamente inferiore al valore naturale di luminosità del cielo, corrispondente a circa 22 mag/arcsec² (Falchi *et al.*, 2016).

Ad esempio, nella remota località montana del Passo Valles, a 2.000 mt di altitudine nelle Dolomiti Bellunesi, l'inquinamento luminoso (brillanza modale pari a 21,3 mag/arcsec²) rende il cielo più chiaro di circa il doppio rispetto al cielo naturale.

In Figura 1 si riportano gli istogrammi delle distribuzioni di brillanza con le curve cumulate per una stazione urbana ed una montana, che evidenziano bene le caratteristiche sopra delineate.

Per alcune stazioni la disponibilità di serie storiche della brillanza consente inoltre di studiare il *trend* del fenomeno: a titolo esemplificativo si riporta in Figura 2 l'andamento del valore modale mensile della brillanza a partire dal 2011 per l'Osservatorio di Cima Ekar (VI).

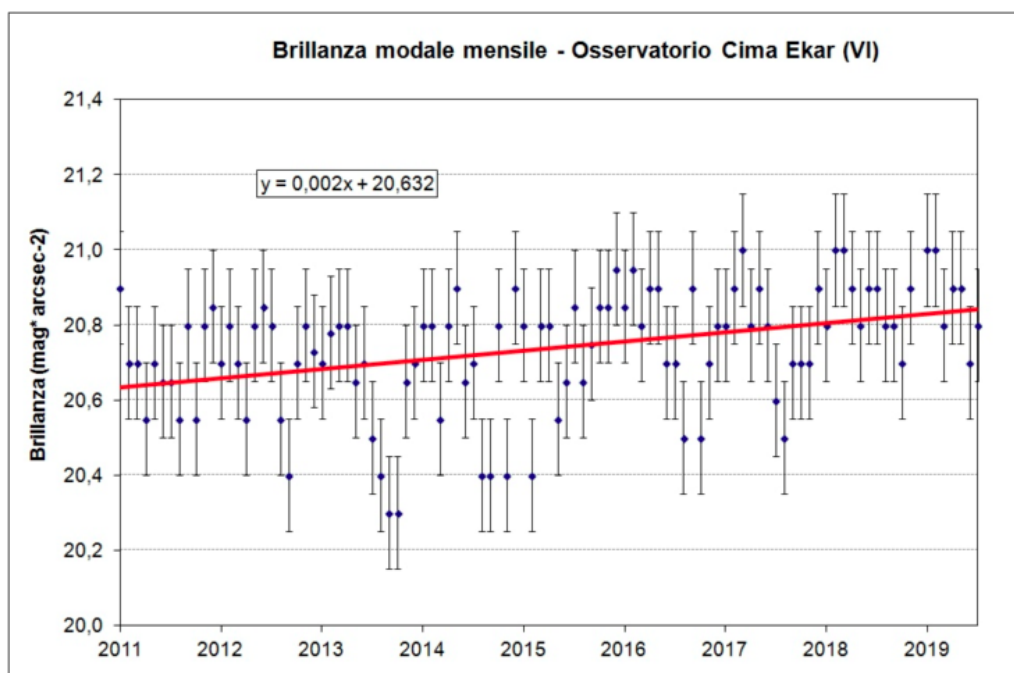
Come è possibile osservare dal grafico, il *trend* della bril-

lanza risulta, seppur di poco, positivo, ovvero si ha una leggera decrescita dell'inquinamento luminoso. Questo fenomeno è attualmente allo studio, anche in collaborazione con colleghi di altri paesi, che evidenziano *trend* simili (Barà, 2019).

A oggi non risulta ancora del tutto chiaro se un *trend* del genere corrisponda a un vero miglioramento della qualità del cielo, oppure sia dovuto a cause strumentali e/o a cambiamenti nella composizione spettrale dell'inquinamento luminoso, dovuti alla transizione degli apparecchi di illuminazione con sempre maggior utilizzo di sorgenti a LED.

Al fine di cercare spiegazione a quest'ultimo aspetto verrà installato nel corso del 2020 presso la stazione di Padova il primo spettrometro ottico operante in continuo sul suolo nazionale; parallelamente sono in corso confronti strumentali presso le stazioni della rete uti-

Figura 2: Andamento temporale delle mode mensili di brillanza per Cima Ekar (VI) – 2011:2019



Fonte: Bertolo *et al.*, 2019

lizzando sia strumentazione portatile di riferimento, sia altre tecniche di misurazione, quali la fotometria differenziale tramite camera reflex digitale opportunamente calibrata (Bertolo, 2019).

Conclusioni

L'implementazione di una rete di monitoraggio della brillantezza del cielo notturno consente di quantificare in Veneto l'inquinamento luminoso prodotto dalla luce artificiale.

L'elaborazione statistica dei numerosi dati registrati permette una migliore comprensione del fenomeno, al fine di orientare le politiche di tutela del cielo e dell'ambiente naturale; inoltre risulta possibile quantificare nel tempo l'impatto delle nuove sorgenti d'illuminazione, ad esempio i LED, e di studiare a fondo un fenomeno che sempre più riveste un importante significato non solo culturale e scientifico, ma anche ambientale e nei confronti del benessere e della salute dell'uomo.

Si auspica pertanto che cresca la sensibilità del sistema delle Agenzie Ambientali su tale tematica, al fine di creare una rete di competenze in grado di svolgere controlli in campo e di monitorare tramite reti fisse il territorio italiano, che risulta tra i più affetti da *light pollution*.

Bibliografia

Ariadna Garcia-Saenz et al., 2018 *Evaluating the Association between Artificial Light-at-Night Exposure and Breast and Prostate Cancer Risk in Spain (MCC-Spain Study)*. Environmental Health Perspectives 047011. <https://doi.org/10.1289/EHP1837>
Barà S., Lima R.C., Zamorano J., 2019 *Monitoring Long Term Trends in Anthropogenic Night Sky Brightness*

Sustainability 2019, 11, 3070;
<https://doi.org/10.3390/su11113070>
Bertolo A., Binotto R., Ortolani S., Sapienza S., 2019 *Measurements of Night Sky Brightness in the Veneto Region of Italy: Sky Quality Meter Network Results and Differential Photometry by Digital Single Lens Reflex J. Imaging* 2019 5, 56;
<https://doi.org/10.3390/jimaging5050056>
Cinzano P., 2005 *Night Sky Photometry with Sky Quality Meter*. ISTIL Int. Rep. 9 <http://www.lightpollution.it/download/sqmreport.pdf>
Falchi et al., 2016. *The new world atlas of artificial night sky brightness*. Science Advances 2016: Vol. 2, no. 6, <http://advances.sciencemag.org/content/2/6/e1600377>
Haim A, Zubidat AE., 2015, *Artificial light at night: melatonin as a mediator between the environment and epigenome*. Phil. Trans. R. Soc. B 370:20140121. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0121>
Van Doren et al., 2017. *High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration*. Proceeding of the National Academy of Sciences of United States of America October 17, 2017 114 (42) 11175-11180. <https://doi.org/10.1073/pnas.1708574114>

L'inquinamento acustico da impianti eolici nella Provincia di Potenza

Maria Angelica Auletta, Francesco Mianulli e Gaetano Santarsia con il personale di supporto Patrizia Mastrangelo
ARPA Basilicata

La Basilicata si presenta come una Regione dai forti contrasti orografici. La superficie del territorio regionale è di 9.992,24 km², di cui il 46,8% è montano, il 45,2% è collinare e solo l'8% è rappresentato da una morfologia pianeggiante.

Dal sito dell'atlante eolico risulta che già ad un'altezza di 25 metri s.l.t./s.l.m. prevale una velocità media annua del vento di 5 – 6 m/s, con una produttività specifica 2.000 – 2.500 MWh/MW.

È quindi evidente che soprattutto il territorio della Provincia di Potenza presenta condizioni di vento favorevoli per la installazione di impianti di produzione di energia da fonte eolica.

Tali favorevoli condizioni hanno stimolato la crescita, soprattutto sul territorio della provincia di Potenza, di un numero significativo di parchi eolici ma soprattutto ha portato all'installazione di un consistente numero di aerogeneratori con potenza inferiore o pari a 60 KW (micro eolici – composti da singoli o più aerogeneratori, autorizzati con PAS – Procedura Abilitativa Semplificata).

Gli impianti che risultano in esercizio in Italia e in Basilicata suddivisi in base alle potenze installate vengono riportati nella Tabella 1.

Figura: Atlante eolico Basilicata



Fonte: <http://atlanteeolico.rse-web.it/>

Tabella 1: Impianti in esercizio al 31 dicembre 2018

	Totale Eolica onshore	Totale Potenza impegnata	Eolica onshore P ≤ 50KW	Totale Potenza impegnata	Eolica onshore P < 200 e P > 50KW	Totale Potenza impegnata	Eolica onshore P ≥ 200KW e P < 1000KW	Totale Potenza impegnata	Eolica onshore P ≥ 1 MW	Totale Potenza impegnata
	Totale Impianti	Totale MW	Totale Impianti	MW	Totale Impianti	MW	Totale Impianti	MW	Totale Impianti	MW
ITALIA	4831	8624,47	1049	25,118	3026	191,043	304	183,07	452	8225,205
BASILICATA	1248	1186,441	135	5,036	946	64,49	117	56,691	50	1057,27
% Imp. Basilicata/ Imp. Italia	25,83%	13,76%	12,87%	20,05%	31,26%	33,76%	38,49%	30,97%	11,06%	12,85%
Provincia di POTENZA	1138	880,925	126	4,89	877	59,771	95	40,794	40	775,42
Provincia di MATERA	110	305,516	9	0,146	69	4,719	22	15,897	10	281,85
% Imp. Prov PZ/ Imp. Basilicata	91,19%	74,25%	93,33%	97,10%	92,71%	92,68%	81,20%	71,96%	80,00%	73,34%

Fonte: <https://www.gse.it/dati-e-scenari/rapporti>

In Italia sono installati n. 4.831 impianti per un totale di potenza impegnata di 8.625 MW dei quali solo l'11% ha una potenza superiore ad 1 MW.

In Basilicata sono presenti 1.248 impianti che rappresentano il 26% degli impianti presenti sul territorio nazionale. La potenza complessiva installata è di 1.186 MW pari al 14% della potenza nazionale, ed è suddivisa secondo le seguenti tipologie:

- impianti con potenza > di 1 MW: 1.057 MW che rappresenta il 13% della potenza nazionale per questo tipo di impianti;
- impianti con potenza tra 1 MW e 200 KW: 57 MW che rappresenta il 31% della potenza nazionale per questo tipo di impianti;
- impianti con potenza tra 200 KW e 50 KW: 65 MW che rappresenta il 34% della potenza nazionale per questo tipo di impianti;
- impianti con potenza inferiore ad 50 KW: 5 MW che rappresenta il 20% della potenza nazionale per questo tipo di impianti.

Il 91% degli impianti in esercizio in Basilicata è ubicato nella Provincia di Potenza proprio in considerazione

delle particolari condizioni orografiche e di ventosità presenti. La potenza installata è pari al 75% di quella regionale a testimonianza del fatto che prevalgono gli impianti di dimensioni medie/piccole. Infatti, il maggior numero di impianti è rappresentato da impianti con potenze comprese tra 50 e 200 KW, dei quali risultano installati solo nella Provincia di Potenza n. 877.

In Basilicata sui 131 Comuni presenti 58 sono interessati dalla presenza di impianti eolici, di cui 45 ubicati nella Provincia di Potenza, ove lo stesso capoluogo di regione è il Comune con il maggior numero di impianti.

A ciò si aggiunga che in Agenzia sono in corso istruttorie relative a 13 ulteriori grandi impianti (per un totale di circa 210 MW), al fine della emissione del parere di competenza.

Ai fini del rilascio delle autorizzazioni all'esercizio la Basilicata ha adottato il PIEAR – Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale – pubblicato sul BUR n. 2 del 16-01-2010. Per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è stato adottato il relativo Disciplina-

nare (si cfr. DGR n. 2260 del 29 dicembre 2010 modificata e integrata con DGR n. 41 del 19 gennaio 2016) che stabilisce quanto segue:

- gli impianti con potenza installata > 1 MW sono soggetti ad Autorizzazione Unica Regionale;
- sono soggetti a Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), con i limiti imposti dall'art 6 L. R. 8/2012; gli impianti con potenza installata inferiore a 1 MW ma superiore a 200 KW;
- sono soggetti a Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) gli impianti con potenza installata inferiore a 200 KW ma superiore a 50 KW;
- sono soggetti a sola Comunicazione gli impianti con potenza < di 50 KW.

Dall'analisi dei dati disponibili, la scelta del sito di installazione dei vari impianti sembra essere stata principalmente dettata dalla valutazione delle grandezze di riferimento (intensità e direzione del vento), dalla disponibilità dei terreni (verifica delle proprietà o di vincoli), dalla valutazione delle condizioni del sito in merito

alla loro accessibilità.

Si fa presente che in materia di acustica, la Regione Basilicata non si è dotata di Legge Regionale ai sensi dell'art. 4 della Legge 447 del 29 dicembre 1995.

Tale norma avrebbe costituito il riferimento contenente gli indirizzi e i criteri sia per l'adozione da parte dei Comuni dei Piani di Zonizzazione Acustica che per le procedure autorizzative di attività e impianti potenzialmente impattanti da un punto di acustico.

Allo stato, solo il Comune di Matera e il Comune di Viggiano (PZ) hanno adottato il Piano Comunale di Zonizzazione Acustica ex art. 6 comma 1 lettera a della Legge 447/95. In alcuni pochi altri Comuni, tra cui il Comune di Potenza, sono state adottati Regolamenti ovvero ordinanze in materia di attività rumorose.

Pertanto in molti casi, soprattutto per gli impianti soggetti a PAS, l'installazione di tali aerogeneratori non è stata preceduta dalla presentazione, in fase autorizzativa, del Documento previsionale di impatto acustico ai sensi dell'art. 8 comma 4 della L. 447/95. Recentemente

Figura 2: Sito in Basilicata con presenza di numerosi aerogeneratori in prossimità di insediamenti abitativi



Fonte: Elaborazione ARPAB

l'Assessorato all'Ambiente ha fornito un indirizzo ai Comuni circa la necessità di dare applicazione all' art.8 della L.447/95, anche se i Comuni hanno evidenziato la mancata definizione, da parte della Regione, dei criteri di cui all'art. 4 della medesima legge.

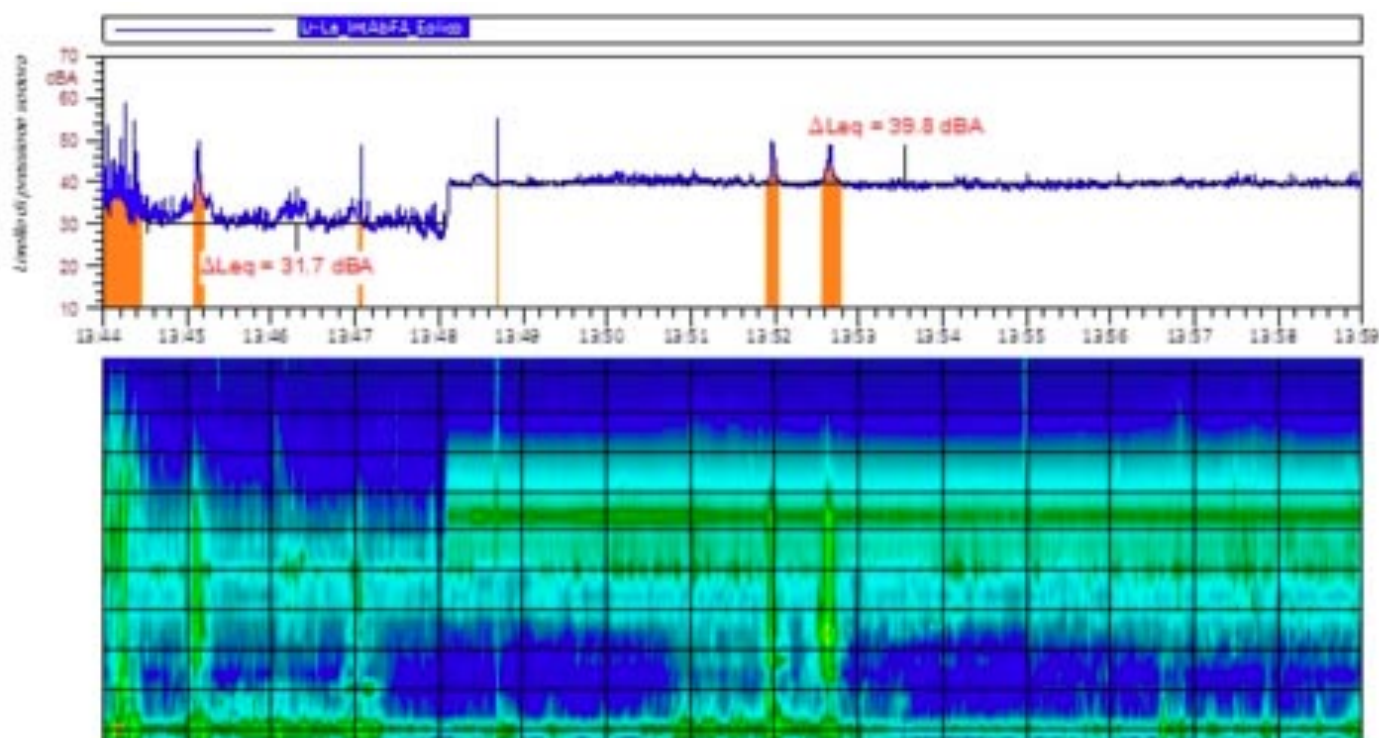
La Figura 2 riporta un esempio di insediamenti in area rurale. È possibile rilevare la presenza di 16 aerogeneratori 🏠, con potenza di circa 60 KW e appartenenti a diversi gestori.

Come è evidente gli aerogeneratori sono posti a distanza molto ravvicinata (distanze < di 100 m) da una serie di ricettori 🏠.

In situazioni simili a quelle di Figura 2, con la messa in esercizio dei primi impianti i residenti delle aree adiacenti hanno subito manifestato disturbi acustici, sia nel periodo Diurno (6:00 – 22:00) ma soprattutto in quello Notturno (22:00 – 6:00), per i rumori di varia natura provenienti dagli aerogeneratori presenti. Pertanto all'Agenzia sono pervenute numerose richieste di intervento sia dai Comuni, sia da Associazioni di cittadini sia da parte di autorità di polizia.

La maggior parte delle richieste di intervento è relativa a contesti come quello in Figura 2 ove sono presenti numerosi aerogeneratori afferenti a diversi gestori, per i quali sono scarsamente note le caratteristiche degli impianti installati, non è stata redatta in fase autorizzativa

Figura 3: Misura del livello di rumore residuo L_r e del rumore ambientale L_a , rilevato all'interno di ambiente abitativo ad un metro dalla finestra aperta, per effetto di un impianto eolico (singola turbina) posta a circa 350 dal sito di misura



Fonte: Elaborazioni ARPA Basilicata

la valutazione previsionale di impatto acustico. Inoltre risulta difficile acquisire i dati dettagliati di funzionamento dell'impianto (dati di produzioni, dati della velocità e direzione del vento, numero giri delle pale al minuto, ecc.), anche a causa della diversa tipologia di impianti installati nello stesso sito.

Ciò ha comportato, nei casi analizzati, la impossibilità di individuare le condizioni di esercizio più gravose presso i ricettori.

Dagli accertamenti fonometrici svolti dall'Agenzia è risultato che nelle zone simili a quelle di Figura 2 il clima acustico è quello tipico di un paesaggio di campagna, poco antropizzato, ove non sono presenti particolari fonti di rumore, salvo quelle proprie dei nuclei residenziali. Le situazioni sono pertanto riconducibili ai casi di singoli nuclei abitativi e di tipici insediamenti agricoli, interessati da allevamenti di animali e da lavori agricoli con l'uso di mezzi meccanici.

Il clima acustico "di fondo" o residuo riscontrato in queste aree è risultato compreso tra 35 e 45 dBA come valore di $L_{Aeq,TR}$ Notturmo rilevato in ambiente esterno ad un metro dalla facciata dell'edificio.

All'interno dell'ambiente abitativo, a finestre aperte, è stato riscontrato un valore di rumore residuo compreso tra 25 e 35 dBA.

Le misure del livello di rumore ambientale eseguito a finestre aperte all'interno dell'ambiente abitativo hanno restituito valori di L_a compreso tra 35 e 55 dBA, in funzione del numero di aerogeneratori e delle caratteristiche del sito.

Nel grafico di Figura 3 è rappresentato un esempio dei dati rilevati durante la campagne di misure con aerogeneratore non in produzione (valore L_{Aeq} pari a circa 31.7 dBA) e con aerogeneratore in produzione. In quest'ultimo caso il valore di L_{Aeq} è pari a circa 39.8 dBA.

Alla complessità legata alle condizioni in situ, innanzi sinteticamente descritte si è aggiunta la pronuncia del TAR Basilicata Sez. I avvenuta con sentenza n. 590 del 21 agosto 2017 che ha contestato le modalità seguite dall'Agenzia nella esecuzione delle misure di rumore relative alla verifica del funzionamento di "impianti minieolici" ($P \leq 60KW$) sia per la misura del rumore residuo o di fondo che del rumore ambientale.

Infatti con tale sentenza il TAR ha censurato la violazione dell'art. 4 del DPCM 14/11/1997 ritenendo fondato il ricorso della società che contestava quanto segue:

omissis..... La società ricorrente ha versato in atti una perizia giurata in cui si è contestata la correttezza dei rilievi effettuati dalla predetta Agenzia, in quanto in base: «alle metodologie di misure sancite dal decreto 16 marzo 1998 il livello differenziale di rumore è dato dalla differenza tra il livello di rumore ambientale (cioè quello presente quando è in funzione la sorgente di rumore che causa il disturbo) e il livello di rumore residuo (cioè il rumore di fondo quando la sorgente di rumore non è funzionante). Tale accertamento, deve essere eseguito in maniera contestuale e più precisamente i tecnici devono prima verificare il rumore a sorgente attiva e, nello stesso istante, spegnere la sorgente e ripetere la misurazione. Solo in tal modo si ricava correttamente il livello differenziale di rumore. Nello specifico caso il tecnico misura un rumore ambientale (residuo + sorgente in funzione) e poi un rumore solo residuo (sorgente eolica non operativa) in momenti temporali differenti e soprattutto in condizioni ambientali molto differenti con velocità del vento esterna consistentemente diversa nei due casi»

6.2.3. Ora, il decreto 16 marzo 1998 stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3, n. 1, lettera c) della legge n. 447 del 1995. In particolare, i criteri e le modalità di

esecuzione delle misure sono riportati nell'allegato B al medesimo decreto, secondo cui «prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte quelle informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura. I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza».

Pertanto con tale sentenza il TAR ha ribadito due concetti chiave, il primo relativo alla necessità di caratterizzare compiutamente la sorgente, le sue condizioni di funzionamento e di individuarne quelle più gravose per i ricettori. Il secondo il quale le misure vanno eseguite nelle medesime condizioni di vento sia ad impianto acceso e spento per verificare sia il rumore residuo che il rumore ambientale prodotto dalla sorgente.

Conclusioni

Le criticità riscontrate nel valutare la rumorosità prodotta da impianti micro-eolici sono connesse a:

- caratterizzazione delle condizioni di esercizio della sorgente e individuazione di quelle più critiche per i ricettori;
- ripetibilità delle situazioni critiche riscontrate;
- attribuibilità del superamento rilevato alla sorgente che lo ha generato (ciò soprattutto se si è in presenza di più generatori installati anche in fasi diverse e afferenti a diversi gestori)

La normativa nazionale richiede di pervenire alla cer-

tezza, alla ripetibilità e alla riproducibilità dei dati rilevati al fine di poterli confrontati con i limiti di legge.

Nei casi analizzati, data la mancanza di una norma specifica di riferimento ovvero di una linea guida applicabile, non è stato possibile, sino ad ora, giungere a conclusioni valutative rispondenti ai suddetti criteri di ripetibilità, riproducibilità e certezza del dato.

Pertanto, per un verso vi è la necessità di dotarsi di legge regionale in materia di impatto acustico che disciplini in maniera organica l'adozione dei relativi Piani di Zonizzazione in tutti i Comuni della Regione per consentire la preventiva pianificazione del territorio ove far installare detti impianti. D'altro canto occorre che venga adottata una norma di riferimento nazionale specifica per gli impianti eolici che consenta sia di definire i criteri minimi da adottare in fase progettazione, sia le procedure specifiche per la verifica del rispetto dei limiti di immissione sia assoluti che differenziali.

Bibliografia

Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici – ISPRA – DOC 28/2012

TAR Basilicata Sez. I – *Sentenza n. 590 del 21 agosto 2017*
Gestore Servizi Energetici – GSE – link :

<https://www.gse.it/dati-e-scenari/rapporti>
ATLANTE EOLICO INTERATTIVO – link: <http://atlanteo-lico.rse-Web.it/>

9. AMBIENTE E BENESSERE

Emissioni odorigene moleste – Il progetto di ARPA Sicilia di realizzazione di una rete di rilevamento automatica per le molestie olfattive nelle AERCA siciliane

Hariberth Scaffidi Abbate, Marilù Armato
ARPA Sicilia

La APP “Nose” costituisce un elemento importante di un progetto molto ambizioso, articolato e di largo respiro pensato ed elaborato da ARPA Sicilia per la realizzazione di una rete di rilevamento automatica (“Si.R.M.O.” Sistema Regionale Monitoraggio Odori), attivabile in tempo reale, per campionare e caratterizzare gli odori nelle Aree ad elevato rischio di crisi ambientale delle province di Caltanissetta e Siracusa e del Comprensorio del Mela.

La Rete regionale per la valutazione delle molestie olfattive nelle AERCA sarà costituita essenzialmente dall’insieme delle seguenti parti interfacciate tra loro:

- 1) Applicazione *Smartphone* (sistemi Android ed IOS) per la gestione sistematizzata e informatizzata delle segnalazioni inviate dai cittadini (costituita dalla APP “Nose” sviluppata dal CNR-ISAC in collaborazione con ARPA Sicilia);
- 2) Sistema di comunicazione e gestione delle segnalazioni di molestie olfattive dei recettori sensibili e di gestione e programmazione di campionatori automatici a depressione per il campionamento di emissioni odorigene e altri inquinanti con relativi accessori (incluso l’“*Hardware*” ed il “*Software*” necessari);
- 3) 24 sistemi di campionamento automatico delle emissioni odorigene ed altri inquinanti con rilevamento e registrazione in tempo reale dei dati meteo, automatici e finalizzati al prelievo tempestivo non presidiato di aria ambiente ad attivazione remota (tramite *Router* 3G/4G

dotato di scheda traffico dati) in automatico o da operatore preposto (personale ARPA Sicilia) al superamento di un determinato numero di segnalazioni pervenute (la soglia di attivazione verrà impostata e calibrata nella fase iniziale del progetto). Ognuno dei superiori sistemi di campionamento sarà accoppiato e interfacciato a una stazione meteo automatizzata (che fornisca i dati di temperatura, pressione, umidità relativa, direzione e velocità del vento) e avrà al suo interno la componentistica necessaria (PLC, *Router* 3G/4G, etc.) per essere espandibile con i nasi elettronici o altra sensoristica di settore (interfacce dati in uso ed anche analogico/digitale con segnali da 4-20 mA).

La realizzazione del progetto prevede un avanzamento operativo per fasi finalizzate anche a una calibrazione e modulazione delle fasi successive.

La **prima fase**, riguarda la raccolta sistematizzata delle segnalazioni dei cittadini attraverso l'utilizzo di una applicazione per *smartphone* (Android ed IOS) dedicata (APP “Nose”). Tale fase è in corso e si prevedono almeno 6 mesi di sperimentazione, nei quali si avrà modo di apprezzare la partecipazione dei cittadini e di analizzare il numero e l'entità delle segnalazioni pervenute, identificando le aree del territorio interessate dal maggior numero (contemperato all'entità) di segnalazioni. La raccolta e la gestione delle segnalazioni effettuata in questa modalità favorirà un'acquisizione più efficiente di informazioni inerenti alla frequenza e all'intensità delle molestie olfattive avvertite dalla popolazione e potrà permettere, oltre alla mappatura di aree maggiormente sensibili al fenomeno delle molestie olfattive per la successiva installazione dei sistemi di campionamento automatici, anche l'attivazione in futuro di controlli *ad hoc* secondo specifici protocolli tra i vari Enti coinvolti.

Al verificarsi di fenomeni di molestie olfattive, i cittadini

che avranno effettuato la registrazione al sistema *online* e, quindi, avranno installato sui propri “*smartphone*” l’apposita APP, già oggi nel territorio dell’AERCA della provincia di Siracusa possono effettuare una segnalazione dal proprio dispositivo semplicemente indicando tramite menù a tendina:

- A) Tipologia di odore percepito (sono previste al momento 5 tipologie di odore, quali: idrocarburi, solventi, bruciato, reflui, zolfo – le restanti sono classificate come “altro”);
- B) Intensità dell’odore molesto percepito (con scala da 1 a 5 e precisamente: molto debole, debole, distinguibile, forte e molto forte);
- C) Tipo di disturbo fisico rilevato (con almeno cinque tipologie: Bruciore agli occhi/occhi rossi, Bruciore/irritazione alla gola, Difficoltà di respiro, Mal di testa e Prurito/irritazione al naso – le restanti sono classificate come “altro”);
- D) Eventuali note (con un numero predefinito di caratteri ad es. max n. 140).

Ogni segnalazione inviata dagli utenti (saranno abilitate solo quelle che ricadranno all’interno delle AERCA oggetto d’indagine), sarà acquisita e registrata in un database. Al momento dell’archiviazione le segnalazioni saranno corredate, a regime, da tutte le informazioni pertinenti e precisamente: tipologia di odore percepito, intensità dell’odore molesto, tipo di disturbo fisico rilevato, coordinate geografiche del luogo di invio con incertezza di almeno 150 m x 150 m (rendendo di fatto le segnalazioni anonime – infatti, il sistema nella sua configurazione iniziale tutelerà del tutto la *privacy* del cittadino e non permetterà la sua identificazione), data e ora della segnalazione, dati meteo di direzione e velocità del vento acquisiti dalla stazione meteo della centralina di monitoraggio presente sul territorio, codice alfanumerico dell’utente segnalante per il quale resta ancora da decidere

l’implementazione e solo in una fase successiva e su esplicita autorizzazione da parte dei cittadini interessati). La **seconda fase** del progetto prevede l’installazione dei sistemi automatici di campionamento che verranno collocati in base ai risultati dell’analisi sistematizzata delle segnalazioni oggetto della prima fase del progetto, in postazioni concordate con le amministrazioni comunali delle AERCA. Durante la seconda fase, a seguito della validazione ed elaborazione dei dati raccolti, in tempo reale e in modalità automatica, verrà messo a punto un algoritmo che verificherà la presenza di più segnalazioni valide, pervenute in un tempo ristretto e in aree circoscritte (secondo dei criteri soglia da definire), e potrà notificare ai soggetti individuati da ARPA Sicilia (proprio personale od altro personale responsabile di altri enti competenti, quali ad es. Polizia Municipale, VV.FF., Prefetture, ASP, etc..) la presenza di un evento odorigeno significativo o anomalo a cui seguirà immediatamente l’attivazione da remoto del sistema di campionamento più vicino (compatibilmente con la direzione del vento prevalente) all’area interessata dal fenomeno molesto. Nel progetto di ARPA Sicilia è previsto che le attività di realizzazione del sistema di comunicazione e gestione delle segnalazioni di molestie olfattive dei recettori e di gestione e programmazione di campionatori automatici a partire dalla APP “*Nose*”, già realizzata e in sperimentazione nell’AERCA della provincia di Siracusa, verrà svolta tramite attività di ricerca sperimentale congiunta in convenzione con il CNR-ISAC. Sarà comunque possibile avviare questi sistemi anche in modo manuale, secondo opportune procedure.

Sui campioni di aria ambiente così raccolti verranno effettuate le analisi di olfattometria dinamica e di specializzazione chimica, finalizzate a dare un valore oggettivo al disturbo e alla conoscenza quali-quantitativa delle sostanze odorigene in aria e alla mappatura delle aree più

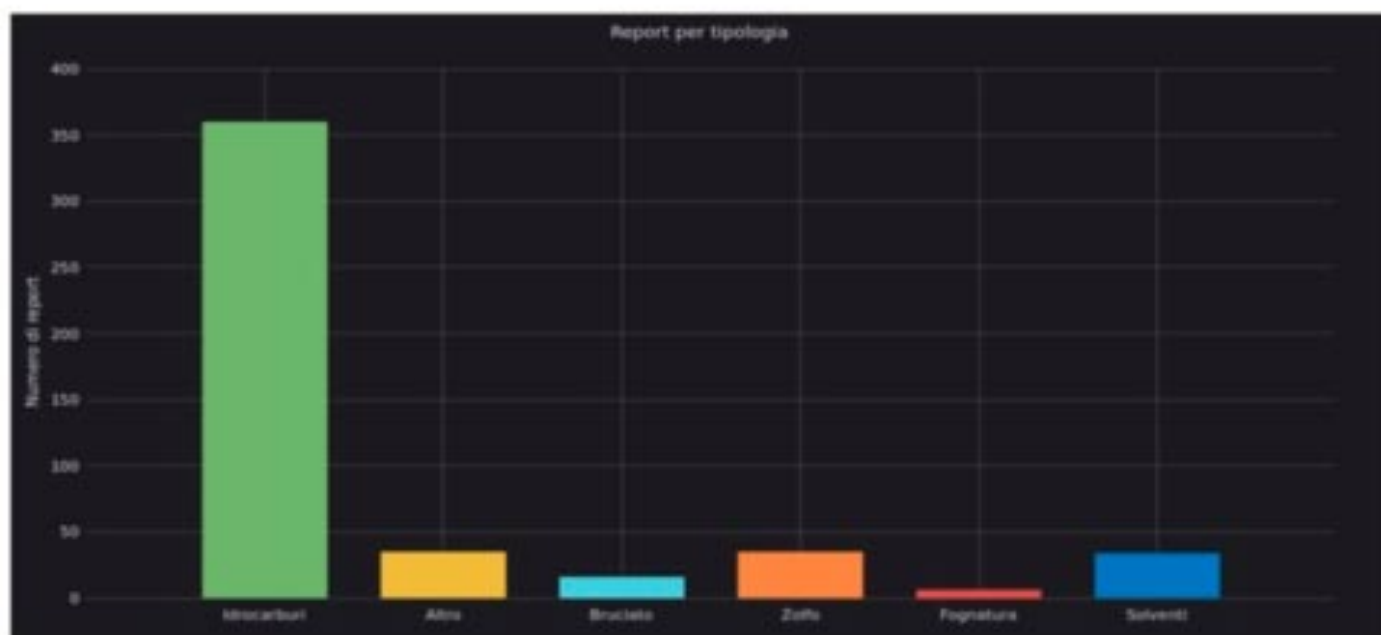
critiche. Oggi è possibile effettuare le analisi di olfattometria dinamica solo sulla scorta di una convenzione già attivata da diversi anni tra l'ARPA Sicilia e il Dipartimento di Scienze del Farmaco dell'Università degli studi di Catania per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di monitoraggio delle emissioni odorigene.

La **terza fase** (ed ultima fase) del progetto, molto ambiziosa anche perché non prevista nel progetto originario, prevede la messa a punto di attività modellistica relativamente alla dispersione degli inquinanti ed analisi numerica volta a "tracciare" le masse d'aria caratterizzate dalle molestie olfattive in precedenza segnalati. Dopo una prima fase di analisi della distribuzione spaziale e temporale delle segnalazioni della popolazione in relazione ai monitoraggi e campionamenti degli inquinanti effettuati da ARPA Sicilia, si cercherà di identificare potenziali traccianti degli eventi odorigeni. Successivamente, uno specifico studio modellistico in-

tegrato (che sarà sviluppato dal CNR-ISAC in collaborazione con ARPA Sicilia) sarà rivolto a identificare le potenziali aree sorgenti del singolo evento odorigeno attraverso l'utilizzo di retro-traiettorie, partendo dall'area geolocalizzata identificata come "area recettore". Tale metodo, anche per i fini istituzionali propri di ARPA Sicilia nei confronti della A.G., sarà utilizzato dopo una fase preliminare di calibrazione partendo non solo dal dato soggettivo delle segnalazioni (i.e. le segnalazioni pervenute tramite la APP "NOSE" dai cittadini interessati) ma anche dai risultati delle analisi olfattometriche e di speciazione chimica sui campioni raccolti dai sistemi di campionamento automatici di ARPA Sicilia in seguito alle segnalazioni pervenute.

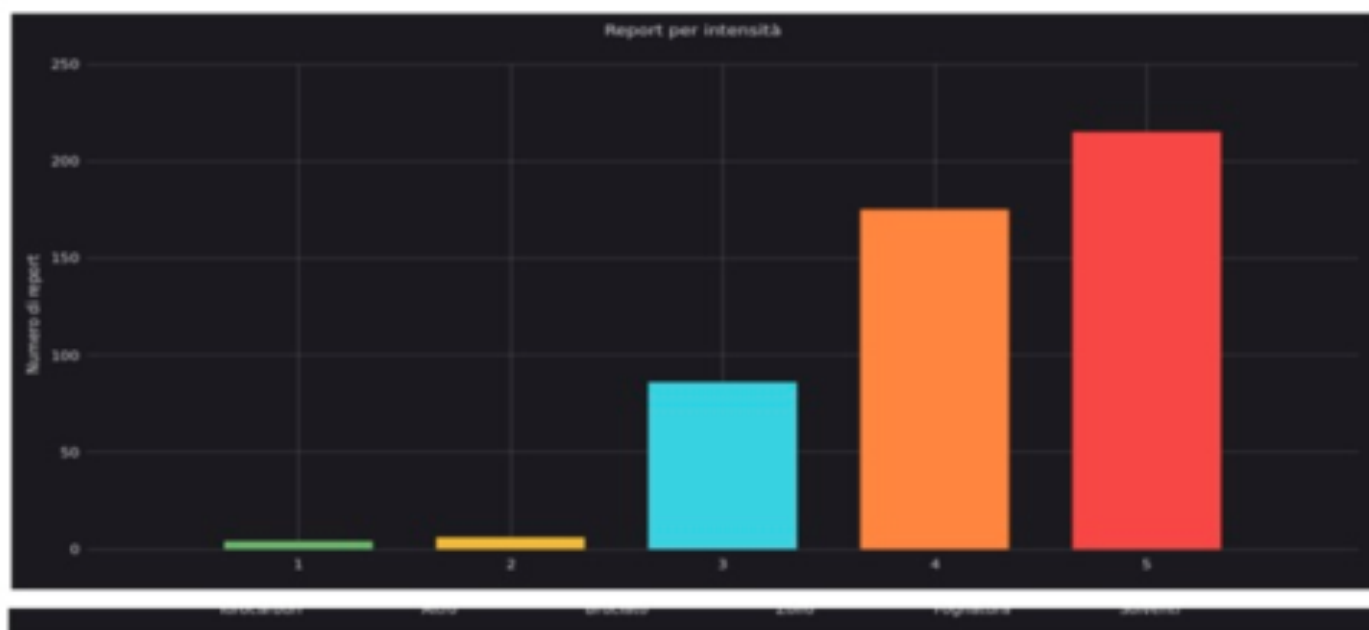
Si riportano di seguito alcune elaborazioni effettuate da ARPA Sicilia e CNR ISAC sulle segnalazioni di molestie olfattive da parte dei cittadini residenti nell'AERCA della provincia di Siracusa (comprende i comuni di Augusta, Floridia, Melilli, Priolo, Siracusa e Solarino).

Figura 1: Tipologie di odore maggiormente percepite durante il mese di NOVEMBRE 2019



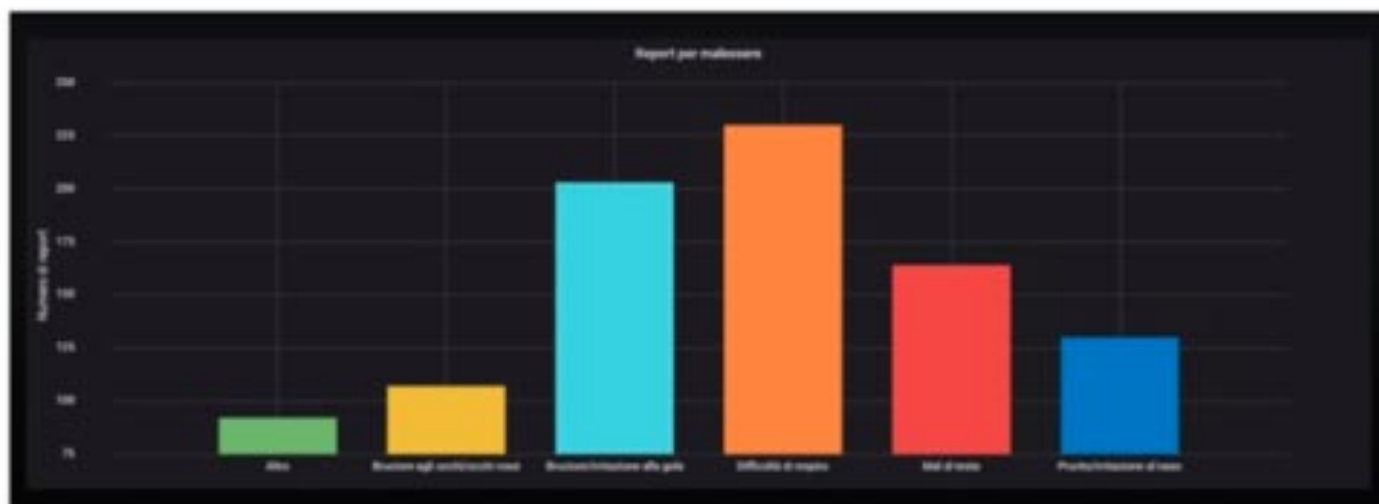
Fonte: Elaborazione segnalazioni tramite dati "Nose" ARPA Sicilia- CNR ISAC nell'AERCA Prov. di Siracusa

Figura 2: Intensità di odore maggiormente percepito durante il mese di NOVEMBRE 2019



Fonte: Elaborazione segnalazioni tramite dati "Nose" ARPA Sicilia- CNR ISAC nell'AERCA Prov. di Siracusa

Figura 3: Malessere maggiormente percepito durante il mese di NOVEMBRE 2019



Fonte: Elaborazione segnalazioni tramite dati "Nose" ARPA Sicilia- CNR ISAC nell'AERCA Prov. di Siracusa

Bibliografia

ARPA Sicilia, *Relazione generale del "Progetto esecutivo per la realizzazione di una rete di rilevamento automatica/semiautomatica per campionare e caratterizzare gli odori nelle AERCA siciliane"*, Progettista Ing. Hariberth Scaffidi Abbate, Rev 4.2 08/10/2019.

Report NOSE Settembre Ottobre Novembre 2019 – AERCA SIRACUS elaborato da ARPA Sicilia e CNR ISAC e consultabile dal sito Web ARPA Sicilia all'indirizzo <https://www.arpa.sicilia.it/nose-campionatori-automatici-nel-2020-nellaerca-di-siracusa/>

L'analisi degli odori mediante olfattometria dinamica, naso elettronico e caratterizzazione chimica

Antonella Pannocchia, Irene Davi, Massimiliano Pereno,
Clemente Porporato
ARPA Piemonte

Il laboratorio Olfattometrico di ARPA Piemonte affronta le problematiche di disturbo olfattivo mediante l'applicazione di tre tecniche analitiche complementari. L'olfattometria dinamica, tecnica d'elezione per l'analisi degli odori, consente di determinare la concentrazione di odore di una miscela gassosa attraverso l'impiego di un *panel* di rinoanalisti, dando un'informazione quantitativa sul carico odorigeno di una sorgente. Il naso elettronico, più correttamente denominato IOMS (*Instrumental Odour Monitoring System*), offre la possibilità di eseguire un monitoraggio in campo delle aree colpite dal disturbo olfattivo e di coadiuvare la ricerca della causa del fenomeno; in abbinamento all'olfattometria dinamica consente di stimare la concentrazione di odore. Infine, la caratterizzazione chimica delle emissioni osmogene consente di determinare la composizione chimica della miscela gassosa ed eventualmente valutarne il potenziale effetto sulla salute. L'insieme delle tre tecniche costituisce un approccio integrato nelle complesse indagini sul disturbo olfattivo.

Olfattometria Dinamica

L'Olfattometria dinamica è un metodo per la determinazione della concentrazione di odore di campioni gassosi attraverso l'impiego di uno strumento, l'olfattometro, e di esaminatori umani selezionati (*panel*

di rinoanalisti), secondo i dettami della norma UNI EN 13725/2004 "Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica".

L'olfattometria dinamica consente, quindi, di oggettivare una rilevazione tipicamente soggettiva. Non offre informazioni sulla composizione del campione, né sul tono edonico dell'odore (gradevolezza), bensì definisce il carico odorigeno della sorgente. Ad oggi è una tecnica consolidata ed è la tecnica di riferimento nelle indagini sul disturbo olfattivo.

L'olfattometro è un diluatore, dotato di quattro o più postazioni per la rilevazione dell'odore ed è posizionato in una camera inodore e non esposta a luce diretta, allestita in base ai requisiti definiti dalla norma UNI, il più possibile schermata da fonti di rumore.

Figura 1: Analisi olfattometrica



Fonte: ARPA Piemonte

L'olfattometro diluisce il campione da analizzare con aria secca e deodorizzata; i rinoanalisti annusano il flusso emesso dall'olfattometro e segnalano quando rilevano una differenza di odore rispetto all'aria di riferimento. In base alla risposta del *panel* si risale alla concentrazione di odore, espressa in unità di odore europee a m^3 (ou_E/m^3).

La concentrazione di odore di un campione gassoso è determinata presentando il campione a un gruppo di prova di soggetti umani selezionati, variando la concentrazione mediante diluizione con gas neutro, per determinare il fattore di diluizione alla soglia di rivelazione (Z ITE,pan). L'unità di concentrazione di odore è per definizione espressa come 1 ou_E/m³, pari a 123 µg di n-butanolo evaporato in 1 m³ di gas neutro in condizioni normali, che corrisponde a una concentrazione di 0,040 µmoli/mole (40 ppb). La concentrazione di odore del campione esaminato è allora espressa come un multiplo (uguale al fattore di diluizione a Z ITE,pan) di un'unità odorimetrica europea per metro cubo [ou_E/m³] in condizioni normali per l'olfattometria.

L'attendibilità della risposta dei panelisti è garantita dalla selezione, svolta preventivamente secondo i criteri definiti dalla norma UNI EN 13725/2004, testando i candidati con il gas di riferimento, il n-butanolo (CAS 71-36-3), per registrarne la soglia olfattiva e verificare il rispetto dei tre requisiti definiti dalla norma stessa (soglia al n-butanolo compresa tra 20 e 80 ppb; errore sui bianchi < 20%, inteso come segnalazione con presenza di sola aria inodore; variabilità della risposta). Una volta accertata l'idoneità del singolo esaminatore, il rispetto dei tre requisiti viene verificato nel tempo attraverso la misura della soglia individuale al n-butanolo prima di ciascuna seduta di analisi. Il *panel* rappresenta il cuore del laboratorio olfattometrico, è pertanto fondamentale condurre in modo accurato la selezione e monitorare le *performance*, al fine di costituire un *panel* affidabile.

Un aspetto rilevante nella gestione del gruppo di prova è quello della sicurezza occupazionale ai sensi del D.Lgs. 81/08, aspetto considerato nella stessa norma UNI EN.

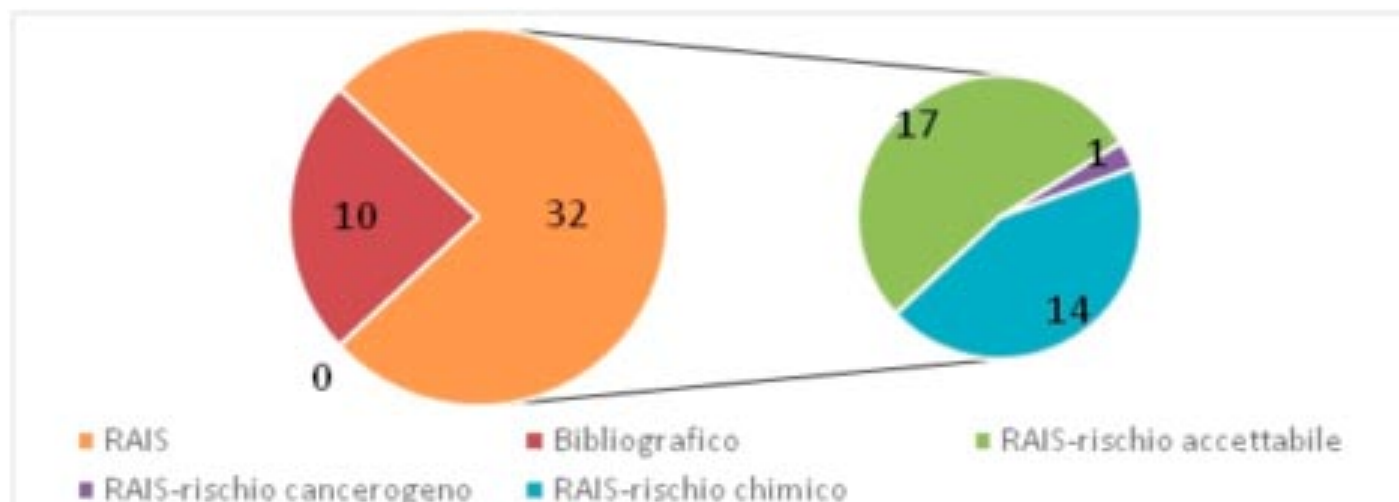
ARPA Piemonte ha approfondito il delicato aspetto della sicurezza occupazionale del *panel* attraverso una collaborazione con l'Istituto Mario Negri di Milano, e ha messo a sistema una procedura operativa specifica. In sintesi, la procedura prevede un protocollo di accertamenti sanitari (esame del sangue e spirometria) con valutazione del medico competente, per l'attestazione dell'idoneità sanitaria allo svolgimento dell'attività; prevede inoltre una valutazione preliminare del rischio chimico e cancerogeno a cui è esposto il *panel* per ciascuna indagine olfattometrica. Tale valutazione viene svolta attraverso un approccio bibliografico oppure attraverso una valutazione della composizione chimica.

Il primo approccio si utilizza solo per le tipologie di impianti ampiamente studiati e monitorati, per le quali il valore di rischio chimico e cancerogeno sono predefiniti sulla base di un'alta numerosità di dati raccolti nel tempo su base bibliografica. Il secondo approccio prevede invece una caratterizzazione chimica delle emissioni del sito oggetto di indagine (prelievo e analisi in laboratorio di campioni di aeriformi secondo il metodo EPA T015) e una valutazione del rischio secondo il principio del *Risk Assessment*, mediante l'impiego del software RAIS (*Risk Assessment Information System*, messo a disposizione gratuitamente *online* da parte del Dipartimento dell'Energia Statunitense - DOE - per l'applicazione del *Risk Assessment*).

I valori di rischio chimico e cancerogeno ottenuti con uno dei due approcci vengono confrontati con i seguenti limiti di accettabilità:

- 1×10^{-6} come valore di rischio accettabile per la singola sostanza cancerogena e di 1×10^{-5} per una miscela contenente più sostanze cancerogene
- per le sostanze non cancerogene si applica il criterio

Figura 2: Sintesi delle istruttorie - anni 2017-2019



Fonte: ARPA Piemonte

Nota: RAIS (Risk Assessment Information System): *software* per valutare il rischio chimico e cancerogeno a cui è esposto il *panel*

universalmente accettato del non superamento della dose tossicologica di riferimento (TLV/RfC) definito per la sostanza in esame (*Hazard Index* <1).

Valori di rischio superiori ai limiti di accettabilità determinano l'individuazione di una soglia di diluizione minima da non superare durante l'analisi, in modo tale da rispettare i criteri di accettabilità. La valutazione è formalizzata in un documento di sintesi, opportunamente archiviato, che riassume gli esiti dell'istruttoria.

Altre tecniche di indagine

Le problematiche di disturbo olfattivo vanno affrontate affiancando l'olfattometria dinamica ad altri metodi o approcci.

In primis ARPA Piemonte utilizza la caratterizzazione chimica, in genere mediante l'applicazione del metodo EPA T0 15, non solo per adempiere alla procedura sulla valutazione del rischio occupazionale dei rinoanalisti, ma anche per raccogliere elementi utili sulla

composizione delle emissioni in atmosfera. Il metodo EPA T0 15 consente una caratterizzazione chimica della maggior parte delle sostanze organiche volatili e va affiancato ad analisi specifiche per gli odorigeni inorganici (es. ammoniaca, acido solfidrico) e ad altre tecniche analitiche più efficaci per alcuni inquinanti organici di particolare rilevanza (es. aldeidi, IPA).

ARPA Piemonte impiega inoltre uno strumento multisensoriale, che fa parte della categoria degli IOMS (*Instrumental Odour Monitoring System*). Questi strumenti sono dotati di più sensori, di natura diversa a seconda del modello, e consentono di eseguire un monitoraggio in continuo dell'odore, previo specifico addestramento al riconoscimento delle sorgenti oggetto di studio (fase che serve a costruire l'"impronta digitale" dell'odore). Le potenzialità di questa tecnica sono molto interessanti e l'impiego è sempre più diffuso. Ad oggi si sta lavorando a livello nazionale ed europeo alla stesura di un riferimento normativo per

uniformare l'utilizzo di questo metodo (in Italia è recente l'emanazione della UNI11761:2019, mentre, a livello europeo, è attivo il *Working Group* 41 del Comitato europeo di normalizzazione CEN/TC 264 qualità dell'aria).

Nelle indagini sul disturbo olfattivo, a integrazione delle tre tecniche descritte, ARPA Piemonte impiega un altro strumento, previsto nelle Linee Guida piemontesi e lombarde: la raccolta strutturata delle segnalazioni dei cittadini, mediante la somministrazione di schede di segnalazione, al fine di quantificare l'entità del disturbo e di valutarne la tollerabilità (secondo i criteri definiti dalle stesse LG regionali).

Si fa infine un cenno a un'ultima tecnica di indagine, la *field inspection* (norma UNI EN 16841-1: 2017 e UNI EN 16841-2:2017), che consente di definire l'impatto odorigeno sul territorio attraverso la valutazione in campo dell'odore ad opera di rinoanalisti selezionati ed addestrati. ARPA Piemonte a oggi, pur conoscendone le potenzialità e le qualità, non ha ancora messo in pratica questa tecnica, in quanto implica un investimento economico non trascurabile e una valutazione della sicurezza del personale impiegato sul territorio; aspetti di non facile gestione.

Bibliografia

Davoli E., Zuccato E., Bianchi G., Palmiotto M., Il Grande M., Bonati S., Rossi A., 2012. *Dynamic olfactometry and potential sample toxicity. Guidelines for a safe occupational health approach*. Chemical Engineering Transactions 30:7 –12.

D.G.R. Lombardia 15 febbraio 2012 - n. IX/3018 *Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione*

delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno.

D.G.R. Piemonte 9 gennaio 2017, n. 13-4554 L.R. 43/2000 - *Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno.*

La Valutazione integrata di Impatto Ambientale e Sanitario (VIAS) delle emissioni del siderurgico di Taranto e della centrale termoelettrica di Brindisi

Maria Serinelli¹, Ida Galise¹, Angela Morabito¹, Tiziano Pastore¹, Annalisa Tanzarella¹, Alessandra Nocioni¹, Vito Bruno¹, Lucia Bisceglia², Vito La Ghezzi³, Francesca Intini³, Gaetano Saracino³

¹ ARPA Puglia, ² AReSS Puglia, ³ Gruppo di lavoro VDS

Premessa

In Italia, le procedure ambientali di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) non prevedono una valutazione dell'impatto sulla salute delle sostanze inquinanti, sulla base del presupposto secondo cui i limiti ambientali imposti dalla normativa europea sono sufficienti per proteggere la salute umana. Tuttavia, la Sentenza del Consiglio di Stato, Sez. IV, n. 983 dell'11 febbraio 2019, ha previsto, nell'ambito del procedimento per il rilascio dell'AIA, una valutazione di incidenza sanitaria (VIS) "quando le concrete evidenze istruttorie dimostrino la sussistenza di un serio pericolo per la salute pubblica" (<http://www.innovatoripa.it/pointers/2019/03/9850/consiglio-di-stato-sez-iv-n-983-del-11-febbraio-2019-valutazione-di-incidenza>).

L'attuale quadro normativo nazionale e regionale è così delineato: Legge Regionale n. 21 della Regione Puglia del 24 luglio 2012; Legge n. 231 del 24 dicembre 2012. L'esperienza pugliese si è formata e consolidata sulle aree di Taranto e Brindisi, già dichiarate ad elevato rischio di crisi ambientale, nonché siti di interesse nazionale per le bonifiche.

Introduzione

In Puglia, le aree di Taranto e Brindisi sono caratterizzate dalla presenza di diversi stabilimenti produttivi e sono stati da tempo documentati gli effetti sanitari dell'inquinamento di origine industriale.

Il tavolo tecnico inter-istituzionale di Valutazione del Danno Sanitario (VDS), composto da ARPA, AReSS e ASL di Taranto e Brindisi, ha redatto, conformemente al disposto del R.R. n. 24/2012, varie edizioni dei rapporti di VDS per le due aree a rischio.

Lo scopo è stato quello di valutare se i quadri prescrittivi, rivenienti dalle AIA vigenti per gli impianti rientranti nel campo di applicazione della norma (Allegato C del R.R. n. 24/2012), fossero tali da escludere una condizione di rischio sanitario residuo per la popolazione residente nel dominio di valutazione, attuando, ove necessario, azioni di mitigazione del rischio sanitario e ambientale nelle aree interessate.

In dettaglio, la VDS prevede due valutazioni indipendenti e parallele: quella degli outcome sanitari potenzialmente correlati all'esposizione agli inquinanti emessi dagli impianti industriali (dati di mortalità, incidenza tumorale, dimissione ospedaliera) e quella dei rischi cancerogeni e non cancerogeni secondo l'approccio del *Risk Assessment* (RA) tossicologico indicato dall'EPA (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense).

Il RA è una procedura che, correlando i dati tossicologici con il livello di esposizione, permette di stimare quantitativamente il rischio derivante dall'esposizione a sostanze tossiche e/o cancerogene. Le stime di rischio cancerogeno sono confrontate con soglie di accettabilità: US-EPA considera un eccesso di rischio per tumore al di sotto di 1×10^{-6} (meno di 1 caso su 1.000.000 soggetti per tutta la vita) sufficientemente basso da essere tra-

scurabile e rischi al di sopra di 1×10^{-4} (più di 1 caso su 10.000) sufficientemente alti da rendere opportuno qualche intervento.

Recentemente, nell'ambito del progetto EpiAmbNet finanziato dal CCM, è stata condotta una VIIAS nella Regione Puglia con gli obiettivi di:

1) stimare gli impatti sanitari associati all'esposizione a PM_{2,5} originato dalle emissioni dell'ex ILVA di Taranto e della Centrale ENEL di Brindisi in relazione a diversi scenari emissivi (pre-AIA, in corso di AIA e post-AIA) attraverso l'applicazione dell'approccio epidemiologico dell'Health Impact Assessment (HIA);

2) confrontare i risultati con quelli ottenuti nella VDS attraverso la sperimentazione di una metodologia per il giudizio di accettabilità con la VIIAS.

Con specifico riferimento all'area di Taranto, sulla base delle risultanze dei Rapporti di VDS e dello studio VIIAS, è stato disposto, con Decreto Direttoriale del MATTM n. 188 del 27/05/2019, il riesame dell'AIA dello stabilimento ArcelorMittal Italia S.p.A. di Taranto di cui al DPCM del 29 settembre 2017, al fine di introdurre eventuali condizioni di esercizio aggiuntive motivate da ragioni sanitarie, così come richiesto formalmente dal Sindaco del Comune di Taranto (<https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/2038/10212>).

Lo studio VIIAS e la VDS di Brindisi

Nel presente focus, si riporta una sintesi di due possibili applicazioni metodologiche alla valutazione degli impatti sanitari derivanti dalle emissioni degli impianti industriali come quelli ricadenti nel territorio di Taranto e Brindisi: una basata sull'HIA, l'altra basata sul RA tossicologico, riportando per quest'ultimo caso l'esempio relativo all'area di Brindisi.

Lo studio VIIAS

Le popolazioni considerate nello studio sono rappresentate, per l'area di Brindisi, dal numero di residenti dedotti dal censimento 2011 e ricadenti nel dominio nei comuni del dominio della VDS di Brindisi; per l'area di Taranto, dalla coorte dei residenti a Taranto, Statte e Massafra costruita nell'ambito dello studio di coorte condotto nel 2016.

Tramite modelli di dispersione che hanno prodotto mappe di ricaduta medie annue di concentrazioni al suolo per la specie PM_{2,5}, sono state stimate le *Population Weighted Exposures* relative ai tre scenari considerati (pre-AIA, in corso di AIA e post-AIA).

Sono stati calcolati i tassi di mortalità di *background* delle popolazioni in studio.

Applicando le funzioni concentrazioni-risposta raccomandate dall'OMS e utilizzate nel Progetto CCM VIIAS (<https://www.viias.it/>), è stato calcolato il numero di decessi attribuibili al PM_{2,5} industriale per cause naturali, malattie cardiovascolari, malattie respiratorie e tumore del polmone.

Infine si sono stimati gli *Incremental Lifetime Cumulative Risk* (ILCR) per tumore del polmone associati all'esposizione a PM_{2,5}. Le stime di esposizione e di impatto sono state prodotte per le intere aree e per le aree a massima ricaduta.

Il numero di decessi attribuibile si riduce considerando lo scenario emissivo post-AIA in tutte le aree. Gli ILCR stimati per Brindisi sono compresi, per tutti gli scenari, tra 1×10^{-6} e 4×10^{-5} ; nell'area di Taranto si osservano rischi superiori a 1×10^{-4} nel 2010 (pre-AIA) e 2012 (in corso di AIA); mentre nell'area prossima allo stabilimento (quartiere Tamburi) si stima un rischio non accettabile anche per lo scenario post-AIA 2015, caratterizzato da una produzione pari a poco più della metà rispetto a quella autorizzata dall'AIA, ma senza il

completamento degli interventi previsti. L'approccio VIIAS ha confermato i risultati delle VDS condotte seguendo l'approccio RA.

VDS dell'area di Brindisi

La VDS redatta nel 2019 per l'area di Brindisi è stata effettuata simulando gli scenari emissivi conseguenti le prescrizioni AIA, considerando cioè i limiti imposti dalle AIA dei singoli impianti (in termini di valori limite, di portate e di capacità produttiva).

L'impatto è stato stimato calcolando il rischio associato alle concentrazioni degli inquinanti che ricadono al suolo, prodotte dai modelli di dispersione, attraverso opportune funzioni concentrazione-risposta, valutando il contributo specifico di ciascun impianto.

Lo scenario emissivo considerato alle massime capacità autorizzate determina un livello di rischio cancerogeno per via inalatoria superiore a 1:10.000. Il 98,9% del rischio stimato è attribuibile alle emissioni di Cromo VI, che per la quasi totalità derivano da uno degli stabilimenti presenti nell'area di studio. Se per tale azienda (impianto dedicato alla progettazione e produzione di componenti e sistemi per strutture aeronautiche) si considerassero i flussi di massa determinati a partire dalle concentrazioni misurate di Cromo VI, dalle effettive portate volumetriche dei camini e dalle effettive ore di lavorazione, il rischio cancerogeno sarebbe inferiore alla soglia di accettabilità.

La VDS ha quindi evidenziato come lo scenario emissivo associato al quadro prescrittivo dell'AIA di una delle aziende esaminate determinerebbe, al massimo delle capacità produttive, un rischio sanitario inaccettabile per la popolazione esposta.

Pertanto, anche se lo scenario misurato è tale da non determinare incrementi di rischio, in via cautelativa e per il principio di precauzione, i risultati ottenuti sugge-

riscono di procedere al riesame dell'AIA, stabilendo nuovi limiti emissivi per quell'azienda.

In definitiva la procedura adottata consente di definire provvedimenti di AIA sostenuti da un'evidenza di non aggravio per la salute.

Bibliografia

<http://www.innovatoripa.it/pointers/2019/03/9850/consiglio-di-stato-sez-iv-n-983-del-11-febbraio-2019-valutazione-di-incidenza>

<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/vds1>

US EPA. *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS)*, Part A. Washington, US EPA, 1989. Disponibile all'indirizzo: www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags_a.pdf

Galise I, Serinelli M, Morabito A, Pastore T et al. *L'impatto ambientale e sanitario delle emissioni dell'impianto siderurgico di Taranto e della centrale termoelettrica di Brindisi*, *Epidemiol Prev* 2019; 43 (5-6): 329-337

<https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/2038/10212>

<https://www.viias.it/>

Pollini e cambiamenti climatici: correlazione di variabili climatiche con lo spettro pollinico

Nadia Trobiani, Silvia Bartolacci
ARPA Marche

Il cambiamento climatico globale è ormai sotto i riflettori di tutti gli Stati a livello mondiale ed è oggetto di studi approfonditi da parte di ricercatori, meteorologici e climatologi, anche se non è sempre alimentato da motivazioni scientifiche. È accertato che nella storia del globo terrestre la natura ha prodotto spesso cambiamenti dell'ecosistema, ma se è vero che questo fenomeno è sempre esistito, mai come in questi ultimi anni ha subito una forte accelerazione soprattutto nella mutazione delle caratteristiche dell'atmosfera.

I cambiamenti ambientali, sia quelli di origine antropica sia quelli naturali, hanno sempre inciso, in maniera significativa, sulle presenze dei pollini nell'aria, determinate dalla modificazione e adattamento della vegetazione sulla terra (evoluzione della biodiversità), con la conseguente diffusione di nuovi pollini aerodispersi sia dal punto di vista qualitativo (specie) sia quantitativo. L'anno appena trascorso ha offerto molti spunti di riflessione in tal senso, in quanto è stato caratterizzato da ritmi stagionali anomali: è proprio osservando tali anomalie che è nata l'esigenza di indagarle indirettamente, attraverso l'osservazione del comportamento dei pollini. Il passaggio più inconsueto è stato quello dalla primavera all'estate, con il mese di maggio particolarmente freddo che ha visto prolungare l'inverno con temperature rigide anche al di sotto della media stagionale, a volte con picchi minimi prossimi allo 0 °C, proprio quando la natura iniziava a riprendere il suo ritmo vegetativo, contrapposto ad un giugno contraddistinto in-

vece da precoci fiammate africane. Il passaggio dall'estate all'autunno è avvenuto con altrettanta irregolarità: un eccezionale prolungamento delle temperature prettamente estive fino a ottobre con picchi massimi, proprio in questo mese, che hanno raggiunto punte eccezionali di 30°C su molte regioni, creando un grave disorientamento delle fasi fenologiche nelle piante e di quelle biologiche negli animali, causando perciò seri problemi di sopravvivenza specialmente per le specie meno adattabili. Il presente lavoro si basa sullo studio dell'anomalia riscontrata proprio nel mese di maggio di questo anno che ha fornito le condizioni ideali per la caratterizzazione degli eventi climatici in rapporto alla quantità dei pollini presenti in atmosfera. Nello specifico, il quantitativo di pollini, a fioritura primaverile dell'anno in corso, è stato confrontato con i dati degli anni precedenti analizzando la serie storica (2010-2019) prodotta dalla stazione di monitoraggio aerobiologico di Castel di Lama (AP4), correlandoli poi con le variabili meteorologiche. Questa approfondita analisi di confronto di ogni *taxon* con singoli parametri meteo ha fornito un importante risultato: l'individuazione della specie pollinica, nel contesto considerato, più sensibile a uno specifico parametro meteo. Tale analisi è stata realizzata grazie alla completezza dei dati delle serie storiche campionati nell'intero anno solare. Le particolari condizioni climatiche, hanno interrotto le fioriture tipiche del periodo generando, fra gli altri, effetti negativi a livello agronomico quali diminuzione della attività di impollinazione, aggravata tra l'altro, da morie diffuse di colonie di api. Lo studio melissopalinologico condotto dal Centro a valenza regionale di Aerobiologia di ARPA Marche, (CVR), ha caratterizzato il miele monoflorale di *Robinia pseudoacacia*, confermando quanto già evidenziato dai livelli minimi di pollini aerodispersi.

La Robinia infatti è un'eccellente pianta mellifera ed è

utilizzata per produrre miele pregiato grazie alle sue particolari qualità biologico-fisiche. Lo studio ha fornito infatti un interessante risultato: il miele di Robinia prodotto nel mese di maggio non conteneva pollini di questo *taxa*, ulteriore evidenza della connessione causale tra l'eccessivo freddo e l'interruzione della fioritura di questa specie primaverile tardiva. L'arrivo di giugno al contrario, con il repentino rialzo di temperature, ha provocato un'esplosione di fioriture e produzioni polliniche scatenando, di conseguenza, forti allergie. Le pollinosi, o allergie da pollini, che secondo i dati dell'OMS si posizionano ai primi posti delle malattie croniche, interessando tra il 10% e il 40% della popolazione a seconda delle regioni e dei periodi dell'anno, risultano negli ultimi anni in continuo aumento e in forte crescita soprattutto nelle aree urbane, dove la contemporanea presenza in atmosfera degli allergeni nei granuli pollinici e delle sostanze responsabili dell'inquinamento atmosferico, producono evidenti effetti sulla salute umana. In un tale contesto, oltre all'accresciuto interesse per discipline quali l'aerobiologia e la bioclimatologia dedicate espressamente allo studio dell'interazione tra fattori ambientali, una particolare attenzione riscuotono i "Bollettini dei pollini", *report* periodici che, grazie a un campionamento standardizzato ed alla contestuale analisi delle previsioni e condizioni meteo, offrono elementi utili per valutare l'arrivo di picchi massimi ed il declino dei diversi tipi di polline nelle varie regioni del paese fornendo preziose informazioni sanitarie e sociali. Inoltre, lo studio delle minuscole particelle di polline consente di acquisire anche altre importanti informazioni in merito alle fitopatologie in campo agronomico e al controllo delle biodiversità; nel territorio marchigiano, ad esempio, è stato possibile rilevare la presenza di specie "aliene" come l'*Ambrosia artemisiifolia* e la *Broussonetia papyrifera*. Ben si comprende, inoltre, il legame tra fenomeni

atmosferici e climatici e dispersione delle particelle biologiche, se si considera che i pollini oggetto di studio sono quelli "anemofili", cioè trasportati dal vento per favorire la riproduzione della propria specie. La fase di rilascio del polline è influenzata principalmente dall'umidità e dalla viscosità dell'aria, l'umidità nello specifico influenza la chiusura/apertura dell'antera (serbatoio del polline). La temperatura e l'intensità luminosa agiscono sul rilascio del polline, mentre la velocità e la direzione del vento, nonché i fenomeni di turbolenza e l'azione di lavaggio dell'atmosfera, esercitata dalla pioggia, influiscono nelle fasi di dispersione e diffusione.

Analisi dei risultati ottenuti dalla correlazione statistica

La presenza dell'associazione tra le varie famiglie di pollini e le variabili meteorologiche è stata valutata con l'analisi della correlazione utilizzando il test di *Pearson*, a un livello di significatività del 95%; il *test* è stato applicato considerando la somma di tutti i pollini osservata nei mesi di maggio di ciascun anno disponibile (2010-2019) nella stazione di Castel di Lama e i valori di precipitazione totale (mm), temperatura media (°C), umidità relativa media (%) e velocità media del vento (m/s) (dati meteo forniti dall'ASSAM) registrati nello stesso mese e anno in una centralina posta in prossimità di quella aerobiologica. Dai risultati delle analisi statistiche si evidenziano quali sono state le specie più sensibili alle variazioni climatiche nei mesi di maggio, in maniera statisticamente significativa saggiando ogni *taxon* pollinico presente in questo mese con le serie storiche dei dati rilevati nello stesso mese. Nella tabella 1, di seguito riportata, sono state riassunte le sole correlazioni ritenute più interessanti perché statisticamente significative (intorno al 70%).

Tabella 1: Analisi di correlazione tra la somma dei pollini nei mesi di maggio e le variabili metereologiche - Indice di correlazione di Pearson, specie statisticamente significative (p-value<0.05)

Pollini	Statistiche	Temperatura media (°C)	Precipitazione totale (mm)	Umidità relativa media (%)	Velocità media vento (m/s)
	r (%)		70%	68%	-68%
Ericaceae	p-value		0.026	0.032	0.031
	r (%)			65%	
Euphorbiaceae	p-value			0.044	
	r (%)				69%
Fagus sylvatica	p-value				0.029
	r (%)	77%			
Oleaceae	p-value	0.009			

Fonte: ARPA Marche

- 1) *Oleaceae* mostra una correlazione positiva forte con la temperatura media rilevata pari al 77% (p=0.009);
- 2) *Ericaceae* presenta una forte correlazione positiva con le precipitazioni totali (r=70%, p=0.026) e con l'umidità relativa media (r=68%, p=0.032) e una buona correlazione, di verso opposto, tra l'ericaceae

- e la velocità media del vento (r=-68%, p=0.031);
- 3) *Euphorbiaceae* mostra una buona correlazione con l'umidità relativa media pari al 65% (p =0.044);
- 4) *Fagus Sylvatica* e velocità media del vento risultano avere una buona correlazione (r=69%, p =0.029).

Figura 1: Andamento delle Oleaceae dei mesi di maggio e temperature medie maggio (2010-2019)



Fonte: Elaborazione ARPAM su dati del monitoraggio Centro di Valenza Regionale di Aerobiologia del Dipartimento provinciale di Ascoli Piceno, stazione di Castel di Lama

Dai dati ottenuti si deduce quali parametri climatici influenzano maggiormente la stagione pollinica per ogni singola specie nel periodo preso a campione. In tale contesto è emersa un'altra correlazione che varia a seconda che si tratti di specie arboree, arbustive o erbacee. Le specie arboree, con radici più profonde, verosimilmente non risentono in modo particolare delle precipitazioni ma in maggior misura delle temperature (massima correlazione per le *Oleaceae*). Quelle arbustive ed erbacee con radici meno profonde, più soggette a *stress* idrico, necessitano maggiormente di acqua e quindi di precipitazioni ed alte percentuali di umidità (correlazione intermedia: *Ericaceae* ed *Euphorbiaceae*). È emersa infine una proporzione inversa con la velocità del vento per le *Ericaceae* ed una correlazione diretta per le *Fagaceae*, plausibilmente il fenomeno è legato alle diverse caratteristiche di leggerezza e di morfologia del polline che ne condizionano il loro aerotrasporto. Si può affermare che la temperatura e la presenza di acqua agiscono favorevolmente sul rilascio dei granuli pollinici, il vento può influenzarne positivamente o negativamente la diffusione a seconda dell'aerodinamicità del polline, sempre in considerazione che la velocità ottimale di dispersione è compresa tra i 3 e 15 m/s e che al di sopra di tali valori i pollini sospesi in atmosfera tendono a ricadere sul suolo. In conclusione, nell'ambito del contesto analizzato, emerge che la famiglia botanica più sensibile alle variabili climatiche, rispetto a tutte le altre valutate, sia quella delle *Oleaceae* e che sarebbe auspicabile estendere questo studio anche alle specie botaniche che fioriscono nella stagione estiva ed invernale con la prerogativa di poter produrre previsioni sempre più accurate in campo sanitario ed agronomico.

Bibliografia

Pignatti S., 2019, *Flora d'Italia Vol.1*. Edagricole- New Business Media.

Taiz L et al., 2012, *Elementi di fisiologia vegetale*. Piccin-Nuova Libreria.

Bollettini pollini e spore degli anni 2010-2019 sito Web ARPA Marche.

10. COMUNICAZIONE AMBIENTALE

La comunicazione ambientale ai cittadini attraverso l'Ufficio relazioni con il pubblico

Stefania Calleri, Maddalena Bavazzano
ARPA Toscana

Da più di 20 anni si parla di Ufficio relazioni con il pubblico (di seguito URP), comparso per la prima volta nel Decreto legislativo 29 del 1993; in seguito, le diverse disposizioni normative hanno dato forma a questo ufficio fino alla Legge 150 del 2000 che ne ha stabilito, con precisione, ruolo e compiti.

Gli Uffici relazioni con il pubblico risultano strategici per la creazione di un rinnovato rapporto tra cittadinanza e amministrazione, che richiede non solo di essere in grado di parlare adeguatamente agli utenti esterni ma anche di ascoltarli.

L'ascolto da parte dell'URP, infatti, si pone come veicolo per il riavvicinamento delle persone alle Istituzioni pubbliche, per garantire la trasparenza, la corretta informazione, l'accoglienza dei bisogni e l'approfondimento dei problemi.

Al contempo creare un rapporto con i cittadini attraverso la comunicazione delle questioni ambientali rafforza i diritti di cittadinanza; da una parte viene valorizzato il "ruolo di sentinella" svolto dai singoli e/o dai gruppi che vivono il territorio con le sue peculiarità, dall'altra si rafforza la consapevolezza dell'amministrazione sulla necessità di diffondere le informazioni e i dati ambientali in piena trasparenza e, allo stesso tempo, il diritto dei cittadini di conoscere le problematiche ambientali e partecipare alla soluzione delle stesse.

Per quanto riguarda ARPAT, agli inizi del 2000, dopo la

Legge 150, l'Agenzia si è dotata di un proprio Ufficio relazioni con il pubblico con un'organizzazione "a rete", che coinvolge diversi operatori presenti sia in Direzione che nei Dipartimenti provinciali, formati specificatamente per svolgere questa attività (<http://www.arp.at.toscana.it/urp>). L'Ufficio relazioni con il pubblico di ARPAT si occupa di

- fornire informazioni sull'ambiente e sulla struttura, l'organizzazione, l'attività e i servizi dell'Agenzia;
- facilitare l'accesso agli atti amministrativi, alle informazioni e ai dati ambientali;
- acquisire reclami sui disservizi o apprezzamenti sulle attività svolte;
- ricevere segnalazioni relative a problematiche ambientali.

Le attività svolte dall'Ufficio sono anche illustrate in un breve video – tutorial, visibile al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=UsV7JhHGkg4>.

L'URP di ARPAT può essere contattato tramite:

- il numero verde 800 800 400, attivo dal lunedì al venerdì dalle ore 9 alle ore 13 e dal lunedì al giovedì anche dalle 14 alle 18. Il numero verde, disponibile per 36 ore settimanali, coinvolge nell'orario mattutino, il più richiesto, due persone in modo da evitare attese telefoniche;
- la posta elettronica urp@arp.at.toscana.it.

L'Agenzia ha puntato, in particolare, sul contatto telefonico e via mail, piuttosto che su quello allo sportello, comunque sempre possibile, perché riteniamo utile, in particolare per la tutela della qualità dell'aria, che i cittadini e gli altri utenti del servizio non si spostino, magari utilizzando mezzi propri, incidendo sul carico di inquinamento e congestione del traffico, che caratterizzano i nostri centri urbani.

L'organizzazione di un URP "a rete" ha richiesto la:

- predisposizione di modalità operative interne in grado di definire come gestire i rapporti con il pubblico;

- raccolta e catalogazione delle richieste di informazioni che provengono dal pubblico esterno;
- omogeneizzazione delle risposte ai cittadini da parte di tutti gli operatori coinvolti;
- pubblicazione, attraverso la reportistica, dell'attività di relazione con l'esterno svolta nel corso dell'anno.

Predisporre le modalità operative interne per la gestione dei rapporti con il pubblico

L'organizzazione dell'URP comporta la definizione di regole condivise di gestione dei rapporti con l'esterno, per questo sono state redatte le procedure per disciplinare l'attività, nel rispetto del Sistema Qualità di cui è dotata ARPAT.

In particolare l'URP ha definito le **istruzioni operative** relative alla:

- gestione dei contatti con il pubblico, che descrive e regola le attività di relazione con il pubblico che gli operatori svolgono, al fine di favorire la conoscenza dell'ambiente e delle attività dell'Agenzia, garantendo altresì l'esercizio dei diritti di informazione, di accesso e di partecipazione;
- gestione delle segnalazioni, che definisce le competenze dell'Agenzia in relazione alle istanze presentate dai cittadini su problemi/criticità ambientali, garantendo l'omogeneità dei comportamenti su tutto il territorio regionale nella gestione delle stesse;
- gestione dei reclami e suggerimenti, che indica come presentare un reclamo, nonché le modalità di valutazione e risposta da parte dell'Agenzia o, al contrario, un apprezzamento in caso di soddisfazione;
- gestione delle richieste di accesso agli atti e alle informazioni e dati ambientali, che è attualmente in fase di definizione.

Raccogliere e catalogare le informazioni provenienti dai cittadini: la banca dati dei contatti

La creazione di una banca dati delle richieste che provengono dai cittadini e altri utenti (imprese, liberi professionisti, comitati, altre istituzioni pubbliche) è stata una delle priorità fin dalla nascita dell'URP, in quanto i dati inseriti consentono di avere informazioni su chi sono i nostri utenti, cosa chiedono e come e quando entrano in contatto con noi.

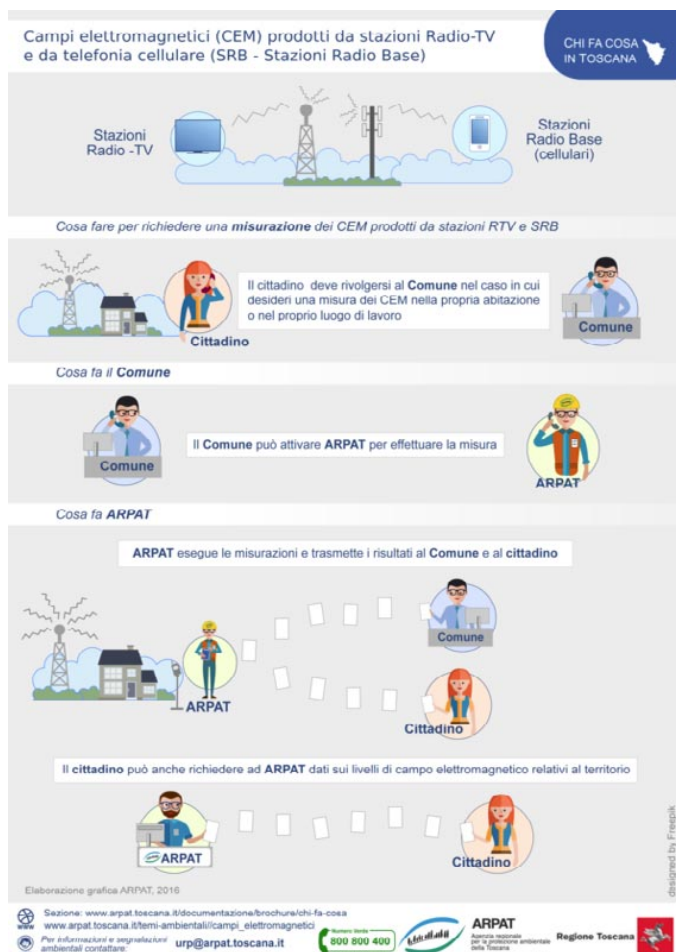
Attraverso l'analisi dei contatti registrati, è stato possibile anche individuare quali ambiti/settori approfondire per rispondere in modo più omogeneo, preciso e corretto ai nostri utenti, predisponendo strumenti informativi, come quelli di seguito indicati.

Rendere omogenee le risposte ai cittadini: il lavoro del back office

Per garantire l'omogeneizzazione delle informazioni fornite al pubblico, nasce il gruppo di lavoro "*back office*", formato da un ristretto numero di operatori, che, tra i suoi compiti, ha quello di supportare il *front office*, in caso di domande complesse da parte del pubblico esterno, e predisporre strumenti informativi come le FAQ (risposte a domande frequenti) e la collana di opuscoli "*Chi fa cosa in Toscana*". Partendo dalle richieste di informazioni sull'ambiente rivolte all'URP, il gruppo di lavoro "*back office*" estrapola quelle più frequenti, trasformandole in FAQ, dopo la validazione da parte dei settori tecnici dell'Agenzia.

Gli opuscoli della serie "*Chi fa cosa in Toscana*", caratterizzati da un breve testo e da un'infografica (Figura 1), contengono informazioni ambientali su problematiche specifiche e orientano il cittadino verso l'ente competente, poiché le matrici ambientali (aria, acqua suolo, ecc.) sono riconducibili alla competenza di diversi enti.

Figura 1: Infografica tratta dall'opuscolo Chi fa cosa "Campi elettromagnetici di radio-TV e telefonia cellulare"



Fonte: ARPAT

Di queste difficoltà gli operatori URP dell'Agenzia ne hanno una prova quotidiana rispondendo al numero verde o alla casella mail, registrando in media un 15/20% di richieste che in realtà dovrebbero essere rivolte ad altri soggetti (Comuni, Asl, ecc.).

Ad uso interno è stata anche realizzata, con i settori tecnici dell'Agenzia, una tabella che sintetizza le competenze di ARPAT rispetto alle segnalazioni che

maggiormente coinvolgono il nostro ente.

Rendere pubblica l'attività annuale di relazione con l'esterno: la reportistica

Annualmente il Settore Comunicazione e informazione dell'Agenzia pubblica un resoconto che contiene anche i dati sull'attività di relazione con il pubblico.

Nel 2018, l'URP ha ricevuto 3.805 richieste di informazioni, lo strumento di contatto più utilizzato risulta il numero verde, mentre i principali utenti si confermano i cittadini, seguiti da imprese e liberi professionisti. I temi ambientali più richiesti sono risultati suolo-rifiuti, inquinamento acustico e atmosferico.

Nel futuro le modalità di lavoro "a rete" aumenteranno, infatti, la nascita del Sistema nazionale protezione ambientale (SNPA) va in questa direzione e richiede anche agli Uffici relazioni con il pubblico presenti nelle Agenzie ambientali regionali e provinciali di relazionarsi, condividere e scambiare esperienze e buone prassi.

A scuola di ambienti e stili di vita a.s. 2019/20 – proposte di educazione ambientale per le scuole di ogni grado in Provincia autonoma di Trento

Monica Tamanini
APPA Trento

L'educazione ambientale gioca un ruolo centrale per affrontare le sfide di oggi e poter creare un modo differente di pensare al futuro.

Per alimentare la consapevolezza di nuovi stili di vita, l'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente di Trento (APPA-TN) propone alle scuole di ogni ordine e grado del Trentino più di 60 proposte di educazione ambientale, che affrontano le grandi problematiche ambientali in modo trasversale, interdisciplinare, con propri linguaggi e metodologie didattiche per l'apprendimento attivo.

Le attività sono consultabili nella guida on-line "A scuola di ambiente e stili di vita", (www.appa.provincia.tn.it/educazioneambientale/guidascuola).

I docenti delle scuole primarie e secondarie di primo e secondo grado e formazione professionale prenotano direttamente su Web il progetto di educazione ambientale, scegliendo la proposta formativa più idonea alle loro esigenze e APPA-TN conferma o meno la richiesta secondo i seguenti criteri di selezione: distribuzione territoriale, ordine cronologico di arrivo, una sola richiesta per classe. Successivamente i docenti sono contattati per concordare le date degli incontri che vengono svolti dagli Educatori ambientali e/o tecnici della Provincia autonoma gratuitamente nelle classi, sul territorio o in luoghi particolarmente interessanti dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

Per l'anno scolastico 2019/20 sono in programma più

di 1.800 interventi svolti da:

- educatori ambientali: 890 interventi nelle scuole Primarie e 763 nelle secondarie e formazione professionale;
- tecnici Provincia: 31 interventi nelle primarie e 123 nelle secondarie di 1°, 2° e formazione professionale a cura di APPA; 32 interventi a cura di tecnici di altri servizi provinciali.

Fra le nuove proposte della guida "A scuola di ambiente e stili di vita" si segnalano i progetti didattici sviluppati in collaborazione con altre Agenzie e Servizi della Provincia autonoma di Trento legati ai temi del cambiamento climatico, dell'inquinamento da plastica, dell'energia sostenibile. L'obiettivo è di dare una risposta all'emergenza educativa riguardante queste grandi problematiche ambientali con l'ausilio di attività e strumenti che possano supportare un'informazione completa ed efficace, tale da motivare e avviare comportamenti virtuosi volti alla diminuzione dell'impatto quotidiano di ciascuno.

Cambiamento climatico (in collaborazione con il Servizio Prevenzione Rischi – Osservatorio trentino sul clima della Provincia autonoma):

- edizione speciale del "Green game 2019/20, un torneo per non giocare il pianeta": dedicata ai temi dell'Agenda 2030 dell'ONU e dei cambiamenti climatici, promossa dal climatologo Luca Mercalli. Il torneo, rivolto alle classi delle secondarie di 2° è stata presentata fra gli eventi collaterali della Conferenza Annuale della Società Italiana Scienze del Clima il 23-25 ottobre 2019 a Trento (<http://www.appa.provincia.tn.it/educazioneambientale/Greengame/>);
- "I cambiamenti climatici: conoscere studiare e agire": percorso didattico di 3 incontri (2 in aula e un'uscita sul territorio) declinato per i 3 gradi scolastici (primarie, secondarie 1° e 2° grado e professionali). In via sperimentale sarà attivato per 3 classi della primaria

(classe III, IV o V) un progetto di musica e teatro "L'avventura di Ener..gino";

- "I cambiamenti climatici": pillola di sostenibilità ambientale di 1 incontro in classe per le scuole secondarie e professionali a cura degli Educatori ambientali;
- "Cambiamenti climatici: effetti, cause e impatti": pillola di sostenibilità ambientale di 1 incontro in classe per il triennio della scuola secondaria di 2° grado a cura di un esperto della Provincia;
- Mostra interattiva "Una finestra sul clima" nell'alternanza scuola: in collaborazione con il Liceo delle scienze umane Rosmini di Trento, gli studenti di una classe del triennio seguiranno un percorso di tirocinio curriculare. Durante il percorso gli studenti diventano "educatori ambientali junior" e organizzano da protagonisti le visite guidate alla mostra per gli studenti delle scuole primarie;
- Rifiuti e *plastic free* (in collaborazione con Agenzia per la Depurazione della Provincia autonoma);
- Inquinamento della plastica: pillola di sostenibilità ambientale di un incontro affiancata alla mostra fotografica *Not in my planet* (<https://www.notinmyplanet.it/>) (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Rifiuti_Inquinamento_da_plastica_mod_Claudia.1567430644.pdf);
- Il ciclo dei rifiuti: organizzazione, gestione e trattamento: pillola di sostenibilità ambientale di un incontro a cura di un esperto della Provincia (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Rifiuti_Il_ciclo_dei_rifiuti.1563273834.pdf);
- L'abbandono dei rifiuti è un costo per tutti: pillola di sostenibilità ambientale di un incontro (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Rifiuti_Abandono_rifiuti.1563273833.pdf);
- Rifiuti, questi conosciuti!: pillola di sostenibilità ambientale di un incontro ([\[nary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Rifiuti_Questi_conosciuti.1563273836.pdf\]\(http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Rifiuti_Questi_conosciuti.1563273836.pdf\)\);](http://www.appa.provincia.tn.it/bi-

</div>
<div data-bbox=)

- Mi rifiuto! Le 4R a casa e a scuola: percorso didattico di 3 incontri (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Mi_rifiuto.1562853016.pdf).

Energia sostenibile in collaborazione con Agenzia per le risorse idriche ed energetiche:

- Energia un mondo di fonti rinnovabili: pillola di sostenibilità ambientale di un incontro (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Energia_Mondo_di_fonti_rinnovabili.1563273831.pdf);
- Un bilancio energetico negativo conveniente: pillola di sostenibilità ambientale di un incontro a cura di un esperto della PAT (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Energia_Bilancio_Energetico.1563273830.pdf);
- Energia: fonti alternative e risparmio energetico: percorso didattico di 3 incontri (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Energia_fonti_alternative_con_mail.1566980693.pdf).

Da menzionare infine anche progetti di APPA su AGENDA 2030 premiati nel Forum PA 2019 (http://www.appa.provincia.tn.it/notizie_in_primo_piano/pagina150.html) nell'ambito del "Premio PA sostenibile, 100 progetti per raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030":

- *The last one*: pillola di sostenibilità ambientale (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/attivita_rete_2013_2014/Agenda_The_last_one.1563273401.pdf);
- *Go-Goals*: gioco da parco da realizzare presso il Centro di esperienza del Parco delle Terme di Levico ([REPORT DI SISTEMA
SNPA I 11 2020](http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_re-

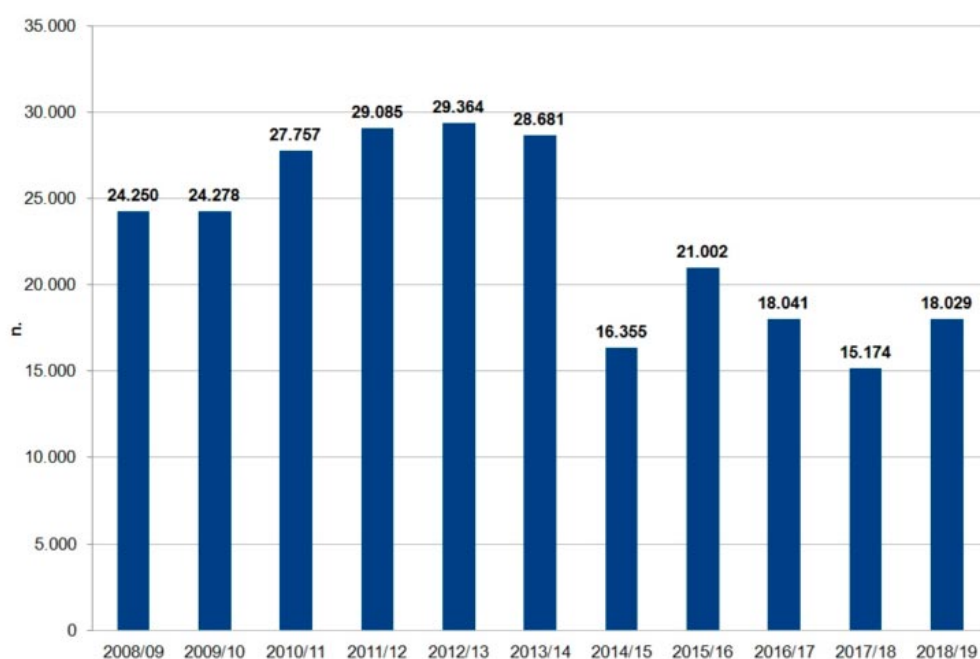
</div>
<div data-bbox=)

style/attivit _rete_2013_2014/ParchiLevicoRoncegno.1563183679.pdf);

- *Green game*, un torneo per non giocare il pianeta
<http://www.appa.provincia.tn.it/educazioneambientale/Greengame/>.

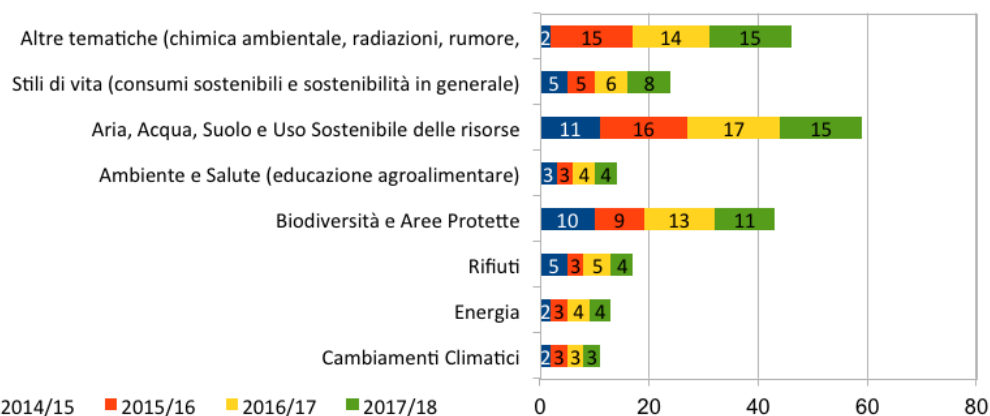
Nel portale <http://www.educazioneambientale.tn.it> sono pubblicati alcuni dei risultati prodotti dalle attivit  di educazione ambientale svolte in questi ultimi anni scolastici dagli Educatori ambientali nelle scuole.

Figura 1: Numero di studenti coinvolti in progetti di educazione ambientale dell'APPA-TN a partire dall'anno scolastico 2008/09



Fonte: Elaborazione dati APPA Trento

Figura 2: Offerta di educazione ambientale (nr. di progetti) - Ripartizione per area tematica (2014-2018)



Fonte: Elaborazione dati APPA Trento



R SNPA
11 2020