



# PROGRAMMA NAZIONALE DI CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

redatto ai sensi del decreto legislativo 30 maggio 2018, n. 81

## *VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA*

### *RAPPORTO PRELIMINARE*

*(D.lgs 152/2006 Articolo 13 c. 1)*

*Aprile 2019*

## SOMMARIO

1.	LA VAS DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....	3
2.	INFORMAZIONI GENERALI SUL PROGRAMMA .....	5
	Premessa: la nuova direttiva NEC.....	5
	Il Programma Nazionale di Controllo dell'Inquinamento Atmosferico .....	5
	Obiettivi del Programma .....	6
	Istruttoria tecnica preliminare .....	7
	Misure di riduzione.....	9
3.	NORMATIVA AMBIENTALE E OBIETTIVI GENERALI DI PROTEZIONE AMBIENTALE PERTINENTE AL PROGRAMMA.....	16
4.	AMBITO D'INFLUENZA E INQUADRAMENTO AMBIENTALE .....	24
	Ambito d'influenza territoriale.....	24
	Contesto ambientale .....	27
	Stato di riferimento per la stima degli effetti ambientali del Programma.....	91
5.	SCENARIO DI RIFERIMENTO (EVOLUZIONE PROBABILE SENZA L'ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA) ....	102
6.	EFFETTI AMBIENTALI DEL PROGRAMMA.....	104
7.	IMPOSTAZIONE DELL'ANALISI DELLE ALTERNATIVE.....	112
8.	ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA.....	113
	La Rete Natura 2000 .....	113
	Effetti sui Siti Natura 2000.....	115
	Valutazione di Incidenza.....	117
9.	MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	120
10.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	122

## 1. LA VAS DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Il presente Rapporto preliminare è predisposto nell'ambito del processo di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) del Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico (di seguito Programma) previsto dal Decreto Legislativo 30 maggio 2018 n. 81, entrato in vigore il 17 luglio 2018.

A livello nazionale il riferimento normativo per la VAS è il D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (di seguito D. Lgs. 152/2006) che nella Parte seconda recepisce la Direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 giugno 2001, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.

La VAS riguarda i piani e i programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente e sul patrimonio culturale, ne accompagna l'intera vita, dalle prime fasi della loro elaborazione e fino alla loro completa attuazione, con la finalità di garantire che essi contribuiscano alla protezione dell'ambiente e alle condizioni per uno sviluppo sostenibile

Il Programma, sulla base di quanto previsto dall'art. 6 del D. Lgs. 152/2006 rientra tra i piani e programmi che devono essere sistematicamente assoggettati a VAS.

Secondo quanto stabilito dal D. Lgs. 81/2018, il Programma è elaborato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (di seguito Ministero dell'ambiente) ed è approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri. Sulla base di queste competenze, è sottoposto a VAS in sede statale ed i ruoli per la VAS sono i seguenti:

- il Proponente è il Ministero dell'ambiente - Direzione Generale per i Rifiuti e l'Inquinamento
- l'Autorità procedente è il Presidente del Consiglio dei ministri
- l'Autorità competente è il Ministero dell'ambiente – Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali.

Il parere motivato è espresso dal Ministro dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare di concerto con il Ministro dei beni e delle attività culturali che collabora all'attività istruttoria.

### *Obiettivi della Fase preliminare*

Come definito dall'art. 13 del D.Lgs 152/2006, il Proponente entra in consultazione, sin dalle fasi iniziali della elaborazione del Programma, con l'Autorità competente e gli altri soggetti competenti in materia ambientale, sulla base di un Rapporto preliminare sui possibili effetti ambientali significativi che possono derivare dall'attuazione del Programma, al fine di definire la portata ed il livello di dettaglio delle informazioni che dovranno essere incluse nel Rapporto Ambientale.

Il Rapporto preliminare deve essere di supporto all'impostazione delle attività di analisi e valutazione specifiche che saranno oggetto del Rapporto ambientale, delimitandone l'ambito, stabilendone la portata e le principali linee metodologiche.

### *Struttura del Rapporto preliminare*

Il presente Rapporto preliminare è strutturato nelle seguenti sezioni:

- la prima introduttiva sull'applicazione della VAS al Programma
- la seconda sulle informazioni generali del Programma: gli obiettivi, i contenuti, le misure previste

- la terza ha per obiettivo l'individuazione della portata delle informazioni e dell'ambito della valutazione ambientale e prevede :
  - il contesto normativo e pianificatorio/programmatico (normativa internazionale, comunitaria e nazionale, piani e programmi pertinenti di livello nazionale)
  - l'inquadramento ambientale dell'ambito di influenza del Programma
  - lo scenario di riferimento
  - una prima individuazione dei possibili effetti ambientali significativi dell'attuazione del Programma
  - l'impostazione dell'analisi delle alternative
- la quarta è relativa alle possibili interferenze con i siti della Rete Natura 2000
- la quinta riporta gli elementi di impostazione del sistema di monitoraggio ambientale

Alla Fase preliminare, seguirà l'elaborazione del Rapporto Ambientale che terrà conto delle osservazioni e contributi pervenuti nell'ambito della consultazione della Fase preliminare.

Il Rapporto ambientale è il documento chiave del processo di VAS, ha il ruolo di esplicitare l'integrazione degli obiettivi di sostenibilità e delle considerazioni ambientali nella elaborazione del Programma, è comprensivo dello Studio di incidenza ed è accompagnato da una Sintesi non tecnica.

L'Autorità procedente, in collaborazione con l'Autorità competente, mette a disposizione dei soggetti competenti in materia ambientale e del pubblico il Programma, il Rapporto ambientale e la Sintesi non tecnica. Entro sessanta giorni, chiunque può presentare proprie osservazioni anche fornendo nuovi o ulteriori elementi conoscitivi e valutativi.

Entro i successivi 90 giorni, l'Autorità competente per la VAS, in collaborazione con l'Autorità procedente, svolge le attività tecnico-istruttorie, acquisisce e valuta tutta la documentazione presentata, nonché le osservazioni, obiezioni e suggerimenti pervenuti nella fase di consultazione ed esprime il parere motivato, che costituisce presupposto per la prosecuzione del procedimento di approvazione.

Il parere motivato può prevedere l'adozione di specifiche modifiche ed integrazioni della proposta di Programma e Rapporto ambientale.

Prima della presentazione del Programma e del Rapporto ambientale per l'approvazione, l'Autorità procedente, in collaborazione con l'Autorità competente, provvede, ove necessario, alla revisione dei documenti.

Il Presidente del Consiglio dei Ministri approva il Programma.

La decisione finale e tutta la documentazione oggetto dell'istruttoria sono rese pubbliche sui siti delle Autorità interessate. Sono inoltre pubblicati: il parere motivato, le misure adottate in merito al monitoraggio e la dichiarazione di sintesi, volta ad illustrare in che modo le considerazioni ambientali sono state integrate nel Programma, come si è tenuto conto del Rapporto ambientale e delle risultanze di tutte le consultazioni e le ragioni della scelta dell'alternativa di Programma.

Il percorso valutativo proseguirà durante la fase di attuazione del Programma tramite il monitoraggio ambientale dello stesso con cui verranno verificati gli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione del Programma e il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente gli impatti negativi impreveduti ed adottare le opportune misure correttive.

## 2. INFORMAZIONI GENERALI SUL PROGRAMMA

### Premessa: la nuova direttiva NEC

Negli ultimi decenni le politiche adottate dall'Unione europea hanno ottenuto buoni risultati nella riduzione delle emissioni della maggior parte dei principali inquinanti atmosferici. Tale riduzione si è rivelata risolutiva per alcune sostanze, quali ad esempio il biossido di zolfo, che ha visto ridotte le sue emissioni di più dell'80% e la diminuzione delle concentrazioni al di sotto dei valori limite stabiliti dalla normativa sulla qualità dell'aria nella maggior parte del territorio dell'Unione. La riduzione delle emissioni di ossidi di azoto e materiale particolato, pur essendo altrettanto significativa, non ha invece ancora portato alla risoluzione delle criticità osservate nella maggior parte dei Paesi per tali inquinanti, per cui sussistono ancora superamenti degli standard di qualità dell'aria stabiliti dalla normativa.

Nonostante i progressi osservati, l'Unione europea è, dunque, ancora lontana dal suo obiettivo a lungo termine di migliorare la qualità dell'aria in modo tale da eliminare il rischio di danni significativi alla salute umana e all'ambiente. Per questo motivo la Commissione europea, alla fine del 2013, ha pubblicato una nuova strategia tematica che prevede l'applicazione più rigorosa delle norme vigenti e l'introduzione di nuovi obiettivi e misure per proteggere i cittadini. Tra le misure proposte nella strategia era incluso l'aggiornamento della direttiva comunitaria sui limiti nazionali alle emissioni in atmosfera, la cosiddetta direttiva NEC (*National Emission Ceilings*). Tale direttiva prevede l'obbligo per gli Stati Membri di perseguire una riduzione percentuale delle emissioni nazionali registrate nel 2005 per alcuni inquinanti (biossido di zolfo, ossidi di azoto, ammoniaca, particolato atmosferico PM<sub>2,5</sub> e composti organici volatili non metanici) entro date prestabilite, fissate al 2020 ed al 2030. Tali riduzioni devono essere perseguite tramite l'adozione di un programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico che individui, qualora necessario, politiche e misure aggiuntive rispetto a quelle già prestabilite a livello europeo e/o nazionale.

La direttiva è stata recepita nell'ordinamento nazionale dal decreto legislativo del 30 maggio 2018 n. 81, che introduce le disposizioni relative al programma nazionale all'articolo 4, delineando anche le competenze interne dei soggetti coinvolti nella sua elaborazione. In particolare, definisce obblighi e scadenze relativamente alle varie fasi della predisposizione ed approvazione del programma, incluse le attività di istruttoria tecnica preliminare per le quali il Ministero dell'ambiente si avvale del supporto tecnico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA).

### Il Programma Nazionale di Controllo dell'Inquinamento Atmosferico

La riduzione delle emissioni, necessaria a raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla direttiva NEC, deve essere perseguita tramite la predisposizione, l'adozione e l'attuazione di specifici programmi di controllo nazionali.

Il decreto legislativo 30 maggio 2018, n. 81 prevede, all'articolo 4, la ripartizione delle competenze per la predisposizione dei programmi nazionali che devono essere elaborati dal Ministero dell'ambiente, con il supporto di ISPRA ed ENEA per la produzione degli scenari tecnici che descrivono la situazione prevista al 2020 e al 2030. In particolare, l'ISPRA elabora le proiezioni dei consumi energetici e dei livelli delle attività produttive responsabili delle emissioni mentre l'ENEA elabora le proiezioni nazionali delle emissioni e gli scenari di qualità dell'aria, utili a valutare l'impatto delle misure di riduzione sulle concentrazioni degli inquinanti.

Il programma è stato predisposto coerentemente con le indicazioni contenute nella stessa direttiva (Allegato III, Parte 1) e diffusamente illustrate nelle Linee guida allo scopo prodotte dalla Commissione

Europea ("Guidance for the development of National Air Pollution Control Programmes under Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants", C/2019/888, pubblicata il 1° marzo 2019).

Nello specifico, esso contiene:

- nei capitoli 1 e 2, un quadro generale del contesto internazionale, comunitario e nazionale in cui si inserisce la programmazione ai sensi della NEC e le responsabilità per la predisposizione e l'attuazione del programma;
- nel capitolo 3, l'analisi delle politiche finora adottate e dei risultati ottenuti in termini di riduzione delle emissioni inquinanti e di miglioramento generale della qualità dell'aria;
- nel capitolo 4, la metodologia applicata per la elaborazione degli scenari che sono alla base del processo di individuazione delle misure di riduzione;
- nei capitoli 5, 6 e 7, rispettivamente, i risultati degli scenari prodotti ossia quelli energetici e dei livelli di attività, quelli emissivi e quelli di qualità dell'aria, sia nella ipotesi dell'evoluzione tendenziale delle condizioni al contorno sia nell'ipotesi di adozione di misure aggiuntive;
- nel capitolo 8, infine, le misure di riduzione delle emissioni individuate per il raggiungimento degli obiettivi della NEC.

Nel corso della procedura di elaborazione della prima bozza di programma, il Ministero ha assicurato la consultazione dei soggetti maggiormente responsabili per l'attuazione delle politiche e delle misure di riduzione. E' stata, inoltre, assicurata la coerenza del programma con le politiche in corso di definizione in materia di energia e clima, come indicato chiaramente anche nel testo della direttiva NEC.

Al fine di assicurare l'attuazione del programma, il decreto legislativo 30 maggio 2018, n. 81 prevede l'istituzione, presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, di un tavolo di coordinamento che coinvolge i Ministeri dell'ambiente, dello sviluppo economico, delle infrastrutture e dei trasporti, delle politiche agricole e forestali e della salute, rappresentanti delle Regioni e degli Enti Locali responsabili per l'attuazione delle misure e delle politiche del programma, designati dalla Conferenza unificata di cui al decreto legislativo n. 281/97 e del SNPA.

### Obiettivi del Programma

Il fine ultimo della direttiva NEC è favorire la riduzione significativa delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici così da contribuire al generale miglioramento della qualità dell'aria su tutto il territorio dell'Unione.

A tale scopo, la direttiva stabilisce obiettivi di riduzione delle emissioni nazionali degli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), composti organici volatili non metanici (COVNM), ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e materiale particolato PM<sub>2,5</sub> da raggiungere entro il 2020 e il 2030. Tali obiettivi sono individuati come percentuali di riduzione delle emissioni dei singoli inquinanti rispetto ai valori registrati nel 2005.

I target del 2020 sono mutuati integralmente dal protocollo di Gothenburg, afferente alla Convenzione internazionale sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (*LRTAP – Long Range Transboundary Air Pollution*), nella sua versione aggiornata nel 2012; quelli del 2030 sono invece il risultato del negoziato comunitario e corrispondono al conseguimento della riduzione di circa il 50% di morti premature al 2030 rispetto all'anno base 2005.

Gli obiettivi di riduzione delle emissioni assegnati all'Italia sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 2-1: Obiettivi di riduzione assegnati all'Italia dalla direttiva NEC.

Inquinante	Obiettivi 2020	Obiettivi 2030
SO <sub>2</sub>	35%	71%
NO <sub>x</sub>	40%	65%
COVNM	35%	46%
NH <sub>3</sub>	5%	16%
PM <sub>2,5</sub>	10%	40%

Il programma, sulla base di una istruttoria tecnica preliminare, individua gli inquinanti per cui si prevede che, nel 2020 e nel 2030, non sarà possibile conseguire gli obiettivi di riduzione senza l'adozione di politiche aggiuntive rispetto a quelle già previste dalla normativa europea e nazionale; per tali inquinanti, definisce le misure necessarie a raggiungere i target, in coerenza con le strategie già adottate dall'Italia in altri settori, prevalentemente energia, clima ed agricoltura.

#### Istruttoria tecnica preliminare

##### *Metodologia*

In considerazione dello stretto legame tra i settori inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici e in coerenza con l'indicazione, sia della direttiva NEC che delle norme comunitarie in materia di energia e clima in via di emanazione, di promuovere le sinergie tra i due ambiti, si è deciso di procedere parallelamente alla predisposizione del piano energia e clima e del programma di riduzione delle emissioni, al fine di garantire per quanto possibile una coerenza tra le due pianificazioni.

Gli scenari energetici e dei livelli delle attività produttive sono stati, dunque, prodotti da ISPRA in coerenza con gli obiettivi definiti nell'ambito della Strategia Energetica Nazionale (SEN) adottata nel novembre 2017 dai Ministri dello Sviluppo Economico e dell'Ambiente, nonché quanto elaborato per la settima comunicazione nazionale effettuata ai sensi della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), per l'allegato 4 al documento di economia e finanza del 2018 (Relazione del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare sullo stato di attuazione degli impegni per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra) e per il reporting del 2017 in attuazione del Regolamento (UE) n. 525/2013 relativo al monitoraggio e alla comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra e delle politiche e misure.

In particolare lo scenario base è stato costruito sulla scorta dei lavori svolti dal Tavolo Tecnico istituito su iniziativa della Presidenza del Consiglio dei Ministri nel 2016, cui hanno partecipato più di 70 rappresentanti delle Amministrazioni pubbliche centrali e locali, università, istituti di ricerca attivi sul tema dei cambiamenti climatici e della pianificazione energetica.

Lo scenario con politiche e misure alla base di questo programma ricalca, invece, quanto contenuto nella Strategia Energetica Nazionale adottata nel novembre 2017 ed è solo in parte sovrapponibile a quello utilizzato nel Piano nazionale integrato per l'energia e il clima. Le differenze, che non minano comunque la coerenza tra i due documenti, sono motivate dal disallineamento delle tempistiche previste per i due atti di pianificazione; tali differenze potranno essere eliminate o attenuate solo in fase di aggiornamento del programma.

A partire dai risultati degli scenari energetici e dei livelli delle attività produttive ENEA ha, quindi, prodotto gli scenari emissivi nazionali, utilizzando il sistema modellistico MINNI (Modello Integrato Nazionale a

supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico), una suite modellistica sviluppata, per conto del Ministero dell'Ambiente, da ENEA in collaborazione con ARIANET s.r.l. e IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*) costituito da due componenti principali:

il Sistema Modellistico Atmosferico (SMA), che produce campi tridimensionali orari di variabili meteorologiche e di concentrazione dei principali inquinanti ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{NH}_3$ , etc.) su tutto il territorio italiano con risoluzione spaziale fino a 4 km;

il modello GAINS-Italia per l'elaborazione e valutazione di scenari futuri e alternativi, in termini di politiche di controllo delle emissioni, allineato con l'omonimo modello europeo sviluppato dallo IIASA che ha collaborato alla realizzazione della versione italiana.

L'impatto sulle concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente delle variazioni dei livelli emissivi nei diversi scenari è stato, quindi, stimato elaborando scenari di Qualità dell'Aria con il Sistema Modellistico Atmosferico (SMA) dell'ENEA appartenente alla catena MINNI, sviluppata a partire dai primi anni 2000 come strumento di supporto alla definizione e all'analisi di politiche di riduzione delle emissioni.

I dettagli sulle metodologie e gli strumenti applicati sono riportati nel programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico.

#### *Risultati*

Lo scenario relativo al 2020 prevede il rispetto degli obiettivi di riduzione stabiliti dalla direttiva per tutti gli inquinanti.

Saranno, invece, necessarie misure di riduzione aggiuntive per assicurare il rispetto dei target stabiliti per il 2030 per tutti gli inquinanti, ad eccezione del biossido di zolfo. Gli obiettivi assegnati all'Italia appaiono, infatti, particolarmente ambiziosi e in special modo quelli riferiti al  $\text{PM}_{2,5}$  e all'ammoniaca.

Per quanto riguarda il materiale particolato, il settore che principalmente contribuisce ai livelli emissivi è la combustione di biomassa legnosa nel settore residenziale; negli ultimi anni il minor costo di questo combustibile, il cui massiccio utilizzo ha peraltro contribuito al raggiungimento degli obiettivi in materia di rinnovabili ed emissioni di gas serra, ne ha favorito la diffusione, causando un sensibile aumento delle emissioni di polveri in atmosfera dal settore residenziale. Questo ha impedito alle emissioni totali di  $\text{PM}_{2,5}$  di seguire un andamento di netta riduzione, in analogia con quanto osservato per gli ossidi di zolfo ed azoto.

La valutazione delle possibili misure di riduzione per questo e per gli altri inquinanti, che seppur meno problematici richiedono comunque un'attenzione, è stata svolta in collaborazione con gli altri settori coinvolti (energia, trasporti, attività produttive) ed in particolar modo con il Ministero dello Sviluppo Economico.

Per quanto riguarda invece l'ammoniaca, inquinante derivante quasi esclusivamente dalle attività di allevamento e di fertilizzazione dei terreni agricoli, la valutazione delle politiche di riduzione più indicate per ridurre le emissioni è stata condotta in stretta collaborazione con il Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo.

Appare, dunque, prioritario concentrare l'azione strategica sui settori che maggiormente contribuiscono ai livelli emissivi degli inquinanti più critici e su cui, negli ultimi anni, meno è stato fatto, oppure si è fatto ma con scarsa efficacia, per ottenere le riduzioni attese. Fondamentale sarà in fase attuativa, così come lo è stato in fase di pianificazione, cercare di promuovere il più possibile sinergie e coerenze strategiche con gli



altri settori rilevanti, in particolar modo il clima, l'energia e l'agricoltura, al fine di contribuire in modo più evidente anche al generale miglioramento della qualità dell'aria.

### Misure di riduzione

Il programma contiene misure di riduzione per i settori che sono stati individuati come i principali responsabili dei livelli emissivi degli inquinanti oggetto della direttiva NEC, tramite l'applicazione della *Key Source Analysis*, svolta secondo la metodologia riconosciuta a livello internazionale e riportata in Appendice al programma. I settori individuati sono la produzione di energia elettrica, il residenziale/terziario, i trasporti e l'agricoltura.

Poiché gli scenari emissivi prodotti per il 2020 mostrano che tutti gli obiettivi di riduzione al 2020 saranno raggiunti nello scenario di base, le misure di riduzione individuate sono finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di riduzione del 2030.

Fatta eccezione per il settore agricoltura, le misure di riduzione prese in considerazione sono coerenti con quelle valutate nel corso della elaborazione del Piano Energia e clima. Sono state, pertanto, selezionate le misure utili al raggiungimento degli obiettivi nazionali stabiliti dalla SEN e in materia di fonti rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra al 2020, cui si aggiungono una serie di ulteriori traguardi individuati dalla strategia stessa per il 2030. Tali obiettivi sono perseguiti, in particolare, tramite la dismissione delle centrali termoelettriche alimentate a carbone entro il 2025, il raggiungimento di una quota pari al 55% di fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica, la diffusione di circa 5 milioni di auto elettriche, la forte metanizzazione del trasporto merci sia su strada che navale, la riduzione delle emissioni di gas serra nel settore non ETS del 33% rispetto ai livelli del 2005.

Per quanto riguarda le riduzioni di ammoniaca dal settore agricoltura, le misure sono state concordate con il Ministero delle politiche agricole alimentari forestali e del turismo e sono relative alla maggiore diffusione di buone pratiche agricole. Le indicazioni complete sul settore sono contenute nel "Codice nazionale indicativo di buone pratiche agricole per il controllo delle emissioni di ammoniaca" che costituisce l'Allegato al programma.

Segue una tabella sintetica che riassume le misure di riduzione individuate.

Tabella 2-2: Misure di riduzione del Programma

Settore	Codice	Nome	Descrizione
Elettrico	E1	Phase-out del carbone	Eliminazione progressiva degli impianti di generazione elettrica alimentati a carbone secondo uno scenario completo di uscita al 2025. Tale azione è sostenuta da una serie di interventi paralleli atti ad assicurare la sicurezza del sistema quali sviluppi e rinforzi di rete, potenza di generazione, accumuli, organizzazione dei mercati dei servizi, finalizzate alla piena integrazione delle rinnovabili, al superamento delle congestioni, alla gestione del tema dell' <i>overgeneration</i> .

Settore	Codice	Nome	Descrizione
Elettrico	E2	Decreto biometano	Ridimensionamento delle forme di incentivazione delle bioenergie senza perdere l'attuale quota di produzione ad eccezione dei bioliquidi, per cui si prevede un bocco dell'incentivazione in favore della conversione del biogas in biometano. Oltre alla finalità di ridurre le emissioni in atmosfera, tale misura promuove una concorrenza leale sul mercato delle materie prime, il rispetto del principio della "cascata" e lo sviluppo delle filiere a minor impatto e che non sono in competizione con il mondo agricolo per l'uso del terreno.
Elettrico	E3	Fotovoltaico negli edifici	Introduzione dell'obbligo di integrazione del fotovoltaico negli edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti e perfezionamento della normativa sulla quota minima di fotovoltaico in tali edifici. Promozione dei sistemi integrati di produzione di calore efficiente e rinnovabile, come ad esempio i sistemi ibridi.
Termico	C1	Fonti rinnovabili negli edifici	Introduzione dell'obbligo di integrazione di fonti rinnovabili ad eccezione delle biomasse negli edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti e perfezionamento della normativa sulla quota minima di fonti rinnovabili in tali edifici. Promozione dei sistemi integrati di produzione di calore efficiente e rinnovabile, come ad esempio i sistemi ibridi.
Termico	C2	Sostituzione degli impianti a biomasse	Rinnovamento dei vecchi impianti di riscaldamento a biomasse con tecnologie efficienti e a ridotte emissioni. Introduzione di requisiti prestazionali di accesso all'ecobonus più stringenti per i generatori di calore a biomassa.
Termico	C3	Teleriscaldamento	Adeguare e potenziare gli strumenti oggi a disposizione per favorire la nuova costruzione e l'ampliamento delle infrastrutture per la distribuzione del calore in ambito urbano. Sarà confermata la riserva economica per garantire interventi di realizzazione di reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento inclusa nel fondo per l'efficienza energetica.
Residenziale	C4	Standard minimi per l'edilizia	Rafforzamento degli standard minimi per l'edilizia, tramite: 1) applicazione dei decreti che hanno già introdotto nell'ordinamento nazionale la Direttiva 2010/31/UE elevando i requisiti per gli edifici privati di nuova costruzione (NZEB - edifici ad

Settore	Codice	Nome	Descrizione
			<p>energia quasi zero) dal 2021;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2) introduzione di obblighi di efficientamento energetico in occasione delle ristrutturazioni, laddove giustificato in termini di rapporto tra costi e benefici (Trigger point);</li> <li>3) recepimento delle proposte del Clean Energy Package in merito all'adozione di tecnologie di demand-response, sistemi di ICT e domotica che consentano il monitoraggio e il controllo della performance;</li> <li>4) recepimento Direttiva 2010/31/UE che eleverà significativamente i requisiti per gli edifici di nuova costruzione dal 2021 per gli edifici privati e dal 2019 per gli edifici della PA;</li> <li>5) applicazione dei Criteri ambientali minimi alle gare di appalto di acquisto di beni e servizi.</li> </ol>
Residenziale	C5	Ristrutturazioni edilizie	<p>Detrazione fiscale per ristrutturazioni edilizie e predisposizione di una strategia di lungo termine per la riqualificazione del parco immobiliare residenziale tramite:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ottimizzazione del meccanismo delle detrazioni fiscali: modulare la percentuale di detrazione in relazione al risparmio atteso, per favorire interventi di deep renovation; detrazione in aggiunta a incentivi (in particolare antisismico e dissesto idrogeologico); massimali unitari di spesa per tipologia intervento; portabilità titolo di credito; stabilizzazione detrazione;</li> <li>2) Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica;</li> <li>3) Rafforzare le misure per la riduzione del fabbisogno energetico degli immobili della popolazione meno abbiente e la riqualificazione profonda degli edifici residenziali pubblici (social housing)</li> <li>4) Misure per migliorare la qualità degli attestati di prestazione energetica e favorire l'acquisto di abitazioni in alta classe energetica.</li> </ol>
Residenziale	C6	Ruolo attivo dei consumatori	<p>Accrescere la consapevolezza e il ruolo attivo dei consumatori tramite:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) accelerazione, con opportuni strumenti di sostegno e regolatori, dell'introduzione delle tecnologie della domotica, della digitalizzazione</li> </ol>

Settore	Codice	Nome	Descrizione
			<p>delle reti e dello smart metering;</p> <p>2) completa attuazione delle disposizioni già previste dal decreto legislativo 102/2014 in materia di sistemi di misurazione e fatturazione dei consumi energetici nel settore residenziale;</p> <p>3) attuazione di programmi di formazione ed educazione all'efficienza energetica;</p> <p>4) valutazione della promozione di sistemi integrati di Energy Customer Feedback che sollecitino comportamenti virtuosi del consumatore tramite la comunicazione di feedback real-time sul consumo e la costituzione di community con obiettivi condivisi di risparmio.</p>
Residenziale	C7	Riscaldamento e raffrescamento	Promozione delle tecnologie a bassa emissione ed alta efficienza nel settore del riscaldamento e raffrescamento
Terziario	C8	Cambiamento comportamentale	<p>Incentivazione del cambiamento comportamentale nel terziario tramite:</p> <p>1) promozione della diffusione delle tecnologie della domotica e dello smart metering;</p> <p>2) rafforzamento dei programmi di formazione ed educazione indirizzate al settore commerciale e alla PA;</p> <p>3) obblighi di riduzione di consumo per la PA, con eventuali penali e premi conseguenti al raggiungimento dei target di riduzione.</p>
Terziario	C9	Riqualificazione energetica del parco immobiliare pubblico	<p>Riqualificazione energetica del parco immobiliare pubblico tramite:</p> <p>1) inserimento di clausole di risparmio obbligatorio nei contratti di servizi energetici sottoscritti dalla PA;</p> <p>2) introduzione di meccanismi di penalità e premialità ai dirigenti/funzionari preposti alla gestione dell'edificio;</p> <p>3) revisione delle regole di contabilizzazione del debito pubblico in caso di interventi di efficienza energetica;</p> <p>4) prosecuzione del Programma per la Riqualificazione Energetica degli Edifici della Pubblica Amministrazione Centrale (PREPAC) nel periodo 2021-2030;</p> <p>5) strutturazione di un programma sull'illuminazione</p>

Settore	Codice	Nome	Descrizione
			<p>pubblica finalizzata all'accelerazione del processo di sostituzione delle sorgenti luminose e all'installazione di sistemi di monitoraggio dei consumi.</p>
Trasporti	T0	Obbligo biocarburanti ed altre fonti energetiche rinnovabili in recepimento della RED II	<p>Predisposizione ed emanazione del decreto legislativo di recepimento della Direttiva Energie Rinnovabili RED 2 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e conseguenti decreti interministeriali di aggiornamento dei decreti vigenti di settore. In particolare per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aggiornare le quote obbligatorie di immissione in consumo fino al 2030 dei biocarburanti normali ed avanzati;</li> <li>- introdurre target differenziati per benzina, diesel e eventualmente metano;</li> <li>- introdurre l'idrogeno da fonti rinnovabili ed eventualmente i combustibili da carbonio riciclato nell'elenco dei biocarburanti e carburanti utilizzabili ai fini dell'obbligo;</li> <li>- prevedere il raccordo con il data base europeo di monitoraggio della sostenibilità;</li> <li>- aggiornare i moltiplicatori da utilizzare ai fini del calcolo del target;</li> <li>- individuare le percentuali massime di utilizzo dei biocarburanti di prima generazione;</li> <li>- attuare misure di promozione dell'uso dei biocarburanti nel settore avio e marittimo.</li> </ul>
Trasporti	T1	Potenziamento del TPL e riduzione del fabbisogno di mobilità privata	<p>Potenziamento del TPL e Rinnovo del parco autobus finalizzati anche ad una riduzione complessiva del numero di veicoli privati circolanti e alla promozione del cambiamento modale, tramite un Piano strategico nazionale della mobilità sostenibile che includa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) cura del ferro in ambito urbano, con la realizzazione e il completamento delle reti metropolitane e tranviarie e, in ambito nazionale, attraverso il continuo sviluppo della rete ferroviaria e l'integrazione dei nodi logistici con la rete ferroviaria di trasporto merci; informazioni in tempo reale su localizzazione dei mezzi pubblici, sul traffico e sui tempi di percorrenza;</li> <li>2) agevolazioni fiscali per l'utilizzo del mezzo pubblico (legge di stabilità 2018);</li> </ol>

Settore	Codice	Nome	Descrizione
			<p>3) miglioramento dell'accessibilità, sicurezza e riconoscibilità delle fermate del trasporto pubblico, promuovendo anche l'integrazione con altre forme di servizio social, quali info point o rete Wi-Fi;</p> <p>4) promozione della mobilità condivisa (bike, car e moto sharing a basse o zero emissioni);</p> <p>5) integrazione tra i servizi di mobilità sostenibile (quali strutture di sosta per i velocipedi o servizi di car e bike sharing in prossimità delle fermate del trasporto pubblico) e parcheggi di interscambio;</p> <p>6) promozione della mobilità a piedi;</p> <p>7) integrazione del trasporto pubblico nei progetti di riqualificazione urbana;</p> <p>8) ottimizzazione della regolazione dei sistemi semaforici;</p> <p>9) smart parking;</p> <p>10) promozione degli strumenti di smart working.</p>
Trasporti	T2	Veicoli elettrici puri	Promozione della diffusione di veicoli elettrici per la mobilità urbana privata, che contribuirà anche a migliorare l'integrazione della produzione da rinnovabili elettriche.
Trasporti	T3	Veicoli ibridi elettrici plug-in PHEV	Promozione della diffusione di veicoli ibridi elettrici plug-in PHEV per la mobilità urbana privata, che contribuirà anche a migliorare l'integrazione della produzione da rinnovabili elettriche.
Trasporti	T4	Diffusione dei veicoli meno inquinanti	Favorire l'utilizzo di veicoli più efficienti e a minore emissioni tramite la revisione graduale dei sistemi fiscali sul trasporto (tassa immatricolazione, tassa di possesso, imposte sui carburanti, etc.). Valorizzazione e rafforzamento delle iniziative di regolamentazione locale (quali le limitazioni alla circolazione dei veicoli inquinanti nelle aree urbane, accesso libero dei veicoli a combustibili alternativi ed in particolare elettrici alle zone a traffico limitato, limiti di velocità, corsie preferenziali e parcheggi dedicati per veicoli a zero emissioni).
Trasporti	T5	ITS per il trasporto merci	Promuovere la diffusione di nuove tecnologie ITS (Intelligence Transport Systems) nel trasporto merci su strada.

Settore	Codice	Nome	Descrizione
Trasporti	T6	Rinnovo del parco auto esistente	Favorire la diffusione di mezzi per il trasporto merci meno inquinanti tramite la promozione dell'utilizzo di furgoni a metano e di autocarri pesanti a GNL. Promozione del trasporto marittimo a GNL.
Agricoltura	A1	Incorporazione fertilizzanti	Incorporazione dei fertilizzanti a base urea con una riduzione attesa delle emissioni di ammoniaca del 50-80%.
Agricoltura	A2	Spandimento materiali non palabili	Su terreni con una pendenza media minore del 15%, divieto di distribuzione della frazione liquida con attrezzature in pressione. Si evita la formazione di aerosol che aumenta l'emissione di ammoniaca con una riduzione attesa delle emissioni di ammoniaca del 30-90%
Agricoltura	A3	Incorporazione del liquame	Incorporazione del liquame applicato in superficie (almeno entro 24 ore) Se immediata (con aratura): 90% Se immediata con dischi: 70% Se dopo 4h: da 45% a 65% Se dopo 24h: 30%
Agricoltura	A4	Spandimento materiali palabili (seminativi)*  * Sono esclusi dall'obbligo: - terreni coltivati a no tillage; - colture permanenti; - prati, prati pascoli e pascoli.	Incorporazione del solido distribuito in superficie (almeno entro 24 ore) Se immediata (con aratura): 90% Se immediata con dischi: 60% Se dopo 4h: da 45% a 65% Se dopo 12h: 50% Se dopo 24h: 30%
Agricoltura	A5	Divieto nuove lagune	Divieto di costruzione di nuove lagune con riduzione attesa delle emissioni di ammoniaca del 30-60%
Agricoltura	A6	Copertura flottante	Formazione di crosta naturale riducendo le miscele e il caricamento di nuovo liquame dall'alto (copertura flottante) con riduzione attesa delle emissioni di ammoniaca del 40%

Si ritiene che l'applicazione di tali misure consentirà il conseguimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni entro il 2030 e produrrà un significativo miglioramento della qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale.

### 3. NORMATIVA AMBIENTALE E OBIETTIVI GENERALI DI PROTEZIONE AMBIENTALE PERTINENTE AL PROGRAMMA

La sostenibilità del Programma è valutata attraverso la capacità di contribuire al perseguimento di obiettivi ambientali individuati sulla base della loro pertinenza con le misure previste considerando pertanto tutti gli aspetti ambientali sui quali l'attuazione delle misure potrebbero generare effetti.

Gli obiettivi ambientali di livello generale pertinenti al Programma sono desunti dalla normativa, (incluse politiche, strategie...) a vari livelli (internazionale, comunitario, nazionale) pertinente i temi interessati dal programma e strumenti di pianificazione/programmazione nazionali riportati nelle due tabelle seguenti.

Tabella 3-1: Normativa e obiettivi Ambientali pertinente al Programma

livello internazionale / comunitario	Obiettivi ambientali
Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza ( <i>Long Range Transboundary Air Pollution – LRTAP</i> )	Riduzione delle emissioni degli inquinanti atmosferici pericolosi per la salute umana e gli ecosistemi
First Clean Air Outlook COM(2018) 446 final	Previsione di Riduzione del 27% delle superfici di ecosistemi che superano i limiti di eutrofizzazione rispetto al 2005 Previsione di riduzione del 54% delle conseguenze negative sulla salute rispetto al 2005. (mortalità prematura dovuta al particolato e all'ozono)
A Clean Air Programme for Europe - COM(2013) 918 final	ridurre gli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute e sull'ambiente entro il 2030 - Previsione di riduzione del 52% delle conseguenze negative sulla salute rispetto al 2005. (mortalità prematura dovuta al particolato e all'ozono) - Previsione di Riduzione del 35% delle superfici di ecosistemi che superano i limiti di eutrofizzazione rispetto al 2005
Programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 "Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta" (Decisione n. 1386/2013/UE del parlamento europeo e del consiglio del 20 novembre 2013) (7° PAA)	Proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale dell'Unione: entro il 2020 - la perdita di biodiversità e il degrado dei servizi ecosistemici, compresa l'impollinazione, siano stati debellati, gli ecosistemi e i relativi servizi siano preservati e almeno il 15 % degli ecosistemi degradati sia stato ripristinato; - l'inquinamento atmosferico e i suoi impatti sugli ecosistemi e la biodiversità siano ulteriormente ridotti con l'obiettivo di lungo termine di non superare carichi e livelli critici - il ciclo dei nutrienti (azoto e fosforo) sia gestito in maniera più sostenibile ed efficiente nell'impiego delle risorse - la gestione delle foreste sia sostenibile, le foreste, la loro biodiversità e i servizi che offrono siano protetti e rafforzati nei limiti del fattibile, e la resilienza delle foreste verso i cambiamenti climatici, gli incendi, le tempeste, le infestazioni di parassiti e le malattie sia migliorata.



	<p>trasformare l'Unione in un'economia a basse emissioni di carbonio, efficiente nell'impiego delle risorse, verde e competitiva: entro il 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'Unione abbia raggiunto i propri obiettivi sul clima e l'energia e si stia adoperando per ridurre entro il 2050 le emissioni di GES dell'80-95 % rispetto ai livelli del 1990, nel quadro dell'impegno generale di limitare l'aumento della temperatura media sotto i 2 °C rispetto ai livelli preindustriali, con la definizione di un quadro per il clima e l'energia per il 2030 come passo fondamentale del processo</li> <li>- i cambiamenti strutturali a livello di produzione, tecnologia e innovazione nonché di modelli di consumo e stili di vita abbiano ridotto l'impatto ambientale globale della produzione e del consumo, in particolare nei settori dell'alimentazione, dell'edilizia e della mobilità</li> </ul> <p>proteggere i cittadini dell'Unione da pressioni legate all'ambiente e da rischi per la salute e il benessere: entro il 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un significativo miglioramento della qualità dell'aria esterna nell'Unione, che si avvicini ai livelli raccomandati dall'OMS, accompagnato da un miglioramento della qualità dell'aria interna, sulla base dei pertinenti orientamenti dell'OMS</li> <li>- il conseguimento di progressi decisivi nell'adeguamento agli impatti dei cambiamenti climatici</li> </ul> <p>migliorare la sostenibilità delle città dell'Unione: entro il 2020 la maggioranza delle città dell'Unione attuino politiche in materia di pianificazione e progettazione urbana sostenibile, tra cui approcci innovativi ai trasporti e alla mobilità pubblici nell'ambiente urbano, agli edifici sostenibili, all'efficienza energetica e alla conservazione della biodiversità urbana</p>																		
<p>direttiva 2016/2284/UE</p>	<p>target di riduzione delle emissioni degli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), composti organici volatili non metanici (COVNM) e particolato atmosferico (PM<sub>2,5</sub>). A ciascuno Stato è assegnato un obiettivo di riduzione percentuale delle emissioni di ciascun inquinante al 2020 e al 2030, in riferimento alle emissioni dell'anno base, ossia il 2005.</p> <p>Target per l'Italia:</p> <table border="1" data-bbox="582 1518 933 1731"> <thead> <tr> <th>inquinante</th> <th>2020</th> <th>2030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SO<sub>2</sub></td> <td>35%</td> <td>71%</td> </tr> <tr> <td>NO<sub>x</sub></td> <td>40%</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>COVNM</td> <td>35%</td> <td>46%</td> </tr> <tr> <td>NH<sub>3</sub></td> <td>5%</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>PM<sub>2,5</sub></td> <td>10%</td> <td>40%</td> </tr> </tbody> </table>	inquinante	2020	2030	SO <sub>2</sub>	35%	71%	NO <sub>x</sub>	40%	65%	COVNM	35%	46%	NH <sub>3</sub>	5%	16%	PM <sub>2,5</sub>	10%	40%
inquinante	2020	2030																	
SO <sub>2</sub>	35%	71%																	
NO <sub>x</sub>	40%	65%																	
COVNM	35%	46%																	
NH <sub>3</sub>	5%	16%																	
PM <sub>2,5</sub>	10%	40%																	
<p>Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile</p>	<p>Entro il 2030, ridurre sostanzialmente il numero di decessi e malattie da sostanze chimiche pericolose e da contaminazione e inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo</p> <p>Raddoppiare entro il 2030 il tasso globale di miglioramento dell'efficienza energetica</p> <p>Accrescere entro il 2030 la cooperazione internazionale per facilitare l'accesso alla ricerca e alle tecnologie legate all'energia pulita - comprese le risorse rinnovabili, l'efficienza energetica e le tecnologie di combustibili fossili più avanzate e pulite - e promuovere gli</p>																		

	<p>investimenti nelle infrastrutture energetiche e nelle tecnologie dell'energia pulita</p> <p>Potenziare gli sforzi per proteggere e salvaguardare il patrimonio culturale e naturale del mondo</p> <p>Entro il 2030, ridurre l'impatto ambientale negativo pro-capite delle città, prestando particolare attenzione alla qualità dell'aria e alla gestione dei rifiuti urbani e di altri rifiuti</p> <p>Entro il 2020, promuovere una gestione sostenibile di tutti i tipi di foreste, arrestare la deforestazione, ripristinare le foreste degradate e aumentare ovunque, in modo significativo, la riforestazione e il rimboschimento</p>
Accordo di Parigi (C.N.735.2016.TREATIES-XXVII.7.d)	Tenere ben sotto i 2 gradi centigradi l'incremento della temperatura media mondiale e fare ogni sforzo per tenerla sotto 1,5 gradi
Convenzione di Ramsar sulle Zone Umide	Conservazione e utilizzo razionale di tutte le zone umide attraverso azioni locali e nazionali e la cooperazione internazionale, quale contributo al conseguimento dello sviluppo sostenibile in tutto il mondo
Strategia europea per la Biodiversità verso il 2020	<p>Porre fine alla perdita di Biodiversità e al degrado dei servizi ecosistemici nell'UE entro il 2020 e ripristinarli nei limiti del possibile, intensificando al tempo stesso il contributo dell'UE per scongiurare la perdita di Biodiversità a livello mondiale.</p> <p>Entro il 2050, la Biodiversità dell'Unione europea e i servizi ecosistemici da essa offerti – il capitale naturale dell'UE – saranno protetti, valutati e debitamente ripristinati per il loro valore intrinseco della Biodiversità e per il loro fondamentale contributo al benessere umano e alla prosperità economica, onde evitare mutamenti catastrofici legati alla perdita di Biodiversità.</p>
Direttiva "Habitat" (Direttiva 92/43/CEE)	Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche
Direttiva "Uccelli" (Direttiva 2009/147/Ce del Parlamento Europeo e del Consiglio)	Conservazione degli uccelli selvatici
COM(2010)2020: "Europa 2020: Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva"	<p>"crescita sostenibile: promuovere un'economia più efficiente sotto il profilo delle risorse, più verde e più competitiva;":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ridurre le emissioni di gas a effetto serra almeno del 20% rispetto ai livelli del 1990 o del 30%, se sussistono le necessarie condizioni; portare al 20% la quota delle fonti di energia rinnovabile nel nostro consumo finale di energia e migliorare del 20% l'efficienza energetica;</li> </ul>
Regolamento (UE) 2018/1999 dell'11 dicembre 2018 sulla <i>governance</i> dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima	riduzione delle emissioni di gas climalteranti
A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy COM(2018) 773	<p>entro il 2050 l'UE riduca le emissioni di gas a effetto serra dell'80% rispetto ai livelli del 1990</p> <p>riduzione delle emissioni del 40% entro il 2030 e del 60% entro il 2040</p> <p>tutti i settori devono contribuire alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio in funzione delle rispettive potenzialità</p>

	<p>economiche e tecnologiche.</p> <p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il settore energetico presenta il maggior potenziale di riduzione delle emissioni. Può eliminare quasi totalmente le emissioni di CO2 entro il 2050.</li> <li>- L'energia elettrica potrebbe parzialmente sostituire i combustibili fossili nei trasporti e per il riscaldamento.</li> <li>- L'energia elettrica proverrà da fonti rinnovabili, eoliche, solari, idriche e dalla biomassa o da altre fonti a basse emissioni, come le centrali nucleari o quelle a combustibili fossili dotate di tecnologie per la cattura e lo stoccaggio del carbonio. Ciò richiederà anche consistenti investimenti in reti intelligenti.</li> </ul> <p>Trasporti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le emissioni provocate dai trasporti potrebbero essere ridotte di oltre il 60% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2050;</li> <li>- a breve termine, la maggior parte dei progressi potrebbe venire dai motori a benzina e diesel, che potrebbero consumare ancora meno carburante</li> <li>- A breve e a lungo termine, i veicoli ibridi ed elettrici ricaricabili consentiranno maggiori riduzioni delle emissioni</li> <li>- I biocombustibili saranno sempre più utilizzati nel settore dell'aviazione e del trasporto merci su strada, dal momento che non tutti i veicoli commerciali pesanti funzioneranno ad energia elettrica in futuro</li> </ul> <p>Edifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le emissioni provenienti dalle abitazioni domestiche e dagli uffici possono essere eliminate quasi del tutto riducendole del 90% circa entro il 2050</li> <li>- L'efficienza energetica migliorerà drasticamente grazie a: la tecnologia dell'edilizia passiva per i nuovi edifici, la ristrutturazione di vecchi edifici per migliorarne l'efficienza energetica, la sostituzione dei combustibili fossili con energia elettrica e da fonti rinnovabili per il riscaldamento, la refrigerazione e la cottura di cibi.</li> </ul> <p>Industria</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le industrie che fanno un uso intensivo dell'energia potrebbero ridurre le emissioni di oltre l'80% entro il 2050</li> <li>- Le tecnologie impiegate diventeranno più pulite ed efficienti in termini energetici.</li> <li>- Fino al 2030 e poco dopo tale data, le emissioni di CO2 subirebbero una flessione graduale per effetto della progressiva diminuzione dell'intensità energetica.</li> <li>- Dopo il 2035 la tecnologia per la cattura e lo stoccaggio del carbonio verrà applicata alle emissioni delle industrie che non sono in grado di ridurle in altri modi (ad es. acciaierie e cementifici). Ciò consentirebbe di realizzare riduzioni molto più significative entro il 2050.</li> </ul>
Livello nazionale	
Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile	<p>Promuovere la salute e il benessere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diminuire l'esposizione della popolazione ai fattori di rischio</li> </ul>

	<p>ambientale e antropico</p> <p>Arrestare la perdita di biodiversità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- salvaguardare e migliorare lo stato di conservazione di specie e habitat per gli ecosistemi, terrestri e acquatici</li> </ul> <p>Garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- minimizzare le emissioni e abbattere le concentrazioni inquinanti in atmosfera</li> </ul> <p>Creare comunità e territori resilienti, custodire i paesaggi e i beni culturali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assicurare elevate prestazioni ambientali di edifici, infrastrutture e spazi aperti</li> </ul> <p>Decarbonizzare l'economia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- incrementare l'efficienza energetica e la produzione di energia da fonte rinnovabile evitando o riducendo gli impatti sui beni culturali e il paesaggio</li> <li>- aumentare la mobilità sostenibile di persone e merci</li> <li>- abbattere le emissioni climalteranti nei settori non-ETS</li> </ul>
D.lgs 152/06 parte III (recepimento Direttiva 91/676/CEE Nitrati)	proteggere le acque dall'inquinamento prodotto direttamente o indirettamente dai nitrati di origine agricola
Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2015) decreto n. 86	“la SNAC individua le azioni e gli indirizzi per ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, proteggere la salute il benessere e i beni della popolazione, preservare il patrimonio naturale, mantenere o migliorare la resilienza e la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici nonché trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.”
Elementi per una <i>Roadmap</i> della Mobilità Sostenibile, elaborati con il concerto delle istituzioni, degli enti di ricerca e degli operatori economici del settore	la de-carbonizzazione dei consumi energetici richiesti dalla mobilità, la qualità dell'aria conseguente alle emissioni dei veicoli stradali, le opportunità di sviluppo economico e sociale co-stituite dalla mobilità sostenibile per il nostro Paese
La Strategia Nazionale per la Biodiversità	Entro il 2020 garantire la conservazione della biodiversità, intesa come la varietà degli organismi viventi, la loro variabilità genetica ed i complessi ecologici di cui fanno parte, ed assicurare la salvaguardia e il ripristino dei servizi ecosistemici al fine di garantirne il ruolo chiave per la vita sulla Terra e per il benessere umano
	Entro il 2020 ridurre sostanzialmente nel territorio nazionale l'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, definendo le opportune misure di adattamento alle modificazioni indotte e di mitigazione dei loro effetti ed aumentando la resilienza degli ecosistemi naturali e seminaturali.
	Entro il 2020 integrare la conservazione della biodiversità nelle politiche economiche e di settore, anche quale opportunità di nuova occupazione e sviluppo sociale, rafforzando la comprensione dei benefici dei servizi ecosistemici da essa derivanti e la consapevolezza dei costi della loro perdita
SEN 2017 - Strategia energetica	raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-

nazionale	carbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21
	fonti rinnovabili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- quota di rinnovabili di almeno il 28% sui consumi lordi finali al 2030, obiettivo declinato nei seguenti target settoriali:</li> <li>- 55% per le rinnovabili elettriche</li> <li>- 30% circa per le rinnovabili negli usi per riscaldamento e raffrescamento</li> </ul> 21% circa per le rinnovabili nei trasporti
	Efficienza energetica Valorizzare pienamente le potenzialità di riduzione dei consumi esistenti in tutti i settori di impiego dell'energia, come pure di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia, adottando un approccio orizzontale che consenta di seguire il criterio del miglior rapporto costi/benefici ai fini di una riduzione di consumi finali di energia pari a circa 10 Mtep/anno al 2030 così ripartiti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 Mtep/anno per residenziale;</li> <li>- 2,6 Mtep/anno per trasporti;</li> <li>- 2,3 Mtep/anno per servizi e agricoltura;</li> <li>- 1,6 per industria</li> </ul>
	Sicurezza energetica – settore elettrico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- dotare il sistema di strumenti innovativi e infrastrutture per garantire l'adeguatezza e il mantenimento degli standard di sicurezza, intervenendo con strumenti di mercato per orientare i comportamenti degli operatori (capacity market) e aumentando la magliatura della rete e il grado di interconnessione in Europa e nel Mediterraneo.</li> <li>- Garantire flessibilità del sistema elettrico in un contesto di crescente penetrazione delle fonti rinnovabili che dovranno raggiungere uno share del 55%, di progressiva elettrificazione della domanda e di crescita dell'autoproduzione diffusa.</li> <li>- Promuovere lo sviluppo tecnologico per garantire ulteriori elementi di flessibilità.</li> <li>- Promuovere la resilienza del sistema verso eventi meteo estremi ed emergenze, tenendo conto dell'intensificarsi del coordinamento a livello europeo nelle attività di prevenzione dei rischi aventi natura transfrontaliera.</li> <li>- Intensificare i processi di valutazione degli investimenti da un punto di vista dell'efficacia costi-benefici, al fine di individuare, di volta in volta, le soluzioni che consentano di raggiungere appieno i predetti obiettivi al minor costo per il consumatore.</li> <li>- Semplificare i tempi di autorizzazione ed esecuzione degli interventi e aggiornare la normativa sull'esercizio degli impianti termoelettrici</li> </ul>
Sicurezza energetica – settore gas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- incrementare la diversificazione delle fonti di approvvigionamento, attraverso l'ottimizzazione dell'uso delle infrastrutture esistenti e con lo sviluppo di nuove infrastrutture di importazione, sia via gasdotto, che GNL, realizzate da soggetti privati;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- migliorare la flessibilità del sistema nazionale rispetto alle fonti di approvvigionamento, potenziando le dorsali di trasporto e le infrastrutture di connessione;</li> <li>- migliorare il margine di sicurezza in caso di elevati picchi di domanda;</li> </ul> <p>coordinare i piani di emergenza nazionali con quelli degli altri Paesi che sono collegati al medesimo corridoio di approvvigionamento fisico, come previsto dal nuovo regolamento europeo sulla sicurezza del sistema del gas, stabilendo anche possibili misure di solidarietà tra Stati Membri.</p>
Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 modificato ed integrato dal D.P.R. 120 del 12 marzo 2003 (Recepimento della Direttiva "Habitat")	conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, ai fini della salvaguardia della biodiversità
D.Lgs. 13 agosto 2010 n.155	<p>obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso</p> <p>Individua valori limite, valori obiettivo, soglie di allarme e di informazione</p>

Tabella 3-2: Pianificazione/Programmazione e obiettivi pertinenti al Programma

Piano Nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad Energia Elettrica	al 2020 la realizzazione fino a 13.000 punti di ricarica lenta/accelerata, 6.000 punti di ricarica veloce, con un rapporto di 1 punto di ricarica pubblica ogni 8 punti di ricarica privati, e la presenza di 130.000 veicoli elettrici
<p>Piano d'azione nazionale sul GPP (PAN GPP)</p> <p>Il Piano, adottato con il Decreto Interministeriale dell'11 aprile 2008 (G.U. n. 107 dell'8 maggio 2008), ha l'obiettivo di massimizzare la diffusione del GPP presso gli enti pubblici in modo da farne dispiegare in pieno le sue potenzialità in termini di miglioramento ambientale, economico ed industriale.</p> <p>Tale Piano, come previsto dallo stesso, è stato aggiornato con Decreto 10 aprile 2013 (G.U. n. 102 del 3 maggio 2013) ed è in corso di ulteriore revisione</p>	<p>Tra gli obiettivi del PAN GPP:</p> <p>...</p> <p>Efficienza e risparmio nell'uso delle risorse, in particolare dell'energia e conseguente riduzione delle emissioni di CO2.</p> <p>Riduzione dei consumi di energia da fonti fossile, sia attraverso l'aumento dell'efficienza energetica, sia attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementare la domanda pubblica di prodotti e tecnologie ad alta efficienza energetica nonché di servizi energetici</li> <li>- Contribuire a convertire l'edilizia corrente in edilizia sostenibile</li> </ul> <p>...</p> <p>Il PAN GPP consentirà di conseguenza, di incidere positivamente su altre problematiche ambientali quali la riduzione delle emissioni inquinanti e la riduzione dei relativi rischi ambientali</p>
Programma Operativo Nazionale (PON) "Infrastrutture e Reti" 2014-2020	<p>Potenziamento ferroviario, integrazione modale e miglioramento dei collegamenti multimodali</p> <p>Aumento della competitività del sistema portuale ed interportuale</p>

<p>Accordo di bacino padano per l'attuazione di misure congiunte per il miglioramento della qualità dell'aria</p>	<p>definire, in un quadro condiviso, importanti misure aggiuntive di risanamento, nell'ambito del processo avviato per il miglioramento della qualità dell'aria, da inserire nei piani di qualità dell'aria e da applicare in modo coordinato e congiunto nel territorio del Bacino Padano</p>
<p>PAEE Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica</p>	<p>obiettivi di efficienza energetica dell'Italia al 2020. In particolare, il secondo capitolo illustra gli obiettivi nazionali di riduzione dei consumi di energia primaria e finale, specificando i risparmi di energia attesi al 2020 con riferimento ai singoli comparti economici (riscaldamento e raffrescamento, industria, trasporti, settore pubblico, ecc.) e ai principali strumenti di promozione dell'efficienza energetica.</p>
<p>Piano di Sviluppo delle reti di trasmissione elettrica - TERNA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- garantire la sicurezza e la continuità degli approvvigionamenti;</li> <li>- aumentare l'efficienza e l'economicità del servizio di trasmissione e del sistema elettrico nazionale;</li> <li>- migliorare la qualità del servizio;</li> <li>- connettere alla rete di trasmissione nazionale tutti i soggetti aventi diritto;</li> <li>- ridurre le congestioni di rete;</li> <li>- sviluppare e potenziare l'interconnessione con l'estero;</li> <li>- rispettare i vincoli ambientali e paesaggistici</li> </ul>
<p>Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili</p>	<p>promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica: quota complessiva di energia da fonti energia rinnovabili, sul consumo finale lordo di energia al 2020 pari al 17%</p>
<p>Piani di sviluppo Rurale regionali</p>	<p>Per il periodo 2014-2020 sono stati stabiliti tre obiettivi strategici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il miglioramento della competitività dell'agricoltura;</li> <li>- la gestione sostenibile delle risorse naturali e l'azione per il clima;</li> <li>- uno sviluppo territoriale equilibrato per le zone rurali.</li> </ul> <p>Per lo sviluppo rurale questi tre obiettivi sono stati tradotti in sei priorità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- promuovere il trasferimento di conoscenze nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali;</li> <li>- potenziare la competitività dell'agricoltura in tutte le sue forme e la redditività delle aziende agricole e promuovere una gestione sostenibile delle foreste;</li> <li>- incentivare l'organizzazione della filiera agroalimentare e la gestione dei rischi nel settore agricolo;</li> <li>- preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi dipendenti dall'agricoltura e dalla silvicoltura;</li> <li>- incoraggiare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale;</li> <li>- promuovere l'inclusione sociale, la riduzione della povertà e lo sviluppo economico nelle zone rurali.</li> </ul>

<p>Piani regionali di gestione della qualità dell'aria</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- il raggiungimento dei valori limite e dei livelli critici, per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento del relativo rispetto;</li> <li>- la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme;</li> <li>- la gestione della qualità dell'aria ambiente in relazione all'ozono.</li> </ul>
--	---

Gli obiettivi ambientali pertinenti desunti dalle normative e dalla pianificazione/programmazione saranno esaminati al fine di definire, anche sulla base degli esiti della caratterizzazione del contesto ambientale, un set di obiettivi ambientali specifici del Programma. Il grado di perseguimento di detti obiettivi, che sarà oggetto del monitoraggio VAS del Programma, consente di misurare il contributo del Programma al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità generali.

Al fine di valutare come il Programma si inserisce nelle strategie di sviluppo nazionali sarà sviluppata nel RA l'analisi dei rapporti con la pianificazione/programma di livello nazionale pertinente, attraverso un confronto tra gli obiettivi/misure del Programma e gli indirizzi/previsioni di altri Piani/Programmi. Mediante tale analisi saranno evidenziati eventuali sinergie o conflitti.

#### 4. AMBITO D'INFLUENZA E INQUADRAMENTO AMBIENTALE

##### Ambito d'influenza territoriale

L'ambito di influenza territoriale del Programma ossia l'ambito territoriale in cui possono manifestarsi gli effetti ambientali dello stesso, è considerato coincidente con il territorio nazionale. Tale scelta è stata assunta sulla base delle seguenti considerazioni.

L'inquinamento atmosferico è per sua natura, un fenomeno caratterizzato da una natura globale e qualunque cambiamento nei livelli dell'inquinamento su scala locale o regionale può avere una influenza anche sui territori circostanti, in misura significativa soprattutto per gli inquinanti di natura secondaria.

Il particolato atmosferico, nello specifico, è costituito da una componente primaria e da una componente di origine secondaria che deriva dalla trasformazione di inquinanti gassosi quali ossidi zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili, ammoniaca, ossia di inquinanti che si definiscono "transfrontalieri" per le caratteristiche di permanenza in atmosfera e di trasporto su lunghe distanze.

Valutazioni degli effetti transfrontalieri di variazioni emissive su deposizioni di zolfo e azoto e su concentrazioni di ozono e particolato vengono annualmente condotte da EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) attraverso simulazioni modellistiche basate su relazioni sorgente/recettore (disponibili per tutti gli anni al link [http://emep.int/mscw/mscw\\_publications.html](http://emep.int/mscw/mscw_publications.html) e in EMEP, 2018 per l'anno 2018, ultimo anno in cui sono state realizzate simulazioni relative all'anno 2016). In particolare, per l'Italia è disponibile il rapporto di Klein et al., 2018.

Di seguito sono riportati i contributi delle emissioni nazionali a flussi e concentrazioni verso gli altri Stati Membri e viceversa, il contributo che le emissioni degli altri Stati Membri hanno su flussi e concentrazioni nazionali per l'anno 2016, anno più recente su cui sono disponibili gli inventari emissivi nazionali utilizzati da EMEP. I contributi transfrontalieri sono stati determinati attraverso simulazioni sorgente/recettore ipotizzando una riduzione del 15% delle emissioni di uno o più precursori di ogni Paese.



Particolato atmosferico

Il termine particolato atmosferico indica agglomerati di polveri, contenenti varie sostanze chimiche, e gocce d'acqua che restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi. A seconda delle dimensioni delle particelle che lo compongono il particolato atmosferico può penetrare più o meno profondamente nell'apparato respiratorio, causando danni alla salute che possono essere più o meno importanti anche in base alla composizione chimica che lo caratterizza. Il particolato atmosferico è costituito da una componente di origine naturale e da una componente di origine antropica, quest'ultima caratterizzata sia da una parte primaria che da una secondaria, organica ed inorganica.

Le figure seguenti mostrano la variazione nelle concentrazioni di  $PM_{2,5}$  e  $PM_{coarse}$  da una riduzione del 15% delle emissioni nazionali ed il contributo dei principali 6 Paesi alle concentrazioni di  $PM_{2,5}$  e  $PM_{coarse}$  in Italia.

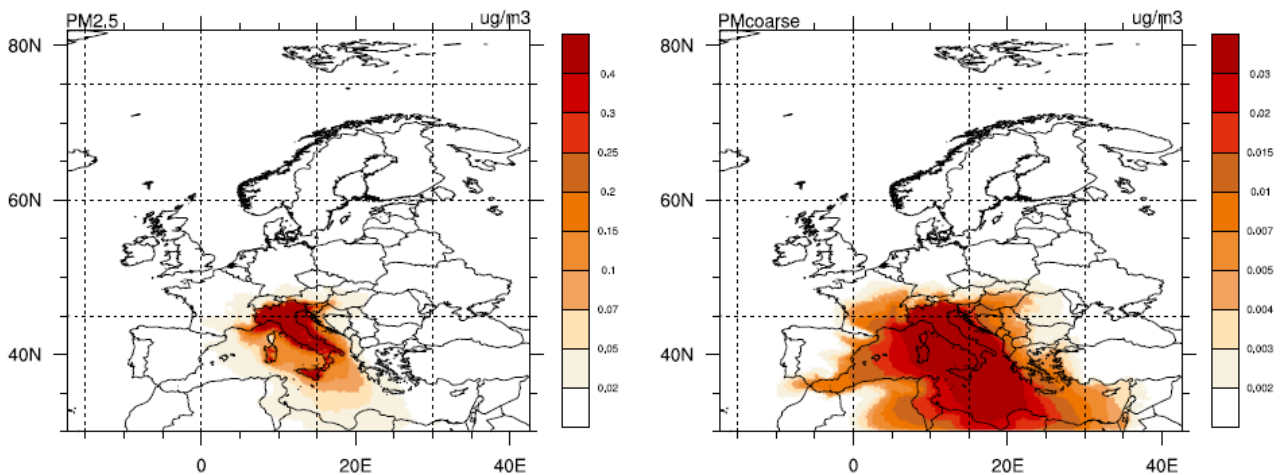


Figura 4.1 - Riduzione delle concentrazioni di  $PM_{2,5}$  (sinistra) e  $PM_{coarse}$  (destra) che risulterebbero da una riduzione del 15% delle emissioni in Italia (unità di misura  $\mu g/m^3$ ) per l'anno 2016 (fonte Klein et al., 2018).

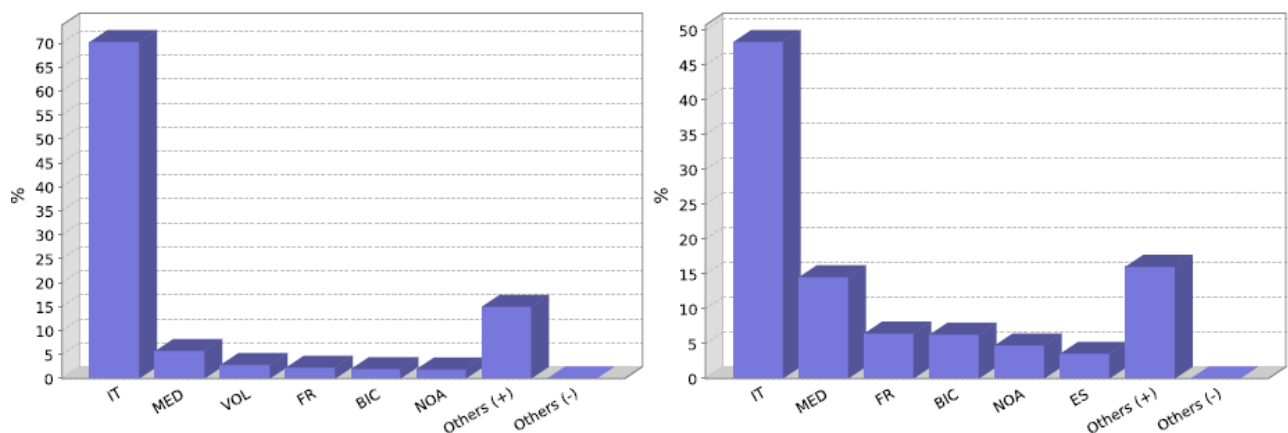


Figura 4.2 – I sei principali contributori alle concentrazioni di  $PM_{2,5}$  (sinistra) e  $PM_{coarse}$  (destra) in Italia che risulterebbero da una riduzione delle emissioni per l'anno 2016 (fonte Klein et al., 2018).

OZONO (SOMO35)

Il SOMO35 (Sum of Ozone Means Over 35 ppb) è un indicatore dell'impatto sulla salute legato all'ozono ( $O_3$ ) ed è definito come la somma annuale del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore delle concentrazioni di  $O_3$  che superano i 35 ppb, ossia per ogni giorno si seleziona il valore massimo della media mobile su 8 ore di  $O_3$  ( $A_8^d$ ) e i valori che superano i 35 ppb vengono sommati per tutto l'anno ( $N_y$  numero giorni anno, 365 o 366 giorni).

$$SOMO35 = \sum_{d=1}^{d=N_y} \max(A_8^d - 35 \text{ ppb}, 0.0)$$

L'unità di misura è il ppb\*giorno.

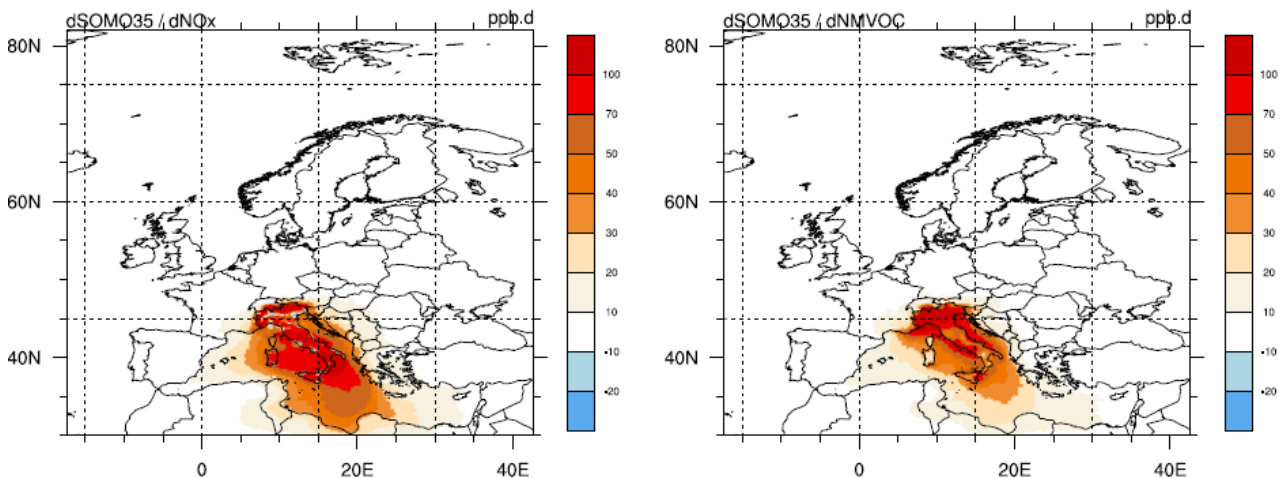


Figura 4.3 – Riduzione delle concentrazioni di SOMO35 che risulterebbero da una riduzione del 15% delle emissioni di NOx (sinistra) e NMVOC (destra) in Italia (unità di misura ppb\*giorno) per l'anno 2016 (fonte Klein et al., 2018).

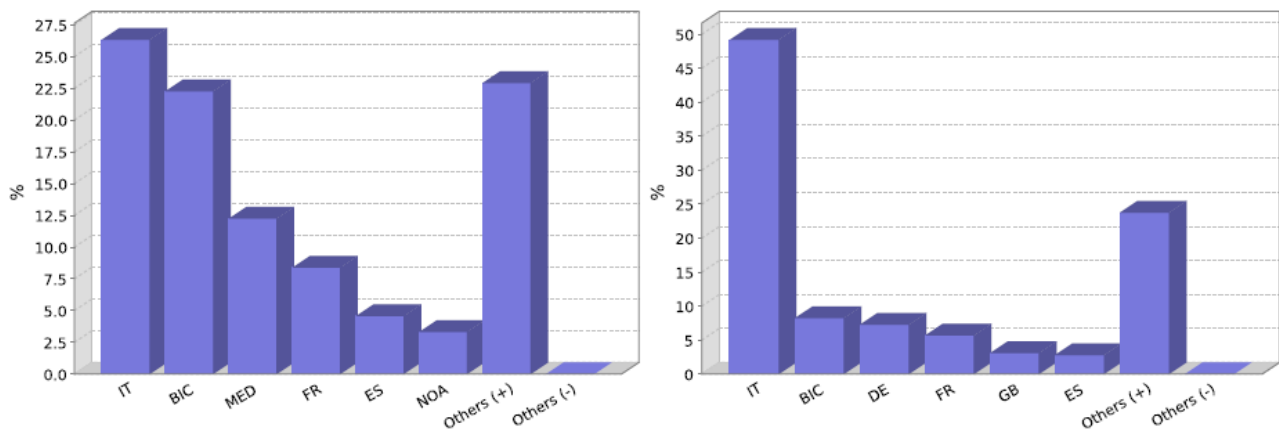


Figura 4.4 – I principali sei contributori alle concentrazioni di SOMO35 in Italia che risulterebbero da una riduzione delle emissioni di NOx (sinistra) e NMVOC (destra) per l'anno 2016 (fonte Klein et al., 2018).

L'analisi mostra che trascurabile è il contributo transfrontaliero che l'Italia apporta e riceve dagli altri Paesi.

Tabella 4-1: Legenda delle sigle dei Paesi utilizzate nel rapporto EMEP Status Report 1/2018

Sigla	Paese/Regione
AT	Austria
BIC	Condizioni Iniziali e al Contorno

CH	Svizzera
DE	Germania
ES	Spagna
FR	Francia
GB	Gran Bretagna
HR	Croazia
IT	Italia
MED	Mar Mediterraneo
NOA	Nord Africa
RS	Serbia
TR	Turchia
VOL	Vulcani

### Contesto ambientale

L'inquadramento ambientale oggetto del presente paragrafo è sviluppato attraverso l'analisi del contesto interessato dai possibili effetti generati dal Programma. Tale analisi è finalizzata a valutare lo stato di qualità ambientale del territorio nazionale per le componenti pertinenti e, contestualmente, a individuare e descrivere gli elementi di criticità sui quali l'attuazione del programma potrebbe avere effetti. In tale analisi sono compresi i fattori di pressione responsabili dello stato ambientale che interagiscono con le misure del programma.

A tal riguardo l'allegato VI alla Parte II del D. Lgs. 152/2006 prevede tra i contenuti del rapporto ambientale i seguenti elementi:

- aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente e sua evoluzione probabile senza l'attuazione del piano o del programma;
- caratteristiche ambientali, culturali e paesaggistiche delle aree che potrebbero essere significativamente interessate;
- qualsiasi problema ambientale esistente, pertinente al piano o programma, ivi compresi in particolare quelli relativi ad aree di particolare rilevanza ambientale, culturale e paesaggistica, quali le zone designate come Zone di Protezione Speciale per la conservazione degli uccelli selvatici e quelli classificati come Siti di importanza Comunitaria (SIC) per la protezione degli habitat naturali e della flora e della fauna selvatica, nonché i territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità, di cui all'articolo 21 del decreto legislativo 18 maggio 2001, n.228

Con riferimento ai temi ambientali riportati alla lett. f) dell'Allegato VI: biodiversità, popolazione, salute umana, flora e fauna, suolo, acqua, aria, fattori climatici, beni materiali, patrimonio culturale, anche architettonico e archeologico, l'analisi di contesto è condotta per i seguenti aspetti ritenuti pertinenti per il Programma: emissioni in atmosfera, qualità dell'aria, effetti sui beni culturali dovuti all'inquinamento atmosferico, biodiversità e ecosistemi, fattori climatici, uso e copertura del suolo, esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico.

Sono inoltre analizzati i principali settori di governo tra quelli riportati all'art. 6 del D. Lgs. 152/2006 responsabili dell'inquinamento atmosferico in considerazione degli effetti che le misure del programma avranno sugli stessi: trasporti, energia, agricoltura.

L'analisi di contesto è condotta mediante indicatori ambientali opportunamente individuati sulla base della loro popolabilità e aggiornamento che saranno di riferimento anche per l'analisi degli effetti e il monitoraggio VAS del Programma.

L'analisi qui riportata potrà essere integrata nel Rapporto Ambientale in considerazione delle osservazioni pervenute dai soggetti a seguito della consultazione nella fase preliminare.

### *Fattori climatici*

Il riferimento principale per la caratterizzazione dello stato del Clima in Italia e delle sue tendenze in corso, sono i Rapporti del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente "Gli indicatori del clima in Italia", pubblicati con cadenza annuale dall'ISPRA.

I dati utilizzati per la caratterizzazione del clima sono tratti dal Rapporto "gli Indicatori del CLIMA in Italia nel 2017", (ISPRA, 2018[a]).

### Temperatura

Sulla base del confronto con il periodo climatologico 1961-1990 rispetto al quale vengono calcolate tutte le anomalie, le stime più recenti attualmente disponibili evidenziano come nei 10 anni più caldi della serie storica considerata, ovvero a partire dal 1961 e fino al 2017 compreso, 6 sono rappresentati da anni tutti successivi al 2010, ovvero gli anni più recenti. L'anomalia della temperatura media in Italia nel 2017 è stata di +1.30°C, che colloca il 2017 al 9° posto dal 1961 e rappresenta il 26° valore annuale positivo consecutivo.

Analizzando in dettaglio le anomalie mensili della temperatura media nel corso del 2017, a gennaio le temperature sono state mediamente più basse della norma, mentre da febbraio ad agosto il clima è stato nettamente più caldo della norma ovunque, con punte di anomalia media mensile nel mese di marzo al Nord (+3.72°C) e di giugno al Centro (+3.82 °C) e al Sud e sulle Isole (+3.13 °C). Fino al mese di agosto compreso, il 2017 è stato l'anno nettamente più caldo di tutta la serie storica, con un'anomalia media nazionale negli 8 mesi di quasi +2 °C. Negli ultimi 4 mesi dell'anno le temperature sono tornate su valori prossimi alla media climatologica, riducendo sensibilmente il valore di anomalia media annuale a consuntivo dell'anno.

Su base stagionale, la primavera (+2.0 °C) e l'estate (+2.8 °C) del 2017 si collocano al secondo posto tra le più calde dell'intera serie storica. Viceversa, in inverno e in autunno la temperatura media è stata solo debolmente superiore ai valori stagionali di riferimento. Tale andamento è analogo a quello della temperatura superficiale dei mari italiani: l'anomalia media annuale del 2017 si colloca tra gli anni più caldi al 6° posto della serie e i valori più elevati di anomalia sono stati registrati nei mesi primaverili ed estivi, con un massimo di anomalia mensile di +2.2°C a giugno.

Nel corso dell'estate 2017 sono stati registrati numerosi *record* di temperatura massima assoluta: circa un quarto delle stazioni della rete sinottica nazionale di cui si dispone di serie temporali sufficientemente lunghe e complete, ha superato i precedenti valori *record* e per 8 di esse si tratta di temperature maggiori o uguali a 40°C.

Per un'analisi sistematica degli estremi di temperatura, sono stati presi in considerazione alcuni indici definiti da uno specifico Gruppo di Lavoro della Commissione per la Climatologia dell'OMM<sup>1</sup>.

Come sempre negli ultimi 31 anni, nel 2017 l'indice rappresentativo delle onde di calore *Warm Spell Duration Index (WSDI)* è stato superiore alla media 1961-1990: con un'anomalia media di circa +23 giorni nell'anno, per questo indice il 2017 si colloca ai primi posti della serie dal 1961.

Viceversa, l'anomalia negativa del numero di giorni con gelo, nel 2017 è stata tra le più deboli degli ultimi 10 anni, a conferma di una stagione invernale solo poco più calda della media climatologica.

Sia per il numero medio di notti tropicali, cioè con temperatura minima maggiore di 20°C, che per il numero medio di giorni estivi, cioè con temperatura massima maggiore di 25°C, il 2017 si colloca ai primi posti della serie dal 1961, a conferma delle forti anomalie positive di temperatura che hanno caratterizzato le stagioni primaverile ed estiva. Degli altri indici di estremi di temperatura che si basano sul confronto con la distribuzione statistica dei valori normali, il numero di giorni freddi (TX10P) è stato nel 2017 il secondo più basso della serie storica, mentre il numero di notti fredde (TN10p) e di giorni caldi (TX90p) collocano il 2017 tra i primi 6 anni più caldi dell'intera serie.

Riguardo alle stime più recenti delle variazioni della temperatura dal 1981 ad oggi (vedi tabella seguente), la temperatura media e la temperatura massima mostrano un rateo di  $+0.36 \pm 0.06^\circ\text{C}$  ogni 10 anni, mentre la temperatura minima possiede un rateo di  $+0.33 \pm 0.05^\circ\text{C}$  ogni 10 anni. Su base stagionale, i trend più forti della temperatura media sono in primavera ( $+0.47 \pm 0.11^\circ\text{C}$  ogni 10 anni), ed in estate ( $+0.46 \pm 0.11^\circ\text{C}$  ogni 10 anni).

Tabella 4-2: Variazioni della temperatura nel periodo 1981-2017

Indicatore	TREND (°C/10 anni)
Temperatura media	$+0.36 \pm 0.06$
Temperatura minima	$+0.33 \pm 0.05$
Temperatura massima	$+0.36 \pm 0.06$
Temperatura media inverno	$+0.34 \pm 0.14$
Temperatura media primavera	$+0.47 \pm 0.11$
Temperatura media estate	$+0.46 \pm 0.11$
Temperatura media autunno	$+0.23 \pm 0.10$

Si riportano di seguito la mappa dell'anomalia della temperatura media nel 2017 e la serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media. Tutte le anomalie sono rispetto al valore normale 1961-1990.

<sup>1</sup> Peterson T.C., Folland C., Gruza G., Hogg W., Mokssit A. e Plummer N., 2001, Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. World Meteorological Organization, Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 143 pp.

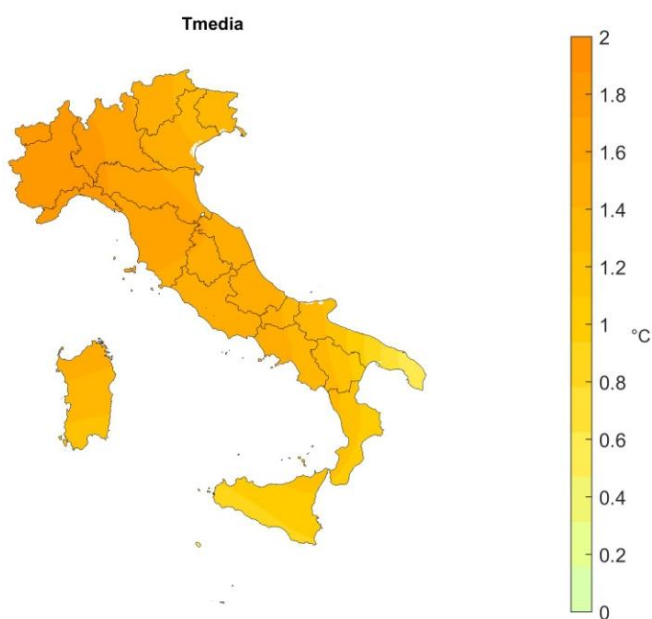


Figura 4.5: Anomalia della temperatura media nel 2017

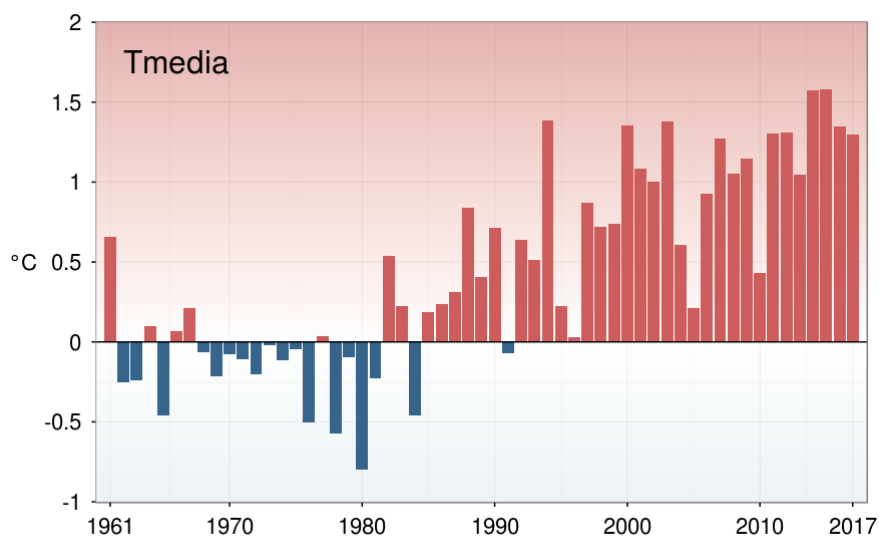


Figura 4.6: Anomalie medie in Italia della temperatura media

### Precipitazione

Sulla base del confronto con il periodo climatologico 1961-1990 rispetto al quale vengono calcolate tutte le anomalie su base percentuale, le stime più recenti attualmente disponibili evidenziano come in Italia nel 2017 le precipitazioni cumulate sono state complessivamente molto più scarse della media, con un'anomalia media di circa -22%. Il 2017 si colloca al 2° posto, appena dopo il 2001, tra gli anni meno piovosi dell'intera serie dal 1961. In realtà fino al mese di novembre il 2017 risultava essere nettamente

l'anno meno piovoso; gli ultimi due mesi dell'anno, in cui sono state registrate in media precipitazioni di poco superiori ai valori climatologici normali, hanno attenuato l'entità dell'anomalia media annuale.

Da marzo ad agosto le precipitazioni sono state inferiori alla norma ovunque, con un picco di anomalia negativa ad agosto al Centro e al Sud (rispettivamente -84% e -88%); solo a settembre, novembre e (ad eccezione del Sud) dicembre, le precipitazioni sono state superiori alla media, mentre il mese di gennaio è stato relativamente molto secco al Nord e molto piovoso al Sud.

Con un'anomalia media di circa -50%, l'estate 2017 è stata la seconda più "secca" dell'intera serie dal 1961 (dopo il 1985) e, con un'anomalia media di circa -35%, la primavera 2017 è stata la terza più "secca", dopo il 1997 e il 2003.

Riguardo alle stime più recenti delle variazioni della precipitazione sull'intera serie temporale 1961-2017, non si evidenziano tendenze statisticamente significative, per le precipitazioni cumulate annuali, per le precipitazioni cumulate stagionali, e per le precipitazioni giornaliere massime annuali. Dall'analisi degli indici climatici presi in considerazione per valutare gli estremi di precipitazione, non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e della intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo. Un elemento forse significativo che si può cogliere dalla serie del Centro Italia, è rappresentato dalla sequenza di anomalie positive degli indici R95p (somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere nei giorni piovosi nel periodo climatologico 1971-2000) e SDII (precipitazione cumulata annuale divisa per il numero di giorni piovosi nell'anno, considerando piovosi i giorni con precipitazione  $\geq 1$  mm) negli ultimi anni, che vanno nella direzione di una concentrazione delle precipitazioni in un numero minore di eventi di maggiore intensità.

Si riportano di seguito la mappa dell'anomalia della precipitazione cumulata annuale nel 2017, espressa in valori percentuali, e la serie delle anomalie medie in Italia, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale. Tutte le anomalie sono rispetto al valore normale 1961-1990.

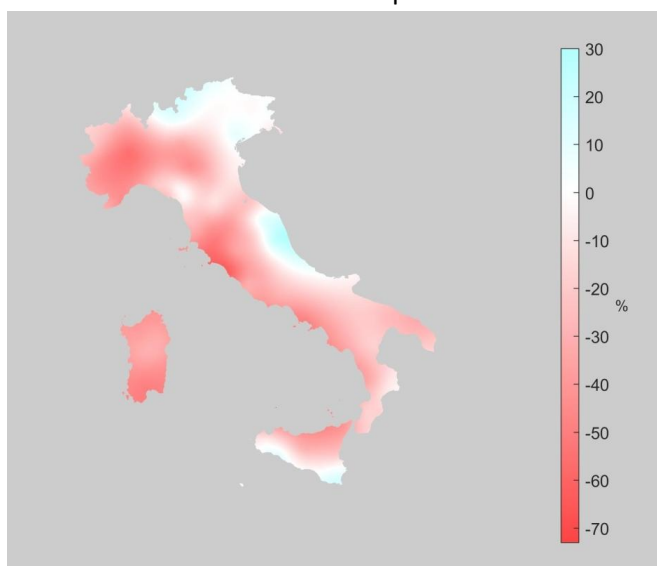


Figura 4.7: Anomalia della precipitazione cumulata annuale nel 2017

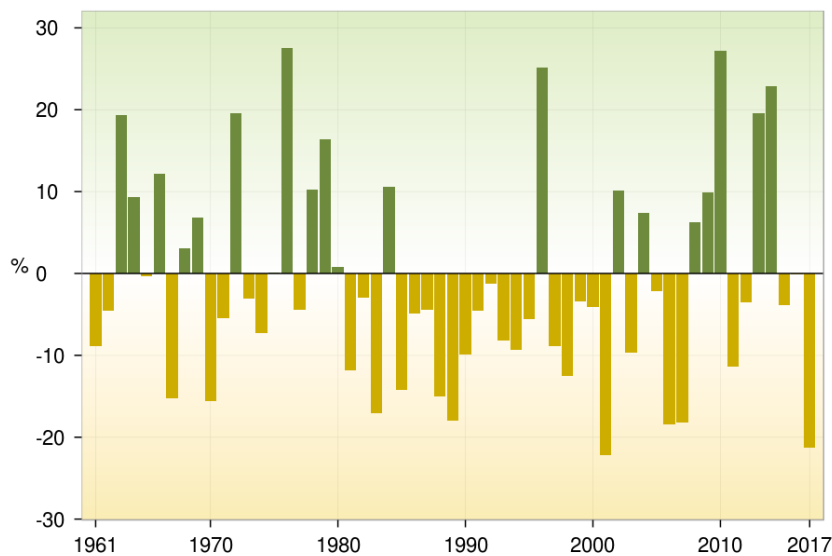


Figura 4.8: anomalie medie in Italia, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale

### Clima e qualità dell'aria

La concentrazione degli inquinanti nell'atmosfera è regolata dalle emissioni e dalle trasformazioni chimico-fisiche cui vengono sottoposti, ma anche dai fenomeni meteorologici che, più dei primi due fattori, permettono di comprendere le dinamiche della qualità dell'aria.

I cambiamenti climatici influenzano la qualità dell'aria, poiché implicano modifiche delle condizioni di stabilità dell'atmosfera, della temperatura, delle precipitazioni, della radiazione solare, della velocità delle reazioni chimiche e quindi dei processi di formazione, dispersione e trasformazione degli inquinanti.

In particolare la concentrazione in aria degli inquinanti primari dipende dal vento e dalla turbolenza atmosferica, la concentrazione degli inquinanti secondari (che si formano in atmosfera a seguito di processi fisici e chimici) dipende da ulteriori parametri climatici come temperatura, umidità, velocità del vento e turbolenza atmosferica oltre che dalla radiazione solare.

Tali influenze non avvengono con le stesse modalità e con la stessa intensità su tutto il pianeta. Secondo i primi studi che hanno affrontato il tema, tra cui quello dell'Agenzia Europea dell'Ambiente del 2013, il riscaldamento climatico che si sta osservando a livello planetario sembra favorire l'inquinamento atmosferico in particolare nel sud dell'Europa, facilitando la formazione di inquinanti secondari, in particolare ozono e particolato fine. Ciò rende l'Italia particolarmente esposta al rischio di un aggravamento dello stato di qualità dell'aria connesso ai mutamenti climatici.

L'aumento della temperatura, ad esempio, favorisce l'incremento delle emissioni di composti organici volatili (VOCs), che sono precursori di ozono, e delle emissioni da incendi. L'ozono altera la crescita della vegetazione, riducendo l'assorbimento di CO<sub>2</sub> da parte della vegetazione. I cambiamenti climatici alterando le condizioni ambientali (ad esempio temperatura, pH) modificano la biodisponibilità di inquinanti (ad esempio metalli e POP), l'esposizione, l'assorbimento e la sensibilità delle specie agli inquinanti. Il cambiamento climatico potrebbe, pertanto, amplificare gli effetti ambientali negativi degli inquinanti, compresi O<sub>3</sub>, metalli tossici e inquinanti organici persistenti (POP). (EEA, 2018)



Specifiche condizioni orografiche e meteo climatiche, come quelle ad esempio che presentano le Regioni del Bacino Padano (scarsità dei venti, frequenti situazioni di inversione termica, ecc.), favoriscono la formazione e l'accumulo nell'aria di inquinanti, con particolare riferimento a quelli secondari quali le polveri sottili, fenomeni che producono situazioni di inquinamento particolarmente diffuse; tali particolari condizioni orografiche e meteorologiche, interferiscono con il raggiungimento del rispetto dei valori limite di qualità dell'aria come nel caso delle Regioni del Bacino Padano.

L'Arpa Emilia Romagna ha elaborato un indicatore che stima i giorni favorevoli all'accumulo di particolato nel periodo critico per questo inquinante tra ottobre e marzo, sulla base della ventosità e della piovosità. Trattandosi di un indicatore meteorologico risente inevitabilmente delle naturali oscillazioni annuali e non è facile individuare dei trend su finestre temporali strette: in ogni caso, la stagione invernale 2015 ha fatto registrare quasi il 70% dei giorni favorevoli all'accumulo a fronte di valori generalmente oscillanti tra il 50 e 60%. (Fondazione per lo sviluppo sostenibile, "La sfida della qualità dell'aria nelle città italiane")

### *Emissioni in atmosfera*

Gli obiettivi di riduzione delle emissioni inquinanti contenuti nella direttiva NEC (*National Emission Ceilings*) si inseriscono nel quadro più ampio della Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (*Long Range Transboundary Air Pollution – LRTAP*), che costituisce il primo accordo internazionale, firmato nel 1979 in ambito UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*), finalizzato alla riduzione delle emissioni degli inquinanti atmosferici pericolosi per la salute umana e gli ecosistemi.

In tale contesto, la Commissione europea ha in realtà previsto un intervento di più ampio respiro anche ai fini di un ulteriore consolidamento della politica dell'Unione in materia di qualità dell'aria. Alla fine del 2013 è stata pertanto pubblicata la nuova strategia tematica, il cosiddetto pacchetto "Aria pulita", che stabilisce obiettivi per ridurre gli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute e sull'ambiente entro il 2030 e contiene proposte legislative volte ad attuare norme più severe in materia di emissioni e di inquinamento atmosferico.

Il pacchetto è stato pubblicato dalla Commissione il 18 dicembre 2013 ed è composto da una comunicazione sul programma "Aria pulita per l'Europa", ossia una strategia della Commissione che delinea le misure volte a garantire il raggiungimento degli obiettivi esistenti e che stabilisce nuovi obiettivi in materia di qualità dell'aria per il periodo fino al 2030, e da tre proposte legislative in materia di emissioni e inquinamento atmosferico:

- la ratifica della versione aggiornata del protocollo di Gothenburg, che costituisce attuazione della summenzionata Convenzione LRTAP;
- la revisione della direttiva sui limiti di emissione nazionali, sfociata poi nell'adozione della direttiva 2016/2284/UE;
- una proposta di direttiva volta a ridurre l'inquinamento originato da impianti di combustione medi, divenuta quindi la direttiva 2015/2193.

La direttiva 2016/2284/UE introduce nuovi *target* di riduzione delle emissioni degli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), composti organici volatili non metanici (COVNM) e particolato atmosferico (PM<sub>2,5</sub>). A ciascuno Stato è assegnato un obiettivo di riduzione percentuale delle emissioni di ciascun inquinante al 2020 e al 2030, in riferimento alle emissioni dell'anno base, ossia il 2005.

Come già riportato al capitolo 2, i target del 2020 sono mutuati integralmente dal protocollo di Gothenburg aggiornato nel 2012, mentre quelli del 2030 sono il risultato del negoziato comunitario e corrispondono al conseguimento della riduzione di circa il 50% di morti premature al 2030 rispetto all'anno base 2005 (COM, 2018).

Dalla Convenzione internazionale LRTAP sono mediate anche altre disposizioni tra cui gli obblighi di *reporting* dei dati emissivi nazionali, delle emissioni geograficamente disaggregate, delle emissioni provenienti dai grandi impianti di combustione e delle proiezioni delle emissioni.

Gli obiettivi di riduzione delle emissioni a tal fine stabiliti sono riassunti nella tabella 2-1 del capitolo 2.

Sia la direttiva che il decreto di recepimento richiedono esplicitamente una coerenza tra le materie inerenti l'energia e il clima da una parte e le materie inerenti l'inquinamento atmosferico e la qualità dell'aria dall'altra. Necessità di coerenza per altro esplicitata anche nel Regolamento (UE) 2018/1999 dell'11 dicembre 2018 sulla *governance* dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima che ha tra i suoi obiettivi principali la riduzione delle emissioni di gas climalteranti, le cui sorgenti coincidono in larga parte con quelle responsabili delle emissioni dei gas oggetto della direttiva NEC.

Per descrivere gli impatti sull'atmosfera e i relativi indicatori proposti si fa riferimento alla classificazione dei settori utilizzata a livello internazionale per il *reporting* delle emissioni. In particolare l'ambito dei settori "produzione e trasformazione dell'energia", "industria manifatturiera e costruzioni", "trasporti", "servizi", "residenziale" e "agricoltura" è definito tenendo presente sia la *Nomenclature for Reporting* (NFR)<sup>2</sup> decisa dalla *Task Force on Emission Inventories and Projections* (TFEIP) nell'ambito della Convenzione UNECE "Convention on Long-range Transboundary Air Pollution", sia il *Common Reporting Format* (CRF)<sup>3</sup> stabilito nell'ambito della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici.

Nella tabella seguente è riportata la codifica dei settori emissivi, così come utilizzata nell'ambito della nomenclatura usata per il reporting delle emissioni sia in ambito RTAP che ai sensi della direttiva NEC (NFR – Nomenclature For Reporting).

Tabella 4-3: Codifica dei settori nella nomenclatura NFR

Codice NFR	Settore
1A1	Energy Industries
1A2	Manufacturing Industries
1A3	Transport
1A4	Residential-public-commercial sector
1A5	Other Energy
1B	Fugitive Emissions from Fuel
2	Industrial Processes
3	Solvent and Other Product Use
4	Agriculture
5	Land Use, Land Use Change
6	Waste

<sup>2</sup> <http://www.tfeip-secretariat.org/guidance-resources/>

<sup>3</sup> <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/reporting-requirements>

Si riportano di seguito un preliminare quadro dei trend emissivi per i diversi inquinanti che sarà oggetto di maggior dettaglio nel RA.

*Trend emissivi*

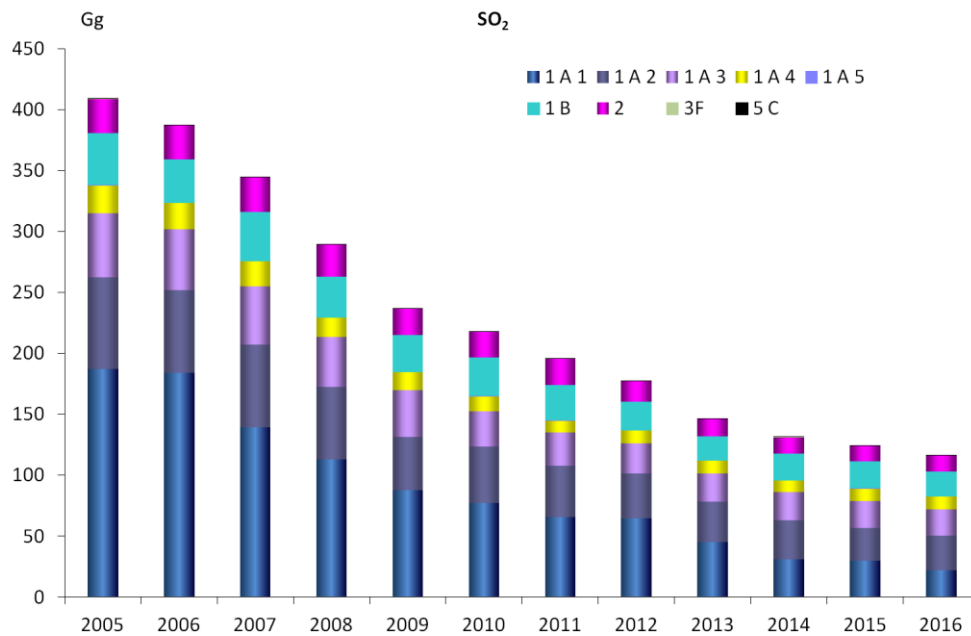


Figura 4.9: andamento delle emissioni di ossidi di zolfo, categorie NFR

Dal 2005 al 2016 si osserva una riduzione complessiva di circa il 72% soprattutto a carico del settore 1A1, proseguendo il trend che si può osservare fin dall'inizio della serie storica nel 1990. Di fatto il dato del 2016 è già al di sotto dell'obiettivo di riduzione al 2030.

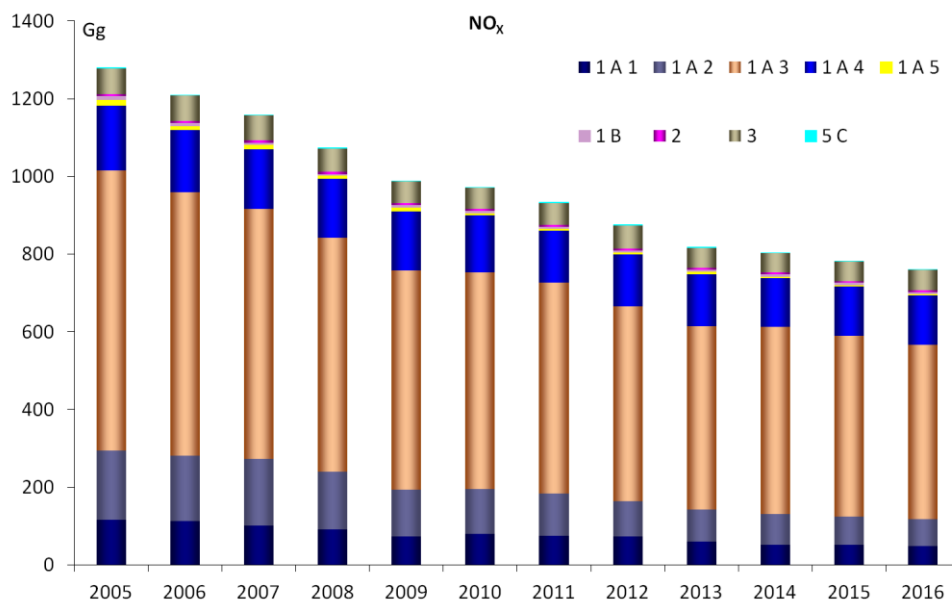


Figura 4.10: andamento delle emissioni di ossidi di azoto, categorie NFR

Rispetto al 2005 si osserva una riduzione delle emissioni complessive di circa il 41%. Sebbene i settori della combustione per 1A1 e 1A2 riducano le proprie emissioni in modo più significativo, il settore dei trasporti 1A3 che rappresenta la principale sorgente ha una riduzione pari a solo il 38%. Per conseguire l'obiettivo al 2030 è quindi determinante incidere in modo importante su questo settore.

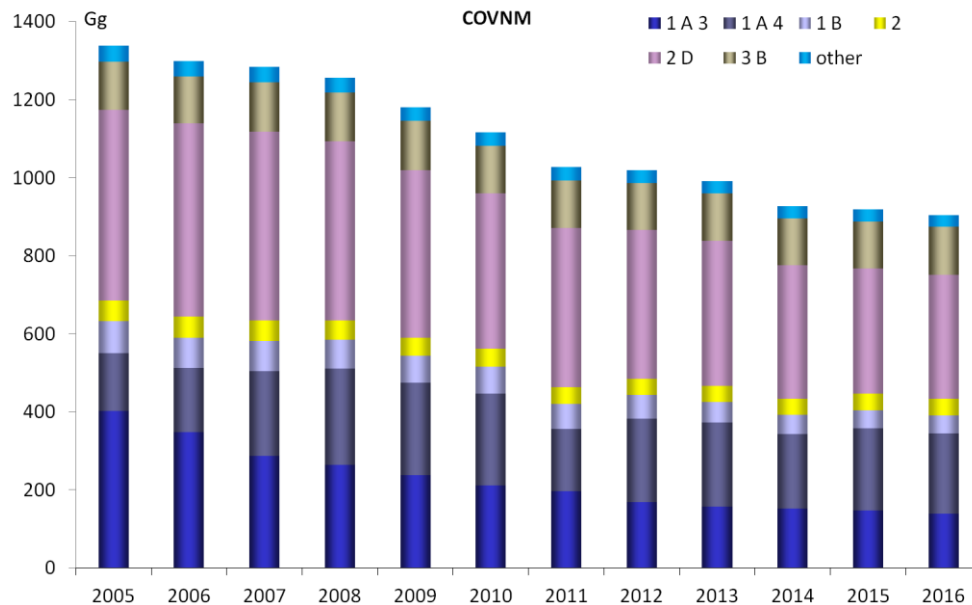


Figura 4.11: andamento delle emissioni di ossidi di composti organici volatili non metanici, categorie NFR

Per questa classe di inquinanti si osserva una riduzione dal 2005 al 2016 pari a circa il 32%. Si osserva in particolare per la combustione domestica, settore 1A4, un aumento delle emissioni di COVNM dovuti ad un maggiore utilizzo di biomassa per il riscaldamento delle abitazioni.

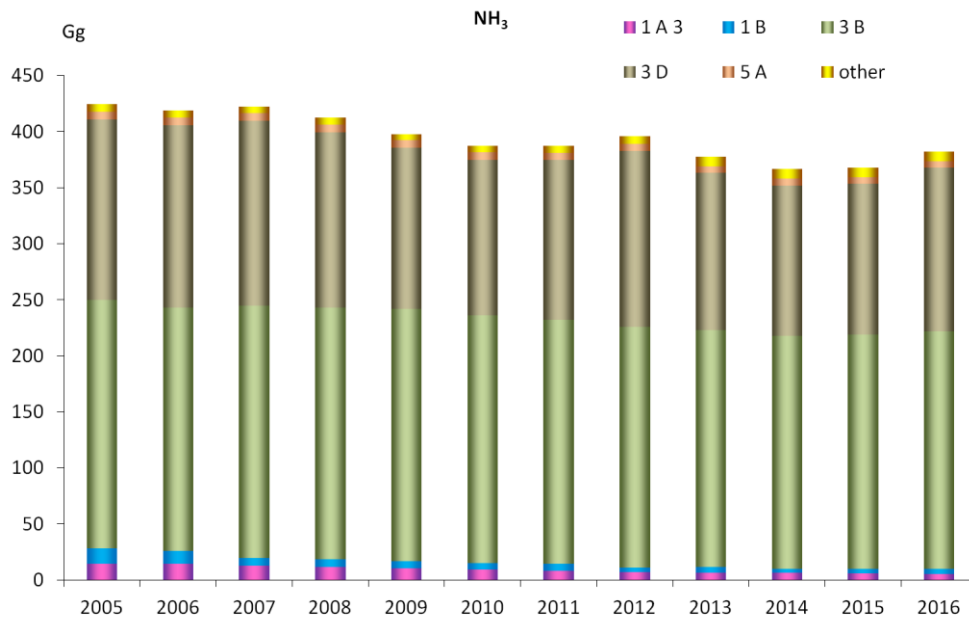


Figura 4.12: andamento delle emissioni di ammoniaca, categorie NFR

Sebbene per l'ammoniaca si registri al 2016 una riduzione pari a poco meno del 10% rispetto al 2005, è l'unico inquinante per il quale l'andamento non è orientato verso la riduzione decisa delle emissioni, ma soggetto anche a fluttuazioni interannuali. La gran parte delle emissioni proviene dal settore agricolo sul quale è necessario intervenire in modo da garantire una riduzione più decisa sia nell'uso dei fertilizzanti sia negli allevamenti.

Dati maggiormente dettagliati sulle emissioni di ammoniaca nel settore agricolo sono presenti nel "Codice nazionale di buone pratiche agricole per il controllo delle emissioni di ammoniaca" prodotto dal MIPAAFT e allegato al Programma.

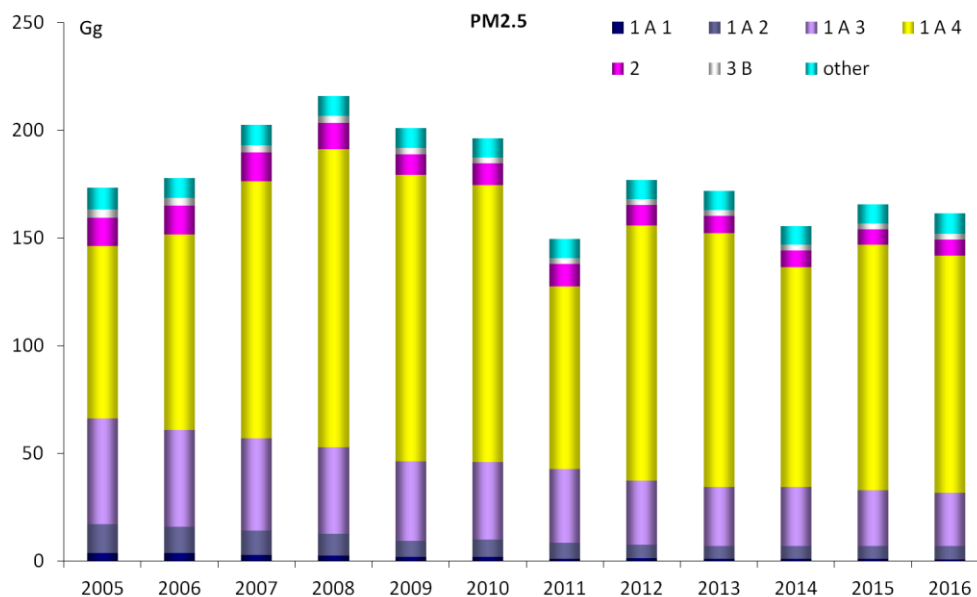


Figura 4.13: andamento delle emissioni di PM<sub>2.5</sub>, categorie NFR

Per il PM<sub>2,5</sub> si osserva nel periodo in esame una riduzione delle emissioni pari a circa il 7%. Come rilevato anche per l'ammoniaca, per tale inquinante non c'è un *trend* di chiara riduzione, ma oltre alle oscillazioni interannuali, si può addirittura osservare che il settore che più contribuisce, ovvero la combustione domestica 1A4, aumenta le proprie emissioni di circa il 37% di fatto vanificando le riduzioni conseguite in altri settori.

#### Produzione e trasformazione dell'energia

Il Programma si concentra soprattutto sugli usi finali dell'energia dal momento che i processi di produzione e trasformazione, già a partire dagli anni novanta, hanno ridotto drasticamente il proprio contributo alla produzione di emissioni inquinanti.

Tabella 4-4: Consumi totali di energia per fonti primarie

	Combustibili solidi	Petrolio	Gas	Rinnovabili	Rifiuti non rinnovabili	Energia elettrica*	Totale
Anno	Mtep						
2005	16,46	83,96	70,65	14,11	0,67	4,23	190,08
2006	16,67	82,43	69,19	15,33	0,77	3,87	188,25
2007	16,33	80,48	69,53	16,95	0,83	3,98	188,09
2008	15,80	77,12	69,52	19,71	0,75	3,44	186,34
2009	12,37	71,76	63,90	21,03	0,80	3,87	173,73
2010	13,66	69,51	68,06	21,86	1,04	3,80	177,93
2011	15,35	67,22	63,81	21,03	1,14	3,93	172,48
2012	15,72	59,89	61,36	23,87	1,13	3,71	165,68
2013	13,55	57,45	57,39	26,37	1,14	3,62	159,52
2014	13,07	55,83	50,71	26,51	1,16	3,76	151,03
2015	12,30	57,16	55,30	26,27	1,15	3,99	156,17

Fonte: ENEA su dati MSE

\* import netto di energia elettrica

Tabella 4-5: Bilancio elettrico Italia 2017

BILANCIO ELETTRICO ITALIA	2016	2017	2017/2016
	TWh		
<b>Produzione lorda</b>			
- idrica	44,3	38,0	-14,1%
- termica	199,4	209,5	5,0%
- geotermica	6,3	6,2	-1,4%
- eolica	17,7	17,7	0,3%
- fotovoltaica	22,1	24,4	10,3%
<b>Totale Produzione Lorda</b>	<b>289,8</b>	<b>295,8</b>	<b>2,1%</b>
<b>Consumi dei servizi ausiliari</b>	<b>10,1</b>	<b>10,6</b>	<b>5,2%</b>
<b>Produzione netta</b>			
- idrica	43,8	37,6	-14,2%
- termica	190,8	200,3	5,0%

- geotermica	5,9	5,8	-0,8%
- eolica	17,5	17,6	0,2%
- fotovoltaica	21,8	24,0	10,4%
<b>Totale Produzione Netta</b>	<b>279,7</b>	<b>285,3</b>	<b>2,0%</b>
<b>Energia destinata ai pompaggi</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,4%</b>
<b>Produzione destinata al consumo</b>	<b>277,2</b>	<b>282,8</b>	<b>2,0%</b>
<b>Ricevuta da fornitori esteri</b>	<b>43,2</b>	<b>42,9</b>	<b>-0,7%</b>
<b>Ceduta a clienti esteri</b>	<b>6,2</b>	<b>5,1</b>	<b>-16,6%</b>
<b>Domanda</b>	<b>314,3</b>	<b>320,5</b>	<b>2,0%</b>
<b>Perdite di rete</b>	<b>18,8</b>	<b>18,7</b>	<b>-0,5%</b>
<b>in percentuale della domanda</b>	<b>6,0%</b>	<b>5,8%</b>	
<b>Consumi</b>	<b>295,5</b>	<b>301,9</b>	<b>2,2%</b>

Fonte: Terna

Tabella 4-6: Consumi finali di energia per settore economico -

Settore	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	ktep										
Agricoltura e pesca	3.322	3.288	3.177	3.085	3.122	2.940	2.924	2.824	2.785	2.776	2.852
Industria	39.315	38.201	37.452	35.820	29.252	30.719	29.570	28.510	26.281	25.650	25.499
Siderurgia	7.458	7.409	6.817	6.428	4.514	5.890	6.206	6.121	5.024	5.061	4.716
Estrattive	181	191	181	176	149	151	174	124	116	121	111
Metalli non ferrosi	964	982	947	931	858	843	944	764	639	644	625
Meccanica	5.272	5.285	5.226	5.119	4.144	4.394	4.094	3.865	3.721	3.689	3.755
Agroalimentare	3.444	3.292	3.191	3.289	2.995	2.778	2.726	2.677	2.657	2.737	2.708
Tessile e abbigliamento	2.383	2.258	1.908	1.655	1.384	1.340	1.191	1.201	1.167	1.138	1.107
Minerali non metalliferi	8.893	8.153	8.123	8.218	5.943	5.948	5.842	5.396	4.984	4.487	4.971
Chimica e petrolchimica	5.425	5.180	5.674	4.718	4.365	4.242	4.098	4.112	4.121	3.723	3.292
Cartaria e grafica	2.736	2.772	2.838	2.567	2.433	2.412	2.246	2.356	2.020	2.244	2.372
Altre manifatturiere	2.348	2.475	2.343	2.514	2.275	2.519	1.617	1.513	1.471	1.455	1.493
Edilizia	210	206	205	203	192	203	433	383	361	353	350
Trasporti	44.836	45.428	45.727	44.000	42.128	41.734	41.839	39.462	38.711	40.094	39.541
Altri settori	49.681	48.682	48.209	51.323	51.642	53.066	48.799	50.974	50.727	44.830	48.553
Residenziale	33.922	32.424	32.340	33.612	34.041	35.393	32.378	34.348	34.231	29.546	32.495
Servizi*	15.597	16.121	15.753	17.586	17.460	17.514	16.273	16.467	16.359	15.173	15.915
altri settori	162	137	116	125	141	160	147	159	137	111	143
<b>Consumi finali</b>	<b>137.153</b>	<b>135.599</b>	<b>134.565</b>	<b>134.228</b>	<b>126.144</b>	<b>128.459</b>	<b>123.131</b>	<b>121.770</b>	<b>118.504</b>	<b>113.350</b>	<b>116.444</b>
Usi non energetici	8.608	9.003	8.932	8.909	8.488	9.560	9.187	7.880	6.339	7.188	6.605
Disponibile per il consumo finale	145.761	144.601	143.497	143.138	134.632	138.019	132.318	129.650	124.843	120.537	123.050

Fonte: MSE, ENEA

\*I consumi degli acquedotti sono inseriti nel settore Servizi

Nel 2016 il settore contribuisce a circa lo 0.4% delle emissioni totali di PM<sub>2,5</sub> e di COVNM, allo 0.04% delle emissioni di NH<sub>3</sub>, al 6.3% delle emissioni di NO<sub>x</sub> e al 18.8% delle emissioni di SO<sub>2</sub>. È importante ricordare che per quest'ultimo inquinante l'obiettivo di riduzione risulta già rispettato nel 2016 e quindi non sarebbero necessarie ulteriori misure.

Le politiche e misure incluse nel presente Programma hanno fundamentalmente lo scopo di garantire la necessaria sinergia con quanto contenuto nella Strategia Energetica Nazionale e nella bozza di Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima trasmessa alla Commissione europea il 28 Dicembre 2018.

Gli indicatori individuati per supportare la stima e il monitoraggio degli effetti ambientali sono riportati nella tabella seguente:

*Tabella 4-7: indicatori emissioni produzione e trasformazione dell'energia*

	<b>Nome Indicatore</b>	<b>DPSIR</b>	<b>Periodicità di aggiornamento</b>	<b>Copertura temporale</b>	<b>Copertura spaziale</b>
<b>Produzione e trasformazione dell'energia</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di SO <sub>2</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2,5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di COVNM	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di CH <sub>4</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di NH <sub>3</sub>	P	Annuale	1990-2016	
	Emissioni di GHG	P	Annuale	1990-2016	I

#### Industria manifatturiera e costruzioni

In anni recenti le emissioni di questo settore hanno subito una contrazione considerevole. Le ragioni di tale contrazione sono molteplici, ma i fattori che vanno di sicuro considerati determinanti sono il calo di alcune produzioni dovuto al prolungato periodo di crisi economica, il progressivo efficientamento dei processi, il sempre più massiccio utilizzo di gas metano a discapito di altri combustibili, nonché l'efficacia delle norme ambientali sia di origine comunitaria che nazionali. In effetti, le normative sulla limitazione delle emissioni di inquinanti in atmosfera, attuate sia livello nazionale che locale, spesso hanno correttamente indirizzato l'evoluzione delle tecnologie e dei processi. Tali fattori hanno interagito in modo sinergico negli anni passati e continueranno a farlo anche in futuro. Inoltre in molti casi sono stati raggiunti livelli di *performance* molto elevati anche grazie all'utilizzo delle migliori tecniche disponibili come imposto dalle autorizzazioni integrate ambientali.

Alla luce di tali considerazioni, il Programma nazionale non contiene misure specificatamente volte al contenimento delle emissioni di questo settore. Ad ogni buon conto, nella tabella seguente si riportano alcuni indicatori che si ritengono utili al monitoraggio dell'evoluzione del settore di cui si potrà tenere conto nel caso in cui si dovessero rendere necessari degli interventi di ulteriore riduzione delle emissioni.

*Tabella 4-8: indicatori emissioni MANIFATTURIERA E COSTRUZIONI*

	<b>Nome Indicatore</b>	<b>DPSIR</b>	<b>Periodicità di aggiornamento</b>	<b>Copertura temporale</b>	<b>Copertura spaziale</b>
<b>Totale settore industria e costruzioni (inclusi i processi non energetici)</b>	Emissioni di SO <sub>2</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2,5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di COVNM	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di CH <sub>4</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di NH <sub>3</sub>	P	Annuale	1990-2016	I



	Emissioni di IPA	P	Annuale	1990-2016	I
<b>Minerali non metalliferi</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2,5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
<b>Industria siderurgica (incluse cokerie)</b>	Emissioni di SO <sub>2</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2,5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di IPA	P	Annuale	1990-2016	I

### Terziario e residenziale

Il settore residenziale è stato oggetto da diversi anni di specifiche politiche e misure volte a ridurre i consumi finali di energia soprattutto attraverso il sistema degli sgravi fiscali. Alla luce delle informazioni ad oggi disponibili, però, rimangono molti margini di miglioramento nel settore, soprattutto se confrontato con quanto accade negli altri Paesi dell'Unione europea.

Inoltre va sottolineato che, negli ultimi dieci – quindici anni, le statistiche nazionali sui consumi energetici, aggiornate anche grazie alle specifiche analisi condotte dall'ISTAT, hanno rilevato un consumo sempre crescente di biomassa solida per il riscaldamento domestico, favorito soprattutto dai bassi costi rispetto ai combustibili di origine non rinnovabile, anche per il più vantaggioso trattamento fiscale (accise nulle e, sul *pellet*, IVA agevolata per molto tempo).

Se da un lato grazie a tale contributo è stato possibile raggiungere l'obiettivo sull'uso delle rinnovabili per riscaldamento e raffrescamento stabilito nel Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili (livello raggiunto nel 2016 circa 20% a fronte di un obiettivo del 17% da raggiungere entro il 2020), l'ampio utilizzo della biomassa comporta tuttavia delle criticità sul piano delle emissioni inquinanti.

Gli apparecchi a biomassa, infatti, soprattutto quelli meno avanzati sul piano tecnologico come camini aperti, stufe e caldaie convenzionali, producono quantità elevate di polveri, composti organici volatili e idrocarburi policiclici aromatici (IPA). È quindi fondamentale porre la massima attenzione alla riduzione dell'inquinamento atmosferico prodotto da tali impianti, garantendo al tempo stesso che l'obiettivo di riduzione delle emissioni di GHG e di incremento del contributo delle fonti rinnovabili non sia disatteso.

L'avanzamento tecnologico, l'aumento dell'efficienza energetica, il ricorso a fonti rinnovabili a scarse o nulle emissioni, anche attraverso il maggior ricorso alle pompe di calore e all'elettrificazione dei consumi finali saranno certamente determinanti.

Per quanto riguarda il terziario, va ricordato che il settore è quello che ha visto la maggior crescita in termini di rilevanza economica. Il prodotto interno lordo italiano è ormai in larga parte determinato dal livello di attività di questo comparto che, conseguentemente, negli ultimi anni ha assunto un'importanza crescente in termini di consumi energetici e di impatti sull'atmosfera, che restano comunque piuttosto limitati grazie alla forte penetrazione del metano nel settore.

Inoltre, secondo le ipotesi sull'andamento macroeconomico che stanno alla base della componente analitica del Programma, il terziario avrà verosimilmente un ruolo crescente anche negli anni a venire. Risulta quindi evidente che la spinta all'innovazione tecnologica e al progressivo efficientamento,

determinata anche dagli obiettivi nazionali in materia di clima ed energia, deve necessariamente portare ad una importante riduzione dei consumi energetici e delle emissioni specifiche del settore. Nel futuro anche il ruolo delle fonti rinnovabili, delle pompe di calore e dell'elettificazione dei consumi finali saranno certamente determinanti.

Nella tabella seguente si riportano gli indicatori ritenuti più idonei a monitorare gli effetti prodotti dalle politiche e misure definite dal Programma.

Tabella 4-9: indicatori emissioni terziario e residenziale

	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Copertura temporale	Copertura spaziale
<b>Totale terziario</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2,5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
<b>Totale residenziale</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2,5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di COVNM	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di IPA	P	Annuale	1990-2016	I
	% Emissioni di PM <sub>2,5</sub> sul totale nazionale	D/P	Annuale	2005-2016	I

### Trasporti

Il settore dei trasporti sta assumendo un peso sempre crescente sia in termini di emissioni di inquinanti che di gas serra. Infatti, sebbene negli anni le emissioni complessive siano andate diminuendo, le riduzioni sono decisamente più modeste di quelle registrate in altri settori. Ciò è stato in parte dovuto al parziale fallimento delle politiche europee in materia di riduzione delle emissioni inquinanti dei veicoli, dove è ormai ampiamente dimostrato quanto sia differente il dato di omologazione corrispondente a determinati *standard* EURO dalle emissioni realmente prodotte su strada. Inoltre negli anni passati le politiche messe in atto in materia di GHG ed efficienza da una parte e di emissioni inquinanti dall'altra non sono sempre state del tutto coerenti.

Le azioni del Programma saranno quindi volte a garantire una riduzione dell'impatto sulla qualità dell'aria, soprattutto in ambito urbano, garantendo al contempo un maggior contributo del settore alla decarbonizzazione del Paese. La spinta verso l'utilizzo di carburanti a minori emissioni in tutti gli ambiti di trasporto, l'elettificazione del trasporto privato unito ad uno spostamento di quote consistenti di passeggeri e merci su ferro ed ad un aumento delle merci trasportate via mare, sono tutti elementi volti al perseguimento congiunto di tali obiettivi.

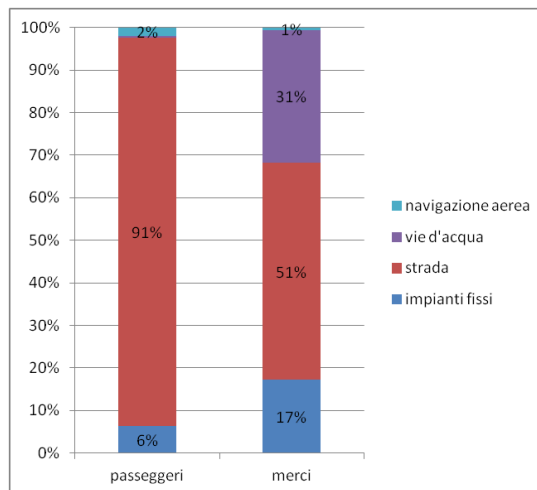


Figura 4.14: Ripartizione percentuale per modo di trasporto del traffico passeggeri nel 2017 - FONTE: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti – MIT

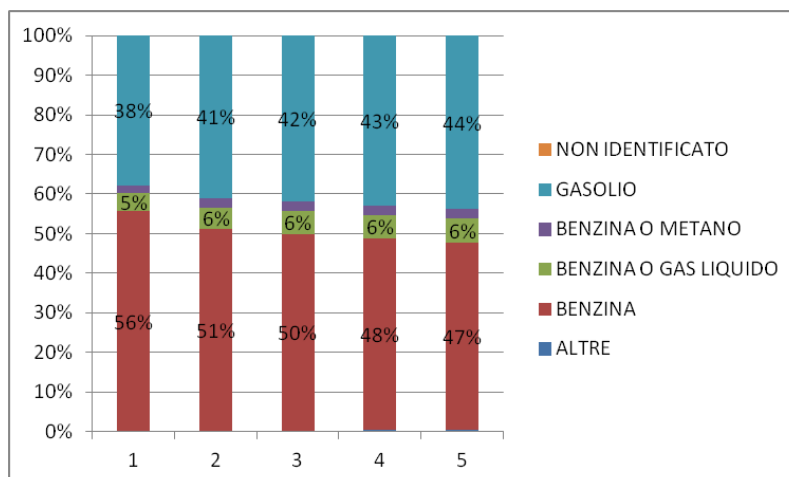


Figura 4.15: Consistenza parco autovetture secondo l'alimentazione - Fonte: A.C.I. - Statistiche automobilistiche

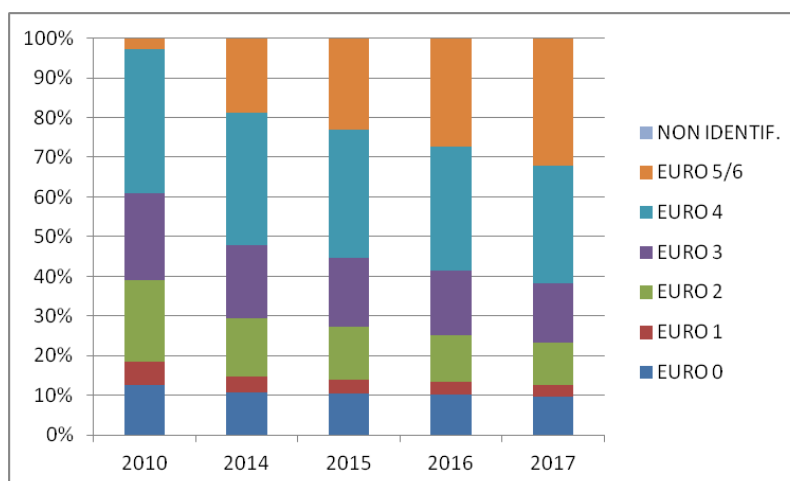
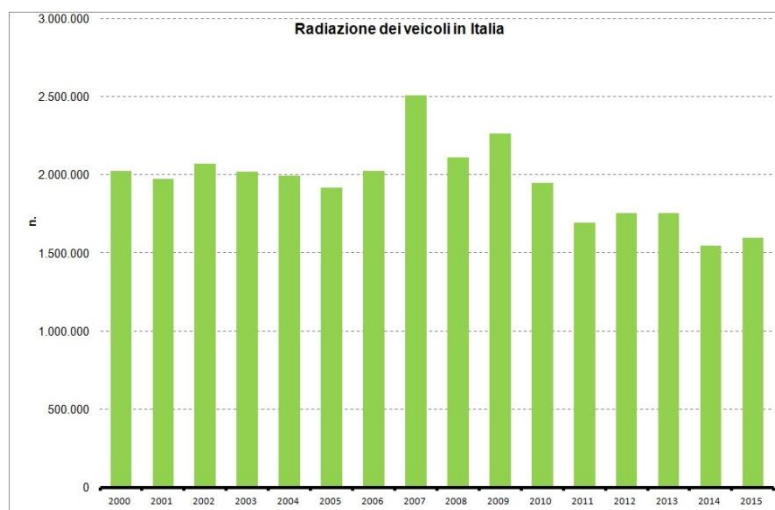


Figura 4.16: Consistenza parco autovetture secondo classe euro - Fonte: A.C.I. - Statistiche automobilistiche



4.17: Andamento delle radiazioni dei veicoli in Italia – Fonte: Annuario dei dati ambientali ISPRA 2018

Nel 2014 la produzione di rifiuti speciali pericolosi da veicoli fuori uso è stata pari a 1.095.592 tonnellate (il valore di produzione comprende sia i veicoli rientranti nei campi di applicazione della Direttiva 2000/53/CE sia quelli esclusi da tale legislazione (art. 231 del D.Lgs: 152/2006)

La ripartizione geografica è pari a 505.428 tonnellate al Nord (il 46,1%), 221.417 tonnellate al Centro (il 20,2%) e 368.747 tonnellate al Sud (il 36,7%).

Tabella 4-10: indicatori emissioni: trasporti

	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Copertura temporale	Copertura spaziale
<b>Totale settore Trasporti</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2.5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di COVNM	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di GHG	P	Annuale	1990-2016	I

<b>Trasporto passeggeri strada e ferro</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2.5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di CO <sub>2</sub> per veicolo-km, parco auto circolante	D/P	Annuale	2005-2016	I
	% passeggeri-km su ferrovia ed autobus sul totale	D	Annuale	2005-2016	I
<b>Trasporto merci su strada</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2.5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di GHG	P	Annuale	1990-2016	I
<b>Trasporto marittimo</b>	Emissioni di NO <sub>x</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di PM <sub>2.5</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	% di tonnellate-km trasportate in navigazione di cabotaggio	D	Annuale	2005-2016	I

### Agricoltura

Il Programma nazionale individua delle misure specifiche per il settore ed incorpora il Codice Agricoltura. Il Programma può avere degli effetti non trascurabili anche su questo settore che è il principale responsabile delle emissioni di ammoniaca, con un impatto non trascurabile sulla qualità dell'aria, soprattutto nel bacino padano. Per altro anche in questo caso è necessario ricordare che, sebbene le emissioni siano nel complesso diminuite, in confronto alle riduzioni rilevate in altri settori il contributo è stato piuttosto modesto. Le azioni del Programma saranno quindi finalizzate a far sì che in questo settore sia perseguita la finalità di ridurre le emissioni di ammoniaca. L'oculata gestione dei reflui degli allevamenti è certamente una delle strade in grado di perseguire tali finalità. Al fine di monitorare i reali effetti del Programma si possono impiegare gli indicatori riportati nella seguente tabella.

*Tabella 4-11: indicatori emissioni: agricoltura*

	<b>Nome Indicatore</b>	<b>DPSIR</b>	<b>Periodicità di aggiornamento</b>	<b>Copertura temporale</b>	<b>Copertura spaziale</b>
<b>Agricoltura</b>	Emissioni di NH <sub>3</sub>	P	Annuale	1990-2016	I
	Emissioni di CH <sub>4</sub>	P	Annuale	1990-2016	I

Le principali sorgenti emmissive di ammoniaca del settore agricoltura sono gli allevamenti e la gestione dei suoli, come riportato nell'Italian Informative Inventory Report 2018 (ISPRA, 2018[b] <sup>4</sup>). Nel primo caso si considerano le emissioni derivanti dall'azoto escreto, contenuto nelle deiezioni degli animali, e che si

<sup>4</sup> Nell'*Italian Informative Inventory Report 2018* sono riportate le informazioni sull'inventario nazionale delle emissioni fino all'anno 2016, con la descrizione delle metodologie, delle fonti di dati, delle attività di verifica della qualità delle informazioni e dei processi di controllo dei dati, e con un'analisi delle tendenze delle emissioni e delle categorie emmissive principali. Tale rapporto, aggiornato ogni anno, è realizzato dall'ISPRA, che ha la responsabilità della realizzazione e dell'invio dell'inventario delle emissioni nell'ambito della Convenzione quadro della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (CLRTAP), nonché della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), ed è responsabile di tutto il processo di realizzazione dell'inventario.

generano nei ricoveri degli animali e durante lo stoccaggio delle deiezioni. Per quanto riguarda i suoli agricoli, si considerano le emissioni derivanti dall'applicazione al suolo di azoto contenuto nei fertilizzanti sintetici, quali l'urea per esempio, ed organici, costituiti per lo più dalle deiezioni animali, e in minor misura da altri composti organici, fanghi da depurazione, e deiezioni depositate durante il pascolo.

Secondo le linee guida dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA, 2016[a])<sup>5</sup>, la stima delle emissioni delle diverse sorgenti è effettuata a partire dai dati di attività, relativi ad indicatori correlati con le quantità emesse, ed opportuni fattori di emissione. La fonte principale dei dati di attività è l'ISTAT, le cui statistiche, relative agli allevamenti (consistenza per tipo di produzione – riproduzione o macellazione - e per età dei capi e dati sulle produzioni zootecniche), all'uso dei fertilizzanti azotati (sintetici ed organici), alle superfici e produzioni agricole, sono ampiamente utilizzate. La metodologia di stima richiede, inoltre, informazioni dettagliate su vari parametri, quali il peso degli animali e la quantità di azoto escreto per categoria animale.

Tali informazioni derivano dai risultati di un progetto interregionale sul bilancio dell'azoto per le principali specie di interesse zootecnico, che ha coinvolto le Regioni Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto, dove è più elevata la concentrazione zootecnica. Nel progetto è stata utilizzata la metodologia del bilancio dell'azoto, come suggerito dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), in base alla quale la stima dell'azoto escreto e dell'azoto al campo sono ottenute come bilancio degli input ed output dell'azoto nell'allevamento, come riportato nel National Inventory Report (ISPRA, 2018[c]).

Nella Tabella 4-12 sono riportati i dati relativi alle consistenze degli allevamenti nazionali, nella Tabella 4-13 i dati del peso unitario e dell'azoto escreto per categoria animale e nella Tabella 4-14 i dati relativi l'azoto contenuto nei fertilizzanti sintetici e i fattori di emissione di ammoniaca per tipologia di fertilizzante.

**Tabella 4-12: Numero di capi per categoria animale**

Anno	Vacche da latte	Altri bovini	Bufalini	Ovini	Caprini	Equini	Suini	Avicoli	Altri animali(*)
	Numero capi								
1990	2.641.755	5.110.397	94.500	8.739.253	1.258.962	371.700	6.949.091	173.341.562	15.218.892
1995	2.079.783	5.189.304	148.404	10.667.971	1.372.937	352.622	6.625.890	184.202.416	17.330.587
2000	2.065.000	4.988.000	192.000	11.089.000	1.375.000	313.000	6.828.000	176.722.211	18.103.993
2005	1.842.004	4.409.921	205.093	7.954.167	945.895	308.725	7.484.162	188.595.022	20.704.282
2010	1.746.140	4.086.317	365.086	7.900.016	982.918	419.799	7.588.658	198.346.719	18.082.421
2011	1.754.981	4.142.544	354.402	7.942.641	959.915	424.293	7.602.093	200.718.160	17.709.225
2012	1.857.004	3.885.606	348.861	7.015.729	891.604	455.778	7.254.621	198.767.734	17.630.477
2013	1.862.127	3.984.545	402.659	7.181.828	975.858	457.081	7.111.607	194.319.153	16.718.690
2014	1.830.990	3.925.080	369.349	7.166.020	937.029	457.902	7.269.295	192.839.707	16.610.598
2015	1.826.484	3.954.864	374.458	7.148.534	961.676	455.639	7.266.945	196.386.717	16.083.780
2016	1.821.764	4.108.003	385.121	7.284.874	1.026.263	462.539	7.102.896	205.193.988	15.367.274

(\*) Include i conigli e gli animali da pelliccia

**Tabella 4-13: Peso e azoto escreto per categoria animale (2016)**

Categoria	Peso	Ricovero	Pascolo	Totale
	kg	kg N capo <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>		
Altri bovini	381,6	49,90	1,43	51,33
Vacche da latte	602,7	110,20	5,80	116,00

<sup>5</sup> L'EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* fornisce una guida per la stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici provenienti da fonti sia antropogeniche che naturali ed è adottato dai Paesi per la comunicazione degli inventari delle emissioni nell'ambito della convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza e delle direttive europee sui limiti nazionali di emissione.

Bufalini	512,0	89,51	2,67	92,18
Suini da ingrasso	89,0	13,59	-	13,59
Scrofe	172,1	28,43	-	28,43
Ovini	47,0	1,62	14,58	16,20
Caprini	45,1	1,62	14,58	16,20
Cavalli	550,0	20,00	30,00	50,00
Altri equini	300,0	20,00	30,00	50,00
Avicoli	1,7	0,50	-	0,50
Conigli	1,6	1,02	-	1,02
Animali da pelliccia	1,0	4,10	-	4,10

**Tabella 4-14: Contenuto di azoto (N) per fertilizzante e relativo fattore di emissione (FE) di ammoniacca**

Tipo di fertilizzante	FE	Contenuto di azoto (t N /anno)										
		1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Solfato di ammonio	8%	50.762	61.059	36.698	27.855	32.568	27.418	27.246	15.599	13.597	16.986	18.064
Calcio cianammide	1%	3.310	507	3.003	2.357	4.958	4.675	4.408	4.164	3.091	3.046	2.803
Nitrato (*)	1%	157.221	189.907	164.134	167.872	72.833	72.334	103.606	72.930	92.569	91.357	79.753
Urea	13%	291.581	321.196	329.496	317.814	209.829	219.030	344.981	282.197	246.957	266.154	321.594
Altro azoto nitrico	1%	-	-	3.204	5.219	3.332	3.479	4.122	2.908	1.943	1.189	1.513
Altro azoto ammoniacale	1%	-	-	6.278	18.069	12.412	12.993	13.517	3.820	4.279	7.035	8.423
Altri azotati amidici	13%	-	-	6.988	17.420	15.366	17.663	23.906	19.572	22.855	11.796	18.246
Fosfati azotati	6%	112.237	99.468	77.916	69.758	45.837	47.272	51.277	50.726	36.773	35.054	33.240
Potassio azotato	2%	3.937	2.876	5.291	12.289	15.955	17.758	16.720	24.322	8.922	9.077	13.361
Concimi NPK	6%	138.018	101.528	113.897	106.384	64.462	65.444	75.142	48.097	48.979	50.174	49.829
Organico minerali	1%	444	20.960	38.688	34.809	19.085	27.897	18.641	22.209	25.161	25.986	20.385
Totale		757.509	797.500	785.593	779.846	496.637	515.966	683.566	546.542	505.126	517.854	567.211

(\*) include nitrato di ammonio < 27% e nitrato di ammonio > 27% e nitrato di calcio

I fattori di emissione degli allevamenti sono basati su misure nazionali e su dati di letteratura internazionale, adattati al caso nazionale. Le variazioni negli anni dei valori dipendono dalle modifiche delle pratiche agricole volte alla riduzione delle emissioni e al benessere degli animali, e riguardano le modalità di stabulazione, stoccaggio e spandimento dei reflui, rilevate attraverso studi nazionali e dati statistici. I fattori di emissione dei suoli agricoli derivano dalle linee guida dell'EMEP/EEA.

### Qualità dell'aria

#### La legislazione in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria

Il monitoraggio della qualità dell'aria è realizzato principalmente attraverso stazioni di misura puntuali che costituiscono reti e che idealmente dovrebbero disporre di un numero di rilevatori costante, essere basate su criteri di progetto e di classificazione omogenei e fornire una copertura temporale dei dati completa.

Le specie con un tempo di permanenza in atmosfera lungo mostrano una forte uniformità spaziale su larga scala e, per la valutazione della qualità dell'aria, possono essere seguite con un numero relativamente

basso di siti di campionamento; le specie con un tempo di vita in atmosfera breve hanno invece una notevole variabilità nel tempo e nello spazio che per essere descritte necessitano di un adeguato numero di punti di misura opportunamente posizionati.

In Italia il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria è iniziato tra la fine degli anni sessanta e i primi anni settanta, limitatamente ad alcune città e pochi punti di misura, quasi in contemporanea all'emanazione della Legge del 13 luglio 1966, n. 615 (provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico).

In questo periodo le zone principalmente oggetto di monitoraggio erano rappresentate dai centri storici delle grandi aree urbane, congestionate dai crescenti flussi di traffico; e in alcuni casi le città sedi di importanti insediamenti industriali o porti.

I primi metodi standard di misura compaiono però, in modo organico, per la prima volta con il DPCM del 28 marzo 1983, poi modificato con DPR 203/88, e i criteri per la progettazione di reti di rilevamento ancora più tardi (DM 20 maggio 1991). Da allora è prevista la determinazione della concentrazione di massa del materiale particolato aerodisperso totale, PTS (ossia raccolto senza prevedere una selezione dimensionale) e dei principali inquinanti gassosi (SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) attraverso il monitoraggio in siti fissi.

Lo sviluppo effettivo delle reti, limitatamente alle città con più di 250.000 abitanti individuate dal DM 25 novembre 1994, risale ai primi anni '90.

Nel 1994 sono stati introdotti in Italia criteri e metodi per il monitoraggio della frazione toracica del materiale particolato PM<sub>10</sub>, del benzene e IPA limitatamente al B(a)P nelle aree urbane con più di 150.000 abitanti.

Con la direttiva quadro sulla qualità dell'aria (96/62/CE), recepita in Italia nel 1999 (D.Lgs. 351/1999), sono stati introdotti criteri e metodi comuni sul territorio dell'Unione Europea in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente, con la finalità di stabilire obiettivi per evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute e per l'ambiente nel suo complesso, mantenendo la qualità dell'aria laddove era buona e migliorandola negli altri casi fino a raggiungere gli obiettivi previsti in un tempo stabilito.

Con le Direttive 1999/30/CE, 2000/69/CE 2002/3/CE rispettivamente prima, seconda e terza direttive "figlie" recepite con il DM 60/2002 e il D.Lgs. 183/2004 sono stati definiti per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, Pb, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, e O<sub>3</sub> criteri e metodi per il monitoraggio e la valutazione della qualità dell'aria.

Nel 2007 le attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria sono state estese ad alcuni componenti del particolato ad alta rilevanza tossicologica: l'arsenico (As), il nichel (Ni), il cadmio (Cd) e il mercurio (Hg), oltre agli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), già oggetto di una specifica normativa nazionale dal 1994 (DM 25/11/1994). Il decreto n.152 del 3 agosto 2007 (recepimento della direttiva 2004/107/CE) concernente l'arsenico, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente introduce criteri e disposizioni che si estendono agli altri inquinanti, oltre ad aggiornare ed estendere le disposizioni già vigenti per gli IPA. Fino all'entrata in vigore di questa direttiva il piombo era l'unico elemento oggetto di monitoraggio nell'ordinamento europeo (Direttiva 1999/30/CE, DM 60/2002).

Trascorsi quasi dieci anni dall'emanazione della prima direttiva figlia, è stata emanata una nuova direttiva, la 2008/50/CE, che ha aggiornato, unificato e integrato le precedenti (ad eccezione della 2004/107/CE).

La direttiva 2008/50/CE è stata recepita in Italia con il D.Lgs. 13 agosto 2010 n.155. Il decreto individua valori limite, valori obiettivo, soglie di allarme e di informazione e incorpora quanto previsto dal decreto 152 del 3 agosto 2007.



In particolare il nuovo dettato normativo ha introdotto criteri e metodi per il monitoraggio della frazione respirabile del particolato, il PM<sub>2,5</sub>. Per quest'ultimo, fino all'emanazione della nuova Direttiva, era stato solo raccomandato il monitoraggio e la trasmissione dei dati eventualmente raccolti; dal 2005 è disponibile un metodo di riferimento.

È individuato per il PM<sub>2,5</sub> un Indicatore di Esposizione Media, IEM; si tratta di un livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione.

A tal fine è stato individuato (DM 13 MARZO 2013) un set di stazioni di fondo urbano tra quelle collocate negli agglomerati e nelle aree urbane con più 100.000 abitanti, assumendo che l'esposizione della popolazione sia ben rappresentata dalle concentrazioni rilevate in questo tipo di stazioni, in numero sufficiente e distribuite omogeneamente sul territorio in modo da rappresentare adeguatamente l'esposizione media della popolazione (o almeno di una larga parte di essa). L'IEM per il 2010 è calcolato dalla media delle medie annuali rilevate nel set di stazioni individuato nel triennio 2009 - 2011. Sulla base dei valori dell'IEM calcolati per il 2010, lo stato membro dovrà perseguire, attraverso misure atte a ridurre l'emissione del particolato e dei suoi precursori, un obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione e garantire comunque che, entro il 2015, l'IEM scenda al di sotto dei 20 µg/m<sup>3</sup> (definito obbligo di concentrazione dell'esposizione).

Per gli inquinanti citati escluso l'ozono, la normativa definisce dei valori soglia, inferiori ai valori limite e distinti in soglia di valutazione superiore (SVS) e soglia di valutazione inferiore (SVI). La loro finalità è quella di regolare, in relazione ai livelli di inquinamento, l'impiego e l'integrazione di tecniche di valutazione della qualità dell'aria diverse dalla misura analitica, come la modellizzazione o le tecniche di stima obiettiva, con le misure nelle stazioni di monitoraggio. In relazione alla classificazione delle zone rispetto alle soglie sono previste azioni finalizzate al risanamento della qualità dell'aria, formalizzate in piani e programmi messi a punto dalle Regioni e coerenti con il programma nazionale di riduzione delle emissioni (ex D.Lgs 171/2004). La normativa affida il compito della valutazione e gestione della qualità dell'aria alle regioni e province autonome e, nell'ambito delle azioni volte alla verifica e alla pubblicità dell'informazione sulla qualità dell'aria, prevede la comunicazione annuale di informazioni per la valutazione della qualità dell'aria dal livello locale a quello nazionale e a quello europeo (Decisione 2004/461/CE; Decisione 2011/850/CE).

#### Le reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia

Una rete di monitoraggio della qualità dell'aria è l'insieme di punti di misura dislocati in un determinato territorio seguendo criteri e metodi definiti. Questi sono stabiliti in Europa dalla direttiva 2008/50/CE e dalla direttiva 2004/107/CE, entrambe recepite nell'ordinamento nazionale dal D.Lgs 155/2010 e SMI.

Le reti di monitoraggio sono il principale strumento per la *valutazione della qualità dell'aria*, formula con cui possiamo intendere l'insieme delle attività che hanno come obiettivo verificare se sul territorio di uno stato siano rispettati i valori limite e raggiunti gli obiettivi stabiliti al fine di prevenire, eliminare o ridurre gli effetti avversi per la salute umana e per l'ecosistema dell'inquinamento atmosferico.

Le misure in siti fissi, realizzate seguendo metodi di riferimento o equivalenti, permettono di ridurre al minimo l'incertezza di ogni singola determinazione, e quindi di ottenere un'informazione caratterizzata dalla massima accuratezza possibile, sia pure di limitata rappresentatività spaziale. Rappresentano quindi lo strumento d'elezione per la stima della variabilità temporale (giornaliera, stagionale e di lungo termine)

dell'inquinamento atmosferico, contribuendo alla valutazione dello stato e del trend della qualità dell'aria e dell'efficacia delle misure di risanamento.

Le reti di monitoraggio si sono evolute nel tempo, sia nei criteri di progettazione e realizzazione, sia nei metodi e nella tecnologia degli strumenti di misura, parallelamente allo sviluppo delle conoscenze scientifiche sulle cause e gli effetti dell'inquinamento atmosferico e sulle dinamiche chimico-fisiche che determinano il destino degli inquinanti in atmosfera.

Per assicurare la massima rappresentatività e comparabilità dei risultati ottenuti dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria queste dovrebbero essere basate su criteri di progetto (distribuzione e numero dei punti di misura) e di classificazione omogenei, essere composte da un numero di stazioni costante nel tempo e fornire una copertura temporale dei dati completa.

Per tentare di ovviare ad alcune carenze nel primo punto (criteri di progetto omogenei), negli anni immediatamente successivi all'entrata in vigore del D. Lgs. 155, tutte le reti di monitoraggio regionali d'Italia sono state sottoposte a revisione il che ha inevitabilmente peggiorato il secondo requisito (numero di stazioni costante).

Secondo la normativa europea, la classificazione delle stazioni di una rete per il monitoraggio è basata su due caratteristiche principali: il tipo di zona di collocazione e il comportamento rispetto alle fonti di emissione dominanti. Per il primo aspetto si distinguono zone urbane (ossia edificate in modo continuo), zone suburbane (ossia zone caratterizzate da insediamenti continui di edifici intervallati da aree non urbanizzate come terreni agricoli, boschi o piccoli laghi) e zone rurali (non urbanizzate). La classificazione basata sulle fonti di emissioni dominanti prevede invece le stazioni di traffico (quelle situate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente dalle emissioni provenienti da strade limitrofe), stazioni industriali (situate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole industrie o da zone industriali) e di fondo (stazioni non influenzate direttamente dal traffico o dalle attività industriali). Dalle varie combinazioni si ottengono stazioni di traffico urbano, fondo urbano, fondo suburbano e così via.

Il numero delle stazioni è costantemente cresciuto negli anni per assestarsi (su un numero lievemente ridotto rispetto al recente passato) dopo l'approvazione dei nuovi progetti di rete regionali. Attualmente le stazioni utilizzate in Italia per la valutazione della qualità dell'aria sono oltre 600 variamente distribuite da Nord a Sud in base alle valutazioni preliminari delle zone e alla loro popolazione.

Bisogna dire che il processo di revisione delle reti ha prodotto un certo dibattito tra gli enti preposti anche a causa dell'interpretazione restrittiva del concetto di numero minimo di stazioni necessarie. La direttiva europea e il conseguente recepimento italiano indicano infatti, per ogni inquinante, solo il numero minimo di stazioni di misura per zona e nessuna norma potrebbe stabilire aprioristicamente il numero di stazioni necessario per un'accurata valutazione della qualità dell'aria in una determinata area.

In atmosfera, infatti, le sostanze inquinanti vengono continuamente introdotte e rimosse su una vasta scala spaziale e temporale: a seconda della specie la prima può andare da pochi metri a migliaia di km e la seconda varia da pochi secondi a centinaia di anni.

Su scala urbana o regionale, che è il livello a cui operano le reti di monitoraggio della qualità dell'aria, si esaurisce, in media, la diffusione delle principali sostanze inquinanti normate dalla legge, anche se esistono significative differenze (gli aerosol, ad esempio, hanno un tempo di permanenza e scala di diffusione spaziale maggiore degli ossidi di azoto). Per una corretta progettazione di una rete di monitoraggio occorre

quindi considerare che le specie con un lungo tempo di permanenza in atmosfera mostrano una buona uniformità su larga scala, quindi la loro variazione spaziale e gli andamenti temporali possono essere valutati con un numero relativamente basso di siti di campionamento; mentre le specie con un tempo di vita in atmosfera breve hanno variabilità spaziale e temporale, che per essere descritte necessitano di un numero elevato di punti di misura opportunamente posizionati.

Il monitoraggio (rispettando rigorosi obiettivi di qualità per l'incertezza della misura, la raccolta minima dei dati e il periodo minimo di copertura) è obbligatorio in quelle zone dove sono superate determinate soglie, ed esteso a ciascuna zona o agglomerato in cui è suddiviso il territorio del paese, con modalità diverse in base ai livelli rilevati per ciascun inquinante. I dati vengono quotidianamente e periodicamente diffusi al pubblico e sono condivisi tra gli stati membri dell'Unione. I dati delle reti sono inoltre fondamentali per le simulazione modellistiche, in particolare nella stima dell'incertezza di tali applicazioni, e nel miglioramento delle stime previsionali ottenibili dalle stesse simulazioni.

I valori limite e i valori obiettivo definiti dalla normativa sono riportati nella Tabella seguente.

*Tabella 4-15: Valori limite per la protezione della salute umana e degli ecosistemi e valori obiettivo ai sensi del D.Lgs.155/2010*

Inquinante	salute/ecosistemi	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore obiettivo
PM <sub>10</sub>	salute umana	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte in un anno civile
	salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	salute umana	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	ecosistemi	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare in un anno civile
	salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	salute umana, ambiente	Anno civile	-	1 ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	salute umana, ambiente	Anno civile	-	6 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	salute umana, ambiente	Anno civile	-	5 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	salute umana, ambiente	Anno civile	-	20 ng/m <sup>3</sup>
Piombo	salute umana	Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-
CO	salute umana	1 giorno	10 mg/m <sup>3</sup> Media massima giornaliera su 8 ore	-
SO <sub>2</sub>	salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile	-
	salute umana	1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile	-

	ecosistemi	Anno civile (periodo 1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>	
Benzene	Salute umana	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	-

Per tener conto degli effetti nocivi del biossido di zolfo e del biossido di azoto sulla salute umana, sono stati introdotti per tali inquinanti anche delle soglie di allarme, intendendo con soglia di allarme il livello oltre il quale vi è rischio per la salute umana in caso di esposizione a breve durata della popolazione nel suo insieme e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire. Tali soglie di allarme sono riportate nella tabella seguente:

Inquinante	Soglie di allarme
SO <sub>2</sub>	500 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4-16: PM<sub>2.5</sub> Indicatore di esposizione media e obiettivo di riduzione dell'esposizione ex allegato XIV D.Lgs. 155/2010.

IEM 2010 (base medie annuali 2009 – 2011)	Obiettivo di riduzione entro il 2020
[PM <sub>2,5</sub> ] ≤ 8,5 µg/m <sup>3</sup>	0%
8,5 < [PM <sub>2,5</sub> ] < 13 µg/m <sup>3</sup>	10%
13 ≤ [PM <sub>2,5</sub> ] < 18 µg/m <sup>3</sup>	15%
18 ≤ [PM <sub>2,5</sub> ] < 22 µg/m <sup>3</sup>	20%
[PM <sub>2,5</sub> ] ≥ 22 µg/m <sup>3</sup>	Raggiungere 18 µg/m <sup>3</sup>

I valori soglia di informazione e di allarme e i valori obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione dell'ozono nell'aria ambiente ai sensi del D.Lgs. 155/2010 sono riportati nella Tabella 4-17.

- **valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso;
- **valore obiettivo a lungo termine:** livello da raggiungere nel lungo periodo al di assicurare un efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- **soglia di informazione:** livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottati gli opportuni piani di azione;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottati opportuni piani di intervento.

*Tabella 4-17: O3 Soglia di informazione, soglia di allarme, obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione ai sensi del D.Lgs. 155/2010*

	<b>Valore</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo</b>
Soglia di informazione	180 µg/m <sup>3</sup>	1 ora	-
Soglia di allarme	240 µg/m <sup>3</sup>	1 ora	-
Valore obiettivo per la protezione della salute umana	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (media su tre anni)	01/01/2010
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (OLT)	120 µg/m <sup>3</sup>	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'anno	Non definito
Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	18.000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni	1 ora cumulativa da maggio a luglio (media su 5 anni)	01/01/2010
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione (AOT40v)	6.000 µg/m <sup>3</sup> *h	1 ora cumulativa da maggio a luglio	Non definito

Le stazioni di monitoraggio che hanno misurato e comunicato dati di PM<sub>10</sub> nel 2017 sono 582. Di queste 520 (89%) hanno copertura temporale minima del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria). Tutte le regioni sono rappresentate. La classificazione delle stazioni di monitoraggio di PM<sub>10</sub> secondo i criteri di ubicazione su macroscala previsti dalla normativa è rappresentata in Figura 4.18.

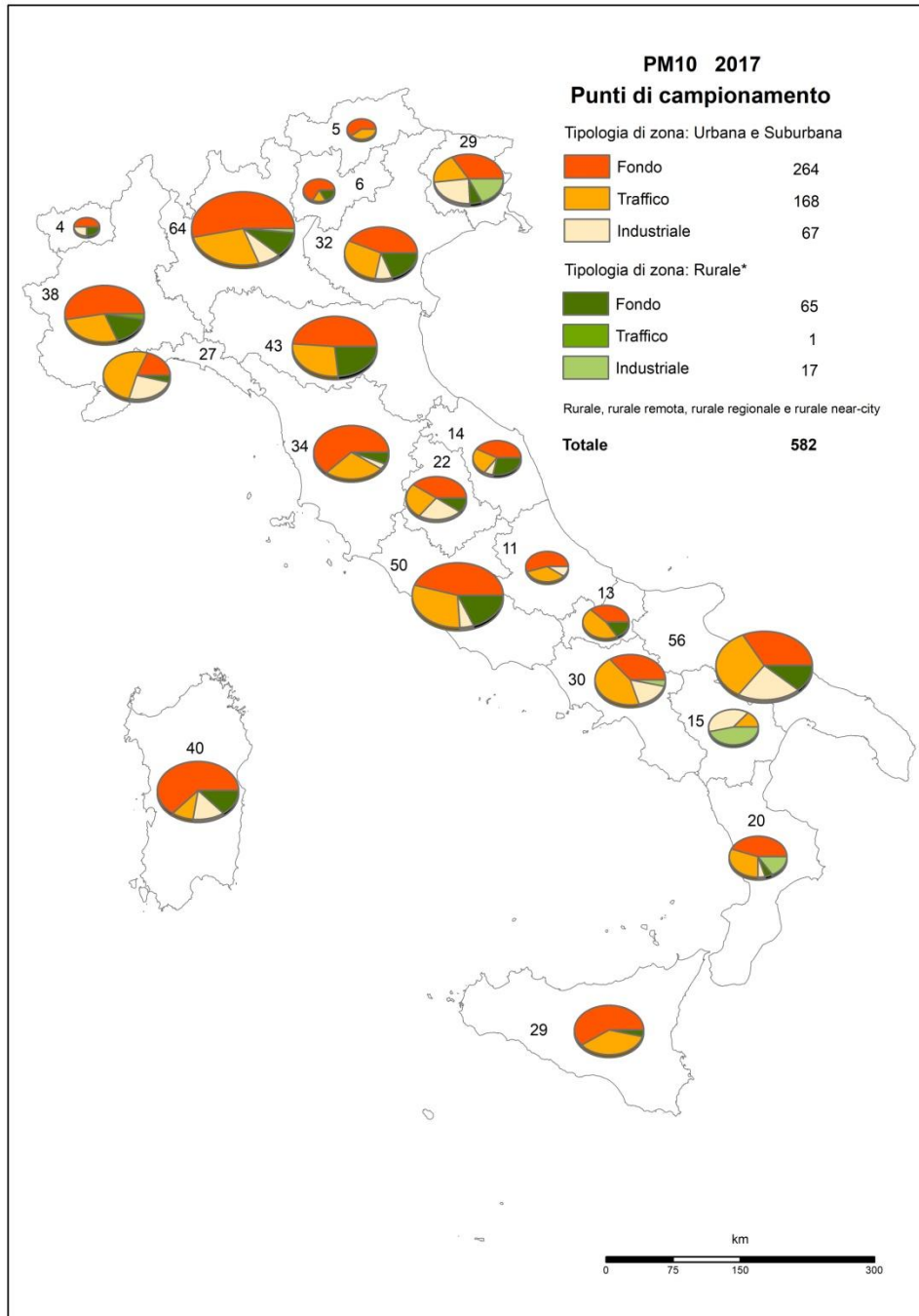


Figura 4.18: PM10. Classificazione dei punti di campionamento secondo i criteri di ubicazione su macroscala di cui all'Allegato III, D.Lgs.155/2010 (2017).

Le stazioni di monitoraggio che hanno misurato e comunicato dati di PM<sub>2,5</sub> nel 2017 sono 278. di queste, 256 (92%) hanno copertura temporale minima del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria). Tutte le regioni sono rappresentate, eccetto il Molise. la classificazione delle stazioni di monitoraggio di PM<sub>2,5</sub> secondo i criteri di ubicazione su macroscala previsti dalla normativa è rappresentata in figura seguente.

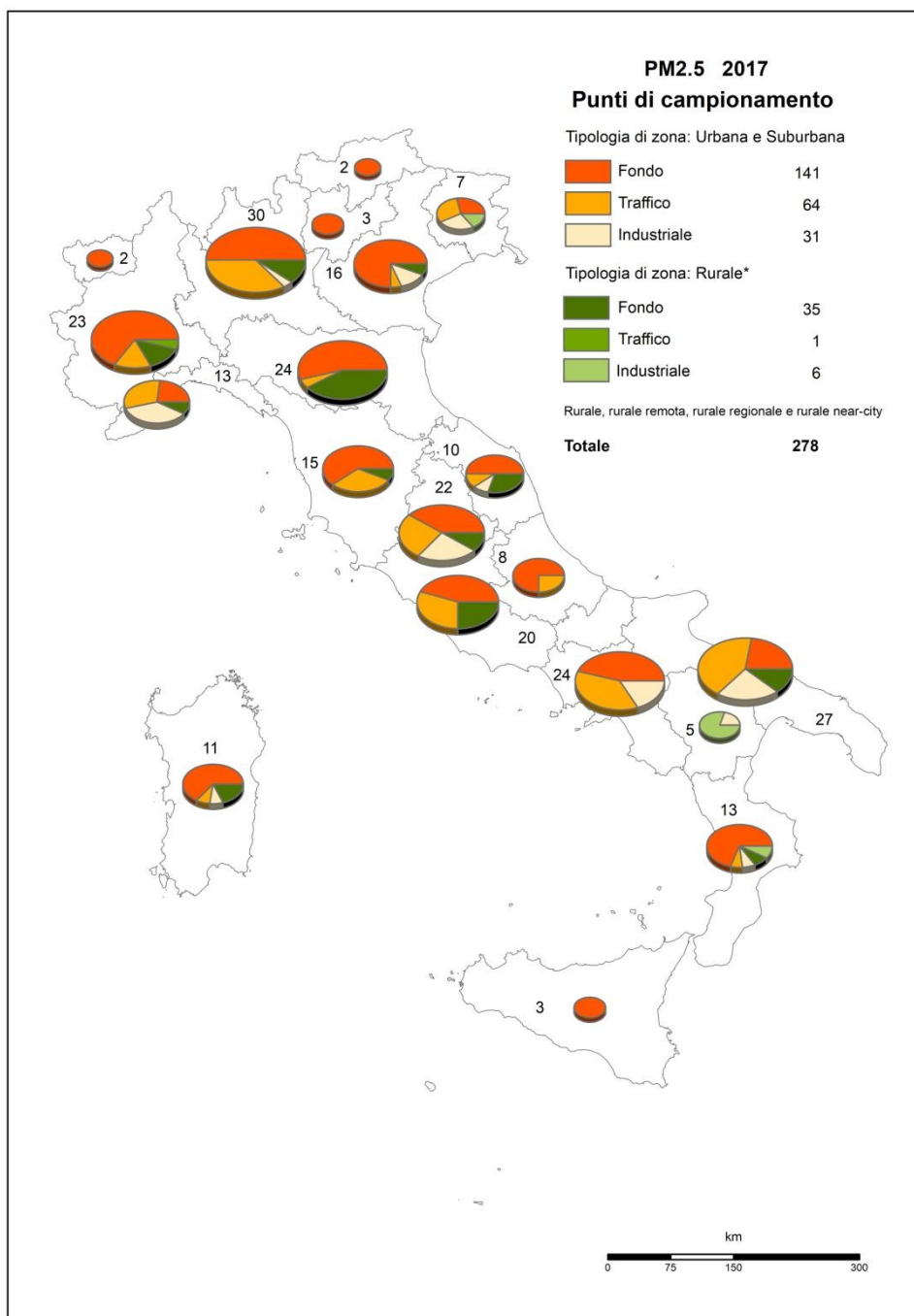


Figura 4.19: PM<sub>2,5</sub>. Classificazione dei punti di campionamento secondo i criteri di ubicazione su macroscala di cui all'Allegato III, D.Lgs.155/2010 (2017)



Le stazioni di monitoraggio che hanno misurato e comunicato dati di NO<sub>2</sub> sono 626 nel 2017. Di queste, 581 (93%) hanno copertura temporale minima del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria). Tutte le regioni sono rappresentate. La classificazione delle stazioni di monitoraggio di NO<sub>2</sub> secondo i criteri di ubicazione su macroscala previsti dalla normativa è rappresentata in Figura 4.20.

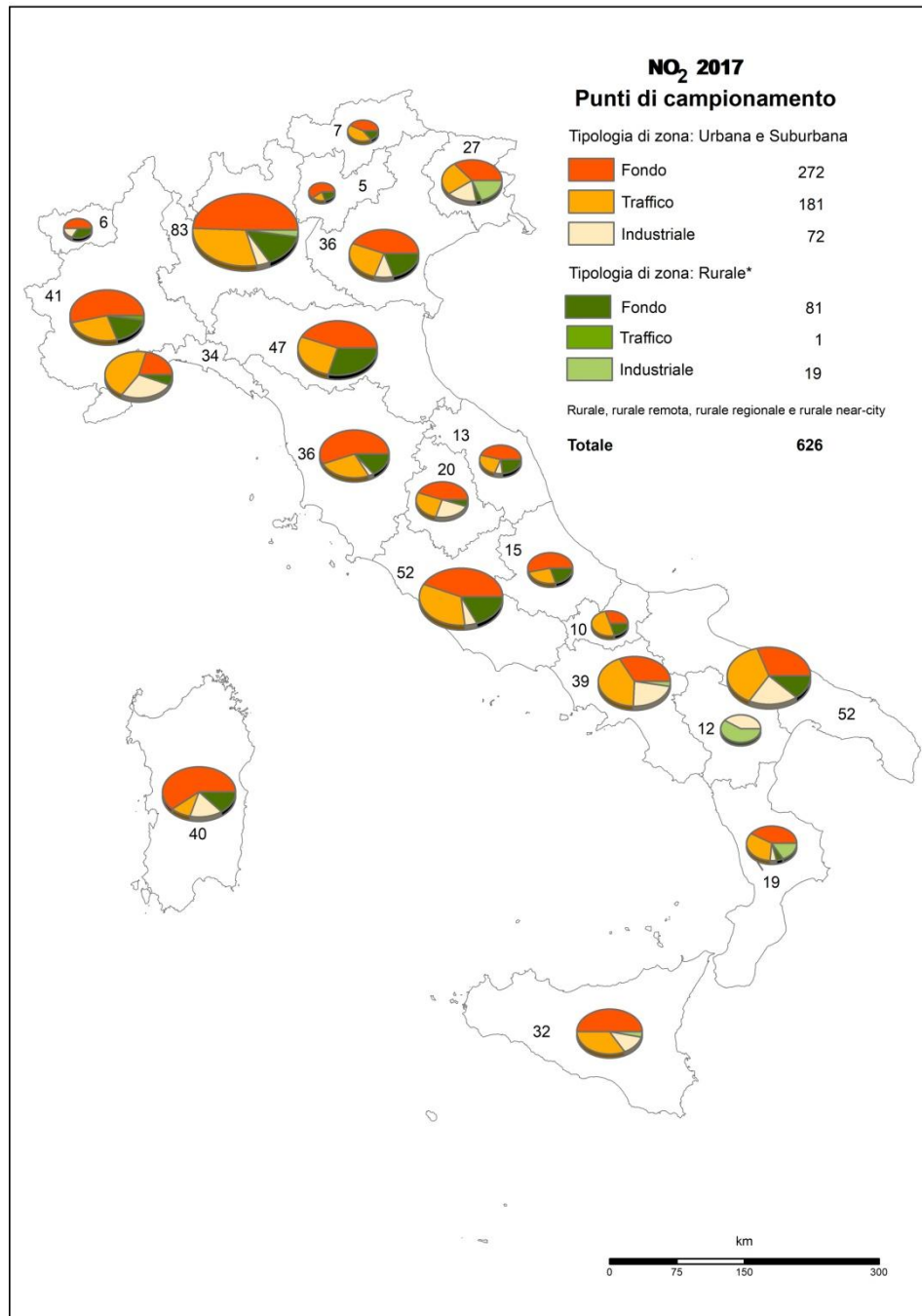


Figura 4.20: NO<sub>2</sub> - Classificazione dei punti di campionamento secondo i criteri di ubicazione su macroscala di cui all'Allegato III, D.Lgs.155/2010 (2017).

Nel 2017, le stazioni di monitoraggio che hanno misurato e comunicato dati di O<sub>3</sub> sono 347. Le serie di dati con copertura temporale sufficiente per la verifica dei valori soglia e dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana sono il 95% (331 su 347).

La classificazione delle stazioni di monitoraggio di O<sub>3</sub> secondo i criteri di ubicazione su macroscale previsti dalla normativa è rappresentata in Figura 4.21.

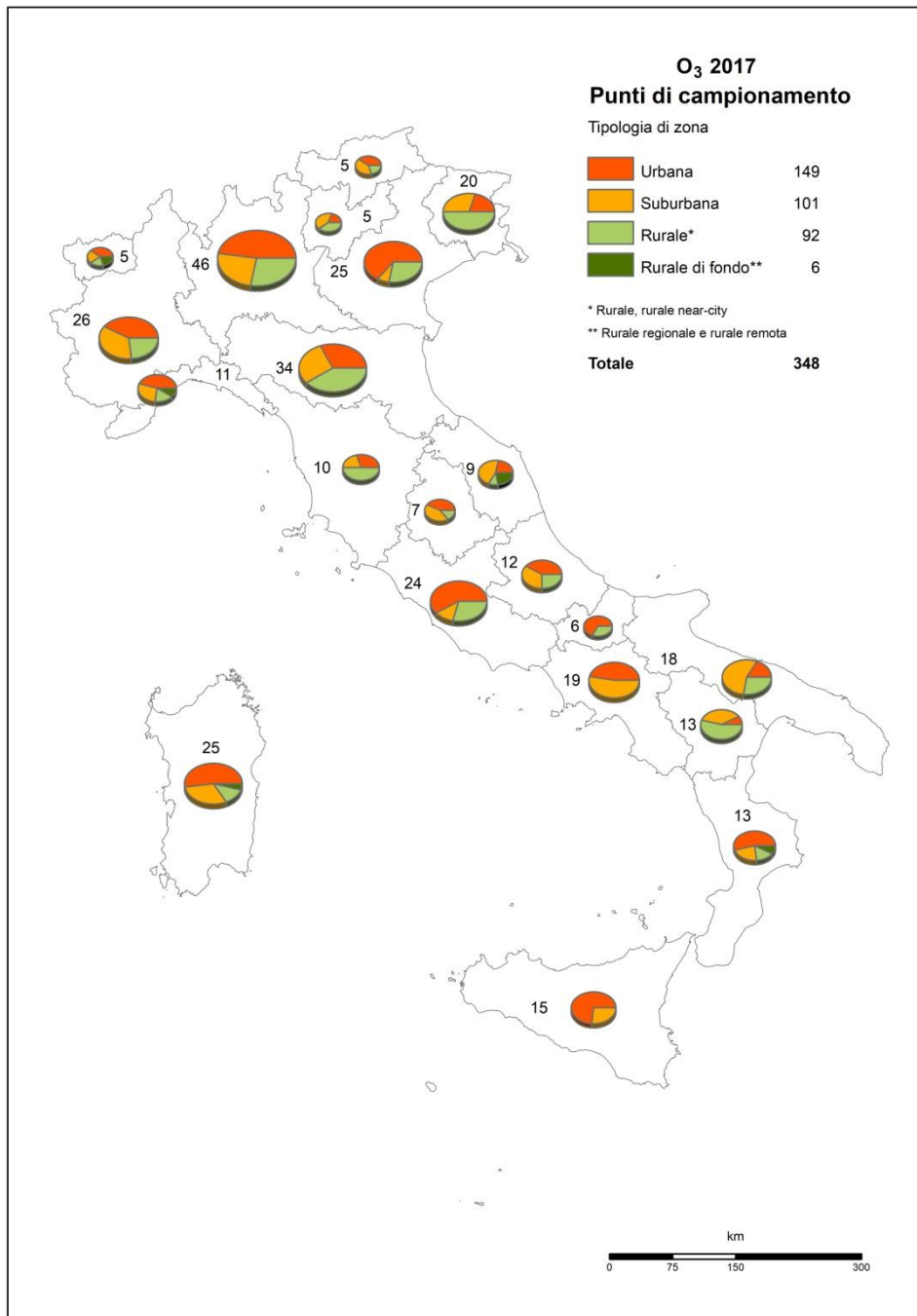


Figura 4.21: O<sub>3</sub>. Classificazione dei punti di campionamento secondo i criteri di ubicazione su macroscale di cui all'Allegato VIII, D.Lgs.155/2010 (2017).

### *Stato e trend dell'inquinamento atmosferico*

Nel seguito sono riportate le informazioni più recenti relative allo stato (aggiornato al 2017) e al trend dell'inquinamento atmosferico in Italia (riferito al periodo 2008-2017).

Per poter trarre conclusioni oggettive sullo stato della qualità dell'aria e sull'efficacia degli interventi intrapresi al fine di migliorarla, gli studi condotti negli ultimi anni si sono avvalsi dell'utilizzo di specifici metodi e strumenti, i quali considerano la notevole variabilità spaziale e temporale con cui si sviluppano i fenomeni di inquinamento atmosferico, e affrontano il problema della stima dei trend con un approccio di tipo statistico-probabilistico; tale tipo di approccio, offre il vantaggio non solo di descrivere, interpretare e prevedere il comportamento puntuale del fenomeno in relazione al suo evolvere nel tempo, ma permette anche di associare all'analisi effettuata il relativo margine di incertezza.

La necessità e la sfida è quella di superare un approccio di tipo qualitativo all'analisi dei trend, dal quale risulta impossibile interpretare in modo univoco e obiettivo le tendenze in atto.

È stata recentemente aggiornata l'analisi statistica dei trend, con l'obiettivo di verificare l'esistenza o meno di una tendenza, e la sua significatività statistica, all'aumento o alla diminuzione nel tempo delle concentrazioni dei principali inquinanti aerodispersi (riferita al periodo 2008-2017 per PM10 ed NO<sub>2</sub>, al 2010-2017 per il PM2.5) desumibile dalle serie storiche di dati misurati presso le centraline di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico italiane (ISPRA, 2018).

L'analisi è stata condotta con il metodo di Mann-Kendall corretto per la stagionalità. Implementare un metodo di destagionalizzazione permette di minimizzare l'effetto delle oscillazioni interannuali dovute alle differenze riscontrabili nei vari anni rispetto al ciclo stagionale medio, di evidenziare l'esistenza di una tendenza di fondo, di quantificare la sua significatività statistica e di stimare la variazione di concentrazione annuale media nel periodo di osservazione.

Per ciascun inquinante è stato selezionato un campione omogeneo, costituito da tutte le stazioni che hanno prodotto dati in modo continuo nel decennio, con una copertura annuale pari almeno al 75%.

Per quanto riguarda il PM10 è stato evidenziato un trend decrescente statisticamente significativo nel 76,8% dei casi (119 stazioni di monitoraggio su 155; variazione annuale media stimata:  $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$  [ $-2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y} \div -0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$ ]). Un trend crescente statisticamente significativo è stato individuato nel 2,6% dei casi (4 stazioni di monitoraggio su 155; variazione annuale media stimata:  $+0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$  [ $+0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y} \div +0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$ ]). Nel restante 20,6% dei casi (32 stazioni di monitoraggio su 155) non è stato possibile escludere l'ipotesi nulla (assenza di trend) per il dato livello di confidenza (95%).

Analogamente per il biossido di azoto è stato evidenziato un trend decrescente statisticamente significativo nella larga maggioranza dei casi 79% (195 stazioni di monitoraggio su 246; variazione annuale media stimata:  $-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$  [ $-4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y} \div -0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$ ]).

Per quanto riguarda il PM2.5, il periodo di osservazione è più breve e il numero di stazioni disponibili è inferiore ma è comunque prevalente la tendenza alla riduzione delle concentrazioni (andamento decrescente statisticamente significativo nel 69% dei casi, 43 stazioni di monitoraggio su 62; variazione annuale media stimata:  $-0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$  [ $-1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y} \div -0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{y}$ ]).

PM10	Trend decrescente		Trend crescente		Trend non significativo
	(p<0,05)		(p<0,05)		(p>0,05)
	n	$\Delta_y$ ( $\mu\text{g m}^{-3}\text{y}^{-1}$ )	n	$\Delta_y$ ( $\mu\text{g m}^{-3}\text{y}^{-1}$ )	n
2008 – 2017 (155 stazioni)	119	-0,8 [-2,8 ÷ -0,2]	4	0,4 [0,4 ÷ 0,5]	32

Figura 4.22: Sintesi dei risultati dell'analisi del trend (2008 – 2017) con il test di Kendall corretto per la stagionalità delle concentrazioni di PM10 in Italia su una selezione di 155 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale. Fonte: ISPRA

Legenda:

$p \leq 0,05$ : il trend osservato è statisticamente significativo

$p > 0,05$ : non può essere esclusa l'ipotesi nulla (assenza di trend)

$\Delta_y$ : variazione media annuale stimata sulla base dei risultati del test di kendall corretto per la stagionalità

NO2	Trend decrescente		Trend crescente		Trend non significativo
	(p<0,05)		(p<0,05)		(p>0,05)
	n	$\Delta_y$ ( $\mu\text{g m}^{-3}\text{y}^{-1}$ )	n	$\Delta_y$ ( $\mu\text{g m}^{-3}\text{y}^{-1}$ )	n
2008 – 2017 (246 stazioni)	195	-1,0 [-4,5 ÷ -0,1]	12	0,5 [0,1 ÷ 1,1]	39

Figura 4.23: Sintesi dei risultati dell'analisi del trend (2008 – 2017) con il test di Kendall corretto per la stagionalità delle concentrazioni di NO2 in Italia su una selezione di 246 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale. Fonte: ISPRA

Legenda:

$p \leq 0,05$ : il trend osservato è statisticamente significativo

$p > 0,05$ : non può essere esclusa l'ipotesi nulla (assenza di trend)

$\Delta_y$ : variazione media annuale stimata sulla base dei risultati del test di kendall corretto per la stagionalità

PM2,5	Trend decrescente		Trend crescente		Trend non significativo
	(p<0,05)		(p<0,05)		(p>0,05)
	n	$\Delta_y$ ( $\mu\text{g m}^{-3}\text{y}^{-1}$ )	n	$\Delta_y$ ( $\mu\text{g m}^{-3}\text{y}^{-1}$ )	n
2008 – 2017 (62 stazioni)	43	-0,7 [-1,5 ÷ -0,2]	4	0,7 [0,3 ÷ 1,0]	15

Figura 4.24: Sintesi dei risultati dell'analisi del trend (2010 – 2017) con il test di Kendall corretto per la stagionalità delle concentrazioni di PM2.5 in Italia su una selezione di 62 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale. Fonte: ISPRA

Legenda:

$p \leq 0,05$ : il trend osservato è statisticamente significativo

$p > 0,05$ : non può essere esclusa l'ipotesi nulla (assenza di trend)

*Δy: variazione media annuale stimata sulla base dei risultati del test di kendall corretto per la stagionalità*

Relativamente all'ozono emerge che nella quasi totalità delle stazioni osservate (100 su 116) non è possibile individuare un trend statisticamente significativo dei valori medi; la tendenza di fondo appare sostanzialmente monotona, e le oscillazioni interannuali sono attribuibili alle naturali fluttuazioni della componente stagionale. È possibile soltanto apprezzare una moderata evidenza di riduzione dei valori di picco nei mesi estivi.

Nonostante dunque si continui a osservare una lenta riduzione dei livelli di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e NO<sub>2</sub> in Italia, coerente con quanto osservato in Europa nell'ultimo decennio (e.g. EEA, 2018), come risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del particolato secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca), osservando i dati più recenti disponibili il raggiungimento degli obiettivi della Commissione, per quanto riguarda l'Italia, appare di difficile realizzazione, avendo come orizzonte temporale il 2020. Si riporta nel seguito un dettaglio per i principali inquinanti. I dati sono riferiti al 2017.

#### Materiale particolato PM<sub>10</sub>

Sono stati registrati superamenti sia del valore limite annuale (13 stazioni pari al 3% dei casi) che del valore limite giornaliero (161 stazioni nel 2017 pari al 31% dei casi). Risultano infine superati nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio sia il valore di riferimento annuale dell'OMS (68% dei casi), sia quello giornaliero (76% dei casi). I superamenti registrati sono concentrati nell'area del bacino padano e in alcune aree urbane del Centro Sud.

Nel 2017 i superamenti del valore limite giornaliero hanno interessato 31 zone su 81 distribuite in 11 regioni mentre i superamenti del valore limite annuale hanno interessato 7 zone su 81 distribuite in 4 regioni.

#### Materiale particolato PM<sub>2.5</sub>

Il valore limite annuale (25 µg/m<sup>3</sup>), è stato superato in 34 stazioni nel 2017 pari al 13% dei casi. Mentre, il valore di riferimento OMS annuale (10 µg/m<sup>3</sup>) è stato superato in 222 stazioni (87% dei casi) (Figura 4.26).

I superamenti del valore limite sono concentrati nell'area del bacino padano. I superamenti hanno interessato 13 zone su 79 distribuite in 4 regioni.

#### Biossido di azoto

Il Valore limite orario è largamente rispettato e solo 2 stazioni nel 2017 superano i 200 µg/m<sup>3</sup>, come media oraria, per più di 18 volte. Il valore di riferimento OMS, che non prevede superamenti dei 200 µg/m<sup>3</sup>, è stato superato in 30 stazioni pari al 5% delle stazioni con copertura temporale sufficiente). Il valore limite annuale paria a 40 µg/m<sup>3</sup> come media annua, che coincide con il valore di riferimento OMS per gli effetti a lungo termine sulla salute umana, è stato superato in 61 stazioni (10%) nel 2017 (Figura 4.27).

La quasi totalità dei superamenti sono stati registrati in stazioni orientate al traffico, localizzate in importanti aree urbane. I superamenti del valore limite annuale hanno interessato 24 zone su 81 distribuite in 10 regioni e 2 Province Autonome.

#### Ozono

Nel 2017 l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (OLT) è stato superato in 301 stazioni su 331 pari al 91% delle stazioni con copertura temporale sufficiente; l'OLT è stato superato per più di 25 giorni in 222 stazioni (67%, Figura 4.28). Le soglie di informazione e di allarme sono state superate rispettivamente in 180 (54%) e 21 stazioni (6%) su 331. I valori di concentrazione più elevati si registrano prevalentemente nel Nord Italia. L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione (AOT40v) è stato superato in 142 stazioni su 150 (95%) con valori molto superiori al limite normativo (6000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ).

Benzo(a)pirene (contenuto totale nel PM10).

Il valore obiettivo (1,0  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), è stato superato in 25 stazioni nel 2017 (22% dei casi). (Figura 4.29). Il valore obiettivo è stato superato prevalentemente in quelle zone (bacino padano e zone pedemontane appenniniche e alpine) dove è maggiore il consumo di biomassa legnosa per il riscaldamento civile e le condizioni meteorologiche invernali favoriscono l'accumulo degli inquinanti. I superamenti hanno interessato 19 zone su 75 distribuite in 8 regioni.

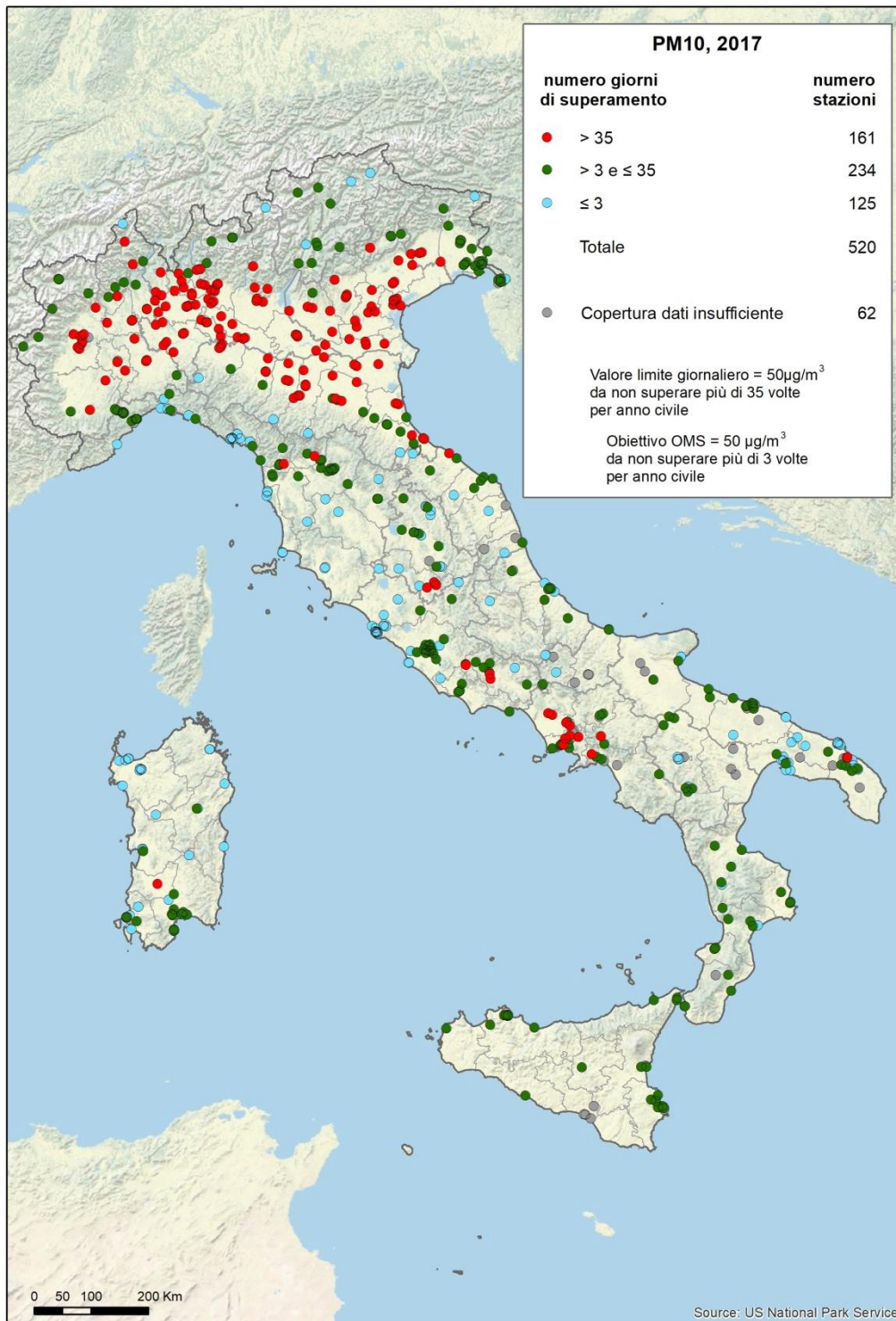


Figura 4.25: PM10. Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (2017). Fonte: ISPRA

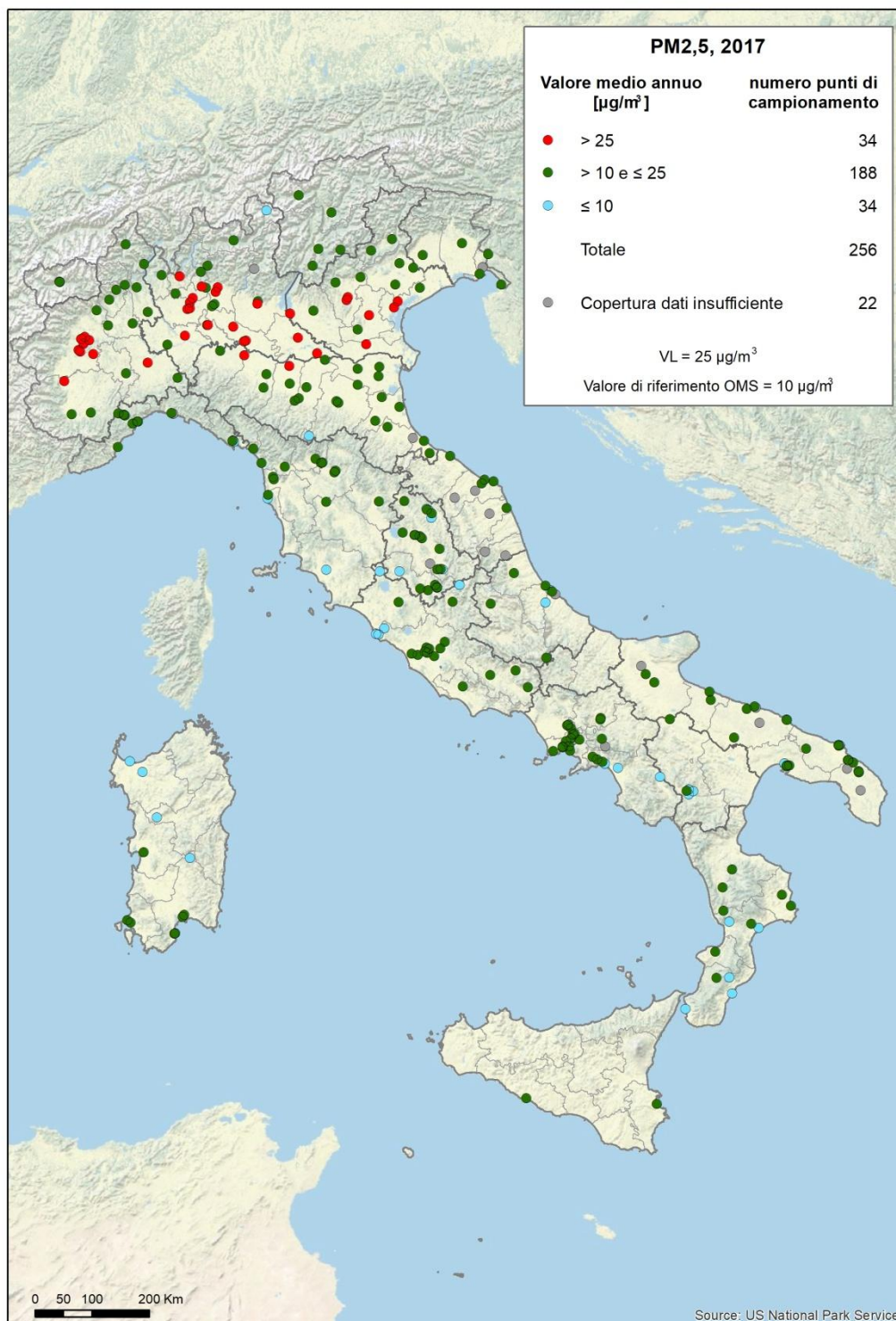


Figura 4.26: PM2,5. Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite annuale per la protezione della salute (2017). Fonte: ISPRA



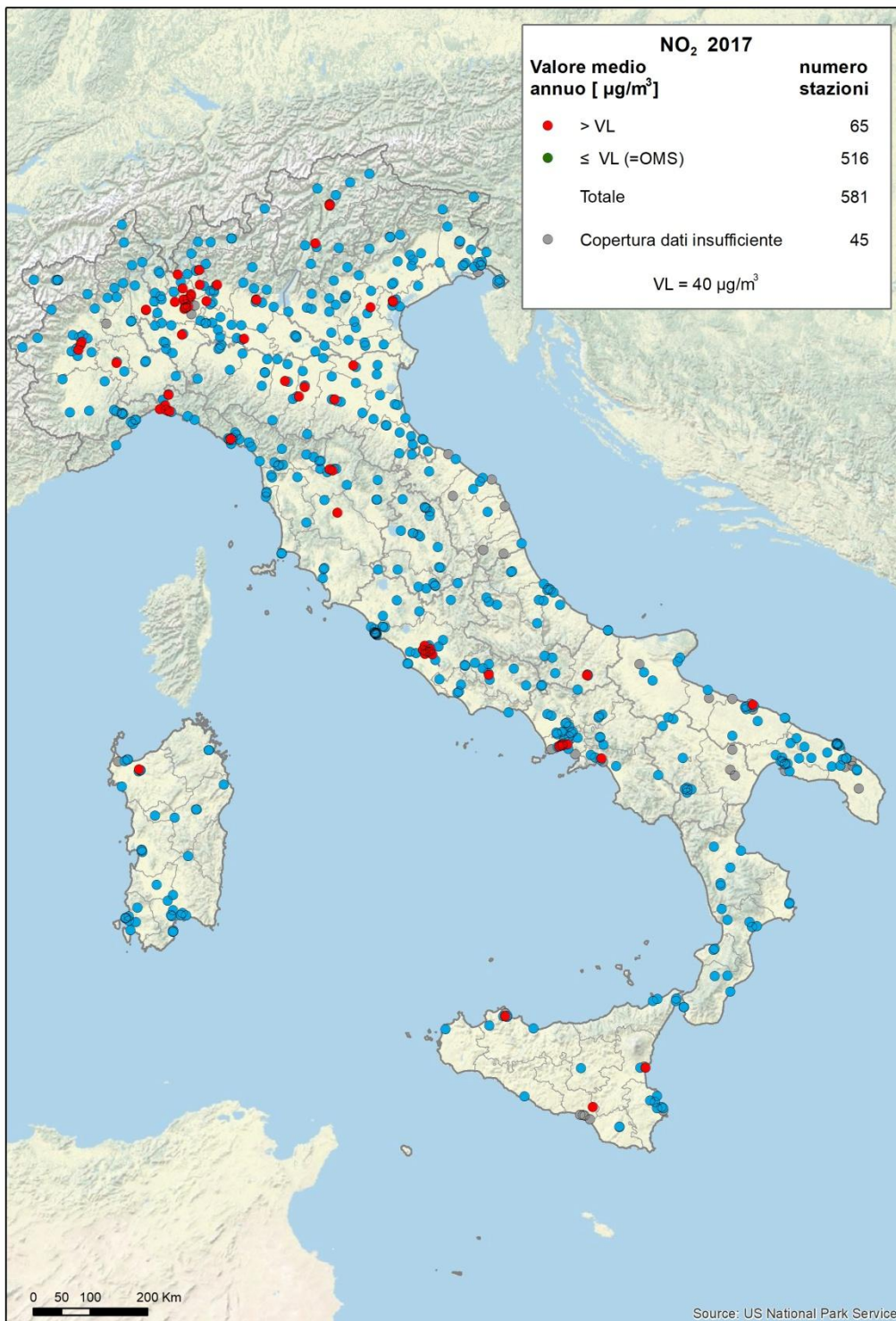


Figura 4.27: NO<sub>2</sub>. Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite annuale per la protezione della salute (2017). Fonte: ISPRA

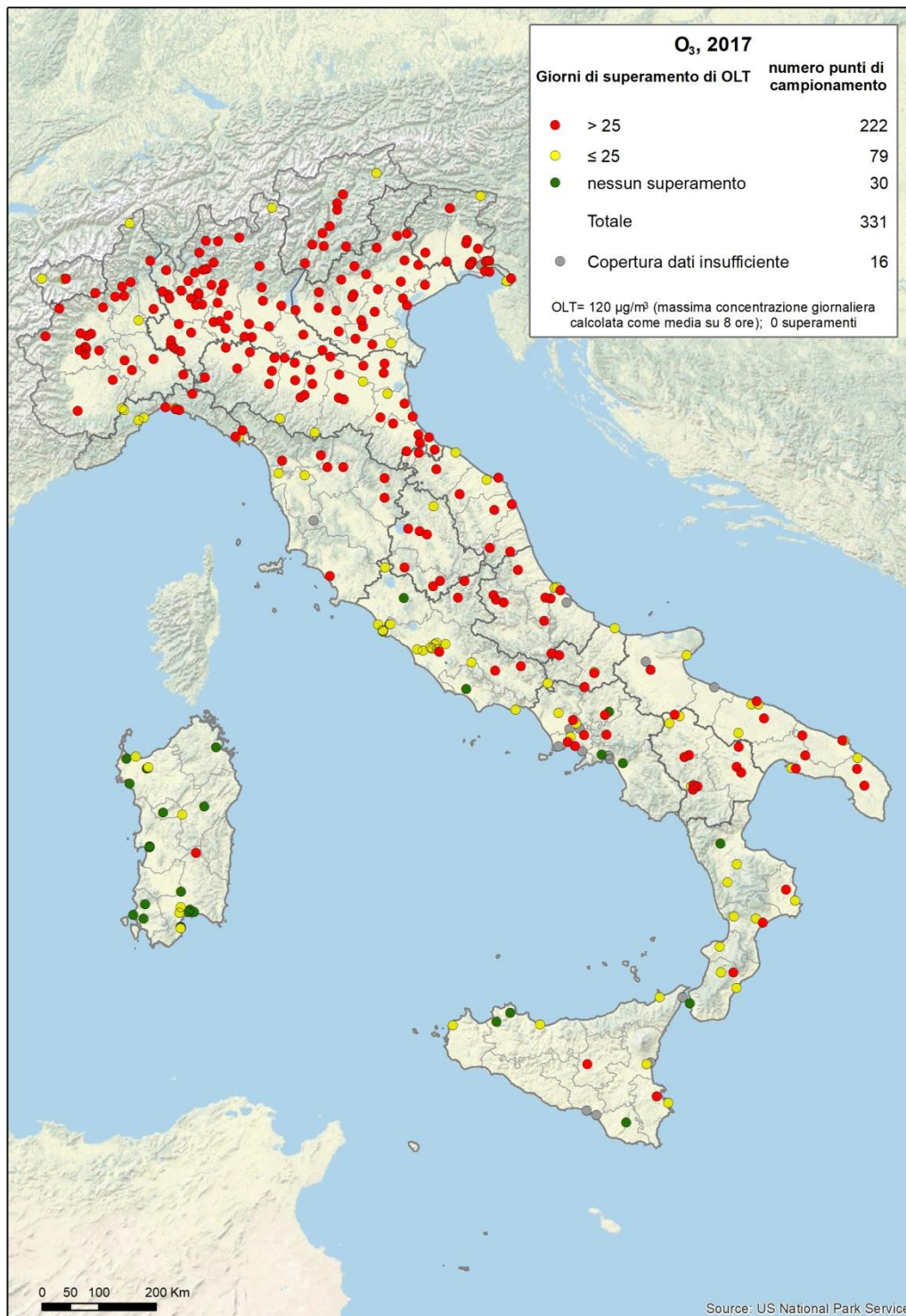


Figura 4.28: O<sub>3</sub>. Stazioni di monitoraggio e superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute (2017). Fonte: ISPRA

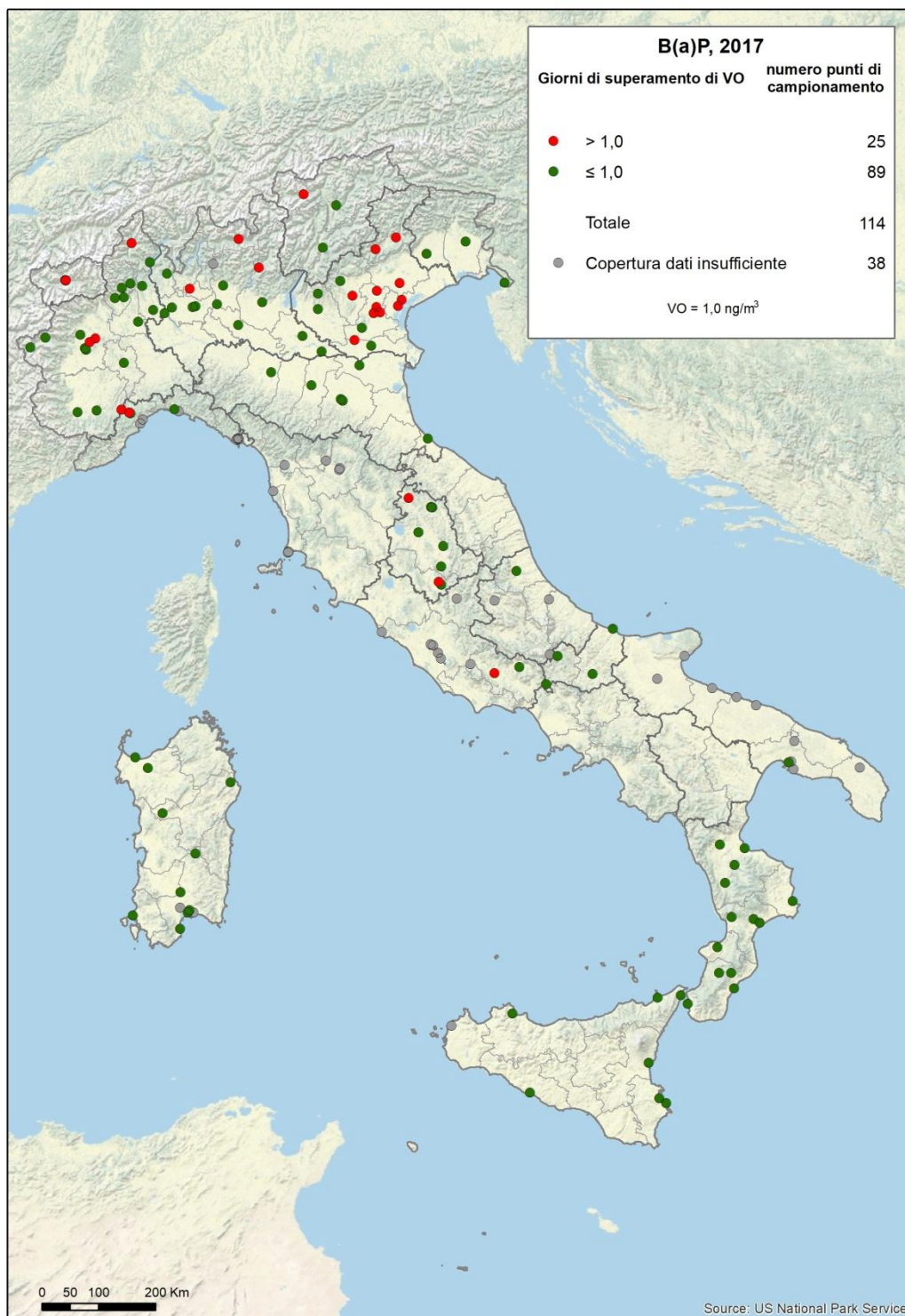


Figura 4.29: Benzo(a)pirene (contenuto totale nel PM10) - Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute (2017). Fonte: ISPRA

### *Esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico*

Recenti studi hanno evidenziato come l'inquinamento atmosferico sia una delle principali cause di mortalità prematura dei cittadini dell'Unione Europea. In particolare, dal report 2018 "Air quality in Europe" prodotto dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, risulta che il numero di morti premature in Europa attribuibili alle concentrazioni di materiale particolato PM<sub>2,5</sub> registrate nel 2015 corrisponda a 422.000 mentre quelle correlate alle concentrazioni di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e di ozono (O<sub>3</sub>), rispettivamente, a 79.000 e 17.700.

In particolare per l'Italia le morti premature attribuibili alle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> sono stimate rispettivamente in 60.600, 20.500 e 3.200.

Appare chiaro, quindi, come sia di grande importanza ed urgenza applicare tutti gli strumenti a disposizione per favorire un generale miglioramento della qualità dell'aria sul territorio dell'Unione e che le politiche adottate in termini di riduzione delle emissioni debbano essere valutate attentamente anche in termini di efficacia sulla riduzione dell'esposizione dei cittadini all'inquinamento atmosferico.

Proprio per questo motivo, la direttiva NEC ha stabilito obiettivi di riduzione delle emissioni, ripartiti tra tutti gli Stati Membri, che mirano al conseguimento della riduzione, nel territorio dell'Unione, di circa il 50% di morti premature al 2030 rispetto all'anno base 2005<sup>6</sup>.

Al fine di approfondire la tematica anche a livello nazionale, il Ministero dell'ambiente ha recentemente firmato un Accordo di collaborazione per l'attuazione della direttiva NEC che include, tra l'altro, attività specifiche che saranno portate avanti dall'Istituto Superiore di Sanità. L'accordo prevede la definizione e la realizzazione di un sistema per stimare l'esposizione della popolazione ai livelli di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici nei diversi ambiti territoriali e geografici italiani. Il sistema di valutazione terrà conto del contributo dei dati misurati dal sistema di monitoraggio della qualità dell'aria e provenienti dalle stazioni distribuite sul territorio nazionale, integrato con i risultati della modellistica di dispersione sviluppata da ENEA; farà uso, inoltre, dei dati strutturati per unità censuarie che descrivono la popolazione, per sesso e fasce di età, e per costituzione dei nuclei familiari. Un sistema cartografico GIS sarà la base informativa sulla quale operare le integrazioni tra le diverse variabili consentendo di ricostruire l'esposizione, per la popolazione generale e/o substrati di essa, nei diversi contesti territoriali (nelle aree urbane, rurali, in aree costiere oppure interne, nel nord, al centro e al sud Italia,) tramite scenari di esposizione definiti.

Il programma delle attività prevede la conduzione di uno studio pilota dedicato alla messa a punto del modello concettuale sul quale si baseranno le stime di esposizione della popolazione, cui seguirà la costruzione vera e propria di un sistema dinamico di valutazione.

Si prevede, quindi, che in futuro sarà possibile disporre di uno strumento utile a valutare con maggiore dettaglio la reale esposizione della popolazione alle concentrazioni degli inquinanti atmosferici e di

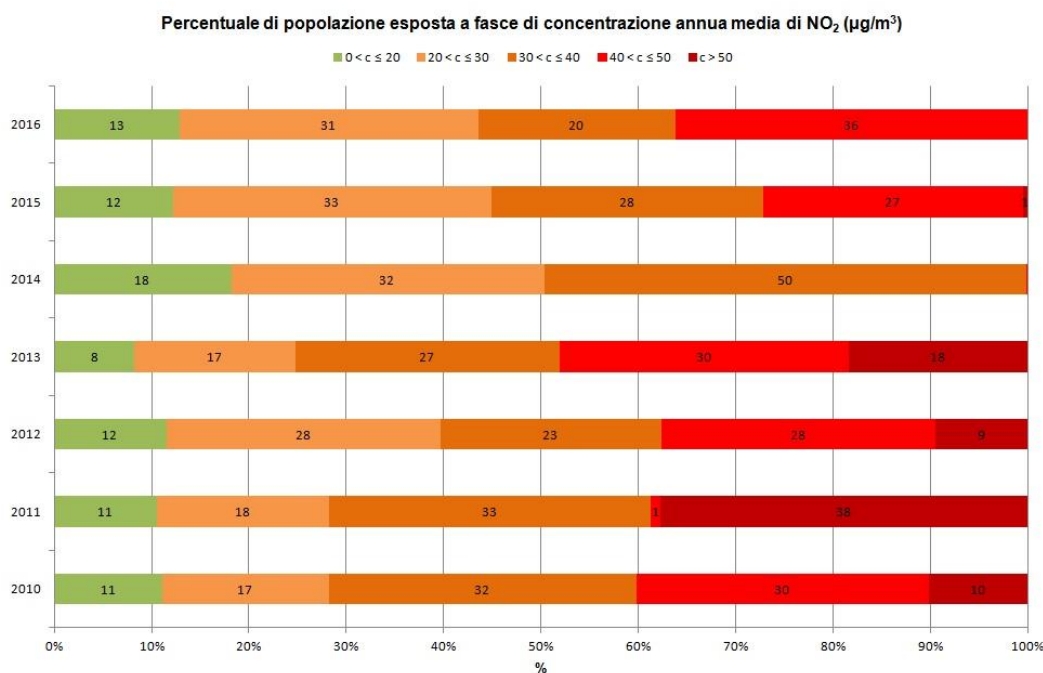
---

<sup>6</sup> COM, 2018. Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The First Clean Air Outlook. Brussels, 7.6.2018, COM(2018) 446 final. [http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/clean\\_air\\_outlook.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/clean_air_outlook.pdf)

determinare, con maggiore precisione, l'impatto delle politiche di riduzione delle emissioni anche su tale parametro.

L'esposizione della popolazione agli inquinanti presenti in atmosfera in ambito urbano è stimata ad oggi a livello nazionale utilizzando valori di concentrazione media annua d'inquinante, provenienti da stazioni di fondo urbano, scelto come proxy di esposizione media della popolazione (ISPRA, 2018[d]).

Di seguito sono gli indicatori per gli inquinanti NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub> e BaP come riportati nell'annuario dei dati ambientali ISPRA 2018.



*Figura 4.30: Percentuale di popolazione esposta in ambito urbano a fasce di concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Fonte ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018 - Fonte: ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018*

Tra il 2010 e il 2013 la popolazione dell'indagine esposta a valori inferiori o uguali a 40 µg/m<sup>3</sup> risulta in media intorno al 60%, mentre nel 2014 e 2015 si evidenzia un aumento con percentuali rispettivamente del 100% e del 73% consentendo la riduzione delle altre due fasce di concentrazione (40-50 e >50 µg/m<sup>3</sup>). Nel 2016 la quota di popolazione esposta a valori inferiori o uguali a 40 µg/m<sup>3</sup> si attesta sul 64% mentre la fascia di concentrazione 40-50 µg/m<sup>3</sup> è pari al 36% (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018).

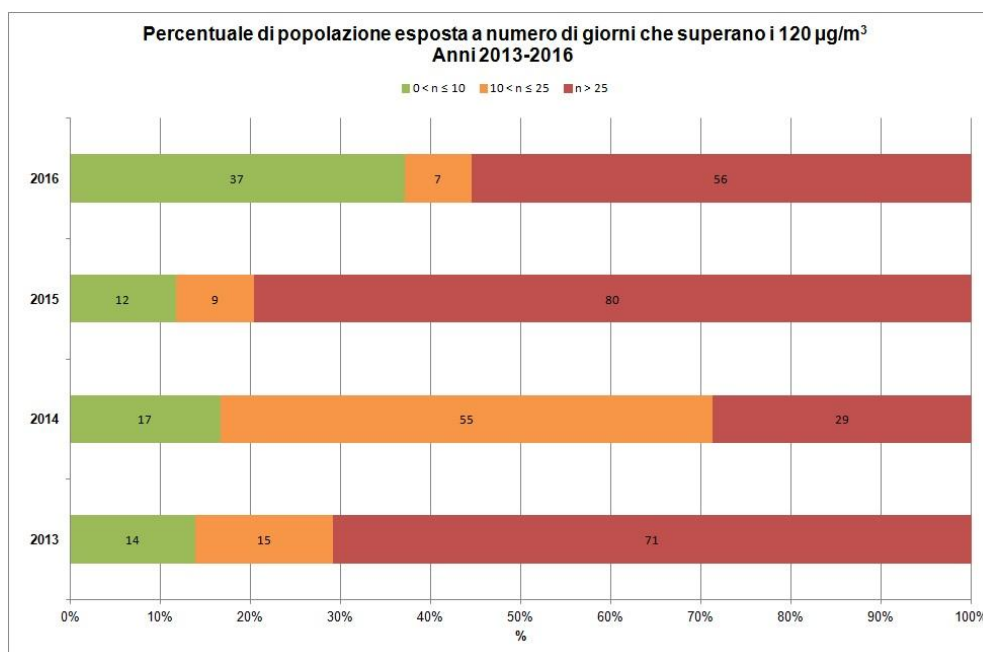


Figura 4.31: Percentuale di popolazione esposta in ambito urbano a numero di giorni con valore di  $O_3$  superiore a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – Fonte ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018 - Fonte: ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

L'indicatore è rappresentativo per la valutazione dell'esposizione della popolazione all'ozono, così come raccomandato nell'obiettivo prioritario 3 del 7° programma di azione ambientale dell'UE "7th EAP Priority Objective 3: To safeguard the Union's citizens from environment-related pressures and risks to health and well-being", valutando il numero medio di giorni in cui una determinata percentuale di popolazione viene annualmente esposta a valori elevati di questo inquinante e la sua variazione negli anni.

Nel 2016 la percentuale di popolazione mediamente esposta per più di 25 giorni a valori di ozono superiori a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è stata del 56%, in calo rispetto al valore massimo dell'80% toccato l'anno precedente. Nello stesso anno la quota di popolazione esposta mediamente per meno di 10 giorni raggiunge il valore massimo del 37% dopo essersi mantenuta tra il 12% e il 17% negli anni precedenti (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018).

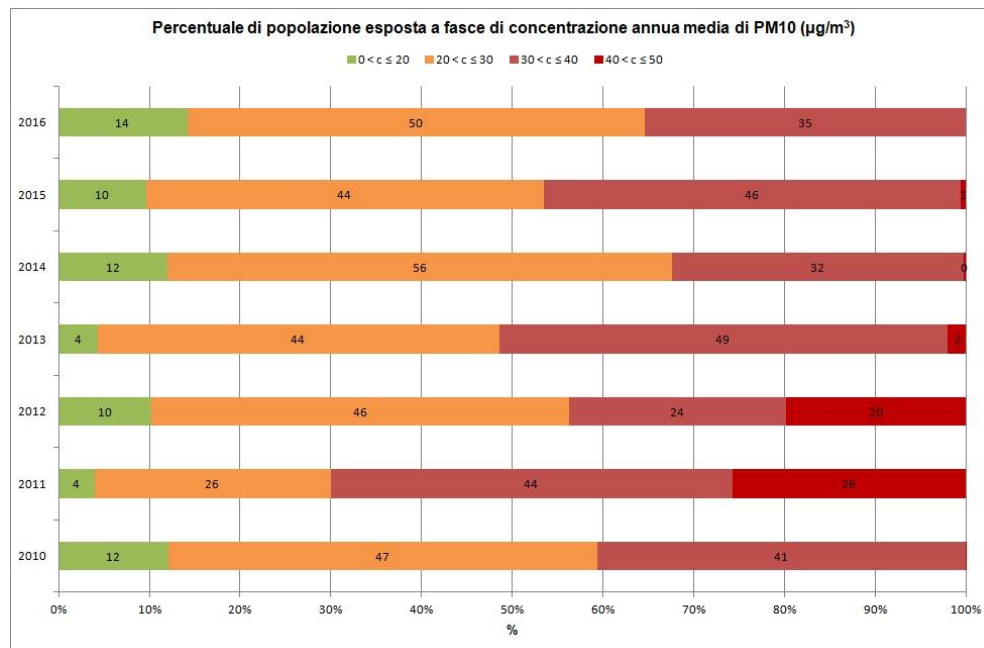


Figura 4.32: Percentuale di popolazione esposta in ambito urbano a fasce di concentrazione media annua di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Fonte ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018 - Fonte: ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

L'indicatore di popolazione esposta al PM10 è rappresentativo per la valutazione dell'esposizione così come raccomandato nell'obiettivo prioritario 3 del 7° Programma di azione ambientale dell'UE "7th EAP Priority Objective 3: To safeguard the Union's citizens from environment-related pressures and risks to health and well-being" valutando i livelli medi di inquinante a cui una determinata percentuale di popolazione viene annualmente esposta e la sua variazione negli anni.

Dal 2010 al 2016 la popolazione dell'indagine esposta a valori di PM10 inferiori a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore consigliato dall'OMS) non supera il 14%, mentre quella esposta a valori compresi tra 20 e 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è andata aumentando consentendo la diminuzione della percentuale esposta a concentrazioni superiori (fascia 30-40 ma soprattutto fascia >40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) la quale mostra una tendenza al ridimensionamento. La popolazione esposta a valori di concentrazione di PM10 sopra i 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è quasi nulla nel 2010 (0,1%) mentre è il 26 ed il 20% nei due anni successivi; nel 2013 si rileva un sostanziale miglioramento scendendo al 2% del totale per tornare ad una percentuale vicino allo zero (0,6%) nel 2015 e ad una percentuale nulla nel 2016. Al momento l'anno con la peggiore situazione rilevata dalle indagini è stato il 2011. (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018)

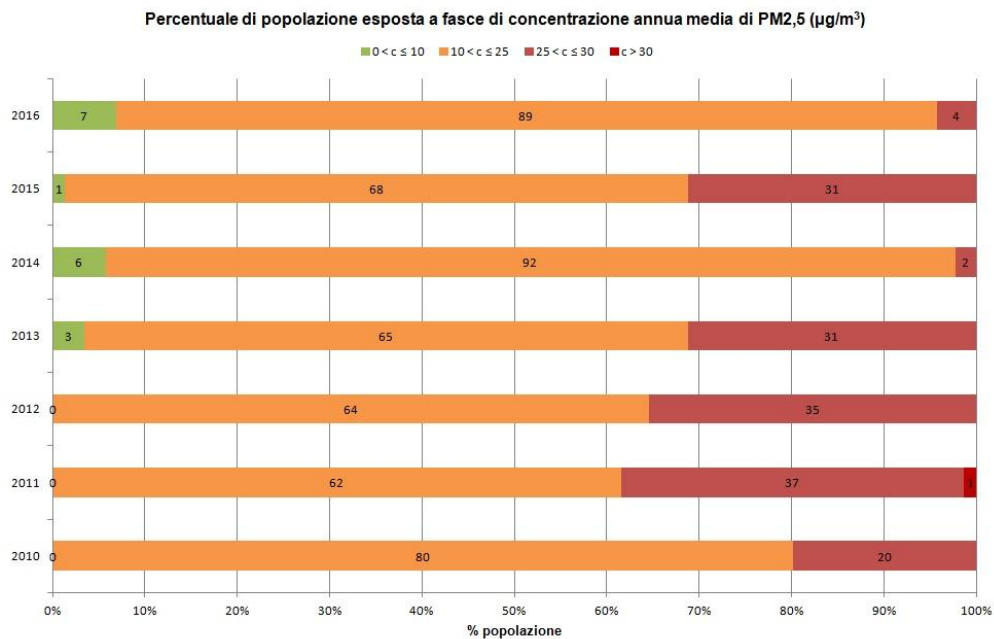


Figura 4.33: Percentuale di popolazione esposta in ambito urbano a fasce di concentrazione media annua di PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) - Fonte ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

L'indicatore di popolazione esposta al PM<sub>2,5</sub> è rappresentativo per la valutazione dell'esposizione così come raccomandato nell'obiettivo prioritario 3 del 7° programma di azione ambientale dell'UE "7th EAP Priority Objective 3: To safeguard the Union's citizens from environment-related pressures and risks to health and well-being" misurando i livelli medi di inquinante a cui una determinata percentuale di popolazione viene annualmente esposta e la sua variazione negli anni.

Dal 2010 al 2016 la popolazione esposta a valori di PM<sub>2,5</sub> inferiori a 10 µg/m<sup>3</sup> è aumentata, passando rispettivamente dallo 0% al 7%. In aumento nel 2016 la percentuale di popolazione esposta a concentrazioni comprese nella fascia 10-25 µg/m<sup>3</sup> consentendo l'abbassamento della percentuale di popolazione esposta a concentrazioni comprese nella fascia 25-35 µg/m<sup>3</sup>, che scende al 4% (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018).



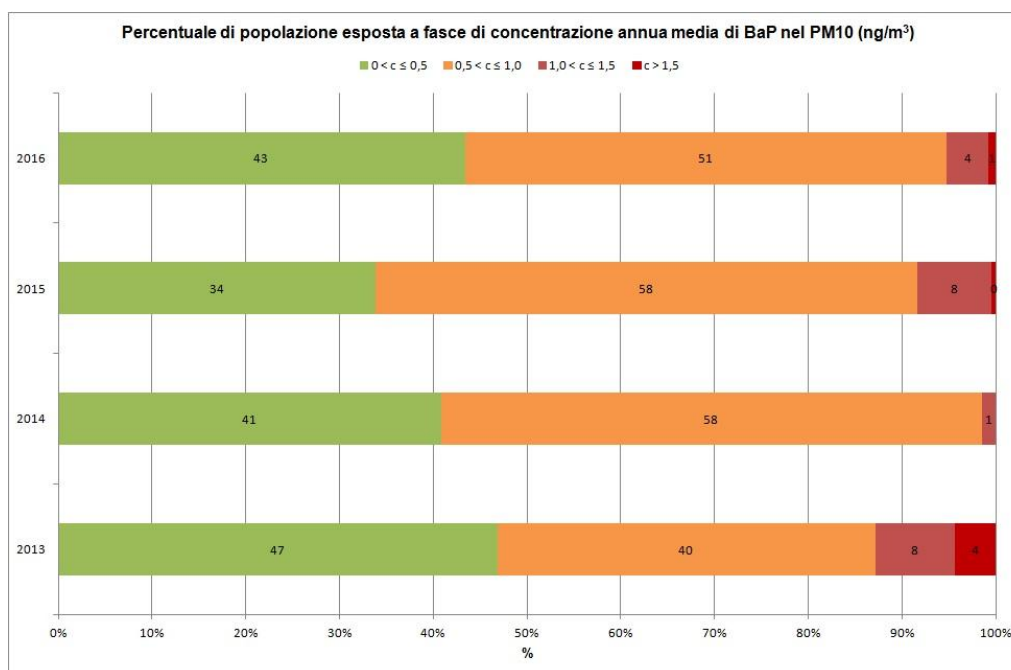


Figura 4.34: Percentuale di popolazione esposta a fasce di concentrazione di BaP nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) - Fonte ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

Rispetto al 2013, in cui il 12,8% della popolazione era mediamente esposta a valori superiori ad 1 ng/m<sup>3</sup>, nel 2014 solo l'1,4% della popolazione ricade in queste fasce, ma risale all'8,4% nel 2015 per attestarsi sul 5,2% nel 2016. Nel periodo considerato, la percentuale di popolazione mediamente esposta alla fascia 0 - 0,5 ng/m<sup>3</sup>, dopo essere diminuita passando dal 46,8% del 2013 al 33,8% del 2015, torna a crescere attestandosi nel 2016 sul 43,4% (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018).

### Biodiversità e ecosistemi

La biodiversità rappresenta la ricchezza di vita sulla terra: le piante, gli animali e i microrganismi, i geni che li costituiscono e i complessi ecosistemi a cui danno origine nella biosfera. La *Convention on Biological Diversity* - CBD, adottata dell'*Earth Summit* del 1992 a Rio de Janeiro (<http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>), definisce la biodiversità come «la variabilità degli organismi viventi di ogni origine, compresi *inter alia* gli ecosistemi terrestri, marini ed altri ecosistemi acquatici, e tutti i complessi ecologici di cui fanno parte; questa include la diversità intra-specifica, inter-specifica e degli ecosistemi» (<https://www.cbd.int/convention>).

L'Italia è dotata di un'incredibile ricchezza e diversità di ecosistemi in cui organismi viventi e componenti abiotiche coesistono ed interagiscono tra di loro per generare processi ecosistemici.

Lo "stato di salute", in gran parte alterato dalle pressioni antropiche, influenza la capacità degli ecosistemi di fornire risorse e flussi di Servizi Ecosistemici (SE) oggi e nel futuro.

Tra i servizi ecosistemici quelli di maggior interesse per il Programma risultano essere i servizi di regolazione e mantenimento (regulating services and maintenance) relativi ai processi fisici, biologici ed ecologici quali ad esempio il clima, il sequestro di carbonio, la qualità di acque e aria, arrivando a mitigare rischi naturali come l'erosione, i dissesti idrogeologici o il cambiamento climatico.

In particolare la capacità di regolazione del clima e della qualità dell'aria da parte della vegetazione potrebbe essere influenzata dalle misure del Programma e allo stesso tempo contribuire al perseguimento degli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria.

Il mantenimento della funzionalità degli ecosistemi terrestri è anche tra gli obiettivi globali di sviluppo sostenibile (SDGs – 15 “Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, e fermare la perdita di diversità biologica”).

### Fauna

Nel panorama europeo l'Italia è caratterizzata da un patrimonio di specie tra i più significativi sia per il numero totale sia per l'alto tasso di endemismi, e rappresenta per questo uno dei trentaquattro hotspot di biodiversità a livello mondiale. Molti fattori – biogeografici, storici, antropologici – hanno contribuito a fare dell'Italia un luogo caratterizzato da una elevatissima biodiversità spaziale e temporale con organismi antichissimi, che abitano il pianeta da 500 milioni di anni, e nuovissimi, tanto che, da recenti analisi, molti gruppi hanno mostrato un tasso di endemismo superiore al 50%. Il numero di specie italiane, confrontato con quello degli altri paesi europei e mediterranei, è enorme.

I risultati delle più recenti valutazioni realizzate in adempimento della Direttiva Habitat delineano uno stato di conservazione sfavorevole – inadeguato o cattivo – per circa la metà delle specie di interesse comunitario (50% per la flora, 51% per la fauna) e per oltre la metà degli habitat (68%). Lo stato di conservazione delle specie di fauna di interesse comunitario (esclusi gli uccelli), presenta notevoli problematiche, in quanto il 18% rivela uno stato di conservazione cattivo e il 15% cattive prospettive future.

Per quanto attiene all'avifauna, i dati più accurati ed aggiornati derivano dall'ultimo rapporto redatto ai sensi dell'Articolo 12 della Direttiva Uccelli (ISPRA, 2015[a]), trasmesso alla Commissione europea nel dicembre 2013. Il rapporto evidenzia la presenza di oltre un milione di coppie riproduttive con una distribuzione superiore ai 300.000 km<sup>2</sup>, mentre altre specie sono limitate a 2-15 coppie presenti su aree di 100-1000 km<sup>2</sup>. Il 25% delle specie nidificanti rientra in una delle categorie a più elevato rischio di estinzione e tra queste 5 sono le specie risultate in maggior pericolo: il gipeto, il capovaccaio, il grifone, l'aquila del Bonelli e la bigia padovana. Queste specie sono accomunate da un stato di conservazione cattivo, un basso numero di coppie (<100) e una limitata estensione della distribuzione geografica (<20.000 chilometri quadrati). Le specie più vulnerabili si trovano principalmente in ambienti di prato-pascolo, nei seminativi e nelle zone umide. Ci sono, comunque, anche molte specie che hanno migliorato il loro stato di conservazione. Nel complesso, il numero di popolazioni in incremento nell'ultimo decennio (37), è vicino al numero di quelle in decremento (41). Sul lungo periodo invece il rapporto si inverte, 37 in aumento, 32 in decremento. I fattori di minaccia alla conservazione segnalati più di frequente sono le modificazioni dei sistemi naturali (abbandono dei pascoli e delle colture tradizionali), le pratiche agricole (biocidi e fertilizzanti) e lo sfruttamento di risorse biologiche (caccia e pesca).

Per quanto riguarda i dati conoscitivi riguardanti gli invertebrati (irudinei, decapodi, insetti: odonati, ortotteri, coleotteri e lepidotteri) sono disponibili i trend relativi a poco più del 54,9% delle specie. La situazione appare diversa riguardo alle valutazioni dei trend: si hanno infatti 'trend in peggioramento' per il 66% delle specie considerate e 'stabili' per il 12,5%. Anche nel caso degli invertebrati è la regione biogeografia alpina ad avere in proporzione il maggior numero di specie della flora con un trend in peggioramento (62,5%).

I trend che interessano le acque interne evidenziano come i pesci (agnati e osteitti), sull'88,9% delle specie valutate, abbiano 'trend in miglioramento' per il 6,3% delle specie e 'trend stabili' per il 16,7%, mentre trend in 'peggioramento' si osservano per il 75% delle specie.

Gli anfibi (valutazione stilata per il 37,3% delle specie) mostrano per tutte le specie un 'trend in peggioramento' (tranne per l'*Hydromantes genei* per il quale è stata espressa la valutazione di 'trend complessivo' sconosciuto).

La regione biogeografica alpina ha il maggior numero di specie di pesci e anfibi, che mostrano un 'trend complessivo in peggioramento' (94,1%). I rettili, per i quali è stata realizzata una valutazione dei trend per il 30,2% delle specie, mostrano per tutte le specie un 'trend in peggioramento', tranne per *Lacerta agilis*, per la quale è stata espressa la valutazione di 'trend complessivo' stabile. Nelle regioni biogeografiche, rispettivamente continentale e mediterranea, per tutte le specie, si riscontra un 'trend complessivo in peggioramento'. I mammiferi, con il 46,7% delle specie per le quali è stata realizzata una valutazione dei 'trend complessivi', mostrano 'trend in peggioramento' per gran parte delle specie, tranne che per *Lutra lutra* e *Ursus arctos* nella regione biogeografica alpina, per le quali si riscontrano 'trend complessivi' valutati 'in miglioramento' e per le specie *Lepus timidus* e *Myotis daubentonii*, per le quali si osservano 'trend stabili'.

La regione biogeografica continentale possiede il maggior numero di specie (94,1%) con 'trend complessivo in peggioramento'. Nell'insieme, da un punto di vista conoscitivo, si dispone di valutazioni dei 'trend complessivi' per poco meno della metà delle specie. Il range è compreso tra il 30,2% dei rettili e il 54,9% degli invertebrati, escludendo i pesci per i quali si hanno valutazioni dei trend per l'88,9% delle specie.

Da un punto di vista delle regioni biogeografiche, è quella alpina ad avere il maggior numero di specie con 'trend complessivo in peggioramento' (flora, invertebrati, pesci e anfibi), seguita da quella continentale (rettili e mammiferi).

Rispetto agli uccelli è possibile sintetizzare i trend di popolazione nelle categorie "stabile", "in decremento", "in incremento" e "fluttuante", traendo i dati dal "Rapporto sull'applicazione della Direttiva 147/2009/CE in Italia: dimensione, distribuzione e trend delle popolazioni di uccelli (2008-2012)" (ISPRA, 2015[a]). Questi dati si riferiscono al trend a lungo periodo ovvero nell'intervallo compreso tra il 1980 al 2012 circa, dal momento che la raccolta dei dati non è stata completamente omogenea intorno agli estremi di riferimento, per la difficoltà di disporre di dati storici omogenei. L'inquadramento complessivo che emerge, indica come poco più di un terzo delle specie considerate abbia un trend in incremento del 37,9%, a fronte del 24,2% in decremento. Il 10,5% delle specie di uccelli ha un trend a lungo termine stabile e il 4,6% fluttuante.

### Flora e Vegetazione

La Flora è l'insieme delle specie vegetali che vivono in una specifica area identificata da limiti geografici o amministrativi, come una catena montuosa, un'area protetta, un comune, una regione o un territorio più vasto. Essendo clima e substrato i principali fattori che regolano la vita delle piante, la flora è composta da specie le cui caratteristiche morfologiche e funzionali sono coerenti con l'ambiente in cui vivono. Il mondo vegetale è costituito da gruppi afferenti a molteplici linee evolutive e comprende sia organismi semplici, sia organismi strutturalmente più complessi.

La vegetazione rappresenta il complesso delle piante di un ambiente considerate nel loro modo di aggregarsi e nei loro rapporti con i fattori presenti nell'ambiente stesso. L'aspetto qualitativo del manto vegetale si può descrivere attraverso la flora. Essa è il risultato della distribuzione e della combinazione delle piante nei diversi luoghi, in funzione del variare dei fattori ecologici, del patrimonio floristico e dell'attività antropica. La vegetazione è quindi costituita dall'insieme delle comunità di piante vascolari che popolano un habitat, nel quale le singole specie trovano il necessario spazio vitale. È quindi evidente come i concetti di flora e di vegetazione abbiano un significato prettamente didattico-funzionale in quanto espressioni analitiche ed ecologiche di uno stesso soggetto: il paesaggio vegetale (Blasi e Biondi, 2017).

Dalla vegetazione originano numerosi servizi e benefici per l'uomo molti dei quali di importanza chiave indispensabili per lo sviluppo e la sussistenza della società umana, definiti servizi ecosistemici, tra i quali troviamo la salvaguardia e l'incremento di habitat per specie di flora e fauna di pregio, il miglioramento del microclima e l'incremento del valore estetico e paesaggistico del territorio, la fornitura di alimenti, di tessuti e biomasse legnose per uso tecnico ed energetico e l'abbattimento degli inquinanti (Schagner et. al, 2013; Silli et. al, 2015).

Le piante rappresentano il livello trofico di base nella catena alimentare e sono dunque una risorsa insostituibile, dalla quale dipende la vita degli altri organismi viventi. Tutelarle è quindi un obiettivo di primaria rilevanza; ma protezione e conservazione sono attuabili solo se sono note la consistenza e la qualità del patrimonio floristico attuale. Approfondire la conoscenza di questa biodiversità è quindi fondamentale.

Come già evidenziato, l'Italia è caratterizzata da un'elevata ricchezza floristica, dovuta anche alla grande complessità litomorfologica del territorio. La diversità floristica e le *serie di vegetazione esistenti in Italia*, vengono ben rappresentate e sintetizzate nella relativa Carta, caratterizzata da ben 279 voci (Blasi ed. 2010). Relativamente all'estensione, si può notare che ad esempio, si passa dai 1.517.213 ettari della serie più estesa (*Oleo sylvestris-Quercus virgiliana* sigmetum) ai poco più di 320 ettari della serie con copertura minore (*Juniperus hemisphaerica-Abies nebrodensis* sigmetum). Nella tabella seguente si riportano anche le 10 serie di vegetazione, che nel loro insieme coprono poco più del 30% del territorio nazionale, mentre per arrivare al 50% occorre considerare altre 16 serie. Tra le unità cartografiche con minore superficie (meno di 500 ha) si possono citare: il geosigmeto appenninico settentrionale della vegetazione primaria d'altitudine (che comprende le associazioni: *Silene exscapae-Trifolium alpini*, *Oligotrichum-Gnaphalium supini*, *Polytrichum sexangulare*, *Poa-Cerastium cerastioidis*, *Salicetum herbaceae*), la serie sarda calcicola del carpino nero (*Cyclaminus repandi-Ostrya carpinifoliae* sigmetum) e la serie garganica calcicola del cerro (*Doronicum orientalis-Carpinus betuli* sigmetum).

In termini di potenzialità, il nostro Paese dovrebbe avere una copertura forestale pari a circa il 90% della superficie vegetata; infatti la maggior parte delle serie di vegetazione cartografate sono di tipo forestale, anche se allo stato attuale solo poco più del 30% del territorio presenta cenosi forestali. Il restante 10% della superficie nazionale è interessata da una vegetazione primaria di tipo erbaceo o arbustivo (fascia alpina e subalpina) e da vegetazione idrofita e acquatica (acque dolci o salmastre).

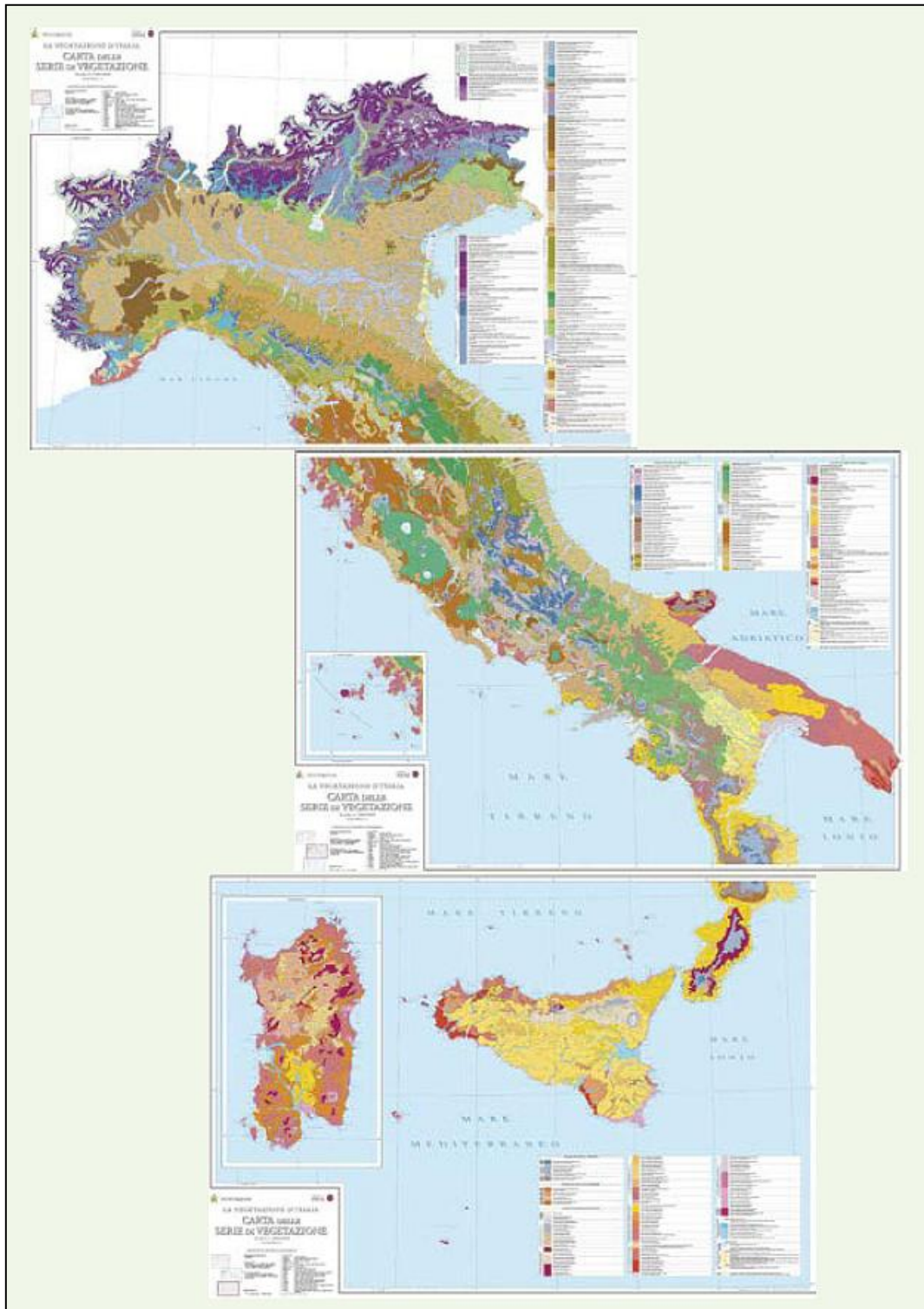


Figura 4.35: Carta delle Serie di Vegetazione d'Italia in scala 1:250.000 (Blasi ed., 2010)

Serie di vegetazione	Ettari	%
<i>Oleo-Quercus virgiliana</i> sigmetum	1.517.213,6	5,02
<i>Rosa sempervirens-Quercus pubescens</i> sigmetum	1.206.393,5	3,99
<i>Asparagus tenuifolius-Quercus robur</i> sigmetum	1.039.862,7	3,44
Serie della farnia e del carpino bianco ( <i>Carpinus betuli</i> )*	878.868,2	2,91
<i>Erica arborea-Quercus virgiliana</i> sigmetum	817.445,6	2,71
<i>Cyclaminus hederifolius-Quercus ilicis</i> sigmetum	778.651,3	2,58
<i>Daphniphyllum laureolae-Quercus cerridis</i> sigmetum	646.424,4	2,14
<i>Anemone apennina-Fagus sylvatica</i> sigmetum	578.540,8	1,91
<i>Physospermum verticillatum-Quercus cerridis</i> sigmetum	520.213,3	1,72
Serie dei quercus-carpineti della pianura alluvionale ( <i>Quercetalia pubescentis-petraeae</i> )*	496.724,0	1,64
<i>Prasium majus-Quercus ilicis</i> sigmetum	490.941,7	1,62
<i>Galium scabrum-Quercus suber</i> sigmetum	472.086,7	1,56

\* Piccoli lembi residuali di foreste molto frammentate.

Figura 4.36: Le serie di vegetazione più diffuse sul territorio nazionale (Blasi e Biondi, 2017)

### Contesto normativo

La normativa in tema di salvaguardia della qualità dell'aria e controllo dell'inquinamento atmosferico prevede sia valori limite per la protezione della salute umana che per la protezione degli ecosistemi. Per un quadro complessivo sui limiti e soglie per i vari inquinanti si rimanda al paragrafo sulla qualità dell'aria.

Ai fini della protezione della sola vegetazione e degli ecosistemi sono stati contemplati i seguenti limiti di legge dal legislatore, per i seguenti inquinanti:

- SO<sub>2</sub>: limiti per la protezione degli ecosistemi (media annua da ottobre a marzo di 20 µg/m<sup>3</sup>)
- NO<sub>x</sub>: limiti per la protezione degli ecosistemi (media annua 30 µg/m<sup>3</sup>)
- O<sub>3</sub>: limiti per la protezione della vegetazione, sia come obiettivo lungo termine (periodo maggio-luglio, 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h, su 5 anni), che come valore obiettivo (periodo maggio-luglio, 6000 µg/m<sup>3</sup>h).

### Effetti dell'inquinamento per la vegetazione

#### *I livelli critici di inquinanti*

Al fine di valutare gli effetti degli inquinanti atmosferici sulla vegetazione è necessario riferirsi al concetto di *Livello Critico* definito come "la concentrazione, esposizione cumulativa o flusso stomatico cumulativo di inquinanti atmosferici al di sopra dei quali possono verificarsi effetti avversi diretti sulla vegetazione sensibile, in accordo con le conoscenze attuali" (UNECE ICP-Vegetation, 2017). L'esposizione a concentrazioni superiori al livello critico ha quindi effetti negativi sulle diverse tipologie di vegetazione, sull'intero ecosistema e sui relativi servizi, inclusi quelli relativi alla fornitura di biomasse e di alimenti, ai quali la vegetazione provvede.

I livelli critici di inquinanti sono differenti per i diversi inquinanti, comprese le concentrazioni medie, le esposizioni cumulative di inquinanti che penetrano nelle foglie attraverso pori e stomi (flusso stomatico), poiché gli effetti avversi osservati sono correlati non solo alle concentrazioni alle quali i vegetali sono esposti, ma soprattutto alla quantità effettiva di inquinante penetrato all'interno della pianta (*uptake*). I danni prodotti variano a seconda del tipo di vegetazione e di specie vegetale considerata, come pure degli inquinanti presenti e comprendono vari effetti; tra i più importanti: cambiamenti nella crescita per alberi e vegetazione naturale e semi-naturali, decremento della qualità e della resa del raccolto, soprattutto per le colture agrarie e del numero di fiori e semi prodotti per la vegetazione (semi)naturale, ma anche maggiore vulnerabilità a stress abiotici come gelo o siccità e stress biotici quali parassiti e malattie. Inoltre occorre evidenziare che gli effetti osservati sui vegetali sono differenti nel caso di esposizioni per brevi periodi (*short-term exposure*) e per lunghi periodi (*long-term exposure*).

Attraverso l'elaborazione delle mappe di superamento dei livelli critici, le quali mostrano la differenza tra il livello critico per la specifica vegetazione e la concentrazione di inquinanti atmosferici monitorati o modellati e l'esposizione cumulativa o il flusso stomatico cumulativo, è possibile evidenziare le aree geografiche con i superamenti e quindi caratterizzate da maggior impatto e maggiori effetti attesi sulla vegetazione.

La vegetazione quindi non risulta tutta sensibile allo stesso modo nei confronti degli inquinanti atmosferici. Per questo, nella definizione dei livelli critici, vengono considerate differenti tipologie di vegetazione con differenti sensibilità e relativi effetti osservati, quali ad esempio:

- *Cianobatteri e licheni*
- *Ecosistemi forestali*
- *Vegetazione semi-naturale*
- *Colture agrarie*

A seconda dell'inquinante vengono raccomandati dei limiti di concentrazione o di dose (concentrazione nel tempo), in relazione al tipo di vegetazione, ai periodi fenologici ad al tempo di esposizione.

A titolo esemplificativo si riportano di seguito i livelli critici per l'inquinante SO<sub>2</sub>, rilevati sperimentalmente (UNECE ICP-Vegetation), per le differenti tipologie di vegetazione (recettore):

**Table III.1: Critical levels for SO<sub>2</sub> (µg m<sup>-3</sup>) by vegetation category.**

<b>Vegetation Type</b>	<b>Critical level SO<sub>2</sub> [µg m<sup>-3</sup>]</b>	<b>Time period</b>
Cyanobacterial lichens	10	Annual mean
Forest ecosystems*	20	Annual mean and Half-year mean (October-March)
(Semi-)natural	20	Annual mean and Half-year mean (October-March)
Agricultural crops	30	Annual mean and Half-year mean (October-March)

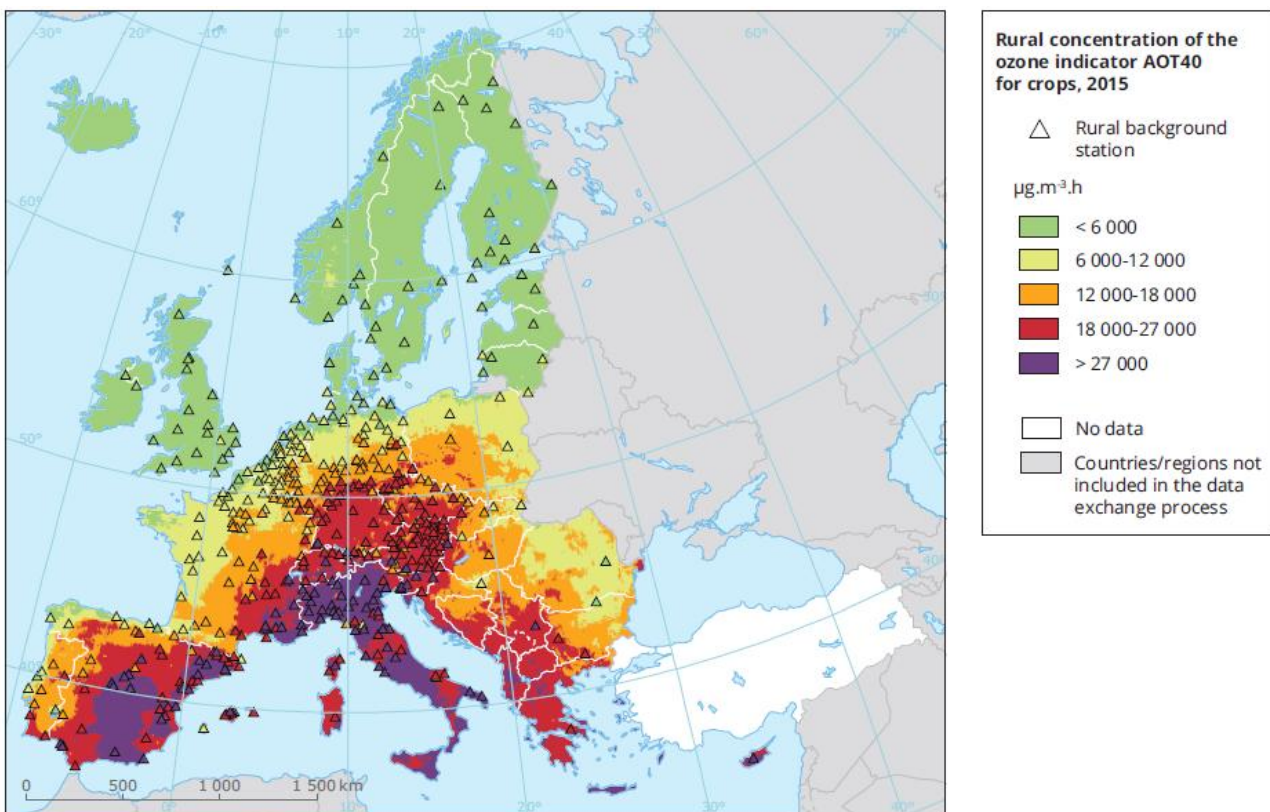
*\*The forest ecosystem includes the response of the understorey vegetation.*

Figura 4.37: Livelli critici per il biossido di zolfo per le differenti tipologie vegetali (ICP, Vegetation, 2017)

Per altri inquinanti ed in particolare per l'ozono, la stima del livello critico è più complessa, poiché parametri ambientali quali temperatura, umidità e disponibilità idrica a livello del suolo, così come altri fattori fisiologici della pianta, come la conduttanza stomatica, condizionano l'apertura degli stomi e quindi la quantità effettiva di inquinante che penetra nelle foglie e dai quali dipendono i danni osservati.

L'ozono rappresenta un rischio per le colture, le foreste e altri tipi di vegetazione, con effetti sulla crescita e e più in generale sulla biodiversità. Secondo quanto riportato nell'EEA report 2018 "Air quality in Europe" In molte zone del centro e del sud Europa, le praterie della Rete Natura 2000 sono a rischio a causa dell'esposizione ai livelli attuali di concentrazioni di O<sub>3</sub>, che possono modificare la composizione della comunità vegetale e la fioritura e produzione di semi per alcune specie (Harmens et al., 2016).

Il valore AOT40 di 18 000 µg / m<sup>3</sup> \*h è stato superato in circa il 30% delle aree agricole nell'UE-28, soprattutto nelle regioni del Mediterraneo meridionale e parti del centro Europa, nel 2015.



Source: ETC/ACM, 2018b.

Figura 4.38

I livelli di O<sub>3</sub>, variano notevolmente di anno in anno, soprattutto a causa delle variazioni meteorologiche.

#### I Carichi Critici per la misura dell'eutrofizzazione e acidificazione

Fenomeni di eutrofizzazione e acidificazione sono tra i più significativi effetti dell'inquinamento dell'aria sull'ambiente.



La deposizione atmosferica dei composti di zolfo e azoto (emesso nell'aria come NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>) hanno effetti acidificanti sui suoli e sulle acque e quindi sulla biodiversità. La deposizione dei composti di azoto è anche causa di eutrofizzazione.

Il fenomeno dell'eutrofizzazione riguarda un eccesso di nutrienti nel suolo o nelle acque, con conseguenti impatti sugli ecosistemi terrestri e acquatici, inclusa la minaccia alla biodiversità.

Le deposizioni acide comportano una riduzione del PH del suolo e delle acque influenzando la vita degli animali e delle piante.

La riduzione in Europa delle emissioni dei composti di zolfo ha comportato una diminuzione dei processi di acidificazione con segnali di ripresa per laghi e foreste. Le considerevoli riduzioni delle emissioni di SO<sub>x</sub> negli ultimi decenni ha reso gli NO<sub>x</sub> i principali componenti acidificanti oltre ad essere responsabili dei fenomeni di eutrofizzazione. Tuttavia gli SO<sub>x</sub> per il loro maggiore potenziale acidificante rispetto a NO<sub>x</sub> forniscono tutt'ora il loro contributo all'acidificazione.

Gli effetti di eutrofizzazione (e acidificazione) dovuti alla deposizione di inquinanti atmosferici sono stimati in termini di superamento dei "carichi critici" di deposizione. Per "carico critico" si intende il livello d'inquinamento massimo (inquinanti eutrofizzanti o acidificanti) depositato che l'ecosistema può sopportare senza subire impatti negativi.

La COM(2018)446final "Prime prospettive in materia di aria pulita" indica che, in seguito all'attuazione della direttiva NEC, le superfici degli ecosistemi soggetti ad eutrofizzazione si ridurranno del 27% tra il 2005 e il 2030.

I dati a livello europeo (EMEP 2017), come riportato nel report 2018 EEA "Air quality in Europe", mostrano che la deposizione di azoto atmosferico rimane una minaccia per salute degli ecosistemi in termini di eutrofizzazione.

Nel 2015 le maggiori eccedenze si sono verificate nella Pianura Padana, nelle aree di confine tra Olanda e Germania e Danimarca e nella Spagna nord-occidentale. Proiezioni al 2020 e al 2030 indicano che l'esposizione degli ecosistemi all'eutrofizzazione sarà ancora molto diffusa.

Come già detto i depositi eccessivi di azoto sono causati dalla deposizione di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>. L'NH<sub>3</sub> è il composto dominante e la sua importanza relativa aumenterà ulteriormente entro il 2030 in quanto la direttiva NEC ne prescrive una riduzione relativamente modesta (19%) rispetto all'NO<sub>x</sub> (63%).

In riferimento all'acidificazione a livello europeo le eccedenze dei carichi critici hanno riguardato oltre il 5% delle superfici di ecosistemi nel 2015. Sempre a livello europeo l'ulteriore riduzione delle emissioni di SO<sub>2</sub> previste dalla direttiva NEC comporterà nuovi potenziali riduzioni di acidificazione dei suoli forestali portando a soddisfare i carichi critici nel 99,8% delle aree forestali europee (report 2018 EEA "Air quality in Europe").

L'International Cooperation Program Modelling & Mapping (ICP-M&M) di supporto metodologico al protocollo di Göteborg, insieme ad altri 4 programmi che fanno capo al Centro di Coordinamento degli Effetti (CCE), definisce gli strumenti di contrattazione delle riduzioni di emissione di inquinanti sulla base degli effetti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi e sulla salute, valutando anche il contributo dei cambiamenti climatici a tali effetti.

Costituiscono strumenti di contrattazione i carichi critici definiti come la “*stima quantitativa dell'esposizione a uno o più inquinanti, al di sotto della quale non avvengono effetti dannosi significativi nell'ecosistema recettore, in accordo con le attuali conoscenze*”.

Oltre ai Carichi Critici di Azoto ( $CL_{eut}$ ) indicatori del fenomeno di eutrofizzazione e i Carichi Critici di Zolfo ( $CL_{acid}$ ) indicatori dell'acidificazione per gli ecosistemi foresta e vegetazione naturale e seminaturale, in accordo con gli obiettivi della “strategia sulla biodiversità” negli ultimi anni si sta lavorando al calcolo dei Carichi Critici di biodiversità ( $CL_{biodiv}$ ) che individuano il limite oltre il quale l'inquinamento atmosferico produce perdita di biodiversità. Quest'ultimo però è ancora in fase di consolidamento nell'ambito dell'ICP-M&M.

Per identificare le aree di eccedenza, ovvero le aree dove i livelli di deposizione possono indurre alterazioni negli ecosistemi e, quindi, rappresentare aree a rischio dove è lecito attendersi degli impatti, i Carichi Critici per ciascun ecosistema vengono confrontati con le deposizioni al suolo.

A livello nazionale la figura 4.35 riporta le eccedenze calcolate sulle deposizioni di N totale per gli anni 2005 e 2015. In merito ai valori di Carico Critico di Zolfo ( $CL_{acid}$ ) non si rilevano eccedenze al 2015 anche grazie all'effetto delle politiche di riduzione del contenuto di zolfo nei carburanti.

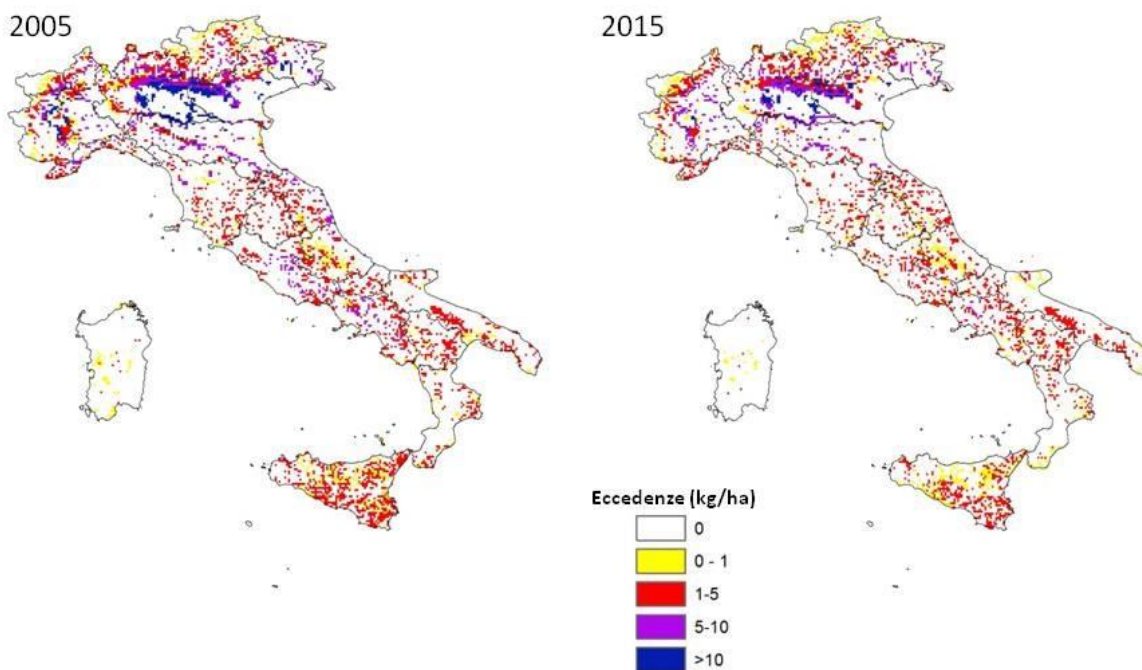


Figura 4.39: eccedenze calcolate sulle deposizioni di N totale per gli anni 2005 e 2015 - Fonte: ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

Come si evince dalla figura tutta la zona Nord del nostro Paese ed in particolar modo la Pianura padana, è interessata dalle eccedenze più marcate, si registra inoltre un apprezzabile miglioramento per il 2015 su tutto il territorio nazionale.

### Uso e copertura del suolo

L'uso del suolo, analizzato alla scala del CLC, rappresenta uno strato informativo adeguato per analisi di livello nazionale come quelle richieste per la valutazione degli effetti del Programma. L'uso del suolo classifica il territorio in base alla sua dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica (residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo) costituisce pertanto una base informativa rappresentativa per il livello nazionale della distribuzione delle fonti emmissive di inquinanti e dei recettori esposti all'inquinamento (esposizione della popolazione, elementi naturali, patrimonio agroalimentare...).

L'analisi delle diverse categorie di uso del suolo restituisce come elemento significativo per tale analisi la distribuzione delle aree urbanizzate sull'intero territorio nazionale, nonché le aree agricole, le aree boschive e seminaturali, le zone umide e i corpi idrici (1° livello del CLC).

La produzione di dati CORINE Land Cover, assicurata oggi nell'ambito dell'area tematica Land del programma Copernicus, è un'iniziativa avviata nel 1985 a livello europeo.

I dati CLC hanno limiti significativi in termini di risoluzione spaziale (25 ettari) e sono ormai superati su questo da altri fonti informative (High Resolution Layers – HRL – Urban Atlas, etc), tuttavia hanno un'ottima risoluzione tematica, con un sistema di classificazione gerarchico con 44 classi su tre livelli (in Italia con alcuni approfondimenti al quarto livello). Inoltre, sono gli unici dati che garantiscono un quadro europeo e nazionale completo, omogeneo e con una serie temporale che assicura quasi trent'anni di informazioni (1990, 2000, 2006, 2012, 2018).

Gli interventi individuati nel programma riguarderanno i tre settori che ad oggi maggiormente contribuiscono all'inquinamento: i trasporti, il riscaldamento domestico a biomassa e l'agricoltura, settori particolarmente legati alle dinamiche territoriali riconducibili ad aree urbane o agricole.

L'uso del territorio secondo il dato CORINE Land Cover 2018 evidenzia l'ambito agricolo e boscato/semi naturale come le superfici prevalenti che insieme costituiscono poco più del 93% del territorio nazionale. L'ambito artificializzato/urbano copre circa il 5,5%. La somma delle zone umide e dei corpi idrici<sup>7</sup> si attesta a poco più di 400.000 ha (poco sopra l'1% dell'intero territorio italiano). In tabella 4-18 sono riportati i valori dell'uso a livello regionale.

Tabella 4-18: Uso del suolo per classi di primo livello CLC (2018)

Regioni	Aree artificiali	Aree agricole	Aree boschive e seminaturali	Zone umide	Corpi idrici	Totale
				Km <sup>2</sup>		
<b>Piemonte</b>	1.360,6	10.974,6	12.832,9	1,0	220,0	25.389,2
<b>Valle d'Aosta</b>	47,2	267,1	2.942,6	0,5	3,4	3.260,8
<b>Lombardia</b>	2.774,4	11.264,7	9.111,0	23,8	685,9	23.859,8
<b>Trentino-Alto Adige</b>	293,9	1.866,2	11.374,7	2,9	63,6	13.601,3

<sup>7</sup> La classe 523 "mari e oceani" appartenente alla classe di 1° livello "corpi idrici" è stata esclusa dalle elaborazioni in quanto gli scenari di qualità dell'aria elaborati nell'ambito del Programma non coprono totalmente tali aree.

<b>Veneto</b>	1.702,0	10.364,6	5.319,2	227,1	810,6	18.423,6
<b>Friuli Venezia Giulia</b>	623,0	3.001,5	4.054,8	26,5	154,0	7.859,8
<b>Liguria</b>	269,4	918,3	4.209,2	0,6	9,9	5.407,3
<b>Emilia-Romagna</b>	1.251,1	14.866,6	5.710,4	121,2	236,2	22.185,6
<b>Toscana</b>	1.119,2	10.454,9	11.253,6	55,9	103,1	22.986,7
<b>Umbria</b>	300,1	4.303,0	3.701,6	8,7	148,3	8.461,7
<b>Marche</b>	454,7	6.171,2	3.093,1	0,0	13,2	9.732,3
<b>Lazio</b>	1.099,0	9.706,4	6.156,8	7,4	258,1	17.227,8
<b>Abruzzo</b>	327,3	4.858,7	5.621,0	0,0	23,0	10.829,9
<b>Molise</b>	81,8	2.743,3	1.621,2	0,8	14,0	4.461,0
<b>Campania</b>	1.021,0	7.520,8	5.089,4	3,4	34,8	13.669,4
<b>Puglia</b>	1.067,1	15.760,0	2.452,9	91,2	167,2	19.538,3
<b>Basilicata</b>	158,8	5.737,5	4.130,1	9,3	37,0	10.072,7
<b>Calabria</b>	564,4	7.323,4	7.284,5	0,4	50,3	15.223,0
<b>Sicilia</b>	1.303,3	17.658,7	6.734,5	20,7	115,0	25.832,2
<b>Sardegna</b>	718,9	11.161,8	11.909,1	75,0	221,9	24.086,8
<b>Italia</b>	<b>16.537,0</b>	<b>156.923,5</b>	<b>124.602,7</b>	<b>676,4</b>	<b>3.369,6</b>	<b>302.109,2</b>

Al fine di stimare l'esposizione all'inquinamento atmosferico al paragrafo "stato di riferimento per la stima degli effetti ambientali del Programma" del presente rapporto è analizzata la ripartizione dei livelli di qualità dell'aria (classi di concentrazioni derivanti dagli scenari del Programma) per le diverse tipologie di uso del suolo.

#### *Beni culturali*

Il deterioramento dei materiali che costituiscono il patrimonio culturale è un fenomeno solitamente riconducibile a vari fattori, tra cui l'inquinamento dell'aria e le condizioni climatiche del territorio in cui i beni sono collocati.

I principali inquinanti coinvolti nei processi di degrado dei beni culturali, sono il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), l'ozono (O<sub>3</sub>) e il particolato atmosferico (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> etc.); questi inquinanti, agendo sinergicamente con alcuni fattori climatici (temperatura, precipitazioni umidità relativa), possono dare origine a differenti forme di alterazione che dipendono in particolare dal tipo di materiale coinvolto nel processo di degrado.

Il danno subito da un materiale può essere quantificato sperimentalmente in situ o in laboratorio oppure stimato attraverso l'applicazione di specifiche relazioni matematiche in grado di quantificare, in prima approssimazione, il degrado di un materiale in funzione di quei fattori che lo determinano.

A tale proposito verso la metà degli anni ottanta, per studiare e stimare gli effetti dell'inquinamento atmosferico sui materiali impiegati nel settore dei beni culturali, è stato istituito il Programma internazionale ICP Materials (The International Co-operative Programme on Effects on Materials, including Historic and Cultural Monuments) del Working Group on Effects (WGE), uno dei tavoli costituiti nell'ambito della Convenzione sull'Inquinamento Transfrontaliero a lungo raggio (CLRTAP).

L'ICP Materials ha l'obiettivo di valutare il deterioramento dei materiali impiegati nel settore dei beni culturali attraverso la definizione di funzioni dose-risposta, che consentono di stimare la risposta (danno) di un materiale in funzione della dose (i parametri che causano il danno stesso, ad esempio le concentrazioni di inquinanti e i fattori climatici).

Nell'ambito del Programma è stato studiato in particolare il fenomeno di corrosione dei materiali e sono state ricavate funzione dose-risposta per il calcolo della recessione superficiale (R, quantificata in  $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) e della perdita di materiale (ML,  $\text{g}/\text{m}^2$ ).

Tali funzioni dose-risposta verranno applicate, per fornire a livello nazionale una stima del potenziale danno per i beni costituiti da calcare, bronzo, zinco e rame derivante dai livelli di qualità dell'aria stimati al 2020 (scenario WM) e alle loro variazioni al 2030 derivanti dall'attuazione o meno delle misure del Programma (scenari WM e WAM).

Per quanto riguarda i materiali calcarei (utilizzati per edifici architettonici, siti archeologici, statue), la recessione superficiale, è determinata in funzione delle concentrazioni di  $\text{SO}_2$ , di  $\text{PM}_{10}$  e di  $\text{HNO}_3$  (le cui concentrazioni possono essere ricavate dalle quelle di  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_3$ ) e in funzione dell'acidità delle precipitazioni e dell'umidità relativa.

La recessione superficiale del bronzo (materiale impiegato per statue, decorazioni e coperture) è stimata utilizzando le concentrazioni di  $\text{SO}_2$  e di  $\text{PM}_{10}$  e i dati di precipitazioni, di umidità relativa e di temperatura.

La recessione superficiale dello zinco (utilizzato per le coperture) è stimata in funzione delle concentrazioni di  $\text{SO}_2$  e di  $\text{HNO}_3$ , dell'acidità delle precipitazioni e della temperatura.

La corrosione del rame (utilizzato prevalentemente per le coperture) è espressa come perdita di materiale e quantificata in funzione delle concentrazioni di  $\text{SO}_2$  e di  $\text{O}_3$ , dell'acidità delle precipitazioni, dell'umidità relativa e della temperatura.

Per ciascuno dei materiali citati la stima della recessione superficiale/perdita di materiale è effettuata utilizzando i dati di qualità dell'aria (concentrazioni medie annue di  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  e  $\text{PM}_{10}$ ) relativi agli scenari elaborati nell'ambito del Programma.

I risultati ottenuti per i quattro materiali presi in esame, sono confrontati con i valori accettabili di degrado (livelli massimi a cui si verifica una risposta/danno tollerabile) definiti per la protezione dei materiali costituenti il patrimonio culturale.

Tali valori accettabili di corrosione, da raggiungere nel 2020 e nel 2050, sono stati stabiliti dall'ICP Materials e riportati nel rapporto "Review of air pollution effects. Indicators and targets for air pollution effects", redatto nel 2009 dal Working Group on Effects.

La stima della corrosione associata alla deposizione di inquinanti atmosferici sui materiali costituenti i beni culturali (calcare, bronzo, rame e zinco) è stata effettuata applicando le funzioni di danno definite nell'ambito del progetto europeo MULTIASSESS [MULTI-ASSESS Project, 2007].

#### Funzioni dose-risposta

Per ciascun materiale sono state prodotte mappe di danno a livello nazionale utilizzando le seguenti funzioni dose-risposta:

Calccare:

$$R = 4 + 0.0059 \cdot [\text{SO}_2] \cdot \text{Rh}_{60} + 0.054 \cdot [\text{H}^+] \cdot \text{Rain} + 0.078 \cdot [\text{HNO}_3] \cdot \text{Rh}_{60} + 0.0258 \cdot \text{PM}_{10}$$

Bronzo:

$$R = 0.15 + 0.000985 \cdot [\text{SO}_2] \cdot \text{Rh}_{60} \cdot e^{-0.067(T-11)} + 0.00465 \cdot \text{Rain} \cdot [\text{H}^+] + 0.00432 \cdot \text{PM}_{10}$$

con

$$f(t) = 0.060(T-11) \text{ quando } T < 11^\circ\text{C}, \text{ altrimenti } f(T) = -0.067(T-11)$$

Rame:

$$\text{ML} = 0.027 \cdot [\text{SO}_2]^{0.32} \cdot [\text{O}_3] \cdot \text{Rh}_{60} \cdot e^{-0.032(T-10)} \cdot t^{0.78} + 0.050 \cdot \text{Rain} \cdot [\text{H}^+] \cdot t^{0.89}$$

con

$$f(t) = 0.083(T-10) \text{ con } T \leq 10^\circ\text{C}, \text{ altrimenti } -0.032(T-10)$$

Zinco:

$$R = 0.49 + 0.66 \cdot [\text{SO}_2]^{0.22} \cdot e^{0.018 \cdot \text{Rh}} + (-0.021 \cdot (T-10)) + 0.0057 \cdot \text{Rain} \cdot [\text{H}^+] + 0.192 \cdot [\text{HNO}_3]$$

con

$$f(T) = 0.062(T-10) \text{ quando } T < 10^\circ\text{C}, \text{ altrimenti } f(T) = -0.021(T-10)$$

dove

ML = perdita di materiale (g m<sup>-2</sup>)

R = recessione superficiale (µm/anno)

t = tempo di esposizione (giorni)

[SO<sub>2</sub>] = concentrazione media annua di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

[O<sub>3</sub>] = concentrazione media annua di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

[HNO<sub>3</sub>] = concentrazione media annua di HNO<sub>3</sub>, con  $[\text{HNO}_3] = 516 \times e^{-3400/(T+273)} \times ([\text{NO}_2] \cdot [\text{O}_3] \times \text{Rh})^{0.5}$ , (µg/m<sup>3</sup>)

PM<sub>10</sub> = concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

[H<sup>+</sup>] = concentrazione media annua di H<sup>+</sup> delle precipitazioni, con  $[\text{H}^+] = 10^{3-\text{pH}}$ , (mg l<sup>-1</sup>)

Rain = precipitazioni annue (mm)

Rh = umidità relativa (%)

Rh<sub>60</sub> = Rh-60 quando Rh > 60, altrimenti Rh<sub>60</sub>=0

T = temperatura (°C)

I risultati ottenuti applicando le suddette funzioni sono stati confrontati con i valori accettabili di corrosione, al 2020 e al 2050, definiti nel rapporto redatto nel 2009 dal Working Group on Effects [WGE, 2009] e riportati nella tabella seguente.

Tabella 4-19: Valori di corrosione accettabile al 2020 e al 2050

Materiale	Corrosione accettabile (µm/anno)	Corrosione accettabile (µm/anno)
	2020	2050
Calccare	8,0	6,4

<b>Bronzo</b>	0,6	0,5
<b>Rame</b>	0,8	0,64
<b>Zinco</b>	1,1	0,9

Il danno è stato stimato per il 2020 nello scenario WM, a livello nazionale.

Poiché le concentrazioni derivanti dagli scenari sono state stimate mantenendo fisso l'input meteorologico relativo all'anno 2010, negli algoritmi per il calcolo del danno sono stati inseriti i dati delle precipitazioni, della temperatura e dell'umidità relativa stimati dall'ENEA per il 2010 [De Marco et al, 2017; Di Turo et al., 2016].

Per quanto riguarda l'acidità della pioggia, in assenza di dati stimati al 2020, per l'elaborazione della corrosione sono stati utilizzati i valori di pH del 2010 della banca dati del Norwegian Institute for Air Research (NILU)<sup>8</sup>. Questa scelta può considerarsi cautelativa in quanto secondo alcuni studi presenti in letteratura [Rodhe et al, 2002; Bonazza et al, 2009] e come emerso dall'andamento dei valori raccolti nel periodo 2010-2016, il pH nel 2020 dovrebbe aumentare rispetto al 2010 (con la conseguente diminuzione di  $[H^+]$ ).

---

<sup>8</sup> I dati di pH sono stati spazializzati a livello nazionale mediante la tecnica di interpolazione geostatistica di Ordinary Kriging.

Risultati per il 2020- scenario WM

Calcare

La figura seguente mostra la recessione superficiale ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) stimata per il materiale calcareo in Italia al 2020.

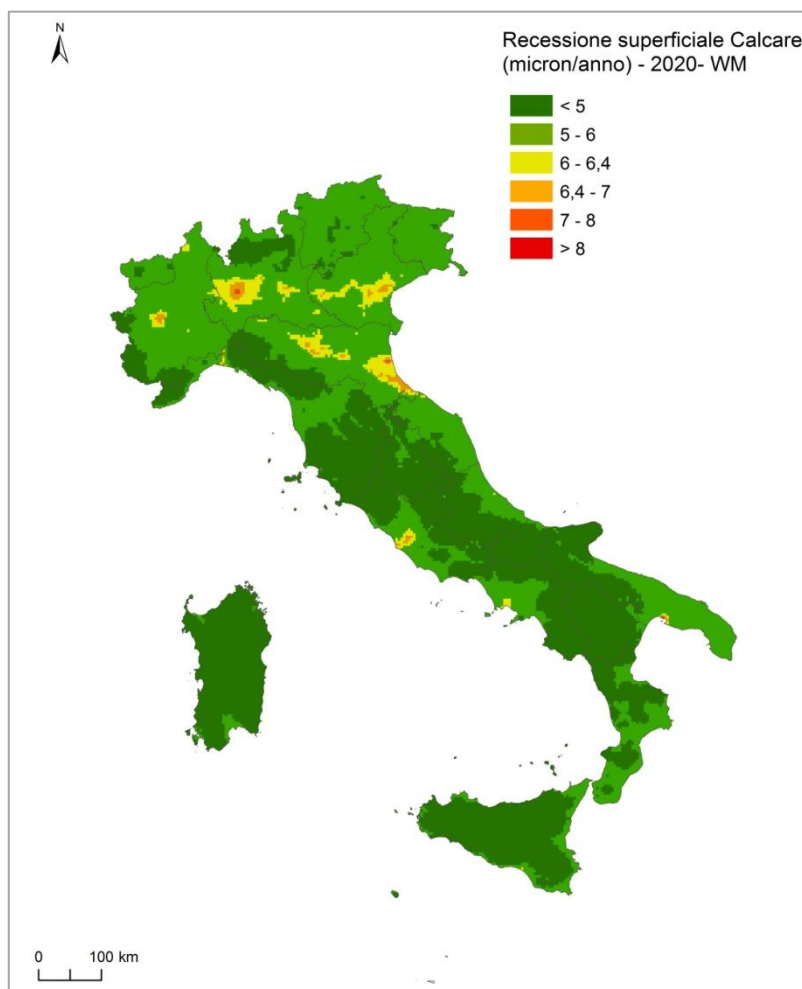


Figura 4.40: Calcare - Recessione superficiale ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) al 2020, scenario WM

La recessione superficiale dei materiali calcarei, risulta a livello nazionale, compresa tra 4,3 e 7,4  $\mu\text{m}/\text{anno}$  quindi inferiore al valore accettabile di corrosione al 2020 (8  $\mu\text{m}/\text{anno}$ ).

In alcune aree urbane (Torino, Padova, Genova, Milano, Venezia, Rimini, Ravenna, Cesena, Forlì, Reggio Emilia, Roma, Taranto) il danno risulta essere compreso tra i due limiti di corrosione accettabile (8  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2020 e 6,4  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2050).



Bronzo

Nella figura seguente è riportata la mappa di corrosione ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) del bronzo.

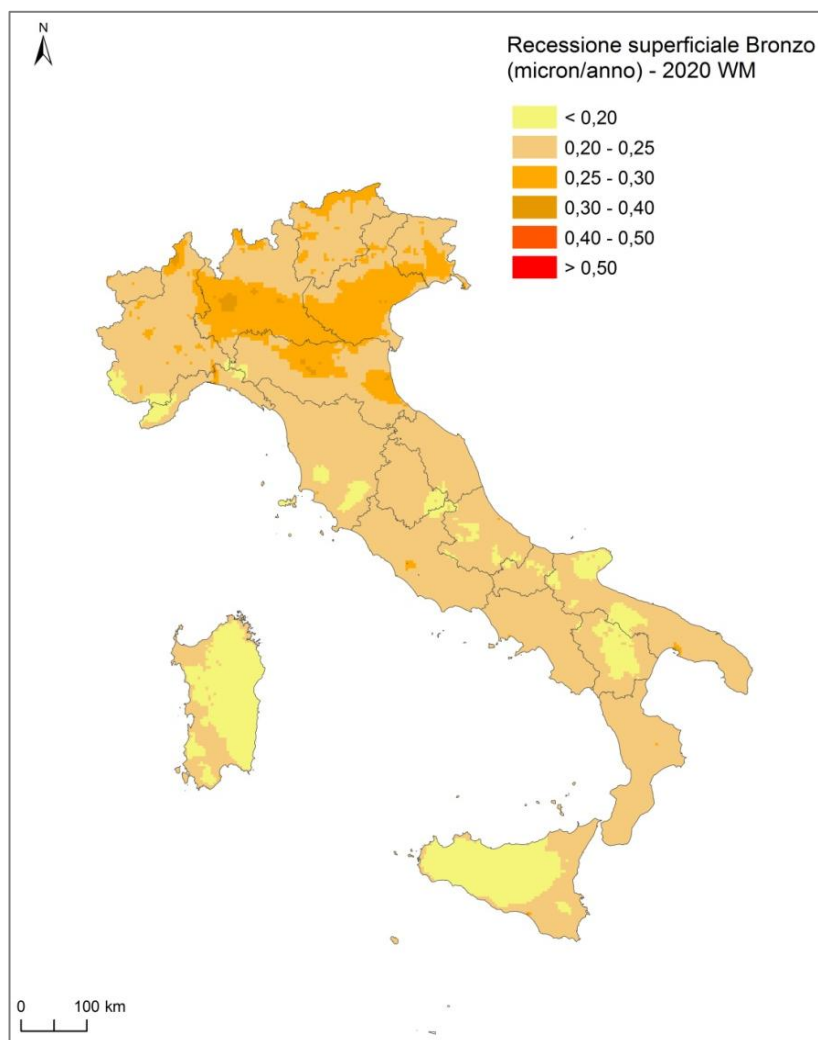


Figura 4.41: Bronzo: Recessione superficiale ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) al 2020, scenario WM

La corrosione del bronzo stimata al 2020 risulta compresa tra 0,2 e 0,49  $\mu\text{m}/\text{anno}$ , quindi inferiore ai due limiti di corrosione accettabile (0,6  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2020 e 0,5  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2050).

## Rame

La figura seguente mostra la corrosione stimata al 2020 per il rame.

Il danno, calcolato come ML ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), è espresso nella mappa come R ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ); la conversione da ML a R è stata ottenuta utilizzando come densità del rame  $8,93 \text{ g}/\text{cm}^3$  [Mapping of Effects on Materials, 2015].

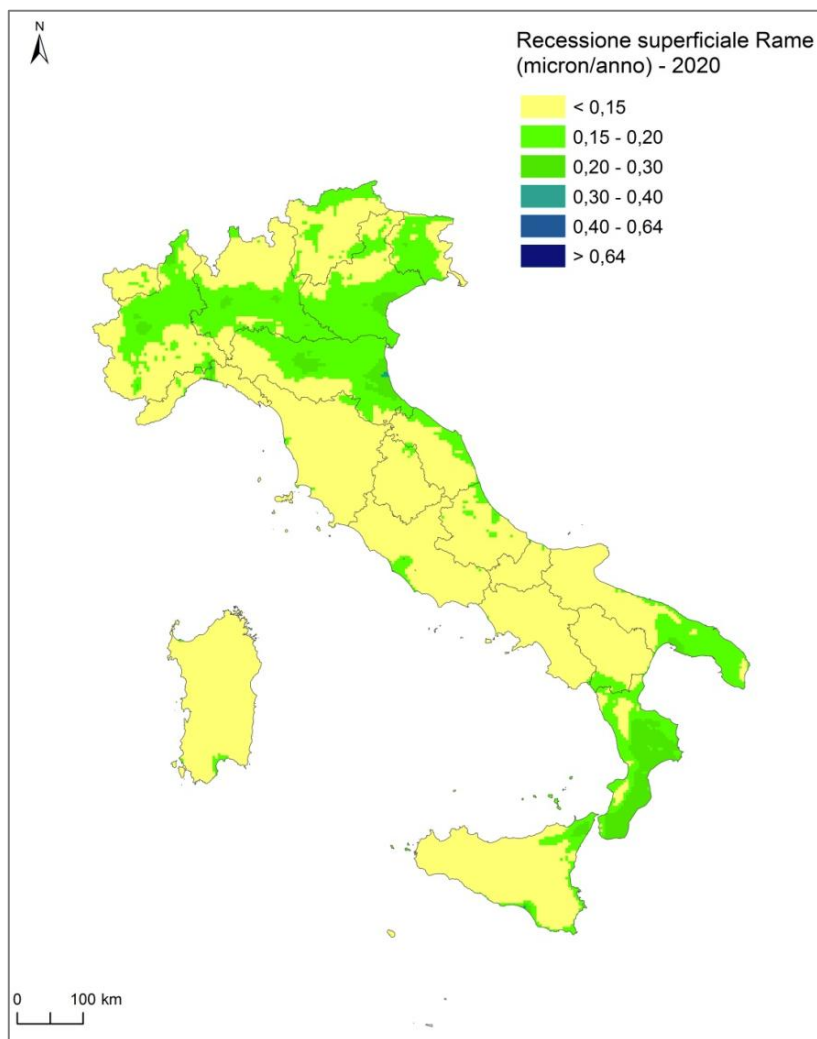


Figura 4.42: Rame: Recessione superficiale ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) al 2020, scenario WM

La corrosione del rame, stimata al 2020, risulta compresa tra 0,1 e 0,4  $\mu\text{m}/\text{anno}$  quindi inferiore ai due valori accettabili di corrosione (0,8  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2020 e 0,64  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2050).

Zinco

La corrosione dello zinco è riportata nella figura 4.

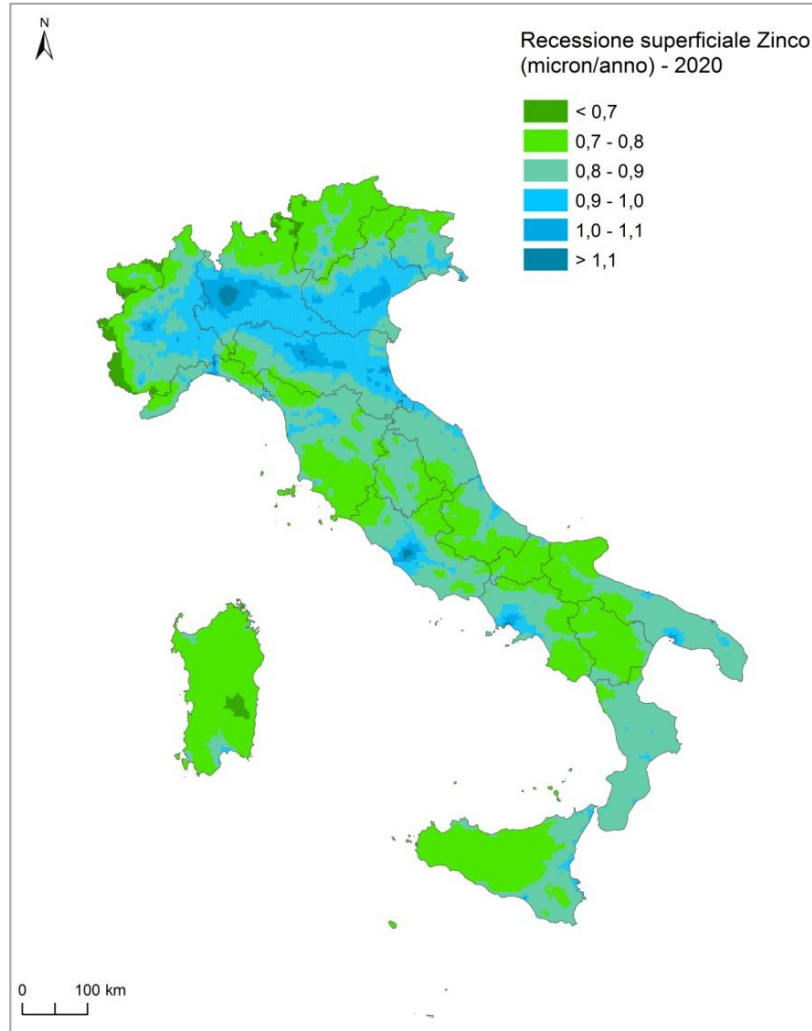


Figura 4.43: Zinco: Recessione superficiale ( $\mu\text{m}/\text{anno}$ ) al 2020, scenario WM

Il danno sullo zinco, stimato al 2020, risulta compreso tra 0,65 e 1,2  $\mu\text{m}/\text{anno}$ . In alcune aree urbane (Roma, Torino, Ravenna, Milano, Reggio Emilia e Napoli) risulta superato il valore limite accettabile di corrosione al 2020 (di 1,1  $\mu\text{m}/\text{anno}$ ); la corrosione risulta inoltre compresa tra i due valori limiti accettabili (0,8  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2020 e 0,64  $\mu\text{m}/\text{anno}$  per il 2050) prevalentemente in alcune regioni del nord Italia (Piemonte, Lombardia, Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna) e in alcune regioni del centro Italia (Toscana, Lazio, Marche, Abruzzo) e del sud Italia (Campania, Puglia e Sicilia).

Stato di riferimento per la stima degli effetti ambientali del Programma

Al fine di stimare nel RA gli effetti del Programma al 2030, che costituisce l'orizzonte temporale per il raggiungimento degli obiettivi dello stesso, è stato considerato come riferimento lo scenario base WM

“With Measures” al 2020. Pertanto nel RA saranno effettuate valutazioni in termini di variazioni al 2030 per gli scenari WM e WAM.

#### Qualità dell'aria

Lo scenario di qualità dell'aria considerato riguarda le medie annuali di concentrazione di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e O<sub>3</sub> di cui si riportano le mappe. Tali mappe mostrano in rosso le aree di superamento dei valori limite riferiti alla media annuale (40 µg/m<sup>3</sup> per NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>, 25 µg/m<sup>3</sup> per PM<sub>2,5</sub>). Le medie annuali dei valori massimi giornalieri di O<sub>3</sub> calcolati sulle medie mobili su 8 ore sono comunque riportate poiché forniscono una utile informazione accessoria sulla distribuzione media in un intervallo temporale lungo, e sul relativo trend negli anni futuri.

Per ulteriori elementi e maggiori approfondimenti si rimanda al paragrafo 7 sugli scenari di qualità dell'aria del Programma.

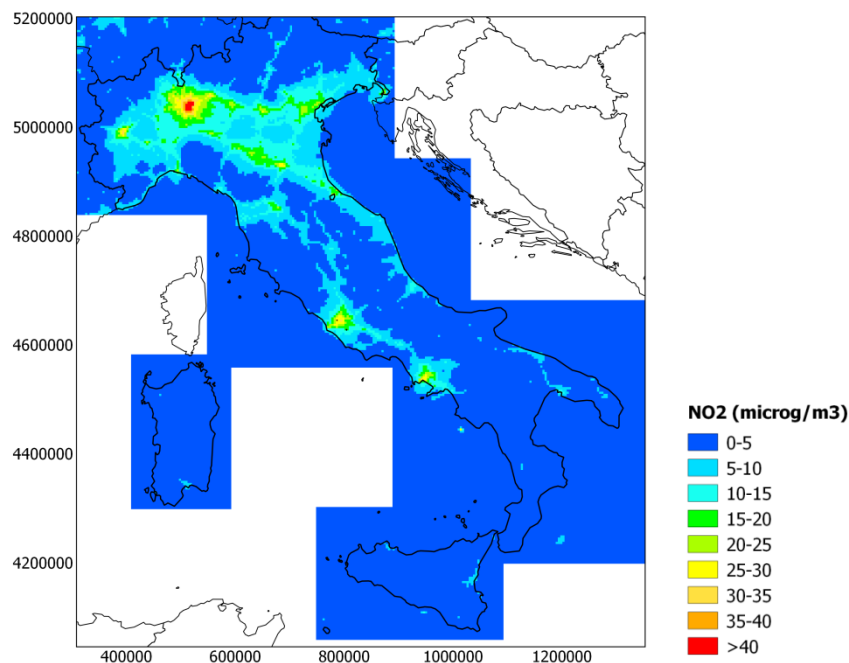


Figura 4.44: WM 2020, NO<sub>2</sub> media

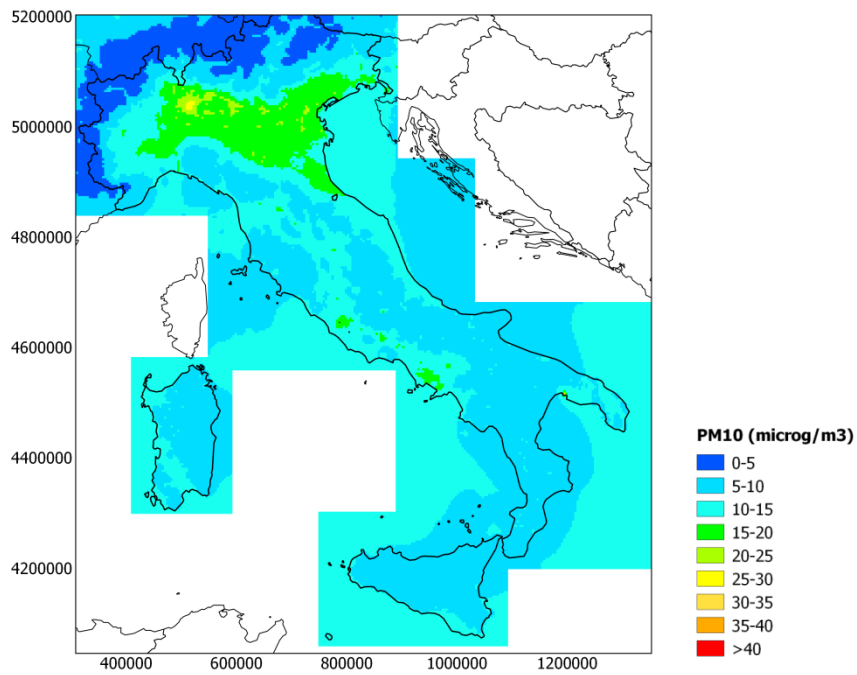


Figura 4.45: WM 2020, PM10 media

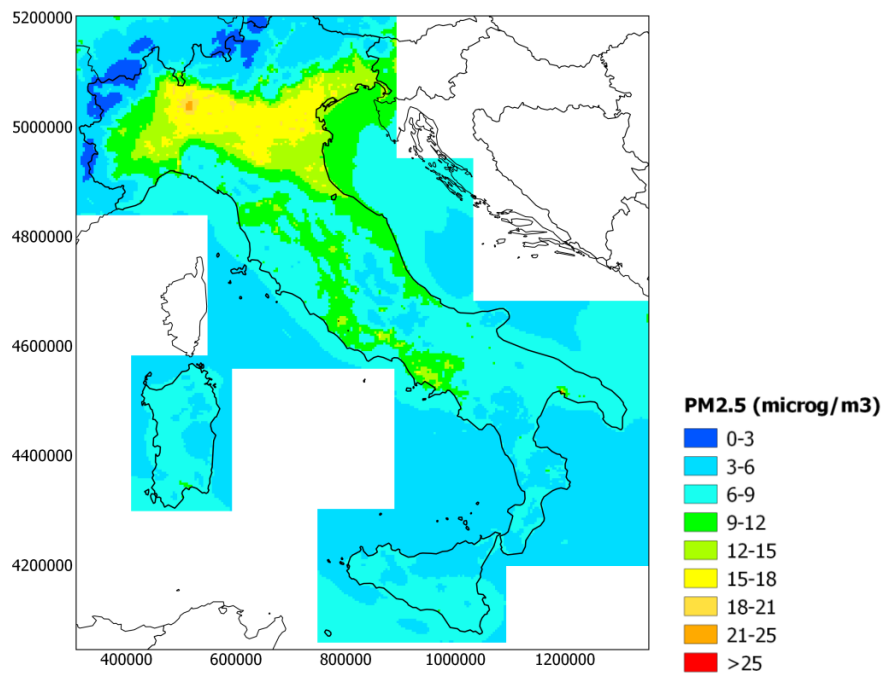


Figura 4.46: WM 2020, PM2,5 media

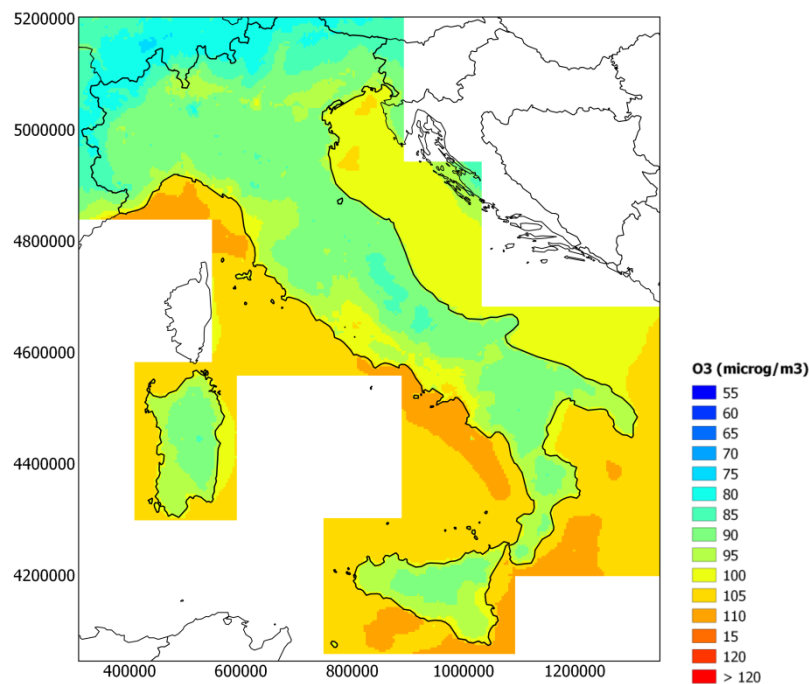


Figura 4.47: WM 2020, O3 media

Lo scenario al 2020 mostra per l'NO2 potenziali criticità nell'area milanese.

Le mappe di PM10 mostrano una distribuzione più uniforme rispetto a NO2: il PM possiede, infatti, una componente primaria, direttamente influenzata dalle emissioni localizzate, ed una altrettanto importante componente secondaria che ha natura "diffusa", a causa delle scale temporali di formazione più lunghe.

Le mappe di PM2,5 hanno importanti analogie con quelle del PM10. Le principali differenze sono due: l'andamento ancora più omogeneo nello spazio, dovuto alla maggiore frazione secondaria sul totale, e i livelli più alti rispetto al limite di legge, con la conseguente maggiore ampiezza delle aree critiche o di superamento. Infatti, il limite di legge (25 µg/m3), in vigore dal 2015, è particolarmente severo, rispetto alla situazione attuale delle concentrazioni. Considerando che l'Organizzazione Mondiale della Sanità indica un limite ancora inferiore (10 µg/m3) per la minimizzazione degli effetti sulla salute umana, si comprende la criticità della situazione del PM2,5

Le mappe di O3 mostrano una distribuzione molto uniforme, dovuta all'ampia scala spazio-temporale dell'inquinamento secondario diffuso. I valori massimi sono sulle aree rurali, dove mancano le emissioni di NOx che rimuovono O3 per "titration". In particolare, le aree costiere presentano massimi dovuti al trasporto dal mare (dove O3 ha livelli particolarmente alti, a causa dell'accumulo conseguente all'assenza di sorgenti in grado di consumarlo) verso terra, per effetto delle circolazioni di brezza.

Per quanto riguarda i valori limite per la protezione della salute previsti dal D.lgs 155/2010 riferiti alle concentrazioni orarie/giornalieri per gli inquinanti normati dalla Direttiva NEC, escludendo quindi l'SO2 per il quale il rispetto dei limiti di legge è comunque consolidato, sono elaborati gli scenari al 2020 con misure vigenti (WM) considerati come riferimento per la stima degli effetti delle misure del Programma e la

valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali al 2030. Si riportano di seguito le mappe risultanti:

- per l'NO<sub>2</sub> relative ai valori di concentrazione calcolati in ciascuna cella come 19° valore più elevato sulla serie delle medie orarie (99.8° percentile); le aree di colore rosso, al di sopra di 200 µg/m<sup>3</sup>, individuano le zone in cui non è rispettato il limite di legge.
- per il PM<sub>10</sub>, in cui sono tracciati i valori di concentrazione calcolati, in ciascuna cella del dominio di calcolo, come 36° valore più alto sulle serie delle medie giornaliere di concentrazione (90.4° percentile); le aree di colore rosso/marrone, al di sopra di 50 µg/m<sup>3</sup>, individuano le zone in cui non è rispettato il limite di legge
- per O<sub>3</sub>, in cui sono tracciati i valori di concentrazione calcolati come 26° valore più elevato sulle serie temporali dei massimi giornalieri delle medie mobili su 8 ore (93.2° percentile): le aree di colore rosso/marrone, al di sopra di 120 µg/m<sup>3</sup>, individuano le zone in cui non è rispettato il limite di legge.

Per quanto riguarda l'NO<sub>2</sub>, la simulazione a 4 km di risoluzione spaziale non riesce a rappresentare le situazioni di picco che si verificano su stazioni di traffico, in più su base oraria. Si conferma solo che le criticità di questo indicatore riguardano le principali aree urbane e che lo scenario WM tende ad attenuarle ma non ad eliminarle.

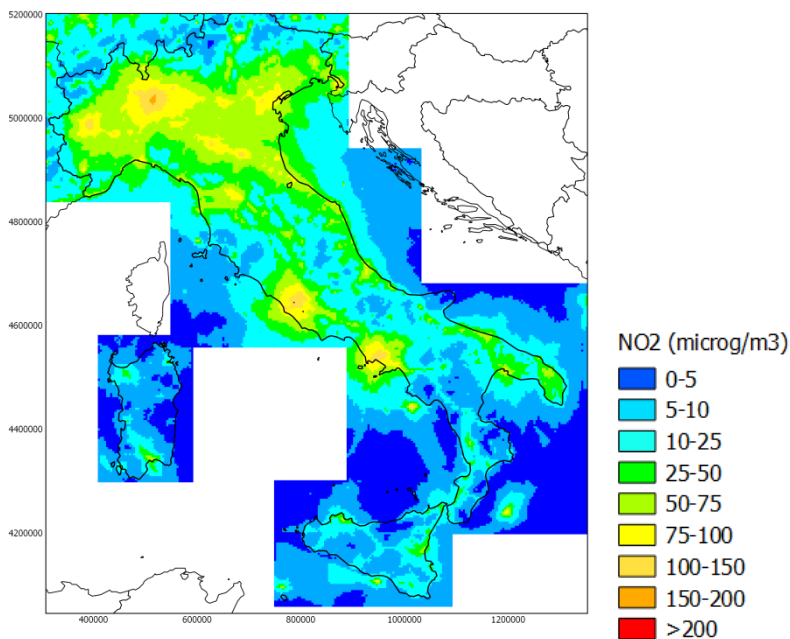


Figura 4.48: 2020 WM, NO<sub>2</sub>, 19° valore più elevato sulla serie temporale dei valori orari

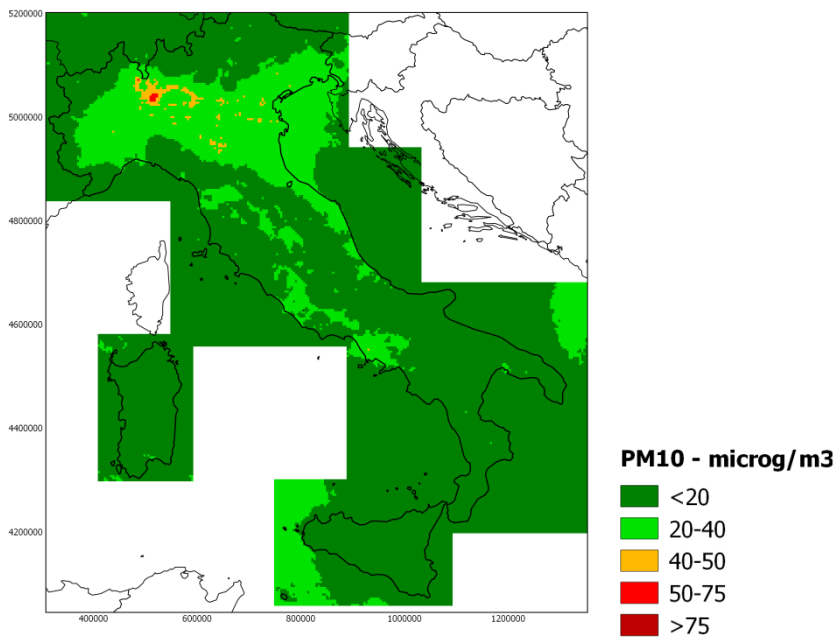


Figura 4.49: 2020 WM, PM10, 36° valore più elevato sulla serie temporale dei valori giornalieri

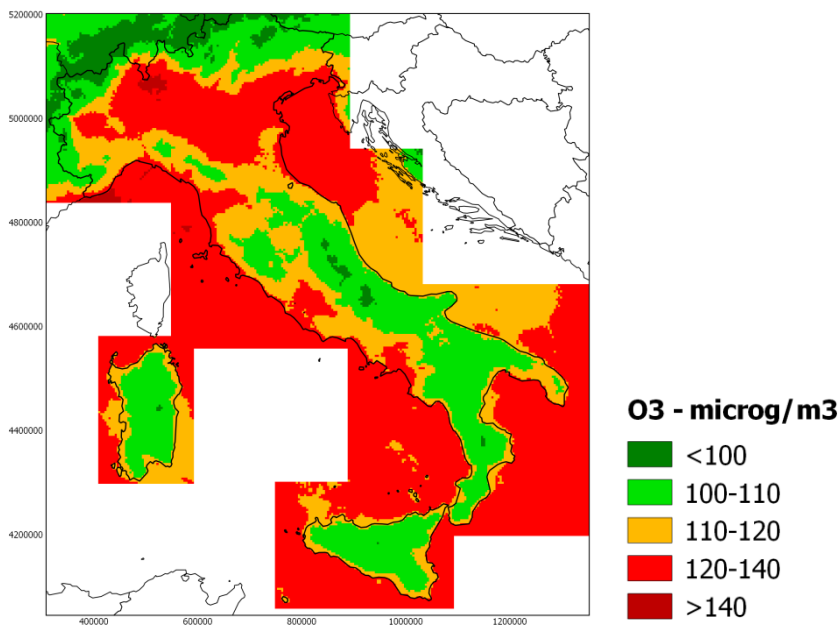


Figura 4.50: 2020 WM, O3, 26° valore più elevato sulla serie temporale dei massimi giornalieri delle medie mobili su 8 ore.

#### Esposizione all'inquinamento atmosferico

Al fine di valutare gli effetti delle misure sull'esposizione della popolazione e la protezione della vegetazione ad un scala di studio nazionale è stata analizzata la ripartizione dei livelli di qualità dell'aria (classi di concentrazioni derivanti dagli scenari) per le diverse tipologie di uso del suolo. Si riportano di



seguito i risultati di tali analisi svolta utilizzando i dati CLC 2018 (1° livello)<sup>9</sup> scelti come proxy per l'esposizione e lo scenario di qualità dell'aria WM al 2020 considerato come livello di riferimento per la valutazioni che saranno sviluppate nel RA in termini di variazioni al 2030 per gli scenari WM e WAM.

Tabella 4-20: Percentuale delle classi CLC rispetto alle classi di concentrazioni NO<sub>2</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020

CLC 2018	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	> 40
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
	%								
<b>Aree artificiali</b>	29,81	25,25	18,40	11,05	7,53	3,69	1,98	0,99	1,30
<b>Aree agricole</b>	56,46	22,64	14,21	4,57	1,41	0,44	0,17	0,08	0,02
<b>Aree boschive e seminaturali</b>	85,16	11,62	2,38	0,59	0,21	0,04	0,01	0,00	0,00
<b>Zone umide</b>	50,62	33,95	13,62	1,25	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Corpi idrici</b>	38,95	40,69	16,21	2,90	0,82	0,22	0,14	0,06	0,01

Tabella 4-21: Percentuale delle classi CLC rispetto alle classi di concentrazioni O<sub>3</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020

CLC 2018	75 - 80	80 - 85	85 - 90	90 - 95	95 - 100	100 - 105	105 - 110
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
	%						
<b>Aree artificiali</b>	1,08	4,66	45,21	26,87	18,03	4,01	0,14
<b>Aree agricole</b>	0,48	2,04	58,90	28,49	9,17	0,90	0,02
<b>Aree boschive e seminaturali</b>	9,32	17,14	45,97	21,66	5,18	0,71	0,02
<b>Zone umide</b>	0,21	0,14	15,03	53,79	28,25	2,54	0,04
<b>Corpi idrici</b>	1,36	1,93	28,72	43,72	23,62	0,65	0,01

Tabella 4-22: Percentuale delle classi CLC rispetto alle classi di concentrazioni PM<sub>10</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020

CLC 2018	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
	%					
<b>Aree artificiali</b>	0,68	23,30	39,17	29,42	6,25	1,19
<b>Aree agricole</b>	0,59	44,90	34,33	19,06	1,10	0,01
<b>Aree boschive e seminaturali</b>	16,22	66,00	16,08	1,65	0,04	0,00
<b>Zone umide</b>	0,23	20,25	60,67	18,67	0,18	0,00
<b>Corpi idrici</b>	1,74	25,16	54,57	17,96	0,56	0,00

<sup>9</sup> La classe 523 "mari e oceani" appartenente alla classe di 1° livello "corpi idrici" è stata esclusa dalle elaborazioni in quanto gli scenari di qualità dell'aria elaborati nell'ambito del Programma non coprono totalmente tali aree

Tabella 4-23: Percentuale delle classi CLC rispetto alle classi di concentrazioni PM<sub>2,5</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020

CLC 2018	0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12	12 - 15	15 - 18	18 - 21	21 - 25
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	%							
<b>Aree artificiali</b>	0,05	5,37	28,84	23,86	17,51	19,33	3,99	1,05
<b>Aree agricole</b>	0,07	7,90	46,37	20,89	12,79	11,46	0,52	0,01
<b>Aree boschive e seminaturali</b>	4,39	38,08	42,62	11,74	2,26	0,89	0,03	0,00
<b>Zone umide</b>	0,08	1,39	33,07	11,80	48,90	4,58	0,18	0,00
<b>Corpi idrici</b>	0,73	6,13	26,19	25,25	32,72	8,57	0,41	0,00

#### Esposizione degli ecosistemi all'inquinamento atmosferico

Al fine di valutare gli effetti del Programma complessivamente ad un scala di studio di livello nazionale in termini di esposizione degli ecosistemi all'inquinamento atmosferico è condotta l'analisi della distribuzione dei livelli di qualità dell'aria (classi di concentrazioni medie derivanti dagli scenari WM al 2020) per specifici ambiti territoriali individuati con le "ecoregioni".

Le Ecoregioni sono porzioni più o meno ampie di territorio ecologicamente omogenee all'interno delle quali specie e comunità naturali interagiscono in modo discreto con i caratteri fisici dell'ambiente.

Esse rappresentano quindi zone con simili potenzialità ecosistemiche e costituiscono un quadro di riferimento territoriale e geografico ottimale per l'interpretazione dei processi ecologici, dei regimi di disturbo, della distribuzione spaziale della vegetazione e delle diverse tipologie di paesaggio.

La caratterizzazione delle Ecoregioni prevede una classificazione gerarchica e divisiva del territorio in unità a crescente grado di omogeneità, coerentemente con specifiche combinazioni tra i fattori climatici, biogeografici, fisiografici e idrografici che determinano presenza e distribuzione di diverse specie, comunità ed ecosistemi. In particolare, le Ecoregioni d'Italia sono organizzate in quattro diversi livelli gerarchici annidati (2 Divisioni, 7 Province, 11 Sezioni e 33 Sottosezioni). I diversi livelli gerarchici consentono di rappresentare ed interpretare in chiave ecosistemica, con diverso grado di dettaglio e a diverse scale, la complessa articolazione di caratteri ambientali e usi del suolo che caratterizza il Paese, ponendosi come chiave di lettura complementare a quella basata sui tradizionali limiti amministrativi<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Rapporto ISTAT sulle ecoregioni

Per la presente elaborazione si è ritenuto considerare come livello più idoneo per analisi a scala nazionale quello delle Ecoregioni e delle Sezioni.

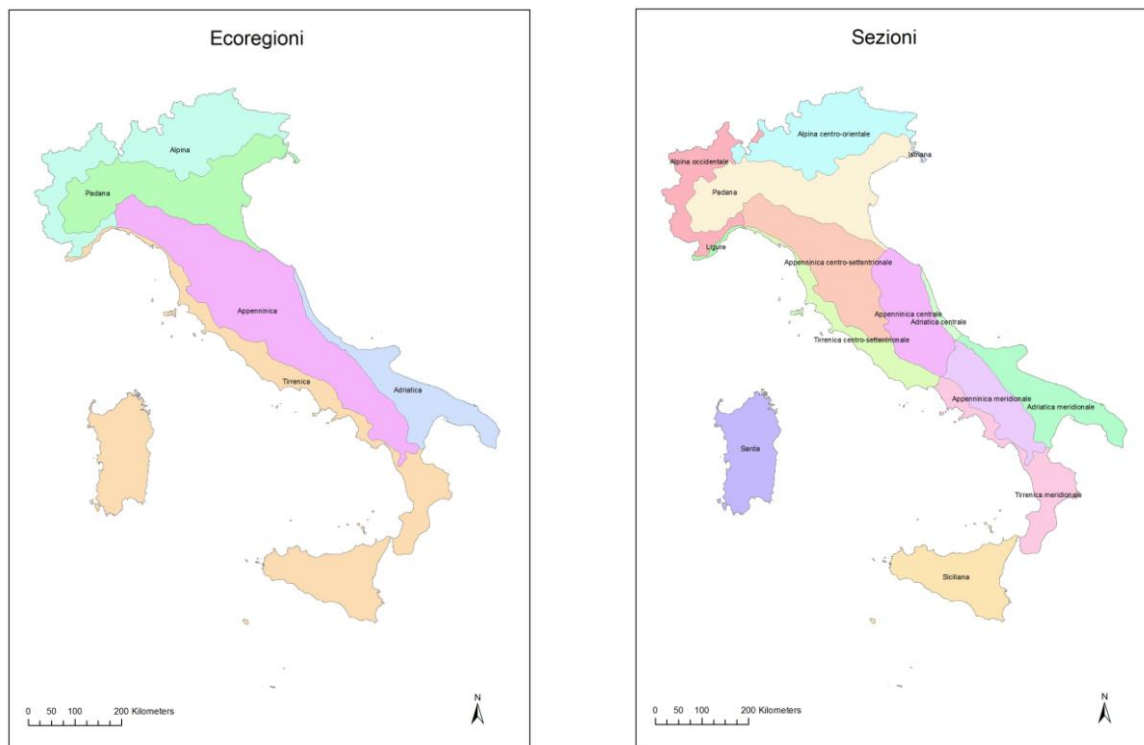


Figura 4.51: Ecoregioni e sezioni

Si riportano di seguito i risultati delle analisi effettuate.

Tabella 4-24: Percentuale delle "Ecoregioni" e "sezioni" rispetto alle classi di concentrazioni NO<sub>2</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020

Ecoregioni	0 - 5 µg/m <sup>3</sup>	5 - 10 µg/m <sup>3</sup>	10 - 15 µg/m <sup>3</sup>	15 - 20 µg/m <sup>3</sup>	20 - 25 µg/m <sup>3</sup>	25 - 30 µg/m <sup>3</sup>	30 - 35 µg/m <sup>3</sup>	35 - 40 µg/m <sup>3</sup>	> 40 µg/m <sup>3</sup>
<b>alpina</b>	75,70	17,01	4,85	1,71	0,67	0,06	0,00	0,00	0,00
<b>padana</b>	2,91	32,04	41,12	14,53	5,22	2,06	1,02	0,57	0,51
<b>appenninica</b>	72,49	23,48	3,31	0,57	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00
<b>tirrenica</b>	86,05	8,10	3,21	1,40	0,79	0,32	0,13	0,00	0,00
<b>adriatica</b>	86,47	12,69	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sezioni	0 - 5 µg/m <sup>3</sup>	5 - 10 µg/m <sup>3</sup>	10 - 15 µg/m <sup>3</sup>	15 - 20 µg/m <sup>3</sup>	20 - 25 µg/m <sup>3</sup>	25 - 30 µg/m <sup>3</sup>	30 - 35 µg/m <sup>3</sup>	35 - 40 µg/m <sup>3</sup>	> 40 µg/m <sup>3</sup>
<b>Alpina occidentale</b>	79,27	16,99	2,86	0,74	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Alpina centro-orientale</b>	73,95	17,02	5,83	2,19	0,93	0,09	0,00	0,00	0,00
<b>Padana</b>	2,93	31,87	41,25	14,57	5,19	2,07	1,03	0,58	0,51
<b>Appenninica centro-settentrionale</b>	59,11	32,99	6,35	1,23	0,26	0,06	0,00	0,00	0,00

<b>Appenninica centrale</b>	77,34	21,46	1,16	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Appenninica meridionale</b>	92,60	7,22	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Istria</b>	0,42	62,74	18,02	8,34	10,49	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ligure</b>	21,77	69,05	7,05	1,37	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tirrenica centro-settentrionale</b>	53,10	25,04	12,32	4,75	3,00	1,37	0,42	0,00	0,00
<b>Tirrenica meridionale</b>	83,36	8,66	4,01	2,32	1,10	0,32	0,23	0,00	0,00
<b>Siciliana</b>	97,85	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sarda</b>	99,29	0,65	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Adriatica centrale</b>	27,27	65,59	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Adriatica meridionale</b>	91,73	7,99	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 4-25: Percentuale delle "Ecoregioni" e "sezioni" rispetto alle classi di concentrazioni O<sub>3</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020

<b>Ecoregioni</b>	<b>75 - 80 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>80 - 85 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>85 - 90 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>90 - 95 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>95 - 100 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>100 - 105 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>105 - 110 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>alpina</b>	21,76	36,07	32,64	9,30	0,23	0,00	0,00
<b>padana</b>	0,19	1,46	83,08	13,74	1,53	0,00	0,00
<b>appenninica</b>	0,00	5,87	68,13	22,18	3,70	0,12	0,00
<b>tirrenica</b>	0,00	0,15	28,29	44,93	23,29	3,26	0,09
<b>adriatica</b>	0,00	0,00	66,11	30,95	2,83	0,11	0,00
<b>Sezioni</b>	<b>75 - 80 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>80 - 85 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>85 - 90 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>90 - 95 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>95 - 100 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>100 - 105 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>105 - 110 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Alpina occidentale</b>	23,94	37,87	29,65	8,36	0,18	0,00	0,00
<b>Alpina centro-orientale</b>	20,68	35,19	34,10	9,76	0,26	0,00	0,00
<b>Padana</b>	0,19	1,46	83,42	13,40	1,53	0,00	0,00
<b>Appenninica centro-settentrionale</b>	0,00	0,42	71,51	26,37	1,70	0,00	0,00
<b>Appenninica centrale</b>	0,00	17,61	64,32	13,77	4,27	0,03	0,00
<b>Appenninica meridionale</b>	0,00	0,78	66,56	25,27	6,93	0,46	0,00
<b>Istria</b>	0,00	0,00	23,37	73,60	3,03	0,00	0,00
<b>Ligure</b>	0,00	0,00	0,00	43,50	47,48	8,05	0,97
<b>Tirrenica centro-settentrionale</b>	0,00	0,00	2,63	39,54	53,38	4,41	0,04
<b>Tirrenica meridionale</b>	0,00	0,08	22,28	45,47	25,50	6,40	0,28
<b>Siciliana</b>	0,00	0,00	32,24	48,90	16,25	2,59	0,01

<b>Sarda</b>	0,00	0,47	46,50	43,71	8,90	0,42	0,00
<b>Adriatica centrale</b>	0,00	0,00	83,41	16,58	0,01	0,00	0,00
<b>Adriatica meridionale</b>	0,00	0,00	64,57	32,23	3,08	0,12	0,00

Tabella 4-26: Percentuale delle "Ecoregioni" e "sezioni" rispetto alle classi di concentrazioni PM10 (media annuale) nello scenario WM 2020

<b>Ecoregioni</b>	<b>0 – 5 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>5 – 10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>10 – 15 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 – 20 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>20 – 25 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>25 – 30 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>alpina</b>	37,67	41,96	14,47	5,60	0,30	0,00
<b>padana</b>	0,00	1,09	29,58	63,53	5,38	0,41
<b>appenninica</b>	0,00	61,58	36,96	1,46	0,00	0,00
<b>tirrenica</b>	0,00	73,57	24,57	1,86	0,00	0,00
<b>adriatica</b>	0,00	74,94	24,88	0,13	0,00	0,05
<b>Sezioni</b>	<b>0 – 5 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>5 – 10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>10 – 15 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 – 20 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>20 – 25 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>25 – 30 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Alpina occidentale</b>	45,83	40,67	12,70	0,79	0,00	0,00
<b>Alpina centro-orientale</b>	33,66	42,59	15,34	7,96	0,45	0,00
<b>Padana</b>	0,00	1,10	29,31	63,76	5,41	0,42
<b>Appenninica centro-settentrionale</b>	0,00	48,28	48,75	2,97	0,00	0,00
<b>Appenninica centrale</b>	0,00	64,97	34,95	0,08	0,00	0,00
<b>Appenninica meridionale</b>	0,00	83,52	16,15	0,33	0,00	0,00
<b>Istriana</b>	0,00	0,00	77,38	22,62	0,00	0,00
<b>Ligure</b>	0,00	66,67	33,33	0,00	0,00	0,00
<b>Tirrenica centro-settentrionale</b>	0,00	39,80	55,56	4,64	0,00	0,00
<b>Tirrenica meridionale</b>	0,00	74,87	20,64	4,48	0,00	0,00
<b>Siciliana</b>	0,00	90,49	9,51	0,00	0,00	0,00
<b>Sarda</b>	0,00	76,01	23,99	0,00	0,00	0,00
<b>Adriatica centrale</b>	0,00	2,60	97,40	0,00	0,00	0,00
<b>Adriatica meridionale</b>	0,00	81,37	18,44	0,14	0,00	0,05

Tabella 4-27: Percentuale delle "Ecoregioni" e "sezioni" rispetto alle classi di concentrazioni PM2,5 (media annuale) nello scenario WM 2020

<b>Ecoregioni</b>	<b>0 - 3 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>3 - 6 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>6 - 9 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>9 - 12 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>12 - 15 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 - 18 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>18 - 21 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>21 - 25 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>alpina</b>	9,58	44,97	23,69	12,65	5,62	3,29	0,20	0,00
<b>padana</b>	0,00	0,00	0,94	15,06	39,54	41,25	2,85	0,35
<b>appenninica</b>	0,00	13,28	53,51	29,59	3,39	0,23	0,00	0,00
<b>tirrenica</b>	0,00	26,71	60,89	10,66	1,66	0,07	0,00	0,00

	0,00	7,02	83,11	9,64	0,18	0,00	0,00	0,05
<b>Sezioni</b>	0 - 3 µg/m <sup>3</sup>	3 - 6 µg/m <sup>3</sup>	6 - 9 µg/m <sup>3</sup>	9 - 12 µg/m <sup>3</sup>	12 - 15 µg/m <sup>3</sup>	15 - 18 µg/m <sup>3</sup>	18 - 21 µg/m <sup>3</sup>	21 - 25 µg/m <sup>3</sup>
<b>Adriatica</b>	0,00	7,02	83,11	9,64	0,18	0,00	0,00	0,05
<b>Alpina occidentale</b>	16,42	46,53	22,48	12,51	1,88	0,18	0,00	0,00
<b>Alpina centro-orientale</b>	6,22	44,21	24,29	12,73	7,45	4,82	0,29	0,00
<b>Padana</b>	0,00	0,00	0,95	14,98	39,40	41,46	2,87	0,35
<b>Appenninica centro-settentrionale</b>	0,00	1,90	51,24	39,85	6,51	0,51	0,00	0,00
<b>Appenninica centrale</b>	0,00	20,60	50,29	28,41	0,70	0,00	0,00	0,00
<b>Appenninica meridionale</b>	0,00	26,07	62,40	10,70	0,83	0,00	0,00	0,00
<b>Istria</b>	0,00	0,00	0,00	30,49	64,42	5,09	0,00	0,00
<b>Ligure</b>	0,00	0,52	75,01	23,72	0,76	0,00	0,00	0,00
<b>Tirrenica centro-settentrionale</b>	0,00	1,89	55,81	37,96	4,13	0,21	0,00	0,00
<b>Tirrenica meridionale</b>	0,00	38,08	42,92	14,86	3,98	0,16	0,00	0,00
<b>Siciliana</b>	0,00	35,57	64,37	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sarda</b>	0,00	24,59	74,71	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Adriatica centrale</b>	0,00	0,00	6,40	92,95	0,65	0,00	0,00	0,00
<b>Adriatica meridionale</b>	0,00	7,64	89,93	2,24	0,14	0,00	0,00	0,05

Dai risultati dell'analisi, come prevedibile, emerge come l'ecoregione padana sia l'area più critica per le polveri e l'NO<sub>2</sub>. L'area adriatica meridionale presenta valori per le polveri più elevati dovuti a zone localizzate come quella di Taranto.

Discorso a parte per l'ozono per il quale le aree costiere (aree tirrenica, adriatica, siciliana e sarda) presentano valori più elevati dovuti al trasporto dal mare (dove O<sub>3</sub> ha livelli particolarmente alti, a causa dell'accumulo conseguente all'assenza di sorgenti in grado di consumarlo) verso terra, per effetto delle circolazioni di brezza.

## 5. SCENARIO DI RIFERIMENTO (EVOLUZIONE PROBABILE SENZA L'ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA)

L'analisi e l'individuazione delle misure e degli effetti ambientali del programma è condotta considerando uno scenario tendenziale di riferimento (scenario base WM "With Measures") al 2030 che include solo le politiche e misure vigenti fino al 2015; garantendo in tal modo la coerenza con le previsioni impiegate per la definizione del piano energia e clima. Rispetto a tale scenario sono stati elaborati scenari energetici, emissivi e di concentrazione.

Lo scenario WM, relativamente alle variabili energetiche, è stato costruito sulla scorta dei lavori svolti dal Tavolo Tecnico istituito su iniziativa della Presidenza del Consiglio dei Ministri nel 2016. Lo scenario base è

stato elaborato utilizzando le stesse ipotesi dello scenario di riferimento per l'Unione e per tutti gli Stati Membri (EUref2016) prodotto dalla Commissione europea, attraverso il modello PRIMES, caratterizzando il sistema energetico secondo le specificità nazionali. In particolare, i parametri dello scenario EUref2016 adottati per l'Italia sono stati: i tassi di crescita del PIL e del valore aggiunto settoriale, l'evoluzione della popolazione, i prezzi delle materie prime energetiche (petrolio, gas, carbone) scambiate internazionalmente, l'evoluzione dei gradi-giorno, l'import-netto di elettricità e il prezzo delle quote di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nel mercato ETS<sup>11</sup>.

Per la produzione di scenari emissivi, sono stati inoltre elaborati scenari di variabili non energetiche, come per esempio dati del settore agricolo, produzioni industriali, uso solventi, per i quali sono state utilizzate le informazioni disponibili dagli studi di settore o dalle associazioni di categoria, l'andamento della popolazione elaborato da ISTAT, del PIL o del valore aggiunto derivante dallo scenario energetico. In particolare, per gli allevamenti è stato utilizzato un modello statistico che correla il numero di capi animali ad alcune variabili indipendenti (come, ad esempio, il consumo o la produzione di carne). Per la definizione della strategia di controllo sono state considerate tutte le misure che si prevede saranno introdotte entro l'orizzonte temporale di riferimento sulla base dell'applicazione della legislazione nazionale e comunitaria vigente. Per quanto riguarda il settore trasporti, la strategia di controllo non rappresenta la distribuzione del parco in funzione del numero di veicoli, ma la potenzialità di diffusione dei nuovi veicoli nell'ipotesi che un nuovo veicolo abbia una percorrenza media annua più alta di un veicolo vecchio. Le principali direttive considerate riguardano per esempio il tenore di zolfo dei combustibili, gli standard Euro per il settore trasporti, i limiti alle emissioni industriali degli impianti, i limiti al contenuto di solventi nelle vernici, i limiti previsti per gli allevamenti suinicoli e avicoli e così via.

Le simulazioni inerenti gli scenari di qualità dell'aria sono state effettuate tenendo fisso l'input meteorologico, relativo all'anno 2010. In questo modo si effettua la valutazione del solo effetto dell'evoluzione temporale delle emissioni, eliminando la variabilità meteorologica dallo studio. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al Programma.

Gli scenari di qualità dell'aria di riferimento sono stati elaborati rispetto a:

- concentrazioni di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> (medie annuali) per i quali il D. Lgs. 155/2010 stabilisce valori limite di lungo periodo. Per l'O<sub>3</sub> è stata considerata la media annuale dei valori massimi giornalieri calcolati sulle medie mobili su 8 ore. Questo non è il parametro di legge per il limite del valore obiettivo, tuttavia le medie annuali forniscono una utile informazione accessoria sulla distribuzione media in un intervallo temporale lungo, e sul relativo trend negli anni futuri.
- 36° valore più elevato sulla serie temporale dei valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> e del 26° valore più elevato sulla serie temporale dei valori di concentrazione di O<sub>3</sub>, in µg/m<sup>3</sup>. A tali parametri sono riferiti i valori limite ed obiettivo del D. Lgs. 155/2010 di breve periodo: 50 µg/m<sup>3</sup> per la concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub>, da non superare più di 35 giorni nell'anno; 120 µg/m<sup>3</sup> per la concentrazione media massima giornaliera di O<sub>3</sub> calcolata sulle 8 ore, da non superare più di 25 giorni nell'anno.

Per ulteriori approfondimenti riguardanti gli scenari si rimanda al Programma.

---

<sup>11</sup> Una descrizione più dettagliata dello scenario può essere reperita nella pubblicazione "Decarbonizzazione dell'economia italiana" (pubblicata come RSE Colloquia IV volume 2017).

A partire da tali scenari (WM al 2030) saranno sviluppate nel RA analisi previsionali di riferimento per stimare l'esposizione della popolazione e della vegetazione agli inquinanti atmosferici utilizzando strati informativi pertinenti il livello nazionale (es. CLC, ecoregioni), gli effetti sugli ecosistemi e sui beni culturali.

## 6. EFFETTI AMBIENTALI DEL PROGRAMMA

Il D. Lgs. 152/2006 prevede per la fase preliminare una prima individuazione dei possibili effetti ambientali significativi dell'attuazione del piano o programma che saranno oggetto di valutazione nel Rapporto Ambientale.

Tale valutazione costituisce un'attività fondamentale dell'intero percorso di VAS, in quanto consente da un lato di introdurre elementi correttivi alle misure del Programma in grado di garantirne la sostenibilità ambientale dall'altro di definire misure adeguate per il monitoraggio ambientale.

L'analisi degli effetti ambientali tiene conto del percorso valutativo che a partire dalla caratterizzazione del contesto ambientale, dagli obiettivi specifici e dalle azioni del Programma, stima quali-quantitativamente gli effetti ambientali del Programma ponendoli in relazione all'evoluzione dello stato dell'ambiente.

Sono presi in considerazione, come previsto dal D.lgs 152 gli effetti sia positivi che negativi dovuti all'attuazione delle azioni del Programma.

Il Programma è lo strumento finalizzato a limitare le emissioni di origine antropica per rispettare gli impegni nazionali di riduzione delle emissioni stabiliti dalla Direttiva NEC e concorrere al miglioramento della qualità dell'aria, alla salvaguardia della salute umana e dell'ambiente.

I principali effetti ambientali generati direttamente dal programma sono la riduzione delle emissioni e quindi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera. Indirettamente il miglioramento della qualità dell'aria previsto a seguito dell'attuazione del programma comporta effetti prevalentemente positivi su: beni culturali, su biodiversità ed ecosistemi, sulla salute umana.

Pertanto, gli effetti positivi generalmente indotti dal Programma supportano il perseguimento degli obiettivi di sostenibilità in tema di emissioni, qualità dell'aria e salute; alla luce di questa considerazione, il ruolo ascrivibile al processo di VAS risiede dunque in gran parte nella massimizzazione degli effetti ambientali positivi potenzialmente attivabili dal Programma e nella considerazione degli eventuali effetti negativi al fine di limitarli attraverso l'introduzione di elementi correttivi.

Il D.lgs 152/06 e s.m.i. prevede tra i contenuti del Rapporto Ambientale l'individuazione, descrizione e valutazione dei "possibili effetti significativi sull'ambiente, compresi aspetti quali la biodiversità, la popolazione, la salute umana, la flora e la fauna, il suolo, l'acqua, l'aria, i fattori climatici, i beni materiali, il patrimonio culturale, anche architettonico e archeologico, il paesaggio e l'interrelazione tra i suddetti fattori. Devono essere considerati tutti gli impatti significativi, compresi quelli secondari, cumulativi, sinergici, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi".

Gli effetti ambientali pertinenti alle misure del Programma, riguardano i seguenti aspetti:

- emissioni e qualità dell'aria
- biodiversità ed ecosistemi
- beni culturali



- esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico
- trasporti
- energia
- agricoltura

Come riportato nel Codice delle buone pratiche agricole (allegato al Programma) l'impatto ambientale atteso dall'attuazione delle misure relative alla riduzione delle emissioni di ammoniaca ottenibile grazie alla presenza e/o alla ulteriore diffusione delle misure di riduzione richieste dalla Direttiva NEC sarà valutato con la collaborazione degli enti di ricerca del Mipaaf e del MATTM.

Questa preliminare identificazione di effetti sarà approfondita ed eventualmente modificata, nelle successive fasi della valutazione anche in relazione agli sviluppi della proposta di Programma e al maggiore dettaglio delle misure dello stesso e alle eventuali osservazioni dei soggetti competenti consultati nella fase preliminare.

Nel RA sarà effettuata un'analisi qualitativa degli effetti ambientali rispetto alle diverse misure del Programma che metterà in correlazione (matrice) gli aspetti ambientali interessati con ciascuna misura afferenti ai settori della produzione di energia elettrica, del residenziale e terziario, dei trasporti e dell'agricoltura. Tale analisi consentirà anche di individuare eventuali contraddizioni/incoerenze all'interno del Programma (analisi di coerenza interna) rispetto agli obiettivi ambientali (misure con effetti contraddittori rispetto a diversi aspetti ambientali).

Per l'analisi degli effetti ambientali più significativi del Programma nel suo complesso saranno effettuate analisi quantitative ad una scala di studio di livello nazionale. Si rimanda al paragrafo "stato di riferimento per la stima degli effetti ambientali del Programma" della presente relazione per ulteriori elementi inerenti la stima e valutazione degli effetti per i diversi argomenti trattati.

L'orizzonte temporale di riferimento considerato per l'analisi degli effetti è al 2030 in linea con gli obiettivi sulle emissioni cui il Programma è chiamato a raggiungere.

Gli effetti ambientali sono analizzati attraverso l'utilizzo di opportuni indicatori selezionati sulla base della disponibilità dei dati ad una scala adeguata e per tutto il territorio nazionale.

Riguardo a eventuali effetti negativi valutati soprattutto in riferimento alle singole misure, saranno previste adeguate misure per mitigare tali effetti come previsto dall'allegato VI del Dlgs 152/06 s.m.i.

#### Qualità dell'aria

Gli effetti delle misure del Programma sulla qualità dell'aria (concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente) sono stimati a partire dalle variazioni dei livelli emissivi nei diversi scenari nazionali. Sono prodotti scenari di Qualità dell'Aria con il Sistema Modellistico Atmosferico (SMA) dell'ENEA appartenente alla catena MINNI, sviluppata a partire dai primi anni 2000 come strumento di supporto alla definizione e all'analisi di politiche di riduzione delle emissioni.

Gli inquinanti considerati nelle simulazioni sono quelli normati dalla Direttiva NEC (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e O<sub>3</sub>).

Il paragrafo "stato di riferimento per la stima degli effetti" del presente rapporto riporta i risultati per lo scenario WM (misure vigenti) al 2020. Tale scenario è considerato come riferimento per le valutazioni degli

effetti sulla qualità dell'aria del Programma che saranno riportate nel RA in termini di riduzioni delle concentrazioni al 2030 con le politiche e misure aggiuntive previste dal Programma (scenario WAM).

Nel RA saranno trattati a livello qualitativo gli effetti derivanti dalle diverse misure su altri inquinanti (Benzo(a)pirene, metalli...) le cui concentrazioni in aria ambiente saranno influenzate. Per tali inquinanti non sono state elaborate stime quantitative (scenari) in quanto non considerati dalla Direttiva NEC.

### Biodiversità e ecosistemi

Si riporta di seguito un inquadramento descrittivo degli effetti ambientali dell'inquinamento atmosferico sulla biodiversità e gli ecosistemi.

#### *Effetti dell'esposizione delle piante agli inquinanti atmosferici*

Gli inquinanti atmosferici incluso il particolato e l'ozono, agiscono sui vegetali con diverse modalità. Gli effetti negativi più significativi sono quelli a carico del processo fotosintetico (come la minore biomassa prodotta) e della riproduzione (minor numero di fiori e semi prodotti). I contaminanti possono alterare l'attività cellulare (è il caso della perossidazione delle membrane lipidiche causata dall'ozono troposferico), ridurre l'attività di enzimi chiave della fotosintesi quali la RuBisCo, oppure depositandosi sulla superficie fogliare, come nel caso del particolato, alterarne l'albedo e quindi il bilancio energetico luminoso. La conseguenza ultima è il rallentamento nella fissazione del carbonio e quindi una riduzione della biomassa prodotta con un calo di resa nelle specie di interesse agrario.

Gli studi sugli effetti degli inquinanti sui vari tipi di vegetazione, presenti anche in ambiente urbano e peri-urbano mostrano, per alcuni inquinanti quale ad esempio l'ozono, sintomi caratteristici, anche se sovente è difficile, al solo esame morfologico, stabilire con certezza quale inquinante li abbia indotti, poiché in diversi casi questi effetti si sovrappongono con altri fattori di pressione ambientali derivanti dall'azione di patogeni o da fattori climatici. Inoltre più inquinanti in combinazione tra loro possono originare effetti diversi da quelli osservati per un singolo composto, rendendo l'analisi dei risultati complessa.

I principali sintomi fitotossici osservabili sulle piante, causati dall'azione di uno o più inquinanti, si evidenziano soprattutto a carico dell'organo fogliare, a causa dell'elevata superficie d'interfaccia pianta-atmosfera; manifestazioni tra i sintomi più caratteristici e diffusi troviamo:

- clorosi e punteggiature localizzate sulla parte o marginale od internervale della foglia;
- anomalie nello sviluppo, determinate da variazioni dell'aspetto fogliare
- caduta precoce delle foglie con riduzione delle funzioni vitali quali ad esempio la respirazione e la fotosintesi, che portano ad una diminuzione della crescita della pianta;
- bronzature e necrosi interne alla foglia o dei lembi fogliari, dei germogli erbacei o dei fiori;
- precoce senescenza delle foglie e dell'intero individuo

Alla comparsa dei danni sull'organo fogliare, sovente risultano già danneggiati gli organi interni della foglia in maniera rilevante. E' per questo che si preferisce utilizzare degli indicatori di alterazione precoci, conducendo test biochimici per rivelare la presenza di enzimi o composti detossificanti nella pianta ed all'interno della cellula, come le perossidasi o l'ascorbato, oppure conducendo in vivo misure non distruttive di scambi gassosi (conduttanza e traspirazione fogliare, assimilazione di C) e di fluorescenza fogliare (Fv/Fm, F0 ecc).

In questo contesto si comprende quindi perché risulti complesso effettuare delle stime esatte degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla vegetazione e quindi prevedere gli impatti sulla flora e sugli interi ecosistemi. Possono essere comunque applicati dei modelli e delle funzioni di danno al fine di realizzare mappe di rischio. Come già introdotto nel capitolo 4, a fronte di studi scientifici condotti nel contesto dei programmi cooperativi ONU/ECE ICP-Vegetation e ICP-Forest, sono disponibili un serie funzioni di danno e di livelli critici per le specie vegetali più importanti, raccolti in vari report e manuali, nonché guide iconografiche come supporto al riconoscimento degli effetti (<http://icp-forests.net/> e <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/>).

### Ozono troposferico (O<sub>3</sub>)

Degli inquinanti presenti in atmosfera, l'ozono è probabilmente quello dotato di maggiore potere fitotossico ed è responsabile di elevati cali di produttività di biomassa delle specie vegetali, anche d'interesse agro-alimentare a livello mondiale, producendo ingenti danni economici. Questo inquinante è responsabile infatti, insieme con le piogge acide ed altri fattori di pressione ambientale, del fenomeno conosciuto come declino delle foreste.

L'ozono esplica la sua azione penetrando all'interno degli stomi, specialmente in presenza di elevate concentrazioni di vapor d'acqua che ne induce l'apertura. I danni visibili compaiono a livello fogliare evidenziando scolorimenti e necrosi, con gravi ripercussioni sul metabolismo in particolare a carico dei processi fotosintetici. L'effetto ultimo è un danno funzionale dell'organo fogliare e la sua precoce senescenza, e quindi una crescita di biomassa ridotta.

L'ozono è un forte ossidante e si forma in estate dagli ossidi di azoto e l'ossigeno in presenza di elevato irraggiamento solare (in particolare dagli U.V.) producendo all'interno della foglia specie chimiche reattive quali i radicali liberi ed altre in grado di attaccare le membrane cellulari come pure i delicati componenti presenti nel mesofillo. Questo gas ha quindi un effetto tossico sulla pianta, rallentando il processo fotosintetico e diminuendo la quantità di C fissato dalla pianta, limitandone la crescita. In presenza di elevate concentrazioni, per lo più estive, di questo inquinante, sono stati osservati danni fogliari rilevanti sulle colture agrarie con perdite ingenti di raccolto che, in relazione alla specie vegetale, alle concentrazioni di ozono ed alle condizioni ambientali, possono essere più o meno gravi. In sinergia con altri inquinanti, questo gas rappresenta un fattore di stress per gli alberi esponendoli all'attacco di virus ed altri patogeni, e rendendoli più fragili a condizioni ambientali estreme, come ad esempio lo stress idrico estivo; l'ozono è inoltre corresponsabile di gravi danni al patrimonio forestale in tutto il Bacino del Mediterraneo ed in molte altre aree del pianeta. Una prolungata esposizione a livelli fitotossici di ozono può quindi causare alterazioni nella struttura e nella crescita della vegetazione incidendo sulla vitalità delle piante più sensibili. Gli alberi risultano così indeboliti e più suscettibili ai patogeni e la crescita del legno rallenta; questi fenomeni possono avere importanti ripercussioni sulla stabilità dei boschi con funzione importante come quelli di protezione e sulla loro ruolo chiave di salvaguardia per il benessere e la sopravvivenza dell'uomo. Una prolungata esposizione all'ozono, superiore ai valori limite indicati dagli studi e sperimentazioni afferenti al programma ICP-Vegetation ed ICP-Forest dell'UNECE, può quindi indurre una riduzione della produzione forestale ed agricola, in importanti specie d'interesse agro-alimentare come il grano e le patate. I risultati di alcuni studi hanno quindi dimostrato che il perdurare di elevate concentrazioni di ozono può alterare la struttura dell'ecosistema, modificandone la biodiversità e riducendo la biomassa prodotta a livello di coltivazioni, praterie e foreste. Tra le specie vegetali erbacee più sensibili troviamo il tabacco, il grano, l'erba medica, la soia, l'avena, l'orzo, il cotone, l'arachide, mentre tra quelle arboree, il noce, i pioppi

ed altre caducifoglie, queste possono essere utilizzate come efficaci *bioindicatori* per gli studi di biomonitoraggio, permettendo così di correlare gli effetti osservati con la presenza dell'ozono ed i suoi livelli critici.

Di seguito un esempio dell'effetto delle diverse concentrazioni di ozono troposferico sulle rese di alcune importanti specie vegetali d'interesse agrario.

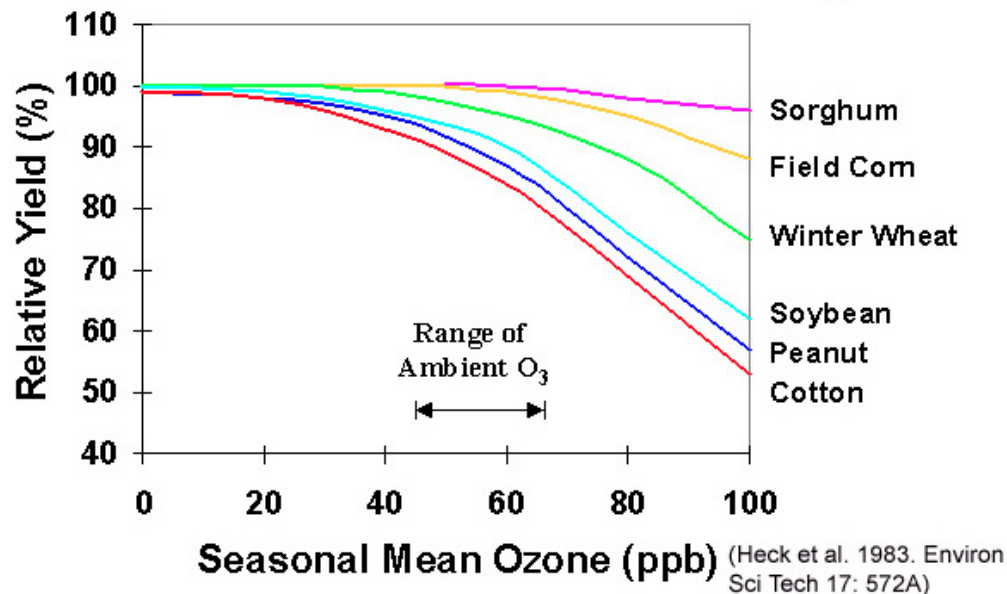


Figura 6.1

#### Polveri sospese (PM)

La presenza di polveri (PM) in atmosfera può avere effetti diretti ed indiretti sulla vegetazione. Esse possono depositarsi sulle foglie e formare un film che, schermando la luce, riduce l'energia luminosa disponibile per il processo fotosintetico. Inoltre il particolato può contenere sulla sua superficie o al suo interno elementi o composti chimici in grado di danneggiare la foglia ed il suo delicato metabolismo. Un'altra conseguenza della deposizione di particolato sulla vegetazione è il cambiamento dell'albedo in relazione alle caratteristiche delle particelle stesse; questo può portare ad un'alterazione della temperatura delle superfici fogliari, con conseguenze sul bilancio idrico e sull'attività fisiologica dell'intera pianta.

#### Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

I maggiori effetti sull'ambiente degli ossidi di azoto sono dovuti agli ossidi in quanto tali, ma anche alla formazione di composti acidi quale l'acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) che, ad elevata concentrazione, crea zone di corrosione con alterazioni cromatiche puntiformi sul fogliame. Alcuni esperimenti hanno evidenziato che l'esposizione per 24 h ad una concentrazione anche relativamente bassa di questo composto è in grado di causare delle necrosi iniziali a livello fogliare, mentre concentrazioni più elevate possono alterare la fotosintesi causando importanti alterazioni fisiologiche nella pianta.

#### Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

Anche la presenza di SO<sub>2</sub> in atmosfera può causare danni alla vegetazione, tanto più pronunciati quanto maggiore è la concentrazione dell'inquinante ed il tempo di esposizione allo stesso. Brevi periodi ad elevate concentrazioni di SO<sub>2</sub> hanno evidenziato necrosi delle foglie, che successivamente si seccano, assumendo

una colorazione avorio-marrone. Ciò è dovuto all'SO<sub>2</sub> che penetrando all'interno delle piante attraverso gli stomi, si trasforma in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, acido solforico, che ossida i componenti cellulari e quindi in solfati, che si depositano nelle foglie. Per esposizioni prolungate a concentrazioni inferiori, si hanno invece danni cronici, caratterizzati dal graduale ingiallimento delle foglie, dovuto ad un blocco della formazione della clorofilla. Durante le piogge l'incorporazione degli inquinanti sotto forma di ossidi di zolfo (come pure di azoto) contribuisce alla formazione delle cosiddette "piogge acide" che provoca defogliazione ed inaridimento della vegetazione boschiva. Infine, i risultati delle sperimentazioni confermano che anche l'SO<sub>2</sub> può ridurre lo sviluppo e la produttività delle piante nel tempo.

#### Vegetazione e qualità dell'aria

Le piante e gli animali con la loro presenza sono in grado modificare l'ambiente; la vegetazione ad esempio può influenzare la dispersione/diluizione delle masse di aria inquinata in atmosfera, ed anche abbattere direttamente, attraverso processi sia meccanici (come nel caso del particolato aerodisperso), sia chimico-fisici (come nel caso dell'ozono troposferico) gli inquinanti atmosferici presenti. La pianta è quindi in grado di intrecciare complessi e profondi rapporti con l'ambiente sia a livello del suolo, per mezzo della parte ipogea (rizosfera), sia a livello dell'atmosfera in particolare attraverso la parte epigea ossia le foglie (fillosfera), inducendo in questi modificazioni profonde e a volte permanenti. Inoltre le piante, attraverso processi quali la traspirazione dell'acqua, l'emissione di composti organici (COV, composti organici volatili) e l'assorbimento di CO<sub>2</sub>, sono in grado di modificare la composizione dell'atmosfera e quindi il clima, influenzando alcuni processi che ivi avvengono, abbattendo ad esempio alcuni inquinanti presenti, oppure favorendone la formazione. Talvolta la vegetazione, se non pianificata e ben gestita, può anche indurre l'accumulo degli inquinanti e la formazione di nuovi secondari quali ad esempio l'ozono e i SOA (Aerosols Organici Secondari) (Donovan et al., 2005, Calfapietra et al., 2013).

#### Mitigazione dell'inquinamento atmosferico per mezzo della vegetazione

Lo studio delle caratteristiche peculiari della vegetazione e del suo ruolo nell'influenzare la qualità ambientale, in special modo nelle aree urbane, può rivestire un'importanza fondamentale e strategica nella complessa tematica dell'inquinamento atmosferico e delle misure orientate al risanamento della qualità dell'aria delle città. Le cosiddette VEB, *Vegetative Environmental Buffers*, costituite da alberi, siepi e cespugli, collocate in prossimità delle sorgenti di inquinanti quali infrastrutture viarie, impianti zootecnici, o siti produttivi industriali, possono contribuire efficacemente ad intercettare le emissioni, abbattendo le concentrazioni di particolato e di altri composti in atmosfera, migliorando così la qualità dell'aria. Il termine infrastrutture verdi indica che la vegetazione esistente risulta interconnessa dal punto di vista funzionale, con creazione di una rete che garantisce dei servizi e dei benefici che vanno al di là di quelli forniti dalle singole aree verdi. Le strutture verdi dovrebbero però essere impiegate in modo appropriato, dopo un attento studio del contesto ambientale di riferimento (clima, suolo, disponibilità idrica, concentrazioni di inquinanti presenti ed assetto urbanistico/territoriale nel caso di aree urbane) affinché le specie prescelte e l'ubicazione delle stesse possa massimizzarne i benefici ottenibili in campo ambientale. Il rischio è che se gli elementi verdi vengono scelti e collocati in modo improprio, possano non sortire gli effetti positivi voluti, ma ad esempio ostacolare la circolazione dell'atmosfera, oppure portare a morte precoce gli individui impiantati.

Vari autori in differenti ricerche hanno evidenziato come la vegetazione possa dare un contributo apprezzabile all'abbattimento delle concentrazioni di inquinanti atmosferici, in particolare le polveri sospese, con valori fino al 35% e dell'ozono troposferico (Lischke & Kuttler, 2008; Yin et. al, 2011). Le piante

abbattono gli inquinanti mediante processi meccanici, come nel caso del particolato nel quale le foglie intrappolano le particelle presenti sequestrandole (adsorbimento), oppure fisico-chimici, come per l'ozono assorbito dalle foglie che penetra attraverso le aperture stomatiche. Occorre però precisare che il solo effetto di abbattimento esercitato dalle piante, ad esempio per il PM, riveste un'importanza limitata, se comparato con le emissioni di inquinante presenti sul territorio a diverse scale spaziali, specialmente in ambito urbano, le quali possono essere molto superiori come quantità. Il contributo di mitigazione ad opera della vegetazione può rappresentare però un importante valore aggiunto assieme a tutti gli altri benefici e servizi offerti dal verde, rivestendo un ruolo chiave all'interno di piani e programmi integrati e delle strategie per il risanamento dell'aria e per la lotta all'inquinamento atmosferico delle città.

#### *Effetti degli inquinanti sugli ecosistemi terrestri*

Gli inquinanti, si depositano sotto forma di deposizioni secche ed umide e possono, alterando suolo, aria, acqua, causando impatti negativi in fauna e flora ivi presenti, nonché modificare le complesse relazioni che intercorrono tra le diverse componenti dell'ecosistema. A livello abiotico gli impatti sono riscontrabili sul suolo e sulle acque (in particolare bacini e laghi di dimensioni ridotte e con scarso tasso di ricambio idrico). Uno degli effetti più evidenti è il cambiamento del pH, che a seconda della natura delle deposizioni può aumentare o diminuire, rendendo l'habitat inadatto per talune specie di organismi, inficiando così importanti funzioni ecosistemiche.

L'inquinamento inoltre può agire a livello fisiologico, danneggiando i tessuti e gli organi dei vegetali, aumentando la suscettibilità della pianta a patogeni ecc e causando un decremento del tasso di fotosintesi e quindi nella biomassa prodotta, fino a portare alla morte la pianta stessa. Questo può determinare l'alterazione delle popolazioni degli organismi sensibili e la diminuzione della biodiversità, con elevati rischi per gli habitat presenti (Harmes et. Al, 2017).

#### *Effetti sulla fauna*

Il grado di minaccia cui sono sottoposte le specie animali e vegetali viene valutato attraverso apposite metodiche di valutazione che conducono alla redazione di liste in cui a ciascuna specie è attribuito un determinato livello di rischio.

La fauna selvatica è vulnerabile ai danni dell'inquinamento atmosferico, in particolare le piogge acide, i metalli pesanti, gli inquinanti organici persistenti (POP) e altre sostanze tossiche sono gli aspetti che sollevano le maggiori preoccupazioni in merito.

Insetti, vermi, molluschi, pesci, uccelli e mammiferi interagiscono con il loro ambiente in modi diversi. Di conseguenza, l'esposizione di ciascun animale e la sua vulnerabilità agli effetti dell'inquinamento atmosferico possono essere diversi.

L'inquinamento atmosferico può danneggiare la fauna selvatica in due modi principali:

- riducendo la qualità dell'ambiente in generale o dell'habitat in particolare

Le piogge acide possono cambiare la chimica e la qualità dei terreni e dell'acqua. Ad esempio, i corpi idrici possono diventare troppo acidi per alcuni animali alterandone le normali funzioni fisiologiche fino a minacciarne la sopravvivenza. Le piogge acide, inoltre, possono aumentare il rilascio di metalli pesanti,

come l'alluminio, da parte dei suoli negli habitat acquatici. Il risultato è una maggiore disponibilità, nella colonna d'acqua, di metalli pesanti che sono molto tossici per molti animali inclusi i pesci.

Alcuni metalli pesanti, come il mercurio, possono essere trasportati nell'aria a lunghe distanze lontano dalle fonti di emissione.

Anche se non sono ben comprese, altre forme di inquinamento atmosferico, come lo smog, il particolato e l'ozono troposferico, per citarne alcuni, possono influire sulla salute della fauna selvatica proprio come incidono sulla salute umana, danneggiando i polmoni e il sistema cardiovascolare. La vulnerabilità di un animale all'inquinamento atmosferico è influenzata dal modo in cui respira - se usa i polmoni, le branchie o qualche altra forma di scambio gassoso, come la diffusione passiva attraverso l'epidermide.

- limitando la disponibilità di risorse alimentari e influenzandone la qualità

Molti metalli pesanti, sostanze tossiche, inquinanti organici persistenti (POP) e altri inquinanti atmosferici influenzano la fauna selvatica entrando nella catena alimentare e alterando la capacità di approvvigionamento e la qualità del cibo.

Una volta consumati, molti di questi inquinanti si accumulano e vengono immagazzinati nei tessuti dell'animale. Poiché gli animali vengono mangiati da altri animali lungo la catena alimentare, questi inquinanti continuano ad accumularsi e la loro concentrazione aumenta. Questo processo è chiamato bioaccumulo. Predatori all'apice della piramide alimentare, quali ad esempio orsi e aquile, tra i tanti, sono particolarmente sensibili al bioaccumulo di questi tipi di inquinanti atmosferici.

Tra i metalli pesanti il mercurio desta maggiore preoccupazione al punto che si consiglia di limitare la frequenza nel consumo di determinati tipi di pesce che possono contenere alti livelli di metalli pesanti.

Gli inquinanti atmosferici possono avvelenare la fauna selvatica attraverso l'interruzione della funzione endocrina, danni agli organi, aumento della vulnerabilità agli *stress* e alle malattie, un minore successo riproduttivo e una possibile morte.

I cambiamenti nell'abbondanza di qualsiasi specie a causa dell'inquinamento atmosferico possono influenzare notevolmente l'abbondanza e la salute delle specie dipendenti. Ad esempio, la perdita di alcune specie di pesci a causa di livelli più elevati di alluminio potrebbe consentire l'aumento delle popolazioni di insetti, di cui potrebbero beneficiare alcuni tipi di anatre che si nutrono di insetti. D'altro canto la stessa perdita di pesce potrebbe essere dannosa per le aquile, i falchi pescatori e molti altri animali che dipendono dal pesce come fonte di cibo.

È molto difficile comprendere e apprezzare pienamente in che misura e in che modo tali cambiamenti influenzeranno altre specie in tutto l'ecosistema, inclusi gli esseri umani.

Llacuna *et al.* (1993) hanno analizzato gli effetti prodotti dalle emissioni delle centrali elettriche a carbone, tra cui principalmente SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e particolato, su popolazioni naturali e esemplari ingabbiati di uccelli e piccoli mammiferi. Le specie catturate sul campo utilizzate per valutare questi effetti sono stati gli uccelli passeriformi: *Parus major* (cinciallegra) ed *Emberiza cia* (zigolo muciatto) e il roditore *Apodemus sylvaticus* (topo selvatico). In parallelo a questo studio sugli animali catturati sul campo sono stati utilizzati altri animali, *Mus musculus* (topolino comune) e *Carduelis carduelis* (cardellino) che sono stati collocati in gabbie vicino alla fonte di inquinamento. I risultati mostrano che gli inquinanti atmosferici delle centrali elettriche a carbone producono alterazioni nell'epitelio tracheale. Negli uccelli passeriformi sono stati osservati un aumento del muco che copre l'epitelio tracheale, l'accorciamento delle ciglia e l'aumento del numero di

granuli secretori e delle vescicole. Nei mammiferi sono state osservate variazioni dell'uniformità dell'epitelio pseudostratificato con un ampio strato di muco, accorciamento delle ciglia e aumento del numero di granuli secretori.

Uno studio di Gupta e Bakre (2013) ha analizzato le feci di animali selvatici in cattività nello zoo di Jaipur (India) al fine di utilizzarle come bio-indicatore dell'esposizione all'inquinamento ambientale in habitat urbano. I risultati hanno mostrato che i mammiferi selvatici ospitati nello zoo sono esposti all'inquinamento da metalli (aria e acqua).

Un altro studio di Sanderfoot e Holloway (2017) fornisce prove coerenti degli impatti negativi sulla salute degli uccelli attribuibili all'esposizione agli inquinanti atmosferici in fase gassosa e particellare, tra cui monossido di carbonio (CO), ozono (O<sub>3</sub>), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), fumo e metalli pesanti, nonché miscele delle emissioni urbane e industriali. Le risposte dell'avifauna all'inquinamento atmosferico comprendono difficoltà respiratoria e malessere, aumento dello sforzo di disintossicazione, livelli elevati di *stress*, immunosoppressione, cambiamenti comportamentali e compromissione del successo riproduttivo. L'esposizione all'inquinamento atmosferico può inoltre ridurre la densità della popolazione, la diversità delle specie e la ricchezza di specie nelle comunità di uccelli. A differenza dei mammiferi, gli uccelli inalano ossigeno, lo scambiano con anidride carbonica ed espirano i sottoprodotti in un unico respiro; non devono contrarre o espandere i loro polmoni ripetutamente. Questa caratteristica unica consente loro di respirare e ossigenare a un ritmo rapido, che è ottimale per il volo. Ma Sanderfoot sostiene anche che il flusso d'aria costante contribuisca ad introdurre una varietà di particelle dannose che determinano problemi di salute.

Man mano che si rafforza l'evidenza e la portata degli impatti, causati dalle emissioni di inquinanti sugli ecosistemi naturali, aumenta anche il bisogno di sviluppare misure di protezione nel settore della conservazione della biodiversità, per minimizzare i mutamenti in termini di distribuzione, composizione, funzione, fenologia, fornitura di servizi ecosistemici, ancora più accentuati nella regione biogeografia mediterranea, individuata come la regione tra le più vulnerabili del pianeta.

## 7. IMPOSTAZIONE DELL'ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Come più volte riportato nel presente rapporto il Programma individua tra gli obiettivi di riduzione delle emissioni nazionali assegnati all'Italia dalla Direttiva NEC quelli che non sarà possibile conseguire nel 2020 e 2030 senza l'adozione di politiche aggiuntive rispetto a quelle già previste dalla normativa europea e nazionale.

Sono stati pertanto elaborati uno scenario base WM (with measure), che include solo le politiche e misure vigenti fino al 2015 e uno scenario WAM (with additional measure), ossia lo scenario con le politiche e misure aggiuntive rispetto a quello WM, che è stato elaborato sulla base della SEN e permette di rispettare gli obiettivi in materia di fonti rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra al 2020, nonché una serie di ulteriori traguardi posti dalla strategia stessa al 2030.

L'analisi delle alternative sarà affrontata nel RA considerando i due scenari WM e WAM al 2030 relativamente a emissioni, concentrazioni e altri effetti sull'ambiente.



## 8. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA

### La Rete Natura 2000

La Rete Natura2000 è il principale strumento europeo per la conservazione della biodiversità, nata a seguito delle 2 direttive europee Habitat e Uccelli. Queste due direttive sono finalizzate alla conservazione delle specie animali e vegetali più significative a livello europeo e degli habitat in cui esse vivono.

La Direttiva 92/43/CEE Habitat per la “Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”, recepita in Italia attraverso il Regolamento D.P.R. 357/1997 modificato ed integrato dal D.P.R. 120/2003, ha lo scopo di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo. Essa istituisce la rete Natura 2000, una rete ecologica europea di Zone Speciali di Conservazione - ZSC formata da aree più o meno grandi, sia terrestri che marine (= Siti Natura 2000), diffuse su tutto il territorio dell’Unione. La rete Natura 2000 costituisce la più grande rete ecologica del mondo. La designazione delle ZSC è un passaggio fondamentale per la piena attuazione della rete Natura 2000 perché garantisce l’entrata a pieno regime di misure di conservazione sito-specifiche e offre una maggiore sicurezza per la gestione della rete e per il suo ruolo strategico finalizzato al raggiungimento dell’obiettivo di arrestare la perdita di biodiversità in Europa entro il 2020.

La Rete Natura 2000 che si estende su tutto il territorio nazionale e anche in aree marine prospicienti le coste, copre con i suoi 2613 siti oltre il 19% del territorio italiano e quasi il 4% della superficie a mare.

Protegge più di 300 specie di uccelli, 235 specie animali (tra insetti, rettili, anfibi, mammiferi, molluschi e pesci), 155 specie di piante e 132 tipi di habitat.

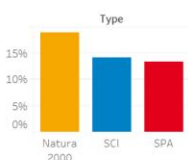
#### Barometer statistics per country

Country: Italy  
Release version: End2018 -- 2019-02-07

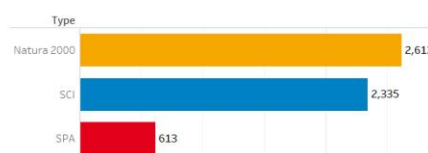
Land area in km<sup>2</sup> (European part): 301,333 km<sup>2</sup>

	Natura 2000 area data (km <sup>2</sup> )		
	SPA	SCI	Natura 2000
Number of Natura 2000 sites	613	2,335	2,613
Natura 2000 land area (km <sup>2</sup> )	40,126	42,899	57,265
Natura 2000 marine area (km <sup>2</sup> )	4,006	5,801	6,859
Natura 2000 total area (km <sup>2</sup> )	44,132	48,699	64,124
Proportion European land area covered by	13.3%	14.2%	19.0%

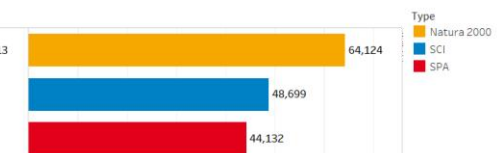
Proportion European land area covered by



Number of Natura 2000 sites



Natura 2000 total area km<sup>2</sup>



Le aree naturali protette in generale svolgono un ruolo essenziale di conservazione della biodiversità e allo stesso tempo contribuiscono a diffondere esperienze concrete di sviluppo ottenuto attraverso la sostenibilità ambientale.

Sono state completate, ai sensi della Legge 394/91, le procedure, ai fini dell'approvazione dei Piani, per venti Enti Parco. Di questi, otto Piani del Parco sono stati approvati, quattro sono stati adottati dalle Regioni e i restanti otto sono stati già approvati dai Consigli Direttivi.

Inoltre l'Italia ospita, nel bacino del Mediterraneo, oltre 300 Aree Importanti per le Piante - IPA.

Nel complesso, il sistema delle Aree Protette nazionali e regionali, insieme alla rete Natura 2000, copre attualmente un'estensione di circa 9.474.343 ettari, interessando il 21% della superficie terrestre nazionale e il 19,1% della superficie marina nazionale, attestandosi, in tal modo, largamente al di sopra delle percentuali richieste dall'Aichi *Target* 11.

Riguardo agli habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE), la figura 8.1 mostra la suddivisione in categorie di stato di conservazione delle schede di reporting elaborate per gli habitat terrestri nel terzo report ex art 17, riferito al periodo 2007-2012. Il 68% degli habitat terrestri di interesse comunitario del nostro Paese è in uno stato di conservazione cattivo (28%) o inadeguato (40%), solo il 22% è in uno stato di conservazione favorevole, inoltre in 24 casi (il 9,5%) non è stato possibile attribuire uno stato di conservazione complessivo (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018).

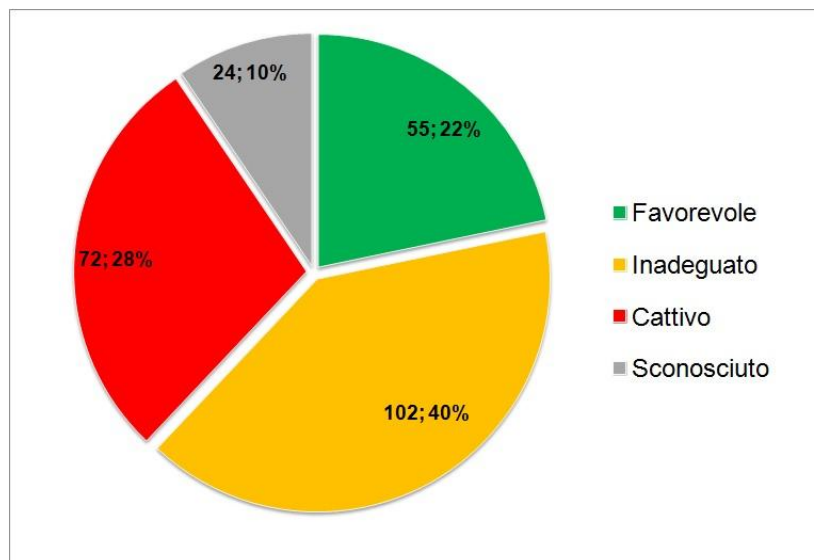


Figura 8.1: Stato di conservazione complessivo degli habitat terrestri di Direttiva 92/43/CEE: numero di schede di reporting e distribuzione percentuale, sul totale delle valutazioni effettuate, delle 4 classi di stato di conservazione – Fonte: ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

Analizzando lo stato di conservazione complessivo degli habitat per regione biogeografica (figura seguente) si rileva che la maggior percentuale di habitat in stato di conservazione non soddisfacente è presente nella regione alpina, dove il 75% (57 habitat su 76) è in uno stato di conservazione inadeguato o cattivo. Anche nelle altre regioni, tuttavia, la percentuale degli habitat in stato di conservazione non soddisfacente è piuttosto elevata: per il 71% dei casi nella regione continentale (59 habitat su 83) e per il 61% nella mediterranea (58 habitat su 94) (ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2018).

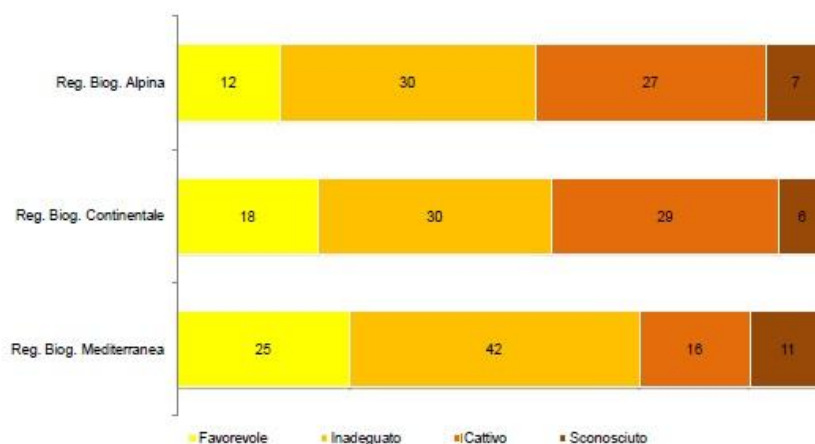


Figura 8.2: Stato di conservazione degli habitat terrestri di Direttiva 92/43/CEE per Regione Biogeografica: numero di schede di reporting per ciascuna categoria di stato di conservazione in ciascuna Regione Biogeografica – Fonte: ISPRA Annuario dei dati ambientali 2018

#### Effetti sui Siti Natura 2000

Nei precedenti capitolo sono stati affrontati gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla biodiversità e gli ecosistemi. L'impatto che l'inquinamento atmosferico ha sugli habitat può comportare modifiche alle caratteristiche fisico-chimiche, come pure alle popolazioni di organismi, influenzandone la crescita e la riproduzione a vantaggio o meno di talune specie, modificandone la distribuzione e di conseguenza portando cambiamenti, anche profondi, nella biodiversità esistente (Harmes et. Al, 2017). La cartografia sottostante (Fig. 8.3) rappresenta le aree a rischio da esposizione ad ozono nelle praterie delle aree Natura 2000, reputate tra le più sensibili. Si può osservare come, anche in Italia, vi siano numerose aree caratterizzate da rischio elevato e molto elevato per l'esposizione all'ozono ambientale. Ciò a causa delle elevate concentrazioni presenti indotte dalle condizioni climatiche mediterranee ma anche dai composti organici volatili emessi dalle specie vegetali che popolano il Bacino.

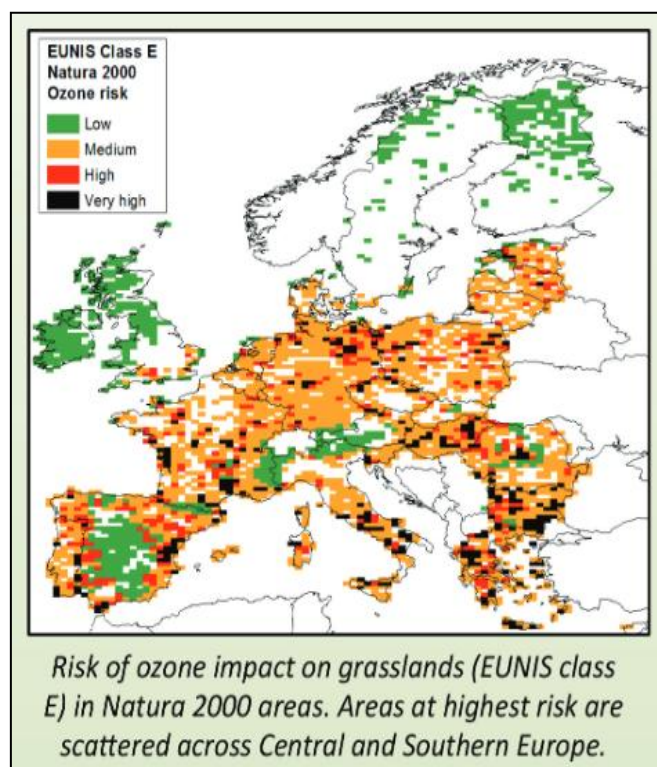


Figura 8.3: Rischio di impatto da ozono nelle praterie nelle aree Natura 2000 (Da: *Impact of ozone pollution on biodiversity. ICP-Vegetation thematic report.* <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/sites/default/files/Impacts%20of%20ozone%20pollution%20on%20biodiversity.pdf>)

Per ulteriori dati e informazioni riguardanti gli effetti su habitat e specie di altri inquinanti si rimanda ai paragrafi 4 (inquadramento ambientale) e 6 (effetti ambientali) del presente rapporto.

Secondo quanto riportato nel report 2018 EEA “Air quality in Europe” a livello europeo le misure previste porteranno, entro il 2030, alla riduzione, dal 78% (osservato nel 2005) al 58%, della superficie percentuale della Rete Natura 2000 in cui la biodiversità è minacciata dall'eccesso di deposizione di azoto. Ulteriori misure, ad es. per il controllo delle emissioni in agricoltura di NH<sub>3</sub>, potrebbero ulteriormente ridurre l'eccesso di deposizione di azoto del 75%. Tuttavia il 50% dei siti Natura 2000 resterebbero a rischio.

A livello nazionale un primo inquadramento riguardante la correlazione inquinamento atmosferico e Rete Natura 2000 è stato affrontato analizzando l'esposizione delle aree appartenenti alla Rete natura 2000 all'inquinamento atmosferico. L'analisi ad un dettaglio pertinente il livello nazionale ha condotto alla stima della ripartizione dei livelli di qualità dell'aria (classi di concentrazioni medie derivanti dagli scenari) all'interno delle suddette aree.

Come per gli altri aspetti trattati nel presente rapporto sono state considerate per le elaborazioni le medie annuali di NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

Si riportano di seguito i risultati espressi in termini di superficie percentuale della Rete Natura 2000 esposta alle concentrazioni derivanti dallo scenario di qualità dell'aria WM al 2020 considerato come livello di riferimento per la valutazioni che saranno sviluppate nel RA in termini di variazioni al 2030 per gli scenari WM e WAM:

*Tabella 8-1: Percentuale delle superfici dei siti Natura 2000 rispetto alle classi di concentrazioni NO<sub>2</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020*

<b>NO<sub>2</sub> (media)</b>	<b>0 - 5 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>5 - 10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>10 - 15 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 - 20 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>20 - 25 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>25 - 30 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>30 - 35 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Rete Natura 2000 - %</b>	84,90	10,09	3,79	0,93	0,23	0,05	0,01

*Tabella 8-2: Percentuale delle superfici dei siti Natura 2000 rispetto alle classi di concentrazioni O<sub>3</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020*

<b>O<sub>3</sub> (media)</b>	<b>75 - 80 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>80 - 85 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>85 - 90 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>90 - 95 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>95 - 100 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>100 - 105 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>105 - 110 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Rete Natura 2000 - %</b>	8,36	15,85	44,27	21,83	8,11	1,53	0,04

*Tabella 8-3: Percentuale delle superfici dei siti Natura 2000 rispetto alle classi di concentrazioni PM<sub>10</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020*

<b>PM<sub>10</sub> (media)</b>	<b>0 - 5 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>5 - 10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>10 - 15 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 - 20 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>20 - 25 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Rete Natura 2000 - %</b>	15,39	64,57	15,92	4,05	0,07

*Tabella 8-4: Percentuale delle superfici dei siti Natura 2000 rispetto alle classi di concentrazioni PM<sub>2,5</sub> (media annuale) nello scenario WM 2020*

<b>PM<sub>2,5</sub> (media)</b>	<b>0 - 3 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>3 - 6 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>6 - 9 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>9 - 12 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>12 - 15 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 - 18 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>18 - 21 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Rete Natura 2000 - %</b>	5,12	40,11	39,61	8,14	4,97	2,00	0,05

### Valutazione di Incidenza

La normativa in tema di VAS prevede che la VinCA (Direttiva 92/43/CEE, DPR 357/97 e s.m.i.) sia ricompresa nella VAS e quindi il RA contenga gli elementi di cui all'allegato G del DPR 357/97.

Ai fini della valutazione di incidenza del Piano è necessario predisporre uno "studio di incidenza" volto ad individuare e valutare i principali effetti che il piano può avere sui siti interessati. Lo studio per la valutazione di incidenza deve essere redatto secondo gli indirizzi dell'allegato G al DPR 357/97. Tale allegato prevede che lo studio per la valutazione di incidenza debba contenere:

- una descrizione dettagliata del piano o del progetto che faccia riferimento, in particolare, alla tipologia delle azioni e/o delle opere, alla dimensione, alla complementarietà con altri piani e/o progetti, all'uso delle risorse naturali, alla produzione di rifiuti, all'inquinamento e al disturbo ambientale, al rischio di incidenti per quanto riguarda le sostanze e le tecnologie utilizzate;
- un'analisi delle interferenze del piano o progetto col sistema ambientale di riferimento, che tenga in considerazione le componenti biotiche, abiotiche e le connessioni ecologiche.

Il percorso logico della valutazione d'incidenza è delineato nella guida metodologica "Assessment of plans and projects affecting Natura 2000 sites" redatto dalla Oxford Brookes University per conto della Commissione Europea DG Ambiente. La metodologia procedurale proposta nella guida della Commissione è un percorso di analisi e valutazione progressiva che si compone di 4 fasi principali:

livello 1: verifica (screening) - processo che identifica la possibile incidenza significativa su un sito della rete Natura 2000 di un piano, progetto o intervento, singolarmente o congiuntamente ad altri piani, progetti e interventi, e che porta all'effettuazione di una valutazione d'incidenza completa qualora l'incidenza risulti significativa;

livello 2: valutazione "appropriata" - analisi dell'incidenza del piano, progetto o intervento sull'integrità del sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani, progetti e interventi, nel rispetto della struttura e della funzionalità del sito e dei suoi obiettivi di conservazione, e individuazione delle misure di mitigazione eventualmente necessarie;

livello 3: analisi di soluzioni alternative - individuazione e analisi di eventuali soluzioni alternative per raggiungere gli obiettivi del progetto o del piano o dell'intervento, evitando incidenze negative sull'integrità del sito;

livello 4: definizione di misure di compensazione - individuazione di azioni, anche preventive, in grado di bilanciare le incidenze previste, nei casi in cui non esistano soluzioni alternative o le ipotesi proponibili presentino comunque aspetti con incidenza negativa, ma per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico sia necessario che il piano, progetto o intervento venga comunque realizzato.

### CONSIDERAZIONE DI PIANI E PROGETTI CONCERNENTI SITI NATURA 2000

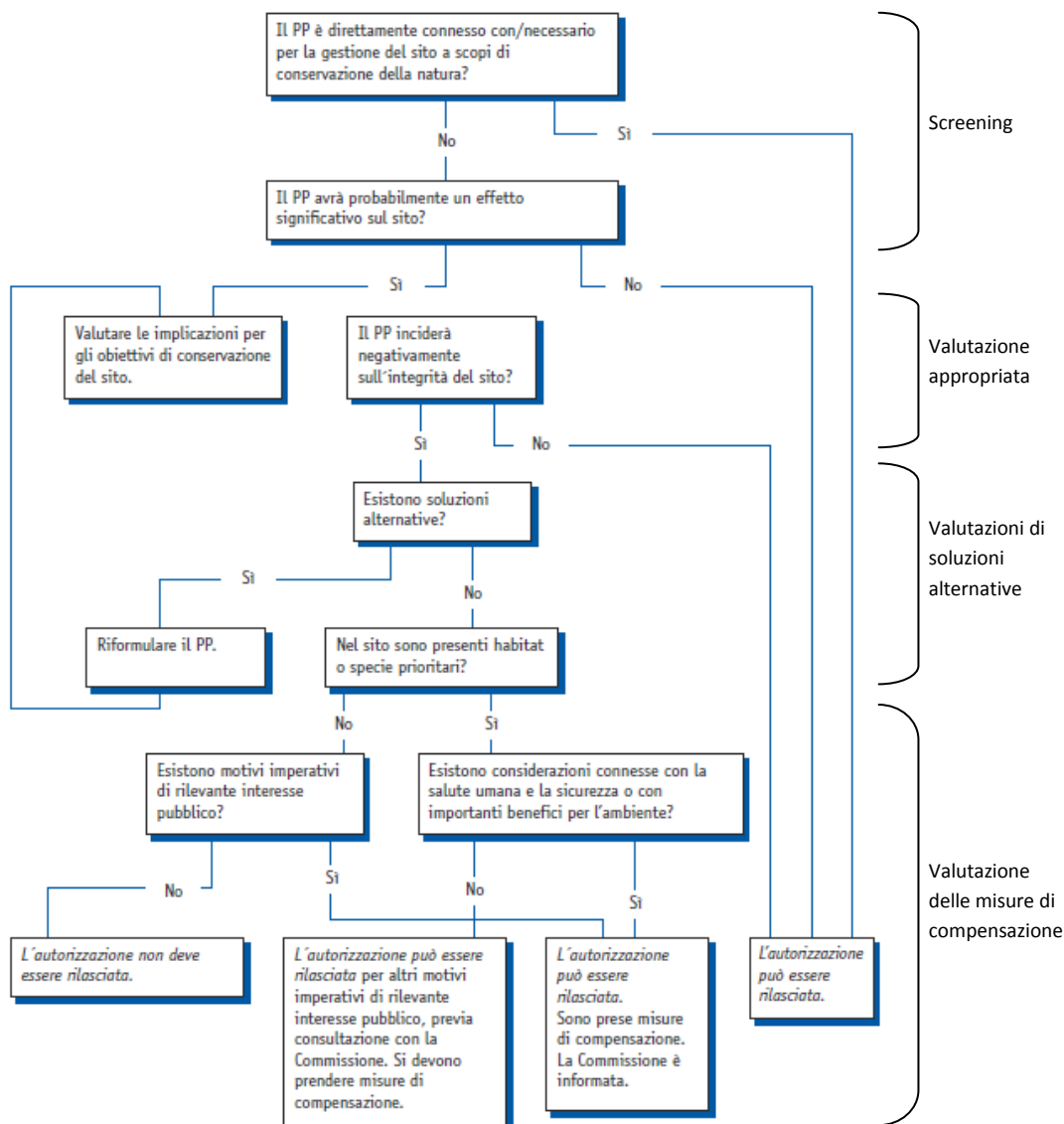


Figura 8.4: schema del percorso logico della valutazione d'incidenza

Il documento del MATTM “Vas – Valutazione di Incidenza” affronta la questione dell’applicazione della VInCA per “Piani e Programmi di area vasta che comprendono numerosi Siti Natura 2000 e senza localizzazione delle scelte”. Per tale tipologia di Piani/Programmi, in cui rientra il presente Programma, il documento riporta i seguenti suggerimenti relativi ai contenuti dello studio d’Incidenza:

- la caratterizzazione generale dei Siti;
- l’individuazione delle principali interazioni possibili tra le tipologie di interventi previsti dal P/P ed i sistemi naturali compresi nei Sit (flora e fauna)
- una prima valutazione sulle categorie di interventi che potrebbero avere un’incidenza significativa riguardo alle vulnerabilità presenti nei Siti.

Il Programma non prevede interventi localizzati pertanto non sarà svolta un’analisi delle interferenze riguardante specifici siti.

La Valutazione d'Incidenza è condotta analizzando gli effetti che il programma complessivamente potrà generare sulle macrocategorie di specie e habitat appartenenti alla Siti Natura 2000. Il miglioramento della qualità dell'aria, che l'attuazione delle misure del programma perseguirà, avrà ripercussioni in generale positive sullo stato delle specie e habitat.

## 9. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale del Programma così come previsto dal D.lgs 152/06 ha due principali finalità: "assicurare il controllo sugli effetti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione del Programma approvato e verificare il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente gli effetti negativi imprevisti e adottare le opportune misure correttive".

Il sistema di monitoraggio che sarà riportato nel RA prevederà le seguenti tre articolazioni:

- descrizione dell'evoluzione del contesto ambientale interessato dagli effetti del P/P con riferimento agli obiettivi di sostenibilità del Programma;
- lo stato di avanzamento dell'attuazione delle misure del Programma che hanno effetti positivi o negativi sugli obiettivi di sostenibilità del Programma;
- il controllo degli effetti ambientali del Programma.

Le tre componenti del monitoraggio saranno attuate attraverso l'utilizzo di idonei indicatori selezionati in riferimento alle finalità da perseguire: indicatori di contesto per seguire l'evoluzione dello stato di qualità ambientale interessato dagli effetti del Programma; indicatori di processo per seguire l'avanzamento dell'attuazione delle misure del Programma; indicatori di contributo per misurare la variazione dello stato ambientale imputabile alle misure del Programma.

Queste tre tipologie di indicatori sono tra di loro correlati; in particolare gli indicatori di contributo e di contesto si baseranno su quelli utilizzati per inquadrare e caratterizzare il contesto ambientale e per stimare gli effetti ambientali positivi e negativi previsti a seguito dell'attuazione del Programma.

La definizione del sistema di monitoraggio terrà conto di quanto previsto dal D.lgs 81/2018 all'art. 7 *"Monitoraggio degli impatti dell'inquinamento atmosferico su ecosistemi"*.

Nel piano di monitoraggio saranno riportate inoltre le seguenti informazioni:

- le modalità di acquisizione delle informazioni, di calcolo degli indicatori;
- i meccanismi di riorientamento del Programma in caso di effetti negativi imprevisti per renderlo coerente con gli obiettivi di sostenibilità fissati;
- la periodicità con cui sarà prodotto il rapporto di monitoraggio;
- le modalità per la comunicazione e la partecipazione a supporto della valutazione degli esiti delle attività di monitoraggio, in riferimento ai soggetti con competenze ambientali e al pubblico;

### Elementi informativi sul Monitoraggio della vegetazione

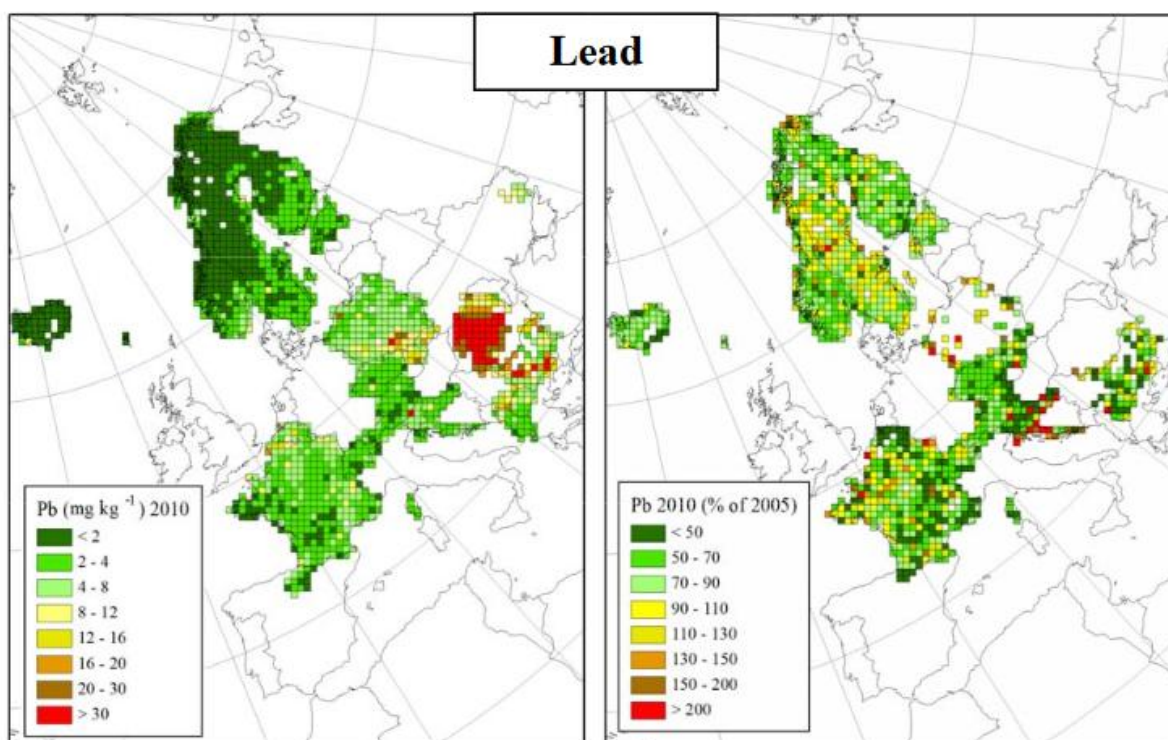
Alcune specie vegetali, arboree, arbustive ed erbacee, possono essere utilizzate per monitorare la presenza di uno o più inquinanti nell'ambiente. Tali specie infatti possono fungere da bioindicatori, presentando delle alterazioni sia morfologiche (cioè visibili) sia funzionali (ossia chimiche e metaboliche), caratteristiche



ed identificabili mediante appropriati protocolli di osservazione o di analisi e correlabili con la presenza di taluni inquinanti.

Lo studio della tipologia di danno osservato sulla vegetazione (sovente a carico dell'organo fogliare), combinato con la stima della percentuale di superficie fogliare danneggiata e con quella della chioma interessata dal danno ad esempio, può essere condotto anche mediante protocolli sperimentali ed il supporto di guide iconografiche, per differenti specie; ciò rende possibile correlare i danni osservati alla presenza dei singoli inquinanti nell'ambiente, come pure seguire la progressione del danno nel tempo. Come già affermato, anche la biodiversità e cioè la distribuzione e la presenza/assenza di alcune specie in una comunità ed in un dato habitat può cambiare in relazione alla presenza di inquinanti, quali fattori di pressione ambientale. Oltre alle piante, anche i licheni sono degli organismi molto sensibili alle deposizioni atmosferiche. L'Indice di Biodiversità Lichenica – IBL (ISPRA, 2001) è un parametro che può essere stimato attraverso un protocollo sperimentale e correlabile con la contaminazione ambientale ad opera di alcuni inquinanti, quali ad esempio SO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> e ozono. I muschi invece sono degli ottimi bioaccumulatori e consentono a distanza di mesi o anni di indicare se vi è stata esposizione a contaminanti ambientali quali metalli pesanti (quali Pb, Cd e Hg) o inquinanti organici persistenti (POP). E' quindi possibile pianificare delle campagne di (bio)monitoraggio ad hoc, nei periodi opportuni dell'anno, al fine di tracciare un quadro conoscitivo preliminare dello stato dell'ambiente in esame.

Di seguito un esempio di cartografie relative alle concentrazioni di piombo dosate in Europa nei muschi.



**Figure 3.11.** Mean lead concentration in mosses per EMEP grid cell in 2010 (left) and expressed as percentage of the values in 2005 (right); values below 100% represent a decline, values above 100% represent an increase since 2005.

*Figura 9.1: Concentrazione di piombo nei muschi in Europa per le celle EMEP*

(Da: Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe. ICP Vegetation Programme. ICP-Vegetation thematic report.

<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/sites/default/files/Heavy%20metals%20and%20nitrogen%20in%20mosses%20-%20spatial%20patterns%20in%202010-2011.pdf>

## 10. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ISPRA, 2015[a]. Rapporto sull'applicazione della Direttiva 147/2009/CE in Italia: dimensione, distribuzione e trend delle popolazioni di uccelli (2008- 2012). *Serie Rapporti 219/2015*

ISPRA, 2018[a]. Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Piervitali E., 2018, Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2017, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 88/2018.

ISPRA, 2018[b]. Italian Emission Inventory 1990-2016. Informative Inventory Report 2018. Rapporto ISPRA 284/2018. <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/informative-inventory-report-2018/view>

ISPRA, 2018[c]. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2016. National Inventory Report 2018. Rapporto ISPRA 283/2018. <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/national-inventory-report-2018/view>

ISPRA, 2018[d]. Annuario dei dati ambientali edizione 2018

EMEP/EEA, 2016[a]. Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. Technical report n. 21/2016. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

EEA, 2018. Air Quality in Europe – 2018 report

Fondazione per lo sviluppo sostenibile. "La sfida della qualità dell'aria nelle città italiane"

Blasi C. (Ed.), 2010. La Vegetazione d'Italia. Palombi & Partner S.r.l., Roma, pp. 538.

Blasi C. e Biondi E. 2017. La flora in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, pp. 704. Sapienza Università Editrice, Roma.

Calfapietra C., Fares S., Manes F., Morani A., Sgrigna G., Loreto F. 2013. Role of Biogenic Volatile Organic Compounds (BVOC) emitted by urban trees on ozone concentration in cities: A review. *Environ Poll* 183: pp.71-80.

Donovan R. G., Stewart Hope E., Owen S. M., MacKenzie A. Robert and C. Nicholas Hewitt. 2005. Development and Application of an Urban Tree Air Quality Score for Photochemical Pollution Episodes Using the Birmingham, United Kingdom, Area as a Case Study. *Environ. Sci. Technol.*, 39: (17) pp. 6730-6738.

Harmens H., Sharps K., Hayes F., Mills G. 2016. Impacts of ozone pollution on biodiversity. Bangor, UK, NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 8pp. (CEH Project no. C05239, C04325)

Removal of airborne particulate matter by vegetation in an urban park In the city of Rome (Italy): an Ecosystem Services perspective

ISPRA. 2001. IBL Indice di Biodiversità Lichenica. Manuali e Linee Guida 2/2001, ANPA.

- Litschke T. e Kuttler W. 2009. On the reduction of urban particle concentration by vegetation – a review. *MetZe*, 17. pp. 229-240.
- Silli V., Salvatori E., Manes F. 2015. Removal of airborne particulate matter by vegetation in an urban park In the city of Rome (Italy): an Ecosystem Services perspective. *Annali di Botanica*, 5: 69–78
- UN/ECE ICP-Vegetation. 2017. Manual Mapping critical levels for vegetation. Chapter 3, Mills G., Harmens H., Hayes F., Pleijel H., Buker P., González-Fernández I.
- Yin S., Shen Z., Zhou P., Zou X., Che S., Wang W. 2011. Quantifying air pollution attenuation within urban parks: An experimental approach in Shanghai, China. *Environmental Pollution* 159: pp.2155-2163.
- EMEP, 2018. Transboundary particulate matter, photo-oxidants, acidifying and eutrophying components. EMEP Status Report 1/2018, [http://emep.int/publ/reports/2018/EMEP\\_Status\\_Report\\_1\\_2018.pdf](http://emep.int/publ/reports/2018/EMEP_Status_Report_1_2018.pdf)
- Klein, H., Gauss, M., Nyiri, A., Benedictow, A., 2018. Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O<sub>3</sub>) and PM. Italy. MSC-W Data Note, 1/2018, [http://emep.int/publ/reports/2018/Country\\_Reports/report\\_IT.pdf](http://emep.int/publ/reports/2018/Country_Reports/report_IT.pdf)
- Bonazza A., Messina P., Sabbioni C., Grossi C. M., Brimblecombe P., *Mapping the impact of climate change on surface recession of carbonate buildings in Europe*, *Science of Total Environment* 407 (2009), 2039 – 2050
- De Marco A., Screpanti A., Mircea M., Piersanti A., Proietti C., Fornasier M. F., *High resolution estimates of the corrosion risk for cultural heritage in Italy*, *Environmental Pollution* (2017), 1-8
- Di Turo F., Proietti C., Screpanti A., Fornasier M. F., Cionni I., Favero G., De Marco A., Impacts of air pollution on cultural heritage corrosion at European level: What has been achieved and what are the future scenarios, *Environmental Pollution* (2016), 1-9
- Mapping of Effects on Materials- Chapter IV (2015) [http://icpmapping.org/Latest\\_update\\_Mapping\\_Manual](http://icpmapping.org/Latest_update_Mapping_Manual)
- MULTI-ASSESS Project Model Model for multi-pollutant impact and assessment of threshold levels for cultural heritage. Deliverable 02. Publishable Final Report (2007). (<http://www.corr-institute.se/> MULTI-ASSESS).
- Rohde H., Dentener F., Schultz M., *The global distribution of acidifying wet deposition*, *Environmental Science and Technology* (2002) , 36: 4382-4388
- WGE (2009), Working Group on Effects, “Review of air pollution effects. Indicators and targets for air pollution effects”. Report to the 28th session of the Working Group on Effects, UN-ECE Convention on Long range Transboundary Air Pollution, Working Group on Effects, Geneva, Switzerland.
- ECE/EB.AIR/WG.1/2009/16 12 p. <http://www.un-ece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2009/EB/wge/ece.eb.air.wg.1.2009.16.e.pdf>.
- Gupta V., Bakre P. (2013) Mammalian Feces as Bioindicator of Urban Air Pollution in Captive Mammals of Jaipur Zoo. *World Environment* 2013, 3(2): 60-65 DOI: 10.5923/j.env.20130302.04
- Llacuna S , Gorriz A, Durfort M, Nadal J. (1993) Effects of air pollution on passerine birds and small mammals. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 1993, Volume 24, Issue 1, pp. 59–66

MATTM (2016) Relazione sullo Stato dell'Ambiente – 2016. *RSA2016*

Sanderfoot O. V. and Holloway T. (2017) Air pollution impacts on avian species via inhalation exposure and associated outcomes. *Environmental Research Letters* 12 (2017) 083002 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8051>