

# ICARO



Centrale Termoelettrica "Leri Cavour" di  
Trino

Progetto di Installazione di una Nuova  
Unità a gas

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

ai sensi dell'art. 5 c. 1 lettera 1-1bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.



**Progetto n.** 20530I  
**Revisione:** 00  
**Data:** Novembre 2020  
**Nome File:** 20530I-VIS Trino\_rev.00.docx

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 2 di 118

**INDICE**

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>1. FASE DI SCOPING .....</b>	<b>9</b>
1.1 Identificazione dell'area di interesse .....	9
1.1.1 Descrizione del progetto.....	9
1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere .....	15
1.1.3 Sintesi degli impatti attesi.....	17
1.2 Caratterizzazione dell'area di interesse .....	23
1.2.1 Caratterizzazione demografica della popolazione esposta.....	24
1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse .....	28
1.3 Identificazione dei fattori di rischio .....	34
1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati .....	39
1.4.1 Evidenze epidemiologiche da Studio SENTIERI .....	44
1.4.2 Evidenze tossicologiche .....	47
1.4.2 Indicatori di salute individuati .....	60
1.5 Caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante operam .....	61
1.5.1 Sintesi risultati Studio Università Tor Vergata (Roma).....	61
1.5.2 Conclusioni da ulteriori studi disponibili.....	68
1.5.3 Incidenza tumorale .....	78
1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta .....	83
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione .....	88
<b>2. FASE DI VALUTAZIONE.....</b>	<b>91</b>
2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata .....	91
2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico .....	92
2.1.2 Procedura di Risk Assessment Epidemiologico .....	96
2.1.3 Identificazione della procedura di valutazione applicata .....	98
2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di esposizione.....	99
2.1.5 Analisi delle incertezze.....	101
2.2 Assessment tossicologico.....	104
2.3 Assessment epidemiologico.....	108
2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute .....	112
<b>3. MONITORAGGIO SANITARIO .....</b>	<b>113</b>
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>114</b>
<b>FONTI UTILIZZATE.....</b>	<b>116</b>

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
3 di 118**INDICE ALLEGATI**

- Allegato 1**    Referenze e CV del gruppo di lavoro
- Allegato 2**    Valutazione dello stato di salute della popolazione dell'area di inserimento
- Allegato 3a**    Tavole deposizioni al suolo
- Allegato 3b**    Tavole da Studio ricadute al suolo SIA
- Allegato 4**    Concentrazioni di input per la valutazione di rischio
- Allegato 5**    Risultati di dettaglio assessment tossicologico
- Allegato 6**    Risultati di dettaglio assessment epidemiologico
- Allegato 7**    Valutazione delle altre determinanti sulla salute

**INDICE TAVOLE**

- Tavola 1**      Corografia dell'area di interesse
- Tavola 2a**    Mappa popolazione totale
- Tavola 2b**    Mappa popolazione maschile
- Tavola 2c**    Mappa popolazione femminile
- Tavola 3**      Mappa uso del suolo
- Tavola 4**      Mappa ubicazione recettori sensibili
- Tavola 5**      Mappa Distretti Socio-Sanitari
- Tavola 6**      Mappa ubicazione recettori rappresentativi
- Tavola 7a**    Mappa curve di isolivello assessment tossicologico - HI Fase 1
- Tavola 7b**    Mappa curve di isolivello assessment tossicologico - HI Fase 2

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 4 di 118

**ELENCO FIGURE**

<i>Figura 1: Inquadramento territoriale</i> .....	9
<i>Figura 2: Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori e orografia del modello CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA</i> .....	22
<i>Figura 3: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera</i> .....	23
<i>Figura 4: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta</i> .....	25
<i>Figura 5: Ripartizione dei Comuni dell'area di interesse per densità totale</i> .....	27
<i>Figura 6: Estensione dei Comuni dell'area di interesse</i> .....	27
<i>Figura 7: Porzione del SIN compresa nell'area di interesse</i> .....	29
<i>Figura 8: Risultati del monitoraggio ambientale - anni 2009-2015</i> .....	30
<i>Figura 9: ASL del Piemonte</i> .....	32
<i>Figura 10: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare</i> .....	36
<i>Figura 11: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)</i> .....	47
<i>Figura 12: Correlazione fra livelli di carbosiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell'uomo (ASTDR, 2012)</i> .....	53
<i>Figura 13: Dimensioni relative del particolato atmosferico (US EPA)</i> .....	57
<i>Figura 14: Confronto nazionale: SMR per tutte le cause</i> .....	63
<i>Figura 15: Confronto regionale: SMR mortalità per tutte le cause</i> .....	64
<i>Figura 16: Confronto nazionale: SHR per tutte le cause</i> .....	65
<i>Figura 17: Confronto regionale: SHR per tutte le cause</i> .....	66
<i>Figura 18: Tasso di mortalità generale (maschi sopra, femmine sotto) 1982-2013 per provincia</i> .....	69
<i>Figura 19: Tasso di mortalità per malattie dell'apparato circolatorio (maschi sopra, femmine sotto) 1982-2013 per provincia</i> .....	70
<i>Figura 20: Tasso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio (maschi sopra, femmine sotto) 1982-2013 per provincia</i> .....	72
<i>Figura 21: Tasso di ospedalizzazione per tutte le cause (maschi sopra, femmine sotto) 2000-2013 per provincia</i> .....	73
<i>Figura 22: Tasso di ospedalizzazione per malattie sist. circolatorio (maschi sopra, femmine sotto) 2000-2013 per provincia</i> .....	75
<i>Figura 23: Tasso di ospedalizzazione per malattie sist. respiratorio (maschi sopra, femmine sotto) 2000-2013 per provincia</i> .....	76
<i>Figura 24: I 5 tumori più frequenti in Piemonte [fonte: AIRTUM 2018]</i> .....	78
<i>Figura 25: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000 per sesso, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)</i> .....	79
<i>Figura 26: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000, uomini e donne, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)</i> .....	80
<i>Figura 27: Aree che hanno fornito dati per Rapporto AIRTUM 2018 [fonte: AIRTUM]</i> .....	81
<i>Figura 28: Incidenza e mortalità uomini a sx e incidenza e mortalità donne a dx [fonte: AIRTUM]</i> .....	81
<i>Figura 29: Incidenza e mortalità uomini-donne [fonte: AIRTUM]</i> .....	82
<i>Figura 30: Produzione industriale nella provincia di Torino. Anni 2014-2018</i> .....	83
<i>Figura 31: Imprese registrate in provincia di Torino per macrosettori. Anno 2018, variazione % 18/17</i> .....	84
<i>Figura 32: Tasso di variazione % di stock delle imprese della provincia di Vercelli per settore – Anno 2017/2018</i> .....	85
<i>Figura 33: Tasso di disoccupazione (Anno 2017)</i> .....	86
<i>Figura 34: Indice sintetico di efficienza e di innovazione del mercato del lavoro per provincia (Anno 2017)</i> .....	87
<i>Figura 35: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo</i> .....	88
<i>Figura 36: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico</i> .....	92
<i>Figura 37: Approccio TTC</i> .....	93
<i>Figura 38: Curva di isolivello HI – Fase 1</i> .....	106

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 5 di 118

**ELENCO TABELLE**

<i>Tabella 1: Dati emissivi post operam del progetto in esame .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 2: Sintesi impatti attesi .....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 3: Elenco Comuni ricadenti all'interno dell'area di interesse .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 4: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2019 (Fonte: Istat).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 5: Popolazione esposta nell'area di indagine, anno 2011 .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 6: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2019 nei Comuni ricadenti nell'area di interesse, suddivisa per classi di età .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 7: Densità della popolazione dell'area di interesse (abitanti / km<sup>2</sup>) .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 8: Elenco recettori sensibili.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabella 9: Sintesi impatti attesi .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabella 10: Stima modellistica delle deposizioni al suolo da emissioni convogliate .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabella 11: Classe e/o indice di polverosità per le polveri sedimentabili (tabella 4B1c) Rapporto finale del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabella 12: Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabella 13: Metodi per lo studio degli effetti sulla salute prodotti dagli inquinanti atmosferici.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabella 14: Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabella 15: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012) .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabella 16: Elenco cause di ospedalizzazione e mortalità e relativo codice ICD 10 .....</i>	<i>62</i>
<i>Tabella 17: Tasso std di mortalità generale (x 100.000 abitanti) .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabella 18: Tasso std di mortalità generale (x 100.000 abitanti) .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabella 19: Tasso std di mortalità generale (x 100.000 abitanti) .....</i>	<i>72</i>
<i>Tabella 20: Tasso std di ospedalizzazione per tutte le cause .....</i>	<i>74</i>
<i>Tabella 21: Tasso std di ospedalizzazione per tutte le cause.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabella 22: Tasso std di ospedalizzazione per tutte le cause.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabella 23: Stime di incidenza e mortalità per tumore del polmone in Italia e nelle regioni italiane nel 2013 per uomini e donne. Numero di casi/decessi, tassi grezzi e standardizzati (std) per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno. Classe di età 0-99 anni (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net) .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabella 24: Tasso d'occupazione (15-64 anni) per provincia – Anno 2018 (valori percentuali).....</i>	<i>85</i>
<i>Tabella 25: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta) .....</i>	<i>99</i>
<i>Tabella 26: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII .....</i>	<i>103</i>
<i>Tabella 27: RfC associato ai parametri di interesse .....</i>	<i>104</i>
<i>Tabella 28: RR desunti da letteratura .....</i>	<i>108</i>
<i>Tabella 29: Casi attribuibili, tassi per assetto post operam (Fase 1) su tutta l'area di interesse.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabella 30: Casi attribuibili, tassi per assetto post operam (Fase 2) su tutta l'area di interesse.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabella 31: CA in riferimento all'esposizione pari alla concertazione massima ammessa da normativa vigente e CA attesi per il progetto su tutta l'area di interesse .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabella 32: Rischio – opportunità connesso ai determinanti indiretti sulla salute .....</i>	<i>112</i>

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 6 di 118

**INTRODUZIONE**

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la centrale ENEL "Leri Cavour" di Trino l'installazione di una nuova unità a gas con potenza fino a circa 870 MW<sub>e</sub> costruito in due fasi. Durante la prima fase di esercizio in ciclo aperto la potenza elettrica massima prodotta sarà di circa 590 MW<sub>e</sub>. I lavori potranno poi completarsi con la chiusura del ciclo combinato realizzazione della caldaia a recupero e della turbina a vapore per ulteriori 280 MW<sub>e</sub>.

Il nuovo ciclo combinato presenta le caratteristiche tecniche/operative idonee per inserirsi nel contesto energetico nazionale ed europeo.

Gli obiettivi principali di tale progetto sono i seguenti:

- rispondere alle richieste dal mercato di capacità elettrica volte a garantire l'adeguatezza del sistema elettrico e il mantenimento quindi di adeguati margini di riserva in condizioni di richieste di picco, incrementando pertanto la potenza elettrica prodotta dell'impianto fino a circa ulteriori 870 MW<sub>e</sub>, con una elevatissima efficienza energetica (rendimento elettrico netto superiore al 40% in ciclo aperto e al 60% in ciclo combinato, quindi superiore a quello delle unità esistenti), e conseguentemente con una produzione di CO<sub>2</sub> ridotta per unità di energia elettrica generata;
- ottenere una concentrazione di emissioni in atmosfera di NO<sub>x</sub> e CO per la nuova potenza prodotta in linea con i criteri più avanzati di compatibilità ambientale;
- garantire maggiore flessibilità operativa e affidabilità alla rete elettrica, a fronte dell'aumento di produzione di energia da fonti rinnovabili non programmabili, grazie alle caratteristiche proprie della tecnologia utilizzata quali tempi rapidi di risposta, ampie escursioni di carico, etc.

Il presente documento rappresenta lo studio di Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto.

Il D.Lgs. 152/06 a s.m.i. riporta all'art. 5 comma 1 b-bis) la seguente definizione:

*"Valutazione di Impatto Sanitario, di seguito VIS: elaborato predisposto dal proponente sulla base delle linee guida adottate con decreto del Ministro della salute, che si avvale dell'Istituto Superiore di Sanità, al fine di stimare gli impatti complessivi, diretti e indiretti, che la realizzazione e l'esercizio del progetto può procurare sulla salute della popolazione".*

In G.U. il 31 maggio 2019 n. 126 è stato pubblicato il Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019 che adotta le Linee guida concernenti la "Valutazione di Impatto Sanitario (VIS)".

Tali Linee guida sono un aggiornamento sia di quanto pubblicato nel "Rapporto Istisan 17/4" dell'Istituto superiore sanità, sia di quanto prodotto nel progetto "CCM - Valutazione di Impatto sulla Salute Linee Guida e strumenti per valutatori e proponenti - T4HIA" del Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie del Ministero della Salute.

Le disposizioni del suddetto decreto si applicano alle istanze avviate a partire dal 31 luglio 2019, pertanto di fatto esso costituisce il riferimento metodologico principale per lo studio in oggetto.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 7 di 118

Le "Linee Guida per la valutazione di impatto sanitario (D.Lgs. 104/2017)" sono inoltre pubblicate nel recente Rapporto ISTISAN 19/9.

I principali documenti di riferimento alla base della metodologia applicata nel presente studio VIS sono riportati a seguire. Per l'insieme delle fonti bibliografiche si rimanda al paragrafo in chiusura dello studio.

- "Linee Guida per la Valutazione di Impatto Sanitario" approvate con DM 27/03/2019;
- "Linee guida per la valutazione di impatto ambientale e sanitario nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)" (2015) redatte dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA);
- "Valutazione di Impatto sulla Salute – Linee Guida per proponenti e valutatori" redatte nell'ambito del Progetto T4HIA promosso dal Ministero della Salute (2016);
- "Linee guida per la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) (Legge 221/2015, art. 9)" redatte dall'Istituto Superiore della Sanità (2017).

La valutazione è articolata nelle seguenti fasi, in accordo con i riferimenti metodologici sopra indicati:

**Fase di Screening**, che costituisce una fase preliminare nella quale viene effettuata una ricognizione dei dati di base al fine presentare una prima identificazione e caratterizzazione della popolazione esposta (PE), unitamente ad una valutazione di sintesi degli impatti prevedibili, al fine di valutare la necessità di sviluppare la VIS per i casi in cui non sia obbligatoria ai sensi di legge.

**Fase di Scoping**, attraverso la quale sono definiti:

1. Identificazione dell'area di interesse (AI) in termini di estensione geografica (area di influenza degli impatti stimati diretti e indiretti dell'opera);
2. Caratterizzazione dell'area di interesse:
  - popolazione esposta (PE) - numerosità, densità, caratterizzazione per sesso ed età,
  - distribuzione della popolazione sul territorio,
  - identificazione di specifiche aree di interesse (target sensibili quali scuole e ospedali, aree produttive industriali, aree con criticità ambientali quali aree di bonifica, zone ad uso agricolo, altre aree di interesse specifico, quali naturali protette o archeologiche, etc.).
3. Identificazione dei fattori di rischio ante e post operam;
4. Scelta degli indicatori di salute adeguati;
5. Valutazione dello stato di salute ante operam della popolazione interessata;
6. Profilo socio-economico della popolazione esposta;
7. Identificazione degli scenari di esposizione;
8. Eventuale valutazione ecotossicologica.

**Fase di Valutazione (Assessment / Appraisal)**, che ha come principale obiettivo quello di quantificare i potenziali impatti sulla salute, che viene sviluppata mediante:

1. Procedura di valutazione del rischio adottata
2. Assessment tossicologico

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO****Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

8 di 118

3. Assesement epidemiologico
4. Valutazione degli altri determinanti sulla salute

**Fase di Monitoraggio**, che prevede la definizione dei contenuti, delle modalità e della periodicità dei controlli da effettuare nell'assetto post operam in stretta collaborazione con le istituzioni sanitarie locali.

In **Allegato 1** sono riportati Referenze e CV del Gruppo di Lavoro che ha sviluppato lo studio di Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per il progetto in esame.

## 1. FASE DI SCOPING

### 1.1 Identificazione dell'area di interesse

Al fine di identificare l'area di interesse per le valutazioni di impatto sanitario, risulta opportuno inquadrare sinteticamente il progetto, gli interventi previsti, e la previsione di estensione degli impatti di cui allo Studio di Impatto Ambientale.

#### 1.1.1 Descrizione del progetto

La centrale termoelettrica ENEL è ubicata nel Comune di Trino, in località Leri Cavour frazione della provincia di Vercelli, a circa 18 chilometri in direzione Sud Ovest da Vercelli.

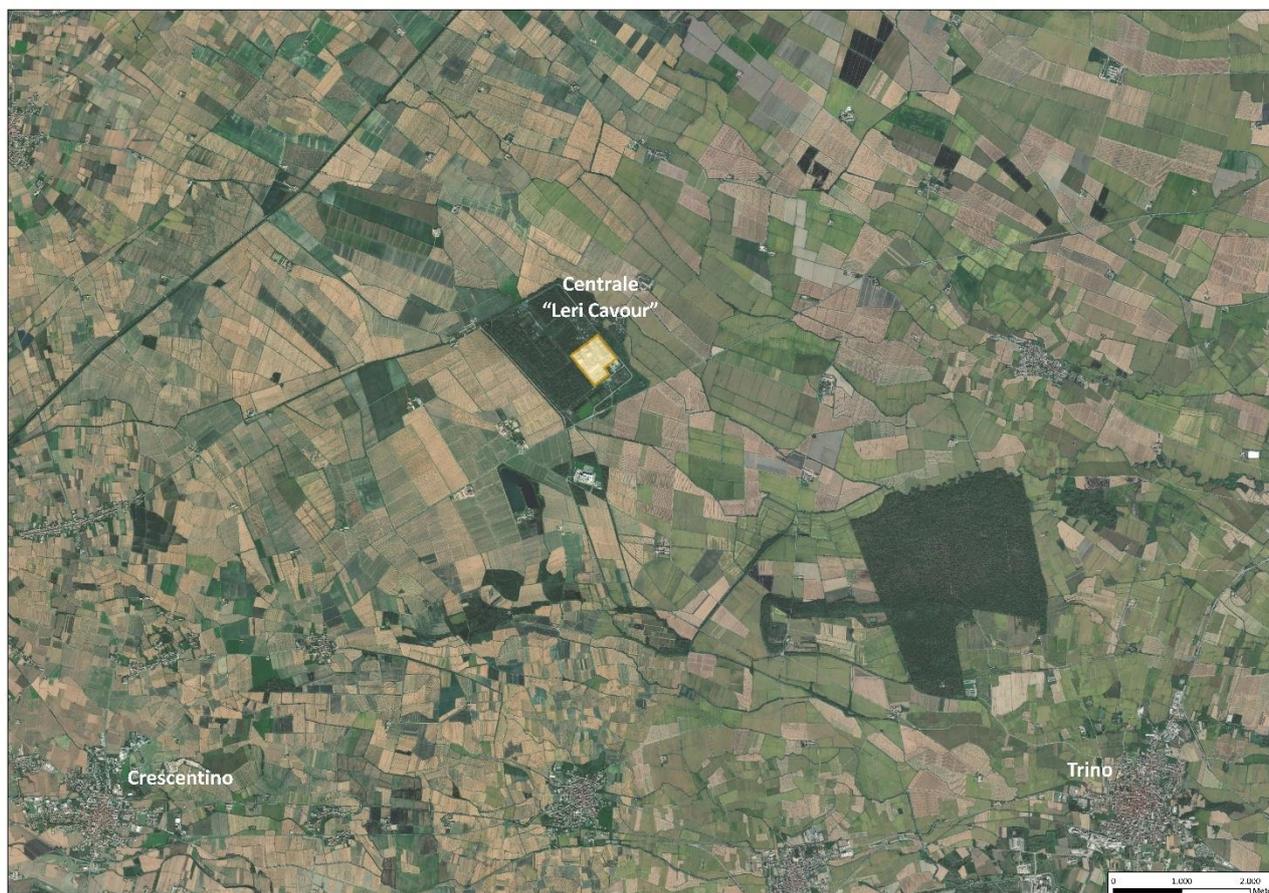


Figura 1: Inquadramento territoriale

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	10 di 118

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

- Compatibilità ambientale delle emissioni generate e delle tecnologie impiegate in linea alle indicazioni Bref di settore;
- Elevata efficienza (> 60% in ciclo combinato; > 40% in ciclo aperto);
- Rapidità nella presa di carico e flessibilità operativa;
- Rapidità temporale in termini di approvvigionamento e costruzione.

Il nuovo assetto della centrale sarà quindi costituito da una turbina a gas, dalla potenza nominale pari a circa 590 MW<sub>e</sub>, una caldaia a tre livelli di pressione per il recupero dei gas di scarico, una turbina a vapore a condensazione della potenza di circa 280 MW<sub>e</sub>.

**FASE 1: FUNZIONAMENTO IN CICLO APERTO**

Le tempistiche di realizzazione prevedono una prima fase di funzionamento in ciclo aperto (OCGT). Le apparecchiature principali da installare in questa fase sono le seguenti:

**Turbina a gas e camino di by-pass**

Sarà installata una macchina di classe "H", dotata di bruciatori DLN (Dry Low NOx) a basse emissioni di NOx di avanzata tecnologia per contenere al massimo le emissioni.

La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI), integrato con il DCS del nuovo impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc.

In uscita alla Turbina a Gas sarà installato un camino di by-pass per il funzionamento in ciclo aperto. Esso sarà realizzato in acciaio, con un diametro di circa 10 m e un'altezza minima di 60 m, con scostamenti possibili intorno ai 5 metri, a seconda delle ottimizzazioni che saranno effettuate in fase di progetto esecutivo (la quota finale potrebbe oscillare intorno ai 65 metri). Il camino comprenderà una struttura esterna di sostegno e un silenziatore prima dello sbocco in atmosfera. La base del camino sarà predisposta con un "diverter damper" per consentire il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella configurazione in ciclo combinato.

**Stazione gas naturale e relativa stazione di compressione gas**

Le portate gestibili dal punto di Riconsegna SNAM adiacente alla Centrale permettono di alimentare la nuova unità, per cui si provvederà a realizzare uno stacco dedicato per il collegamento, interno all'impianto, con una nuova stazione gas interna, e alla riattivazione della fornitura del combustibile.

**Sistema di raffreddamento ausiliari TG**

Il sistema provvederà al raffreddamento degli ausiliari (es. alternatore e sistema di lubrificazione TG) mediante la circolazione di acqua demi in ciclo chiuso raffreddata tramite scambiatori di calore.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	11 di 118

Il circuito di raffreddamento sarà chiuso per cui non è previsto un consumo continuo di acqua, che è necessaria solo al momento del primo riempimento del circuito oppure come riempimento o integrazione a valle di una eventuale manutenzione. L'acqua di circolazione sarà opportunamente additivata con prodotti chimici alcalinizzanti e deossigenanti (per es. ammoniaca e carboidrazide), allo scopo di evitare fenomeni corrosivi all'interno dei tubi e delle apparecchiature. Il raffreddamento dell'acqua avverrà utilizzando scambiatori ad aria del tipo "fin fan cooler".

**Sistema di stoccaggio bombole H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>**

Il sistema idrogeno sarà utilizzato nel raffreddamento del generatore della Turbina a Gas, mentre il sistema ad anidride carbonica verrà utilizzato in fase di manutenzione per spiazzare l'idrogeno prima di ogni intervento.

Ogni sistema comprenderà bombole di stoccaggio, depositate in apposite fosse nel caso dell'idrogeno, la stazione di laminazione e distribuzione, riscaldatori elettrici.

**FASE 2: CICLO COMBINATO (CCGT)**

Le apparecchiature principali da installare in questa fase sono le seguenti:

**Generatore di vapore a recupero**

I gas di scarico provenienti dalla turbina a gas saranno convogliati all'interno del generatore di vapore a recupero (GVR) dove attraverseranno in sequenza i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso il camino. Il GVR produrrà vapore surriscaldato a 3 livelli di pressione: AP, MP, BP e prevedrà un risurriscaldatore. Il GVR sarà progettato per fast start e cycling operation. Il GVR inoltre includerà un catalizzatore SCR, con iniezione di ammoniaca, idoneo a ridurre le emissioni NO<sub>x</sub> al valore target di 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Sul circuito acqua-vapore, il condensato verrà inviato per mezzo di pompe di estrazione dal condensatore alla caldaia a recupero; all'interno del GVR l'acqua verrà inviata al preriscaldatore e da qui al degasatore ed al corpo cilindrico BP. Il vapore BP prodotto verrà elevato in temperatura nel surriscaldatore BP e quindi immesso nella turbina a vapore. Dal corpo cilindrico BP due pompe alimento provvederanno ad inviare l'acqua alle sezioni MP e AP della caldaia.

Il vapore MP verrà successivamente surriscaldato nell'SH MP e da qui convogliato nel collettore del vapore risurriscaldato freddo, dove si mescolerà con il vapore uscente dal corpo di alta pressione della TV. Tale vapore entrerà nell'RH dove verrà elevato in temperatura e quindi immesso nella turbina a vapore.

Il vapore saturo AP, prodotto nel corpo cilindrico AP, verrà successivamente surriscaldato e quindi immesso nella turbina a vapore.

In uscita al GVR ci sarà infine una ciminiera di tipo self-standing.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	12 di 118

**Sistema di abbattimento NOx (SCR)**

La tecnologia SCR rappresenta, al momento, il metodo più efficiente per l'abbattimento degli ossidi di azoto: essa permette di ridurre gli ossidi di azoto (NOx) in azoto molecolare (N<sub>2</sub>) e vapore acqueo (H<sub>2</sub>O), in presenza di ossigeno, attraverso l'utilizzo di un reagente riducente quale l'ammoniaca in soluzione acquosa con concentrazione inferiore al 25% (NH<sub>3</sub>) e di uno specifico catalizzatore.

Il nuovo SCR sarà integrato nel GVR e collocato tra i banchi di scambio dove le temperature consentiranno la corretta attività del catalizzatore ed il raggiungimento delle prestazioni richieste.

L'ammoniaca in soluzione acquosa, necessaria per il processo di denitrificazione, sarà vaporizzata in modo tale che la miscela possa essere iniettata nella corrente gassosa, all'interno del GVR, a monte del catalizzatore tramite una griglia di distribuzione. La miscela di gas e ammoniaca attraverserà, quindi, gli strati di catalizzatore dove, reagendo, produrrà azoto e acqua. Inoltre si potrà determinare un limitato trascinarsi di ammoniaca (Ammonia-Slip) nei gas, che sarà monitorato e regolato in continuo tramite una sonda posizionata nel camino del GVR, garantendo il rispetto dei limiti di legge.

Saranno adottate, inoltre, tutte le scelte progettuali atte a garantire la sicurezza nei casi accidentali di eventuali perdite di vapori ammoniacali.

**Turbina a vapore**

La Turbina a vapore (TV) è del tipo a 3 livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio: il vapore, dopo aver attraversato il corpo di alta pressione, uscirà dalla TV e rimandato nel GVR per un ulteriore risurriscaldamento, consentendo un notevole innalzamento dell'efficienza del ciclo termico. Il vapore in uscita dal risurriscaldatore del GVR sarà inviato nella sezione MP della TV.

La turbina riceverà vapore BP dallo scarico della sua sezione MP e dal GVR e scaricherà il vapore esausto al condensatore ad aria. È previsto anche un sistema di bypass al condensatore, da utilizzare per le fasi di primo avviamento e in caso di anomalia della turbina a vapore. Tale sistema sarà dimensionato per il 100% della portata del vapore di turbina, quindi in grado di far funzionare la turbina a gas anche a pieno carico.

La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI), collegato/integrato con il DCS dell'impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, etc.

**Condensatore ad aria**

Il condensatore di vapore accoppiato alla nuova Turbina a vapore sarà raffreddato ad aria e sarà del tipo multirow "A frame". Il condensatore ad aria (ACC) non richiede, e non consuma, acqua per la condensazione del vapore del ciclo termico ed è esente da fenomeni di "plume" nonché dotato di tutte le migliori soluzioni per ridurre il rumore associato.

Il vapore in uscita dalla sezione BP della Turbina entrerà attraverso un condotto nel condensatore ad aria dove condenserà ed attraverso delle pompe di estrazione condensato l'acqua sarà inviata al GVR per iniziare nuovamente il ciclo vapore.

Il condensatore sarà composto da una serie di ventilatori creando un flusso di aria fredda che sarà convogliata attraverso il fascio tubiero provocando la condensazione del vapore.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO****Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

13 di 118

Il condensatore sarà provvisto dei seguenti sistemi ausiliari:

- sistema di ventilazione forzata,
- sistema di pulizia,
- sistema di vuoto al condensatore (dimensionato per le fasi di hogging e holding),
- serbatoio del condensato e relative pompe di estrazione.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 14 di 118

**Sintesi del quadro delle emissioni in atmosfera**

I dati di input per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata derivano dai risultati delle simulazioni effettuate da CESI nell'ambito dello studio "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

In tabella seguente si riporta una sintesi delle emissioni attese nei due assetti di progetto considerate dallo studio sopra citato (tratte dallo studio CESI "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale):

Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> Rif. (%)	NO <sub>x</sub> <sup>(2)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO <sup>(3)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NH <sub>3</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Fase 1</b>							
TO3 (OCGT)	660	37,3	4.400.000	15	30 (4)	30 (4)	---
Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> Rif. (%)	NO <sub>x</sub> <sup>(5)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO <sup>(6)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NH <sub>3</sub> <sup>(7)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Fase 2</b>							
TO3 (OCGT)	80	19,5	4.400.000	15	10 (4)	30 (4)	5 (8)

(1) Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)

(2) BAT, emissioni di NO<sub>x</sub> (gas naturale, nuovo impianto OCGT): 15-35 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento annuale, 25-50 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento giornaliero

(3) BAT, emissioni di CO (gas naturale, nuovo impianto OCGT ≥ 50 MWt): 5-40 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento annuale

(4) Performance attesa per periodo di riferimento giornaliero

(5) BAT, emissioni di NO<sub>x</sub> (gas naturale, nuovo impianto CCGT): 10-30 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento annuale, 15-40 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento giornaliero

(6) BAT, emissioni di CO (gas naturale, nuovo impianto CCGT ≥ 50 MWt): 5-30 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento annuale

(7) BAT, emissioni di NH<sub>3</sub> (con impianto SCR): 3-10 mg/Nm<sup>3</sup>, periodo di riferimento annuale

(8) Performance attesa per periodo di riferimento annuale

**Tabella 1: Dati emissivi post operam del progetto in esame**

I dati sopra riportati evidenziano le elevate prestazioni ambientali del progetto, con livelli emissivi molto ridotti in relazione alla tipologia di impianto in oggetto.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
15 di 118**1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere**

Le prime attività da eseguirsi saranno quelle relative alla preparazione delle aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere (uffici, spogliatoi, officine, etc.) e le demolizioni di parti presenti che risultano interferenti con il layout delle nuove attrezzature.

Le prime attività saranno quindi:

- demolizione/rimozione di opere eventualmente interferenti in prossimità dell'area imprese
- realizzazione area temporanea per stoccaggio rifiuti
- eventuali salvaguardie meccaniche/impiantistiche, elettriche.

Terminati i lavori di preparazione delle aree, si procederà con la realizzazione delle nuove opere, essenzialmente riassumibili nelle seguenti attività:

- scavi e sottofondazioni delle nuove infrastrutture del nuovo impianto
- scavo e posa delle reti interrato
- opera di presa e scarico acque
- fondazioni nuova turbina a Gas
- fondazioni GVR e nuova turbina vapore
- fondazioni e realizzazione edifici vari
- montaggio TG e relativo trasformatore
- montaggio edificio TG e edificio elettrico
- montaggio GVR, comprensivo di camino
- montaggio nuova TV
- montaggio condensatore ad aria
- montaggio nuova stazione gas
- montaggio nuovo impianto ITAR
- montaggio strutture metalliche
- montaggi impiantistica meccanica/elettrica e strumentale
- montaggio ausiliari di impianto nuovi.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

16 di 118

Le attività previste per la messa in esercizio delle opere sono riconducibili a *pre-commissioning*, *commissioning* ed *avviamento*.

Lo scopo del *pre-commissioning* è quello di verificare che tutte le parti dell'impianto, una volta completate meccanicamente, siano realizzate in maniera conforme al progetto originario. Durante tale fase sono previsti lavori meccanici al fine di rettificare eventuali installazioni non correttamente realizzate.

La fase di *commissioning* inizia quando le attività di *pre-commissioning* sono quasi ultimate, quindi ad impianto meccanicamente completato. Al termine del *commissioning* l'impianto sarà pronto per l'avviamento. Di conseguenza in questa fase verranno applicate tutte le procedure di sicurezza previste.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
17 di 118**1.1.3 Sintesi degli impatti attesi**

L'individuazione delle componenti ambientali effettuata in ambito VIA ai fini dell'analisi del sistema territoriale locale si è basata sulle caratteristiche tipologiche e dimensionali del progetto in esame, sui requisiti definiti dalla legislazione vigente in materia di valutazione di impatto ambientale e sulle specifiche caratteristiche del sito interessato dagli interventi.

In dettaglio, le componenti ambientali individuate significative sono:

- Atmosfera e qualità dell'aria, per caratterizzare l'area dal punto di vista meteorologico e valutare la significatività delle emissioni generate dal progetto;
- Ambiente idrico, per valutarne la qualità attuale e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Suolo e sottosuolo, per definire le caratteristiche delle aree interessate attuali e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Biodiversità, in virtù delle caratteristiche di naturalità dell'area circostante il sito di centrale e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Clima acustico e vibrazionale, per la valutazione dell'eventuale incremento dei livelli di rumore e vibrazioni a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti che possono avere conseguenze sulla salute pubblica in funzione delle caratteristiche proprie dell'emissione popolazione a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Paesaggio, per ciò che concerne l'influenza delle previste attività di progetto sulle caratteristiche percettive dell'area;
- Salute pubblica, per la valutazione delle potenziali ricadute dirette ed indirette sulla popolazione a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto.

Lo Studio di Impatto Ambientale del progetto in esame riporta una valutazione estesa ed in molti casi quantificata degli impatti sulle singole componenti. A tale Studio si rimanda per le valutazioni di dettaglio mentre a seguire si riporta una sintesi della stima degli impatti attesi sulle singole componenti, utile per:

- definizione dell'area di interesse,
- identificazione dei fattori di rischio.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 18 di 118

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
<b>ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA</b>	Nella <u>fase di cantiere</u> , le principali interazioni attese sulla componente atmosfera sono relative a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• emissione di polveri dovuta direttamente alle operazioni di costruzione ed a quelle da esse indotte;</li> <li>• emissioni dei gas di scarico dei motori dei mezzi d'opera;</li> <li>• emissioni dei gas di scarico dei mezzi di trasporto;</li> </ul> Verranno comunque messe in atto tutte le misure di contenimento necessarie, pertanto gli impatti sono da ritenersi non significativi, completamente reversibili e circoscritti all'area di intervento.	Nessun impatto significativo prevedibile.
	Per la <u>fase di esercizio</u> le interazioni potenzialmente attese su tale componente sono da addursi alle concentrazioni in aria ambiente delle emissioni convogliate al camino della centrale.	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D. Lgs. 155/2010 in entrambe le fasi di progetto. Nessun impatto significativo prevedibile.
<b>AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI</b>	Gli scarichi liquidi derivanti dalle attività di <u>fase di cantiere</u> sono riconducibili a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• reflui sanitari: opportunamente convogliati in apposite vasche di raccolta e periodicamente svuotate ed allontanate dal cantiere per essere smaltiti presso centri autorizzati.</li> <li>• reflui derivanti dalle lavorazioni: raccolti in apposite vasche/serbatoi e smaltiti presso centri autorizzati;</li> <li>• acque di aggotamento.</li> </ul> Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate e utilizzate sarà minimizzato dall'adozione di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.	Nessun impatto significativo prevedibile.
	In <u>fase di esercizio</u> , con la realizzazione della nuova unità a gas, tutti gli scarichi e le reti fognare che insisteranno nell'area verranno realizzati ex novo e/o ripristinati. Tutti gli effluenti del nuovo ciclo combinato saranno inviati, in relazione alla tipologia, ad un nuovo impianto di trattamento acque reflue della centrale (ITAR), per poi essere scaricati in Roggia Acquanera (solo per le acque di seconda pioggia è previsto scarico diretto senza passaggio in ITAR). Per la minimizzazione dei potenziali impatti saranno installati due pozzetti di campionamento (sullo scarico dell'impianto ITAR e prima dell'immissione nello scarico unico d'impianto [SF1] e in prossimità della recinzione di impianto prima dell'immissione nel canale di scarico esistente). Per lo scarico SF1 è comunque prevista una portata dell'ordine di 11 m <sup>3</sup> /h, pari a circa 3 l/s, che garantisce la sostanziale invarianza idraulica della Roggia Acquanera.	Nessun impatto significativo prevedibile.
<b>AMBIENTE IDRICO</b>	In <u>fase di cantiere</u> l'approvvigionamento idrico delle acque necessarie durante la fase di realizzazione dell'impianto verrà garantito dalla connessione al pozzo artesiano esistente.	Nessun impatto significativo prevedibile.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 19 di 118

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>	<p>In <u>fase di esercizio</u> è previsto il mantenimento del prelievo dalla Roggia Acquanera già concesso dal Consorzio di Bonifica del Sesia per la vecchia centrale in dismissione (verrà chiesto rinnovata, secondo accordi già presi in via preliminare con il Consorzio di Bonifica, con stessa portata: max. 180 m<sup>3</sup>/h). Adeguati criteri di progettazione del nuovo ciclo combinato permettono la minimizzazione dell'uso di acqua (es. utilizzo di condensatore con sistema di raffreddamento ad aria).</p> <p>Acqua potabile prelevata da pozzo artesiano esistente.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile.
<b>SUOLO E SOTTOSUOLO</b>	<p>In <u>fase di cantiere</u> i principali impatti sul suolo e sottosuolo sono riconducibili a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• movimento terre e conseguente gestione delle terre e rocce da scavo;</li> <li>• occupazione e consumo di suolo;</li> <li>• potenziale interferenza con le acque di falda;</li> <li>• potenziale contaminazione del suolo e delle acque di falda per sversamenti accidentali.</li> </ul> <p>Non sono previste sostanziali attività di demolizione dato che l'impianto verrà realizzato in un'area attualmente libera.</p> <p>La gestione delle terre e delle rocce derivanti dagli scavi avverrà nel rispetto dei disposti del D.P.R. 120/17, massimizzando ove possibile l'eventuale riutilizzo.</p> <p>Indagini effettuate sui suoli mostrano l'assenza di superamenti delle CSC per aree a destinazione d'uso commerciale e industriale previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i..</p> <p>Tutte le aree di deposito e lavorazione saranno impermeabilizzate e saranno attuate modalità operative previste atte a minimizzare il rischio di sversamenti accidentali.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile.
	<p>In <u>fase di esercizio</u>, la presenza fisica dell'impianto determinerà un'occupazione di suolo a lungo termine, limitata in ogni caso ad aree interne al perimetro dell'impianto esistente, salvo la stazione di compressione gas che, in ogni caso, si colloca su aree di proprietà Enel immediatamente limitrofe al perimetro attuale della centrale.</p> <p>Il progetto si sviluppa interamente in "Aree destinate ad impianti per la produzione di energia elettrica e attività connesse" secondo la classificazione dello strumento urbanistico comunale vigente.</p> <p>Adeguate misure gestionali minimizzeranno il rischio di contaminazione dei suoli in fase di esercizio (aree di transito degli automezzi ed interne agli edifici tutte pavimentate; controlli programmati di tenuta sui serbatoi, bacini di contenimento, vasche e pavimentazione, etc.).</p>	Nessun impatto significativo prevedibile.
<b>BIODIVERSITÀ</b>	<p>In prossimità della centrale sono presenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ZPS IT1120021 - Risaie vercellesi, a circa 1 km;</li> <li>• ZSC IT1120007 - Palude di S. Genuario, a circa 2,2 km;</li> <li>• ZPS IT1120007 - Palude di San Genuario e San Silvestro a circa 2,2 km;</li> </ul>	Nessun impatto significativo prevedibile.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 20 di 118

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ZSC/ZPS IT1120002 - Bosco della Partecipanza di Trino, a circa 3 km.</li> </ul> <p>Considerando le caratteristiche vegetazionali e faunistiche delle aree strettamente interessate dagli interventi e le opere previste in <u>fase di cantiere</u>, le interferenze dirette (sottrazione di flora e vegetazione e di habitat faunistico) connesse all'occupazione di suolo per la componente in esame possono considerarsi trascurabili. Anche le interazioni che potrebbero generare alterazione di flora e vegetazione ed effetti sulla fauna, sono da ritenersi poco significativo al netto delle misure di prevenzione e mitigazione adottate.</p> <p>In <u>fase di esercizio</u> l'alterazione degli habitat faunistici e vegetazionali è potenzialmente riconducibile alle ricadute al suolo delle emissioni ed agli scarichi idrici, impatti valutati come a non elevata significatività.</p> <p>La potenziale sottrazione di habitat faunistici connessa all'inquinamento acustico è considerarsi trascurabile, alla luce dello studio previsionale effettuato.</p>	<p>Nessun impatto significativo prevedibile.</p>
<b>CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>	<p>In <u>fase di cantiere</u> i possibili impatti sono dati dalle macchine operatrici utilizzate per la predisposizione del sito, per la realizzazione degli scavi di fondazione, per la movimentazione terra e la sistemazione delle aree, per il montaggio dei vari componenti e dai mezzi di trasporto coinvolti.</p> <p>Nella <u>fase di esercizio</u> è attesa l'introduzione di nuove sorgenti sonore relative alla nuova unità TO3.</p>	<p>L'analisi modellistica effettuata da CESI ha mostrato il pieno rispetto dei limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati, nonostante la simulazione sia stata condotta con criteri conservativi, ossia assumendo il funzionamento contemporaneo e continuativo di tutti i macchinari per l'intero tempo di riferimento diurno.</p> <p>L'analisi modellistica effettuata nell'assetto futuro mostra il pieno rispetto dei limiti assoluti di immissione presso tutti i punti sia in periodo diurno che notturno e per entrambe le fasi progettuali.</p>
<b>RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI</b>	<p>Il progetto non prevede modifiche all'alimentazione della Centrale, né alla stazione elettrica presente. Il progetto include la realizzazione di un nuovo cavo interrato, schermato con guaina in alluminio, il cui campo elettrico esterno sarà quindi nullo.</p>	<p>Nessun impatto significativo prevedibile.</p>
<b>PAESAGGIO</b>	<p>Durante la <u>fase di cantiere</u> gli unici impatti sul paesaggio potrebbero essere legati alla presenza temporanea delle strutture, agli stoccaggi ed ai mezzi del cantiere.</p> <p>In <u>fase di esercizio</u> è prevista la presenza di nuove strutture industriali, ubicate sempre all'interno del perimetro dell'area di Centrale ed alle aree di proprietà ENEL. La modifica prevista allo skyline è localizzata in adiacenza ai volumi di centrale esistenti che già oggi costituiscono un landmark industriale nell'area vasta di riferimento, e pertanto con il tempo facilmente associata agli elementi percettivi esistenti.</p> <p>Il progetto in esame, pur prevedendo scavi e reinterri propedeutici alla realizzazione delle fondazioni e alla posa delle reti interrate, non prevede modificazioni dell'attuale assetto morfologico.</p>	<p>Nessun impatto significativo prevedibile.</p> <p>L'elaborazione di fotoinserimenti eseguiti dai punti di vista considerati come i più significativi ha mostrato impatti non trascurabili sulla componente paesaggio solo in corrispondenza delle aree limitrofe alla centrale.</p> <p>Si ricorda che il contesto di inserimento della centrale risulta privo di peculiarità paesaggistiche.</p>

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 21 di 118

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
<b>SALUTE PUBBLICA</b>	Le principali interazioni ambientali, fonti di rischio per la salute pubblica in riferimento alla tipologia di opera in esame, sono costituite dalle emissioni atmosferiche e sonore.	Non essendo attesi impatti significativi per entrambe le componenti, non è prevedibile alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica.

**Tabella 2: Sintesi impatti attesi**

L'area di influenza potenziale dell'opera in ambito di VIA, rappresentata dal territorio entro il quale è presumibile che possano manifestarsi effetti ambientali significativi, è individuata in relazione alle interferenze ambientali del progetto sulle singole componenti ambientali ed alle caratteristiche specifiche del territorio interessato.

Per il caso in esame lo Studio di Impatto Ambientale indica che, considerando le tipologie di impatto previste, è stato assunto che l'estensione massima dell'area di influenza potenziale del progetto sia determinata dal dominio di calcolo del modello di valutazione delle emissioni in atmosfera.

Nello specifico, lo studio modellistico delle ricadute al suolo allegato allo Studio di Impatto Ambientale sviluppato da CESI riporta i seguenti scale territoriali di analisi:

Dominio di calcolo meteorologico (CALMET):

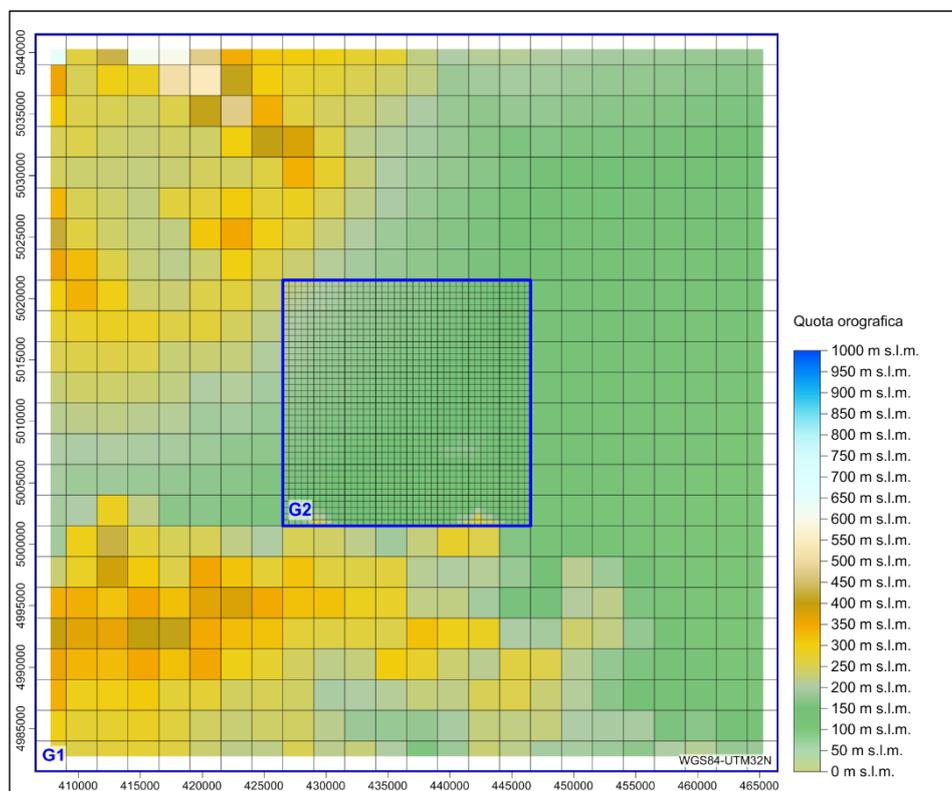
- griglia "G1", finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala (celle da 2,5 km x 2,5 km per una copertura di 40 km x 40 km);
- griglia "G2", finalizzata alla ricostruzione della circolazione meteorologica di dettaglio locale del territorio (celle da 0,5 km x 0,5 km per una copertura di 18 km x 18 km).

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 22 di 118

**Figura 2: Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori e orografia del modello CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA**
Dominio di calcolo diffusionale (CALPUFF):

- griglia "G1", finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala (n. 256 recettori che coprono l'area della griglia G1 CALMET);
- griglia "G2", finalizzata alla ricostruzione di dettaglio locale del territorio (n. 1.296 recettori, 36 x 36 punti a maglia di 500 m che coprono un'area di 18 x 18 km all'interno di quella della griglia G2 CALMET).

Lo stesso studio CESI identifica per la componente atmosfera l'Area di Interesse (AI), ovvero la porzione di territorio nella quale si esauriscono gli effetti significativi, diretti ed indiretti, dell'intervento, l'area identificata dalla griglia "G2".

Poiché lo studio affronta anche la valutazione della potenziale formazione di particolato secondario, e poiché tale inquinante ha una dinamica di scala di bacino o interregionale, la simulazione modellistica da CESI presenta anche un approfondimento su una porzione di territorio molto più estesa, individuata dalla griglia "G1", al solo fine di verificare l'assenza di criticità anche in tale ambito, soprattutto per questo inquinante.

In riferimento a quanto sopra riportato e ad i risultati ottenuti dalle mappe di ricaduta ed all'ubicazione delle aree di picco, è stato quindi ritenuto rappresentativo riferirsi, per la definizione dell'Area di Interesse (AI), ovvero la porzione di territorio nella quale si esauriscono gli effetti significativi (diretti ed indiretti) dell'intervento, ai fini della valutazione di impatto sanitario ad **un'area quadrata di lato pari a 18 km** centrata nel baricentro degli interventi.

## 1.2 Caratterizzazione dell'area di interesse

Come anticipato, l'area di interesse per la valutazione di impatto sanitario è costituita da un'area quadrata di lato pari a 18 km centrata nel baricentro degli interventi. Tale distanza comprende infatti l'area di influenza dei principali impatti del progetto ed in particolare quelli connessi alla componente "atmosfera".

Le stesse Linee Guida VIS del DM 29/03/2019 indicano che la definizione spaziale debba essere effettuata in riferimento all'estensione territoriale dell'impatto dato dalle ricadute suolo, primariamente valutate mediante metodo modellistico (§ BOX 2 delle LG VIS).

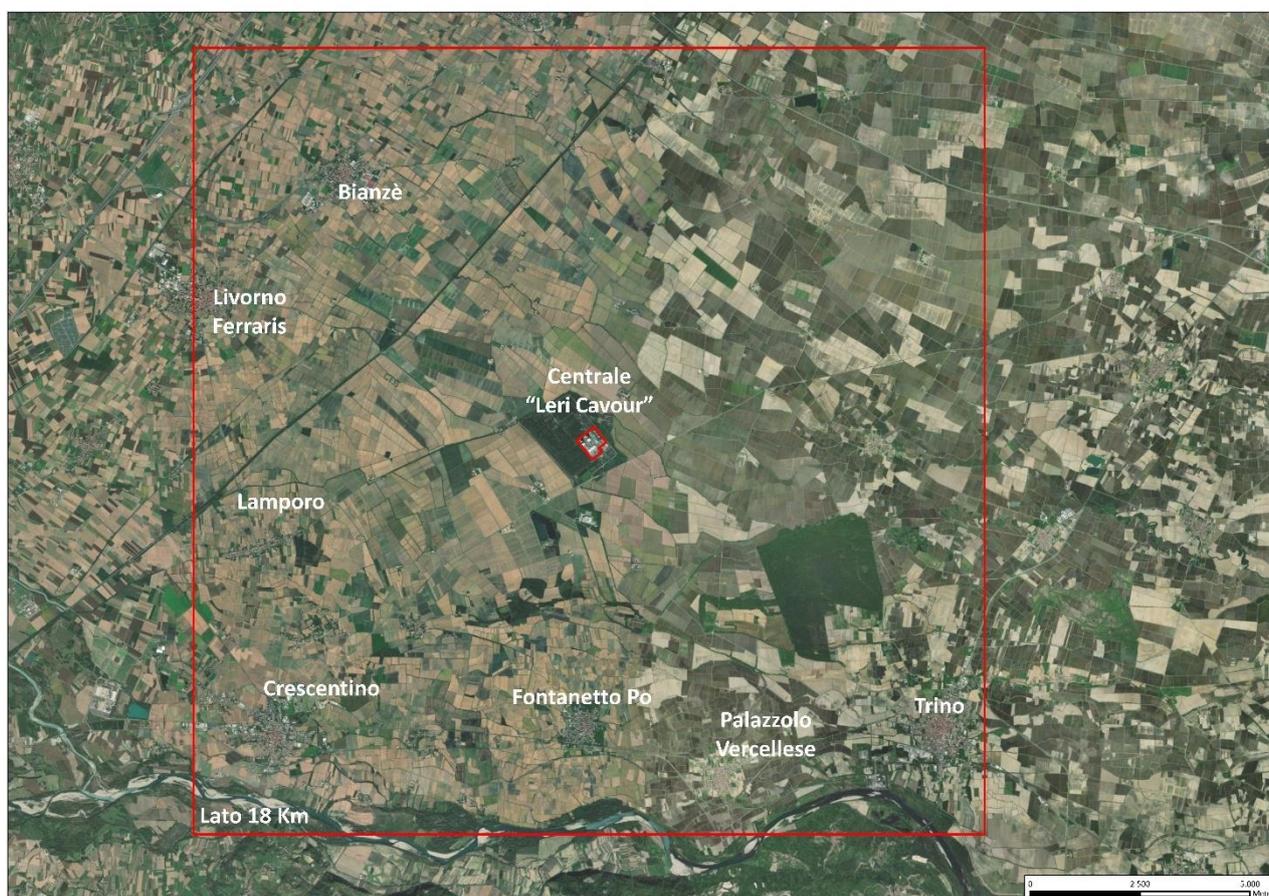


Figura 3: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera

Si riporta in **Tavola 1** il dettaglio della corografia per l'area individuata.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 24 di 118

**1.2.1 Caratterizzazione demografica della popolazione esposta**

La definizione della popolazione esposta è strettamente correlata alla definizione dell'area di interesse.

I Comuni interessati dagli interventi in progetto ricadenti all'interno dell'area di 18 x 18 km sono di seguito elencati:

Codice ISTAT	Comune	Codice ISTAT	Comune
2011	Bianzè	6109	Morano sul Po (*)
2015	Borgo d'Ale	2090	Palazzolo Vercellese
6027	Camino (*)	2118	Ronsecco
2049	Crescentino	2126	Salasco
2052	Crova	2127	Sali Vercellese
2054	Desana	2131	San Germano Vercellese (*)
2058	Fontanetto Po	2147	Tricerro
6077	Gabiano (*)	2148	Trino
2067	Lamporo	2150	Tronzano Vercellese
2070	Lignana	1294	Verrua Savoia
2071	Livorno Ferraris		

**Tabella 3: Elenco Comuni ricadenti all'interno dell'area di interesse**

(\*) Per i comuni di Gabiano, Camino, Morano sul Po e San Germano Vercellese non verranno effettuate elaborazioni in quanto, la parte ricadente all'interno dell'area di interesse, non risulta abitata, e le suddette porzioni non sono costituite da tessuto residenziale<sup>1</sup>.

Per i restanti Comuni si riporta a seguire la stima del numero di abitanti con i dati aggiornati al 2019 facendo una distinzione tra la popolazione femminile e maschile.

Regione	Provincia	Comune	Maschi	Femmine	Totale
Piemonte	Torino	Verrua Savoia	692	706	1.398
	Vercelli	Bianzè	929	987	1.916
		Borgo d'Ale	1.182	1.159	2.341
		Crescentino	3.859	3.927	7.786
		Crova	193	218	411
		Desana	506	558	1.064
		Fontanetto Po	552	551	1.103
		Lamporo	256	252	508
		Lignana	260	297	557
		Livorno Ferraris	2.086	2.248	4.334
		Palazzolo Vercellese	579	608	1.187
		Ronsecco	271	296	567
		Salasco	116	109	225
		Sali Vercellese	51	54	105
Tricerro	354	340	694		
Trino	3.444	3.585	7.029		
Tronzano Vercellese	1.685	1.769	3.454		

**Tabella 4: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2019 (Fonte: Istat)**

<sup>1</sup> Piano Regolatore Generale, Comune di Gabiano, Tavola 2a; Piano Regolatore Generale Intercomunale, Comune di Camino, Tavola 3.2; Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC), Comune di Morano sul Po; Variante Parziale Piano Regolatore Generale Comunale, Comune di San Germano Vercellese

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 25 di 118

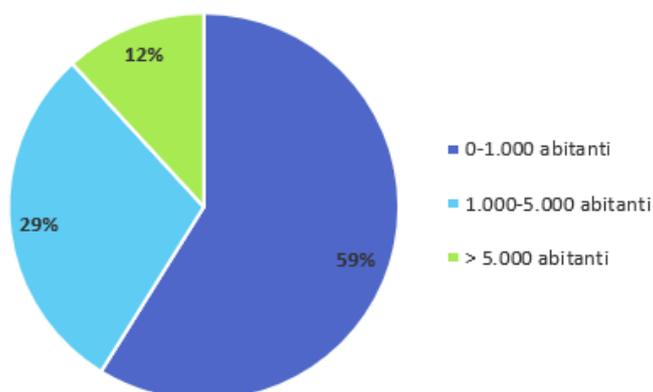
Nella tabella successiva (Tabella 6) si riporta invece la popolazione dei Comuni sopra elencati facente riferimento al censimento ufficiale ISTAT 2011, utilizzata per le valutazioni di impatto sanitario successive.

I valori sottoelencati fanno riferimento alla dimensione della popolazione esposta all'interno dell'area di riferimento (18 x 18 km).

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Bianzè	1.990	963	1.026
Borgo d'Ale	359	173	186
Crescentino	6.132	2.969	3.163
Crova	357	168	189
Desana	47	22	25
Fontanetto Po	1.127	554	572
Lamporo	493	248	246
Lignana	218	104	114
Livorno Ferraris	3.216	1.577	1.639
Palazzolo Vercellese	1.151	570	581
Ronsecco	577	272	304
Salasco	202	104	98
Sali Vercellese	37	19	18
Tricerro	263	131	132
Trino	5.636	2.731	2.905
Tronzano Vercellese	2.362	1.139	1.223
Verrua Savoia	258	127	131

**Tabella 5: Popolazione esposta nell'area di indagine, anno 2011**

Nel seguente grafico viene mostrata la percentuale di comuni che ricadono nell'area di interesse secondo fasce di popolazione totale esposta.


**Figura 4: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta**

Si evince come la maggior parte dei Comuni (59%) comprenda una popolazione esposta inferiore a 1.000 abitanti ed un'altra percentuale significativa di Comuni (29%) abbia una popolazione compresa tra 1.000 e 5.000 abitanti. Il 12% ha una popolazione maggiore a 5.000 abitanti.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 26 di 118

Di seguito è riportata una tabella contenente i dati relativi alla distribuzione della popolazione per classi di età e per Comune aggiornata al 1° gennaio 2019.

Regione	Provincia	Comune	Popolazione da 0 a 14 anni	Popolazione da 15 a 64 anni	Popolazione oltre i 65 anni
	Torino	Verrua Savoia	145	884	369
	Vercelli	Bianzè	193	1.207	516
		Borgo d'Ale	225	1.460	656
		Crescentino	949	4.872	1.965
		Crova	40	247	124
		Desana	133	664	267
		Fontanetto Po	109	669	325
		Lamporo	67	303	138
		Lignana	63	359	135
		Livorno Ferraris	537	2.687	1.110
		Palazzolo Vercellese	107	747	333
		Ronsecco	56	344	167
		Salasco	45	129	51
		Sali Vercellese	9	58	38
		Tricerro	93	410	191
		Trino	828	4.195	2.006
Tronzano Vercellese	433	2.152	869		

**Tabella 6: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2019 nei Comuni ricadenti nell'area di interesse, suddivisa per classi di età**

La tabella seguente (Tabella 8) riporta invece la densità abitativa per Comune presente all'interno dell'area di interesse, con distribuzione della popolazione per sesso.

Comune	Densità totale	Densità Maschile	Densità Femminile
Bianzè	48,14	23,31	24,83
Borgo d'Ale	121,26	58,33	62,93
Crescentino	166,04	80,40	85,64
Crova	28,97	13,64	15,33
Desana	61,56	29,35	32,21
Fontanetto Po	52,45	25,81	26,64
Lamporo	55,08	27,64	27,44
Lignana	26,26	12,52	13,74
Livorno Ferraris	76,56	37,54	39,02
Palazzolo Vercellese	88,43	43,81	44,63
Ronsecco	23,31	11,01	12,30
Salasco	19,65	10,11	9,53
Sali Vercellese	12,68	6,45	6,23
Tricerro	59,32	29,62	29,70
Trino	105,57	51,16	54,41
Tronzano Vercellese	80,63	38,89	41,74
Verrua Savoia	45,79	22,56	23,22

**Tabella 7: Densità della popolazione dell'area di interesse (abitanti / km<sup>2</sup>)**

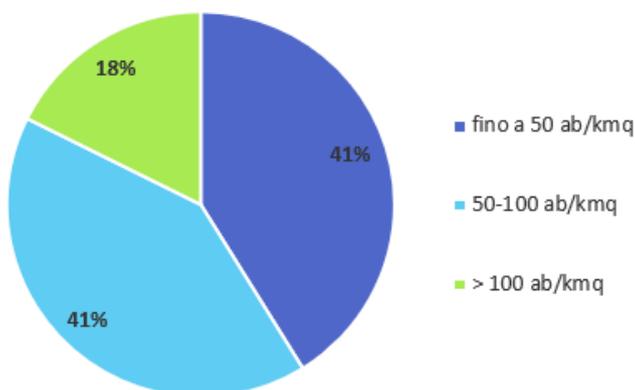
Nel grafico seguente si riporta una ripartizione della densità totale per Comuni sopra elencata.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

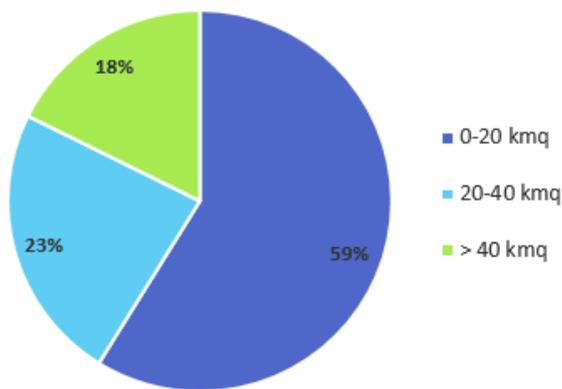
 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 27 di 118

**Figura 5: Ripartizione dei Comuni dell'area di interesse per densità totale**

Si evidenzia come il 41% dei Comuni abbia una densità abitativa inferiore a 50 ab/km<sup>2</sup> ed un altro 41% abbia una densità abitativa tra 50 e 100 ab/km<sup>2</sup>.

Nel grafico successivo si riporta invece una ripartizione dei Comuni compresi nell'area di interesse secondo la loro estensione geografica:


**Figura 6: Estensione dei Comuni dell'area di interesse**

Si nota come il 59% dei Comuni abbia un'estensione inferiore a 20 km<sup>2</sup> ed il 23% ha un'estensione compresa tra 20 e 40 km<sup>2</sup>.

In **Tavola 2** si riportano per sezione di censimento:

- mappa della popolazione totale (Tavola 2a);
- mappa della popolazione maschile (Tavola 2b);
- mappa della popolazione femminile (Tavola 2c).

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 28 di 118

**1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse**
**Uso del suolo**

L'ambito di paesaggio prevalente in tutta l'area di interesse è quello della pianura vercellese.

Esso è costituito da una vasta superficie pianeggiante, debolmente inclinata verso sud/sud-est e formata principalmente dall'azione della Dora Baltea e degli scaricatori glaciali dell'anfiteatro morenico di Ivrea. È delimitato per gran parte del perimetro da importanti corsi d'acqua confluenti a nord dal corso del torrente Elvo che corre in direzione ovest-est prima di confluire nel Cervo, e quindi nel Sesia poco a nord di Vercelli; quest'ultimo ne costituisce il limite orientale fino allo sbocco nel Po, che lo delimita a sud. A ovest vi è il limite morfologico con l'anfiteatro morenico che poi segue la sponda sinistra della Dora Baltea.

L'area di interesse si connota quindi per una forte intensità di sfruttamento agricolo del territorio, alla cui condizione attuale si è giunti con omogenei processi storici, con alcune situazioni di estesa uniformità di impianto. La trama rurale ha tuttavia subito consistenti trasformazioni, dovute all'incidenza territoriale delle innovazioni nella conduzione delle risaie e all'inserimento di nuove strutture edilizie di servizio e di trasformazione, che ha generato diffusi fenomeni di abbandono o di radicale trasformazione dell'edilizia storica.

Si riporta in **Tavola 3** una mappa relativa all'uso del suolo dell'area di inserimento.

**Recettori sensibili**

L'individuazione dei ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di riposo etc.) ricadenti all'interno dell'area d'intervento in progetto, è stata effettuata a livello del singolo comune.

Nello specifico, si riporta di seguito l'elenco dei principali ricettori individuati:

Nome recettore	Comune
I. C. G. Lignana - Tronzano	Bianzè
Scuola media Statale	Crescentino
I.C. Serra	Crescentino
I.T. Commerciale	Crescentino
Scuola dell'infanzia Statale Peter Pan	Crescentino
ASL TO4	Crescentino
Scuola dell'infanzia	Livorno Ferraris
Scuola primaria e dell'infanzia	Fontanetto Po
Scuola primaria Statale	Palazzolo Vercellese
Scuola Primaria di Ronsecco	Ronsecco
ASL Alessandria	Trino
Istituto Alberghiero Sergio Ronco	Trino
I.C. di Trino	Trino
Liceo Artistico Ambrogio Alciati	Trino

**Tabella 8: Elenco recettori sensibili**

In **Tavola 4** si riporta una mappa relativa all'ubicazione di tali elementi all'interno dell'area di interesse.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

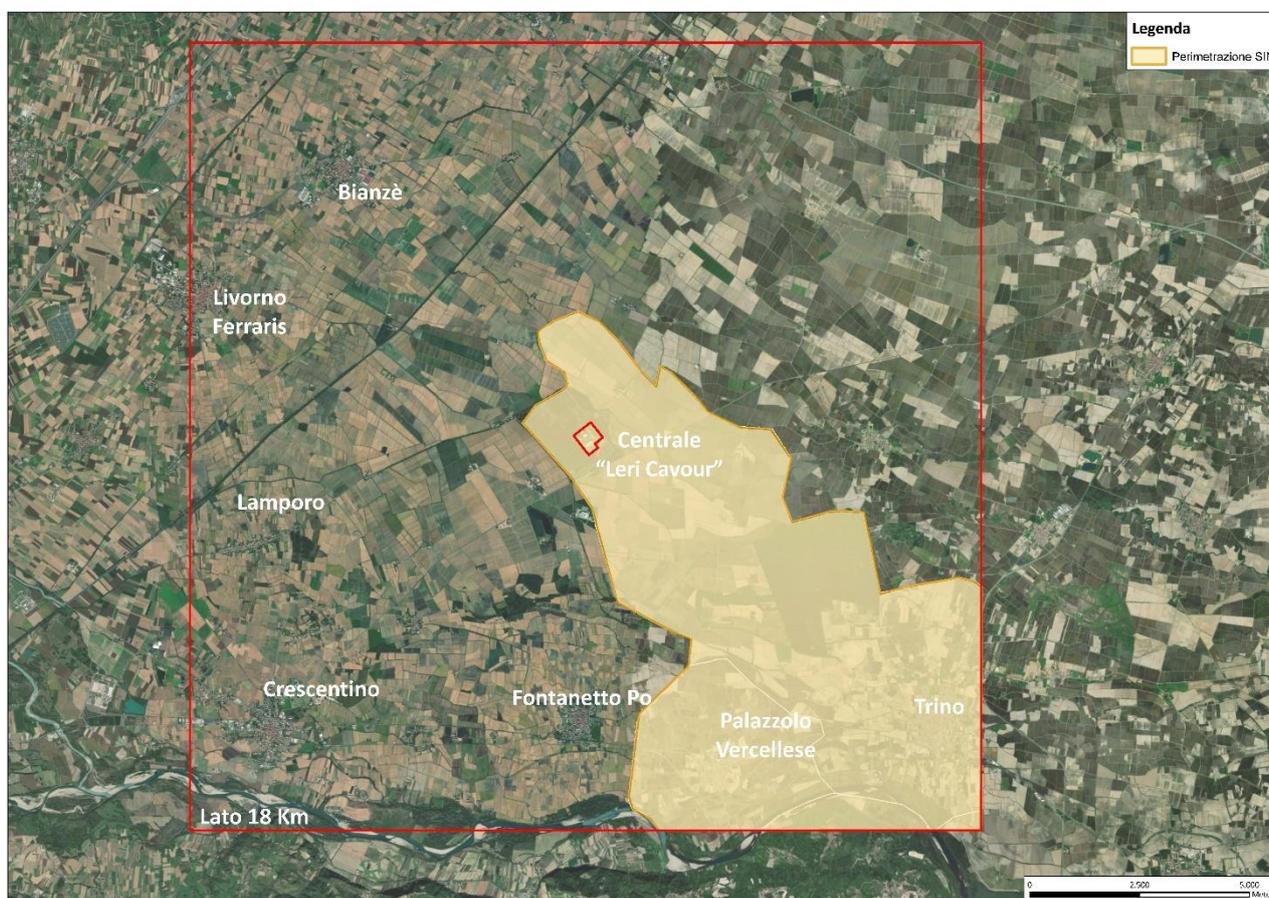
 PAGINA  
 29 di 118

**Aree sensibili**

Per quanto riguarda potenziali aree rilevanti a livello di criticità ambientali, l'area di interesse comprende al suo interno parte del **Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Casale Monferrato**.

Il SIN, perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente del 10 gennaio 2000, comprende il territorio di 48 Comuni, su di un'area di 738 km<sup>2</sup>, tra cui il comune di Trino all'interno del quale sorge la Centrale ENEL.

Dalla figura seguente si nota però come il SIN interessi solo una parte dell'area di interesse, comprendendo solamente, tra i 17 comuni considerati, Trino e Palazzolo Vercellese.



**Figura 7: Porzione del SIN compresa nell'area di interesse**

Nel Comune di Casale Monferrato aveva sede lo stabilimento Eternit, la cui presenza ed attività ha determinato una ingentissima diffusione di amianto sul territorio. Le operazioni di bonifica del SIN sono incentrate sul risanamento del territorio dalla presenza di amianto in matrice friabile e compatta. Gli elementi principali della bonifica del SIN sono:

- la bonifica dello stabilimento Eternit e delle aree da questo impattate;
- la bonifica del polverino (materiale di scarto nella produzione di manufatti in cemento-amianto);

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 30 di 118

- la bonifica delle coperture in cemento-amianto degli edifici di proprietà pubblica e privata e di altri manufatti.

Il progetto di bonifica del SIN, approvato nel 2004, risulta il primo progetto di bonifica dei SIN in Italia autorizzato dal Ministero dell'Ambiente.

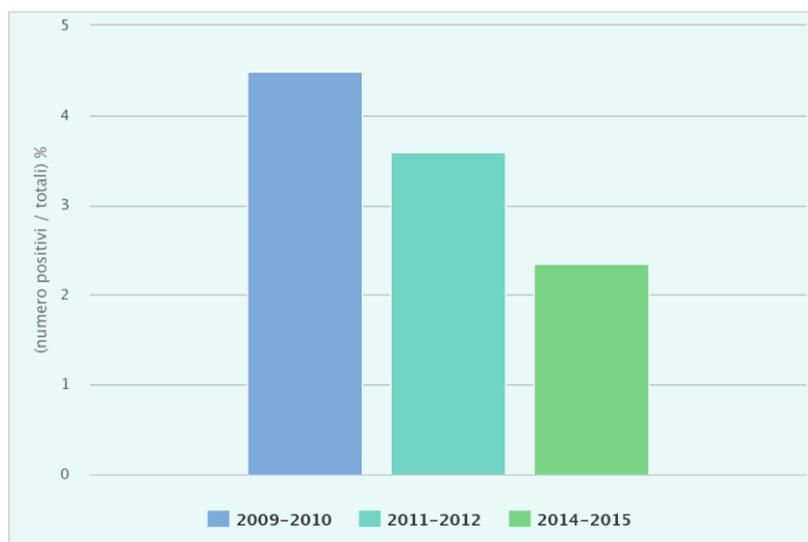
La bonifica dello stabilimento Eternit, unitamente alla bonifica della sponda Po che riceveva gli scarichi dello stabilimento, è stata completata da tempo; ora, ove sorgeva lo stabilimento, è stata realizzata una vasta area verde - il Parco Eternot - inaugurato nel settembre 2016.

Per quanto riguarda gli interventi di bonifica del polverino, sono eseguiti su aree non confinate (cortili, strade ecc.) e su aree confinate (sottotetti). La metodica di bonifica dei polverini, in assenza di riferimenti normativi, è stata oggetto di specifica sperimentazione ed approvazione. Lo stato di avanzamento della bonifica dei polverini è rilevante: a fronte dei circa 180 siti censiti, ne sono già bonificati 170. La bonifica delle coperture in cemento-amianto degli edifici di proprietà pubblica ha visto la più consistente realizzazione degli interventi nei primi anni 2000; la quota di edifici pubblici da bonificare risulta residuale.

Al fine di poter condurre la rilevante opera di risanamento del territorio è stata prevista la realizzazione di un apposito impianto di scarica atto a ricevere i rifiuti delle bonifiche dell'area perimetrata. L'impianto, composto da vasche per il polverino e per l'amianto in matrice compatta, è in funzione dal 2001 ed è gestito dal Comune di Casale Monferrato. A corredo delle attività di bonifica, nel SIN sono condotte campagne triennali di monitoraggio dell'aerodisperso, da parte di Arpa Piemonte.

L'ultima campagna conclusa (IV campagna) fa riferimento al periodo 2013-2017, dalla quale è stata rilevata occasionalmente una concentrazione massima di 0,2 fibre/litro, nettamente inferiore al valore di 1 fibra/litro indicato come riferimento per gli ambienti di vita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Infine, è da precisare che in alcuni casi non sono state riscontrate fibre di amianto, ma il risultato è stato comunque espresso in funzione del limite di rilevabilità della tecnica analitica adottata.

Si riporta di seguito un grafico che riassume i risultati del monitoraggio ambientale effettuato negli anni 2009-2015 nel SIN in oggetto.



**Figura 8: Risultati del monitoraggio ambientale - anni 2009-2015**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	31 di 118

Per quanto riguarda potenziali aree sensibili a livello naturalistico presenti entro 10 km dalla Centrale, si individuano i seguenti siti della rete Natura 2000 designati ai sensi delle Direttive 92/43/CEE e 09/147/CEE:

- ZPS IT1120021 "Risaie Vercellesi" ed IBA 025 "Risaie del vercellese" (a 900 m);
- ZPS IT1120029 "Palude di San Genuario e San Silvestro" e ZSC/SIC 1120007 "Palude di S. Genuario" (a 2 km);
- ZSC IT1180028 "Fiume Po - tratto vercellese alessandrino" (a 6,7 km);
- ZSC/SIC IT1120023 "Isola di Santa Maria" (a 8,5 km).

**ZPS "Risaie Vercellesi" ed IBA "Risaie del vercellese"**

L'area è sostanzialmente tutta adibita alla coltura intensiva del riso, con marginali porzioni di terreno ad incolto e residuali superfici costituite da fontanili alberati e da canneti. Sono presenti formazioni a dominanza di elofite riferibili a *Magnocaricion*, *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, *Carex spp*, *Cyperus spp*, *Juncus spp*, per un'estensione complessiva di quasi 15 ha.

La ZPS è inoltre un'importante sito a livello regionale e nazionale sia per la sosta durante la migrazione primaverile di molti limicoli (e come sito riproduttivo per alcuni di essi), sia per la valenza trofica che ha per molte specie di ardeidi nidificanti, nell'area o nelle immediate vicinanze.

**ZPS "Palude di San Genuario e San Silvestro" e ZSC/SIC "Palude di S. Genuario"**

Tali siti sono caratterizzati da ampie aree a vocazione risicola e dalla presenza di risorgive, piccole aree palustri naturali, specchi d'acqua artificiali e lembi di bosco naturale originario. È presente, inoltre, una fitta rete di canali alimentati dalle acque dei fontanili con diffusi popolamenti vegetali a macrofite acquatiche.

Entrambi gli ambienti palustri naturali e artificiali sono di notevole importanza per la riproduzione di avifauna acquatica legata a canneti e altra vegetazione palustre. A livello piemontese costituiscono i soli due siti accertati di nidificazione di *Circus aeruginosus* e *Botaurus stellaris* e, in riferimento alla ZPS, unico sito regionale di svernamento di *Acrocephalus melanopogon*. È presente, inoltre, una delle più vitali popolazioni regionali del rettile *Emys orbicularis*.

**ZSC "Fiume Po - tratto vercellese alessandrino"**

Il sito è caratteristico per la presenza di curvuleti, vallette nivali a vegetazione discontinua delle morene e delle rupi, zone umide, ghiacciai (in regressione) e arbusteti di *Pinus uncinata* prostrato. Per quanto riguarda la fauna, si trovano specie faunistiche endemiche delle Alpi come *Dyschirus fontanain* e *Lathrobium caprai*. L'ambiente è di tipo alto-alpino con ghiacciai, nevai, morene, praterie di alta quota, pareti rocciose e detriti cristallini. A livello floristico, le superfici delle quote inferiori sono ricoperte da abete rosso, faggio, larice.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 32 di 118

**ZSC/SIC "Isola di Santa Maria"**

Il sito è caratterizzato da ambiente fluviale soggetto prevalentemente a dinamica naturale, caratterizzato da ampio greto ciottoloso con isoloni fluviali e canali e lanche collegati. La ZSC costituisce un'area importante per le rotte migratorie dell'avifauna.

Per quanto riguarda la presenza di potenziali aree sensibili a livello di paesaggio e beni culturali, l'area intorno alla Centrale si caratterizza per l'assenza di aree particolarmente sensibili o critiche a livello paesaggistico.

Anche a livello di beni culturali, non ne sono stati riscontrati di particolare pregio.

**Sistema Socio - Sanitario**

Il sistema sociosanitario del Piemonte comprende 12 Agenzie Sanitarie Locali (ASL) di seguito raffigurate:



Figura 9: ASL del Piemonte

L'area di interesse ricade all'interno delle seguenti ASL:

- ASL Alessandria,
- ASL Torino 4,
- ASL Vercelli.

Ciascuna ASL è poi suddivisa in Distretti. In particolare, per quelle di interesse:

- ASL AL: Distretti di Acqui Terme, Alessandria, Casale Monferrato, Novi Ligure, Ovada, Tortona, Valenza.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

33 di 118

L'area di interesse ricade all'interno del Distretto di Casale Monferrato.

- ASL TO4: Distretti di Ciriè-Lanzo, Chivasso-San Mauro, Settimo Torinese, Ivrea, Cuornè.

L'area di interesse ricade all'interno del Distretto di Chivasso-San Mauro.

- ASL VC: Ambito territoriale Sud (ex distretto di Vercelli) e Ambito territoriale Nord (ex distretto della Valsesia).

L'area di interesse ricade all'interno dell'Ambito territoriale Sud.

I Distretti a cui appartiene l'area di interesse sono rappresentati in **Tavola 5**.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
34 di 118

### 1.3 Identificazione dei fattori di rischio

I fattori di rischio in ambito VIS sono in generale identificabili con quelle interazioni ambientali che, nel passaggio dall'assetto ante operam a quello post operam, possono determinare potenziali impatti sulla componente della salute umana.

L'analisi per l'identificazione dei fattori di rischio legati al progetto è stata sviluppata mediante la definizione di un **Modello Concettuale Ambientale e Sanitario (MCAS)** finalizzato alla schematizzazione delle relazioni tra la realizzazione e l'esercizio delle opere in progetto, le componenti ambientali, i percorsi di esposizione ed i bersagli umani.

Il percorso di esposizione parte dalla sorgente ed attraverso la singola componente ambientale, arrivando infine al bersaglio.

I fattori di rischio sono identificabili in relazione ai percorsi di esposizione attivi; per la loro definizione si procede nel modo seguente:

1. Definizione degli impatti del progetto dagli esiti della valutazione di cui allo Studio di Impatto Ambientale;
2. Determinazione dei percorsi attivi, intesi come quelli che mettono in relazione la sorgente al bersaglio.

In riferimento alla sintesi degli impatti attesi (si veda tabella al precedente paragrafo 1.1.3), a seguire si riporta un'ulteriore valutazione in merito all'identificazione delle componenti ambientali da analizzare in termini di possibili fattori di rischio in materia di valutazione di impatto sanitario.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 35 di 118

Componente o fattore ambientale interessato	Stima IMPATTO atteso	Fattori di rischio VIS
<b>ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA</b>	Nessun impatto significativo prevedibile.	Impatto di entità non significativa e transitorio, circoscritto all'area di intervento. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D.Lgs. 155/2010 nello scenario di progetto.	Fattore di rischio VIS in relazione alla tipologia di impianto.
<b>AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI</b>	Nessun impatto significativo prevedibile.	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
<b>AMBIENTE IDRICO ACQUE SOTTERRANEE</b>	Nessun impatto significativo prevedibile.	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
<b>SUOLO E SOTTOSUOLO</b>	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS (suoli non contaminati)
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS
<b>BIODIVERSITÀ</b>	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non direttamente correlabile con salute pubblica.
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
<b>CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato il pieno rispetto dei limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati.	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	L'analisi modellistica effettuata nell'assetto futuro mostra il pieno rispetto dei limiti assoluti di immissione presso tutti i punti sia in periodo diurno che notturno e per entrambe le fasi progettuali.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
<b>RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI</b>	Nessun impatto prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
<b>PAESAGGIO</b>	Modifica dello skyline in adiacenza ai volumi esistenti, già landmark industriale nell'area vasta di riferimento. Nessuna variazione geomorfologica. Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.

**Tabella 9: Sintesi impatti attesi**

Emerge dunque che l'unica componente per la quale possa essere di interesse una valutazione di dettaglio, in relazione alla tipologia di opera (centrale termoelettrica) piuttosto che al potenziale impatto atteso sia la componente "atmosfera".

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 36 di 118

Le stesse LG VIS del DM 27/03/2019 al già citato BOX 2 suggeriscono tale conclusione:

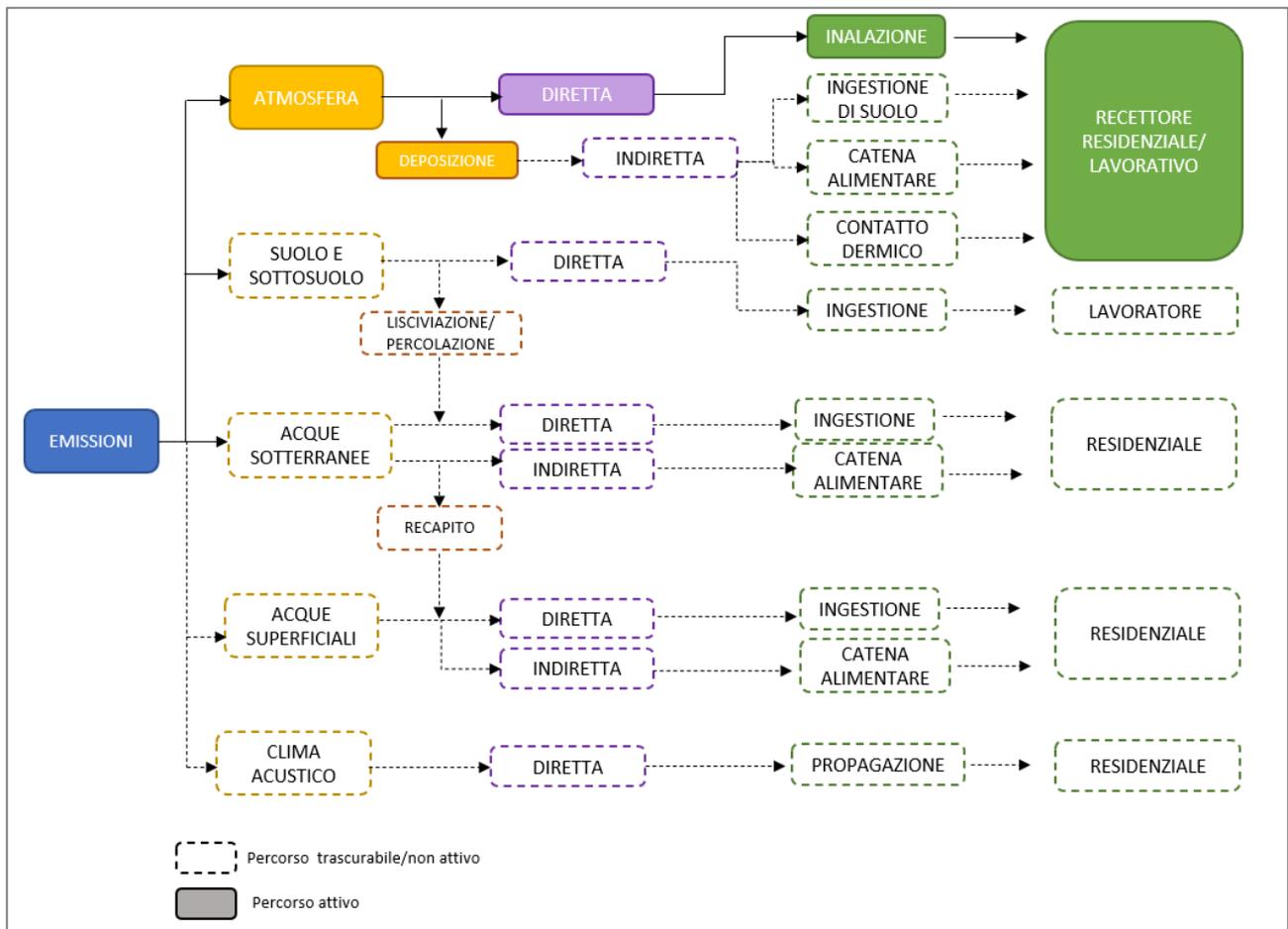
*"Nel caso di sorgenti di emissione tipiche degli impianti oggetto di queste linee guida, la matrice ambientale principalmente interessata è quella dell'aria" (...)."*

Sono quindi le emissioni continue in atmosfera a rappresentare gli impatti prevalenti da indagare ed analizzare in ambito VIS.

Gli impatti derivanti dalla fase di cantiere sono di lieve entità, temporanei e reversibili e pertanto non verranno analizzati nel proseguo dello studio.

Il trasferimento degli impatti sulle matrici ambientali ai bersagli umani avviene attraverso percorsi/modalità di esposizione diretti o indiretti (ingestione, contatto dermico, inalazione, etc.).

In figura seguente si riporta lo schema illustrativo del Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare per il progetto in esame.



**Figura 10: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 37 di 118

Considerando che il progetto non determina impatti diretti significativi su:

- corpi idrici superficiali,
- corpi idrici sotterranei,
- suolo e sottosuolo
- clima acustico,

gli unici percorsi attivi sono relativi alla diffusione di emissioni gassose, per cui i fattori di rischio identificabili sono quelli connessi a tali percorsi di esposizione.

Il presente studio di impatto sanitario viene dunque sviluppato in relazione agli impatti del progetto sulla qualità dell'aria in fase di esercizio.

A livello preliminare, infatti, l'unico percorso / modalità di esposizione identificato come rilevante per le emissioni in atmosfera del progetto in esame è quello dell'**inalazione**.

In relazione, infatti, agli inquinanti emessi in atmosfera nell'assetto post operam (Fase 1 e Fase 2) costituiti da:

- **Ossidi di Azoto,**
- **Monossido di Carbonio,**
- **Ammoniaca** (solo in Fase 2),

non sono attesi fenomeni di deposizione che attivino altri percorsi di esposizione quali "ingestione di suolo" o inserimento nella "catena alimentare".

Verrà considerato il fenomeno di formazione del **particolato secondario**, che comunque è anch'esso connesso principalmente al percorso di esposizione inalatorio.

Per un riscontro più oggettivo in merito all'assenza di fenomeni di deposizione significativi, sono state effettuate a cura di CESI simulazioni specifiche al fine di caratterizzare le deposizioni al suolo attese dal progetto in esame.

In **Allegato 3a** si riportano le seguenti tavole:

- **Tavola DEP\_AL-SPM.p1** relativa alle deposizioni totali derivanti dalle emissioni convogliate ai camini nello scenario Fase 1,
- **Tavola DEP\_AL-SPM.p2** relativa alle deposizioni totali derivanti dalle emissioni convogliate ai camini nello scenario Fase 2.

In tabella seguente si riportano in principali risultati ottenuti dalla stima modellistica.

Parametro <sup>(1)</sup>	U.m.	Area di 18 x 18 km <sup>2</sup>			
		Valore massimo		Valore medio	
		Sc. prog.1	Sc. prog.2	Sc. prog.1	Sc. prog.2
Deposizioni al suolo	mg/ (m <sup>2</sup> giorno)	1,88 x 10 <sup>-2</sup>	4,40 x 10 <sup>-3</sup>	5,82 x 10 <sup>-1</sup>	3,00 x 10 <sup>-2</sup>

**Tabella 10: Stima modellistica delle deposizioni al suolo da emissioni convogliate**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 38 di 118

La deposizione massima all'interno del dominio per la Fase 2 è quindi pari a 0,582 mg/(m<sup>2</sup>-day (somma della via secca e di quella umida). Valori molto più bassi sono di conseguenza stimati sui recettori sensibili per tutte le fasi del progetto.

I valori stimati sono inferiori di oltre due ordini di grandezza rispetto alla soglia di classificazione per un indice di polverosità "Assente" (ratei inferiori a 100 mg/m<sup>2</sup>/d) secondo i criteri riportati nel Rapporto finale del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente riportata in tabella seguente.

Classe di polverosità	Polvere totale sedimentabile (mg/m <sup>2</sup> /d)	Indice di polverosità
I	<100	Assente
II	100 - 250	Bassa
III	251 - 500	Media
IV	501 - 600	Medio-alta
V	>600	Elevata

**Tabella 11: Classe e/o indice di polverosità per le polveri sedimentabili (tabella 4B1c) Rapporto finale del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente**

Inoltre, i ratei di deposizione di polveri stimati sono di molto inferiori ai valori guida europei elencati di seguito, riferiti ad aree urbane, che rimangono compresi tra 200 e 300 mg/m<sup>2</sup>/d:

Stato	Rateo deposizione [mg/m <sup>2</sup> /d]	Riferimento
Germania (media annua)	350	TA Luft, 2002
Austria (media annua)	210	Gesamte Rechtsvorschrift für Immissionsschutzgesetz-Luft, Fassung vom, 2013
Svizzera (media annua)	200	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA 1986), media aritmetica annuale
Slovenia (media annua)	200	Decree on limit values, alert thresholds and critical imission values for substances into the atmosphere). (Ur. L. RS št.73/1994)
Belgio-Fiandre (media mensile)	350	VLAREM II order of the Flemish Government of 1 June 1995 concerning General and Sectoral provisions relating to Environmental Safety. Appendix 2.5.2. Environmental quality standards for particulate fallout
Regno Unito e Scozia (media mensile)	200	Environment Agency, 2013

**Tabella 12: Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri<sup>2</sup>**

A tal proposito occorre quindi sottolineare che le deposizioni al suolo possono essere considerate come non rilevanti in termini di potenziale esposizione della popolazione, in quanto particolarmente esigue in termini di ricadute rispetto ai valori guida sia italiani che europei.

<sup>2</sup> Si veda anche G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Depositioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: <https://www.arpalombardia.it/Pages/Documenti.aspx>

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 39 di 118

## 1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati

I metodi disponibili per lo studio degli effetti sulla salute prodotti da esposizione ad inquinanti, con particolare riferimento a quelli atmosferici, sono classificabili in studi tossicologici e studi epidemiologici.

In tabella seguente si riporta un'analisi comparativa dei due metodi, che descrive i differenti scopi, vantaggi e limiti.

STUDI TOSSICOLOGICI	VANTAGGI	LIMITI
<b>Studi su animali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ endpoint multipli</li> <li>▪ rivolti ai meccanismi</li> <li>▪ relativamente veloci</li> <li>▪ studi di esposizione-risposta condotti facilmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ estrapolazione interspecie per confronto con risultati sull'uomo</li> <li>▪ incertezza sul range di dosaggio adeguato per lo studio</li> <li>▪ costi elevati per studi ripetuti</li> </ul>
<b>Studi in vitro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ rivolti ai meccanismi</li> <li>▪ si possono comparare cellule umane e animali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ i sistemi artificiali non sempre riflettono le proprietà di quelli in vivo</li> <li>▪ non ci sono interazioni cellula-cellula</li> </ul>
<b>Studi su esposizione umana controllata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ si può esaminare l'effetto di malattie preesistenti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bassa numerosità</li> <li>▪ limitato ai livelli di inquinamento ambientale e ai soli effetti reversibili</li> <li>▪ non applicabile su popolazioni sensibili</li> <li>▪ problemi di tipo etico</li> </ul>
<b>STUDI EPIDEMIOLOGICI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ studiano le popolazioni nel loro contesto usuale</li> <li>▪ stimano effetti irreversibili, compresa la mortalità</li> <li>▪ includono popolazioni sensibili</li> <li>▪ analisi poco costose utilizzando banche dati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valutano le associazioni, le cause possono essere dedotte</li> <li>▪ devono essere valutati fattori di confondimento</li> <li>▪ difficile stima dell'esposizione</li> <li>▪ esposizioni a inquinanti multipli</li> <li>▪ l'avvio di nuovi studi è lungo e costoso</li> </ul>

**Tabella 13: Metodi per lo studio degli effetti sulla salute prodotti dagli inquinanti atmosferici**

Fonte: Progetto EpiAir2 modificato da American Thoracic Societ

Gli studi epidemiologici valutano l'associazione tra l'esposizione ambientale e gli effetti sulla salute, ma non sono del tutto adeguati per identificare i meccanismi biologici che sottendono l'effetto.

Per questi motivi la tossicologia ha molti punti di contatto con l'epidemiologia e ne rappresenta un utile complemento. Il vantaggio degli studi tossicologici è nella possibilità di sperimentare gli effetti tossici prodotti da una sostanza e nella capacità di definire la relazione esistente tra la sostanza tossica e l'effetto. Lo svantaggio di questi studi è che i risultati ottenuti non riflettono le condizioni reali che caratterizzano l'ambiente di vita di ciascun individuo, dove le sostanze inquinanti sono presenti contemporaneamente e non è possibile controllare altri fattori come le condizioni meteorologiche.

Inoltre è importante sottolineare che in ambito epidemiologico l'approccio maggiormente diffuso nell'analisi sugli impatti delle emissioni atmosferiche è quello che si basa sulla valutazione degli effetti complessivi dell'inquinamento atmosferico, tipicamente in ambito urbano, senza quindi distinguere fra gli specifici effetti dei singoli contaminanti.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	40 di 118

Negli studi epidemiologici relativi all'inquinamento atmosferico le correlazioni esistenti tra le diverse sostanze inquinanti possono essere così strette da non permettere una chiara distinzione degli effetti prodotti dai singoli composti con metodi statistici standard. Infatti possono verificarsi interazioni fra i vari contaminanti presenti e risulta quindi difficile ipotizzare un costante fenomeno additivo nella risposta e, inoltre, le curve esposizione-risposta possono essere altrettanto non lineari come le interazioni stesse (Billionnet C, 2012).

Sono in corso numerosi studi europei (Euromixproject, HBM4EU, EDC-MixRisk) mirati a studiare proprio il tema dell'esposizione combinata a sostanze chimiche multiple.

Nel parere di Comitati Scientifici UE (SCHER, 2012) è un tema affrontato con prevalente riferimento al lavoro di Levy del 2008 che, nella più ampia discussione su vantaggi e punti di forza dell'inclusione dell'epidemiologia, evidenzia come soprattutto grazie all'epidemiologia è possibile intercettare, tra gli altri, anche il contributo di determinanti non-chimici come ad esempio situazioni di disagio socio economico o abitudini alimentari che possono significativamente influire sugli esiti di salute.

Gli studi epidemiologici, comunque, sono gravati anch'essi da limiti di carattere metodologico da non sottovalutare come ad esempio la difficoltà nel definire l'esposizione dovuta alla presenza di fattori di confondimento, la necessità di ottenere risultati concordanti in un numero consistente d'indagini, l'esigenza di disporre di dati sanitari, ambientali e di popolazione di buona qualità, poter contare su campioni di studio piuttosto elevati tale da permettere di rilevare incrementi significativi del rischio anche per scostamenti dei parametri espositivi non particolarmente evidenti rispetto al background, impegno consistente di risorse umane ed economiche per periodi di tempo a volte piuttosto lunghi.

Quindi solo con l'integrazione delle conoscenze tossicologiche con quelle epidemiologiche è possibile superare i limiti di entrambi gli approcci e delineare un quadro maggiormente definito per la selezione degli indicatori di salute adeguati al caso in esame.

Si ricorda infatti che gli stessi standard per la qualità dell'aria derivano dall'integrazione dei dati provenienti dagli studi epidemiologici, dagli studi tossicologici sugli animali e dagli studi di esposizione umana controllata.

Oltre alla necessità di integrare i due diversi approcci, ulteriore difficoltà è quella di raccogliere in maniera sistematica le risultanze di studi di letteratura, progetti di ricerca ed iniziative di settore effettuate a diversi livelli istituzionali ed accademici, che portano a considerare un quadro sfaccettato ed in continua mutazione.

Nel prospetto a seguire si riporta il quadro di solo alcuni dei principali progetti di valutazione dell'inquinamento atmosferico sulla salute attivati negli ultimi anni a livello comunitario e nazionale.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 41 di 118

**Principali progetti di valutazione dell'inquinamento atmosferico sulla salute in ambito europeo e nazionale**

*Fin dal suo inizio, nel 1993, il programma APHEA (Short term effects of air pollution and health: a european approach) ha contribuito con numerose pubblicazioni alle conoscenze sugli effetti sanitari a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute in diversi Paesi europei.*

*A partire dal 1999 è stato avviato un programma che ha coinvolto 26 città in 12 Paesi europei, APHEIS (Air pollution and health: a european information system), progettato come sistema di valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute. L'unica città italiana coinvolta è stata Roma.*

*Il progetto APHEKOM, continuazione del precedente progetto APHEIS e avviato nel luglio 2008, include anche obiettivi di valutazione delle strategie attuate per ridurre l'inquinamento atmosferico a livello europeo, nazionale e locale, e promuove la divulgazione delle conoscenze scientifiche volte ad aumentare la consapevolezza dei governi e dei cittadini sul tema dell'inquinamento atmosferico.*

*Tra i diversi studi epidemiologici recentemente condotti in Europa, ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects) ha approfondito le conoscenze sugli effetti dell'inquinamento urbano sui nuovi nati e sulla incidenza delle malattie respiratorie, cardiovascolari e sulla mortalità o incidenza di tumori nelle popolazioni residenti; i due Progetti dell'OMS, REVIHAAP (Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution) ed HRAPIE (Health Risk of Air Pollution in Europe), hanno raccolto le evidenze scientifiche sugli effetti indesiderati acuti e cronici; MEDHISS (Mediterranean Health Interview Surveys) è un sistema di sorveglianza che ha utilizzato i dati disponibili sugli effetti sanitari a lungo termine in 4 Paesi del Mediterraneo (Italia, Francia, Slovenia e Spagna).*

*In Italia, gli effetti sanitari a breve termine per esposizione a PM, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> sono stati studiati in 25 città tramite il progetto EPIAIR. In seguito all'associazione del PM al tumore polmonare sancita dalla IARC, ENEA, in collaborazione con ISS e ISPRA, ha condotto uno studio di mortalità per tumore del polmone nella popolazione femminile di tutti i Comuni italiani capoluogo di provincia*

*Successivamente il Progetto VIIAS (Valutazione integrata dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico in Italia) è stato promosso dal Ministero della Salute e coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario della Regione Lazio. Il progetto VIIAS ha stimato le concentrazioni al suolo del PM<sub>2.5</sub>, dell'NO<sub>2</sub> e dell'O<sub>3</sub> in diversi scenari (anno di riferimento 2005, 2010 e 2020) e i relativi livelli di esposizione della popolazione italiana nelle macro-aree geografiche (nord, centro, sud e isole) o nei contesti urbano/rurali. Applicando le funzioni di rischio suggerite dal WHO, sono stati stimati i casi di mortalità attesi e gli anni di vita persi dovuti alle esposizioni a lungo e breve termine.*

L'ampia mole di analisi epidemiologiche disponibili ha portato ad individuare fra gli effetti con principale associazione con l'esposizione all'inquinamento atmosferico quelli di tipo **respiratorio** e **cardiovascolare** (Brunekreef et al. 2002, Pope et al. 2006).

Gli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico sono tradizionalmente distinti in effetti a breve termine ed effetti a lungo termine.

In termini di effetti acuti, i primi studi sul legame tra eventi sanitari acuti e inquinamento atmosferico sono stati condotti a partire dagli anni '30. Gli esiti studiati sono la mortalità totale per cause naturali (escludendo quindi la mortalità per cause violente), la mortalità per cause respiratorie, la mortalità per cause cardiache e i ricoveri ospedalieri, sia per cause respiratorie sia per cause cardiache.

I risultati delle indagini epidemiologiche condotte in varie città, negli Stati Uniti e in Europa, hanno mostrato che a ogni incremento degli inquinanti atmosferici è associato un incremento di eventi negativi per la salute, in misura maggiore di tipo respiratorio e cardiaco.

In termini di effetti a lungo termine, le indagini epidemiologiche condotte finora hanno mostrato che l'esposizione cronica a inquinamento atmosferico può determinare lo sviluppo di malattie cardiorespiratorie e incrementare il tasso di mortalità della popolazione generale, oltre al potenziale effetto cancerogeno.

In tabella seguente si riporta una sintesi di tali effetti tratta dal Progetto EPIAIR2.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 42 di 118

	EFFETTI A BREVE TERMINE	EFFETTI A LUNGO TERMINE
Definizione	Gli effetti osservabili a <b>pochi giorni di distanza</b> dai picchi di esposizione	Gli effetti osservabili <b>dopo esposizioni di lunga durata e a distanza di anni</b> dall'inizio dell'esposizione
Tipologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Insorgenza di sintomi acuti (dispnea, tosse, respiro sibilante, produzione di catarro, infezioni respiratorie)</li> <li>▪ Variazioni della funzione polmonare</li> <li>▪ Aggravamento di patologie cardiovascolari e respiratorie</li> <li>▪ Ospedalizzazioni per patologie cardiovascolari e respiratorie</li> <li>▪ Mortalità respiratoria, cardiovascolare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento di incidenza e prevalenza di malattie respiratorie croniche (asma, BPCO) e malattie cardiovascolari croniche</li> <li>▪ Variazioni permanenti nella funzione respiratoria</li> <li>▪ Problemi di crescita del feto (basso peso alla nascita, ritardo</li> <li>▪ Della crescita intrauterina)</li> <li>▪ Tumore polmonare</li> <li>▪ Mortalità respiratoria, cardiovascolare</li> </ul>

**Tabella 14: Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2**

In sintesi, sulla base di quanto sopra discusso, al fine di definire gli indicatori sanitari per il caso in esame:

- è necessario procedere con una valutazione integrata delle conoscenze tossicologiche con quelle epidemiologiche per superare i limiti di entrambi gli approcci,
- nonostante le difficoltà di sistematizzazione l'ampia mole di dati epidemiologici disponibili, è ormai noto nel mondo scientifico che gli effetti sanitari con principale associazione con l'esposizione all'inquinamento atmosferico sono quelli di tipo respiratorio e cardiovascolare.
- Il ricorso ad analisi di studi epidemiologici va effettuato con particolare attenzione in riferimento alla rappresentatività rispetto al caso in esame.

Le Linee Guida VIS del DM 27/03/2019 indicano come principale riferimento in materia epidemiologica il **Progetto Sentieri**.

Il progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento) è stato avviato nel 2007 nell'ambito del Programma strategico nazionale "Ambiente e salute", coordinato dall'Istituto superiore di sanità e finanziato dal Ministero della salute.

Il Progetto SENTIERI ha l'obiettivo di costituire un sistema di sorveglianza dello stato di salute dei residenti nei siti contaminati, primo studio sistematico sui SIN (Siti di Interesse Nazionale), caratterizzato dal forte rilievo annesso alle ipotesi eziologiche a priori.

Il progetto SENTIERI, attraverso una metodologia standardizzata, ha le finalità di:

- analizzare il profilo di salute con un approccio multi-esito basato su fonti di dati correnti accreditati per la mortalità, i ricoveri ospedalieri, l'incidenza dei tumori, le malformazioni congenite;
- focalizzare le valutazioni in diversi sottogruppi di popolazione con particolare attenzione alle fasce più vulnerabili, quali i bambini e gli adolescenti;

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

DATA Novembre 2020	PROGETTO 20530I	PAGINA 43 di 118
-----------------------	--------------------	---------------------

- individuare a priori le principali patologie da sottoporre a sorveglianza grazie alla valutazione delle evidenze disponibili sulla loro relazione eziologica con i fattori di rischio ambientali che caratterizzano ciascun sito;
- monitorare nel tempo l'evoluzione del profilo di salute delle popolazioni, permettendo di valutare l'implementazione di azioni preventive di risanamento ambientale;
- offrire indicazioni di sanità pubblica.

SENTIERI adotta un approccio multiesito basato su sistemi informativi sanitari correnti (mortalità e ricoveri specifici per causa, incidenza oncologica, prevalenza di anomalie congenite, salute infantile, pediatrica, adolescenziale e dei giovani adulti). Caratteristica peculiare di SENTIERI è l'identificazione a priori di un numero di ipotesi di interesse eziologico, basata sulla letteratura scientifica internazionale.

Il Progetto SENTIERI costituisce un riferimento riconosciuto a livello scientifico – istituzionale e al permette al contempo di effettuare valutazioni sito specifiche.

Per il caso in esame, in merito alla trattazione epidemiologica, il riferimento a tale studio, unitamente ad analisi di tipo tossicologico sui singoli contaminanti in analisi, permette di superare le criticità metodologiche emerse dalla trattazione effettuata.

Pertanto, in accordo a quanto definito dalle Linee Guida VIS del DM 27/03/2019 per identificare le cause d'interesse a priori per le quali definire gli indicatori sanitari l'analisi verrà incentrata su:

- Evidenze epidemiologiche relative all'impianto in oggetto, se nelle valutazioni del Quinto Rapporto del Progetto SENTIERI (2019).
- Evidenze tossicologiche relative agli inquinanti d'interesse per il caso in esame: Ossidi di Azoto, Monossido di Carbonio, Ammoniaca e Particolato atmosferico (polveri sottili).

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 44 di 118

### 1.4.1 Evidenze epidemiologiche da Studio SENTIERI

L'attuale aggiornamento di SENTIERI (Quinto Rapporto – 2019) riguarda 45 siti, che includono 319 comuni, su un totale di circa 8.000 comuni italiani, con una popolazione complessiva di 5.900.000 abitanti (dati Censimento 2011). La finestra temporale studiata per mortalità e ricoveri va dal 2006 al 2013.

I Rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e di ospedalizzazione (SHR) sono stati calcolati utilizzando come riferimento i tassi rispettivi delle regioni di appartenenza dei siti. L'incidenza tumorale è stata valutata dai Registri Tumori appartenenti all'Associazione dei Registri (AIRTUM), ufficialmente riconosciuta dall'International Agency for Research on Cancer (IARC) di Lione.

Sono stati studiati i 22 siti coperti da Registri Tumori. Al momento dello studio AIRTUM copriva il 56% dell'intero territorio nazionale, con diverse finestre temporali. I Rapporti standardizzati di incidenza (SIR) sono stati stimati utilizzando come popolazioni di riferimento quelle residenti nelle rispettive macroaree del Paese (Nord-Ovest, Nord-Est, Centro, Sud) in cui ogni sito è compreso. La prevalenza delle anomalie congenite è stata calcolata per 15 siti, confrontandola con la prevalenza media regionale osservata nello stesso periodo studiato.

Il Quinto Rapporto dello Studio SENTIERI include un aggiornamento delle valutazioni effettuate per il **SIN (Sito di Interesse Nazionale) di Casale Monferrato (AL)** incluso, per una limitata porzione di territorio (vedi paragrafo 1.2.2), all'interno dell'area di interesse identificata per la centrale in esame.

Il Decreto di perimetrazione del sito segnala la presenza di un'area di produzione di manufatti di amianto.

Il SIN di Casale Monferrato comprende 48 comuni, per un totale di 84.775 abitanti, da censimento ISTAT 2011.

A seguire un estratto delle conclusioni SENTIERI sui risultati per il SIN in oggetto.

*"Gli eccessi di mortalità in entrambi i generi per tutte le cause, per tutti i tumori e per le malattie circolatorie sono stati già documentati<sup>3</sup>; questo vale anche per i tumori polmonari negli uomini e per i tumori maligni della pleura in entrambi i generi.*

(...)

*Per il periodo preso in esame (2000-2011), i rapporti standardizzati di incidenza (SIR) sono risultati pari a 911 (IC90% 831-996) negli uomini e 1.338 (IC90% 1.201-1.487) nelle donne. Dei 448 casi per i quali è stata definita la modalità espositiva (su 588 registrati), 109 sono stati identificati come ambientali, casi per i quali è stata accertata la residenza nei pressi dell'impianto di produzione di Eternit."*

Altre indicazioni riportate nello studio in riferimento alla mortalità:

Si osservano in entrambi i generi eccessi, peraltro non di rilievo, per la mortalità generale, per tutti i tumori, per le malattie del sistema circolatorio. Dati in difetto per malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi e dell'apparato respiratorio e digerente per le donne.

Lo studio delle patologie per le quali esiste a priori un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali nel sito mostra un eccesso significativo in

<sup>3</sup> <https://bit.ly/sentieri2> (SENTIERI 2011)

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 45 di 118

entrambi i generi per il mesotelioma pleurico, patologia notoriamente collegata ad esposizione pregresse ad amianto. Eccessi molto più limitati sono registrati per tumore maligno della trachea, bronchi e polmoni in entrambi i sessi e tumore dell'ovaio per le donne.

In riferimento alla sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile, da notare che l'analisi si basa su un numero ridotto di dati. Viene riferito infatti che

*"La mortalità generale, nonostante il ridotto numero di decessi, si presenta in eccesso nelle diverse sottoclassi di età analizzate, con maggior risalto in età pediatrica. La mortalità per tumori del sistema emolinfopoietico risulta in eccesso rispetto all'atteso con 3 casi nella classe 0-19."*

Per quanto concerne le ospedalizzazioni:

Si osservano valori che si discostano poco dai tassi di riferimento, con dati in difetto per i ricoveri legato a malattie dell'apparato respiratorio e dell'apparato urinario in entrambi i sessi.

Andando invece poi ad analizzare lo studio delle patologie per le quali esiste a priori un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali nel sito mostra un eccesso significativo in entrambi i generi per il mesotelioma pleurico, come già riportato, patologia notoriamente collegata ad esposizione pregresse ad amianto. Eccessi molto più limitati sono registrati per ricoveri per tumore maligno della trachea, bronchi e polmoni in entrambi i sessi e tumore dell'ovaio per le donne.

In riferimento alla sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile:

*"Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso in tutte le classi di età analizzate, compreso il primo anno di vita, che mostra un eccesso anche per le condizioni morbose di origine perinatale. In età pediatrica, eccessi di ricoverati riguardano anche i tumori del sistema linfoemopoietico, in particolare i linfomi. In età giovanile (20-29 anni) i ricoverati sono in eccesso per i tumori del sistema linfoemopoietico, in particolare per le leucemie mieloidi. Eccessi di ricoverati per malattie respiratorie acute si osservano in tutte le classi di età."*

Come lo stesso studio SENTIERI specifica, i risultati ottenuti sono affetti da alcuni **limiti**:

- *"le valutazioni effettuate hanno messo in evidenza eccessi di patologie in territori caratterizzati dalla presenza nell'ambiente di fonti di esposizione ambientale potenzialmente associate in termini eziologici alle entità patologiche studiate. Naturalmente, non tutti gli eccessi osservati nello studio sono attribuibili alla contaminazione ambientale. Le patologie citate riconoscono un'eziologia multifattoriale, all'interno della quale giocano un ruolo fattori socioeconomici, stili di vita, disponibilità e qualità dei servizi sanitari. Lo studio non ha effettuato aggiustamenti dei dati per fattori di confondimento noti (per esempio fumo, alcol, obesità)."*
- *"non si dispone di una procedura uniforme per caratterizzare ciascun sito da un punto di vista ambientale, identificando compiutamente gli inquinanti specifici presenti nelle diverse matrici: ciò è dovuto alla frammentarietà delle informazioni, disseminate in banche dati non adeguatamente"*

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	46 di 118

*interconnesse. Come è noto, il riconoscimento di un'area contaminata come sito di interesse per le bonifiche si basa su dati relativi al suolo e alle acque; informazioni sulla qualità dell'aria sono sparse e disomogenee.*"

- *"Un altro problema è la potenza statistica, perché in diversi siti la popolazione è numericamente limitata, e la frequenza di molte patologie studiate è bassa. È necessaria una particolare cautela nell'interpretazione dei dati, poiché non sempre vi è una corrispondenza territoriale tra area inquinata e confini amministrativi comunali. In alcuni casi i due concetti coincidono, in altri solo una parte della popolazione residente è o è stata potenzialmente esposta."*

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 47 di 118

**1.4.2 Evidenze tossicologiche**

Vengono di seguito descritti gli effetti specifici dei singoli inquinanti considerati come di interesse per la VIS in esame, le caratteristiche di tossicità ed i possibili meccanismi di azione al fine di valutare l'effettivo apporto allo stato di salute nell'area del progetto proposto.

La trattazione per singolo inquinante è preceduta da un'analisi dei meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici e dai soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico.

**Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici**

Sono stati ipotizzati meccanismi biologici complessi per gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulle patologie cardiovascolari: effetti diretti degli inquinanti sul cuore e sui vasi, sul sangue e sui recettori polmonari ed effetti indiretti mediati dallo stress ossidativo e dalla risposta infiammatoria.

Effetti diretti potrebbero essere dovuti alle particelle molto fini, ai gas o ai metalli di transizione che attraversano l'epitelio polmonare e raggiungono il circolo ematico. Potrebbe inoltre avere un ruolo importante l'attivazione del riflesso neurale secondario all'interazione del PM con i recettori polmonari.

Le alterazioni del tono autonomo, in alcune circostanze, potrebbero contribuire all'instabilità della placca vascolare o innescare disturbi aritmici del cuore. Questi effetti diretti dell'inquinamento atmosferico rappresentano una spiegazione plausibile della rapida (entro poche ore) risposta cardiovascolare, con un incremento della frequenza dell'infarto del miocardio e delle aritmie. Il meccanismo indiretto mediato dallo stress ossidativo provoca un indebolimento delle difese antiossidanti e un conseguente aumento dell'infiammazione nelle vie aeree e nell'organismo.

La plausibilità biologica è accresciuta dall'osservazione di effetti cardiopolmonari e dal fatto che endpoint non cardiopolmonari non sono tipicamente associati con l'inquinamento atmosferico.

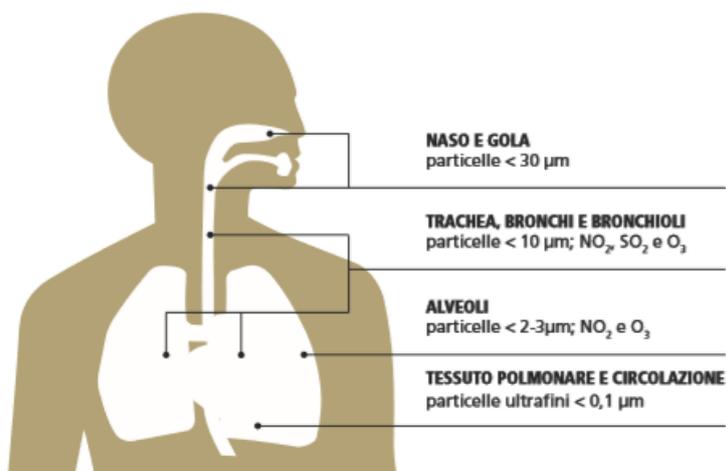


Figura 11: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 48 di 118

Gli effetti a carico del sistema respiratorio sono molto vari e possono spaziare da una semplice irritazione delle prime vie aeree alla fibrosi polmonare, alle malattie respiratorie croniche ostruttive, all'asma, all'enfisema, fino al cancro. Gli effetti irritanti sono solitamente reversibili, ma l'esposizione cronica a un irritante può comportare l'insorgenza di un danno permanente a livello cellulare.

Valutazione degli effetti specifici del singolo contaminante sono valutati nei paragrafi a seguire.

**Soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico**

Gli individui rispondono in modo diverso all'esposizione all'inquinamento atmosferico e le caratteristiche che contribuiscono a queste variazioni sono comprese nel concetto di suscettibilità.

In effetti, numerosi fattori sono stati associati a un aumento della suscettibilità individuale all'inquinamento atmosferico. I soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico sono identificabili in:

- soggetti anziani, indigenti o bambini;
- soggetti che presentano maggiore suscettibilità per fattori genetici innati (per esempio, polimorfismi legati alla famiglia della glutatione-S-transferasi o quelli legati al gene TNF $\alpha$ ) o per uno sviluppo incompleto delle funzioni fisiologiche (bambini);
- soggetti che presentano maggiore suscettibilità perché affetti da malattie cardiovascolari, respiratorie (asma, BPCO, polmonite) o diabete di tipo 2, che comportano alterazioni funzionali tali da favorire un danno maggiore per esposizione agli inquinanti atmosferici;
- soggetti esposti ad altre sostanze tossiche, per esempio, in ambiente di lavoro, i cui effetti potrebbero sommarsi o interagire con quelli degli inquinanti atmosferici;
- soggetti esposti ad alte concentrazioni di inquinanti atmosferici, perché residenti in zone con alta densità di traffico, o per motivi lavorativi (per esempio, vigili urbani, autisti di mezzi pubblici);
- soggetti sovrappeso od obesi hanno un aumentato rischio di diabete (oltre a ipertensione arteriosa, ipercolesterolemia, riduzione della capacità polmonare totale) e conseguentemente di mortalità dovuta all'esposizione a inquinanti atmosferici. Al contrario, una dieta ricca di antiossidanti può ridurre tali effetti.

Nella fase di assessment, la valutazione del rischio in riferimento ai soggetti potenzialmente più sensibili viene effettuata andando a valutare puntualmente in rischio tossicologico ed epidemiologico sui recettori individuati in **Tavola 4**.

**Ossidi di Azoto**

Le principali sorgenti naturali di emissione di ossidi di riguardano la degradazione della sostanza organica, il rilascio dagli oceani e incendi di foreste. Le principali sorgenti antropiche sono invece rappresentate da emissioni dei veicoli circolanti su strada, impianti industriali, impianti per la produzione di energia, riscaldamento domestico o attività agricole.

In termini di effetti sulla salute umana l'NO è in grado di agire sull'emoglobina fissandosi ad essa con la conseguente formazione di metamoglobina e nitrosometamoglobina, che interferiscono con la normale

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
49 di 118

ossigenazione dei tessuti da parte del sangue. Studi su ratti hanno evidenziato effetti letali a basse concentrazioni (CL50 inalatoria/ratto/4 h: 57,5 ppm (DFG, 2014)).

L'NO<sub>2</sub> è decisamente la sostanza più critica tra gli NO<sub>x</sub>, con una tossicità fino a quattro volte maggiore rispetto a quella del monossido di azoto.

Forte ossidante ed irritante, esercita il suo effetto tossico principalmente sugli occhi, sulle mucose e sui polmoni. In particolare, i suoi effetti riguardano l'alterazione e diminuzione delle funzioni respiratorie (bronchiti, tracheiti, forme di allergia ed irritazione). Studi sperimentali su animali e uomo suggeriscono che gli effetti tossici dovuti all'NO<sub>2</sub> si traducono in termini di specifiche patologie a carico del sistema respiratorio quali bronchiti, allergie, irritazioni ed edemi polmonari e recentemente sono stati evidenziati anche effetti a carico del sistema cardiovascolare come la capacità di indurre scompenso cardiaco ed aritmie (EEA 2013; WHO 2013).

Studi di dosimetria indicano che questo agente inquinante si deposita lungo tutto l'albero respiratorio, ma in particolar modo nella parte distale del polmone. Il principale meccanismo di tossicità dell'NO<sub>2</sub> coinvolge la perossidazione lipidica nelle membrane cellulari e le varie azioni dei radicali liberi sulle molecole strutturali e funzionali.

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il biossido di azoto i seguenti valori limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana: valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile, e valore limite per la media annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> (media sull'anno civile).

I soggetti maggiormente coinvolti sono quelli più sensibili come i bambini e le persone con asma, malattie respiratorie croniche e patologie cardiache. Infine, avendo un ruolo importante anche nella formazione di altre sostanze inquinanti, l'ozono in particolare, gli NO<sub>x</sub> si possono ritenere tra gli inquinanti atmosferici più critici.

Il livello naturale in atmosfera di NO<sub>2</sub> oscilla fra 1 e 10 µg/m<sup>3</sup> e il valore di concentrazione media annua in ambito urbano si attesta mediamente sui 40 µg/m<sup>3</sup>. Nelle aree e nei paesi in via di sviluppo si possono rilevare valori più elevati e compresi fra 20 e 90 µg/m<sup>3</sup>. Queste concentrazioni sono in ogni caso tali da non comportare gli effetti acuti di seguito descritti.

### Effetti acuti

La concentrazione al di sopra della quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e, raggiunta la quale, si deve immediatamente intervenire è di 400 µg/m<sup>3</sup> (misura su 3 ore consecutive).

Studi su animali hanno suggerito che un'inalazione acuta di NO<sub>2</sub> provoca gravi danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi (stress ossidativo) ma anche disfunzione mitocondriale, che si ripercuote nel metabolismo energetico, nella produzione di radicali liberi e nell'apoptosi che si innesca in risposta al danno neuronale.

In ogni caso di studio l'esposizione acuta non rileva effetti significativi al di sotto di 1880 µg/m<sup>3</sup>.

In sintesi, gli effetti acuti dell'NO<sub>2</sub> sull'apparato respiratorio comprendono riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie, quali bronchite cronica e asma con riduzione della funzionalità polmonare.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 50 di 118

Più di recente sono stati definiti i possibili danni dell'NO<sub>2</sub> sull'apparato cardio-vascolare come capacità di indurre patologie ischemiche del miocardio, scompenso cardiaco e aritmie cardiache.

**Effetti a lungo termine**

Gli effetti a lungo termine includono alterazioni polmonari a livello cellulare e tessutale, e aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. Non si hanno invece evidenze di associazione con tumori maligni o danni allo sviluppo fetale (teratogenesi).

Va sottolineato quanto possano essere significative le esposizioni prolungate a basse concentrazioni di ossidi di azoto dovuto ad inquinamento indoor da utilizzo dei fornelli a gas o alle caldaie di riscaldamento acqua e/o ambiente. Si sa che concentrazioni di NO<sub>2</sub> di 1-3 ppm sono percepite all'olfatto per l'odore pungente, mentre concentrazioni di 15 ppm portano ad irritazione degli occhi e del naso.

Gli ossidi di azoto durante la respirazione giungono facilmente agli alveoli polmonari dove originano acido nitroso e nitrico. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni diminuiscono drasticamente le difese polmonari con conseguente aumento del rischio di affezioni alle vie respiratorie.

L'esposizione cronica ad alte concentrazioni può inoltre causare un incremento dell'incidenza di fibrosi polmonare idiopatica.

Tuttavia, gli studi disponibili non hanno chiarito gli effetti dell'esposizione al biossido di azoto sull'uomo a dosi basse e moderate, prossime a quelle dell'ambiente esterno.

L'evidenza tossicologica suggerisce l'aumento della suscettibilità alle infezioni, un deficit della funzionalità polmonare e un deterioramento dello stato di salute delle persone con condizioni respiratorie croniche.

Vengono di seguito dettagliati i principali studi sugli effetti cronici del biossido di azoto:

- Aumento del 20% di incidenza dei sintomi delle alte vie respiratorie ad ogni aumento di 20 µg/m<sup>3</sup> (al di sotto dei 51 µg/m<sup>3</sup>) e aumento della durata dei sintomi respiratori (Braun-Fahrlander, 1992);
- Aumento del 18% nell'incidenza di sintomi respiratori o malattie respiratorie per un aumento di lungo periodo dell'esposizione a NO<sub>2</sub> a pari a 30 µg/m<sup>3</sup> (Hasselblad, 1992);
- Manifestazione di un lieve enfisema in tessuti polmonari e ispessimento dell'epitelio bronchiale e bronchiolare in scimmie scoiattolo esposte continuamente a 1 ppm di biossido di azoto per 493 giorni (Fenters *et al.*, 2013);
- Aumento dell'incidenza di fibrosi polmonare idiopatica ad elevate concentrazioni prolungate (10 µg/m<sup>3</sup>) e un eventuale aumento tra il 4,25% e l'8,41% se i livelli di biossido di azoto superano i 40 µg/m<sup>3</sup> (Harari *et al.*, 2016);
- Aumento significativo del rischio di insorgenza di asma in adolescenti sottoposti a concentrazioni di 72-115 µg/m<sup>3</sup> (Greenberg *et al.*, 2017);
- Alterazione della funzione del cortisolo in 140 adolescenti che può influenzare funzione respiratoria e asma (Wing *et al.*, 2018).

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
51 di 118

Come anticipato gli studi epidemiologici sugli effetti di esposizione sono, in ogni caso, limitati dal fatto che non è possibile separare gli effetti dovuti al biossido di azoto da quelli derivanti da altri inquinanti atmosferici (es. particolato fine).

Riassumendo quanto sopra esposto:

- In termini di effetti acuti, dai dati disponibili, l'esposizione a NO<sub>2</sub> produce effetti solo a concentrazioni superiori a 1800 µg/m<sup>3</sup> nelle cavie animali. Sulle persone affette da malattie polmonari croniche o asmatiche, che rappresentano i gruppi maggiormente a rischio, si evidenziano effetti solo a concentrazione al di sopra dei 500 µg/m<sup>3</sup>.
- In termini di effetti a lungo termine non esistono dati sufficienti per individuare delle dosi specifiche, come riportato alcuni studi epidemiologici, comunque ristretti a specifiche categorie di esposti, rilevano degli effetti ad esposizioni prolungate (annuali) di 75 µg/m<sup>3</sup>.
- In termini di standard di qualità dell'aria il limite proposto per l'NO<sub>2</sub> dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) è di 40 µg/m<sup>3</sup> per quanto riguarda la media annuale e 200 µg/m<sup>3</sup> riferito alla media oraria giornaliera (WHO 2006). Valori di riferimento considerati validi anche dalla normativa italiana in materia (D.Lgs. 155/10).

I risultati degli studi epidemiologici disponibili mostrano quindi come i limiti normativi definiti siano stati taranti su basi scientifiche molto prudenziali.

In particolare, quindi, il rispetto degli standard di qualità dell'aria comporta un elevato livello di protezione della popolazione rispetto agli effetti a lungo termine del biossido di azoto. Risultano ancor meno probabili problematiche correlabili all'esposizione acuta.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 52 di 118

**Monossido di Carbonio**

L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Si forma durante le combustioni delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno). Le principali emissioni naturali sono dovute agli incendi boschivi, alle eruzioni dei vulcani, alle attività microbiche, alle emissioni da oceani e paludi e all'ossidazione del metano e degli idrocarburi in genere emessi naturalmente in atmosfera.

Le concentrazioni di monossido di carbonio sono direttamente correlabili ai volumi di traffico, infatti circa il 90% di CO immesso in atmosfera è dovuto ad attività umana e deriva dal settore dei trasporti. Vi sono comunque anche altre fonti che contribuiscono alla sua produzione: processi di incenerimento di rifiuti, combustioni agricole, attività industriali specifiche e combustione in centrali per la produzione di energia.

Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili, mentre gli effetti sull'uomo presentano un rischio non trascurabile.

Si tratta di effetti a breve termine sia per il comportamento in aria di questo gas (non si accumula in atmosfera poiché per ossidazione si trasforma in CO<sub>2</sub>) sia per la sua elevata tossicità.

Il monossido di carbonio è infatti assorbito a livello polmonare. La sua pericolosità è dovuta alla capacità di legarsi in modo irreversibile con l'emoglobina del sangue in concorrenza con l'ossigeno. Si forma così un composto fisiologicamente inattivo, la carbossiemoglobina (COHb), che interferisce sul trasporto di ossigeno ai tessuti con conseguente danneggiamento degli stessi (Hlastala *et al.*, 1976).

Il CO ha infatti un'affinità per l'emoglobina 240 volte superiore a quella dell'ossigeno. A basse concentrazioni provoca emicranie, debolezza diffusa, giramenti di testa, cefalea e vertigini ed a seguire problemi al sistema respiratorio; a concentrazioni maggiori può provocare esiti letali come la morte per asfissia.

Il monossido di carbonio si può legare anche ad altre proteine contenenti ferro quali mioglobina, citocromo e neuro globina. L'assorbimento da parte della mioglobina riduce la disponibilità di ossigeno per il cuore.

La letteratura sulla tossicologia del monossido di carbonio è molto ampia (Wilbur, 2012).

Studi clinici forniscono prove per una progressione di alcuni degli effetti negativi sulla salute del monossido di carbonio nell'uomo con l'aumento dei livelli ematici di COHb.

La relazione illustrata in figura seguente non significa necessariamente che questi effetti derivano direttamente dalla formazione di COHb a scapito della diminuzione dei livelli di O<sub>2</sub>Hb nel sangue (cioè meccanismi ipossici). Altri meccanismi secondari di tossicità, possono anche contribuire a questi effetti. COHb può fungere da biomarcatore per il carico corporeo del monossido di carbonio.

Una presentazione alternativa della relazione tra i livelli di COHb nel sangue e gli effetti negativi sulla salute è fornita nella tabella a seguire. Questa tabella mostra la relazione prevista tra i livelli di COHb del sangue che corrispondono approssimativamente agli effetti negativi sulla salute e alle corrispondenti concentrazioni equivalenti di esposizione umana che porterebbero allo stesso livello di COHb del sangue allo stato costante.

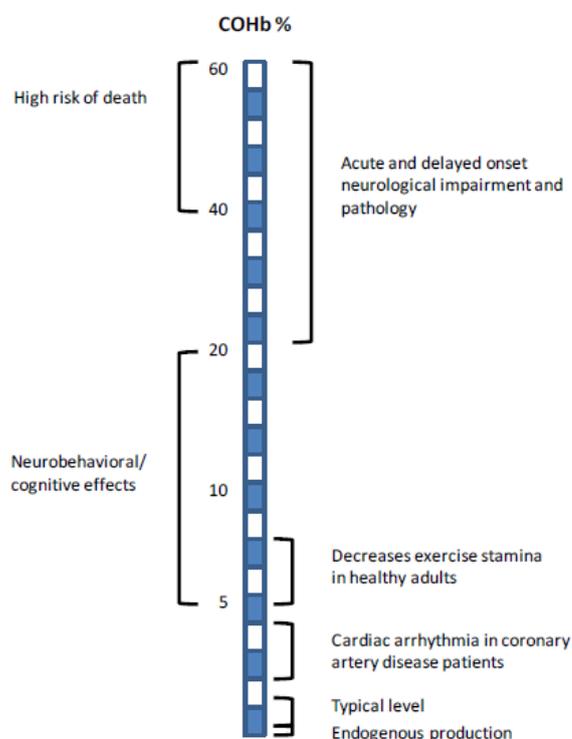
L'esposizione a livelli più bassi di monossido di carbonio per durate più lunghe e l'esposizione a livelli più elevati per durate più brevi che raggiungono livelli di COHb nel sangue simili potrebbero non produrre risposte equivalenti.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 53 di 118

**Figura 12: Correlazione fra livelli di carbossiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell'uomo (ASTDR, 2012)**

Effect	COHb <sup>a</sup> (percent)	Exposure (ppm)
Endogenous production	<0.5	0
Typical level in nonsmoker	0.5–1.5	1–8
Increased risk of arrhythmias in coronary artery disease patients and exacerbation of asthma (epidemiological studies)	0.3–2 <sup>b</sup>	0.5–10 <sup>b</sup>
Neurodevelopmental effects on the auditory system in rats	2–4 <sup>b</sup>	12–25 <sup>b</sup>
Enhanced myocardial ischemia and increased cardiac arrhythmias in coronary artery disease patients	2.4–6	14–40
Decreased exercise stamina in healthy adults	5–8	30–50
Neurobehavioral/cognitive changes, including visual and auditory sensory effects (decreased visual tracking, visual and auditory vigilance, visual perception), fine and sensorimotor performance, cognitive effects (altered time discrimination, learning, attention level, driving performance), and brain electrical activity	5–20	30–160
Acute and delayed onset of neurological impairment (headache, dizziness, drowsiness, weakness, nausea, vomiting, confusion, disorientation, irritability, visual disturbances, convulsions, and coma) and pathology (basal ganglia lesions)	20–60	160–1,000
High risk of death	>50	>600

<sup>a</sup>Reported value, unless otherwise denoted as predicted.

**Tabella 15: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012)**

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il monossido di carbonio il valore limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m<sup>3</sup> (media giornaliera su 8 ore).

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 54 di 118

**Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)**

A temperatura ambiente l'ammoniaca pura si presenta come un gas incolore dal caratteristico odore estremamente pungente e che alla pressione ambiente liquefa alla temperatura di - 77,7 °C e bolle alla temperatura di - 33,4 °C, trasformandosi in un liquido mobile e anch'esso incolore. È più leggera dell'aria, con una densità di 0,597 volte quella dell'aria stessa. È presente in piccole quantità nell'atmosfera terrestre come prodotto di attività biologiche varie (fermentazioni, denitrificazione, etc.) e della pirolisi dei combustibili fossili.

È estremamente solubile in acqua, oltre che in molti altri solventi, e per questo si dissolve nella mucosa del tratto respiratorio superiore, causando infiammazione di occhi, naso, gola e potendo causare reazioni disfunzionali come il broncospasmo (Borlè *et al.*,2017) e (Loftus *et al.*,2015).

Nonostante ad oggi gli studi sulle emissioni di NH<sub>3</sub> dal settore di produzione dell'energia, processi industriali e settore dei trasporti siano limitati, in quanto considerati una fonte minore di emissione rispetto all'agricoltura e all'allevamento di bestiame (Behera *et al.*,2013), le emissioni di NH<sub>3</sub> stanno crescendo in maniera incontrollata a livello mondiale (Stokstad, 2014).

Tuttavia, molti degli studi effettuati su questo contaminante non risultano conclusivi nell'individuare misure di associazione con patologie umane.

Studi sugli animali hanno dimostrato che l'ammoniaca può danneggiare le cellule epiteliali del tratto respiratorio e alterare la clearance delle cellule ciliate, aumentando la suscettibilità ad infezioni o all'effetto tossico di altre particelle inalate (Loftus *et al.*,2015).

Uno studio effettuato su un gruppo di pazienti, esposti ad elevate concentrazioni di ammoniaca per un breve periodo di tempo ha dato evidenza di ostruzione delle vie aeree superiori. Questi pazienti hanno comunque recuperato il proprio stato di salute con nessuna conseguenza polmonare. Un secondo gruppo di pazienti è stato invece esposto a basse concentrazioni per un periodo di tempo prolungato, senza manifestare ostruzione delle vie aeree superiori (Close *et al.*, 1980).

**Polveri sottili (PM 2.5 – PM 10)**

Il particolato atmosferico è un sistema disperso di particelle solide e liquide di varia natura, origine, forma e dimensioni (usualmente da 0,01 a 50 µm) che si trovano in sospensione in atmosfera (aerosol).

Il D.Lgs. 155/2010 art. 2 c. definisce poi il PM10 e PM2.5 come segue:

*"ii) PM10: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 (norma UNI EN 12341), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 10 µm;*

*II) PM2,5: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2,5 (norma UNI EN 14907), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 2,5 µm"*

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 55 di 118

A seguire alcune fonti ufficiali che mostrano in maniera praticamente omogenea la considerazione che il particolato è costituito essenzialmente una **matrice multicomponente associabile ad una miscela** di natura complessa e variabile in termini spaziali e temporali.

*"Particulate matter, also known as particle pollution or PM, is a complex **mixture** of extremely small particles and liquid droplets. Particle pollution is made up of a number of components, including acids (such as nitrates and sulfates), organic chemicals, metals, and soil or dust particles" (US-EPA)*

Il particolato, noto anche come inquinamento da particelle o PM, è una **complessa miscela** di particelle estremamente piccole e goccioline liquide. L'inquinamento da particolato è costituito da una serie di componenti, tra cui acidi (come nifiti e solfati), sostanze chimiche organiche, metalli e particelle di suolo o polvere.

<https://www3.epa.gov/region1/eco/uep/particulatematter.html>

*"PM is a widespread air pollutant, consisting of a **mixture** of solid and liquid particles suspended in the air."*  
 (WHO- Europe)

PM è un inquinante atmosferico diffuso, costituito da una miscela di particelle solide e liquide sospese nell'aria.

*"Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente. (...) hanno una **natura chimica particolarmente complessa e variabile**, sono in grado di penetrare nell'albero respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute."*

(Ministero della Salute)

[http://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_paginaRelazione\\_1438\\_listaFile\\_itemName\\_1\\_file.pdf](http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_paginaRelazione_1438_listaFile_itemName_1_file.pdf)

*"Con i termini particolato atmosferico o materiale particellare ci si riferisce a quelle particelle sospese e presenti nell'aria che ogni giorno respiriamo e che di solito sono chiamate polveri sottili o pulviscolo. Il PM10, considerato un buon indicatore della qualità dell'aria, è formato da un **insieme di particelle solide di diversa natura, composizione chimica e dimensione (tra 10 e 2,5 micron)** (...)"*

(Istituto Superiore di Sanità)

[www.issalute.it/index.php/saluteaz-saz/p/676-pm10-particolato-atmosferico-o-polveri-sottili#bibliografia](http://www.issalute.it/index.php/saluteaz-saz/p/676-pm10-particolato-atmosferico-o-polveri-sottili#bibliografia)

*Il materiale particolato presente nell'aria è costituito da una **miscela di particelle solide e liquide**, che possono rimanere sospese anche per lunghi periodi.*

(Progetto EPIAIR2)

*Gli inquinanti particolati presenti in atmosfera sono composti da una **miscela di particelle solide e liquide** con dimensioni comprese fra 0,005 µm e 50-150 µm.*

(Progetto VIAS)

Le particelle possono essere prodotte ed immesse in atmosfera attraverso fenomeni naturali (*soil dust*, spray marino, aerosol biogenico, etc.) o antropogenici (emissioni da traffico, da impianti per la produzione di energia, da impianti di riscaldamento ed industriali di vario genere).

Altro materiale particellare si può formare in atmosfera come risultato di processi fisico-chimici fra gas, oppure tra gas e particelle.

La classificazione del particolato viene effettuata come noto mediante il diametro medio delle particelle. In particolare, nell'ambito del monitoraggio dell'aria ambiente, si distinguono in genere il PM10 e il PM 2.5.

La proporzione del materiale particellare totale, che viene inalata nel corpo umano dipende dalle proprietà delle particelle, dalla velocità e direzione di spostamento dell'aria vicino all'individuo (l'aumento della velocità del vento determina un aumento delle concentrazioni del PM10, mentre gli eventi piovosi causano

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 56 di 118

una diminuzione del contenuto del PM10 in aria), dalla sua frequenza respiratoria e dal tipo di respirazione, nasale od orale. Le particelle inalate si possono poi depositare in qualche punto del tratto respiratorio, oppure possono essere esalate. Il punto della deposizione o la probabilità di esalazione dipendono dalle proprietà delle particelle, del tratto respiratorio, dal tipo di respirazione e da altri fattori.

Per quanto riguarda la probabilità di inalazione, deposizione, reazione alla deposizione ed espulsione delle particelle c'è ampia varietà da individuo a individuo. Tuttavia, è possibile definire delle convenzioni per il campionamento con separazione dimensionale di particelle aerodisperse quando lo scopo del campionamento è a fini sanitari.

Queste convenzioni sono relazioni tra il diametro aerodinamico e le frazioni che devono essere raccolte o misurate, le quali approssimano le frazioni che penetrano nelle varie regioni del tratto respiratorio in condizioni medie. La norma EN 481 definisce le convenzioni di campionamento per le frazioni granulometriche delle particelle che devono essere utilizzate per valutare i possibili effetti sanitari derivanti dall'inalazione di particelle aerodisperse nell'ambiente di lavoro. Il frazionamento è attualmente raggruppato in tre gruppi, che rappresentano il rapporto tra le particelle che raggiungono le diverse parti del tratto respiratorio:

**Frazione inalabile**

- Questa è la frazione delle particelle che entra nel corpo attraverso il naso e la bocca durante la respirazione. Queste particelle si fermano nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe).

Questa frazione è considerata importante per gli effetti sulla salute, perché le particelle si depositano ovunque nel tratto respiratorio. Alcune particelle sopra i 20  $\mu\text{m}$  possono essere inalate, ma rimangono sopra la laringe e sono, perciò extratoraciche. Non si prende, perciò, in considerazione le particelle sopra i 20  $\mu\text{m}$  come parte inalabile.

**Frazione toracica**

- Questa è la frazione delle particelle che può penetrare nei polmoni sotto la laringe. Questa frazione può essere messa in relazione con effetti sulla salute che nascono dal deposito di particolato nei condotti d'aria dei polmoni.

**Frazione respirabile**

- È la frazione delle particelle inalabile che può penetrare in profondità negli alveoli polmonari. Questa frazione può portare ad effetti sulla salute dovuti al deposito di particelle nella regione alveolare dei polmoni e può raggiungere le zone più profonde dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi e bronchioli).

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

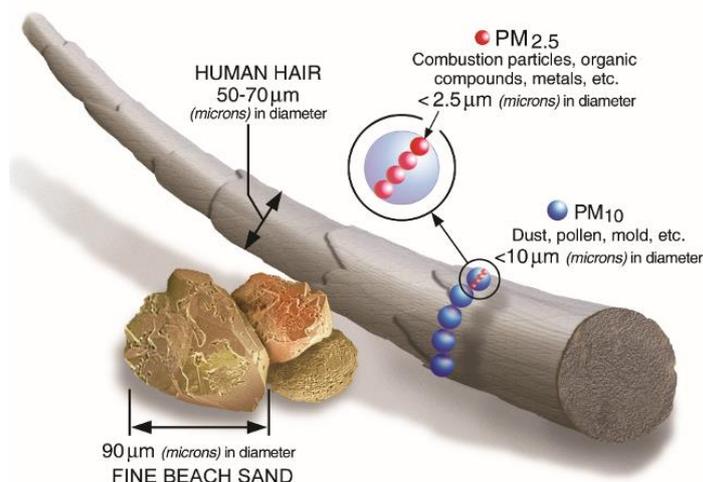
 PAGINA  
 57 di 118


Figura 13: Dimensioni relative del particolato atmosferico (US EPA)

Ai fini pratici è possibile considerare il PM10 quale frazione toracica del particolato atmosferico, mentre in genere la frazione PM 2.5 individua la frazione interamente respirabile del particolato. Le particelle aerodisperse con dimensioni comprese tra 10 e 2,5  $\mu\text{m}$ , sono costituite prevalentemente da frammenti derivanti da rocce e suoli (*soil dust*), da frammenti vegetali e pollini (aerosol biogenico) ed altri costituenti di origine naturale (per es., spray salino). Nella frazione inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$  (PM 2.5) sono prevalenti le particelle di origine antropica.

In termini di effetti sulla salute, numerosi studi hanno dimostrato che l'esposizione a lungo termine alle polveri sottili rappresenta un fattore di rischio per l'insorgenza di patologie respiratorie, cardiovascolari e per lo sviluppo del tumore al polmone.

Allo stato attuale delle conoscenze, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è possibile fissare una soglia di esposizione al di sotto della quale certamente non si verificano nella popolazione degli effetti avversi sulla salute (WHO, 2005).

Recenti studi indicano inoltre che l'esposizione acuta a particelle in sospensione contenenti metalli (ad es. le particelle derivanti dai combustibili fossili usati come carburanti) possono causare un vasto spettro di risposte infiammatorie nelle vie respiratorie e nel sistema cardiovascolare (danneggiamento cellulare e aumento della permeabilità cellulare), verosimilmente in relazione alle loro componenti metalliche. Nei soggetti più sensibili (come gli asmatici e le persone con malattie polmonari e cardiache preesistenti), ci può essere un peggioramento della dinamica respiratoria (diminuzione della funzione polmonare) ed uno scatenamento di alcuni sintomi (es. tosse o un attacco di asma), nonché un'alterazione dei meccanismi di regolazione del cuore e della coagulazione del sangue.

Le correlazioni individuate sono legate al fatto che in generale il particolato fine può assorbire sulla sua superficie composti organici tra cui alcuni noti agenti cancerogeni (IPA tra cui il benzo(a)pirene è considerato il più pericoloso per la salute umana, nitropireni etc.). La presenza di composti inorganici sulla sua superficie, come i metalli di transizione (Fe, Cu, Zn etc.), può inoltre contribuire alla formazione di danni ossidativi a livello delle vie respiratorie. Recentemente alcuni studi hanno stabilito una connessione fra la presenza di queste sostanze nel particolato e le allergie (Baldacci *et al.*, 2015).

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 58 di 118

Il citato effetto di assorbimento e trasporto di altre sostanze al particolato può essere associato ad effetti sulla salute sia acuti che cronici.

In particolare, gli effetti a breve termine (acuti) associabili all'esposizione ad un aumento di concentrazione di PM10 pari a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono legati all'irritazioni dell'apparato respiratorio e delle mucose, all'asma, all'aumento dei ricoveri ospedalieri e dei decessi sia per cause cardiovascolari che respiratorie (Anderson, 2004 e Biggeri (MISA-2), 2004). Un aumento equivalente dell'esposizione a PM2.5 ha causato inoltre un aumento della mortalità respiratoria (Achilleos *et al.*, 2017).

In termini di effetti a lungo termine (cronici) un aumento di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in concentrazione di PM2.5 è stato correlato ad un aumento della mortalità generale per cause naturali, per cancro al polmone e per infarto (Pope *et al.* 2002 e 2004). L'inalazione prolungata può inoltre provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano broncopolmonite accompagnata spesso da enfisema polmonare.

A fronte di tali correlazioni, non sono ad oggi disponibili delle relazioni dose – effetto associabili al particolato. Non sono state quindi individuate delle concentrazioni critiche di particolato atmosferico direttamente correlabili ad effetti specifici sulla salute umana.

In particolare, la stessa World Health Organization ha individuato infatti degli effetti significativi sulla salute anche a concentrazioni molto basse e di poco superiori alla concentrazione naturale atmosferica di PM 2.5.

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il PM10 e il PM 2.5 i seguenti valori limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana.

**PM10**

- Valore limite di 24 ore  $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  da non superare più di 35 volte per anno civile
- Valore limite come media annuale  $40 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$

**PM2.5**

- Valore limite come media annuale  $25 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Si riportano infine a seguire le conclusioni della monografia IARC di valutazione del rischio cancerogeno per l'uomo n.109 del 2016 "Outdoor air pollution".

*"L'inquinamento atmosferico è cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1). Il particolato nell'inquinamento atmosferico è cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1). Le evidenze nell'uomo e negli animali sperimentali sono state fortemente supportate anche dalla molteplicità di effetti genetici e correlati documentati nell'uomo e nei sistemi sperimentali. Questa forte evidenza meccanicistica ha indicato che l'inquinamento atmosferico in tutto il mondo è mutageno ed è cancerogeno per l'uomo attraverso la genotossicità. Le esposizioni umane all'inquinamento atmosferico esterno o al particolato nell'aria esterna inquinata sono associate ad un aumento dei danni genetici che hanno dimostrato di essere predittivo del cancro negli esseri umani. Inoltre, l'esposizione all'inquinamento atmosferico esterno può promuovere la progressione del*

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 59 di 118

*cancri attraverso lo stress ossidativo, le risposte allo stress ossidativo e l'infiammazione sostenuta."*

È inoltre importante sottolineare che per il caso in esame le polveri sottili generate nell'assetto post operam sono ascrivibili esclusivamente al Particolato Secondario.

In riferimento alle tipologie di inquinanti primari emessi dall'opera nel suo assetto futuro il particolato secondario è potenzialmente dovuto alla formazione in atmosfera di nitrati di ammonio a partire dagli ossidi di azoto.

**Approfondimento relativo al particolato secondario**

*Il particolato secondario è costituito dagli aerosol, contenenti quasi esclusivamente particelle fini, che si generano dalle reazioni di ossido-riduzione degli inquinanti primari e secondari presenti in atmosfera allo stato gassoso (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, etc.) oppure dai processi di condensazione dei prodotti finali di reazioni fotochimiche (ad es. composti organici).*

*I fenomeni più conosciuti sono:*

- *la trasformazione di NO<sub>2</sub> in nitrati NO<sub>3</sub>;*
- *la trasformazione di SO<sub>2</sub> in solfati SO<sub>4</sub>;*
- *la trasformazione di composti organici in particelle organiche.*

*In presenza di ammoniaca, gli aerosol secondari spesso assumono la forma di sali di ammonio; cioè solfato di ammonio e nitrato di ammonio (entrambi possono essere secchi o in soluzione acquosa); in assenza di ammoniaca, i composti secondari assumono una forma acida come acido solforico (goccioline di aerosol liquido) e acido nitrico (gas atmosferico), che possono contribuire agli effetti sulla salute del particolato.*

*Il Particolato Secondario si forma attraverso processi di condensazione di sostanze a bassa tensione di vapore, precedentemente formatesi attraverso evaporazione ad alte temperature, o attraverso reazioni chimiche dei gas presenti in atmosfera che generano, a loro volta, particelle solide o aerosol attraverso processi di condensazione.*

*Le particelle solide o gli aerosol, dopo che si sono originati, crescono attraverso meccanismi di condensazione o di coagulazione. La condensazione è maggiore in presenza di grandi quantità di superfici di condensazione mentre la coagulazione è maggiore in presenza di un'alta densità di particelle. L'efficienza di tali meccanismi è di conseguenza maggiore al diminuire della dimensione delle particelle.*

*Ammonio, solfato e nitrato sono i principali costituenti del particolato secondario inorganico, ma vi è anche una componente secondaria originata da composti organici volatili che, a causa di complessi processi chimico fisici, in atmosfera danno origine a particolato.*

Occorre infine sottolineare che nel caso in esame l'eventuale presenza di componenti nel particolato secondario originati da composti organici volatili non deriva dagli impatti del progetto, ma esclusivamente da altre sorgenti emissive presenti nell'area in esame (traffico, altre sorgenti industriali, etc.).

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
60 di 118

### 1.4.2 Indicatori di salute individuati

Le principali tipologie di indicatori sanitari che la Linea Guida VIS individuano come quelli da considerare per le valutazioni sono le seguenti:

- a) Mortalità generale e per specifica causa,
- b) Ospedalizzazioni generali e per specifiche patologie,
- c) Incidenza tumorale,
- d) Malformazioni congenite (prevalenza alla nascita e all'interruzione di gravidanza),
- e) *Outcome* della gravidanza,
- f) Consumo farmaceutico per il trattamento delle patologie di interesse,
- g) Prestazioni in ambulatorio e pronto soccorso,
- h) Visite presso il medico di medicina generale,
- i) Presenza di sintomi autoriferiti.

Viste le caratteristiche tossicologiche e i possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto, anche in relazione ai dati disponibili, gli **indicatori sanitari** analizzati nel presente documento sono i seguenti:

- Mortalità,
- Ospedalizzazioni,
- Incidenza tumorale.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	61 di 118

## 1.5 Caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante operam

### 1.5.1 Sintesi risultati Studio Università Tor Vergata (Roma)

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante operam per il progetto in esame è stata sviluppata a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma (Proff. A. Duggento e L. Palombi, Maggio 2020).

Tale documento è riportato in **Allegato 2** al quale si rimanda per i dettagli metodologici e sui risultati.

Nell' studio, dopo un'adeguata definizione del contesto di riferimento in termini demografici, sono stati analizzati:

- Mortalità per tutte le cause e per specifiche cause

I dati di mortalità per cause, relativi alla popolazione italiana, sono stati forniti dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT).

Per la stima del tasso di mortalità è stato utilizzato un procedimento analogo a quello impiegato per la morbosità (ospedalizzazioni), senza distinzione per genere. In questo caso, però, sono stati analizzati i dati estratti dalle schede di morte per il periodo 2013-2017, forniti dall'ISTAT.

Le cause di mortalità sono state analizzate per le specifiche cause riportate nella tabella di cui sotto; in aggiunta è stato stimato il tasso di mortalità per tutte le cause. I dati sono stati normalizzati sia rispetto al dato nazionale sia al dato regionale.

- Ospedalizzazioni per specifiche cause

Le schede di dimissione ospedaliera (SDO) per cause, relative alla popolazione nazionale, sono state fornite dal Ministero della Salute.

Per la stima del tasso di ospedalizzazione sono stati analizzati i dati estratti dalle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) del periodo 2013-2017 su base nazionale con diagnosi principale riferita ai ICD9 (International Classification of Diseases) relativi alle ospedalizzazioni.

Le cause di ospedalizzazione sono state analizzate per specifiche cause riportate nella tabella di cui sotto; in aggiunta è stato stimato il tasso di ospedalizzazione per tutte le cause. I dati sono stati normalizzati sia rispetto al dato nazionale sia al dato regionale.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 62 di 118

Causa	Classificazione ICD 10
Tutti i tumori	C00-D48
Tumori trachea, bronchi e polmone	C33-C34
Malattie sistema circolatorio	I00-I99
Malattie ischemiche del cuore	I20-I25
Infarto miocardico acuto	I21-I22
Malattie cerebrovascolari	I60-I69
Malattie respiratorie acute	J00-J06--J10-J18--J20-J22
Malattie apparato respiratorio	J00-J99
Malattie polmonari croniche	J41-J44--J47
Asma	J45-J46
Malattie apparato digerente	K00-K92
Malattie apparato urinario	N00-N39

 Tabella 16: Elenco cause di ospedalizzazione e mortalità e relativo codice ICD 10<sup>4</sup>

Nello studio in oggetto, al fine di calcolare il numero di casi attesi (SDO o decessi) nella popolazione residente, e al fine di standardizzare il numero di ricoveri o decessi in base alla distribuzione di età e sesso in ciascuna entità geografica, è stato necessario integrare i dati con un database demografico. Sono stati analizzati i dati ISTAT relativi alla struttura della popolazione residente al 1° Gennaio 2012, e alla struttura della popolazione ricostruita per tutti gli altri anni dell'analisi. Il numero di abitanti è stato considerato:

- per ogni comune italiano;
- per ciascuna età (da 0 a 100 anni aggregando per età maggiori di 100);
- per ciascun sesso.

A proposito di tale ultimo parametro però, a causa delle restrizioni imposte dalle esigenze della privacy, l'ISTAT non riempie le celle quando il numero dei casi relativi ad una certa patologia/causa di decesso scende a 3 o al di sotto dei 3 casi. L'incrocio dell'ambito geografico con le patologie ed il genere porta ad un numero inaccettabile di celle vuote. Per tale motivo questo ed altri indicatori demografici (stato civile, nazionalità, nucleo familiare, etc.) sono stati aggregati.

Per maggiori dettagli sulla procedura di standardizzazione si rimanda al citato **Allegato 2**.

Nelle figure seguenti si riportano i risultati di tale standardizzazione, con confronto nazionale e regionale, per mortalità ed ospedalizzazione per tutte le cause. Per le analisi dei dati standardizzati di mortalità e di ospedalizzazione per singola causa si rimanda all'allegato di cui sopra.

<sup>4</sup> Classificazione Statistica Internazionale delle Malattie e dei Problemi Sanitari Correlati (ICD10), Ministero della Salute.  
[http://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_1929\\_allegato.pdf](http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1929_allegato.pdf)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
63 di 118

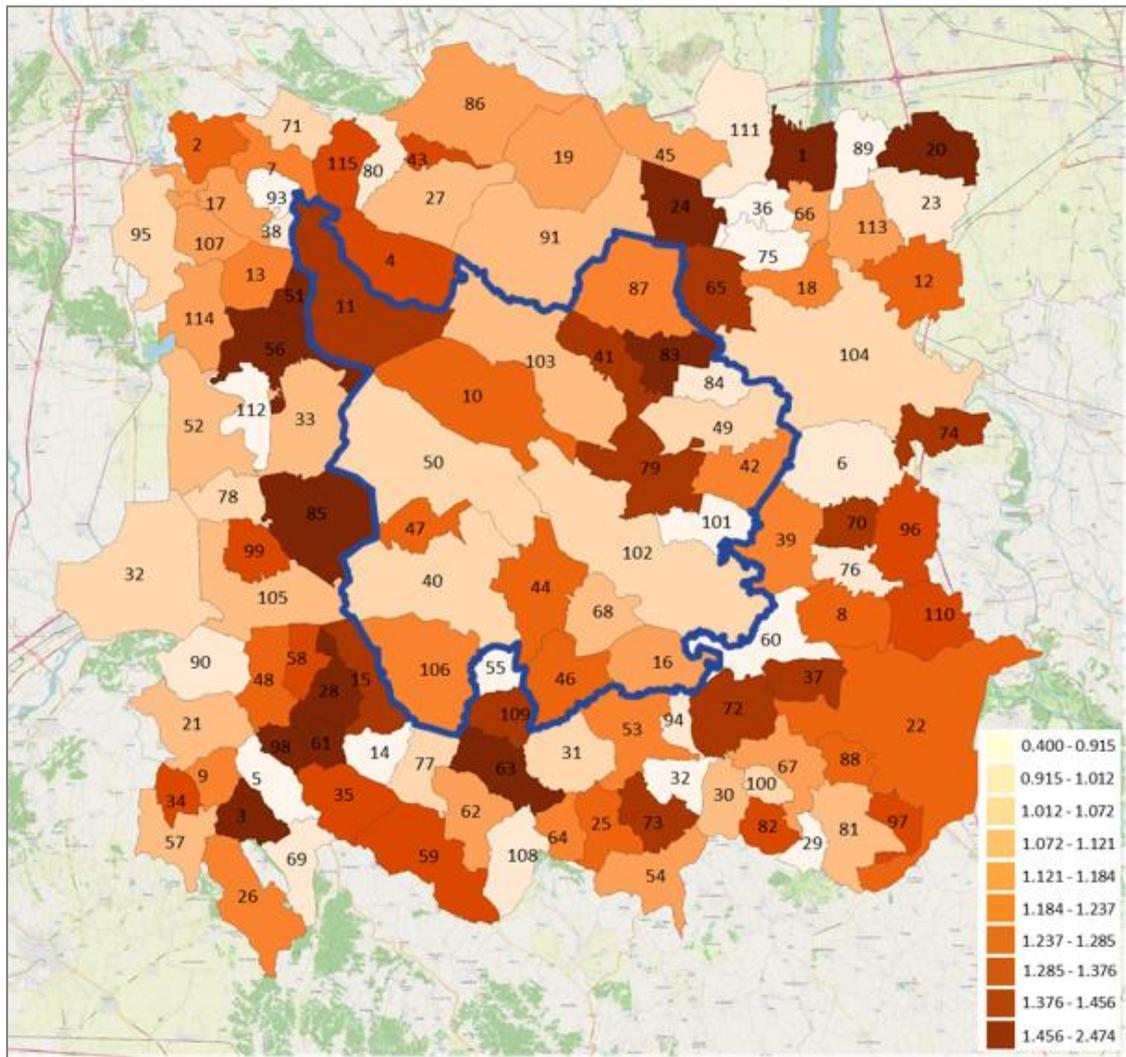


Figura 14: Confronto nazionale: SMR per tutte le cause

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
64 di 118

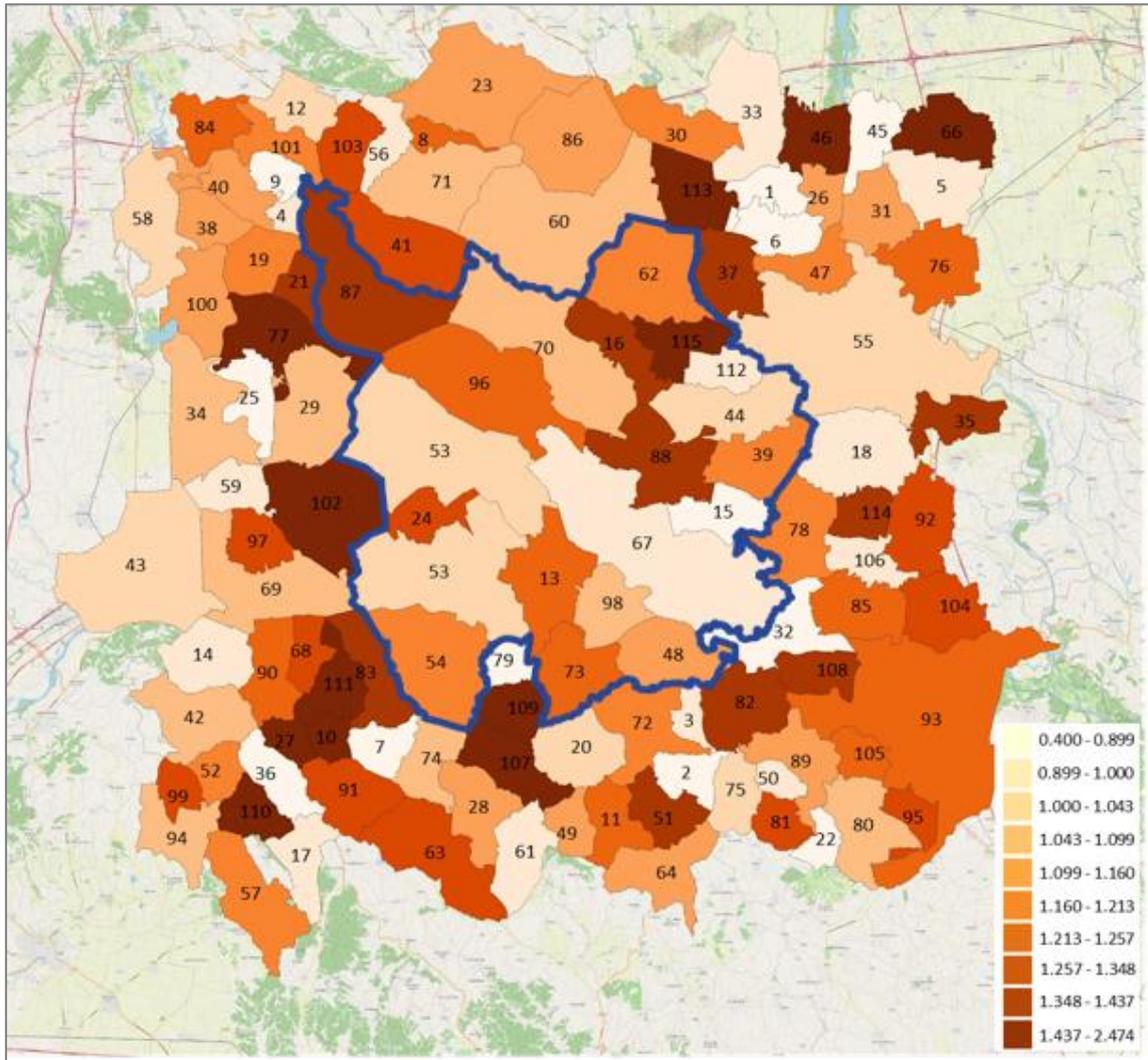


Figura 15: Confronto regionale: SMR mortalità per tutte le cause

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
65 di 118

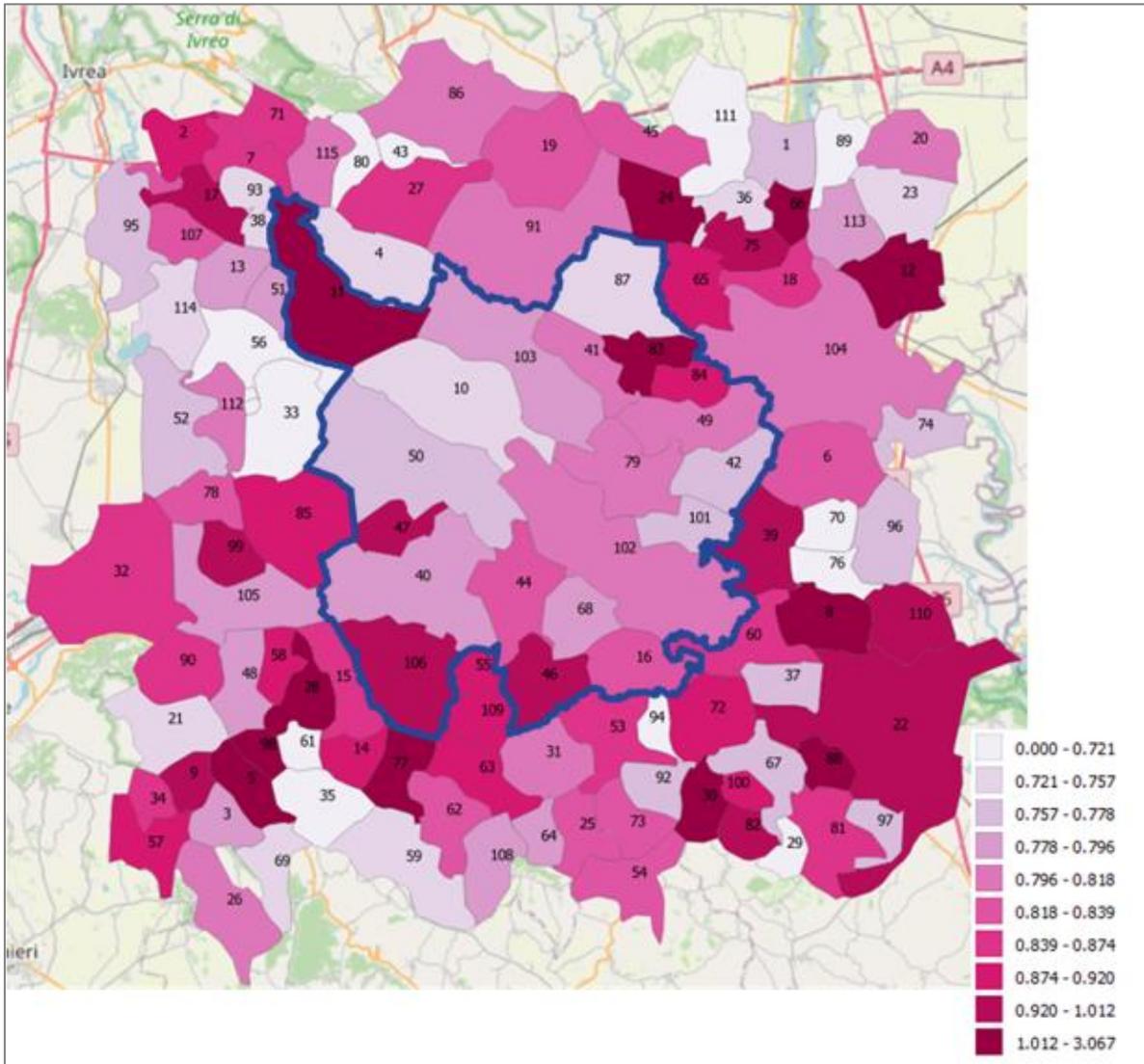


Figura 16: Confronto nazionale: SHR per tutte le cause

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
66 di 118

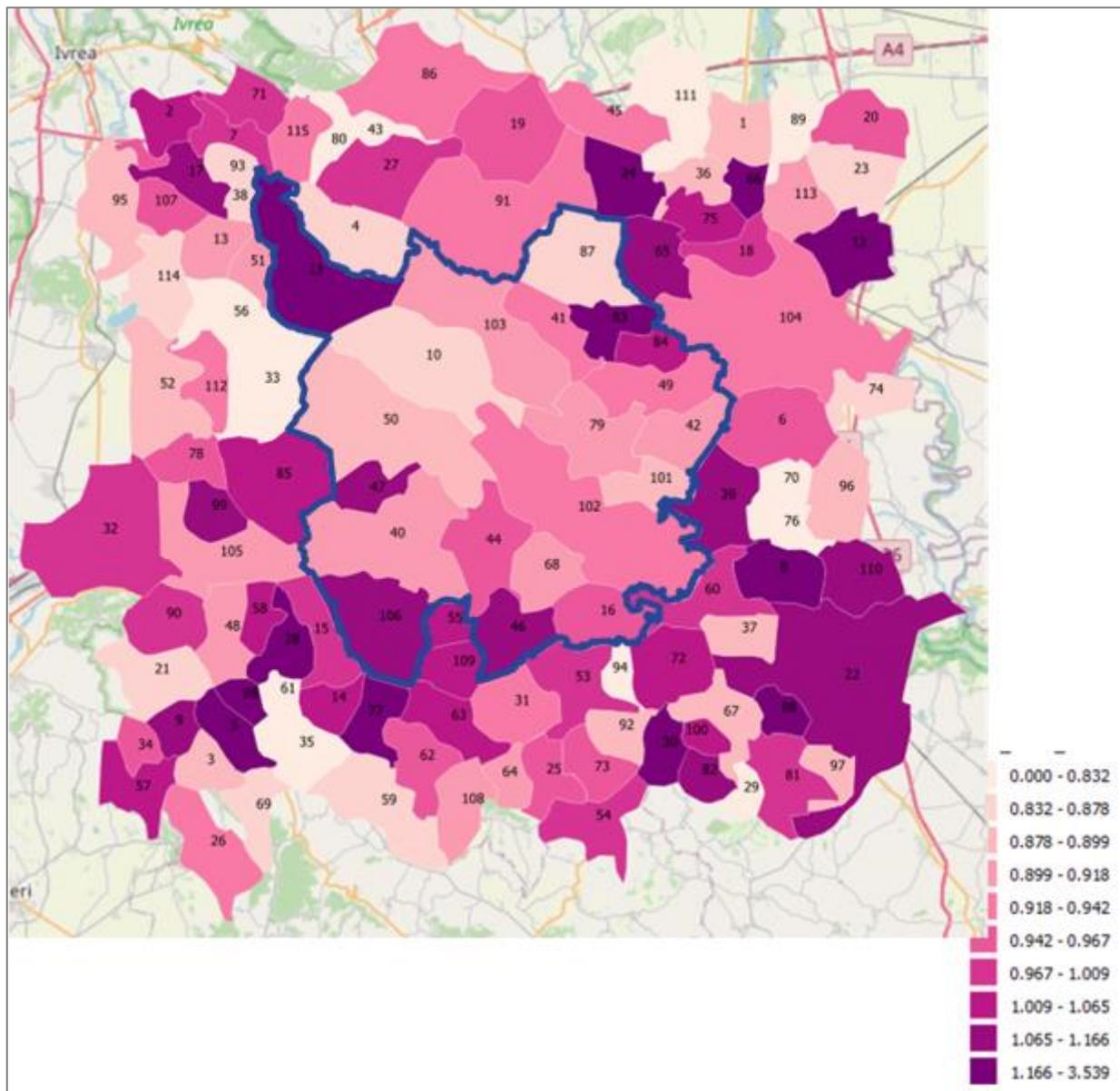


Figura 17: Confronto regionale: SHR per tutte le cause

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
67 di 118

A seguire si riporta un estratto delle principali conclusioni dello studio in esame:

*“Nel periodo indagato gli abitanti di Trino (Vercelli), comune sul quale insiste l’impianto considerato, nonché quelli viventi nei Comuni del dominio di interesse e dell’area considerata, mostrano un rischio di mortalità generale lievemente superiore a quello italiano, comunque sovrapponibile a quello piemontese, accompagnato da una riduzione delle ospedalizzazioni per tutte le cause. L’eccesso di mortalità generale non sembra da attribuirsi ai tumori, che presentano SMR in linea con il territorio nazionale ma aumentati a livello regionale, e nemmeno alle patologie dell’apparato respiratorio, quanto piuttosto alle malattie dell’apparato circolatorio, in eccesso con entrambe le standardizzazioni. Di particolare interesse l’eccesso di SHR relativi alle malattie cerebrovascolari nel confronto nazionale, che pare comunque essere di appannaggio dell’intero Piemonte. Non si osservano deviazioni di rilievo per quanto concerne le ospedalizzazioni per cause respiratorie, quelle relative all’apparato digerente ed a quello urinario. I tassi di ospedalizzazione (SHR) appaiono complessivamente ridotti per tutte le cause. Il contesto appare alla nostra analisi, per quanto attiene agli stili di vita, virtuoso, collocandosi il Piemonte tra le regioni a più basso tasso di tabagismo, sedentarietà e obesità. Unica eccezione sembra essere rappresentata dal consumo di alcool, mediamente superiore a quello nazionale.”*

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 68 di 118

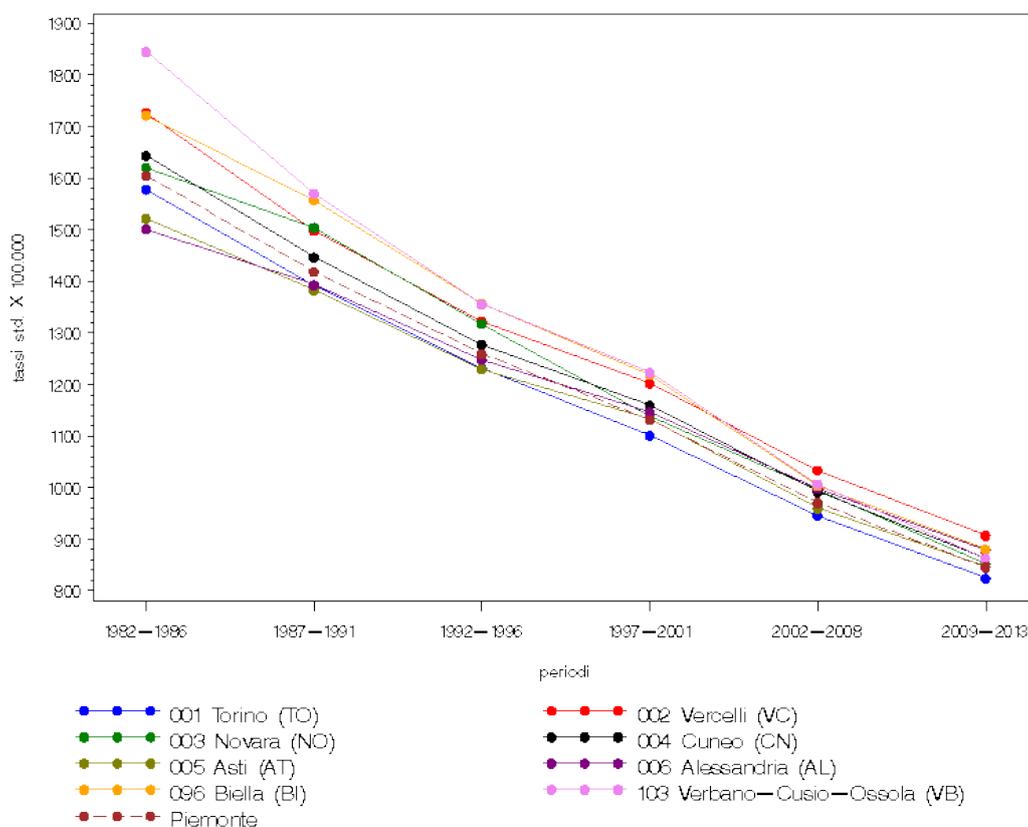
**1.5.2 Conclusioni da ulteriori studi disponibili**

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante operam per il progetto in esame è stata condotta anche mediante una ricerca dei principali studi disponibili per la regione Piemonte.

A seguire si riporta una sintesi dei principali risultati ottenuti per ciascuna tipologia di analisi sanitaria condotta e per fonte.

**Mortalità per provincia nel periodo 1982 – 2013 (ARPA Piemonte)**

I seguenti grafici, tratti dallo studio ARPA "Mortalità per provincia nel periodo 1982 – 2013 ", riportano, per ciascuna provincia piemontese e per la regione stessa, il tasso standardizzato per ciascun periodo considerato. I grafici rappresentano i medesimi tassi, evidenziandone l'eventuale andamento temporale. I tassi rappresentati sono standardizzati secondo la struttura per classi di età della popolazione piemontese media del periodo.

**Mortalità per tutte le cause**


## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

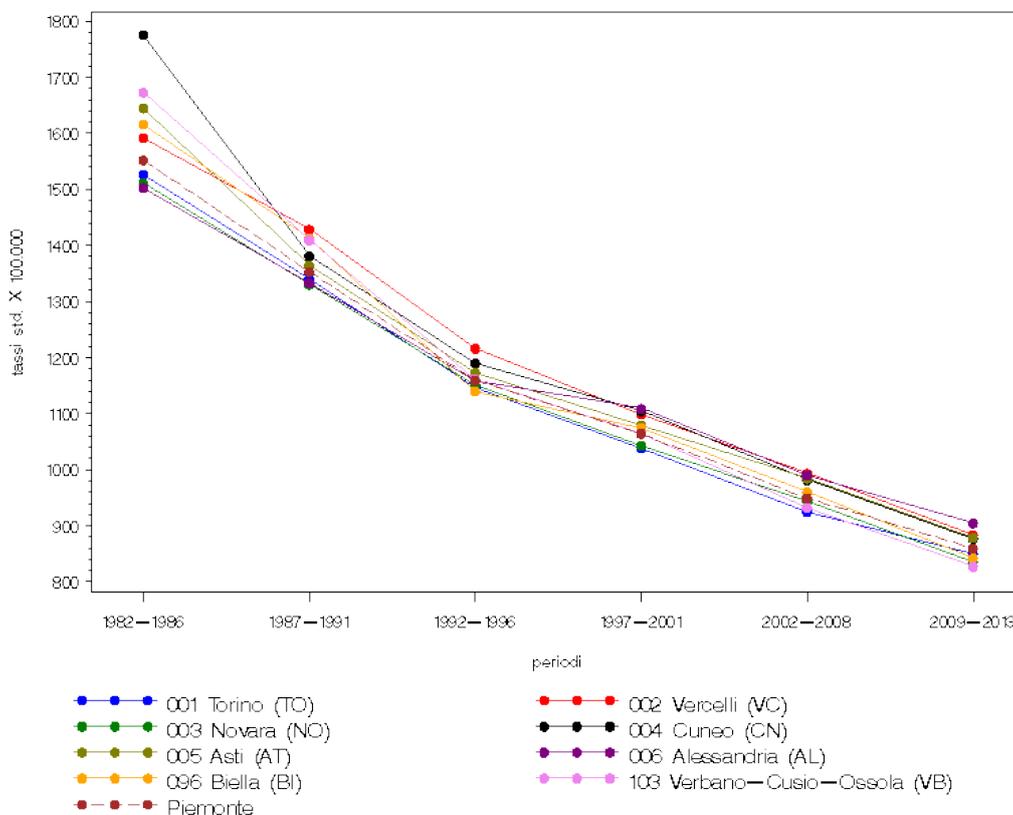
 PAGINA  
 69 di 118


Figura 18: Tasso di mortalità generale (maschi sopra, femmine sotto) 1982-2013 per provincia

Si può notare come l'andamento generale per tutte le province considerate nel caso in esame (Torino e Vercelli) sia in forte diminuzione durante il corso degli anni. In particolare, nell'ultimo periodo di riferimento (2009-2013) si riportano i relativi tassi std. di dettaglio:

Province	Tasso std. maschile 2009-2013	Tasso std. femminile 2009-2013
Torino	824	849,6
Vercelli	906,9	884,3
Piemonte	845,8	859,9

Tabella 17: Tasso std di mortalità generale (x 100.000 abitanti)

Per entrambi i generi, i tassi della provincia di Torino sono inferiori al valore medio regionale mentre i tassi della provincia di Vercelli risultano superiori.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 70 di 118

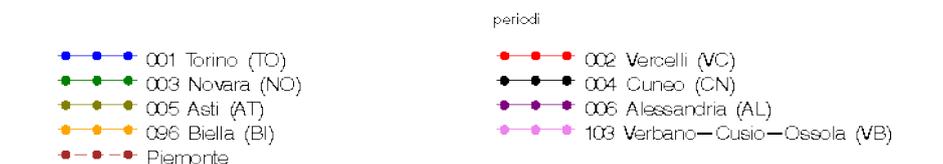
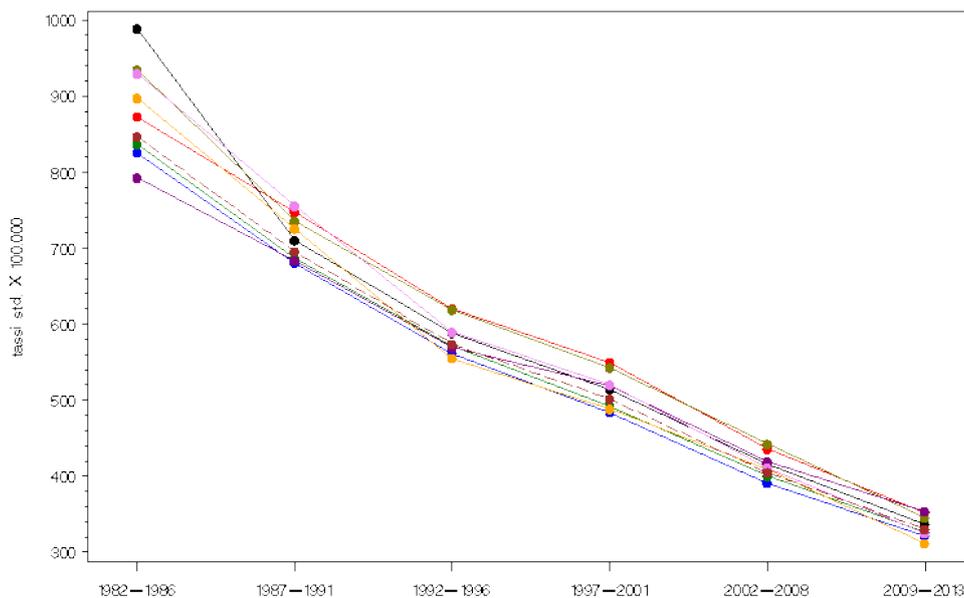
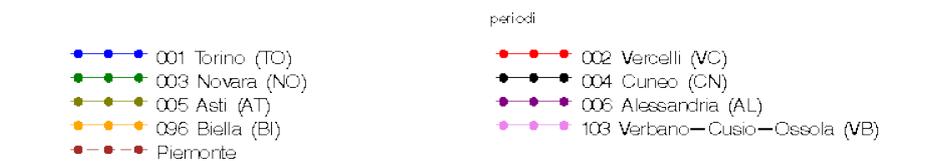
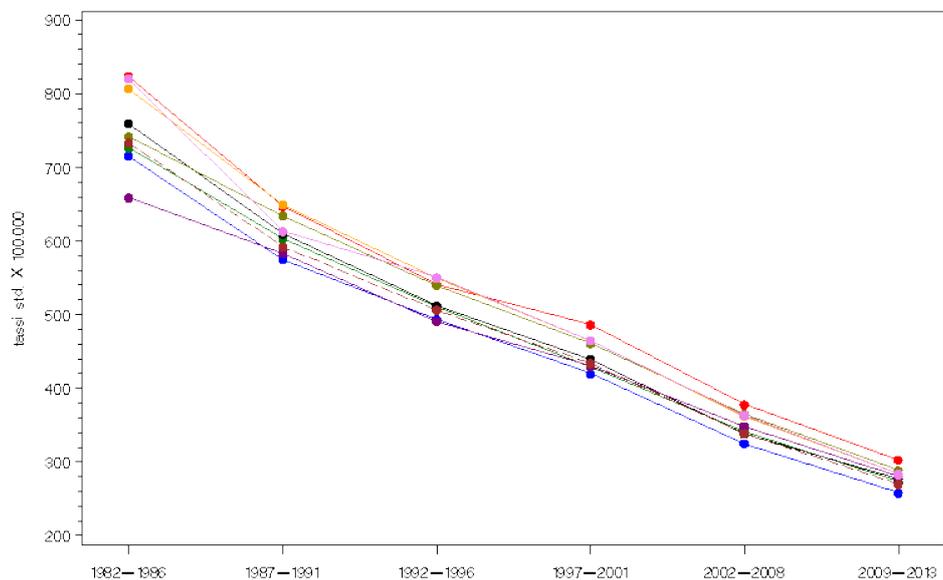
Mortalità per malattie del sistema circolatorio


Figura 19: Tasso di mortalità per malattie dell'apparato circolatorio (maschi sopra, femmine sotto) 1982-2013 per provincia

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

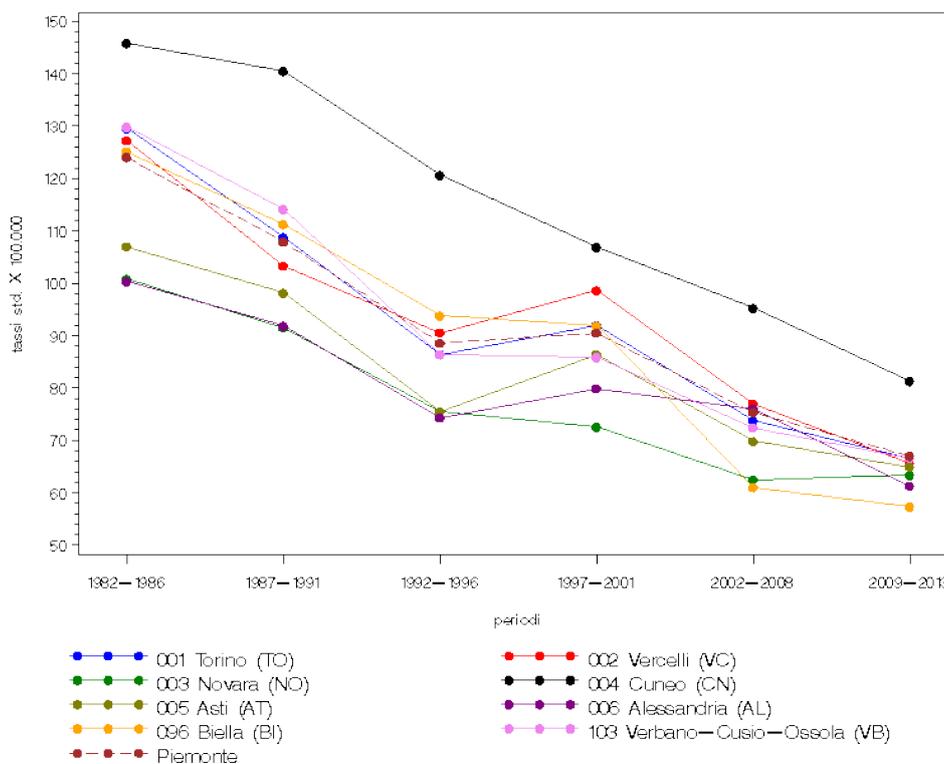
 PAGINA  
 71 di 118

Anche in questo caso, si può notare come l'andamento generale per tutte le province considerate nel caso in esame sia in forte diminuzione durante il corso degli anni. In particolare, nell'ultimo periodo di riferimento (2009-2013) si riportano i relativi tassi std. di dettaglio:

Province	Tasso std. maschile 2009-2013	Tasso std. femminile 2009-2013
Torino	257,8	321,9
Vercelli	302,9	352,4
Piemonte	269,8	330,1

**Tabella 18: Tasso std di mortalità generale (x 100.000 abitanti)**

L'andamento segue quello per la mortalità generale: i tassi della provincia di Torino e Vercelli sono rispettivamente inferiori e superiori ai valori medi regionali.

Mortalità per malattie del sistema respiratorio


## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

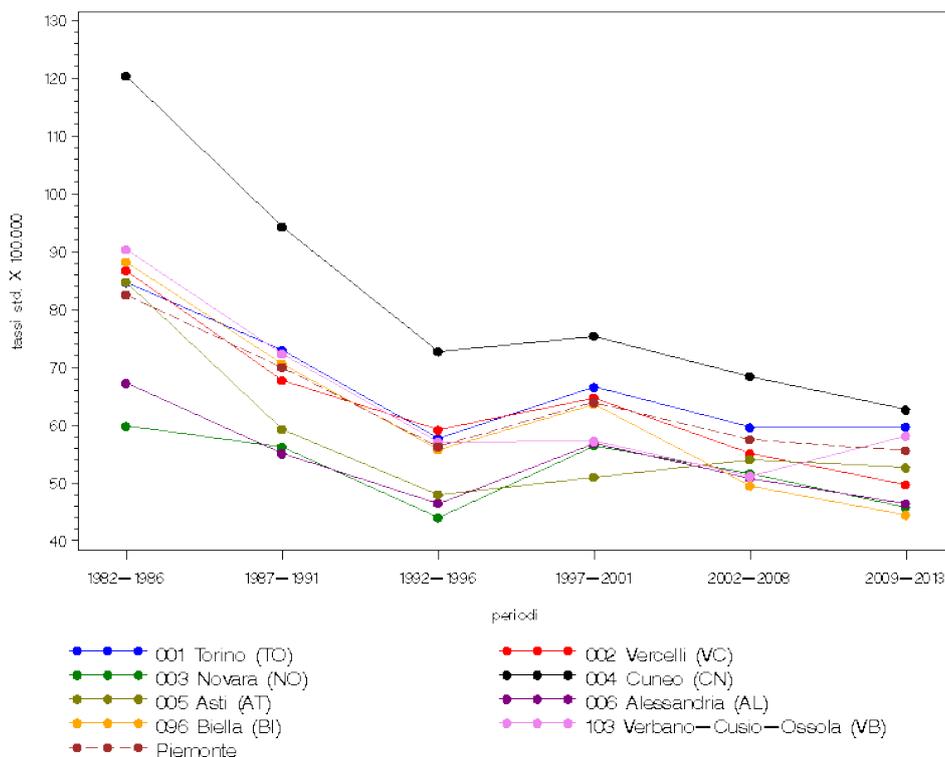
 PAGINA  
 72 di 118


Figura 20: Tasso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio (maschi sopra, femmine sotto) 1982-2013 per provincia

L'andamento generale è per la maggior parte delle province in diminuzione rispetto al quinquennio precedente. In particolare, nell'ultimo periodo di riferimento (2009-2013) si riportano i relativi tassi std. di dettaglio:

Province	Tasso std. maschile 2009-2013	Tasso std. femminile 2009-2013
Torino	66,5	59,7
Vercelli	65,6	49,7
Piemonte	67,0	55,6

Tabella 19: Tasso std di mortalità generale (x 100.000 abitanti)

Per il genere maschile nessuna delle province in esame supera il dato regionale. Per il genere femminile, il valore più elevato è quello della provincia di Torino, unica provincia a superare il dato medio regionale.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 73 di 118

## Ricoveri ospedalieri per provincia nel periodo 2000 – 2013 (ARPA Piemonte)

## Ricoveri per tutte le cause

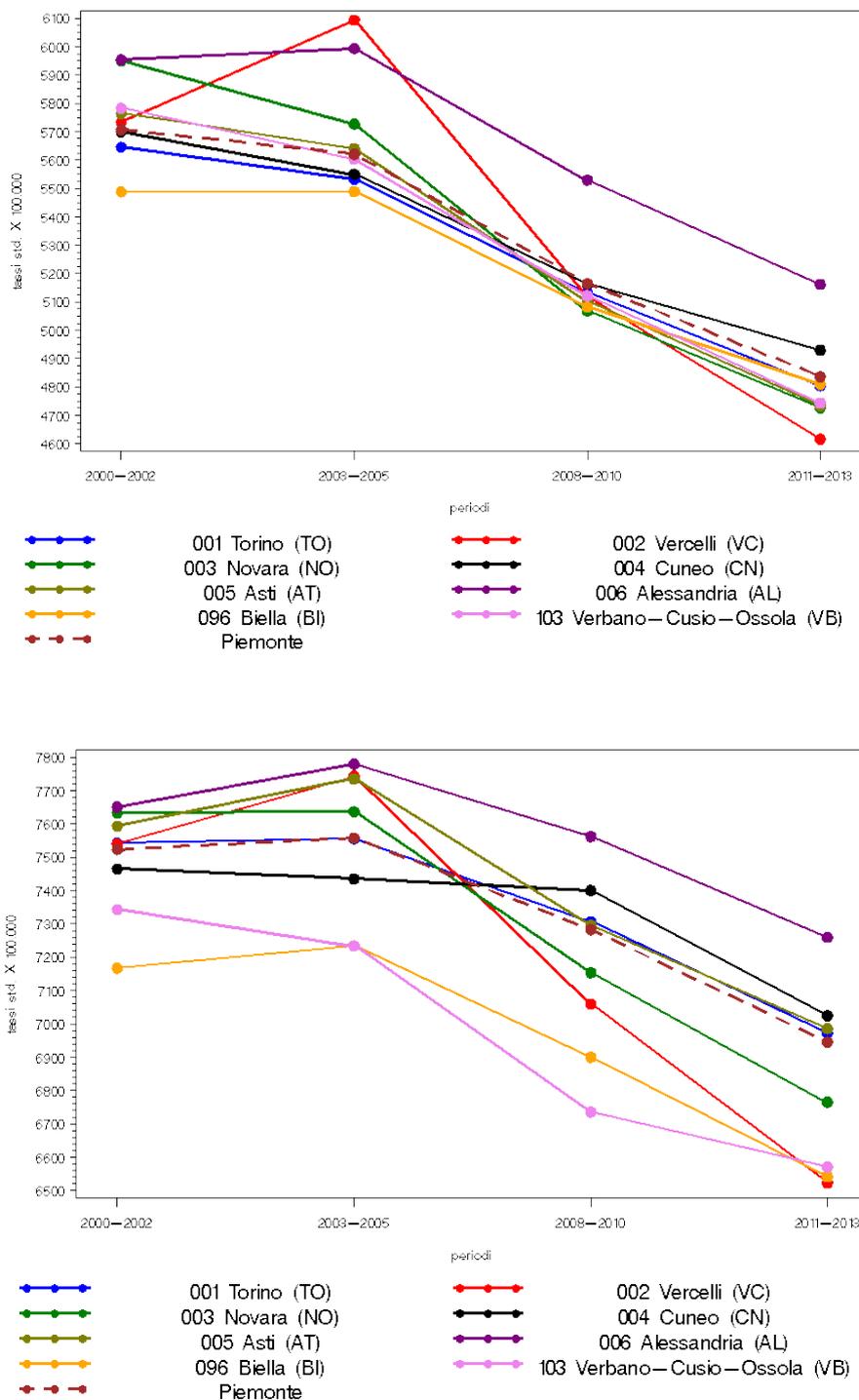


Figura 21: Tasso di ospedalizzazione per tutte le cause (maschi sopra, femmine sotto) 2000-2013 per provincia

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

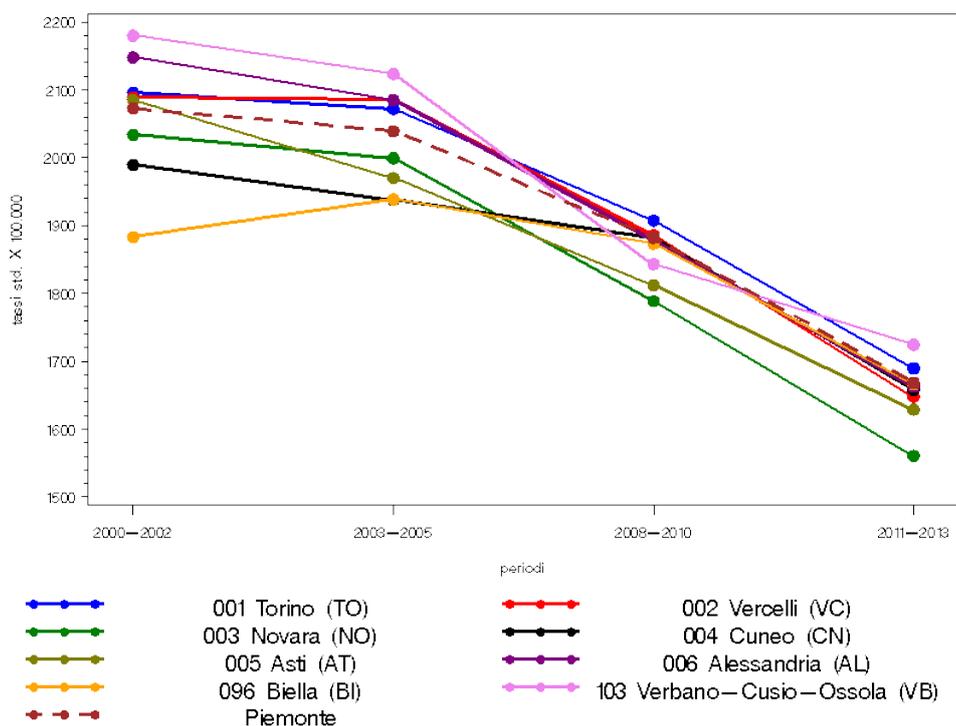
 PAGINA  
 74 di 118

L'andamento generale è per la maggior parte delle province in diminuzione rispetto al triennio precedente. In particolare, nell'ultimo periodo di riferimento (2011-2013) si riportano i relativi tassi std. di dettaglio:

Province	Tasso std. maschile 2011-2013	Tasso std. femminile 2011-2013
Torino	4.805	6.973
Vercelli	4.617	6.524
Piemonte	4.838	6.946

**Tabella 20: Tasso std di ospedalizzazione per tutte le cause**

Per il genere maschile nessuna delle province di interesse supera il dato regionale. Il valore più basso in entrambi i sessi è dato dalla provincia di Vercelli.

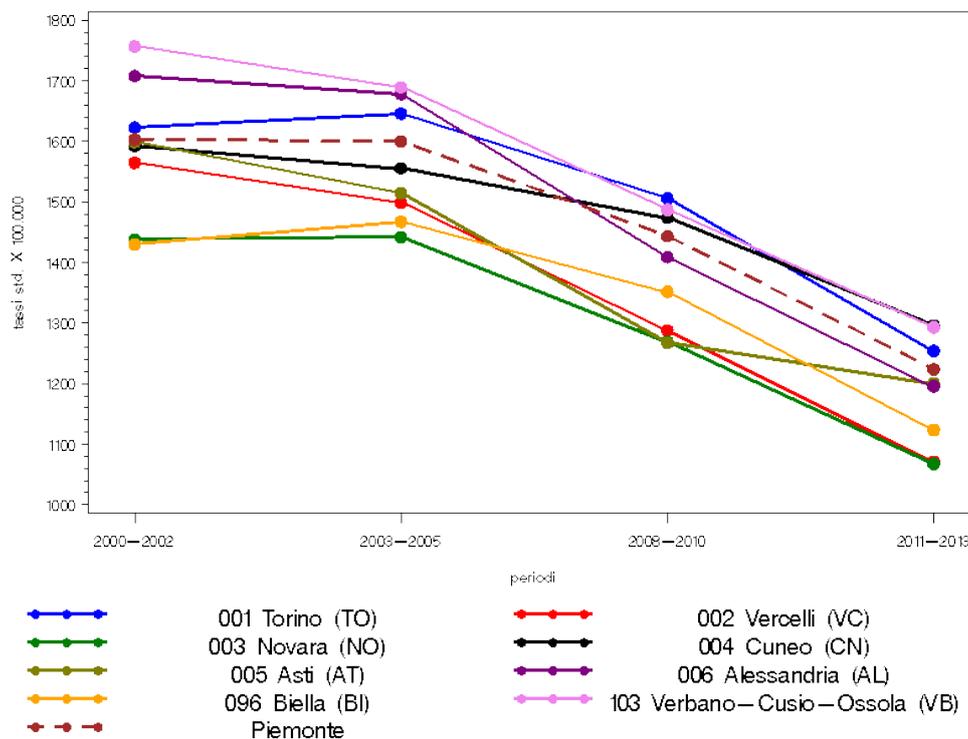
Ricoveri per malattie del sistema circolatorio


**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 75 di 118

**Figura 22: Tasso di ospedalizzazione per malattie sist. circolatorio (maschi sopra, femmine sotto) 2000-2013 per provincia**

L'andamento generale mostra una diminuzione rispetto al triennio precedente. In particolare, nell'ultimo periodo di riferimento (2011-2013) si riportano i relativi tassi std. di dettaglio:

Province	Tasso std. maschile 2011-2013	Tasso std. femminile 2011-2013
Torino	1.690	1.254
Vercelli	1.649	1.071
Piemonte	1.669	1.224

**Tabella 21: Tasso std di ospedalizzazione per tutte le cause**

Sia per il genere maschile che per quello femminile solo la provincia di Torino supera il dato regionale.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 76 di 118

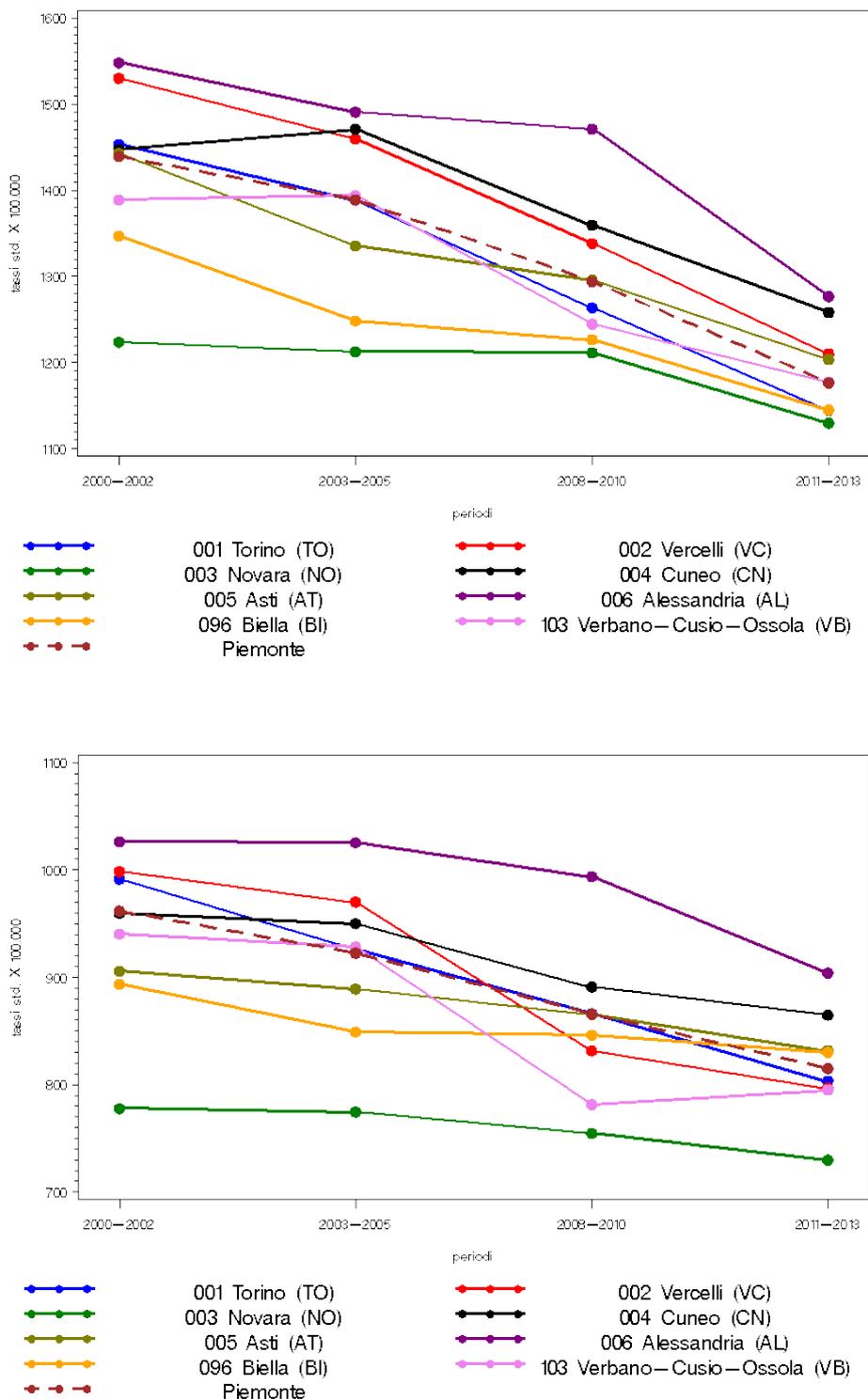
Ricoveri per malattie del sistema respiratorio


Figura 23: Tasso di ospedalizzazione per malattie sist. respiratorio (maschi sopra, femmine sotto) 2000-2013 per provincia

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 77 di 118

L'andamento generale è per la maggior parte delle province in diminuzione rispetto al triennio precedente, soprattutto per il genere maschile. In particolare, nell'ultimo periodo di riferimento (2011-2013) si riportano i relativi tassi std. di dettaglio:

Province	Tasso std. maschile 2011-2013	Tasso std. femminile 2011-2013
Torino	1.145	803.6
Vercelli	1.210	796.9
Piemonte	1.177	815.2

**Tabella 22: Tasso std di ospedalizzazione per tutte le cause**

Per il sesso maschile la provincia di Vercelli supera il tasso regionale, mentre la Provincia di Torino presenta valore inferiore a quello medio regionale. Per il sesso femminile entrambe le province presentano tasso inferiore a quello medio regionale.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 78 di 118

### 1.5.3 Incidenza tumorale

Il Registro Tumori della regione Piemonte ha coperto, dal 1985 al 2007, esclusivamente la popolazione della Città di Torino. A partire dal 2008 tale Registro ha ampliato l'ambito di osservazione alla popolazione dell'intera Area Metropolitana, completando la raccolta dei dati per il quinquennio 2008-2012.

Esso comprende al suo interno i dati di incidenza tumorale relativi anche alla ASL TO4 all'interno della quale è ubicato uno solo dei comuni appartenenti all'area di interesse: Verrua Savoia.

Tale porzione non risulta però rappresentativa né dell'intera popolazione comunale né della ASL TO4 per i quali i dati si riferiscono. Pertanto non verranno qui riportate le valutazioni relative a tale Registro.

In riferimento invece a dati più aggiornati e riferiti all'intera regione piemontese, dal rapporto AIRTUM 2018 si evince come nel 2018 siano stati stimati 30.850 nuovi casi (16.300 uomini e 14.550 donne). Il tumore più frequente fra gli uomini risulta essere quello della prostata (2.900), mentre fra le donne quello della mammella (4.350). Nella popolazione generale i 5 tumori più frequenti sono quelli della mammella (4.350), colon-retto (4.050), polmone (3.450), prostata (2.900) e vescica (2.300).

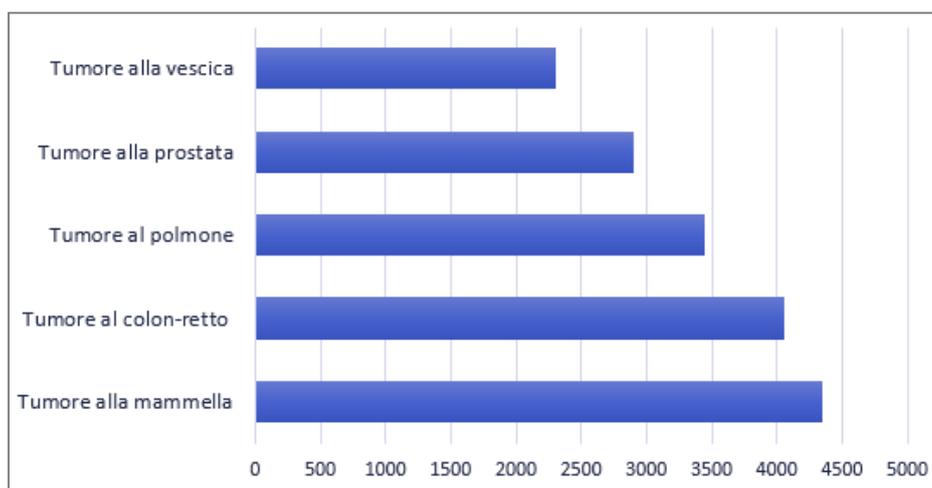


Figura 24: I 5 tumori più frequenti in Piemonte [fonte: AIRTUM 2018]

#### Incidenza del tumore al polmone

L'incidenza analizzata è quella del tumore al polmone (ICD-10: C33-C34), ritenuta rappresentativa in riferimento agli indicatori di salute considerati come adeguati al caso in oggetto (esposizione ad inalazione di contaminanti atmosferici).

L'incidenza per il tumore del polmone stimata in Italia nel periodo 1970-2015 mostra andamenti differenti tra uomini e donne: in forte riduzione dall'inizio degli anni Novanta per i primi ed in costante aumento per le seconde.

In Italia si stimano, per il 2013, 92 nuovi casi di tumore del polmone ogni 100.000 uomini e 35 nuovi casi ogni 100.000 donne. Il numero totale di persone che ha avuto nel corso della vita una diagnosi di tumore del

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 79 di 118

polmone è in forte crescita in entrambi i sessi: nel 2013 sono stati stimati 96.280 casi prevalenti, di cui 68.100 tra gli uomini e 28.180 tra le donne.

Le tendenze di incidenza stimate non sono omogenee sul territorio nazionale. Per gli uomini l'incidenza si riduce prima e in maniera più accentuata al Centro-Nord, dove i livelli in passato erano più alti, rispetto al Sud. La più lenta diminuzione al Sud fa sì che negli anni più recenti i livelli più elevati siano stimati per le regioni meridionali. Per le donne invece la situazione è opposta, si stimano andamenti in aumento in tutte le aree italiane con maggiore velocità di crescita e livelli superiori al Centro-Nord rispetto al Sud.

La prevalenza standardizzata per età presenta anch'essa notevoli differenze geografiche e per genere. Il confronto, al netto dell'effetto di invecchiamento demografico, mostra, per gli uomini, un trend in crescita fino a metà degli anni Novanta nel Centro-Nord cui segue un rallentamento e un'inversione di tendenza. Per le regioni meridionali si stima invece un aumento costante, senza rallentamenti nel tasso di crescita, con valori che superano nel 2013 quelli stimati per il Centro Italia e raggiungono nel 2015, i valori del Nord.

Nelle donne la prevalenza standardizzata per età presenta andamenti molto diversi rispetto a quelli riscontrati negli uomini. Si stimano valori in aumento molto accentuato nel Centro-Nord e più attenuato nel Sud. A differenza degli uomini, sono le donne residenti nel Centro Italia a presentare livelli più elevati negli anni più recenti.

Nelle figure seguenti si riportano in forma grafica i tassi standardizzato di incidenza rispetto allo standard europeo per tutta la popolazione relativamente all'anno 2015.

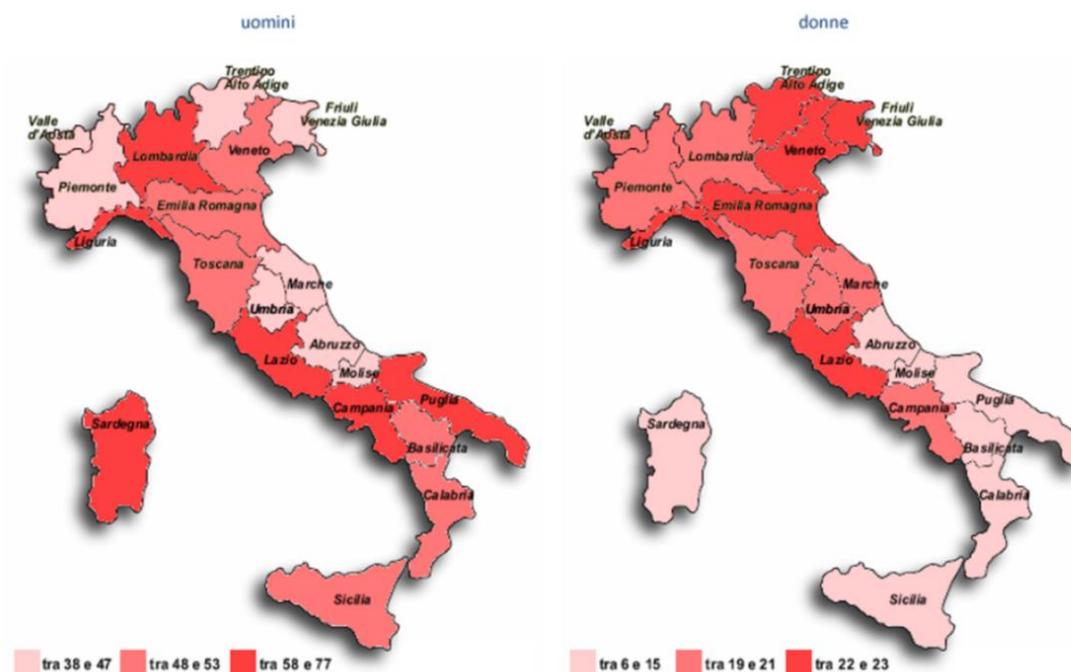


Figura 25: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000 per sesso, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, [www.tumori.net](http://www.tumori.net))

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 80 di 118

Per la Regione Piemonte, per quanto riguarda il tasso di incidenza nelle donne, i valori risultano medi rispetto all'andamento delle altre regioni italiane, mentre per il tasso di incidenza negli uomini il valore risulta essere tra i più bassi.



Figura 26: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000, uomini e donne, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)

A seguire ulteriori dati a livello regionale, questa volta relativi all'anno 2013.

Regioni	Uomini						Donne					
	incidenza			mortalità			incidenza			mortalità		
	n. casi	tasso grezzo	tasso std	n. decessi	tasso grezzo	tasso std	n. casi	tasso grezzo	tasso std	n. decessi	tasso grezzo	tasso std
<i>Nord</i>	13.015	94,9	58,3	10.84	79,0	47,3	6.077	42,0	21,9	4.484	31,0	15,4
Piemonte	1.967	90,4	51,3	1.671	76,8	42,5	940	40,6	19,8	715	30,9	14,4
Valle D'Aosta	53	83,5	51,3	45	70,5	42,5	25	38,2	19,8	19	28,9	14,4
Lombardia	5.101	103,4	68,8	4.195	85,0	54,9	2.045	39,7	20,9	1.556	30,2	15,2
Trentino Alto Adige	316	60,8	41,6	261	50,2	33,7	219	40,8	24,5	152	28,3	16,1
Veneto	2.108	85,8	53,9	1.757	71,5	44,1	998	38,9	20,8	712	27,8	13,9
Friuli Venezia Giulia	505	83,6	47,3	434	71,9	39,9	283	44,2	21,7	204	31,9	14,7
Liguria	931	121,3	62,4	780	101,6	50,6	451	53,3	24,8	340	40,2	17,6
Emilia Romagna	2.04	92,7	53,8	1.703	77,4	43,6	1.12	48,1	26,4	788	33,9	17,5
<i>Centro</i>	5.318	91,0	55,3	4.615	79,0	46,9	2.742	43,6	24,4	2.031	32,3	17,2
Toscana	1.694	92,6	52,0	1.481	81,0	44,4	675	34,3	18,2	507	25,8	12,9
Umbria	343	77,4	43,1	300	67,8	36,9	167	35,0	19,0	124	26,0	13,3
Marche	601	77,9	45,0	525	68,1	38,4	288	35,2	18,6	214	26,1	13,1
Lazio	2.689	96,1	63,0	2.317	82,8	53,2	1.622	53,7	31,4	1.194	39,5	22,1
<i>Sud</i>	9.114	90,0	62,5	7.381	72,9	49,4	2.226	20,7	12,4	1.821	17,0	9,8
Abruzzo	526	80,0	48,9	429	65,1	38,8	115	16,6	8,1	96	13,8	6,5
Molise	128	82,4	48,9	104	67,3	38,8	28	17,4	8,1	24	14,5	6,5
Campania	2.917	103,5	79,9	2.35	83,4	63,3	874	29,2	19,6	706	23,6	15,3
Puglia	1.847	93,4	62,4	1.502	75,9	49,6	322	15,3	8,6	268	12,7	6,9
Basilicata	226	79,6	50,3	183	64,5	39,6	37	12,4	6,1	31	10,4	5,0
Calabria	735	75,5	50,3	593	60,9	39,6	118	11,5	6,1	98	9,6	5,0
Sicilia	1.938	79,6	55,7	1.575	64,7	44,1	507	19,5	11,6	417	16,0	9,2
Sardegna	793	96,6	62,2	644	78,4	49,5	224	26,1	14,9	182	21,3	11,6
<b>Italia</b>	<b>27.442</b>	<b>92,4</b>	<b>59,0</b>	<b>22.831</b>	<b>76,9</b>	<b>47,9</b>	<b>11.017</b>	<b>35,0</b>	<b>19,3</b>	<b>8.322</b>	<b>26,4</b>	<b>13,9</b>

Tabella 23: Stime di incidenza e mortalità per tumore del polmone in Italia e nelle regioni italiane nel 2013 per uomini e donne. Numero di casi/decessi, tassi grezzi e standardizzati (std) per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno. Classe di età 0-99 anni (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

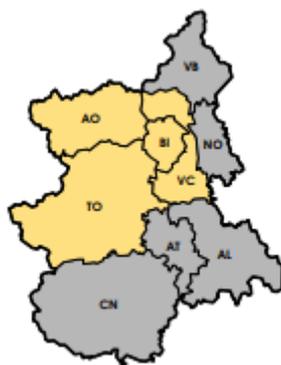
 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

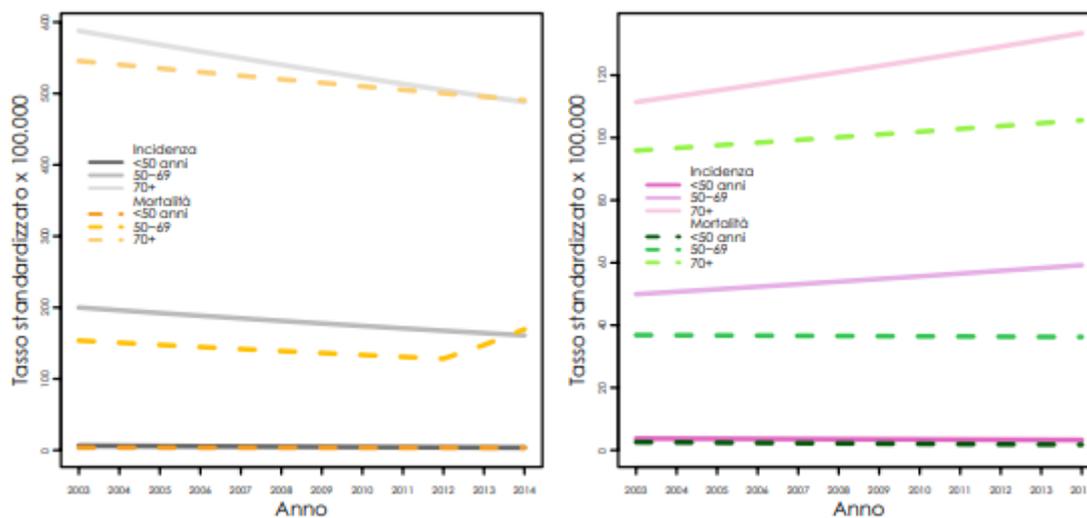
 PAGINA  
 81 di 118

I valori della tabella precedente mostrano un'incidenza del tumore al polmone per la Regione Piemonte pari a 51,3 per gli uomini e 19,8 per le donne (tasso std per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno), inferiore alla media nazionale per gli uomini e in linea con tale valore per le donne.

In riferimento all'area di interesse, per la regione Piemonte il Rapporto AIRTUM 2018 contiene i dati della provincia di Torino e Vercelli. Come da figura seguente si nota come i dati seguenti siano riferiti oltre che alla regione Piemonte anche alla regione Valle d'Aosta, perciò i dati elencati nel seguito si riferiscono oltre che alle tre provincie sopra elencate (tra le quali Biella, al di fuori dell'area di interesse) anche alla provincia di Aosta, anch'essa completamente esterna all'area di interesse.


**Figura 27: Aree che hanno fornito dati per Rapporto AIRTUM 2018 [fonte: AIRTUM]**

Di seguito una rappresentazione grafica del trend annuale (2003-2014) dell'incidenza e mortalità del tumore al polmone suddivisa per età e per sesso.


**Figura 28: Incidenza e mortalità uomini a sx e incidenza e mortalità donne a dx [fonte: AIRTUM]**

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
82 di 118

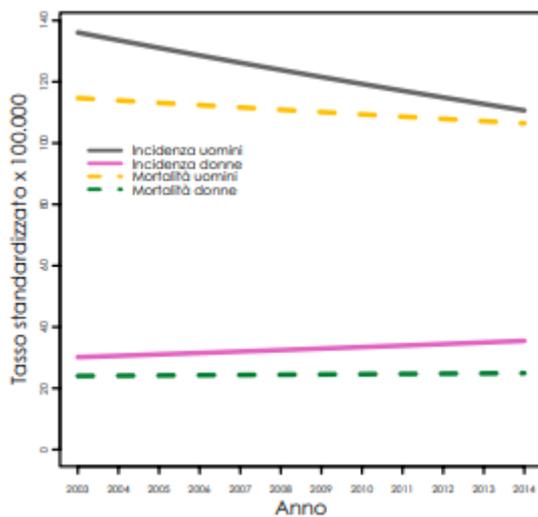


Figura 29: Incidenza e mortalità uomini-donne [fonte: AIRTUM]

Nello specifico, il tasso di incidenza del tumore del polmone regionale dal 2003 al 2006 è negli uomini in riduzione dell'1,9%, mentre nelle donne l'andamento è opposto, con un aumento del 1,1% annuo.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 83 di 118

## 1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta

Nel presente paragrafo si riporta un inquadramento a livello provinciale, e ove disponibile a livello comunale, del contesto socio - economico per l'area di inserimento del progetto, tratto da:

- "Torino congiuntura n. 74 marzo 2019" – Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Torino;
- "Demografia delle imprese, anno 2018" – Camera di Commercio di Vercelli.

Per ciò che riguarda il sistema delle imprese della provincia di Torino, come visibile dal grafico sotto riportato, il quarto trimestre 2018 registra il secondo peggior valore dell'anno in merito alla produzione industriale (-1% rispetto allo stesso trimestre dell'anno precedente), inferiore anche al corrispondente piemontese (-0,4%). Sebbene negativo, rispetto al terzo trimestre dell'anno si registra un lieve miglioramento imputabile principalmente al settore delle industrie alimentari che presentano, infatti, una variazione media del +6,9%.

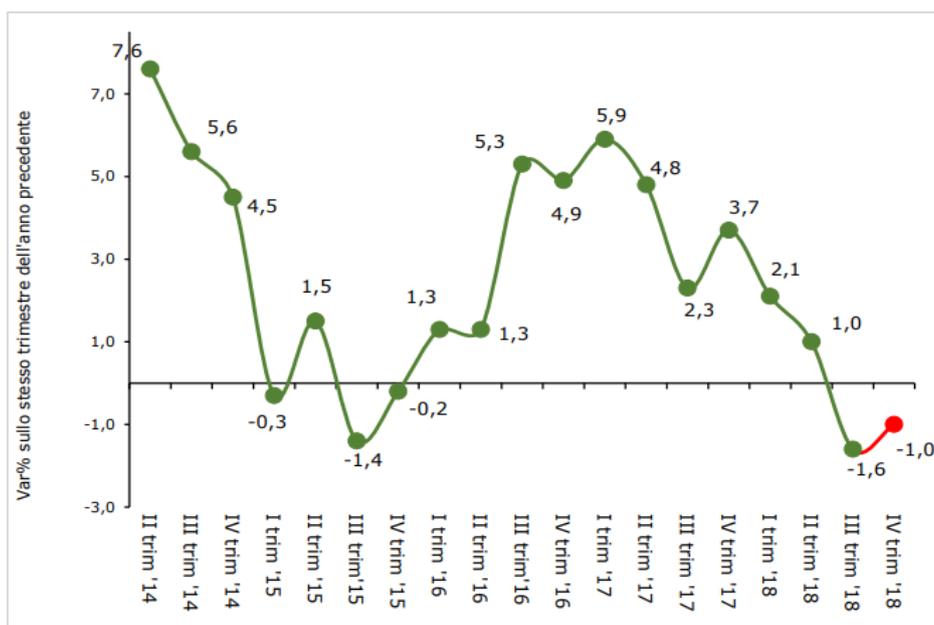


Figura 30: Produzione industriale nella provincia di Torino. Anni 2014-2018

Alla fine del 2018, nella provincia di Torino si contano 220.902 imprese registrate (-1.557 unità rispetto al 2017). Si conferma perciò il processo di erosione delle imprese iniziato nel 2011 e la perdita, se confrontata con l'anno precedente, si è quasi duplicata. La diminuzione delle aperture di nuove attività imprenditoriali (13.352, 401 in meno rispetto al 2017), e l'aumento delle cessazioni (14.032 cessazioni contro le 13.518 del 2017) restituiscono un tasso di crescita di -0,31%. La situazione si ripete anche a livello regionale (-0,45%), mentre nel panorama nazionale la crescita risulta ancora positiva (+0,52%). Esaminando la dinamica imprenditoriale per natura giuridica, le uniche imprese che crescono sono le società di capitale (il 20% del totale) che registrano un tasso di crescita del +3,13%. Peggiora il tasso di sviluppo sia delle società di persone (-2,38%), sia delle imprese individuali (-0,56%).

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 84 di 118

In merito all'andamento settoriale la percentuale maggiore si registra per il settore dei Servizi prevalentemente orientati alle imprese (25,4%) seguito dal settore del Commercio (25%).

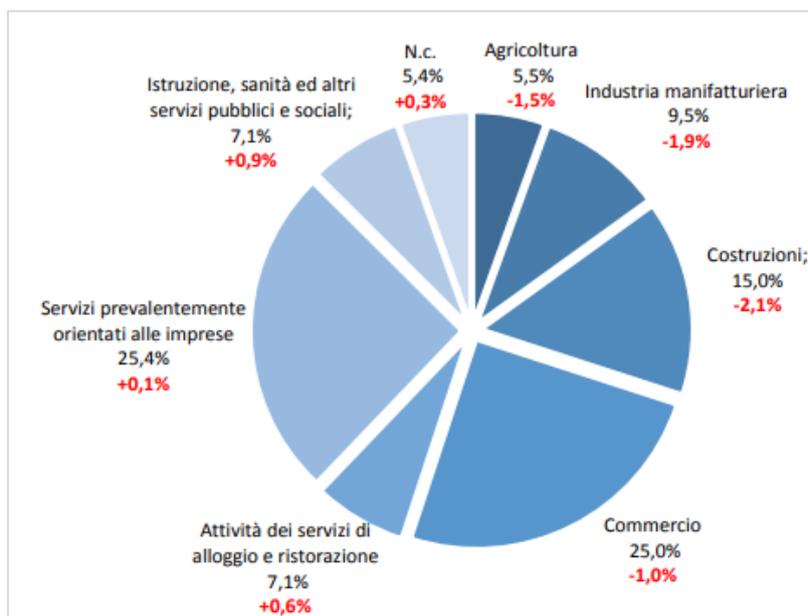


Figura 31: Imprese registrate in provincia di Torino per macrosettori. Anno 2018, variazione % 18/17

Infine, per ciò che riguarda la provincia di Vercelli, il sistema imprenditoriale registra un tasso di crescita negativo nel corso dell'anno 2018. Il bilancio anagrafico delle imprese vercellesi è infatti pari a -86 unità. Il risultato è il saldo delle 852 nuove iscrizioni e delle 938 cessazioni, al netto delle cancellazioni d'ufficio (48). Il bilancio tra le imprese "nate" e le imprese "cessate" si traduce, pertanto, in un tasso di crescita negativo pari a -0,53%, dati in contrapposizione a quanto registrato a livello nazionale (+0,52%), mentre il dato medio regionale (-0,45%) mostra anch'esso una lieve flessione. Lo stock di imprese complessivamente registrate presso il Registro delle imprese al 31 dicembre 2018 ammonta a 16.112 unità.

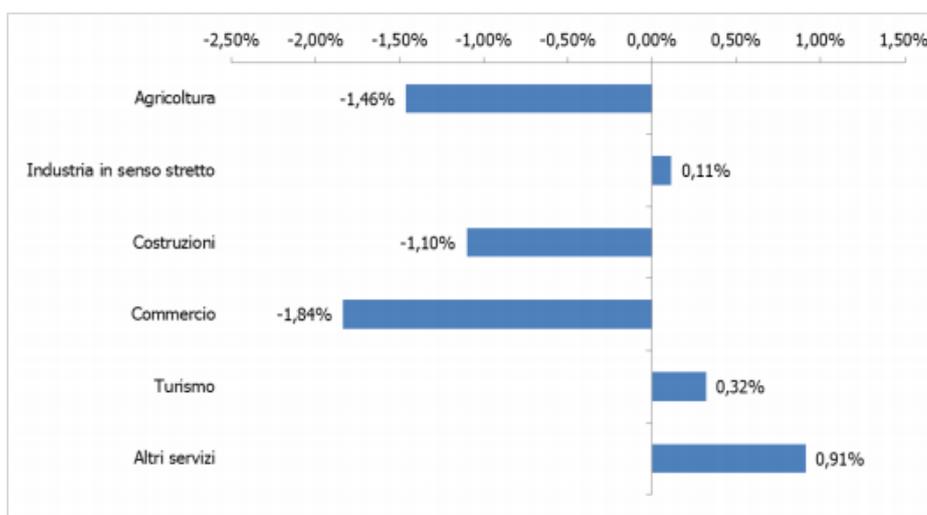
Analizzando il tasso di variazione percentuale dello stock per settore, la lettura del grafico seguente evidenzia per Vercelli una maggiore criticità per il commercio (-1,84%), l'agricoltura (-1,46%) e le costruzioni (-1,10%). In leggera crescita invece gli altri servizi (+0,91%).

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 85 di 118

**Figura 32: Tasso di variazione % di stock delle imprese della provincia di Vercelli per settore – Anno 2017/2018**

Il sistema delle imprese artigiane della provincia di Vercelli manifesta, nel corso del 2018, una lieve contrazione (-0,8%), in linea con quanto osservato a livello nazionale e regionale, principalmente imputabile al calo nel settore costruzioni. Lo stock di imprese artigiane della provincia di Vercelli registrate al 31 dicembre 2018 è pari a 4.589 unità.

Per quanto riguarda il mercato del lavoro, nel 2018 il tasso di occupazione (ovvero l'occupazione in rapporto alla popolazione), per tutte le province analizzate, è superiore al dato italiano, in particolar modo per la provincia di Vercelli.

Province	Tasso di occupazione
Torino	65,8
Vercelli	66,4
Italia	58,5

**Tabella 24: Tasso d'occupazione (15-64 anni) per provincia – Anno 2018 (valori percentuali)**

Di seguito una rappresentazione grafica del tasso di disoccupazione per le province italiane.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

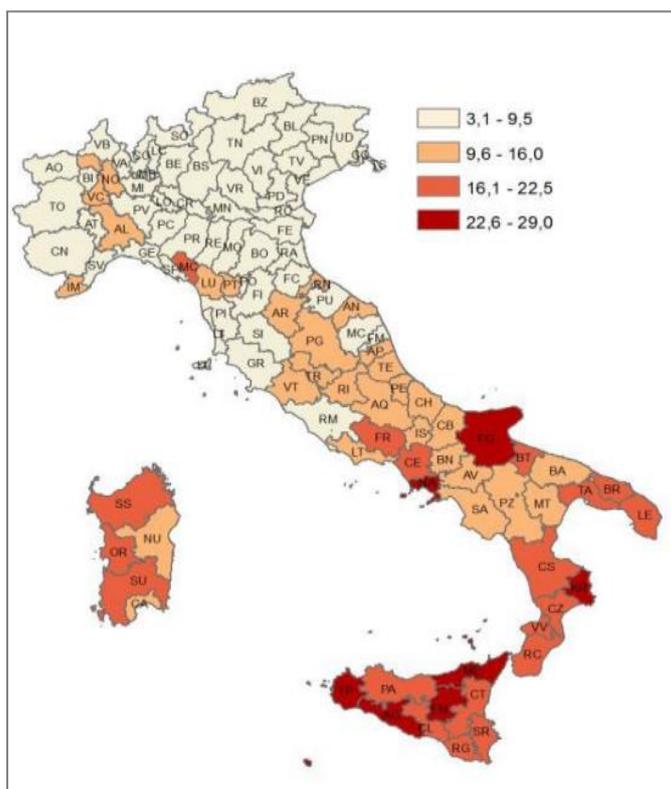
 PAGINA  
 86 di 118


Figura 33: Tasso di disoccupazione (Anno 2017)

Il tasso di disoccupazione per le provincie in esame, riferito all'anno 2018, risulta essere il seguente:

- Torino pari a 9,2;
- Vercelli pari a 7,2.

Tali valori sono in tutti i casi altamente inferiori alla media nazionale pari a 10,6, in particolar modo per la provincia di Vercelli.

Di seguito la rappresentazione dei cinque livelli di efficienza e innovazione del mercato del lavoro per le provincie italiane.

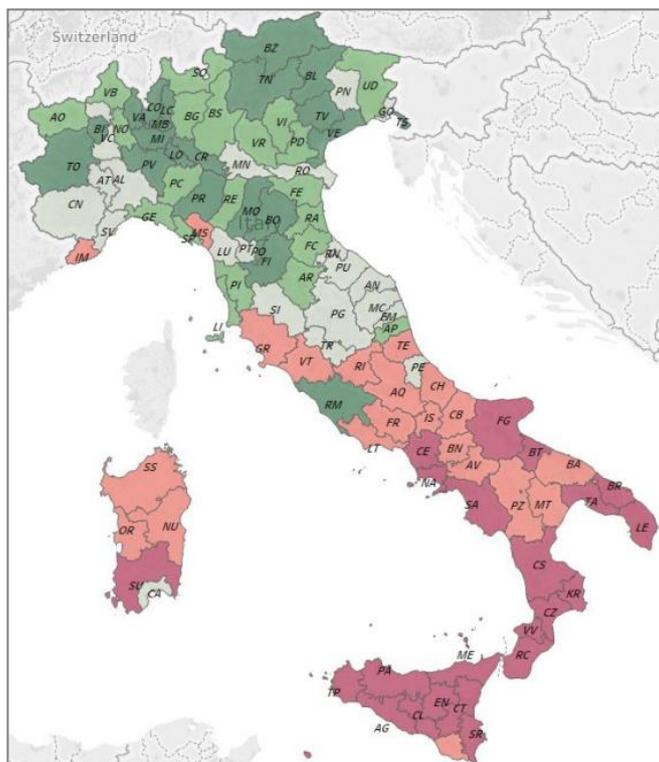
**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
87 di 118



**Figura 34: Indice sintetico di efficienza e di innovazione del mercato del lavoro per provincia (Anno 2017)**

Entrambe le province di interesse mostrano valori positivi rispetto all'andamento medio italiano.

## 1.7 Identificazione degli scenari di esposizione

Le valutazioni riportate ai paragrafi precedenti permettono di delineare gli scenari di esposizione in riferimento agli impatti ambientali connessi all'opera in esame in riferimento agli assetti di progetto.

Come anticipato il progetto prevede due fasi successive:

- **Fase 1:** funzionamento in ciclo aperto OCGT
- **Fase 2:** funzionamento in ciclo combinato CCGT

Per entrambe le fasi è stato valutato che gli scenari di esposizione sono analoghi, così riassunti nel Modello Concettuale Ambientale Sanitario Definitivo, riportato a seguire.

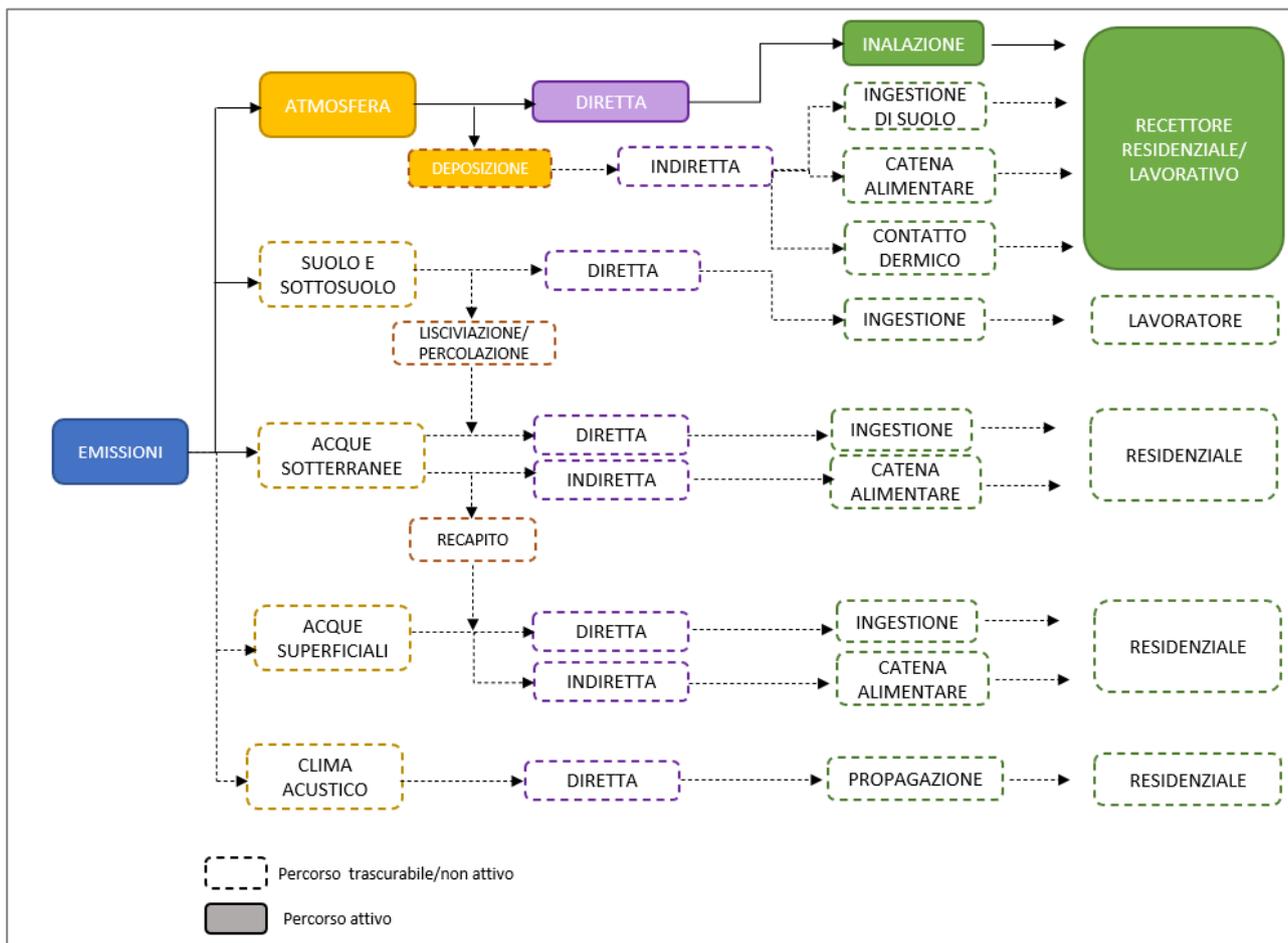


Figura 35: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 89 di 118

La valutazione è così sintetizzabile:

1. Identificazione degli inquinanti indice:
  - OSSIDI DI AZOTO,
  - MONOSSIDO DI CARBONIO,
  - AMMONIACA
  - PARTICOLATO SECONDARIO
  
2. Identificazione delle vie di esposizione rilevanti:
  - PERCORSO INALATORIO
  
3. **Effetti sanitari di interesse** per gli inquinanti indice in riferimento alla via di esposizione rilevante:
  - Effetti sanitari a carico del SISTEMA RESPIRATORIO,
  - Effetti sanitari a carico del SISTEMA CARDIOCIRCOLATORIO.
  
4. **Popolazione esposta:** popolazione residente in un'area quadrata di lato pari a 18 km centrata nel baricentro degli interventi che comprende, anche parzialmente, un totale di 17<sup>5</sup> Comuni ubicati nelle province di Torino e Vercelli per un totale di **24.425 persone** (ISTAT, 2011).

Sono stati identificati un totale di n. **14 recettori sensibili**, costituiti da scuole, ospedali e case di riposo ubicati nell'area di interesse. L'elenco di dettaglio è stato riportato al precedente paragrafo 1.2.2.

Inoltre, come visibile dal Modello Concettuale definitivo di cui sopra, il percorso "deposizione" risulta attivo ma trascurabile alla luce delle simulazioni effettuate da CESI di cui al paragrafo 1.3. Pertanto per tale percorso non verranno effettuate ulteriori valutazioni.

Si segnala infine che le Linee Guida VIS, in caso di interazione di molteplici contaminanti con potenziali effetti sulla salute umana ignoti o poco conosciuti, rendono necessaria l'individuazione di approcci e metodologie innovative quali ad esempio il ricorso ad indagini ecotossicologiche.

Nel caso in esame, gli inquinanti in esame sono noti, come ampiamente studiata la loro potenziale interazione. A questo si unisce la capillare presenza, nell'area di interesse, di sistemi di monitoraggio della qualità dell'aria (si veda studio CESI allegato al SIA per dettagli), oltre ad ampia disponibilità di dati sullo stato di salute in riferimento agli indicatori individuati (si veda paragrafo 1.5).

Si sottolinea inoltre che le Linee Guida VIS riportano, come caso esemplificativo, il ricorso ad una campagna di monitoraggio chimico ed ecotossicologico effettuata sull'alga *Phaeodactylum tricornutum* (ISO 10253 del 2006) e sui crostacei *Artemia franciscana* (Metodo UNICHIM 2244:12) e *Tigriopus fulvus* (Metodo UNICHIM

<sup>5</sup> I comuni di Gabiano, Camino, Morano sul Po e San Germano Vercellese non vengono presi in considerazione, in quanto, l'area compresa all'interno dell'area di interesse, come accennato precedentemente (vedi paragrafo 1.2.1.), non risulta abitata o costituita da tessuto residenziale, pertanto non verranno effettuate elaborazioni per tali Comuni.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO****Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

90 di 118

2396:14). Tale analisi era stata svolta nell'ambito di un progetto di ricerca riguardante la valutazione dei livelli di microinquinanti organici e inorganici, nell'area costiera di Civitavecchia, interessata da un'elevata attività industriale.

Come riportato nello studio citato dalle Linee Guida, e come noto in letteratura, tali indagini sono particolarmente adatte per analizzare gli effetti sugli organismi dell'esposizione a specifici microinquinanti quali IPA ed alcuni metalli pesanti come rame, piombo, cadmio e zinco.

In definitiva, che non essendo in alcun modo presenti tali microinquinanti nelle emissioni in atmosfera derivanti dal progetto in esame, possibili evidenze non potrebbero essere correlate con l'esercizio delle nuove unità e il ricorso a monitoraggi ecotossicologici risulta non pertinente con la natura del progetto proposto.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	91 di 118

## 2. FASE DI VALUTAZIONE

### 2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata

Lo sviluppo della fase di *Scoping* consente di aver definito tutto il corpus di conoscenze necessario per proseguire con l'*assessment* vero e proprio.

La valutazione del rischio sanitario (*risk assessment*) costituisce un processo logico e sequenziale in cui informazioni sul profilo tossicologico degli inquinanti e sugli scenari e livelli di esposizione vengono integrate al fine di identificare i possibili fattori di rischio, la loro natura e la probabilità che essi determinino un effetto avverso nella popolazione d'interesse.

Le Linee guida VIS prevedono che la valutazione del rischio sanitario sia eseguita mediante una procedura articolata e multidisciplinare articolata su analisi sia di tipo bibliografico che modellistico consti delle seguenti fasi:

1. **Hazard identification** (identificazione della pericolosità inerente alla sostanza tossica),
2. **Dose-response assessment** (valutazione della relazione tra dose e risposta),
3. **Exposure assessment** (valutazione dell'esposizione mediante modello concettuale),
4. **Risk characterization** (caratterizzazione del rischio).

Le prime due fasi utilizzano le informazioni prodotte da studi sperimentali, epidemiologici e approcci di altro tipo (es. modellistica) per la definizione di end-point critici e le relative dosi di riferimento dai quali derivare, adottando opportuni fattori di sicurezza, valori di riferimento per l'analisi.

La *valutazione dell'esposizione* avviene mediante la definizione del modello concettuale definitivo, andando a caratterizzare il contatto tra contaminante e individuo/popolazione e successivamente esprimere in termini quantitativi la dose di sostanza assunta dall'organismo.

La *caratterizzazione del rischio* permette di qualificare in termini sia descrittivi che quantitativi l'entità rischio per la popolazione esposta, attraverso i fattori di probabilità di accadimento degli effetti e di magnitudo degli stessi.

Nella fase di scelta degli indicatori di salute adeguati sono anche identificate le categorie o gruppi di popolazione più suscettibili e maggiormente esposti.

I due approcci applicabili per la fase di valutazione del rischio sanitario sono i seguenti:

1. **Tossicologico**, in cui la valutazione si basa su coefficienti di rischio estrapolati prevalentemente da sperimentazioni in vivo e in vitro, e in cui si procede ad una stima del rischio cancerogeno e non cancerogeno, applicando coefficienti ulteriori di salvaguardia per l'uomo. I vantaggi risiedono nella disponibilità di coefficienti per un numero elevato di sostanze e nelle assunzioni cautelative per il calcolo del rischio per l'uomo; lo svantaggio è dato dalla debolezza dell'approccio in caso di più sostanze presenti contemporaneamente di cui non sempre è chiara l'interazione finale ed il comportamento sull'uomo.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 92 di 118

2. **Epidemiologico**, che perviene al calcolo del rischio attribuibile sulla base di funzioni di rischio di tipo epidemiologico (Rischi Relativi) estrapolate da studi sull'uomo. Il vantaggio è la misura dell'esposizione della popolazione umana a sostanze multiple; lo svantaggio è che le funzioni di rischio epidemiologico sono disponibili per un numero molto più limitato di sostanze.

Il primo approccio metodologico, più vicino all'ambito di ricerca della tossicologia, è quello dell'analisi di rischio, mentre il secondo approccio, di derivazione epidemiologica, è quello della quantificazione del numero di casi attribuibili o anche degli anni di vita persi e anni di vita persi aggiustati per disabilità.

I due metodi condividono fasi di valutazione simili, ma adottano una formulazione concettuale e matematica molto diversa.

Le linee guida VIS sottolineano che **l'uso congiunto ed integrato dei due metodi**, ove, possibile, può fornire una valutazione più completa pe valutare in maniera adeguata l'impatto sanitario del progetto nell'area di interesse e poter definire adeguati strumenti di monitoraggio e controllo.

### 2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico

La metodologia di *Risk Assessment* o Valutazione del Rischio (RA) su base tossicologica è un processo tecnico-scientifico che, correlando i dati tossicologici/epidemiologici con il livello di esposizione, permette di stimare quantitativamente il rischio derivante dall'esposizione a sostanze tossiche e/o cancerogene.

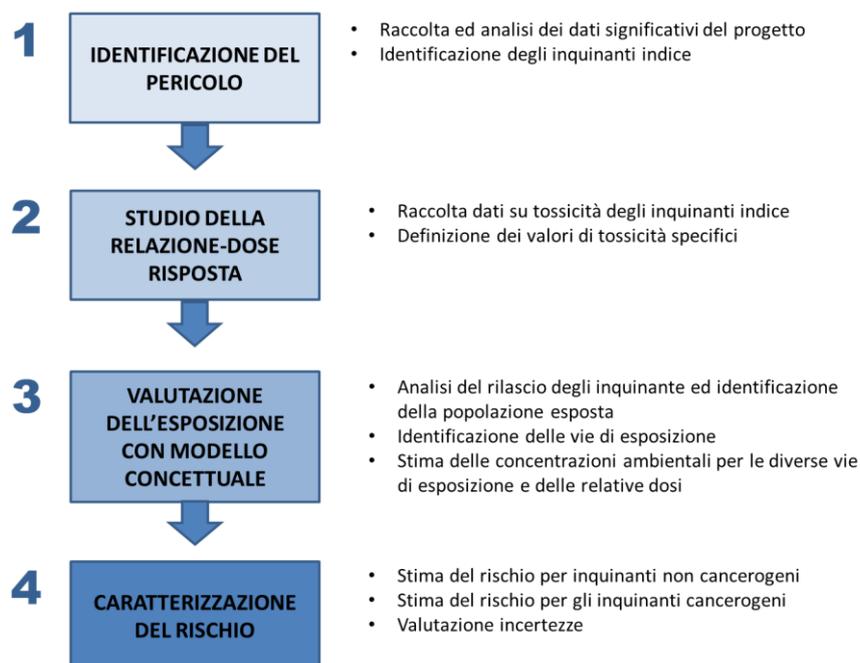


Figura 36: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 93 di 118

Con il termine *Risk Assessment* o Valutazione del Rischio (RA) si intende la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso, in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino. La nozione di rischio implica quindi l'esistenza di una sorgente di pericolo e delle possibilità che essa si trasformi in un danno.

Attraverso un processo graduale, si perviene alla definizione quantitativa del rischio (R) espresso come prodotto dell'esposizione (E) ad un dato contaminante e del valore di tossicità dello stesso (T):

$$R = E \times T \quad [1]$$

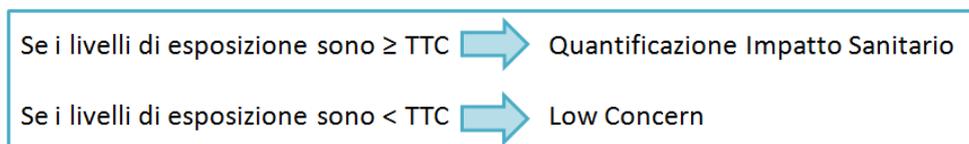
La valutazione del fattore di esposizione (E) consiste nella stima della dose giornaliera, definita anche **ADD** *Average Daily Dose*, per le sostanze non cancerogene, o **LADD** *Lifetime Average Daily Dose*, per le sostanze cancerogene, che può essere assunta dai recettori umani. Tali fattori sono da calcolare per ogni percorso di esposizione (inalazione, ingestione, etc.).

La costruzione di un **Modello Concettuale definitivo**, basato sia sui risultati di modellazioni quantificate di immissione nell'ambiente degli inquinanti indice, che sulla definizione di parametri per la stima dell'esposizione (ratei inalatori, peso corporeo medio, etc.), permette di stimare la dose a cui è esposta la popolazione a seguito della realizzazione degli interventi in progetto.

**Screening preliminare**

Secondo le Linee Guida VIS, nel caso in cui si preveda che l'opera immetta in ambiente un numero molto elevato di sostanze è possibile ricorrere all'uso della **metodologia della soglia di allarme tossicologico TTC** (*Threshold of Toxicological Concern*).

Attraverso l'applicazione della metodologia è possibile dare priorità ad alcune sostanze e tentare pragmaticamente di capire come trattare quelle sostanze per le quali gli effetti sulla salute non siano noti.


**Figura 37: Approccio TTC**

L'approccio della TTC è sostanzialmente uno screening da applicare in via semplificata per incentrare la valutazione del rischio su quelle sostanze più critiche e maggiormente rappresentative.

Per il caso in esame, dato il numero non elevato di inquinanti indice, tale fase preliminare è stata by-passata, procedendo direttamente alla fase di risk assessment estesa.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 94 di 118

**Sostanze con rischio tossico**

Per le sostanze con rischio tossico non cancerogeno, o con meccanismo noto di cancerogenicità non genotossico, viene identificata una dose al di sotto della quale non si osservano effetti sanitari avversi.

Queste dosi vengono poi confrontate con valori di riferimento quali ad esempio *Reference Concentrations* (RfC), *Reference Dose* (RfD) e *Tolerable Daily Intake* (TDI).

Questi valori di riferimento sono tratti da fonti ufficiali e sono calcolati in maniera tale da garantire una protezione della popolazione da esposizione sul lungo periodo (mediamente 70 anni), tenendo conto anche dei gruppi di popolazione più vulnerabili.

Se il livello di esposizione risulta superiore al livello di riferimento, non si possono escludere a priori rischi per la popolazione.

In riferimento all'esposizione di più inquinanti ai quali la popolazione risulta esposta attraverso lo stesso percorso (inalatorio) come per il caso in esame, occorre effettuare ulteriori valutazioni in termini di rischio cumulato

I metodi indicati dalle Linee Guida VIA che applicano l'additività di dose e che sono più frequentemente utilizzati sono il *Relative Potency Factor* (RPF), il *Toxic Equivalent Factor* (TEF) e l'*Hazard Index* (HI).

Sia il *Relative Potency Factor* (RPF) che il *Toxic Equivalent Factor* (TEF) includono la definizione di fattori che tipicamente sono associabili a sostanze, per quanto complesse, chiaramente identificabili chimicamente (IPA, Diossine, etc.). Per il caso in esame, dovendo includere nella valutazione le polveri sottili da particolato secondario, risulta non possibile derivare il relativo RPF o TEF.

L'unico modello quindi applicabile al caso in esame è il modello dell'*Hazard Index* (HI), o indice di pericolo.

Per sostanze con rischio tossico la valutazione di impatto sanitario verrà effettuata con la seguente formula:

$$HQ = C / RfC \quad [2]$$

dove:

HQ = **Hazard Quotient**, è il Quoziente di Pericolo ed esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose di riferimento per il relativo percorso di esposizione (RfC);

C = **Concentrazione massima** dell'inquinante, espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

RfC= **Inhalation Reference Concentration**, è la stima dell'esposizione della popolazione umana ad un composto, per l'intero arco della vita, che si prevede sia priva di effetti dannosi (US EPA, 2011); è espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per HQ valgono le proprietà additive, ossia il rischio determinato da più sostanze e/o da più vie di esposizione, deve essere sommato.

Per calcolare il rischio associato all'esposizione a diverse sostanze e/o per diverse vie di esposizione, gli HQ calcolati per una singola sostanza e per una singola via di esposizione devono essere sommati per ottenere l'"*Hazard Index*" (HI) o "Indice di Pericolosità".

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO****Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

95 di 118

Il termine HI è dato dalla somma di due o più HQ e può essere relativo ad una singola sostanza per molteplici vie di esposizione, relativo a molteplici sostanze per una via di esposizione (come per il caso in esame), o relativo a molteplici sostanze per molteplici vie di esposizione (US EPA).

Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio, che per le sostanze non cancerogene con soglia di effetto coincide con il non superamento del valore RfD (**HI ≤ 1**).

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 96 di 118

### 2.1.2 Procedura di Risk Assessment Epidemiologico

Tale metodo è basato su un approccio epidemiologico e prevede lo sviluppo delle singole fasi di valutazione del rischio con le seguenti modalità:

- **Hazard Identification:** valutazione preliminare della pericolosità delle sostanze identificate mediante l'analisi del rapporto causale di associazione tra un agente e l'effetto avverso per la salute da questo determinato;
- **Dose-Response Assessment:** valutazione di una relazione di esposizione-risposta (incidenza);
- **Exposure Assessment:** valutazione dei dati quantitativi di misura e/o stima delle concentrazioni di esposizione o, quando non disponibili, individuazione di indicatori di esposizione ricostruendo gli scenari espositivi anche attraverso l'utilizzo di interviste (diari o questionari);
- **Risk Characterization:** gli indicatori di associazione tra esposizione della popolazione e effetto sulla salute derivanti dagli studi epidemiologici (studi di coorte, studi caso-controllo, etc.).

I metodi che si basano su dati epidemiologici e producono stime di natura epidemiologica da applicare nella fase di *Assessment* nell'ambito delle Linee Guida VIS possono essere distinti in:

- metodi per la stima del rischio attribuibile, e
- metodi per la produzione di indicatori di *burden of disease* per diversi scenari di esposizione.

I principali indicatori che è possibile stimare sono i casi attribuibili (AC) o i Disability-Adjusted Life Years (DALY).

Per il caso in esame si prevede di stimare i **casi attribuibili** in quanto nella metodologia DALY, come le stesse linee guida VIS indicano, appare critica la definizione dei pesi da assegnare alle singole patologie, al fine di derivare un indicatore unico attraverso l'unità di misura comune del tempo (anni di vita persa sommando gli effetti pesati delle mortalità precoce e delle conseguenze non fatali delle patologie).

I risultati degli studi epidemiologici forniscono una stima del **Rischio Relativo (RR)** di sviluppare un evento sanitario (decesso, ricovero ospedaliero) per gli esposti ad un determinato fattore ambientale quando confrontato con il rischio dei non esposti.

La procedura di **Health Impact Assessment (HIA)**, utilizza i RR derivanti dall'evidenza epidemiologica per:

- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili alla differenza tra le concentrazioni osservate ed un valore di concentrazione di riferimento al di sotto del quale si ipotizza che l'effetto sanitario possa essere ritenuto trascurabile (*burden of disease*) (*approccio retrospettivo*);
- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili ad un incremento (o diminuzione) delle concentrazioni osservate, dovuto all'attivazione (riduzione) di sorgenti emmissive (VIA, prospettico).

Perciò per condurre un HIA, occorre identificare:

- il valore di RR per l'effetto sanitario considerato derivato dalla funzione concentrazione risposta descritta nella letteratura più aggiornata;

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 97 di 118

- la dimensione della popolazione di riferimento dalla quale sono ricavati i dati relativi all'incidenza dell'evento sanitario in studio e la popolazione interessata dalla potenziale variazione dell'esposizione;
- i valori di esposizione della popolazione in studio, ovvero la differenza tra l'esposizione attuale e l'esposizione considerata di riferimento;
- l'occorrenza di base (*baseline*) dell'evento sanitario in studio, morbosità o mortalità nella popolazione di riferimento.

Il numero di casi attribuiti all'incremento di esposizione è calcolato mediante la seguente formula:

$$AC = (RR-1) \cdot Tasso_{pop} \cdot \Delta C \cdot Pop_{exp} \quad [7]$$

dove:

$AC =$  **Numero di casi** attribuibili all'esposizione in esame;

$(RR - 1) =$  **Eccesso di rischio** per unità di variazione della concentrazione/esposizione del fattore di rischio in esame;

$Tasso_{pop} =$  **Tasso di mortalità/morbosità/incidenza** al baseline nella popolazione target per l'effetto considerato

$\Delta C =$  **Variazione nelle concentrazioni/esposizioni** ambientali ante-post operam per la quale s'intende valutare l'effetto

$Pop_{exp} =$  **Dimensione della popolazione target.**

Per il calcolo dell'intervallo di confidenza della stima relativa al numero di casi attribuibili è necessario ripetere i calcoli sopra descritti utilizzando sia il limite inferiore che superiore del RR riportato nella letteratura di riferimento.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
98 di 118

### 2.1.3 Identificazione della procedura di valutazione applicata

In riferimento alle considerazioni metodologiche ed applicative per il caso in esame, a seguire si riporta una sintesi della procedura adottata per la valutazione del rischio sanitario in riferimento al progetto in esame

- **Approccio tossicologico** o *Human Health Risk Assessment* (RA) per il calcolo degli effetti tossici dei contaminanti di NO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub> e particolato secondario (PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>),
- **Approccio epidemiologico** o *Health Impact Assessment* (HIA), mediante il quale viene calcolato l'aumento del numero di casi attribuibili corrispondente all'incremento della concentrazione per il calcolo degli effetti sanitari relativi al particolato secondario (PM 2.5) ed NO<sub>2</sub>, unici inquinanti fra quelli analizzati per i quali l'evidenza epidemiologica di causalità sia sufficiente (Linee Guida VIIAS - Linee Guida VIS). I potenziali effetti cancerogeni relativi al particolato secondario sono quindi trattati nell'ambito della valutazione epidemiologica.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 99 di 118

**2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di esposizione**

I dati di input per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata derivano dai risultati delle simulazioni effettuate da CESI nell'ambito dello studio "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

A seguire viene riportata una tabella di sintesi delle elaborazioni CESI che mostra il confronto fra i valori simulati e i limiti di legge da D.Lgs. 155/2010 in riferimento agli scenari di progetto.

Parametro <sup>(1)</sup>	U.m.	Limite di legge (D.Lgs. 155/2010) <sup>(2)</sup>	Area di 18.5 x 18.5 km <sup>2</sup>			
			Valore massimo		Valore medio	
			Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
NO <sub>2</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	40 (V.L.)	0,05	0,19	0,03	0,06
NO <sub>2</sub> – Concentrazione oraria superata 18 volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	200 (V.L.)	1,7	7,6	1,1	1,8
NO <sub>x</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	30 (L.C.)	0,06	0,26	0,04	0,08
SPM <sup>(3)</sup> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	<sup>(4)</sup>	0,01	0,15	0,01	0,05
SPM <sup>(3)</sup> – Concentrazione giornaliera sup. 35 volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	<sup>(5)</sup>	0,02	0,47	0,02	0,14
CO – Conc. media mass. giorn. su 8 ore	mg/m <sup>3</sup>	10 (V.L.)	0,009	0,027	0,002	0,005
NH <sub>3</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	<sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(7)</sup>	0,14	n.d. <sup>(7)</sup>	0,04
NH <sub>3</sub> – Mass. della conc. media giorn.	µg/m <sup>3</sup>	<sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(7)</sup>	1,8	n.d. <sup>(7)</sup>	0,3

**Tabella 25: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)**

Note

(1) I valori riportati in tabella rappresentano il massimo tra i singoli valori stimati per ciascun anno del triennio 2013-2015

(2) L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

(3) SPM = Particolato secondario, somma delle masse di SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> provenienti dalle emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>. L'NH<sub>4</sub><sup>+</sup> è determinato a partire dalla concentrazione di NH<sub>3</sub>. Non è conteggiata la massa dei cationi e anioni provenienti da altre sorgenti ad essi legati a formare i sali. Non essendoci emissione di particolato primario, ma di soli precursori gassosi, tutto il particolato associabile all'impianto è particolato secondario.

(4) Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite alla concentrazione media per anno civile di PM10 pari a 40 µg/m<sup>3</sup> e di PM2.5 pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

(5) Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite alla concentrazione media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile.

(6) La normativa nazionale non stabilisce valori limite per le concentrazioni in aria ambiente di NH<sub>3</sub>. Sono tuttavia presenti in letteratura valori di riferimento, per dettagli sui quali si rimanda al paragrafo 3.4.11 dello studio CESI allegato al SIA.

(7) n.d. = dato non disponibile per assenza o trascurabilità delle emissioni.

Come anticipato, lo studio di ricadute al suolo mostra valori di concentrazione in tutti i recettori delle griglie di calcolo ampiamente inferiori ai relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA) ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

Come noto la definizione degli Standard di Qualità Ambientale normati deriva da valutazioni di impatto sanitario effettuate da organismi internazionali di riferimento (es. WHO) basate sull'integrazione di dati provenienti da studi epidemiologici, studi tossicologici sugli animali e studi di esposizione umana controllata.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
100 di 118

Pertanto, l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto a tali SQA permette di definire a priori come non significativo l'impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti.

In ogni caso, il proponente ha definito di procedere cautelativamente con l'analisi secondo le Linee Guida VIS.

In **Allegato 3b** si riporta un estratto dallo studio CESI relativo alle seguenti tavole di iso-concentrazione:

- Tavola AL-01.p1 – Scenario "progetto fase 1" (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua
- Tavola AL-01.p2 – Scenario "progetto fase 2" (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua
- Tavola AL-04.p1 – Scenario "progetto fase 1" (area locale) – SPM – Concentrazione media annua
- Tavola AL-04.p2 – Scenario "progetto fase 2" (area locale) – SPM – Concentrazione media annua
- Tavola AL-06.p1 – Scenario "progetto fase 1" (area locale) – CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore
- Tavola AL-06.p2 – Scenario "progetto fase 2" (area locale) – CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore
- Tavola AL-07.p2 – Scenario "progetto fase 2" (area locale) – NH<sub>3</sub> – Concentrazione media annua

Le elaborazioni di risk assessment sono effettuate sulla base dei seguenti due set di dati, ritenuti come rappresentativi al fine di fornire una caratterizzazione dell'esposizione della popolazione all'interno dell'area di interesse:

- valori medi sui 3 anni calcolati sui nodi delle griglie di calcolo del modello Calpuff e sui recettori sensibili ubicati all'interno dell'area di indagine (18 km di lato con baricentro la Centrale), i risultati saranno elaborati in termini di dati a livello comunale,
- timeseries dei valori medi giornalieri per i recettori rappresentativi individuati dallo studio CESI (centri ISTAT) la cui ubicazione è riportata in **Tavola 6**, i risultati saranno in termini puntuali sul singolo recettore rappresentativo.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
101 di 118**2.1.5 Analisi delle incertezze**

La stima degli effetti delle determinanti dirette sulla salute pubblica effettuata per la VIS costituisce una metodologia complessa di tipo previsionale che presenta intrinsecamente alcuni gradi di incertezza.

Appare implicito, dunque, che l'applicazione della metodologia VIS, come si legge peraltro dalle linee guida di valenza sia nazionale che internazionale, porta a dei risultati che debbano essere letti non in relazione al dato singolo ed assoluto, ma soprattutto con una valenza preventiva in termini di azioni future.

Nello sviluppo delle analisi per il caso in esame sono state comunque adottate le misure necessarie per definire e ridurre, ove possibile, i livelli di incertezza rilevati.

In particolare:

**Incerteza strutturale**

Tale incertezza si riferisce all'arbitrarietà nella definizione del modello di valutazione applicato e viene controllata valutando i risultati che si ottengono applicando modelli matematici differenti tra loro.

Nel presente studio VIS le valutazioni sono state effettuate usando metodologie ampiamente collaudate e le migliori evidenze scientifiche disponibili, in accordo con le norme, raccomandazioni e linee guida nazionali ed internazionali.

Le fonti bibliografiche sono state selezionate in riferimento all'autorevolezza scientifica e la valutazione di rischio è stata condotta usando modelli caratterizzati da validità scientifica ampiamente riconosciuta.

È in ogni caso importante precisare che la procedura di VIS è intrinsecamente connotata da un certo grado d'incertezza in ciascuna delle sue fasi.

Gli stessi rapporti dose-risposta tipicamente usati nelle analisi di rischio tossicologico presentano un livello di approssimazione, essendo derivati da studi epidemiologici e/o tossicologici che hanno limiti interni di precisione. Ulteriori elementi di incertezza sono inoltre rilevabili nella stima del rischio cumulativo.

Inoltre, in riferimento a procedimenti autorizzativi in materia di VIA, nelle modalità di cui al presente studio, costituisce una procedura con limitati casi applicativi in riferimento alla metodologia proposta dal recente DM 27 marzo 2019 e relative Linee Guida.

I metodi disponibili riconosciuti dalle linee guida utilizzano formule matematiche derivate da estrapolazioni di studi epidemiologici condotti su popolazioni differenti in differenti contesti sanitari ed ambientali. RR

La scelta di ENEL di sviluppare la VIS mediante sia l'approccio tossicologico che l'approccio epidemiologico permette di minimizzare tale incertezza strutturale.

**Incerteza modellistica**

Le simulazioni modellistiche comportano inevitabilmente incertezze, in parte intrinseche del modello (es. impossibilità di descrivere perfettamente i fenomeni fisici e chimici; incertezza dovuta alla natura stocastica di fenomeni atmosferici), in parte dovute ai dati di ingresso su emissioni e parametri meteo-climatici.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

102 di 118

L'utilizzo di modelli di simulazione delle emissioni in atmosfera (principale effetto valutato in ambito VIS) di valenza internazionale permettono di minimizzare l'incertezza dei risultati previsionali delle ricadute al suolo. Nel caso in esame è stata utilizzata come catena modellistica la seguente:

- Modello meteorologico:
  - WRF – Modello prognostico a mesoscala;
  - CALMET – Modello diagnostico.
  - Modello di dispersione:
  - CALPUFF – Modello lagrangiano a puff.

Il sistema modellistico CALPUFF (CALMET e CALPUFF) è considerato da US-EPA<sup>6</sup>, come altri modelli Lagrangiani, adeguato all'analisi di situazioni con orografia / anemologia complessa.

CALPUFF è anche nell'elenco "Scheda 1: modelli da applicare nelle aree urbane ed a scala locale" della pubblicazione APAT CTN ACE, 2004 "I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni". Per ulteriori dettagli sui modelli si rimanda allo studio CESI "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

Il modello è di tipo deterministico quindi le variabili di input assumono valori fissi, ed i risultati ottenuti non tengono in considerazione eventuali fattori di incertezza (al contrario dei modelli stocastici). In merito all'incertezza insita nelle stime modellistiche US EPA indica che i modelli in generale sono più affidabili per stime di concentrazioni medie di lungo periodo, piuttosto che per concentrazioni di breve periodo e che le stime relative ai massimi di concentrazione vanno ritenute ragionevolmente affidabili come ordine di grandezza. Sovrastima dei massimi dell'ordine del 10 fino al 40% sono citati come tipici.

La Direttiva Europea 2003/2/CE del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono indica in Allegato VII, a titolo orientativo, i margini consentiti di incertezza dei metodi valutazione per Ozono, NO ed NO<sub>2</sub>.

Tali valori sono stati poi ripresi ed integrati dalla successiva Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa in Allegato I (si veda estratto a seguire).

6 [https://www3.epa.gov/ttn/scram/guidance/guide/appw\\_17.pdf](https://www3.epa.gov/ttn/scram/guidance/guide/appw_17.pdf)

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 103 di 118

	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> ) e piombo	Ozono e NO e NO <sub>2</sub> connessi
Incertezza della modellizzazione:				
Medie orarie	50 %	—	—	50 %
Medie su otto ore	50 %	—	—	50 %
Medie giornaliere	50 %	—	da definire	—
Medie annuali	30 %	50 %	50 %	—
Stima obiettiva				
Incertezza	75 %	100 %	100 %	75 %

**Tabella 26: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII**

La normativa italiana similmente (Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 "obiettivi di qualità dei dati") prevede un'incertezza del 30-50% per le medie annue del 50% per quelle orarie e giornaliere.

Al fine di effettuare una stima quantitativa dell'incertezza, è stato ipotizzato quindi di utilizzare un valore di incertezza delle stime ottenute pari al **±50%**, come valutazione estremamente cautelativa che possa in qualche modo inglobare tutte le tipologie di incertezze modellistiche presenti nelle valutazioni.

**Incertezza statistica**

La selezione dell'area di indagine, per quanto presenti Comuni con popolazione non elevata, costituisce nel totale un campione statistico rappresentativo, con un totale di 24.425 abitanti (ISTAT, 2011).

Le incertezze sopra identificate, unitamente ai relativi strumenti adottati per mitigarle e, ove ritenuto opportuno, quantificarle, permettono di ottenere un quadro sufficientemente esaustivo ed affidabile in termini di risultati ottenuti.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 104 di 118

## 2.2 Assessment tossicologico

Per la valutazione del solo rischio tossico viene applicata la già citata formula [2] per la determinazione dell'Hazard Quotient,

$$HQ = C / RfC$$

C: Concentrazione di esposizione espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

RfC: Reference Concentration espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Per ciascun inquinante considerato sono stati analizzati i valori di *Inhalation Reference Concentration* (RfC) disponibili a livello di pubblicazioni e linee guida di riconosciuta valenza internazionale.

La principale fonte di riferimento per i valori di RfC sono le soglie indicate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel documento "*WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxideb - Global update 2005, Summary of risk assessment*".

Per quanto riguarda l' $\text{NH}_3$  si fa riferimento alle procedure di risk assessment condotte dall'EPA. ("*Toxicological Review of Ammonia - Noncancer Inhalation*", 2016).

Rischio tossico			
Parametro		RfC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Fonte
NO <sub>2</sub>	media annua	40	WHO, 2005
NH <sub>3</sub>	media annua	500	US EPA, 2016
PM2.5	media annua	10	WHO, 2005
PM10	media annua	20	WHO, 2005
CO	media 8h	10.000	WHO, 2000

**Tabella 27: RfC associato ai parametri di interesse**

Gli indici sono stati calcolati con i dati di concentrazione riferiti alla media annua (ad eccezione del CO per il quale anche i riferimenti WHO sono sulle 8 ore), valori idonei ad esser utilizzati per la valutazione dell'esposizione sulla durata della vita dell'impianto.

Per la valutazione del rischio sanitario per il progetto in esame sono stati utilizzati i valori massimi delle medie sui 3 anni rilevati per Comune ed i valori massimi delle medie giornaliere sui 3 anni per i recettori rappresentativi tenendo conto dell'incertezza del 50% data dal modello utilizzato.

Le concentrazioni di input per le elaborazioni di valutazione del rischio sanitario sono riportate in dettaglio in **Allegato 4**.

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sono riportati in **Allegato 5** in riferimento a:

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 105 di 118

- Fase 1 risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 1 risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- Fase 1 risultati per i recettori sensibili dell'area di interesse,
- Fase 2 risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 2 risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- Fase 2 risultati per i recettori sensibili dell'area di interesse.

I risultati sono riportati considerando sia il particolato secondario come PM10 che come PM2.5.

In tutti i **Comuni** presenti il rischio per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ( $HQ \leq 1$ ) che di indice cumulato ( $HI \leq 1$ ).

In tutti i **recettori rappresentativi** analizzati il rischio per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ( $HQ \leq 1$ ) che di indice cumulato ( $HI \leq 1$ ).

In tutti i **recettori sensibili** presenti il rischio per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ( $HQ \leq 1$ ) che di indice cumulato ( $HI \leq 1$ ).

In termini grafici i risultati ottenuti come indice cumulato HI a livello di Comune sono riportati in **Tavola 7a** per la Fase 1 e in **Tavola 7b** per la Fase 2, il cui estratto è riportato a seguire.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
106 di 118

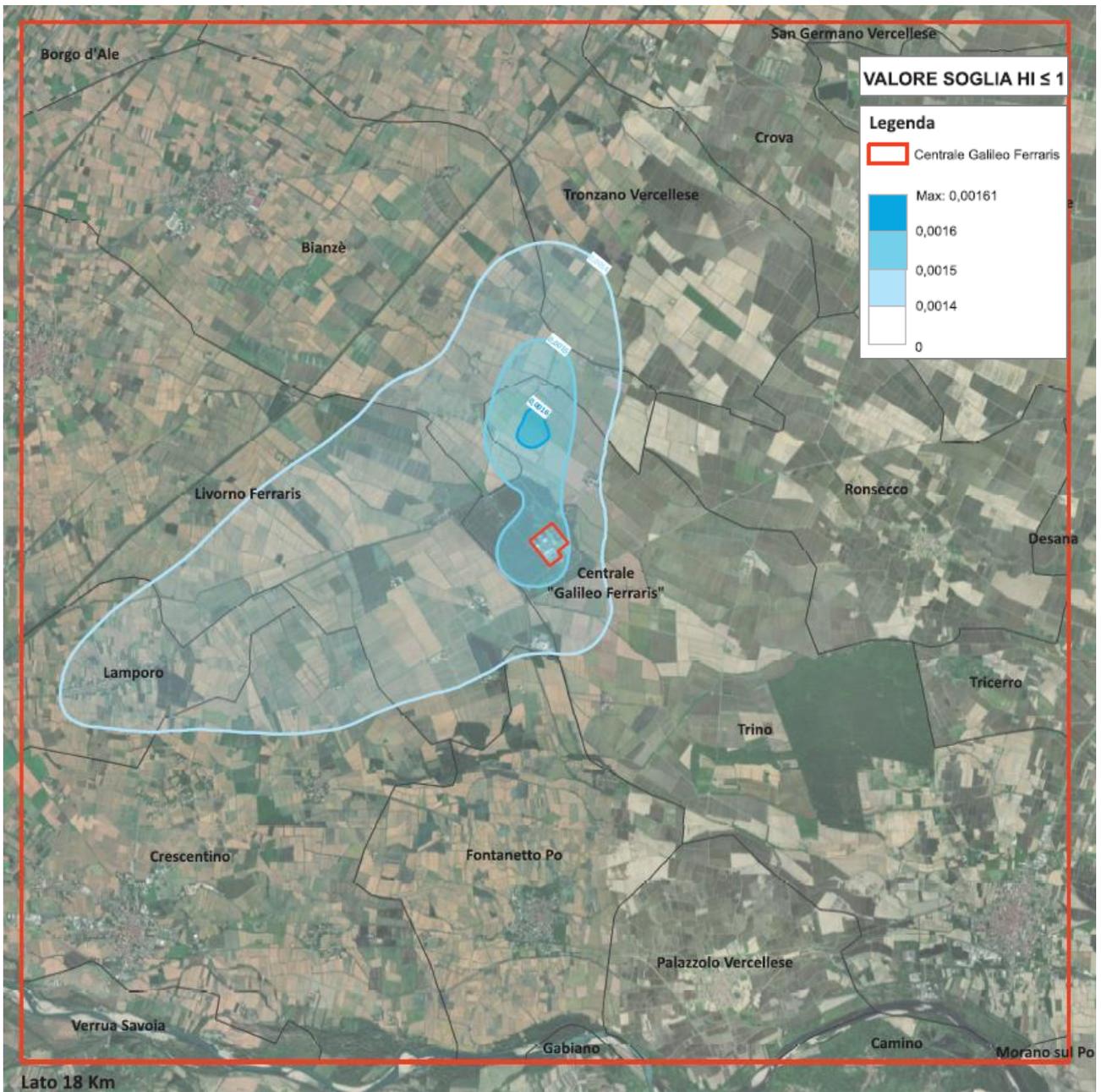


Figura 38: Curva di isolivello HI – Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020

PROGETTO  
20530I

PAGINA  
107 di 118

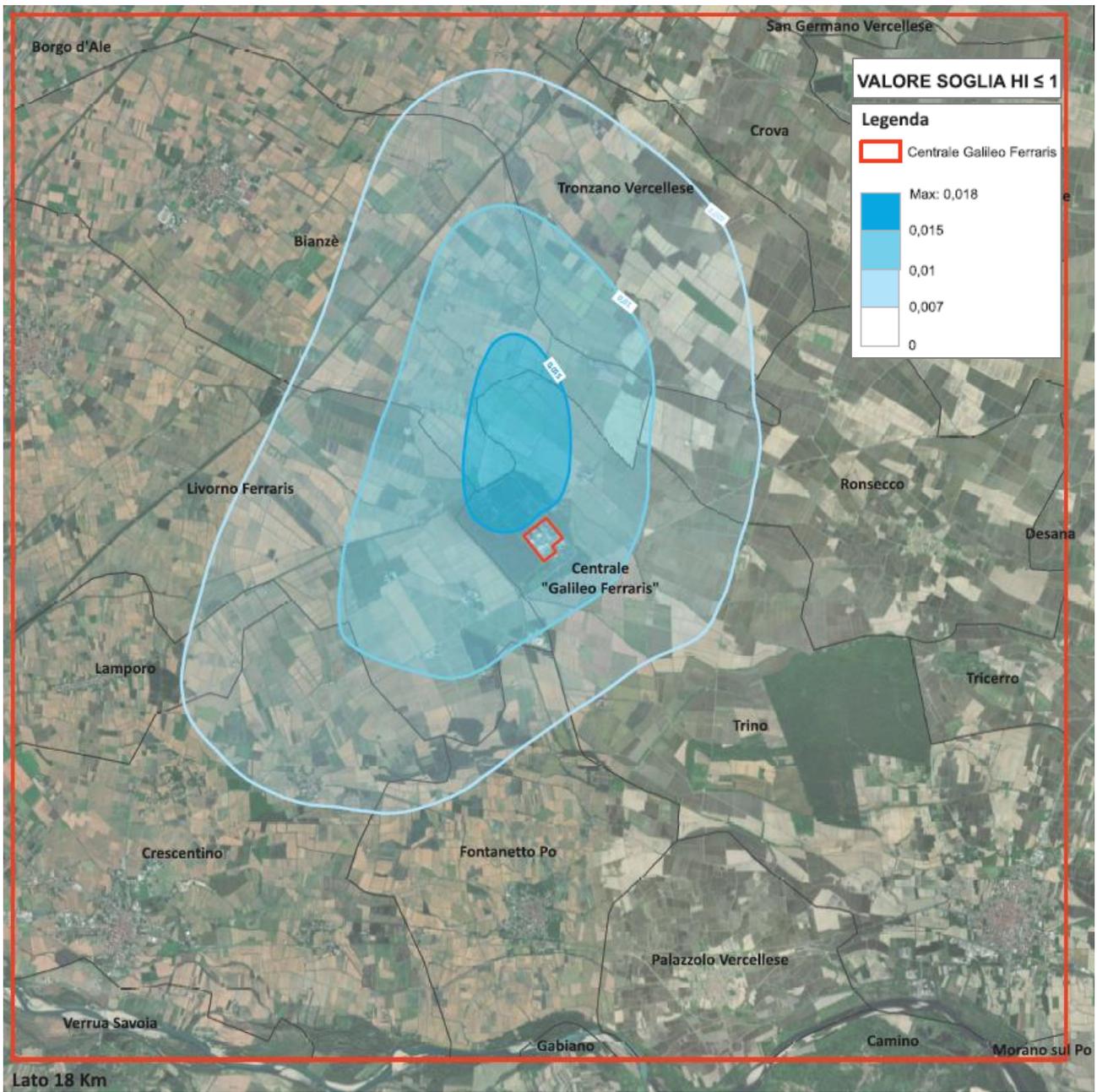


Figura 39: Curva di isolivello HI – Fase 2

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 108 di 118

## 2.3 Assessment epidemiologico

### Approccio epidemiologico (HIA):

Come descritto in precedenza, mediante l'approccio epidemiologico (HIA) si procede con la stima dei casi attribuibili.

Il numero di casi attribuiti all'incremento di esposizione è calcolato mediante la già citata formula [7]:

$$AC = (RR-1) \cdot Tasso_{pop} \cdot \Delta C \cdot Pop_{exp}$$

Nella definizione delle funzioni di rischio relativo (RR), come indicato dalle Linee Guida VIS, i principali riferimenti sono le valutazioni emerse nel corso del Progetto VIIAS e quanto indicato dalle Linee Guida VIIAS (tabella 4.2 pagg. 31-32). Ad integrazione dei riferimenti citati è stato considerato quanto riportato nel report WHO - HRAPIE "Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project" del 2016.

I parametri di rischio relativo (RR), riferiti ad un incremento della concentrazione di 10 µg/m<sup>3</sup>, desunti dalla letteratura ed utilizzati per il calcolo, sono riportati nella tabella seguente.

TIPO DI EFFETTO	INQUINANTE/EFFETTO	RR (95%IC)	FONTE	NOTE
LUNGO TERMINE (media annua)	<b>PM2.5</b>			
	Mortalità totale	1.062 (1.040-1.083)	LG VIIAS ( Hoek <i>et al.</i> 2013)	> 30 anni Da applicare a medie annue
	Mortalità cardiovascolare	1.10 (1.05-1.15)	Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2014)	
	Malattie respiratorie	1.10 (0.98-1.24)	Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2014)	
	Incidenza Tumore polmoni	1.09 (1.04-1.14)	Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2014)	Da applicare a medie annue
	<b>NO<sub>2</sub></b>			
Mortalità totale	1.02 (1.01-1.03)	The use of HIA tools in European Cities 2018	> 30 anni Da applicare a medie annue	
BREVE TERMINE	<b>PM2.5</b>			
	Ricoveri per cause cardiovascolari	1.0091 (1.0017-1.0166)	HRAPIE 2013	Da applicare a massimo medie giornaliere
	<b>NO<sub>2</sub></b>			
Ricoveri per cause respiratorie	1.0015 (0.9992-1.0038)	HRAPIE 2013	Da applicare a massimo medie giornaliere	

Tabella 28: RR desunti da letteratura

Si ricorda che l'applicazione delle funzioni RR è rappresentativa in caso di incrementi almeno pari alla soglia di 10 µg/m<sup>3</sup> indicata.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**
**Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas**

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 109 di 118

I valori di RR inferiori ad 1 (limite inferiore 95%IC) sono stati posti pari ad 1, come da indicazioni dell'Istituto Superiore di Sanità.

Nello specifico, per ogni inquinante e relativa patologia di interesse, considerando l'insieme delle sezioni di censimento dell'area di interesse, sono riportati:

- casi attribuibili dell'assetto post operam di ciascuna fase (in Fase 1 o Fase 2 singolarmente considerate),
- tasso ex ante per la specifica patologia riferito all'area di interesse, derivante dal set di dati impiegato per la valutazione dello stato di salute ante-operam di cui all'Allegato 2 della VIS (tassi grezzi periodo 2013-2017, tabelle 1 e 2 dell'Annesso Tecnico).

Come noto questo tasso è correlato ed influenzato sia dall'insieme del potenziale impatto sulla salute delle varie forzanti, differenti dalla centrale nell'attuale assetto ante operam, che influenzano la qualità dell'aria nell'area di interesse (es. emissioni da traffico, aree portuali, attività industriali esistenti...), sia dall'insieme del potenziale impatto delle determinanti indirette sulla salute quali ad esempio stile di vita, condizione socio-economica, etc.

Anche il delta casi attribuibili ante/post operam risulta conseguentemente influenzato dall'insieme di tutte queste forzanti e determinanti indirette.

- tasso post-operam per la specifica patologia calcolato per l'area di interesse, come valore minimo, medio e massimo, in funzione del relativo valore di RR considerato.

Nelle tabelle seguenti si riporta infine una sintesi dei risultati ottenuti.

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	FASE 1				
	Casi attribuibili normalizzati su 10.000 abitanti (RR medio)	TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione		
			minimo	medio	massimo
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,004	134,67	134,68	134,68	134,68
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,002	34,21	34,21	34,21	34,21
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	7,49	7,49	7,49	7,49
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,002	35,36	35,36	35,36	35,36
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,004	38,11	38,11	38,11	38,12
NO2 – MORTALITA' TOTALE	0,01	134,67	134,68	134,68	134,69
NO2 – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,002	13,10	13,10	13,10	13,11

**Tabella 29: Casi attribuibili, tassi per assetto post operam (Fase 1) su tutta l'area di interesse**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 110 di 118

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	FASE 2				
	Casi attribuibili normalizzati su 10.000 abitanti (RR medio)	TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione		
			minimo	medio	massimo
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,028	134,67	134,69	134,70	134,71
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,011	34,21	34,21	34,22	34,22
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,003	7,49	7,49	7,49	7,50
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,010	35,36	35,36	35,37	35,37
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,008	38,11	38,11	38,12	38,13
NO2 – MORTALITA' TOTALE	0,01	134,67	134,68	134,68	134,69
NO2 – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,002	13,10	13,10	13,10	13,11

**Tabella 30: Casi attribuibili, tassi per assetto post operam (Fase 2) su tutta l'area di interesse**

I risultati di dettaglio per singolo comune sono riportati in **Allegato 6**. Si specifica che per ogni singolo comune sono state considerate solo le sezioni censuarie incluse nell'area di interesse.

I risultati ottenuti per i casi attribuibili per 10.000 abitanti, in termini di mortalità e ospedalizzazione, mostrano per entrambi gli assetti progettuali valori significativamente inferiori all'unità sia a livello di sezione censuaria, che di singolo Comune, così come anche per l'intera area di interesse.

Tali risultati ribadiscono quindi come gli impatti del progetto sulla componente "salute pubblica" siano scarsamente significativi.

Appare utile sottolineare infine che la valutazione dei casi attribuibili rappresenta uno strumento utile nella valutazione di impatto sanitario. Non va però dimenticato che si tratta di una metodologia basata su formule matematiche e correlazioni teoriche, seppur di derivazione epidemiologica, ma non sito specifiche, con impliciti margini di errore e stima. Di conseguenza i valori numerici ottenuti sono da considerarsi utili più che per valutazioni assolute, per una comparazione di più alternative progettuali e/o definizione di un giudizio qualitativo dell'impatto sanitario del progetto in relazione al contesto di inserimento, come base conoscitiva per eventuali azioni di monitoraggio future.

Le Linee Guida VIS inoltre non riportano alcun riferimento in merito a soglie di accettabilità o da criteri per poter valutare i risultati ottenuti dalle elaborazioni effettuate.

In ogni caso, al fine di caratterizzare i risultati ottenuti, si è proceduto mettendo a confronto dei casi attribuibili calcolati in relazione al progetto con i casi attribuibili ottenibili considerando come concentrazione al suolo il relativo standard di qualità dell'aria.

A seguire si riporta tale tabella di confronto, che considera sia Fase 1 che Fase 2.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 111 di 118

INQUINANTE/EFFETTO	CASI ATTRIBUIBILI DA SQA WHO / 10.000 ab.	CASI ATTRIBUIBILI FASE 1 / 10.000 ab.	% CA FASE 1 / CA SQA WHO	CASI ATTRIBUIBILI FASE 2 / 10.000 ab.	% CA FASE 2 / CA SQA WHO
PM2.5 Mortalità totale	7,2	0,004	0,06%	0,028	0,39%
PM2.5 Mortalità per cause cardiovascolari	2,7	0,002	0,07%	0,011	0,41%
PM2.5 Mortalità per cause respiratorie	0,6	0,000	0,00%	0,003	0,50%
PM2.5 Incidenza tumore polmone	2,9	0,002	0,07%	0,010	0,34%
PM2.5 (1) Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari	1,9	0,004	0,21%	0,008	0,42%
NO2 Mortalità totale	9,2	0,01	0,11%	0,01	0,11%
NO2 (1) Ospedalizzazioni per cause respiratorie	0,6	0,002	0,33%	0,002	0,33%

**Tabella 31: CA in riferimento all'esposizione pari alla concertazione massima ammessa da normativa vigente e CA attesi per il progetto su tutta l'area di interesse**

Nota:

- (1) La relativa funzione di rischio relativo (RR) si basa su valori di concentrazione medi giornalieri. Per il confronto con l'SQA è stato considerato per PM2.5 il 35° percentile delle medie giornaliera PM10 da D.Lgs. 155/2010 (50 mg/m<sup>3</sup>), mentre per NO<sub>2</sub> è stato considerato il limite del 99,8° delle medie orarie (200 mg/m<sup>3</sup>). In assenza di altri valori di riferimento questi sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di un massimo delle medie giornaliere per i due inquinanti in oggetto.

**I casi attribuibili incrementali ottenuti per l'esposizione alle emissioni del progetto in esame risultano scarsamente significativi (< 1%) se confrontati con quelli ottenuti considerando le relative concentrazioni da SQA.**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 112 di 118

## 2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute

Come richiesto dalle Linee Guida VIS e stata effettuata una valutazione semi-qualitativa del rischio e dell'opportunità su determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.) in relazione all'area di potenziale influenza del progetto.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente. Il raggio territoriale degli effetti è in prima battuta di tipo sovracomunale, con potenziali interazioni anche a livello regionale e nazionale.

DETERMINANTI		Valutazione RISCHIO degli impatti del PROGETTO sulla determinante	Valutazione OPPORTUNITA' degli impatti del PROGETTO sulla determinante
COMPORAMENTI E STILI DI VITA	Fumo ed alcool	BASSO	BASSA
	Abitudini alimentari e sedentarietà	BASSO	BASSA
ASPETTI SOCIO ECONOMICI	Livello di istruzione	BASSO	BASSA
	Livello di occupazione/disoccupazione	BASSO	MEDIA
	Livello di reddito	BASSO	MEDIA
	Diseguaglianza sociale ed economica	BASSO	BASSA
	Tasso di criminalità	BASSO	BASSA
SERVIZI	Accesso ai servizi	BASSO	BASSA
	Disponibilità di infrastrutture adeguate	BASSO	MEDIA

**Tabella 32: Rischio – opportunità connesso ai determinanti indiretti sulla salute**

Il bilancio globale mostra l'assenza di rischi per le determinanti indirette sulla salute a fronte di opportunità legati agli effetti positivi sul contesto socio - economico dati dall'iniziativa in progetto sia a livello locale che a livello nazionale.

La valutazione completa è riportata in **Allegato 7**.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Novembre 2020	20530I	113 di 118

### 3. MONITORAGGIO SANITARIO

Il Piano di Monitoraggio Ambientale previsto in ambito di Valutazione di Impatto Ambientale già include il controllo degli effetti significativi sull’ambiente derivanti dalla realizzazione e funzionamento dell’opera per i quali è stata stabilita una potenziale relazione con effetti sanitari.

Per il caso in esame, nonostante gli impatti trascurabili sulla salute ottenuti dalle valutazioni del presente studio, come principio di cautela, è possibile proporre un aggiornamento degli indicatori sanitari analizzati al fine di verificare le previsioni generali di valutazione di impatto formulate.

L’obiettivo dell’azione di monitoraggio in generale è anche quella di segnalare tempestivamente un’indesiderata evoluzione di effetti non previsti o previsti con caratteristiche diverse.

Sulla base della valutazione effettuata nella presente analisi si propone di effettuare un aggiornamento con **frequenza quadriennale** sugli indicatori sanitari individuati dal presente studio in riferimento agli effetti sanitari di interesse, in relazione alle caratteristiche tossicologiche ed ai i possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto per la popolazione esposta identificata e l’area di interesse:

- Mortalità totale;
- Mortalità per cause cardiovascolare;
- Mortalità per cause respiratorie;
- Ricoveri per cause respiratorie;
- Ricoveri per cause cardiache,
- Incidenza tumorale – tumore al polmone.

Si rimanda ad accordi successivi con gli organismi territoriali per definire i rispettivi ruoli, le procedure e i tempi, nonché le risorse necessarie per la sua attuazione.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 114 di 118

#### 4. CONCLUSIONI

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale "Leri Cavour" di Trino un progetto di installazione di una nuova unità a gas di ultima generazione e ad altissima efficienza.

L'obiettivo principale di tale progetto è quello di:

- rispondere alle richieste dal mercato di capacità elettrica volte a garantire l'adeguatezza del sistema elettrico e il mantenimento quindi di adeguati margini di riserva in condizioni di richieste di picco, con una potenza elettrica prodotta dell'impianto di circa 870 MWe;
- inserire la nuova unità a gas in un impianto industriale presente nel territorio, utilizzando quanto più possibile le infrastrutture e gli impianti ausiliari già esistenti;
- ottenere una concentrazione di emissioni in atmosfera di NOx e CO in linea con i criteri più avanzati di compatibilità ambientale;
- garantire maggiore flessibilità operativa e affidabilità alla rete elettrica, a fronte dell'aumento di produzione di energia da fonti rinnovabili non programmabili, grazie alle caratteristiche proprie della tecnologia utilizzata quali tempi rapidi di risposta, ampie escursioni di carico, etc..

Il presente documento costituisce la Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per il progetto previsto per la Centrale "Leri Cavour" di Trino, sviluppata secondo la metodologia proposta dalle "Linee guida concernenti la Valutazione di Impatto Sanitario" approvate con Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019.

È stata effettuata una valutazione delle interazioni ambientali connesse alla realizzazione ed esercizio del nuovo progetto, dei relativi impatti attesi, così come desunti dallo Studio di Impatto Ambientale. Questa ha portato a identificare le emissioni continue in atmosfera come l'impatto prevalente, da caratterizzare ed analizzare anche in materia di valutazione di impatto sanitario.

La definizione di un **Modello Concettuale Ambientale e Sanitario** (MCAS), specifico per il caso in esame, è stata effettuata caratterizzando quali-quantitativamente le relazioni tra le interazioni delle opere in progetto, le componenti ambientali, i percorsi di esposizione ed i bersagli umani.

La valutazione ha portato all'identificazione degli **inquinanti indice** (ossidi di azoto, monossido di carbonio, ammoniaca e particolato secondario), delle **vie di esposizione rilevanti** (percorso inalatorio), degli **effetti sanitari di interesse** (effetti sanitari a carico del sistema respiratorio, ed effetti sanitari a carico del sistema cardiocircolatorio) e della **popolazione esposta** (popolazione residente e recettori sensibili presenti nell'area di interesse, ovvero in un'area quadrata di lato pari a 18 km centrata nel baricentro degli interventi).

L'analisi delle caratteristiche tossicologiche ed i possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto, anche in relazione ai dati disponibili, hanno portato alla definizione dei seguenti **indicatori sanitari**: Mortalità, Ospedalizzazioni e Incidenza tumorale.

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante operam è stata effettuata integrando uno studio epidemiologico ad hoc, a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma, con i risultati dei principali studi epidemiologici disponibili per l'area in esame.

Tale quadro generale dello stato di salute nell'assetto ante operam è stata integrato con un quadro di dettaglio sulle condizioni socio economiche della popolazione esposta.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA  
Novembre 2020PROGETTO  
20530IPAGINA  
115 di 118

Occorre premettere che l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto a tali SQA permette di definire a priori come non significativo l'impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti.

La valutazione del rischio sanitario mediante assessment tossicologico che assessment epidemiologico è stata quindi effettuata in via esclusivamente conservativa.

I risultati dell'analisi effettuata sono i seguenti:

- l'assessment tossicologico, effettuato sia a livello di popolazione residente che a livello di recettori sensibili, mostra un rischio largamente accettabile per le sostanze a rischio tossico per tutti gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2).
- l'assessment epidemiologico mostra valori di casi attribuibili e tassi per 10.000 abitanti, in termini di mortalità e ospedalizzazione, sia Fase 1 che Fase 2, significativamente inferiori all'unità sia a livello di singolo Comune che per l'intera area di interesse. Tali risultati sono inoltre scarsamente significativi (< 1%) se confrontati con quelli ottenuti considerando le relative concentrazioni da SQA.

L'analisi VIS ha inoltre previsto una valutazione semi-qualitativa del rischio e dell'opportunità su determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.) in relazione all'area di interesse del progetto. Il bilancio globale mostra l'assenza di rischi per le determinanti indirette sulla salute a fronte di rilevanti opportunità per alcune determinanti direttamente interessate dagli effetti positivi sul contesto antropico dati dall'iniziativa in progetto, sia a livello locale che a livello nazionale.

Nonostante l'analisi abbia mostrato **impatti non significativi sulla componente sanitaria**, come principio di cautela, ENEL ha ritenuto opportuno proporre un monitoraggio periodico degli indicatori sanitari analizzati nel presente studio, al fine di verificare le previsioni generali di valutazione di impatto riportate.

**VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

 DATA  
 Novembre 2020

 PROGETTO  
 20530I

 PAGINA  
 116 di 118

**FONTI UTILIZZATE**

- Achilleos S., Kioumourtzoglou M.A., Chih-DaWu, Schwartz J.D., Koutrakis P., Papatheodorou S.I., 2017. Acute effects of fine particulate matter constituents on mortality: A systematic review and meta-regression analysis. *Environment International*, Volume 109, Pages 89-100.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services) Toxicological profile for Carbon Monoxide, 2012
- AIOM, AIRTUM I numeri del cancro in Italia 2018 – i dati regionali, 2018
- AIRTUM, I tumori in Italia- trend 2003-2014
- APAT CTN ACEI modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni, 2004
- Baldacci S., Maio S., Cerrai S., Sarno G., Baiz N., Simoni M., Annesi-Maesano I., Viegi G., 2015. Allergy and asthma: Effects of the exposure to particulate matter and biological allergens. *Respiratory Medicine*, Volume 109, Issue 9, Pages 1089–1104.
- Behera S.N., Sharma M., Aneja V.P., Balasubramanian R. Ammonia in the atmosphere: a review on emission sources, atmospheric chemistry and deposition on terrestrial bodies. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2013 Nov;20(11):8092-131.
- Borlèe F., Yzermans C.J., Aalders B., Rooijackers J., Krop E., Maassen C.B.M., Schellevis F., Brunekreef B., Heederik D., Smit L.A.M. Air Pollution from Livestock Farms Is Associated with Airway Obstruction in Neighboring Residents. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 Nov 1;196(9):1152-1161.
- Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet* 2002;360(9341):1233-42. 68.
- CAFE, 2005. Clean Air For Europe. Baseline scenarios for the Clean Air For Europe (CAFE) Programme
- Close L.G., Catlin F.I., Cohn A.M. Acute and Chronic Effects of Ammonia Burns of the Respiratory Tract. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(3):151-158.
- Commissione Europea, Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, 2014.
- Demografia delle imprese, anno 2018 – Camera di Commercio di Vercelli.
- DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft (2014). The MAK-Collection Part I, MAK Value Documentations, 37p, 2014
- E. Dogliotti, L. Achene, E. Beccaloni, M. Carere, P. Comba, R. Crebelli, I. Lacchetti, R. Pasetto, M.E. Soggiu, E. Testai Linee Guida per la valutazione di impatto sanitario (D.Lgs. 104/2017), Rapporto ISTISAN 19/9, 2019
- EFSA Scientific Committee Update: Use of the benchmark dose approach in risk assessment, 2016.
- EFSA (European Food Safety Authority) and WHO (World Health Organization), 2016. Review of the Threshold of Toxicological Concern (TTC) approach and development of new TTC decision tree. EFSA supporting publication 2016: EN-1006. 50 pp. (<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2016.EN-1006>).
- Escher, S.E., Tluczkiwicz, I., Batke, M., Bitsch, A., Melber, C., Kroese, E.D., Buist, H.E Mangelndorf, I., 2010. Evaluation of inhalation TTC values with the database RepDose Regul. *Toxicol. Pharmacol*. 58 (2), 259-274.
- EU Scientific Committee on Consumer Safety SCCS The SCCS's notes of guidance for the testing of cosmetic substances and their safety evaluation - 8th revision, 2012.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

117 di 118

- EU Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER) Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures (Preliminary Opinion approved for Public Consultation), 2011.
- Fenters J.D., Findlay J.C., Port C.D., Ehrlich R., Coffin D. L., 2013. Chronic Exposure to Nitrogen Dioxide. Archives of Environmental Health: An International Journal, 27:2, 85-89.
- Forastiere, Faustini, 2009 Inquinamento ed effetti a breve termine sulla salute: dai progetti di ricerca alla sorveglianza epidemiologica, Progetto EPIAIR
- Greenberg N., Carel R.S., Derazne E., Tiktinsky A., Tzur D., Portnov B.A., 2017. Modeling long-term effects attributed to nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) exposure on asthma morbidity in a nationwide cohort in Israel. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Volume 80, Issue 6.
- Harari S., Madotto F., Caminati A., Conti S., Cesana G., 2016. Epidemiology of Idiopathic Pulmonary Fibrosis in Northern Italy. PLoS ONE 112: e0147072.
- Hlastala M.P., McKenna H.P., Franada R.L., Detter J.C., 1976. Influence of carbon monoxide on hemoglobin-oxygen binding. Journal of Applied Physiology, Volume 41 Issue 6, Pages 893-899.
- Hoek G, Forastiere F et al. Updated exposure-response functions available for estimating mortality impacts, WHO Expert Meeting: report 2014.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Outdoor Air Pollution. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Volume 109 Lyon, France: IARC, 2016.
- IRIS Toxicological Review of Ammonia - Noncancer Inhalation. EPA, 2016.
- ISTAT, Fattori di rischio per la salute: fumo, obesità, alcol e sedentarietà, anno 2018; 2019.
- Linee Guida per la Valutazione di Impatto Sanitario, redatte con Decreto del Ministero della Salute (2019).
- Loftus C., Yost M., Samson P., Torres E., Arias G., Breckwich Vasquez V., Hartin K., Armstrong J., Tchong-French M., Vedal S., Bhatti P., Karr C. Ambient Ammonia Exposures in an Agricultural Community and Pediatric Asthma Morbidity. Epidemiology, 2015 Nov;26(6):794-801.
- Piano Regolatore Generale, Comune di Gabiano, Tavola 2a
- Piano Regolatore Generale Intercomunale, Comune di Camino, Tavola 3.2
- Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC), Comune di Morano sul Po
- Variante Parziale Piano Regolatore Generale Comunale, Comune di San Germano Vercellese
- Pope CA 3rd, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. J Air Waste Manag Assoc 2006; 56(6):709-42
- Scientific Committee on Health and Environmental Risks SCHER, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR, Scientific Committee on Consumer Safety SCCS, Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures. European Union, 2012.
- S.E.N.T.I.E.R.I. Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto rapporto. Rivista dell'Associazione italiana di epidemiologia, n.2-3, anno 43, marzo-giugno 2019, supplemento 1.
- Torino congiuntura n. 74 marzo 2019 – Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Torino.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di Installazione di una Nuova Unità a gas

DATA

Novembre 2020

PROGETTO

20530I

PAGINA

118 di 118

- UE, Policy Health Impact Assessment for the European Union, 2004.
- US - EPA Guideline on Air Quality Models, 2005
- US - EPA Benchmark Dose Software (BMDS) - VERSION 3.1 - USER GUIDE.
- US - EPA Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989
- WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Bonn Germany, 2015.
- WHO Macroeconomics and health: investing in health for economic development. Report of the Commission on Macroeconomics and Health. Geneva: World Health Organization, 2001.
- WHO, Rio Political Declaration on Social Determinants of Health (Statement n. 5). Geneva: World health Organization.
- World Health Organization-Regional Office for Europe, WHO air quality guidelines: Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. 2005 global update.
- World Health Organization-Regional Office for Europe, Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project - Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, 2016
- World Health Organization, Health impact assessment: main concepts and suggested approach. Gothenburg consensus paper. Brussels: European Centre for Health Policy, WHO Regional Office for Europe; 1999. Disponibile all'indirizzo: <http://www.euro.who.int/document/PAE/Gothenburgpaper.pdf>; ultima consultazione 4/4/17.
- World Health Organization, Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948.
- World Health Organization, Air Quality Guidelines - Second Edition, 2000
- Wilbur S, Williams M, Williams R, et al. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US) Toxicological Profile for Carbon Monoxide, 2012
- Wing S.E., Bandoli G., Telesca D., Su J.G., Ritz B. Chronic exposure to inhaled, traffic-related nitrogen dioxide and a blunted cortisol response in adolescents. Environmental Research Volume 163, Pages 201-207, 2018.