

ICARO



Centrale di Torrevaldaliga Nord di
Civitavecchia (RM)

Progetto di sostituzione delle unità a
carbone esistenti con nuova unità a gas

Aggiornamento Valutazione di Impatto
Sanitario a seguito del Parere ISS (Prot.
n. AOO-ISS 14/04/2020-0013323)

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. 20532I
Revisione: 01
Data: Luglio 2021
Nome File: 20532I-VIS-Civitavecchia_rev.01.docx

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
2 di 148

INDICE

INTRODUZIONE	7
1. FASE DI SCOPING	10
1.1 Identificazione dell'area di interesse	10
1.1.1 Descrizione del progetto.....	10
1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere	17
1.1.3 Sintesi degli impatti attesi.....	18
1.2 Caratterizzazione dell'area di interesse	22
1.2.1 Caratterizzazione demografica della popolazione esposta.....	23
1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse	28
1.3 Identificazione dei fattori di rischio	33
1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati	42
1.4.1 Evidenze tossicologiche	46
1.4.2 Indicatori di salute individuati	59
1.5 Caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam	60
1.5.1 Mortalità ed ospedalizzazioni	60
1.5.2 Incidenza tumorale	72
1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta.....	81
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione	86
1.8 Valutazione ecotossicologica	88
2. FASE DI VALUTAZIONE.....	101
2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata	101
2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico	102
2.1.2 Procedura di Risk Assessment Epidemiologico	111
2.1.3 Identificazione della procedura di valutazione applicata	113
2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di progetto	114
2.1.5 Analisi delle incertezze.....	116
2.2 Assessment tossicologico.....	120
2.2.1 Sostanze con rischio tossico.....	120
2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno	130
2.3 Assessment epidemiologico.....	135
2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute	139
3. MONITORAGGIO SANITARIO	141
4. CONCLUSIONI	142
FONTI UTILIZZATE	145

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
3 di 148

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 4a** Concentrazioni di input per la valutazione di rischio
- Allegato 4b** Concentrazione per sezione censuaria
- Allegato 4c** Sovrapposizione della "Mappa della popolazione totale" con le Tavole di ricadute al suolo
- Allegato 5** Risultati di dettaglio assessment tossicologico
- Allegato 6** Risultati di dettaglio assessment epidemiologico
- Allegato 7** Valutazione delle altre determinanti sulla salute
- Allegato 8** Piano di monitoraggio ecotossicologico
- Allegato 9** Dati ricevuti dal DEP Lazio

INDICE TAVOLE

- Tavola 1** Corografia dell'area di interesse
- Tavola 2a** Mappa della popolazione totale
- Tavola 2b** Mappa della popolazione maschile
- Tavola 2c** Mappa della 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
- Tavola 7c** Mappa curve di isolivello assessment tossicologico - HI Fase 3
- Tavola 8a** Mappa curve di isorischio cancerogeno assessment tossicologico - Fase 1
- Tavola 8b** Mappa curve di isorischio cancerogeno assessment tossicologico - Fase 2
- Tavola 8c** Mappa curve di isorischio cancerogeno assessment tossicologico - Fase 3

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
4 di 148

ELENCO FIGURE

<i>Figura 1: Inquadramento territoriale</i>	10
<i>Figura 2: Ubicazione degli interventi</i>	11
<i>Figura 3: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera</i>	22
<i>Figura 4: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta</i>	24
<i>Figura 5: Ripartizione dei Comuni dell'area di interesse per densità totale</i>	25
<i>Figura 6: Estensione dei Comuni dell'area di interesse</i>	26
<i>Figura 7: Mappa della popolazione totale</i>	27
<i>Figura 8: ASL del Lazio</i>	32
<i>Figura 9: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare</i>	35
<i>Figura 10: Sovrapposizione della mappa delle deposizioni totali di fase 1 con mappa della popolazione totale</i>	39
<i>Figura 11: Sovrapposizione della mappa delle deposizioni totali di fase 1 con mappa della popolazione totale</i>	40
<i>Figura 12: Sovrapposizione della mappa delle deposizioni totali di fase 1 con mappa della popolazione totale</i>	41
<i>Figura 13: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)</i>	46
<i>Figura 14: Correlazione fra livelli di carbossiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell'uomo (ASTDR, 2012)</i>	52
<i>Figura 15: Dimensioni relative del particolato atmosferico (US EPA)</i>	56
<i>Figura 16: SMRs per tutte le cause (periodo 2011-2014), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 16)</i>	61
<i>Figura 17: Ospedalizzazioni per tutte le cause (periodo 2007-2015), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 20)</i>	62
<i>Figura 18: Incidenza totale espressa in % per tutti i tipi di tumore, anno 2017 (Fonte: Open Salute Lazio)</i>	72
<i>Figura 19: Numero di malati di tumore per anno e per sesso - Regione Lazio 2017 (Fonte: Open Salute Lazio)</i>	73
<i>Figura 20: Tasso grezzo per anno e per sesso - Regione Lazio 2017 (Fonte: Open Salute Lazio)</i>	73
<i>Figura 21: 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>	75
<i>Figura 22: 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>	75
<i>Figura 23: Aree che hanno fornito dati per Rapporto AIRTUM 2018 [fonte: AIRTUM]</i>	76
<i>Figura 24: Incidenza e mortalità uomini a sx e incidenza e mortalità donne a dx [fonte: AIRTUM]</i>	77
<i>Figura 25: Incidenza e mortalità uomini-donne [fonte: AIRTUM]</i>	77
<i>Figura 26: Numero di malati anni 2010-2017 per sesso – Regione Lazio (Fonte: Open Salute Lazio)</i>	78
<i>Figura 27: Tasso grezzo anni 2010-2017 per sesso – Regione Lazio (Fonte: Open Salute Lazio)</i>	78
<i>Figura 28: Variazione del valore aggiunto a prezzi correnti in provincia di Viterbo, Lazio e Italia 2016 -2017 (in %)</i>	81
<i>Figura 29: Andamento delle esportazioni in provincia di Viterbo, Lazio e Italia 2011 - 2017 (in %)</i>	82
<i>Figura 30: Tasso di disoccupazione per regione – anno 2017</i>	85
<i>Figura 31: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo</i>	86
<i>Figura 32: Bacino idrografico di riferimento</i>	88
<i>Figura 33: Quadro di sintesi, monitoraggio 2015-2017</i>	91
<i>Figura 34: Ubicazione stazioni di monitoraggio per la balneazione</i>	92
<i>Figura 35: Mappa punti di campionamento Comunità fito e zooplanctoniche</i>	95
<i>Figura 36: Mappa punti di campionamento Macrobenthos</i>	97
<i>Figura 37: Mappa punti di campionamento di acqua</i>	99
<i>Figura 38: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico</i>	102
<i>Figura 39: Approccio TTC</i>	103
<i>Figura 40: Confronto fra utilizzo di BMD e NOEL</i>	107
<i>Figura 41: Albero decisionale (Schern, 2012) applicato al caso particolato secondario del caso in esame</i>	110

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Luglio 2021	PROGETTO 205321	PAGINA 5 di 148
<i>Figura 42: Curva di isolivello HI – Fase 1</i>			123
<i>Figura 43: Curva di isolivello HI – Fase 2</i>			124
<i>Figura 44: Curva di isolivello HI – Fase 3</i>			125
<i>Figura 45: Curve di isorischio cancerogeno Fase 1</i>			132
<i>Figura 46: Curve di isorischio cancerogeno Fase 2</i>			133
<i>Figura 47: Curve di isorischio cancerogeno Fase 3</i>			134
<i>Figura 48: Distribuzione di frequenza delle sezioni di censimento target per quintile di deprivazione con riferimento nazionale</i>			140
<i>Figura 49: Distribuzione di frequenza delle sezioni di censimento target per quintile di deprivazione con riferimento regionale</i>			140

ELENCO TABELLE

<i>Tabella 1: Dati emissivi ante e post operam del progetto in esame</i>	15
<i>Tabella 2: Flusso di massa ante e post operam delle emissioni del progetto in esame</i>	16
<i>Tabella 3: Sintesi impatti attesi</i>	21
<i>Tabella 4: Elenco Comuni ricadenti all'interno dell'area di interesse</i>	23
<i>Tabella 5: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2020 (Fonte:Istat)</i>	23
<i>Tabella 6: Popolazione esposta nell'area di indagine, anno 2011</i>	23
<i>Tabella 7: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2020 nei Comuni ricadenti nell'area di interesse, suddivisa per classi di età</i>	24
<i>Tabella 8: Densità della popolazione dell'area di interesse (abitanti / km²)</i>	25
<i>Tabella 9: Elenco recettori sensibili</i>	29
<i>Tabella 10: Sintesi impatti attesi</i>	34
<i>Tabella 11: Stima modellistica delle deposizioni al suolo da emissioni convogliate</i>	37
<i>Tabella 12: 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>	37
<i>Tabella 13: Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri</i>	37
<i>Tabella 14: Metodi per lo studio degli effetti sulla salute prodotti dagli inquinanti atmosferici. (Fonte: Progetto EpiAir2 modificato da American Thoracic Societ)</i>	42
<i>Tabella 15 - Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2</i>	45
<i>Tabella 16: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012)</i>	52
<i>Tabella 17: Profilo di salute generale per la mortalità</i>	63
<i>Tabella 18: Profilo di salute generale per l'ospedalizzazione</i>	63
<i>Tabella 19: Casi osservati medi annui sul territorio dei Comuni compresi, anche solo parzialmente, all'interno dell'area di interesse (fonte: DEP Lazio) e relativi SMR medi pesati sulla popolazione</i>	64
<i>Tabella 20: Casi osservati medi annui sul territorio dei Comuni compresi, anche solo parzialmente, all'interno dell'area di interesse (fonte: DEP Lazio) e relativi SHR medi pesati sulla popolazione</i>	65
<i>Tabella 21: Incidenza regionale [fonte: AIRTUM]</i>	73
<i>Tabella 22: 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>	76
<i>Tabella 23: Numero assoluto, anno 2017 per sesso (Fonte: Open Salute Lazio)</i>	78
<i>Tabella 24: Tasso grezzo tumore al polmone, bronchi e trachea per ASL e sesso</i>	79
<i>Tabella 25: Tasso grezzo tumore al polmone, bronchi e trachea per Comune e sesso</i>	79
<i>Tabella 26: Tasso standardizzato tumore al polmone, bronchi e trachea per ASL e sesso</i>	79

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
6 di 148

<i>Tabella 27: Tasso standardizzato tumore al polmone, bronchi e trachea per Comune e sesso</i>	<i>79</i>
<i>Tabella 28: Riepilogo delle imprese e delle unità locali per stato di attività delle imprese (Anno 2017).....</i>	<i>82</i>
<i>Tabella 29: Imprese femminili per forma giuridica e settore di attività economica (Anno 2017)</i>	<i>83</i>
<i>Tabella 30: Principali indicatori del mercato del lavoro suddivisi per genere nelle province laziali, nel Lazio ed in Italia nel 2017 (Valori in %).....</i>	<i>83</i>
<i>Tabella 31: Forze di lavoro potenziali di 15-74 anni per sesso (Fonte: Istat).....</i>	<i>84</i>
<i>Tabella 32: Tasso di attività per sesso ed età (Fonte: Istat).....</i>	<i>84</i>
<i>Tabella 33: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabella 34: Indici di qualità ambientale LIMeco e parametri chimici a sostegno, 2015-2017.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabella 35: Tavola Sinottica 2015-2017 del tratto marino costiero di interesse</i>	<i>92</i>
<i>Tabella 36: Classificazione acque, 2015-2018</i>	<i>93</i>
<i>Tabella 37: Bollettino Giugno 2018 del tratto in esame</i>	<i>93</i>
<i>Tabella 38: Sintesi range parametri chimico-fisici della colonna d'acqua</i>	<i>99</i>
<i>Tabella 39: Concentrazione nutrienti.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabella 40: Tipo di rischio associato ai parametri di interesse</i>	<i>113</i>
<i>Tabella 41: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)</i>	<i>114</i>
<i>Tabella 42: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII</i>	<i>119</i>
<i>Tabella 43: RfC associato ai parametri di interesse</i>	<i>120</i>
<i>Tabella 44: Risultati dell'assessment tossicologico in termini di massimi HQ</i>	<i>122</i>
<i>Tabella 45: stime modellistiche NH₃ del modello europeo CAMS "European air quality forecasts, Ensemble" relativamente all'anno 2019"</i>	<i>126</i>
<i>Tabella 46: Valori di background</i>	<i>126</i>
<i>Tabella 47: HQ-HI con solo i valori di background</i>	<i>127</i>
<i>Tabella 48: HQ-HI comprensivi dei valori di background</i>	<i>127</i>
<i>Tabella 51: Casi attribuibili in difetto, tassi per assetto ante operam e post operam (Fase 1) su tutta l'area di interesse.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabella 52: Casi attribuibili in difetto, tassi per assetto post operam (Fase 2) su tutta l'area di interesse</i>	<i>137</i>
<i>Tabella 53: Casi attribuibili in difetto, tassi per assetto post operam (Fase 3) su tutta l'area di interesse</i>	<i>138</i>

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
7 di 148

INTRODUZIONE

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM) interventi di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas.

L'obiettivo principale di tale progetto è quello di proporre una tecnologia di combustione capace di garantire la compatibilità ambientale delle emissioni generate e delle tecnologie impiegate in accordo con le BAT (Best Available Techniques) di riferimento, con l'obiettivo al contempo di salvaguardare l'adeguatezza del sistema elettrico nazionale, la qualità del servizio locale e la stabilità di rete richiesta, preservando il più possibile la struttura impiantistica esistente.

Il presente documento rappresenta l'aggiornamento dello Studio di Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto, a seguito del Parere ISS (Prot. n. AOO-ISS 14/04/2020-0013323).

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.

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).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
8 di 148

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
3. Assessement 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021PROGETTO
205321PAGINA
9 di 148**Sintesi dell'evoluzione del procedimento - Focus Valutazione di Impatto Sanitario**

Con nota del 13/02/2020 il Ministro dell'ambiente della Tutela del Territorio e del Mare ha comunicato l'avvio del procedimento di valutazione d'impatto ambientale relativo al progetto di modifica della centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord localizzato nel comune di Civitavecchia (RM) da parte della società proponente ENEL Produzione S.p.A, che prevede, per la tipologia di impianto, l'esame da parte dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) del documento di Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) che il proponente ha predisposto in ottemperanza ai disposti dell'art. 23 del D.Lgs. 151/2006 e ss.mm.ii..

Con prot. AOO-ISS 14/04/2020-0013323 l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ha fornito il proprio parere in merito allo studio VIS presentato da Enel per il progetto in esame e con prot. AOO-ISS 31/07/2020-0026462 ulteriori chiarimenti a seguito di specifica richiesta di Enel con PRO-ENEL-14/07/2020-0010657.

Il proponente ha effettuato specifiche controdeduzione in riferimento a tale parere, inviate con prot. ENEL-PRO-03/08/2020-0011743.

Con prot. 0035008 del 06/04/2021 il MiTE ha trasmesso la richiesta di integrazioni avanzata dalla CTVIA, ai sensi del comma 4 dell'art. 24 del D.lgs. n. 152/2006, con parziale richiamo a quanto già indicato nel parere ISS di cui sopra.

A seguito delle indicazioni dal parere ISS, si procede all'elaborazione di una revisione del documento di Valutazione di Impatto Sanitario in forma completa, aggiornandolo e integrandolo con gli approfondimenti e i chiarimenti richiesti.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
10 di 148

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 di Torrevaldaliga Nord è ubicata lungo la costa laziale, nella città metropolitana di Roma Capitale, nel territorio del comune di Civitavecchia, a circa 2 km a NNW di Punta La Mattonara.

L'area della Centrale è attraversata dalla ferrovia Roma-Pisa, che divide il sito in due parti.

Complessivamente l'area occupata dall'impianto è di circa 700.000 m², su un'area di proprietà di circa 975.000 m².



Figura 1: Inquadramento territoriale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

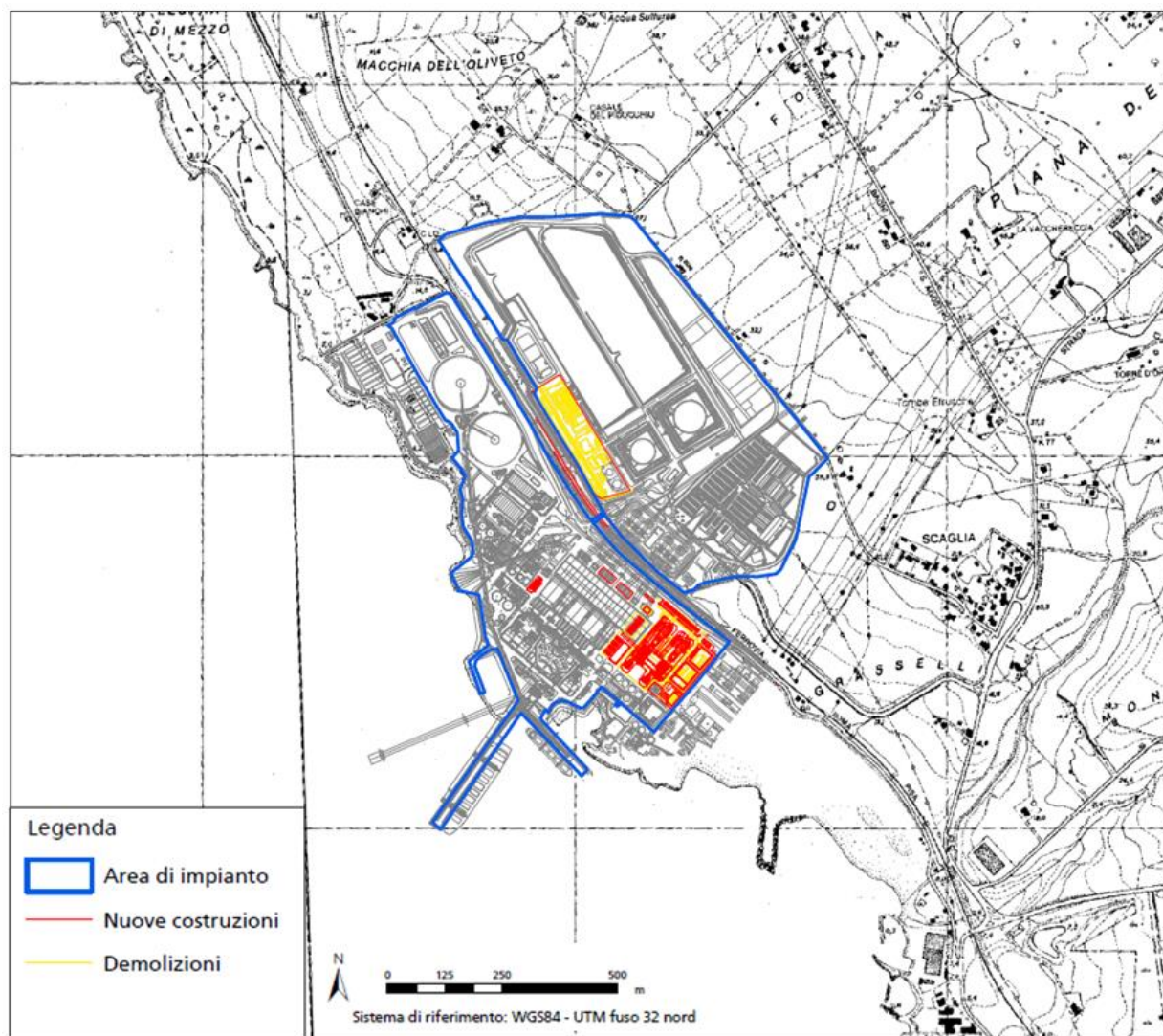
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
11 di 148

L'ubicazione degli interventi in progetto è rappresentata nella figura successiva.


Figura 2: Ubicazione degli interventi

Il progetto prevede la realizzazione nell'area di impianto di nuove unità a gas in configurazione due su uno.

La configurazione finale d'impianto verrà raggiunta tramite tre fasi:

- Fase 1: unità turbogas TN1A su camino di by-pass (ciclo aperto) e contestuale messa fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti:
- Fase 2: unità turbogas TN1A e TN1B su camino di by-pass (ciclo aperto)
- Fase 3: ciclo combinato in configurazione 2+1 (ovvero realizzazione a valle di ciascun turbogas di una caldaia a recupero e loro collegamento ad un'unica turbina a vapore)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
12 di 148

La prima turbina a gas ad essere costruita, denominata TVN 1A, sarà predisposta con camino di by-pass e potrà erogare potenza in modo indipendente (funzionamento in ciclo aperto OCGT). In successione si potrà procedere alla costruzione di un'altra unità turbogas in ciclo aperto, denominata TVN1B. Anche quest'ultimo turbogas sarà provvisto di camino di by-pass per consentire il funzionamento in ciclo aperto. Nella terza fase potrà essere realizzata la chiusura in ciclo combinato delle due unità turbogas, installando due caldaie a recupero e una turbina a vapore in sala macchine, al posto della turbina a vapore del gruppo 1 già dismesso.

In sostanza, il progetto in esame sarà costituito essenzialmente dalle due turbine a gas, dalla potenza nominale pari a circa 560 MWe (cad), dalle due caldaie a tre livelli di pressione per il recupero del calore, e da una turbina a vapore a condensazione della potenza di circa 560 MW.

I componenti principali della nuova unità saranno:

- N. 2 Turbina a gas,
- N. 2 Camino di by-pass
- N. 2 Generatore di vapore a recupero,
- N. 1 Turbina a vapore,
- N. 1 Condensatore.

A seguire si riporta una descrizione sintetica di tali componenti.

Turbine a gas

Saranno installate macchine di classe "H", dotate di bruciatori DLN (Dry Low NOx) o ULN (Ultra 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), da collegare/integrare con il DCS di impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc..

Camino di by-pass

Sarà installato in uscita a ciascuna turbina a gas per il funzionamento in ciclo aperto (Fasi 1 e 2). Il camino sarà dotato di una struttura esterna di sostegno e un silenziatore prima dello sbocco in atmosfera. Per consentire il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella configurazione in ciclo combinato, la base del camino sarà predisposta con un "diverter damper".

Generatore di vapore a recupero (GVR)

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 in atmosfera attraverso il camino.

Il GVR sarà di tipo orizzontale, e produrrà vapore surriscaldato a 3 livelli di pressione: alta pressione (AP), media pressione (MP), bassa pressione (LP) (con degasatore integrato a seconda della tecnologia del

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
13 di 148

Fornitore) e risurriscaldatore. Il GVR sarà progettato per fast start e cycling operation. Il GVR inoltre includerà un catalizzatore SCR, con iniezione di ammoniaca, idoneo a raggiungere il target sulle emissioni NOx. 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 a inviare l'acqua alle sezioni MP e AP della caldaia. Il vapore MP verrà successivamente surriscaldato nell'MP SH e da qui convogliato nel collettore del vapore surriscaldato 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 ad ogni GVR ci sarà una ciminiera, realizzata in acciaio, con un diametro di circa 8,5 m e un'altezza di circa 90 m. Il camino sarà di tipo self-standing senza bisogno del supporto di una struttura esterna.

Turbina a vapore (TV)

La Turbina a vapore (TV) sarà nuova e verrà installata sul cavalletto dell'unità 1 dismessa. Essa sarà del tipo a 3 livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio: il vapore, dopo aver attraversato il corpo di alta pressione, uscirà dalla TV e sarà rimandato nel GVR per un ulteriore risurriscaldamento, consentendo un notevole innalzamento dell'efficienza del ciclo termico. La turbina riceverà vapore BP dallo scarico della sezione MP e dai GVR e scaricherà il vapore esausto al condensatore ad acqua. È previsto anche un sistema di bypass al condensatore, dimensionato per il 100% della portata vapore, da utilizzare per le fasi di primo avviamento e in caso di anomalia della turbina a vapore. La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI), da collegare/integrare con il DCS d'impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc..

Condensatore di vapore

Il condensatore di vapore accoppiato alla nuova Turbina a vapore sarà raffreddato ad acqua di circolazione (acqua di mare), in ciclo aperto. La portata acqua di circolazione che attraversa il condensatore dell'unità 1 sarà 24,5 m³/s (come nella situazione attuale per il gruppo 1 dismesso). Il differenziale massimo di temperatura prelievo/restituzione previsto sarà di 8°C.

Questo valore consente di mantenere durante il normale esercizio una temperatura allo scarico di 35°C, come da prescrizione di legge anche nello scenario estivo con temperatura massima del mare a 27°C.

Il condensatore sarà inoltre provvisto dei seguenti ausiliari:

- sistema di filtrazione acqua in ingresso alle pompe griglie fisse e rotanti);
- sistema per la pulizia continua dei fasci tubieri;
- sistema di dosaggio ipoclorito;
- sistema di vuoto al condensatore (dimensionato per le fasi di hogging e holding).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas**DATA
Luglio 2021PROGETTO
205321PAGINA
14 di 148

È previsto il recupero dell'opera di presa e delle condotte di adduzione fino al condensatore esistente. Verranno recuperate anche le pompe acqua circolazione esistenti, con interventi di revamping e ottimizzazione.

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 attuali e delle emissioni attese negli assetti di progetto considerati 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):

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
15 di 148

Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata ⁽¹⁾ (Nm ³ /h)	O ₂ Rif. (%)	SO ₂ ⁽²⁾ (mg/Nm ³)	NO _x ⁽³⁾ (mg/Nm ³)	NH ₃ ⁽⁴⁾ (mg/Nm ³)	CO ⁽⁵⁾ (mg/Nm ³)	PTS ⁽⁶⁾ (mg/Nm ³)
Assetto attuale									
TN2	110	30	2.100.000	6	100 ⁽⁷⁾	100 ⁽⁸⁾	5 ⁽⁹⁾	120 ⁽¹⁰⁾	10 ⁽¹¹⁾
TN3			2.100.000		100 ⁽⁷⁾	100 ⁽⁸⁾	5 ⁽⁹⁾	120 ⁽¹⁰⁾	10 ⁽¹¹⁾
TN4			2.100.000		100 ⁽⁷⁾	100 ⁽⁸⁾	5 ⁽⁹⁾	120 ⁽¹⁰⁾	10 ⁽¹¹⁾
Fase 1									
Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata ⁽¹⁾ (Nm ³ /h)	O ₂ Rif. (%)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x ⁽¹²⁾ (mg/Nm ³)	NH ₃ ⁽¹³⁾ (mg/Nm ³)	CO ⁽¹⁴⁾ (mg/Nm ³)	PTS (mg/Nm ³)
TN1A-bypass	680	40	4.150.000	15	---	30 ⁽¹⁵⁾	---	30 ⁽¹⁶⁾	---
Fase 2									
TN1A-bypass	680	40	4.150.000	15	----	30 ⁽¹⁵⁾	---	30 ⁽¹⁶⁾	---
TN1B-bypass	680	40	4.150.000	15	----	30 ⁽¹⁵⁾	---	30 ⁽¹⁶⁾	---
Fase 3									
TN1A	80	20	4.150.000	15	----	10 ⁽¹⁵⁾	5 ⁽¹⁶⁾	30 ⁽¹⁵⁾	---
TN1B	80	20	4.150.000	15	----	10 ⁽¹⁵⁾	5 ⁽¹⁶⁾	30 ⁽¹⁵⁾	---

⁽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 per SO_x 10-130 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
25-205 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

⁽³⁾ BAT per NO_x 65-150 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
85-165 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

⁽⁴⁾ BAT per NH₃ 3-10 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽⁵⁾ BAT per CO 5-100 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽⁶⁾ BAT per PTS 2-8 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
3-11 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

⁽⁷⁾ Limite attuale autorizzato per SO_x, periodo di riferimento orario (limite giornaliero 80 mg/Nm³)

⁽⁸⁾ Limite attuale autorizzato per NO_x, periodo di riferimento orario (limite giornaliero 80 mg/Nm³)

⁽⁹⁾ Limite attuale autorizzato per NH₃, periodo di riferimento orario (limite giornaliero 4 mg/Nm³)

⁽¹⁰⁾ Limite attuale autorizzato per CO, periodo di riferimento giornaliero

⁽¹¹⁾ Limite attuale autorizzato per PTS, periodo di riferimento orario (limite giornaliero 8 mg/Nm³)

⁽¹²⁾ BAT per NO_x

- OCGT (TN1A&B-bypass): 15-35 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
25-50 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero
- CCGT (TN1A&B): 10-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
15-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

⁽¹³⁾ BAT per NH₃

- CCGT (TN1A&B): 3-10 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽¹⁴⁾ BAT per CO

- OCGT (TN1A&B bypass): 5-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
- CCGT (TN1A&B): 5-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽¹⁵⁾ Performance attesa per periodo di riferimento giornaliero

⁽¹⁶⁾ Performance attesa per periodo di riferimento annuale

Tabella 1: Dati emissivi ante e post operam del progetto in esame

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
16 di 148

Scenario	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	PTS
	kg/h				
Attuale	630	630	31,5	756	63
Progetto	---	83	41,5	249	---

Tabella 2: Flusso di massa ante e post operam delle emissioni del progetto in esame

I dati sopra riportati evidenziano **la significativa riduzione dell'impatto del progetto sulla componente atmosfera** rispetto alla configurazione attualmente autorizzata. Inoltre, in merito all'ammoniaca, il proponente potrà garantire un contributo non superiore all'attuale emissione massica alla capacità produttiva dell'impianto esistente, pari a circa 195 t/anno. In ciclo aperto, inoltre, il contributo per la componente di ammoniaca sarà nullo in quanto non viene utilizzato il catalizzatore SCR, poiché associato al generatore di vapore a recupero presente solo nella configurazione in ciclo combinato

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
17 di 148

1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere

Per quanto concerne gli interventi di nuova realizzazione, le attività di cantiere civile previste possono essere sintetizzate in:

- preparazione del sito;
- connessioni stradali;
- costruzioni temporanee di cantiere;
- eventuale trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- fondazione ciminiera;
- diesel di emergenza – vasca di contenimento e fondazioni;
- trasformatore – vasca di contenimento e fondazioni;
- fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- fondazione per serbatoi;
- pozzetti, tubazioni e vasche di trattamento acque sanitarie;
- rete interrati (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- adeguamento della vasca di prima pioggia esistente, a cui confluiscono le acque interessate dalla costruzione del nuovo CCGT;
- recinzione;
- aree parcheggio;
- strade interne e illuminazione, parcheggi;
- eventuale sistemazione a verde.

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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
18 di 148

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 meteo-climatico 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
19 di 148

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA	Durante le attività in <u>fase di cantiere</u> le emissioni principali saranno sostanzialmente riconducibili ai mezzi di trasporto e macchine operatrici attraverso i processi di combustione dei motori e la movimentazione e trasporto di materiali polverulenti. Adeguate misure di mitigazione ed assenza di recettori sensibili in prossimità del cantiere. La valutazione dell'impatto connesso alle emissioni di polveri generate in fase di cantiere mostra che è da ritenersi non significativo, completamente reversibile e circoscritto all'area di intervento.	Nessun impatto significativo prevedibile
	Durante la <u>fase di esercizio</u> gli impatti sulla componente indotti dalla Centrale saranno prevalentemente associati alle emissioni di inquinanti dai camini. In Fase 1 ed in Fase 2 è attesa l'eliminazione di emissioni di SO ₂ e particolato primario ed una riduzione significativa delle emissioni di NO ₂ e CO.	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D. Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Attesa riduzione di impatto.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI	Gli scarichi liquidi derivanti dalle attività di <u>fase di cantiere</u> sono riconducibili a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ reflui sanitari convogliati alla rete di centrale, ▪ reflui derivanti dalle lavorazioni: trattati dai sistemi di centrale o smaltiti come rifiuti. 	Nessun impatto significativo prevedibile.
	In <u>fase di esercizio</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ è attesa una riduzione della potenza termica dissipata attraverso le acque di raffreddamento, ▪ non sono previste modifiche né nell'ubicazione dei punti di prelievo e scarico in mare, ▪ si continuerà a garantire il rispetto dei limiti AIA allo scarico. 	Attesa riduzione di impatto termico (risultato di analisi modellistiche previsionali). Nessun ulteriore impatto aggiuntivo previsto
AMBIENTE IDRICO ACQUE SOTTERRANEE	Le misure di prevenzione previste per la <u>fase di cantiere</u> portano a stimare come basso il potenziale di interferenza sulla falda in fase di cantiere. Per quanto riguarda le acque da aggotamento, queste potranno esser inviate a trattamento (se esplicitamente autorizzato). o, in alternativa, gestite come rifiuto.	Nessun impatto significativo prevedibile.
	Il nuovo assetto in <u>fase di esercizio</u> non comporta utilizzo di acque sotterranee. Opportune misure di protezione comporteranno adeguata protezione della risorsa in oggetto.	Nessun impatto prevedibile.
SUOLO E SOTTOSUOLO	In <u>fase di cantiere</u> le interazioni sul suolo e sottosuolo sono riconducibili essenzialmente ai movimenti terre, con la conseguente gestione delle terre e rocce da scavo (riutilizzo interno o smaltimento come rifiuto). L'occupazione di suolo per aree aggiuntive rispetto a quelle di stabilimento per la fase di cantiere sarà temporanea. Per la componente suoli nel sito non è stato necessario effettuare alcuna caratterizzazione. La caratterizzazione ambientale sarà svolta, prima dell'inizio degli scavi, nel rispetto di quanto riportato nell'allegato 4 del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120.	Nessun impatto significativo prevedibile.
	In <u>fase di esercizio</u> , nessuna interazione prevista grazie all'adozione di adeguate misure di protezione ed operative.	Nessun impatto significativo prevedibile.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
20 di 148

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
	<p>Nessuna occupazione di area ulteriore al di fuori dei limiti di stabilimento.</p> <p>Come per la fase di cantiere, si può affermare che gli interventi in progetto mantengono inalterati i presupposti e le assunzioni con cui è stato elaborato il Progetto Definitivo di Bonifica approvato, anche in riferimento alle vie di esposizione dei contaminanti ed ai recettori individuati.</p>	
BIODIVERSITÀ	<p>In prossimità dell'area della Centrale sono presenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SIC IT6000005 "Fondali tra Punta S. Agostino e Punta della Mattonara" (a circa 0,4 km); ▪ ZPS IT6030005 "Comprensorio Tolfetano-Cerite-Manziate" (a circa 5 km); ▪ SIC IT6000004 "Fondali tra Marina di Tarquinia e Punta della Quaglia" (a circa 5 km). <p>L'assenza nell'area interessata dagli interventi di valenze dal punto di vista floristico e vegetazionale, l'opportuna gestione dei reflui/emissioni prevista da progetto, oltre all'esperienza pregressa di altri cantieri Enel analoghi che non hanno prodotti impatti apprezzabili, portano a ritenere le interazioni sulla componente <u>in fase di cantiere</u> come trascurabili.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile.
	<p>In <u>fase di esercizio</u> sono da considerare interazioni migliorative rispetto all'assetto attuale in relazione alla riduzione attesa dei prelievi idrici e delle emissioni in atmosfera.</p> <p>Non sono previsti fenomeni di sottrazione di habitat faunistico né di ecosistemi connessi con l'occupazione di suolo.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile
CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE	<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>	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico compatibile con limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati.
	<p>Nella <u>fase di esercizio</u> è attesa una riduzione delle emissioni sonore delle apparecchiature grazie all'utilizzo di tecnologie moderne dotate di adeguate misure di mitigazione.</p>	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico previsionale con una riduzione del contributo della centrale nell'assetto futuro nell'ambiente circostante. Attesa riduzione di impatto.
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	Nessuna interazione significativa sia per la <u>fase di cantiere</u> che per la <u>fase di esercizio</u> .	Attesa riduzione di impatto.
PAESAGGIO	<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>	Nessun impatto prevedibile.
	<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</p>	L'elaborazione di fotoinserimenti eseguiti dai punti di vista considerati come i più significativi ha mostrato l'assenza di impatti significativi sulla componente paesaggio.
SALUTE	Le principali interazioni ambientali, fonti di rischio per la	Essendo attese riduzioni di impatto per

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
21 di 148

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
PUBBLICA	salute pubblica in riferimento alla tipologia di opera in esame, sono costituite dalle emissioni atmosferiche e sonore.	entrambe le componenti, non è prevedibile alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica.

Tabella 3: Sintesi impatti attesi

È importante sottolineare che le considerazioni riportate in tabella precedente, sono riferite alla stima di impatto nel passaggio dall'assetto ante operam all'assetto post operam (assetto futuro), considerando per quest'ultimo sia l'assetto impiantistico di Fase 1, Fase 2 e Fase 3.

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.

Così come per gli scenari di progetto di cui allo Studio di Impatto Ambientale presentato è possibile affermare che l'estensione massima dell'area di influenza potenziale del progetto è rappresentata dal dominio di calcolo del modello di valutazione delle emissioni in atmosfera.

In tale ottica, il proponente ha definito in maniera critica **l'area di interesse incentrando le valutazioni in un'area che comprenda solo le porzioni di territorio nelle quali sono contenute le ricadute al suolo degli inquinanti emessi nell'assetto di progetto.**

Tale area, avente un'estensione di **23 km x 23 km** definita sulla base delle risultanze della modellistica di diffusione in aria e della valutazione delle ricadute al suolo degli inquinanti per gli scenari di progetto, di fatto permette di analizzare un quadro demografico esteso e rappresentativo, focalizzando al contempo le valutazioni sanitarie sulla popolazione potenzialmente esposta agli impatti connessi al progetto in esame.

È necessario infine sottolineare che, nonostante la variabilità dei diversi assetti emissivi simulati (assetto emissivo attuale ed assetti progettuali futuri Fase 1 (OCGT 1A), Fase 2 (OCGT 1A e 2A) e Fase 3 (CCGT 1A e 2A) l'estensione di 23 km x 23 km è tale da poter valutare in maniera completa la diversa distribuzione territoriale delle relative ricadute al suolo. Tale area permette di tenere conto anche delle incertezze legate alle stime modellistiche e di considerare la porzione di territorio affetta dalle potenziali emissioni dell'impianto nell'eventualità di un funzionamento continuativo a massimo carico.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
22 di 148

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 23 km. 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
23 di 148

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 23 x 23 km sono di seguito elencati:

Codice ISTAT Comune	Comune
58004	Allumiere
56007	Blera*
58032	Civitavecchia
58097	Santa Marinella
56050	Tarquinia
58105	Tolfa

*La porzione di territorio del Comune di Blera che ricade nell'area di interesse risulta essere non popolata, tale Comune sarà escluso dunque dalle successive valutazioni.

Tabella 4: Elenco Comuni ricadenti all'interno dell'area di interesse

Per tali Comuni si riporta a seguire la stima del numero di abitanti con i dati aggiornati al 2020 facendo una distinzione tra la popolazione femminile e maschile.

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Allumiere	3.879	1.197	1.952
Civitavecchia	51.690	24.774	26.916
Santa Marinella	18.174	8.786	9.388
Tarquinia	16.148	7.843	8.305
Tolfa	4.954	2.500	2.454

Tabella 5: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2020 (Fonte:Istat)

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 sotto elencati fanno riferimento alla dimensione della popolazione esposta all'interno dell'area di riferimento (23 x 23 km).

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Allumiere	4.133	2.039	2.094
Civitavecchia	51.229	24.443	26.786
Santa Marinella	14.826	7.138	7.688
Tarquinia	13.733	6.663	7.070
Tolfa	3.638	1.826	1.812

Tabella 6: Popolazione esposta nell'area di indagine, anno 2011

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

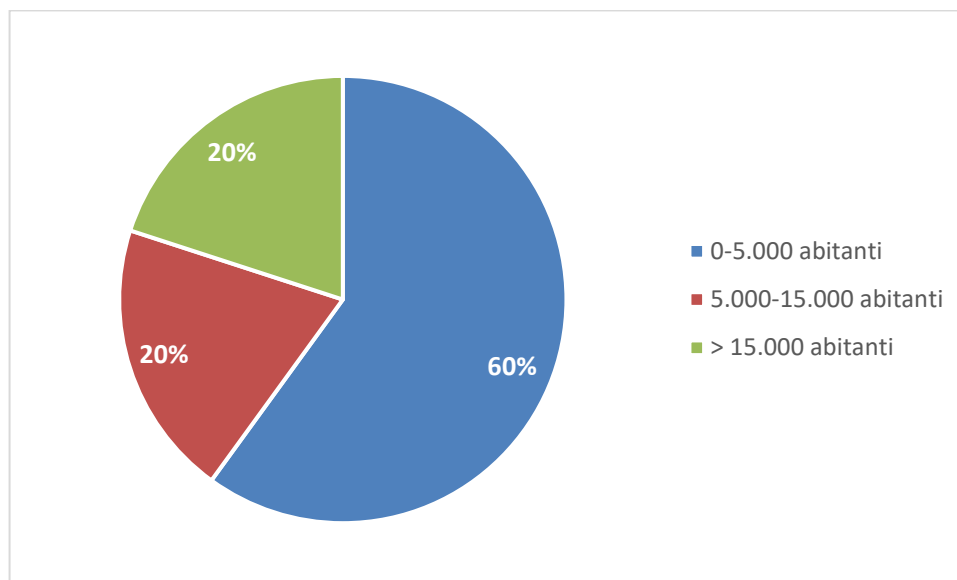
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
24 di 148

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 più della metà dei Comuni (60%) comprenda una popolazione esposta inferiore a 5.000 abitanti; il restante 40% risulta equamente suddiviso tra le fasce 5.000-15.000 abitanti e > 15.000 abitanti.

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 2020.

Provincia	Codice ISTAT Comune	Comune	Popolazione da 0 a 14 anni	Popolazione da 15 a 64 anni	Popolazione oltre i 65 anni
Viterbo	56050	Tarquinia	1.913	10.181	4.054
Roma	58004	Allumiere	459	2.474	946
	58032	Civitavecchia	6.813	33.011	11.866
	58097	Santa Marinella	2.107	11.654	4.413
	58105	Tolfa	606	3.181	1.467

Tabella 7: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2020 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

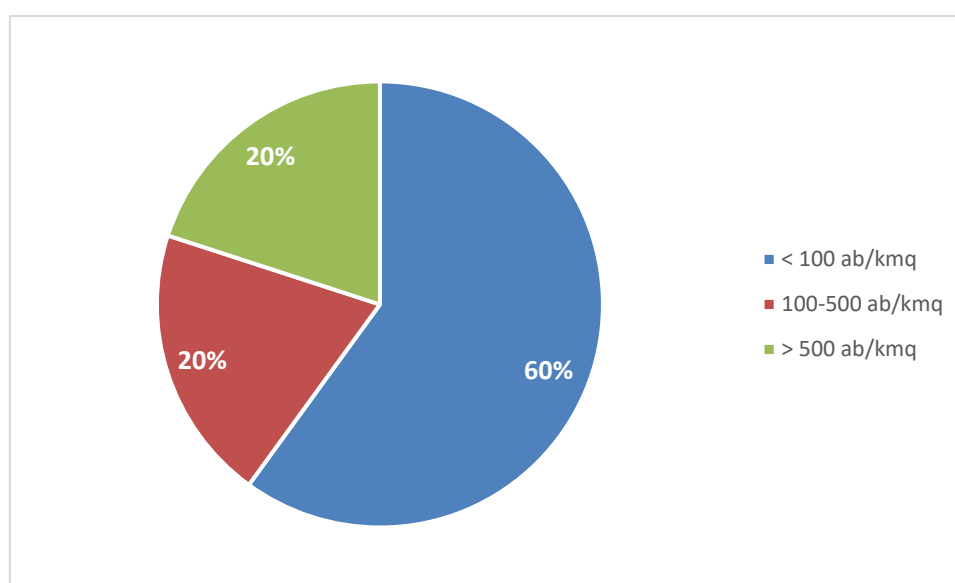
 PROGETTO
205321

 PAGINA
25 di 148

Comune	Densità totale	Densità Maschile	Densità Femminile
Allumiere	44,6	22,0	22,6
Civitavecchia	700,3	334,1	366,2
Santa Marinella	360,1	173,4	186,7
Tarquinia	57,6	28,0	29,7
Tolfa	30,7	15,4	15,3

Tabella 8: Densità della popolazione dell'area di interesse (abitanti / km²)

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


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

Questa analisi restituisce uno spaccato simile a quello descritto dalla popolazione per singolo comune a conferma di una scarsa densità abitativa (inferiore a 100 ab/km²) per il 60% dei Comuni.

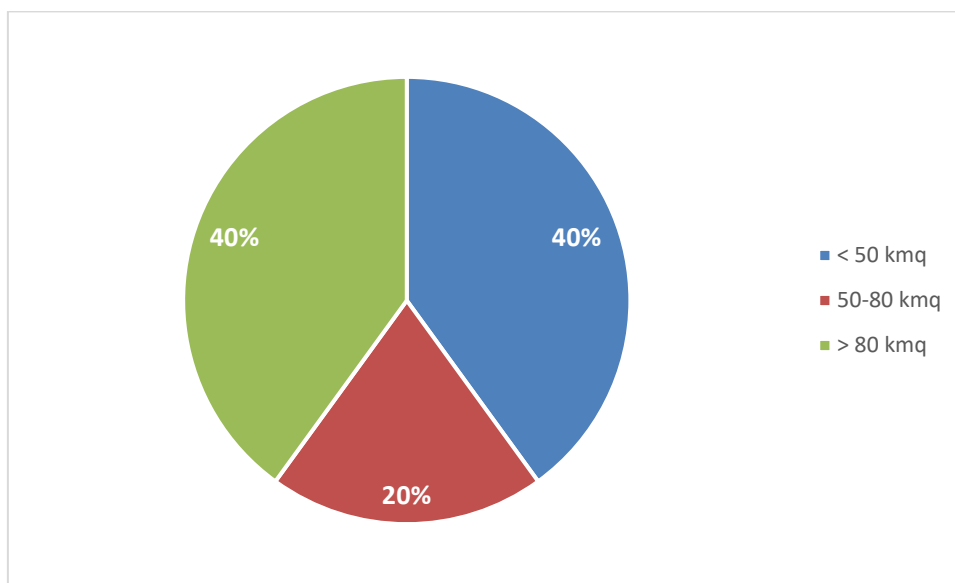
Nel grafico successivo si riporta invece una ripartizione dei Comuni compresi nell'area di interesse secondo la loro estensione geografica:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
26 di 148

Figura 6: Estensione dei Comuni dell'area di interesse

Si nota come l'80% dei Comuni abbia un'estensione equamente suddivisa tra le fasce < 50 kmq e > 80 kmq. Il rimanente 20% ha un'estensione compresa tra 50 e 80 kmq.

In **Tavola 2** si riportano:

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

A titolo di esempio si riporta un estratto della mappa relativa alla popolazione totale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
27 di 148

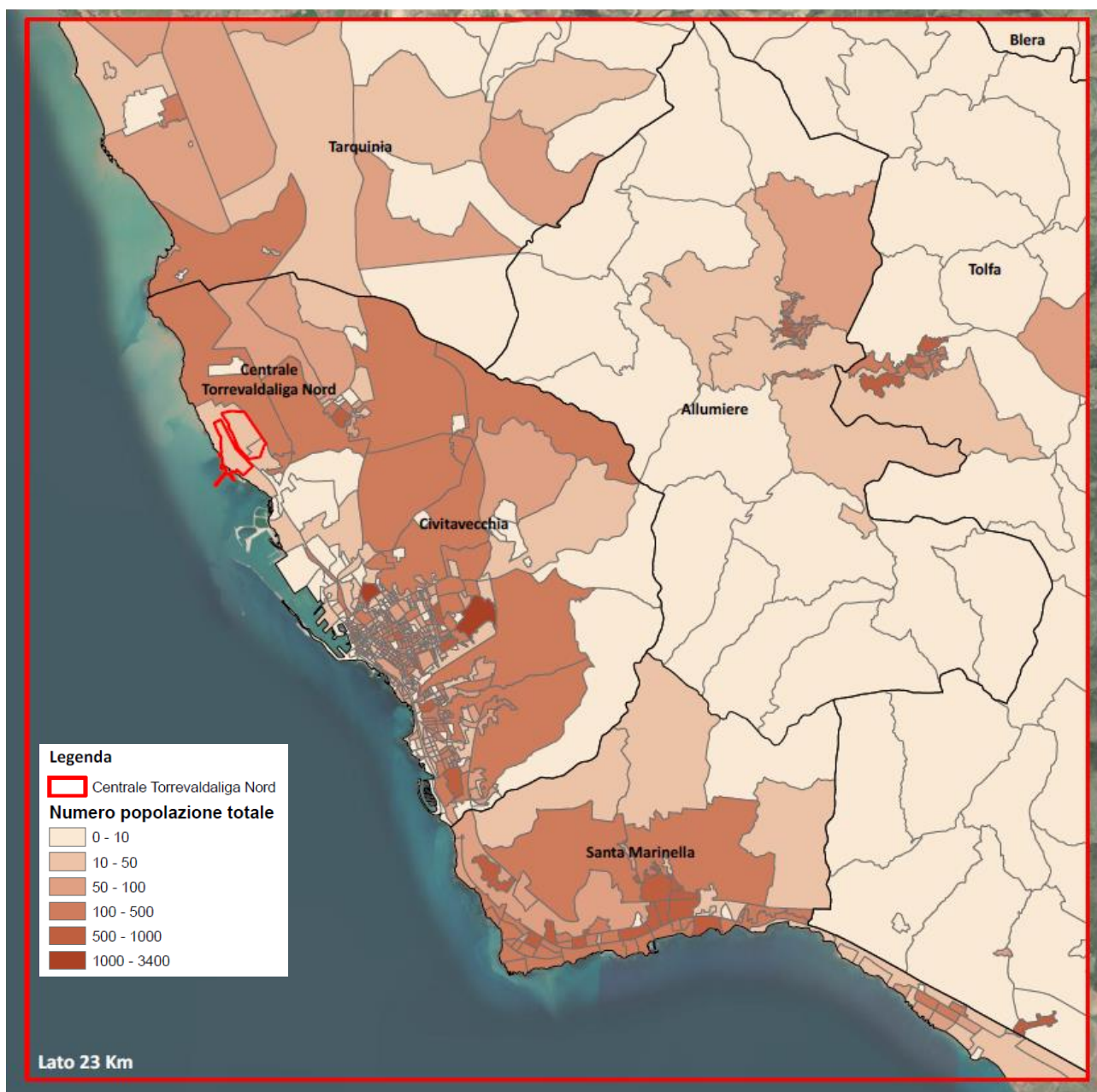


Figura 7: Mappa della popolazione totale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
28 di 148

1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse

Uso del suolo

La provincia di Roma interessa una porzione molto significativa della regione Lazio ed è estremamente eterogenea per condizioni climatiche, litologia, morfologia, flora e vegetazione.

L'azione dell'uomo in alcuni casi ha contribuito a rendere ancora più diversificata questa eterogeneità. In altri casi la necessità di trasformare il sistema naturale in sistemi artificiali (agricoli e residenziali) ha ridotto l'eterogeneità.

Il comune di Civitavecchia, nel quale gli interventi in esame ricadono, appartiene al sistema territoriale e ambientale dei "Monti della Tolfa" ed è contraddistinto dalla presenza di una pluralità di paesaggi.

Da una parte esiste un "paesaggio agroforestale costiero e retrocostiero", dall'altra un "paesaggio agricolo collinare con coltivazioni miste", fino ad arrivare ad un "paesaggio agricolo della pianura costiera con coltivazione mista".

Paesaggio agroforestale costiero e retrocostiero

Questa unità di paesaggio individua le aree caratterizzate dalle pendici boscate dei Monti della Tolfa che degradano verso il mare lasciando spazio, nella fascia costiera, ai seminativi. La parte più esposta all'influenza marina e più pianeggiante vede la presenza di macchia mediterranea, arbusteti e boschi radi di sughera o leccio, a volte pascolati, che si alternano alle colture agricole. Molti tratti di questa unità di paesaggio risultano segnati dalla presenza di insediamenti edilizi. Rimboschimenti costieri o retrocostieri di pino sono un altro tipico esempio della trasformazione umana di questo tipo di paesaggio che oggi rappresenta uno degli elementi caratteristici di questi ambienti. Spostandoci all'interno si trovano ancora tracce dell'attività agricola.

Paesaggio agricolo collinare con coltivazioni miste

Questo tipo di paesaggio è diffuso nel territorio provinciale sui rilievi collinari che circondano le aree pianeggianti attorno a Roma conosciute come "campagna romana". Le coltivazioni più diffuse sono: le orticole, le arboree da frutto (oliveti, vigneti e frutteti in genere), i seminativi e i pascoli.

Paesaggio agricolo della pianura costiera con coltivazioni miste

Tale paesaggio si presenta in quei tratti di litorale occupati da varie colture e da una variegata presenza di aree urbane. Nei pressi di Civitavecchia sono invece i seminativi ad avere maggior rilievo. L'impronta di queste diverse coltivazioni rende vario e complesso il paesaggio rispetto ad aree costiere più omogenee della provincia. Allo stesso tempo lo sfruttamento turistico e l'espansione degli abitati hanno sicuramente causato una perdita di identità per questo paesaggio agricolo.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
29 di 148

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, per gli stessi è stato calcolato il rischio tossicologico per la popolazione esposta, come dettagliato al paragrafo 2.1.1.

Nello specifico, si riporta di seguito l'elenco dei principali ricettori individuati, di cui in **Tavola 4** si riporta una mappa relativa all'ubicazione nell'area di interesse:

Nome recettore	Comune	Nome recettore	Comune
IISS Vincenzo Cardarelli - sede Lido	Tarquinia	IIS Stendhal - sede IPSEOA "Lucio Cappannari"	Civitavecchia
IC Ennio Galice - Plesso Campo dell'Oro	Civitavecchia	Liceo Statale Padre Alberto Guglielmotti	Civitavecchia
IIS Alberto Guglielmotti - sede Liceo artistico	Civitavecchia	Scuola media Ennio Galice Plesso San Gordiano	Civitavecchia
Istituto di Istruzione Superiore Statale Guglielmo Marconi	Civitavecchia	Ospedale San Paolo	Civitavecchia
Scuola Dell'infanzia Maria Teresa di Calcutta	Civitavecchia	ASL Roma 4	Civitavecchia
Scuola Elementare Antonio de Curtis	Civitavecchia	Hospice "Carlo Chenis"	Civitavecchia
IC Via Barbaranelli	Civitavecchia	Scuola Paritaria San Benedetto	Santa Marinella
IIS Stendhal - sede Istituto Tecnico Commerciale "Guido Baccelli"	Civitavecchia	Scuola elementare (primaria) e dell'infanzia Centro	Santa Marinella
Scuola Media Statale Manzi	Civitavecchia	Liceo Scientifico e Linguistico Statale Galileo Galilei	Santa Marinella
IISS Luigi Calamatta	Civitavecchia	Vignacce Scuola materna (dell'infanzia)	Santa Marinella
Scuola elementare C. Laurenti	Civitavecchia	Ospedale Pediatrico Bambino Gesù Sede Santa Marinella	Santa Marinella
Istituto Comprensivo Via Montanucci	Civitavecchia	7° Reggimento Difesa CBRN "Cremona"	Civitavecchia
Liceo Linguistico Hemingway	Civitavecchia	Comprensorio militare S. Lucia	Civitavecchia
Liceo Scientifico, Linguistico e Musicale Galileo Galilei	Civitavecchia	11° Reggimento Trasmissioni	Civitavecchia
Scuola di Guerra - Caserma "Giorgi" CE.SI.VA	Civitavecchia	Casa Circondariale	Civitavecchia

Tavola 9: Elenco recettori sensibili
Aree sensibili

Per quanto riguarda potenziali aree rilevanti a livello di criticità ambientali, l'area di interesse risulta essere priva di questo tipo di aree, non ricadendo all'interno di Siti di Interesse Nazionale (SIN).

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:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Luglio 2021	PROGETTO 205321	PAGINA 30 di 148
--	---------------------	--------------------	---------------------

- SIC IT6000005 “Fondali tra Punta S. Agostino e Punta della Mattonara” (a circa 0,4 km);
- ZPS IT6030005 “Comprensorio Tolfetano-Cerite-Manziate” (a circa 5 km);
- SIC IT6000004 “Fondali tra Marina di Tarquinia e Punta della Quaglia” (a circa 5 km);
- SIC/ ZPS IT6010026 “Saline di Tarquinia” (a circa 7,5 km).

SIC “Fondali tra Punta S. Agostino e Punta della Mattonara”

Il SIC appartiene alla regione biogeografica Mediterranea, occupa una superficie di 557 ha, ed è localizzato nella Provincia di Roma interessando i Comuni di Tarquinia e Civitavecchia. I due Habitat presenti sono:

- Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*): associazione vegetale caratterizzante i fondi mobili del piano infralitorale, di cui determina anche il limite inferiore, nel mar Mediterraneo;
- Scogliere.

ZPS “Comprensorio Tolfetano-Cerite-Manziate”

Comprensorio collinare subcostiero di estrema importanza naturalistica che ospita significative presenze di tutti i gruppi zoologici. In particolare si sottolinea la presenza dei rapaci forestali diurni e di mammiferi carnivori. I principali Habitat qui presenti sono rappresentati da “Brughiere, boscaglie, macchia, garighe”; “Praterie aride, steppe”; “Arboreti” (inclusi frutteti, vivaia, vigneti e dehesas); “Foreste di sempreverdi”; “Foreste di caducifoglie” che ricoprono circa il 40% della ZPS; “Corpi d’acqua interni: acque stagnanti e correnti”; “Colture cerealicole estensive, incluse e colture in rotazione con maggese regolare” ed “Altri terreni agricoli”.

SIC “Fondali tra Marina di Tarquinia e Punta della Quaglia”

Il SIC appartiene alla regione biogeografica Mediterranea, occupa una superficie di 1840,64 ha, è localizzato nella Provincia di Viterbo ed interessa il Comune di Tarquinia.

È un ambiente marino bentonico in cui gli habitat presenti sono:

- Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina;
- Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*);
- Scogliere.

SIC/ZSP “Saline di Tarquinia”

Le Saline di Tarquinia occupano una superficie di 170 ha.

A livello di fauna il sito accoglie numerose specie di uccelli stanziali e migratori tra cui il Fenicottero rosa, la Garzetta, l’Airone cinerino, il Cavaliere d’Italia, il Gabbiano corallino, l’Airone Bianco, il Falco Pescatore, il Germano Reale, il Cormorano, la Quaglia, il Fagiano ed altri. Ma anche Volpi, Istrici, Nutrie, Porcospini, Scoiattoli e Testuggini comuni. A livello di flora le principali specie qui presenti sono rappresentate da: *Cakile maritima*, giglio marino (*Pancratium maritimum*), alofite succulente (*Salicornia* e *Sarcocornia*),

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
31 di 148

Cladophora vagabonda, *Dunaliella salina*, pino domestico e pino d'Aleppo, tamerice (*Tamarix gallica* e *tamarix africana*), olivello di Boemia (*Elaeagnus angustifolia*), pioppo bianco (*Populus alba*) e ailanto (*Ailanthus altissima*).

Per quanto riguarda la presenza di potenziali aree sensibili a livello di paesaggio e beni culturali, l'area di interesse si caratterizza per la presenza di numerosi elementi di carattere antropico. L'area interessata dagli interventi di modifica dell'impianto di Centrale si colloca in un'area a carattere produttivo, per questo non sono presenti aree sensibili a livello paesaggistico.

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

Distretti Sanitari

In riferimento alla ripartizione dell'area di interesse in distretti sanitari, l'area in esame è inclusa all'interno dell'Azienda Sanitaria Locale (ASL) di Viterbo e dell'ASL di Roma 4, come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**.

Le ASL della regione Lazio sono di seguito elencate e raffigurate:

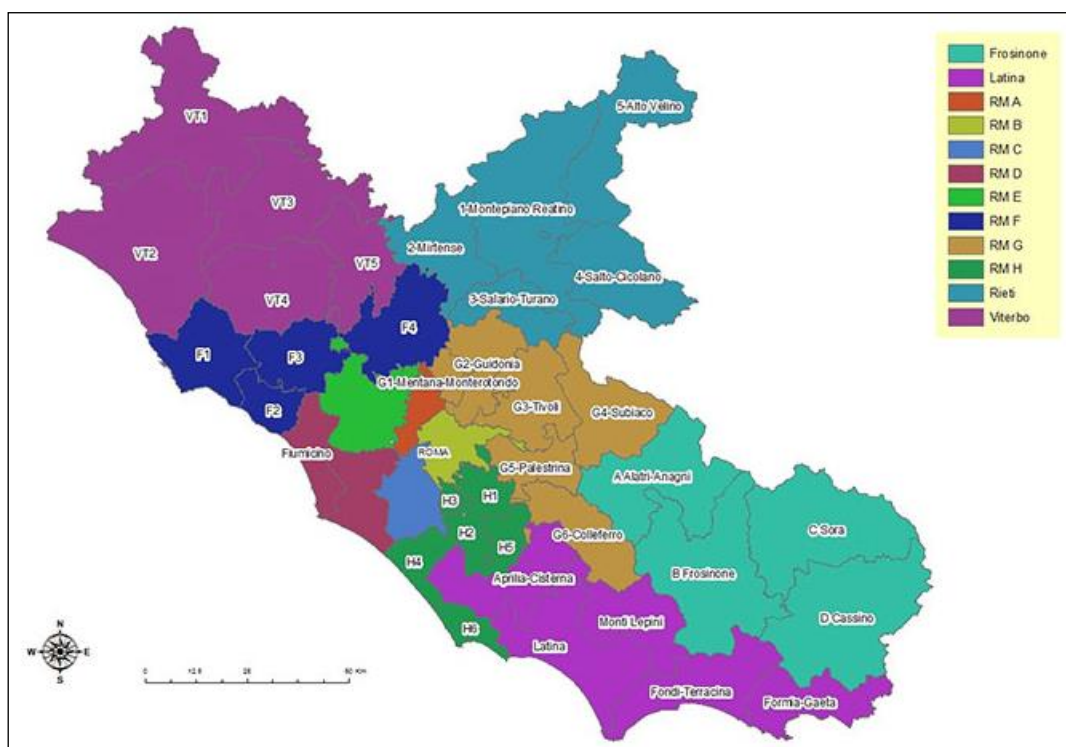
- ASL di Frosinone;
- ASL di Latina;
- ASL di Rieti;
- ASL di Viterbo;
- ASL di Roma 1 (che accorpa le ex Roma A e Roma E);
- ASL di Roma 2 (che accorpa le ex Roma B e Roma C);
- ASL di Roma 3 (ex Roma D);
- ASL di Roma 4 (ex Roma F);
- ASL di Roma 5 (ex Roma G);
- ASL di Roma 6 (ex Roma H).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
32 di 148

Figura 8: ASL del Lazio

L'area di interesse è compresa all'interno dell'ASL di Roma 4 e dell'ASL Viterbo.

L'ASL di Viterbo risulta essere ulteriormente divisa in tre Distretti. L'area del progetto è inclusa nel Distretto A (di cui fa parte il comune di Tarquinia) come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**.

Per quanto riguarda l'ASL di Roma 4, è suddivisa in ulteriori quattro Distretti. L'area del progetto è inclusa nel Distretto 1 come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**, ed in particolare sono inclusi in tale distretto:

- Comune di Allumiere,
- Comune di Tolfa,
- Comune di Civitavecchia,
- Comune di Santa Marinella.

1.3 Identificazione dei fattori di rischio

I fattori di rischio in ambito VIS sono in generale identificabili con quelle interazioni ambientali che 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.

Si ricorda che anche in questo caso le considerazioni riportate sono riferite alla stima di impatto nel passaggio dall'assetto ante operam, all'assetto post-operam (assetto futuro), considerando per quest'ultimo sia l'assetto impiantistico di Fase 1, quello di Fase 2 e quello di Fase 3.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
34 di 148

Componente o fattore ambientale interessato	Stima IMPATTO atteso	Fattori di rischio VIS
ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA	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, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Attesa riduzione di impatto.	Fattore di rischio VIS in relazione alla tipologia di impianto.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI	Nessun impatto significativo prevedibile.	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	Attesa riduzione di prelievo idrico. Nessun ulteriore impatto aggiuntivo previsto.	Impatto migliorativo. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SOTTERRANEE	Nessun impatto significativo prevedibile.	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	Attesa riduzione di impatto.	Impatto migliorativo. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
SUOLO E SOTTOSUOLO	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
BIODIVERSITÀ	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non direttamente correlabile con salute pubblica.
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico compatibile con limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati. Nessun impatto significativo prevedibile.	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico previsionale con una pressoché generale riduzione del contributo della centrale nell'assetto futuro nell'ambiente circostante. Attesa riduzione di impatto.	Impatto migliorativo. Non identificabile come fattore di rischio VIS.
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	Nessun impatto prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
PAESAGGIO	Nessun impatto prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS.
	L'elaborazione di fotoinserti eseguiti dai punti di vista considerati come i più significativi ha mostrato l'assenza di impatti significativi sulla componente paesaggio.	

Tabella 10: Sintesi impatti attesi

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
35 di 148

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 (prevedibile una riduzione di impatto) sia la componente "atmosfera".

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

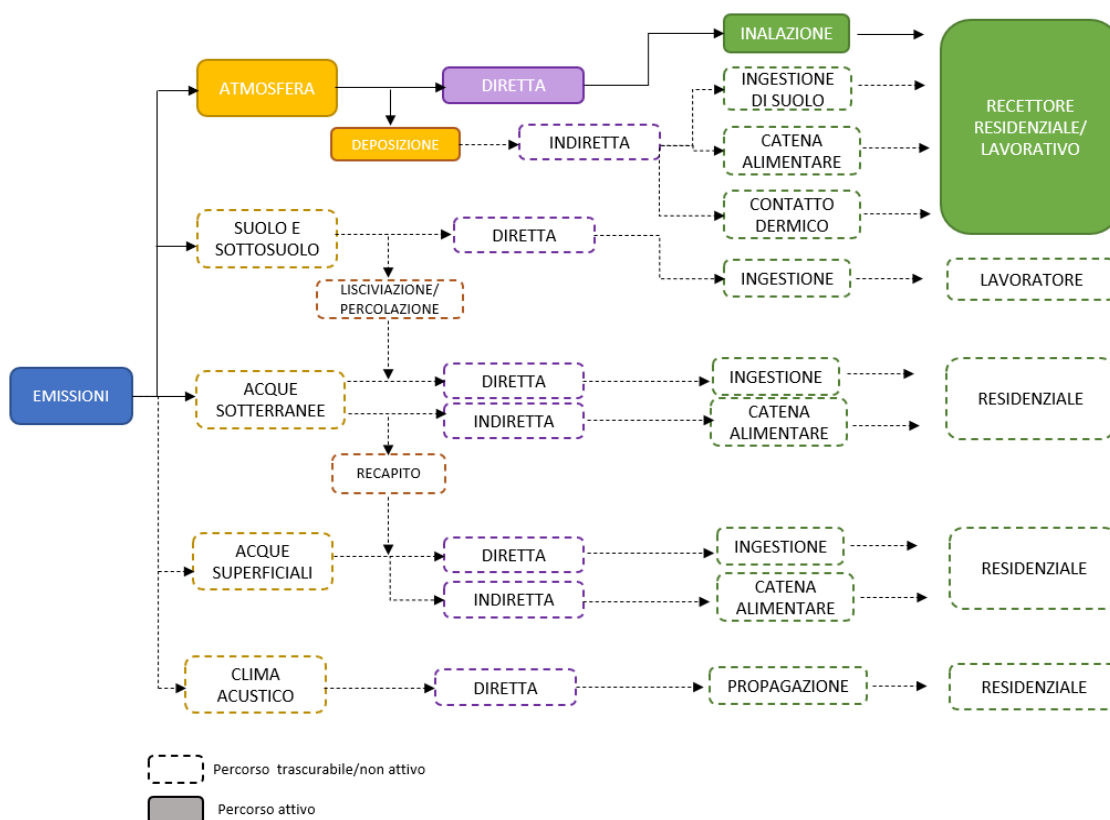
"Nel caso di sorgenti di emissione tipiche degli impianti oggetto di queste linee guida, la matrice ambientale principalmente interessata è quella dell'"aria" (...)."

Sono quindi le emissioni continue in atmosfera (dovute ai camini asserviti ai nuovi cicli combinati) 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 9: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
36 di 148

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, Fase 2 e Fase 3), costituiti da:

- **Ossidi di Azoto,**
- **Monossido di Carbonio,**
- **Ammoniaca** (solo in Fase 3),

non sono attesi fenomeni di deposizione che attivino altri percorsi di esposizione quali "ingestione di suolo", "contatto dermico" 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.

Approfondimento in merito alle deposizioni al suolo

Per un riscontro più oggettivo in merito all'assenza di fenomeni di deposizione significativi, sono state effettuate a cura 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 AL-DEP-03.p1 relativa alle deposizioni totali derivanti dalle emissioni convogliate ai camini nello scenario Fase 1,
- Tavola AL-DEP-03.p2 relativa alle deposizioni totali derivanti dalle emissioni convogliate ai camini nello scenario Fase 2,
- Tavola AL-DEP-03.p3 relativa alle deposizioni totali derivanti dalle emissioni convogliate ai camini nello scenario Fase 3.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
37 di 148

Parametro	U.m.	Area di 23 x 23 km ²					
		Valore massimo			Valore medio		
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Deposizioni al suolo	mg/ (m ² giorno)	SCENARIO DI PROGETTO					
		0,0131	0,0258	1,53	0,0028	0,0056	0,0482

Tabella 11: Stima modellistica delle deposizioni al suolo da emissioni convogliate

La deposizione massima all'interno del dominio per la Fase 3 per l'assetto di progetto (Fase 3) è pari a 1,53 mg/(m²·giorno) - 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/(m²·giorno)) 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 ² /d)	Indice di polverosità
I	<100	Assente
II	100 - 250	Bassa
III	251 - 500	Media
IV	501 - 600	Medio-alta
V	>600	Elevata

Tabella 12: 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/m²/d:

Stato	Rateo deposizione [mg/m ² /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 13: Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri¹

¹ Si veda anche G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: <https://www.arpalombardia.it/Pages/Documenti.aspx>

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
38 di 148

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.

Quindi, considerando che:

- le deposizioni al suolo calcolate mediante l'analisi modellistica effettuata risultano almeno di due ordini di grandezza inferiori ai valori di riferimento disponibili,
- la natura chimica delle potenziali deposizioni è sostanzialmente ascrivibile a nitrato di ammonio² (come componente principale) sostanza impiegata tipicamente come fertilizzante in agricoltura senza rischi connessi all'ingestione o al bioaccumulo nell'ambito della catena alimentare,

nel presente studio non è stato valutato lo scenario di esposizione della popolazione tramite catena alimentare o contatto dermico per le deposizioni derivanti dalle emissioni in atmosfera del progetto.

Rispetto agli elementi segnalati, si ritiene attualmente non procedibile l'eventuale approfondimento richiesto relativo all'esposizione causata dalla permanenza sugli arenili, in quanto non risulta disponibile un adeguato riferimento procedurale e bibliografico.

Infine, allo scopo di valutare il livello di esposizione della popolazione alle deposizioni totali simulati nello studio CESI, si riporta di seguito la sovrapposizione della Tavola 2a, relativa alla distribuzione territoriale dei residenti totali presenti nell'area di studio, con le Tavole CESI di deposizione sopra richiamate di Fase 1, Fase 2 e Fase 3.

Dalle figure riportate è possibile notare come i punti di massimo impatto, peraltro con valori di deposizione come sopra ricordato non rilevanti, corrispondano ad aree scarsamente abitate (10-50 abitanti).

² CAS n. 6484-52-2 - frasi di rischio H272 Può aggravare un incendio; comburente; H319 Provoca grave irritazione oculare.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA	Luglio 2021	PROGETTO	205321	PAGINA	39 di 148
------	-------------	----------	--------	--------	-----------

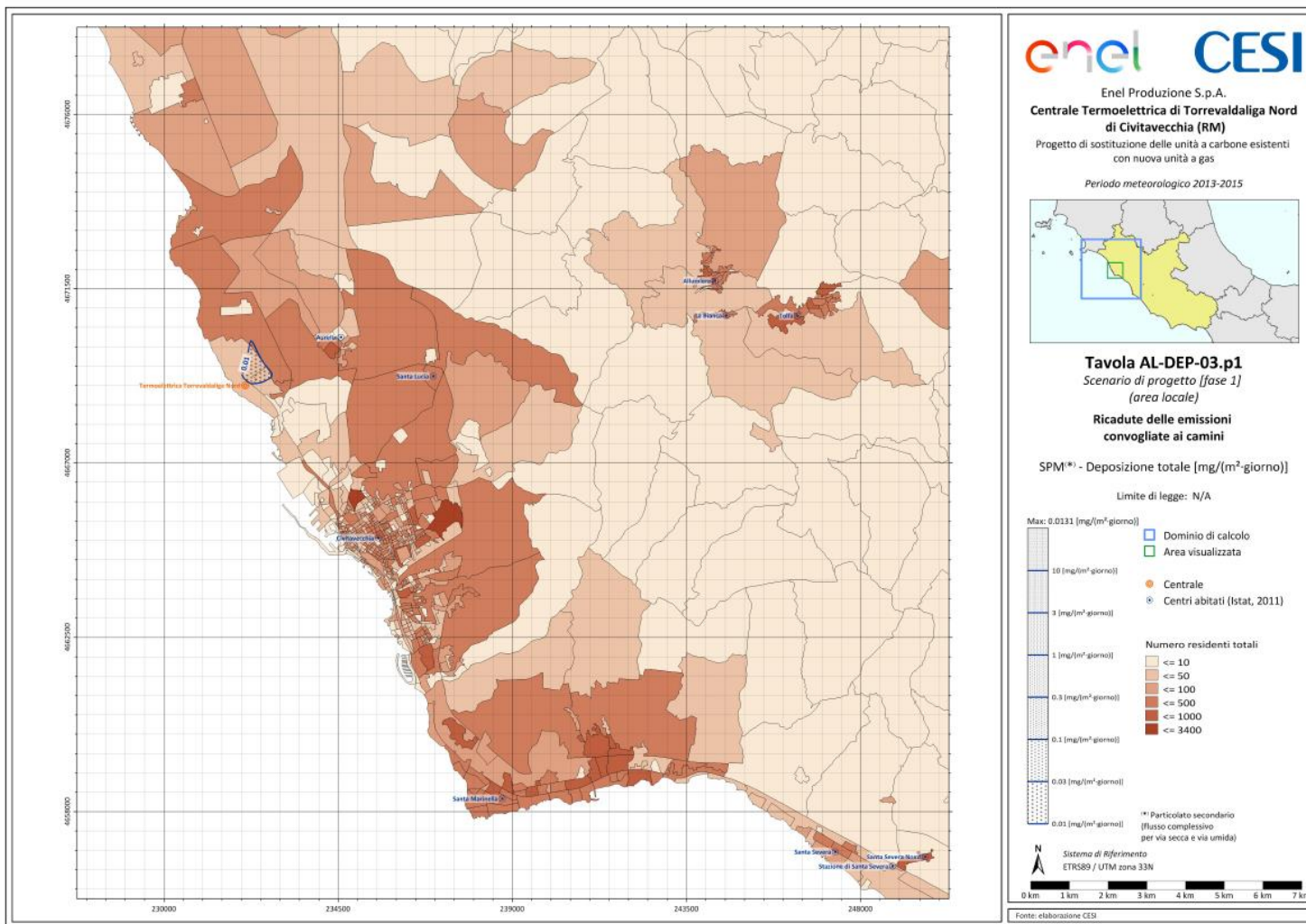


Figura 10: Sovrapposizione della mappa delle deposizioni totali di fase 1 con mappa della popolazione totale

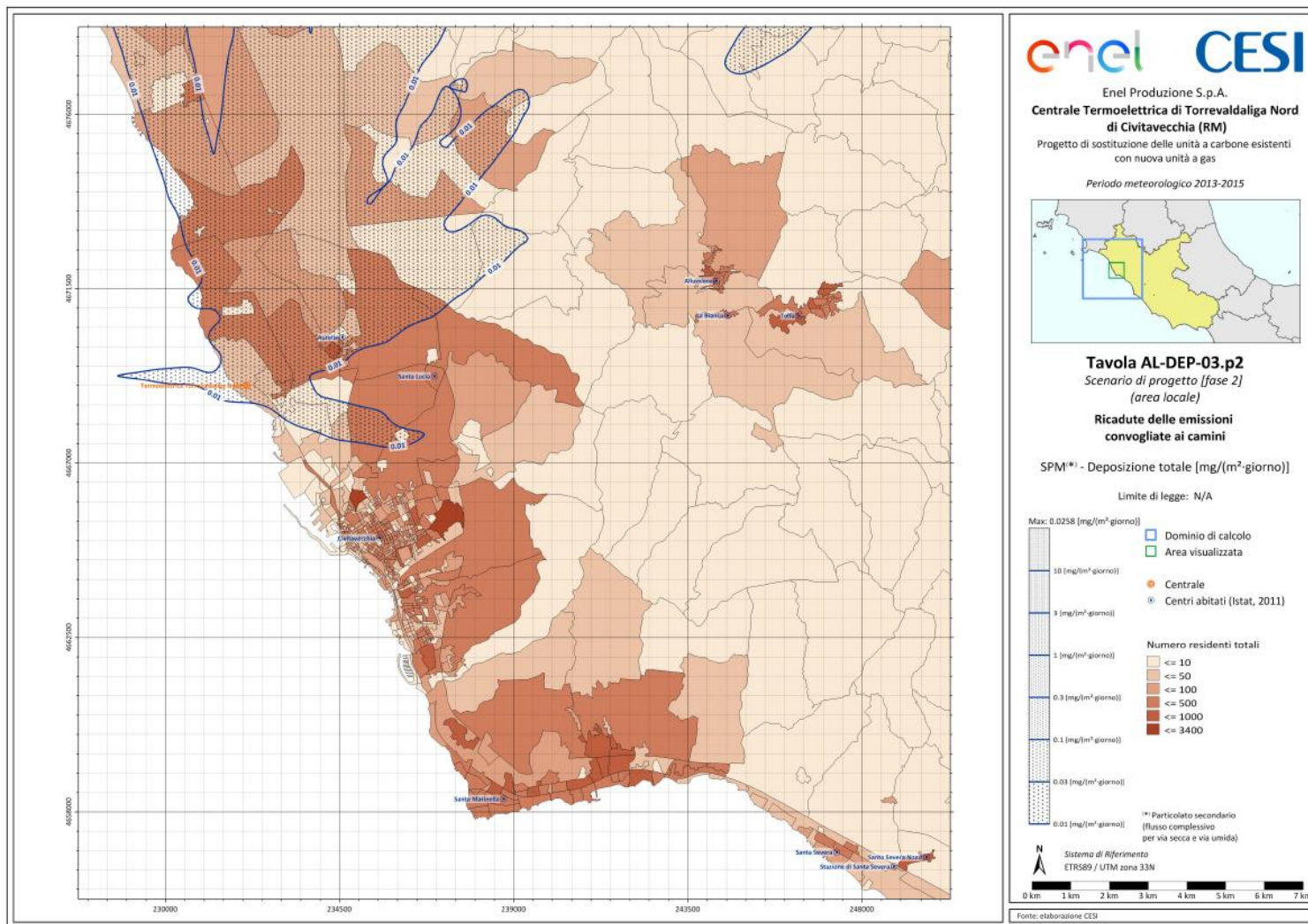


Figura 11: Sovrapposizione della mappa delle deposizioni totali di fase 1 con mappa della popolazione totale

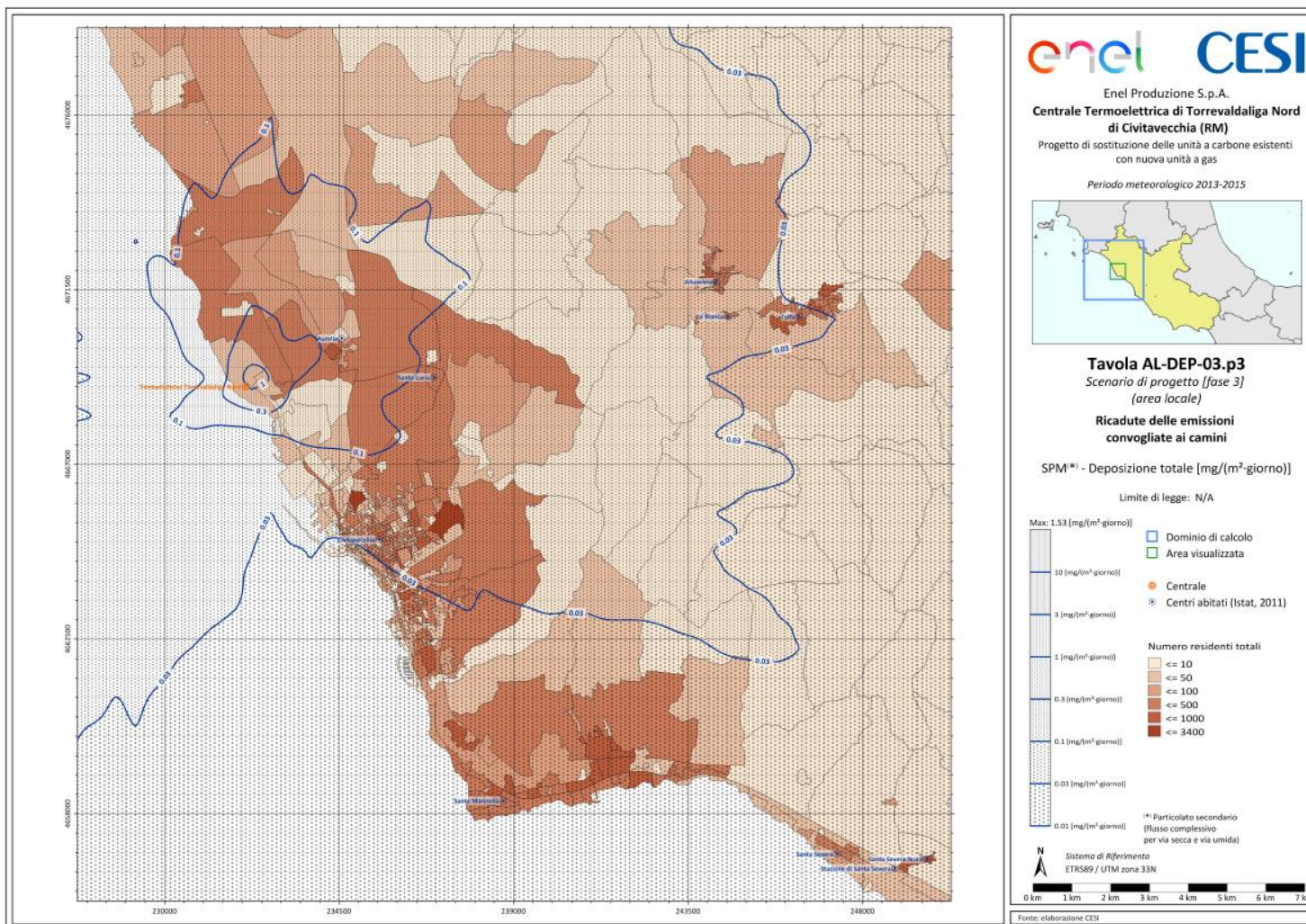


Figura 12: Sovrapposizione della mappa delle deposizioni totali di fase 1 con mappa della popolazione totale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
42 di 148

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

Tabella 14: 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
43 di 148

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 per il 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
44 di 148

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; MEDHIS (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, NO₂ e O₃ 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_{2.5}, dell'NO₂ e dell'O₃ 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, oltre al potenziale effetto cancerogeno.

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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
45 di 148

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

Tabella 15 - 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 non copre l'area di interesse, non essendo inclusa in un SIN, quindi non risulta possibile effettuare valutazioni specifiche in riferimento a tale fonte.

Pertanto, in accordo a quanto definito dalle Linee Guida VIS del DM 27/03/2019, in assenza di indicazioni specifiche dello studio SENTIERI per l'area di interesse, per identificare le cause d'interesse a priori per le quali definire gli indicatori sanitari l'analisi verrà incentrata sulle 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
46 di 148

1.4.1 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.

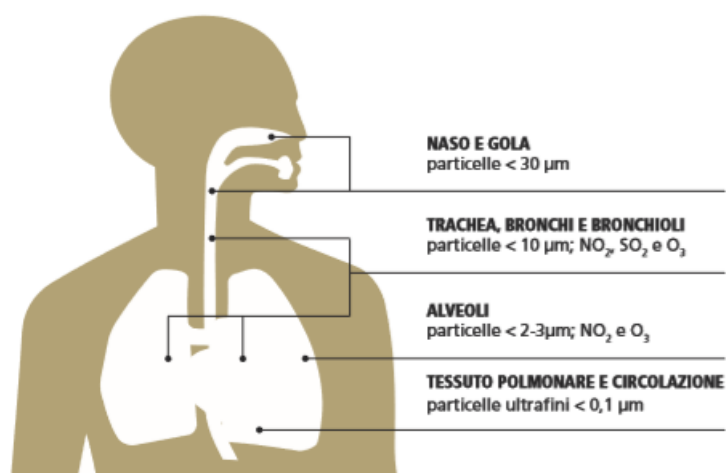


Figura 13: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
47 di 148

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 α) 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 nitrosometemoglobina, che interferiscono con la normale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
48 di 148

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'NO₂ è decisamente la sostanza più critica tra gli NO_x, 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'NO₂ 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'NO₂ 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/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile, e valore limite per la media annuale di 40 µg/m³ (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_x si possono ritenere tra gli inquinanti atmosferici più critici.

Il livello naturale in atmosfera di NO₂ oscilla fra 1 e 10 µg/m³ e il valore di concentrazione media annua in ambito urbano si attesta mediamente sui 40 µg/m³. Nelle aree e nei paesi in via di sviluppo si possono rilevare valori più elevati e compresi fra 20 e 90 µg/m³. 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/m³ (misura su 3 ore consecutive).

Studi su animali hanno suggerito che un'inalazione acuta di NO₂ 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/m³.

In sintesi, gli effetti acuti dell'NO₂ 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
49 di 148

Più di recente sono stati definiti i possibili danni dell'NO₂ 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 tissutale, 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 NO₂ 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/m³ (al di sotto dei 51 µg/m³) 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 NO₂ a pari a 30 µg/m³ (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/m³) e un eventuale aumento tra il 4,25% e l'8,41% se i livelli di biossido di azoto superano i 40 µg/m³ (Harari *et al.*, 2016);
- Aumento significativo del rischio di insorgenza di asma in adolescenti sottoposti a concentrazioni di 72-115 µg/m³ (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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
50 di 148

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 NO₂ produce effetti solo a concentrazioni superiori a 1800 µg/m³ 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/m³.
- 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/m³.
- In termini di standard di qualità dell'aria il limite proposto per l'NO₂ dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) è di 40 µg/m³ per quanto riguarda la media annuale e 200 µg/m³ 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
51 di 148

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 è direttamente correlabile 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 CO₂) 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 carbossemoglobina (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 O₂Hb 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

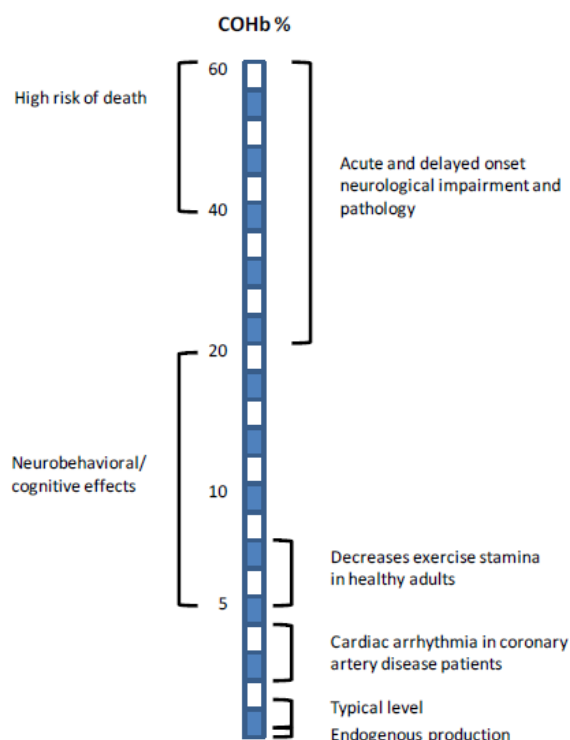
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
52 di 148

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.


Figura 14: Correlazione fra livelli di carbossiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell'uomo (ASTDR, 2012)

Effect	COHb ^a (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 ^b	0.5–10 ^b
Neurodevelopmental effects on the auditory system in rats	2–4 ^b	12–25 ^b
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

^aReported value, unless otherwise denoted as predicted.

Tabella 16: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
53 di 148

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/m³ (media giornaliera su 8 ore).

Ammoniaca (NH₃)

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 (Borlèe *et al.*,2017) e (Loftus *et al.*,2015).

Nonostante ad oggi gli studi sulle emissioni di NH₃ 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 NH₃ 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*

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
54 di 148

14907), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 2,5 μm "

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

*"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

*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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
55 di 148

La proporzione del materiale particolato 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 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 μm possono essere inalate, ma rimangono sopra la laringe e sono, perciò extratoraciche. Non si prende, perciò, in considerazione le particelle sopra i 20 μm 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

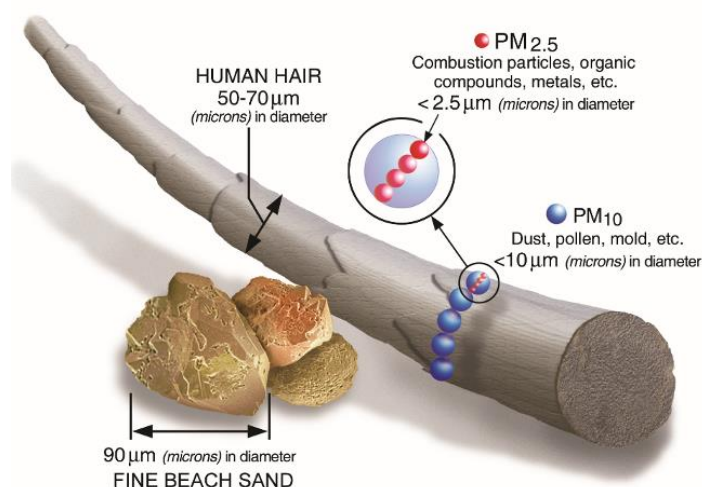
 PAGINA
56 di 148


Figura 15: 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 μm , 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 μm (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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
57 di 148

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 associati 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
58 di 148

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 NO₂ in nitrati NO₃;*
- *la trasformazione di SO₂ in solfati SO₄;*
- *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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Luglio 2021	205321	59 di 148

1.4.2 Indicatori di salute individuati

Le principali tipologie di indicatori sanitari che le Linee 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.

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

1.5.1 Mortalità ed ospedalizzazioni

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam per il progetto in esame è stata inizialmente sviluppata a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma (Proff A. Duggento, F. Lucaroni e L. Palombi, Ottobre 2018).

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 grandi gruppi di patologie (cardiovascolari, respiratorie, tumori)**

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 2011-2014, forniti dall'ISTAT. Le diagnosi principali della mortalità sono state aggregate sulla base della "*European shortlist of causes of death*". In aggiunta, è stata stimata la mortalità per tutte le cause.

- **Ospedalizzazioni per grandi gruppi di patologie (cardiovascolari, respiratorie, tumori)**

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 2007-2015 su base nazionale con diagnosi principale riferita ai ICD9 (International Classification of Diseases) relativi alle ospedalizzazioni per grandi gruppi di cause (cardiovascolari, respiratorie, tumori) e per genere. Le diagnosi principali della dimissione ospedaliera sono state aggregate sulla base della "*European shortlist of causes of death*". In aggiunta, è stata stimata l'ospedalizzazione per tutte le cause.

Nello studio in oggetto, al fine di standardizzare il numero di ricoveri o decessi in base alla distribuzione di età e sesso in ciascuna entità geografica, sono stati analizzati i dati ISTAT relativi alla struttura della popolazione ricostruita per tutti gli altri anni studiati, per poi determinare il relativo Rapporto Standardizzato di Mortalità e di ospedalizzazione (SMR e SHR). Per maggiori dettagli sulla procedura di standardizzazione si rimanda al citato **Allegato 2**.

Nelle figure seguenti si riportano i risultati di tale standardizzazione 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. Per ogni comune il rapporto tra SMR o SHR del comune e quello della

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
61 di 148

popolazione di riferimento è evidenziato in colore verde se statisticamente significativo e minore di 1, ed in rosso se statisticamente significativo e maggiore di 1.

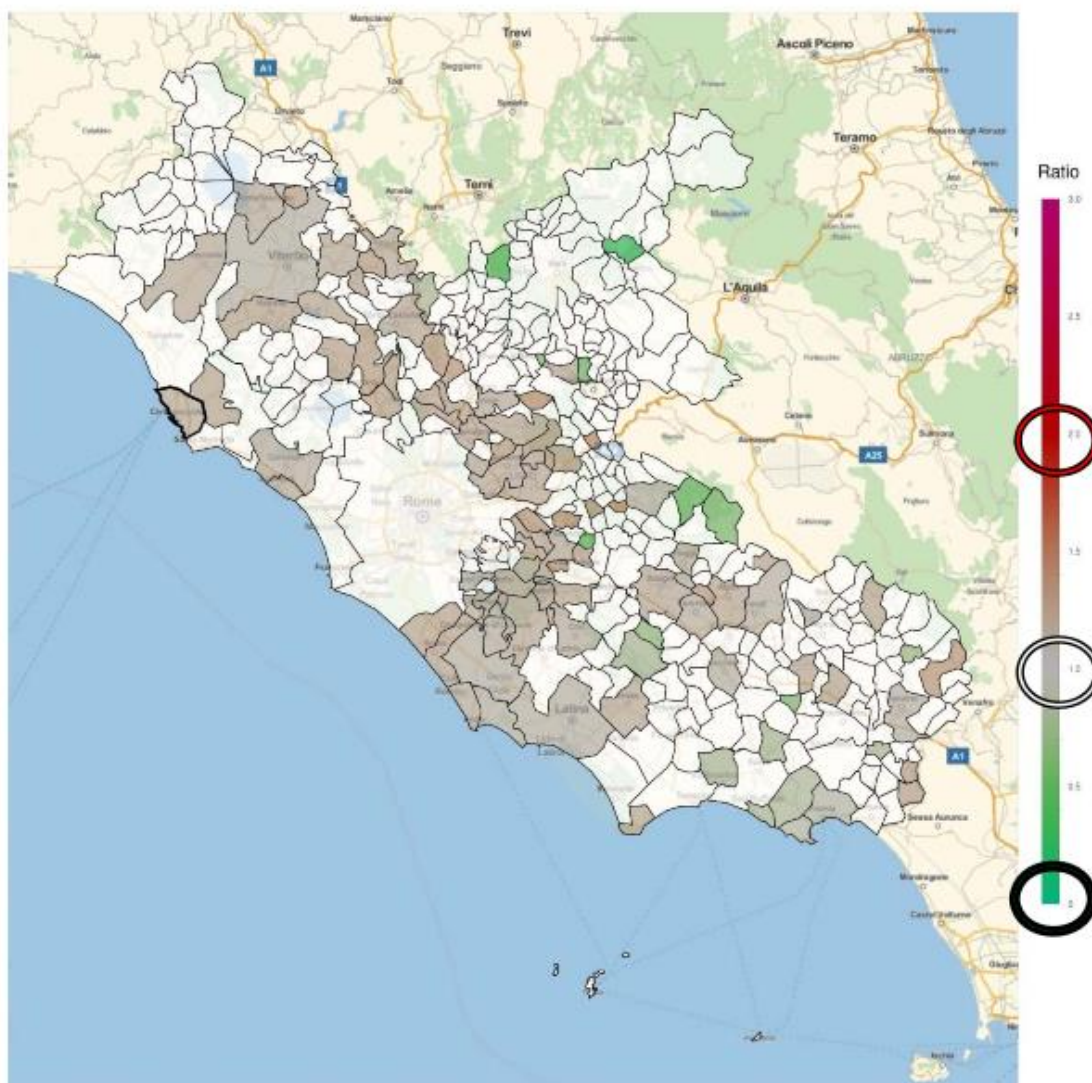


Figura 16: SMRs per tutte le cause (periodo 2011-2014), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 16)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

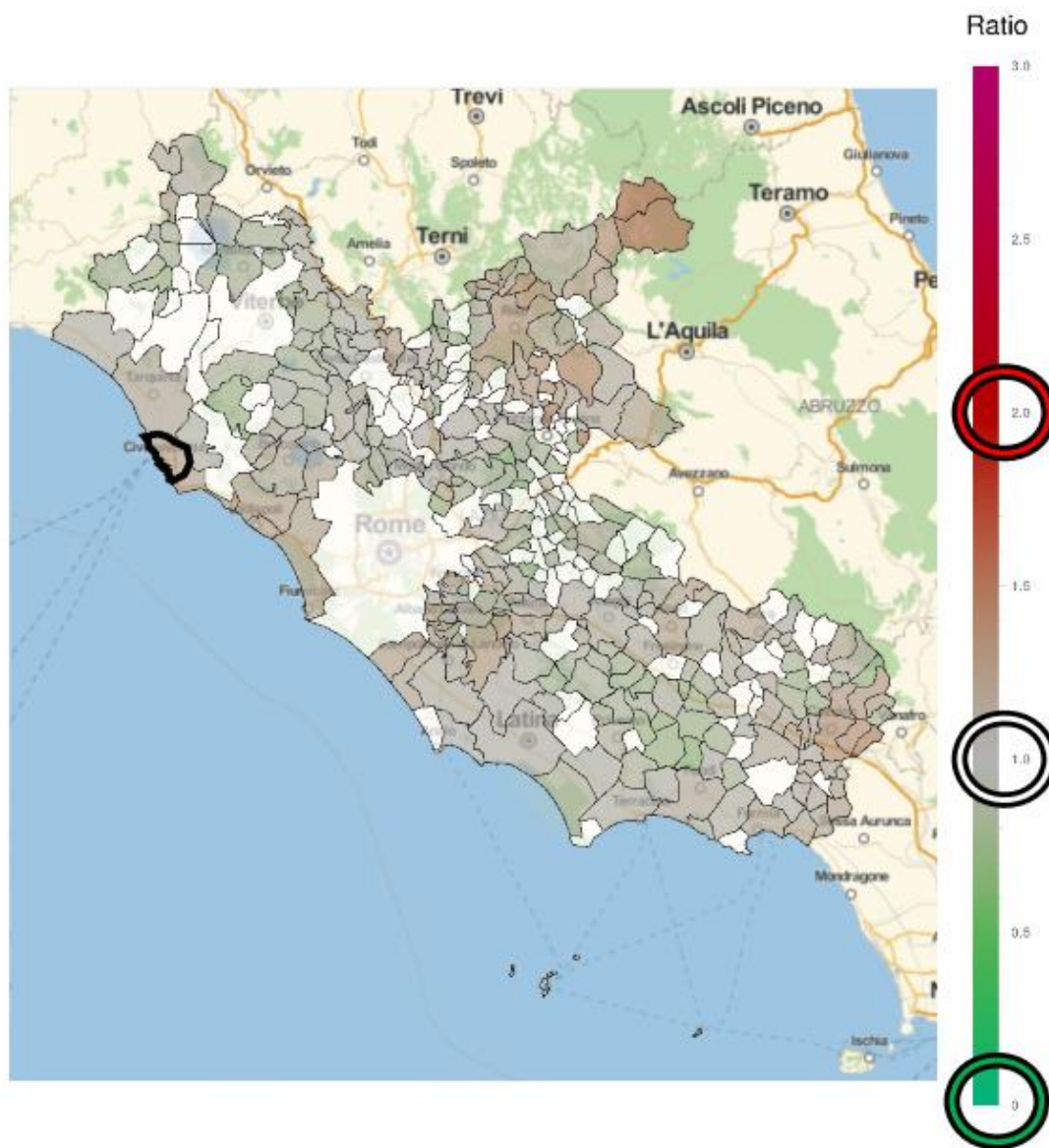
 PAGINA
62 di 148


Figura 17: Ospedalizzazioni per tutte le cause (periodo 2007-2015), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 20)

A seguire si riportano le principali conclusioni dello studio in esame:

“Nel periodo 2007-2015 i residenti nel comune di Civitavecchia presentano lievi eccessi di rischio di ospedalizzazione per tutte le cause e quasi tutti i grandi gruppi di patologie, ad esclusione delle patologie respiratorie, con rischi che risultano sempre molto contenuti (<1.3), seppur significativi. Tali eccessi di rischio sono coerenti con il contesto provinciale, anch'esso caratterizzato da un rapporto di ospedalizzazione leggermente superiore a quello italiano.

I comuni della provincia di Roma appaiono, comunque, non essere i soli nella Regione Lazio a presentare eccessi di rischio rispetto all'Italia. Si evidenzia, ad esempio, un cluster di comuni, localizzati nella provincia di Rieti, caratterizzati da eccessi di ospedalizzazione, ma non di

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
63 di 148

mortalità, per tutti i grandi gruppi di cause, ad esclusione dei tumori, in parte sovrapponibili con un quadro caratterizzato da incremento di mortalità e morbosità caratteristico dei comuni dell'area confinante della regione Umbria, come evidenziato da altri studi di geomapping condotti dall'Università degli Studi di Roma Tor Vergata. Date le estreme differenze di attività antropica presente nelle due province (Roma e Rieti), si potrebbe ipotizzare che, almeno in parte, tali eccessi di rischio siano imputabili a fattori legati agli stili di vita individuali. Nell'area di Civitavecchia, ad esempio, si registra un'ampia diffusione dell'abitudine al fumo, di gran lunga superiore al dato nazionale per il periodo 2011-2014 (32% vs. 28% [5]). Analogamente, nella provincia di Rieti la quota di fumatori risulta essere superiore a quella italiana per il periodo 2013-2016 (29% fumatori vs. 26% Italia) [6].

Per ciò che concerne la mortalità, tra i residenti di Civitavecchia si registrano lievissimi eccessi di rischio per tutte le malattie (SMR 1.113) e per tumori maligni (SMR 1.114), che risultano congruenti con il contesto regionale. Eccessi di rischio, in particolare per tumori e disturbi respiratori, si riscontrano, infatti, in tutte le province della Regione Lazio, ad esclusione di Rieti: SMRs<1.45 per tutte le cause, SMRs<2.2 per tumori maligni, SMRs<1.9 per malattie del sistema cardiocircolatorio e SMRs<3.9 per disturbi respiratori.”

Al fine di integrare la valutazione a più ampio spettro effettuata nell'ambito dello studio di valutazione dello stato di salute ante-operam sviluppato a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma, di cui all'Allegato 2 della VIS, a seguire si riporta una tabella di sintesi in riferimento alle cause di morte/ricovero relativi ai comuni ricadenti della sola area di interesse, già descritta precedentemente.

CAUSE DI MORTE	ICD-10	SMR				
		Allumiere	Civitavecchia	Santa Marinella	Tarquinia	Tolfa
Tutte le cause	A00-T98	1,184	1,113	*	*	*
Tutti i tumori maligni	C00-D48	*	1,114	*	*	*
Malattie apparato circolatorio	I00-I99	1,472	*	*	*	*
Malattie apparato respiratorio	J00-J99	*	*	*	*	*

* variazioni non statisticamente significative a confronto con l'Italia.

Tabella 17: Profilo di salute generale per la mortalità

CAUSE DI OSPEDALIZZAZIONE	ICD-9-CM	SHR				
		Allumiere	Civitavecchia	Santa Marinella	Tarquinia	Tolfa
Tutte le cause	001-629	0,968	1,178	1,143	1,090	*
Tutti i tumori	140-208	*	1,291	1,066	1,078	1,101
Malattie apparato circolatorio	390-459	0,913	1,122	1,060	*	*
Malattie apparato respiratorio	460-519	0,854	*	*	*	0,881

* variazioni non statisticamente significative a confronto con l'Italia.

Tabella 18: Profilo di salute generale per l'ospedalizzazione

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
64 di 148

Lo stato di salute ante operam è stato poi approfondito in fase di istruttoria mediante i dati ricevuti dal DEP Lazio.

Infatti, la società Enel Produzione SpA ha richiesto con prot. Enel-PRO- 11/05/2020-0007505 agli Enti territorialmente competenti, i dati di base necessari per la definizione del profilo di salute come da richiesta ISS.

Al fine, inoltre, di dare riscontro alle richieste sull'approccio epidemiologico dello stesso parere, i parametri richiesti sono riferiti, oltre al territorio comunale, anche ai singoli centri ISTAT del territorio oggetto di valutazione.

Con medesima comunicazione Enel-PRO-11/05/2020- 0007505, la società Enel Produzione S.p.A. ha altresì fatto richiesta presso gli Enti territoriali di riferimento, di dati integrativi al fine di considerare altre cause in funzione delle preoccupazioni della popolazione locale. Dalle comunicazioni intercorse non sono emerse altre cause segnalate dagli Enti di riferimento locale.

Con Prot.473/D.E del 16/07/2020 il DEP Lazio trasmette i dati richiesti a meno delle analisi su sezione di censimento per indisponibilità.

In **Allegato 9** vengono riportati i dati ricevuti da DEP Lazio che permettono di descrivere lo stato di salute ante-operam secondo le richieste formulate da ISS.

Nelle tabelle seguenti si riportano in sintesi, i casi osservati, medi annui, oggetto di richiesta dati al DEP Lazio, e relativi SMR/SHR medi pesati sulla popolazione (Anni 2013-2017 per mortalità e 2014-2018 per ospedalizzazioni). I valori sotto riportati si riferiscono alla popolazione dei Comuni compresi all'interno dell'area di interesse ad eccezione del comune di Blera il quale comprende solo due sezioni di censimento, senza alcuna popolazione (ISTAT, 2011).

Cause di morte	Uomini*				Donne*			
	Oss	SMR	IC90% Inf	IC90% Sup	Oss	SMR	IC90% Inf	IC90% Sup
Causa=01 Tutte le cause (codici ICD-9-CM 001-999)	503	1,10	1,03	1,17	519	1,04	0,97	1,12
Causa=02 Tutti i tumori maligni (codici ICD-9-CM 140-208)	165	1,05	0,93	1,18	125	0,99	0,87	1,14
Causa=03 Tutti i tumori maligni (codici ICD-9-CM 140-239)	171	1,06	0,94	1,19	128	0,98	0,86	1,12
Causa=04 Malattie sistema circolatorio (codici ICD-9-CM 390-459)	166	1,07	0,95	1,21	199	1,01	0,91	1,13
Causa=05 Malattie apparato respiratorio (codici ICD-9-CM 460-519)	40	1,22	0,97	1,57	39	1,19	0,95	1,52
Causa=06 Malattie apparato digerente (codici ICD-9-CM 520-579)	17	1,12	0,80	1,63	20	1,20	0,87	1,70
Causa=07 Malattie apparato urinario (codici ICD-9-CM 580-599)	15	1,59	1,11	2,39	9	0,93	0,57	1,59
Causa=08 Tumori della trachea, bronchi e polmone (codici ICD-9-CM 162)	46	1,04	0,84	1,31	19	0,89	0,64	1,28
Causa=09 Malattie respiratorie acute (codici ICD-9 460-466, 480-487)	10	1,25	0,81	2,08	12	1,41	0,97	2,21
Causa=10 Asma (codici ICD-9 493)	0	-	-	-	0	-	-	-
Causa=11 Malattie polmonari croniche (codici ICD-9 490-492, 494, 496)	19	1,10	0,77	1,58	14	0,92	0,64	1,39
Causa=12 Malattie ischemiche del cuore (codici ICD-9 410-414)	56	1,06	0,88	1,31	45	1,00	0,80	1,27
Causa=13a Infarto miocardico acuto (codici ICD-9 410-411)	26	1,04	0,78	1,41	19	1,00	0,71	1,45
Causa=13b Infarto miocardico acuto (codici ICD-9 410)	25	1,07	0,79	1,46	18	1,07	0,75	1,56
Causa=14 Malattie cerebrovascolari (codici ICD-9 430-438)	26	0,88	0,66	1,20	34	0,76	0,59	1,01

*Casi osservati, medi annui, sul territorio complessivo dei Comuni di Civitavecchia, Allumiere, Santa Marinella, Tarquinia e Tolfa, e relativi SMR medi pesati sulla popolazione (Anni 2013-2017)

Tabella 19: Casi osservati medi annui sul territorio dei Comuni compresi, anche solo parzialmente, all'interno dell'area di interesse (fonte: DEP Lazio) e relativi SMR medi pesati sulla popolazione

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
65 di 148

Cause di Ricovero	Uomini*				Donne*			
	Oss	SHR	IC90% Inf	IC90% Sup	Oss	SHR	IC90% Inf	IC90% Sup
Causa=01 Tutte le cause (codici ICD-9-CM 001-629)	2270	0,99	0,96	1,02	2219	0,93	0,90	0,97
Causa=02 Tutti i tumori maligni (codici ICD-9-CM 140-208)	361	1,02	0,94	1,11	323	0,96	0,88	1,04
Causa=03 Malattie sistema circolatorio (codici ICD-9-CM 390-459)	656	0,95	0,89	1,01	499	0,94	0,88	1,00
Causa=04 Malattie apparato respiratorio (codici ICD-9-CM 460-519)	372	0,91	0,85	0,99	285	0,85	0,78	0,93
Causa=05 Malattie apparato digerente (codici ICD-9-CM 520-579)	565	1,01	0,95	1,07	396	0,93	0,86	1,00
Causa=06 Malattie apparato urinario (codici ICD-9-CM 580-599)	177	1,02	0,91	1,14	104	0,90	0,78	1,05
Causa=07 Tumori della trachea, bronchi e polmone (codici ICD-9-CM 162)	46	1,08	0,87	1,35	21	0,87	0,63	1,22
Causa=08 Malattie respiratorie acute (codici ICD-9 460-466, 480-487)	104	0,76	0,66	0,88	77	0,67	0,56	0,80
Causa=09 Asma (codici ICD-9 493)	22	1,15	0,84	1,61	12	0,90	0,60	1,41
Causa=10 Malattie polmonari croniche (codici ICD-9 490-492, 494, 496)	22	0,98	0,72	1,36	22	1,03	0,78	1,43
Causa=11 Malattie ischemiche del cuore (codici ICD-9 410-414)	176	0,84	0,75	0,94	87	0,94	0,80	1,11
Causa=12 Infarto miocardico acuto (codici ICD-9 410-411)	114	0,92	0,80	1,06	67	1,14	0,95	1,37
Causa=13 Malattie cerebrovascolari (codici ICD-9 430-438)	130	0,85	0,75	0,97	116	0,76	0,66	0,87

*Casi osservati, medi annui, sul territorio complessivo dei Comuni di Civitavecchia, Allumiere, Santa Marinella, Tarquinia e Tolfa, e relativi SHR medi pesati sulla popolazione (Anni 2014-2018)

Tabella 20: Casi osservati medi annui sul territorio dei Comuni compresi, anche solo parzialmente, all'interno dell'area di interesse (fonte: DEP Lazio) e relativi SHR medi pesati sulla popolazione

Da tali dati si evince come, nel periodo 2013-2017 i residenti nei comuni dell'area di interesse presentano lievi eccessi di rischio di mortalità per tutte le cause con rischi che risultano sempre molto contenuti (RR <1.2), seppur significativi. Tali eccessi sono registrati, anche con maggior incidenza, in diversi comuni della regione Lazio. Il comune di Civitavecchia, al pari dell'area urbana di Roma e di alcune aree delle province di Roma e Latina, presenta lievi eccessi di rischio (RR 1.06, con IC90% 1.0 -1.13) per tumori; nel dettaglio per tumori trachea, bronchi e polmone non si registra alcuna significatività statistica; per le malattie respiratorie acute tra i comuni dell'area di interesse solo Civitavecchia mostra eccessi (RR 1.47, con IC90% 1.19 -1.80) mentre per le malattie polmonari croniche l'RR risulta essere non significativo.

I dati di mortalità relativi alle patologie del sistema circolatorio registrano eccessi lievi, ma globalmente non statisticamente significativi per l'area di interesse, mentre per altre aree del Lazio (es. Frosinone, Asl Roma 5) si registrano incidenze più elevate.

Nel confronto con il periodo precedentemente analizzato (2010-2014) si nota che: per ciò che concerne la mortalità, tra i residenti di Civitavecchia si erano registrati lievissimi eccessi di rischio per tutte le malattie (SMR 1.113) e per tumori maligni (SMR 1.114), che risultavano congruenti con il contesto regionale. Eccessi di rischio, in particolare per tumori e disturbi respiratori, si riscontravano, infatti, in tutte le province della Regione Lazio, ad esclusione di Rieti: SMRs <1.45 per tutte le cause, SMRs <2.2 per tumori maligni, SMRs <1.9 per malattie del sistema cardiocircolatorio e SMRs <3.9 per disturbi respiratori.

Se ne deduce che la mortalità per tumori risulta in calo, passando dall'1,114 ad un RR di 1,06.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021PROGETTO
205321PAGINA
66 di 148

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio i dati di mortalità del comune di Civitavecchia mostrano eccessi lievi (RR 1.28, con IC90% 1.14 -1.42) nonostante i comuni vicini mostrino RR in difetto, anche in questo caso altre aree del Lazio (Asl Roma 6) distanti dall'area di interesse risultano essere maggiormente impattate. I dati di mortalità per malattie dell'apparato digerente registrano eccessi lievi; nell'area di interesse solo per Civitavecchia e Tarquinia, ma comunque inferiori ad altre aree del Lazio (ad es. Rieti, Cassino etc.).

L'analisi dei dati di ospedalizzazione (primi ricoveri per causa specifica negli anni in studio (2014-2018) riporta difetti di rischio relativo all'area regionale diffusa nell'area di interesse per tutte le cause di ricovero e per le altre cause prese in esame (sistema circolatorio, sistema respiratorio, malattie respiratorie acute...), fa eccezione asma (soprattutto per la popolazione maschile) ad Allumiere (RR 1.79, con IC90% 1.11 -2.87 su un numero di casi totali pari a 12) e l'analisi per tumori per tutte le cause per il comune di Civitavecchia (RR 1.05, con IC90% 1.01 -1.09).

Il quadro di mortalità e morbosità evidenziato dall'analisi regionale, risulta essere distribuita a macchia di leopardo, come già evidenziato nello studio per gli anni 2011-2014 e, date le estreme differenze di attività antropica presente nelle diverse aree, si potrebbe ipotizzare che, almeno in parte, tali eccessi di rischio siano imputabili a fattori legati agli stili di vita individuali.

Inoltre, recependo la richiesta di integrazioni della CTVIA del 6 aprile 2021 il proponente con nota ENEL-PRO- 04/05/2021-0006785 ha inviato alla ASL territoriale la proposta di metodologia per uno studio di coorte residenziale sugli effetti delle esposizioni ambientali sulla mortalità e morbosità della popolazione residente nell'area di interesse che andrà effettuato entro 1-2 anni dall'entrata in esercizio della nuova CTE e dovrà essere aggiornato a distanza di 5 anni, fornendo disponibilità sin da subito ad approfondire con tavoli dedicati il progetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021PROGETTO
205321PAGINA
67 di 148**Principali conclusioni da ulteriori studi disponibili**

Nonostante il sito di Civitavecchia non sia incluso nelle valutazioni del Progetto SENTIERI, è disponibile una significativa raccolta di dati pubblici e di valutazioni (Regione Lazio, Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale, ASL, etc.): analisi di confronto SMR e SHR con il quadro regionale, studi di coorte occupazionale, studi di biomonitoraggio e studi di coorte di popolazione corredato da modelli di dispersione degli inquinanti.

Data la presenza di forzanti ambientali di diversa origine quali insediamenti energetici e industriali, il porto, il traffico stradale, la combustione delle biomasse, l'area è oggetto di continua attenzione per le possibili ripercussioni sulla salute della popolazione delle emissioni ambientali derivanti da questi impianti.

Negli anni Ottanta e Novanta sono stati condotti diversi studi epidemiologici a cura della Regione sui lavoratori dei diversi comparti industriali di Civitavecchia e sono stati evidenziati eccessi di mortalità per tumore del polmone e della pleura tra i lavoratori del comprensorio industriale e portuale.

Per quanto riguarda la popolazione residente, le prime indagini risalgono al 1987 quando, su iniziativa regionale, fu condotta un'indagine epidemiologica tra i bambini delle scuole elementari che evidenziò una maggiore frequenza di disturbi respiratori tra gli alunni dell'area di Civitavecchia rispetto a quelli della provincia di Viterbo. Tali studi suggerirono una correlazione sia con l'esposizione ad inquinamento atmosferico che con il fumo passivo.

Uno studio caso controllo (Fano et al., 2004), sempre a cura della Regione Lazio, condotto sui residenti deceduti per tumore polmonare ha riscontrato rischi relativi significativamente elevati per alcune esposizioni lavorative, in particolare esposti ad amianto e impiegati come lavoratori marittimi, confermando dunque i dati degli studi occupazionali specifici. Nello stesso studio veniva registrata una mortalità per tumore polmonare più elevata nella zona a Sud della città a pochi km dal centro.

Studi successivi effettuati nello specifico sulla popolazione di Civitavecchia e comuni limitrofi sono descritti a seguire in termini di obiettivi, metodologia e principali risultati:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
68 di 148

▪ **“Mortalità e ricoveri ospedalieri nell’area industriale di Civitavecchia, anni 1997-2004” (Regione Lazio, ASL Roma)**

La popolazione in studio è costituita dai residenti nel Comune di Civitavecchia, che comprende un totale di circa 50.000 abitanti.

Obiettivo dello studio è valutare lo stato di salute della popolazione residente, utilizzando gli archivi di mortalità e le schede di dimissione ospedaliera.

Sono stati calcolati i Rapporti Standardizzati di Mortalità (SMR, 1997-2001) e di Ospedalizzazione (SHR, due periodi: 1997-2000 e 2001-2004) per causa e per genere con il metodo indiretto, con i relativi Intervalli di Confidenza al 95%, utilizzando la popolazione della regione Lazio come riferimento.

A seguire un estratto delle principali conclusioni dello studio:

“La mortalità per tutte le cause è più elevata rispetto all’atteso regionale, sebbene gli SMR non raggiungano la significatività statistica. Negli uomini si registra un aumento di mortalità per tutti i tumori (SMR= 111) che trova conferma anche nei ricoveri per entrambi i periodi in studio e per entrambi i generi (1997-2000, uomini: SMR= 113, donne: SMR= 117; 2001- 2004, uomini: SMR= 113, donne: SMR= 106). Per quanto riguarda le singole sedi tumorali, negli uomini si osserva un eccesso significativo di mortalità per tumore del polmone (SMR= 120) e della pleura (SMR= 516), confermato dall’eccesso di ricoveri nel periodo più recente (SHR: polmone 146, pleura 294); per le donne non si osservano differenze significative rispetto all’atteso per queste due cause. Non si registrano altre differenze statisticamente significative per le altre sedi tumorali, a eccezione di un aumento di ricoveri nel periodo 2001-2004 per tumore della vescica nelle donne (SHR= 172) e di leucemie tra gli uomini (SHR= 153).

Per le malattie cardiovascolari non si registrano differenze nella mortalità, mentre per i ricoveri si registra un SHR inferiore a 100 in entrambi i periodi per le donne (1997-2000 SHR= 84, 2001-2004 SHR= 80) e nel secondo periodo per gli uomini (SHR= 94). In particolare, per le malattie ischemiche si osserva una mortalità significativamente inferiore all’atteso in entrambi i generi (SMR: uomini 87, donne 74), confermata dagli SHR dei ricoveri, significativi solo per le donne (1997-2000 SHR= 88; 2001-2004 SHR= 77).

Per le malattie respiratorie non si registrano differenze nella mortalità. I ricoveri per questa causa risultano significativamente inferiori all’atteso nel secondo periodo (uomini SHR= 90, donne SHR= 89). Le malattie respiratorie acute confermano lo stesso andamento ma si raggiunge la significatività solo per gli uomini (SHR= 84). Per l’asma si registra un eccesso significativo per i ricoveri degli uomini nel periodo 1997-2000 (SHR= 145) e in particolare nei maschi di 0-14 anni (SHR= 177); l’eccesso di asma pediatrica nel periodo 1997-2000 è presente anche tra le femmine (SHR= 157).

I dati di incidenza del Registro dialisi mostrano un aumento dell’incidenza di insufficienza renale tra gli uomini, statisticamente significativo solo nel secondo periodo (rapporto standardizzato di incidenza = 156); nelle donne non si osservano differenze significative rispetto all’atteso regionale in entrambi i periodi.”

Alcune puntualizzazioni dello studio in riferimento agli eccessi osservati:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
69 di 148

“Gli studi ecologici come quello presentato non sono in grado di mettere in evidenza relazioni di causa ed effetto, specie in presenza di una situazione ambientale e lavorativa complessa e articolata come quella di Civitavecchia.”

“Studi recenti condotti in Europa e negli Stati Uniti hanno messo in evidenza un ruolo dell’inquinamento atmosferico nell’aggravamento dell’asma bronchiale (...). I dati attualmente disponibili non permettono considerazioni di carattere eziologico sull’eccesso di ricoveri per asma nella popolazione pediatrica di Civitavecchia.”

▪ **Progetto “Ambiente e Biomonitoraggio nell’area di Civitavecchia” (Regione Lazio, DEP Lazio, ASL Roma 4) - 2015**

Lo studio ABC (Ambiente e Biomonitoraggio nell’area di Civitavecchia) è stato coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del SSR della regione Lazio, in collaborazione con il Dipartimento di Prevenzione della ASL Roma F e con il supporto dell’Autorità Portuale di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta.

Lo studio ha l’obiettivo di valutare se siano presenti eccessi di esposizione della popolazione residente nei comuni del comprensorio di Civitavecchia (Civitavecchia, Allumiere, Tolfa, Tarquinia e Santa Marinella) a specifici contaminanti, con particolare riferimento a metalli, benzene e idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Nello studio ABC per il campione di popolazione analizzata viene definito un profilo integrato dello stato di salute e tossicologico (analisi di sangue e urine, intervista per caratterizzazione di abitudini di vita, storia clinica ed occupazionale).

Lo studio ha coinvolto, nel biennio 2013-14, un campione di 1177 residenti, di età compresa tra 35 e 70 anni.

“La prevalenza di fumatori nel campione ABC (25%) è superiore tra i residenti nel comune di Civitavecchia (26%) rispetto agli altri comuni (21%). Il 25% del campione ABC ha dichiarato una abitudine al consumo di alcool di almeno 2 bicchieri al giorno. Il 42.4 % del campione ha un Indice di Massa Corporea (calcolato come il rapporto tra il peso in kg e il quadrato dell’altezza espressa in metri) superiore a 25 - valore definito dall’Organizzazione Mondiale della Sanità come cut-off point per il sovrappeso; il 17.4 % è obeso e il 3.3% è gravemente obeso. Il 25.8% del campione svolge un’occupazione definita a rischio (fonderie di prima fusione; fonderie di seconda fusione; cella galvanica; saldatura, brasatura, e taglio dei metalli; produzione di articoli in plastica; industria della gomma; produzione vernici; centrale termoelettrica; cementificio; porto; navi), questa proporzione è del 29% tra i residenti nel comune di Civitavecchia e del 16.6% tra coloro residenti negli altri comuni del comprensorio. Dalle interviste effettuate è emerso che circa il 90% del campione ABC consuma abitualmente cibi di produzione locale.”

“Lo studio ABC ha evidenziato parametri relativi ai fattori di rischio, alle condizioni di salute, e alla concentrazione di biomarcatori compatibili con quanto evidenziato in altre indagini a livello

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
70 di 148

nazionale ed internazionale. Non vi sono differenze importanti tra Civitavecchia e gli altri comuni con poche eccezioni. Sono state evidenziate infatti differenze, tra il comune di Civitavecchia rispetto agli altri comuni, relativamente alla prevalenza di fumatori, alla prevalenza di lavoratori a rischio, e alla frequenza di patologia tiroidea, tutte condizioni più elevate a Civitavecchia rispetto agli altri comuni. Le concentrazioni urinarie di Arsenico e Mercurio sono risultate leggermente più elevate a Civitavecchia mentre piombemia e concentrazione urinaria di Tungsteno sono risultate debolmente più elevate negli altri comuni rispetto a Civitavecchia.”

▪ **Effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla mortalità della popolazione residente nell’area di Civitavecchia (Regione Lazio, DEP Lazio, ASL Roma 4) - 2016**

Lo studio epidemiologico è stato condotto dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale della regione Lazio in collaborazione con il Dipartimento di Prevenzione della ASL Roma 4 ed ARPA Lazio, nell’ambito del programma di attività dell’Osservatorio Ambientale Centrale Termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord della Regione Lazio.

La coorte in studio è costituita dalle 71,362 persone, di età maggiore a 18 anni per il periodo 1998-2013 nei comuni di Civitavecchia, Allumiere, Tarquinia, Tolfa e Santa Marinella. Sono stati studiati i decessi per cause non accidentali, tumori, disturbi neurologici, patologie cardiovascolari e respiratorie.

L’obiettivo dello studio è stato quello di valutare effetti sulla salute (mortalità per causa) associati all’esposizione ad inquinanti derivanti dai principali impianti industriali presenti nell’area (centrali termoelettriche Torrevaldaliga Nord - TVN e Torrevaldaliga Sud - TVS, il porto, etc.) e dall’inquinamento derivante dal traffico veicolare.

Ad ogni individuo della coorte, sulla base dell’indirizzo, sono stati attribuiti gli indicatori di esposizione per ciascuna fonte di inquinamento considerata, utilizzando i risultati di modelli di dispersione in atmosfera degli inquinanti scelti come traccianti. Le concentrazioni degli inquinanti sono state stimate utilizzando informazioni sulle emissioni del passato relative al **1988** (anno per il quale tali misure erano disponibili), tale scelta sotto l’assunto che un’esposizione prolungata e cumulata nel tempo possa essere responsabile di danni alla salute con decenni di latenza.

Nello studio sono stati considerati come fattori di confondimento lo stato sociale e l’esposizione occupazionale, mancano tuttavia indicazioni sulle abitudini personali (fumo di sigarette, attività fisica, uso di alcol, etc.).

I principali risultati dello studio sono indicati a seguire:

“Durante il periodo in studio (gennaio 1996 - dicembre 2013) nella coorte in studio sono stati osservati 14,844 decessi per cause non accidentali (32.3% per tumori maligni, 39.1% per malattie cardiovascolari, 6.4% per malattie respiratorie). Nella popolazione residente in aree di livello socio economico più svantaggiato si è riscontrata una maggiore mortalità per malattie dell’apparato cardio-respiratorio.

Nel gruppo di soggetti più esposti a PM10 di origine industriale si è osservato un aumento del rischio di mortalità per cause naturali (non accidentali) pari a +6% (HR=1.06 IC 95% 1.01-1.12). Per i

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
71 di 148

tumori maligni l'eccesso è risultato pari a +11% e pari a +12% per le malattie cardiache. Tra le diverse sedi tumorali si osservano eccessi per il tumore del pancreas, della pleura e del rene.

(..) Gli effetti delle centrali TVS e TVN sono sostanzialmente sovrapponibili a quanto si riscontra per il PM10 industriale che include tutte le fonti.

L'esposizione a PM10 emesso dalla centrale di Fiumaretta risulta associato ad un incremento della mortalità per tutti i tumori, per tumore pancreas, del rene e del tessuto linfematoipoietico; per quanto riguarda il PM10 emesso dal cementificio si è osservata un'associazione con il tumore del polmone (HR=1.26).

Per quanto riguarda l'esposizione a NOx (traccianti del traffico stradale) nel gruppo dei più esposti si è osservato un eccesso della mortalità per tutti i tumori (+13%) ed un effetto sulla mortalità per malattie neurologiche (HR=1.50)

La residenza entro 500 metri dal perimetro del porto è risultata associata ad incrementi di rischio di mortalità per tumore al polmone (+31%) e per malattie neurologiche (HR=1.51)

Per quanto riguarda le attività lavorative, si è osservato un eccesso di mortalità per tumori maligni e per tumore polmonare tra i lavoratori del settore edile; tra gli agricoltori si sono osservati eccessi per malattie cardiovascolari, respiratorie e dell'apparato digestivi (le stime sono state effettuate utilizzando come gruppo di riferimento i lavoratori del settore dei servizi)."

"L'eccesso di mortalità per tumori della pleura era già stato ben documentato tra i lavoratori marittimi e portuali di Civitavecchia per la pregressa esposizione ad amianto, e tale esposizione ad amianto in ambito lavorativo ed ambientale nel territorio potrebbe essere responsabile di parte dei tumori del polmone osservati nella coorte, specie in prossimità del porto. L'eccesso di mortalità per tumori e per tumore polmonare tra i lavoratori edili, anche per effetto della pregressa esposizione ad amianto, rappresenta un dato rilevante per le azioni di prevenzione e di salvaguardia dei diritti per questa categoria lavorativa.

In conclusione, gran parte degli eccessi di mortalità osservati nella coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia più esposti agli inquinanti di origine industriale sono coerenti con le indicazioni della letteratura scientifica sugli effetti dell'inquinamento atmosferico (mortalità generale, per tumori, per malattie cardiovascolari) e sulla base delle evidenze scientifiche disponibili è possibile suggerire un nesso di causalità.

La popolazione residente del comprensorio ha dunque subito effetti sulla salute ascrivibili ad esposizioni ambientali ed occupazionali avvenute nel passato. Tali effetti si sommano ai differenziali sociali nella mortalità riscontrati nell'area."

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
72 di 148

1.5.2 Incidenza tumorale

Nel 2015 è stato istituito il Registro Tumori della Regione Lazio (RTL) (Legge Regionale 12 giugno 2015, n.7). Il RTL raccoglie i casi di tumore della popolazione adulta ed infantile residente nelle cinque province del Lazio. Il Registro copre una popolazione di 5.792.384 residenti (di cui il 48,5% residenti a Roma), con un numero medio di casi incidenti di tumore per anno pari a circa 37.000 (dati 2010-2015), di cui circa 19.000 casi negli uomini e 18.000 casi nelle donne.

Nel Novembre 2017 sono state presentate presso la Regione Lazio le prime stime di incidenza di tumori nella Regione relative al periodo 2010-2015. Mentre da Febbraio 2019 sono disponibili le stime aggiornate al 2017.

Si riporta di seguito una rappresentazione dell'incidenza totale (maschi + femmine) espressa in % per tutti i tipi di tumore, riferita all'anno 2017.

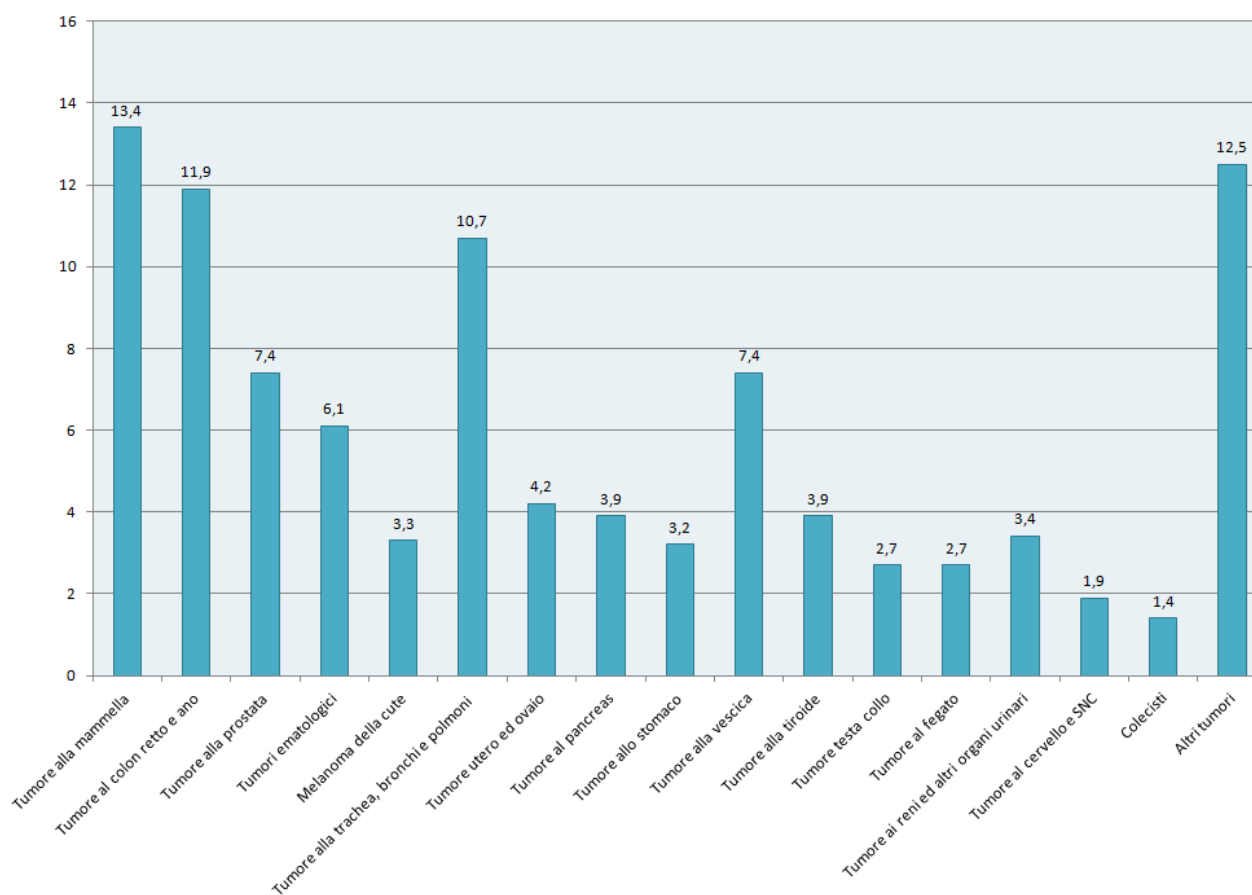


Figura 18: Incidenza totale espressa in % per tutti i tipi di tumore, anno 2017 (Fonte: Open Salute Lazio)

Si nota come il tumore alla mammella femminile occupi il primo posto con circa 5.077 casi/anno. Seguono il tumore al colon retto e ano con 4.521 casi annui e il tumore ai polmoni, bronchi e trachea con 4.064 casi/anno.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
73 di 148

Dei 38.008 nuovi casi del 2017, 19.158 sono casi maschili e 18.850 casi femminili.

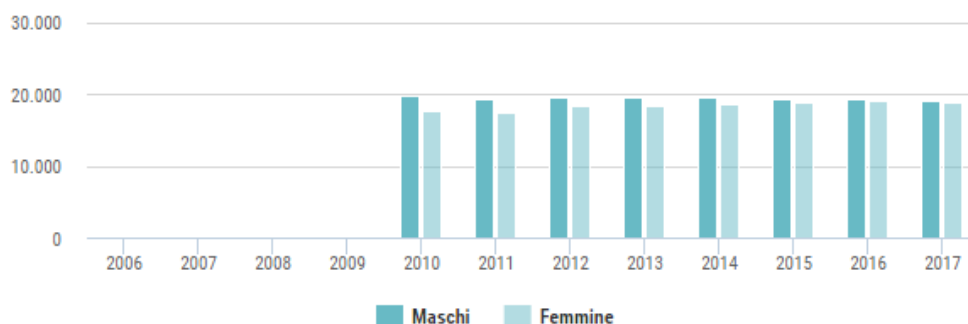


Figura 19: Numero di malati di tumore per anno e per sesso - Regione Lazio 2017 (Fonte: Open Salute Lazio)

Analizzando i valori di tasso grezzo (numero di malati ogni 100.000 residenti), rappresentato nella figura successiva, nel 2017 il tasso femminile è risultato pari a 617,8, mentre quello maschile uguale a 672,9; entrambi in calo rispetto agli anni precedenti.

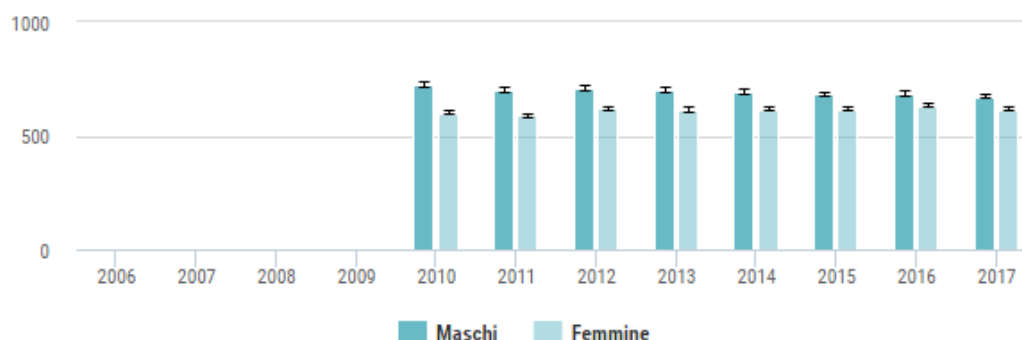


Figura 20: Tasso grezzo per anno e per sesso - Regione Lazio 2017 (Fonte: Open Salute Lazio)

Sempre a livello regionale, il Rapporto 2018 dell'Associazione Italiana Registri Tumori (AIRTUM) descrive come è variato nel tempo il numero di persone colpite da malattie neoplastiche nel periodo 2003 - 2014.

In tabella seguente un breve riepilogo a livello regionale.

Popolazione residente al 31/12/2012	Popolazione coperta dal registro tumori al 31/12/2012		Periodo	Numero di casi osservati (Incidenza)	
	x 1000	%		Uomini	Donne
5.557	858	15	2003-2012	19.962	16.510

Tabella 21: Incidenza regionale [fonte: AIRTUM]

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
74 di 148

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 per il 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 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

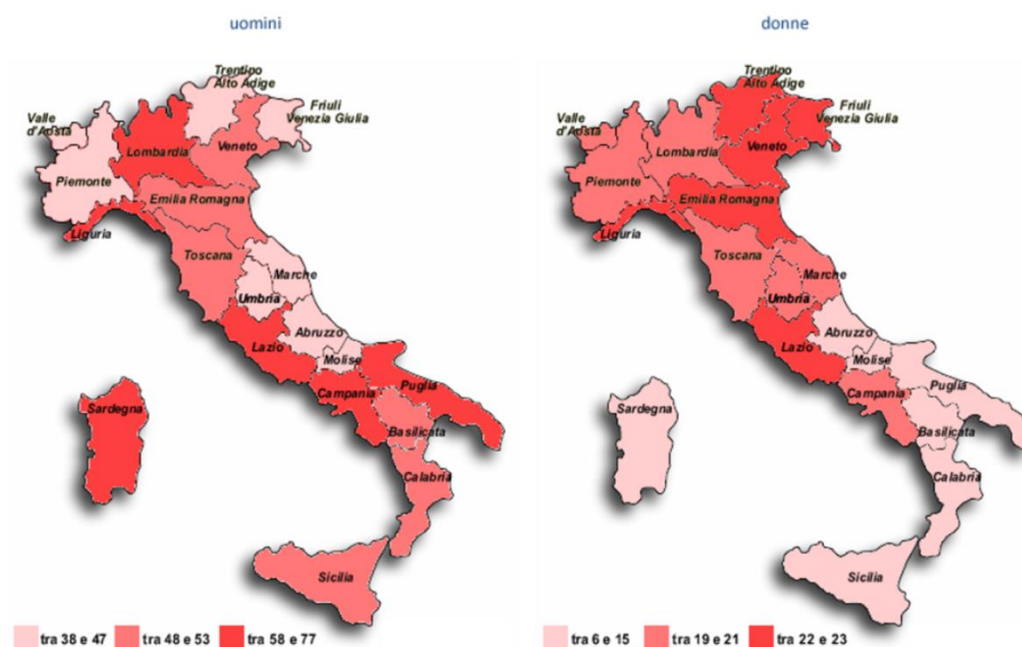
 PAGINA
75 di 148


Figura 21: 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)



Figura 22: 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)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
76 di 148

Nella Regione Lazio, per quanto riguarda il tasso di incidenza sia nelle donne che negli uomini, i valori risultano tra i più elevati rispetto all'andamento delle altre regioni italiane.

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
Italia	27.442	92,4	59,0	22.831	76,9	47,9	11.017	35,0	19,3	8.322	26,4	13,9

Tabella 22: 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 valori della tabella precedente mostrano un'incidenza del tumore al polmone per la Regione Lazio pari a 63 per gli uomini e 31,4 per le donne (tasso std per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno), estremamente superiore alla media nazionale, in particolar modo per le donne.

In riferimento all'area di interesse, il Rapporto AIRTUM contiene solamente i dati della provincia di Viterbo.



Figura 23: Aree che hanno fornito dati per Rapporto AIRTUM 2018 [fonte: AIRTUM]

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
77 di 148

Di seguito una rappresentazione grafica del trend annuale (2003-2014) dell'incidenza e mortalità per età della popolazione pugliese suddivisa per sesso.

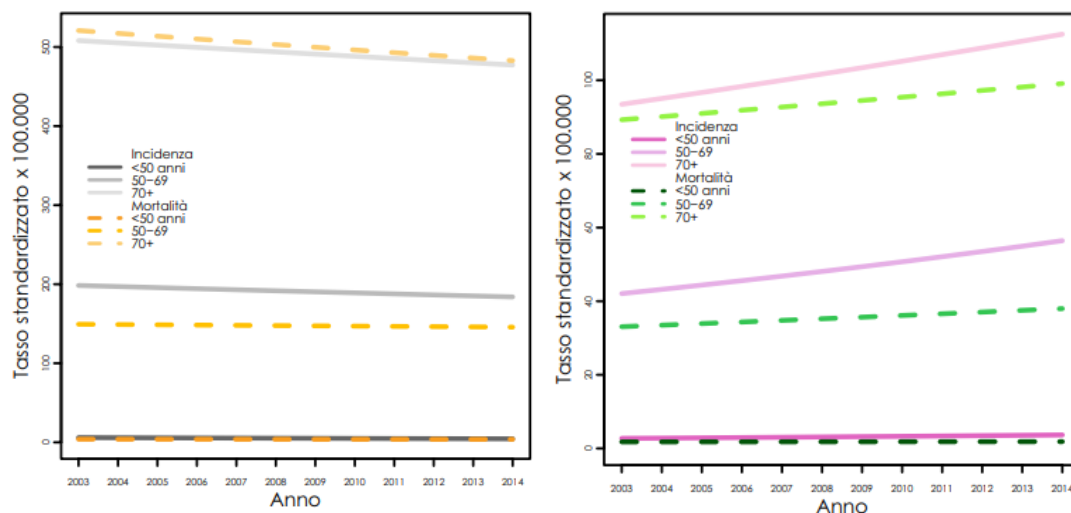


Figura 24: Incidenza e mortalità uomini a sx e incidenza e mortalità donne a dx [fonte: AIRTUM]

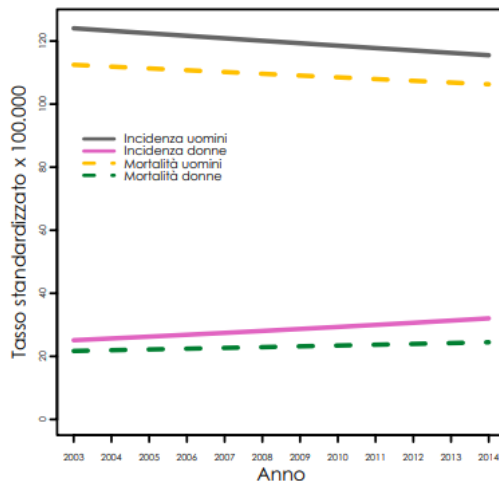


Figura 25: Incidenza e mortalità uomini-donne [fonte: AIRTUM]

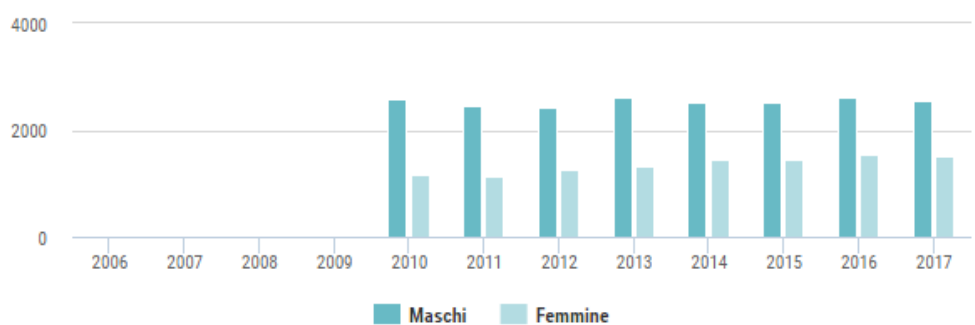
Nello specifico, secondo i dati del Registro Tumori Lazio, nel 2017 ci sono stati 4.064 malati di tumore ai polmoni, bronchi e trachea di cui 2.540 maschi e 1.524 femmine, trend in calo rispetto al 2016 ma comunque superiore rispetto ai precedenti anni.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

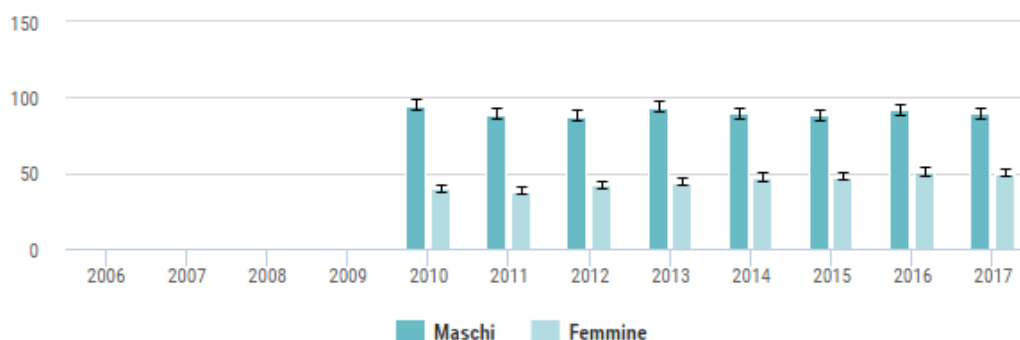
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
78 di 148

Figura 26: Numero di malati anni 2010-2017 per sesso – Regione Lazio (Fonte: Open Salute Lazio)

Analizzando i valori di tasso grezzo (numero di malati ogni 100.000 residenti), il valore del tasso femminile risulta essere pari a 49,9 contro un 89,2 dei maschi, in calo rispetto agli anni precedenti.


Figura 27: Tasso grezzo anni 2010-2017 per sesso – Regione Lazio (Fonte: Open Salute Lazio)

Sempre attraverso il RTL è possibile ricavare il numero di casi osservati/anno del tumore ai polmoni, bronchi e trachea per sesso e comune, riferiti all'anno 2017.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei comuni in esame:

Comune	Numero assoluto		
	Totale	Maschi	Femmine
Tarquinia	12	5	7
Allumiere	(*)	(*)	(*)
Civitavecchia	37	23	14
Santa Marinella	20	12	8
Tolfa	6	(*)	(*)

(*) n. casi \leq 3. Dato omissso per normativa sulla riservatezza.

Tabella 23: Numero assoluto, anno 2017 per sesso (Fonte: Open Salute Lazio)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
79 di 148

Analizzando i valori di tasso grezzo (numero di malati ogni 100.000 residenti) riferiti all'anno 2017, è disponibile sia una distinzione per ASL territoriali che per alcuni dei comuni analizzati, di cui si riporta un estratto per l'area di interesse:

ASL	Tasso grezzo x 100.000 residenti		
	Totale	Maschi	Femmine
ASL Roma 4, Distretto F1	81,7	102,8	62
ASL Viterbo, Distretto A	59,4	82,4	37,4
ASL Viterbo, Distretto C	67,1	84,9	49,8

Tabella 24: Tasso grezzo tumore al polmone, bronchi e trachea per ASL e sesso

Comune	Tasso grezzo x 100.000 residenti		
	Totale	Maschi	Femmine
Civitavecchia	70,1	91,3	50,7
Santa Marinella	105,9	131,3	82,1
Tarquinia	73,2	63,3	82,5

Tabella 25: Tasso grezzo tumore al polmone, bronchi e trachea per Comune e sesso

Il valore di tasso grezzo (totale, maschile e femminile) maggiore è dato dalla ASL Roma 4, in cui ricadono, per l'area di interesse, i comuni di Allumiere, Tolfa, Civitavecchia e Santa Marinella; quest'ultimo è il comune che presenta valori più elevati.

A livello di tasso standardizzato (popolazione di riferimento: Europa 2013) per 100.000 residenti è disponibile una distinzione per ASL territoriali, di cui si riporta un estratto per l'area di interesse:

ASL	Tasso standardizzato x 100.000 residenti		
	Totale	Maschi	Femmine
ASL Roma 4, Distretto F1	73,9	101,8	54,6
ASL Viterbo, Distretto A	44,6	67,6	25,3
ASL Viterbo, Distretto C	60,7	83,2	43,5

Tabella 26: Tasso standardizzato tumore al polmone, bronchi e trachea per ASL e sesso

A livello comunale si riportano i valori di tasso standardizzato solo per due comuni di interesse, in quanto per i restanti comuni il confronto tra tassi viene dichiarato come non attendibile a causa dell'esiguo numero di casi osservati.

Comune	Tasso standardizzato x 100.000 residenti		
	Totale	Maschi	Femmine
Civitavecchia	65,7	94,8	45,3
Santa Marinella	95,2	130,8	(*)

Tabella 27: Tasso standardizzato tumore al polmone, bronchi e trachea per Comune e sesso

(*) confronto tra tassi non attendibile a causa del piccolo numero di casi osservati.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas**DATA
Luglio 2021PROGETTO
205321PAGINA
80 di 148

Il valore di tasso grezzo (totale, femminile e maschile) maggiore è dato dalla ASL Roma 4, in cui ricadono, per l'area di interesse, i comuni di Allumiere, Tolfa, Civitavecchia e Santa Marinella; quest'ultimo è il comune che presenta ancora una volta i valori più elevati.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
81 di 148

1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta

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

- Camera di Commercio Viterbo - 17° Rapporto sull'economia della Tuscia Viterbese 2017;
- Camera di Commercio Roma – Roma e provincia attraverso la statistica, 2017.

Per quanto riguarda la provincia di Viterbo, nel corso del 2017, ha evidenziato un andamento altalenante, con qualche indicatore di segno negativo. Il principale indicatore in grado di sintetizzare l'andamento economico di un territorio, il Valore Aggiunto, che diversamente dal PIL non è depurata dall'andamento dei prezzi, che rappresenta la capacità del sistema locale di produrre ricchezza, si attesta per la provincia di Viterbo nel 2017 a 6.010,04 milioni di euro. La variazione con il 2016 è stata del +1,5%, a fronte di un +1,9% per l'economia regionale e nazionale.

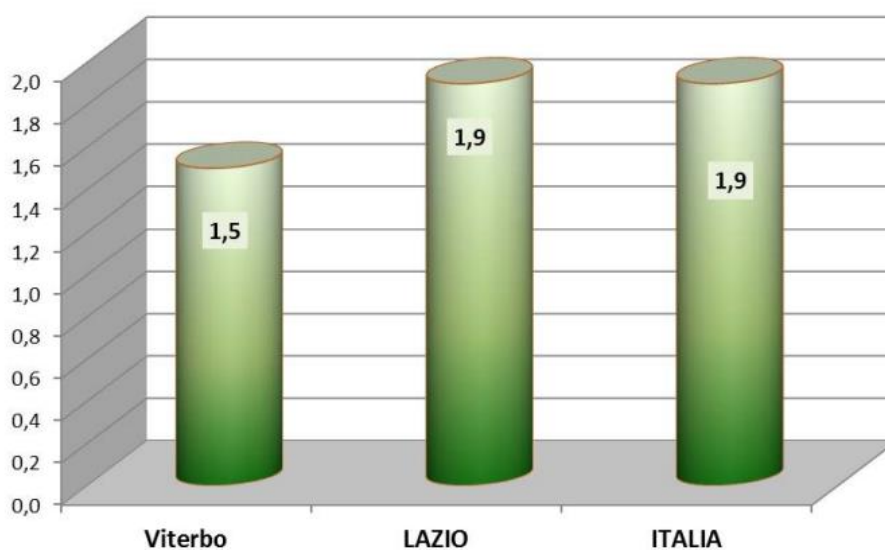


Figura 28: Variazione del valore aggiunto a prezzi correnti in provincia di Viterbo, Lazio e Italia 2016 -2017 (in %)

Per quanto riguarda il mercato dell'import/export, dopo molti anni di crescita, anche il 2017, come il 2016 presenta una variazione delle esportazioni negativa (-3,4%). Il calo è per lo più dovuto a quei settori che sono cresciuti molto negli anni scorsi, agricoltura (-2,2%), industria alimentare (-9,4%) e tessile abbigliamento (-18%), mentre l'importante settore della ceramica che rappresenta oltre il 25% dell'export complessivo, segna un buon +5%.

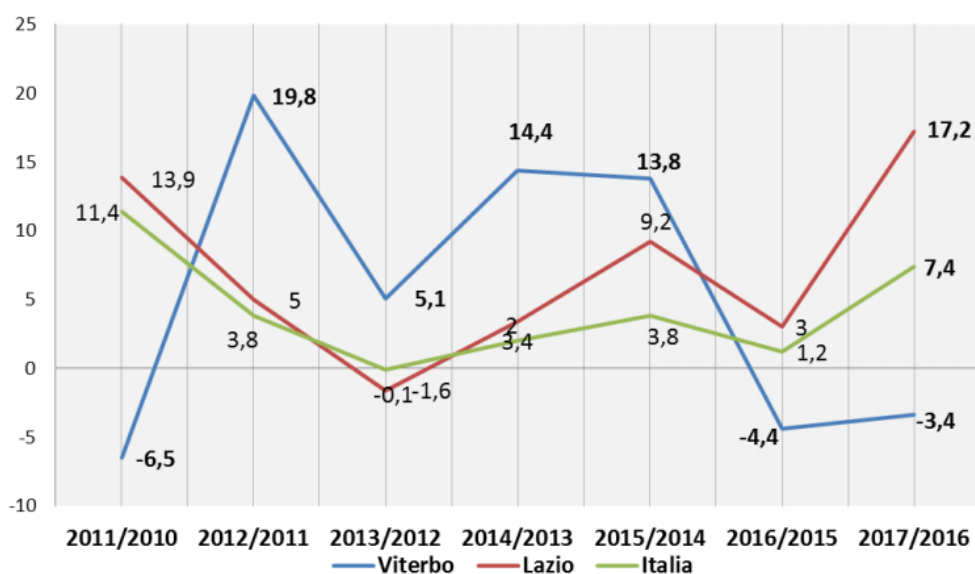
Accanto alle esportazioni l'economia viterbese registra una variazione negativa (-7,4%) anche delle importazioni, che indica anche uno scarso livello dei consumi interni nel 2017.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
82 di 148

Figura 29: Andamento delle esportazioni in provincia di Viterbo, Lazio e Italia 2011 - 2017 (in %)

Nell'ultimo anno il numero delle imprese registrate in provincia di Viterbo è cresciuto dell'1,1%, e tra i settori che hanno maggiormente contribuito alla positività dell'ultimo anno troviamo un incremento importante dell'agricoltura con +1,1% e dei servizi di alloggio e ristorazione, correlati al settore turistico, la cui variazione è stata del +2,6%, e del commercio, comparto che inverte la tendenza negativa degli ultimi anni e segna un aumento del +0,3%. Variazione positiva anche per i servizi di informazione e comunicazione con un +5%. In difficoltà, invece, le attività manifatturiere che registrano una diminuzione dello stock dello 0,2%, e delle costruzioni ancora in calo dell'1,3%.

Per quanto riguarda la provincia di Roma, le imprese registrate nell'anno 2017 raggiungono il valore più alto a livello nazionale con 492.031 imprese, di cui 127.581 facenti parte del commercio della riparazione di autoveicoli e motocicli, 65.550 del settore costruzioni, 20.319 del settore delle attività professionali, scientifiche e tecniche e 24.500 delle attività manifatturiere.

	Imprese	Unità locali
Attive	355.351	67.451
Sospese	119	13
Inattive	90.930	3.463
Con procedure concorsuali	14.955	2.779
Con scioglimento o liquidazione	30.676	3.610
Totale	492.031	77.316

Tabella 28: Riepilogo delle imprese e delle unità locali per stato di attività delle imprese (Anno 2017)

Nella tabella seguente si riporta invece un riepilogo delle imprese femminili registrate nella provincia di Roma nel 2017 per forma giuridica e settore di attività economica.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
83 di 148

	Società di capitale	Società di persone	Imprese individuali	Coop.	Consorzi	Altre forme	TOTALE
A Agricoltura, silvicoltura pesca	304	217	3.368	54	1	4	3.048
B Estrazione di minerali da cave e miniere	22	1	-	1	-	-	24
C Attività manifatturiere	1.597	391	1.889	53	4	5	3.030
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	43	4	5	1	-	-	53
E Fornit. di acqua; reti fognarie, att. di gest. dei rifiuti e risanam.	83	6	19	6	-	3	117
F Costruzioni	4.129	250	760	248	24	26	5.437
G Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparaz. di autov. e motoc	8.089	2.197	18.215	82	4	17	28.584
H Trasporto e magazzinaggio	658	58	602	273	16	11	1.018
I Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	3.991	1.241	4.616	86	-	28	9.962
J Servizi di informazione e comunicazione	1.983	205	876	122	7	45	3.218
K Attività finanziarie e assicurative	427	154	1.701	3	2	-	2.287
L Attività immobiliari	3.730	525	929	17	1	9	5.211
M Attività professionali, scientifiche e tecniche	2.223	223	1.192	133	21	56	3.848
N Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	2.498	336	3.000	346	34	84	6.208
O Amm.ne pubblica e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	1	-	1	3	-	-	5
P Istruzione	451	64	153	64	5	91	828
Q Sanità e assistenza sociale	665	129	170	313	3	54	1.334
R Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	709	98	686	66	13	154	1.720
S Altre attività di servizi	1.502	904	6.016	78	19	55	8.574
U Organizzazioni ed organismi extraterritoriali	-	-	-	-	-	1	1
X Imprese non classificate	9.787	769	2.000	742	64	50	13.412
TOTALE	42.852	7.772	46.108	2.091	218	693	100.424

Tabella 29: Imprese femminili per forma giuridica e settore di attività economica (Anno 2017)

Si nota come delle 100.424 imprese femminili presenti nel territorio provinciale ben 28.584 facciano parte del settore del commercio, seguite dal settore delle attività dei servizi di alloggio e ristorazione con 9.962 e dal settore dei servizi con 8.574 imprese.

Per quanto riguarda il mercato del lavoro nella provincia di Viterbo, nel corso del 2017 è nuovamente diminuito il numero degli occupati (-0,4%), ed è diminuito anche il numero dei disoccupati (-15,3%), con un tasso di disoccupazione che si attesta al 13%, fortemente calato ma comunque superiore alla media nazionale. Nel 2017 il tasso di disoccupazione giovanile si è attestato al 31,8% mentre il tasso di disoccupazione femminile è risultato del 14,1%, due punti in più rispetto all'analogo dato maschile.

	tasso di occupazione 15-64 anni			tasso di attività 15-64 anni			tasso di disoccupazione		
	maschi	femmine	totali	maschi	femmine	totali	maschi	femmine	totali
Viterbo	66,4	46,1	56,3	75,8	53,8	64,8	12,2	14,1	13,0
Lazio	69,1	52,9	60,9	76,9	59,9	68,3	9,9	11,6	10,7
ITALIA	67,1	48,9	58,0	75,0	55,9	65,4	10,3	12,4	11,2

Fonte: Elaborazione Istituto Tagliacarne su dati ISTAT

Tabella 30: Principali indicatori del mercato del lavoro suddivisi per genere nelle province laziali, nel Lazio ed in Italia nel 2017 (Valori in %)

In riferimento alla provincia di Roma si riporta nella tabella seguente un riepilogo delle forze di lavoro potenziali di 15-74 anni per sesso delle province della regione Lazio (dati espressi in migliaia).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
84 di 148

Area Territoriale	2016			2017		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Viterbo	6	7	13	6	9	15
Rieti	4	6	10	5	6	11
Roma	73	110	183	68	100	168
Latina	12	20	31	11	16	27
Frosinone	15	23	38	11	21	32
LAZIO	109	166	275	101	152	253

Tabella 31: Forze di lavoro potenziali di 15-74 anni per sesso (Fonte: Istat)

Si nota come la provincia di Roma nel 2017 abbia un valore molto elevato rispetto alle altre province laziali, pur avendo subito un lieve calo rispetto al 2016.

In tabella seguente si riporta il tasso di attività suddiviso per sesso ed età della provincia di Roma.

CLASSE DI ETA'	Anno 2015			Anno 2016			Anno 2017		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
15 - 24	24,5	20,4	22,5	26,5	21,0	23,8	25,3	19,9	22,7
25 - 34	83,8	70,4	77,1	82,5	70,4	76,6	82,7	71,1	77,0
35 - 44	93,3	77,2	85,0	93,9	78,2	85,8	94,7	77,7	86,0
45 - 54	91,8	71,2	81,2	91,6	72,0	81,5	91,2	73,9	82,2
55 - 64	72,2	47,9	59,4	73,9	49,3	60,9	76,2	54,8	64,8
15 - 64 anni	77,1	61,1	68,9	77,6	61,7	69,5	77,8	63,2	70,3

Tabella 32: Tasso di attività per sesso ed età (Fonte: Istat)

La fascia maggiormente attiva per tutti e tre gli anni analizzati è quella che va dai 35 ai 44 anni, incrementando lievemente nel 2017.

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

Il tasso di disoccupazione, riferito all'anno 2017, per la provincia di Roma risulta essere compreso tra 3,1 e 9,5, estremamente inferiore alla media nazionale pari a 11,2.

La provincia di Viterbo presenta invece un tasso di disoccupazione compreso tra 9.6 e 16.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
85 di 148

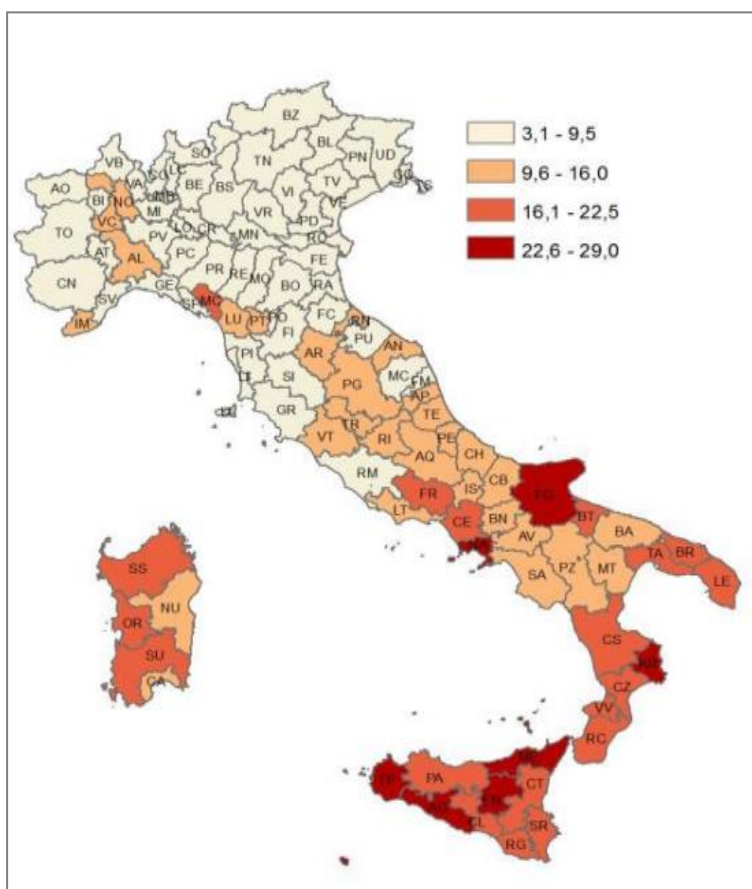


Figura 30: Tasso di disoccupazione per regione – anno 2017

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
86 di 148

1.7 Identificazione degli scenari di esposizione

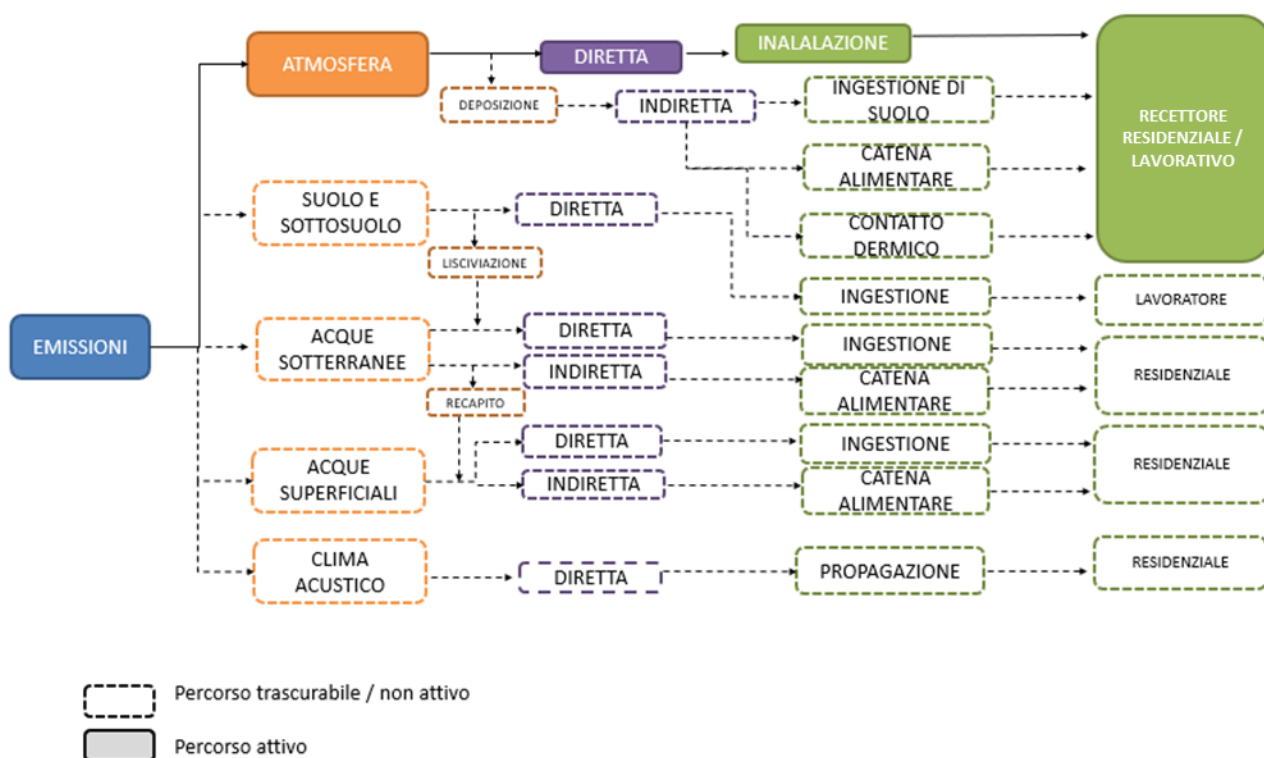
Le valutazioni riportate ai paragrafi precedenti permettono di delineare gli scenari di esposizione in riferimento agli impatti ambientali connessi all'opera in esame in riferimento agli assetti di progetto.

Come anticipato il progetto prevede tre fasi successive:

- **Fase 1:** funzionamento in ciclo aperto OCGT con una prima unità turbogas
- **Fase 2:** funzionamento in ciclo aperto OCGT con una seconda unità turbogas
- **Fase 3:** funzionamento in ciclo chiuso CCGT

Nelle valutazioni è stata inoltre considerata la **Fase 0** relativa all'assetto di attuale esercizio dell'installazione, utilizzata come confronto per la successiva valutazione di impatto epidemiologico.

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


Figura 31: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
87 di 148

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 23 km che comprende, anche parzialmente, un totale di 5 Comuni ubicati nelle Province di Viterbo e Roma, per un totale **78.946 persone** (ISTAT, 2011). Il dettaglio dei Comuni compresi è riportato a seguire:

Allumiere
Civitavecchia
Santa Marinella
Tarquinia
Tolfa

Tabella 33: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse

Sono stati identificati un totale di n. **30 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
88 di 148

1.8 Valutazione ecotossicologica

Come richiesto nel parere dell'Istituto Superiore di Sanità con prot. n. AOO-ISS 14/04/2020-0013323, si integra il presente studio di VIS con un piano di indagine ecotossicologica (**Allegato 8**) e con un breve approfondimento dello stato attuale dell'area di interesse in relazione ai parametri ecotossicologici. Si prevede una campagna ante operam ed inoltre, dopo cinque mesi dall'entrata in funzione dell'impianto nel nuovo assetto di eseguire una nuova campagna post-operam e ulteriori due a cadenza annuale. In seguito le frequenze potranno essere rimodulate sulla base dei risultati ottenuti.

Rete idrografica

La porzione di territorio all'interno della quale è inserito l'attuale impianto è compresa nel bacino idrografico n. 8 Mignone-Arrone Sud così come identificato nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio.



Figura 32: Bacino idrografico di riferimento

Il Mignone origina il proprio corso dalle falde Nord-Ovest dell'antico cratere Sabatino, che racchiude ora il Lago di Bracciano. Il bacino imbrifero si estende per una superficie di circa 500 km²; dopo 45 km di corso il Mignone sfocia nel Mar Tirreno in località S. Agostino (Comune di Tarquinia). Le sue acque perenni sono scarse e non facilmente utilizzabili poiché la profondità in molti punti è inferiore ai 50 cm e la portata risente sensibilmente delle condizioni atmosferiche stagionali. Anche il contributo degli affluenti risulta di

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
89 di 148

scarsa importanza in quanto la loro portata non è mai tale da influenzare in maniera determinante le variazioni del regime idrologico. Lungo il corso del Mignone e dei suoi affluenti l'acqua è prelevata per uso agricolo, potabile e industriale. L'entità del prelievo è molto elevata poiché deve soddisfare, nella quasi totalità, le esigenze idriche di Civitavecchia e Santa Marinella.

Il Fiume Arrone è lungo 37 km, drena il Lago di Bracciano e sfocia nel Mar Tirreno circa un chilometro a nord-ovest della città di Maccarese. Il bacino misura 125 km² di superficie. Pur configurandosi emissario del lago di Bracciano, il contributo del lago alla portata del fiume è esiguo, e in alcuni mesi dell'anno del tutto nullo. Dall'estremità sudorientale del lago, a quota 164 m s.l.m., il fiume si dirige da Nord Ovest a Sud Est per circa 3 km, poi si dirige a Sud per 12 km e quindi a Sud Ovest fino alla foce. In questo tratto confluisce il Rio Maggiore, affluente di destra. Subito a valle di questa confluenza il bacino dell'Arrone è attraversato dalla Strada Statale Aurelia. Alla foce è presente un prezioso ambiente umido che, insieme a tutta l'area contigua coperta da macchia mediterranea detta Bosco Foce dell'Arrone, fa parte della Riserva naturale Litorale romano.

I corsi d'acqua significativi identificati nell'ambito del bacino Mignone-Arrone Sud sono il Fosso Vaccina e il Fosso tre Denari. Nessuno di questi due interessa l'area della centrale che, nello specifico, è limitrofa ai seguenti tre sottobacini secondari:

- Bacino del fosso di Torrevaldaliga: il bacino è drenato dal fosso di Torrevaldaliga che si versa nel Mar Tirreno circa 4 km a nord di Civitavecchia. Il fosso raccoglie le acque di un piccolo bacino imbrifero che dal mare si allunga per circa 3 km verso l'interno in direzione sud ovest – nord est. La superficie del bacino è circa 2 km² e la sua altitudine media è circa 80 m s.l.m. La lunghezza dell'asta del fosso è di circa 2 km e la pendenza media è di circa il 3%.
- Bacino del fosso del Prete: il bacino è drenato dal fosso del Prete che sfocia nel Mare Tirreno, circa 3 km a N di Civitavecchia, subito a nord di Punta S. Paolo. La superficie del bacino di fosso del Prete è di circa 4,5 km² e la sua altitudine media è di circa 78 m s.l.m.. La lunghezza dell'asta del fosso è di circa 5 km e la pendenza media è di circa il 2,4%.
- Bacino del fosso Fiumaretta: il fosso Fiumaretta sfocia nel Mare Tirreno subito a nord dell'abitato di Civitavecchia, ha origini sulle pendici occidentali del Monte Ferrara alla quota di circa 400 m s.l.m. La superficie del bacino del fosso Fiumaretta è di circa 14,5 km² e la sua altitudine media è di circa 150 m s.l.m.. La lunghezza d'asta del fosso è di circa 9 km e la sua pendenza media è del 14,4% circa.

Nello specifico, per quanto riguarda il deflusso superficiale delle acque meteoriche, l'area, prima della costruzione dell'impianto, era naturalmente attraversata soltanto da qualche piccola scolina campestre; attualmente le acque dei campi a monte della ferrovia vengono tutte convogliate artificialmente in un sistema di drenaggio che va a confluire prevalentemente in un collettore che corre a Sud della centrale e secondariamente in un fosso posto a nord del parco combustibili. Nelle aree di impianto esistono solo le fognature per la raccolta delle acque meteoriche dei vari piazzali e il canale di scarico delle acque marine di raffreddamento della centrale posto, in parte, in sotterraneo.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
90 di 148

Qualità delle acque superficiali

ARPA Lazio effettua la classificazione dei corsi d'acqua secondo le indicazioni previste dal D.M. 260/10; allo stato attuale si dispone degli indici di qualità ecologica e chimica della rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel triennio 2015-2017.

Nella tabella seguente sono riportati in dettaglio gli indici di qualità ambientale LIMeco e i parametri chimici a sostegno del periodo 2015-2017 che hanno costituito la base per le valutazioni a carattere integrato sul periodo (FM: corso d'acqua fortemente modificato A: artificiale, N:naturale) con il riquadro rosso per i dati relativi al bacino Mignone-Arrone Sud.

Bacino Idrografico	Codice Stazione	Corpo Idrico	Tipologia Corpo Idrico	Tipologia Monitoraggio Attuale	LIMeco 2015	LIMeco 2016	LIMeco 2017	LIMeco Triennio	Tab 1/B 2015	Tab 1/B 2016	Tab 1/B 2017	Tab 1/B triennio
Mignone	F4.91	Fosso Verginese 1	N	sorveglianza	Sufficiente			Sufficiente	Buono			Buono
Mignone	F4.92	Fosso Verginese 2	N	operativo		Buono		Buono		Buono		Buono
Mignone	F5.83	Torrente Vesca 2	N	operativo	Elevato			Elevato	Buono			Elevato
Mignone Arrone Sud	F4.69	Fosso delle cadute 2	N	sorveglianza			Scarso	Scarso			Buono	Buono
Mignone Arrone Sud	F4.65	Fosso Sanguinara 1	N	operativo			Scarso	Scarso			Buono	Buono
Mignone Arrone Sud	F4.31	Fosso Tre Denari 2	FM	operativo	Scarso	Cattivo		Scarso			Elevato	Elevato
Mignone Arrone Sud	F4.22	Fosso Vaccina 2	FM	operativo	Sufficiente	Scarso		Sufficiente	Buono			Buono
Mignone Arrone Sud	F4.66	Rio Fiume 1	N	operativo			Elevato	Elevato			Elevato	Elevato

Tabella 34: Indici di qualità ambientale LIMeco e parametri chimici a sostegno, 2015-2017
Qualità delle acque marino- costiere

La classificazione delle acque marino costiere secondo le indicazioni previste dal D.M. 260/10 ha introdotto un approccio innovativo nella valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici, integrando sia aspetti chimici sia biologici.

Gli indicatori ambientali di riferimento per la valutazione dello *stato ecologico* sono i seguenti:

- indicatori biologici (fitoplancton, fanerogame, macroinvertebrati e macroalghe) il cui monitoraggio è pianificato in modo differente per ogni stazione;
- elementi di qualità fisico – chimica a sostegno: indice TRIX, per valutare lo stato trofico degli ambienti marino-costieri;
- elementi chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità).

Tali indici sono classificati secondo cinque classi di qualità: "Elevato", "Buono", "Sufficiente", "Scarso" e "Cattivo", a eccezione degli elementi chimici a sostegno il cui stato è espresso da "Elevato", "Buono" e "Sufficiente".

Gli indicatori ambientali di riferimento per la valutazione dello *stato chimico* sono:

- l'indice chimico basato sulla presenza di sostanze inquinanti di natura pericolosa e persistenti nella matrice acqua con livelli di concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA, SQA-CA) di cui alla tab.1A del DM 260/2010 e Dlgs 172/2015;

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
91 di 148

- l'indice chimico basato sulla presenza di sostanze inquinanti di natura pericolosa e persistenti nella matrice pesci con livelli di concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA, SQA-CA) di cui alla tab.1A del Dlgs 172/2015.

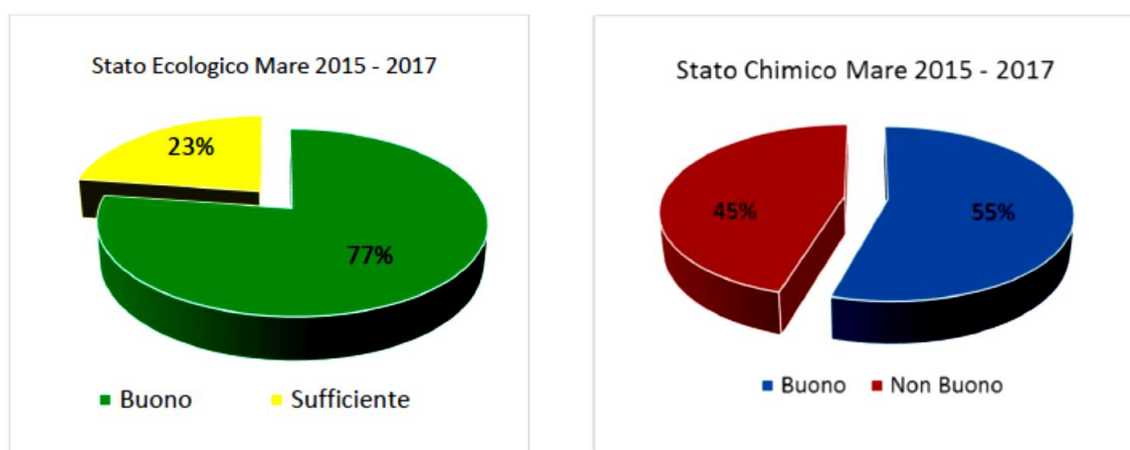
Tali indici sono classificati secondo le seguenti due classi: "buono" e "non buono" in cui "buono" rappresenta l'assenza di sostanze inquinanti.

Il quadro di sintesi dei risultati del monitoraggio del triennio 2015-2017 è rappresentato attraverso i grafici riportati nelle figure seguenti.

In generale, ARPA Lazio effettua il monitoraggio su 22 stazioni, di cui circa il 23% risulta con uno stato ecologico "Sufficiente" e il restante 73% in stato "Buono".

Per quanto riguarda lo stato chimico, il 55% delle stazioni monitorate è in stato di "Buono"; lo stato "Non Buono" è dovuto principalmente alla presenza di livelli di concentrazioni di piombo superiori allo standard di qualità ambientale.

A questa situazione ha contribuito in modo significativo la modifica legislativa a livello comunitario, che ha ridotto, con il D.Lgs. 172/2015, la concentrazione media ammissibile da 7.2 a 1.2 µg/l.


Figura 33: Quadro di sintesi, monitoraggio 2015-2017

Lo stato ecologico evidenzia una situazione generalmente buona sotto il profilo delle condizioni di eutrofia con alcune stazioni che rilevano condizioni "sufficienti" dovute prevalentemente all'influenza dei pennacchi fluviali più rilevanti.

Si riporta di seguito l'estratto della Tavola Sinottica relativo al tratto marino costiero di interesse

Nome Corpo Idrico	Comune	Tipologia di Corpo idrico	Codice Stazione	TRIX Triennio	Clorofilla Triennio	Tab. 1/B Triennio	Stato Ecologico	Stato Chimico
Da F. Mignone a Rio Fiume	Civitavecchia	Naturale	M4.32	Buono	Elevato	Buono	Buono	Buono
Da F. Mignone a Rio Fiume	Santa Marinella	Naturale	M4.35	Buono	Elevato	Buono	Buono	Non buono

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
92 di 148

Da Bacino Fiara a F. Mignone	Tarquinia	Naturale	M5.42	Sufficiente	Elevato	Buono	Sufficiente	Buono
------------------------------------	-----------	----------	-------	-------------	---------	-------	-------------	-------

Tabella 35: Tavola Sinottica 2015-2017 del tratto marino costiero di interesse

Dal punto di vista della balneazione, nel tratto di mare di interesse ARPA Lazio effettua i monitoraggi nelle stazioni riportate nell'immagine seguente.


Figura 34: Ubicazione stazioni di monitoraggio per la balneazione

La classificazione della qualità delle acque riferita alle analisi effettuate nel periodo 2015-2018 è la seguente:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
93 di 148

Codice Punto	Descrizione	Codice Punto Europeo	Classificazione Acque
407	Torre S. Agostino	IT012058032A001	eccellente
29	Stabilimento Bagni Pirgo	IT012058032003	eccellente
30	250 m. sx Fosso Infernaccio	IT012058032004	eccellente
32	250 m. sx Fosso Malpasso	IT012058032A005	eccellente
261	Spiaggetta Fosso Marangone	IT012058032007	eccellente

Tabella 36: Classificazione acque, 2015-2018

Ciò indica che sono sempre stati rispettati i limiti previsti per Enterococchi intestinali (200 CFU/100 ml) ed *Escherichia coli* (500 CFU/100 ml) secondo il D.Lgs. 116/2008 e il DM 30/3/2010.

Per completezza delle informazioni relative alle acque di balneazione nell'immagine seguente si riporta, infine, il bollettino completo relativo al mese di giugno 2018 del tratto marino costiero antistante la Centrale di Torrevaldaliga Nord.

Punto di campionamento	2018
407 - Torre S. Agostino	IDONEO
28 - 1400 m. sx Torre Valdaliga	NON IDONEO
--- - POLO INDUSTRIALE	NON IDONEO
--- - ZONA PORTO	NON IDONEO
29 - Stabilimento Bagni Pirgo	IDONEO
30 - 250 m. sx Fosso Infernaccio	IDONEO
--- - FOCI FOSSI INFERNACCIO E SCARPATOSTA	NON IDONEO
32 - 250 m. sx Fosso Malpasso	IDONEO
--- - PORTO DI TRAIANO	NON IDONEO
261 - Spiaggetta Fosso Marangone	IDONEO

Tabella 37: Bollettino Giugno 2018 del tratto in esame
Piano di monitoraggio dell'ambiente marino

La Centrale di Torrevaldaliga Nord applica un Piano di Monitoraggio del tratto marino costiero antistante lo scarico termico, in accordo con le prescrizioni di cui all'Allegato 2 del Decreto di Autorizzazione del Ministero dello Sviluppo Economico (DEC 55/02/2003 del 24.12.2003) per la trasformazione a carbone della Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord, e sulla base dei documenti:

- Parere 855 20/1/2012 CTVIA,
- Parere 1200 12/4/2013 CTVIA,
- Comunicazione DG Valutazioni Ambientali MATTM 18/7/2013 CTVIA.

Il monitoraggio viene effettuato dal 2004 nel tratto compreso tra Punta S. Agostino e Capo Linaro, allo scopo di individuare e di valutare la presenza di eventuali variazioni, nel breve e nel medio termine, dovute

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
94 di 148

all'esercizio della Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord, e in particolare allo scarico delle acque di raffreddamento condensatori.

Il Piano prevede la valutazione di una serie di componenti biologiche scelte tra quelle in grado di evidenziare gli eventuali effetti dovuti alla presenza dello scarico termico o che comunque possano dare evidenza di eventuali alterazioni di tipo ambientale.

In particolare, sono state analizzate le seguenti componenti:

- fito e zooplancton,
- *Posidonia oceanica*,
- macrobenthos,
- colonna d'acqua.

In passato e sino al 2013, a integrazione e complemento delle indagini sopra descritte, sono stati effettuate anche determinazioni del contenuto dei principali metalli pesanti e analisi ecotossicologiche per la verifica della qualità delle acque. Non avendo evidenziato risultati significativi le analisi sono state interrotte su richiesta della CTVIA.

Le cadenze temporali dei vari campionamenti sono correlate con il tipo di risposta che ciascuna componente biologica può fornire; di conseguenza il Piano di Monitoraggio prevede che le valutazioni chimico-fisiche e l'analisi della componente planctonica, che sono caratterizzate da una risposta a breve termine, vengano effettuate a livello stagionale, mentre lo studio della *Posidonia oceanica* e della popolazione macrobentonica, che rappresentano degli indicatori di impatto a medio termine, sia condotto nella stagione estiva.

Si riporta di seguito un estratto dei risultati del monitoraggio marino effettuato nell'anno 2018.

Comunità fito e zooplanctoniche

Le indagini relative alle comunità costiere fitoplanctoniche e zooplanctoniche sono state condotte, con cadenza stagionale, in quattro stazioni scelte opportunamente in modo tale da caratterizzare le aree eventualmente soggette all'influenza dello scarico termico e poterle quindi comparare con le aree non impattate dallo scarico termico.

Nello specifico, nel tratto di mare compreso tra Punta S. Agostino (estremo Nord) e Capo Linaro (estremo Sud) sono state individuate le seguenti stazioni ubicate a circa 1 miglio dalla costa):

- stazione A, in prossimità di Punta S. Agostino;
- stazione B, in corrispondenza dello scarico a mare delle acque di raffreddamento della Centrale di Torrevaldaliga Nord;
- stazione D, presso il Porto di Civitavecchia;
- stazione E, in prossimità del Villaggio del Fanciullo.

Si riporta di seguito la mappa dei punti di campionamento.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
95 di 148


Figura 35: Mappa punti di campionamento Comunità fito e zooplanctoniche

Per quanto riguarda la composizione tassonomica e la struttura di comunità fitoplanctonica le stazioni sono risultate piuttosto omogenee.

Le caratteristiche della comunità indicano ambienti pelagici senza contributi di risospensione di sedimenti dal fondale. L'indice MPI (Multimetric Phytoplankton Index) indica condizioni simili in tutte le stazioni e che la qualità delle acque risulta invariata rispetto al monitoraggio del 2016.

Le variazioni evidenziate nella composizione della comunità sono principalmente dovute all'alternanza di blooms demografici di diatomee in primavera-estate e di nanoflagellate in autunno-inverno.

Le principali differenze, seppur non significative dal punto di vista statistico, sono emerse in funzione dell'abbondanza cellulare, inferiore nella stazione in corrispondenza del Porto e nettamente maggiore nella stazione antistante la Centrale soprattutto durante la fioritura. Dal punto di vista della composizione tassonomica, si riporta la presenza dominante di diatomee, con forme tipicamente pelagiche e coloniali come *Leptocylindrus spp.*, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros spp.* e *Pseudonitzschia spp.* Le caratteristiche della comunità indicano ambienti pelagici senza contributi di risospensione di sedimenti dal fondale, a eccezione di casi isolati.

Il mesozooplankton oggetto di questo studio risulta composto quantitativamente in larga parte da Copepoda (adulti e forme larvali), Cirripeda (forme larvali), e Cladocera. La predominanza del gruppo dei Copepoda concorda con quanto osservato da Di Capua & Mazzocchi (2009) e Cataletto et al. (2014). I taxa

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
96 di 148

osservati presentano tutti un'ampia distribuzione geografica e sono caratterizzati da una marcata variabilità stagionale della loro abbondanza. I Copepoda rappresentano la comunità più abbondante dello zooplancton sia dell'ambiente di costa sia oceanico, costituendo generalmente più del 20% del mesozooplancton totale, ma raggiungendo anche densità superiori al 40% durante i blooms primaverili e autunnali (Daly Yahia et al., 2004). Per questa loro importante presenza, la variabilità dell'abbondanza nel tempo e nello spazio è di fondamentale importanza nelle dinamiche che caratterizzano le catene alimentari marine. I Copepoda, infatti, ricoprono una posizione chiave nella catena trofica marina essendo considerati i maggiori produttori secondari degli oceani.

I generi di Copepoda più comunemente riscontrati sono stati *Oithona* (Cyclopoida), con specie di acque aperte, neritiche ma anche salmastre a spiccata stagionalità (Mazzocchi & Ribera d'Alcalà, 1995); *Clausocalanus*, *Paracalanus*, e *Acartia* (Calanoida), che includono sia specie neritiche che eurialine, molto comuni nel Mediterraneo; *Euterpina* (Harpacticoida), specie epipelagica, neritica, presente in acque costiere, aperte e salmastre e comune tutto l'anno. I Cyclopoida sono rappresentati dal genere *Oithona* in tutte le aree: la specie maggiormente rinvenuta è risultata essere *Oithona nana*, una specie ben adattata alla vicinanza a costa e, di conseguenza, agli apporti di inquinanti antropici (Paffenhöfer, 1993). Il genere *Oithona* ha una distribuzione spaziale molto ampia ed è in grado di adattarsi in molti ambienti marini, dagli estuari al mare aperto, dall'Artico e Antartico al Mediterraneo (Mazzocchi e Ribera d'Alcalà, 1995) e alle acque tropicali e sub-tropicali. Questa ampia distribuzione spaziale è in parte dovuta al fatto che alcune specie hanno una buona capacità di adattamento a condizioni eurialine, euriterme, oltre ad avere bassi tassi metabolici e di respirazione (Paffenhöfer, 1993).

Altro genere ben rappresentato è *Acartia*, che è risultato diversificato in termini di abbondanza nelle quattro aree. Questo genere è riportato fra i dominanti, soprattutto in ambiente d'altura. *Acartia* è risultata presente in primavera e autunno in tutte le quattro aree. È una specie adattata alla vicinanza a costa e, di conseguenza, agli apporti di inquinanti antropici, presentando una strategia r ed essendo caratterizzata da elevati tassi di produttività e di produzione di uova. *Acartia* è adattata ad ambienti ad alta trofia, quando le condizioni diventano sfavorevoli possono produrre delle uova dure che si depositano sul fondo per schiudersi al momento opportuno, costituiscono così una elevata frazione della componente zooplanctonica in ambienti costieri ed estuarini (Paffenhöfer, 1993). *Paracalanus* è risultato molto rappresentato numericamente in tutte le stagioni di campionamento, in particolare *P. parvus* e *P. nanus*.

Ben rappresentati anche i Cladocera *Penilia*, *Evadne* e *Podon*, specie eurialine ed euriterme, tipiche di acque costiere, che generalmente presentano massimi stagionali nel periodo estivo e autunnale. Ben rappresentata anche la parte meroplanctonica, costituita da giovanili di Polychaeta, Sipunculida, Decapoda, Mollusca (Lamellibranchia e Gastropoda), Echinodermata e infine Tintinnida e Cnidaria. Tutti gli indici strutturali presentano una bassa variabilità tra le stazioni indagate, a testimonianza di una comunità zooplanctonica abbastanza omogenea nel tratto di mare in questione, senza differenze riconducibili all'eventuale disturbo provocato dallo scarico termico della Centrale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
97 di 148

Macrobenthos

Le stazioni di campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione del macrobenthos sono state collocate sia nelle zone di eventuale perturbazione termica sia in zone limitrofe non esposte alla perturbazione ma con caratteristiche di habitat (batimetrica, composizione del substrato, correntometria locale, etc.) simili.

Nello specifico, nel tratto di mare compreso tra Punta S. Agostino (estremo Nord) e Capo Linaro (estremo Sud) sono state individuate nove stazioni di campionamento a tre profondità (-4, -8 e -16 m) lungo tre transetti collocati nelle aree di seguito descritte:

- area A, in corrispondenza di Punta S. Agostino;
- area B, in corrispondenza dello scarico a mare delle acque di raffreddamento della Centrale di Torrevaldaliga Nord;
- area E, circa 2000 m a nord-ovest dello scarico della Centrale.

Si riporta di seguito la mappa dei punti di campionamento.



Figura 36: Mappa punti di campionamento Macrobenthos

La composizione specifica e la struttura in gruppi ecologici della comunità del macrobenthos rientra in tutte le stazioni nel quadro di condizioni ambientali soddisfacenti ai sensi del D.L. 260/10. L'indice M-AMBI suggerisce la presenza di condizioni ottimali, anche in relazione agli elevati valori di diversità e numero di taxa, solitamente indicativi di condizioni di elevata qualità ambientale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
98 di 148

Malgrado l'indice M-AMBI sia stato sviluppato per valutare lo stato di qualità su fondi mobili e i limiti di riferimento utilizzati si riferiscano al solo macrotipo 3, la predominanza di organismi sensibili e indifferenti, insieme alla presenza estremamente ridotta di organismi opportunisti, fornisce una chiara indicazione della presenza di uno stato di qualità non perturbato ai sensi del D.L. 260/10.

Posidonia oceanica

Analogamente al macrobenthos, nel tratto di mare studiato sono state individuate nove stazioni di campionamento a tre profondità (-4, -8 e -16 m) lungo tre transetti collocati nelle aree di seguito descritte:

- area A, in corrispondenza di Punta S. Agostino;
- area B, in corrispondenza dello scarico a mare delle acque di raffreddamento della centrale di Torrevaldaliga Nord;
- area E, circa 2000 m a Nord-Ovest dello scarico della Centrale.

La classificazione della prateria varia tra densa e rada in tutte le stazioni prossime alla costa alla profondità di 4 m, con densità comprese tra 317 fasci/m² (stazione A4) e 473 fasci/m² (stazione B4). A 8 m di profondità in ciascun transetto viene mantenuta la stessa classe, con minime variazioni rispetto alla corrispondente stazione meno profonda.

A 16 m di profondità, nei transetti A ed E la prateria diventa "molto rada", con densità comprese tra 181 e 199 fasci/m², mentre nel transetto B la *Posidonia* risulta assente come già rilevato nei monitoraggi condotti negli anni precedenti.

Le differenze rinvenute lungo i transetti dalla costa verso il largo, alle profondità di 4, 8 e 16 metri, rispecchiano la normale distribuzione della fanerogama fotofila che riduce la sua densità a profondità maggiori, dove le intensità luminose sono inferiori.

Per quanto riguarda gli altri parametri fenologici è stato preso in considerazione anche il numero medio di foglie per fascio, il quale rappresenta un indice per valutare lo stato di salute della prateria. Da tale analisi è emerso che in tutte le stazioni e a tutte le profondità prese in esame il numero medio di foglie per fascio è paragonabile, con valori compresi tra 5.5 e 7.2 foglie/fascio.

Oltre alla densità fogliare dei fasci è stata valutata anche la composizione dei fasci stessi, classificando le foglie che li compongono nelle categorie giovanili, intermedie e adulte.

Anche in questo caso, la composizione dei diversi fasci risulta del tutto confrontabile nelle stazioni e profondità indagate, senza evidenziare la presenza di stress o di sofferenza della prateria in esame, che riporta una buona percentuale di foglie giovanili e intermedie.

Complessivamente l'andamento della distribuzione della *Posidonia* nell'area di studio è in linea con quello rilevato lungo tutto il Mediterraneo e in particolar modo nelle coste laziali, spesso soggette ad attività di pesca a strascico.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
99 di 148

Acqua

I campionamenti di acqua sono stati effettuati in quattro transetti di riferimento (A, B, D, E) a tre diverse distanze dalla costa (500, 1000 e 2000 m), scelti opportunamente in modo tale da caratterizzare sia aree eventualmente soggette all'influenza dello scarico termico sia aree non impattate.

Si riporta di seguito la mappa delle stazioni di campionamento.


Figura 37: Mappa punti di campionamento di acqua

Nella seguente tabella viene si dettaglia il range dei valori ottenuti in riferimento ai parametri chimico - fisici della colonna d'acqua nel tratto di mare indagato nelle stagioni invernale ed estiva.

Temperatura	13.69°-15.20 °C	14.98 – 21.03 °C
Salinità	37.81 – 38.14 ‰	37.65 – 38.14‰
Ossigeno disciolto	7.04 – 8.67 mg/l	7.32 – 8.22 mg/l
Saturazione ossigeno	87.1-106.6 %	93.6 – 109.8%
pH	8.31 – 8.38	8.01 – 8.20
Clorofilla <i>a</i>	< 0.01 - 1.75 µg/l	< 0.01 – 0.76 µg/l

Tabella 38: Sintesi range parametri chimico-fisici della colonna d'acqua

Nel complesso l'analisi dei valori registrati conferma l'assenza di effetti dovuti alla presenza di scarichi termici correlabili ad attività antropiche.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
100 di 148

Anche le concentrazioni dei nutrienti considerati indicano l'assenza di variazioni di rilievo tra i diversi transetti e alle diverse distanze dalla costa confermando l'assenza di evidenti variazioni imputabili alla Centrale.

Composti	udm	Inverno	Estate
NH4	μmol/l	< 0.02 – 0.22	0.21-4.47
NO2		0.14- 0.32	< 0.01-0.03
NO3		0.27-0.96	0.50-4.19
PO4		<0.01-0.02	0.02-0.17
N tot		8.99-17.29	6.92-58.00
P tot		0.04-0.10	0.08-0.24

Tabella 39: Concentrazione nutrienti

Inoltre, le analisi condotte nei periodi precedenti per la determinazione di alcuni metalli pesanti indicano valori omogenei in tutte le stazioni, con concentrazioni generalmente conformi ai limiti di legge. Anche le analisi ecotossicologiche condotte sui campioni d'acqua prelevati nelle stazioni di riferimento evidenziano l'assenza di effetti tossici per entrambe le specie considerate (il microrganismo *Vibrio fischeri* e il crostaceo *Artemia franciscana*), indicandone l'accettabilità a termini di legge. In sintesi sulla base di tutte le campagne effettuate per il monitoraggio marino dell'area presa in considerazione, non si rileva la presenza di anomalie significative sull'ecosistema, di conseguenza, effetti derivanti dall'esercizio della Centrale e della presenza dello scarico termico.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
101 di 148

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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
102 di 148

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 dei numeri 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.

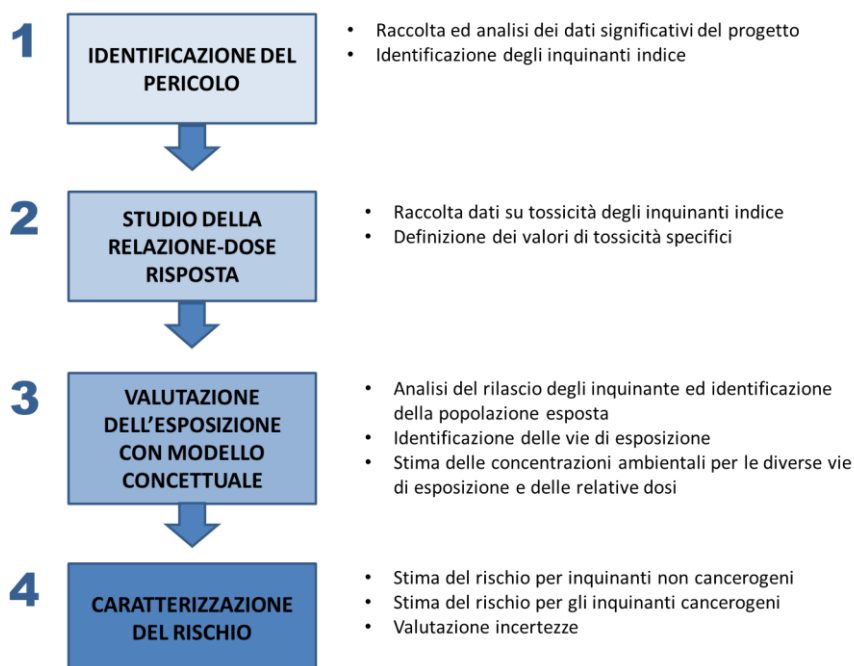


Figura 38: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
103 di 148

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):

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

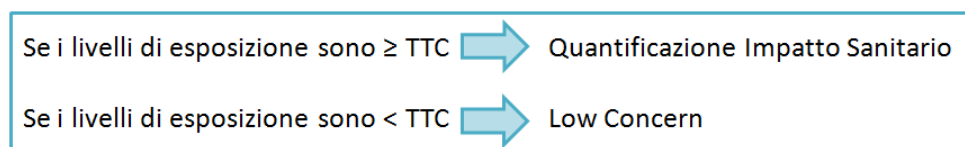
La valutazione del fattore di esposizione (E) consiste nella stima della dose giornaliera, definita anche **ADD** *Average Daily Dose*, per le sostanze non cancerogene, o **LADD** *Lifetime Average Daily Dose*, per le sostanze cancerogene, che può essere assunta dai recettori umani. Tali fattori sono 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 39: 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 *bypassata*, procedendo direttamente alla fase di risk assessment estesa.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
104 di 148

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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
105 di 148

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**).

Infine, si sottolinea che i valori di HI che verranno in seguito calcolati, saranno comprensivi dei valori di background³ e corrispondono quindi alla somma di tutti i contributi delle sorgenti presenti sul territorio (incluso quello della Centrale nell'assetto attuale).

Sostanze cancerogene

Per le sostanze cancerogene le valutazioni tossicologiche devono essere effettuate tenendo conto della classificazione di cancerogenicità della sostanza e della potenza dell'effetto cancerogeno a questa associato.

Le recenti Linee Guida VIS indicano come approccio preferenziale per il risk assessment tossicologico di sostanze con rischio cancerogeno il calcolo del MOE (Margin of Exposure), rapporto tra *Benchmark Dose* (BMD) e valore di esposizione che esprime la distanza tra il livello di esposizione d'interesse e quello associato ad un effetto minimo ma rilevabile.

La *Benchmark Dose* viene stimata con tecniche di best-fitting dei risultati sperimentali sull'animale o, più raramente, su dati epidemiologici. Di solito per alcune sostanze cancerogene tale valore risulta essere già noto da letteratura.

Nel caso dei cancerogeni genotossici viene utilizzata la BMDL₁₀ ovvero il limite inferiore dell'intervallo di confidenza della Benchmark Dose associata ad un incremento di tumori del 10%:

È stato definito dalle Linee Guida che un MoE di almeno 10.000 rispetto alla BMDL₁₀ rappresenti una situazione di bassa preoccupazione ("*low concern*") o di rischio tollerabile.

Nel caso la Benchmark dose non sia disponibile, o non calcolabile, è possibile usare come alternativa la T25, ovvero la dose associata ad un incremento del 25% di tumori ad un dato sito, ottenuta, anche questa, per interpolazione dai dati sperimentali. In tal caso il MoE minimo, ovvero di *low concern*, dovrebbe essere proporzionalmente maggiore, ovvero pari a 25.000.

Le Linee Guida VIS indicano il ricorso alla BMD come "*più pragmatico e trasparente*" rispetto ad analisi di rischio basate sul calcolo dell'Unit Risk, metodologia impiegata per analisi VIS già a partire dagli anni '80 dall'EPA e ripresa anche dalle Linee Guida ISPRA VIIAS (2015). In assenza di dati ufficiali, le Linee Guida VIS indicano la possibilità di calcolare la BMD.

³ Da parere ISS prot. n. 15370/15020: "[...] per background si intendono i livelli degli inquinanti derivanti da tutte le attività antropiche presenti e che caratterizzano una zona in cui un'opera si va ad inserire [...]".

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
106 di 148

Consultando le principali banche dati nazionali ed internazionali **non è stato identificato una BMD, né un T25 per le polveri sottili del particolato secondario (PM10 e PM2.5)**, unico inquinante classificato come cancerogeno per il caso in esame.

Non sono inoltre ad oggi disponibili Linee Guida ufficiali in materia di definizione della BMD a partire da dati epidemiologici.

L'assenza di linee guida di riferimento ufficiali per la definizione della BMD, unitamente alle criticità nel calcolo per la particolarità dell'inquinante in esame (si veda riquadro di approfondimento successivo), porta a sostenere che per la valutazione del rischio cancerogeno per il caso in esame la metodologia US EPA del calcolo del rischio tossicologico rappresenti la soluzione più conservativa in termini di rappresentatività del risultato.

Inoltre, si deve tenere presente che se si valuta in dettaglio la tipologia di particolato secondario che potrebbe potenzialmente formarsi per il caso in esame, questo è costituito presumibilmente da Nitrato d'Ammonio, sostanza per la quale ad oggi non ci sono evidenze di proprietà cancerogene. Eventuali altri composti riscontrabili sul particolato secondario che potrebbero causare effetti cancerogeni non derivano da interazioni ambientali del progetto ma eventualmente da altre sorgenti emissive ubicate nel territorio (es. traffico, altre attività industriali).

Approfondimento relativo alla definizione di BMD per particolato atmosferico

La Benchmark Dose (BMD) viene spesso paragonata al NOAEL (No Observed Adverse Effect Level).

Il NOAEL è la massima dose alla quale generalmente non è rilevata a livello statistico alcuna variazione nella risposta all'esposizione in confronto con l'esposizione di fondo. La BMD rappresenta invece una valutazione quantitativa che utilizza una curva dose-probabilità per determinare il livello di dosaggio equivalente al NOAEL.

La BMD rispetto al NOAEL, essendo determinata su base puramente statistica, è meno influenzata dal disegno sperimentale ed ha una precisione che può essere stimata numericamente.

La differenza fondamentale, quindi, è che nel caso della BMD l'effetto che si vuole considerare è predeterminato. Questo consente di estrapolare meglio gli indici derivati come ad esempio l'RfD.

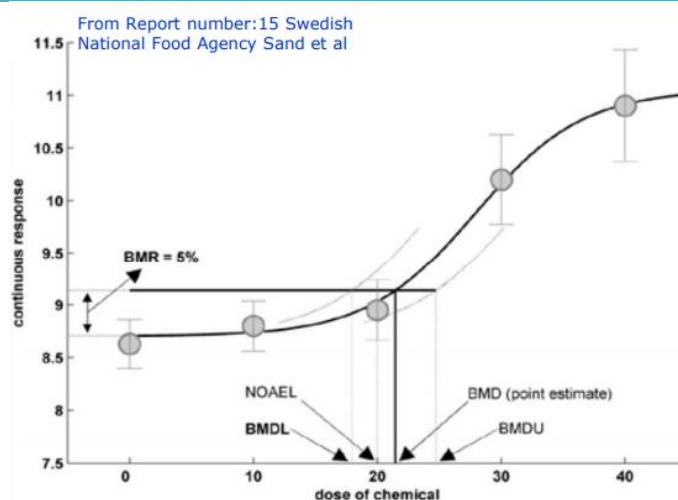
La BMD viene quindi definita come il limite di confidenza inferiore di una dose corrispondente ad uno specifico livello di rischio. In altre parole, è l'esposizione che corrisponde ad una determinata variazione nella risposta (di un indicatore) rispetto al background o dose che corrisponde ad uno specifico livello di incremento della risposta. Il più basso livello di confidenza del 95% legato alla BMD è stato suggerito per rimpiazzare il NOAEL.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
107 di 148

Figura 40: Confronto fra utilizzo di BMD e NOEL

Il principale vantaggio dell'utilizzo della BMD è dato dal fatto che nel suo calcolo viene usata tutta la curva e quindi la variabilità sperimentale e biologica viene inclusa nella stima successiva dei valori guida poiché l'intervallo di confidenza include implicitamente una valutazione della qualità dei dati.

I modelli ad oggi disponibili e riconosciuti a livello internazionale per tale calcolo sono:

- Benchmark Dose Software (BMDS) dell' US EPA - <https://www.epa.gov/bmds>
- PROAST del RIVM (Dutch National Institute for Public Health and the Environment) - <https://www.rivm.nl/en/proast>

Per l'utilizzo di tali software sono necessari alcuni prerequisiti sui dati di input:

- devono essere espressi in quantili o come funzione continua,
- deve essere evidente un trend dose-risposta chiaro,
- set di dati con risposte solo ad alte dosi non sono in genere adeguati,
- in caso di utilizzo di dati epidemiologici le serie devono essere complete e rappresentative.

Gli step di analisi di tali modelli presentano inoltre fasi nell'ambito delle quali possono essere effettuate scelte diverse su funzioni o parametri statistici da applicare.

La sensibilità dell'operatore in relazione alla selezione dei dati di input, unitamente alla definizione dei vari step di calcolo, possono quindi portare a definizione di BMD anche molto diverse fra loro. Tale variabilità di risultati può essere contenuta mediante l'adozione di specifiche linee guida, o mediante la definizione di BMD a cura di enti pubblici / organizzazioni ufficiali.

Nel caso di utilizzo di dati tossicologici sono disponibili linee guida EPA. Non risultano disponibili linee guida per utilizzo di dati tossicologici. A livello europeo le Linee Guida EFSA ("Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment", par. 2.5.8., EFSA 2016) dichiarano che, sebbene in linea di principio le BMD siano desumibili anche da dati epidemiologici, risulta necessario definire una linea guida ad hoc.

Come anticipato inoltre, sempre da fonti EU (SCCS, SCHER e SCENIHR) si afferma che l'utilizzo di dati epidemiologici in riferimento all'inquinamento atmosferico non permette di valutare in dettaglio gli effetti interattivi derivanti dall'esposizione ad una miscela complessa che varia spazialmente e temporalmente. Infatti in molti casi vi è un effetto di covarianza dei diversi inquinanti a seconda della fonte di emissione e dalle condizioni climatiche. Tale effetto dovrebbe essere esplicitato come effetto additivo. Inoltre la selezione dei dati epidemiologici utili dovrebbe essere basata su popolazioni sufficientemente comparabili (Mauderly e Samet, 2009).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
108 di 148

La formula per il calcolo del rischio tossicologico di sostanze cancerogene è la seguente:

$$R = LADD \times CSF \quad [3]$$

dove:

R = **Rischio o ELCR** (*Estimated Lifetime Cancer Risk*), definito come la probabilità incrementale dell'insorgenza di casi di tumore nel corso della vita, causati dall'esposizione alla sostanza cancerogena in studio;

LADD= **Lifetime Average Daily Dose**, espressa in mg/(kg giorno);

CSF = **Potere cancerogeno di una sostanza (Cancer Slope Factor)** e indica la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se un individuo è esposto alla sostanza per tutta la vita. Esso è dato dalla pendenza della curva dose-risposta ed è espresso come incremento di probabilità [%] per mg di sostanza assunta al giorno e per unità di peso corporeo (mg/(kg giorno)).

Anche in questo caso è indicato, ove pertinente, effettuare valutazioni di tipo aggregato (per diverse vie di esposizione) e cumulativo (per più sostanze).

US EPA “considers excess cancer risks that are below about 1 chance in 1,000,000 (1×10^{-6} or $1E-06$) to be so small as to be negligible, and risks above $1E-04$ to be sufficiently large that some sort of remediation is desirable” Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989.

Tali soglie sono state riprese anche dalla normativa italiana in materia di siti contaminati. A seguire un estratto dell'Allegato 1 “Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica” Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi.

“Criteri di accettabilità del rischio cancerogeno e dell'indice di rischio

Si propone 1×10^{-6} come valore di rischio incrementale accettabile per la singola sostanza cancerogena e 1×10^{-5} come valore di rischio incrementale accettabile cumulato per tutte le sostanze cancerogene”

Il valore di 1×10^{-5} come soglia per le miscele viene inoltre riportato come riferimento nella metodologia descritta da ISPRA nella Delibera n. 55/2019 di approvazione del documento “Elementi metodologici per la valutazione del rischio associato all'esposizione a contaminanti multipli (...)”.

Per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, sono disponibili in letteratura anche dei coefficienti di rischio definiti *inhalation unit risk* (UR o IUR), che possono essere applicati direttamente alle concentrazioni atmosferiche, per ricavare la stima di rischio:

$$R = C_{aria} \times UR \quad [4]$$

dove:

C_{aria} = **Concentrazione atmosferica** del contaminante cui è esposta la popolazione, espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

UR = **Unit Risk inalatorio**, definito come il rischio incrementale risultante dall'esposizione continuativa per tutta la vita ad una concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, espresso in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
109 di 148

Nell'ambito della redazione delle Linee Guida ISPRA è stato implementato un algoritmo che, a partire dai dati epidemiologici disponibili, ha condotto alla determinazione dell'unità di rischio inalatorio (IUR) di contrarre un tumore al polmone per esposizione al particolato fine (PM 2.5) nella popolazione italiana (Appendice 1 delle Linee Guida ISPRA).

Secondo l'approccio proposto dal WHO, l'unità di rischio (UR o IUR), basata su studi epidemiologici, viene calcolata in base alla formula seguente:

$$IUR = \frac{P_0 \times (RR - 1)}{X} \quad [5]$$

dove:

P_0 = Rischio cumulativo di background di sviluppare un tumore nel corso della vita (0-70 anni) nell'ambito della popolazione considerata;

RR = Rischio relativo di tumore per esposizione alla sostanza cancerogena stimato da studi epidemiologici;

X = Esposizione media della popolazione per tutta la vita (ovvero riferita a 24h/giorno, 365 giorni/anno).

Nel dettaglio:

- Il valore di P_0 è stato calcolato a partire dai tassi di incidenza età specifici riportati dal pool dei registri dell'Associazione italiana dei registri tumori (AIRTUM) ed è risultato pari a 0.0235.
- Il valore del RR di tumore polmonare associato ad incrementi di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5, tratto dal risultato di una metanalisi di 18 studi epidemiologici, è stato individuato in 1,09 (IC95%: 1,04-1,14).
- L'esposizione della popolazione al particolato è continuativa (fattore X pari a 1)

Sulla base dell'equazione sopra indicata risulta che l'unità di rischio inalatorio incrementale per esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5 è pari a:

$$IUR = 0,0235 \times (1,009 - 1) = 2,12 \times 10^{-4} \quad [6]$$

Per definizione l'unità di rischio inalatorio (IUR) incrementale per un agente cancerogeno in atmosfera rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore per tutta la vita, in una ipotetica popolazione, in cui tutti gli individui sono esposti continuamente, a partire dalla nascita e per tutta la vita, alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di sostanza cancerogena presente nell'aria che respirano.

Il valore ottenuto indica che due casi incrementali di tumore del polmone su diecimila persone della popolazione italiana a seguito di un'esposizione per tutta la vita (0-70 anni) a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5.

A conferma della scelta metodologica adottata, a seguire si riporta l'applicazione dell'albero decisionale (Scher 2012) indicato per il caso di risk assessment di miscele dalle Linee Guida VIS.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
110 di 148

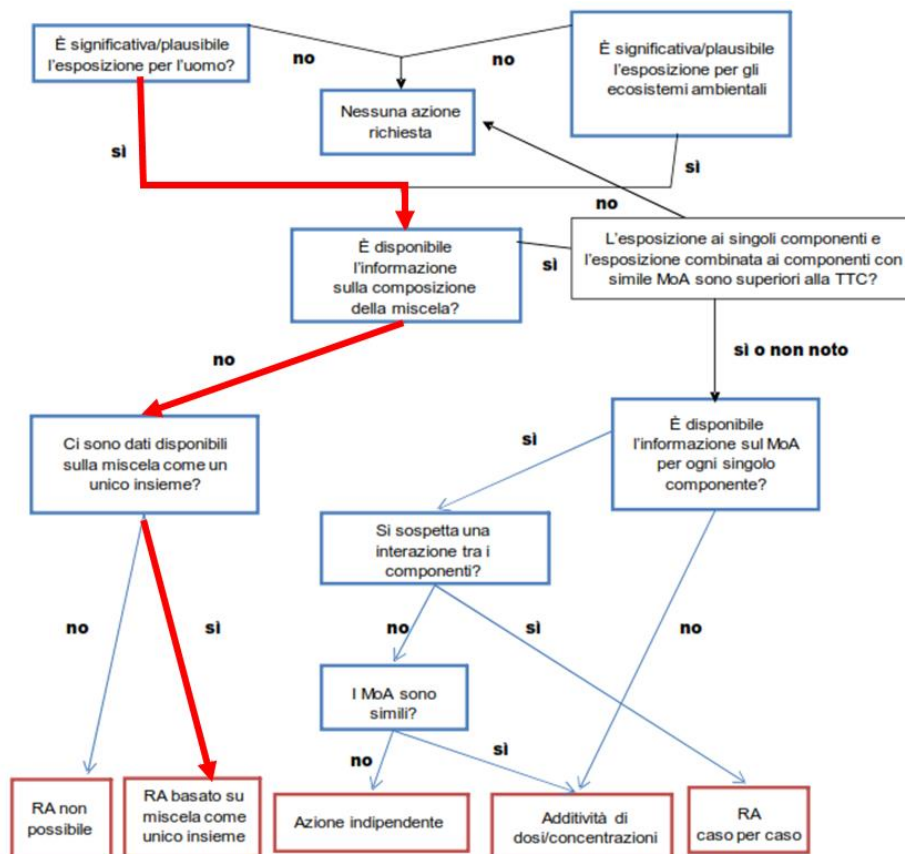


Figura 41: Albero decisionale (Schern, 2012) applicato al caso particolato secondario del caso in esame

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
111 di 148

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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
112 di 148

- 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.**

Gli scenari di esposizione da mettere a confronto (ΔC) per le stime d'impatto sono quelli in essere al momento presente, prima che l'opera in esame venga eseguita, e quelli futuri in funzione delle previsioni modellistiche.

Per tale motivo è stato scelto di riparametrare le concentrazioni ante operam, modellate sulla base dello scenario autorizzato, ricalcolandole in funzione delle effettive emissioni medie annue della centrale in esercizio.

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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
113 di 148

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 NO₂, CO, NH₃ e particolato secondario (PM2.5 e PM10),
 - per il calcolo degli effetti cancerogeni del particolato secondario (PM 2.5).

Parametro	Tipo di rischio
NO ₂	Rischio tossico
NH ₃	Rischio tossico
Particolato secondario	Rischio tossico Rischio cancerogeno
CO	Rischio tossico

Tabella 40: Tipo di rischio associato ai parametri di interesse

- **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 NO₂, unici inquinanti fra quelli analizzati per i quali l'evidenza epidemiologica di causalità sia sufficiente (Linee Guida VIIAS - Linee Guida VIS).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
114 di 148

2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di progetto

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 e lo scenario attuale autorizzato. Le concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta e come valore medio dell'area di interesse risultano essere tendenzialmente in riduzione. Si fa presente che tale tabella non prende in considerazione la limitazione massica annua a 195 t/anno per le emissioni di NH₃, garantita dal proponente, ovvero pari all'attuale emissione autorizzata.

Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Valore soglia health based ⁴	Limite D. Lgs. 155/2010 ⁽⁵⁾	Area di 23 x 23 km ²							
				Valore massimo				Valore medio			
				Attuale	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Attuale	Fase 1	Fase 2	Fase 3
NO ₂ – Conc. media annua	[µg/m ³]	40	40 (V.L.)	0,33	0,08	0,17	0,33	0,10	0,03	0,06	0,08
NO ₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m ³]	--	200 (V.L.)	47,0	8,4	16,5	30,7	11,6	2,2	4,4	4,6
NO _x – Conc. media annua	[µg/m ³]	--	30 (L.C.)	0,45	0,11	0,22	0,44	0,13	0,04	0,08	0,09
PM ₁₀ – Conc. media annua ^{(2) (6)}	[µg/m ³]	20	40 (V.L.)	0,028	0,006	0,012	0,010	0,012	0,002	0,004	0,004
PM ₁₀ – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile ^{(2) (6)}	[µg/m ³]	--	50 (V.L.)	0,409	0,020	0,039	0,032	0,159	0,007	0,014	0,013
PM _{2,5} – Conc. media annua ^{(3) (6)}	[µg/m ³]	10	25 (V.L.)	0,028	0,006	0,012	0,010	0,013	0,002	0,004	0,004
SPM – Conc. media annua ⁽⁴⁾	[µg/m ³]	--	-	0,015	0,006	0,012	0,010	0,006	0,002	0,004	0,004
CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m ³]	10.000	10 (V.L.)	0,075	0,011	0,023	0,071	0,015	0,002	0,005	0,013
NH ₃ – Conc. media annua	[µg/m ³]	500	--	0,0265	n.d. ⁽⁷⁾	n.d. ⁽⁷⁾	0,227 ⁽⁸⁾	0,0084	n.d. ⁽⁷⁾	n.d. ⁽⁷⁾	0,051 ⁽⁸⁾
NH ₃ – Massimo della conc. media giornaliera	[µg/m ³]	--	--	1,05	n.d. ⁽⁷⁾	n.d. ⁽⁷⁾	4,440 ⁽⁸⁾	0,249	n.d. ⁽⁷⁾	n.d. ⁽⁷⁾	0,881 ⁽⁸⁾

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

(2) PM10 = Particolato primario e secondario

(3) PM2.5 = Particolato fine primario e secondario

(4) SPM = Particolato secondario

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

(6) Per lo scenario di progetto, tutto il particolato è di tipo secondario

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

(8) non prendono in considerazione la limitazione massica annua a 195 t/anno

Tabella 41: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)

Come anticipato, lo studio di ricadute al suolo mostra valori di concentrazione in tutti i recettori delle griglie di calcolo ampiamente inferiori sia ai relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA) ai sensi del D.Lgs. 155/2010 che ai valori soglia health based indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

⁴ Dal documento "WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005, Summary of risk assessment". Per l'NH₃ si fa riferimento alle procedure di risk assessment condotte dall'EPA ("Toxicological Review of Ammonia - Noncancer Inhalation", 2016).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
115 di 148

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.

Pertanto, l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto in riferimento sia agli SQA che ai valori soglia health based indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (si veda tabella a seguire), permette di definire 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-04.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area locale) - NO₂ - Concentrazione media annua
- Tavola AL-04.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area locale) - NO₂ - Concentrazione media annua
- Tavola AL-04.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area locale) - NO₂ - Concentrazione media annua
- Tavola AL-10.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area locale) - SPM - Concentrazione media annua
- Tavola AL-10.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area locale) - SPM - Concentrazione media annua
- Tavola AL-10.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area locale) - SPM - Concentrazione media annua
- Tavola AL-11.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area locale) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
- Tavola AL-11.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area locale) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
- Tavola AL-11.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area locale) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
- Tavola AL-12.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area locale) – NH₃ – 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 ubicati all'interno dell'area di interesse (23 km di lato), i risultati saranno elaborati in termini di dati a livello di sezione censuaria per poi ottenere valori aggregati a livello comunale,
- valori puntuali medi giornalieri (timeseries) per i recettori rappresentativi individuati dallo studio CESI (centri ISTAT), la cui ubicazione si trova in **Tavola 6**, i risultati saranno riportati sul singolo recettore rappresentativo.

Nelle tabelle riportate in **Allegato 4b** sono presentati i dati di concentrazione delle ricadute al suolo stimati dal modello di dispersione come media annua, per ogni sezione censuaria considerata nell'area di interesse e per ogni inquinante modellato (NO_x, NO₂, PM_{2.5}, CO, NH₃), in riferimento agli scenari di progetto analizzati nel presente documento.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
116 di 148

Infine, in **Allegato 4c** è riportata la sovrapposizione della Tavola 2a, relativa alla distribuzione territoriale dei residenti totali presenti nell'area di studio, con le Tavole CESI di Fase 1, 2 e 3 di ricadute al suolo, al fine di valutare il livello di esposizione della popolazione alle concentrazioni degli inquinanti simulati nello studio CESI.

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:

Incertezza 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
117 di 148

Incertezza 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.

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-EPA⁵, come altri modelli Lagrangiani, adeguato all'analisi di situazioni con orografia / anemologia complessa.

Lo studio modellistico condotto con modello CALPUFF considera tutte le caratteristiche disperdenti dell'atmosfera compresa l'altezza dello strato di rimescolamento (inversione termica). Lo studio è stato effettuato includendo le condizioni meteo verificatesi nell'arco di un triennio ed è quindi rappresentativo degli scenari meteorologici caratteristici dell'area.

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 NO₂.

5 https://www3.epa.gov/ttn/scram/guidance/guide/appw_17.pdf

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas**DATA
Luglio 2021PROGETTO
20532IPAGINA
118 di 148

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).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
119 di 148

	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM ₁₀ /PM _{2,5}) e piombo	Ozono e NO e NO ₂ 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 42: 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 78.946 persone 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 sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
120 di 148

2.2 Assessment tossicologico

2.2.1 Sostanze con rischio tossico

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' 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 ₂	media annua	40	WHO, 2005
NH ₃	media annua	500	US EPA, 2016
	media oraria	3.200	OEHHA, 2019
PM2.5	media annua	10	WHO, 2005
PM10	media annua	20	WHO, 2005
CO	media 8h	10.000	WHO, 2000

Tabella 43: 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.

L'impiego dell'RfC per NH_3 su media annua risulta pienamente allineato con i valori di esposizione considerati ed ampiamente conservativo rispetto all'analisi che si potrebbe fare per esposizioni acute.

Infatti, considerando come RfC sul breve termine il valore di TLV (Threshold Limit Value) per esposizione ad 8 ore individuato dal D.Lgs. 81/08, pari a $14.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si arriva a dei risultati sicuramente meno cautelativi, così come considerando come RfC sul breve termine il valore di REL (Reference Exposure Level)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
121 di 148

fissato da OEHHA (Californian Office of Environmental Health Hazard Assessment), dipartimento di CalEPA (California Environmental Protection Agency), che rappresenta la soglia di esposizione acuta con tempo di mediazione di 1 ora, pari a $3.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 4a**.

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

- 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,
- Fase 3 - risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 3 - risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- Fase 3 - 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, Fase 2 e Fase 3) 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, Fase 2 e Fase 3) 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, Fase 2 e Fase 3) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($HQ \leq 1$) che di indice cumulato ($HI \leq 1$).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
122 di 148

Nella tabella di seguito riportata si evidenziano i valori massimi di HQ stimati per i recettori puntuali, attribuibili ai soli scenari di progetto.

Nel successivo paragrafo sarà condotto un approfondimento sui valori di background e gli indici tossicologici relativi.

Parametro	RfC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore massimo Hazard Quotient calcolato per comuni e recettori	Ubicazione
NO ₂	40	$1,26 \times 10^{-1}$	Aurelia
NH ₃	500	$3,60 \times 10^{-3}$	Aurelia
	3.200	$5,63 \times 10^{-4}$	Aurelia
PM2.5	10	$1,68 \times 10^{-2}$	Santa Lucia
PM10	20	$8,38 \times 10^{-3}$	Santa Lucia
CO	10.000	$5,97 \times 10^{-4}$	Santa Lucia

Tabella 44: Risultati dell'assessment tossicologico in termini di massimi HQ

Occorre ancora una volta ricordare che nel passaggio dall'assetto attuale a quello di progetto (Fase 1, Fase 2 e Fase 3), è prevista una riduzione di tutte le emissioni gassose (per l'NH₃ il proponente si impegna a mantenere costante le concentrazioni di progetto rispetto a quelle autorizzate) e quindi è attesa una generale riduzione delle ricadute al suolo e pertanto l'**impatto sanitario** dell'opera non potrà essere che **positivo**.

In termini grafici i risultati ottenuti come indice cumulato HI a livello di Comune sono riportati in **Tavola 7a** per la Fase 1, in **Tavola 7b** per la Fase 2 e in **Tavola 7c** per la Fase 3, il cui estratto è riportato a seguire.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
123 di 148

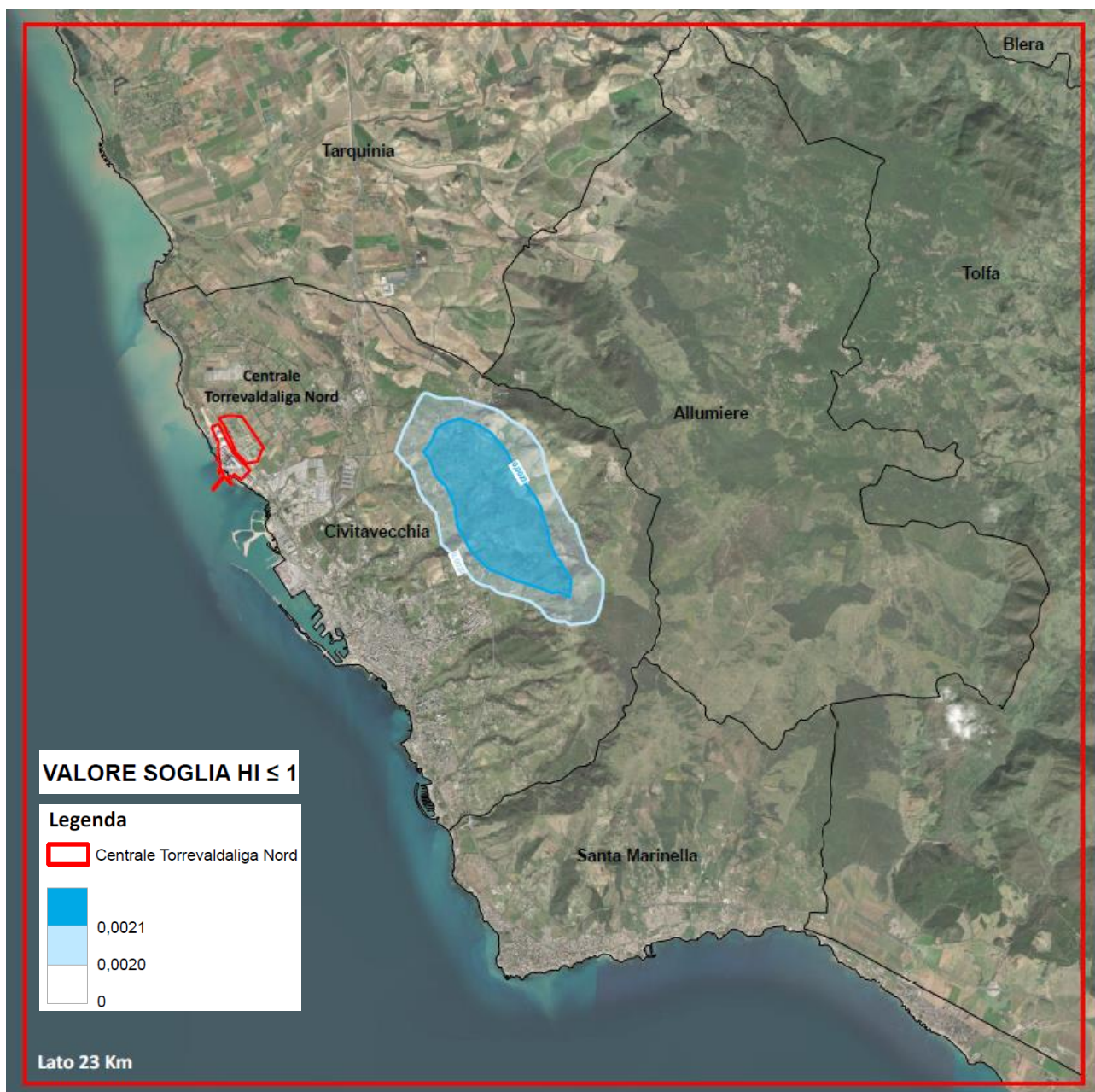


Figura 42: Curva di isolivello HI – Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
124 di 148

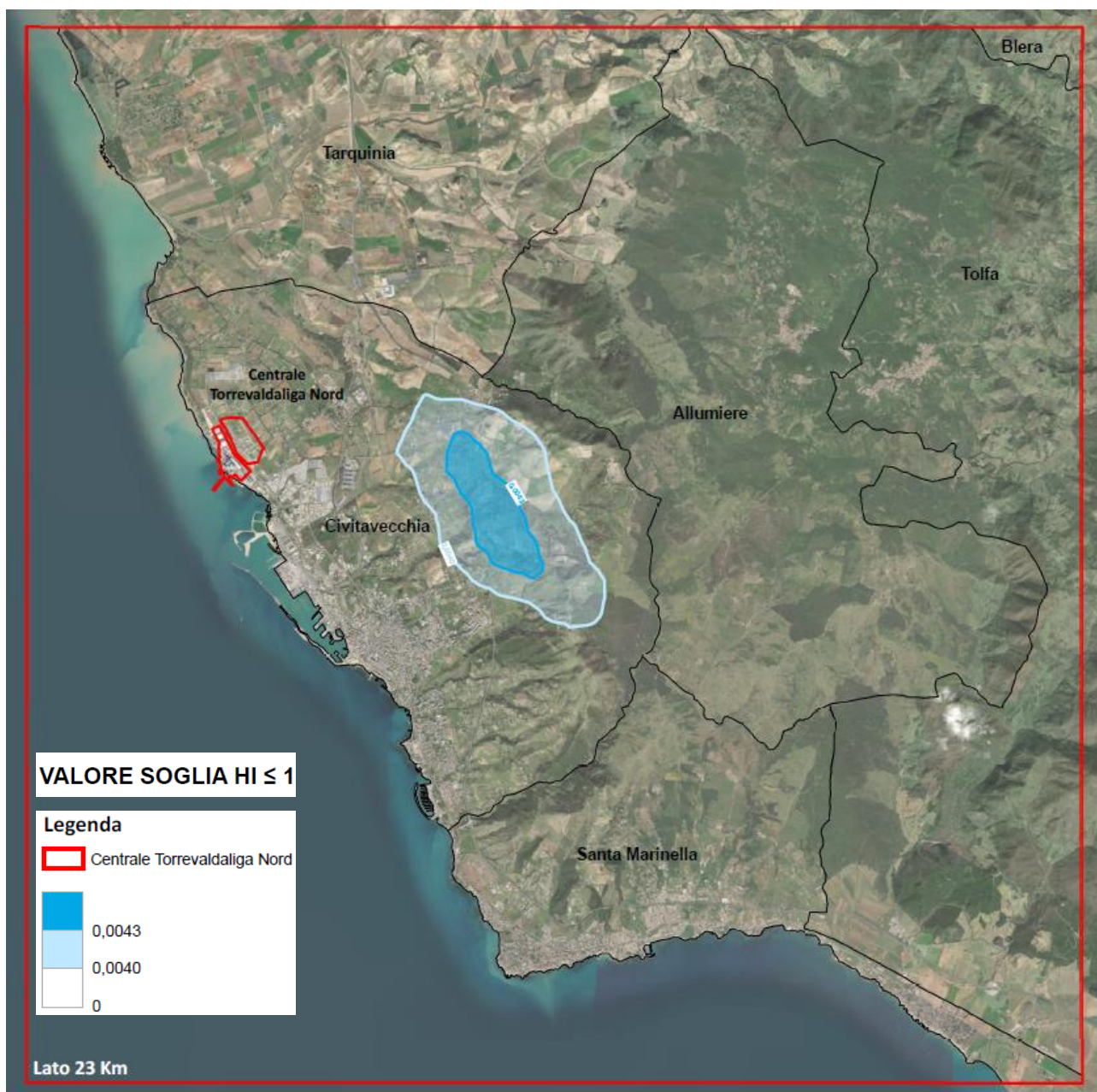


Figura 43: Curva di isolivello HI – Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
20532I

PAGINA
125 di 148

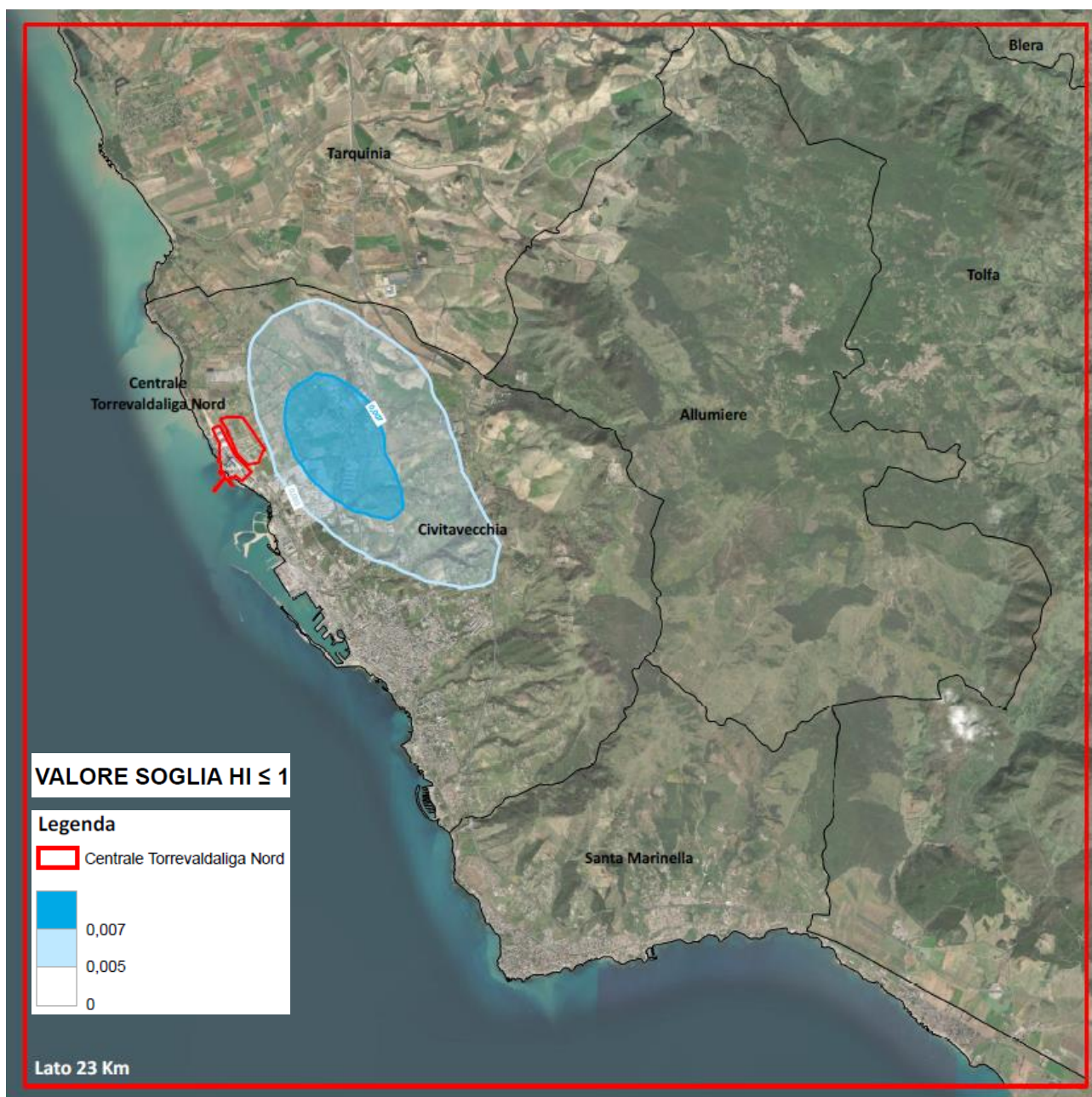


Figura 44: Curva di isolivello HI – Fase 3

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
126 di 148

BACKGROUND DEGLI INQUINANTI

Di seguito si riporta il calcolo dell'HI e dei singoli HQ considerando anche i valori di background⁶ degli inquinanti in oggetto.

Nella tabella seguente si riportano le concentrazioni delle stazioni ricadenti all'interno dell'area di interesse rilevate dalla rete di qualità dell'aria 2020 considerate come rappresentative del background dell'area di interesse (Studio modellistico delle ricadute al suolo allegato allo Studio di Impatto Ambientale sviluppato da CESI).

Va sottolineato che i valori rilevati dalla rete della Qualità dell'Aria, utili per la valutazione del background corrispondono alla somma di tutti i contributi delle sorgenti presenti sul territorio (incluso quello della Centrale nell'assetto attuale).

In merito al parametro NH₃, le normative nazionali ed europee in materia di qualità dell'aria non hanno definito valori limite o standard da rispettare per le concentrazioni in aria ambiente e le centraline di monitoraggio solo in rari casi effettuano la misura di tale contaminante. Dunque, si procede alla valutazione della concentrazione di fondo in atmosfera di ammoniaca calcolata in base alle stime modellistiche del modello europeo CAMS "European air quality forecasts, Ensemble" relativamente all'anno 2019.

Parametro concentrazione	
Massimo della concentrazione media giornaliera (µg/m ³):	3,36
Concentrazione media annua (µg/m ³):	0,77

Tabella 45: stime modellistiche NH₃ del modello europeo CAMS "European air quality forecasts, Ensemble" relativamente all'anno 2019"

Data la scarsità di dati sperimentali relativi all'area di interesse è stato adottato il valore di 3,36 µg/m³ nell'ipotesi in cui la concentrazione media annua corrisponda al massimo della concentrazione media giornaliera.

Nella tabella seguente vengono quindi riassunti i valori di background adottati:

Inquinante	Valore di background	u.m.
NO ₂	12,73	µg/m ³
PM2.5	8,56	
NH ₃	3,36	
CO	1,3	mg/m ³

Tabella 46: Valori di background

⁶ Da parere ISS prot. n. 15370/15020: "[...] per background si intendono i livelli degli inquinanti derivanti da tutte le attività antropiche presenti e che caratterizzano una zona in cui un'opera si va ad inserire [...]".

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
127 di 148

A seguire si riporta il calcolo dell'HQ / HI, rappresentativo dell'area di interesse, considerando i soli valori di background.

Come suggerito dall'ISS stesso, il CO non è stato incluso nel calcolo dell'HI cumulativo in quanto possiede un meccanismo d'azione diverso, essendo associato al legame con l'emoglobina, limitando il calcolo dell'HI cumulativo a NO₂, PM2.5 e NH₃ avendo i relativi fattori di rischio lo stesso organo target.

Inquinante	Valore di background	HQ	HI
NO ₂	12,73 µg/m ³	3,18 x 10 ⁻¹	1,18
PM2.5	8,56 µg/m ³	8,56 x 10 ⁻¹	
NH ₃	3,36 µg/m ³	6,72 x 10 ⁻³	
CO	1,3 mg/m ³	1,30 x 10 ⁻¹	1,30 x 10 ⁻¹

Tabella 47: HQ-HI con solo i valori di background

Per valutare il contributo dato dal progetto in esame si riporta a seguire il calcolo dell'HQ / HI, rappresentativo dell'area di interesse, considerando anche i valori di background.

Come indicazione sintetica dei risultati ottenibili includendo nel calcolo di HQ e HI i valori sopra citati, viene riportato nella tabella seguente il **valore massimo** dell'area di interesse del progetto in esame.

Inquinante	Conc. max fase 1	Conc. max fase 2	Conc. max fase 3	Valore di background	HQ comprensivi fase 1	HQ comprensivi fase 2	HQ comprensivi fase 3	HI comprensivi fase 1	HI comprensivi fase 2	HI comprensivi fase 3
NO ₂	0,08	0,17	0,33	12,73 µg/m ³	3,20 x 10 ⁻¹	3,23 x 10 ⁻¹	3,27 x 10 ⁻¹	1,18	1,19	1,19
PM2.5	0,006	0,012	0,010	8,56 µg/m ³	8,57 x 10 ⁻¹	8,57 x 10 ⁻¹	8,57 x 10 ⁻¹			
NH ₃	---	---	0,227	3,36 µg/m ³	6,72 x 10 ⁻³	6,72 x 10 ⁻³	7,17 x 10 ⁻³			
CO	0,011	0,023	0,071	1,3 mg/m ³	1,31 x 10 ⁻¹	1,32 x 10 ⁻¹	1,37 x 10 ⁻¹	1,31 x 10 ⁻¹	1,32 x 10 ⁻¹	1,37 x 10 ⁻¹

Tabella 48: HQ-HI comprensivi dei valori di background

Il presente calcolo è stato effettuato considerando gli scenari progettuali come additivi rispetto al background che comprende quindi anche l'impianto termoelettrico attualmente in esercizio.

È evidente che l'HI cumulativo, andando ad analizzare il solo background dell'area di interesse, stima un valore superiore ad 1, mentre il contributo delle emissioni del progetto risulterebbe estremamente limitato (focus nel box di seguito riportato). In dettaglio in merito all'NH₃ non emergono potenziali criticità sanitarie, nonostante sia stato utilizzato come valore di background il massimo della concentrazione media giornaliera piuttosto che la concentrazione media annua stimata dal modello CAMS in corrispondenza dell'area di impianto a scopo ulteriormente cautelativo. I valori di HQ stimati risultano infatti essere 3 ordini di grandezza in meno della soglia di accettabilità.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
128 di 148

Inoltre, è importante sottolineare che l'effetto complessivo del progetto, comporterebbe una riduzione delle emissioni, come riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (pag. 16) e quindi un lieve decremento degli indici in esame.

L'HI > 1, comprensivo di background, indicherebbe una potenziale criticità relativamente alla qualità dell'aria della zona a prescindere dal possibile contributo dell'opera, seppur limitato, evidenziando la necessità di predisporre un piano di monitoraggio adeguato.

Si fa presente infine che Enel si rende disponibile ad integrare il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) con uno specifico piano di monitoraggio delle concentrazioni in aria ambiente, includendo anche l'ammoniaca (parametro ad oggi non ancora coperto dalle misure dell'attuale rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA) e concordando con gli enti preposti al controllo del territorio (ARPA) le modalità operative dello stesso.

Analisi del background nella valutazione del rischio tossicologico

Il "background", inteso come i livelli di inquinanti, derivanti da tutte le attività antropiche, presenti e che caratterizzano una zona in cui un'opera si va ad inserire, può essere ben rappresentato in termini di qualità dell'aria dai valori rilevati dalle centraline di monitoraggio.

I dati rilevati dal Sistema Nazionale di Protezione Ambientale permettono di effettuare una panoramica sullo stato di conformità dei dati rilevati dalle centraline gestite dalle ARPA/APPA, sia in riferimento agli standard di qualità dell'aria da normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) che in riferimento ai valori indicati dal WHO (World Health Organization o OMS).

L'analisi dei parametri PM2.5 ed NO2 permette di effettuare valutazioni esemplificative per il caso in esame.

A seguire una sintesi delle misure più recenti disponibili, come riportati ufficialmente da SNPA nel proprio sito istituzionale (fonte: <https://www.snpambiente.it>).

L'attenzione è rivolta ai valori medi annui in quanto sono quelli impiegati nelle valutazioni di rischio tossico mediante HQ/HI.

Per quanto concerne i dati per il 2019 relativamente a PM2.5, dall'analisi puntuale dei valori rilevati dalle 298 centraline, il valore di riferimento OMS come media annua ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato nell'80% dei casi circa.

A seguire la rappresentazione grafica per regione di tali rilevamenti.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
129 di 148

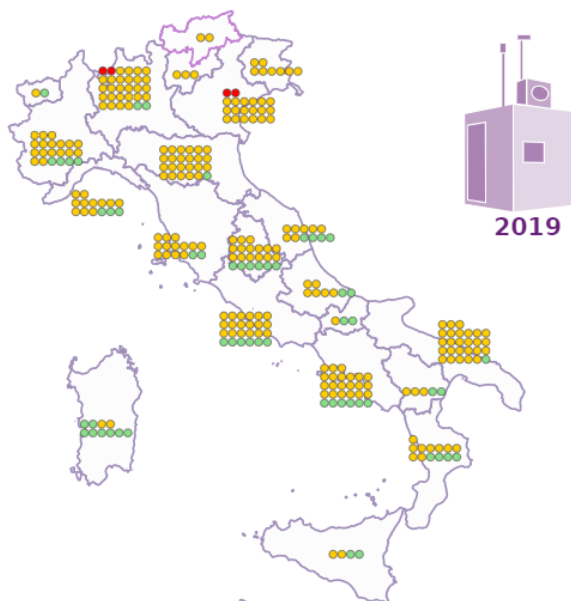
Qualità dell'aria - PM2,5 Media annuale 2019



PM2,5 cos'è

Le polveri fini, denominate PM2,5 (diametro inferiore a 2,5 µm), sono delle particelle inquinanti presenti nell'aria che respiriamo. Possono essere di origine naturale e/o antropica (riscaldamento, industrie, traffico, fenomeni di attrito su strada, ecc.)

Punti di campionamento che hanno superato il **limite di legge** (●), superato il **valore di riferimento** dell'OMS (●), e rispettato il **valore di riferimento** dell'OMS (●)



290 punti di campionamento
286 entro il limite di legge
4 superamenti del limite di legge
55 entro il valore di riferimento OMS
235 superamenti del valore di riferimento OMS



Limite di legge: media annuale inferiore a 25 µm³

Valore di riferimento OMS: media annuale inferiore a 10 µm³

Il raggiungimento del rispetto del valore di riferimento dell'OMS è uno dei 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile contenuti nell'Agenda 2030 dell'ONU

In merito ai valori rilevati per NO₂ sempre nell'anno 2019, la panoramica mostrata dai dati monitorati riporta minori criticità se confrontata con quella delle polveri.

“Le stazioni di monitoraggio che hanno misurato e comunicato dati di NO₂ sono 622 nel 2019. (...) Il valore limite annuale, pari a 40 µg/m³, che coincide con il valore di riferimento OMS per gli effetti a lungo termine sulla salute umana, è stato superato in 30 stazioni (pari al 5% delle stazioni con copertura temporale sufficiente)”

I dati sopra indicati, mostrano chiaramente che, andando ad effettuare delle valutazioni di rischio tossico per i valori di background, anche solo considerando il parametro PM2.5, oltre l'80% del territorio italiano risulterebbe incompatibile con qualunque tipo di nuovo progetto che comporti emissioni in atmosfera (ove tale criterio venga considerato come soglia oggettiva di accettabilità) in quanto anche solo con il background il valore di HI risulta >1. Se a questo parametro si aggiunge anche NO₂ tale percentuale arriverebbe ad **oltre il 90%**, senza considerare eventuali altri inquinanti che presentano lo stesso organo target di quelli citati.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
130 di 148

2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno

Nell'ottobre 2013 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'inquinamento atmosferico e le polveri sottili come cancerogeni per l'essere umano (Gruppo 1) rilevando sufficienti evidenze per un'associazione causale con il tumore polmonare.

Come definito in precedenza, la valutazione del rischio per le sostanze cancerogene è data dalla formula [3]:

$$R = LADD \times CSF$$

E per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, la stima di rischio è dalla formula [4] e descritta:

$$R = C_{aria} \times IUR$$

ove l'unità di rischio inalatorio incrementale per esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di $\text{PM}_{2.5}$ (IUR) è pari a $2,12 \times 10^{-4}$ (Linee Guida VIIAS).

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

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sono riportati in **Allegato 5** sia per Fase 1, Fase 2 e Fase 3 in termini di:

- risultati a livello di singolo Comune,
- risultati per singolo recettore rappresentativo individuato,
- risultati per singolo recettore sensibile individuato.

Come ampiamente discusso nella fase di Screening, il particolato atmosferico sia primario che secondario deve essere considerato come una miscela in funzione della sua composizione fortemente variabile sia temporalmente che territorialmente.

Pertanto la soglia di accettabilità, sulla base dei riferimenti indicati al precedente paragrafo 2.1.2, è fissata in 1×10^{-5} .

In tutti i Comuni presenti il rischio incrementale per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1, Fase 2 e Fase 3) risulta essere inferiore alla soglia di 1×10^{-5} .

In termini grafici i risultati ottenuti in termini di curve di isorischio sono riportati in **Tavola 8a** per la Fase 1, in **Tavola 8b** per la Fase 2 e in **Tavola 8c** per la Fase 3.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
131 di 148

In tutti i **recettori rappresentativi** analizzati il rischio incrementale per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1, Fase 2 e Fase 3) risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

In tutti i **recettori sensibili** presenti il rischio incrementale per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1, Fase 2 e Fase 3) risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

Come ulteriore elemento, al fine di valutare in maniera sostanziale i risultati ottenuti, a seguire si riporta la stima del rischio cancerogeno connesso all'esposizione ad una concentrazione di PM2.5 pari al limite di riferimento per la salute umana fissato da WHO ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

$$R = C_{\text{WHO}} \times \text{IUR} = 10 \times 2,12 \times 10^{-4} = 2,12 \times 10^{-3}$$

In tabella seguente un dettaglio di tali valutazioni.

INQUINANTE	FASE	R max in area di interesse	SOGLIA	R _{WHO}	R _{FASE} / R _{WHO} [%]
PM2.5	FASE 1	$1,30 \times 10^{-6}$	1×10^{-5}	$2,12 \times 10^{-3}$	0,06 %
	FASE 2	$2,61 \times 10^{-6}$			0,12 %
	FASE 3	$2,09 \times 10^{-6}$			0,10%

Tabella 49: R cancerogeno connesso alla concentrazione di PM2.5 pari al limite di riferimento fissato da WHO

I valori massimi ottenuti per Fase 1, Fase 2 e Fase 3 nell'area di interesse risultano entrambi inferiori alla soglia di riferimento di 1×10^{-5} e molto inferiori rispetto al rischio stimato per lo standard di qualità dell'aria di riferimento pari a $2,12 \times 10^{-3}$ ($\ll 1\%$).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
132 di 148

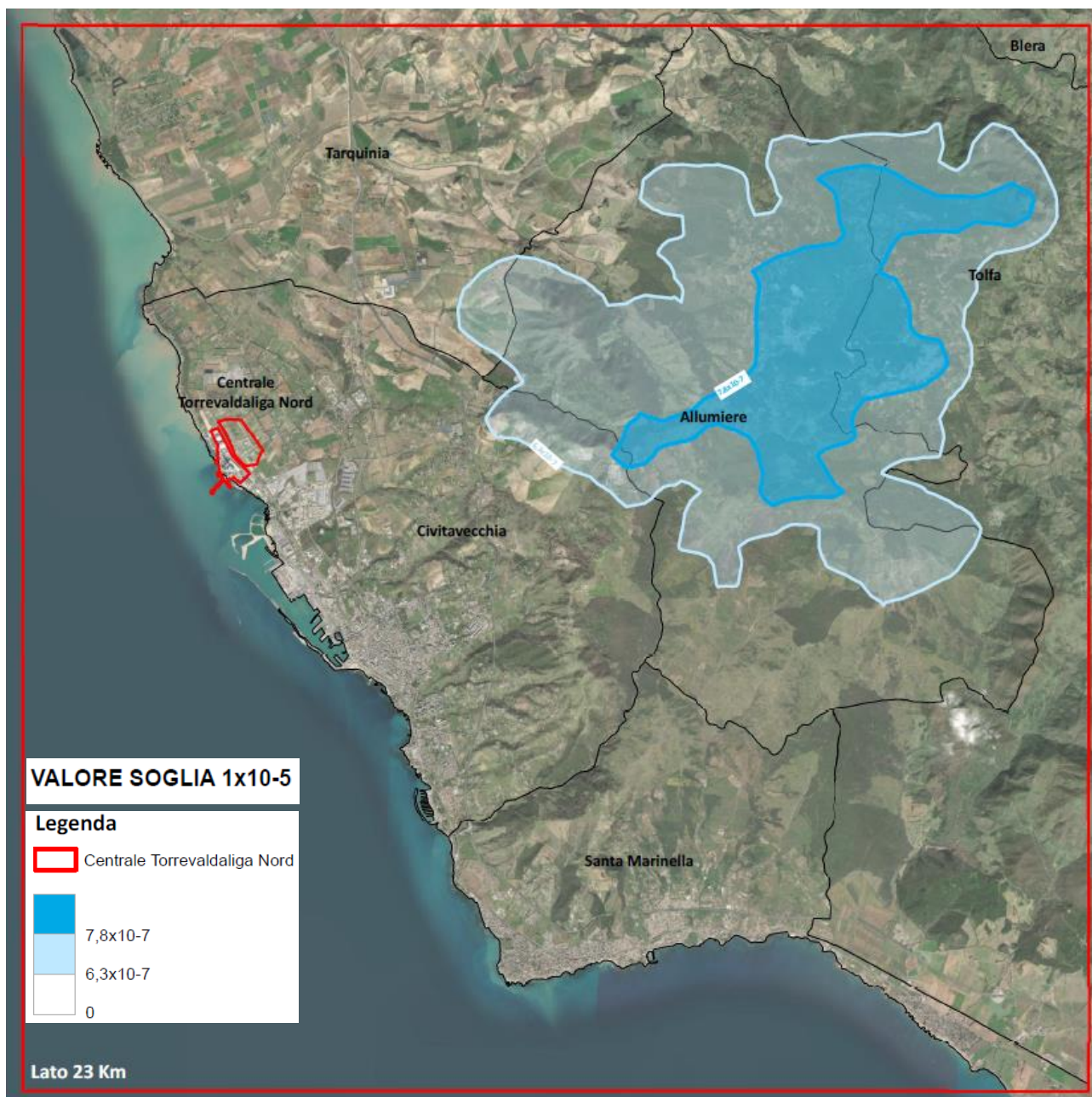


Figura 45: Curve di isorischio cancerogeno Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
133 di 148

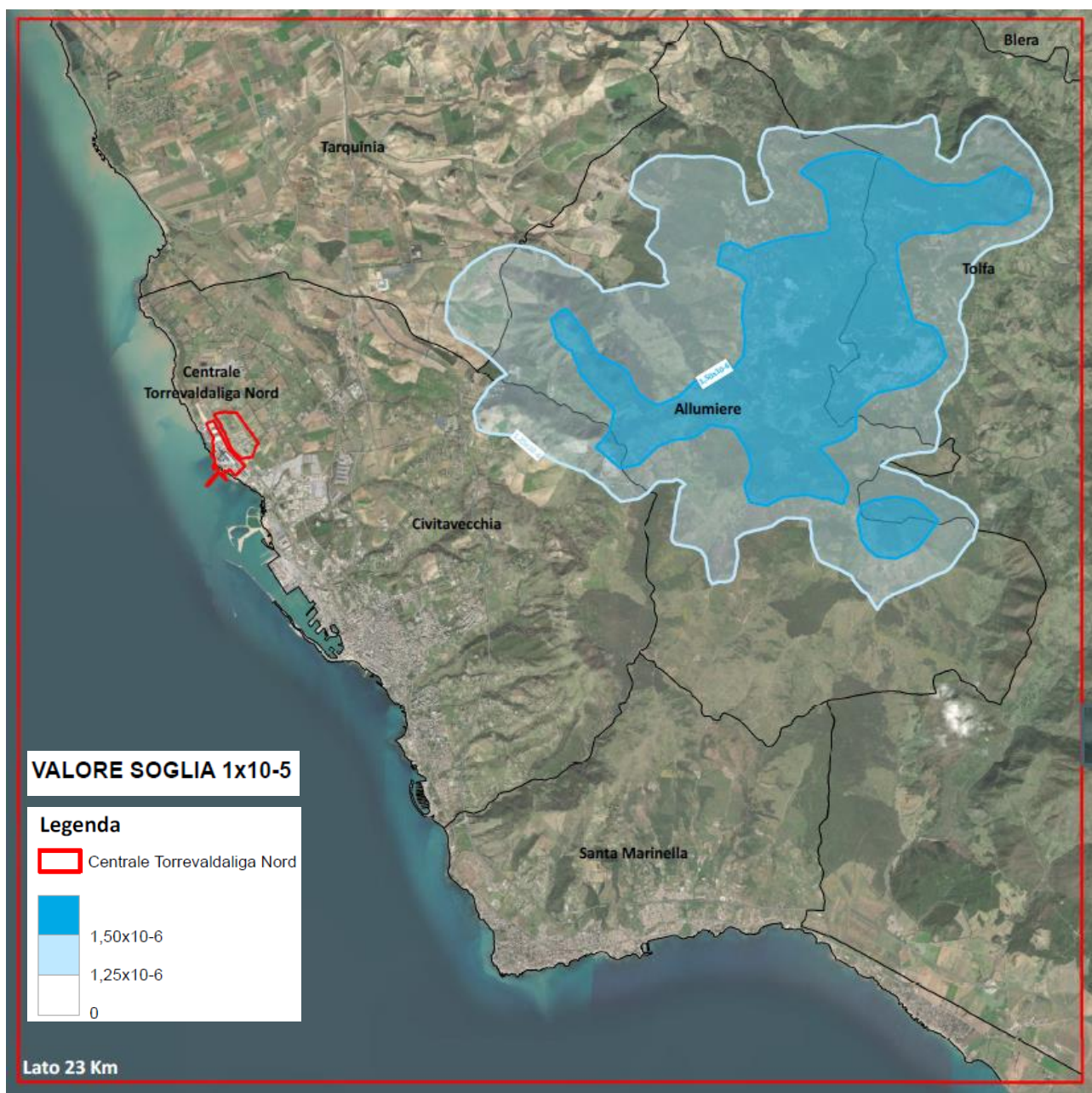


Figura 46: Curve di isorischio cancerogeno Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
134 di 148

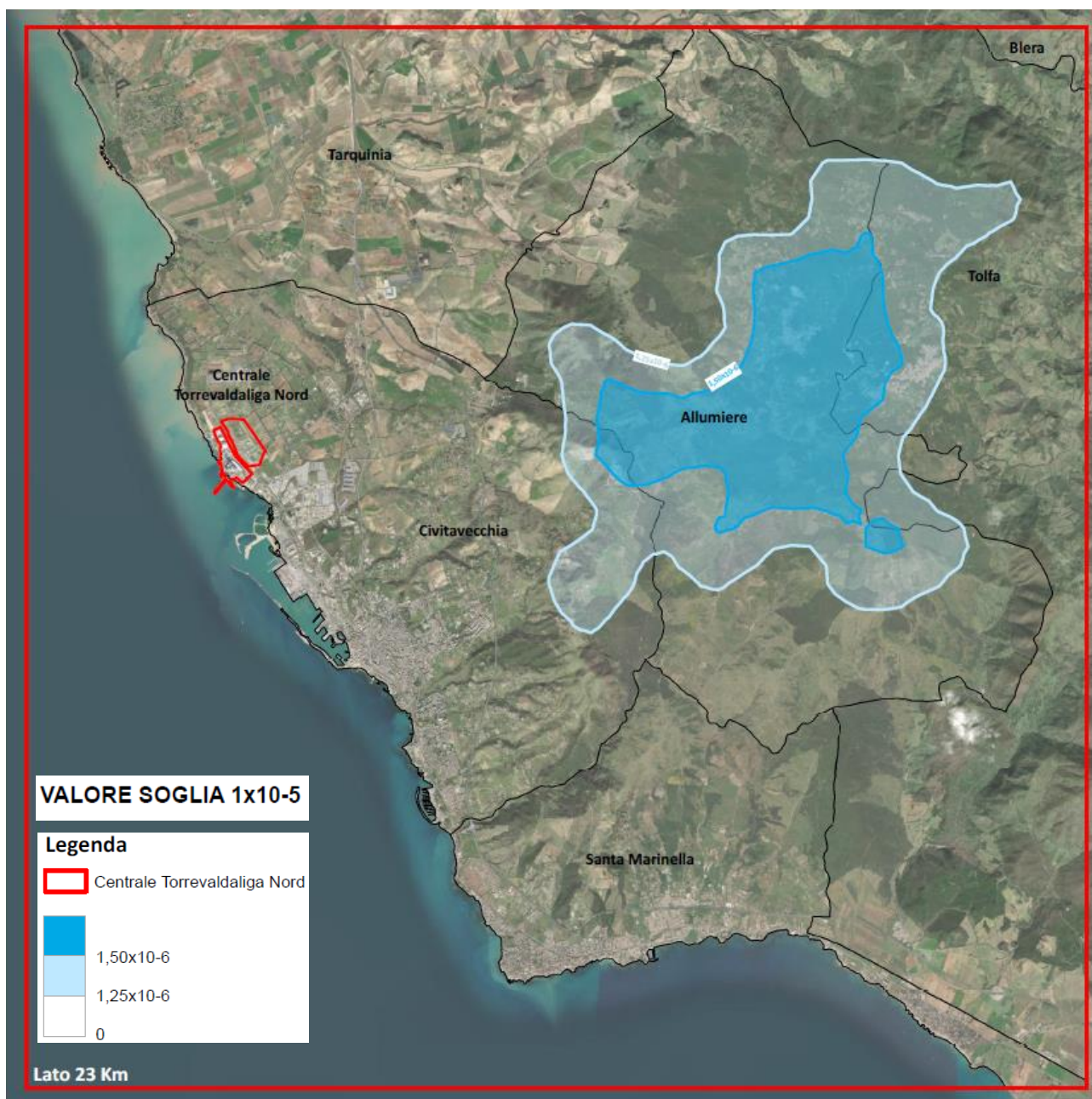


Figura 47: Curve di isorischio cancerogeno Fase 3

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
135 di 148

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 e nel documento "The use of HIA tools in European Cities" 2018.

I parametri di rischio relativo (RR), riferiti ad un incremento della concentrazione di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, desunti dalla letteratura ed utilizzati per il calcolo, sono riportati nella tabella seguente.

Si sottolinea inoltre come tutte le seguenti funzioni di rischio facciano riferimento alle fonti ufficiali più aggiornate in materia. In molti casi, infine, sono stati scelti valori supportati da consistenti evidenze scientifiche e pertanto più robusti sotto tale punto di vista (evidenza di grado A) rispetto a valori definiti come di grado B e pertanto non suffragati da consistenti evidenze scientifiche.

TIPO DI EFFETTO	INQUINANTE/EFFETTO	RR (95%IC)	FONTE	NOTE
LUNGO TERMINE (media annua)	PM2.5			
	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
	NO₂			
Mortalità totale	1.055 (1.031-1.080)	Linee Guida e Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2013)	> 30 anni Da applicare a medie annue	
BREVE TERMINE	PM2.5			
	Ricoveri per cause cardiovascolari	1.0091 (0.9982-1.00402)	HRAPIE 2013	Da applicare a massimo medie giornaliere
	NO₂			
Ricoveri per cause respiratorie	1.0015 (0.9992-1.0038)	HRAPIE 2013	Da applicare a massimo medie giornaliere	

Tabella 50: RR desunti da letteratura

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
136 di 148

Si ricorda che l'applicazione delle funzioni RR è rappresentativa in caso di incrementi almeno pari alla soglia di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ indicata.

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.

Le valutazioni di tipo epidemiologico sono state effettuate per gli inquinanti e gli effetti sanitari ad essi associabili per i quali risultano disponibili le corrispondenti funzioni di rischio relativo (RR) da fonti referenziate. I ΔC (Variazione nelle concentrazioni ante-post operam) ricavati dalle risultanze dell'analisi modellistica di ricadute per ciascuna sezione di censimento non mostrano dati incrementali per gli inquinanti oggetto di indagine.

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

- delta di casi attribuibili fra l'assetto ante operam e quello post operam di ciascuna fase (Fase 1, Fase 2 o Fase 3),
- 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 9 (Fonte DEP Lazio – periodo 2013-2017 per mortalità e periodo 2014-2018 per ospedalizzazione).

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.
- nell'ultima colonna viene riportata la differenza tra il tasso ottenuto applicando le formule di rischio epidemiologico con il valore di RR massimo e il tasso ante operam, considerando quindi la condizione in cui la forzante comporta il maggior impatto in termini di casi attribuibili.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
137 di 148

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	FASE 1							
	Casi in difetto normalizzati su 10000 abitanti			TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione			Differenza massima fra tassi ante operam - post operam
	minimo	medio	massimo		minimo	medio	massimo	
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,002	0,003	0,004	102,933	102,931	102,930	102,929	-0,004
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,001	0,002	0,002	36,558	36,557	36,556	36,555	-0,002
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,000	0,001	7,969	7,969	7,969	7,968	-0,001
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,000	0,000	0,000	6,727	6,727	6,727	6,727	0,000
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,013	0,069	0,127	115,019	115,006	114,949	114,892	-0,127
NO ₂ – MORTALITA' TOTALE	0,007	0,014	0,021	102,933	102,926	102,919	102,911	-0,021
NO ₂ – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,065	0,166	64,057	64,057	63,992	63,891	-0,166

Tabella 51: Casi attribuibili in difetto, tassi per assetto ante operam e post operam (Fase 1) su tutta l'area di interesse

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	FASE 2							
	Casi in difetto normalizzati su 10000 abitanti			TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione			Differenza massima fra tassi ante operam - post operam
	minimo	medio	massimo		minimo	medio	massimo	
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,001	0,002	0,002	102,933	102,932	102,931	102,931	-0,002
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,000	0,001	0,001	36,558	36,557	36,557	36,556	-0,001
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,000	0,001	7,969	7,969	7,969	7,969	-0,001
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,000	0,000	0,000	6,727	6,727	6,727	6,727	0,000
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,012	0,066	0,120	115,019	115,006	114,953	114,899	-0,120
NO ₂ – MORTALITA' TOTALE	0,004	0,008	0,013	102,933	102,929	102,924	102,920	-0,013
NO ₂ – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,056	0,142	64,057	64,057	64,001	63,915	-0,142

Tabella 52: Casi attribuibili in difetto, tassi per assetto post operam (Fase 2) su tutta l'area di interesse

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
138 di 148

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	FASE 3							
	Casi in difetto normalizzati su 10000 abitanti			TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione			Differenza massima fra tassi ante operam - post operam
	minimo	medio	massimo		minimo	medio	massimo	
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,001	0,002	0,002	102,933	102,932	102,931	102,931	-0,002
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,000	0,001	0,001	36,558	36,557	36,557	36,556	-0,001
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,000	0,000	7,969	7,969	7,969	7,969	0,000
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,000	0,000	0,000	6,727	6,727	6,727	6,727	0,000
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,013	0,067	0,122	115,019	115,006	114,952	114,896	-0,122
NO ₂ – MORTALITA' TOTALE	0,002	0,005	0,007	102,933	102,930	102,928	102,926	-0,007
NO ₂ – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,051	0,130	64,057	64,057	64,006	63,927	-0,130

Tabella 53: Casi attribuibili in difetto, tassi per assetto post operam (Fase 3) su tutta l'area di interesse

I risultati di dettaglio per singolo comune sono riportati in **Allegato 6**.

La valutazione è stata effettuata come delta di casi attribuibili considerando il passaggio dall'assetto ante operam a quello stimato post operam, alla quale si affianca la valutazione della relativa variazione del tasso ex-ante di riferimento.

I risultati ottenuti per i casi attribuibili per 10.000 abitanti, in termini di mortalità e ospedalizzazione, mostrano valori sempre in riduzione per la Fase 1 sia a livello di sezione censuaria, che di singolo Comune, così come anche per l'intera area di interesse. Per la Fase 2 sono stati ottenuti casi attribuibili per 10.000 abitanti sostanzialmente invariati per mortalità per cause respiratorie ed incidenza tumorale per PM 2.5 mentre per le altre patologie è attesa una riduzione dei casi attribuibili. Per la Fase 3 sono stati ottenuti casi attribuibili per 10.000 abitanti sostanzialmente invariati rispetto alla Fase 2 per la maggior parte delle patologie.

In termini di variazione del tasso di riferimento ex ante per le patologie di interesse a seguito degli interventi proposti (Fase 1, Fase 2 e Fase 3) non sono attesi discostamenti apprezzabili.

In sintesi, i risultati ottenuti evidenziano come gli impatti del progetto sulla componente "salute pubblica" risultino scarsamente significativi, in considerazione di una variazione sui tassi infatti estremamente esigua.

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 esame rispetto al contesto di inserimento e come base conoscitiva per eventuali azioni di monitoraggio future. Si osserva inoltre che considerare tassi relativi al periodo 2013-2017, rispetto a considerare tassi più recenti, alla luce dei risultati ottenuti (si veda colonna della differenza massima sempre negativa o pari a zero) non comporterebbe presumibilmente alcuna differenza nelle valutazioni conclusive sopra effettuate.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
139 di 148

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
COMPORTAMENTI E STILI DI VITA	Fumo ed alcool	BASSO	BASSA
	Abitudini alimentari e sedentarietà	BASSO	BASSA
ASPETTI SOCIO ECONOMICI	Livello di istruzione	BASSO	MEDIA
	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	MEDIA
	Disponibilità di infrastrutture adeguate	BASSO	ALTA

Tabella 54: Rischio – opportunità dei determinanti indiretti sulla salute

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 socio - economico dati dall'iniziativa in progetto sia a livello locale che a livello nazionale.

Sono stati identificati potenziali opportunità in riferimento alle determinanti "livello di occupazione / disoccupazione", "livello di reddito" e "diseguaglianza sociale ed economica" sulle quali l'iniziativa in progetto può apportare impatti positivi non trascurabili, nonostante l'area in esame presenti livelli nella media per gli indicatori descrittivi del contesto socio - economico se confrontati con i valori medi regionali e nazionali.

In particolare, in merito all'indice di deprivazione, si riporta di seguito la distribuzione di frequenza per quintile di deprivazione delle sezioni di censimento dei comuni ubicati all'interno dell'area di interesse.

Dalla rappresentazione successiva si evince come i livelli di deprivazione delle sezioni censuarie dei comuni target non risultano particolarmente elevati sia in riferimento alla nazione (18% di frequenza nel quintile maggiore), che in riferimento alla regione (21% di frequenza nel quintile maggiore), indice di una lieve criticità nell'area indagata dei parametri sopra elencati da cui l'ID deriva (es. % popolazione istruita, % popolazione disoccupata).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
205321

PAGINA
140 di 148

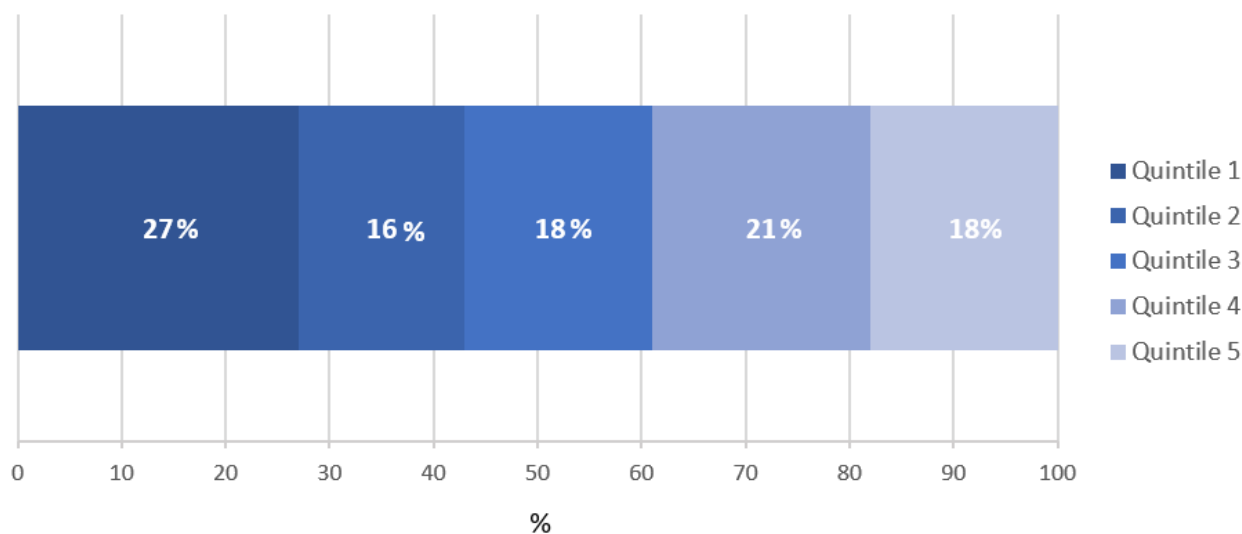


Figura 48: Distribuzione di frequenza delle sezioni di censimento target per quintile di deprivazione con riferimento nazionale

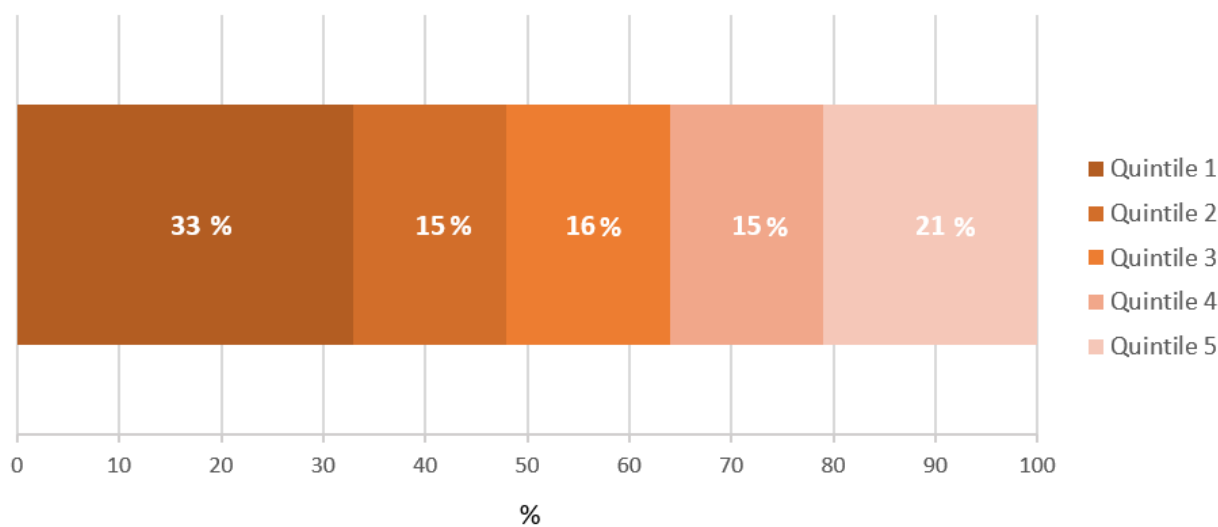


Figura 49: Distribuzione di frequenza delle sezioni di censimento target per quintile di deprivazione con riferimento regionale

In considerazione del contesto energetico regionale, il progetto di conversione della Centrale di Civitavecchia è ampiamente in linea con gli obiettivi di programmazione energetica regionale e nazionale. Pertanto, si ritiene che il progetto possa comportare elevate opportunità in riferimento alla determinante “Disponibilità di infrastrutture adeguate”.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
141 di 148

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, prevedendo in generale **impatti positivi sulla componente sanitaria**, 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** dei seguenti indicatori sanitari per l'area di interesse e la popolazione esposta identificata:

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

Inoltre, recependo la richiesta di integrazioni della CTVA del 6 aprile 2021 il proponente con nota ENEL-PRO- 04/05/2021-0006785 ha inviato alla ASL territoriale la proposta di metodologia per uno studio di coorte residenziale sugli effetti delle esposizioni ambientali sulla mortalità e morbilità della popolazione residente nell'area di interesse che andrà effettuato entro 1-2 anni dall'entrata in esercizio della nuova CTE e dovrà essere aggiornato a distanza di 5 anni, fornendo disponibilità sin da subito ad approfondire con tavoli dedicati il progetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
142 di 148

4. CONCLUSIONI

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM) interventi di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas.

L'obiettivo principale di tale progetto è quello di proporre una tecnologia di combustione capace di garantire la compatibilità ambientale delle emissioni generate e delle tecnologie impiegate in accordo con le BAT (Best Available Techniques) di riferimento, con l'obiettivo al contempo di salvaguardare l'adeguatezza del sistema elettrico nazionale, la qualità del servizio locale e la stabilità di rete richiesta, preservando il più possibile la struttura impiantistica esistente.

Il presente documento rappresenta l'aggiornamento dello Studio di Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto, a seguito del Parere ISS (Prot. n. AOO-ISS 14/04/2020-0013323), in riferimento alla metodologia proposta dalle "Linee guida concernenti la Valutazione di Impatto Sanitario" approvate con Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019.

Sulla base delle principali risultanze dello Studio di Impatto Ambientale, alla luce dei principali impatti ambientali attesi, l'analisi di VIS è stata incentrata analizzando i potenziali impatti sulla salute dati dalle emissioni in atmosfera dei nuovi camini del ciclo combinato nella centrale in oggetto.

La definizione di un Modello Concettuale Ambientale e Sanitario (MCAS) ha permesso di descrivere le relazioni tra la realizzazione e l'esercizio delle opere in progetto, le componenti ambientali, i percorsi di esposizione ed i bersagli umani.

La VIS è stata condotta mediante i seguenti passaggi:

- identificazione degli inquinanti indice (ossidi di azoto, monossido di carbonio, ammoniaca e particolato secondario),
- identificazione delle vie di esposizione rilevanti (percorso inalatorio),
- identificazione degli effetti sanitari di interesse (effetti sanitari a carico del sistema respiratorio, ed effetti sanitari a carico del sistema cardiocircolatorio),
- identificazione della popolazione esposta (popolazione residente e recettori sensibili ricadenti nell'area di interesse definita mediante modello a dispersione ed equivalente a un'area quadrata di lato pari a 23 km),
- identificazione degli indicatori sanitari (Mortalità, Ospedalizzazioni e Incidenza tumorale) mediante analisi delle caratteristiche tossicologiche e dei possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto.

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam è stata effettuata inizialmente mediante l'analisi dei risultati di uno studio epidemiologico ad hoc, a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma, su un'area regionale le cui risultanze sono state poi integrate con le evidenze dei principali studi epidemiologici delle ASL locali e Regione Lazio disponibili per l'area in esame.

Tale caratterizzazione della popolazione dell'area di interesse è stata infine completata con un quadro di dettaglio sulle condizioni socio economiche della popolazione esposta.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
143 di 148

Sulla base delle richieste di integrazione ricevute lo studio dello stato di salute ante-operam è stato focalizzato maggiormente sull'area di interesse ed aggiornato con i dati richiesti al DEP Lazio.

Gli impatti del progetto prevedono una riduzione delle emissioni per tutti i parametri considerati (in merito all' NH_3 necessaria per abbattere ulteriormente gli NO_x potenzialmente emessi, il proponente si impegna comunque a non superare l'attuale concentrazione autorizzata) e garantiscono ampiamente il rispetto sia degli Standard di Qualità dell'Aria che dei valori Health Based.

Inoltre la generale riduzione degli impatti sulle varie componenti ambientali permette di affermare che l'impatto sanitario atteso nel passaggio dall'assetto attuale a quello di progetto è sicuramente positivo. Nonostante questo è stata comunque effettuata la quantificazione del rischio sanitario sia mediante assessment tossicologico che assessment epidemiologico.

Le valutazioni effettuate sia a livello di popolazione residente che a livello di recettori sensibili, per tutti gli assetti di progetto (Fase 1, 2 e 3), mostrano rischi assoluti accettabili sia per le sostanze a rischio tossico che per quelle a rischio cancerogeno. Il contributo della nuova installazione risulta essere marginale; infatti, pur considerando come additivi i valori di background (che comprendono anche il contributo dell'attuale esercizio) a quelli del progetto in esame, gli HI di area non subirebbero variazioni significative. Si sottolinea inoltre che l'effetto complessivo del progetto, comporterebbe una riduzione delle emissioni e quindi un lieve decremento degli indici in esame.

La stima dei casi attribuibili risultati dall'assessment epidemiologico, calcolati come confronto tra gli scenari di esposizione di progetto e dell'ante operam (emissioni reali), conferma che gli impatti del progetto sulla componente "salute pubblica" risultano migliorativi sebbene scarsamente significativi, in considerazione di una variazione sui tassi estremamente esigua.

L'analisi VIS ha inoltre previsto una valutazione semi-qualitativa del potenziale effetto degli impatti del progetto sulle determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.). Tale valutazione ha mostrato l'assenza di rischi a fronte di rilevanti opportunità su quelle determinanti direttamente interessate dagli effetti positivi del progetto sul contesto socio-economico, sia a livello locale che a livello nazionale.

Nonostante l'analisi di VIS effettuata abbia mostrato **impatti positivi 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 in riduzione formulate.

Come richiesto, il proponente ha presentato inoltre il Piano di Monitoraggio Ecotossicologico e si rende disponibile ad integrare il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) in accordo con gli Enti di controllo, con uno specifico monitoraggio delle concentrazioni in aria ambiente includendo anche l' NH_3 .

Inoltre si rende disponibile anche ad integrare il piano di monitoraggio sanitario proposto, con le ulteriori cause specifiche indicate per la redazione del profilo di salute ante operam che è stato aggiornato con il contributo del Dipartimento di Epidemiologia e Prevenzione del Lazio che ha fornito i dati aggiornati sui gruppi di patologie indicati dall'Istituto e non ha evidenziato ulteriori approfondimenti necessari per l'area oggetto di studio.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Luglio 2021	PROGETTO 20532I	PAGINA 144 di 148
---	---------------------	--------------------	----------------------

In conclusione, il quadro delineatosi, maggiormente arricchito grazie all'implementazione delle integrazioni richieste, conferma ulteriormente quanto già indicato all'interno della Valutazione di Impatto Sanitario presentata, evidenziando impatti sulla salute pubblica in riduzione.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
145 di 148

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.
- A. Floreani, A. Zorzet, 2016. *Stima dell'esposizione e del calcolo del rischio inalatorio nell'analisi di rischio sito specifica: confronto fra diverse linee guida e software. Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 3 n. 4/2016.
- 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
- ARPA Emilia-Romagna La dose soglia nel contesto regolatorio: prevenzione o protezione, 2017
- Bachmann, J.D., Damberg, R.J., Caldwell, J.C., Edwards, C., and Koman, P.D, 1996. Review of the national ambient air quality standards for particulate matter: Policy assessment of scientific and technical information. OAQPS staff paper. Final report.
- 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.
- Barton H, Grant M. A health map for the local human habitat. *The Journal for the Royal Society for the Promotion of Health* 2006;126(6):252-3.
- 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.
- Boffetta P, Jourenkova N, Gustavsson P. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Causes Control* 1997;8(3):444-72
- Bonassi S, Ceppi M, Puntoni R, Valerio F, Vercelli M, Belli S, Biocca M, Comba P, Ticchiarelli L, Mariotti F, et al. Mortality studies of dockyard workers (longshoremen) in Italy. *Am J Ind Med* 1985;7(3):219-27.
- 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
- Camera di Commercio Viterbo - 17° Rapporto sull'economia della Tuscia Viterbese 2017
- Camera di Commercio Roma – Roma e provincia attraverso la statistica, 2017
- Ciccone G., Faggiano F., Falasca P., 1995. SO2 air pollution and hospital admissions in Ravenna: a case-control study. *Epidemiologia e Prevenzione*, 19(62):99-104.
- 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.
- 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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
205321

 PAGINA
146 di 148

- 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 Mangelsdorf, 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.
 - 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.
 - Fano V, Michelozzi P, Ancona C, Capon A, Forastiere F, Perucci CA. Occupational and environmental exposures and lung cancer in an industrialised area in Italy. OccupEnvironMed. 2004 Sep;61(9):757-63.
 - Fano V, Forastiere F, Papini P, Tancioni V, Di Napoli A, Perucci CA. Mortalità e ricoveri ospedalieri nell'area industriale di Civitavecchia, anni 1997-2004. Epidemiol Prev 2006; 30(4-5): 221-26.
 - Fehr R, Viliiani F, Nowacki J, Martuzzi M, editors (2014). Health in Impact Assessments: Opportunities not to be missed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
 - 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.
 - Folinsbee L.J., 1989. Human health effects of exposure to airborne acid. Environ Health Perspect, 79: 195–199.
 - Forastiere, Faustini, 2009 Inquinamento ed effetti a breve termine sulla salute: dai progetti di ricerca alla sorveglianza epidemiologica, Progetto EPIAIR
 - Forastiere F, Pupp N, Magliola E, Valesini S, Tidei F, Perucci CA. Respiratory cancer mortality among workers employed in thermoelectric power plants. Scand J Work Environ Health 1989;15(6):383-6.
 - Forastiere F, Corbo GM, Michelozzi P, Pistelli R, Agabiti N, Brancato G, Ciappi G, Perucci CA. Effects of environment and passive smoking on the respiratory health of children. Int J Epidemiol. 1992;21(1):66-73.
 - Forastiere F, Corbo GM, Pistelli R, Michelozzi P, Agabiti N, Brancato G, Ciappi G, Perucci CA. Bronchial responsiveness in children living in areas with different air pollution levels. ArchEnvironHealth 1994;49(2):111-8.
 - GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet 2017;390(10100):1211-1259. ([https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736\(17\)32154-2/attachment/52b63b24-df1c-49ea-b9e4-1b51cbc697bd/mmc1.pdf](https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736(17)32154-2/attachment/52b63b24-df1c-49ea-b9e4-1b51cbc697bd/mmc1.pdf)).
 - Greenberg N., Carel R.S., Derazne E., Tiktinsky A., Tzur D., Portnov B.A., 2017. Modeling long-term effects attributed to nitrogen dioxide (NO2) and sulfur dioxide (SO2) exposure on asthma morbidity in a nationwide cohort in Israel. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Volume 80, Issue 6.
 - Haagsma JA, Polinder S, Cassini A, Colzani E, Havelaar AH. Review of disability weight studies: comparison of methodological choices and values. Popul Health Metr. 2014;12:20.
 - Hamra et al. Environmental Health Perspectives 2014.
 - 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.
 - http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/general/pdf/cafe_lot1.pdf
 - 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
147 di 148

- ISTAT, Il Benessere Equo e Sostenibile in Italia, 2017.
- ISTAT, Annuario statistico italiano, 2017.
- ISTAT, Fattori di rischio per la salute: fumo, obesità, alcol e sedentarietà, anno 2016 2017.
- ISTAT, SSEO Indagine multiscopo – Aspetti della vita quotidiana, 2017.
- ISTAT, Opinioni dei cittadini e soddisfazione per la vita, 2016.
- Le dinamiche del mercato del lavoro nelle province italiane - Osservatorio Statistico dei Consulenti del Lavoro, anno 2018.
- 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.
- Paustenbach DJ. The practice of exposure assessment: A state-of-art review. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 2000; part B, 3:179-291.
- 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
- Rapiti E, Turi E, Forastiere F, Borgia P, Comba P, Perucci CA, Axelson O. A mortality cohort study of seamen in Italy. *Am J Ind Med* 1992;21(6):863-72
- Regione Lazio, DEP, ASL Roma, Effetto dell'esposizione occupazionale e ambientale sulla mortalità della coorte dei residenti nell'area industriale di Civitavecchia, 2015
- Registro Tumori Lazio, Open Salute Lazio
- 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.
- 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.
- Stoksad E. Air pollution. Ammonia pollution from farming may exact hefty health costs. *Science*, 2014 Jan 17;343(6168):238.
- 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
- UVAL, Lo studio di fattibilità nei progetti locali realizzati in forma paternariale: una guida ed uno strumento 2014.
- UVA,L Nota metodologica per l'analisi economica costi-benefici dei progetti di investimento pubblico, 2014.
- 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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
20532I

 PAGINA
148 di 148

- 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
- Wilkins E.T., 1954. Air Pollution and the London Fog of December, 1952. Journal of The Royal Sanitary Institute, Vol 74, Issue 1.
- 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.
- Wu Y., Gu B., Erisman J.W., Reis S., Fang Y., Lu X., Zhang X. PM(2.5) pollution is substantially affected by ammonia emissions in China. Environ Pollut. 2016 Nov;218:86-94.
- Xiping Xu M.D., Hui Ding & Xiaobin Wang, 2010. Acute Effects of Total Suspended Particles and Sulfur Dioxides on Preterm Delivery: A Community-Based Cohort Study. Archives of Environmental Health: An International Journal, 50:6, 407-415.