

ICARO



Centrale “Federico II” di Brindisi Sud

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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



Progetto n. 19548I
Revisione: 00
Data: Settembre 2019
Nome File: 19548I-VIS-Brindisi rev01

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
2 di 129

INDICE

INTRODUZIONE	7
1. FASE DI SCOPING	9
1.1 Identificazione dell’area di interesse	9
1.1.1 Descrizione del progetto	9
1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere	15
1.1.3 Sintesi degli impatti attesi.....	17
1.2 Caratterizzazione dell’area di interesse	23
1.2.1 Caratterizzazione demografica della popolazione esposta.....	24
1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse	28
1.3 Identificazione dei fattori di rischio	35
1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati	39
1.4.1 Evidenze epidemiologiche da Studio SENTIERI	44
1.4.2 Evidenze tossicologiche	47
1.4.2 Indicatori di salute individuati	60
1.5 Caratterizzazione dello stato di salute nell’assetto ante-operam	61
1.5.1 Mortalità ed ospedalizzazioni	61
1.5.2 Incidenza tumorale	70
1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta	79
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione	85
2. FASE DI VALUTAZIONE.....	87
2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata	87
2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico	88
2.1.2 Procedura di Risk Assessment Epidemiologico	97
2.1.3 Identificazione della procedura di valutazione applicata	99
2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di esposizione.....	100
2.1.5 Analisi delle incertezze.....	102
2.2 Assessment tossicologico.....	105
2.2.1 Sostanze con rischio tossico.....	105
2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno	110
2.3 Assessment epidemiologico.....	115
2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute	121
3. MONITORAGGIO SANITARIO	122
4. CONCLUSIONI	123
FONTI UTILIZZATE	125

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
3 di 129

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 3** Tavole da Studio ricadute al suolo SIA
- Allegato 4** Concentrazioni di input per la valutazione di rischio
- Allegato 5** Risultati di dettaglio assessment tossicologico
- Allegato 6** Risultati di dettaglio assessment epidemiologico
- Allegato 7** Valutazione delle altre determinanti sulla salute

INDICE TAVOLE

- Tavola 1** Corografia dell’area di interesse
- Tavola 2a** Mappa densità della popolazione totale
- Tavola 2b** Mappa densità della popolazione maschile
- Tavola 2c** Mappa densità 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
 Settembre 2019

 PROGETTO
 195481

 PAGINA
 4 di 129

ELENCO FIGURE

<i>Figura 1: Inquadramento territoriale</i>	9
<i>Figura 2: Ubicazione degli interventi</i>	10
<i>Figura 3: Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori e orografia del modello CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA</i>	21
<i>Figura 4: Dettaglio dell’ubicazione dell’opera</i>	23
<i>Figura 5: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta</i>	26
<i>Figura 6: Ripartizione dei Comuni dell’area di interesse per densità totale</i>	27
<i>Figura 7: Estensione dei Comuni dell’area di interesse</i>	28
<i>Figura 8: ASL della Puglia</i>	33
<i>Figura 9: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare</i>	37
<i>Figura 10: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)</i>	47
<i>Figura 11: Correlazione fra livelli di carbosiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell’uomo (ASTDR, 2012)</i>	53
<i>Figura 12: Dimensioni relative del particolato atmosferico (US EPA)</i>	57
<i>Figura 14: SMRs per tutte le cause (periodo 2011-2014), confronto con l’Italia (estratto da Allegato 2- figura 16)</i>	62
<i>Figura 15: Ospedalizzazioni per tutte le cause (periodo 2007-2015), confronto con l’Italia (estratto da Allegato 2- figura 20)</i>	63
<i>Figura 16: Estratto Grafico 10.1.1 Trend dei tassi diretti di mortalità (pop. Standard Italia 2001 - Maschi</i>	66
<i>Figura 19: Estratto Grafico 10.1.2 Trend dei tassi diretti di mortalità (pop. Standard Italia 2001 - Femmine</i>	66
<i>Figura 19: Ripartizione tumori nell’anno 2013 Regione Puglia (femmine) [fonte: Registro Tumori Puglia]</i>	70
<i>Figura 20: Ripartizione tumori nell’anno 2013 Regione Puglia (maschi) [fonte: Registro Tumori Puglia]</i>	70
<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>	72
<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>	73
<i>Figura 23: Aree che hanno fornito dati per Rapporto AIRTUM 2018 [fonte: AIRTUM]</i>	74
<i>Figura 24: Incidenza e mortalità uomini a sx e incidenza e mortalità donne a dx [fonte: AIRTUM]</i>	74
<i>Figura 25: Incidenza e mortalità uomini-donne [fonte: AIRTUM]</i>	75
<i>Figura 26: Trend di incidenza maschile per provincia (Tassi diretti per 100.000 abitanti)</i>	77
<i>Figura 27: Trend di incidenza femminile per provincia (Tassi diretti per 100.000 abitanti)</i>	78
<i>Figura 28: Natalità – mortalità delle imprese registrate per area geografica. Anno 2017</i>	79
<i>Figura 29: Iscrizioni, cessazioni e tasso di crescita % Provincia di Brindisi (Periodo 2009 – 2017)</i>	80
<i>Figura 30: Tasso di crescita % Comuni della provincia di Brindisi (Anno 2017)</i>	80
<i>Figura 31: Tasso di disoccupazione</i>	83
<i>Figura 32: Indice sintetico di efficienza e di innovazione del mercato del lavoro per provincia (Anno 2017)</i>	83
<i>Figura 33: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo</i>	85
<i>Figura 34: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico</i>	88
<i>Figura 35: Approccio TTC</i>	89
<i>Figura 36: Confronto fra utilizzo di BMD e NOEL</i>	92
<i>Figura 37: Albero decisionale (Schern, 2012) applicato al caso particolato secondario del caso in esame</i>	96
<i>Figura 38: Curva di isolivello HI – Fase 1</i>	107
<i>Figura 39: Curva di isolivello HI – Fase 2</i>	108
<i>Figura 40: Curva di isolivello HI – Fase 3</i>	109
<i>Figura 41: Curve di isorischio cancerogeno Fase 1</i>	112
<i>Figura 42: Curve di isorischio cancerogeno Fase 2</i>	113

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
5 di 129

Figura 43: Curve di isorischio cancerogeno Fase 3 114

ELENCO TABELLE

Tabella 1: Dati emissivi ante e post operam del progetto in esame	13
Tabella 2: Flusso di massa ante e post operam delle emissioni del progetto in esame	14
Tabella 3: Sintesi impatti attesi	20
Tabella 4: Elenco Comuni ricadenti all'interno dell'area di interesse	24
Tabella 5: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2018 (Fonte:Istat)	25
Tabella 6: Popolazione esposta nell'area di indagine, anno 2011	25
Tabella 7: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2018 nei Comuni ricadenti nell'area di interesse, suddivisa per classi di età	27
Tabella 8: Densità della popolazione dell'area di interesse (abitanti / km ²)	27
Tabella 9: Elenco recettori sensibili.....	30
Tabella 10: Sintesi impatti attesi	36
Tabella 11: Metodi per lo studio degli effetti sulla salute prodotti dagli inquinanti atmosferici.....	39
Tabella 12: Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2.....	42
Tabella 13: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012)	53
Tabella 15: Incidenza regionale [fonte: AIRTUM]	71
Tabella 14: 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)	73
Tabella 16: Incidenza tumore al polmone maschile per provincia, anno 2013 [Fonte: Registro Tumori Puglia]	75
Tabella 17: Incidenza tumore al polmone femminile per provincia, anno 2013 [Fonte: Registro Tumori Puglia]	75
Tabella 18: Incidenza maschile tumore al polmone e bronchi – provincia di Brindisi.....	76
Tabella 19: Incidenza femminile tumore al polmone e bronchi – provincia di Brindisi.....	76
Tabella 20: Incidenza maschile tumore al polmone e bronchi – provincia di Lecce.....	76
Tabella 21: Incidenza femminile tumore al polmone e bronchi – provincia di Lecce.....	76
Tabella 22: Movimenti demografici e tassi di crescita nelle province pugliesi (Anno 2017).....	81
Tabella 23: Andamento demografico delle imprese artigiane per area geografica (Anno 2017)	81
Tabella 24: Andamento demografico delle imprese artigiane per provincia (Anno 2017)	82
Tabella 25: Tasso d'occupazione (15-64 anni) per provincia – Anno 2017 (valori percentuali).....	82
Tabella 26: Indice sintetico di efficienza e di innovazione del mercato del lavoro per provincia [BASSO] –2016 e 2017.....	84
Tabella 27: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse	86
Tabella 28: Tipo di rischio associato ai parametri di interesse	99
Tabella 29: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)	100
Tabella 30: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII	104
Tabella 31: RfC associato ai parametri di interesse	105
Tabella 32: R cancerogeno connesso alla concentrazione di PM2.5 pari al limite fissato da WHO.....	111
Tabella 33: RR desunti da letteratura	115
Tabella 34: CA in riferimento all'esposizione pari alla concentrazione massima ammessa da normativa vigente (Fase 1)	117
Tabella 35: CA in riferimento all'esposizione pari alla concentrazione massima ammessa da normativa vigente (Fase 2)	118

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019PROGETTO
19548IPAGINA
6 di 129

<i>Tabella 36: CA in riferimento all'esposizione pari alla concertazione massima ammessa da normativa vigente (Fase 3)</i>	<i>119</i>
<i>Tabella 37: Rischio – opportunità connesso ai determinanti indiretti sulla salute</i>	<i>121</i>

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
7 di 129

INTRODUZIONE

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la centrale termoelettrica "Federico II" di Brindisi Sud interventi di sostituzione delle 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 lo studio di Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto.

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

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

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

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

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

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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
8 di 129

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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
9 di 129

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 “Federico II” è ubicata nel Comune di Brindisi, in località Cerano di Tuturano, frazione del capoluogo di Provincia, a circa 12 chilometri a Sud da Brindisi e 30 km a Nord da Lecce.



Figura 1: Inquadramento territoriale

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

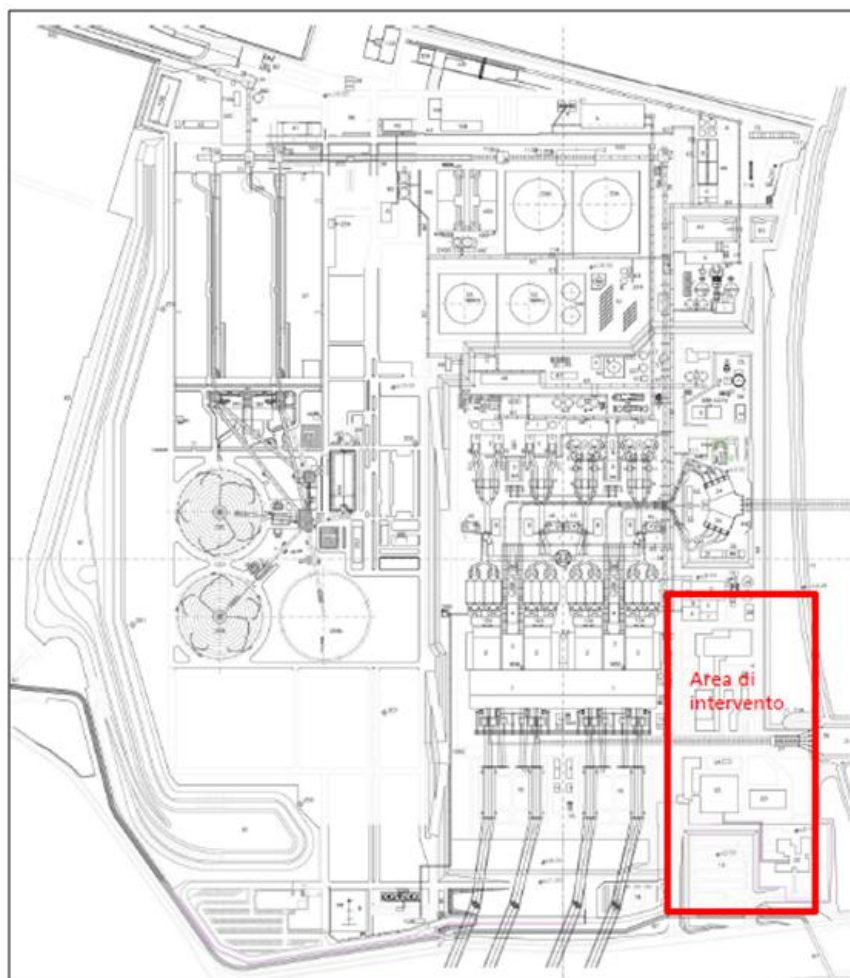
 PAGINA
10 di 129


Figura 2: Ubicazione degli interventi

Il progetto prevede l'installazione di un potenziale ciclo combinato con turbina a gas (CCGT) di circa 1680 MWe in configurazione due su uno, cioè due treni di potenza formati ciascuno da una turbina a gas (TG) e una caldaia a recupero che si collegano ad un'unica turbina a vapore posizionata al posto di quella esistente.

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

- Fase 1:** funzionamento TG 1A in ciclo aperto su camino di bypass, con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti;
- Fase 2:** funzionamento TG 1A e TG 1B in ciclo aperto su camino di by-pass; fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti;
- Fase 3:** potenziale funzionamento in ciclo combinato BS 1A e BS 1B (2+1); fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 11 di 129
---	------------------------	--------------------	---------------------

La prima turbina a gas, denominata TG 1A, è predisposta con camino di by-pass e può erogare potenza in modo indipendente (funzionamento in ciclo aperto). Una volta entrata in esercizio commerciale si procederà con la seconda unità turbogas, denominata TG 1B, anch'essa predisposta con camino di by-pass per funzionare in ciclo aperto. La terza fase prevede la chiusura di entrambi i cicli aperti con la realizzazione di caldaie a recupero ed il montaggio di una nuova turbina a vapore, al posto di quella esistente. In questa fase finale, nel potenziale ciclo combinato si raggiungerà la massima potenza installata, che sarà di circa 1680 MWe.

In sostanza, il progetto 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 dei gas di scarico, e da una turbina a vapore a condensazione della potenza di circa 560 MWe.

Le componenti principali della nuova unità saranno:

- Turbina a gas,
- Generatore di vapore a recupero,
- Turbina a vapore,
- Condensatore.

A seguire si riporta una descrizione sintetica di tali componenti.

Turbine a gas

Saranno 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. A completare l'ottenimento del target sulle emissioni è prevista l'installazione di un catalizzatore per abbattimento NOx nel generatore di vapore a recupero, con iniezione di ammoniaca, tra i banchi di quest'ultimo. La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione, da collegare/integrare con il DCS (*Distributed Control System*) di impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc. In uscita alla Turbina a Gas sarà installato un camino di by-pass per il funzionamento in ciclo aperto. Esso sarà realizzato in acciaio, con un diametro di circa 10 m e un'altezza di 90 m. Il camino comprenderà una struttura esterna di sostegno e un silenziatore prima dello sbocco in atmosfera. La base del camino sarà predisposta con un “diverter damper” per consentire il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella configurazione finale. I gas di scarico provenienti dalla turbina a gas saranno convogliati all'interno del generatore di vapore a recupero dove attraverseranno in sequenza i banchi di scambio termico.

Generatore di vapore a recupero (GVR)

I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso il camino. Il GVR sarà di tipo orizzontale, che produce vapore surriscaldato a 3 livelli di pressione: AP (alta pressione), MP (media pressione), LP (bassa pressione) (con degasatore integrato a seconda della tecnologia del Fornitore) e risurriscaldatore. Il GVR inoltre includerà un catalizzatore per abbattimento NOx, con iniezione di ammoniaca, idoneo a raggiungere il target sulle emissioni di NOx.

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
12 di 129

Sul circuito acqua-vapore, il condensato verrà inviato per mezzo di pompe di estrazione alla caldaia a recupero; all'interno del GVR l'acqua verrà inviata al preriscaldatore e da qui al degasatore ed al corpo cilindrico BP.

Il vapore BP prodotto verrà elevato in temperatura nel surriscaldatore BP e quindi immesso nella turbina a vapore. Dal corpo cilindrico BP due pompe alimento provvederanno ad inviare l'acqua alle sezioni MP e AP della caldaia.

Il vapore MP verrà successivamente surriscaldato nell'MP SH (Vapore Surriscaldato) e da qui convogliato nel collettore del vapore risurriscaldato freddo, dove si mescolerà con il vapore uscente dal corpo di alta pressione della turbina a vapore. Tale vapore entrerà nell'RH (Vapore Risurriscaldato) 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. Per le due unità è previsto un camino di by-pass che consentirà l'esercizio della sola turbina a gas, svincolato da quello della turbina a vapore.

Turbina a vapore (TV)

La Turbina a vapore verrà installata sul cavalletto esistente della turbina dell'unità 1. Sarà del tipo a 3 livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio: il vapore, dopo aver attraversato il corpo di alta pressione, uscirà dalla turbina a vapore e sarà rimandato nel GVR per un ulteriore riscaldamento, consentendo un notevole innalzamento dell'efficienza del ciclo termico.

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

La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI), 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 con acqua di circolazione (acqua di mare), in ciclo aperto.

La portata acqua di circolazione che attraversa il condensatore dell'unità BS1 sarà incrementata a circa 28-30 m³/s, per consentire il rispetto della temperatura allo scarico di 35°C l'incremento termico sull'arco a 1.000 m dal punto di scarico non sarà superiore a 3°C e rispetto al punto indisturbato come già imposto dal vigente Piano di Monitoraggio e Controllo nel rispetto del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
13 di 129

Il condensatore sarà inoltre provvisto dei seguenti ausiliari:

- 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).

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 (eventuale potenziamento per ridurre il differenziale di temperatura) a valle dell'assegnazione del fornitore del Power Train e della definizione delle macchine. Anche il sistema di restituzione esistente, in uscita dal condensatore, verrà riutilizzato.

È prevista l'installazione di un nuovo condensatore; in alternativa sarà valutato il possibile recupero, con relative attività di modifica ed adattamento.

Sintesi del quadro delle emissioni in atmosfera

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

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

Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata	O ₂ Rif. (%)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	NH ₃ (mg/Nm ³)	PTS (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)
Assetto attuale									
BS1	100	30,9	2.400.000	6	130	130	6,25	10	80
BS2					130	130	6,25	10	80
BS3					130	130	6,25	10	80
BS4					130	130	6,25	10	80
Fase 1									
BS1A-bypass	680	40	4.150.000	15	---	30	---	---	30
Fase 2									
BS1A-bypass	680	40	4.150.000	15	----	30	---	---	30
BS1B-bypass	680	40	4.150.000	15	----	30	---	---	30
Fase 3									
BS1A	80	20	4.150.000	15	----	10	5	---	30
BS1B	80	20	4.150.000	15	----	10	5	---	30

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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
14 di 129

Scenario	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	PTS
	kg/h				
Attuale	1.248	1.248	60	768	96
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.**

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 19548I	PAGINA 15 di 129
---	------------------------	--------------------	---------------------

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

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

Le prime attività saranno quindi:

- demolizione parcheggi;
- realizzazione nuovo edificio uffici, spogliatoi, magazzino materiali leggeri;
- preparazione nuovo ingresso di cantiere e modifiche edificio mensa;
- sistemazione aree e installazione delle infrastrutture di cantiere.

Successivamente, verranno effettuate le seguenti attività necessarie per la messa in servizio del primo impianto funzionante a ciclo aperto:

- salvaguardie meccaniche ed elettriche per parti di impianto coinvolte nelle demolizioni, etc. ;
- demolizioni impianti e macchinari presenti in area trattamento acque reflue;
- demolizione magazzino materiali pesanti;
- demolizione edifici servizi industriali;
- demolizione attrezzature fossa bombole idrogeno;
- demolizione platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbogruppo;
- realizzazione edificio elettrico;
- montaggio TG 1A e relativo trasformatore fondazioni turbogruppo 1A;
- montaggio camino di by-pass ;
- montaggio edificio TG 1A;
- montaggi elettrici;
- montaggio nuova stazione gas.

Terminati i lavori della fase preliminare per il funzionamento a ciclo aperto del primo gruppo, si procederà con la realizzazione dei lavori necessari per il secondo gruppo, che dovrà operare sempre in ciclo aperto, essenzialmente riassumibili nelle seguenti attività:

- fondazioni turbogruppo TG 1B;
- montaggio TG 1B e relativo trasformatore;
- montaggio camino di by-pass;
- montaggio edificio TG 1B ;
- montaggi elettrici.

Terminati i lavori della fase per il funzionamento dei gruppi a ciclo aperto, si procederà con la realizzazione della chiusura dei cicli:

- scavi e sottofondazioni per GVR 1A e 1B;
- fondazioni GVR 1A e 1B;

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	19548I	16 di 129

montaggio GVR 1A e 1B, comprensivo di camino;
 adeguamenti in sala macchina per TV e smontaggio TV esistente gruppo 1 e demolizione condensatore;
 demolizione parziale del cavalletto turbina per futuro alloggiamento nuova TV;
 demolizione generatore TV1;
 montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore.

Occorre segnalare che il possibile funzionamento del nuovo impianto a ciclo combinato dovrà comunque prevedere delle fermate programmate necessarie per la costruzione e la realizzazione dei seguenti componenti:

montaggio dei camini del nuovo GVR: i montaggi della parte sommitale del camino richiederanno il fermo macchina della turbina, data la vicinanza del camino di by-pass con il nuovo camino da realizzare e le temperature elevate dei gas in uscita;
 collegamenti al DCS: i lavori elettro-strumentali di completamento richiederanno fermate programmate per poter accedere al DCS di centrale.

Anche le attività di montaggio dei camini della seconda unità richiederanno delle fermate programmate della prima unità per poter essere realizzate.

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
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
17 di 129

1.1.3 Sintesi degli impatti attesi

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

In dettaglio, le componenti ambientali individuate significative sono:

Atmosfera e qualità dell'aria, per caratterizzare l'area dal punto di vista meteorologico e valutare la significatività delle emissioni generate dal progetto;

Ambiente idrico, per valutarne la qualità attuale e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;

Suolo e sottosuolo, per definire le caratteristiche delle aree interessate attuali e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;

Biodiversità, in virtù delle caratteristiche di naturalità dell'area circostante il sito di centrale e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;

Clima acustico e vibrazionale, per la valutazione dell'eventuale incremento dei livelli di rumore e vibrazioni a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;

Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti che possono avere conseguenze sulla salute pubblica in funzione delle caratteristiche proprie dell'emissione popolazione a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;

Paesaggio, per ciò che concerne l'influenza delle previste attività di progetto sulle caratteristiche percettive dell'area;

Salute pubblica, per la valutazione delle potenziali ricadute dirette ed indirette sulla popolazione a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto.

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

definizione dell'area di interesse,

identificazione dei fattori di rischio.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
18 di 129

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA	<p>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.</p> <p>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.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile
	<p>Durante la <u>fase di esercizio</u> gli impatti sulla componente indotti dalla Centrale saranno prevalentemente associati alle emissioni di inquinanti dai camini.</p> <p>In Fase 1 ed in Fase 2 è attesa l'eliminazione di emissioni di SO₂ e particolato primario ed una riduzione significativa delle emissioni di NO₂, NH₃ e CO.</p>	<p>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.</p> <p>Attesa significativa riduzione di impatto.</p>
AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI	<p>Gli scarichi liquidi derivanti dalle attività di <u>fase di cantiere</u> sono riconducibili a:</p> <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.
	<p>In <u>fase di esercizio</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • è attesa una riduzione significativa dei consumi idrici di acqua mare, dai pozzi e dal Consorzio ASI. • 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 significativa riduzione di impatto.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SOTTERRANEE	<p>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.</p> <p>Per quanto riguarda le acque da aggotamento, queste potranno essere riutilizzate nel ciclo tecnologico di centrale o, in alternativa, se risultassero salmastre, verranno gestite come rifiuto.</p> <p>Non sono ad oggi in capo ad ENEL attività di bonifica delle acque, le quali sono gestite a livello di SIN Brindisi (adesione Accordo di Programma – CdS 15/11/2010). Nell'area di cantiere indagini pregresse hanno mostrato superamenti delle CSC ex D.Lgs. 152/06 per alcuni parametri inorganici (As, Fe, Hg, Mn, Pb, Se e SO₄), nessun superamento per composti volatili. Per le attività di cantiere saranno adottate misure di sicurezza adeguate. L'Analisi di Rischio approvata con D.M. 5035 del 05/06/2014 risulta rappresentativa anche dell'assetto di centrale futuro.</p> <p>In ogni caso è prevista una caratterizzazione ad hoc in relazione alla gestione terre e rocce da scavo secondo D.P.R. 120/2018.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile.
	<p>Il nuovo assetto in <u>fase di esercizio</u> comporterà una diminuzione dei prelievi da pozzi e quelli dal consorzio ASI.</p>	Attesa significativa riduzione di impatto
SUOLO E	In <u>fase di cantiere</u> le interazioni sul suolo e sottosuolo sono	Nessun impatto significativo prevedibile.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
19 di 129

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
SOTTOSUOLO	<p>riconducibili essenzialmente ai movimenti terre, con la conseguente gestione delle terre e rocce da scavo (riutilizzo interno o smaltimento come rifiuto).</p> <p>L'occupazione di suolo per aree aggiuntive rispetto a quelle di stabilimento per la fase di cantiere sarà temporanea.</p> <p>Il sito è sottoposto ad iter in materia di siti contaminati (SIN Brindisi); le attività di caratterizzazione del sito hanno indicato alcuni superamenti della CSC per i siti a destinazione d'uso industriale/commerciale, relativamente al parametro Arsenico, Selenio e C>12. Il progetto di bonifica, comprensivo dell'AdR, è stato autorizzato con D.M. 5035 del 05/06/2014 e l'avvenuta bonifica è stata certificata dalla Provincia con provvedimento n.10 del 27/01/2015. Il MATTM ha concluso il procedimento per la matrice suolo ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/06. In un'area di stabilimento (area E) valgono limitazioni d'uso poiché permane una contaminazione da Arsenico nel suolo profondo pertanto per le attività di cantiere saranno adottate misure di sicurezza adeguate. L'Analisi di Rischio approvata con D.M. 5035 del 05/06/2014 risulta rappresentativa anche dell'assetto di centrale futuro.</p> <p>In ogni caso è prevista una caratterizzazione ad hoc in relazione alla gestione terre e rocce da scavo secondo D.P.R. 120/2018.</p> <p>In <u>fase di esercizio</u>, nessuna interazione prevista grazie all'adozione di adeguate misure di protezione ed operative.</p> <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 del modello concettuale approvato.</p>	<p>Nessun impatto significativo prevedibile.</p>
BIODIVERSITÀ	<p>In prossimità dell'area della Centrale sono presenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SIC IT9140001 "Bosco Tramazzone", ubicato a circa 100 m dal sedime della centrale, in direzione Sud; • SIC/ZPS IT9140003 "Stagni e Saline di Punta della Contessa", ubicato a circa 2,4 km dal sedime della centrale in direzione Nord-Est. <p>L'area risulta di rilievo in termini di patrimonio agroalimentare con la presenza di coltivazioni di prodotti DOC, DOP e IGP.</p> <p>L'assenza nell'area interessata dagli interventi di valenze dal punto di vista floristico e vegetazionale, nessuna variazione indotta sulle superfici ad uso agricolo, 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> <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>Nessun impatto significativo prevedibile.</p> <p>Nessun impatto significativo prevedibile</p>

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
20 di 129

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
	Non sono previsti fenomeni di sottrazione di habitat faunistico o di ecosistemi connessi, né di superficie agricola con occupazione di suolo.	
CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE	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	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico compatibile con limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati.
	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.	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico previsionale con una riduzione del contributo della centrale nell'assetto futuro nell'ambiente circostante. Attesa significativa riduzione di impatto.
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	Nessuna interazioni significativa sia per la <u>fase di cantiere</u> che per la <u>fase di esercizio</u> .	Nessun impatto prevedibile.
PAESAGGIO	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.	Nessun impatto prevedibile.
	In <u>fase di esercizio</u> è prevista la presenza di nuove strutture industriali, ubicate sempre all'interno del perimetro dell'area di Centrale	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 PUBBLICA	Le principali interazioni ambientali, fonti di rischio per la salute pubblica in riferimento alla tipologia di opera in esame, sono costituite dalle emissioni atmosferiche e sonore.	Essendo attese riduzioni di impatto per 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 (assetto attuale autorizzato da AIA), 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.

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

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
21 di 129

Dominio di calcolo meteorologico (CALMET):

griglia "G1", finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala (celle da 4,5 km x 4,5 km per una copertura di 103,5 km x 103,5 km);

griglia "G2", finalizzata alla ricostruzione della circolazione meteorologica di dettaglio locale del territorio (celle da 0,5 km x 0,5 km per una copertura di 22,5 km x 22,5 km).

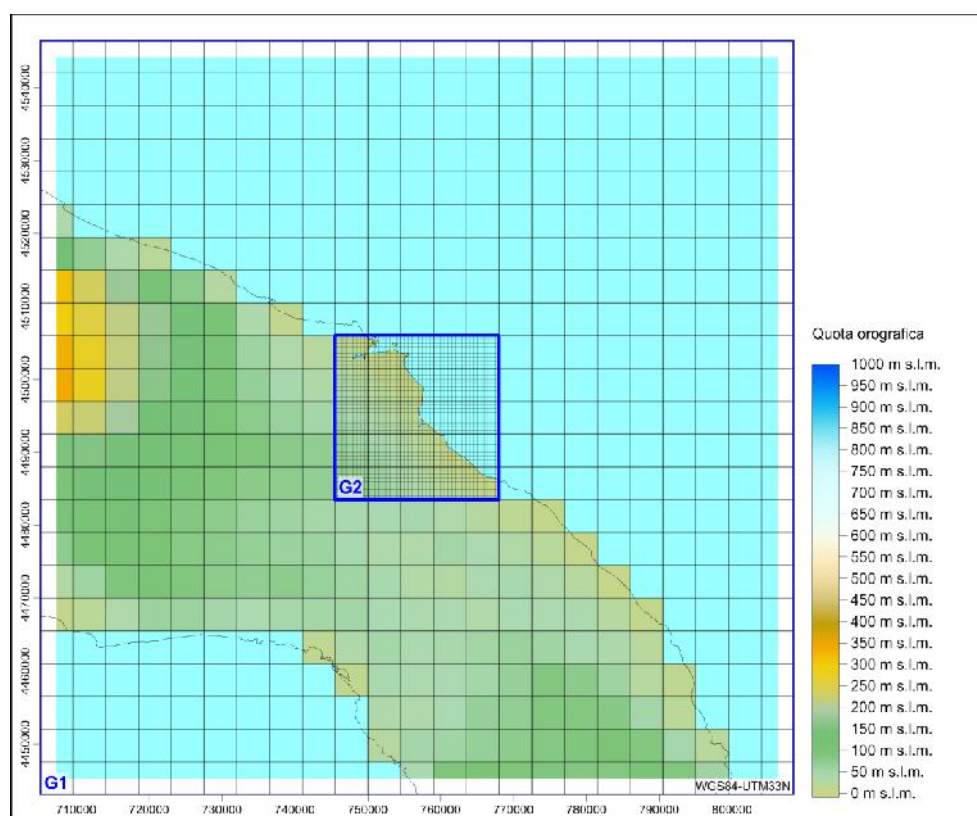


Figura 3: Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori e orografia del modello CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA

Dominio di calcolo diffusionale (CALPUFF):

griglia "G1", finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala (n. 529 recettori che coprono l'area della griglia G1 CALMET);

griglia "G2", finalizzata alla ricostruzione di dettaglio locale del territorio (n. 1.369 recettori, 37 x 37 punti a maglia di 500 m che coprono un'area di 18,5 x 18,5 km all'interno di quella della griglia G2 CALMET).

In riferimento ad i risultati ottenuti dalle mappe di ricaduta ed all'ubicazione delle aree di picco, è stato ritenuto rappresentativo riferirsi, per la definizione dell'Area di Interesse (AI) ai fini della valutazione di impatto sanitario ad **un'area quadrata di lato pari a 40 km** centrata nel baricentro degli interventi.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas**DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
22 di 129

Tale estensione è la stessa adottata nello Studio di Impatto Ambientale per la valutazione di impatto sulla componente “Salute Pubblica” (raggio di 20 km dalla centrale).

Tale distanza garantisce la ricostruzione di dettaglio locale del territorio, permettendo anche di apprezzare gli effetti in termini più ampi a livello di meso-scala, includendo le principali aree abitate che potenzialmente possono essere interessate dagli effetti del progetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

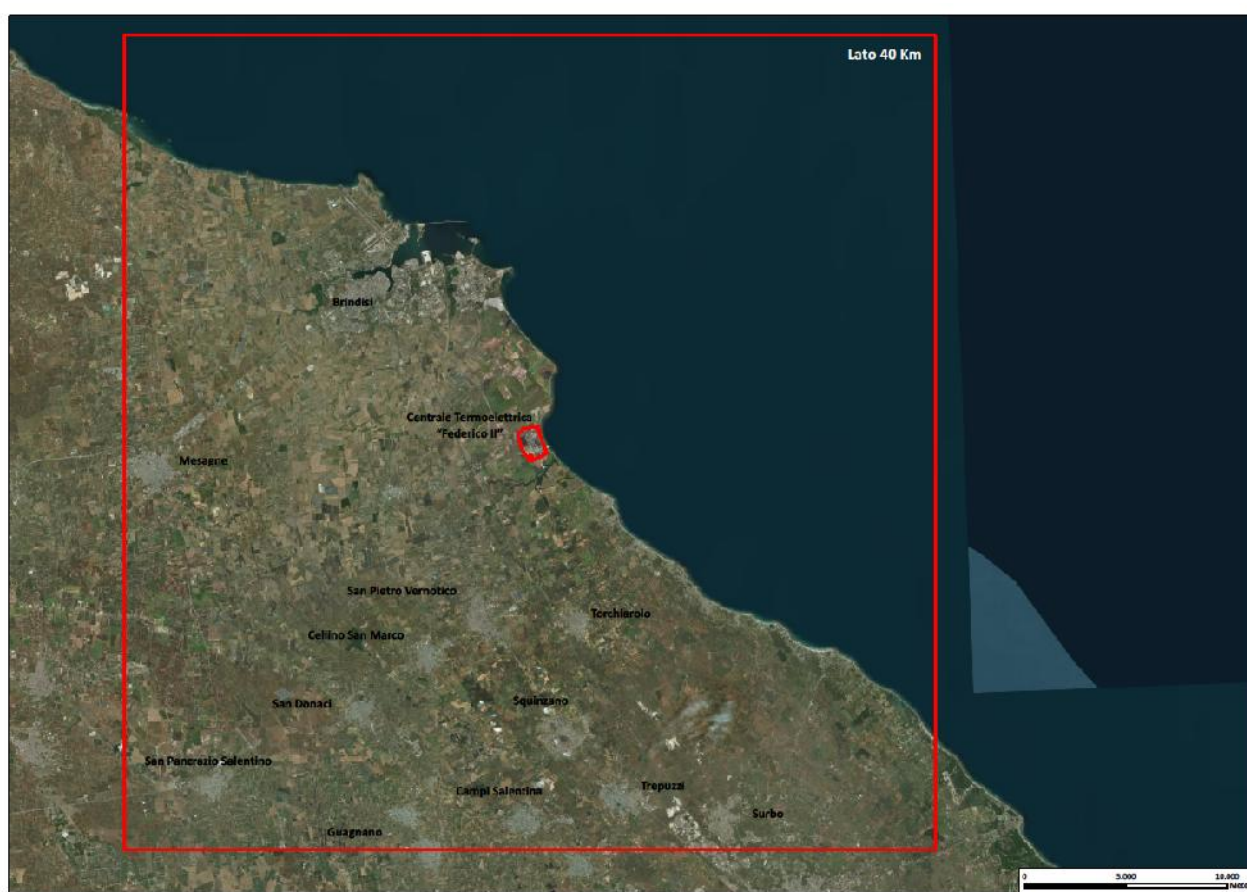
 PROGETTO
195481

 PAGINA
23 di 129

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 40 km centrata nel baricentro degli interventi. Tale distanza comprende infatti l'area di influenza dei principali impatti del progetto ed in particolare quelli connessi alla componente "atmosfera".

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


Figura 4: 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
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
24 di 129

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 40 x 40 km sono di seguito elencati:

Codice ISTAT Comune	Comune
073001	Avetrana
074016	Brindisi
075011	Campi Salentina
074002	Carovigno
074004	Cellino San Marco
075034	Guagnano
075035	Lecce
074010	Mesagne
075055	Novoli
075065	Salice Salentino
074013	San Donaci
074015	San Pancrazio Salentino
074016	San Pietro Vernotico
075079	Squinzano
075083	Surbo
074018	Torchiarolo
074019	Torre Santa Susanna
075087	Trepuzzi

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

Per i comuni di Avetrana e Carovigno non verranno effettuate elaborazioni in quanto, la parte ricadente all'interno dell'area di interesse, non risulta abitata, e le suddette porzioni non sono costituite da tessuto residenziale^{1,2}.

Per i restanti Comuni si riporta a seguire la stima del numero di abitanti con i dati aggiornati al 2018 facendo una distinzione tra la popolazione femminile e maschile.

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Brindisi	87.141	41.720	45.421
Campi Salentina	10.322	4.894	5.428
Cellino San Marco	6.530	3.094	3.436

1 Piano Regolatore Generale del Comune di Avetrana "Adeguamento alle prescrizioni e modifiche di cui alla delibera di Giunta Regionale n° 1489 dell'11.aprile.1996 e controdeduzioni"

2 Piano Urbanistico Generale del Comune di Carovigno - Delibera di C.C. n.44 del 27-10-2012.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
25 di 129

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Guagnano	5.681	2.728	2.953
Lecce	95.441	44.871	50.570
Mesagne	26.836	12.768	14.068
Novoli	8.024	3.812	4.212
Salice Salentino	8.253	3.945	4.308
San Donaci	6.569	3.162	3.407
San Pancrazio Salentino	9.882	4.787	5.095
San Pietro Vernotico	13.556	6.395	7.161
Squinzano	14.031	6.725	7.306
Surbo	15.115	7.397	7.718
Torchiarolo	5.419	2.640	2.779
Torre Santa Susanna	10.510	5.089	5.421
Trepuzzi	14.512	6.930	7.582

Tabella 5: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2018 (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 (40 x 40 km).

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Brindisi	80.694	38.576	42.118
Campi Salentina	8.876	4.204	4.671
Cellino San Marco	6.799	3.229	3.570
Guagnano	5.900	2.837	3.063
Lecce	51.213	23.694	27.520
Mesagne	18.321	8.689	9.632
Novoli	1.776	830	946
Salice Salentino	2.480	1.198	1.283
San Donaci	6.869	3.292	3.577
San Pancrazio Salentino	9.727	4.693	5.034
San Pietro Vernotico	13.974	6.582	7.392
Squinzano	14.482	6.877	7.605
Surbo	14.244	6.932	7.312
Torchiarolo	5.461	2.663	2.798
Torre Santa Susanna	255	123	133
Trepuzzi	14.277	6.738	7.539

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

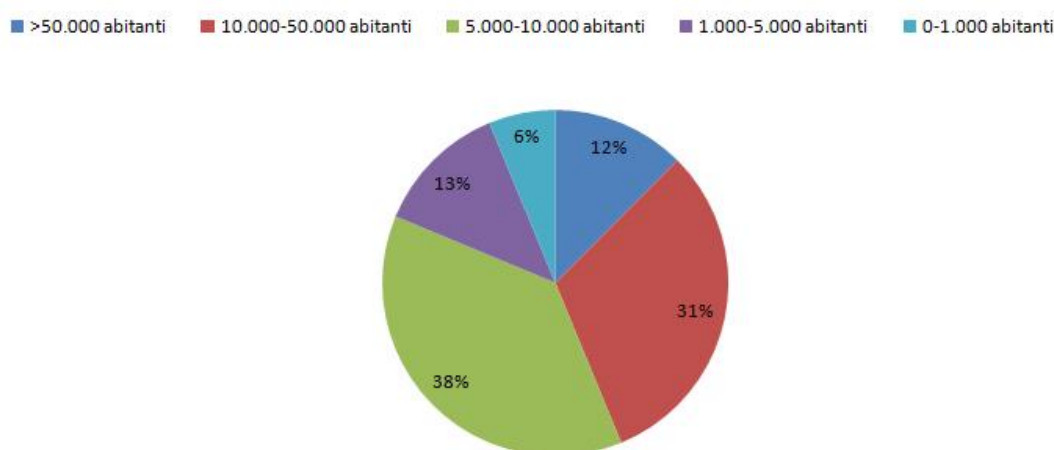
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
26 di 129

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


Figura 5: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta

Si evince come la maggior parte dei Comuni (38%) comprenda una popolazione esposta che va da 5.000 a 10.000 abitanti ed un'altra percentuale significativa di Comuni (31%) abbia una popolazione compresa tra i 10.000-50.000 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 2018.

Provincia	Codice ISTAT Comune	Comune	Popolazione da 0 a 14 anni	Popolazione da 15 a 64 anni	Popolazione oltre i 65 anni
Brindisi	074016	Brindisi	11.455	55.855	19.831
	074004	Cellino San Marco	784	4.083	1.663
	074010	Mesagne	3.211	17.188	6.437
	074013	San Donaci	802	4.105	1.662
	074015	San Pancrazio Salentino	1.136	6.335	2.411
	074016	San Pietro Vernotico	1.625	8.361	3.570
	074018	Torchiarolo	679	3.507	1.233
	074019	Torre Santa Susanna	1.373	6.949	2.188
Lecce	075011	Campi Salentina	1.252	6.460	2.610
	075034	Guagnano	624	3.377	1.680
	075035	Lecce	11.708	60.611	23.122
	075055	Novoli	905	4.930	2.189
	075065	Salice Salentino	983	5.173	2.097
	075079	Squinzano	1.524	8.861	3.646
	075083	Surbo	2.314	10.209	2.592

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
27 di 129

Provincia	Codice ISTAT Comune	Comune	Popolazione da 0 a 14 anni	Popolazione da 15 a 64 anni	Popolazione oltre i 65 anni
	075087	Trepuzzi	1.822	9.295	3.395

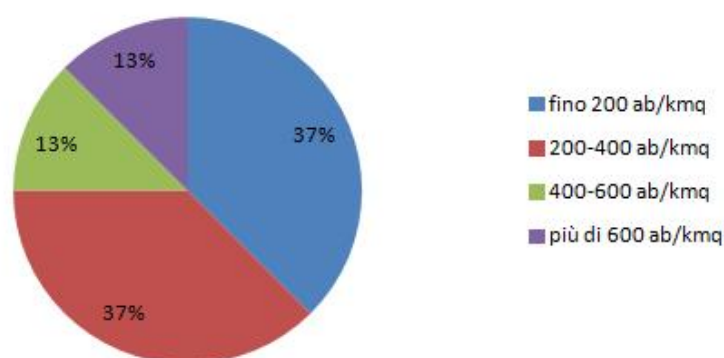
Tabella 7: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2018 nei Comuni ricadenti nell'area di interesse, suddivisa per classi di età

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

Comune	Densità totale	Densità Maschile	Densità Femminile
Brindisi	267,7	128,0	139,7
Campi Salentina	235,6	111,6	124,0
Cellino San Marco	180,3	85,6	94,7
Guagnano	152,1	73,1	79,0
Lecce	376,4	174,1	202,3
Mesagne	222,7	105,6	117,1
Novoli	461,8	215,8	245,9
Salice Salentino	144,4	69,7	74,7
San Donaci	201,6	96,6	105,0
San Pancrazio Salentino	183,6	88,6	95,0
San Pietro Vernotico	297,7	140,2	157,5
Squinzano	465,6	221,1	244,5
Surbo	711,7	346,3	365,3
Torchiarolo	164,9	80,4	84,5
Torre Santa Susanna	193,7	93,2	100,5
Trepuzzi	611,3	288,5	322,8

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

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
28 di 129

Si evidenzia come il 37% dei Comuni abbia una densità abitativa fino a 200 ab/km² e un altro 37% abbia una densità compresa tra i 400 e gli 600 abitanti per km².

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

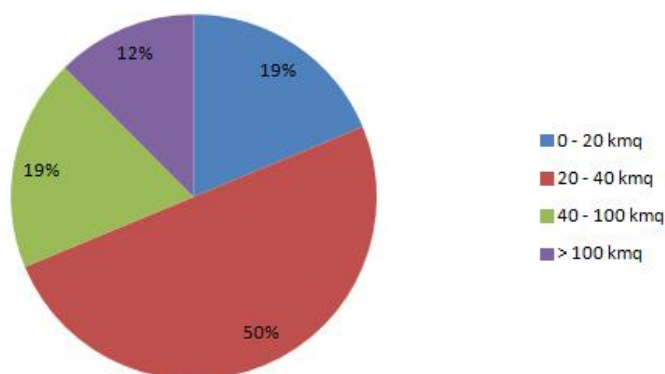


Figura 7: Estensione dei Comuni dell'area di interesse

Si nota come la metà dei Comuni abbia un'estensione compresa tra 20 e 40 km². Solo un 12% ha un'estensione superiore ai 100 km².

In **Tavola 2** si riportano:

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

1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse

Uso del suolo

In prevalenza (94%), l'area di interesse è caratterizzata da superfici agricole utilizzate, per il 3% da superfici artificiali e solo dal 2% di boschi misti di conifere e latifoglie e l'1% di paludi salmastre.

Il paesaggio è infatti caratterizzato da estesi campi di seminativo intervallati da boschi di ulivi, distese di vigneti e frutteti. La variabilità è data dal mutare degli andamenti della trama agraria e dalla varietà di composizione e percentuale delle colture all'interno del mosaico delle coltivazioni.

La matrice paesaggistica è fortemente determinata dai segni della bonifica, delle suddivisioni agrarie e delle colture. Prevale una tessitura dei lotti di medie dimensioni articolata in trame regolari allineate sulle strade locali e sui canali di bonifica, ortogonalmente alla costa.

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
29 di 129

Le colture a seminativo, spesso contornate da filari di alberi, sono intervallate da frequenti appezzamenti sparsi di frutteti, vigneti e oliveti a sesto regolare. Unica variante all'interno di questa scacchiera è costituita dalle infrastrutture principali, che tagliano trasversalmente la piana interrompendo gli allineamenti, o dai numerosi corsi d'acqua evidenziati da una vegetazione ripariale che, in alcuni casi si fa consistente e da origine a vere e proprie formazioni arboree lineari.

Sparsi tra i campi, i resti, ormai di estensione limitata e lontani tra loro, di quella che doveva essere una estesa coltre boschiva di sughera e di leccio: la macchia mediterranea.

L'alternarsi delle colture va degradando verso sud dove il paesaggio della piana agricola di Brindisi è connotato dall'uniformità delle colture arboree, oltre che dagli estesi seminativi è interrotta da sporadiche zone boscate e da incolti con rocce affioranti che anticipano il paesaggio tipico del Tavoliere Salentino.

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

Recettori sensibili

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

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

Nome recettore	Comune	Nome Ricettore	Comune
Casa di cura Salus	Brindisi	Scuola dell'infanzia Montessori	Mesagne
I.C. Cappuccini	Brindisi	scuola dell'infanzia Rini-Scazzeri	Mesagne
I.C. Casale	Brindisi	Scuola elementare Paolo Borsellino	Mesagne
Scuola media statale G. Salvemini	Brindisi	Scuola primaria Giovanni Falcone	Mesagne
I.C. Centro 1 Brindisi	Brindisi	Scuola secondaria Aldo Moro	Mesagne
I.C. Centro	Brindisi	Scuola primaria	San Donaci
I.C. Commenda	Brindisi	Scuola media	San Donaci
I.C. Casale Kennedy_Mameli	Brindisi	Scuola dell'infanzia Nazareth	San Donaci
I.C. S. Elia-Commenda	Brindisi	Centro medico	San Donaci
I.C. Tuturano-Paradiso	Brindisi	I.C. San Pancrazio Salentino	San Pancrazio Salentino
Istituto Professionale Francesca Laura Morvillo Falcone	Brindisi	Scuola Elementare R. De Simone	San Piero Vernotico
Liceo artistico e musicale Simone Durano	Brindisi	Ospedale N. Meli	San Piero Vernotico
Liceo linguistico E.Palumbo	Brindisi	I.I.S.S. De Marco-Valzani	San Piero Vernotico
Liceo Scientifico Fermi Monticelli	Brindisi	Scuola media Carducci	Squinzano
Ospedale Antonio Perrino	Brindisi	Liceo Statale Virgilio-Redi	Squinzano
Ospedale di Summa Perrino	Brindisi	I.C. Squinzano	Squinzano
Scuola materna Commenda ovest	Brindisi	I.C. De Amicis	Squinzano
Scuola materna statale	Brindisi	I.C. Statale	Surbo
Scuola media Caduti di Marzabotto	Brindisi	Direzione didattica	Surbo
Scuola media Marco Pacuvio	Brindisi	Centro polispecialistico Med	Surbo

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
30 di 129

Nome recettore	Comune	Nome Ricettore	Comune
Scuola media Statale Virgilio	Brindisi	Asilo nido "giocando s'impara"	Surbo
Scuola primario dell'infanzia San Giovanni Bosco	Brindisi	Scuole pubbliche	Torchiarolo
Servizi medici Campi Salentina	Campi Salentina	I.C. Valesium	Torchiarolo
I.C. Campi Salentina	Campi Salentina	Centro di Gnatologia	Torchiarolo
Scuola elementare comunale	Cellino San Marco	Scuola media Statale	Trepuzzi
I.C. Manzoni - Alighieri	Cellino San Marco	Scuola media Giovanni XXIII	Trepuzzi
Scuola secondaria Materdona-Moro	Mesagne	scuola materna Andrano	Trepuzzi
Asilo nido l'Arcobaleno	Mesagne	Scuola elementare Alessandro Carrisi	Trepuzzi
Liceo Scientifico Epifanio Ferdinando	Mesagne	Scuola elementare	Trepuzzi
Ospedale San Camillo De Lellis	Mesagne	Scuola dell'infanzia Galileo Galilei	Trepuzzi

Tabella 9: Elenco recettori sensibili

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

Aree sensibili

Per quanto riguarda potenziali aree rilevanti a livello di criticità ambientali, l'area di interesse ricade all'interno del **Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Brindisi**.

Il Sito d'Interesse Nazionale di Brindisi, situato a sud-est della città lungo la costa adriatica, interessa una superficie di circa 5.700 ettari di terra e 5.600 ettari di mare, con uno sviluppo costiero di circa 30 km. Il SIN comprende, oltre alla zona industriale, anche tutto il porto e una fascia di litorale.

Le attività industriali e commerciali presenti nel sito perimetrato si possono suddividere in 3 complessi:

polo chimico: area all'estremità orientale sulla quale insistono le attività industriali del comparto petrolchimico,

polo elettrico: l'area della centrale elettrica Brindisi nord che, attraverso l'asse attrezzato di 12 km, si collega alla centrale Brindisi Sud posta sul limite sudorientale.

agglomerato artigianale – industriale di vario tipo. Tale agglomerato industriale è gestito dall'ASI.

Oltre a tali attività sono presenti aree agricole ed aree marine.

Sulla matrice terreno, in base alle attività di caratterizzazione di singole società coinsediate nella zona industriale, sono stati riscontrati contaminazioni da metalli pesanti (arsenico, e sporadicamente nichel, vanadio, antimonio, berillio), fitofarmaci (DDD, DDT, DDE) ed idrocarburi totali. Le contaminazioni sono in genere puntuali (hot spot), ad eccezione dell'area denominata Micorosa ove l'estensione risulta molto più estesa.

Laddove gli esiti delle analisi di rischio hanno mostrato la necessità di bonifica, questa è stata effettuata per lo più mediante attività di scavo e smaltimento del terreno contaminato.

In riferimento alla matrice acqua di falda, i principali contaminanti riscontrati sono:

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
31 di 129

Solfati, Ferro, Manganese, Boro, Composti Organici Aromatici, Alifatici Clorurati cancerogeni e non cancerogeni, Clorobenzene, Idrocarburi totali, Idrocarburi Policiclici Aromatici. Sono in atto azioni integrate a livello di intero SIN, anche grazie all'Accordo di programma siglato fra MATTM ed autorità locali. Le principali attività di barrieramento e bonifica riguardano la falda sottostante l'area del petrolchimico.

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:

L'area d'interesse comprende due aree protette Natura 2000:

SIC IT9140001 "Bosco Tramazzone" (a meno di 1 km);

SIC/ZPS IT9140003 "Stagni e Saline di Punta della Contessa" (a circa 3 km);

SIC IT9140006 "Bosco di Santa Teresa" (a circa 9 km).

SIC "Bosco Tramazzone"

La sua formazione, avvenuta in tempi storici, è avvenuta a causa di sedimenti marini che hanno originato una lingua di terra che isola la laguna dal mare.

Il bosco presenta un gran numero di specie arboree e piante igrofile (olmo campestre e carpino nero). In passato la vegetazione era molto più fitta ed estesa, ma negli ultimi secoli l'antropizzazione dell'area ha causato lo sviluppo dell'agricoltura e dell'industria.

Dal punto di vista faunistico è possibile trovare molti roditori di piccole dimensioni come il topo quercino, la lepre e la talpa. Presenti anche esemplari di mammiferi carnivori quali il tasso, la volpe, la faina, la donnola. Presenti anche il riccio, l'istrice. Vi sono inoltre una sessantina di specie di uccelli tra i quali l'occhiocotto, il cardellino, il fringuello, la capinera e l'usignolo. Spesso è possibile trovare avifauna migratoria quali il germano reale, la gru e la cicogna. Molte specie di rapaci diurni quali il biancone, la poiana, il gheppio e il falco pellegrino, ma anche rapaci notturni come il gufo comune, il barbagianni e la civetta.

SIC/ZPS "Stagni e Saline di Punta della Contessa"

Il sito ha un grande interesse ornitologico e paesaggistico per la presenza di un insieme di bacini costieri temporanei con substrato di limi e argille pleistoceniche, alimentati da corsi d'acqua canalizzati provenienti dall'entroterra, denominati "Le Chianche" e "Foggia di Rau", mentre i bacini più a sud sono alimentati anche da sorgenti di acqua dolce e subiscono l'introduzione di acqua del mare soprattutto dopo forti mareggiate. L'intera area è costituita da estesi salicornieti e da ambienti lagunari con *Ruppia cirrhosa*.

Inoltre, rappresenta un importantissimo sito di interesse per la nidificazione e sosta dell'avifauna migratoria acquatica: sono state segnalate circa 14 specie nidificanti, tra cui le beccacce di mare, cigni, folaga, aironi, germani reali e moretta. La vegetazione è costituita in prevalenza da *Ruppia cirrhosa*, *Agropyron junceum*, *Ammophilla sp.* e molte appartenenti ad altre categorie fenologiche che risultano d'interesse internazionale.

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
32 di 129

È stata segnalata anche la presenza di una popolazione vitale e riproduttiva di tartaruga palustre europea *Emys orbicularis*.

SIC “Bosco di Santa Teresa”

La particolarità del sito è la presenza di un bosco esteso di circa 25 ha di sughera (*Quercus suber*) specie molto rara in tutta la costa adriatica dell'Italia, a cui si aggiungono esemplari di leccio (*Quercus ilex*), roverella (*Quercus pubescens*) e quercia vallonea (*Quercus ithaburensis macrolepis*).

Il sottobosco presenta una rigogliosa macchia mediterranea con alcune specie non presenti nel resto del territorio salentino come l'Erica arborea, l'Erica pugliese (*Erica manipuliflora*) e il corbezzolo (*Arbutus unedo*).

A livello faunistico tra i mammiferi presenti troviamo i roditori quali l'istrice, la lepre, lo scoiattolo europeo, il ghio e il topo campestre ed altri animali come il tasso (*Meles meles*), la volpe, il gatto selvatico, la donnola, la faina e il riccio. Tra i rettili vi sono il colubro leopardino (*Elaphe situla*), la biscia a dal collare, la vipera comune e la testuggine di terra. Tra gli anfibi vi sono la raganella italiana (*Hyla intermedia*) e il tritone italico. Numerose le specie di uccelli rapaci, sia diurni (falco pellegrino, poiana e gheppio) sia notturni (barbagianni, gufo comune, civetta). Comuni anche il picchio, la capinera, lo scricciolo, il merlo, il colombo selvatico, il corvo, il pettirosso e la cicogna bianca.

Per quanto riguarda la presenza di potenziali aree sensibili a livello di paesaggio e beni culturali, l'area di interesse si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche non significanti, per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere.

L'area interessata dagli interventi di modifica dell'impianto di Centrale si colloca in un'area definita già come area produttiva, per questo non sono presenti aree sensibili a livello paesaggistico.

Anche a livello di beni culturali, non ne sono stati riscontrati di particolare pregio, in quanto, come già detto, il progetto della Centrale si colloca all'interno di un tessuto urbano a destinazione industriale.

Distretti Sanitari

In riferimento alla ripartizione dell'area di interesse in distretti sanitari, l'area in esame è inclusa all'interno delle Aziende Sanitarie Locali (ASL) di Lecce e di Brindisi, come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**.

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

ASL di Bari,

ASL di Barletta-Andria-Trani,

ASL di Brindisi,

ASL di Foggia,

ASL di Lecce,

ASL di Taranto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
33 di 129


Figura 8: ASL della Puglia

L'ASL di Brindisi risulta essere ulteriormente divisa in quattro Distretti Socio-Sanitari.

L'area del progetto è inclusa nel Distretto Socio-Sanitario di Brindisi e in quello di Mesagne come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**.

In particolare:

- Comune di San Pietro Vernotico (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di Mesagne (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di San Donaci (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di San Pancrazio Salentino (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di Cellino San Marco (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di Torchiarolo (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di Torre Santa Susanna (Distretto Socio-Sanitario di Mesagne);
- Comune di Brindisi (Distretto Socio-Sanitario di Brindisi).

Per quanto riguarda l'ASL di Lecce, è suddivisa in ulteriori dieci Distretti Socio-Sanitari.

L'area del progetto è inclusa nel Distretto Socio-Sanitario di Lecce e in quello di Campi Salentina come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**.

L'area del progetto in esame ricade in:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
34 di 129

Comune di Lecce (Distretto Socio-Sanitario di Lecce);
Comune di Surbo (Distretto Socio-Sanitario di Lecce);
Comune di Squinzano (Distretto Socio-Sanitario di Campi Salentina);
Comune di Novoli (Distretto Socio-Sanitario di Campi Salentina);
Comune di Campi Salentina (Distretto Socio-Sanitario di Campi Salentina);
Comune di Salice Salentino (Distretto Socio-Sanitario di Campi Salentina);
Comune di Guagnano (Distretto Socio-Sanitario di Campi Salentina);
Comune di Trepuzzi (Distretto Socio-Sanitario di Campi Salentina).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	35 di 129

1.3 Identificazione dei fattori di rischio

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

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

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

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

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

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

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
36 di 129

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 significativa 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 significativa 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 significativa 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 (vedi bonifica certificata e modello concettuale approvato).
	Nessun impatto significativo prevedibile.	Non identificabile come fattore di rischio VIS (vedi bonifica certificata e modello concettuale approvato).
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 significativa 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 fotoinserimenti 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
37 di 129

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:

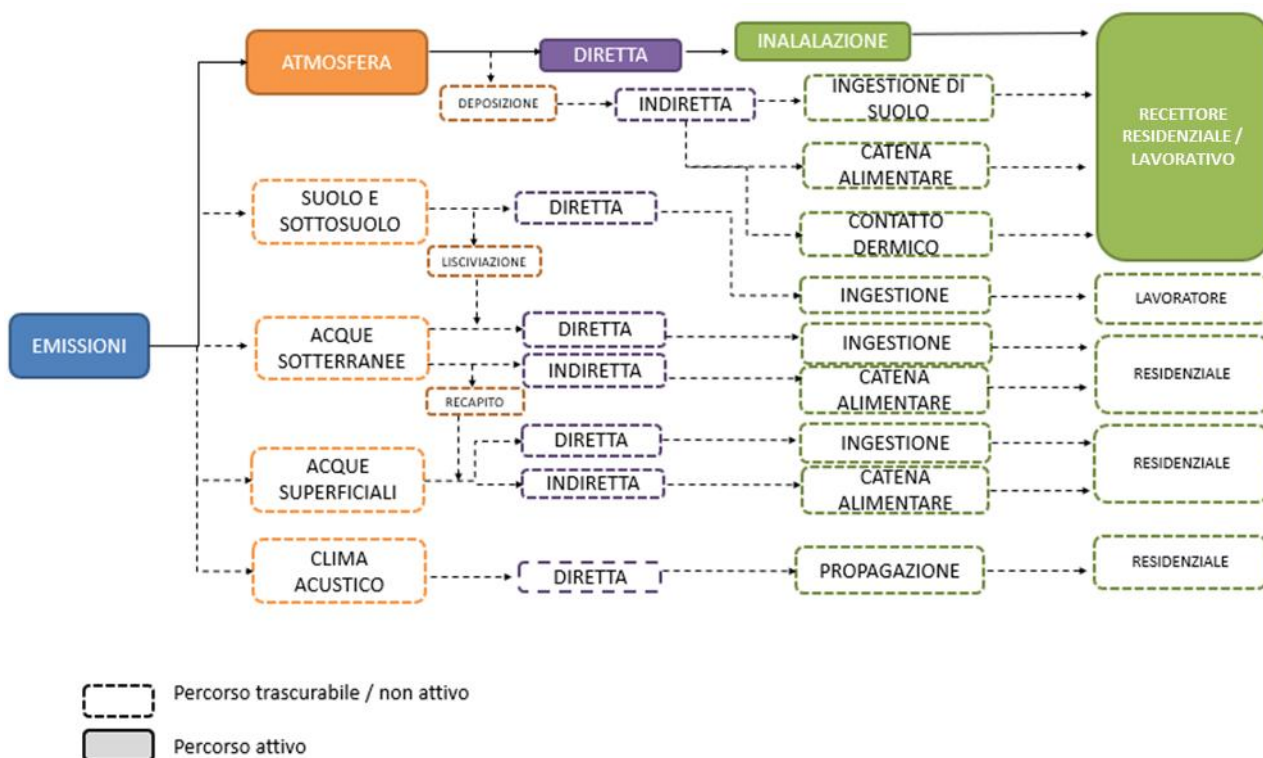
"Nel caso di sorgenti di emissione tipiche degli impianti oggetto di queste linee guida, la matrice ambientale principalmente interessata è quella dell'"aria" (...)."

Sono quindi le emissioni continue in atmosfera (dovute ai camini asserviti al nuovo ciclo combinato) 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
 Settembre 2019

 PROGETTO
 195481

 PAGINA
 38 di 129

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” 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
39 di 129

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	endpoint multipli rivolti ai meccanismi relativamente veloci studi di esposizione-risposta condotti facilmente	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	rivolti ai meccanismi si possono comparare cellule umane e animali	i sistemi artificiali non sempre riflettono le proprietà di quelli in vivo non ci sono interazioni cellula-cellula
Studi su esposizione umana controllata	si può esaminare l'effetto di malattie preesistenti	bassa numerosità limitato ai livelli di inquinamento ambientale e ai soli effetti reversibili non applicabile su popolazioni sensibili problemi di tipo etico
STUDI EPIDEMIOLOGICI	studiano le popolazioni nel loro contesto usuale stimano effetti irreversibili, compresa la mortalità includono popolazioni sensibili analisi poco costose utilizzando anche dati	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 11: 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	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	19548I	40 di 129

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 si 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
41 di 129

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

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

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

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

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

In Italia, gli effetti sanitari a breve termine per esposizione a PM, 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.

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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
42 di 129

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

	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	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	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 12: Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2

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

è necessario procedere con una valutazione integrata delle conoscenze tossicologiche con quelle epidemiologiche per superare i limiti di entrambi gli approcci,

nonostante le difficoltà di sistematizzazione l'ampia mole di dati epidemiologici disponibili, è ormai noto nel mondo scientifico che gli effetti sanitari con principale associazione con l'esposizione all'inquinamento atmosferico sono quelli di tipo respiratorio e cardiovascolare.

Il ricorso ad analisi di studi epidemiologici va effettuato con particolare attenzione in riferimento alla rappresentatività rispetto al caso in esame.

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

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

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

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

analizzare il profilo di salute con un approccio multi-esito basato su fonti di dati correnti accreditati per la mortalità, i ricoveri ospedalieri, l'incidenza dei tumori, le malformazioni congenite;

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
43 di 129

focalizzare le valutazioni in diversi sottogruppi di popolazione con particolare attenzione alle fasce più vulnerabili, quali i bambini e gli adolescenti;

individuare a priori le principali patologie da sottoporre a sorveglianza grazie alla valutazione delle evidenze disponibili sulla loro relazione eziologica con i fattori di rischio ambientali che caratterizzano ciascun sito;

monitorare nel tempo l'evoluzione del profilo di salute delle popolazioni, permettendo di valutare l'implementazione di azioni preventive di risanamento ambientale;

offrire indicazioni di sanità pubblica.

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

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

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

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

Evidenze epidemiologiche relative all'impianto in oggetto, se nelle valutazioni del Quinto Rapporto del Progetto SENTIERI (2019).

Evidenze tossicologiche relative agli inquinanti d'interesse per il caso in esame: Ossidi di Azoto, Monossido di Carbonio, Ammoniaca e Particolato atmosferico (polveri sottili).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
44 di 129

1.4.1 Evidenze epidemiologiche da Studio SENTIERI

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

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

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

Il Quinto Rapporto dello Studio SENTIERI include un aggiornamento delle valutazioni effettuate per il **SIN (Sito di Interesse Nazionale)** di **Brindisi**, all'interno del quale risulta compresa l'area di interesse per la centrale in esame.

Il Decreto di perimetrazione del sito segnala la presenza di impianti chimici, petrolchimico, centrali elettriche, area portuale e discariche.

Il SIR di Brindisi comprende il solo comune di Brindisi, per un totale di 88.812 abitanti, da censimento ISTAT 2011.

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

“(…) È stata riscontrata una relazione tra i livelli espositivi del passato (1997) a PM10 ed SO2 di origine industriale (centrali termoelettriche) e COV (petrolchimico) e mortalità per cause specifiche (tumori, malattie cardiovascolari e respiratorie) e incidenza di alcune forme tumorali (polmone).

L'esame dei ricoveri ospedalieri in rapporto alle esposizioni ambientali stimate per ogni anno dello studio ha mostrato un legame robusto per le malattie cardiovascolari, respiratorie (centrali elettriche) e le malformazioni congenite (petrolchimico).

L'associazione tra emissioni da centrali termoelettriche e ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari e respiratorie è stata esaminata per tre periodi dello studio; 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013. Al diminuire delle esposizioni ambientali (e del contrasto tra i livelli di esposizione in ogni periodo) si è osservata una diminuzione della forza dell'associazione pur rimanendo presente una relazione statisticamente significativa per il periodo più recente per le emissioni da centrali elettriche.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
45 di 129

Dati i livelli molto bassi di esposizione ambientale nell'ultimo periodo, è presumibile che le persone che vivono nelle stesse aree che hanno avuto un'esposizione più alta nel passato continuano a manifestare effetti sanitari in rapporto alle esposizioni pregresse.

(...)

L'inquinamento di origine industriale è risultato inoltre associato a un aumento del rischio di mortalità per tumori nel loro complesso, per tumori della vescica e del pancreas e per leucemie. Solo per il tumore polmonare la letteratura scientifica ha stabilito un chiaro nesso di causalità con l'inquinamento atmosferico. (...) l'esposizione ad amianto potrebbe in parte spiegare l'eccesso di rischio per tumore del polmone osservato tra gli uomini residenti.

(...)

In conclusione, i risultati evidenziati indicano la necessità di una sorveglianza epidemiologica della popolazione residente, garantendo contestualmente l'attuazione di tutte le misure preventive atte a tutelare la salute della popolazione residente in questo territorio, compresa l'adozione delle migliori tecniche disponibili per il contenimento delle emissioni industriali."

Altre indicazioni riportate nello studio in riferimento alla mortalità:

"Tra gli uomini si osserva un aumento della mortalità generale e di quella per tutti i tumori; tra le donne risulta invece aumentato il rischio di decesso per malattie dell'apparato respiratorio e dell'apparato digerente. Lo studio delle patologie per le quali esiste a priori un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali nel sito mostra, tra gli uomini residenti, un aumento della mortalità per mesotelioma e tra le donne della mortalità per tumore del polmone e malattie dell'apparato respiratorio"

In riferimento alla sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile:

"La mortalità generale risulta in difetto rispetto all'atteso in tutte le classi di età analizzate, tranne che nei giovani adulti, ove, sebbene con elevata incertezza, è compatibile con un eccesso di rischio."

Per quanto concerne le ospedalizzazioni:

"I ricoveri per le patologie con un'evidenza a priori sufficiente o limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali nel sito mostrano un eccesso di persone ricoverate per asma e per tumore del polmone, soprattutto nelle donne"

In riferimento alla sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile:

"Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in difetto rispetto all'atteso nel primo anno di vita e tra bambini (0-14 anni) e in eccesso tra gli adolescenti e i giovani adulti"

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
46 di 129

 Altre indicazioni riportate nello studio in riferimento alle malformazioni:

"I nati da madri residenti nel comune di Brindisi nel periodo 2002-2015 sono stati 11.148; nello stesso periodo sono stati osservati complessivamente 226 casi con malformazioni congenite (MC), con una prevalenza pari a 202,6 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle MC risulta sostanzialmente in linea con quella regionale (O/A=95; IC90% 85-106). Il profilo di rischio delle MC non mostra eccessi o difetti per alcun gruppo considerato. Solo per le MC dell'apparato urinario emerge un eccesso del 34%, non lontano dal limite della significatività statistica."

In sintesi, escludendo gli eccessi di mortalità/ospedalizzazione o incidenze direttamente correlabili all'esposizione professionale (es. ad amianto), si osserva che le principali evidenze epidemiologiche rilevate dal recente Studio SENTIERI per il SIN in oggetto sono ascrivibili a:

Mortalità per tutte le cause per i soli uomini,

Mortalità e ricoveri per cause cardiocircolatorie per entrambi i generi,

Mortalità e ricoveri per cause respiratorie per entrambi i generi, compreso tumore al polmone per le sole donne.

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

"le valutazioni effettuate hanno messo in evidenza eccessi di patologie in territori caratterizzati dalla presenza nell'ambiente di fonti di esposizione ambientale potenzialmente associate in termini eziologici alle entità patologiche studiate. Naturalmente, non tutti gli eccessi osservati nello studio sono attribuibili alla contaminazione ambientale. Le patologie citate riconoscono un'eziologia multifattoriale, all'interno della quale giocano un ruolo fattori socioeconomici, stili di vita, disponibilità e qualità dei servizi sanitari. Lo studio non ha effettuato aggiustamenti dei dati per fattori di confondimento noti (per esempio fumo, alcol, obesità)."

"non si dispone di una procedura uniforme per caratterizzare ciascun sito da un punto di vista ambientale, identificando compiutamente gli inquinanti specifici presenti nelle diverse matrici: ciò è dovuto alla frammentarietà delle informazioni, disseminate in banche dati non adeguatamente interconnesse. Come è noto, il riconoscimento di un'area contaminata come sito di interesse per le bonifiche si basa su dati relativi al suolo e alle acque; informazioni sulla qualità dell'aria sono sparse e disomogenee."

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
47 di 129

1.4.2 Evidenze tossicologiche

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

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

Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici

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

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

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

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

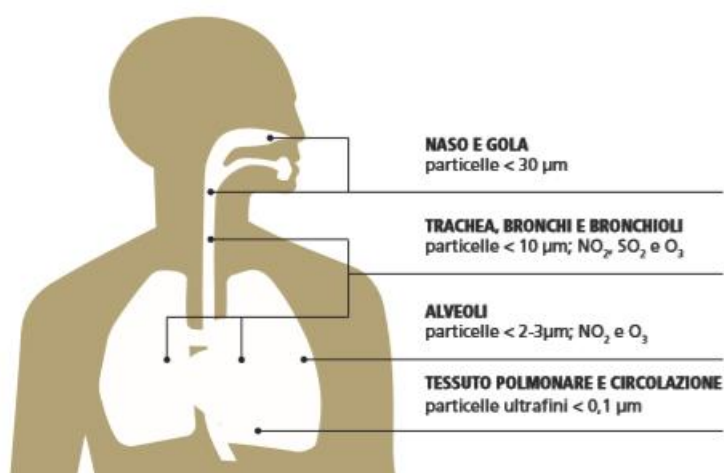


Figura 10: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
48 di 129

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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
49 di 129

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.

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
50 di 129

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.

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 tessutale, e aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. Non si hanno invece evidenze di associazione con tumori maligni o danni allo sviluppo fetale (teratogenesi).

Va sottolineato quanto possano essere significative le esposizioni prolungate a basse concentrazioni di ossidi di azoto dovuto ad inquinamento indoor da utilizzo dei fornelli a gas o alle caldaie di riscaldamento acqua e/o ambiente. Si sa che concentrazioni di 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);

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
51 di 129

Alterazione della funzione del cortisolo in 140 adolescenti che può influenzare funzione respiratoria e asma (Wing *et al.*, 2018).

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.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
52 di 129

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 carbossiemoglobina (COHb), che interferisce sul trasporto di ossigeno ai tessuti con conseguente danneggiamento degli stessi (Hlastala *et al.*, 1976).

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

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

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

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

La relazione illustrata in figura seguente non significa necessariamente che questi effetti derivano direttamente dalla formazione di COHb a scapito della diminuzione dei livelli di 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

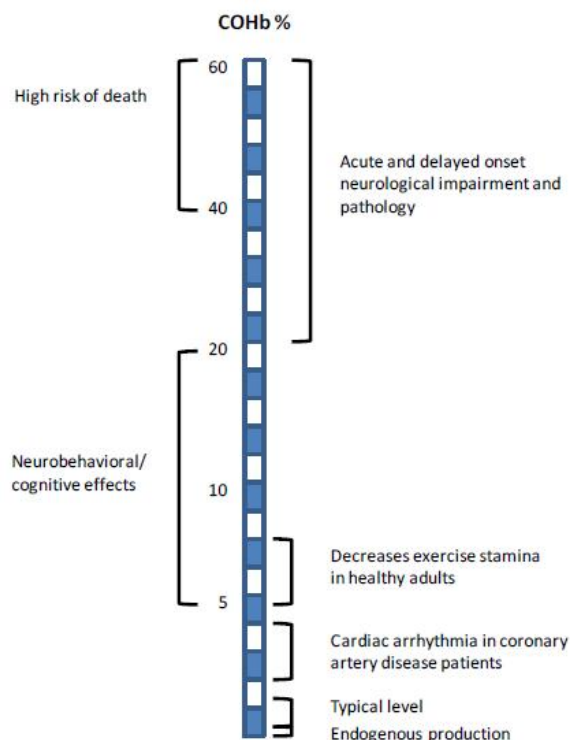
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
53 di 129

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 11: 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 13: 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
54 di 129

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il monossido di carbonio il valore limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m^3 (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 $-77,7 \text{ °C}$ e bolle alla temperatura di $-33,4 \text{ °C}$, trasformandosi in un liquido mobile e anch'esso incolore. È più leggera dell'aria, con una densità di 0,597 volte quella dell'aria stessa. È presente in piccole quantità nell'atmosfera terrestre come prodotto di attività biologiche varie (fermentazioni, denitrificazione, etc.) e della pirolisi dei combustibili fossili.

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

Nonostante ad oggi gli studi sulle emissioni di 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 ;*

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
55 di 129

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

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.

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
56 di 129

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

La proporzione del materiale particellare totale, che viene inalata nel corpo umano dipende dalle proprietà delle particelle, dalla velocità e direzione di spostamento dell'aria vicino all'individuo (l'aumento della velocità del vento determina un aumento delle concentrazioni del PM10, mentre gli eventi piovosi causano 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

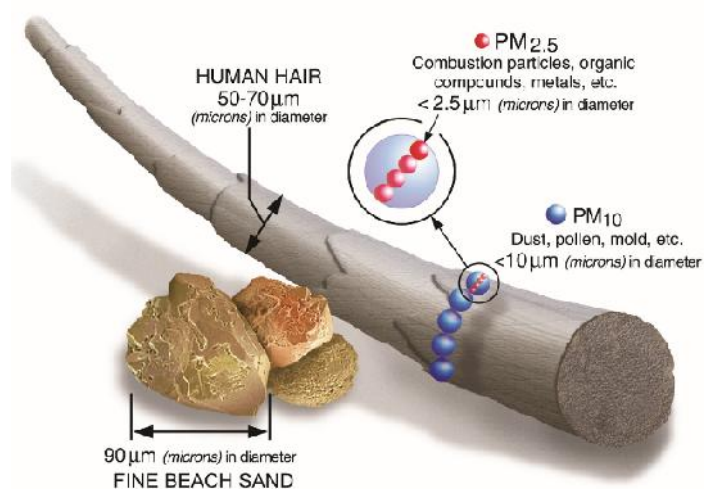
 PAGINA
57 di 129


Figura 12: 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

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
58 di 129

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).

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
59 di 129

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 cancro 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
Settembre 2019	19548I	60 di 129

1.4.2 Indicatori di salute individuati

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

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

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

Mortalità,
 Ospedalizzazioni,
 Incidenza tumorale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	61 di 129

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 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, tumorali) 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
62 di 129

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.

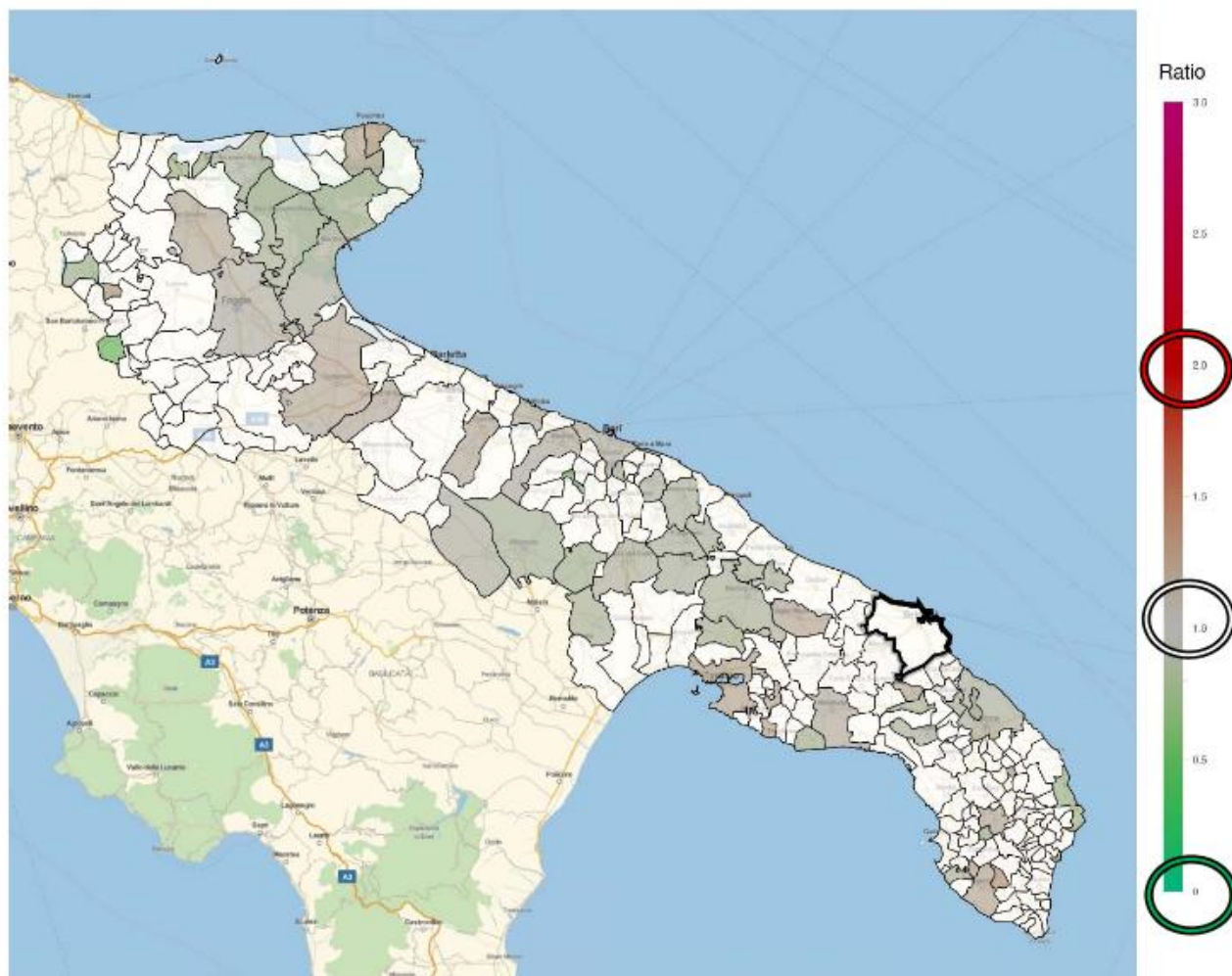


Figura 13: SMRs per tutte le cause (periodo 2011-2014), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 16)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

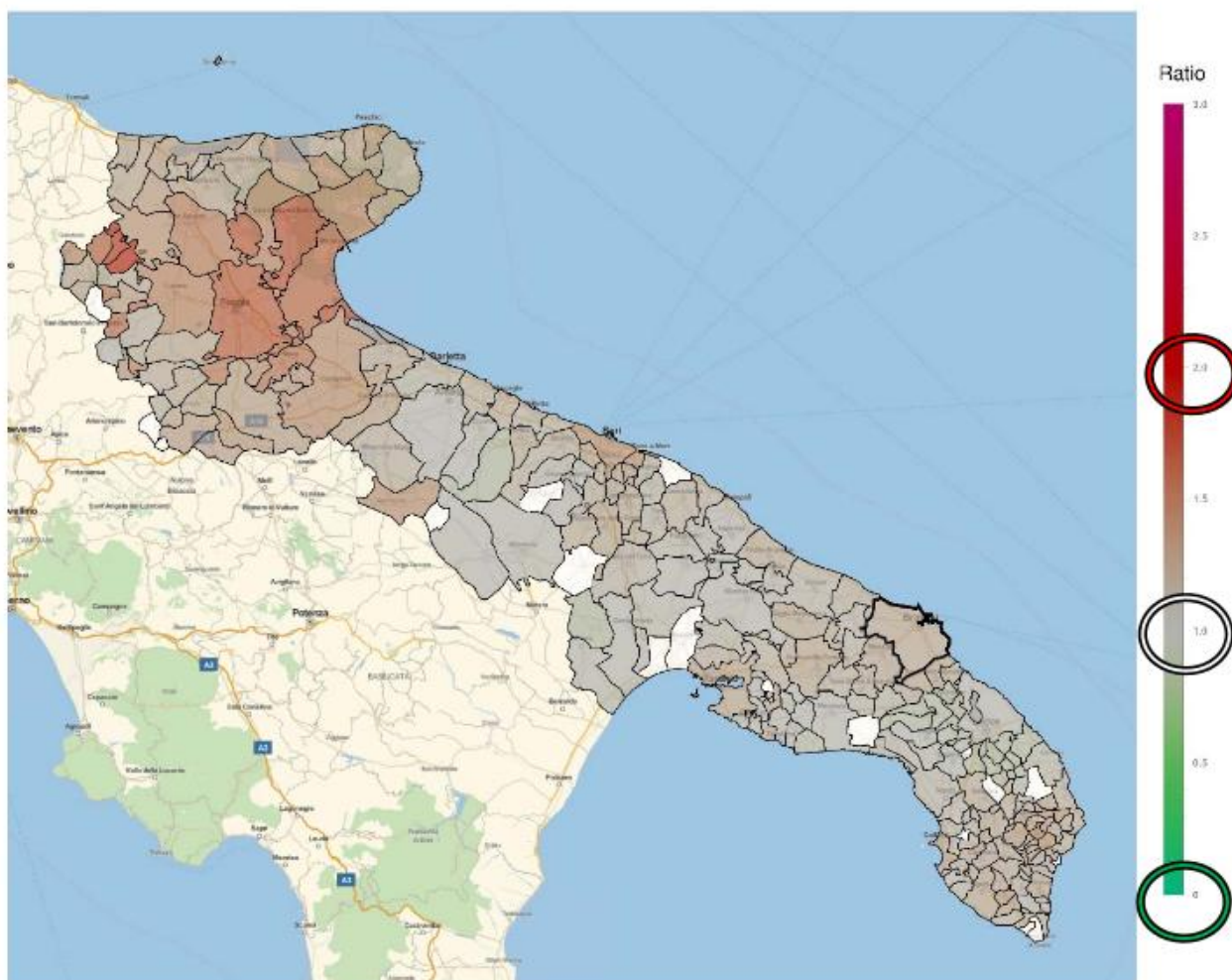
 PAGINA
63 di 129


Figura 14: 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 tra i residenti nel comune di Brindisi si registrano lievissimi incrementi del rischio di ospedalizzazione, rispetto all'Italia, per le principali cause esaminate (tutte le cause, tumori maligni, patologie cardiovascolari, disturbi respiratori). Tali eccessi di rischio, seppur significativi, risultano sempre di entità molto lieve –compresi tra 1.028 per i tumori maligni e 1.166 per i disturbi respiratori- e sono condivisi da numerosi comuni della Regione Puglia, spesso con tassi di morbosità molto più elevati rispetto al dato nazionale, anche superiori a 2, come per i disturbi respiratori.

Si rileva inoltre la presenza di un vero e proprio cluster di comuni, localizzati nella provincia di Foggia, caratterizzati da un significativo incremento del rischio di ospedalizzazione per grandi gruppi di patologie.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
64 di 129

Tali eccessi, diffusi a livello regionale, del rischio di ospedalizzazione potrebbero essere, almeno parzialmente, spiegati dalla diffusione di scorretti stili di vita individuali: la Regione Puglia presenta, infatti, una percentuale di soggetti sedentari e con eccesso ponderale (sovrappeso + obesi) significativamente superiore alla media italiana.

Per i soli disturbi respiratori, l'incremento del rischio di ospedalizzazione si accompagna per i residenti nel comune di Brindisi ad un significativo, seppur lieve, incremento della mortalità (SMR 1,175, p value 0.013). Tale eccesso di rischio si inserisce comunque in un quadro regionale caratterizzato da un diffuso incremento della mortalità, soprattutto a carico dei comuni delle province di Lecce, Foggia e Taranto. Nella provincia di Lecce, in particolar modo, si stimano rischi di mortalità per disturbi respiratori fino al doppio della media nazionale.

Nel periodo 2007-2015 la mortalità generale e per tumori maligni in tutta la Regione Puglia, ivi compreso il comune di Brindisi, risulta essere sovrapponibile al dato italiano (SMRs intorno all'unità e, pertanto, non significativi).

Infine, per ciò che concerne le patologie cardiovascolari, il rischio di mortalità tra i residenti nel comune di Brindisi risulta essere inferiore a quello nazionale (SMR 0.909, p value 0,002) e, peraltro, in controtendenza con la Regione Puglia, che presenta un rischio sostanzialmente sovrapponibile a quello italiano, con numerose aree caratterizzate perfino da incrementi significativi, con SMRs fino a 1.7.”

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
65 di 129

Principali conclusioni da ulteriori studi disponibili

La Regione Puglia, anche in applicazione della Legge regionale n. 21 del 24 luglio 2012, ha prodotto numerosi studi con l’obiettivo di monitorare in maniera continuativa la frequenza di eventi sanitari identificati come significativi per il contesto locale. A seguire si riporta una sintesi dei principali risultati ottenuti per ciascuna tipologia di analisi sanitaria condotta e per fonte:

Rapporto di Valutazione speditiva del Danno Sanitario nell’area di Brindisi ai sensi della L.R. 21/2012 (ARPA PUGLIA – ARoS – ASL BR, 2014)

La Legge regionale n. 21 del 24 luglio 2012 prevede l’effettuazione di una Valutazione del Danno Sanitario (VDS) per stabilimenti industriali insistenti su aree ad elevato rischio di crisi ambientale e/o SIN della Regione Puglia soggetti ad AIA e che presentino il requisito aggiuntivo di essere fonti di idrocarburi policiclici aromatici, di produrre polveri o di scaricare reflui nei corpi idrici. L’effettuazione della VDS dei suddetti impianti è posta in carico all’ARPA Puglia, alle ASL delle aree a rischio ambientale e all’ARoS (agenzia Regionale Sanitaria) con il coordinamento di ARPA Puglia.

La VDS include anche una fase di una valutazione epidemiologica di area, rivolta in particolare alle patologie a breve latenza potenzialmente attribuibili ad esposizioni ambientali.

Nel Rapporto viene effettuata una fase preliminare di sintesi degli studi, anche datati, di letteratura, per concludere che:

“La rassegna delle principali evidenze di letteratura indica la presenza di criticità sanitarie sulla base delle quali appare opportuno procedere con la Valutazione di Danno Sanitario.”

Il Gruppo di Lavoro ha poi predisposto una valutazione del quadro epidemiologico basato sulle stime più aggiornate di mortalità, di ospedalizzazione e di incidenza dei tumori, riferite ai territori dell’area di Brindisi (nell’ambito dell’Area a rischio sono considerati i comuni di Brindisi, Cellino San Marco, San Pietro Vernotico e Torchiariolo) per il periodo 2006-2011, sulla base della metodologia di riferimento applicata nell’ambito del progetto Sentieri.

I risultati della valutazione mostrano un confronto dei dati del comune di Brindisi e dell’area ad elevato rischio ambientale con i dati a livello di Provincia di Brindisi, riportati in sintesi a seguire:

Mortalità

In riferimento all’Area a Rischio, lo studio evidenzia

“un eccesso di mortalità per tumore maligno della pleura e della vescica e, tra le cause non tumorali, per malattie ischemiche del cuore ed infarto miocardico acuto, nel sesso maschile. Valori in difetto si evidenziano per tumore maligno del colon-retto, per cirrosi, per malattie genito-urinario e per malformazioni congenite. Per il sesso femminile, si registrano eccessi per tumore maligno della trachea, bronchi e polmone, malattie polmonari croniche e per quelle dell’apparato digerente. Risultano, invece, in difetto tutte le cause di morte e tra tutti i tumori la sede del colon-retto. Tra le cause non tumorali, risultano essere in difetto le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche del cuore, le malattie ipertensive e le malattie respiratorie acute.

In riferimento al comune di Brindisi, lo studio evidenzia:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
66 di 129

“un ecceso significativo della mortalità per tutti i tumori e per i tumori maligni nel sesso maschile. Le sedi tumorali che presentano eccessi sono: pleura, prostata e vescica. Tra le altre cause si evidenziano eccessi per epilessia, malattie ischemiche del cuore ed infarto acuto del miocardio. Si registrano, invece, valori in difetto per tumori maligni del colon-retto, per cirrosi, per insufficienza renale acuta e cronica e per disturbi circolatori dell'encefalo. Nelle donne, si evidenziano eccessi per tumore polmonare, per malattie polmonari croniche e malattie dell'apparato digerente; viceversa, se si considerano tutte le cause di morte, il valore risulta in difetto. Tra le cause che fanno registrare un tasso più basso rispetto alla popolazione di riferimento (Regione Puglia) si evidenziano: tumore maligno dello stomaco, malattie del sistema circolatorio e malattie respiratorie acute.

Sono valutati anche trend temporali, con le seguenti conclusioni:

“L'analisi del trend temporale evidenzia per il sesso maschile un ecceso stabile di mortalità per tumori polmonari nel comune di Brindisi; per infarto miocardico acuto a Brindisi e nell'area a rischio, anche se in diminuzione. I restanti andamenti appaiono in diminuzione nel tempo. Per le donne, si evidenzia un trend in crescita di mortalità per malattie polmonari croniche per Brindisi e area a rischio, un trend stabile per infarto miocardico acuto che porta il valore comunale a superare gli altri nell'ultimo periodo, un trend in diminuzione per il tumore del polmone nelle tre aree in studio, laddove il dato regionale si mantiene stabile.”

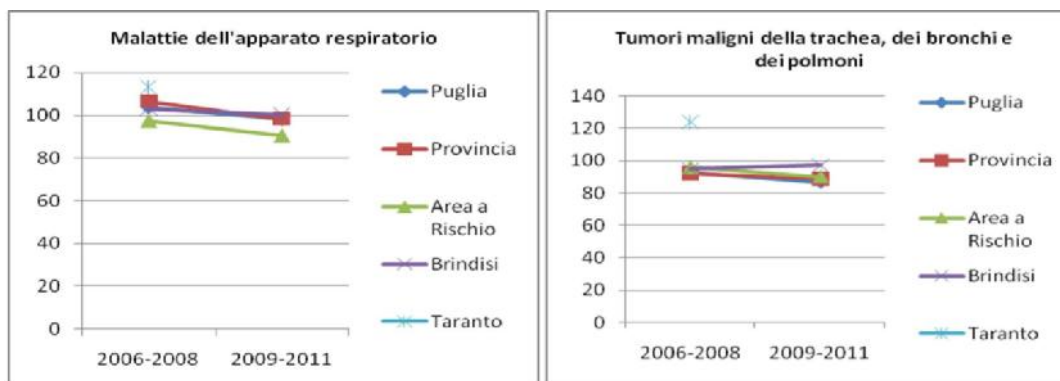


Figura 15: Estratto Grafico 10.1.1 Trend dei tassi diretti di mortalità (pop. Standard Italia 2001 - Maschi)

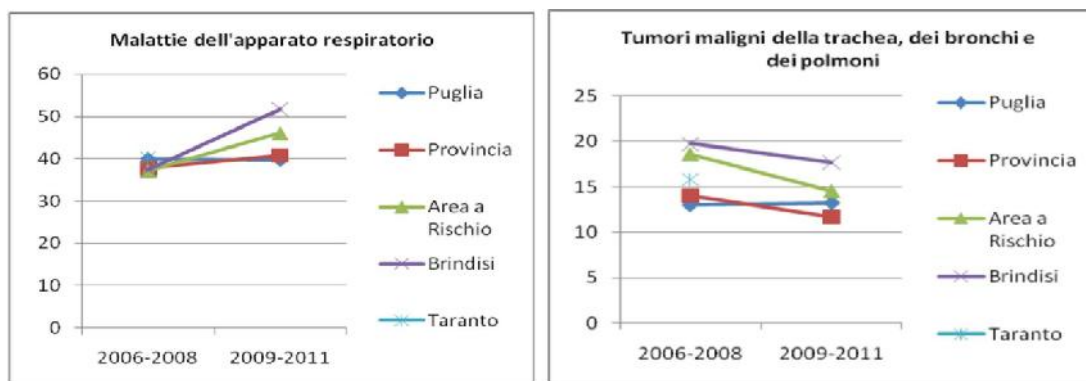


Figura 16: Estratto Grafico 10.1.2 Trend dei tassi diretti di mortalità (pop. Standard Italia 2001 - Femmine)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
67 di 129

Ospedalizzazioni

"Nell'area provinciale si riscontrano eccessi di ospedalizzazione in entrambi i sessi per le malattie ischemiche acute, cerebrovascolari, dell'apparato respiratorio, dell'apparato digerente e dell'apparato urinario. Nell'area a rischio si ritrova un eccesso di ricoveri per tutti i tumori maligni, tumore dell'esofago, tumore polmonare, malattie ischemiche acute, cerebrovascolari, dell'apparato respiratorio e malattie epatiche croniche e cirrosi in entrambi i sessi; per gli uomini si registrano eccessi per i tumori della vescica, del rene, pneumoconiosi e nefrite, mentre per le donne si evidenzia un eccesso per i ricoveri per tutte le cause naturali, per tumore dell'utero, della mammella, della ghiandola tiroidea, per malattie del sistema circolatorio e dell'apparato digerente. Per il comune di Brindisi si osservano eccessi in entrambi i sessi per tutti i tumori maligni, per quelli dell'esofago, per malattie ischemiche acute, cerebrovascolari, malattie polmonari cronico ostruttive, asma, malattie epatiche croniche e cirrosi e nefrite; negli uomini in eccesso tumore del rene e del tessuto linfatico ed emopoietico, pneumoconiosi e malattie dell'apparato urinario; nelle donne per tumore del polmone, della mammella, dell'utero, della tiroide, per malattie del sistema circolatorio, dell'apparato respiratorio e dell'apparato digerente

(...) In riferimento all'area a rischio e al comune di Brindisi per gli uomini non si registrano eccessi evidenti rispetto alla regione eccetto per le malattie polmonari cronico ostruttive per le quali si osserva una riduzione dell'eccesso rispetto ai dati regionali; nel sesso femminile si osservano scostamenti per il tumore polmonare mentre per tutti i tumori, per le malattie respiratorie, per le malattie polmonari cronico ostruttive si evidenziano eccessi rispetto al dato regionale nei periodi 2006-2008 e 2009-2011 mentre nell'ultimo sotto-periodo studiato il tasso è in linea con quello pugliese."

"In estrema sintesi, nei periodi esaminati, si registrano eccessi rispetto al dato regionale per alcune patologie oncologiche (tutti i tumori, tumore della pleura nel sesso maschile, tumore del polmone, tumore della vescica), per le patologie cardiovascolari e per le patologie respiratorie, soprattutto di tipo cronico. L'esame dell'andamento temporale suggerisce un decremento dei tassi di mortalità e di incidenza per le principali patologie segnalate in eccesso, con l'eccezione dei tassi di mortalità per tutti i tumori e delle malattie respiratorie nelle donne, in particolare nel comune di Brindisi; va segnalato che anche per queste ultime patologie, i tassi di ospedalizzazione, per quanto più elevati rispetto al dato regionale, mostrano un trend in decremento."

Lo studio si conclude evidenziando la necessità di ulteriori analisi epidemiologiche che verranno effettuate nell'ambito di una collaborazione tra Regione Puglia e Dipartimento di Epidemiologia del SSR della Regione Lazio per la realizzazione di studi di coorte residenziale sugli effetti delle esposizioni ambientali nelle aree di Taranto e Brindisi.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
68 di 129

Studio di coorte sugli effetti delle esposizioni ambientali sulla mortalità e morbosità della popolazione residente a Brindisi e nei comuni limitrofi (Regione Puglia, 2017)

Lo studio di coorte analitico ha esaminato, nel territorio di sette comuni brindisini, la associazione tra l'inquinamento prodotto dalle emissioni industriali degli impianti energetici e del petrolchimico e la mortalità, i ricoveri ospedalieri e l'incidenza dei tumori.

Le conclusioni di tale studio sono integralmente riportate nel paragrafo “Discussione, conclusione e raccomandazioni” dello Studio SENTIERI 2019 per in SIN Brindisi, già introdotto al paragrafo 1.4.1, al quale si rimanda per tutti i dettagli.

Da segnalare il rilievo effettuato nello studio in riferimento alla mortalità al variare della posizione socioeconomica dei residenti:

“L’analisi della mortalità per posizione socioeconomica dei residenti ha evidenziato un eccesso di rischio per malattie cardiorespiratorie tra i residenti in aree economicamente più svantaggiate (SEP basso e medio basso) rispetto ai residenti in aree con SEP elevato (al netto dell’effetto della concomitante esposizione ambientale ed occupazionale).”

Uno dei tratti peculiari dello studio è quello relativo alla discordanza fra il trend in forte diminuzione degli inquinanti emessi (e relativa esposizione) ed il non sequenziale trend in diminuzione degli eventi sanitari.

“Nel periodo più recente (2010-2013) la associazione per le patologie cardiorespiratorie rimane, anche se è di entità minore e per un contrasto molto più contenuto. Tale risultato si presta a due possibili interpretazioni:

- 1. Gli effetti sanitari per le patologie cardiorespiratorie sono il risultato delle emissioni industriali del periodo più recente, anche in presenza di livelli espositivi molto contenuti.*
- 2. Le popolazioni interessate hanno subito dei livelli espositivi più elevati negli anni passati e l’incremento di rischio osservato nell’ultimo periodo è probabilmente un effetto residuale delle esposizioni passate.*

Poiché l’ultimo periodo ha visto livelli di emissione di sostanze inquinanti dagli impianti termoelettrici molto contenuti, riteniamo che la seconda ipotesi interpretativa possa essere più credibile.

Un effetto di confondimento residuo non appare probabile: tutte le associazioni riportate in questo rapporto sono state stimate tenendo conto delle caratteristiche individuali, del livello socio-economico e dell’esposizione occupazionale dei residenti.”

Si rileva per contro che:

“Non è stato possibile controllare per i fattori di rischio individuali: il fumo di sigarette, l’alcol, l’attività fisica e l’obesità. Nello studio sono stati tuttavia considerati in dettaglio i più importanti fattori di confondimento, quali il livello socio economico dell’area di residenza e l’esposizione occupazionale.”

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	19548I	69 di 129

In sintesi, l’analisi dei numerosi studi effettuati per l’area di riferimento dalle autorità locali, sopra riportati nei loro tratti salienti, unitamente a quanto indicato dal recente Studio SENTIERI, mostra un quadro epidemiologico estremamente complesso. Le correlazioni effettuate però non sempre mostrano evidenze robuste.

Infatti, fatte salve le correlazioni comunque presenti in letteratura fra inquinamento atmosferico e patologie cardiorespiratorie, più volte citate nei vari studi di cui sopra come fondamento delle valutazioni e delle correlazioni indicate, queste presentano in taluni casi tratti discordanti sia in termini di mortalità che ospedalizzazioni. Per citarne alcuni: eccessi rilevati su di un sesso non si rispecchiano sull’altro (es. mortalità per tumore al polmone), trend in crescita di malattie respiratorie croniche per le donne a fronte di calo significativo dell’esposizione.

Lo studio di coorte più recente (Regione Puglia, 2017) mette infine in evidenza un aspetto peculiare: la riduzione significativa dell’esposizione ad inquinamento da fonti emissive industriali degli ultimi anni non comporta al contempo una riduzione di effetti sanitari per le patologie cardiorespiratorie. Se da un lato, come gli autori stessi ipotizzano, ciò può derivare dal fatto che le esposizioni pregresse possano continuare a indurre effetti sanitari, d’altra parte lo studio non tiene in considerazione fattori di rischio individuale (fumo, alcol, sedentarietà, obesità) che, come noto, potrebbero rivestire invece un ruolo fondamentale in termini statistici (si veda analisi di cui al paragrafo 2 dell’**Allegato 2** dal quale emerge che la Puglia ha valori superiori alla media nazionale per sedentarietà ed eccesso ponderale) e potrebbero ben spiegare tale trend.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
70 di 129

1.5.2 Incidenza tumorale

Il Registro Tumori Puglia è stato istituito con DGR 1500/2008, unico in Italia a nascere prevedendo una copertura regionale.

Da tale Registro si evince che per la Regione Puglia, nell'anno 2013 (ultimo anno disponibile), sono stati registrati circa 9.800 decessi attribuiti al tumore (eccetto carcinomi della cute), di cui circa il 42% donne e il 58% uomini, tra gli oltre 35.800 decessi verificatisi in quell'anno in Puglia. A livello nazionale e regionale i tumori rappresentano la seconda causa di morte, ammontando a circa il 29% di tutti i decessi.

Dai dati del Registro, riferiti all'anno 2013, emerge una ripartizione dei principali tumori così ripartiti:

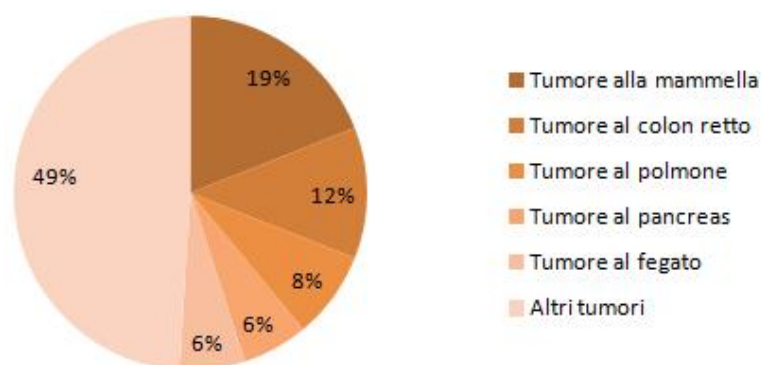


Figura 17: Ripartizione tumori nell'anno 2013 Regione Puglia (femmine) [fonte: Registro Tumori Puglia]

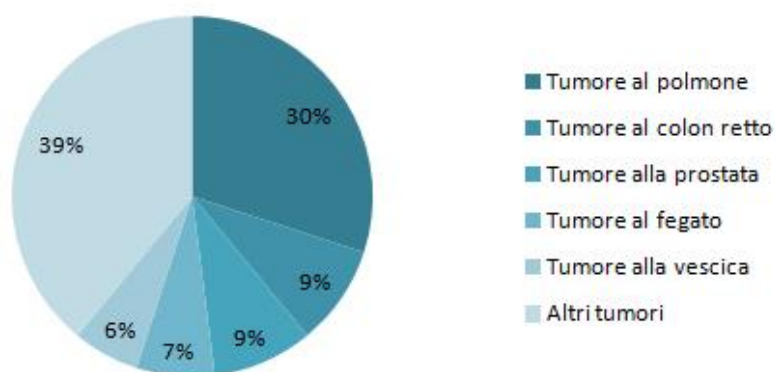


Figura 18: Ripartizione tumori nell'anno 2013 Regione Puglia (maschi) [fonte: Registro Tumori Puglia]

Per le donne al primo posto è presente il tumore alla mammella con il 19%. Per gli uomini invece è il tumore al polmone ad essere presente al primo posto con il 30%.

In ogni caso tali dati risultano per lo più sovrapponibili a quelli nazionali, tranne che per il tumore al fegato nelle donne e quello alla vescica negli uomini, sostituito da quello allo stomaco.

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
71 di 129

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
4.051	2.808	69	2003-2012	40.371	32.418

Tabella 14: Incidenza regionale [fonte: AIRTUM]

Incidenza del tumore la 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

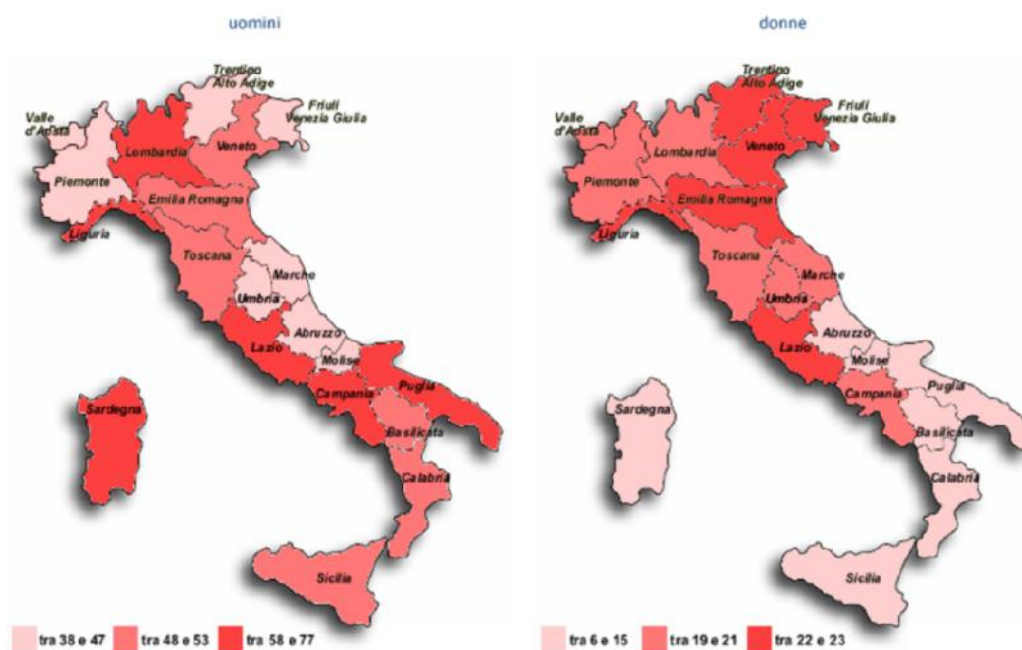
 PAGINA
72 di 129


Figura 19: 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)

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
73 di 129


Figura 20: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000, uomini e donne, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)

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

Regioni	Uomini						Donne					
	incidenza			mortalità			incidenza			mortalità		
	n. casi	tasso grezzo	tasso std	n. decessi	tasso grezzo	tasso std	n. casi	tasso grezzo	tasso std	n. decessi	tasso grezzo	tasso std
<i>Nord</i>	13.015	94,9	58,3	10.84	79,0	47,3	6.077	42,0	21,9	4.484	31,0	15,4
Piemonte	1.967	90,4	51,3	1.671	76,8	42,5	940	40,6	19,8	715	30,9	14,4
Valle D'Aosta	53	83,5	51,3	45	70,5	42,5	25	38,2	19,8	19	28,9	14,4
Lombardia	5.101	103,4	68,8	4.195	85,0	54,9	2.045	39,7	20,9	1.556	30,2	15,2
Trentino Alto Adige	316	60,8	41,6	261	50,2	33,7	219	40,8	24,5	152	28,3	16,1
Veneto	2.108	85,8	53,9	1.757	71,5	44,1	998	38,9	20,8	712	27,8	13,9
Friuli Venezia Giulia	505	83,6	47,3	434	71,9	39,9	283	44,2	21,7	204	31,9	14,7
Liguria	931	121,3	62,4	780	101,6	50,6	451	53,3	24,8	340	40,2	17,6
Emilia Romagna	2.04	92,7	53,8	1.703	77,4	43,6	1.12	48,1	26,4	788	33,9	17,5
<i>Centro</i>	5.318	91,0	55,3	4.615	79,0	46,9	2.742	43,6	24,4	2.031	32,3	17,2
Toscana	1.694	92,6	52,0	1.481	81,0	44,4	675	34,3	18,2	507	25,8	12,9
Umbria	343	77,4	43,1	300	67,8	36,9	167	35,0	19,0	124	26,0	13,3
Marche	601	77,9	45,0	525	68,1	38,4	288	35,2	18,6	214	26,1	13,1
Lazio	2.689	96,1	63,0	2.317	82,8	53,2	1.622	53,7	31,4	1.194	39,5	22,1
<i>Sud</i>	9.114	90,0	62,5	7.381	72,9	49,4	2.226	20,7	12,4	1.821	17,0	9,8
Abruzzo	526	80,0	48,9	429	65,1	38,8	115	16,6	8,1	96	13,8	6,5
Molise	128	82,4	48,9	104	67,3	38,8	28	17,4	8,1	24	14,5	6,5
Campania	2.917	103,5	79,9	2.35	83,4	63,3	874	29,2	19,6	706	23,6	15,3
Puglia	1.847	93,4	62,4	1.502	75,9	49,6	322	15,3	8,6	268	12,7	6,9
Basilicata	226	79,6	50,3	183	64,5	39,6	37	12,4	6,1	31	10,4	5,0
Calabria	735	75,5	50,3	593	60,9	39,6	118	11,5	6,1	98	9,6	5,0
Sicilia	1.938	79,6	55,7	1.575	64,7	44,1	507	19,5	11,6	417	16,0	9,2
Sardegna	793	96,6	62,2	644	78,4	49,5	224	26,1	14,9	182	21,3	11,6
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 15: Stime di incidenza e mortalità per tumore del polmone in Italia e nelle regioni italiane nel 2013 per uomini e donne. Numero di casi/decessi, tassi grezzi e standardizzati (std) per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno. Classe di età 0-99 anni (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)

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

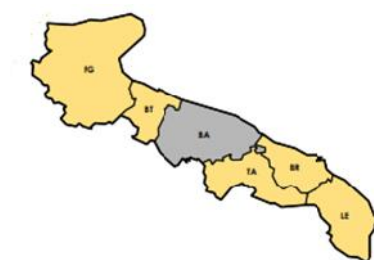
 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
74 di 129

I valori della tabella precedente mostrano un'incidenza del tumore al polmone per la Regione Puglia pari a 62,4 per gli uomini e 8,6 per le donne (tasso std per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno), molto inferiore alla media nazionale per le donne e superiore alla media nazionale per gli uomini.

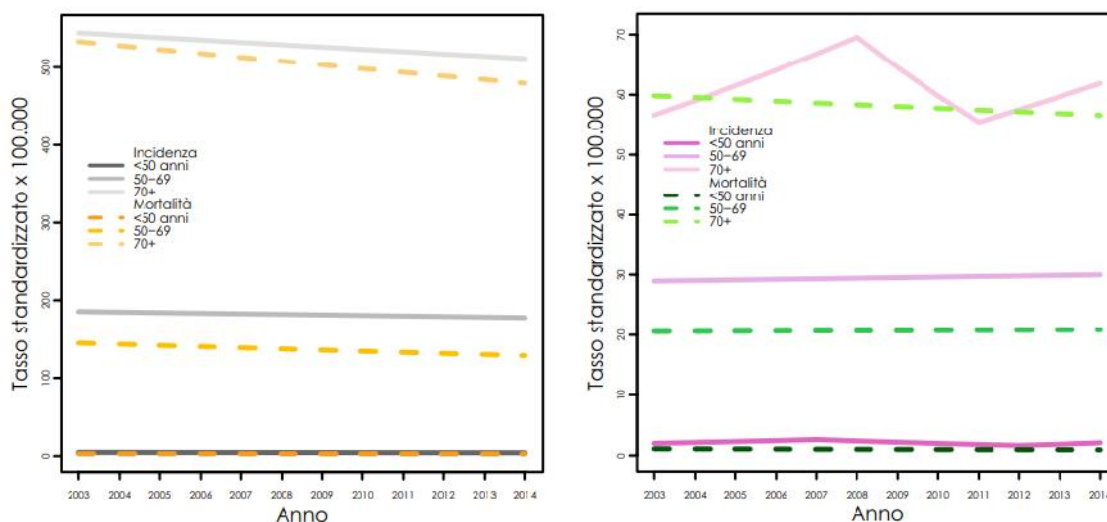
In riferimento all'area di interesse, il Rapporto contiene sia i dati della provincia di Brindisi che di Lecce, come da figura seguente.



GIALLO=Area che ha fornito i dati
GRIGIO=Area che non ha fornito i dati

Figura 21: Aree che hanno fornito dati per Rapporto AIRTUM 2018 [fonte: AIRTUM]

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

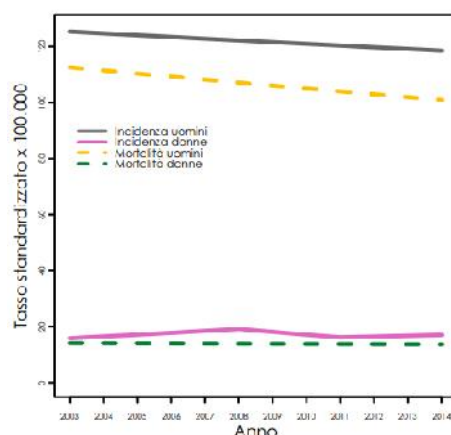

Figura 22: Incidenza e mortalità uomini a sx e incidenza e mortalità donne a dx [fonte: AIRTUM]

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
75 di 129

Figura 23: Incidenza e mortalità uomini-donne [fonte: AIRTUM]

Nello specifico, il tasso di incidenza del tumore del polmone regionale dal 2003 al 2014 è negli uomini in riduzione dello 0,5%, mentre nelle donne fino al 2008 è in incremento del 3,8%, dal 2008 al 2011 in riduzione del 5,5% e dal 2011 al 2014 in incremento dell'1,7% annuo.

A livello provinciale, per il tumore al polmone nel sesso maschile, i dati di incidenza significativamente più elevati si registrano a Lecce, parametro però stabile nel tempo. I valori più elevati si riscontrano nel territorio provinciale di Lecce escluso il capoluogo.

Nelle donne il dato pugliese di incidenza è complessivamente molto inferiore rispetto a quello nazionale e più basso di quello del pool "sud", con l'eccezione della provincia di Brindisi. Infatti il valore più elevato di incidenza si riscontra nelle città capoluogo delle provincie di Brindisi e di Lecce. In particolare a Lecce l'incidenza risulta in forte crescita.

Si riportano nelle tabelle seguenti, i dettagli relativi ai valori di incidenza legati al tumore al polmone.

Area	Num. medio di casi/anno	Tasso grezzo	Tasso STD (EU)	Rischio cumul. (0-74 anni)
BAT	143	74,9	62,1	4,6%
Brindisi	184	96,2	70,2	5,7%
Lecce	459	121,5	88,0	7,1%
Taranto	278	98,4	71,0	5,7%
Pool Puglia		102,0	75,4	6,0%
INCIDENZA				

Tabella 16: Incidenza tumore al polmone maschile per provincia, anno 2013 [Fonte: Registro Tumori Puglia]

Area	Num. medio di casi/anno	Tasso grezzo	Tasso STD (EU)	Rischio cumul. (0-74 anni)
BAT	27	13,7	10,3	0,8%
Brindisi	44	21,3	13,8	1,1%
Lecce	76	18,5	12,0	1,0%
Taranto	52	17,6	11,9	1,0%
Pool Puglia		18,6	12,4	1,0%
INCIDENZA				

Tabella 17: Incidenza tumore al polmone femminile per provincia, anno 2013 [Fonte: Registro Tumori Puglia]

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
76 di 129

Attraverso l'applicazione web "PugliaCan Live" è possibile consultare i dati del Rapporto Registro Tumori Puglia 2015.

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei casi/anno e tassi diretti per 100.000 abitanti per tumore al polmone e bronchi suddivisi per sesso, provincia e DSS di interesse.

Area	Periodo di riferimento	Casi/anno	Tasso (x 100.000 abitanti)	Confronto con il dato nazionale
Brindisi	2006-2012	181	67,3	In linea
DSS di Brindisi		46	65,1	In linea
DSS di Mesagne		57	75,3	Negativo

Tabella 18: Incidenza maschile tumore al polmone e bronchi – provincia di Brindisi

Area	Periodo di riferimento	Casi/anno	Tasso (x 100.000 abitanti)	Confronto con il dato nazionale
Brindisi	2006-2012	42	13,1	Positivo
DSS di Brindisi		15	16,4	In linea
DSS di Mesagne		9	10,5	Positivo

Tabella 19: Incidenza femminile tumore al polmone e bronchi – provincia di Brindisi

Area	Periodo di riferimento	Casi/anno	Tasso (x 100.000 abitanti)	Confronto con il dato nazionale
Lecce	2003-2010	468	87,9	Negativo
DSS di Lecce		92	85,3	Negativo
DSS di Campi Salentina		45	74	In linea

Tabella 20: Incidenza maschile tumore al polmone e bronchi – provincia di Lecce

Area	Periodo di riferimento	Casi/anno	Tasso (x 100.000 abitanti)	Confronto con il dato nazionale
Lecce	2003-2010	85	12,7	Positivo
DSS di Lecce		22	16,3	Positivo
DSS di Campi Salentina		8	11,2	Positivo

Tabella 21: Incidenza femminile tumore al polmone e bronchi – provincia di Lecce

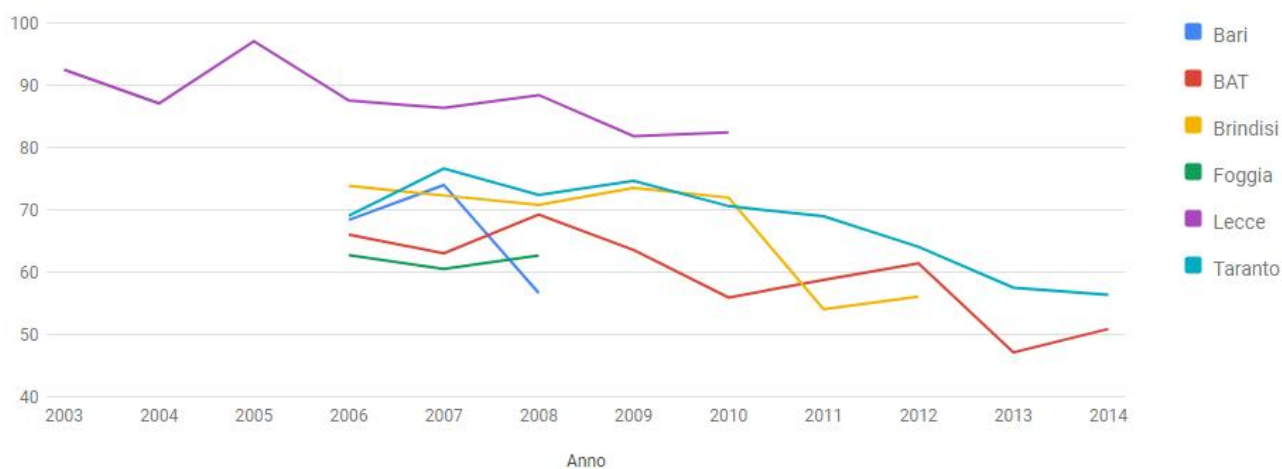
Di seguito la rappresentazione del trend di incidenza maschile e femminile negli anni 2003-2014 per tutte le provincie pugliesi.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
77 di 129

Figura 24: Trend di incidenza maschile per provincia (Tassi diretti per 100.000 abitanti)

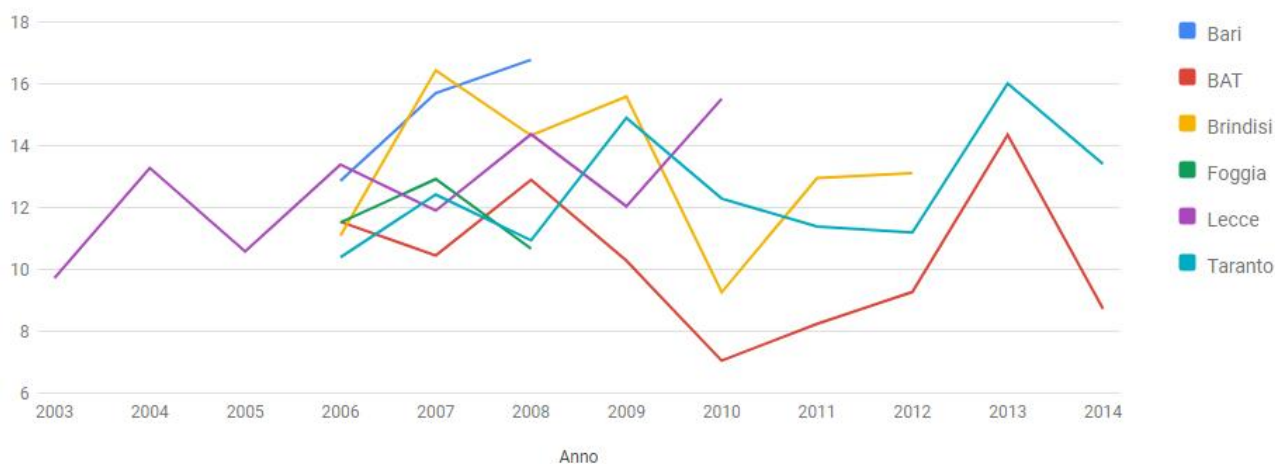
Si deduce come il tasso di incidenza maschile per la provincia di Lecce (dati disponibili fino al 2010) sia il più elevato di tutta la regione; al contrario la provincia di Brindisi (dati fino al 2012) si colloca in una posizione intermedia.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
78 di 129

Figura 25: Trend di incidenza femminile per provincia (Tassi diretti per 100.000 abitanti)

Si deduce come il tasso di incidenza femminile per la provincia di Lecce (dati disponibili fino al 2010) abbiano avuto nel tempo un andamento altalenante, raggiungendo però nel 2010 valori superiori alla provincia di Brindisi ma inferiore alle altre.

Per la provincia di Brindisi (dati fino al 2012), i valori risultano essere in forte calo dopo i picchi degli anni 2007-2009, fino a raggiungere nel 2012 valori intermedi tra tutte le altre province pugliesi.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
79 di 129

1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta

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

Andamento demografico delle imprese - Provincia di Brindisi, Camera di Commercio di Brindisi - anno 2017;

Le dinamiche del mercato del lavoro nelle provincie italiane - Osservatorio Statistico dei Consulenti del Lavoro, anno 2018.

Per quanto riguarda il sistema delle imprese, la Puglia nel 2017 registra una leggera crescita, con un tasso dell'1,20%, contro l'1,09% del 2016.

Nel dettaglio provinciale, le dinamiche imprenditoriali brindisine evidenziano in termini assoluti 2.312 iscrizioni a fronte di 1.796 cessazioni non d'ufficio, generando un saldo positivo di 516 unità ed un tasso di crescita annuale pari a +1,42%.

Area geografica	Registrate	Attive	Iscrizioni	Cessazioni *	Saldo	Tasso di crescita % 2017	Tasso di crescita % 2016
Brindisi	36.716	31.541	2.312	1.796	516	1,42	0,97
Puglia	380.553	328.626	23.654	19.074	4.580	1,20	1,09
Italia	6.090.481	5.150.149	356.875	311.165	45.710	0,75	0,68

Fonte: Ns. Elaborazione su dati StockView- Infocamere

* Al netto delle cancellazioni d'ufficio

Figura 26: Natalità – mortalità delle imprese registrate per area geografica. Anno 2017

L'evoluzione delle imprese brindisine nell'arco temporale 2009-2017 evidenzia un andamento altalenante; le cessazioni (1.796) del periodo in esame, attestano il risultato migliore degli ultimi otto anni, anche le iscrizioni riprendono timidamente quota (2.312). Il saldo di 516 unità in più realizzato nel 2017, si conferma il migliore dal 2009.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

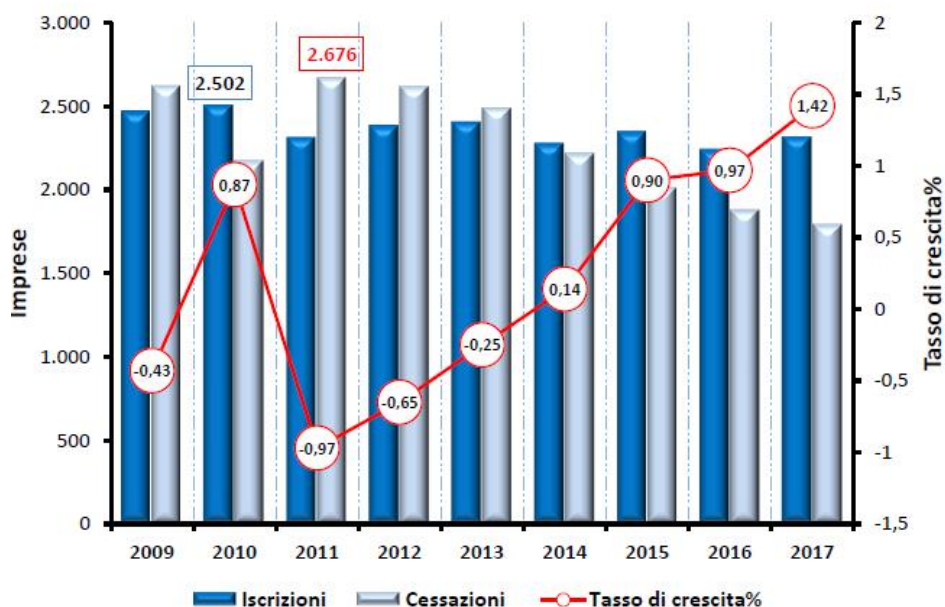
 PAGINA
80 di 129


Figura 27: Iscrizioni, cessazioni e tasso di crescita % Provincia di Brindisi (Periodo 2009 – 2017)

Dall'analisi delle singole aree territoriali della provincia brindisina, si riscontra che nella graduatoria dei singoli comuni, Brindisi presenta il più elevato numero in valore assoluto di imprese registrate e attive, pari rispettivamente a 6.624 ed a 5.201 unità. Saldi positivi, in quasi tutti i comuni del brindisino.

Anche sul fronte della crescita, il panorama dei comuni mostra tassi di generalmente positivi, il valore più alto lo attesta il comune di Cellino San Marco (+2,76%).



Figura 28: Tasso di crescita % Comuni della provincia di Brindisi (Anno 2017)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
81 di 129

Per quanto riguarda la Provincia di Lecce l'analisi demografica delle imprese mostra un tasso di crescita positivo per tutte le province; il tasso di crescita di Brindisi è pari al 1,42%; ma anche Lecce chiude l'anno con un incremento dell'1,32%.

Provincia	Registrate	Attive	Iscrizioni	Cessazioni*	Saldo	Tasso di crescita % 2017	Tasso di crescita % 2016
Bari	148.552	126.770	8.802	7.269	1.533	1,01	0,87
Brindisi	36.716	31.541	2.312	1.796	516	1,42	0,97
Foggia	73.050	65.003	4.415	3.603	812	1,12	1,43
Lecce	73.078	63.591	5.212	4.250	962	1,32	1,38
Taranto	49.157	41.721	2.913	2.156	757	1,56	0,94
PUGLIA	380.553	328.626	23.654	19.074	4.580	1,20	1,09

Fonte: Elaborazione su dati Stock-View Infocamere
* al netto delle cancellazioni d'ufficio

Tabella 22: Movimenti demografici e tassi di crescita nelle province pugliesi (Anno 2017)

Per quanto riguarda le imprese artigiane, nel 2017, hanno subito un forte arresto per quasi tutte le province pugliesi.

Per la provincia di Brindisi il saldo complessivo tra nuove iscrizioni e cessazioni d'impresa artigiane (al netto delle cancellate d'ufficio) si colloca a -45 unità, determinato da 494 nuove iscrizioni a fronte di 539 cessazioni ed un relativo tasso di crescita pari a (-0,64%).

Area geografica	Registrate	Attive	Iscrizioni	Cessazioni *	Saldo	Tasso di crescita % 2017	Tasso di crescita % 2016
Brindisi	6.997	6.957	494	539	-45	-0,64	-1,31
Puglia	68.828	68.270	3.982	4.531	-549	-0,78	-1,38
Italia	1.327.180	1.316.688	80.836	92.265	-11.429	-0,85	-1,16

Fonte: Elaborazione su dati Stock-View Infocamere
* Al netto delle cancellazioni d'ufficio

Tabella 23: Andamento demografico delle imprese artigiane per area geografica (Anno 2017)

Il rallentamento del comparto artigiano interessa anche le altre province, che nel periodo in esame perdono 549 unità al netto dei provvedimenti d'ufficio, generando un tasso di crescita pari a -0,78%. Nel dettaglio, il peggioramento nella dinamica della crescita di Lecce è pari a -0,39%.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
82 di 129

Provincia	Registrate	Attive	Iscrizioni	Cessazioni *	Saldo	Tasso di crescita %
Bari	27.321	26.976	1.371	1.693	-322	-1,13
Brindisi	6.997	6.957	494	539	-45	-0,64
Foggia	9.297	9.231	546	671	-125	-1,33
Lecce	17.741	17.662	1.133	1.203	-70	-0,39
Taranto	7.472	7.444	438	425	13	0,17
Puglia	68.828	68.270	3.982	4.531	-549	-0,78

Fonte: Elaborazione su dati Stock-View Infocamere

* Al netto delle cancellazioni d'ufficio

Tabella 24: Andamento demografico delle imprese artigiane per provincia (Anno 2017)

Per quanto riguarda il mercato del lavoro, nel 2017 il tasso di occupazione (ovvero l'occupazione in rapporto alla popolazione) risulta essere minore rispetto al dato italiano.

Province	Tasso di occupazione
Brindisi	46,1
Lecce	20,8
Italia	58,0

Tabella 25: Tasso d'occupazione (15-64 anni) per provincia – Anno 2017 (valori percentuali)

Di seguito una rappresentazione grafica del tasso di disoccupazione per le provincie italiane. Il tasso di disoccupazione per le due provincie in esame, riferito all'anno 2017, risulta essere compreso tra 16,1 e 22,5; superiore alla media nazionale pari a 11,2.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
83 di 129

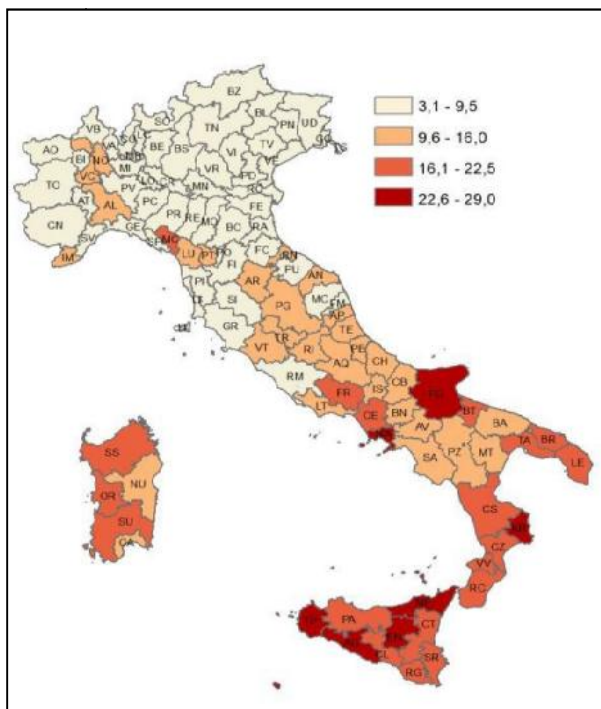


Figura 29: Tasso di disoccupazione

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

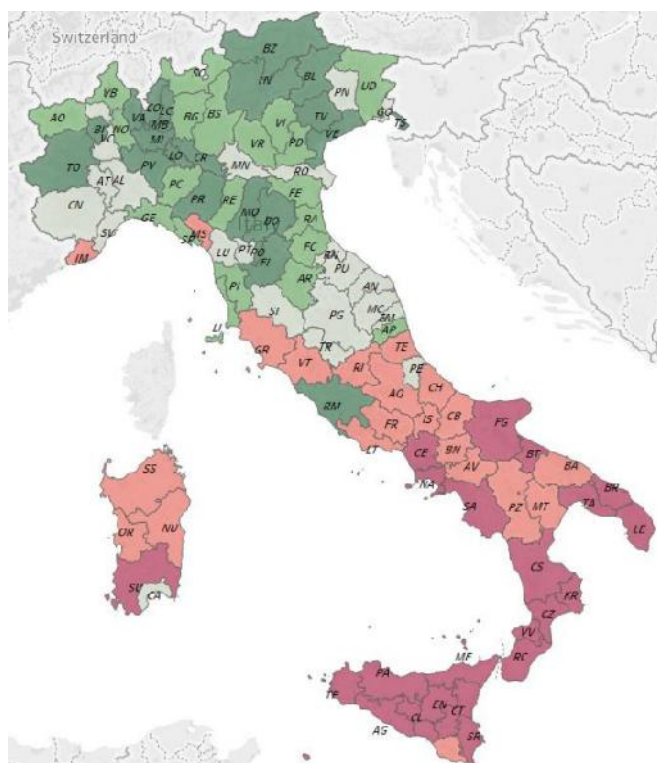


Figura 30: Indice sintetico di efficienza e di innovazione del mercato del lavoro per provincia (Anno 2017)

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
84 di 129

Sia la provincia di Brindisi che quella di Lecce mostrano valori tra i peggiori a livello provinciale.

Analizzando la posizione delle due province nel 2016 e nel 2017, si nota come tra le province pugliesi con i valori peggiori troviamo sia Brindisi che Lecce.

Province	Posizione 2017	Posizione 2016	Variazione
Brindisi	102	90	- 12
Lecce	91	91	0

Tabella 26: Indice sintetico di efficienza e di innovazione del mercato del lavoro per provincia [BASSO] –2016 e 2017

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
85 di 129

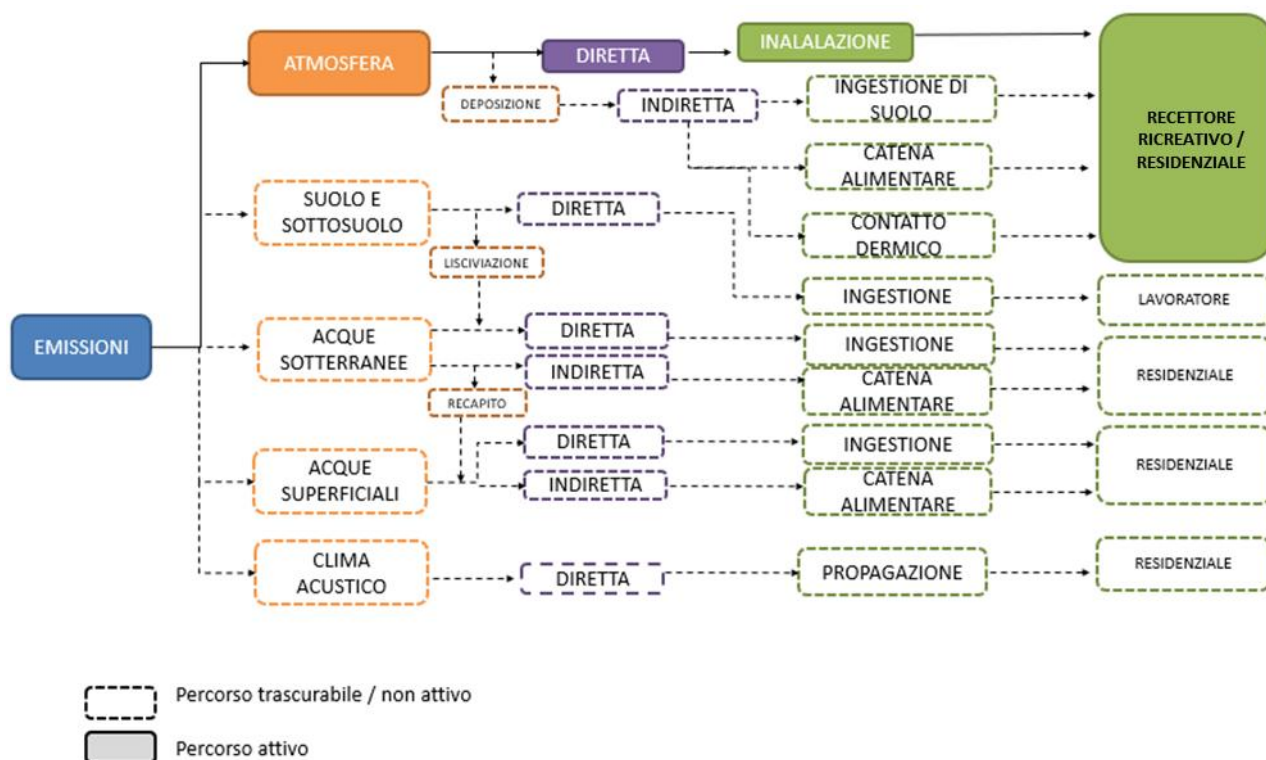
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione

Le valutazioni riportate ai paragrafi precedenti permettono di delineare gli scenari di esposizione in riferimenti 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

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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
86 di 129

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 40 km centrata nel baricentro degli interventi che comprende, anche parzialmente, un totale di 16³ Comuni ubicati nelle Province di Brindisi e Lecce, per un totale **255.350 persone** (ISTAT, 2011). Il dettaglio dei Comuni compresi è riportato a seguire:

Brindisi	San Donaci
Campi Salentina	San Pancrazio Salentino
Cellino San Marco	San Pietro Vernotico
Guagnano	Squinzano
Lecce	Surbo
Mesagne	Torchiarolo
Novoli	Torre Santa Susanna
Salice Salentino	Trepuzzi

Tabella 27: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse

Sono stati identificati un totale di n. **60 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.

3 I comuni di Avetrana e Carovigno non vengono presi in considerazione, in quanto, l'area compresa all'interno dell'area di interesse, come accennato precedentemente (vedi paragrafo 1.2.1.), non risulta abitata o costituita da tessuto residenziale, pertanto non verranno effettuate elaborazioni per tali Comuni.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
87 di 129

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
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
88 di 129

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 numero di casi attribuibili o anche degli anni di vita persi e anni di vita persi aggiustati per disabilità.

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

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

2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico

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

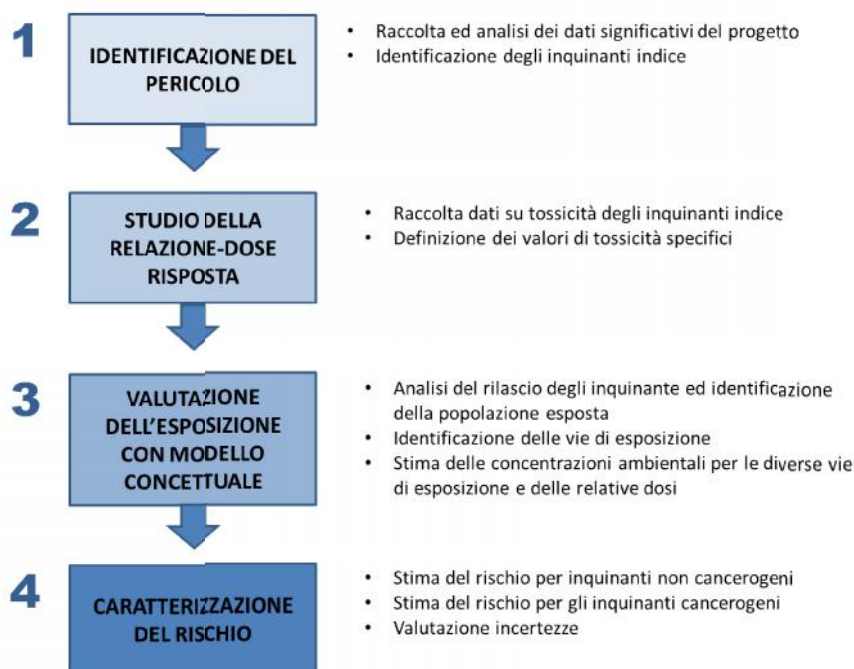


Figura 32: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
89 di 129

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):

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

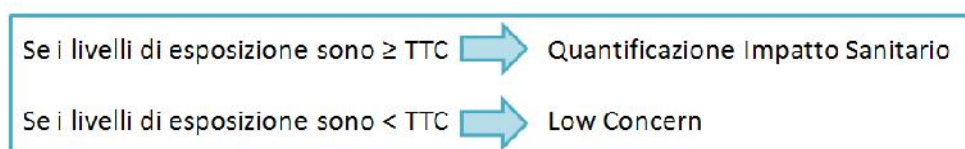
La valutazione del fattore di esposizione (E) consiste nella stima della dose giornaliera, definita anche **ADD Average Daily Dose**, per le sostanze non cancerogene, o **LADD Lifetime Average Daily Dose**, per le sostanze cancerogene, che può essere assunta dai recettori umani. Tali fattori sono da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

La costruzione di un **Modello Concettuale definitivo**, basato sia su i 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 33: 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
90 di 129

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 dosi 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
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
91 di 129

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 ($HI \leq 1$).

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 BMD₁₀ ovvero il limite inferiore dell'intervallo di confidenza della Benchmark Dose associata ad un incremento di tumori del 10%:

E' stato definito dalle Linee Guida che un MoE di almeno 10.000 rispetto alla BMD₁₀ 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.

Consultando le principali banche dati nazionali ed internazionali **non è stato identificato una BMD, né un T25 per le polveri sottili del particolato secondario (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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
92 di 129

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

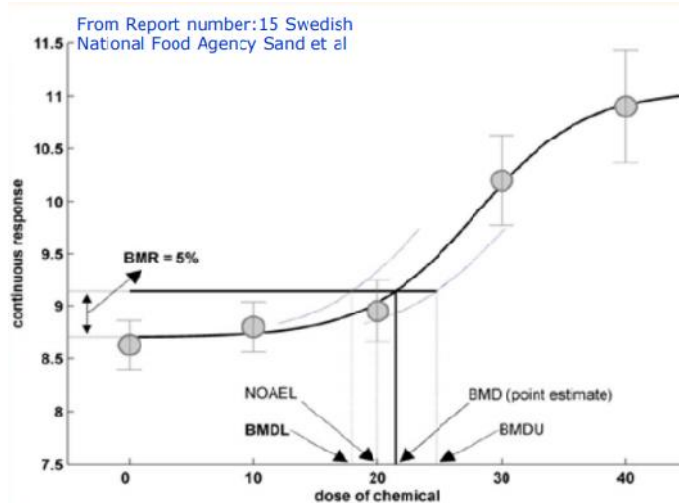
La Benchmark Dose (BMD) viene spesso paragonata al NOAEL (No Observed Adverse Effect Level).

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.


Figura 34: Confronto fra utilizzo di BMD e NOEL

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
93 di 129

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 epidemiologici. 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 da l'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).

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)).

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
94 di 129

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.

Tale 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:

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

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 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

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;

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 95 di 129
---	------------------------	--------------------	---------------------

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:

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

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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

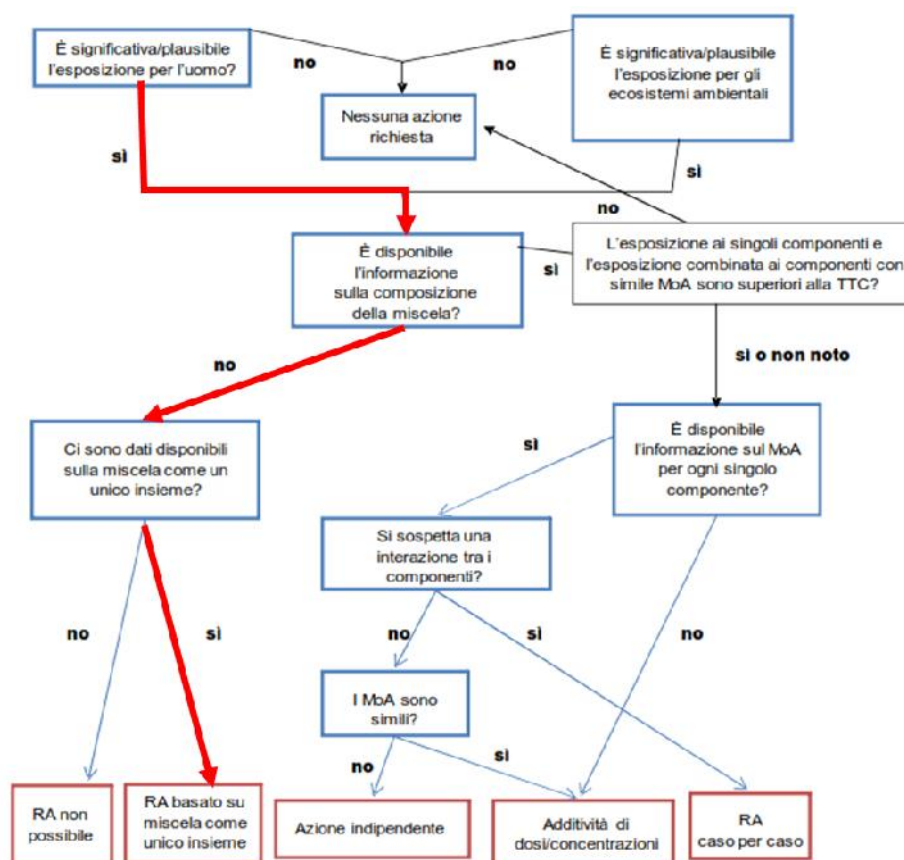
 PAGINA
96 di 129


Figura 35: 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
97 di 129

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:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
98 di 129

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

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

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

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

Per il calcolo dell'intervallo di confidenza della stima relativa al numero di casi attribuiti 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
99 di 129

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 28: 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
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
100 di 129

2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di esposizione

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

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

Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Limite D. Lgs. 155/2010 ⁽⁵⁾	Area di 18,5 x 18,5 km ²					
			Valore massimo			Valore medio		
			Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 1	Fase 2	Fase 3
NO ₂ – Conc. media annua	[µg/m ³]	40 (V.L.)	0,24	0,47	0,56	0,03	0,07	0,06
NO ₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m ³]	200 (V.L.)	12,8	25,3	23,8	2,3	4,5	4,4
NO _x – Conc. media annua	[µg/m ³]	30 (L.C.)	0,31	0,62	0,73	0,04	0,09	0,08
PM ₁₀ – Conc. media annua ^{(2) (6)}	[µg/m ³]	40 (V.L.)	0,004	0,007	0,005	0,002	0,003	0,002
PM ₁₀ – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile ^{(2) (6)}	[µg/m ³]	50 (V.L.)	0,012	0,024	0,018	0,005	0,010	0,007
PM _{2,5} – Conc. media annua ^{(3) (6)}	[µg/m ³]	25 (V.L.)	0,004	0,007	0,005	0,002	0,003	0,002
SPM – Conc. media annua ⁽⁴⁾	[µg/m ³]	-	0,004	0,007	0,005	0,002	0,003	0,002
CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m ³]	10 (V.L.)	0,022	0,044	0,105	0,003	0,005	0,013

Tabella 29: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)

Note

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

(2) 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

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

Come noto la definizione degli Standard di Qualità Ambientale normati deriva da valutazioni di impatto sanitario effettuate da organismi internazionali di riferimento (es. WHO) basate sull'integrazione di dati provenienti da studi epidemiologici, studi tossicologici sugli animali e studi di esposizione umana controllata. Pertanto l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto a tali SQA permette di definire a priori come non significativo l'impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	101 di 129

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

Tavola AV-04.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua

Tavola AV-04.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua

Tavola AV-04.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua

Tavola AV-10.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua

Tavola AV-10.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua

Tavola AV-10.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua

Tavola AV-11.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore

Tavola AV-11.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore

Tavola AV-11.p3 - Scenario di progetto [fase 3] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore

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 indagine (40 km di lato con baricentro la Centrale), i risultati saranno elaborati in termini di dati a livello comunale,

timeseries dei valori medi giornalieri per i recettori rappresentativi individuati dallo studio CESI (centri ISTAT) la cui ubicazione è riportata in **Tavola 6**, i risultati saranno in termini puntuali sul singolo recettore rappresentativo.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	102 di 129

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.

E' 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. Ulteriore 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.

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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
103 di 129

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.

Sia il modello WRF che il sistema modellistico CALPUFF (CALMET e CALPUFF) sono nella lista di modelli meteorologici preferiti/raccomandati da US-EPA⁴.

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.

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).

4 www.epa.gov/scram001/metmodel.htm

www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
104 di 129

	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 30: 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 255.350 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
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
105 di 129

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
PM2.5	media annua	10	WHO, 2005
PM10	media annua	20	WHO, 2005
CO	media 8h	10.000	WHO, 2000

Tabella 31: RfC associato ai parametri di interesse

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

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

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 106 di 129
---	------------------------	--------------------	----------------------

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

- Fase 1 (fase intermedia) risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 1 (fase intermedia) risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- Fase 2 (fase intermedia) risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 2 (fase intermedia) risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- Fase 3 (post operam) risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 3 (post operam) risultati per i recettori rappresentativi 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 ($HI \leq 1$).

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
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
107 di 129

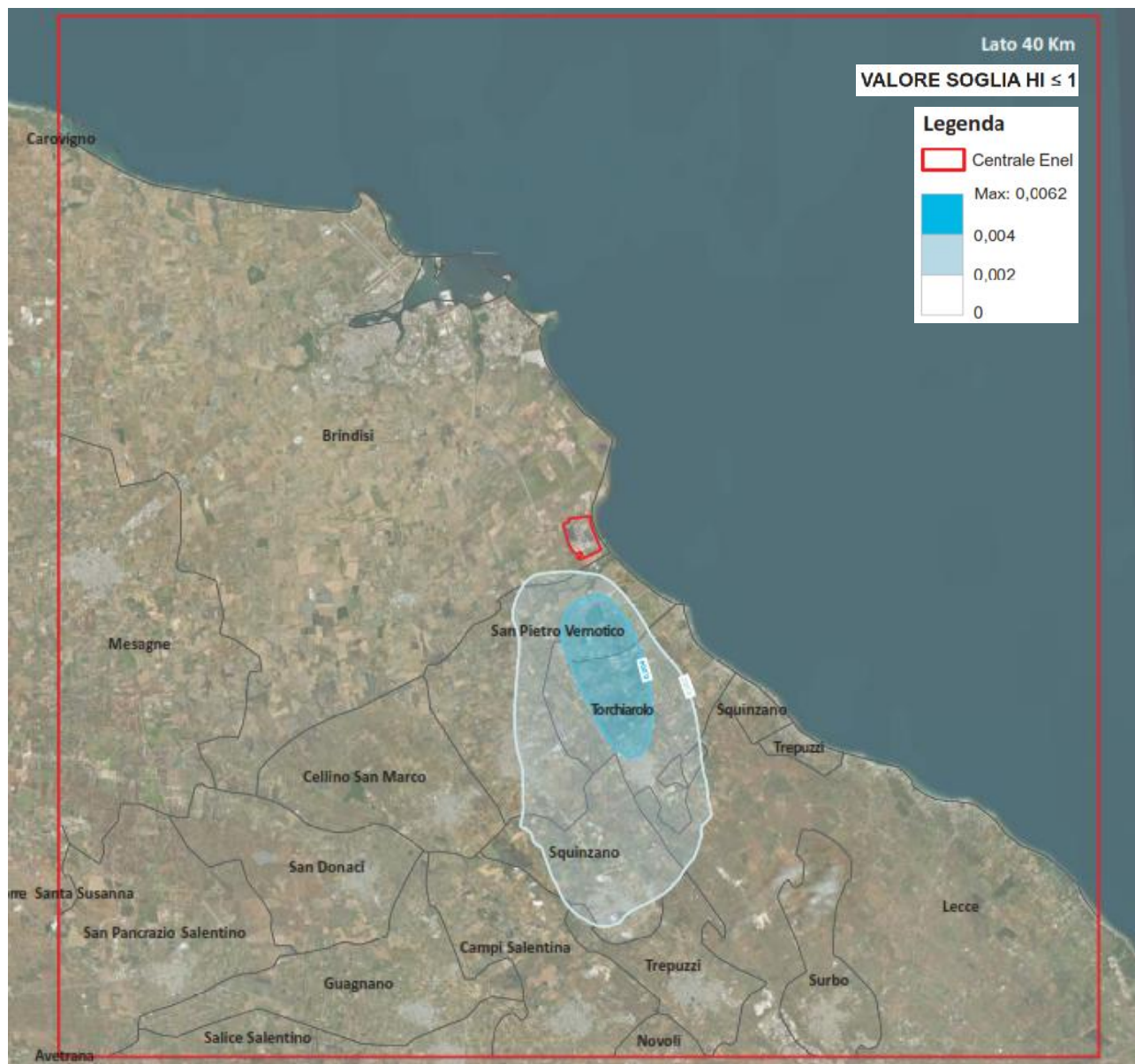


Figura 36: Curva di isolivello HI – Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
108 di 129

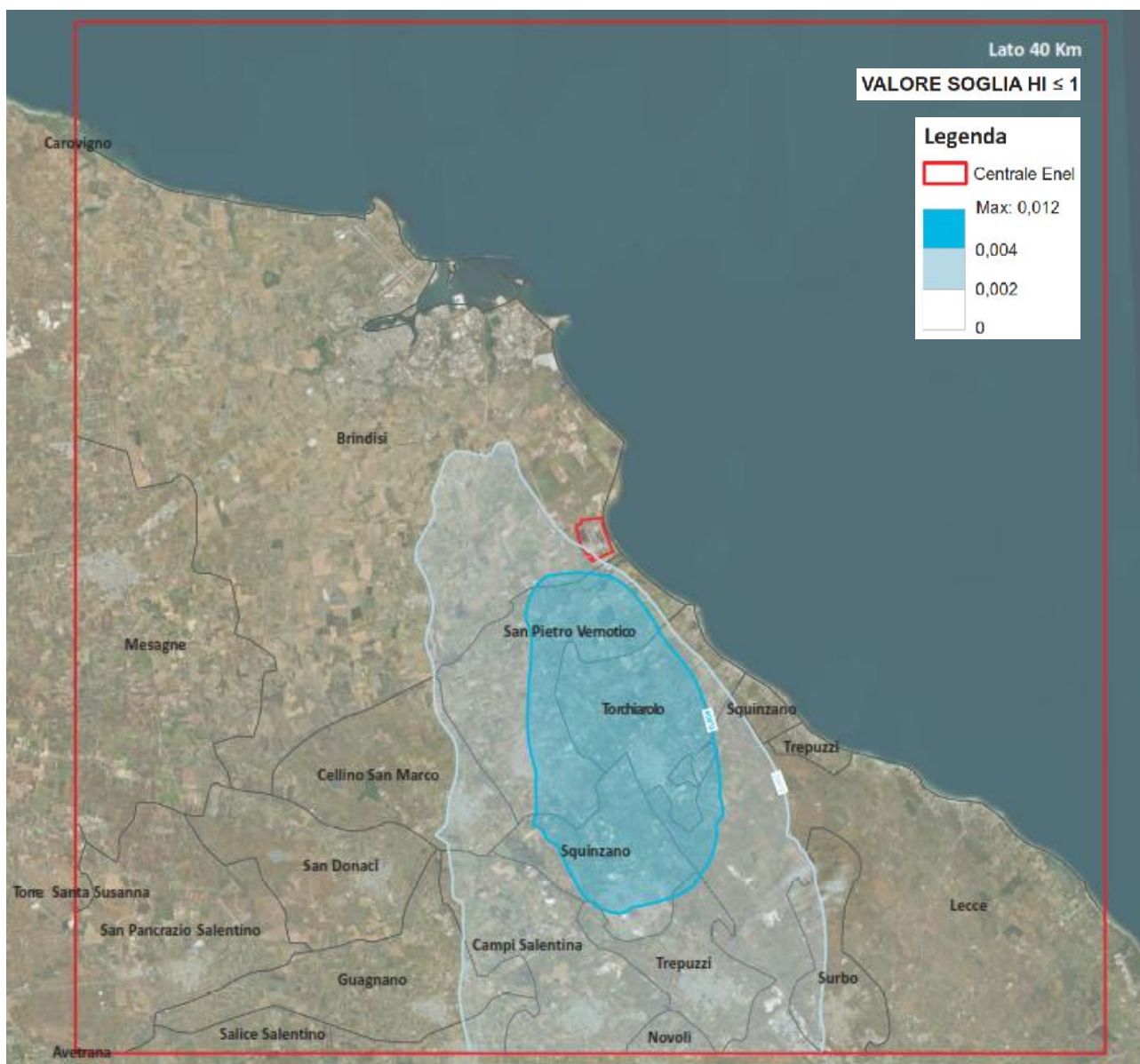


Figura 37: Curva di isolivello HI – Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
109 di 129

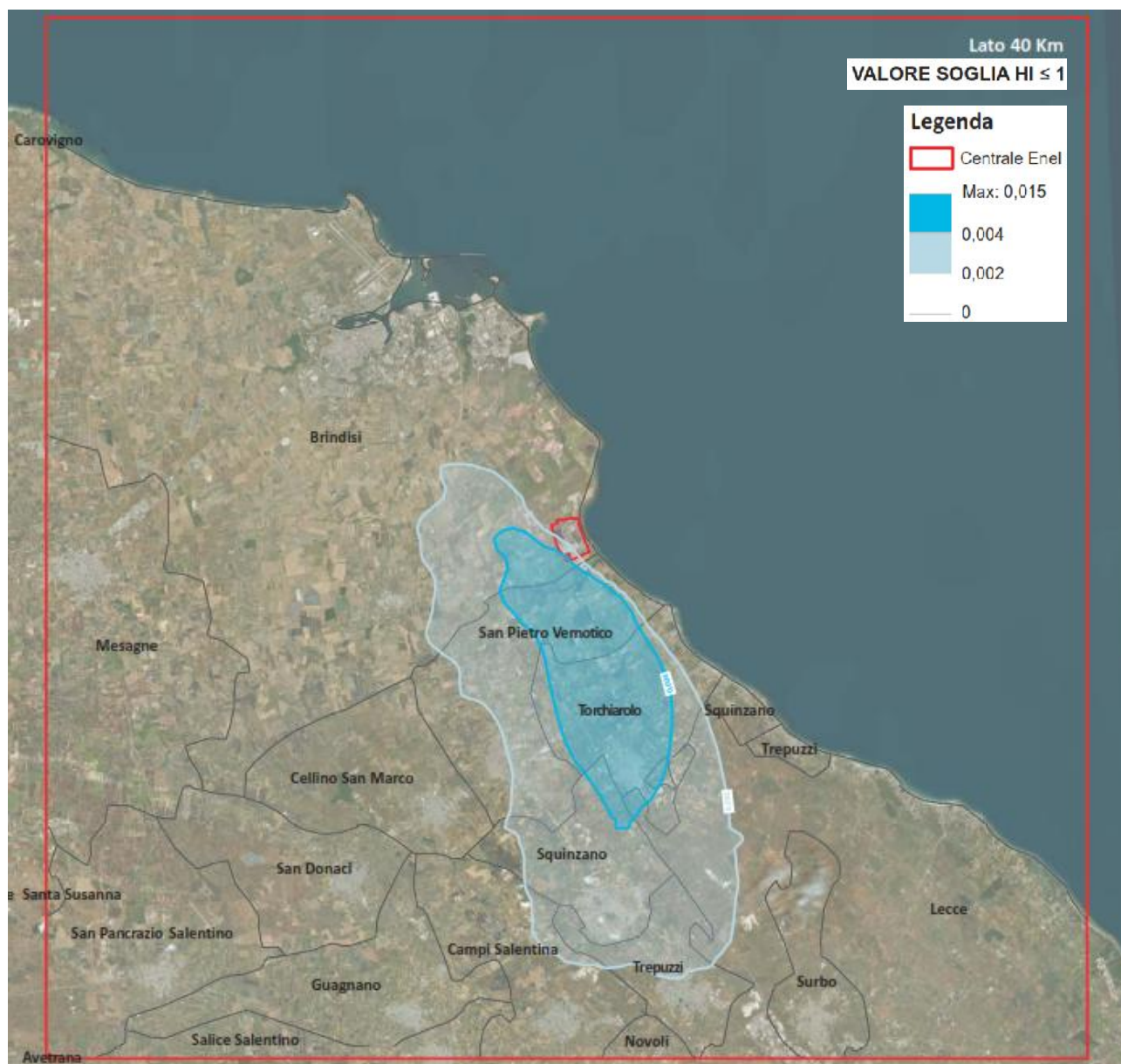


Figura 38: Curva di isolivello HI – Fase 3

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
110 di 129

2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno

Nell'ottobre 2013 l'Agencia 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] descritta:

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

ove l'unità di rischio inalatorio incrementale per esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5 (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
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
111 di 129

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	$7,54 \times 10^{-7}$	1×10^{-5}	$2,12 \times 10^{-3}$	0,04%
	FASE 2	$1,49 \times 10^{-6}$			0,07%
	FASE 3	$1,05 \times 10^{-6}$			0,05%

Tabella 32: R cancerogeno connesso alla concentrazione di PM2.5 pari al limite 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
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
112 di 129

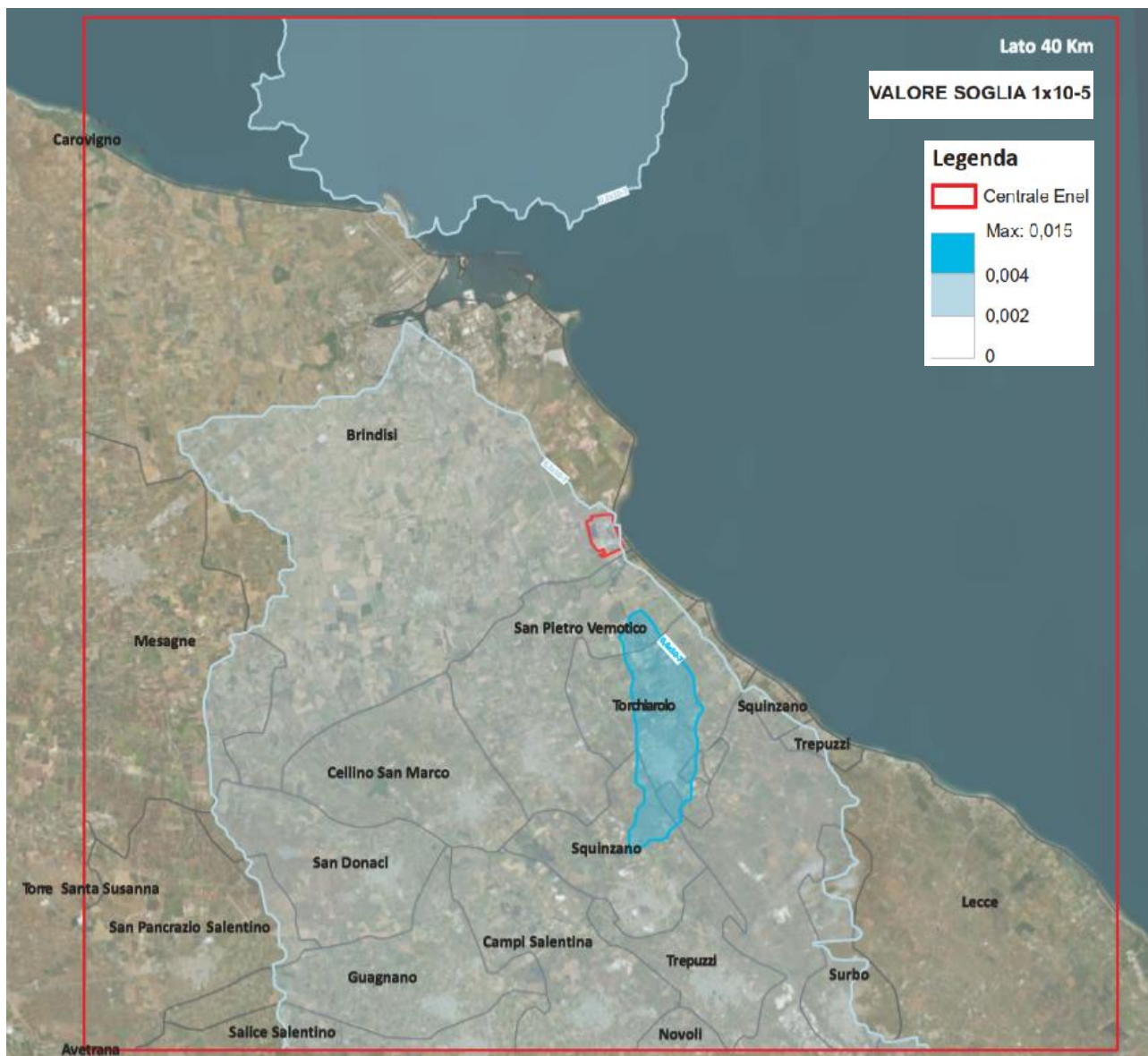


Figura 39: Curve di isorischio cancerogeno Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
19548I

PAGINA
113 di 129

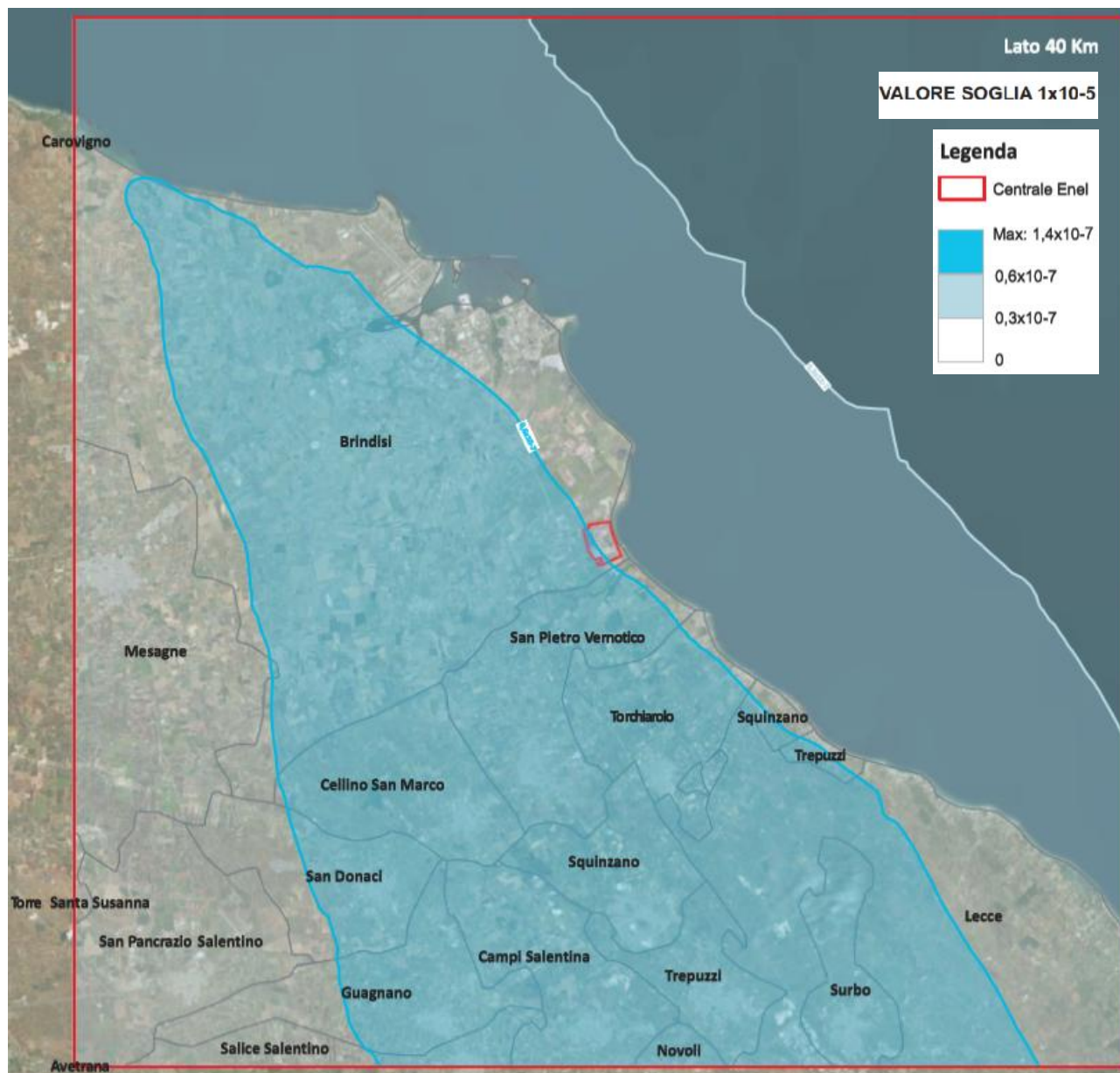


Figura 40: Curve di isorischio cancerogeno Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
114 di 129

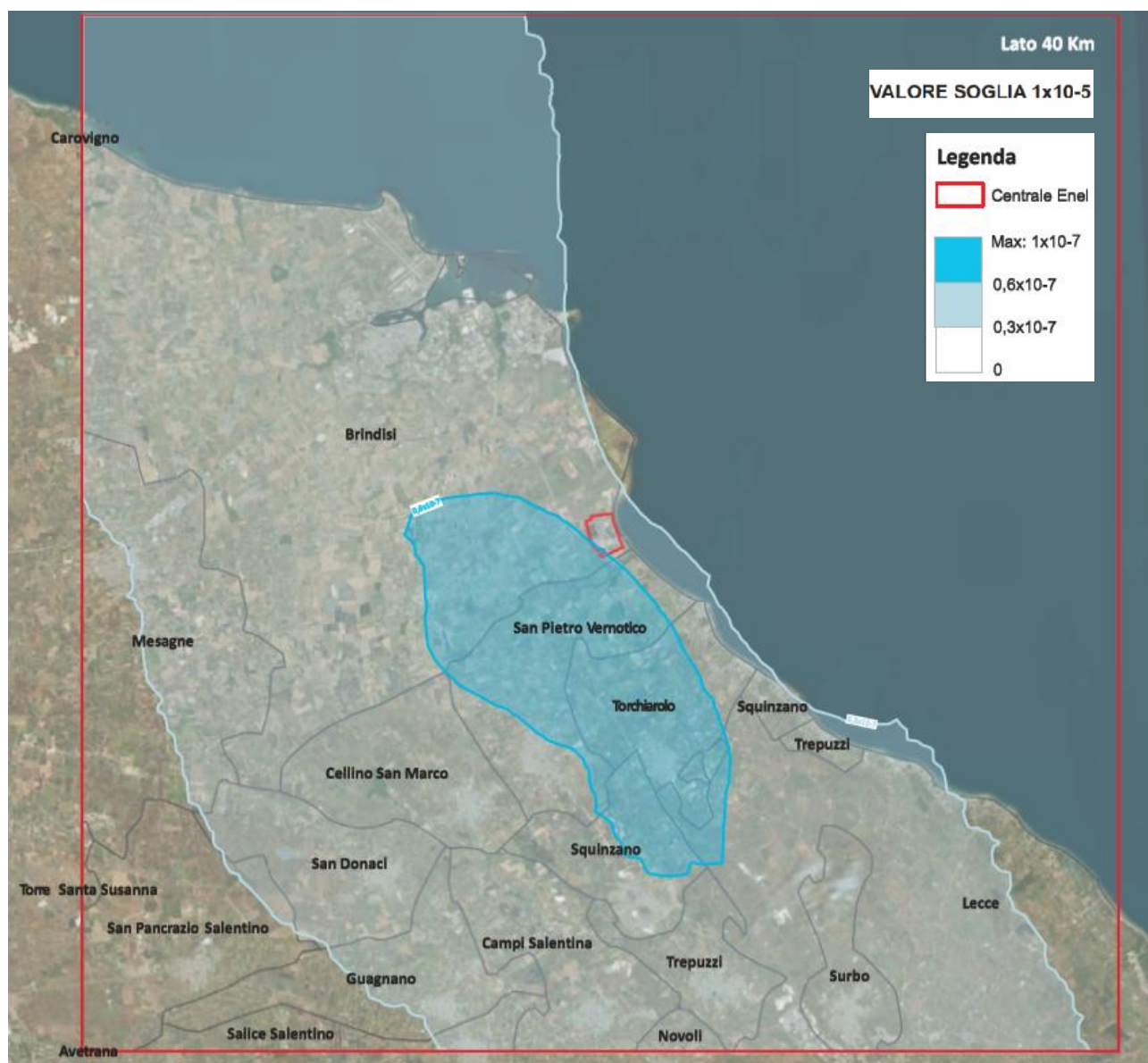


Figura 41: Curve di isorischio cancerogeno Fase 3

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
115 di 129

2.3 Assessment epidemiologico

Approccio epidemiologico (HIA):

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

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

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

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

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

TIPO DI EFFETTO	INQUINANTE/EFFETTO	RR (95%IC)	FONTE	NOTE
LUNGO TERMINE (media annua)	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 33: RR desunti da letteratura

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

 DATA
 Settembre 2019

 PROGETTO
 195481

 PAGINA
 116 di 129

Le seguenti premesse sono fondamentali per introdurre i risultati ottenuti:

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

Tutti i valori di ricaduta al suolo sono significativamente inferiori nei due assetti futuri rispetto all'assetto attuale

Il ΔC è da considerarsi quindi come riduzione dei valori di ricaduta/esposizione nel passaggio dall'assetto attuale all'assetto futuro; essendo questo un termine moltiplicativo, comporta che in generale è sempre attesa una riduzione dei casi attribuibili rispetto all'assetto attuale.

In via conservativa, le valutazioni effettuate si riferiscono al solo assetto post-operam, andando a valutare dunque come impatto incrementale rispetto al contesto di inserimento dell'opera.

Le Linee Guida VIS non riportano alcun riferimento in merito a soglie di accettabilità o da criteri per poter valutare i risultati ottenuti dall'indagine.

Tale limite viene superato nell'ambito del presente studio ponendo a confronto i casi attribuibili calcolati in riferimento agli standard di qualità dell'aria WHO con quelli ottenuti dalle valutazioni per il caso in oggetto.

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sia per Fase 1 che per Fase 2 e Fase 3 sono riportati in **Allegato 6** in termini di:

Stima dei casi attribuibili per mortalità nei territori comunali per popolazione totale, maschi e femmine (> 30 anni, dati ISTAT 2011).

Stima dei casi attribuibili per ospedalizzazioni nei recettori rappresentativi, associati poi al relativo comune di appartenenza, per popolazione totale, maschi e femmine (dati ISTAT 2011).

Stima dell'Incidenza tumorale a livello di porzioni regionali ricadenti nell'area di interesse (dati ISTAT 2011).

I tassi utilizzati sono stati reperiti da ISTAT e si riferiscono al periodo 2011-2016 per la mortalità totale e 2012-2015 per le ospedalizzazioni.

In ottemperanza al dettato legislativo sulla tutela della privacy per ISTAT non è possibile diffondere elaborazioni sulle singole cause di morte, sesso e classi d'età per singolo comune. La numerosità troppo esigua nei singoli incroci di variabili potrebbe infatti mettere a rischio di identificabilità i deceduti.

Pertanto per la stima dei casi attribuibili per mortalità cardiovascolare e malattie respiratorie, non avendo a disposizione il dato comunale per classe di età (> 30 anni), è stato utilizzato il tasso disponibile a livello provinciale, sempre per la stessa classe di età.

In riferimento ai casi attribuibili di incidenza tumorale sono state effettuate valutazioni utilizzando il valore di incidenza regionale per il periodo 2011-2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
117 di 129

A seguire si riportano tre tabelle di confronto, rispettivamente per Fase 1, Fase 2 e per Fase 3, fra il valore massimo di casi attribuibili ottenuti per ciascun inquinante / effetto sanitario per il progetto ed il relativo valore di casi attribuibili in riferimento ad un'esposizione pari alla concertazione massima ammessa dalla normativa vigente.

INQUINANTE/EFFETTO	CASO	AREA	CASI ATTRIBUIBILI DA SQA WHO / 10.000 ab.	CASI ATTRIBUIBILI FASE 1 / 10.000 ab.	% CA FASE 1 / CA SQA WHO
NO2 Mortalità totale	Totale	San Pietro Vernotico	33,7	0,200	0,6%
	Maschi		35,2	0,209	0,6%
	Femmine		32,5	0,193	0,6%
PM2.5 Mortalità per cause cardiovascolari	Totale	San Pietro Vernotico	5,3	0,002	0,04%
	Maschi		4,9	0,002	0,04%
	Femmine		5,6	0,002	0,04%
PM2.5 Mortalità per cause respiratorie	Totale	Squinzano	2,1	0,0006	0,03%
	Maschi		3,1	0,0009	0,03%
	Femmine		1,3	0,0004	0,03%
PM2.5 Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari	Totale	Ric 5 - San Pietro Vernotico	11,3	0,014	0,1%
	Maschi		12,2	0,015	0,1%
	Femmine		10,4	0,013	0,1%
NO2 Ospedalizzazioni per cause respiratorie	Totale	Ric 3 - Brindisi	3,3	0,02	0,7%
	Maschi		3,9	0,03	0,7%
	Femmine		2,8	0,02	0,7%
PM2.5 Incidenza tumore polmone	Totale	San Pietro Vernotico	0,2	0,0001	0,06%
	Maschi		0,3	0,0002	0,06%
	Femmine		0,05	0,00003	0,06%

Tabella 34: CA in riferimento all'esposizione pari alla concertazione massima ammessa da normativa vigente (Fase 1)

Nota:

- (1) La relativa funzione di rischio relativo (RR) si basa su valori di concentrazione medi giornalieri. Per il confronto con l'SQA è stato considerato per PM2.5 il 35° percentile delle medie giornaliera PM10 da D.Lgs. 155/2010 (50 mg/m³), mentre per NO₂ è stato considerato il limite del 99,8° delle medie orarie (200 mg/m³). In assenza di altri valori di riferimento questi sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di un massimo delle medie giornaliera per i due inquinanti in oggetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
118 di 129

INQUINANTE/EFFETTO	CASO	AREA	CASI ATTRIBUIBILI DA SQA WHO / 10.000 ab.	CASI ATTRIBUIBILI FASE 2 / 10.000 ab.	% CA FASE 2 / CA SQA WHO
NO2 Mortalità totale	Totale	San Pietro Vernotico	33,7	0,40	1,2%
	Maschi		35,2	0,41	1,2%
	Femmine		32,5	0,38	1,2%
PM2.5 Mortalità per cause cardiovascolari	Totale	San Pietro Vernotico	5,3	0,004	0,1%
	Maschi		4,9	0,003	0,1%
	Femmine		5,6	0,004	0,1%
PM2.5 Mortalità per cause respiratorie	Totale	Squinzano	2,1	0,001	0,1%
	Maschi		3,1	0,002	0,1%
	Femmine		1,3	0,001	0,1%
PM2.5 Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari	Totale	Ric 5 - San Pietro Vernotico	11,3	0,027	0,2%
	Maschi		12,2	0,029	0,2%
	Femmine		10,4	0,025	0,2%
NO2 Ospedalizzazioni per cause respiratorie	Totale	Ric 3 - Brindisi	3,3	0,04	1,3%
	Maschi		3,9	0,05	1,3%
	Femmine		2,8	0,04	1,3%
PM2.5 Incidenza tumore polmone	Totale	San Pietro Vernotico	0,2	0,0002	0,1%
	Maschi		0,3	0,0004	0,1%
	Femmine		0,0	0,0001	0,1%

Tabella 35: CA in riferimento all'esposizione pari alla concertazione massima ammessa da normativa vigente (Fase 2)

Nota:

- (2) La relativa funzione di rischio relativo (RR) si basa su valori di concentrazione medi giornalieri. Per il confronto con l'SQA è stato considerato per PM2.5 il 35° percentile delle medie giornaliera PM10 da D.Lgs. 155/2010 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre per NO₂ è stato considerato il limite del 99,8° delle medie orarie ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In assenza di altri valori di riferimento questi sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di un massimo delle medie giornaliere per i due inquinanti in oggetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
119 di 129

INQUINANTE/EFFETTO	CASO	AREA	CASI ATTRIBUIBILI DA SQA WHO / 10.000 ab.	CASI ATTRIBUIBILI FASE 3 / 10.000 ab.	% CA FASE 3 / CA SQA WHO
NO2 Mortalità totale	Totale	San Pietro Vernotico	33,7	0,40	1,2%
	Maschi		35,2	0,41	1,2%
	Femmine		32,5	0,38	1,2%
PM2.5 Mortalità per cause cardiovascolari	Totale	San Pietro Vernotico	5,3	0,004	0,1%
	Maschi		4,9	0,003	0,1%
	Femmine		5,6	0,004	0,1%
PM2.5 Mortalità per cause respiratorie	Totale	Squinzano	2,1	0,001	0,1%
	Maschi		3,1	0,002	0,1%
	Femmine		1,3	0,001	0,1%
PM2.5 Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari	Totale	Ric 5 - San Pietro Vernotico	11,3	0,027	0,2%
	Maschi		12,2	0,029	0,2%
	Femmine		10,4	0,025	0,2%
NO2 Ospedalizzazioni per cause respiratorie	Totale	Ric 3 - Brindisi	3,3	0,04	1,3%
	Maschi		3,9	0,05	1,3%
	Femmine		2,8	0,04	1,3%
PM2.5 Incidenza tumore polmone	Totale	San Pietro Vernotico	0,2	0,0002	0,1%
	Maschi		0,3	0,0004	0,1%
	Femmine		0,05	0,0001	0,1%

Tabella 36: CA in riferimento all'esposizione pari alla concertazione massima ammessa da normativa vigente (Fase 3)

Nota:

- (1) La relativa funzione di rischio relativo (RR) si basa su valori di concentrazione medi giornalieri. Per il confronto con l'SQA è stato considerato per PM2.5 il 35° percentile delle medie giornaliere PM10 da D.Lgs. 155/2010 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre per NO₂ è stato considerato il limite del 99,8° delle medie orarie ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In assenza di altri valori di riferimento questi sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di un massimo delle medie giornaliere per i due inquinanti in oggetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	19548I	120 di 129

Come anticipato, essendo previste riduzioni delle emissioni di polveri sottili nel passaggio dall’assetto ante operam a quello post operam, l’impatto sanitario atteso è sicuramente positivo.

In ogni caso i dati riportati mostrano nettamente che **i livelli di casi attribuibili ottenuti per l’esposizione alle emissioni del progetto in esame (considerate in via estremamente conservativa)**. Sebbene non esplicitamente previsto dalla nuova L.G. ISTISAN19/9, i casi attribuibili sono stati calcolati solo per l’assetto post operam e considerati come incrementali rispetto all’opzione 0. I dati riportati mostrano nettamente che **i livelli di casi attribuibili ottenuti per l’esposizione alle emissioni del progetto in esame sono scarsamente significativi** (circa 2-3 ordini di grandezza inferiori) **se confrontati con quelli ottenuti considerando la concentrazione da SQA**.

Analizzando infine i dati riportati in **Allegato 6** si rilevano dei casi attribuibili negativi (ricoveri per cause respiratorie – NO₂, Ricoveri per cause cardiovascolari – PM2.5, mortalità per cause respiratorie – PM2.5). Questi risultati derivano dal fatto che la soglia inferiore dell’intervallo di confidenza 95% della funzione di rischio relativo RR è un valore < 1 e pertanto esso non costituisce di fatto più un fattore di rischio ma un fattore di protezione. Ciò significa che in una porzione statisticamente significativa degli studi epidemiologici analizzati per la determinazione delle funzioni in oggetto, all’aumentare della concentrazione di esposizione del relativo inquinante è stata registrata una diminuzione dei casi attesi.

Quanto riportato sopra mostra ancora una volta i limiti dell’applicazione in termini assoluti della metodologia epidemiologica previsionale: essa costituisce di fatto uno strumento utile nella Valutazione di Impatto Sanitario, la cui finalità deve essere però limitata alla comparazione di più alternative progettuali e/o alla definizione di un giudizio qualitativo dell’impatto sanitario del progetto in relazione al contesto di inserimento per eventuali azioni di monitoraggio future.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
121 di 129

2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute

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

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

DETERMINANTI		Valutazione RISCHIO degli impatti del PROGETTO sulla determinante	Valutazione OPPORTUNITA' degli impatti del PROGETTO sulla determinante
COMPORAMENTI E STILI DI VITA	Fumo ed alcool	BASSO	BASSA
	Abitudini alimentari e sedentarietà	BASSO	BASSA
ASPETTI SOCIO ECONOMICI	Livello di istruzione	BASSO	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 37: Rischio – opportunità connesso ai determinanti indiretti sulla salute

Il bilancio globale mostra l'assenza di rischi per le determinanti indirette sulla salute a fronte di 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.

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	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	122 di 129

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.

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	123 di 129

4. CONCLUSIONI

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale “Federico II” di Brindisi Sud interventi di sostituzione delle unità a carbone esistenti 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 costituisce la Valutazione dell’Impatto Sanitario (VIS) per il progetto citato, sviluppata secondo la metodologia proposta dalle “Linee guida concernenti la Valutazione di Impatto Sanitario” approvate con Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019.

Partendo dai risultati dello Studio di Impatto Ambientale sono stati desunti i principali impatti ambientali attesi è emerso che le emissioni continue in atmosfera (dovute ai camini asserviti al nuovo ciclo combinato) costituiscono l’impatto prevalente, da indagare ed analizzare in ambito VIS.

Mediante la definizione di un **Modello Concettuale Ambientale e Sanitario** (MCAS) è stato possibile schematizzare 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 si è svolta 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 in un’area quadrata di lato pari a 40 km centrata nel baricentro degli interventi),
- 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 integrando uno studio epidemiologico ad hoc, a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell’Università Tor Vergata di Roma, con i risultati dei principali studi epidemiologici disponibili per l’area in esame. Tale valutazione è stata integrata con un quadro di dettaglio sulle condizioni socio economiche della popolazione esposta.

Come osservazione preliminare alla presentazione dei risultati VIS è fondamentale premettere che l’ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto a tali SQA permette di definire a priori come non significativo l’impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 124 di 129
---	------------------------	--------------------	----------------------

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.

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

I risultati ottenuti dall'assessment tossicologico, effettuato quest'ultimo sia a livello di popolazione residente che a livello di recettori sensibili, mostrano un rischio incrementale accettabile sia per le sostanze a rischio tossico che per quelle a rischio cancerogeno per tutti gli assetti di progetto (Fase 1, Fase 2 e Fase 3).

I risultati dell'assessment epidemiologico mostrano che i livelli di casi attribuibili, (sebbene non esplicitamente previsto dalla nuova L.G. ISTISAN19/9, sono stati calcolati solo per l'assetto post operam e considerati come incrementali rispetto all'opzione 0), ottenuti per l'esposizione alle emissioni del progetto in esame sono scarsamente significativi (circa 2-3 ordini di grandezza inferiori) se confrontati con quelli ottenuti considerando la concentrazione da SQA.

L'analisi VIS ha inoltre previsto una valutazione semi-qualitativa del rischio e dell'opportunità su determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.) in relazione all'area di interesse del progetto. Questa valutazione semi-qualitativa non rileva la presenza 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.

In conclusione si può affermare che l'analisi abbia mostrato **impatti positivi sulla componente sanitaria**. In ogni caso, 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 formulate.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	125 di 129

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

Andamento demografico delle imprese - Provincia di Brindisi, Camera di Commercio di Brindisi - anno 2017

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.

ARPA Puglia – AreS – ASL Brindisi. Rapporto di Valutazione speditiva del Danno Sanitario nell'area di Brindisi ai sensi della L.R. 21/2012. Dicembre 2014.

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

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

Centro Studi CNA (Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccola e Media Impresa). Il mercato del lavoro nelle province italiane - 2018

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
126 di 129

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 publication 2016: EN-1006. 50 pp. (<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2016.EN-1006>).

Escher, S.E., Tluczkiewicz, I., Batke, M., Bitsch, A., Melber, C., Kroese, E.D., Buist, H.E Mangelndorf, I., 2010. Evaluation of inhalation TTC values with the database RepDose Regul. *Toxicol. Pharmacol.* 58 (2), 259-274.

EU Scientific Committee on Consumer Safety SCCS The SCCS's notes of guidance for the testing of cosmetic substances and their safety evaluation - 8th revision, 2012.

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.

Fehr R, Viliani 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

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.*

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

 DATA
 Settembre 2019

 PROGETTO
 195481

 PAGINA
 127 di 129

- 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.
- 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.
- Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Commissario di Governo per l’emergenza ambientale, Regione Puglia, Provincia di Brindisi, Comune di Brindisi, Autorità Portuale di Brindisi. Accordo di Programma. 18 Dicembre 2017.
- Paustenbach DJ. The practice of exposure assessment: A state-of-art review. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 2000; part B, 3:179-291.
- Piano Regolatore Generale del Comune di Avetrana “Adeguamento alle prescrizioni e modifiche di cui alla delibera di Giunta Regionale n° 1489 dell’11.aprile.1996 e controdeduzioni”.
- Piano Urbanistico Generale del Comune di Carovigno “Delibera di C.C. n.44 del 27-10-2012.
- 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
- PugliaCan Live - Registro Tumori Puglia.
- Regione Puglia, Studio di coorte sugli effetti delle esposizioni ambientali sulla mortalità e morbosità della popolazione residente a Brindisi e nei comuni limitrofi. Maggio 2017.
- Registro Tumori Puglia – Rapporto Tumori, 2015.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
128 di 129

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

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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

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

DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
129 di 129

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.