



## **CITTA' DELLA SPEZIA**

### **Dipartimento III – Servizi Tecnici Lavori Pubblici**

PIAZZA EUROPA,1 La Spezia Piano IV – Fax 0187 727374

P.E.C.: [oopp.comunedellaspezia@legalmail.it](mailto:oopp.comunedellaspezia@legalmail.it)

Oggetto: parere relativo al procedimento di valutazione di impatto ambientale del progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica della spezia "Eugenio montale"

Al Sindaco

Sede

Il presente elaborato costituisce parere nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale relativo al progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica della Spezia "Eugenio Montale" (Prot. 20065 del 19/3/2020).

E' articolato in quattro sezioni: una dedicata agli aspetti ambientali, una dedicata agli aspetti geologici, idrogeologici e idraulici, una dedicata agli aspetti paesaggistici e, la quarta, riguardante la Valutazione di Impatto Sanitario contenuta nella V.I.A.. Quest'ultimo è contenuto nel documento trasmesso dal prof. Alfonso Cristaudo dell'Università degli Studi di Pisa a seguito di specifico incarico, integralmente condiviso dagli uffici e che diviene parte integrante del presente parere.

## I. ASPETTI AMBIENTALI

L'osservazione si articola in due parti:

- 1) Le questioni di competenza comunale;
- 2) Le questioni sollevate dalla commissione tecnica ministeriale preposta alla valutazione se l'impianto fosse o meno da sottoporsi a VIA.

Quanto alle prime, si osserva che tra gli obblighi contemplati dall'istituzione della VIA, c'è il confronto con l'"opzione zero".

Dal momento che la politica nazionale oggi prevede il "phasing out" dall'uso del carbone, e che quindi l'attuale gruppo della termocentrale è già per legge destinato alla dismissione, si osserva che **il corretto confronto dell'opzione zero è con l'assenza nel sito di qualsivoglia impianto, non già quello con l'attuale situazione di produzione energetica a carbone, che come si è detto, è destinata a essere abbandonata nell'immediato futuro.**

Questione cruciale è la **valutazione degli impatti sanitari**, e quindi la necessità della presentazione della Valutazione di Impatto Sanitario, che effettivamente è stata fatta da ENEL in sede di VIA. Per gli stessi motivi sopra enunciati, **anche il confronto delle ricadute sanitarie andrebbe condotto con uno scenario "senza centrale".** In ogni caso la complessità del documento presentato rende necessaria, per una corretta valutazione e a salvaguardia del principio di terzietà della stessa, l'acquisizione di un parere tecnico estremamente qualificato, formulato da professionalità di riconosciuto rilievo nazionale, che è stata individuata nel prof. Alfonso Cristaudo dell'Università degli studi di Pisa, al quale è stato quindi conferito specifico incarico, e che ha fatto pervenire propria specifica relazione.

Quanto alle seconde questioni:

Per quanto riguarda la verifica dell'attuazione delle indicazioni ministeriali, si procede all'analisi per matrice.

Il Ministero aveva evidenziato la necessità di VIA affinché fossero approfondite le seguenti tematiche, di cui si riporta una sinossi e, a seguire, una disamina più puntuale:

- 1) Atmosfera, inclusi gli aspetti climatici generali e locali (sicuramente il progetto propone miglioramenti, ma sono da approfondire gli aspetti cumulativi con altre sorgenti inquinanti);

- 2) Ambiente idrico (non sono aggiornate le analisi modellistiche dello scarico, necessarie per una puntuale valutazione degli effetti);
- 3) Suolo e sottosuolo (sono indispensabili maggiori informazioni sui terreni derivanti dagli scavi in vista di possibili riutilizzi);
- 4) Biosfera – (nulla da segnalare);
- 5) Clima acustico (sono necessari approfondimenti sulla modellazione effettuata);
- 6) Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti (sono necessarie maggiori informazioni sulle emissioni rispetto alle aree sensibili);
- 7) Salute pubblica (sono necessari approfondimenti sulle ricadute per emissioni in atmosfera e inquinamento elettromagnetico).
- 8) Paesaggio (si rinvia alla terza sezione delle presenti osservazioni);

Dunque, analizzando punto per punto:

- 1) Quanto all'atmosfera e al clima, si rileva come **rispetto alla situazione attuale** sia agevole, per ENEL, dimostrare che il progetto induce evidenti miglioramenti, eliminando le emissioni di SO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub>, e riducendo considerevolmente l'emissione di NO<sub>x</sub>, sia in termini emissivi, che di impatto. ENEL ha fatto anche un (invero minimo) confronto con lo stato attuale della qualità dell'aria, utilizzando i dati ARPAL, e quindi non includendo nell'analisi gli apporti di alcune specifiche e localizzate sorgenti, quali ad esempio il porto, dati ai quali ha applicato la propria modellistica relativa alla specifica emissione della centrale, concludendo che sia nell'attuale situazione, sia nelle due fasi di progetto, sono ampiamente rispettati i limiti dei microinquinanti normati, e che gli scenari di progetto prevedono consistenti miglioramenti. Si sottolinea che, rispetto a quanto richiesto dalla competente commissione ministeriale, **gli aspetti cumulativi sono stati considerati "nell'insieme" e non considerando specifiche ma enormi sorgenti, fatto che localmente può avere rilevanza, specie, ad esempio, nell'area retroportuale, nella quale di fatto, tra l'altro, è proprio situata la centrale.**

Quanto al clima, oltre alle considerazioni generali sulla riduzione di inquinanti climalteranti, il documento ENEL esamina anche la situazione locale (microclima nelle aree circostanti) evidenziando che, pur non essendo prevista dal progetto una torre di

raffreddamento, il calore di raffreddamento dell'impianto non terminerà in atmosfera, continuandosi lo stesso a smaltire mediante lo scarico a mare, confidando nella efficace dispersione dei fumi di combustione attraverso la ciminiera. Questo comporta la necessità di un approfondimento circa la necessità o meno di mantenerla, anche a regime.

- 2) Riguardo all'ambiente idrico i documenti ENEL evidenziano che “non sono previste modifiche nell'ubicazione dei punti di prelievo e scarico in mare”, ma anche che “il nuovo ciclo combinato sarà progettato per minimizzare l'uso di acqua”, di tal che saranno ridotti gli scarichi e rispettati i limiti. Enel afferma altresì di aver effettuato simulazioni per valutare gli impatti dello scarico termico e con antifouling, specie sulle aree interessate da molluschicoltura. Su questo punto sono necessari approfondimenti al fine di evidenziare attentamente gli impatti.
- 3) Circa il suolo e sottosuolo, nel rinviare alla sezione pertinente gli aspetti geologici, i documenti ENEL contengono approfondimenti litologici e geologici riguardo gli orizzonti di suolo interessati dagli scavi, i quali dimostrano il sostanziale rispetto dei parametri, in vista di un loro possibile riutilizzo. Viene però anche richiamato il fatto che si sono riscontrati superamenti in alcuni prelievi nella falda, e che quindi è stato predisposto un progetto operativo di bonifica sotto questo aspetto, già sottoposto alla Regione competente, nell'ambito dell'analisi di rischio, approvata dalla Regione nel 2013. Un aspetto che solleva significative criticità è che ENEL ritiene che in fase di cantiere le aree interne all'impianto destinate alle *facilities* **non sono sufficienti a garantire tutte le logistiche necessarie allo stoccaggio dei materiali, per cui dovranno essere reperite ulteriori aree disponibili fuori dal perimetro di centrale**, suggerendo a tale scopo l'area dell'ex carbonile di Val Fornola, ora liberato dal carbone e restituito agli usi legittimi. Questo aspetto solleva perplessità molto rilevanti **sull'impegno di suolo in tutta l'area di centrale, con l'impianto a regime visto che sotto il profilo insediativo, urbanistico e paesaggistico il progetto non si fa carico di chiarire quali siano gli effetti della trasformazione della centrale sulle aree esterne e limitrofe, se e come le stesse possano essere riorganizzate e a quali finalità e con quali ricadute per il comprensorio territoriale.**
- 4) In merito alla matrice “biodiversità”, sia pure non avendo ricevuto particolari osservazioni ministeriali, ENEL ha approfondito i propri studi concludendo che in fase di

cantiere non si determineranno fenomeni di alterazione a carico degli elementi di connessione ecologica nel territorio, e a regime il miglioramento ambientale atteso farà sì che non si introducano impatti aggiuntivi sugli ecosistemi.

- 5) Riguardo il clima acustico, sono state effettuate le indagini suppletive richieste, dimostrando a regime una sostanziale riduzione del contributo acustico della centrale. Va anche in questo caso sottolineato come tutte le riduzioni degli impatti ambientali siano valutate da ENEL **rispetto alla situazione esistente, e non già con la vera “opzione zero”, che non prevede centrale nel sito.**
- 6) Circa le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, i documenti ENEL riferiscono di un’evidente riduzione della presenza in sito di radionuclidi naturali, determinata dalla sostituzione del combustibile da carbone a gas naturale, e anche una riduzione delle radiazioni non ionizzanti, in quanto le correnti circolanti nei conduttori saranno inferiori a quelle attuali, passando l’assetto della centrale da una potenza di 1.420 MVA a 980 MVA. Pur apprezzando e condividendo in larga massima queste considerazioni, gli uffici non dispongono delle competenze tecniche tali da confermare se quanto riferito da ENEL possa considerarsi sufficiente a rispondere alle eccezioni e richieste avanzate su tale componente nel parere ministeriale.
- 7) Infine, riguardo la salute pubblica, ENEL ha presentato una vera e propria Valutazione di Impatto Sanitario (nella quale non è chiaro se nella V.I.S. sia stato sufficientemente affrontato l’inquinamento elettromagnetico, nei termini richiesti dal Ministero): su questo aspetto si ribadisce quanto affermato sopra, circa **l’avvenuta acquisizione di un parere tecnico estremamente qualificato**, del prof. Alfonso Cristaudo, le cui conclusioni si condividono integralmente.

## II. ASPETTI GEOLOGICI

### 1) Aspetti geologici e geomorfologici

Dall'esame delle cartografie di pericolosità geomorfologica del Piano di Bacino Ambito 20 non emergono particolari criticità di tipo geomorfologico (perimetrazioni  $P_{g0}$  e  $P_{g1}$ , a bassa e molto bassa pericolosità) in quanto l'areale oggetto di variante si presenta sostanzialmente sub-pianeggiante. Tuttavia l'esame dei dati bibliografici disponibili per il settore fanno emergere criticità geotecniche non trascurabili dei terreni coinvolti costituiti, in larga massima, da coperture di sedimentazione di potenza variabile a natura prevalentemente alluvionale e marino-lacustre (salvo locali accumuli di origine antropica), caratterizzati da mediocri e scadenti caratteristiche meccaniche e da una estrema variabilità compositiva e granulometrica, sia orizzontale che verticale. Il contesto geologico risulta ulteriormente complicato dalla presenza di una diffusa circolazione idrogeologica complessa contraddistinta da un sistema di acquiferi multifalda, con falde superficiali, falde sospese e falde in pressione profonde, localmente con caratteristiche termominerali.

### 2) Aspetti sismici

Dall'esame della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), attualmente in fase di approvazione da parte del Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, si evince che la quasi totalità del compendio oggetto di variante urbanistica (e precisamente l'area Centrale ENEL), **è inserita all'interno della Zona di attenzione per instabilità per fenomeni di liquefazione (ZAlq).**

Il potenziale fenomeno della liquefazione del settore della Centrale ENEL sarebbe dovuto principalmente alla presenza di depositi di ambiente fluviale e di piana pedemontana concomitante ad una falda posta in prossimità del p.c. I dati geognostici di bibliografia sembrerebbero indicare la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche abbastanza buone tali da limitare il fenomeno della liquefazione. La pianificazione urbanistica e territoriale nelle zone interessate dalla presenza di possibile liquefazione è chiamata a disciplinare gli usi del suolo e le previsioni di trasformazione urbana, tenendo conto della relazione tra la pericolosità sismica e i diversi contesti insediativi. Nell'ambito degli

strumenti di pianificazione urbanistica, gli studi di MS ai vari livelli, devono tenere in debito conto quanto di seguito specificato nelle “*Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazioni (LQ)*” redatte dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica nel 2018. Tali linee guida definiscono la specifica disciplina d’uso del territorio (regolamentazione dello strumento urbanistico anche in termini di categorie di intervento, di destinazione d’uso e modalità attuative), in funzione della categoria di area urbanistica e del relativo livello di approfondimento dello studio di MS. Nel caso di specie, tenuto conto del livello di approfondimento sismico (microzonazione sismica di 1° livello) che ha consentito di individuare una ZAlq (zone di attenzione alla liquefazione) e della categoria urbanistica attribuibile al settore in esame (aree edificate recenti o consolidate), le linee guida prescrivono, in fase attuativa, l’obbligo di espletare i necessari approfondimenti geologici e geotecnici, propri del Livello 3, necessari ad individuare le ZSlq (zone di suscettibilità alla liquefazione) e le ZRlq (zone di rispetto alla liquefazione). **Pertanto all’interno dell’area perimetrata in ZAlq (lotto della Centrale ENEL) e nella categoria urbanistica relativa alle aree edificate recenti e/o consolidate, quale quella in esame, per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull’edificato esistente, dovranno essere espletati i necessari approfondimenti geologici e geotecnici propri del Livello 3 di MS (§ 2.2 e 2.3 delle Linee guida) al fine di individuare le ZSlq e le ZRlq, oppure, per interventi puntuali, gli approfondimenti previsti dalla normativa tecnica vigente.** Resta inteso che in assenza di indagini di maggior dettaglio la tipologia degli interventi previsti risulta limitata per l’esistente ed inibita per la nuova costruzione.

In conclusione **dovranno essere effettuate precise valutazioni sulla possibilità che si manifesti il fenomeno della liquefazione in condizioni sismiche, in fase attuativa, mediante specifiche analisi quantitative di dettaglio tali da escludere tale rischio potenziale ovvero che siano adottati i necessari interventi di mitigazione in conformità alle vigenti NTC 2018.**

### 3. Aspetti idraulici

Ad oggi, in riferimento alle cartografie del Piano di Bacino Ambito 20 sull’assetto del fondovalle, l’area oggetto di variante urbanistica non risulta essere inserita all’interno di alcuna fascia di inondabilità. **Tuttavia**, ancorché non risultino perimetrare fasce di

inondazione per il settore in esame, **le verifiche idrauliche di tipo puntuale rappresentate nelle cartografie vigenti del Piano di Bacino, mettono in evidenza che ampi settori del reticolo idrografico che attraversano il compendio o che lo percorrono nelle immediate vicinanze, non risultano verificati neanche per tempi di ritorno  $Tr = 50$  anni.** Come detto, si rileva che l'areale analizzato risulta attraversato o lambito da diversi corsi d'acqua (la gran parte dei quali tombinati), tutti afferenti al Canale Fossa Mastra. Tali aste fluviali, appartenenti al reticolo idrografico regionale adottato con DGR 507/2019, **non risultano essere state indagate con verifiche idrauliche di tipo esteso in grado quindi di identificare eventuali aree soggette a dinamica fluviale.** In tale contesto si richiama quindi la necessità di rispettare i vincoli delle fasce di inedificabilità di cui all'art. 4 del RR n. 3/2011 e s.m.i., da misurarsi dal limite più esterno dell'alveo ed in funzione della classificazione delle aste degli stessi corsi d'acqua.

L'Amministrazione comunale aveva già in corso uno studio idraulico organico dei corsi d'acqua afferenti a tutto l'areale in esame, finalizzato a mappare le aree oggetto di dinamica fluviale in termini di altezze della tavola d'acqua e di velocità di scorrimento di propagazione della piena. Il settore analizzato dallo studio idraulico realizzato dalla Società Hydrodata S.p.a. di Torino, come già evidenziato dalla insufficienza delle sezioni oggetto di verifiche puntuali sviluppate dall'Autorità di Bacino Ambito 20, **sembra indicare diffuse problematiche idrauliche di tipo esteso dovute al notevole irrigidimento delle aste fluviali, al fatto di essere in prevalenza tombinate e soprattutto non adeguatamente dimensionate a smaltire i deflussi e le piogge anche con  $Tr$  di 50 anni.** L'asta fluviale principale è rappresentata dal Canale Fossa Mastra a cui afferiscono vari sottobacini tra cui quello del Fosso di Calcinara, il Fosso Tombone e quello del Fosso Colombiera, ognuno con differenti e diffuse problematiche di tipo idraulico.

In dettaglio **le principali criticità idrauliche che coinvolgono l'areale della Centrale ENEL riguardano il Fosso Colombiera e il Fosso Tombone.** Le tombinature di immissione delle due aste fluviali risultano inadeguate a smaltire il deflusso della piena cinquantennale, cui concorrono i fenomeni di rigurgito indotti dai livelli idrici che si instaurano nel Calcinara nel tratto di confluenza; le portate (sia con  $Tr = 50$  anni che  $Tr = 200$  anni) esondano pertanto in corrispondenza delle tombinature e si



propagano gradualmente verso est fino ad interessare interamente la Centrale ENEL con altezze della tavola d'acqua mediamente pari a circa 40 cm e punte fino ad 80 cm.

### III. ASPETTI PAESAGGISTICI

Il quadro vincolistico rappresentato negli elaborati della relazione paesaggistica (Tavola 04 – *Regime vincolistico*) è sensibilmente carente con riferimento alla ricognizione del vincolo derivante dall'art. 142 comma 1 lettera c) del D.Lgs. 42/2004 con riferimento alle fasce di 150 ml. dei corsi d'acqua. Ciò dal momento che non ricorrono le casistiche di esclusione di cui al comma 2, né i corsi d'acqua esistenti risultano inclusi negli elenchi previsti al comma 3 del medesimo articolo.

Il vincolo non viene rappresentato, ma solo richiamato nella relazione in rapporto alla fascia di rispetto del reticolo idrografico, senza dunque una effettiva definizione grafica della sua estensione in rapporto all'area di intervento, ciò che **non rende leggibile la interferenza del vincolo stesso con gli interventi previsti.**



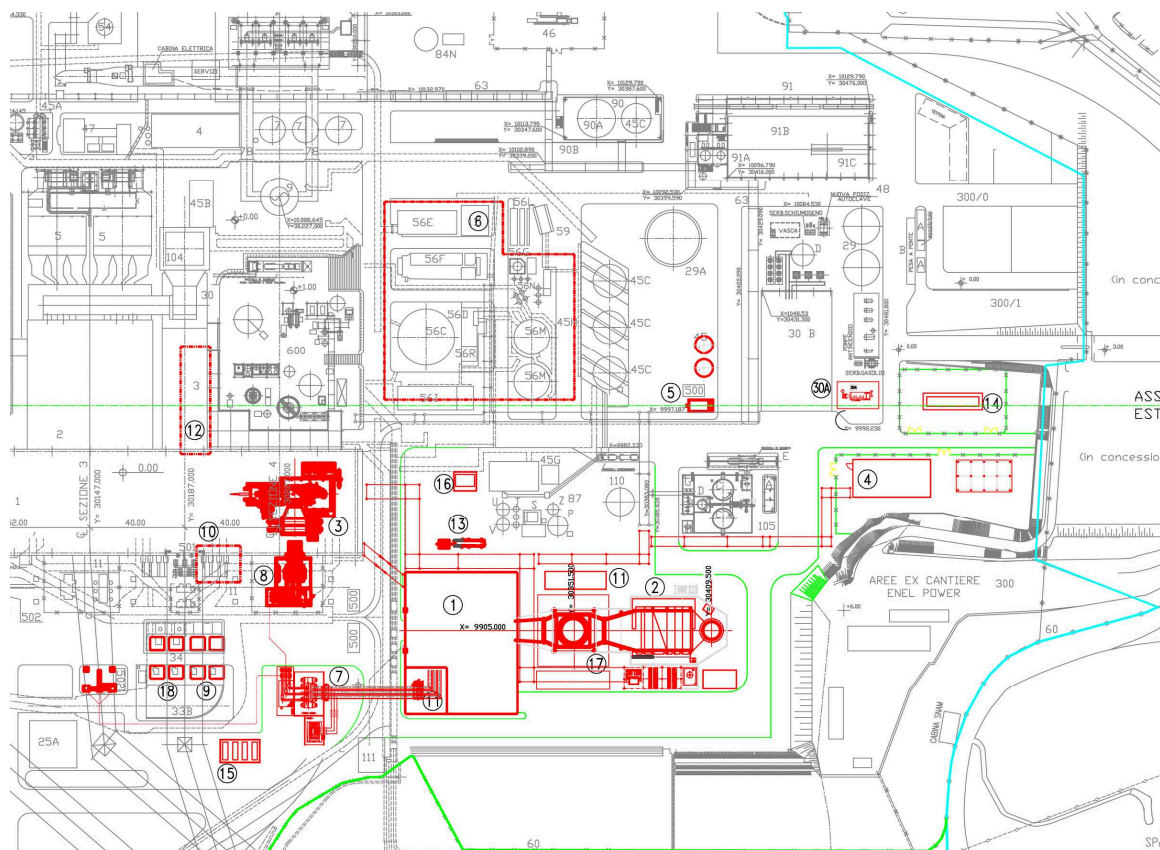
*Cartografia del vincolo (in rosso) di cui all'art. 142 comma 1 lettera c) del D. Lgs. 42/2004*

La situazione vincolistica effettiva con riferimento ai corsi d'acqua è pertanto quella rappresentata nell'immagine sopra riportata, in cui le fasce di 150 metri sono individuate sulla base del PRG del Comune della Spezia del 1982.

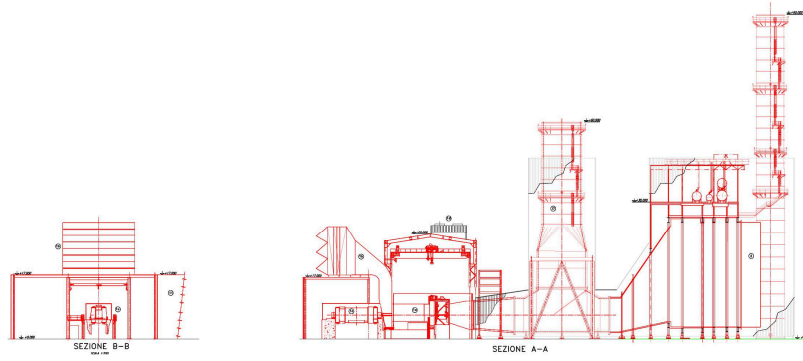
Sotto il profilo istruttorio è opportuno sottolineare preliminarmente alcune variazioni del progetto rispetto alla versione presentata nel maggio 2019 che possono essere così sintetizzate:

la nuova versione del progetto prevede la realizzazione di una vasca di prima pioggia e di un serbatoio di riserva olio – turbina (originariamente prevista in altra localizzazione) di dimensioni maggiori. Due volumi originariamente ubicati ad ovest dell'impianto vengono spostati a sud e accorpati in un unico volume come edificio elettrico TG-TV e refrigeranti a ciclo chiuso (visibile come fabbricato sviluppato su due piani nelle sezioni progettuali B-B') a sostituzione della precedente collocazione del serbatoio olio-turbina e generatore diesel di emergenza. Viene modificato anche il sistema delle pompe per l'acqua di circolazione e relativo sistema di griglie nonché delle pompe per l'acqua di mare, con una apparente riduzione del numero degli elementi.

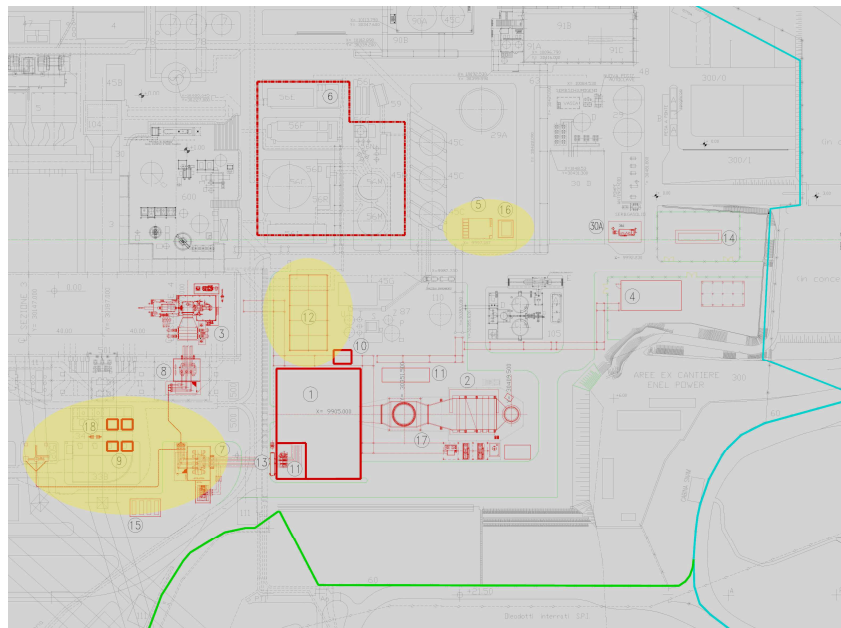
Le modifiche risultano dal confronto grafico seguente:



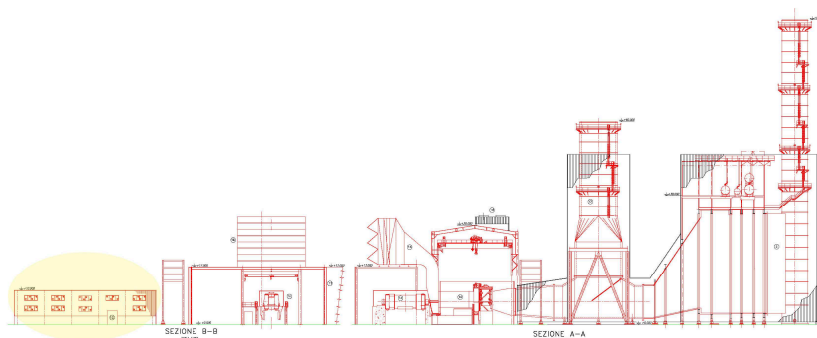
Planimetria progetto maggio 2019



*Sezioni progettuali maggio 2019*



*Planimetria progetto novembre 2019 (in giallo le parti modificate)*



*Sezioni progettuali novembre 2019 – in giallo il volume “Edificio elettrico TG-TV e refrigeranti a ciclo chiuso” (nella precedente soluzione in altra collocazione)*

Le modifiche introdotte non vengono adeguatamente rappresentate, perché desumibili solo da planimetrie e sezioni molto limitate. Non è pertanto possibile valutare se le stesse siano da ritenersi rilevanti o meno sotto il profilo degli esiti paesistici. **Risulta** comunque, anche a prescindere dalle modifiche introdotte, **difficile valutare appieno gli impatti paesistici indotti dal progetto dal momento che la rappresentazione complessiva dell'intervento è affidata ad una relazione paesaggistica in cui la descrizione del progetto quasi si esaurisce nella descrizione di impianti tecnologici e di aspetti meramente impiantistico-tecnici (scarsamente inferenti quando del tutto non pertinenti con gli aspetti paesistici) delle opere civili oltreché a fotoinserimenti, peraltro insufficienti e predisposti da punti di visuale eccessivamente distanziati dall'area di intervento.** Non si riscontrano peraltro variazioni nei nuovi fotoinserimenti presentati confrontando le versioni del progetto di maggio e novembre 2019. Si ritiene pertanto imprescindibile – anche, ma non solo, alla luce delle modifiche introdotte – **un maggiore approfondimento della reale entità trasformazioni edilizie e del loro inserimento nel contesto immediato e soprattutto nel contesto locale circostante, non essendo sufficienti a valutare l'impatto paesistico analisi condotte prevalentemente a scala di “panorama urbano”.**

La precedente osservazione sui punti di ripresa dei fotoinserimenti, lontani dall'area di intervento, ha ripercussioni più ampie e profonde nella valutazione del progetto. Si riscontra infatti che nella nuova versione della relazione paesaggistica, precisamente nella parte conclusiva, si afferma come “la realizzazione degli interventi proposti non comporti una modificazione significativa nell'ambito del paesaggio analizzato, generando un impatto visivo e percettivo valutato al più di bassa entità, **ad eccezione delle aree immediatamente circostanti la Centrale, per le quali le modifiche previste possono considerarsi di media entità per via della distanza ravvicinata,** senza tuttavia apportare modificazioni significative al contesto dei luoghi.” (Centrale “Eugenio Montale” della Spezia – Progetto di sostituzione della unità a carbone esistente con nuova unità a gas – relazione paesaggistica ai sensi del DPCM 12/12/2005, 29/11/2019 - pag.136). Quella che può sembrare una argomentazione intesa ad avvalorare lo scarso impatto visivo della centrale sulle panoramiche di lungo raggio della città tradisce invece **una scarsa o nulla considerazione degli effetti sul paesaggio locale, in particolare dei quartieri circostanti, come quello delle Pianazze, del Termo, di Melara (ma anche molti altri),**

che certamente saranno interessati da una significativa alterazione degli elementi emergenti presenti sul loro territorio. La Vista 3 (allegata a conclusione del presente documento), per quanto ripresa dalla collina, da lontano e quindi riduttiva dell'effetto localmente percepibile dagli abitanti dei quartieri, rende comunque evidente l'**incombenza e la sproporzione del nuovo volume rispetto al tessuto edilizio del quartiere di Pianazze, volume che introduce una rilevante trasformazione dello spazio percettivo preesistente con un elemento del tutto incongruo e fuori scala rispetto al tessuto abitativo**, andando ad aggravare l'impatto storicamente esercitato dalla Centrale.

La relazione paesaggistica mette dunque in secondo piano un aspetto molto rilevante della valutazione di impatto: l'interferenza del progetto sugli spazi di dimensione locale e sulla percezione degli abitanti, considerando evidentemente la sfera del paesaggio quotidiano come contesto trascurabile agli effetti delle ricadute dell'intervento: la tavola sul rilievo fotografico dello stato dei luoghi (Tav. 4.7.2.) **esclude pressoché interamente i quartieri del Levante, che invece, contraddittoriamente, vengono individuati nella tavola dell'intervisibilità (Tav. 4.7.3) con "Visibilità totale – perceibilità medio/alta" (le Pianazze) e con "Visibilità Parziale – perceibilità medio/alta (Termo, Melara, Limone, La Pianta, Migliarina, Canaletto, Pitelli)**. Ciò contraddice uno dei punti fondamentali della Convenzione Europea sul Paesaggio (peraltro richiamata nel testo della relazione paesaggistica anche con riguardo alla "qualità dei luoghi dell'abitare" e "alla percezione sociale che le popolazioni hanno dei loro luoghi di vita" – p.48 della relazione paesaggistica) che proprio alla dimensione percettiva e identitaria del paesaggio come vissuto e interpretato dalle comunità locali degli abitanti attribuisce un valore fondamentale. Da questo punto di vista la relazione paesaggistica si mostra sensibilmente carente, **risultano assenti analisi percettive che restituiscano lo sguardo "ad altezza d'uomo" degli abitanti, proprio laddove sarebbe stato necessario indagare con pari attenzione gli effetti del nuovo intervento sul paesaggio dei quartieri del Levante, che risultano così di fatto trascurati in nome di una lettura di scala vasta, di per sé insufficiente e fuorviante a consentire di valutare nella loro completezza gli impatti visivi del progetto**. Si ritiene pertanto che per poter analizzare in modo adeguato gli effetti paesistici del progetto sia necessario evidenziarne la percezione dagli spazi abitativi dei quartieri del Levante, integrando altresì l'apparato dei foto inserimenti con riprese effettuate dai quartieri stessi. Non si può ritenere minimamente sufficiente un solo foto

inserimento (punto di ripresa di Via Soggiano) per poter esprimere valutazioni circa l'impatto sul paesaggio locale.

Questa osservazione va ad aggiungersi ad una più generale e più critica: l'intervento di conversione proposto presuppone almeno la dismissione dei carbonili e dei relativi depositi oltre ad altre possibili riorganizzazioni del vasto compendio produttivo. Di queste potenziali trasformazioni non viene data alcuna rappresentazione: il progetto, come è stato già sottolineato nella sezione I del presente documento, **è del tutto indifferente alle possibili realistiche ricadute paesaggistico-territoriali derivanti dalla riconversione proposta, lasciando di fatto, oltretutto sottaciuto, irrisolto il rapporto tra trasformazione della centrale e trasformazione del territorio e del paesaggio circostante. Ciò mette certamente in discussione anche la compatibilità dell'intervento** – invero scarsamente valutabile data la carenza di elaborati che consentano per l'appunto di esaminare l'impatto sul paesaggio contiguo – **con il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico**, che negli indirizzi relativi all'assetto insediativo AI-CO consente certamente gli interventi di ampliamento e consolidamento di attrezzature ed impianti **purché ne migliorino l'inserimento nel contesto ambientale.** Dalla documentazione progettuale e dalla relazione paesaggistica **non è possibile stabilire quali e in cosa consistano i miglioramenti di inserimento nel contesto paesistico, se non l'assai discutibile aggiunta di un nuovo volume e di una ciminiera.** Il progetto si concentra sull'innovazione tecnologica pura e semplice dell'impianto, **ma tace completamente sul cambiamento paesaggistico di un sistema di aree (non solo quella della centrale ma anche quella dei carbonili) di estrema importanza sotto il profilo della qualità territoriale, urbana e paesistica. Basti pensare che nulla viene rappresentato circa il destino del carbonile di Valbosca, in quanto tale necessariamente da dismettere e la cui riconversione costituirebbe certamente un impatto positivo sotto il profilo paesistico e ambientale.** E ciò a fronte della dichiarazione (Pag. 39 della Relazione Paesaggistica) (in quest'ottica invero paradossale) circa la possibilità che le aree attorno la centrale non siano sufficienti alla logistica di stoccaggio di materiali funzionali all'allestimento del cantiere e alla possibile necessità di occupare a tal fine il carbonile bonificato di Val Fornola. L'attenzione è insistentemente concentrata sulla trasformazione tecnologico-impiantistica della centrale e sull'immediato risultato a breve termine della stessa, a mostrare una sostanziale indifferenza per il

territorio circostante (nell'ambito delle stesse aree di proprietà Enel e di pertinenza della centrale) e per le sue modifiche sul periodo breve, medio e lungo, di cui sostanzialmente si tace. Per questo il progetto è da rigettare per la sua grave carenza sotto il profilo del più determinante dei requisiti in una valutazione paesaggistica: il rapporto con il contesto.



LA SPEZIA - CENTRALE ENEL - EUGENIO MONTALE -  
- VISTA 3 - STATO ATTUALE -



LA SPEZIA - CENTRALE ENEL - EUGENIO MONTALE -  
- VISTA 3 - STATO FUTURO - CICLO COMBINATO

#### **IV) ASPETTI SANITARI**

Si richiama il parere espresso dal prof. A. Cristaudo quale parte integrante del presente atto.

La Spezia, 13 luglio 2020

Dott. Laura Niggi

Ing. Gianluca Rinaldi

Ing. Claudio Canneti



***Prof. Alfonso Cristaudo***

*Ordinario di Medicina del Lavoro,*

*Direttore della Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro*

*Dipartimento di Ricerca Traslazionale e delle Nuove Tecnologie in Medicina e Chirurgia*

*Università di Pisa*

*Direttore della U.O. Complessa di Medicina Preventiva del Lavoro,*

*Azienda Ospedaliero Universitaria Pisana*

**Parere circa l'impatto sanitario della nuova Centrale termoelettrica alimentata a gas prevista nel sito dell'attuale Centrale "Eugenio Montale" della Spezia sulla base della VIS presentata da ENEL.**

## **INDICE**

PREMESSA .....	pag. 3
IL PROGETTO DELLA CENTRALE A GAS .....	pag. 4
DATI DI IMPATTO AMBIENTALE .....	pag. 7
LA VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO PRESENTATA DALL'ENEL ...	pag.12
IL SIGNIFICATO DELLA VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO SECONDO LE LINEE GUIDA DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'...	pag.21
DATI RISCONTRABILI IN LETTERATURA RELATIVI AGLI IMPATTI AMBIENTALI DELLE CENTRALI ELETTRICHE A GAS .....	pag. 24
EFFETTI SULLA SALUTE RELATIVI ALLE ESPOSIZIONI AGLI INQUINANTI EMESSI DA UNA CENTRALE ELETTRICA A GAS .....	pag. 46
COMMENTI SULLA VIS PRESENTATA .....	pag. 61
CONCLUSIONI .....	pag. 67

## **PREMESSA**

Con nota prot. Enel-PRO-18/03/2020-4645, acquisita al prot. 20065 del 19/03/2020 del Ministero dell'Ambiente, la società Enel Produzione S.p.A. ha presentato, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii., istanza di pronuncia di compatibilità ambientale relativa al progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di La Spezia.

Il progetto prevede, in particolare, la sostituzione dell'attuale unità a carbone della centrale termoelettrica di La Spezia "Eugenio Montale" con una nuova unità alimentata a gas naturale avente una potenza di circa 1350 MWt.

Il Ministero con nota prot. 0033939 del 12 maggio 2020 ha comunicato alle Amministrazioni interessate, tra cui il Comune di La Spezia, la procedibilità dell'istanza.

Tutta la documentazione relativa al progetto, ai sensi dell'art. 24, comma 1, del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (il progetto, lo studio di impatto ambientale comprensivo dello studio per la valutazione di incidenza ambientale, della valutazione di impatto sanitario e del piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo, la sintesi non tecnica, l'avviso al pubblico), sono pubblicati sul sito web del Ministero dell'Ambiente all'indirizzo: <https://va.minambiente.it/itIT/Oggetti/Documentazione/7389/10692>.

Trattandosi di un progetto riguardante una centrale termoelettrica con potenza termica superiore a 300 MWt, la documentazione è corredata anche

dell'elaborato relativo alla Valutazione di impatto sanitario, così come previsto dall'art. 23, comma 2, del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

In data 26 giugno 2020 l'Amministrazione Comunale di La Spezia ha richiesto la mia consulenza per una valutazione sul documento relativo alla Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) presentata da Enel.

L'obiettivo della presente relazione è quindi quello analizzare, a partire dai dati relativi all'impatto ambientale allegati alla VIS, l'impatto sanitario previsto e fornire un parere, sia pur sintetico visti i tempi ristretti a disposizione, supplementare e integrativo a quello dell'Amministrazione Comunale, circa soprattutto l'inquinamento atmosferico, che, come previsto dalla stessa VIS, rappresenta senza dubbio uno degli aspetti più critici del progetto dal punto di vista dell'impatto sulle salute.

Ciò non esclude, naturalmente, che non si debbano considerare tutti gli altri aspetti possibile di impatto sulla salute, diretti e indiretti, derivanti dall'inquinamento del suolo, degli ambienti idrici, del clima acustico e vibrazionale ecc.

## **IL PROGETTO**

La Centrale "Eugenio Montale" di La Spezia è ubicata in prossimità del porto della città e sorge su un'area di circa 70 ha a est della città.

A 2 Km si trova l'Area protetta del "Parco Naturale Regionale Montemarcello-Magra" e a 1,3 Km in direzione sud-ovest è presente l'area protetta marina "Santuario per i Mammiferi Marini".

La Centrale insiste inoltre nel comune di Arcola su terreni in parte a destinazione agricola in parte all'interno dell'area urbana nella zona industriale del comune.

E' stata costruita dalla Società Edisonvolta negli anni 60 con quattro sezioni a carbone per una potenza complessiva di 1800 MWe.

Dopo successive trasformazioni, con Decreto del Ministero dell'Ambiente n.244 del 06.09.2013 è stata rilasciata autorizzazione integrata Ambientale alla Centrale costituita di gruppi SP1 e SP2(a gas) e SP3 (a carbone).

Nel 2016 i gruppi SP1 e SP2 sono stati messi fuori servizio mentre il gruppo SP 3 a carbone, con potenza termica di 1540 Mwt (600 MWe) è l'unico attualmente in funzione.

I quadri di programmazione nazionali in materia di energia (SEN) e il Piano Integrato Energia e Clima (PNIEC) prevedono la definitiva cessazione dell'uso del carbone nell'anno 2025.

La Regione Liguria, nel corso del riesame dell'AIA (DM 244/2013) si è espressa richiamando la data del 31.12.2021 quale ultima per l'utilizzo del carbone nella Centrale di La Spezia, stante anche il mancato recepimento di alcune BAT di settore.

L'Enel ha nel frattempo richiesto l'autorizzazione per la sostituzione dell'unità a carbone esistente con una nuova unità a gas e verifica di assoggettabilità a VIA per il medesimo intervento nel 2019.

Il nuovo progetto prevede in sostituzione dell'unità SP3, la realizzazione nell'area di impianto esistente, di una nuova unità a gas di 840 MWe, con potenza termica pari a 1350 MWt.

Il progetto prevede la sua realizzazione in due fasi:

- 1- la costruzione dell'unità turbogas e funzionamento del ciclo aperto (Open Cycle Gas Turbine - OCGT), con la messa fuori servizio dell'unità a carbone;
- 2- completamento del ciclo chiuso (Combine Cycle Gas Turbine - CCGT) con l'aggiunta della caldaia a recupero e della turbina a vapore.

Secondo la Regione Liguria, nelle Osservazioni per l'avvio del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA (in data 11.07.2019), il nuovo gruppo a gas naturale sostituirà un impianto per il quale è comunque prevista la definitiva

cessazione al 2021 e pertanto non è configurabile come una mera sostituzione dell'impianto a carbone esistente.

Sempre secondo la Regione, sebbene l'impianto proposto possa potenzialmente risultare migliorativo a quello esistente, tuttavia deve essere considerato un impianto nuovo con impatti significativi, che rientrano nel campo di applicazione dell'allegato II c.18 della parte II del D.Lgs 152/2006, e pertanto da sottoporre a VIA.

Inoltre, essendo il progetto da sottoporre a VIA ricadente nella definizione "centrale termiche e altri impianti di combustione con potenza termica > 300 MW", l'Enel dovrà predisporre la VIS (Valutazione di impatto Sanitario) come previsto dall'articolo 23 c.2 del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

In data 10.07.2019, in merito alla pratica di assoggettabilità a VIA del progetto "de quo", nella lettera indirizzata al Ministero dell'Ambiente, il Sindaco di La Spezia ha espresso il parere negativo dell'Amministrazione sul progetto di riconversione, in base anche al parere tecnico sul rapporto preliminare di VIA redatto dal Servizio Ambiente del Dipartimento 2 - territorio e politiche ambientali del Comune di La Spezia che comprendeva anche la richiesta di formale procedimento di VIA nazionale, secondo le procedure di legge.

Da rilevare che anche il parere istruttorio conclusivo relativo al riesame dell'AIA della Centrale, approvato dalla Conferenza dei Servizi in data 29.10.2019, prevedeva, fra l'altro, un piano per la cessazione definitiva delle attività attuali della Centrale entro il 31.12.2021.

## **DATI DI IMPATTO AMBIENTALE**

I dati di impatto ambientali allegati alla Valutazione di Impatto Sanitario sono compresi in alcuni documenti redatti da CESI fra cui lo Studio di Impatto Ambientale, in numerosi allegati e nella "Sintesi non Tecnica" sempre prodotta da CESI in data 20/12/2019.

Da quest'ultimo documento è possibile desumere che:

*"Il progetto in esame prevede la sostituzione dell'unità a carbone SP3 esistente con una nuova unità alimentata a gas; in particolare, è prevista una prima fase con l'esercizio della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT), utilizzando il camino di by-pass, con una potenza prodotta di circa 560 MWe e una seconda fase con la possibilità di installare una Turbina a Vapore con potenza prodotta di circa 280 MWe e quindi la chiusura del ciclo (funzionamento in ciclo chiuso CCGT), per una potenza complessiva di circa 840 MWe e una potenza termica pari a 1350 MWt. Il documento di Studio di Impatto Ambientale è stato redatto ai sensi della legislazione nazionale e regionale vigente ed è in particolare articolato secondo quanto disposto all'allegato VII al D.Lgs. 152/2006 come modificato dal D.Lgs. 104/2017.*

*I risultati del lavoro sono presentati alle Autorità competenti, che devono condurre la procedura di valutazione della compatibilità ambientale del progetto, e al Pubblico, che può esprimere pareri (nei modi previsti dalla normativa vigente) dei quali viene tenuto conto, per mezzo di due tipologie di documentazione (art. 22 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.): una estesa, di carattere tecnico-scientifico, definita "Studio di Impatto Ambientale (SIA)"; l'altra, la presente, denominata "Sintesi non Tecnica", nella quale vengono riassunti in linguaggio non tecnico i contenuti chiave del SIA. L'Autorità competente al rilascio del parere di compatibilità ambientale è il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), che esercita le proprie competenze di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali (MIBAC) per le attività istruttorie relative al procedimento di VIA (art.7 bis del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.).*

*Breve descrizione del progetto Il nuovo progetto prevede la realizzazione nell'area di impianto di una unità a gas denominata SP5, avente taglia massima 1 840 MWe, in sostituzione all'esistente unità SP3 1 La potenza di 840 MWe corrisponde alla potenza nominale più alta dei cicli combinati disponibili sul mercato appartenenti alla taglia degli 800 MW elettrici; l'effettivo incremento di potenza elettrica dipenderà dalla potenza della macchina del produttore che si aggiudicherà la gara di fornitura. RAPPORTO USO RISERVATO APPROVATO B9014376 Pag. 7/74 alimentata a carbone, ed è stato progettato con i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale e proposti nel pieno rispetto delle Best Available Techniques Reference (BRef) di settore. Il progetto prevede la sua realizzazione in due fasi. La prima fase prevede la costruzione dell'unità turbogas e il funzionamento il ciclo aperto (OCGT), con la messa fuori servizio dell'unità esistente a carbone. Nella seconda fase potrà essere realizzato il completamento in ciclo chiuso (CCGT) con l'aggiunta della caldaia a recupero e della turbina a vapore. Il nuovo impianto a gas presenta le caratteristiche tecniche/operative idonee per inserirsi nel contesto energetico nazionale ed europeo, nell'ottica di garantire la continua evoluzione e transizione energetica, nell'ottica di traguardare gli obiettivi strategici di decarbonizzazione - e temperando la salvaguardia strutturale degli equilibri della rete elettrica. Il criterio guida del progetto di conversione della Centrale è quello di preservare il più possibile la struttura impiantistica esistente e riutilizzare gli impianti ausiliari, migliorando le prestazioni ambientali ed incrementando sostanzialmente l'efficienza energetica, favorendo ove possibile, il recupero dei materiali in una logica di economia circolare. La nuova unità a gas, rispetto alla configurazione attuale autorizzata all'esercizio di SP3 con Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) DEC-MIN-0000351 del 6 dicembre 2019, consentirà:*

- di ridurre la potenza termica attuale da circa 1.540 MWt a circa 1.350 MWt;*
- di incrementare la potenza elettrica di produzione (circa 840 MWe, contro i 600 MWe attuali), raggiungendo un rendimento elettrico netto superiore al 60%, rispetto all'attuale 39%, riducendo contestualmente le emissioni di CO2 al 60%;*



- di ottenere una concentrazione di emissioni in atmosfera di NO<sub>x</sub> e CO sensibilmente inferiore ai valori attuali (NO<sub>x</sub> ridotti da 180 (al 6% O<sub>2</sub> su base secca) a 10 mg/Nm<sup>3</sup> (al 15 % O<sub>2</sub> su base secca) e CO che passano da 150 (al 6% O<sub>2</sub> su base secca) a 30 mg/Nm<sup>3</sup> (al 15 % O<sub>2</sub> su base secca));
- di azzerare le emissioni di SO<sub>2</sub> e polveri.

.....La proposta di installazione del nuovo ciclo combinato si configura come l'unica capace di garantire il proseguo dell'attività della Centrale di La Spezia in linea con il mutato scenario energetico nazionale, ottenendo una maggiore efficienza e **minori** ricadute ambientali rispetto all'installazione esistente anche se sottoposta ad un progetto di aggiornamento tecnologico. ....

4.3.2 Effluenti gassosi Il nuovo CCGT, nella sua configurazione finale, rispetterà i seguenti valori massimi di emissione:

- NO<sub>x</sub> 10 mg/Nm<sup>3</sup> @15% O<sub>2</sub> dry
- CO 30 mg/Nm<sup>3</sup> @15% O<sub>2</sub> dry
- NH<sub>3</sub> 5 mg/Nm<sup>3</sup> @15% O<sub>2</sub> dry Le suddette emissioni saranno rispettate in tutto il range di funzionamento del turbogas dal 100% al minimo tecnico ambientale ed in tutto il campo di condizioni ambientali. Quando il gruppo funzionerà in ciclo aperto (sola turbina gas e utilizzando il camino di bypass), le concentrazioni di inquinanti in uscita al camino di bypass saranno le seguenti:
- NO<sub>x</sub> 30 mg/Nm<sup>3</sup> @15% O<sub>2</sub> dry
- CO 30 mg/Nm<sup>3</sup> @15% O<sub>2</sub> dry Per quanto riguarda la nuova caldaia ausiliaria a gas metano, utilizzata nelle fasi di avviamento del ciclo combinato, essa dovrà rispettare i seguenti limiti:
- NO<sub>x</sub> 50 mg/Nm<sup>3</sup> (fumi secchi al 3% di O<sub>2</sub>)
- CO 10 mg/Nm<sup>3</sup> (fumi secchi al 3% di O<sub>2</sub>).

.....Nell'assetto di progetto finale si prevede l'annullamento delle emissioni di SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo) e di PTS (polveri primarie), la decisa diminuzione delle emissioni degli NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto) di quasi un ordine di grandezza e la

riduzione delle emissioni di CO (monossido di carbonio). Dai risultati della simulazione, risultano evidenti i miglioramenti derivanti dalla fase finale dello scenario di progetto. Negli scenari di progetto, le ricadute attese associate alle emissioni convogliate dalla Centrale risultano sempre sostanzialmente inferiori rispetto allo scenario attuale per tutti i principali inquinanti (biossido di zolfo, polveri ed ossidi di azoto). .....

.....le ricadute attese associate alle emissioni convogliate dalla Centrale risultano sempre sostanzialmente inferiori rispetto allo scenario attuale per tutti i principali inquinanti: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e PM. La realizzazione del progetto proposto consente inoltre, riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub> al 60%, di ottenere un beneficio nel contrastare il cambiamento climatico.....”

Studio di Impatto Ambientale (art.22 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) Allegato A – Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell’aria

**Tabella 4.2.10 – Bilancio massico nei due assetti: Attuale e di Progetto fase 2.**

Scenario	Sezione	Bilancio massico				
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	PTS
		kg/h				
<b>Attuale (A)</b>	SP3	388.2	388.2	10.8	323.5	32.4
<b>Progetto (P)</b>	SP5	0.0	41.5	20.8	124.5	0.0
<b>Differenza (P-A)</b>		-388.2	-346.7	10.0	-199.0	-32.4

**Tabella 4.2.12 – Stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta**

Rif. Tavola	Parametro <sup>(1)</sup>	U.m.	Limite di legge (D. Lgs. 155/2010) <sup>(5)</sup>	Area di 17 x 17 km <sup>2</sup>					
				Valore massimo			Valore medio		
				Sc. attuale	Sc. di prog. fase 1	Sc. di prog. fase 2	Sc. attuale	Sc. di prog. fase 1	Sc. di prog. fase 2
01	SO <sub>2</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	20 (L.C.)	1.9	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.5	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>
02	SO <sub>2</sub> – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	125 (V.L.)	25.0	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	5.0	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>
03	SO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 24 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	350 (V.L.)	118.5	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	17.4	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>
04	NO <sub>2</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	40 (V.L.)	1.4	0.7	0.5	0.4	0.1	0.1
05	NO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	200 (V.L.)	101.2	20.8	21.5	15.8	4.6	3.7
06	NO <sub>x</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	30 (L.C.)	1.9	0.7	0.6	0.5	0.1	0.1
07	PM <sub>10</sub> – Conc. media annua <sup>(2) (7)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	40 (V.L.)	0.22	0.04	0.02	0.11	0.01	0.01
08	PM <sub>10</sub> – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile <sup>(2) (7)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	50 (V.L.)	1.03	0.11	0.05	0.38	0.04	0.02
09	PM <sub>2.5</sub> – Conc. media annua <sup>(3) (7)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (V.L.)	0.22	0.04	0.02	0.11	0.01	0.01
10	SPM – Conc. media annua <sup>(4)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	-	0.138	0.041	0.017	0.071	0.013	0.009
11	CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m <sup>3</sup> ]	10 (V.L.)	0.081	0.023	0.054	0.014	0.005	0.010
<sup>(1)</sup> I valori riportati in tabella rappresentano il massimo tra i singoli valori stimati per ciascun anno del triennio 2013-2015									
<sup>(2)</sup> PM <sub>10</sub> = Particolato primario e secondario									
<sup>(3)</sup> PM <sub>2.5</sub> = Particolato fine primario e secondario									
<sup>(4)</sup> SPM = Particolato secondario									
<sup>(5)</sup> L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite									
<sup>(6)</sup> n.d. = dato non disponibile per assenza o trascurabilità delle emissioni									
<sup>(7)</sup> Per lo scenario di progetto, tutto il particolato è di tipo secondario									

## LA VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO (VIS) PRESENTATA DALL'ENEL

Il documento, predisposto da Icaro, Cortona AR) prevede l'utilizzo delle seguenti metodologie di approccio:

- "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).

Il documento comprende la descrizione delle principali unità costitutive previste nel progetto, con una descrizione sintetica di tali componenti:

Le componenti principali della nuova unità saranno:

Fase 1	Fase 2
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Turbina a gas</li><li>▪ Camino di by-pass,</li><li>▪ Stazione gas naturale incluso compressore</li><li>▪ Sistema di raffreddamento ausiliari,</li><li>▪ Sistema di stoccaggio bombole H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Generatore di vapore a recupero,</li><li>▪ Turbina a vapore,</li><li>▪ Condensatore,</li><li>▪ Circuito di raffreddamento in torre</li></ul>

Il documento, di seguito, riporta una **sintesi del quadro delle emissioni in atmosfera** per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata **previsti nei due assetti di progetto considerati i cui dati** 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, come precedentemente riferito.

## VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA  
Settembre 2019

 PROGETTO  
19548I

 PAGINA  
13 di 122

Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata	O <sub>2</sub> Rif. (%)	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NH <sub>3</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	PTS (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO(mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Assetto attuale</b>									
SP3	110	28	2.156.705	6	180	180	5	15	150
<b>Fase 1</b>									
SP5-bypass	680	40	4.150.000	15	---	30	---	---	30
<b>Fase 2</b>									
SP5	80	20	4.150.000	15	----	10	5 <sup>(6)</sup>	---	30

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

Scenario	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	PTS
	kg/h				
Attuale	388.2	388.2	10.8	323.5	32.4
Progetto	---	41.5	20.8	124.5	---

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

## Attività previste nella VIS presentata per la realizzazione e messa in esercizio delle opere

- Preparazione del sito;
- Connessioni stradali;
- Costruzioni temporanee di cantiere;
- Eventuale trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- Nuovo collegamento al sistema acqua di circolazione;
- Fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- Fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- Interventi di adattamento cavalletto TV esistente;
- Fondazione camino principale e di by-pass;

- Diesel di emergenza – vasca di contenimento e fondazioni;
- Trasformatore – vasca di contenimento e fondazioni;
- Fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- Fondazione per serbatoi;
- Pozzetti, tubazioni e vasche di trattamento acque sanitarie;
- Interventi di adeguamento sul canale di opera di presa per inserimento nuove pompe
- Rete interrati (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- Vasca di prima pioggia;
- Recinzione;
- Aree parcheggio;
- Strade interne e illuminazione, parcheggi;
- Eventuale sistemazione a verde.

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

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

La fase di *commissioning* inizia quando le attività di *pre-commissioning* sono quasi ultimate, quindi ad impianto meccanicamente completato. Al termine del *commissioning* l'impianto sarà pronto per l'avviamento.

Di seguito è riportata una tabella con la sintesi della stima degli impatti previsti.

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
<b>ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA</b>	Durante le attività in <u>fase di cantiere</u> le emissioni principali saranno sostanzialmente riconducibili ai mezzi di trasporto e macchine operatrici attraverso i processi di combustione dei motori e la movimentazione e trasporto di materiali polverulenti. Adeguate misure di mitigazione ed assenza di recettori sensibili in prossimità del cantiere. La valutazione dell'impatto connesso alle emissioni di polveri generate in fase di cantiere mostra che è da ritenersi non significativo, completamente reversibile e circoscritto all'area di intervento.	Nessun impatto significativo prevedibile
	Durante la <u>fase di esercizio</u> gli impatti sulla componente indotti dalla Centrale saranno prevalentemente associati alle emissioni di inquinanti dai camini. In Fase 1 ed in Fase 2 è attesa l'eliminazione di emissioni di SO <sub>2</sub> e particolato primario ed una riduzione significativa delle emissioni di NO <sub>2</sub> e CO.	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D. Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Attesa riduzione di impatto.
<b>SALUTE PUBBLICA</b>	Le principali interazioni ambientali, fonti di rischio per la salute pubblica in riferimento alla tipologia di opera in esame, sono costituite dalle emissioni atmosferiche e sonore.	Essendo attese riduzioni di impatto per entrambe le componenti, non è prevedibile alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica

Componente o fattore ambientale interessato	Stima IMPATTO atteso	Fattori di rischio VIS
<b>ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA</b>	Nessun impatto significativo prevedibile	Impatto di entità non significativa e transitorio, circoscritto all'area di intervento. Non identificabile come fattore di rischio VIS
	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D.Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Attesa riduzione di impatto.	Fattore di rischio VIS in relazione alla tipologia di impianto.

Il Documento definisce poi di nessun impatto prevedibile i seguenti componenti o fattori ambientali interessati:

**AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI e sotterranee**

Suolo e sottosuolo, biodiversità, clima acustico e vibrazionale, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, paesaggio.

## Caratterizzazione dell'area di interesse

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".

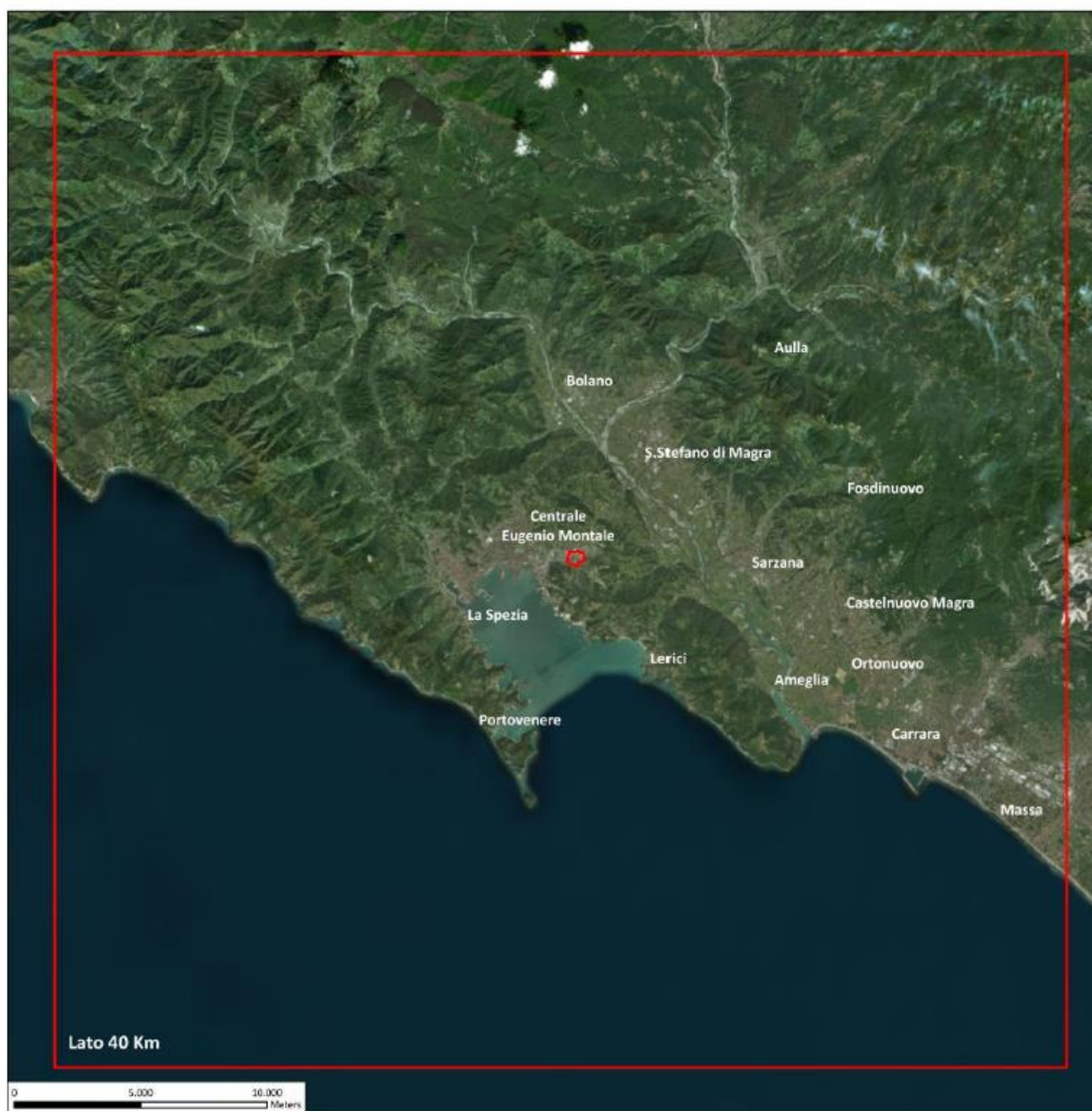


Figura 4: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera

Nell'area considerata (40Kmq) vivono 357.019 persone (Dati Istat 2018).



## **Contenuti della VIS presentata**

Sulla base delle premesse prima citate la VIS presentata viene sviluppata unicamente in relazione agli impatti del progetto sulla qualità dell'aria e l'unico modello preso a riferimento per l'esposizione è quello dell'inalazione.

Gli inquinanti dell'aria dichiarati nel documento come presi in considerazione sono:

- Ossidi di azoto
- Monossido di carbonio
- Ammoniaca
- Particolato secondario

Gli effetti sanitari di interesse per gli inquinanti presi in considerazione sono stati:

- Effetti sanitari a carico del sistema respiratorio
- Effetti sanitari a carico del sistema cardiocircolatorio

I dati simulati delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati utilizzati per la valutazione delle esposizioni della popolazione interessata sono stati tratti dai risultati delle elaborazioni effettuate da CESI nello studio "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale:

Parametro <sup>(1)</sup>	U.m.	Limite D. Lgs. 155/2010 <sup>(5)</sup>	Area di 17 x 17 km <sup>2</sup>			
			Valore massimo		Valore medio	
			Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
NO <sub>2</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	40 (V.L.)	0.7	0.5	0.1	0.1
NO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	200 (V.L.)	20.8	21.5	4.6	3.7
NO <sub>x</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	30 (L.C.)	0.7	0.6	0.1	0.1
PM <sub>10</sub> – Conc. media annua <sup>(2) (6)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	40 (V.L.)	0.04	0.02	0.01	0.01
PM <sub>10</sub> – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile <sup>(2) (6)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	50 (V.L.)	0.11	0.05	0.04	0.02
PM <sub>2.5</sub> – Conc. media annua <sup>(3) (6)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (V.L.)	0.04	0.02	0.01	0.01
SPM – Conc. media annua <sup>(4)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	-	0.041	0.017	0.013	0.009
CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m <sup>3</sup> ]	10 (V.L.)	0.023	0.054	0.005	0.010

**Tabella 19: 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

La VIS presenta poi le ipotesi di mortalità e morbilità (come casi attribuibili), per le due fasi di esercizio previste, per ciascun inquinante considerato e per ciascuna area di interesse, sulla base delle stime di concentrazione dei vari inquinanti riportate nello studio soprariportato.

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
<b>NO2</b> <b>Mortalità totale</b>	Totale	Portovenere	44,4	0,77	<b>1,7%</b>
	Maschi		39,6	0,78	<b>2,0%</b>
	Femmine		44,9	0,76	<b>1,7%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Mortalità per cause cardiovascolari</b>	Totale	Portovenere	6,7	0,028	<b>0,4%</b>
	Maschi		5,7	0,023	<b>0,4%</b>
	Femmine		7,6	0,031	<b>0,4%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Mortalità per cause respiratorie</b>	Totale	Portovenere	2,4	0,01	<b>0,4%</b>
	Maschi		3,3	0,01	<b>0,4%</b>
	Femmine		1,6	0,01	<b>0,4%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari (1)</b>	Totale	Ric 17- La Spezia	12,5	0,098	<b>0,8%</b>
	Maschi		14,0	0,110	<b>0,8%</b>
	Femmine		11,1	0,087	<b>0,8%</b>
<b>NO2</b> <b>Ospedalizzazioni per cause respiratorie (1)</b>	Totale	Rec 31 - Riccò del Golfo	3,9	0,10	<b>2,6%</b>
	Maschi		4,6	0,12	<b>2,6%</b>
	Femmine		3,2	0,08	<b>2,6%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Incidenza tumore polmone</b>	Totale	Portovenere	0,2	0,0015	<b>0,7%</b>
	Maschi		0,3	0,0023	<b>0,7%</b>
	Femmine		0,1	0,0009	<b>0,7%</b>

Tabella 24: CA da esposizione pari alla concentrazione max ammessa da normativa (Fase 1)

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
<b>NO2</b> <b>Mortalità totale</b>	Totale	La Spezia	39,6	0,48	<b>1,2%</b>
	Maschi		38,5	0,47	<b>1,2%</b>
	Femmine		40,6	0,49	<b>1,2%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Mortalità per cause cardiovascolari</b>	Totale	La Spezia	6,7	0,012	<b>0,2%</b>
	Maschi		5,7	0,010	<b>0,2%</b>
	Femmine		7,6	0,013	<b>0,2%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Mortalità per cause respiratorie</b>	Totale	La Spezia	2,4	0,004	<b>0,2%</b>
	Maschi		3,3	0,006	<b>0,2%</b>
	Femmine		1,6	0,003	<b>0,2%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari (1)</b>	Totale	Rec 3 - Ameglia	13,7	0,033	<b>0,2%</b>
	Maschi		16,6	0,041	<b>0,2%</b>
	Femmine		11,1	0,027	<b>0,2%</b>
<b>NO2</b> <b>Ospedalizzazioni per cause respiratorie (1)</b>	Totale	Rec 3 - Ameglia	5,5	0,14	<b>2,5%</b>
	Maschi		6,4	0,16	<b>2,5%</b>
	Femmine		4,7	0,12	<b>2,5%</b>
<b>PM2.5</b> <b>Incidenza tumore polmone</b>	Totale	La Spezia	0,2	0,0006	<b>0,3%</b>
	Maschi		0,3	0,0010	<b>0,3%</b>
	Femmine		0,1	0,0004	<b>0,3%</b>

Tabella 25: CA da esposizione pari alla concentrazione max ammessa da normativa (Fase 2)

## **IL SIGNIFICATO DELLA VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO (VIS) SECONDO LE LINEE GUIDA DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'**

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”*

Le Linee Guida dell'Istituto Superiore di Sanità, pubblicate nel 2019, hanno una particolare importanza per capire il significato che deve essere dato alla VIS nell'ambito della più generale valutazione dell'impatto ambientale di un insediamento potenzialmente in grado di determinare effetti negativi sulla salute umana. Si riportano dalla presentazione delle LG (ISS Istisan 19/9) i seguenti passi:

*“La Direttiva europea 2014/52/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati presenta una grande novità nel panorama delle valutazioni del rischio ambientale includendo in modo esplicito “population and human health” nella lista dei temi che devono essere considerati. D'altra parte la necessità dell'introduzione della componente salute nelle valutazioni ambientali non poteva essere ulteriormente ignorata alla luce della crescente evidenza dell'impatto dell'ambiente sulla salute umana, responsabile di quasi un quarto di tutte le malattie non trasmissibili come da recenti stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization, WHO). La Direttiva europea è stata poi recepita in Italia nel DL.vo n. 104 del 16 giugno 2017. Questo numero dei Rapporti ISTISAN presenta le linee guida per la Valutazione d'Impatto Sanitario (VIS) nelle Valutazioni d'Impatto Ambientale (VIA) di specifici impianti industriali, redatte dall'Istituto Superiore di Sanità su richiesta del Ministero della Salute per rispondere a quanto prescritto dal decreto. Queste linee guida hanno l'ambizione di indicare una procedura che permetta di colmare le lacune lasciate nel testo della Direttiva europea rispondendo alla sfida di garantire una protezione della popolazione e della salute umana nell'ambito di una VIA. La VIS che proponiamo nelle linee guida è fortemente integrata nella valutazione dell'impatto ambientale e abbraccia il **concetto di salute come definita dalla WHO, cioè uno***

**stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattia e di infermità.** La VIS guarda agli impatti sulla salute in linea con quanto stabilito nel 1948 dalla WHO, in cui il concetto di salute va oltre la definizione di assenza di malattia, ovvero: "Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity". Al riguardo si richiama quanto previsto dall'art. 4 del DL.vo 152/2006, come modificato dal DL.vo 104/2017, **"la valutazione ambientale dei progetti ha la finalità di proteggere la salute umana"**; inoltre si richiama quanto disposto nell'Allegato VII, ovvero nella descrizione del progetto devono essere comprese in particolare, una descrizione dei fattori potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto, con particolare riferimento alla popolazione e alla salute umana. Per le opere soggette a VIS incluse nell'attuale legge, sono considerati diretti gli impatti sulla salute determinati dall'esposizione della popolazione agli inquinanti prodotti/emessi a seguito della realizzazione e/o funzionamento dell'opera, mentre sono considerati indiretti gli impatti sulla salute determinati dall'influenza che l'opera potrà produrre sul territorio. È importante ricordare che la VIS necessita di essere svolta per le diverse fasi della vita di un'opera: realizzazione, funzionamento e dismissione. Ne consegue che la VIS si colloca come procedura valutativa da condurre in stretta relazione alle valutazioni degli impatti ambientali dell'opera. Le fasi fondamentali della VIS sono quelle di seguito descritte:

– Screening

In questa fase si valuta l'opportunità se sia necessario effettuare una VIS per il progetto sottoposto a VIA e quindi proseguire con gli step successivi. Allo scopo è di supporto reperire informazioni su quanto fatto precedentemente in casi analoghi.

– Scoping

In questa fase si dovranno identificare

- aspetti chiave che la VIS dovrà trattare,
- effetti sulla salute rilevanti (es. breve e/o lungo termine),
- popolazione interessata e gli specifici gruppi esposti,
- estensione geografica del territorio da studiare,
- esperti necessari a condurre lo studio di VIS e gli **stakeholder (Enti del territorio, associazione, ecc.) da coinvolgere.**

– Assessment e Appraisal

Questa è la fase che deve quantificare, ove possibile, gli effetti sanitari determinati dalla realizzazione del progetto e quindi deve effettuare una valutazione del rischio vera e

*propria. Si dovrà giungere ad una caratterizzazione del rischio per la popolazione interessata dagli impatti, compresi i gruppi più vulnerabili con l'identificazione dell'importanza degli impatti in termini di probabilità e magnitudo, un confronto tra le diverse alternative identificate, una stima delle incertezze delle valutazioni effettuate. Inoltre sarà necessario fare una valutazione del cambiamento dei diversi determinanti della qualità della vita in relazione all'inserimento dell'opera sul territorio. I risultati di questa fase dovranno essere discussi con i diversi stakeholder, per verificare anche di aver valutato e incluso le preoccupazioni espresse dalla popolazione potenzialmente esposta ai cambiamenti indotti dal progetto sul territorio. La conclusione di questa fase determina l'accettabilità e fattibilità dell'opera sul territorio, l'identificazione della configurazione finale del progetto incluse le azioni/tecnologie da adottare per ridurre l'esposizione della popolazione.*

*– Monitoring*

*Definizione del piano di monitoraggio sanitario in relazione anche a quello ambientale per la verifica delle valutazioni condotte.*

*– Reporting*

*Redazione del rapporto di dettaglio delle attività condotte: dalla ricerca bibliografica ai criteri di selezione della letteratura scientifica consultata, ai modelli, dati ambientali e sanitari utilizzati, alle procedure valutative adottate, ai livelli di incertezza delle stime, per concludere con il piano di monitoraggio e controllo predisposto.*

Alcune delle osservazioni da me avanzate sul progetto di VIS presentato da Enel ed espresse nel commento finale della relazione, attengono ad alcune incongruenze nella metodologia applicata e le indicazioni delle suddette LG ISS.

## **DATI RISCONTRABILI IN LETTERATURA RELATIVI AGLI IMPATTI AMBIENTALI DELLE CENTRALI ELETTRICHE A GAS**

In generale in letteratura si riscontrano ancora pochi contributi scientifici in merito agli effetti sulla salute dell'inquinamento provocato da Centrali Elettriche alimentate a gas.

Molti autori si limitano a commenti generici in relazione alla diminuzione potenziale del rischio per i lavoratori e le popolazioni esposte prima ai fattori inquinanti di Centrali a carbone e poi alimentate a gas naturale, sottolineando comunque l'importante impatto ambientale e di conseguenza sanitario di quest'ultime.

Ho preso in considerazione articoli scientifici reperibili tramite i più comuni database internazionali (Pubmed, Scopus ecc.) e ricerche su altri motori di ricerca con le seguenti parole chiave:

“impatti ambientali impatti sanitari centrali elettriche a gas”.

Nicola Armaroli, Claudio Po nel 2003, in un discusso articolo scientifico, avevano asserito che la combustione del gas naturale produce particolato fine ed ultrafine, primario e secondario, ed è esente da particolato di taglia superiore. “Nei progetti italiani per nuove centrali turbogas, anche già autorizzati dal Ministero, non si fa riferimento alla produzione di questi pericolosi inquinanti. I nuovi impianti brucerebbero miliardi di metri cubi di gas aggiuntivi rispetto agli attuali consumi e la produzione di particolato sarebbe tutt'altro che irrilevante”.

Gli autori riportavano una cospicua serie di documenti di fonte statunitense, dai quali si evinceva che le polveri PM 10 rappresentavano un inquinante rilevante per questi impianti. Fra le altre considerazioni si sono soffermati sugli effetti sulla salute delle esposizioni a particolato:

*“Studi epidemiologici hanno dimostrato robuste associazioni tra effetti avversi alla salute e inquinamento da particolato. Da alcuni anni argomenti teorici e studi sperimentali sugli animali e sull'uomo indicano che la componente più tossica si trova nella frazione PM 1 , e più probabilmente le PM 0,1. Gli studi epidemiologici*



*hanno trovato maggiori effetti avversi per il PM 2,5 che per il PM 10. Le principali correlazioni riguardano gli effetti a carico del sistema respiratorio e cardiaco, specialmente in anziani e bambini, dove causano esacerbazione di patologie preesistenti. Questi effetti acuti avvengono anche a concentrazioni relativamente basse, e sono associati anche a particelle di composizione relativamente innocua (carbonio organico, ammonio, solfato e nitrato).*

*Le particelle fini ed ultrafini attorno ai 100 nm derivate dalla combustione e caratteristiche del fondo urbano, esercitano effetti biologici avversi rilasciando dalla loro superficie idrocarburi policiclici aromatici (Ipa) e radicali liberi tossici. A seconda della temperatura e pressione gli Ipa e loro derivati possono trovarsi sia in forma gassosa adsorbita al particolato sia in forma particellare. Vengono prodotti dalla combustione incompleta di carburanti fossili o vegetali, incluso il gas naturale. Gli Ipa hanno un'emivita media nella troposfera stimata da 3,5 a 10 giorni e una vita complessiva da 5 a 15 giorni. Essi reagiscono con gli ossidi di azoto dando idrossi- e nitro-Ipa, questi ultimi particolarmente pericolosi per la salute. Le possibili vie di esposizione per l'uomo sono inalazione, ingestione e contatto con la pelle; gli effetti sulla salute sono sia cancerogeni sia non cancerogeni. La letteratura scientifica che discute effetti del particolato sulla salute umana è vastissima, e in parte anche consultabile liberamente in rete”.*

Queste le conclusioni degli autori:

*“Le centrali Ngcc rappresentano il meglio che la tecnologia termoelettrica può oggi offrire in termini di efficienza di produzione e contenimento di emissioni inquinanti. Esse sono quindi un'ottima scelta per la riconversione di centrali meno efficienti e più inquinanti ad olio o a carbone. Tuttavia è profondamente infondato ritenere che questi impianti presentino modesti impatti ambientali. In questo lavoro ci siamo soffermati ad esaminare il problema della produzione di particolato primario e secondario. Questo ci è parso necessario alla luce dell'infondata credenza, anche suffragata da documentazione ufficiale, che questi impianti non contribuiscano alla produzione di polveri.*

*Occorre valutare l'inquinamento da polveri di centrali a gas che producono PM 10 ,PM 2,5 e PM 0,1 , principalmente di natura secondaria. In quest'ultimo*

decennio è stata acquisita un 'impressionante mole di conoscenza tecnico-scientifica sugli impatti ambientali dei sistemi energetici, sulla produzione di polveri fini ed ultrafini, sulla rilevanza sanitaria di questi inquinanti.

In questo stesso periodo di tempo dovrebbero entrare in funzione in Italia decine di nuove centrali turbogas che bruceranno miliardi di metri cubi di gas naturale aggiuntivi che, stando ai progetti e alle autorizzazioni fin qui concesse, non contribuiranno in alcun modo alla produzione di polveri fini ed ultrafini. Questo è totalmente destituito di qualsiasi fondamento scientifico, come qui argomentato. Altrove, questo approccio è una consolidata realtà”.

Il contributo dei due autori presenta, fra le altre, tre tabelle relative alle emissioni in atmosfera di un progetto di una nuova centrale a gas, del contributo all'inquinamento e alle emissioni di una centrale a ciclo combinato confrontata con una a olio combustibile.

**Tabella 2 - Confronto tra le emissioni in atmosfera dichiarate da un'impresa proponente in Italia e i dati di letteratura per una centrale Ngcc da 780 MW che produce 4.670 GWh/anno (in t/anno)**

<i>Inquinante</i>	<i>Dati dei proponenti</i>	<i>Letteratura</i>
Anidride carbonica, CO <sub>2</sub>	1.640.000	1.730.000
Ossidi di Azoto, NO <sub>x</sub>	1.541	444
Particolato, PM <sub>10</sub>	0	290
Ossidi di zolfo, SO <sub>x</sub>	0	9
Metano, CH <sub>4</sub>	n.d. <sup>a</sup>	205
Monossido di carbonio, CO	n.d. <sup>b</sup>	126
Altri idrocarburi	n.d.	47
Formaldeide, CH <sub>2</sub> O	n.d.	42
Ammoniaca, NH <sub>3</sub> <sup>c</sup>	c	98

<sup>a</sup> (n.d., non dichiarato)

<sup>b</sup> La stessa impresa ha di recente ammesso l'emissione di CO;

<sup>c</sup> questo inquinante deriva dall'utilizzo della tecnologia Scr per l'abbattimento degli ossidi di azoto, che presumibilmente non è prevista nel progetto italiano (cfr. testo)

**Tabella 4 - Emissioni in atmosfera per un impianto Ngcc dei tre principali gas serra sia in peso che in contributo relativo al riscaldamento globale del pianeta (Gwp)\***

<i>Gas serra</i>	<i>Emissioni in peso, %</i>	<i>Gwp, %</i>
Anidride carbonica, CO <sub>2</sub>	99,4	88,1
Metano, CH <sub>4</sub>	0,6	11,9
Monossido di diazoto, N <sub>2</sub> O	0,0002	0,04

\* I dati sono riferiti al solo funzionamento dell'impianto

I dati che riportano gli autori concorrono univocamente a dimostrare che le centrali termoelettriche a ciclo combinato alimentate a gas naturale sono una sorgente tutt'altro che trascurabile d'inquinamento atmosferico. Gli inquinanti principali sono ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri fini, sostanze organiche volatili ed ossidi di zolfo.

	Centrale a ciclo combinato di grossa taglia		Centrale di cogenerazione industriale	
Combustibile	Gas Naturale		Olio Combustibile BTZ	
Parametri di funzionamento				
potenza	780	MWe	78	MWe
rendimento elettrico	0.55		0.20	
ore /anno	6'000		6'000	
consumo metano	33'788'451	GJ/anno	9'181'364	GJ/anno
energia elettrica prodotta	4'680	GWh/anno	468	GWh/anno

Sostanze inquinanti	Emissioni annuali	Emissioni per unita' di energia elettrica prodotta	Emissioni annuali	Emissioni per unita' di energia elettrica prodotta
	t/anno	kg/GWh	t/anno	kg/GWh
CO2	1'599'289	341'729	658'867	1'407'836
NOx (30 mg/Nmc di fumi)	777	166	1'068	2'282
CO (30 mg/Nmc di fumi)	777	166	27	57
CH4+N2O	169	36.0	10.3	22.0
SO2	49	11	2'483	5'305
TOC	160	34.2	27.4	58.6
Idrocarburi reattivi	14.5	3.1	1.1	2.4
PM10 (filtrabile)	27.6	5.9	184.5	394.2
PM10 (condensabile)	68.3	14.6	39.5	84.5
PM10 Totale	96.0	20.5	224.0	478.7
Metalli pesanti totali	0.67	0.14	4.3	9.3

(1) Dati ricavati dai progetti presentati in Italia

*Tabella 2. Emissioni di inquinanti principali e microinquinanti da parte di una centrale a ciclo combinato da 780 MWe e confronto con le emissioni di una centrale di piccola taglia a olio combustibile. Dati stimati a partire dai fattori di emissione US-EPA.*

In rete è possibile trovare il contributo critico all'articolo di Nicola Armaroli e Claudio Po di due ingegneri milanesi esperti di energia, Daniele Fraternali e Olga Oliveti Selmi. Essi non erano convinti di dati così allarmistici e hanno rifatto tutti i calcoli, confermando il rischio di emissione dalle Centrali a gas di polveri sottili ma a livelli più bassi di quelli ipotizzati.

Ida Cappelletto, in un articolo "Centrali a turbogas, il dibattito sull'inquinamento continua. Botta e risposta" sulla rivista "La chimica e l'industria" tra i ricercatori del Cnr e due ingegneri milanesi, commenta le posizioni espresse da Nicola Armaroli, Claudio Po prima e Daniele Fraternali e Olga Oliveti Selmi poi. Si riportano alcuni passi significativi:

*“Le centrali a gas naturale inquinano? La questione divide la comunità scientifica, ma è tutt’altro che teorica visto che sono centinaia i progetti per questo tipo di impianti, molti dei quali già autorizzati dal Ministero dell’Ambiente.....”.*

*.....“Tra diversi studi in materia, consideriamo in particolare quelli di Armaroli-Po, Fraternali-Selmi, e uno studio di progetto dei costruttori di un’analoga centrale turbogas a Ferrara (Sef), tutti relativi alle emissioni annuali di un impianto a ciclo combinato di circa 800 MW. Citiamo i valori massimi e minimi calcolati. Ossido di azoto (NO): 1.085 tonnellate per anno (Sef), 444 t (Armaroli-Po). Monossido di carbonio (CO): 1.295 t (Fraternali-Selmi), 362 t (Sef); il dato può fluttuare anche in relazione all’efficienza di combustione dell’impianto. NO e CO sono gas altamente tossici per tutti gli esseri viventi. Ossido di zolfo (SO): 49,4 t (Fraternali-Selmi), 14 t (Sef). Particolato PM 10 (polveri sottili di diametro inferiore ai 10 millesimi di millimetro): 290 t (Armaroli-Po), 49 t (Sef). La relazione Armaroli-Po, a questo proposito, è l’unica a tenere conto anche del particolato condensabile PM 2,5 e PM 0,1 che si forma in atmosfera, polveri fini ed extrafini molto pericolose, che la normativa vigente non ritiene indispensabile stimare per ottenere l’autorizzazione alla costruzione di nuove centrali; pertanto il calcolo delle circa 300 tonnellate annue di particolato è un dato particolarmente agghiacciante: altro che tangenziale... Alcuni hanno stimato (Conacem di Offlaga) che una centrale come quella prevista a Salerno è in grado di produrre polveri sottili in misura pari al traffico veicolare di una città come Bologna, con 375 mila abitanti. Metano (CH<sub>4</sub>): 205 t (Armaroli-Po), 125 t (Fraternali-Selmi): il CH<sub>4</sub> incombusto è un gas serra 20 volte più dannoso della CO<sub>2</sub>. Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>): 1.730.000 t (Armaroli-Po), 1.599.289 t (Fraternali-Selmi). Formaldeide (CH<sub>2</sub>O): 42 t (Armaroli-Po), 10 t (Fraternali-Selmi). Altri idrocarburi aromatici (altamente cancerogeni): 47 t secondo Armaroli-Po....”.*

In definitiva il confronto fra gli esperti del CNR e i loro interlocutori ha permesso di considerare il rischio di emissioni, specie di NO, CO, metano e CO<sub>2</sub> inferiore a quello prima ipotizzato, ma comunque sempre a livelli elevati.

Ricercando dati di effettiva misura degli inquinanti da fonti esistenti ho potuto prendere in considerazione uno studio del 2012 che tratta prioritariamente di impianti per la produzione di elettricità alimentati con legna vergine e con gas naturale. Nell'articolo si evidenzia come il Programma europeo di valutazione e monitoraggio (EMEP) elabori, periodicamente, un inventario delle emissioni inquinanti, fornendo i fattori d'emissione attribuibili a specifiche attività antropogeniche. Questo inventario è curato dalla task force UNECE/EMEC e pubblicato dall'Agenzia europea per l'ambiente (Trozzi C., 2009). Dall'inventario pubblicato nel 2009 sono stati tratti i fattori di emissione da impianti per la produzione di calore e elettricità alimentati, rispettivamente, con legna vergine e gas naturale riportati nella tabella che segue. Questi valori sono stati stimati secondo la procedura definita Tier 2 che utilizza fattori di emissione sviluppati in base alla conoscenza del tipo di processo in uso nei Paesi delle cui emissioni cui si vuole elaborare l'inventario. I fattori d'emissione riportati in tabella 2 fanno riferimento a un Giga Joule (GJ) d'energia complessivamente prodotta da impianti di cogenerazioni di elettricità e calore. Nella tabella 2 sono riportati i valori medi e i valori minimi e massimi dei fattori di emissione, con limiti di confidenza al 95%.

**Tabella 2.** Fattori d'emissione (valore medio e valori minimi e massimi entro i limiti di confidenza del 95%) da impianti per la produzione di elettricità e calore, alimentati con gas naturale e legna vergine  
**Table 2.** Emission factors (mean, minimum and maximum values within 95% confidence limits) for plants using natural gas and wood for electricity and heat production.

	UNITÀ	GAS NATURALE		LEGNO	
		VALORE MEDIO	MIN-MAX	VALORE MEDIO	MIN-MAX
NOx	g/GJ	89	15-185	211	55-420
SOx	g/GJ	0,3	0,2-0,4	11	6,5-15,0
COV	g/GJ	1,5	0,8-6,0	7,3	2,4-22,0
PM <sub>10</sub>	g/GJ	0,9	0,4-1,3	25	5,7-645,0
PM <sub>2,5</sub>	g/GJ	0,9	0,4-1,3	12	5,2-555,0
Hg	mg/GJ	0,1	0,05-0,15	1,5	0,9-2,1
PCDD/F,	ng I-TEQ/GJ	0,5	0,3-0,8	50	25-75
BaP	µg/GJ	0,6	0,2-0,6	1,1	0,7-1,6
Ref <sup>55</sup>					

Continuando la ricerca di dati di emissione riscontrati da vari Enti, riporto quelli desunti dal rilievo dei dati in continuo delle reti dell'Arpa dell'Emilia Romagna

per il controllo delle emissioni delle Centrali Elettriche a gas (Centrale La Casella, Centrale Edipower, Centrale termoelettrica Sarmato Energia S.p.A.) che mostrano valori di NOx oscillanti fra i 20 e i 33 micrgr/n.mc. ([https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=302&idlivello=313](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=302&idlivello=313)).

Dalla Sintesi Non Tecnica dell'AIA del Progetto di installazione di una nuova Centrale Termoelettrica con motori endotermici a gas naturale della potenza complessiva di circa 148 MWt nel sito di Gorizia (2018) si possono individuare le concentrazioni ai camini dei principali inquinanti ([http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/valutazione-ambientale-autorizzazioni-contributi/FOGLIA3/DITTE/allegati/GO-AIA-25\\_SNT.pdf](http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/valutazione-ambientale-autorizzazioni-contributi/FOGLIA3/DITTE/allegati/GO-AIA-25_SNT.pdf)):

**Tabella 4.1a Concentrazioni inquinanti garantite per ciascuno dei quattro camini**

Inquinante	Concentrazioni <sup>(1)</sup>	%O <sub>2</sub> riferito ai gas secchi
NOx (come NO <sub>2</sub> )	28,13 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	15
CO	30,00 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>(3)</sup>	15
NH <sub>3</sub>	3,75 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>(3)</sup>	15
CH <sub>2</sub> O	15,00 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	15
CH <sub>4</sub> (come C) <sup>(4)</sup>	500,00 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	15

**Note:**  
 (1) Rif. fumi secchi @15% O<sub>2</sub>  
 (2) Concentrazione media giornaliera  
 (3) Concentrazione media annua  
 (4) Espresso come C(Carbonio) a pieno carico  
 (5) Media del periodo di campionamento (valore medio di 3 misurazioni consecutive di almeno 30 minuti ciascuna)

Le integrazioni al Progetto di installazione della stessa Centrale Termoelettrica con motori endotermici a gas naturale (<https://va.minambiente.it/File/Documento/236030>) prevede una serie di scenari di emissione interessanti ai fini della comprensione del possibile inquinamento dell'aria.

Nel documento è considerato nelle modellazioni di dispersione è l'NOx, che rappresenta l'emissione più rilevante ai fini ambientali per la tipologia d'impianto in progetto.

Nelle Figure 3.6c e 3.6d del documento (sottoriportate) mostrano rispettivamente il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e la concentrazione media annua di NOx all'interno del dominio di calcolo risultanti dalla simulazione effettuata per lo Scenario "TEI ENERGY+ENERGIA PULITA". Dall'analisi di tali mappe emerge che:

- il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a 103,00 µg/m<sup>3</sup> e si rileva in direzione Sud - Sud Ovest, nella stessa cella in cui si verifica il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx nello Scenario "ELETTROGORIZIA+ENERGIA PULITA". Tale valore risulta inferiore (-3% circa) rispetto al valore massimo calcolato per lo Scenario "ELETTROGORIZIA+ENERGIA PULITA". Dal confronto tra le Figure 3.6a e 3.6c si nota una generale diminuzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo scenario "ELETTROGORIZIA+ENERGIA PULITA".
- il valore massimo della concentrazione media annua di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a 2,56 µg/m<sup>3</sup> e si rileva in direzione Sud Ovest, nella stessa cella in cui si verifica il massimo valore della media annua di NOx nello Scenario "ELETTROGORIZIA+ENERGIA PULITA". Tale valore risulta inferiore (-1,5%) circa rispetto al valore massimo calcolato per lo scenario "ELETTROGORIZIA+ENERGIA PULITA". Dal confronto tra le Figure 3.6b e 3.6d si nota una generale riduzione dell'impronta a terra delle ricadute medie annue di NOx rispetto allo scenario "ELETTROGORIZIA+ENERGIA PULITA".

**Tabella 3.6c Concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate nel periodo 2014-2016 [µg/m<sup>3</sup>]**

Centralina	Rendimento strumentale %			N° sup.lim. orario prot. salute umana <sup>(1)</sup>			N° sup.soglia di allarme <sup>(2)</sup>			Valori medie annue <sup>(3)</sup>		
	'14	'15	'16	'14	'15	'16	'14	'15	'16	'14	'15	'16
Gorizia - AOS	91	93	93	0	0	0	0	0	0	25	27	24

Note: Rif: D.Lgs. 155/10

(1) N° superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/m<sup>3</sup>, come NO<sub>2</sub> da non superare per più di 18 volte nell'anno civile – tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.

(2) N° di giorni di superamento della soglia di allarme: 400 µg/m<sup>3</sup>, misurati per tre ore consecutive.

(3) Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m<sup>3</sup> – tempo di mediazione anno civile.



**Tabella 3.6d** Massime ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> nei due scenari simulati presso le aree Rete Natura 2000 comprese entro 10 km dalla Centrale in progetto e interessate dalle maggiori ricadute di NO<sub>x</sub> [µg/m<sup>3</sup>]

Codice SIC/ZPS	Nome	Max media annua NO <sub>x</sub> – Scenario ELETTRGORIZIA+ ENERGIA PULITA [µg/m <sup>3</sup> ]	Max media annua NO <sub>x</sub> – Scenario TEI ENERGY+ENERGIA PULITA [µg/m <sup>3</sup> ]
SI3000276	Kras	0,96	0,96
SI5000021	Vipavski rob	0,39	0,38
SI3000226	Dolina Vipave	0,54	0,52
SI5000023	Kras	0,96	0,96
SI3000290	Goriska Brda	0,44	0,42
IT3340001	Palude del Preval	0,46	0,46
IT3340002	Aree Carsiche della Venezia Giulia	0,90	0,89
IT3340006	Carso Triestino e Goriziano	0,90	0,89

Per quanto riguarda le emissioni di CO<sub>2</sub>, le percentuali delle concentrazioni nell'emissione nelle Centrali a Gas naturale sono pari al 3-4% del totale delle emissioni pari a 379 (senza cattura) – 63 (con cattura) g/Kwh

Di seguito la simulazione dei valori massimi di concentrazione a terra del progetto della Centrale Elettrica ciclo combinato da 433 MW di Stezzano (Bg).

Inquinante	Modello applicato	Distanza (m)	Concentrazione	Valore di riferimento
NOx	SCREEN			
	Con building downwash	1151	26,3 µg/ m <sup>3</sup>	200 µg/ m <sup>3</sup>
	Effetto della fumigazione	2152	27,2 µg/ m <sup>3</sup>	200 µg/ m <sup>3</sup>
	ISCLT	2236	0,86 µg/ m <sup>3</sup>	200 µg/ m <sup>3</sup>
CO	SCREEN			
	Con building downwash	1151	0.016 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>
	Effetto della fumigazione	2152	0.016 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>
	ISCLT	2236	0.0005 mg/ m <sup>3</sup>	40 mg/m <sup>3</sup>

tab. 5- Valori di concentrazione massima al suolo (camino principale).

Di seguito alcune estratti della Valutazione di Impatto Sanitario relativa al progetto della Centrale Termoelettrica Edison Marghera Levante (VE), 2017.

Il progetto prevede il rifacimento della Centrale esistente al fine di realizzare un impianto di ultima generazione, allineato alle migliori prestazioni tecnologiche ed ambientali contenute nelle Conclusioni sulle BAT per i Grandi Impianti di Combustione recentemente pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 17 Agosto 2017. Nello specifico gli interventi previsti consistono in sintesi nell'installazione di un nuovo ciclo combinato di ultima generazione, da circa 790 MWe, alimentato a gas naturale composto da un turbogas da circa 540 MWe di classe "H" (TGA), un generatore di vapore a recupero (GVRA) e una turbina a vapore da circa 250 MWe (TVB);.....

Per lo Scenario Futuro sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a 24,16 µg/m<sup>3</sup> e si verifica in direzione Nord-Nord Ovest ad una distanza di circa 1,8 km dal confine della Centrale, in un'area completamente ricompresa nella zona industriale di Porto Marghera. Tale valore risulta inferiore del 70% circa rispetto al valore massimo calcolato per lo Scenario Attuale - Autorizzato (-57,36 µg/m<sup>3</sup>). Come visibile dalle Figure

4.7.1a e 4.7.2a dell'Allegato A allo SIA, nello Scenario Futuro si rileva una marcata riduzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo Scenario Attuale - Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello scenario Futuro le emissioni di NOx si riducono e che in tale scenario il rilascio in atmosfera dei fumi della Centrale avviene da un unico camino (anziché da tre camini come nello Scenario Attuale - Autorizzato) caratterizzato, tra l'altro, da un'altezza (70 m) maggiore di quella dei camini dello Scenario Attuale - Autorizzato (35 m per camini TG3 e TG4 e 50 m per camino TG5). Questi fattori aumentano l'innalzamento del pennacchio e, quindi, favoriscono la diluizione dell'inquinante nell'atmosfera.

Per quanto detto, il contributo della Centrale sulla qualità dell'aria in termini di 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NOx è già attualmente nettamente inferiore al limite di legge di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile fissato dal D.Lgs. 155/2010 e diminuirà in modo sostanziale a valle della realizzazione del progetto. Si rammenta che, come emerso nell'analisi condotta al §3.2 dell'Allegato A al SIA, nel triennio 2014-2016 presso le centraline di qualità dell'aria presenti nell'area di studio il limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile è sempre stato ampiamente rispettato;

- il valore massimo della concentrazione media annua di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,66 µg/m<sup>3</sup> e si rileva in direzione Sud Ovest, ad una distanza di circa 1,2 km dal confine della Centrale in un'area completamente ricompresa nella zona industriale di Porto Marghera. Esso risulta inferiore di circa il 63,5% rispetto alla massima concentrazione media annua calcolata per lo Scenario Attuale - Autorizzato (-1,15 µg/m<sup>3</sup>). Come visibile dalle figure 4.7.1b e 4.7.2b dell'Allegato A al SIA, nello Scenario Futuro si nota una marcata riduzione dell'impronta a terra delle ricadute medie annue di NOx rispetto allo Scenario Attuale - Autorizzato. Tale risultato, analogamente a quanto suddetto per il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx, è legato alla diminuzione delle emissioni di tale inquinante nello Scenario Futuro, nonché a caratteristiche geometriche del camino e fluidodinamiche dei fumi che aumentano l'innalzamento del pennacchio e, quindi, favoriscono la diluizione dell'inquinante nell'atmosfera.

Tabella 7a

Confronto tra i valori massimi indotti dalle emissioni della CTE all'interno dell'Area di studio negli scenari Attuale - Autorizzato e Futuro ed i relativi limiti normativi per la protezione della salute della popolazione

Parametro	Valori massimi stimati ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Limite D.Lgs. 155/2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Scenario Attuale - Autorizzato	Scenario Futuro	
99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NOx	81,52	24,16	200 (NO <sub>2</sub> )
Concentrazione media annua di NOx	1,81	0,66	40 (NO <sub>2</sub> )
Massima concentrazione oraria di CO	354,15	132,56	10.000 <sup>(1)</sup>
Note:			
(1) Valore limite della massima concentrazione giornaliera su 8 ore.			

Tabella 7c

Confronto tra i valori della concentrazione media annua di NOx indotti dalle emissioni della CTE ai ricettori sensibili/centri abitati interessati dalle maggiori ricadute negli scenari Attuale - Autorizzato e Futuro ed il relativo limite normativo per la protezione della salute della popolazione

ID ricettore	Concentrazione media annua di NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Limite D.Lgs. 155/2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Scenario Attuale - Autorizzato	Scenario Futuro	
1	0,82	0,58	40 (NO <sub>2</sub> )
2	0,67	0,51	
3	0,82	0,58	
4	0,75	0,54	
5	0,63	0,44	
6	0,66	0,49	
7	0,67	0,51	
8	0,67	0,51	
9	0,59	0,44	
10	0,75	0,54	
11	0,74	0,51	
12	0,57	0,41	
13	0,75	0,54	
14	0,75	0,54	
15	0,53	0,41	
16	0,66	0,49	
17	0,84	0,40	
18	0,44	0,30	
19	0,46	0,35	
20	0,38	0,30	
21	0,74	0,51	
22	0,16	0,08	

Il documento di Impatto Ambientale relativo ai risultati del progetto di dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dalla Centrale Termoelettrica (di seguito CTE) A2A gencogas S.p.A. di Cassano d'Adda (MI) nella configurazione di progetto che prevede (si veda il §3 dello Studio di Impatto Ambientale) l'installazione di 6 motori endotermici alimentati a gas naturale, aventi una potenza termica di combustione complessiva di circa 224 MWt, in aggiunta all'esistente ciclo combinato anch'esso alimentato a gas naturale presenta i seguenti valori:

- il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx stimato nel dominio di calcolo è 16,57 µg/m<sup>3</sup> e si verifica in direzione Nord rispetto alla Centrale, ad una distanza di circa 2,8 km dal confine della stessa;
- il massimo valore della concentrazione media annua di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,24 µg/m<sup>3</sup> e si verifica in direzione Nord-Ovest, ad una distanza di circa 3,7 km dal confine della Centrale.

Il recente passaggio negli Stati Uniti dal carbone al gas naturale come materia prima primaria per la produzione di energia elettrica ha ridotto l'intensità delle emissioni settoriali di anidride carbonica, ma i suoi effetti a valle dell'inquinamento sono stati meno buoni di quanto preventivato. Infatti sono stati riscontrati nelle vicinanze delle nuove Centrali a gas incrementi nei livelli ambientali di PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>. (Burney, J.A e coll)

Fouladi Fard e coll. hanno valutato i costi per danni alla salute relativi alla popolazione residente in prossimità di una centrale elettrica a ciclo combinato alimentata a gas naturale. Hanno misurato il particolato emesso (PM<sub>10</sub>) e gli inquinanti gassosi (NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub>) derivanti dalle emissioni della centrale elettrica. Gli effetti sulla salute e i relativi costi sono stati stimati dal modello QUERI da AirPacts in base alle emissioni, ai parametri di sorgente e delle emissioni, alla velocità di esaurimento degli inquinanti, funzioni di risposta all'esposizione, densità di popolazione locale e regionale e dati meteorologici dettagliati. I risultati hanno mostrato che il principale effetto sulla salute è stato assegnato al nitrato come giorni di attività limitata (RAD) con 25.240 giorni /

anno. Per tutti gli inquinanti, i costi massimi di danni alla salute erano correlati alla mortalità a lungo termine (49%), ai giorni di attività limitata (27%) e alla bronchite cronica (21%). I costi annuali per danni alla salute sono stati di circa 4,76 milioni di dollari USA, con un costo di 0,096 dollari USA per kWh di produzione di elettricità. Sebbene i costi per danni alla salute delle centrali elettriche a gas fossero inferiori a quelli di altri combustibili pesanti, sembra essenziale considerare i danni alla salute e all'ambiente e concentrarsi sulle strategie di controllo delle emissioni, in particolare nella selezione dei siti per le nuove centrali elettriche e nell'espansione del quelli attuali.

Alcuni autori, come Pamela L.Spath et . al, hanno valutato l'impatto delle emissioni di Centrali elettriche a gas, riscontrando la notevole presenza, oltre che degli NOx noti, di metano, particolato, formaldeide, anidride carbonica e ammoniacca.

**Table 5: Power Plant Operating Emissions (Base Case)**

Compound	Emission amount (kg/GWh)	Reference
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	21	U.S. EPA 1995 (a)
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	371,247	GateCycle - after adjustment
Carbon monoxide (CO)	27	U.S. EPA 1995 (a)
Formaldehyde (CH <sub>2</sub> O)	9	U.S. EPA 1995 (a)
Methane (CH <sub>4</sub> )	44	U.S. EPA 1995 (a)
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> as NO <sub>2</sub> )	95	U.S. EPA 1995 (a)
Non-methane hydrocarbons (NMHCs)	10	U.S. EPA 1995 (a)
Particulates	62	U.S. EPA 1995 (b)
Sulfur oxides (SO <sub>x</sub> as SO <sub>2</sub> )	2	U.S. EPA 1995 (a)

(a) Section 3.1 - Stationary Gas Turbines for Electricity Generation, "Emission Factors for Large Gas-Fired Controlled Gas Turbines," SCR with water injection

(b) Section 3.1 - Stationary Gas Turbines for Electricity Generation, "Emission Factors for Large Gas-Fired Uncontrolled Gas Turbines," PM-10, solids

Di Ciaula A e coll. hanno valutato alcuni indicatori di salute nei cittadini che vivono a meno di 3 Km da una centrale elettrica a gas, come i ricoveri ospedalieri, in rapporto alle concentrazioni ambientali di esposizione a biossido di azoto (NO (2)) e materiale particolato con diametro aerometrico mediano <10 µm (PM10). Sebbene il livello degli inquinanti fosse al di sotto dei limiti stabiliti

dalla legislazione europea i risultati hanno mostrato un significativo incremento delle visite mediche e dei ricoveri ospedalieri, soprattutto per gli anziani, in rapporto diretto con l'aumento della concentrazione dell'aria di PM10 e NO2.

È noto che la combustione di combustibili fossili produce particelle fini e, a causa della loro vicinanza e durata dell'esposizione, i lavoratori delle centrali elettriche potrebbero essere un gruppo di individui che sperimentano elevate esposizioni croniche a questi tipi di particelle.

Sulla base del crescente interesse per i possibili effetti negativi sulla salute attribuiti all'inalazione di particelle sottili, Hicks JB e coll. hanno condotto studi per raccogliere informazioni preliminari sull'esposizione sul posto di lavoro nelle centrali elettriche a carbone e gas alle particelle PM 1 e PM 0,1, riscontrando elevate concentrazioni in entrambe le tipologie di impianti, sia in posizioni vicino a fonti di combustione, indicando che i materiali di combustione perdevano dalle caldaie convenzionali alimentate a combustibile fossile sia nei fumi di emissione.

Secondo gli Autori non risultano studi in letteratura sull'esposizione delle popolazioni residenti nei pressi delle Centrali elettriche a gas alle polveri fini e soprattutto ultrafini ma questo è un rischio che meriterebbe di essere valutato.

Lavoie TN e coll e Hajny KD e coll hanno valutato le emissioni di metano (CH<sub>4</sub>) dalle centrali elettriche a gas naturale. I risultati indicano che gli NGPP e le raffinerie di petrolio possono essere grandi fonti di emissioni di CH<sub>4</sub> e potrebbero contribuire in modo significativo ( $0,61 \pm 0,18$  Tg CH<sub>4</sub> / anno, 95% CL) alle emissioni negli Stati Uniti.

È stato stimato l'utilizzo del gas naturale nella generazione di elettricità in Texas. All'aumentare dell'uso di gas naturale, le emissioni sono diminuite dalla produzione di elettricità e dalla produzione di gas naturale. Nel complesso, le emissioni di NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub> sono diminuite, mentre le emissioni di COV sono aumentate all'aumentare dell'uso di gas naturale. (Pacsi AP)

In due diversi studi Al-Masri MS et al. hanno valutato la presenza di alcuni determinati materiali radioattivi naturali (NORM) in ceneri leggere e di fondo raccolte da quattro grandi centrali elettriche siriane alimentate da petrolio

pesante e gas naturale.  $^{(210)}\text{Pb}$  e  $^{(210)}\text{Po}$  erano i principali radionuclidi NORM rilevati nella cenere areodispersa e sul fondo. Le concentrazioni di attività in Pb hanno raggiunto  $3393 \pm 10 \text{ Bq kg}^{-1}$  e  $4023 \pm 7 \text{ Bq kg}^{-1}$  rispettivamente nelle ceneri volanti e nelle ceneri pesanti; valori più bassi di  $^{(210)}\text{Po}$  sono stati osservati a causa della sua elevata volatilità. Inoltre, le emissioni annue  $^{(210)}\text{Po}$  e  $^{(210)}\text{Pb}$  nelle ceneri pesanti provenienti da centrali elettriche miste (olio pesante e gas naturale) variavano tra  $2,7 \times 10^9 - 7,95 \times 10^9 \text{ Bq}$  e  $3,5 \times 10^9 - 10^{10} \text{ Bq}$ , rispettivamente; **gli autori hanno osservato maggiori emissioni di  $^{(210)}\text{Po}$  e  $^{(210)}\text{Pb}$  da centrali a gas.** Lo studio ha dimostrato che le emissioni  $^{(210)}\text{Po}$  e  $^{(210)}\text{Pb}$  delle centrali termiche alimentate a gas naturale sono molto più elevate rispetto alle centrali a carbone operate nel mondo.

Non ho riscontrato altri studi su questi particolari rischi di ricaduta polveri radioattive da emissioni da centrali alimentate a gas naturale.

Pochi studi hanno valutato le associazioni tra vicinanza residenziale alle centrali elettriche e esiti avversi alla nascita tra cui parto pretermine (PTD), parto molto prematuro (VPTD) e basso peso alla nascita (LBW). Ha S et al. hanno geocodificato 423.719 nascite in Florida dal 2004 al 2005 e determinato la vicinanza residenziale alla centrale elettrica più vicina per ogni nascita. E' stata valutata anche l'esposizione prenatale al particolato di diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$  per le donne che vivono vicino a diversi tipi di centrali elettriche, utilizzando i dati della rete di monitoraggio della salute pubblica ambientale nazionale. Le donne che vivevano più vicino alle centrali elettriche a carbone e rifiuti solidi erano esposte a livelli più elevati di particolato con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$  rispetto ad altri tipi mentre **risultavano associazioni positive fra effetti avversi PTD e VPTD anche nelle donne residenti in aree vicine a centrali elettriche a gas.**

Mark Specht, un esperto americano, ha descritto un profilo dei problemi ambientali delle Centrali elettriche a gas negli Stati Uniti. Di seguito segnalo alcune sue osservazioni.



*“Il gas naturale è un combustibile fossile, sebbene le emissioni di riscaldamento globale della sua combustione siano molto più basse di quelle del carbone o del petrolio.*

*Il gas naturale emette dal 50 al 60 per cento in meno di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) quando viene bruciato in una nuova ed efficiente centrale elettrica a gas naturale rispetto alle emissioni di una tipica nuova centrale a carbone.*

*Rispetto alle perdite di metano uno studio recente ha scoperto che le perdite di metano devono essere mantenute al di sotto del 3,2% affinché le centrali elettriche a gas naturale abbiano emissioni del ciclo di vita inferiori rispetto alle nuove centrali a carbone in brevi periodi di 20 anni o meno. Sono disponibili tecnologie per ridurre gran parte del metano che perde, ma l'implementazione di tale tecnologia richiederebbe nuove politiche e investimenti.*

*Una combustione più pulita rispetto ad altri combustibili fossili, la combustione del gas naturale produce quantità trascurabili di zolfo, mercurio e particolato. La combustione di gas naturale produce ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), che sono precursori dello smog.*

*Tuttavia, nonostante questi vantaggi, lo sviluppo di gas non convenzionale può influire sulla qualità dell'aria locale e regionale.*

*Non solo l'NO<sub>x</sub> provoca problemi respiratori, ma l'NO<sub>x</sub> reagisce anche con altre sostanze presenti nell'aria producendo particolato e ozono. Il particolato e l'ozono causano un ampio elenco di esiti negativi sulla salute che si possono monitorare con l'aumento dell'uso di alcuni farmaci, problemi respiratori, attacchi di cuore, morte prematura; l'elenco continua. In breve, NO<sub>x</sub> emesso dalle Centrali elettriche a gas è una cattiva notizia per la salute umana.*

***Le centrali elettriche a gas naturale hanno quindi un impatto sulla qualità dell'aria e sulla salute.***

*A questo punto potresti chiederti: “Quindi quanto è grave? Quanto NO<sub>x</sub> proviene dalle centrali a gas naturale? Ecco dove le cose si complicano. Secondo le proiezioni del California Air Resources Board, le fonti fisse rappresentano circa il 21% delle emissioni di NO<sub>x</sub> nello stato.*

*Tali emissioni di NOx possono persistere nelle comunità vicine, portando a gravi problemi di salute per le persone che vivono vicino alle Centrali. E poiché metà delle centrali elettriche a gas naturale della California sono concentrate in alcune delle comunità più svantaggiate dal punto di vista socioeconomico e ambientale dello stato, queste emissioni danneggiano le comunità che sono già sovraccaricate di inquinamento.*

*Alcune delle centrali a gas naturale più inquinanti emettono oltre 100 tonnellate di NOx all'anno*

*([https://www.arb.ca.gov/app/emsinv/facinfo/faccrit.php?sort=NOXHi&showpol=&co\\_=&ab\\_=&facid\\_=&dis\\_=&city\\_=&fsic\\_4911&fname\\_=&fzip\\_=&grp=2&dbyr=2016&all\\_fac=C&all\\_tox=&chapis\\_only=&CERR=&dd=](https://www.arb.ca.gov/app/emsinv/facinfo/faccrit.php?sort=NOXHi&showpol=&co_=&ab_=&facid_=&dis_=&city_=&fsic_4911&fname_=&fzip_=&grp=2&dbyr=2016&all_fac=C&all_tox=&chapis_only=&CERR=&dd=), che è approssimativamente equivalente alle emissioni di NOx che percorrono 11 milioni di miglia (ipotizzando un tasso di emissioni di 8,18 grammi di NOx per miglio) in uno scuolabus diesel, uno dei tipi di veicoli più inquinanti. Inoltre, studiando una proposta di impianto a gas naturale, un'analisi della California Energy Commission ha scoperto che le concentrazioni locali di un'ora di NO2 (una forma di NOx) sarebbero quasi raddoppiate rispetto ai loro livelli di fondo. Queste emissioni possono davvero influire sulla qualità dell'aria locale ed è per questo che questo è un problema.*

*L'ultimo motivo per preoccuparsi dell'inquinamento provocato dalle centrali elettriche a gas naturale è che potrebbe peggiorare nei prossimi anni. Un recente studio dell'Unione degli scienziati interessati ha scoperto che le centrali elettriche a gas naturale in California inizieranno e si fermeranno molto più frequentemente in futuro e questo aumento delle start-up di impianti a gas naturale può aumentare le emissioni di NOx. Le centrali a gas naturale emettono più NOx all'avvio; in media, emettono ovunque tra le tre e le sette volte più NOx durante l'avvio rispetto a durante un'ora di funzionamento a pieno carico. Per quanto paradossale possa sembrare, la California può continuare a raggiungere i suoi obiettivi di riduzione delle emissioni di riscaldamento globale e allo stesso tempo aumentare l'inquinamento atmosferico dalle centrali elettriche a gas naturale".*

Kato e coll. hanno delineato una panoramica dei potenziali impatti ambientali associato all'uso del gas come combustibile delle Centrali elettriche. Gli autori affermano che, anche se il gas naturale viene spesso caratterizzato come il più pulito di tutti i combustibili fossili, la sua combustione produce invece inquinanti atmosferici tossici (vedi tabella IV-1).

L'impianto a turbina a gas a ciclo combinato da 799 megawatt, di cui dissertano, emette ossido di azoto, monossido di carbonio, sostanze chimiche organiche volatili, nebbia di acido solforico, gas a effetto serra e particolato.

**Table IV-1. Toxic Air Contaminants, Hazardous Air Pollutants, and Criteria Pollutants from Natural Gas Combustion in Turbines**

TAC/HAP	Adverse Health Effects
Chlorine	Respiratory, eye, and skin irritant; possible asthma exacerbation.
Formaldehyde	Eye and respiratory irritant, asthma exacerbation, decreased pulmonary function, probable carcinogen.
Benzene	Hematotoxic, carcinogen.
Nickel	Respiratory irritant, dermatitis, asthma.
Manganese	Neurotoxicity, developmental toxicity.
Cobalt	Respiratory irritant, cardiac effects, immunological effects.
Chromium	Contact dermatitis, skin and nasal irritant, bronchitis, asthma, developmental effects, carcinogen.
Toluene	Respiratory and eye irritant, central nervous system depressant.
Acetaldehyde	Respiratory irritant, possible asthma exacerbation, probable carcinogen.
N-Hexane	Mild central nervous system effects, polyneuropathy.
M-Xylenem O-Xylene	Respiratory, eye, nose, and throat irritant; central nervous system depressant; possible gastrointestinal effects.
Ethylbenzene	Respiratory, eye, nose, and throat irritant; central nervous system depressant.
Criteria Pollutant	Adverse Health Effects
Ozone (precursors, NOx and VOC)	Eye and respiratory irritant, asthma exacerbation, bronchitis, lung damage.
Oxides of nitrogen	Respiratory irritant, immunosuppressant, asthma exacerbation.
Carbon monoxide	Headache, irritability, impaired judgement and memory, breathlessness, aggravation of angina and other cardiovascular diseases, developmental toxicity.
Particulate matter	Respiratory irritant; high levels associated with increased incidence of cardiovascular and lung failure in elderly, asthma in children.

Zhiyong L. e coll. in un recente articolo scientifico, fra le varie fonti di inquinamento di un'area cinese, mettono a confronto le emissioni di 15 Centrali Elettriche alimentate da diversi combustibili fossili.

Dai risultati della loro indagine si rileva che la Centrale a gas naturale emette minori frazioni di SO<sub>2</sub>, di particolato totale **ma più Nox rispetto alle Centrali alimentate a carbone.**

Di particolare rilievo il punto di vista di alcuni autorevoli esperti australiani.

In Australia esiste una notevole esperienza di gestione di Centrali Elettriche a gas.

L'articolo di Stock A. e coll. del 2017 fa il punto sugli aspetti ambientali ed economici di queste Centrali e sul futuro della politica energetica in Australia.

Gli autori affermano che il gas non ha caratteristiche inquinanti complessivamente molto inferiori rispetto al carbone, soprattutto in termini di benefici climatici e si soffermano in particolare sulle possibili emissioni di metano in atmosfera, secondo gli autori tutt'altro che insignificanti, Il metano può essere rilasciato direttamente nell'atmosfera per una moltitudine di cause (perdite di gas, sfiato, spurgo delle apparecchiature, combustione incompleta, altre fonti).

Il metano è un potente gas serra, che successivamente si ossida nell'atmosfera (dopo 10-12 anni) per formare anidride carbonica. Il potenziale di riscaldamento globale del metano è 86 volte maggiore dell'anidride carbonica nell'arco di 20 anni (Lafleur e coll. 2016) e 28 volte superiore a cento anni (Schwietzke et al 2016).

Per quanto riguarda il CO<sub>2</sub> gli autori hanno analizzato le emissioni di diverse centrali australiane sulla base del tipo di combustibile e della tecnologia utilizzata e hanno evidenziato i seguenti risultati come emissioni (kg CO<sub>2</sub>-e / MWh):

**Table 1:** Estimated emissions from new power stations (and Torrens Island power plants).

Generation type	Estimated operating emissions as generated (kg CO <sub>2</sub> -e/MWh)
<b>Coal</b>	
Subcritical brown coal	1,140
Supercritical brown coal	960
Subcritical black coal	940
Supercritical black coal	860
Ultra-supercritical brown coal	845
Ultra-supercritical black coal	700
<b>Gas</b>	
Torren Island power plants*	840 - 910*
Open cycle gas turbine	620
Combined cycle gas turbine	370
<b>Renewable energy</b>	
Wind	0
Hydro	0
Solar PV	0

Source: Finkel 2016; Climate Council 2014\*.

Hanno quindi concluso che le Centrali a gas a ciclo aperto e combinato sono meno inquinanti del nuovo carbone, ma non come sostanzialmente come ci si potrebbe aspettare.

## **EFFETTI SULLA SALUTE RELATIVI ALLE ESPOSIZIONI AGLI INQUINANTI EMESSI DA UNA CENTRALE ELETTRICA A GAS.**

Sulla base della letteratura scientifica vengono descritti sinteticamente i principali effetti sulla salute di alcuni inquinanti emessi da una Centrale Elettrica alimentata a gas.

Naturalmente gli effetti sono modulati in funzione delle concentrazioni nell'aria determinate dalle emissioni, dal tempo di esposizione, dalla presenza di altri inquinanti ambientali, e da caratteristiche individuali (età, carico di patologie ecc.).

### **Ossidi di azoto**

Numerosi sono i rapporti di combinazione dell'azoto con l'ossigeno per formare una serie di ossidi che sono classificati in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto.

NO Ossido di azoto.

N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Triossido di azoto (Anidride nitrosa).

NO<sub>2</sub> Biossido di azoto.

N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Tetrossido di di azoto (Ipoazotide).

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Pentossido di di azoto (Anidride nitrica).

Le specie chimiche presenti in aria come inquinanti naturali ed antropogenici e che destano maggiori preoccupazioni in termini di inquinamento atmosferico, sono essenzialmente ossido e biossido di azoto (NO e NO<sub>2</sub>).

Il termine NO<sub>x</sub> indica la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). L'ossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura; è un gas a tossicità limitata, al contrario del biossido di azoto. L' NO<sub>2</sub> ha un odore forte, pungente, è irritante e di colore giallo-rosso.

È responsabile, con altri prodotti, del cosiddetto smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come

l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide.

Gli ossidi di azoto hanno origine naturale (eruzioni vulcaniche, incendi, processi biologici), ma soprattutto antropica con le combustioni ad alta temperatura, come quelle che avvengono all'interno delle camere di combustione delle turbine delle Centrali elettriche e dai motori degli autoveicoli. Altre fonti di ossidi di azoto sono in genere tutti gli impianti di combustione di tipo industriale. Per quanto riguarda gli effetti sulla salute dell'uomo, sia il monossido, sia il biossido di azoto risultano **potenzialmente pericolosi per la salute**. In particolare il **monossido di azoto**, analogamente al monossido di carbonio, agisce sull'emoglobina, fissandosi ad essa con formazione di metamoglobina e nitrosometemoglobina. Questo processo interferisce con la normale ossigenazione dei tessuti da parte del sangue ma, nonostante ciò, non sono mai stati riscontrati casi di decessi per avvelenamento da NO. Il **biossido di azoto** è più pericoloso per la salute umana, con una tossicità fino a quattro volte maggiore di quella del monossido di azoto. Forte **ossidante ed irritante**, esercita il suo effetto tossico principalmente sugli occhi, sulle mucose e sui polmoni. In particolare è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni, edemi polmonari che possono portare anche al decesso). I soggetti più esposti all'azione tossica sono quelli più sensibili, come i bambini e gli asmatici.

Il biossido di azoto si può ritenere uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, non solo per la sua natura irritante sull'uomo, ma anche perché, in condizioni di forte irraggiamento solare, provoca delle reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti ("smog fotochimico"): in particolare è un **precursore dell'ozono troposferico**. Inoltre, trasformandosi in presenza di umidità in acido nitrico, esso è una delle cause della formazione delle cosiddette "**piogge acide**", che provocano ingenti danni alle piante e più in generale alterazioni negli equilibri ecologici ambientali.

In letteratura le emissioni di NO<sub>x</sub> da Centrali Elettriche alimentata a gas sono in alcuni casi aumentate rispetto alle Centrali a carbone, in altri casi uguali o lievemente ridotte. Nel progetto “de quo” risulterebbe notevolmente ridotte.

## **Polveri**

Con il termine polveri atmosferiche, o materiale particellare, si intende un insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria. Le singole particelle sono molto diverse tra loro per dimensione, forma, composizione chimica e processo di formazione.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come particolato sospeso PTS (Polveri Totali Sospese) o PM (dall'inglese “Particulate Matter”, materiale particellare).

Generalmente tali particelle sono costituite da una miscela di elementi quali carbonio (organico ed inorganico), fibre, silice, metalli (ferro, rame, piombo, nichel, cadmio, ...), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, I.P.A., ...), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini, ...) e particelle liquide. Tale composizione dipende essenzialmente dal processo di formazione delle stesse particelle e dalle sostanze con cui sono giunte a contatto nella loro permanenza in atmosfera (ad esempio possono fungere da veicolanti di metalli pesanti).

All'interno di tale intervallo le polveri atmosferiche sono suddivise in:

- particelle grossolane con diametro superiore a 10 µm;
- particelle fini (PM<sub>10</sub>) con diametro inferiore a 10 µm;
- particelle finissime (PM<sub>2,5</sub>) con diametro inferiore a 2,5 µm;
- particelle ultrafini (PM<sub>0,1</sub>) con diametro inferiore a 0,1 µm.

Le polveri atmosferiche possono essere di origine naturale o antropica.



Le più rilevanti sorgenti antropiche sono costituite da:

- combustione (riscaldamenti, centrali termoelettriche), soprattutto di carbone, oli, legno e rifiuti;
- trasporti (trasporti stradali, aeroplani, navi, treni,...);
- processi industriali (cementifici, fonderie, miniere,...);
- combustione incontrollata di residui agricoli.

In generale si può affermare che le polveri grossolane sono prevalentemente di origine naturale (combustioni incontrollate, erosione e disgregazione del suolo, pollini, spore, ...), mentre le polveri più fini hanno origine antropica. In particolare, il particolato derivante da processi di combustione (scarichi da autoveicoli, centrali termiche, ...) è caratterizzato in massima parte da granulometrie inferiori a  $1 \div 2,5 \mu\text{m}$ , mentre quello derivante da processi meccanici di usura, macinazione, strofinamento (ad esempio usura di freni e gomme degli autoveicoli, usura del manto stradale, ...) e risospensione del particolato dal suolo a causa del vento e del transito dei veicoli è prevalentemente caratterizzato da dimensioni superiori a  $2,5 \mu\text{m}$ .

In generale le polveri atmosferiche cosiddette "secondarie" (solfati, nitrati, composti organici e ammoniacali), che si formano in atmosfera a causa di reazioni chimiche e fisiche a partire dai precursori, sono costituite prevalentemente da particelle fini e ultrafini (inferiori a  $0,1 \mu\text{m}$ ).

Le polveri fini ( $\text{PM}_{10}$ ) presentano una componente di origine secondaria che nelle aree urbane può arrivare fino al 30-40% in peso. Tale componente nelle aree urbane è spesso preponderante nelle polveri finissime ( $\text{PM}_{2,5}$ ).

L'interesse suscitato dalle polveri atmosferiche trae origine storicamente dallo studio di fenomeni acuti di smog, nel corso dei quali le polveri, in combinazione con il biossido di zolfo, hanno determinato il verificarsi di pesanti effetti sanitari.

In generale, quanto più piccola è la dimensione delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e dunque di produrre effetti dannosi

sulla salute umana. Per questo motivo le polveri fini (PM10) ed ancor più le polveri finissime (PM2,5) e ultrafini (PM 0,1), presentano un interesse sanitario sicuramente superiore rispetto alle polveri totali considerate nel loro insieme (PTS):

- Particelle grossolane: si fermano nelle prime vie respiratorie;
- Particelle fini (PM10): dette anche polveri inalabili, penetrano nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe);
- Particelle finissime (PM2,5): dette anche polveri respirabili, possono giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli ed alveoli polmonari);
- Particelle ultrafini (PM 1 0,1): sono in grado non solo di depositarsi e provocare danni a livelli bronchiali e alveolari, ma anche di passare più facilmente nel sistema circolatorio e dare effetti a distanza.

Gli effetti sanitari del particolato atmosferico possono essere sia a breve termine (irritazione dei polmoni, broncocostrizione, tosse e mancanza di respiro, diminuzione della capacità polmonare, bronchite cronica, ...), sia a lungo termine (un'esposizione di lungo periodo, anche a basse concentrazioni, può indurre il cancro).

Sono presenti in letteratura numerosi studi epidemiologici sugli effetti acuti dell'inquinamento atmosferico che hanno dimostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie (asma, bronchiti, enfisemi) e di patologie dell'apparato cardiovascolare. In generale tali studi hanno evidenziato una relazione lineare fra l'esposizione a particelle e gli effetti sulla salute, anche se, 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.**

Sulla base degli studi epidemiologici, risultano particolarmente suscettibili agli effetti del particolato i bambini, gli anziani e le persone con malattie cardiocircolatorie e polmonari (asma, bronchiti, ...), nonché chiunque svolga intensa attività fisica all'aperto. In particolare i bambini sembrano a maggior rischio per alcuni effetti respiratori quali lo scatenamento di crisi di asma bronchiale e l'insorgenza di sintomi respiratori (come tosse e catarro).

### **Ossido di carbonio (CO)**

Il Monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, insapore, inodore ed è un po' più leggero dell'aria. Esso rappresenta l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.

Il monossido di carbonio si forma principalmente dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili fossili, compreso il gas naturale. Quando la combustione avviene in condizioni ideali si forma esclusivamente anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) mentre quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente, si forma anche il monossido di carbonio. Principale sorgente di questa sostanza è rappresentata dal traffico veicolare. Altre sorgenti sono gli impianti termici e alcuni processi industriali, come ad esempio la produzione di acciaio.

Il monossido di carbonio è un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa 4 mesi) e con una bassa reattività chimica; pertanto le concentrazioni in atmosfera maggiori di questo inquinante si riscontrano in prossimità delle sorgenti principali (aree urbane con traffico veicolare intenso). Inoltre, la concentrazione spaziale su piccola scala del monossido di carbonio risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micrometeorologiche e la struttura delle strade (possibilità di "effetto Canyon").

La tossicità del monossido di carbonio è dovuta alla sua capacità di legarsi con l'emoglobina del sangue in concorrenza con l'ossigeno, formando carbossiemoglobina (COHb), interferendo così sul trasporto di ossigeno ai

tessuti. Il legame tra Monossido di carbonio ed emoglobina è duecento volte più intenso di quello tra l'emoglobina e ossigeno: dunque la presenza di elevate concentrazioni di monossido di carbonio nell'aria inibisce il naturale processo di ossigenazione del sangue.

La concentrazione di carbossiemoglobina nel sangue cresce molto rapidamente soprattutto nelle arterie coronarie e cerebrali, con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare, in particolare nelle persone affette da cardiopatie e nei fumatori. In particolare l'esposizione al monossido di carbonio può portare a mutamenti nella funzione cardiaca e polmonare, emicrania, affaticamento, sonnolenza e difetti respiratori. Non sono stati riscontrati effetti particolari nell'uomo per concentrazioni di carbossiemoglobina inferiori al 2%, corrispondente ad un'esposizione per 90 minuti a 47 mg/m<sup>3</sup> di monossido di carbonio; se l'esposizione sale ad 8 ore, concentrazioni di monossido di carbonio di poco superiori a 20 mg/m<sup>3</sup> non possono essere considerate ininfluenti per particolari popolazioni a rischio, quali soggetti con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

Concentrazioni elevatissime di monossido di carbonio possono anche condurre alla morte per asfissia, ma alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti: infatti se l'esposizione al monossido di carbonio viene interrotta, il monossido di carbonio combinato con l'emoglobina viene spontaneamente rilasciato in poche ore.

## **Ozono**

L'ozono è un gas formato da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>) di odore pungente, altamente reattivo, dotato di un elevato potere ossidante e ad elevate concentrazioni di colore blu/azzurro.

In natura è presente negli strati alti dell'atmosfera terrestre, in particolare in una porzione della stratosfera ad un'altezza compresa fra i 30 e i 50 km dal suolo, detta anche ozonosfera, ed ha la funzione importante di proteggere la superficie terrestre dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole che sarebbero

dannose per la vita degli esseri viventi. L'ozono è dunque indispensabile alla vita sulla Terra perché impedisce il passaggio dei raggi pericolosi per la nostra salute. L'assenza di questo composto nella stratosfera è chiamata generalmente "buco dell'ozono".

Negli strati bassi dell'atmosfera, la cosiddetta troposfera (al di sotto dei 10-15 km di altezza dal suolo), esso è presente naturalmente in basse concentrazioni per effetto del naturale scambio con la stratosfera. Tale concentrazione può però aumentare in alcune aree a causa del cosiddetto "smog fotochimico", che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. Se dunque il "buco dell'ozono" si riferisce all'assottigliamento dello strato di ozono di cui abbiamo bisogno per proteggerci dalle radiazioni ultraviolette, l'inquinamento da ozono si riferisce all'aumento della sua presenza nell'aria che respiriamo, soprattutto nei periodi estivi, e che può avere effetti dannosi sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

A differenza degli inquinanti "primari", cioè direttamente riconducibili a specifiche fonti di emissione, l'ozono è un inquinante "secondario", la cui relazione con i propri precursori non è di facile determinazione. Diversi gruppi di studio a livello mondiale sono da molti anni impegnati nello studio di questo complesso fenomeno, al fine di comprenderne i meccanismi e di trovare possibili soluzioni.

La presenza dell'ozono nella troposfera è in parte dovuto al naturale scambio che avviene con la stratosfera e può avere una concentrazione compresa tra 20 e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Concentrazioni di ozono più elevate sono causate da un ciclo di reazioni fotochimiche ("smog fotochimico") di inquinanti primari, detti anche precursori, principalmente gli ossidi di azoto, gli idrocarburi ed i cosiddetti composti organici volatili (COV). Le sorgenti di questi inquinanti "precursori" dell'ozono sono sia di tipo antropico (veicoli a motore, processi di combustione, centrali termoelettriche, solventi chimici, ...), sia di tipo naturale (boschi e foreste emettono COV molto reattivi, come i "Terpeni"). Le concentrazioni di ozono sono influenzate anche da diverse variabili meteorologiche, come l'intensità della radiazione solare e la temperatura.

Pertanto la sua presenza è variabile nell'arco della giornata e delle stagioni. Il periodo critico per tale inquinante è tipicamente quello estivo, quando le particolari condizioni di alta pressione, bassa umidità, elevate temperature e scarsa ventilazione favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti e il forte irraggiamento solare innesca le reazioni fotochimiche responsabili della formazione dell'ozono: normalmente i valori massimi sono raggiunti nelle ore più calde della giornata, dalle 12 alle 18, per poi scendere durante le ore notturne. Al contrario in inverno si registrano le concentrazioni più basse, soprattutto a causa del limitato irraggiamento solare.

La presenza di elevati livelli di ozono, a causa del suo alto potere ossidante (per effetto dell'ossigeno nascente che si libera quando la molecola si dissocia), danneggia la salute umana, ma anche quella degli animali e delle piante (ne influenza la fotosintesi e la crescita, entra nel processo di formazione delle piogge acide, con danni alla vegetazione ed ai raccolti), deteriora i materiali (danni al patrimonio storico-artistico) e riduce la visibilità.

Per quanto riguarda gli effetti sulla salute dell'uomo, al momento non sono ancora ben note le conseguenze "croniche", derivanti cioè da una lunga esposizione a basse concentrazioni di ozono. Gli effetti "acuti" più evidenti sono la forte azione irritante alla mucosa degli occhi, infiammazioni ed alterazioni a carico dell'apparato respiratorio (soprattutto naso e gola, con tosse, difficoltà respiratorie, sensazioni di affaticamento e perfino edema polmonare) ed un senso di pressione sul torace. Concentrazioni particolarmente elevate possono portare anche ad alterazioni delle funzioni respiratorie, ad un aumento della frequenza degli attacchi asmatici, ad una diminuzione della resistenza alle infezioni batteriche polmonari, all'insorgere di malattie dell'apparato respiratorio ed al peggioramento di patologie, già in atto, di tipo respiratorio (polmoniti croniche ostruttive, bronchiti croniche, asma, enfisema polmonare) e cardiaco (ischemia del miocardio).

Le più recenti indagini mostrano che lo smog estivo ed il forte inquinamento atmosferico possono portare ad una maggiore predisposizione ad allergie delle vie respiratorie.

I rischi dipendono dalla concentrazione di ozono presente e dalla durata, dalla modalità dell'esposizione e dal volume totale di aria respirata. Ad esempio in caso di sforzi fisici l'azione irritante risulta più intensa e le prestazioni fisiche possono diminuire: secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (O.M.S.) la funzione respiratoria diminuisce in media del 10% nelle persone sensibili che praticano un'attività fisica all'aperto se la concentrazione dell'ozono nell'aria raggiunge 200 µg/m<sup>3</sup>.

In generale occorre ricordare che gli effetti dell'ozono sono contraddistinti da grandi differenze individuali e gli eventuali disturbi sanitari non hanno carattere cumulabile, ma tendono a cessare con l'esaurirsi del fenomeno di concentrazione acuta di ozono.

I soggetti più sensibili al fenomeno sono i bambini, gli anziani, le donne in gravidanza, chi svolge attività fisica o lavorativa all'aperto. I soggetti a rischio sono le persone asmatiche, con patologie polmonari o cardiache. I danni da esposizione ad ozono, soprattutto nei soggetti a rischio e maggiormente sensibili, si possono manifestare attraverso:

- irritazioni alla mucosa degli occhi;
- infiammazioni ed alterazioni a carico delle vie respiratorie (tosse, difficoltà respiratorie, sensazioni di affaticamento);
- diminuzione della resistenza alle infezioni batteriche polmonari;
- peggioramento delle patologie respiratorie o cardiache già in atto (polmoniti croniche, asma, enfisema polmonare, ischemie al miocardio).

## **Formaldeide**

La formaldeide, o aldeide formica, è un gas incolore dall'odore pungente, altamente solubile in acqua. Il suo nome deriva dall'acido formico, veleno urticante prodotto dalle formiche. La formaldeide in soluzione acquosa è nota col nome di formalina, spesso utilizzata e commercializzata nella sua versione tamponata (ad esempio con fosfato) e stabilizzata con metanolo (per inibire la polimerizzazione della formaldeide). La formaldeide è la capostipite delle aldeidi, composti caratterizzati da un gruppo formile (-CHO) ad alta reattività, elevato punto di ebollizione e alta solubilità in acqua. La formaldeide è un presente in

natura come prodotto del metabolismo ossidativo in molti sistemi viventi e dei processi di combustione. L'emivita nell'ambiente della formaldeide è molto breve, poiché in aria viene rapidamente rimossa da processi fotochimici, precipitazione ed è velocemente biodegradabile.

Le principali fonti espositive per la popolazione generale sono i processi di combustione (scarico dei veicoli, centrali elettriche, inceneritori, stufe), il fumo di sigaretta, vernici e coloranti, cosmetici, cibi affumicati o fritti.

La formaldeide causa irritazione oculare, nasale e a carico della gola, starnuti, tosse, affaticamento e eritema cutaneo; soggetti suscettibili o immunologicamente sensibilizzati alla formaldeide possono avere però reazioni avverse anche a concentrazioni inferiori. Le concentrazioni di formaldeide rilevate nelle abitazioni possono essere dell'ordine di quelle che provocano irritazione delle vie aeree e delle mucose, particolarmente dopo interventi edilizi o installazioni di nuovi mobili o arredi. Nel 2004 la formaldeide è stata indicata dallo IARC tra i composti del gruppo I (cancerogeni certi). Essendo un agente con probabile azione cancerogena è raccomandabile un livello di concentrazione il più basso possibile. L'OMS ha fissato un valore guida pari a 0,1 mg/m<sup>3</sup> (media su 30 minuti).

## **Ammoniaca**

L'ammoniaca è molto solubile in acqua alla quale conferisce una netta basicità, mentre in aria, grazie alla presenza di O<sub>2</sub>, può intaccare l'alluminio, il rame, il nichel e le loro leghe. L'ammoniaca gioca un ruolo importante nel nostro ambiente in quanto partecipa al ciclo dell'azoto, contribuisce alla neutralizzazione di acidi e partecipa alla formazione di particolato atmosferico, specie quello con diametro aerodinamico minore di 2.5 µm. Ad esempio l'ammoniaca reagisce con l'acido nitrico e con l'acido solforico portando alla formazione rispettivamente di nitrato d'ammonio e solfato d'ammonio, i due sali inorganici maggiormente presenti nel particolato. Le sorgenti maggiori di NH<sub>3</sub> comprendono attività agricole (allevamenti zootecnici e fertilizzanti) e, in misura minore, trasporti stradali, smaltimento dei rifiuti, combustione della legna e combustione di combustibili fossili.



È irritante per le vie respiratorie, per gli occhi e per contatto può causare ulcerazioni.

L'alta tossicità dell'ammoniaca è da ricercare nel fatto che, disciolta nel sangue, innalza il pH ematico aumentando l'affinità dell'emoglobina per l'ossigeno tanto da renderla incapace di rilasciarlo ai tessuti. Inoltre forma emboli gassosi. A livello ambientale gioca un ruolo importante nei processi di acidificazione ed eutrofizzazione.

## **CO<sub>2</sub>**

Il CO<sub>2</sub> è considerato il principale gas presente nell'atmosfera, prodotto da attività umane. Una sovrapproduzione di anidride carbonica, non può che andare a determinare un aumento dell'effetto serra e contribuendo in questo modo per il 70 per cento al surriscaldamento globale del pianeta.

L'anidride carbonica è sostanzialmente un ossido acido; la sua molecola è costituita da un atomo di carbonio, legato a due atomi di ossigeno. Questa sostanza è fondamentale nei processi biologici delle piante e degli animali. Essa è coinvolta nel processo della fotosintesi delle piante e viene inoltre prodotta grazie alla respirazione degli animali.

Il CO<sub>2</sub> viene prodotto anche nella maggior parte delle combustioni

Sappiamo che esiste una relazione fra la minore concentrazione di CO<sub>2</sub> e la produzione di energia a ciclo combinato a gas naturale:

**tab. 2.** Concentrazioni indicative di CO<sub>2</sub> nelle emissioni di gas da particolari unità in differenti impianti alimentati con combustibili fossili (Metz e Davidson, 2005)

	CONCENTRAZIONE DI CO <sub>2</sub> NELL'EMISSIONE DI GAS DI SCARICO (% IN VOLUME)
ELETTRICITÀ E PRODUZIONE DEL CALORE	
Generazione di corrente bruciando carbone polverizzato	12-14
Impianto IGCC alimentato a carbone	8-9
Ciclo combinato a gas naturale	3-4
ALTRE INDUSTRIE ENERGETICHE	
Riscaldamento per combustione/raffinerie di petrolio	8
Produzione di idrogeno	15-100
INDUSTRIA	
Ammoniaca	100
Industria dell'acciaio e del ferro	20-27
Fornace per cemento	14-33

Sappiamo inoltre che esiste una correlazione fra l'efficienza dell'impianto e il rilascio di CO<sub>2</sub>:

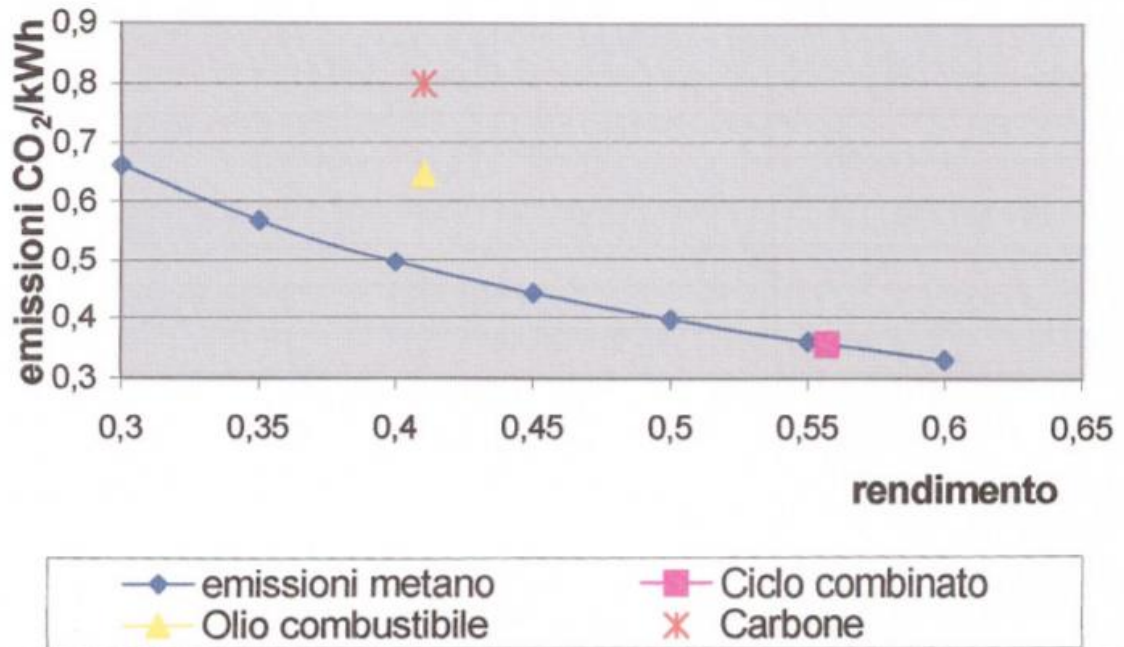
**tab. 4.** Efficienza termica ed emissioni di CO<sub>2</sub> da centrali elettriche con e senza sistema di cattura di CO<sub>2</sub> (Davison *et al.*, 2005; Roberts *et al.*, 2005)

	EFFICIENZA (% LHV)	EMISSIONI CO <sub>2</sub> (g/kWh)
<b>IMPIANTI ALIMENTATI A CARBONE</b>		
PF+FGD	44,0	743
con cattura	34,8	117
IGCC – alimentate a secco	43,1	763
con cattura	34,5	142
IGCC – alimentate con sospensioni di materiale solido	38,0	833
con cattura	31,5	152
<b>IMPIANTI ALIMENTATI A GAS</b>		
NGCC	55,6	379
con cattura (A)	47,4	66
senza cattura (B)	49,6	63

Da Paul Freund IEA, 2006

Dalla figura che segue si può notare come le Centrali costruite più recentemente e più efficienti presentano emissioni più ridotte, anche se sempre presenti.

## Andamento emissioni di CO<sub>2</sub>



## COMMENTI

Con DGR n.44 del 24 gennaio 2014, Regione Liguria ha adottato, secondo quanto disposto dal D.Lgs. n. 155/2010, la zonizzazione del territorio regionale sulla base dei criteri di cui all'appendice 1 dello stesso decreto. Il territorio della Liguria è stato suddiviso secondo tre differenti zonizzazioni, sulla base dei principali inquinanti atmosferici (biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), benzene e particolato solido fine (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), ozono, metalli, BaP.

La classificazione delle zone, che era stata definita con DGR n. 44 del 24 gennaio 2014, è stata riesaminata ed aggiornata, con DGR n 536 del 10 giugno 2016, sulla base delle valutazioni annuali della qualità dell'aria più recenti. Sulla base di questa DGR in termini di zonizzazione per l'area di La Spezia si hanno i seguenti risultati:

SO<sub>2</sub> Media Giornaliera : sotto la soglia di valutazione inferiore

NO<sub>2</sub> Medio Orario : tra la soglia di valutazione superiore e quella inferiore

NO<sub>2</sub> Medio Annuo : sopra la soglia di valutazione superiore

PM<sub>10</sub> medio giornaliero : sopra la soglia di valutazione superiore

PM<sub>10</sub> medio annuo : tra la soglia di valutazione superiore e la soglia inferiore

PM<sub>2,5</sub> : tra la soglia di valutazione superiore e la soglia inferiore

CO : sotto la soglia di valutazione inferiore

Benzene :tra la soglia di valutazione superiore e la soglia inferiore

Arsenico, Nichel, Piombo, Cadmio :sotto la soglia di valutazione inferiore

Ozono :sopra la soglia a lungo termine

I dati dimostrano come la zona di La Spezia abbia un notevole carico di inquinamento dell'aria con indubbie ricadute sulla salute della popolazione.

La VIS presentata si basa su alcuni presupposti presentano criticità e che ne minano la valenza:

- 1) I valori di input (desunti dallo Studio di Impatto Ambientale (art.22 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) Allegato A – Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell’aria) appaiono inferiori a quelli descritti in letteratura per altre Centrali alimentate a gas naturale, in particolare per gli NO<sub>2</sub> e il particolato; Centrali di recente costruzione che hanno utilizzato sistemi di abbattimento a livelli BAT per il NO<sub>2</sub> (che fra l’altro determinano aumento dell’emissione del particolato) presentano livelli di emissioni più elevate;
- 2) Stima dei casi attribuibili:  
Dovendosi valutare non il differenziale fra il rischio precedente (che produceva una serie di effetti sulla salute) e quello da progetto ma il rischio aggiuntivo di impatto sanitario depurato dagli effetti delle attuali esposizioni il calcolo utilizzato per la stima dei casi attribuibili ( $CA = (RR-1) \times Tassopop \times \Delta C \times Pop_{exp}$ ) fornisce valori fuorvianti rispetto all’ effettivo impatto ambientale previsto dalla nuova Centrale in quanto il  $\Delta C$  si basa sulla situazione attuale e non sulle stime della riduzione degli effetti nocivi derivanti dalla chiusura dell’impianto a carbone.
- 3) Le Linee Guida VIS dell’ISS e anche l’OMS per alcuni inquinanti non riportano alcun riferimento in merito a soglie di accettabilità o da criteri per poter valutare i risultati ottenuti dall’indagine, per questo non ha senso definire a priori confronti con livelli di esposizione per definire un rischio tossicologico;
- 4) Seguendo le indicazioni normative e le Linee Guida vigenti la caratterizzazione del rischio (*risk characterization*), in cui le informazioni acquisite sono integrate per determinare la probabilità, incidenza e gravità degli effetti avversi che si potranno presentare nella popolazione esposta al livello di esposizione stimato, non bisogna limitare la qualità e tipologia degli inquinanti da prendere in considerazione e neppure gli indicatori da utilizzare per valutare l’impatto sanitario.

In realtà nella VIS presentata non vengono considerati per la valutazione del danno alla salute delle popolazioni interessate alcuni inquinanti che possono avere effetti a breve e lungo termine, come tutti gli NOX, la formaldeide, l'ammoniaca, le possibili ricadute di isotopi radioattivi, l'impatto elettromagnetico, le polveri ultrafini oltre alle possibili perdite di metano che, come è noto, è un inquinante atmosferico intermedio molto pericoloso.

La VIS ha identificato fra gli inquinanti indice, oltre gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio, il particolato secondario, anche l'ammoniaca ma poi non ne ha valutato il possibile effetto sulla salute delle popolazioni esposte;

- 5) Additività dei singoli inquinanti: LG VIS dell'ISS, poiché alcuni studi hanno indicato che a concentrazioni dei singoli componenti di una miscela, tipiche dei livelli ambientali, generalmente inferiori o vicini al valore del NOAEL, le interazioni sono assenti o trascurabili, ritengono che l'additività di dose sia considerato come l'approccio di riferimento.

L'approccio dell'additività di dose si applica a sostanze chimiche che abbiano lo stesso meccanismo di azione, lo stesso bersaglio tossicologico e/o proprietà tossicocinetiche comparabili, e si basa sull'assunzione che i diversi componenti si comportino come se rappresentassero diluizioni diverse dello stesso inquinante. L'approccio dell'additività è usato anche se gli inquinanti non hanno in comune il MoA, ma non ci sono evidenze o ipotesi di interazione tra loro, per cui si può ipotizzare che svolgano una azione indipendente l'uno d'altro. E' il caso, per esempio, dei Nox, della formaldeide e dell'ammoniaca;

- 6) Anche per quanto riguarda gli indicatori di salute individuati vi è una carenza di dati nella VIS presentata. Infatti le principali tipologie di indicatori sanitari che le Linea Guida VIS ISS individuano come quelli da considerare per le valutazioni di impatto sanitario, 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. Gli unici indicatori sanitari analizzati nella VIS presentata sono stati la mortalità, le ospedalizzazioni e l'Incidenza tumorale.

- 7) I commenti su quasi tutte le valutazioni riportate sono comparative rispetto alla precedente situazione e vengono in genere espresse in questi termini: "è attesa una generale riduzione delle ricadute al suolo e pertanto l'impatto sanitario non potrà essere che positivo" quando in realtà l'interesse attuale deve essere rivolto all'ipotesi della chiusura definitiva della vecchia Centrale e quindi alla valutazione del nuovo impatto sulla salute della Centrale a gas prevista, anche considerando i benefici della cessazione delle immissioni attuali della Centrale. Gli effetti sulla salute sono stati quindi calcolati su queste basi e sono ovviamente sottovalutati in termini di casi attribuibili e più in generale all'impatto sanitario sulle popolazioni interessate;
- 8) Manca nella VIS qualsiasi riferimento alla consultazione degli stakeholder (Enti del territorio, associazione, ecc.) da coinvolgere nella valutazione, come previsto dalle LG VIS dell'ISS. In ogni caso sarebbe stato opportuno confrontarsi con la popolazione interessata secondo le indicazioni delle LG ISS, con idonei processi comunicativi e partecipativi promuovendo il coinvolgimento dei diversi stakeholder fin dalle prime fasi della valutazione.

Per la corretta predisposizione di una VIS (e non solo per una valutazione ex-post), è previsto infatti che il proponente (ovvero il soggetto che deve svolgere lo studio VIS secondo quanto stabilito dalla legge) coinvolga, dalle fasi iniziali, esperti del settore ambientale e sanitario, istituzioni locali e altri attori della comunità,



facilitando anche la partecipazione della popolazione che principalmente subirà le conseguenze determinate dalle modifiche che l'opera apporterà sul territorio. Alcune categorie di soggetti che rientrano tra gli stakeholder secondo le LG ISS sono:

- organizzazioni di cittadini;
- residenti;
- fornitori di servizi;
- ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale), ASL (Aziende Sanitarie Locali), altre amministrazioni ai diversi livelli territoriali;
- imprese locali;
- industrie o grosse imprese;
- agenzie pubbliche;
- organizzazioni non governative;
- soggetti nel settore della ricerca;
- corporazioni di professionisti.

La VIS presentata, con tutti i limiti sopra riportati, valutando solo la Mortalità totale per NO<sub>2</sub> e PM (con RR superiore) e non considerando quindi le altre cause di mortalità e morbilità per tutti gli altri possibili inquinanti indotti dalla Centrale, (che come detto paiono riduttivi rispetto alla letteratura) stima, solo a causa dell'inquinamento dell'aria, una decina di decessi all'anno e alcune centinaia per la presumibile durata della Centrale, oltre al carico di patologie acute e croniche previsto.

Secondo la VIS presentata i livelli di casi attribuibili ottenuti per l'esposizione alle emissioni del progetto in esame sono quindi "scarsamente significativi".

Si potrebbe disquisire molto sul concetto di accettabilità di un rischio per la salute umana, sia per importanti impatti inquinanti sia per livelli pur così minimizzati dalle valutazioni ambientali presentate e dalla VIS conseguente.

E' certo che il peso maggiore delle ricadute in termini di salute ricadrebbe sulle categorie più fragili (anziani, bambini, soggetti con patologie cronicodegenerative, ipersuscettibili).

## CONCLUSIONI

Il quadro generale da cui partire è quello che si viene a prefigurare sulla base delle decisioni già assunte, cioè quello della chiusura della Centrale Elettrica "Eugenio Montale" di La Spezia con conseguenti enormi benefici in termini di riduzione dell'impatto ambientale e delle ricadute sia dirette che indirette per la tutela della salute delle popolazioni residenti nei territori dei comuni interessati.

Il progetto della costruzione della nuova Centrale alimentata ancora una volta con un combustibile fossile come il gas pone però per decine di anni a venire una nuova ipoteca ambientale e in termini di salute per i cittadini, certamente inferiore a quella determinata dalla combustione a carbone ma assolutamente non trascurabile. Questo sia per i casi di malattia e morti relative ma anche nella più ampia accezione di salute così come definita dalle Linee Guida dell'Istituto Superiore di Sanità e riprese dalla ben nota affermazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e cioè salute intesa come benessere psico-fisico e sociale.

Molti esperti ambientali hanno dato il loro contributo per meglio definire i confini dei costi sia di salute che economici che comportano scelte strategiche come la continuazione dell'uso delle fonti fossili per la combustione o lo sviluppo di investimenti per l'uso di fonti rinnovabili, specie se collocate in aree ad elevata densità abitativa.

Molte sono state le acquisizioni in termini di rischi connessi all'inquinamento provocato dalle Centrali alimentate a gas, come quella progettata a La Spezia, ma molte sono ancora le incognite derivanti dagli effetti diretti e indiretti a breve e lungo termine delle esposizioni ambientali ad inquinanti non ben determinati e spesso sottovalutati in contesti espositivi di questo tipo come le polveri ultrasottili, la radioattività, le concentrazioni di ammoniaca, le perdite di metano e soprattutto la sinergica esposizione a più fonti di esposizione come avviene oggi in territori fortemente antropizzati come quello in esame.

Anche se quella a gas per una Centrale Elettrica è una combustione più pulita rispetto ad altri combustibili fossili come il carbone, sappiamo che produce quantità non trascurabili di ossidi di azoto (NOx) e di altri inquinanti in grado di

impattare sulla salute umana (ossidi di carbonio, anidride carbonica, particolato fine e ultrafine, metano, ammoniaca, formaldeide).

Le esperienze americane e australiane, ma anche alcuni ambientalisti italiani, ci dicono che, probabilmente ancora per molti anni, nei territori ove non sussista un impatto diretto con le popolazioni residenti, anche a costo di non irrilevanti impatti su altri determinanti ambientali e sociali, il rapporto costi-benefici imporrà ancora l'uso di combustibili fossili meno impattanti come il gas al posto di combustibili che producono sicuramente più inquinamento ed effetti sanitari come il carbone e gli altri derivati del petrolio.

I loro osservatori e gli scienziati di quei paesi dove da molto tempo è avvenuta una riconversione, almeno parziale, della combustione dal carbone al gas, ci dicono che i risultati ottenuti in termini di beneficio ambientale sono risultati inferiori alle attese.

La prevista nuova centrale elettrica a gas naturale di La Spezia sarebbe però inserita in un'area di pregevole valore ambientale e impatterebbe da vicino su una comunità numerosa e già svantaggiata dal punto di vista del sovraccarico di inquinamento di origine antropico. La scelta di una nuova installazione con combustione a gas determinerebbe, qualora venisse realizzata, un rapporto costo-benefici sbilanciato verso i costi più importanti e cioè quelli relativi ai rischi a carico della salute delle persone.

La VIS prodotta si basa su dati di simulazione di impatto atmosferico, in particolare di NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, particolarmente bassi, anche a confronto con i progetti di altre Centrali simili e anche di potenza più ridotta.

Inoltre nella VIS non vengono presi in considerazione alcuni fattori di rischio che, anche se non obbligatori per una valutazione sommaria di impatto sanitario, sulla base dei dati di letteratura potrebbero essere importanti per una valutazione complessiva degli effetti sulla salute delle popolazioni coinvolte. In particolare mancano riferimenti specifici alle emissioni elettromagnetiche e alle possibili ricadute di radioisotopi ionizzanti (non identificati come fattori di rischio), al particolato ultrafine e all'ammoniaca.

Comunque, anche senza considerare che la tipologia di inquinanti e i valori di emissione e di ricaduta degli inquinanti, gli effetti diretti e indiretti, sulla base delle valutazioni presenti in letteratura, potrebbero essere più numerosi e più elevati di quelli previsti nella VIS presentata da Enel, e anche basandosi solo sui dati previsti nella stesso documento, i dati di impatto ambientale e sulla salute previsti dall'esercizio della nuova Centrale a gas prefigurano già danni, anche se contenuti, alla salute diretti (malattie acute e croniche) e indiretti e livelli di decessi non trascurabili, specie se confrontati con l'alternativa della cessazione definitiva della fonte di inquinamento derivante dall'uso di combustibili fossili per la produzione di energia nella provincia di La Spezia.

Ricordo infine, concludendo, che, sulla base delle indicazioni dell'OMS e in base alle indicazioni delle LG ISS e della letteratura, possiamo individuare tre livelli generali di impatto sulla salute sulla base dei rischi ambientali applicabili allo specifico progetto della nuova Centrale elettrica a gas prevista a La Spezia:

- Livelli di condizioni ambientali desiderabili che promuovono la salute umana e il benessere.
- Livelli di condizioni ambientali accettabili che non sono ideali, ma il cui impatto è neutrale sulla salute e il benessere.
- Livelli di condizioni ambientali incompatibili che, se mantenuti, potrebbero provocare effetti dannosi sulla salute e sul benessere.

I dati ipotizzabili sulla base del progetto della nuova Centrale Enel a gas prevista alla Spezia non depongono certamente per le prime due ipotesi.

La Spezia, 11 luglio 2020

Prof. Alfonso Cristaudo



## BIBLIOGRAFIA

Armaroli N., Po C.. Emissioni da centrali termoelettriche a gas naturale. La letteratura corrente e l'esperienza statunitense RICHMAC Magazine - *Maggio 2003*

Armaroli N., Po C. *Chimica e Industria*, 2003, 85 (4), 45.

Al-Masri MS, Haddad Kh. NORM emissions from heavy oil and natural gas fired power plants in Syria. *J Environ Radioact.* 2012;104:71-74. doi:10.1016/j.jenvrad.2011.09.008

Al-Masri MS, Haddad Kh, Doubal AW, Awad I, Al-Khatib Y. Assessment of soil contamination by (210)Po and (210)Pb around heavy oil and natural gas fired power plants. *J Environ Radioact.* 2014;132:89-93. doi:10.1016/j.jenvrad.2014.01.018

Burney, J.A. The downstream air pollution impacts of the transition from coal to natural gas in the United States. *Nat Sustain* **3**, 152–160 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0453-5>

Di Ciaula A. Emergency visits and hospital admissions in aged people living close to a gas-fired power plant. *Eur J Intern Med.* 2012;23(2):e53-e58. doi:10.1016/j.ejim.2011.09.013

D. Lgs. 3 Aprile 2006 n. 152

D. Lgs. 13 Agosto 2010 n. 155

Environmental Protection Agency. Emission Factor Documentation of AP-42 Section 3.1, Stationary Combustion Turbines, U.S., Alpha-Gamma Technologies Inc., Raleigh, North Carolina, 2000.

Environmental Protection Agency. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I, Section 1.4: External Combustion Sources Natural Gas Combustion U.S., Eastern Research Group, Morrisville, North Carolina, 1998.

Fouladi Fard, R., Naddafi, K., Yunesian, M. *et al.* The assessment of health impacts and external costs of natural gas-fired power plant of Qom. *Environ Sci Pollut Res* **23**, 20922–20936 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7258-0>

Freund P. IEA Greenhouse Gas R&D Programme Cheltenham, ENCICLOPEDIA DEGLI IDROCARBURI VOLUME III / NUOVI SVILUPPI: ENERGIA, TRASPORTI, SOSTENIBILITÀ. Regno Unito, 2006.

Hajny KD, Salmon OE, Rudek J, et al. Observations of Methane Emissions from Natural Gas-Fired Power Plants. *Environ Sci Technol.* 2019;53(15):8976-8984. doi:10.1021/acs.est.9b01875

Ha S, Hu H, Roth J, Kan H, Xu X. Associations Between Residential Proximity to Power Plants and Adverse Birth Outcomes. *Am J Epidemiol.* 2015;182(3):215-224. doi:10.1093/aje/kwv042

Hicks JB, McCarthy SA, Mezei G, Sayes CM. PM1 particles at coal- and gas-fired power plant work areas. *Ann Occup Hyg.* 2012;56(2):182-193. doi:10.1093/annhyg/mer085

Lafleur D, Forcey T, Saddler H and Sandiford M (2016) A Review of Current and Future Methane Emissions from Australian Unconventional Oil and Gas production. Melbourne Energy Institute. Accessed at <http://energy.unimelb.edu.au/library/a-review-of-current-and-futuremethane-emissions>.

Lavoie TN, Shepson PB, Gore CA, et al. Assessing the Methane Emissions from Natural Gas-Fired Power Plants and Oil Refineries [published correction appears in *Environ Sci Technol.* 2017 May 16;51(10):5856-5857]. *Environ Sci Technol.* 2017;51(6):3373-3381. doi:10.1021/acs.est.6b05531

LEGGE 28 dicembre 2015, n. 221

Kato S. et al. , Report to the Legislature Gas-Fired Power Plant NOx Emission Controls and Related Environmental Impacts May 2004 Prepared by Stationary Source Division.

<https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/research/apr/reports/l2069.pdf>

Pacsi AP, Alhajeri NS, Zavala-Araiza D, Webster MD, Allen DT. Regional air quality impacts of increased natural gas production and use in Texas. *Environ Sci Technol*. 2013;47(7):3521-3527. doi:10.1021/es3044714

Eugenia Dogliotti, Laura Achene, Eleonora Beccaloni, Mario Carere, Pietro Comba, Riccardo Crebelli, Ines Lacchetti, Roberto Pasetto, Maria Eleonora Soggiu, Emanuela Testai. Linee guida per la valutazione di impatto sanitario (DL.vo 104/2017). 2019, vii, 72 p. Rapporti ISTISAN 19/9

Schwietzke S, Sherwood O, Bruhwiler L, Miller J, Etiope G, Dlugokencky E, Michel S, Arling V, Vaughn B, White J, and Tans P (2016) "Upward revision of global fossil fuel methane emissions based on isotopic database," *Nature*, 538: 88-91.

Specht M., ENERGY ANALYST | NOVEMBER 9, 2018, 2:14 PM EDT  
<https://blog.ucsusa.org/mark-specht/natural-gas-power-plants-are-not-clean>

Spath P.L. ,M.K.Mann,Life Cycle Assessment of a Natural Gas Combined Cycle Power Generation System,National Renewable Energy Laboratory,Golden,Colorado,TP-570-27715,2000.

Stock A., Will Steffen, Greg Bourne, Petra Stock and Martin Rice. Pollution and Price: The cost of investing in gas. Climate Council of Australia Ltd 2017.

Trozzi C. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - Air pollution EEA. 2009. <http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emissioninventory-guidebook>.

Valerio F. Impatti ambientali e sanitari prodotti dalla combustione di biomasse legnose per la produzione di calore ed elettricità Environmental and health impacts of wood combustion to produce heat and power. *Epidemiol Prev* 2012; 36 (1): 16-26

Zhiyong L et al. Emission Factors of NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, and PM for Bathing, Heating, Power Generation, Coking, and Cement Industries in Shanxi, China: Based on Field Measurement. *Aerosol and Air Quality Research*, 18: 3115–3126, 2018



[https://www.epiprev.it/materiali/2013/EP4-5/EP\\_4-5\\_S2\\_EpiAir.pdf](https://www.epiprev.it/materiali/2013/EP4-5/EP_4-5_S2_EpiAir.pdf)

<http://relazione.ambiente.piemonte.it/2017/it/aria/impatti/salute>

<https://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/oms-e-linquinamento-atmosferico-il-maggior-rischio-ambientale-per-la-salute/>