

## RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C1007184

**Cliente** Enel Produzione

**Oggetto** Centrale Termoelettrica "Federico II" di Brindisi Sud - Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuove unità a gas  
Piano di monitoraggio per le indagini ecotossicologiche a supporto della valutazione di impatto sanitario

**Ordine** Contratto Aperto N°8400134283 del 31.12.2018 - Attivazione N° 3500184102 del 21.05.2021

**Note** Rev. 0 (A1300003110 – Lettera C1011152)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 12 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 22/06/2021

**Elaborato** STC - Meloni Maria Laura  
C1007184 3353 AUT

**Verificato** EDM - Granata Tommaso  
C1007184 3744 VER

**Approvato** EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio  
C1007184 3741 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 2125440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2021 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/12

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL SITO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>SIGNIFICATO DELLE INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>7</b>
5.1	Stazioni di campionamento .....	7
5.2	Modalità di campionamento .....	9
5.3	Test ecotossicologici .....	9
5.3.1	Acque superficiali .....	9
5.3.2	Suoli .....	10
5.3.3	Sedimenti marini .....	10
5.4	Fasi di indagine .....	11
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA .....</b>	<b>12</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	22/06/2021	C1007184	Prima emissione

## 1 PREMESSA

La società Enel Produzione ha sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale il progetto denominato “Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuove unità a gas” per la Centrale termoelettrica “Federico II” di Brindisi Sud.

Nell’ambito di tale procedura, l’Istituto Superiore di Sanità ha richiesto la predisposizione e l’applicazione di un Piano di monitoraggio per l’esecuzione di indagini ecotossicologiche su acque, suoli e sedimenti a supporto della Valutazione di Impatto Sanitario, come previsto dalle Linee Guida (Rapporto ISTISAN 19/9 – Linee Guida per la valutazione di impatto sanitario (DL,vo 104/2017)).

Il presente documento riporta le tipologie di indagini previste sulle diverse matrici, le stazioni di campionamento e le frequenze relative alla fase *ante* e *post operam*.

## 2 PROGETTO

Il progetto sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale riguarda la sostituzione delle unità a carbone presenti nell’attuale configurazione della Centrale termoelettrica Federico II” di Brindisi Sud con nuove unità a gas.

Nel 1982 l’Enel venne autorizzata, con decreto M.I.C.A. del 24/06/1982, rilasciato a norma della Legge 18/12/1973 n. 880, alla costruzione ed esercizio di una centrale termoelettrica a carbone e olio combustibile, della potenza nominale di 2640 MWe, articolata su quattro sezioni, ciascuna della potenza nominale di 660 MWe, dotate di precipitatori elettrostatici.

Il progetto originario, immutato per quanto attiene la capacità produttiva, ha subito negli anni delle rilevanti modifiche impiantistiche rese necessarie per rispettare i più stringenti limiti di emissione in atmosfera, conseguire la poli-combustibilità delle caldaie, adeguare le infrastrutture di logistica di approvvigionamento combustibili, lo stoccaggio e la movimentazione dei reflui solidi (essenzialmente gessi e ceneri), le capacità di stoccaggio del combustibile liquido.

I gruppi hanno eseguito il 1° parallelo commerciale alla rete di trasporto nazionale rispettivamente in data:

- Gruppo 1: 10/10/1991
- Gruppo 2: 26/05/1992
- Gruppo 3: 10/12/1992
- Gruppo 4: 30/11/1993

Nel 1998 su tutti e quattro i gruppi sono entrati in funzione gli impianti DeNOx e DeSOx.

Il nuovo progetto prevede la realizzazione nell'area di impianto di unità a gas, taglia massima 1680 MWe1, in sostituzione delle esistenti.

L'intervento prevede tre fasi di costruzione. La prima fase comprende la costruzione di una prima unità turbogas e il funzionamento in ciclo aperto (OCGT) in corrispondenza con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti. La seconda fase prevede l'aggiunta di un'altra unità turbogas (OCGT). Nell'ultima fase potrà essere realizzato il completamento in ciclo chiuso di entrambi i cicli aperti con l'aggiunta di due caldaie a recupero e una turbina a vapore.

Il progetto di costruzione nella sua configurazione finale e rispetto la configurazione attuale autorizzata all'esercizio con decreto di riesame dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. DEC-MIN-0000174 del 03/07/2017, consentirà di:

- Ridurre la potenza termica autorizzata da 6560 MWt (2640 MWe per ciascun gruppo da 660 MWe) a 2700 MWt (1680 MWe in ciclo chiuso);
- Realizzare potenza elettrica di produzione con unità che hanno rendimento elettrico netto superiore al 60%, rispetto all'attuale 40%, riducendo contestualmente le emissioni di CO<sub>2</sub>;
- Ottenere una concentrazione di emissioni in atmosfera di NO<sub>x</sub>, CO e polveri inferiori ai valori attuali;
- Azzerare le emissioni di SO<sub>2</sub> e di polveri.

### 3 CARATTERISTICHE DEL SITO

La centrale termoelettrica Federico II (Brindisi Sud) dell'Enel Produzione S.p.A. sorge nel territorio del Comune di Brindisi in Località Cerano di Tutturano, frazione Sud del capoluogo di Provincia.

Occupava una superficie di circa 186 ettari, a circa 12 km a Sud della città di Brindisi e 30 km a Nord della città di Lecce. L'area si affaccia sul litorale brindisino, nel tratto di costa che va da Località Masseria Cerano al confine sud del Comune stesso.



La Centrale è raccordata alle S.S. Adriatica n.613 Brindisi-Lecce tramite alcune strade provinciali. La stazione ferroviaria più vicina è quella di Tutturano, a circa 3 km. L'accesso principale alla Centrale è ubicato a Sud-Est del sito, inoltre è presente un accesso secondario nella zona a Nord-Ovest.

L'area su cui sorge l'impianto è stata caratterizzata da un intervento antropico a scopo agricolo che nei secoli ha trasformato il paesaggio originario. Le modifiche operate sul territorio sono da ricondursi storicamente alle bonifiche delle paludi litoranee, ai successivi interventi di riforma fondiaria ed agraria e ad un moderno sviluppo della rete viaria.

La caratteristica peculiare del paesaggio è la presenza di vaste aree occupate da vigneti e da oliveti, tra cui si intercalano distese di grano e colture orticole.

#### 4 SIGNIFICATO DELLE INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE

L'ecotossicologia valuta gli effetti tossici degli agenti chimici e fisici sugli organismi viventi riuniti in comunità all'interno di definiti ecosistemi e consente anche di valutare le modalità di diffusione di tali agenti e le loro interazioni con l'ambiente.

Il saggio ecotossicologico è un test atto a verificare se un composto o un campione ambientale possono dare luogo a una risposta biologica rilevante negli organismi utilizzati.

Il parametro osservato e misurato (endpoint) può essere la mobilità, la sopravvivenza, la dimensione o crescita, il numero di uova o figli, oppure una qualsiasi variabile biochimica o fisiologica che può essere attendibilmente quantificata. Le osservazioni possono essere effettuate dopo un periodo di esposizione prefissata.

Con questa tipologia di test si possono distinguere effetti acuti e cronici:

- il test di ecotossicità acuta stima gli effetti avversi che si manifestano in un breve tempo (non superiore a un terzo del tempo medio tra nascita e raggiungimento della maturità sessuale e durante il quale l'organismo può essere mantenuto in buone condizioni in assenza di alimentazione) dopo l'esposizione al campione
- il test di ecotossicità cronica stima gli effetti avversi che si manifestano dopo l'esposizione ad una sostanza per un periodo > 50 % del ciclo vitale degli organismi, durante il quale vengono alimentati.

I test ecotossicologici hanno diversi vantaggi:

- permettono valutazioni globali dell'impatto di tutti gli agenti inquinanti sull'ambiente naturale;
- accertano e quantificano gli effetti tossici sugli organismi viventi, utilizzando specie indicatrici sensibili;
- sono condotti in laboratorio in condizioni controllate e standardizzate.

Poiché non esiste una singola specie adatta ad esprimere gli effetti di tutti i possibili tossici, è necessario utilizzare una serie di organismi test, con sensibilità differente alle sostanze tossiche.

La batteria di test ecotossicologici deve essere selezionata in base alla rappresentatività ecologica e in relazione alla catena trofica; deve almeno comprendere individui appartenenti a 3 livelli diversi della catena alimentare, come nell'esempio di seguito riportato:

- un'alga: organismo unicellulare produttore
- un batterio: organismo unicellulare decompositore
- un invertebrato: organismo pluricellulare consumatore.

I risultati dei saggi ecotossicologici possono essere espressi come:

- Inibizione percentuale (I %) del parametro misurato
- EC<sub>50</sub> = concentrazione che produce un effetto nel 50% degli organismi esposti

I %	EC <sub>50</sub>	GIUDIZIO
< 20 %	-	Assenza di tossicità
> 20 % < 50%	-	Debolmente tossico
> 50%	100-10	Tossico
> 50%	<10-1	Molto tossico
> 50%	<1	Estremamente tossico

Più recentemente sono stati studiati e applicati anche saggi eco-genotossicologici, che permettono di valutare le interazioni tra gli agenti di origine antropica e il materiale genetico di organismi di popolazioni naturali e di individuare segnali precoci di contaminazione, in relazione ai successivi effetti sugli ecosistemi e sulla salute umana.

L'identificazione degli effetti genotossici avviene mediante l'uso di biomarcatori che rilevano l'induzione di danno al DNA. Tra i biomarcatori si distinguono quelli di esposizione, cioè sostanze esogene rilevata in un compartimento dell'organismo che identifica e quantifica l'esposizione a genotossici, e quelli di effetto, che rappresentano la conseguenza dell'esposizione e possono variare da alterazioni a livello di un bersaglio critico a cambiamenti tardivi progressivi.

Il Comet Assay e il saggio del micronucleo (MN test) rappresentano i più rilevanti biomarcatori di effetto. Il primo quantifica il danno primario al DNA, in termini di rotture a singola e doppia elica, e la sua cinetica di riparazione, ed è caratterizzato dall'applicazione ad ogni tipo di cellula in vitro e in vivo ed elevata sensibilità. Il secondo valuta il processamento del danno primario al DNA in danno cromosomico espresso in termini di micronuclei, che costituiscono dei piccoli nuclei addizionali che si formano dalla condensazione di frammenti cromosomici o da interi cromosomi che, restando indietro durante il movimento dei cromosomi all'anafase, non sono incorporati nei nuclei principali delle cellule figlie.

## 5 PIANO DI MONITORAGGIO

Il Piano di Monitoraggio in oggetto prende in considerazione le seguenti matrici:

- acqua superficiale
- suoli
- sedimenti marini

sulle quali eseguire le indagini ecotossicologiche a supporto della valutazione di impatto sanitario.

Sono di seguito riportati:

- le stazioni individuate per ogni matrice
- le modalità di campionamento
- le tipologie di indagini ecotossicologiche previste per ciascuna matrice
- la distribuzione temporale delle indagini.

### 5.1 Stazioni di campionamento

Per ciascuna matrice sono stati considerati:

- per le acque superficiali, il fiume Grande, pur non potenzialmente impattato dall'esercizio della Centrale, nel quale è stata individuata una stazione di campionamento nel punto più vicino all'impianto,
- per i suoli sono state individuate tre stazioni nell'intorno della Centrale,
- per i sedimenti marini sono state individuate tre stazioni nel tratto marino-costiero prospiciente la Centrale.

La localizzazione delle stazioni di campionamento è stata effettuata sulla base della stima delle interazioni attese dall'opera in progetto con le matrici ambientali e dalle ricadute da emissioni in aria. Nelle immagini seguenti sono riportate le mappe con le stazioni di campionamento, precisando che l'esatta collocazione delle stazioni sarà ulteriormente definita e messa a punto sulla base di successivi sopralluoghi, al fine di verificare l'accessibilità dei siti e le condizioni di sicurezza delle attività di prelievo.

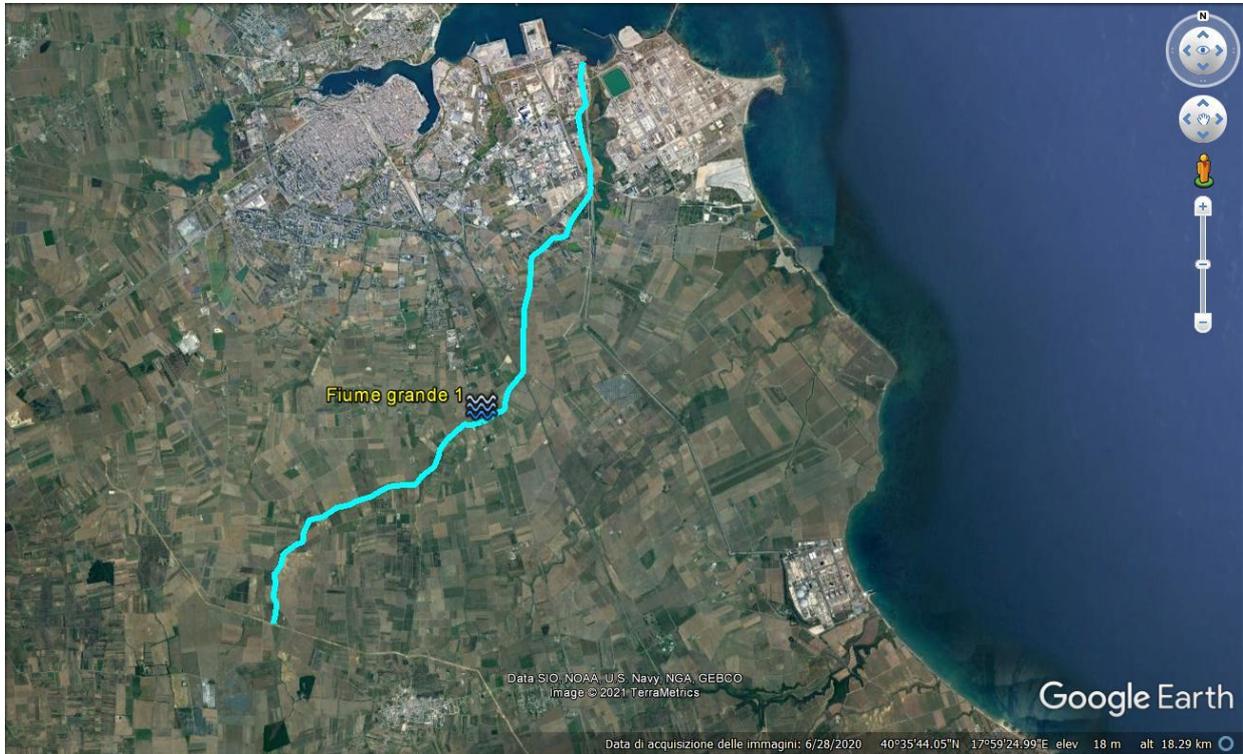


Fig. 1 Stazione di campionamento di acque superficiali



Fig. 2 Stazioni di campionamento di suoli e sedimenti

## 5.2 Modalità di campionamento

Il campionamento delle acque superficiali sarà effettuato mediante bottiglia di campionamento; in concomitanza del prelievo saranno misurati anche i principali parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto). Saranno prelevati indicativamente 500 ml di acqua per ogni test; il campione sarà conservato in idonei contenitori mantenuti a 4°C sino all'esecuzione delle analisi.

Il campionamento dei suoli verrà effettuato con l'ausilio di una vanga, previa rimozione dello stato superficiale con eventuale copertura erbacea, prelevando lo strato sino a circa 20-30 cm, in tre punti per ciascuna stazione. I tre subcampioni così ottenuti verranno miscelati in una vaschetta di polietilene a costituire un campione integrato rappresentativo della stazione. Saranno prelevati indicativamente 6 kg di materiale, suddivisi in tre idonei contenitori da 2 litri, uno per ciascun test. I campioni saranno mantenuti a 4°C sino al momento dell'esecuzione delle analisi.

Il campionamento dei sedimenti marini sarà effettuato mediante ausilio di idonea imbarcazione attraverso l'utilizzo di una benna di Van Veen della capacità di 18÷24 litri di materiale. Ciascun campione di sedimento superficiale sarà omogeneizzato in vaschetta di polietilene; Saranno prelevati indicativamente 4 kg di materiale, suddivisi in idonei contenitori da 1 litro, uno per ciascun test. I campioni saranno mantenuti a 4°C sino al momento dell'esecuzione delle analisi.

## 5.3 Test ecotossicologici

Vengono di seguito riportati i test ecotossicologici previsti per ciascuna matrice. Nel caso non fosse possibile l'esecuzione di uno o più dei test indicati, per indisponibilità degli organismi bersaglio per difficoltà legate all'allestimento, tale test sarà sostituito da uno equivalente, che si baserà comunque su normativa nazionale o internazionale ufficialmente riconosciuta.

Si fa presente che per il test da eseguire sulla componente ittica è stato indicato quello che utilizza embrioni di pesce, che rappresenta l'approccio alternativo al test acuto classico con il pesce adulto, non è compatibile con la maggior parte della normativa vigente in materia di benessere degli animali (Direttiva 2010/63/UE).

### 5.3.1 Acque superficiali

Sul campione di acque superficiali saranno eseguiti quattro test di tossicità:

- test di tossicità acuta con il crostaceo *Daphnia magna* (APAT CNR IRSA 29 2003 Metodi analitici per le acque 8020 - Metodi di valutazione della tossicità con *Daphnia*)
- test di tossicità acuta con embrioni di pesce (ad es. *Danio rerio*, *Brachydanio rerio* o *Pimephales promelas*) (OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2 Test No. 236: Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test; Linea Guida OCSE n.212 Fish, Short-term Toxicity Test on Embryo and

Sac- fry Stages”, UNI EN ISO 15088, 2009 Qualità dell'acqua - Determinazione della tossicità acuta delle acque reflue per le uova di pesce zebra (*Danio rerio*)).

- test di tossicità cronica con il crostaceo *Ceriodaphnia dubia* (APAT CNR IRSA 29 2003 Metodi analitici per le acque 8100 - Metodi di valutazione della tossicità cronica (7 giorni) con *Ceriodaphnia dubia*)
- test di genotossicità (test di Ames o Comet Assay) (OECD 471 Bacterial reverse mutation test (Ames test), OECD 489: In Vivo Mammalian Alkaline Comet Assay, UNI EN ISO 21427-2:2009 Qualità dell'acqua - Valutazione della genotossicità per mezzo della misurazione dell'induzione di micronuclei - Parte 2: Metodo a popolazione mista che utilizza la linea delle cellule V79)

### 5.3.2 Suoli

Per i suoli saranno eseguiti tre test di tossicità per ciascuna stazione:

- test di tossicità acuta mediante *Lepidium sativum* (specie vegetale, crescita inglese) **su suolo tal quale** UNICHIM N. 1651: 2003 (Qualità dell'acqua – Determinazione dell'inibizione della germinazione e allungamento radicale in *Cucumis sativus* L. (Cetriolo), *Lepidium sativum* L. (Crescione), *Sorghum saccharatum* Moench (Sorgo) (Saggio di tossicità cronica breve))
- test di tossicità acuta **su elutriato** con il crostaceo *Daphnia magna* (APAT CNR IRSA 29 2003 Metodi analitici per le acque 8020 - Metodi di valutazione della tossicità con *Daphnia*)
- test di genotossicità (test di Ames o Comet Assay) **su elutriato** (OECD 471 Bacterial reverse mutation test (Ames test), OECD 489: In Vivo Mammalian Alkaline Comet Assay, UNI EN ISO 21427-2:2009 Qualità dell'acqua - Valutazione della genotossicità per mezzo della misurazione dell'induzione di micronuclei - Parte 2: Metodo a popolazione mista che utilizza la linea delle cellule V79)

### 5.3.3 Sedimenti marini

Per i sedimenti marini saranno eseguiti quattro test di tossicità per ciascuna stazione:

- saggio ecotossicologico **su tal quale** con il microrganismo marino *Vibrio fischeri* (ICRAM – Metodologie analitiche di riferimento 2001, Sedimenti Appendice 2)
- saggio ecotossicologico **su elutriato** con l'alga *Phaeodactylum tricorutum* (ASTM E1218-04(2012), UNI EN ISO 1053:2016)
- test di embriotossicità **su elutriato** con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* (EPA/600/R-95-136)
- test di genotossicità (test di Ames o Comet Assay) **su elutriato** (OECD 471 Bacterial reverse mutation test (Ames test), OECD 489: In Vivo Mammalian Alkaline Comet Assay, UNI EN ISO 21427-2:2009 Qualità dell'acqua - Valutazione della genotossicità per mezzo della misurazione dell'induzione di micronuclei - Parte 2: Metodo a popolazione mista che utilizza la linea delle cellule V79)

## 5.4 Fasi di indagine

Il presente Piano prevede l'esecuzione di quattro campagne di indagini, che verranno eseguite con frequenza annuale, suddivise nelle seguenti fasi:

- *ante operam*, una campagna per valutare lo stato prima dell'inizio delle lavorazioni, a cui fare riferimento come obiettivo nelle fasi successive
- *post operam*, la prima dopo cinque mesi dall'entrata in funzione dell'impianto nel nuovo assetto e le altre due a cadenza annuale.

In seguito le frequenze potranno essere rimodulate sulla base dei risultati ottenuti.

## 6 BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA

- DECRETO 15 luglio 2016, n. 173 Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini (GU Serie Generale n.208 del 06-09-2016 - Suppl. Ordinario n. 40)
- Ecotossicologia e Salute - Approcci metodologici Rapporti ISTISAN 20/06 (2020)
- Linee guida per la valutazione di impatto sanitario (Dl.vo 104/2017) – Rapporti ISTISAN 19/9 (2019)
- Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti e acque interne – Manuali e Linee Guida ISPRA 88/2013
- Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (ICRAM 2007)