

CENTRALE TERMOELETTRICA ENEL DI CIVITAVECCHIA

SINTESI DELLE INDAGINI AMBIENTALI IN CORSO DI ESECUZIONE

1. BIOMONITORAGGIO MARINO

La Centrale di Torrevaldaliga Nord applica una serie di indagini nell'ambito del piano di biomonitoraggio 2007+2011, effettuate:

- in un primo momento secondo quanto previsto nelle prescrizioni dall'autorizzazione agli scarichi nell'ambito delle attività di monitoraggio relativo a quanto prescritto nella autorizzazione agli scarichi idrici nel mare Tirreno, rilasciate dalla Provincia di Roma il 3 dicembre 2002 n° 436/2002 ai sensi della legge 152/99 e successive modifiche ed integrazioni per la Centrale di Torre Valdaliga Nord ubicata nel comune di Civitavecchia
- in seguito secondo quanto prescritto ai sensi dell'articolo 11 della legge 24 novembre 2000, n. 340, decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003 ed estratto della pronuncia di compatibilità ambientale n. DEC/VIA/2003/158 del 6 novembre 2003 con i quali è stata autorizzata la conversione a carbone della centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord sita nel comune di Civitavecchia (RM).

Lo scopo del monitoraggio previsto è quello di individuare tempestivamente le possibili alterazioni permanenti dell'ambiente marino, collegabili alla presenza della Centrale.

Non essendo ragionevole l'ipotesi di fenomeni perturbativi irreversibili, al termine "alterazioni permanenti" si attribuisce il significato di modificazioni strutturali dell'ecosistema marino, instauratesi in conseguenza delle perturbazioni, che possono persistere con continuità per tutto l'arco di vita dell'impianto.

COMPONENTI AMBIENTALI DA SOTTOPORRE AL MONITORAGGIO

La selezione delle componenti ambientali da utilizzare ai fini del monitoraggio deve essere effettuata tra quelle in grado di manifestare reazioni alle perturbazioni termiche.

Tali componenti, scelte tenendo conto delle indicazioni riportate nelle prescrizioni, devono consentire di coniugare la "tempestività" della segnalazione delle eventuali alterazioni ecologiche con la possibilità di evidenziare, piuttosto che fenomeni acuti e transitori, modificazioni "permanenti". E' inoltre consigliabile che si collochino in "nodi" relativamente complessi della rete di interrelazioni che regola l'equilibrio dell'ecosistema del tratto di mare antistante la Centrale, in modo da integrare nelle proprie reazioni una quota non secondaria dell'insieme dei meccanismi di causa-effetto innescati dalla presenza dell'impianto.

La componente che fornisce tempestive risposte ad eventuali effetti dovuti alle immissioni nel tratto di mare indagato è sicuramente la popolazione planctonica (fito e zooplancton) che si propone pertanto come indicatore di impatto nel breve termine temporale. L'ipotesi da testare è sostanzialmente quella dell'omogeneità strutturale del popolamento fito e zooplanctonico costiero dell'area studiata; al di là di un esame di dettaglio degli aspetti tassonomici, il piano di indagine deve essere impostato in modo da rilevare eventuali differenze fra l'evoluzione stagionale di zone esposte alle immissioni dell'impianto e di zone di riferimento non esposte.

Come indicatori principali per il monitoraggio a medio termine si ritengono particolarmente adatti il Macrobenzothos e la prateria di *Posidonia oceanica* che si prestano ad evidenziare effetti sia diretti che indiretti.

Queste componenti ecologiche sono in grado di integrare, su periodi relativamente lunghi, l'influenza dei fattori ambientali che caratterizzano l'ecologia di un determinato sito e sono quindi molto indicate per segnalare il manifestarsi di eventuali "alterazioni permanenti" originate dalla cronicizzazione degli effetti degli stress ambientali. Si deve considerare inoltre che la struttura dei popolamenti del macrobenzothos, dipende anche da effetti indiretti, mediati dai fenomeni che si svolgono negli strati d'acqua soprastanti caratterizzati dalla popolazione planctonica.

Le comunità macrobentoniche, grazie alla relativa facilità di campionamento, vengono utilizzate diffusamente nelle indagini di ecologia marina, per cui la letteratura scientifica offre molti dati comparativi; esse sono state di frequente impiegate anche per la caratterizzazione ecologica dei siti interessati da impianti termoelettrici costieri, incluso il tratto di mare antistante Torrevaldaliga Nord compreso tra Punta S. Agostino e Fiumaretta.

LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE

Fitoplancton e Zooplancton

Le indagini relative alle comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche costiere sono effettuate, nell'arco del periodo di monitoraggio, con campionamenti in 4 stazioni con cadenza stagionale

Le stazioni sono ubicate nel tratto di mare compreso tra Punta S. Agostino e Capo Linaro, e in particolare in corrispondenza di Punta S. Agostino (A), dello scarico delle acque di raffreddamento della centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (B), in prossimità del porto di Civitavecchia (D) e del Villaggio del Fanciullo (E).

Ciascuna stazione (A, B, D ed E) è collocata a circa un miglio dalla costa.

I campionamenti sono effettuati nel mese centrale di ogni stagione per tre giorni consecutivi (prelevando ogni giorno un campione per stazione) in modo da tener conto, nel campionamento, la variabilità nel breve arco temporale.

I prelievi di zooplancton sono effettuati mediante profili verticali (fino alla profondità di -20 m), utilizzando un retino provvisto di armatura conica con imboccatura da 30 cm e maglia da 80 µm; in modo da filtrare un volume d'acqua totale di 1,4 m³ in ogni stazione.

I campioni di fitoplancton sono raccolti contemporaneamente a quelli di zooplancton; il campionamento verrà effettuato tramite bottiglia di Ruttner alla profondità di -0,5 m.

L'analisi tassonomica, sia per il fitoplancton sia per lo zooplancton, viene effettuata per grandi gruppi tassonomici.

Macrobenzothos e prateria di *Posidonia oceanica*

La fascia marina antistante la Centrale di Torrevaldaliga Nord è interessata diffusamente e con continuità oltre che dalle immissioni della Centrale, anche da un'ampia gamma di attività antropiche che possono condizionare sensibilmente la struttura dei popolamenti marini locali attraverso fenomeni non connessi con le caratteristiche del campo termico (dispersione di effluenti urbani, imbonimenti, attività marittime connesse con la presenza del vicino porto di Civitavecchia etc.).

Il monitoraggio degli eventuali effetti dello scarico della Centrale verrà quindi effettuato in aree non immediatamente costiere, in cui l'interferenza di tali fattori, estranei non controllabili, possa ritenersi attenuata, in modo da rendere più chiaramente discriminabile l'impatto potenziale delle immissioni dell'impianto.

Le stazioni di campionamento sono poste a tre profondità (4-8-16 m) lungo tre transetti collocati rispettivamente: il primo (A) in corrispondenza di Punta S. Agostino, il secondo (B) in corrispondenza dello scarico delle acque di raffreddamento della centrale di Torrevaldaliga Nord, il terzo (D) in corrispondenza di punta Mattonara.

In ciascuna stazione verranno prelevati, da parte di operatore subacqueo, campioni di substrati duri (mediante grattaggio completo di area nota 20x20 cm) e, nelle stazioni dove è presente, di *Posidonia oceanica* (dieci fasci con relativi rizomi) di cui verrà inoltre stimata la densità per metro quadro.

I prelievi e la stima della densità dovranno essere effettuati con un'opportuna replicazione (orientativamente 3 campioni per stazione), in modo da consentire di valutare la variabilità delle grandezze controllate e di effettuare i confronti su base statistica.

Per la selezione del metodo di campionamento, che deve avere comunque carattere quantitativo, si fa riferimento ai manuali di bentologia delle serie IBP o FAO. La frequenza delle campagne di prelievo deve essere tale da documentare le condizioni della componente nei principali assetti che assume nel corso del ciclo annuale evitando i periodi di transizione (primavera ed autunno), pertanto i campionamenti vengono effettuati nei momenti centrali delle stagioni invernale ed estiva.

L'analisi tassonomica degli organismi campionati viene effettuata fino a livello di Famiglia.

STATO DI AVANZAMENTO

In base alle analisi effettuate nell'ambito del piano di biomonitoraggio, si può concludere che le comunità costiere dell'area studiata risultano omogenee lungo tutto l'arco di costa indagato e non emergono variazioni di alcun genere che possano essere ricondotte agli effetti dello scarico termico della centrale di Torrevaldaliga Nord.

Nell'area prospiciente allo scarico termico, infatti, non sono state verificate, sia per la componente fitoplanctonica sia per quella zooplanctonica sia per quella bentonica, significative variazioni nella composizione specifica, nelle abbondanze e nelle distribuzioni spaziali riconducibili all'influenza dello scarico termico.

ATTIVITA' PREVISTE

Per gli anni di prosecuzione dell'attuale piano di biomonitoraggio (2008+2011) sono previste attività aggiuntive per una migliore caratterizzazione dell'area interessata e degli eventuali effetti dell'esercizio della Centrale.

A tale proposito viene considerata stagionalmente la qualità delle acque e dei sedimenti nel tratto di mare antistante la Centrale, considerando i principali inquinanti che possono essere scaricati nel corpo idrico recettore.

In particolare **sulle acque** verranno effettuate le seguenti determinazioni:

- concentrazioni di metalli coinvolti nella combustione del carbone (Al, As, Cd, CrVI, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn)
- test ecotossicologici mediante il microrganismo marino *Vibrio fischeri*

Sui sedimenti saranno determinati:

- concentrazioni di metalli coinvolti nella combustione del carbone (Al, As, Cd, CrVI, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn)
- concentrazioni di IPA e idrocarburi totali

2. BIOMONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Tra le prescrizioni contenute nel decreto autorizzativo del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003, è riportata la prescrizione "Dovrà essere messo in atto il programma di biomonitoraggio secondo le specifiche descritte da ENEL nello studio di impatto ambientale".

Nel gennaio 2004 Enel ha presentato il "Piano delle campagne di monitoraggio e biomonitoraggio" in cui ha delineato i principi da adottare per la redazione dei progetti delle campagne di monitoraggio delle emissioni e della qualità dell'aria. In particolare, il Piano fornisce le indicazioni di massima per la progettazione del sistema di biomonitoraggio del territorio circostante l'impianto termoelettrico autorizzato.

Il progetto del sistema di biomonitoraggio, il cui dettaglio è riportato nel documento CESI prot. A6024948, di cui si riporta un estratto, prevede che il sistema sia costituito da:

- "Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioindicatori"
- "Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioaccumulatori"
- "Rete di biomonitoraggio con specie arborea spontanea come bioaccumulatore fogliare"
- "Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioaccumulatore (Lolium sp.)"
- "Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioindicatore di ozono (Nicotiana tabacum)"(67339M)

LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE

➤ *Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioindicatori*

L'APAT ha adottato a livello nazionale una metodologia messa a punto dal Prof. P.L. Nimis dell'Università di Trieste (1999) e, raccogliendo anche i contributi di altri esperti del settore, ha perfezionato il protocollo applicativo (ANPA, 2001).

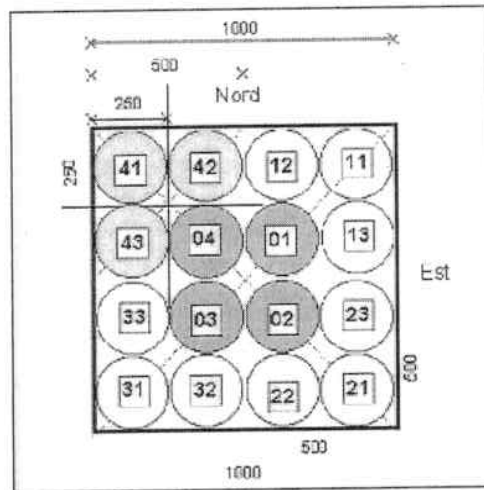
La metodologia citata è stata utilizzata da APAT per la realizzazione della rete nazionale di biomonitoraggio della qualità dell'aria mediante la stima della biodiversità lichenica ed è raccomandata anche per la realizzazione di reti locali di biomonitoraggio basate sullo stesso principio.

Il metodo prevede la suddivisione del territorio oggetto di indagine in un insieme di Unità di Campionamento Primarie (UCP) e di Unità di Campionamento Secondarie (UCS), intese come porzioni di territorio, con superficie e forma definite, all'interno delle quali, seguendo procedure standard, vanno individuati gli alberi (forofiti) per il rilevamento della Biodiversità Lichenica. Tali unità hanno lo scopo di assicurare l'uniformità e l'omogeneità della distribuzione dei siti di rilevamento e di rendere minima la soggettività degli operatori.

La forma delle UCP è quadrata e le loro dimensioni variano, a seconda delle scale territoriali, da 1x1 km a 250x250 m. La citata rete nazionale di biomonitoraggio è, infatti, costituita da un insieme di UCP di 1x1 km, posizionate baricentricamente alle intersezioni di una griglia di 18x18 km (UCP 0).

In caso di non idoneità (mancanza del numero minimo di 3 forofiti idonei all'interno delle UCS) dell'UCP 0, il manuale APAT prevede che vi sia la possibilità di ricercare i forofiti in UCP limitrofe (UCP 1÷8) seguendo regole di ricerca codificate (vedi figura seguente)

Le UCS, di forma circolare con raggio di 125 m, sono distribuite all'interno delle UCP (16 UCS per ogni UCP) e sono le porzioni di territorio all'interno delle quali si deve procedere alla scelta dei forofiti (vedi figura seguente).

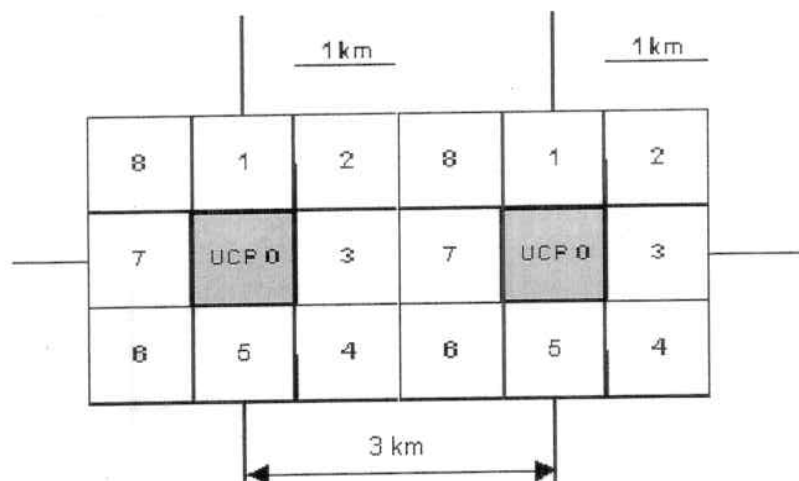


Per essere rilevabile, è necessario che un UCS abbia almeno 1 albero nelle condizioni di rilevabilità. Per essere considerata rilevabile è necessario che ogni UCP abbia almeno 1 UCS rilevabile. Se tra le UCS una sola è rilevabile questa deve avere 3 forofiti.

Vista l'estensione dell'area, le caratteristiche del territorio circostante la centrale ENEL di Torrevaldaliga Nord e gli elementi di interesse per il biomonitoraggio (modello diffusionale, etc.), si è deciso di applicare preliminarmente (anno di monitoraggio preoperazionale ovvero prima dell'entrata in esercizio) all'area di interesse individuata una griglia di riferimento per la ricerca delle stazioni di bioindicazione lichenica, costruita a partire dall'intersezione più vicina della rete nazionale ANPA (732000 E, 4692000 N UTM ED50 fuso 32), con un passo di 6x6 km, rinfittito a 3x3 km nelle aree dove la modellazione diffusionale degli effluenti gassosi prevede i contributi più significativi (Monti della Tolfa).

Il rinfittimento 3x3 Km comporta sicuramente un problema di applicazione integrale del sistema di ricerca adottato poiché lo spostamento dell'UCP 0 in celle chilometriche adiacenti (1+8) non è possibile a causa del rischio elevato di individuazione di stazioni vicine; infatti le UCP alternative di un'intersezione di griglia sono adiacenti a quelle delle intersezioni limitrofe (vedi figura seguente).

Volendo, quindi, evitare il fenomeno di autocorrelazione spaziale ai fini di una corretta applicazione



delle tecniche geostatistiche, si deve prevedere l'utilizzo della sola UCP 0 per le intersezioni di rinfittimento.

In sintesi, la individuazione dei gruppi di forofiti avverrà secondo due reti sovrapposte ed integrate:

- una rete con passo 6x6 km (distanza tra le intersezioni), costruita a partire dall'intersezione della rete nazionale più vicina, dove si applica lo schema di ricerca integrale (8 UCP per intersezione),
- una rete di rinfittimento con passo 3x3 km (distanza tra le intersezioni) che individua altre intersezioni intermedie a quelle della rete sopra descritta, dove si applica lo schema di ricerca semplificato costituito dall'utilizzo della sola UCP 0 al fine di evitare il fenomeno di autocorrelazione spaziale.

Su tali basi si ritiene possibile la realizzazione di una rete potenzialmente costituita da un totale di 38 stazioni di bioindicazione lichenica.

Per quanto riguarda la scelta della specie del forofita da ricercare, nel caso specifico di una rete locale, sarebbe opportuno minimizzare la variabilità legata al forofita (alberi che ospitano sulla corteccia le comunità licheniche) scegliendo una sola specie. L'analisi vegetazionale e floristica e le indagini di biomonitoraggio pregresse indicano che le specie caducifoglie del genere *Quercus* sono presenti in tutto il territorio indagato, ma la vastità del territorio indagato e l'ampio spettro delle condizioni microclimatiche e stagionali non consentono di disporre di una sola specie uniformemente diffusa; questo comporta la scelta delle due specie decidue del genere *Quercus* più diffuse localmente: *Quercus cerris* (cerro), per le facies mesofile, e *Quercus pubescens* (roverella) per le facies xerofile. L'adozione di due specie decidue del genere *Quercus* non dovrebbe comportare un'elevata variabilità legata alle caratteristiche del forofiti (Giordani et al., 2002; Loppi et al., 2002).

Le tecniche di rilievo e di elaborazione sono essenzialmente quelle previste dal metodo ANPA (2001).

I dati di realizzazione (primo anno pre-operazionale) devono essere inseriti in un Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

Alla fine di ogni campagna di rilievo dell'IBL deve essere prodotta la relazione che riporta le condizioni operative, i dati, le elaborazioni ed i confronti con gli anni precedenti. Anche per i dati di gestione, deve essere previsto l'inserimento nel Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

➤ **Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioaccumulatori**

La metodica proposta da Nimis et al. (1999) è interamente applicabile senza che debbano essere effettuate ulteriori modifiche, oltre a quella apportata in fase di scelta delle stazioni per la bioindicazione.

Le specie utilizzabili nel territorio considerato sono essenzialmente due: *Xanthoria parietina* e *Flavoparmelia caperata*.

Come evidenziato anche da recenti studi (Minganti et al., 2003), esiste una variabilità interspecifica nel bioaccumulo dei diversi elementi e questo comporta la necessità di utilizzare una sola specie.

Nel caso specifico la scelta della specie da campionare deve essere effettuata procedendo ad una verifica della distribuzione di *Xanthoria parietina* e di *Flavoparmelia caperata* durante la fase di individuazione dei forofiti per la bioindicazione.

Normalmente i talli vanno prelevati sui forofiti della stazione di bioindicazione, avendo cura di non prelevare nell'area di rilievo dell'Indice di Biodiversità Lichenica o IBL, oppure su altri forofiti presenti nei dintorni della stazione stessa.

Il prelievo è considerato idoneo se avviene su almeno 3 forofiti di qualsiasi specie che presentino almeno 6 talli campionabili in totale (almeno 6 talli distribuiti su 3 alberi).

Per quanto riguarda le stazioni dove i forofiti già scelti per la bioindicazione non presentino talli campionabili, si deve prima procedere alla ricerca dei talli nella stessa UCS e nelle UCS immediatamente limitrofe e, in caso di esito negativo, si deve procedere alla ricerca all'interno dell'UCP secondo le modalità adottate per la bioindicazione.

La metodica descritta porta a delineare una rete di bioaccumulo lichenico di 38 stazioni potenzialmente coincidenti con quelle della bioindicazione lichenica.

Le modalità di prelievo, preparazione, analisi e le informazioni da raccogliere in campo sono indicate in Nimis et al. (1999); per quanto riguarda le informazioni, da inserire nell'apposito Foglio di Raccolta Dati (di seguito FRD), si ritiene, però, opportuno modificare in parte le indicazioni del metodo rilevando i dati complessivi della stazione (insieme di forofiti da cui si preleva), in alternativa al rilievo delle informazioni relative al singolo tallo campionato. In particolare si devono rilevare le seguenti informazioni:

- Data e stazione di prelievo.
- Descrizione della stazione se diversa da quella di bioindicazione
- Le specie dei forofiti interessati dal campionamento.
- Il numero dei forofiti interessati dal campionamento
- Una sola posizione di riferimento generale per l'insieme dei forofiti di prelievo.
- L'altezza dal suolo minima e massima invece dell'altezza dal suolo dei singoli talli.
- L'esposizione prevalente dei talli campionati anziché del singolo tallo.
- La circonferenza minima e massima dell'insieme dei forofiti campionati.
- Il grado di danneggiamento complessivo dei talli.
- Distanza massima tra i forofiti.

L'opportunità di questa modifica è stata valutata in relazione al fatto che il campione raccolto è costituito da materiale proveniente da diversi talli in una misura difficilmente stimabile e, quindi, non risulta possibile distinguere il contributo del singolo tallo alle concentrazioni misurate. Le informazioni dettagliate per tallo non possono, perciò, essere utilizzate per interpretare i valori di concentrazione del campione unico di stazione. Risulta, invece, fondamentale caratterizzare il gruppo di forofiti campionati.

Inoltre, al fine di valutare il contributo terrigeno (particolato terrigeno aerodisperso) al contenuto di elementi in traccia nei talli lichenici, si dovrà procedere alla raccolta di campioni di suolo superficiale non coperto da vegetazione presente in un raggio di 50 m dai forofiti interessati; ovviamente il campionamento non verrà eseguito in tutte quelle stazioni di prelievo dei talli lichenici ubicate in aree completamente vegetate, asfaltate o cementate.

Il campionamento e la preparazione dei suoli superficiali devono essere effettuati secondo le seguenti

modalità:

- effettuazione di almeno tre prelievi di suolo superficiale (subcampioni) nelle aree prive di vegetazione (suolo nudo potenzialmente sottoposto all'erosione eolica), presente in un raggio di 50 m dai forofiti dove è stato effettuato il campionamento dei talli,
- costituzione di un unico campione formato aliquote uguali di ogni subcampione,
- conservazione e trasporto in sacchetti di plastica ,
- essiccazione all'aria o in stufa a 40°C,
- separazione della frazione inferiore ai 200 µm da sottoporre ad analisi,

- conservazione della frazione suddetta in provette di polistirene fino al momento dell'analisi.

Per ogni stazione, dove è stato possibile effettuare il campionamento dei suoli superficiali, occorre inserire nel FRD le seguenti informazioni:

- stima qualitativa dell'estensione delle aree nude (es: estensione ridotta, estensione media e estensione ampia),
- indicazione sulla tipologia azione di sollevamento del particolato terrigeno (es.: passaggio di automezzi, terreno soggetto a lavorazione agricola, erosione eolica etc.), al fine di valutare l'entità del fenomeno.

I risultati analitici relativi ai licheni ed ai suoli superficiali dovranno essere utilizzati per il calcolo del fattore di arricchimento:

$$Fa_x = \frac{\frac{C_x \text{ lichene}}{C_{Al/Ti} \text{ lichene}}}{\frac{C_x \text{ suolo}}{C_{Al/Ti} \text{ suolo}}} \quad (1)$$

dove:

Fa_x = fattore di arricchimento dell'elemento x

C_x = concentrazione dell'elemento x

$C_{Al/Ti}$ = concentrazione dell'elemento terrigeno Al o Ti

Per una corretta applicazione del fattore di arricchimento è opportuno adottare la tecnica di mineralizzazione totale, come indicato in Appendice 1 delle Linee Guida ANPA (Nimis et al., 1999) per i licheni e in EPA 3052 per i suoli; entrambe i metodi prevedono l'aggiunta di HF.

La scelta di questo metodo comporta però alcune considerazioni in relazione all'utilizzo della scala di naturalità/alterazione contenuta in Nimis (1999). Negli studi di bioaccumulo basati sul confronto tra stazioni di una stessa area, la mineralizzazione maggiormente utilizzata è quella che prevede l'uso dell'acido nitrico in sistemi di mineralizzazione a microonde. La percentuale di recupero per gli elementi terrigeni (es: Al) varia dal 70 % circa nelle determinazioni in materiale a contenuto certificato

come SRM 1672 Citrus leaves (Bargagli, 1998) al 74 ± 15 % con lichene *Pseudevernia furfuracea* CRM 482 (Minganti et al., 2003). Il secondo metodo con l'utilizzo di HF porta alla mineralizzazione totale del campione e degli eventuali contributi terrigeni presenti (mineralizzazione anche dei silicati), garantendo sia il recupero di tutti quegli elementi associati alla matrice silicea, che una bassa variabilità dell'efficienza di mineralizzazione. Inoltre, alcuni autori (Bettinelli et al., 2002) evidenziano che gli elementi in traccia associati al particolato emesso dalle sorgenti antropiche non sempre sono facilmente recuperabili con attacchi parziali (HNO_3) (es. particolato emesso da alcune sorgenti di combustione). Sulla base di quanto esposto si può affermare, quindi, che la mineralizzazione totale sia più adatta ad essere adottata come metodo di riferimento; la validità di quanto affermato è confermata sia in letteratura (Bargagli, 1998), che raccomanda l'utilizzo di questo metodo specialmente nelle indagini giudiziarie, sia nelle linee guida proposte (Nimis e Bargagli, 1999).

I problemi per l'utilizzo di questo metodo sono riconducibili fondamentalmente alla confrontabilità tra i dati ottenuti con la mineralizzazione totale e quelli ottenuti nelle indagini che prevedono la mineralizzazione parziale (buona parte dei dati storici). In particolare, il problema assume un'importanza notevole quando si tratta di applicare la scala di naturalità/alterazione proposta da Nimis e Bargagli (1999). La scala assegna diversi gradi di naturalità/alterazione a 7 intervalli di concentrazione relativi a 17 elementi frequentemente ricercati negli studi di bioaccumulo nei licheni. I dati utilizzati per l'elaborazione della scala provengono da diversi lavori effettuati precedentemente al 1999, dove in prevalenza si è ricorsi a tecniche di mineralizzazione parziale,

con conseguente possibile sottostima delle concentrazioni per diversi elementi di interesse (es. Al, Ni, V e Ti). Ne consegue che l'adozione del metodo di mineralizzazione totale potrebbe portare, in alcuni casi, all'attribuzione di livelli di alterazione superiori rispetto alla realtà (Perotti, 2004).

La scelta del metodo totale per gli elementi inorganici considerati, quindi, deve necessariamente essere associata ad una interpretazione dei dati esclusivamente locale, escludendo l'uso della scala di naturalità/alterazione.

Le elaborazioni da effettuare sui dati di bioaccumulo lichenico sono essenzialmente le seguenti:

- calcolo del fattore di arricchimento,
- analisi statistica (cfr. Nimis et al., 1999),
- interpretazione mediante i confronti tra le stazioni e con i dati di letteratura considerando i metodi analitici utilizzati.

I dati di realizzazione (primo anno pre-operazionale) devono essere inseriti in un Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

Alla fine di ogni campagna di determinazione del bioaccumulo si deve produrre la relazione che riporta le condizioni operative, i dati, le elaborazioni ed i confronti con gli anni precedenti. Anche per i dati di gestione, si deve prevedere l'inserimento nel Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

➤ **Rete di biomonitoraggio con specie arborea spontanea come bioaccumulatore fogliare.**

Per il bioaccumulo fogliare di specie arboree occorre scegliere preferibilmente individui di una sola specie con età comparabili ed in buono stato fitosanitario. La disponibilità di individui di una sola specie della stessa classe di età è piuttosto difficile da ottenere su di un numero di stazioni elevato; infatti, nell'indagine precedente (Enel, 1999), che ha individuato un totale di 35 stazioni, 12 stazioni erano costituite da 3 individui di *Quercus cerris* (cerro) e 23 stazioni erano costituite da 3 individui di *Quercus pubescens* (roverella). Occorre, però, segnalare che diversi individui di entrambe le specie mostravano caratteri intermedi facendo presumere un certo grado di ibridazione.

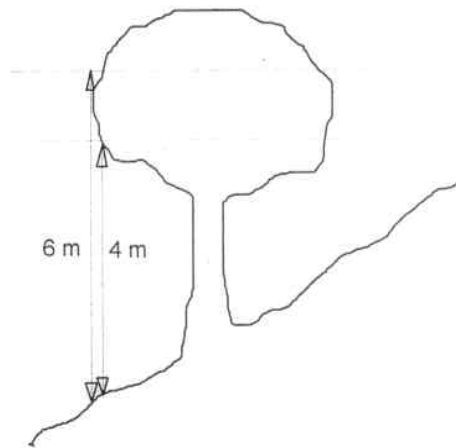
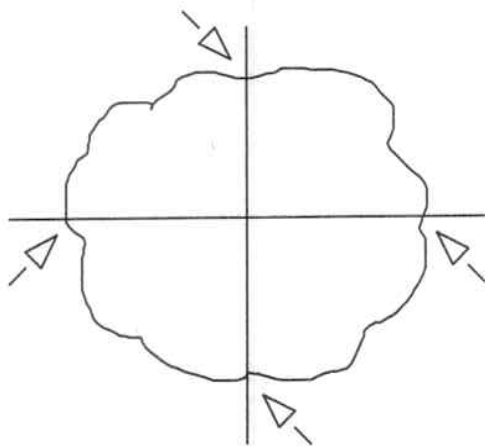
Sulla base di quanto emerso dal precedente studio, si deve quindi procedere a considerare entrambe le specie.

Le stazioni di bioaccumulo fogliare dovranno preferibilmente coincidere con quelle di bioindicazione lichenica e, quindi, anche per questa rete si intende adottare lo schema di ricerca APAT (2001). Questa scelta comporta un numero totale potenziale di 38 stazioni.

La metodica proposta dalla VDI 3792 part 5 è interamente applicabile senza che debbano essere effettuate ulteriori modifiche, oltre a quella apportata in fase di scelta delle stazioni.

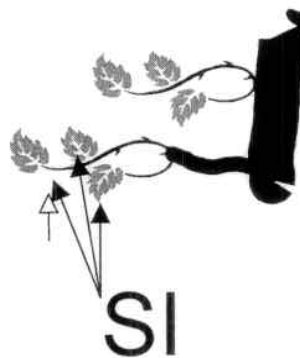
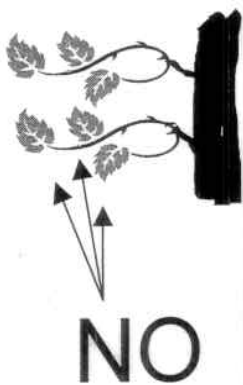
Al fine di aumentare la ripetibilità e la confrontabilità con gli studi futuri, si integra il contenuto della norma con alcune ulteriori specificazioni di seguito riportate.

Le stazioni di bioaccumulo fogliare sono costituite da almeno 3 individui della stessa specie da cui prelevare le foglie in quattro punti della chioma disposti possibilmente secondo i quattro punti cardinali entro una fascia il cui limite superiore è a 6 m dal suolo e quello inferiore è a 4 m dal suolo, come mostrato nella figura seguente:



Nel caso non sia possibile effettuare il campionamento nei 4 punti della chioma individuati come sopra descritto, si procede ad individuare i punti di campionamento sulle parti della chioma che vengono ritenute idonee e si indica nel campo "note" del Fogli di Raccolta Dati (FRD) le operazioni effettuate.

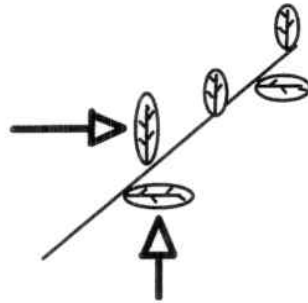
Le fronde da campionare non devono essere sovrastate da altre fronde:



Il campionamento della fronda viene effettuato con uno sveltatore montato sul palo esteso cercando di evitare o limitare, per quanto possibile, il contatto con il terreno a seguito della caduta.

La dimensione ed il numero delle fronde da prelevare devono essere valutati cercando di minimizzare i danni all'albero e quindi evitando di asportare fronde di notevoli dimensioni; è preferibile tagliare più fronde di dimensioni ridotte.

Dalle fronde così prelevate si asportano le foglie più vecchie, che solitamente sono inserite nella parte basale dei rametti.



Si effettua l'asportazione mediante un taglio al punto di inserimento del picciolo nella lamina fogliare con l'ausilio delle forbici e dei guanti (i guanti vanno cambiati ad ogni stazione).



Le foglie selezionate devono inoltre essere possibilmente esenti da fenomeni di necrosi o di ingiallimento; nel caso in cui tali fenomeni siano presenti, non devono interessare una superficie superiore al 10% di quella totale.

Il campione deve essere costituito da quantità uguali di foglie provenienti da ognuno dei 4 punti di prelievo di ogni singola chioma e la quantità totale da campionare, che varia a seconda delle condizioni della chioma, è la seguente:

- 40 g in peso fresco (10g di peso fresco per ognuno dei 4 punti di prelievo di ogni singola chioma) in caso di chioma non trasparente,
- 30g in peso fresco (7,5g per ognuno dei 4 punti della chioma) in caso di chioma trasparente.

Le foglie campionate vanno inserite nel sacchetto relativo all'albero appena campionato e pesate per verificare il raggiungimento dell'aliquota prevista.

La tara ed il peso lordo del campione, dopo il completamento della raccolta in ogni punto di campionamento della singola chioma, vanno registrati sul FRD.

Completata la raccolta delle foglie di una chioma si chiude il sacchetto ermeticamente, avendo cura di fare fuoriuscire l'aria, e si ripone nel frigorifero portatile.

Terminata la raccolta di foglie da tutti gli alberi della stazione, si procede al risciacquo delle forbici con l'acqua demineralizzata ed alla loro asciugatura con i foglietti di carta da filtro.

Il campione da analizzare deve essere costituito in laboratorio come segue:

- costituzione di un campione unico per stazione composto da uguali quantità di foglie, in peso secco, provenienti dal campione unico di ciascuna delle 3 chiome.

La preparazione dei campioni e la determinazione degli elementi considerati devono essere effettuate sulla base di quanto indicato in Appendice 1 della proposta di Nimis et al. (1999).

Inoltre, al fine di valutare il possibile contributo dell'assorbimento radicale al contenuto fogliare degli elementi considerati si dovrà procedere al prelievo mediante carotaggio dell'orizzonte di suolo potenzialmente esplorato dalle radici (0 - 50cm) secondo le indicazioni seguenti:

Suoli

Campionamento e preparazione

- Scelta di 4 punti di campionamento fuori chioma per ogni singola pianta, secondo uno schema a croce.
- Asportazione di uno strato superficiale di circa 1-2 cm (parte vegetata e orizzonte organico) seguita dal carotaggio possibilmente sino ad una profondità di circa 50 cm con trivella manuale del diametro di 7 cm.
- Tutti i campioni di ogni stazione (di norma 12 campioni) devono essere miscelati al fine di costituire un campione omogeneo.
- La preparazione dei campioni deve essere eseguita secondo quanto indicato nel metodo II.1 "Preparazione del campione e determinazione dello scheletro" contenuto nel D.M. 13 settembre 1999 "Approvazione dei <<Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo>>".

Estrazione ed analisi

- Sui suoli preparati come indicato al paragrafo precedente devono essere effettuate le seguenti determinazioni:
 - o Determinazione della granulometria (D.M. 13 settembre 1999- Metodo II.6)
 - o Determinazione del pH (D.M. 13 settembre 1999- Metodo III.1 - pH in acqua)
 - o Determinazione del calcare totale (D.M. 13 settembre 1999- metodo V.1)
 - o Determinazione del calcare attivo (D.M. 13 settembre 1999- metodo V.2)
 - o Determinazione della sostanza organica (D.M. 13 settembre 1999- metodo VII.1 oppure VII.2 oppure VII.3)
 - o Determinazione fosforo assimilabile (D.M. 13 settembre 1999- metodo XV.3)
 - o Determinazione della C.S.C. totale (D.M. 13 settembre 1999- metodo XIII.2)
 - o Determinazione delle basi di scambio (D.M. 13 settembre 1999- metodo XIII.5)
 - o Determinazione degli elementi in traccia assimilabili (D.M. 13 settembre 1999- metodi XII.1 o XII.2)
 - o Determinazione dell'azoto totale con analizzatore elementare (D.M. 13 settembre 1999- metodo XIV.1)

I dati di realizzazione (primo anno pre-operazionale) devono essere inseriti in un Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

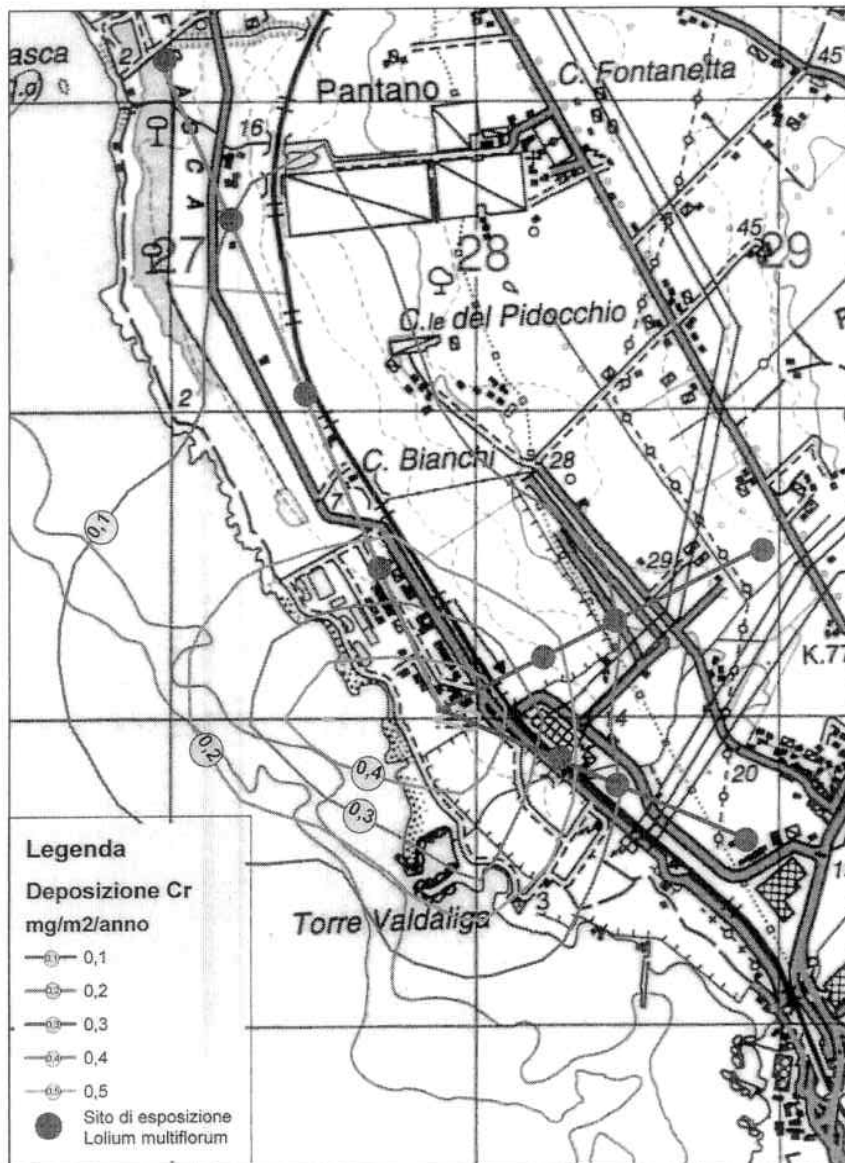
Alla fine di ogni campagna di determinazione del bioaccumulo deve essere prodotta la relazione che riporta le condizioni operative, i dati, le elaborazioni ed i confronti con gli anni precedenti. Anche per i dati di gestione, deve essere previsto l'inserimento nel Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

➤ **Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioaccumulatore (*Lolium sp.*)**

Al fine di valutare l'andamento spaziale delle deposizioni al suolo si intende impiegare un biosensore attivo già ampiamente utilizzato nel territorio nazionale.

Nel caso specifico il biosensore deve essere utilizzato sull'area ristretta interessata dalla deposizioni degli elementi inorganici poiché si tratta di un'area priva di biosensori spontanei idonei.

La disposizione dei punti di misura (vedi figura successiva) segue lo schema dei transetti orientati in funzione della modellazione diffusionale del Cr utilizzata come esempio dallo studio specifico (CESI, 2002); **occorre sempre ricordare che i valori di deposizione sono sovrastimati poiché lo studio considerava l'emissione di 4 gruppi invece dei 3 gruppi previsti nell'assetto autorizzato.**



La disposizione dei siti è basata sui seguenti considerazioni:

- le curve di isodeposizione con i valori relativamente più elevati (0,5 e 0,4 mg/m²/anno) si trovano in aree di impianto in cui non esistono le condizioni per l'esposizione,
- le aree dove presumibilmente è possibile esporre il biosensore si trovano oltre la curva di isodeposizione di 0,3 mg/m²/anno,
- si assume che la deposizione di 0,1 mg/m²/anno delimiti cautelativamente l'area di potenziale influenza,
- le direzioni dei transetti devono tenere conto sia della modellazione delle deposizioni sia della presenza di aree idonee per l'esposizione .

Questo porta ad individuare orientativamente 10 siti distribuiti come segue:

- 3 siti all'interno della fascia 0,3 - 0,2 mg/m²/anno, 1 per ciascuna direzione individuata
- 3 siti in corrispondenza della curva di isodeposizione di 0,1 mg/m²/anno, 1 per ciascuna direzione individuata.

- 1 sito dove la fascia 0,2 - 0,1 mg/m²/anno si allarga (direzione NNO),
- 3 siti all'esterno della curva di isodeposizione di 0,1 mg/m²/anno, 1 per ciascuna direzione individuata, al fine di disporre di dati relativi ad aree non influenzate.

L'attività deve essere svolta secondo quanto previsto dalla norma tecnica VDI 3957 part 2.

In ogni sito verranno esposti 3+1 vasetti di *L. multiflorum*, al fine di disporre sempre di 3 replicati (1 vasetto è da considerarsi come riserva), per 4 periodi di 28±1 giorni durante la stagione vegetativa.

Sul materiale fogliare, raccolto alla fine del periodo di esposizione dai tre replicati idonei, vengono determinati gli elementi considerati seguendo i metodi dell'Appendice 1 della proposta di Nimis et al. (1999); si ottenendo, quindi, 3 valori per ciascun elemento indagato per stazione.

I dati di realizzazione (primo anno pre-operazionale) verranno inseriti in un Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

Alla fine di ogni campagna di determinazione del bioaccumulo deve essere prodotta la relazione che riporta le condizioni operative, i dati, le elaborazioni ed i confronti con gli anni precedenti. Anche per i dati di gestione, deve essere previsto l'inserimento nel Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

➤ **Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioindicatore di ozono (*Nicotiana tabacum*)**

Per la costruzione dell'ipotesi preliminare di rete di bioindicazione attiva dell'ozono si fa riferimento a quanto suggerito dalle Linee Guida VDI (VDI 3957/Part 10, 2004; VDI 3957/Part 6, 2003) e alle delle indicazioni sulle modalità di scelta dei siti fornite da APAT CTN/ACE nel Rapporto del 2001 relativo all'aggiornamento del Sistema di Indici e Indicatori afferente al Sistema nazionale conoscitivo e dei controlli in campo ambientale, al titolo "Biomonitoraggio dell'ozono troposferico tramite l'utilizzo di piante vascolari" per lo specifico dell'indicatore tabacco (APAT CTN ACE, 2001).

Si ritiene che la costruzione della rete di bioindicazione attiva debba essere effettuata con l'obiettivo di realizzare un rete di stazioni ragionata, attendibile ed efficace (rappresentazione adeguata dello stato della qualità dell'aria in relazione all'ozono nell'area prima della messa in esercizio dell'impianto), anche sotto il profilo costi/benefici. A supporto della scelta del numero e della dislocazione territoriale dei siti ci si deve avvalere di strumenti ed elementi conoscitivi, sia di ordine generale che specifici per l'inquinante atmosferico in esame, quali:

- le informazioni disponibili in materia di natura e conformazione del territorio indagato e di presenza antropica al suo interno,
- la modellazione previsiva della distribuzione delle concentrazioni in aria al suolo dei composti gassosi precursori (NOx) emessi dall'impianto,
- la conoscenza della natura specifica dell'inquinamento da ozono mediante l'esame degli aspetti legati:
 - o ai precursori emessi in atmosfera ed alle relative sorgenti locali,
 - o ai meccanismi di formazione da parte dei precursori,
 - o alla specifica suscettibilità dell'ozono al trasporto a distanza dalle sorgenti,
 - o alla nota tendenza a manifestare concentrazioni differenziali tra zone a diversa distanza dalle sorgenti emissive come ad esempio in zone ad intenso inurbamento e in zone rurali; in queste ultime spesso l'ozono raggiunge livelli più elevati,
 - o all'influenza della stagionalità sui livelli di ozono troposferico.

Sulla base di quanto indicato, quindi, si devono predisporre 12 stazioni di biomonitoraggio dell'ozono da ubicare come segue:

- 10 siti devono essere scelti nei quadranti di ricerca di 10 intersezioni della rete 6x6 km dell'IBL (UCP 0÷8), come mostrato in fig (Figura 0-a); questa distribuzione consente di ubicare stazioni di rilievo sia in aree interessate dai valori massimi dei contributi sia in aree non influenzate.
- una stazione deve essere posizionata in corrispondenza della stazione RRQA di Allumiere
- una stazione deve essere posizionata in corrispondenza della stazione RRQA di S. Agostino,

La scelta delle due stazioni coincidenti con le postazioni di misura RRQA ha lo scopo di effettuare un confronto tra dati strumentali e dati biologici, riferiti rispettivamente alle quote altimetriche relativamente elevate (Allumiere) ed a quelle di pianura (S. Agostino). Il numero totale di stazioni (12) soddisfa le esigenze di comprensione del fenomeno e ottimizza il rapporto risorse/contenuto informativo dei dati raccolti.

Occorre, comunque, considerare che la distribuzione regolare ottenuta con le 10 stazioni comporta un'inevitabile variabilità altitudinale che dovrà essere considerata in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati.

La ricerca dei siti idonei deve essere, di massima, effettuata in accordo con i requisiti di base per la localizzazione delle stazioni indicati nella norma VDI di riferimento (VDI 3957/Part 6, 2003), secondo la quale il sito in cui allocare l'infrastruttura di esposizione dei biosensori vegetali **non dovrebbe**:

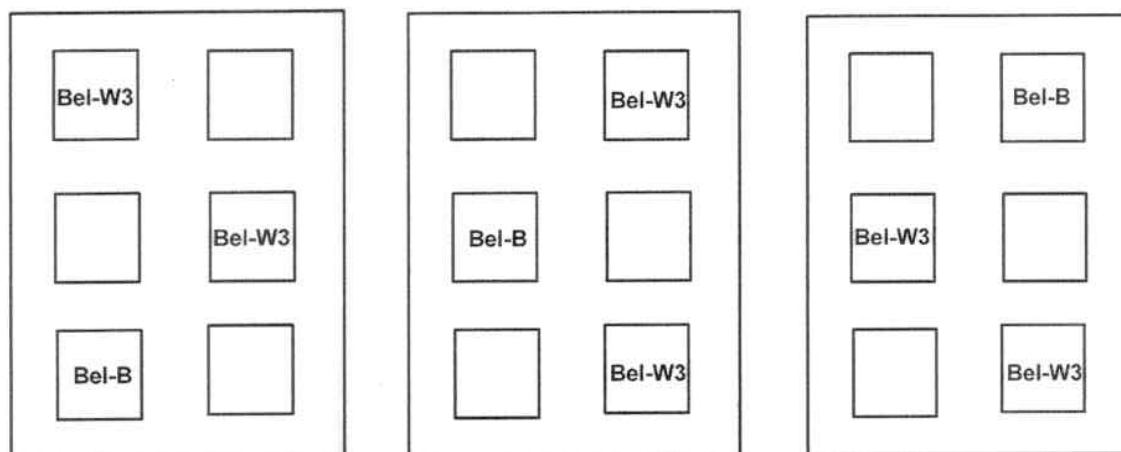
- essere allocato in una zona di riflessione del calore da parte degli edifici circostanti,
- essere ombreggiato per la maggior parte del giorno,
- essere allocato in corrispondenza di flussi canalizzati di aria (es: effetto jet negli spazi inclusi tra due edifici), ma il flusso d'aria a cui è esposto dovrebbe essere il più possibile rappresentativo di quello tipico dell'area di indagine,
- essere allocato in punti in cui il terreno mostra caratteristiche atipiche (es: depressioni, avvallamenti, etc.),
- essere allocato in prossimità di campi coltivati a patata, per evitare il rischio di propagazione di infezioni virali,
- essere esposto ad attacchi da parte di animali e ad atti vandalici.

L'approccio adottato per la definizione della configurazione della stazione tipo di bioindicazione attiva dell'ozono troposferico si basa su criteri generali, in accordo con le indicazioni contenute nella norma VDI adottata come metodo di riferimento per il biomonitoraggio attivo con tabacco (VDI 3957/Part 6, 2003) ed in particolare occorre che:

- lo spazio occupato risulti ottimizzato ed il più possibile contenuto,
- siano garantite condizioni di crescita adeguate per ciascuna pianta esposta,
- tutte le piante siano ragionevolmente protette dall'azione di stressor fisici e biologici che ne possano inficiare lo sviluppo e/o le risposte all'ozono troposferico,
- tutte le piante siano uniformemente esposte degli effetti dell'ozono ambientale all'interno di ciascuna delle stazioni della rete,
- sia agevole l'esecuzione delle operazioni di controllo e di rilievo periodico sulla vegetazione esposta,
- sia possibile procedere alla comparazione delle risposte fornite dal biosensore nelle diverse stazioni della rete.

L'esposizione annuale del biosensore *Nicotiana tabacum* deve essere effettuata nel solo periodo estivo, orientativamente dal mese di maggio fino al mese di ottobre di ciascun anno ed in funzione dell'andamento meteorologico stagionale, in accordo con quanto indicato dalla norma VDI di riferimento (VDI 3957/Part 6, 2003). I cicli espositivi (serie espositive) devono avere una durata unitaria di 14 giorni (± 1), in accordo con quanto indicato dalla norma VDI di riferimento (VDI 3957/Part 6, 2003).

In ogni stazione, per ogni ciclo di esposizione, devono essere esposte 6 piantine di cultivar sensibile all'ozono (Bel-W3) e 3 piantine della cultivar resistente all'ozono (Bel-B). La disposizione delle piantine ospitate nei sistemi a reservoir idrico per l'esposizione dovrà seguire lo schema di :



Nel caso specifico, pertanto, l'esecuzione in un'annualità comporta da 7 a 8 cicli espositivi bisettimanali, equivalenti a 7 - 8 rilievi del danno indotto dall'ozono troposferico sulla vegetazione esposta nelle singole stazioni, per un totale di 12 stazioni.

I dati di realizzazione (primo anno pre-operazionale) devono essere inseriti in un Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

Alla fine di ogni campagna annuale di rilievo dell'indice di danno fogliare deve essere prodotta la relazione che riporta le condizioni operative, i dati, le elaborazioni ed i confronti con gli anni precedenti. Anche per i dati di gestione, deve essere previsto l'inserimento nel Database Geografico costruito con software ESRI ArcGis - ArcView 9.1 (formato shp o geodatabase).

RISULTATI

Lo stato di avanzamento delle attività per ciascun componente del progetto è il seguente:

- "Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioindicatori" le attività di campo sono concluse, sono in corso l'elaborazione e la redazione del rapporto finale.
- **"Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioaccumulatori"** le attività di campo sono concluse, sono in corso le analisi dei talli e dei suoli superficiali.
- "Rete di biomonitoraggio con specie arborea spontanea come bioaccumulatore fogliare" le attività di campo e le analisi sono concluse, sono in corso l'elaborazione e la redazione del rapporto finale.
- *"Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioaccumulatore (Lolium sp.)"* il primo ciclo di esposizione condotto nell'estate 2007 non ha consentito di disporre di materiale campionabile a causa della scarsa crescita del *Lolium multiflorum* in vaso nell'area indagata. E' in corso un'ulteriore ciclo di esposizione con *Lolium perenne* (marzo, aprile, maggio).
- **"Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioindicatore di ozono (Nicotiana tabacum)"** le attività previste nel 2007 sono concluse.

ATTIVITA' PREVISTE

Le attività previste per il 2008 per effetto dello slittamento dell'avvio dei gruppi sono:

- "Rete di biomonitoraggio con specie arborea spontanea come bioaccumulatore fogliare",
- "Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioindicatore di ozono (*Nicotiana tabacum*)"

Per quanto riguarda la "Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioaccumulatore (*Lolium* sp.)" sarà verificato se i cicli di prova in corso daranno una risposta positiva; in questo caso si prevede la prosecuzione dei cicli durante tutto il periodo estivo 2008 (giugno, luglio, agosto e settembre).

Le attività previste per il futuro (anni 2009-2013) dal progetto definitivo, **salvo variazione della data di avvio dei gruppi termoelettrici**, sono le seguenti:

- **2010 e 2013** "Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioindicatori",
- **2010 e 2013** "Rete di biomonitoraggio con i licheni come bioaccumulatori",
- **2009 e 2010** capitolo 3.5.3 del progetto (Rapporto CESI A6024948) " Rete di biomonitoraggio con specie arborea spontanea come bioaccumulatore fogliare",
- **2009 e 2010** capitolo 3.5.4 del progetto (Rapporto CESI A6024948) "Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioaccumulatore (*Lolium* sp.)", **2009 e 2010** capitolo 3.5.5 del progetto (Rapporto CESI A6024948) "Rete di biomonitoraggio con una specie erbacea coltivata in vaso come bioindicatore di ozono (*Nicotiana tabacum*)".

- 3. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Con riferimento all'allegato 2 al decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003 di autorizzazione alla conversione a carbone della Centrale di Torrevaldaliga Nord, Enel ha concordato con ArpaLazio un progetto per l'esecuzione delle campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nell'area circostante la centrale di Torrevaldaliga Nord.

LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE

Il monitoraggio prevede la caratterizzazione della concentrazione aerodispersa di particolato totale e PM10, nonché delle deposizioni secche ed umide. I parametri che saranno misurati su ciascuna matrice ambientale sono i seguenti:

Parametro	Particolato Totale	Particolato PM10	Deposizione secca	Deposizione umida
Microinquinanti inorganici (1)		X	X	X
IPA (2)	X		X	X
Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica (3)		X	X	X
pH e conducibilità				X

(1) Microinquinanti inorganici: Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti

(2) IPA, Idrocarburi Policiclici Aromatici: Naftalene; 2-Metilnaftalene; 1-Metilnaftalene; 2,6-Dimetilnaftalene; Acenaftilene; Acenaftene; 2,3,5-Trimetilnaftalene; Fluorene; Fenantrene; Antracene; 1-Metilfenantrene; Fluorantene; Pirene; Ciclopenta[c,d]pirene; Benzo[a]antracene; Crisene; Benzo[j]fluorantene; Benzo[b]fluorantene; Benzo[k]fluorantene; Benzo[e]pirene; Benzo[a]pirene; Perilene; Indeno[1, 2, 3-cd]pirene; Dibenzo[a, h]antracene; Benzo[g, h, i]perilene; Dibenzo[a, e]pirene; Dibenzo[a, h]pirene; Dibenzo[a, i]pirene; Dibenzo[a, l]pirene.

(3) Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica: Ca, Na, Mg, K, NH₄, SO₄⁼, NO₃⁻ e Cl⁻

Postazioni di misura

Il monitoraggio è eseguito in corrispondenza delle seguenti postazioni di misura:

- Aurelia (presso la postazione n°1 della RRQA)
- S. Agostino (presso la postazione n°2 della RRQA)
- P. Ombriccolo Tolfa (presso la postazione n°9 della RRQA)
- Villa Albani in prossimità di Parco Antonelli (Civitavecchia)

Modalità di campionamento e analisi

Per l'indagine sono utilizzati, in ciascuna stazione, tre sistemi di campionamento delle polveri operanti in parallelo. I primi due sono costituiti da un sistema di aspirazione a flusso costante, completo di testa di prelievo con taglio a 10 µm, operante in modo sequenziale con autonomia di

15 membrane filtranti. Le apparecchiature saranno dotate di un sistema di controllo remoto che consenta la programmazione e la gestione dei campionamenti a distanza. Le membrane filtranti utilizzate saranno in teflon, pre-condizionate e pre-pesate in laboratorio. Al termine dei campionamenti le membrane stesse sono di nuovo condizionate e pesate per la determinazione della massa raccolta. Sui campioni d'interesse campionati con i due sistemi saranno determinati rispettivamente gli **elementi** e le **specie ioniche** previsti.

Il terzo sistema è caratterizzato dall'aspirazione a flusso costante e da una testa di campionamento di tipo "open", che supporta una membrana in fibra di vetro. Le membrane sono preliminarmente trattate in laboratorio al fine di eliminare eventuali sostanze organiche presenti (oli di lavorazione, etc.) e, dopo il campionamento, sono avviate alla determinazione analitica degli **IPA** presso i laboratori.

La concentrazione in aria delle diverse sostanze è ottenuta dividendo la quantità misurata nel campione di particolato per il corrispondente volume d'aria campionato.

La durata di ciascun campionamento è di 24 ore.

Per la misura delle **deposizioni** sono utilizzati due campionatori automatici "wet & dry" equipaggiati rispettivamente con due contenitori di raccolta in polietilene neutro ad alta densità per la determinazione della componente inorganica e con contenitori in vetro ed alluminio per la componente organica. I campioni di precipitazioni umide sono raccolti "per evento" nel periodo di indagine ed analizzati per gli elementi in traccia, le specie ioniche citate, il pH e per gli idrocarburi policiclici aromatici. I campioni di deposizione secca sono prelevati al termine di un mese di campionamento ed analizzati per le stesse sostanze di cui sopra. La deposizione è rapportata alla superficie unitaria di 1 m², a partire dalla superficie di raccolta del campionatore ed espressa come µg/m²/gg per le specie inorganiche e come ng/m²/gg per le specie organiche.

STATO DI AVANZAMENTO

Attualmente si sta concludendo la fase operativa della prima campagna annuale, avviata al termine del 2006, con la predisposizione delle postazioni di misura, e nella primavera 2007 con i rilievi in campo.

Nei prossimi mesi si completeranno le analisi chimiche e le successive elaborazioni.

ATTIVITA' PREVISTE

Nel 2009 si prevede il proseguimento delle campagne di indagine.

4. VALUTAZIONE DELL'INCIDENZA DEL CANTIERE SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Per consentire il monitoraggio delle ricadute di polveri indotte specificatamente durante la fase di cantiere dalla centrale di Torvaldaliga Nord, Enel si è impegnata a condurre periodiche campagne di misura della concentrazione di particolato in forma aerodispersa trasportabile e dei livelli di concentrazione degli inquinanti gassosi derivanti dal traffico dei mezzi al fine di valutare l'incidenza del traffico e delle attività di cantiere nel cantiere stesso e sull'ambiente circostante.

LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE

Le attività previste sono le seguenti:

- campagne di indagine - della durata di 15 giorni ciascuna - per la caratterizzazione sperimentale delle concentrazioni aerodisperse di SO₂, NO_x, HCNM, CO, PM₁₀ e Benzene presso una postazione collocata in prossimità del cantiere.
- per ciascun anno solare di permanenza del cantiere saranno effettuate due campagne, una rappresentativa della stagione fredda ed una della stagione calda.
- parallelamente alle campagne di indagine saranno acquisiti i dati di traffico.

Successivamente alla stesura del progetto, il programma è stato esteso alla caratterizzazione delle deposizioni di particolato sedimentabile presso due postazioni.

STATO DI AVANZAMENTO

Le campagne stagionali, avviate nel 2006, sono proseguite nel 2007 e sono programmate anche per il 2008.

Nella seguente figura sono evidenziate le postazioni di misura attivate (deposimetri, laboratorio mobile per la misura degli inquinanti aerodispersi e contatraffico) nella campagna condotta nella stagione calda del 2007. L'ubicazione delle postazioni è stata mantenuta il più possibile costante nelle diverse campagne stagionali, salvo l'insorgenza di eventuali problemi logistici e della conseguente necessità di riallocare le postazioni.



ATTIVITA' PREVISTE

Nel 2008-2009 si prevede il proseguimento delle campagne di indagine.

5. CARATTERIZZAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nel corso del 2008, Enel prevede la verifica dell'inquinamento acustico con particolare riferimento alle fasi temporali in cui saranno presenti sia operazioni di cantiere e sia operazioni di avviamento del primo gruppo termoelettrico.

LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE

In previsione dell'avviamento del primo gruppo termoelettrico si prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- Analisi in sito dei valori di emissione sonora misurati nelle zone individuabili come possibili ricettori in prossimità della centrale, o comunque confinanti l'impianto, e prodotti dal cantiere e dalla centrale.
- Previsione dei valori di emissione sonora nelle zone individuabili come possibili ricettori in prossimità della centrale, o comunque confinanti l'impianto, e prodotti dal cantiere e dalla centrale. La previsione sarà condotta attraverso l'effettuazione di simulazioni modellistiche previsionali del rumore prodotto e la valutazione dei contributi di ciascun gruppo di sorgenti presenti nel cantiere sui diversi ricettori. Naturalmente la valutazione previsionale è fortemente cautelativa e sovrastimata poiché considera tutte le sorgenti emmissive presenti contemporaneamente
- Esecuzione di campagne di misura del rumore ambientale, in corrispondenza di specifiche fasi operative di cantiere e di avviamento, ognuna delle quali composta da:
 - o Rilievo a lungo termine (tecnica di "integrazione continua") presso n° 1-2 postazioni, rappresentative del ricettore più prossimo al cantiere, della durata di circa 10 gg.
 - o Rilievi di rumore a breve termine presso altri ricettori nell'area di interesse.

Saranno acquisiti i principali parametri acustici in termini globali e spettrali, con tempi di misura pari a 10'.

Le campagne di indagine saranno condotte in due condizioni operative:

- o Cantiere in esercizio e primo gruppo termoelettrico in fase di avviamento al fine di verificare eventuali criticità.
- Nel caso si dovessero riscontrare elevati livelli di rumore ambientale riconducibili alla centrale, si procederà quindi alla valutazione delle possibili azioni di mitigazione che consistono nella limitazione all'emissione contemporanea delle sorgenti emmissive più rumorose, valutate sulla base dello studio modellistico.

ATTIVITA' PREVISTE

Le attività saranno avviate nel 2008.