



ARPAB  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE  
IN BASILICATA

## **SPARTA**

### **Studio del Particolato Aerodisperso in Regione per la Tutela dell'Aria**

A cura dell'Ufficio Aria del Settore Prevenzione, Monitoraggio, Informativo e Controllo

Dirigente : Dott. Bruno Bove

Dott. A.Coviello

Ing. A. Crisci

P.I.G.Di Nuzzo

Ing.L.Mangiamele

Dott.ssa C.Mancusi

Ing.G.Motta

Dott.ssa L.Ticconi

## INDICE

1. Introduzione.....	pg.3
2. Inquadramento legislativo.....	pg.4
3. Obiettivi del progetto .....	pg.5
4. Collaborazione con altre istituzioni.....	pg.7
5. Descrizione delle attività da svolgere .....	pg.8
5.1 I siti di campionamento.....	pg.8
5.2 Programma di monitoraggio.....	pg.10
5.3 Tecniche di campionamento.....	pg.10
5.4 Tecniche di analisi.....	pg.11
6. Valutazione e monitoraggio del rischio mineralogico.....	pg.12
7. Caratterizzazione meteorologica.....	pg.13
8. Previsioni di PM <sub>10</sub> .....	pg.14
9. Quadro economico.....	pg.16

## INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico rappresenta una delle tematiche ambientali più investigate negli ultimi anni dalla comunità scientifica nazionale ed internazionale soprattutto per le implicazioni, dirette ed indirette, dovute ai molteplici fattori di rischio, che tale fenomeno ha sull'ambiente e sulla salute umana.

Nell'atmosfera che ci circonda sono presenti numerosi inquinanti, sia di origine antropica provenienti dalle emissioni industriali, dal traffico autoveicolare, dalla termodistruzione dei rifiuti etc, sia di origine " naturale ", che si distribuiscono e si diffondono nell'ambiente in funzione di numerose variabili.

Oggi abbiamo a disposizione una notevole mole di dati su sostanze aereodisperse come gli ossidi di azoto, l'anidride solforosa, il monossido di carbonio, l'ozono, i BTX che da anni sono monitorate grazie alla presenza, sul territorio nazionale e regionale, di numerose centraline fisse ed all'utilizzo di mezzi mobili. Dall'analisi di questi dati emerge un quadro complessivo sullo stato della qualità dell'aria che risulta estremamente influenzata dagli equilibri chimici che si verificano in atmosfera e, di conseguenza, dalla composizione chimica che si ottiene come risultato di queste reazioni il cui impatto sanitario ed ambientale è oggetto di forte preoccupazione da parte sia del mondo scientifico che dell'opinione pubblica.

In sintesi parliamo di fenomeni chimico-fisici estremamente complicati, per spiegare i quali si è introdotto il concetto di inquinamento secondario, riferito cioè alla formazione di inquinanti di cui le sostanze direttamente emesse dalle sorgenti rappresentano i precursori.

In questo progetto, in particolare , prendiamo in considerazione le " famose " polveri sottili, che, oltre ad essere molto presenti nell'aria ambiente, sono oggetto di attenzione da parte del sistema dei mass-media e rappresentano una sorta di tormentone per gli amministratori locali.

Le conoscenze attuali ci consentono di poter affermare che un elemento importante per lo studio delle polveri sottili è la dimensione delle particelle, dato che da essa dipendono sia il tempo di residenza in atmosfera che la possibilità che dette particelle possano essere inalate e quindi penetrare nell'organismo umano. Infatti la maggior parte delle particelle con diametro aerodinamico equivalente maggiore di 10 micrometri possono essere bloccate dal sistema naso gola, mentre le particelle più piccole possono arrivare anche negli alveoli polmonari.

Potrebbero bastare solo queste ultime considerazioni per sottolineare l'importanza dello studio che ci proponiamo di portare avanti con questo progetto, mettendo in evidenza ancora una volta le implicazioni sanitarie e ambientali del monitoraggio delle polveri sottili in Basilicata.

## INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Con la Legge nazionale 61/94 è nato un nuovo impianto normativo che si basa sulle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, oggi APAT, cambiando il panorama dei controlli ambientali.

Questo nuovo sistema di controlli, sia livello nazionale che a livello locale, si afferma in un momento storico nel quale i termini della questione ambientale si sono profondamente evoluti e modificati e nel quale tutti ci misuriamo con una normativa ambientale nuova, in continua evoluzione grazie, anche e soprattutto, al recepimento della legislazione europea

Oggi, fortunatamente, l'attenzione di tutti, cittadini, media, governi, associazioni, si è concentrata sui problemi ambientali nella loro globalità e questo sta portando ad una profonda, e speriamo proficua e veloce, riflessione sui modelli globali di sviluppo per cui anche le nuove politiche ambientali, sia a scala planetaria che a scala locale, dovranno adeguarsi a questo nuovo approccio.

Nel caso della qualità dell'aria, l'attuale normativa italiana è rappresentata dai DM 25/11/1994, D.Lgs 351/99 e DM 60/02 che per le polveri sottili prevedono la determinazione per via gravimetrica delle particelle aerodisperse ma non richiedono una completa indagine chimica quali-quantitativa.

E' invece necessario raffinare l'approccio allo studio delle polveri sottili aggiungendo al dato gravimetrico anche la determinazione chimica delle sostanze in esso presenti come i metalli pesanti, gli IPA, gli anioni, i cationi etc.

L'analisi chimica da sola non è esaustiva, è necessaria anche l'individuazione delle sorgenti, lo studio dei processi di trasporto e di deposizione, la valutazione dell'apporto delle perturbazioni meteorologiche, la determinazione dei contributi naturali come l'aerosol crostale, lo spray marino e le polveri sahariane.

A questo proposito, uno degli aspetti innovativi di questo progetto è la valutazione del rischio mineralogico, cioè lo studio della potenziale sorgente di rischio rappresentata dai minerali presenti nel particolato aerodisperso.

Questo ultimo aspetto permetterà di differenziare l'apporto dei contributi naturali da quelli antropici e quindi, anche in previsione del valore limite annuale di 20 ug/m<sup>3</sup> da rispettare per il particolato entro il 2010, di dare un'informazione più attendibile al sistema degli amministratori pubblici ma anche ai mass media ed ai cittadini.

## OBIETTIVI DEL PROGETTO

Lo scopo principale di questo progetto è di avviare uno studio sul territorio regionale lucano che determini l'origine, la distribuzione e le caratteristiche chimico - fisiche e mineralogiche del particolato atmosferico.

A livello nazionale vi sono diversi programmi di ricerca come PATOS (Particolato Atmosferico in Toscana), PARFIL (il Particolato Atmosferico Fine nella Regione Lombardia), PUMI (Il Particolato fine nell'atmosfera Urbana Milanese), SITECOS (Studio Integrato sul Territorio Nazionale per la Caratterizzazione ed il Controllo di Inquinanti Atmosferici) e MAIL (Marine Aerosol - Isola di Lampedusa), già in fase avanzata di realizzazione e che sono finalizzati alla determinazione delle origini, della distribuzione spaziale e della deposizione delle particelle aerodisperse denominate PM10 e PM2.5.

L'insieme di tutti questi progetti consente di indagare sugli effettivi o potenziali fattori di rischio che le particelle aerodisperse hanno sull'ambiente, sulla salute, sul patrimonio artistico e sulle strutture antropiche in genere.

Nell'ambito della realizzazione dello nostro studio ci si propone sia di determinare la composizione chimica che le caratteristiche fisiche delle frazioni che compongono il PM10 e PM2.5, ma anche l'effetto che le variabili meteorologiche hanno sulla distribuzione spaziale e su gli andamenti temporali del particolato atmosferico.

Tra i risultati attesi dallo svolgimento di questo progetto vi sono :

- l'individuazione delle principali sorgenti naturali ed antropiche;
- la conoscenza dei fenomeni di trasporto;
- l'impatto che hanno gli eventi meteorologici (intensità e direzione dei venti, entità e frequenza delle precipitazioni, etc.) sulla formazione, l'accumulo, la distribuzione e la rimozione del particolato atmosferico;
- una più accurata conoscenza della qualità dell'aria lucana;
- la messa a punto di sistemi e di modelli di previsione utilizzabili per una efficace politica di tutela del territorio.

Con questo studio l'ARPAB darà inizio ad un'attività di monitoraggio del territorio regionale per la caratterizzazione dell'inquinamento atmosferico con l'obiettivo di differenziare e quantificare il contributo antropico dal contributo "naturale" in linea con progetti nazionali che, come già detto, sono in itinere e che studiano gli effetti delle differenze meteo - climatiche ed emmissive nelle diverse realtà nazionali.

A tale proposito, l'Arpab ha svolto un'esperienza precedente di indagine ed analisi inerente la qualità dell'aria nel Vulture-Melfese, precisamente a Melfi e Lavello dove in più occasioni vi sono stati dei superamenti dei valori legislativi ammessi per il PM10. L'esame delle possibili cause (attività industriali, traffico, etc) non spiegava in maniera esauriente tali superamenti, e solo in seguito ad indagini ad hoc si è osservato l'importante contributo proveniente dalle polveri aerodisperse di origine naturale.

Gli obiettivi specifici più importanti possono così essere evidenziati:

1. monitoraggio del particolato atmosferico con tecniche di raccolta integrate, quali campionatori con teste di prelievo PM10 e PM2.5, impattori multistadio, campionatori di polveri totali;
2. determinazione gravimetrica del particolato raccolto in accordo alla normativa vigente;
3. caratterizzazione chimica del particolato raccolto (anioni, cationi, metalli pesanti, IPA, frazione carboniosa);
4. caratterizzazione geochimica-mineralogica con l'utilizzazione di tecniche al microscopio elettronico a scansione ad alta risoluzione con sorgente ad emissione di campo: (SEM-FEG) equipaggiato con un sistema di microanalisi puntuale (EDX). I minerali componenti le particelle polimineralitiche più grossolane saranno identificati per mezzo di analisi al microdiffrattometro a raggi X;

5. caratterizzazione del sistema territoriale ed individuazione delle principali sorgenti di emissione di particolato atmosferico;
6. processamento dei dati meteorologici, misurati dalla rete, per la caratterizzazione del PBL;
7. messa a punto di un sistema previsionale basato sullo sviluppo di una rete neurale;
8. collaborazione con altri progetti di livello nazionale per la creazione di un database con dati omogenei e per la partecipazione a circuiti di intercalibrazioni;
9. stesura di rapporti per gli organi Amministrativi.

## COLLABORAZIONE CON ALTRE ISTITUZIONI

Le problematiche che verranno affrontate durante i 24 mesi, a partire dal 1 Novembre 2006, previsti per l'espletamento del progetto sono numerose e complesse, e per questi motivi abbiamo attivato delle collaborazioni con dei prestigiosi istituti di ricerca come il Dipartimento Geomineralogico dell'IMAA del CNR di Tito ed il Dipartimento di Chimica dell'Università di Bari.

Con il primo, già nel corso dell'anno 2005 in occasione dei già citati superamenti di  $PM_{10}$  registrati dalle nostre centraline fisse site a Lavello ed a Melfi, abbiamo avuto l'occasione di collaborare per determinare l'eventuale contributo "naturale" a detti superamenti.

Effettivamente venne, allora, messo in evidenza che almeno nell'area del Vulture vi è un importante contributo alle polveri aerodisperse da parte di sorgenti naturali.

Partendo da queste osservazioni il Dipartimento Geomineralogico dell'IMAA ha redatto il progetto **VULCANO** che ha come principale obiettivo il monitoraggio del particolato atmosferico nell'area del Vulture - Melfese e l'identificazione delle sorgenti della componente silicatica.

I successivi sviluppi di VULCANO certamente si evolveranno nella direzione della valutazione del rischio basata sullo studio dell'alterazione biologica di caolinite, smectite, illite e vetro vulcanico, minerali comuni sul territorio lucano.

Per quanto riguarda il Dipartimento di Chimica dell'Università di Bari, la scelta di averlo come partner è stata dettata dalla consapevolezza che nel campo delle indagini previste dal nostro progetto questo Istituto universitario ha sviluppato una notevole esperienza sia nell'ambito strettamente analitico, con la messa a punto di metodi per la determinazione delle molecole di inquinanti presenti nel particolato atmosferico sia nell'utilizzo di modelli statistici e reti neurali.

Basti pensare alla partecipazione ad un progetto di respiro nazionale come **SITECOS** (Studio Integrato sul territorio nazionale per la caratterizzazione ed il controllo di inquinanti atmosferici) condotto in collaborazione con numerosi Istituti Universitari nazionali.

Si tratta di uno studio particolarmente complesso che si propone di ottenere informazioni sullo stato di qualità dell'aria a livello nazionale con particolare riguardo alla frazione inalabile ( $PM_{10}$ ) ed alla frazione fine ( $PM_{2,5}$ ); di entrambe queste frazioni è prevista la caratterizzazione chimica e la valutazione tossicologica.

E' previsto il ricorso anche all'analisi statistica per lo studio del  $PM_{10}$  e di modelli di rete neurale per la previsione a breve termine delle polveri sottili in funzione di una serie storica dei dati di concentrazioni bi-orarie di  $PM_{10}$  e di dati meteorologici.

## DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DA SVOLGERE

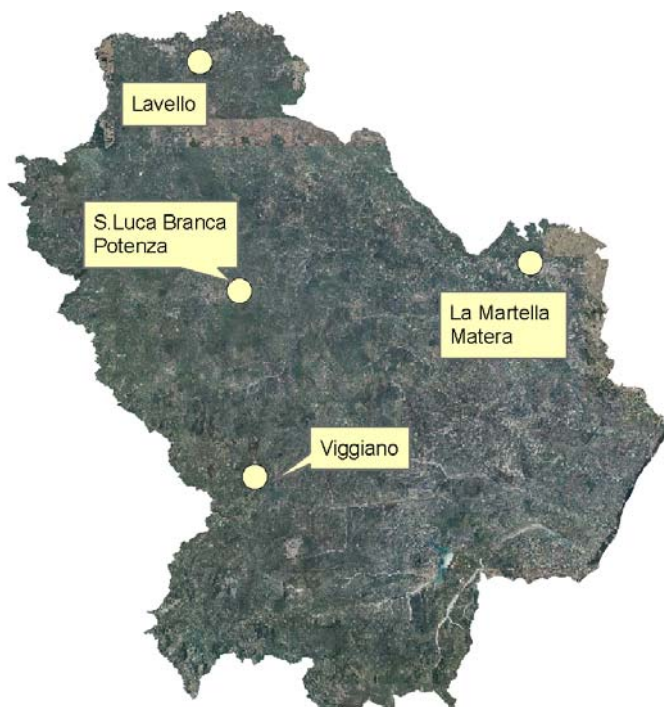
Per il raggiungimento degli obiettivi di cui sopra è necessario: scegliere i siti di campionamento più significativi ,elaborare un programma di campionamento, definire le tecniche di campionamento ed analisi e gli analiti da determinare , definire le grandezze meteorologiche come direzione e intensità dei venti, definire la frequenza delle precipitazioni etc da correlare con i dati analitici .

### I siti di campionamento

I siti di campionamento previsti per il progetto sono quelli nei quali sono attualmente operative delle centraline fisse appartenenti alla rete regionale di monitoraggio di qualità dell'aria gestita dell'ARPAB.

In particolare sono stati scelti i siti più significativi in relazione agli obiettivi alla base del nostro progetto, cercando di tener conto di tutti i fattori che abbiamo già evidenziato precedentemente e dotati della strumentazione (come riportato nella tabella seguente) più idonea per i nostri scopi:

- 1) Potenza;
- 2) Matera;
- 3) Val D'Agri;
- 4) Vulture.





Centraline di monitoraggio

	<i>Potenza C.da San Luca Branca</i>	<i>Matera Zona Industriale La Martella</i>	<i>Val D'Agri Zona Industriale Viggiano</i>	<i>Vulture Lavello</i>
<i>Tipo zona</i>	Rurale	Industriale	Industriale	Suburbano
<i>Tipo stazione</i>	Industriale	Industriale	Industriale	Industriale
<i>Analizzatori principali</i>	CO Ozono PM10/PM2.5 SO2 NOx CH4-NMHC BTX Meteo	CO Ozono PM10/PM2.5 SO2 NOx CH4-NMHC BTX Meteo	CO Ozono PM10/PM2.5 SO2 NOx CH4-NMHC BTX Meteo	CO Ozono PM10 SO2 NOx BTX Meteo

## **Programma di monitoraggio**

La durata del programma di monitoraggio sarà di due anni partire dal 1 Novembre 2006 , durante questo periodo verranno eseguite le seguenti attività :

- Posizionamento dei campionatori nei siti prescelti ;
- Scelta dei supporti di campionamento ;
- Esecuzione dei campionamenti su base giornaliera per PM10 e PM2,5 secondo un programma da definire anche alla luce dei primi risultati dei campionamenti con l'impattore multistadio;
- Determinazione dei valori di bianco per i vari analiti;
- Partecipazione ai circuiti di intercalibrazione;
- Esecuzione delle analisi chimiche e mineralogiche;
- Valutazione dei risultati;
- Applicazione delle tecniche di processamento dei dati meteorologici;
- Messa a punto di una rete neurale ;
- Comunicazione dei risultati con un workshop cui saranno invitati amministratori, associazioni, mass media ed altri stake holder.

## **Tecniche di campionamento**

I campionatori a cut-off da utilizzare sono a norma EN 12341 con teste di prelievo PM10 e PM2,5.

Il metodo ufficiale utilizzato è il metodo gravimetrico che prevede la determinazione della quantità di massa del particolato rapportata al volume di aria campionato .

I filtri da utilizzare possono essere di tre tipi, precisamente quelli in:

- Teflon (diametro 47mm , porosità 2 $\mu$ m) per analisi della frazione inorganica per la determinazione di anioni e cationi e dei metalli pesanti;
- Fibra di quarzo (QMA grade , diametro 47 mm) per la determinazione del carbonio organico , IPA , idrocarburi alifatici etc;
- Policarbonato ( diametro 47 mm , porosità 0.4 mm) da utilizzare per analisi mediante microscopio elettronico.

Gli impattori multistadio sono a 8 stadi da 9,0 a 0,4 micrometri ed utilizzati con pompe a basso volume (1,7 m<sup>3</sup>/h) e con una durata di prelievo di 3 giorni. I filtri da utilizzare sono in policarbonato.

## **Tecniche di analisi**

I filtri in teflon o policarbonato ed in fibra di quarzo, prima e dopo il campionamento, saranno condizionati per 48 ore, utilizzando un sistema equipaggiato con un controllo di temperatura ed umidità (20 +/- 1 °C e 50% +/- 5% RU) e pesati mediante una bilancia analitica con sensibilità alla sesta cifra decimale .

Sui primi saranno determinate la composizione ionica e la componente costituita dai metalli pesanti (Al, Zn, Pb, Fe, Cu, Ni, V, Cd, Cr, Mn).

Attraverso l'utilizzo della cromatografia ionica saranno ricavati i dati sulla presenza nel particolato atmosferico di:

- Anioni: fluoruri, cloruri, nitrati, solfati;
- Cationi: sodio, ammonio, potassio, magnesio , calcio.

L'importanza della determinazione di questi analiti è legata fondamentalmente alla possibilità di utilizzarne alcuni (solfati, nitrati, ione ammonio) come indicatori della componente secondaria (dovuta ai processi di conversione gas- particella) dell'aerosol atmosferico .

Per la determinazione dei metalli pesanti si utilizzeranno la spettrofotometria ad assorbimento atomico con fornetto di grafite e ICP ottico ; verranno altresì eseguite delle analisi con l'ausilio di tecniche come l'ICP – MS o l'XRF.

Tra i metalli presi in considerazione, vi è da mettere in evidenza che :

- Piombo, cadmio, cromo, vanadio e rame possono essere utilizzati come indicatori dell'apporto antropico;
- Calcio, alluminio, manganese sono indicatori di fenomeni naturali (erosioni costali, trasporto di polveri).

Accanto a questi vi è da ricordare che il Ferro e l'Alluminio derivano sia da fonti naturali che antropiche .

Sui filtri in fibra di quarzo vengono eseguite le analisi per la determinazione della frazione organica (carbonio totale, IPA, idrocarburi, etc.).

Sui filtri di policarbonato vengono eseguite le analisi mineralogiche utilizzando un microscopio elettronico a scansione ad alta risoluzione con sorgente ad emissione di campo (SEM-FEG) equipaggiato con un sistema di microanalisi puntuale (EDX). L'impiego di un SEM-FEG ad alta risoluzione consente una agevole identificazione delle particelle più minute (decina di nanometri), anche senza il preventivo trattamento di "metallizzazione" del campione con sostanze che possono essere presenti nei granuli da osservare (p.e., carbonio, argento, ecc.). Queste, infatti, possono influire significativamente sulla risposta dell'analizzatore EDX, ed hanno quindi un aspetto di grande importanza per questo tipo di indagine .

I minerali componenti le particelle polimineraliche più grossolane (decina di micron) saranno identificati per mezzo di analisi al microdiffratometro a raggi X.

L'esame dei dati geochimico-mineralogici, unitamente a quelli ambientali, potranno consentire di individuare la sorgente più probabile del particolato silicatico.

## VALUTAZIONE E MONITORAGGIO DEL RISCHIO MINERALOGICO

Uno dei punti più importanti dell'intero progetto è certamente rappresentato dalla valutazione e dal monitoraggio del rischio mineralogico, cioè verrà dato molto rilievo alla caratterizzazione del particolato aerodisperso composto da particelle di origine "minerale".

Vengono così indicate, probabilmente in maniera impropria, le particelle costituite da singoli minerali o da piccoli aggregati polimineralici, con dimensioni che possono variare di più ordini di grandezza: da pochi nanometri fino a decine di micrometri.

Sulla potenziale tossicità di queste particelle sono in corso numerosi studi, molto si sa già, ad esempio, sui polimorfi della silice, dei minerali dell'asbesto di alcuni zeoliti mentre si sta cercando di valutare quella dei minerali argillosi e dei vetri vulcanici.

È importante, quindi, in uno studio come il nostro che si propone, tra l'altro, anche di fornire alla comunità scientifica delle informazioni per cercare di capire se la tossicità del particolato atmosferico sia legata alle dimensioni delle particelle ed alla loro composizione chimica, trattare del loro aspetto mineralogico.

Si tratta, cioè, di verificare se e quanto i minerali presenti nel PM possano costituire una potenziale sorgente di rischio.

Abbiamo già ricordato prima gli episodi di superamento del valore legislativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avvenuti nella zona del Vulture – Melfese; le indagini eseguite in loco ed in laboratorio non davano una spiegazione esauriente rispetto ai fattori investigati quali il traffico autoveicolare e le emissioni industriali.

Si è pensato così di avviare un'indagine mineralogica, condotta purtroppo su pochi filtri, che però ha fatto balenare l'ipotesi che un importante contributo al particolato aerodisperso in quella zona della Basilicata sia di origine "naturale".

Con questo progetto abbiamo finalmente l'occasione di verificare questa ipotesi e cercare di dare una corretta interpretazione del livello di rischio mineralogico esistente in quella area, ma più in generale sull'intero territorio lucano, e di quanto questa componente influenzi la composizione del particolato atmosferico, sia in termini gravimetrici ma anche e soprattutto in termini di tossicità.

## CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

Altro aspetto importante ed innovativo dell'intero progetto è certamente la correlazione tra i dati ottenuti dalle analisi chimico-mineralogiche sulla composizione del particolato con gli eventi meteorologici.

Il ruolo svolto dalle condizioni meteorologiche è imprescindibile per la comprensione della diffusione e trasporto del particolato presente in atmosfera, dei fenomeni di formazione del particolato secondario e dei processi di rimozione secca ed umida.

Per quanto la presenza di particolari sostanze in atmosfera possa dimostrarsi determinante in termini di precursori del PM10 e PM2.5 secondario, anche le condizioni meteorologiche locali influenzano la distribuzione spaziale e le ricadute al suolo del particolato.

Inoltre, la meteorologia è in grado di spiegare l'incidenza di fenomeni naturali e/o antropici (quali, ad esempio, il trasporto di particolato crostale e/o la presenza di polveri prodotte dallo spargimento di materiale antigelo) che contribuiscono con una quota parte consistente alla determinazione del particolato atmosferico.

Pertanto, sia per l'analisi dello stato di fatto, sia per lo studio di episodi critici e sia per la valutazione della distribuzione spaziale diviene essenziale individuare il rapporto con le condizioni meteorologiche locali, mediante l'acquisizione e l'elaborazione dei principali parametri micro-meteorologici.

Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria rilevano i dati di interesse in tal senso ed in particolare forniscono informazioni su:

- l'anemologia dell'area ;
- le condizioni pluvio-termometriche ;
- la situazione radiativa .

Le suddette informazioni consentono di caratterizzare il PBL locale mediante l'uso di pre-processor meteorologici.

Tali strumenti, attraverso la stima di diverse grandezze di scala, quali la lunghezza di Monin-Obukov, la temperatura di scala, la velocità di frizione, ecc, permettono di definire le condizioni di stabilità atmosferica, valutando il rimescolamento, la presenza di inversione termica e di altri fenomeni favorevoli alla diffusione o alla rimozione del particolato.

I dati raccolti dalle centraline, inoltre, processati con tecniche di analisi spaziale, forniscono informazioni distribuite su una porzione di territorio.

Nell'arco dell'esecuzione di questo progetto verrà valutata la possibilità di applicare la stessa metodologia per gli altri siti regionali di interesse ambientale .

In sintesi, l'ARPAB espletterà le seguenti attività:

1. acquisizione ed elaborazione dei dati meteo misurati dalla rete di monitoraggio dell'ARPAB ;
2. processamento dei dati acquisiti mediante programmi di pre-processing meteorologico;
3. analisi dei risultati per la caratterizzazione dello Strato Limite Superficiale ;
4. predisposizione di mappe inerenti i dati misurati e quelli simulati.

## PREVISIONI DI PM10

Un aspetto imprescindibile nell'ambito delle politiche di tutela della qualità dell'aria, è la comprensione dell'andamento degli inquinanti nel tempo e la possibilità di prevedere le concentrazioni a brevissimo termine.

In ARPAB, come è noto, è attivo, nei siti di interesse per il presente progetto, il servizio di monitoraggio delle polveri e di parametri meteorologici.

Inoltre è stata avviata una collaborazione con l'istituto di ricerca francese INERIS che fornisce la previsione di PM10 su un grigliato, esteso all'intera regione, con risoluzione di circa 50x50 km.

Per quanto attiene alla previsione realizzata mediante l'applicazione di modelli fotochimici, l'agenzia intende affinare la risoluzione spaziale ed implementare una procedura di confronto con i dati della rete di monitoraggio nel momento in cui sarà disponibile un inventario regionale delle emissioni, elemento indispensabile per il data input emissivo.

D'altra parte, la previsione delle concentrazioni di inquinanti si attua, oltre che mediante modelli fisico-matematici, attraverso l'applicazione di modelli statistici e reti neurali.

Questi richiedono in input delle serie storiche di dati inerenti le concentrazione dell'inquinante considerato e, per un'analisi dettagliata, parametri caratteristici della micrometeorologia.

In altri termini, i dati rilevati dalla rete di monitoraggio dell'ARPAB rappresentano una affidabile base di dati per la realizzazione di una rete neurale previsionale per il PM10.

Le reti neurali trovano largo impiego nei processi di previsione e simulano il tipico modo analogico di pensare degli esseri viventi replicando la struttura di base del cervello umano dove ogni singolo neurone è collegato agli altri mediante una connessione semplice terminante in una sinapsi.

Attraverso questa struttura il cervello è in grado di cogliere relazioni tra oggetti ed è in grado di immaginarsi soluzioni nuove e coerenti con la sua base di dati.

Alle reti neurali si chiede, quindi, di predire un risultato estrapolando per analogia, in maniera non lineare ma coerente, da quello che ha già imparato.

In questo particolare campo, il Dipartimento di Chimica dell'Università di Bari ha messo a punto un modello di rete neurale per la previsione a 12 ore delle polveri sottili in funzione di una serie storica dei dati di concentrazioni bi-orarie di PM10, di dati meteo misurati e previsti quali pressione, temperatura, velocità del vento e pioggia, e la previsione qualitativa di polveri sahariane.

Pertanto, considerate le attività espletate attualmente dall'ARPAB e dall'Università di Bari, e scelti due siti specifici quali Potenza e Lavello, si intende procedere secondo le seguenti fasi:

1. acquisizione delle serie storiche dei dati di qualità dell'aria rilevati nei siti di interesse;
2. acquisizione delle serie storiche dei dati meteorologici rilevati nei siti di interesse;
3. inferenza statistica dei dati acquisiti;
4. analisi dei fenomeni di trasporto di polveri sahariane;
5. acquisizione dei dati meteorologici previsti dal modello utilizzato in ARPAB;
6. sviluppo di una rete neurale previsionale per il PM10 a Potenza e Lavello.

Per quanto riguarda i punti 1 e 2, si ritiene di utilizzare i dati derivanti dalle stazioni di acquisizione dell'ARPAB ubicate nei punti di interesse, integrabili, qualora si riveli necessario, con le misure effettuate da altri enti e/o strutture che espletano un servizio di rilevamento dei parametri meteorologici.

A valle dell'acquisizione dei dati è fondamentale l'analisi preliminare degli stessi per valutarne l'affidabilità e determinarne le caratteristiche principali mediante l'applicazione di tecniche di inferenza statistica.

Relativamente al punto 4, l'analisi delle polveri sahariane consta di una procedura che conferisce alla previsione delle stesse un carattere prettamente qualitativo.

La procedura di cui sopra è quella adottata dallo stesso Dipartimento di Chimica dell'Università di Bari e consiste nei seguenti step:

- analisi delle immagini MODIS, sia del sensore Terra che Aqua, che evidenziano sull'area mediterranea il plume di polveri provenienti dal Sahara, quando esiste;
- analisi dei dati rilevati dalla rete AERONET (acronimo di AEROSol RObotic NETwork) costituita da una serie di fotometri posizionati a terra (la stazione di interesse per il

progetto è ubicata presso l'IMAA-CNR di Tito), usati dalla NASA per la validazione di stime d'aerosol da satellite, automatizzati e finalizzati all'osservazione radiometrica dell'atmosfera per poi trarne parametri quali lo spessore ottico e/o il coefficiente di Angstrom;

- valutazione delle traiettorie delle particelle mediante la "Back Trajectory Analyses", la quale permette di seguire il percorso effettuato dalla particella presente nel sito di interesse e di individuarne l'origine.

In riferimento all'attività di cui al punto 5, considerato che l'ARPAB svolge attualmente il lavoro di previsione meteorologica mediante l'elaborazione dei risultati del modello previsionale LOKAL, diviene necessario effettuare la lettura degli output numerici di tale modello.

Ciò implica la messa a punto di una procedura di acquisizione dei file di uscita del LOKAL e di estrazione dei dati meteorologici di previsione a diverse quote.

Infine, relativamente al punto 6, l'attività che si intende promuovere è quella di sviluppo di una rete neurale previsionale utilizzando sia i dati misurati dalla rete che quelli previsti e derivanti dal LOKAL.

In questa fase sarà proficua la collaborazione con il Dip. Di Chimica di Bari che, come già detto, sta attualmente lavorando sull'implementazione di una rete neurale.

Le attività esposte saranno espletate dall'ARPAB e dal DIPARTIMENTO di CHIMICA dell'UNIVERSITA' di BARI secondo la ripartizione riportata in tabella.

<b>Attività</b>	<b>Soggetto attuatore</b>
1	ARPAB
2	ARPAB
3	ARPAB – DIP.CHIMICA BARI
4	ARPAB – DIP.CHIMICA BARI
5	ARPAB
6	ARPAB – DIP.CHIMICA BARI

**QUADRO ECONOMICO**  
**(importi in migliaia di euro )**

<b>Indagini chimiche</b>	<b>E 166.000</b>
<b>Indagini mineralogiche</b>	<b>E 84.000</b>
<b>Acquisto attrezzature</b>	<b>E 84.000</b>
<b>Spese generali</b>	<b>E 33.000</b>
<b>Totale</b>	<b>E 367.000</b>
<b>Totale + IVA</b>	<b>E 440.000</b>