

INQUINAMENTO ATMOSFERICO



RETE DI MONITORAGGIO DELLE PIOGGE IN PROVINCIA DI COSENZA, GRAZIE ALL'UTILIZZO DI MODELLI PREVISIONALI

Eugenia Aloj Totaro, Raffaele Ferrillo, Tommaso Gallo, Lucio Lucadamo*

Il controllo dei parametri più importanti della biosfera, indici dell'efficienza dei processi ecofisiologici dei principali comparti ambientali, permette di verificare il grado più o meno ottimale con il quale si compiono i cicli biogeochimici tra pedosfera, idrosfera ed atmosfera e l'eventuale sviluppo di perturbazioni dei suddetti cicli dovute ad attività antropiche o fenomeni naturali ad intensità anomala (SMITH F.B., HUNT R.D., 1978).

In tal senso risulta di estrema importanza una conoscenza ben sviluppata dei principali meccanismi che regolano il funzionamento degli ecosistemi e dei processi attraverso i quali le attività promosse dall'uomo siano in grado di modificare l'efficienza dei primi per l'individuazione di parametri specifici che possano costituire oggetto di controllo pressoché continuo (BREDEMEIER M., 1991). Va d'altronde sottolineato che la presenza di attività produttive e di trasformazione operate dall'uomo possono non solo determi-

nare processi di contaminazione generalizzata su macroscale ma anche investire in modo più selettivo determinati distretti nell'ambito dei comparti ambientali interessati, in funzione delle caratteristiche qualitative e quantitative della fonte di emissione degli inquinanti, delle proprietà strutturali e funzionali del comparto nel quale la fonte stessa è collocata e delle vie di interazione del comparto con quelli adiacenti.

In definitiva, non tutti i distretti specifici di ciascun comparto ambientale possono essere soggetti allo stesso rischio di contaminazione, per cui risulta spesso essenziale poter individuare quali sono quelle aree a più alto rischio, oltre che effettuare un controllo più generalizzato per la valutazione dello stato di salute ambientale.

Lo sviluppo di modelli di previsione della diffusione ecosistemica di potenziali contaminanti offre un valido supporto alla ricerca indirizzata in questo senso (PARK C.C., 1989). Uno dei comparti le cui caratteristiche hanno subito una compromissione talvolta allarmante risulta senza dubbio essere l'atmosfera, come si evince dallo sviluppo dei processi di smog

* Cattedra di Ecologia, dipartimento di Ecologia, Università della Calabria - 87036 Arcavacata di Rende (CS)

classico e fotochimico, dall'alterazione del bilancio degli elementi nelle deposizioni umide ed a secco e dalla conseguente ricaduta negativa sugli ecosistemi terrestri ed acquatici sui quali si verificano le suddette deposizioni (HOFFMAN M.R., JACOB D.J., 1984).

Mentre le zone ad elevato grado di industrializzazione e trasformazione ambientale sono soggette a controlli frequenti ed analitici, le aree ove le suddette attività sono rare od assenti sono state scarsamente sottoposte alla verifica dei parametri di qualità ambientale sottostimando sia l'incidenza negativa talvolta non indifferente che possono avere, su microscala, fonti inquinanti locali; sia il fatto che l'inquinamento dell'atmosfera, proprio per le caratteristiche strutturali di tale comparto, può avere connotazioni trasfronterali ovvero far risentire la sua influenza anche a distanze ragguardevoli dal sito di immissione in atmosfera degli inquinanti (ALOJ E., 1987). La provincia di Cosenza rappresenta senza dubbio un'area ove non esistono realtà industriali od urbane tali da produrre su macroscala fenomeni significativi di deterioramento delle caratteristiche dell'atmosfera tuttavia, proprio per le considerazioni appena fatte, non si può escludere la presenza di distretti specifici ove sia in atto un'alterazione delle caratteristiche delle deposizioni atmosferiche rispetto a quelle che sono mediamente tipiche del territorio della provincia cosentina.

Materiali e metodi

Con il presente lavoro si è proceduto alla realizzazione di una rete, su scala locale, per il controllo delle caratteristiche chimico-fisiche delle precipitazioni piovose in sei aree stazioni nella transizione inverno-primavera 92, (fig. 1a). La scelta delle stazioni: Cozzo S. Lorenzo, Casole Bruzio, Arcavacata, Rose, Luzzi, Aciri, è stata realizzata tenendo presente i seguenti punti:

- 1) Presenza di sorgenti lineari, (autostrada A3 SA-RC, S.S. 19), sorgenti puntiformi (l'impianto della Legnochimica) e sorgenti diffuse (centro urbano di Cosenza) localizzate in un distretto territoriale abbastanza ben limitato.
- 2) Le caratteristiche delle fonti relative sia all'intensità di emissione che agli intervalli temporali di attività.
- 3) I parametri climatici più significativi dal punto di vista dello spostamento delle masse gassose e di conseguenza per l'elaborazione di una corretta analisi

previsionale i cui valori sono riportati nella Tab. sottostante:

irradiazione solare	44 mW
velocità vento	3 m/sec
direzione vento	N-NE
media della temp. aria	12 °C

Tali valori sono stati ricavati sia con una campagna di misurazioni antecedente e contemporanea alle determinazioni relative ai parametri chimico-fisici della pioggia sia utilizzando dati da fonte C.N.R., ISTAT, Aeritalia e del piano energetico Reg. Calabria. Una volta individuata l'area complessiva da sottoporre ad indagine, sono state adoperate delle equazioni matematiche (CASELLI M., 1989) per il calcolo della distribuzione degli inquinanti gassosi ad una distanza predeterminata da una fonte di emissione, individuando così dei potenziali distretti a rischio, ed utilizzando gli altri quali controlli per le caratteristiche di fondo delle precipitazioni piovose.

Per la scelta delle stazioni di campionamento sono state utilizzate le sottostanti equazioni matematiche:

$$1) \quad CM = \frac{I}{3.14 \cdot S_z \cdot S_y \cdot \mu} \cdot x \cdot (Ah/S_z)$$

$$2) \quad CM = 0.80 \frac{I}{S_z \cdot \mu}$$

CM= concentrazione di inquinante alla distanza "X" dalla fonte.

I= Intensità di emissione della fonte espressa come g·s⁻¹

S_z e S_y = Coefficienti di diffusione verticale ed orizzontale delle masse gassose inquinanti.

μ= Velocità del vento in m · s⁻¹

Ah= Termine che esprime la dipendenza di h (altezza di emissione delle masse gassose)

h= h₀ + ΔH ove h₀= altezza effettiva della fonte espressa in m e ΔH rappresenta l'incremento altitudinale in corrispondenza del quale la migrazione dei fumi emessi passa da verticale a prevalentemente orizzontale. Da un punto di vista matematico ΔH si esprime come:

$$\Delta H = 0,047 \cdot \frac{Qh^{0.58}}{\mu^{0.70}}$$

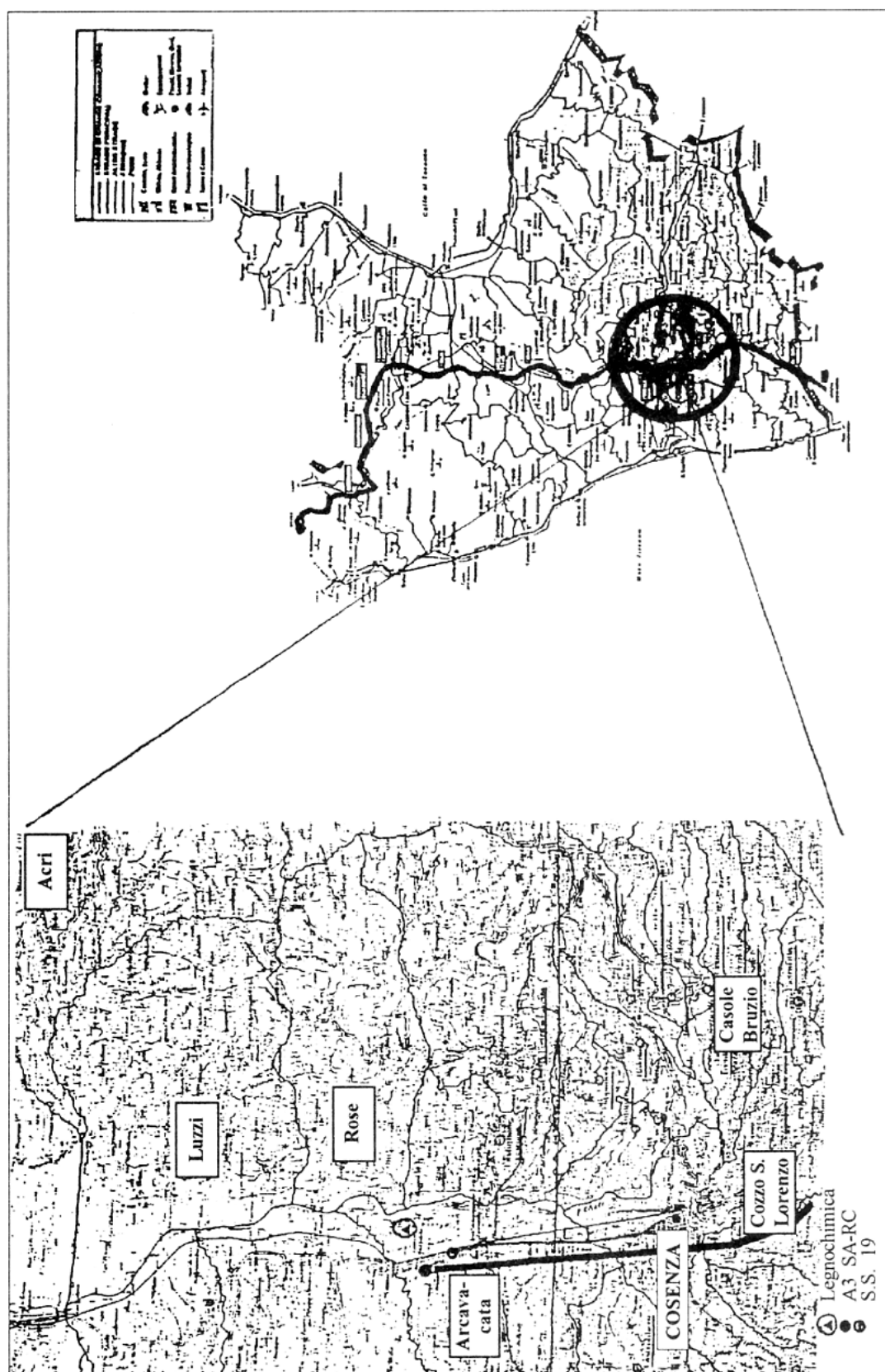


Fig. 1a

A sinistra: cartina Lavoro: ubicazione delle stazioni di monitoraggio

A destra: Carta geografica della provincia di Cosenza. Le aree riquadrate rappresentano le zone territoriali nei quali è stata realizzata la attività sperimentale

$$Qh = Q \cdot C_p \cdot (T_F - T_A)$$

Q = Portata di emissione della fonte espressa in $m^3 \cdot s^{-1}$

C_p = calore specifico del gas a pressione costante

T_F = temperatura fumi

T_A = temperatura atmosfera

La prima equazione si utilizza per le sorgenti puntiformi, la seconda per quelle lineari, mentre per le sorgenti diffuse, comprendenti in realtà entrambe i due tipi precedenti, si utilizzano sia l'equazione 1 che la 2. Quest'ultima risulta più semplificata nella sua formulazione poiché non tiene conto della dispersione orizzontale, risultando l'intensità di emissione funzione del tempo e dello spazio allo stesso tempo ($I = g \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$).

È ovvio che queste equazioni matematiche adoperate per lo sviluppo dell'analisi previsionale, rivolte all'individuazione delle aree a rischio, non ci hanno permesso di valutare le concentrazioni degli inquinanti gassosi nelle deposizioni umide ma è altrettanto vero che la presenza degli inquinanti, sotto forma gassosa, influenza la concentrazione degli stessi nelle deposizioni umide.

Le analisi sono state effettuate controllando la composizione delle piogge e non direttamente quella gassosa, in quanto è noto che la presenza nelle gocce piovane di una determinata sostanza piuttosto che di un'altra, ed il loro rapporto relativo, sono influenzati strettamente dalla concentrazione atmosferica delle suddette sostanze il cui "inglobamento" nelle gocce di pioggia può avvenire sia al momento della formazione della goccia stessa, in quanto sulla superficie esterna della particella che funge da "centro di nucleazione" della goccia possono essere già adese, per interazione chimica o fisica, molecole di quella sostanza (washing in), oppure durante la caduta della goccia passando attraverso strati d'aria ad altezza decrescente (washing out).

Da un punto di vista operativo si è provveduto ad effettuare un monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle precipitazioni atmosferiche, durante il periodo di tempo compreso tra l'ultima decade di febbraio e l'ultima decade di maggio, collocando raccoglitori delle precipitazioni nelle località di: Rose, Luzzi, Acri, Arcavacata, Cozzo San Lorenzo e S. Lucia-Casole Bruzio. La campagna di raccolta delle precipitazioni piovose è stata realizzata collocando, per distretto, quattro raccoglitori in polietilene a se-

zione circolare (30x35 cm) recanti una rete plastificata a copertura per evitare contaminazione da parte di insetti o particelle vegetali, collocati ad un'altezza di 50 cm dal suolo. Subito dopo ogni precipitazione, venivano prelevati 200 ml di acqua piovana, trasportati in laboratorio e sottoposti alla determinazione di: pH, alcalinità, potenziale redox, concentrazione di anioni e cationi.

pH e potenziale redox sono stati misurati utilizzando un elettrodo HANNA HI.8314, l'alcalinità (meq/l) mediante un metodo titolometrico al metil arancio (Berbenni, 1966) e le concentrazioni di anioni e cationi mono e bivalenti (ppm-meq/l) pretrattando i campioni con filtri, per la rimozione di particolato (0,2 μm Anotop ic Whatman) e contaminanti organici (On-guard™ Rp Dionex) e determinazione cromatografica (Cromatografo Ionico Dionex) per via conduttimetrica.

Risultati e Discussioni

L'analisi dei risultati relativi alla composizione chimico-fisica delle precipitazioni piovose nelle sei aree stazione in provincia di Cosenza ha messo in evidenza, prima di tutto, la presenza di componenti chimici che sviluppano un'azione "alcalinizzante" sul valore del pH delle piogge. È ben noto che la sola influenza dell'anidride carbonica derivante dai processi del metabolismo ossidativo degli organismi eterotrofi ed autotrofi unitamente ai processi di combustione naturale sviluppa una debole acidità (pH=5.5) nell'acqua "atmosferica" (Fig. 1b)

I valori di pH misurati in tutte e sei le località prescelte per l'attività di monitoraggio si attestano sui valori compresi tra 5.58 (Arcavacata) e 6.77 (Sito F) (Tab., 1-2-3-4-5-6). Inoltre anche i dati sull'alcalinità mostrano dei valori apprezzabilmente alti tanto come media sul periodo sperimentale prescelto, quanto come andamento delle singole misurazioni, nell'insieme essi mostrano una certa corrispondenza con il valore del pH. Ciò suggerisce la presenza, in atmosfera, di quantità significative di polveri ed aerosol, di origine naturale, in grado di svolgere un'efficace effetto "tampone" sulle variazioni di acidità delle precipitazioni (Fig. 1b).

Il presumibile contributo dato ai valori di pH e alcalinità dai suddetti fattori viene ulteriormente confermato dalla presenza di quantità alquanto rilevanti

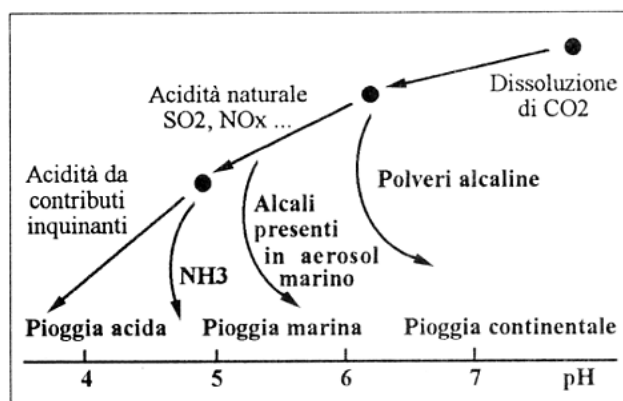


Fig. 1b:

Incidenza di componenti gassose e "particellari" sulle caratteristiche chimiche delle piogge e sul pH relativo

di calcio, ed in secondo luogo di sodio (Vedi tab. precedenti), cationi di provenienza tipicamente "edifica" ed aventi caratteristiche di "basi forti" in soluzione acquosa. Ovviamente tenendo conto del genere di campionamento effettuato non è possibile dire in che misura la presenza di questi cationi sia ascrivibile direttamente al tipo di deposizione umida monitorata (pioggia) o ad eventuali deposizioni a secco "intercettate" dalla superficie utile dei raccoglitori, tuttavia, in entrambi i casi il "significato" del dato rilevato non risulta modificato. Nel complesso, in tutte le aree stazioni, i campioni di pioggia risultano alquanto arricchiti in componenti ioniche, fatto che risulta evidente sia analizzando le concentrazioni delle specie chimiche misurate che verificando la somma delle cariche positive e negative ad esse associate.

In tale ambito un discorso particolare meritano i valori dei rapporti Na/Cl ed SO_4/Cl (Tab. a, b, c, d, e, f). Il primo risulta pari a 0.86 nell'acqua di mare, mentre nei campioni provenienti da tutte e sei le località esso assume valori da 1 a 6 volte maggiori, il che virtualmente esclude un contributo "marino" all'arricchimento di sodio nelle deposizioni che investono l'area compresa dalla "minirete" locale. Il secondo rapporto SO_4/Cl , da un lato parimenti denota che almeno il 90% del flusso totale di zolfo nella zona indagata non è dovuto ad aerosol provenienti dalla fascia costiera mediterranea e, dall'altro che le quantità di zolfo misurate non sono del tutto trascurabili, anche come valore assoluto.

Resta da definire quale possa essere la principale

sorgente terrestre delle specie alcaline rinvenute in quantità così elevate quali componenti delle precipitazioni. Per quanto riguarda la verifica dell'attività previsionale, si può ritenere che i dati ottenuti diano un sostegno soddisfacente alla validità delle elaborazioni matematiche realizzate. Da questo punto di vista il dato più significativo risulta nel constatare che i valori, in assoluto più bassi di pH si rinvenivano proprio in corrispondenza di quelle aree che potenzialmente sono più esposte al rischio di risultare investite dal flusso di emissioni gassose derivanti da processi di combustione di origine antropica.

Difatti, le località Arcavacata di Rende e Cozzo S. Lorenzo, non solo presentano i valori medi di pH più bassi (rispettivamente 5.58 e 5.79) ma anche un abbassamento costante di tale parametro per l'intero arco di tempo sperimentale rispetto alle altre quattro località: ciò suggerisce che durante il trimestre preso in esame, nonostante la presenza di componenti, naturali, che tamponano fortemente le variazioni di acidità delle deposizioni atmosferiche, si riscontra un contributo costante, di origine antropica in grado di ridurre il pH delle precipitazioni piovose.

Laddove si prenda in esame, nuovamente il summenzionato rapporto SO_4/Cl esso risulta più alto in assoluto (2.93) nella località di Arcavacata (collettore delle emissioni gassose degli scarichi autoveicolari provenienti dall'Autostrada A3 e dalla SS19, nonché dall'impianto della Legnchimica), seguito da quello (2.5) determinato nei campioni di pioggia raccolti nella località di Cozzo S. Lorenzo (investita dalle emissioni gassose provenienti dal vicino centro urbano di Cosenza), mentre nelle altre quattro aree stazioni oscilla tra 1.41 e 2.3. Ciò suggerisce che la SO_2 , proveniente da processi di combustione antropica, sia in una certa misura responsabile della acidificazione delle precipitazioni piovose riscontrate nelle due aree summenzionate.

Conclusioni

Il lavoro svolto ha realizzato una duplice finalità, lo sviluppo di una semplice metodica previsionale che ci ha permesso di posizionare i raccoglitori di pioggia nei sei punti o aree stazioni, nonché la messa a punto di una rete locale per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua piovana, non solo come strumento di controllo sistematico di determinati pa-

Tab. 1-6:

Andamento dei valori relativi ai principali parametri chimici dei campioni di pioggia raccolti nelle sei stazioni, durante l'intervallo di tempo sperimentale.

Le concentrazioni ioniche sono espresse in mg/l, (Le stesse unità valgono per le tabelle successive, mentre

*l'alcalinità è espressa in meq/l).

Sito "A" (Cozzo S. Lorenzo)

mg/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
pH	5,99	6,41	5,85	5,6	4,99	5,87	5,79
Alcal*	0,47	0,38	0,25	0,51	0,25	0,55	0,40
Redox	48	33	53	62	98	47	56,8
Na ⁺	4,44	10,9	3,23	3,99	0,9	3,12	4,44
NH ₄ ⁺	1,53	2,07	0,42	0,32	0,6	1,81	1,13
K ⁺	1,98	0,82	0,44	0,64	0,27	2,3	1,08
Mg ²⁺	1,33	1,26	0,52	0,51	0,36	0,85	0,81
Ca ²⁺	11,2	8,03	3,53	5,13	2,71	7,52	6,37
Cl ⁻	2,04	5,45	5,28	2,86	1,41	0,9	2,99
NO ₃ ⁻	7,5	6,79	1,26	1,64	2,78	3,31	3,38
SO ₄ ⁼	10,2	15,4	5,21	5,83	5,43	5,07	7,86

Tab. 1

Sito "D" (Rose)

mg/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
pH	6,38	-	6,75	6,33	6,41	-	6,46
Alcal*	0,23	-	0,07	0,18	0,19	-	0,17
Redox	35,0	-	12,0	36,0	32,0	-	28,7
Na ⁺	6,53	-	5,46	3,33	2,56	-	4,47
NH ₄ ⁺	1,34	-	-	-	-	-	-
K ⁺	0,92	-	1,19	0,03	0,03	-	0,54
Mg ²⁺	1,38	-	0,53	0,60	0,43	-	0,73
Ca ²⁺	6,34	-	2,14	1,22	1,05	-	2,68
Cl ⁻	3,56	-	1,55	0,67	0,50	-	1,57
NO ₃ ⁻	2,40	-	0,47	0,49	0,35	-	0,93
SO ₄ ⁼	2,98	-	2,44	2,94	2,38	-	2,68

Tab. 4

Sito "B" (Casole Bruzio)

mg/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
pH	6,82	7,06	6,30	5,75	5,65	6,1	6,28
Alcal*	0,21	0,18	0,88	0,74	0,64	0,94	0,12
Redox	21,0	11,0	14,2	54,0	59,5	34,2	32,3
Na ⁺	11,9	14,2	9,32	9,84	1,75	3,12	8,36
NH ₄ ⁺	4,41	3,83	0,74	0,39	0,35	2,25	2,00
K ⁺	2,13	2,21	1,15	1,21	0,62	3,84	1,86
Mg ²⁺	4,43	2,26	1,57	1,39	0,52	1,72	1,98
Ca ²⁺	48,2	84,1	18,6	17,0	10,0	16,8	32,4
Cl ⁻	9,70	12,2	12,2	8,67	1,54	3,08	7,90
NO ₃ ⁻	24,9	30,1	4,00	3,72	2,51	11,4	12,8
SO ₄ ⁼	24,2	34,1	7,23	8,88	7,61	21,5	17,2

Tab. 2

Sito "E" (Luzzi)

mg/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
pH	6,50	-	6,70	6,73	6,48	-	6,60
Alcal*	0,26	-	0,31	0,08	0,27	-	0,23
Redox	26,0	-	15,0	14,0	13,0	-	17,0
Na ⁺	6,57	-	3,05	6,05	6,32	-	5,51
NH ₄ ⁺	-	-	-	-	-	-	-
K ⁺	0,06	-	0,03	0,66	0,05	-	0,20
Mg ²⁺	1,03	-	0,40	0,71	0,80	-	0,73
Ca ²⁺	4,96	-	1,23	2,69	3,77	-	3,16
Cl ⁻	1,46	-	1,47	5,77	4,89	-	3,39
NO ₃ ⁻	2,43	-	1,16	6,17	5,55	-	3,82
SO ₄ ⁼	6,69	-	2,31	5,14	4,02	-	4,54

Tab. 5

Sito "C" (Arcavacata)

mg/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
pH	5,58	6,23	5,43	5,54	4,81	5,65	5,58
Alcal*	0,32	0,38	0,26	0,38	0,47	0,35	0,36
Redox	57,0	29,0	64,0	66,0	109	62,0	64,5
Na ⁺	4,89	10,1	8,22	4,01	0,57	6,28	5,68
NH ₄ ⁺	-	0,48	-	-	0,51	0,67	0,55
K ⁺	0,71	0,98	0,89	0,55	0,24	1,04	0,73
Mg ²⁺	2,02	1,56	1,04	0,49	0,25	7,46	2,13
Ca ²⁺	6,23	7,06	7,25	4,25	1,69	2,35	4,28
Cl ⁻	1,99	8,70	7,94	5,52	7,19	8,31	6,60
NO ₃ ⁻	4,05	3,78	2,81	0,77	1,04	0,71	2,19
SO ₄ ⁼	5,36	10,1	8,01	5,31	1,92	3,48	5,70

Tab. 3

Sito "F" (Acri)

mg/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
pH	6,81	-	6,60	6,93	6,77	-	6,77
Alcal*	0,23	-	0,22	0,16	0,20	-	0,20
Redox	9,0	-	21,0	4,0	7,0	-	10,2
Na ⁺	9,93	-	5,21	6,07	7,90	-	7,27
NH ₄ ⁺	0	-	0	0	0	-	-
K ⁺	0	-	1,06	0,69	0,88	-	0,66
Mg ²⁺	1,16	-	0,41	0,73	0,77	-	0,76
Ca ²⁺	5,28	-	1,12	2,66	4,59	-	3,41
Cl ⁻	1,47	-	0,76	6,16	5,36	-	3,43
NO ₃ ⁻	2,43	-	0,23	6,32	4,54	-	3,39
SO ₄ ⁼	6,69	-	3,83	4,60	6,97	-	5,52

Tab. 6

Tab. a-f:

Le Tab. a (Cozzo S.Lorenzo), b (Casole Bruzio), c (Arcavacata), d (Rose), e (Luzzi), f (Acri), mostrano anche la somma, la differenza e la media dei rispettivi ioni positivi e negativi (in meq/l).

SITO A

meq/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
S+	1002	1118	395	508	254	742	670
S-	391	585	278	229	198	184	311
Diff.	611	533	118	280	57	557	359
Na/Cl	3,36	3,10	0,94	2,15	0,98	5,35	2,6
SO ₄ Cl	3,69	2,09	0,73	1,51	2,84	4,16	2,5

Tab. a

SITO D

meq/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
S+	750	-	446	413	372	-	500
S-	197	-	98	109	66	-	117
Diff.	553	-	368	304	306	-	383
Na/Cl	2,73	-	5,44	2,46	7,85	-	4,62
SO ₄ Cl	0,59	-	1,11	3,22	3,35	-	2,06

Tab. d

SITO B

meq/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
S+	3584	5269	1536	1444	655	1338	2304
S-	1179	1539	560	490	242	718	788
Diff.	2405	3731	976	954	413	619	1516
Na/Cl	1,89	1,80	1,18	1,75	1,75	1,56	1,7
SO ₄ Cl	1,84	2,06	0,44	0,76	3,65	5,15	2,3

Tab. b

SITO E

meq/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
S+	843	-	531	535	778	-	671
S-	211	-	165	361	304	-	260
Diff.	632	-	426	174	474	-	410
Na/Cl	7,05	-	3,19	1,61	1,99	-	3,46
SO ₄ Cl	3,32	-	1,12	0,63	0,58	-	1,41

Tab. e

SITO C

meq/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
S+	637	911	784	418	163	678	598
S-	226	688	427	272	255	312	363
Diff.	411	223	357	146	-92	366	234
Na/Cl	5,12	6,30	6,92	3,37	0,34	3,72	4,29
SO ₄ Cl	2,61	2,92	3,14	2,08	0,53	0,95	2,04

Tab. c

SITO F

meq/l	11/3	20/3	1/4	13/4	23/4	8/5	Media
S+	774	-	513	512	642	-	595
S-	242	-	100	365	362	-	267
Diff.	532	-	413	147	280	-	343
Na/Cl	3,20	-	10,6	1,51	2,26	-	4,39
SO ₄ Cl	3,24	-	3,61	0,53	0,92	-	2,07

Tab. f

rametri ambientali, ma anche quale verifica delle previsioni effettuate.

Le risultanze sperimentali hanno dimostrato che le fonti antropiche individuate, di emissioni gassose, risultano sviluppare un effetto continuo ed alquanto significativo sulla realtà territoriale presa in esame, e come anche una metodologia previsionale piuttosto semplice può portare risultati soddisfacenti, che permettono di "preindirizzare" le analisi ambientali per l'individuazione di possibili aree "a rischio" collettori di sostanze inquinanti dovute ad attività umane.

In secondo luogo il monitoraggio della composizione chimica delle piogge nel distretto territoriale relativo all'hinterland cosentino ha messo in evidenza un significativo arricchimento ionico delle precipitazioni, un pH superiore al punto naturale di equilibrio denotante la presenza di precipitazioni "alcaline", ed un contributo, su scala locale di processi di acidificazione delle piogge laddove esistano attività umane che producono scorie gassose, in quantità e ritmi tali, da modificare i valori naturali.

BIBLIOGRAFIA

- ALOJ E. - 1989. Inquinamento atmosferico e rischio ambientale: le piogge acide, un insulto per il territorio e la salute dell'uomo. *Ambiente Salute Territorio*, vol. 3: 9-16.
- BERBENNI P. - 1966. Recenti progressi di idrologia. *Monitore Tecnico*, Milano.
- BREDEMEIER M. - 1986. In B. Ulrich (ed.): Raten del Deposition, Akkumulation und des Austrage toxischer Luftverunreinigungen als Mab der Belastung und Belastbarkeit von Waldokosystemen. *Ber. d. Forschungsz. Waldokosys. Univ. Göttingen B2*, 11-25 pp.
- BREDEMEIER M. - 1987. Quantification of ecosystem-internal proton production from the ion balance of the soil. *Plant and Soil*, 101: 273-280.
- BREDEMEIER M., MATZNER E., ULRICH B. - 1988. A simple and appropriate method for the assessment of atmospheric deposition in forest ecosystem monitoring. In: M. Unsworth and D. Fowler (eds.): Atmospheric deposition processes at high elevation sites. *D. Reidel Publ. Comp.*, London.
- BREDEMEIER M. - 1988. Forest canopy transformation of atmospheric deposition. *Water, Air, Soil Poll.*, 40: 121-138.
- BREDEMEIER M. - 1989. Nature and potential of ecosystem internal acidification processes in relation to acid deposition. In: J.W.S. Longhurst (ed.): Acid Deposition. *British Library Technical Communications*.
- BREDEMEIER M., ULRICH B. - 1991. Input/output analysis of ions in forest ecosystem. Paper presented at the First European Symposium on Terrestrial Ecosystem, Firenze, (Italy), May 18-21, 1991. To be published by Elsevier.
- CASELLI M. - 1989. L'inquinamento atmosferico. *Editori Riuniti*.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - 1990. Metodi analitici per le acque (Istituto Ricerche sulle Acque). Vol. 8.
- GALLOWAY J.N., LIKENS G.E. - 1981. Acid precipitation: the importance of nitric acid. *Atmosf. Environ.*, 15: 1081-1085.
- HOFFMAN M.R., JACOBS D.J. - 1984. Kinetics and mechanisms of the catalytic oxidation of dissolved sulfur dioxide in aqueous solution: An application to night-time fog water chemistry. In: SO₂, NO and NO₂ oxidation mechanisms: Atmospheric consideration. J.G. Calvert. London, *Butterworth*.
- IRWIN J.G., WILLIAMS M.L. - 1988. Acid rain: Chemistry and transport. *Environ. Pollut.*, 50: 29-59.
- MOSELLO R. - 1991. Situazione degli studi sulla chimica delle deposizioni atmosferiche umide nel 1988 in Italia. *Ministero dell'Ambiente - Servizio valutazione impatto ambientale, informazione ai cittadini sullo stato dell'ambiente. Documenta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, n° 29, Pub. n° 4.
- SERRINI G., BIANCHI M., GEISS H., MARCHETTO A., MOSELLO R., MUNTAU H. - 1990. Intercalibrazione RIDEP 1/90. *Ministero dell'Ambiente - Servizio valutazione impatto ambientale, informazione ai cittadini sullo stato dell'ambiente. Documenta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, n° 27, Pub. n° 3.
- PARK C.C. - 1989. Piogge acide. *F. Muzzio Ed.*
- SMITH F.B., HUNT R.D. - 1978. Meteorological aspects of the transport of pollution over long distances. *Atmosf. Environ.*, 12: 461-477.