

Biomonitoraggio della qualità dell'aria in Abruzzo tramite licheni epifiti



Distretto Provinciale di L'Aquila

Dott. Giancaterino Giammaria
Dott.ssa Pamela Perez

1. INTRODUZIONE	Pag.3
2. BIOINDICAZIONE	Pag.3
3. BIOACCUMULO	Pag.4
4. RETE REGIONALE DI BIOMONITORAGGIO DI ARPA ABRUZZO	Pag.4
5. TECNICA DI RILIEVO	Pag.7
6. INTERPRETAZIONE DEI VALORI DI IBL E CONCLUSIONI	Pag.8
7. BIBLIOGRAFIA	Pag.11

1.INTRODUZIONE

Il biomonitoraggio dell'inquinamento dell'aria basato sull'impiego dei licheni come bioindicatori, è uno degli approcci più comunemente adottati per acquisire in breve tempo informazioni attendibili sull'inquinamento atmosferico. I licheni sono l'espressione di un'associazione simbiotica tra un fungo, per lo più un Ascomicete, più raramente un Basidiomicete, ed un'alga verde e/o cianobatterio. Le alghe e i cianobatteri sono organismi autotrofi, vale a dire in grado di compiere il processo fotosintetico sintetizzando zuccheri a partire da anidride carbonica e acqua, con l'ausilio della clorofilla in presenza della luce. Il fungo, eterotrofo, assume dal suo partner algale questi zuccheri come nutrimento e, in cambio, fornisce all'alga acqua, sali minerali e protezione dal disseccamento e dalle forti radiazioni solari. La vita dei licheni dipende completamente dall'aria e il rapporto col substrato su cui sono insediati è limitato alla compatibilità di pH. I licheni assorbono gli inquinanti atmosferici, alcune specie sono sensibilissime ad essi ed altre relativamente più resistenti e per queste caratteristiche sono idonei a rappresentare, in maniera integrata e non istantanea, la qualità media dell'aria nelle procedure di monitoraggio.

Le tecniche di biomonitoraggio possono essere distinte in due categorie:

- bioindicazione
- bioaccumulo

2.BIOINDICAZIONE

La bioindicazione si basa su misure biologiche, ovvero modificazioni morfologiche, fisiologiche o genetiche a livello di organismo e su variazioni nella composizione a livello di popolazione e comunità espresse come grado di biodiversità. Fra i diversi organismi preposti alla funzione di bioindicatore della qualità dell'aria, i licheni epifiti cioè quelli che crescono sulla corteccia delle piante, sono risultati i più adatti ed i più utilizzati a livello internazionale. I licheni sono alquanto longevi, alcune specie rupicole sono addirittura plurisecolari. Hanno un lento accrescimento (pochi millimetri l'anno) ed un metabolismo altrettanto lento. È possibile osservare modificazioni indotte dall'inquinamento almeno a tre livelli diversi:

morfologico: è un aspetto che assume rilievo con la diminuzione della distanza dalla fonte di emissione ed ha bisogno di tempi lunghi per manifestarsi;

fisiologico: correlato con la deposizione di solfati, nitrati, clorati, polveri, metalli;

ecologico: legato ad una progressiva diminuzione del numero di specie nonché di individui di ciascuna specie nel tempo.

3.BIOACCUMULO

Il termine bioaccumulo indica un aumento della concentrazione di una sostanza chimica in un organismo nel tempo in relazione alla concentrazione della sostanza stessa nell'ambiente. Le sostanze chimiche si accumulano negli organismi ogni volta che il loro assorbimento procede più rapidamente della loro metabolizzazione e, ove esista, della capacità di eliminazione per escrezione. I licheni sono ampiamente utilizzati come bioaccumulatori di elementi in traccia, tra cui metalli pesanti, radionuclidi, zolfo, fluoro e idrocarburi clorurati. Grazie al loro metabolismo strettamente dipendente dagli apporti atmosferici e alla loro struttura, possono accumulare questi elementi in quantità ben superiori ai loro fabbisogni fisiologici e mantenerli inalterati per lungo tempo senza manifestare danni. L'assorbimento degli elementi da parte del tallo dipende da diversi fattori ecologici, come la natura degli elementi, le caratteristiche morfologiche del tallo stesso e i parametri ambientali.

4.RETE REGIONALE DI BIOMONITORAGGIO DI ARPA ABRUZZO

La rete di monitoraggio abruzzese è costituita attualmente da 32 stazioni (UCP): 16 in provincia di L'Aquila, 8 in quella di Chieti, 2 in quella di Pescara e 6 nella Provincia di Teramo.

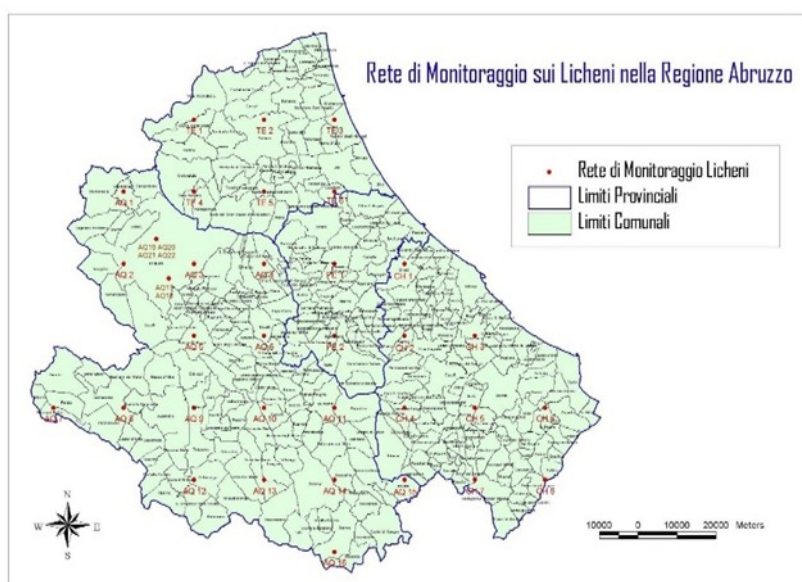


Figura 1: Rappresentazione della Rete Regionale.

Le stazioni di rilevamento di 1km² vengono distribuite sul territorio secondo un criterio statistico

Codice Stazione	Coordinate WGS 84		Comune
AQ1	42,52958	13,29419	Capitignano
AQ2	42,37156	13,29461	L'Aquila-Preturo
AQ3	42,37769	13,52741	L'Aquila-Filetto
AQ4	42,36229	13,72175	Castel del Monte
AQ5	42,20915	13,53416	Rocca di Mezzo
AQ6	42,22191	13,73253	Navelli
AQ7	42,04337	13,09354	Rocca di Botte
AQ8	42,04145	13,30979	Tagliacozzo
AQ9	42,05947	13,51683	Celano
AQ10	42,05421	13,75325	Cocullo
AQ11	42,04758	13,95978	Pacentro
AQ12	41,88061	13,53643	Collelongo
AQ13	41,88471	13,76031	Lecce dei Marsi
AQ14	41,88438	13,97588	Roccapia
AQ15	41,89805	14,17891	Ateleta
AQ16	41,74103	13,97487	Barrea
PE1	42,36929	13,96615	Civitaquana
PE2	42,21398	13,95852	Bolognano
TE1	42,69076	13,51668	Rocca Santa Maria
TE2	42,69938	13,73127	Teramo
TE3	42,70908	13,94476	Roseto degli Abruzzi
TE4	42,54387	13,52841	Fano Adriano
TE5	42,53638	13,73964	Castel Castagna
TE6	42,53014	13,95726	Castilenti
CH1	42,37988	14,18798	Chieti
CH2	42,21383	14,17558	Rapino
CH3	42,22031	14,40199	Lanciano
CH4	42,05103	14,18906	Lama dei Peligni
CH5	42,05139	14,40296	Bomba
CH6	42,05277	14,61633	Furci
CH7	41,89575	14,40275	Castiglione Messer Marino
CH8	41,89027	14,60833	Celenza sul Trigno

Le tecniche di monitoraggio a cui si è fatto riferimento per i nostri campionamenti, sono quelle previste dai Manuali e Linee guida ANPA -Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente- "IBL Indice di Biodiversità Lichenica" del 2001, tenendo conto anche delle più recenti Linee guida EN 16413 "Air quality- Biomonitoring with Lichens- Assessing epiphytic lichen diversity.

Il sistema si basa su un insieme di Unità di Campionamento Primarie (UCP), costituite da aree quadrate di 1 km di lato aventi come centro i nodi della griglia della rete nazionale, e di Unità di Campionamento Secondarie (UCS) costituite da aree circolari di raggio di 125 m collocate in ciascuno dei quadranti (NW; NE; SE; SW). Una UCP è considerata idonea se esiste al suo interno almeno una UCS rilevabile; a sua volta una UCS è rilevabile se esistono al suo interno almeno tre alberi più vicini al centro dell'UCS che vengono selezionati e georeferenziati e che presentano i requisiti standard previsti dal protocollo ovvero: inclinazione del tronco non superiore a 10° ritenuta idonea per evitare effetti dovuti all'eccessiva eutrofizzazione di superfici molto inclinate; circonferenza minima di 60 cm, per evitare situazioni con flora lichenica pioniera assenza di fenomeni evidenti di disturbo (verniciature, malattie, nodosità, copertura eccessiva di briofite, ecc).

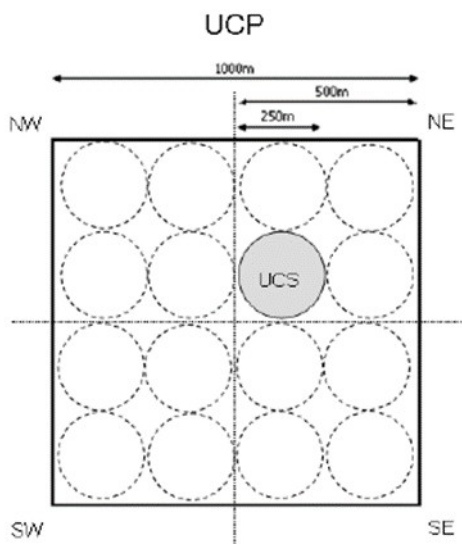


Figura 2: Schema delle UCS e della loro disposizione all'interno dell'UCP

4. TECNICA DI RILIEVO

Il rilevamento delle Biodiversità Lichenica (IBL) di ogni albero è calcolato come la somma delle frequenze dei licheni presenti entro un reticolo di campionamento formato da una fila verticale di 5 quadrati avente dimensione 10×10 cm, posizionate in corrispondenza dei quattro punti cardinali: N, S, E, W a 1 metro dal suolo e ripetuta su almeno 3 alberi per stazione.

Nell'esecuzione del rilievo vanno annotate, per ciascuna direzione cardinale, tutte le specie licheniche presenti all'interno della griglia e la loro frequenza, calcolata come numero di quadrati in cui ogni specie è presente, può avere un valore da 0 a 5. Per ogni albero di ciascuna stazione individuata, è stata effettuata la somma delle frequenze di tutte le specie rilevate nelle quattro direzioni cardinali (BL del rilievo), la somma dei valori di BL di tutti i rilievi realizzati nello stesso punto cardinale e la divisione per il loro numero (BL del punto cardinale) e la somma della Biodiversità Lichenica dei quattro punti cardinali (BL della stazione).

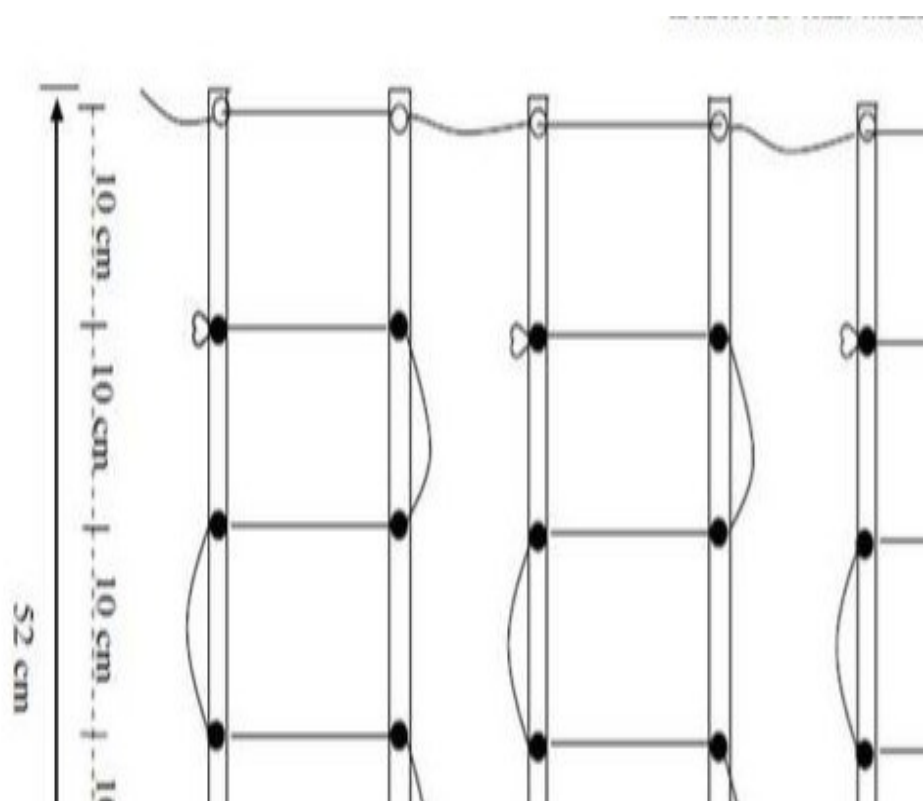


Figura 3: Reticolo di campionamento

Ad ogni valore della somma di Biodiversità Lichenica delle stazioni (BLs) corrisponde una determinata fascia di qualità e colore.

Valore	Classe di naturalità/alterazione	Colore
>186	Naturalità molto alta	Blu
156-186	Naturalità alta	Ciano
125-155	Naturalità media	Verde scuro
94-124	Naturalità bassa/ Alterazione bassa	Verde chiaro
63-93	Alterazione media	Giallo
32-62	Alterazione alta	Arancione
0-31	Alterazione molto alta	Rosso

Figura 4: Scala utilizzata per l'interpretazione dei valori dell'indice di Biodiversità Lichenica (GIORDANI, 2004).

5. INTERPRETAZIONE DEI VALORI DI IBL E CONCLUSIONI

Dopo un arco temporale di circa 8 anni, continua nel 2025 lo studio della biodiversità lichenica ripreso nel 2024. I dati ottenuti dalla campagna di monitoraggio effettuata dal 2013 al 2017 avevano evidenziato nel territorio abruzzese un Indice di Biodiversità Lichenica compatibile con la qualità dell'aria da alta a molto alta come evidenziato dalla Carta di naturalità/alterazione della Regione (fig.5) Solo la stazione posta nel Comune di Navelli (AQ), aveva mostrato una Naturalità bassa, a causa probabilmente di un incendio che aveva distrutto la copertura lichenica presente sulla corteccia degli alberi. Altre due stazioni situate nel Comune di Cupello (CH) e nel Comune di Celenza sul Trigno avevano presentato una bassa naturalità lichenica, la prima perché posta nelle vicinanze di una discarica e la seconda in quanto situata vicino alla Strada Statale n°650 strada intensamente trafficata.

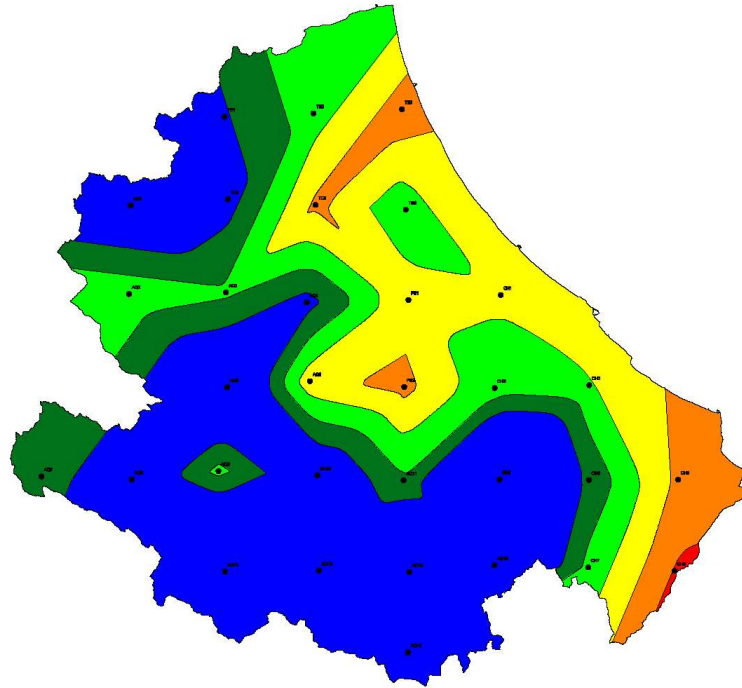


Figura. 5: Carta di naturalità/alterazione della regione Abruzzo (dati monit. 2013/2017)

Le stazioni monitorate nel 2025 sono state per la maggior parte effettuate nella provincia di L'Aquila. La scelta degli alberi da campionare è ricaduta sulle seguenti specie:

- alberi di quercia (*Quercus* spp.) in quanto molto rappresentati nell'area di studio e con caratteristiche chimico-fisiche della loro scorza idonee alla crescita di licheni;
- alberi di tiglio (*Tilia* spp.) in minor quantità e presenti soprattutto in aree urbane;
- Pioppo (*Populus x canadensis*) presente nelle aree agricole oppure in alberature stradali.

Per poter individuare con maggior esattezza le piante sottoposte a monitoraggio, oltre alla georeferenziazione, sono state apposte delle targhe identificative che consentiranno il ritrovamento degli alberi con maggior precisione.



Figura 6: Targa identificativa

In alcune stazioni non è stato possibile eseguire l'identificazione di alcune specie direttamente in campo per cui si è reso necessario prelevare dei campioni, usando sempre le dovute precauzioni, e verificando in laboratorio le specie con l'utilizzo di chiavi analitiche idonee.

Le specie più rappresentative delle zone monitorate sono: *Evernia prunastri*, *Phisconia distorta*, *Physcia adscendens*, *Physcia aipolia*, *Physcia orbicularis*, *Caloplaca cerina*, *Caloplaca nigrescens*, *Parmelia tiliacea* *Parmelia subargentifera*, *Parmelia glabra*, *Xanthoria parietina*

Nel 2026 saranno monitorate 10 stazioni al termine delle quali sarà redatta la nuova Carta di naturalità/alterazione della Regione Abruzzo.



Figura 7: *Xanthoria parietina*



Figura 8: *Evernia prunastri*

6. BIBLIOGRAFIA

ANPA, 2001. I.B.L.: Indice di biodiversità lichenica. Manuale ANPA. Serie manuali e linee guida 2000/2001.

Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., Purvis O.W., Pirintsos S., Scheidegger C., Van Halwyn C. and Wirth V. (2001). Mapping lichen diversity as an Indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C. e Wolseley P.A. (eds): *Monitoring with Lichens – Monitoring lichens*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 273-279.

Disegna M. e G. Lazzarin 1997. *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico con l'utilizzo di licheni epifiti come bioindicatori nel settore veneto dell'altopiano del Cansiglio*. Regione del Veneto, Giunta Regionale – Assessorato Agricoltura e foreste – Direzione per le foreste e l'Economia Montana: 77 pp.

Gottardini E., F. Cristofolini e F. Marchetti. 1999. *Biomonitoraggio della qualità dell'aria della città di Trento tramite licheni epifiti*. *Acqua – aria*, 4: 67-71.

Kampa M., Castanas E., 2008. Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution* 151, 362-367.

Keddy P.A., 1991: *Biological monitoring and ecological prediction: from nature reserve management to national state of the environment indicators*. In: Goldsmith F.B ed., “*Monitoring for conservation and ecology*”, pp.249-267. Chapman e Hall: London.

Kovacs M., 1992: *Biological indicators in environmental protection*. Horwood: New York.

Lorenzini G., Nali C., 2005. *Le piante e l'inquinamento dell'aria*. Springer – Verlag, Italia. Manes F., 1998. *Analisi della qualità ambientale mediante studi di bioindicazione e biomonitoraggio su specie vegetali*. In: *Atti del Workshop “Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale”*, Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA Serie Atti 2/1999, pp. 267-277

Nimis P.L., 1999. *Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti*. In: *Atti del Workshop “Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale”*, Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA - Serie atti, 2/1999: 267-277.

Piccini C., Salvati S., (1999). Atti del Workshop “Biomonitoraggio della qualità dell’aria sul territorio nazionale” Roma, 26-27 novembre 1998.