

EVOLUZIONE NORMATIVA SUL BIOMONITORAGGIO CON I LICHENI EPIFITI: LA NORMA UNI EN 16413. PRESENTAZIONE DI UN CASO STUDIO.

Sonia Ravera
Società Lichenologica Italiana

Il processo di normazione

Le ragioni di una norma

La norma tecnica è la prima garanzia di qualità di un processo di misura:

- ❖ Fornisce l'incertezza della misura
- ❖ Consente la **ripercorribilità**, la **ripetibilità** e la **riproducibilità** del processo di applicazione
- ❖ **Limita la soggettività** e la discrezionalità degli operatori
- ❖ Garantisce la **possibilità di controllo** da parte dei soggetti coinvolti

Il processo di normazione

Le basi



ICS 13.040.20

2005

VDI-RICHTLINIEN

Dezember 2005
December 2005

<div>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</div>	<div>Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte</div> <div>Biological measurement procedures for determining and evaluating the effects of ambient air pollutions by means of lichens (bioindication) Mapping the diversity of epiphytic lichens as an indicator of air quality</div>	<div>VDI 3957</div> <div>Blatt 13 / Part 13</div> <div>Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</div>
--	---	--



Il processo di normazione

L'inizio



Società Lichenologica
Italiana



Società Botanica Italiana
Gruppo di Lavoro per la
Lichenologia

CESI



Con il patrocinio del
COMUNE DI PIACENZA

Gruppo di Lavoro per il Biomonitoraggio

La qualità nelle tecniche di biomonitoraggio mediante licheni: ricerca scientifica e processi di normazione

Piacenza, 6-7 aprile 2006



**Biomonitoring methods with mosses
and lichens**

CEN/TC 264/WG 31

Date:

2014-01-29

Doc. Number:

N 0095

Assistant:

Patricia BENEDIKT

Direct line : 01 41 62 84 08

patricia.benedikt@afnor.org

Your contact:

Sébastien LOUIS-ROSE

Direct line : 01 41 62 83 45

sebastien.louisrose@afnor.org

**Final version of EN 16413 "Ambient air -
Biomonitoring with lichens - Assessing
epiphytic lichen diversity"**

FOLLOW
UP

For information

Politiche di biomonitoraggio e qualità dell'aria a livello europeo

- I metodi di biomonitoraggio in ambienti terrestri rispondono a una serie di requisiti e obiettivi della politica ambientale dell'UE principalmente nei settori della: qualità dell'aria (Direttiva quadro sulla qualità dell'aria), autorizzazione integrata ambientale (Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC), conservazione (direttiva Habitat).
- Lo scopo della Direttiva 2008/50/CE è quello di evitare, prevenire e minimizzare gli effetti nocivi sulla salute umana e **sull'ambiente nel suo insieme**. Il legislatore richiede un monitoraggio adeguato della qualità dell'aria, comprese le deposizioni.



Politiche di biomonitoraggio e qualità dell'aria a livello europeo

- I dati ottenuti da una campagna di biomonitoraggio sono completamente diversi da quelli ottenuti attraverso misurazioni chimico-fisiche e con la modellizzazione computerizzata (dati sulle emissioni).

Il monitoraggio biologico fornisce la prova degli effetti degli inquinanti sugli organismi.

- I metodi di biomonitoraggio forniscono indicazioni biologicamente rilevanti integrate nel tempo e nello spazio della salute ambientale nel suo insieme..
- La legislazione afferma che non dovrebbero esserci effetti nocivi sull'ambiente dovuti all'inquinamento atmosferico. **Solo esaminando gli effetti a livello biologico può essere soddisfatto questo requisito.**

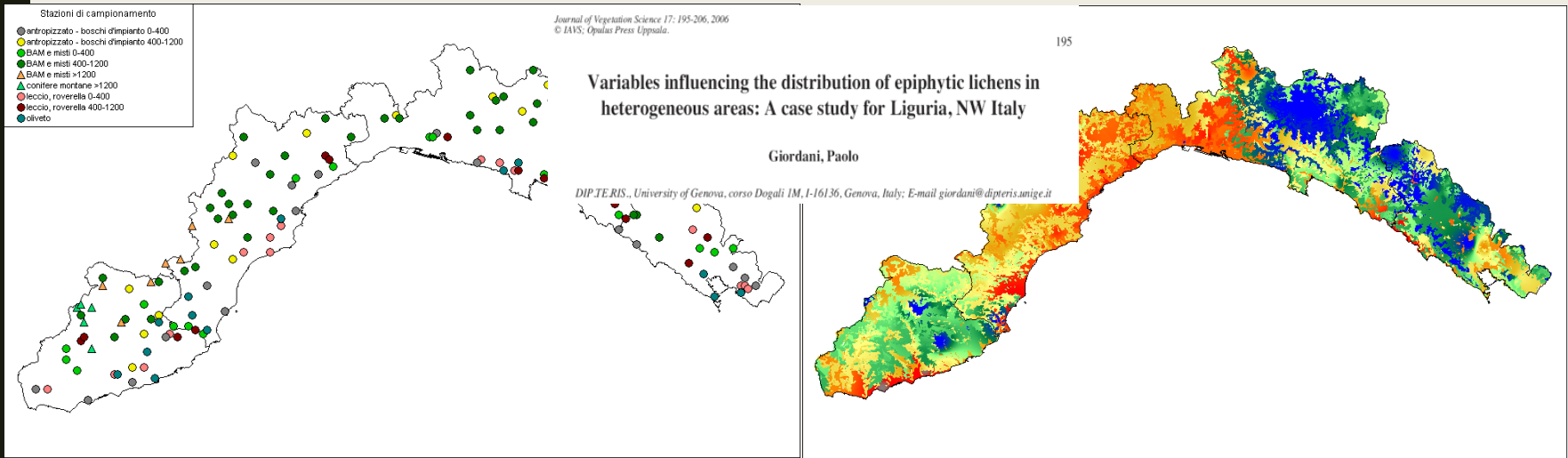
La ricerca a sostegno della normazione

Stato dell'arte e sviluppi futuri

- Maggiore oggettività, con la verifica di alcuni metodi di campionamento su base probabilistica
- Studio della variabilità spaziale between-site della diversità lichenica per l'ottimizzazione della numerosità campionaria
- Indagine della variabilità within-site per la definizione del rumore di fondo naturale, per ottenere una migliore interpretazione dei dati
- Definizione di procedure di Quality Assurance per valutare e minimizzare gli errori non campionari dovuti agli operatori
- Interpretazione dei dati

Disegni di campionamento Dal preferenziale al probabilistico

2003 - Campionamento randomizzato stratificato



2000 – Campionamento sistematico

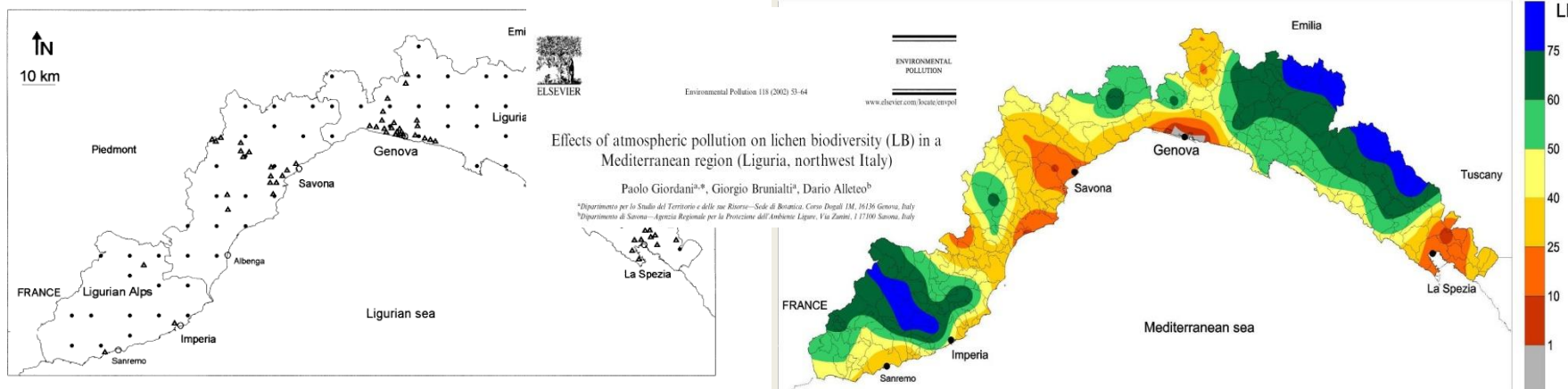


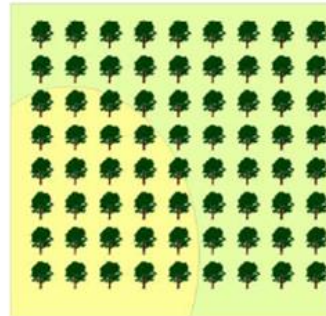
Fig. 1. Survey area: Liguria Region, Italy. Location of the 69 sampling stations in correspondence of the 9x9 km grid (black spots) and of the 50 automatic gauges (triangles).

Disegni di campionamento

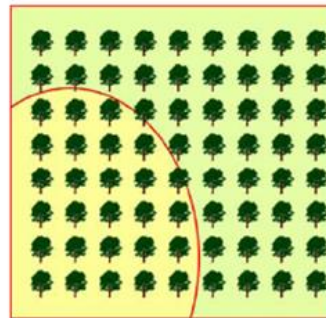
Nella norma...

Sampling schemes in ecologically heterogeneous areas

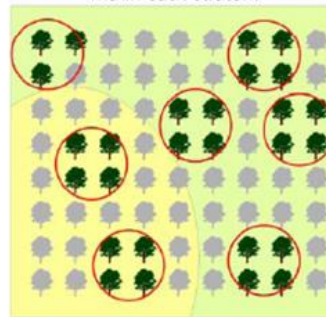
Standard trees abundant and homogeneously distributed over the study domain



Strata identified based on heterogeneous ecological variable (e.g. land use, altitude)



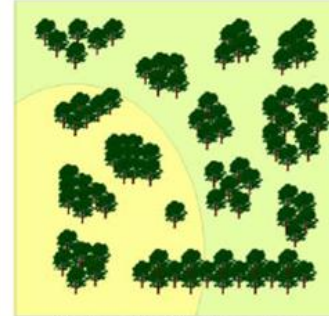
Plots randomly allocated within each stratum



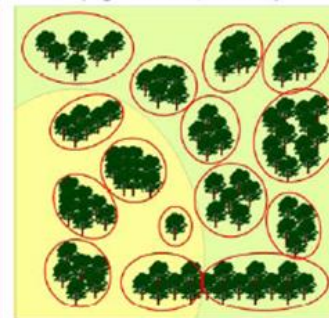
Plots allocated in proportion to the strata dimension

Stratified random design
Plot sampling

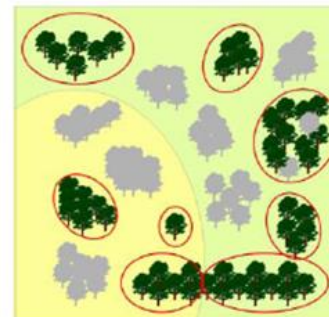
Standard trees abundant and scattered over the study domain



Clusters identified based on: maximum distance between trees minimum distance between clusters
Heterogeneous ecological variable (e.g. land use, altitude)



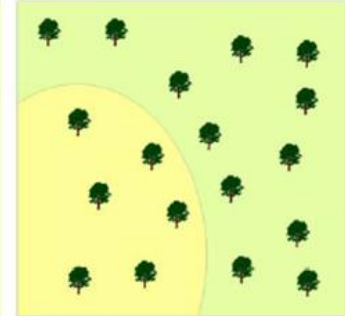
Clusters randomly selected



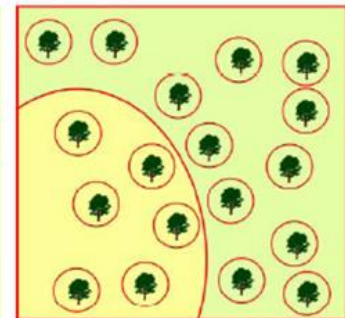
within each cluster:
all standard trees ($n < 11$)
10 randomly selected trees ($n > 10$)

Cluster or two stage design
Tree-based sampling

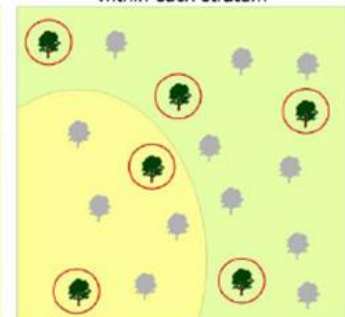
Standard trees infrequent and scattered over the study domain



Strata identified based on heterogeneous ecological variable (e.g. land use, altitude)
Each tree represent a Sampling Unit



Trees randomly selected within each stratum



Trees selected in proportion to the strata dimension

Stratified random design
Tree-based sampling

Variabilità spaziale between-sites

Numerosità campionaria



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

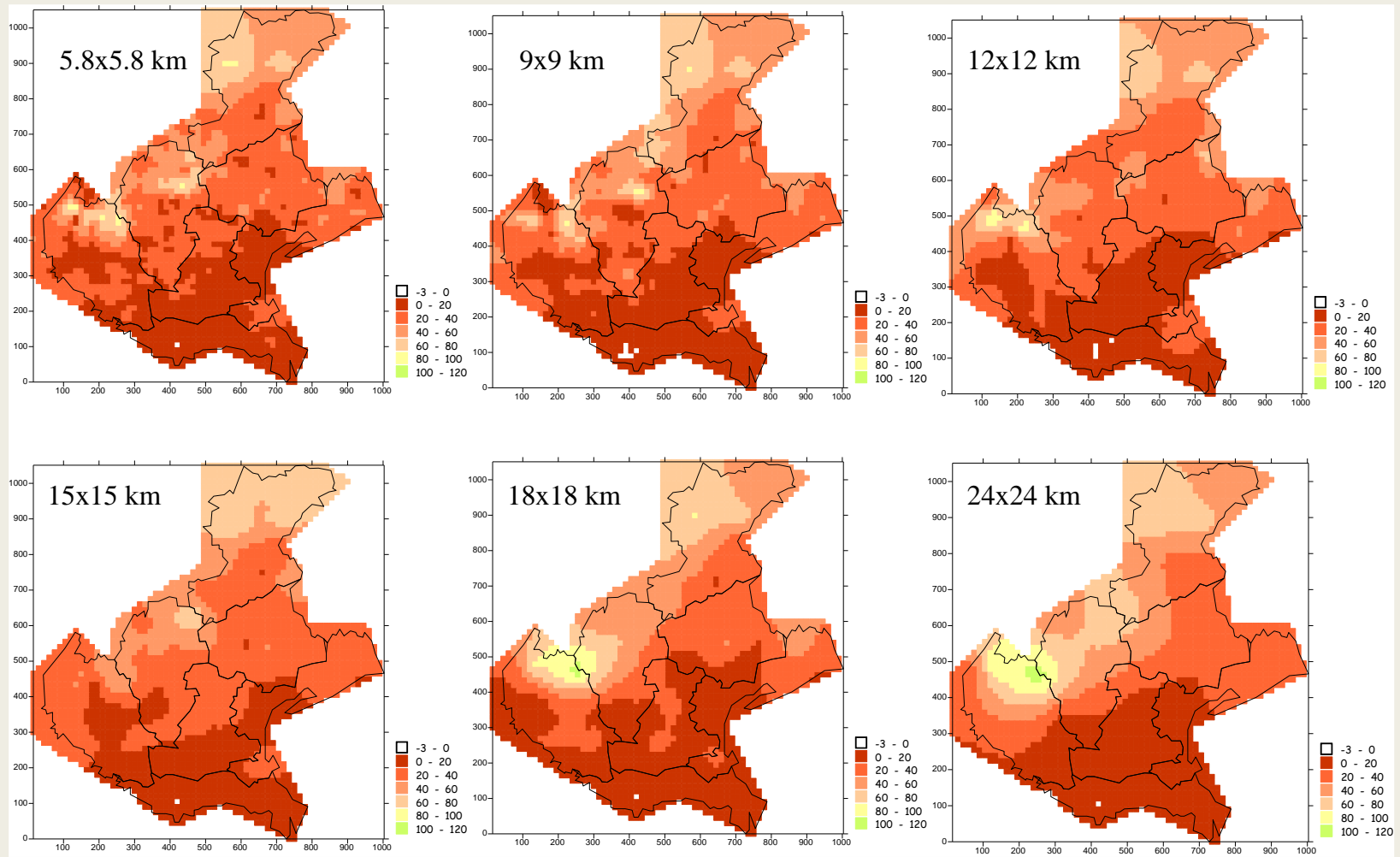
Environmental Pollution 127 (2004) 249–256

ENVIRONMENTAL
POLLUTION

www.elsevier.com/locate/envpol

Reliability of different sampling densities for estimating and mapping lichen diversity in biomonitoring studies

M. Ferretti^{a,*}, E. Brambilla^a, G. Brunialti^b, F. Fornasier^c, C. Mazzali^a,
P. Giordani^b, P.L. Nimis^d



Variabilità spaziale between-sites

Nella norma...

The sampling objective is to obtain an estimate of the parameter of the response variable (e.g. mean species richness or mean Lichen Diversity Value; LDV) over the study domain with a given precision. The precision level should be expressed in terms of confidence intervals for the defined probability level. It is required that the sampling objective is defined for each study.

EXAMPLE Obtain an estimate of the mean LDV for the study domain with a confidence interval $\pm 10\%$ of the mean value, at a probability (P) level of 95 %.

- L'obiettivo di campionamento è quello di ottenere una stima del parametro della variabile di interesse (ad esempio, valore medio della ricchezza di specie o di diversità lichenica; LDV) nel dominio di studio e con una data precisione. Il livello di precisione deve essere espresso in termini di intervalli di confidenza per un definito livello di probabilità. È necessario che l'obiettivo di campionamento sia definito per ciascuno studio.

Esempio: Ottenere una stima del valore medio del LDV per il dominio di studio con un intervallo di confidenza $\pm 10\%$ del valore medio, con un livello di probabilità (P) del 95%. Questi valori dipendono dal disegno di campionamento adottato.

Variabilità within-site

L'influenza del substrato



Available online at www.sciencedirect.com



Environmental Pollution 151 (2008) 308–317

ENVIRONMENTAL
POLLUTION

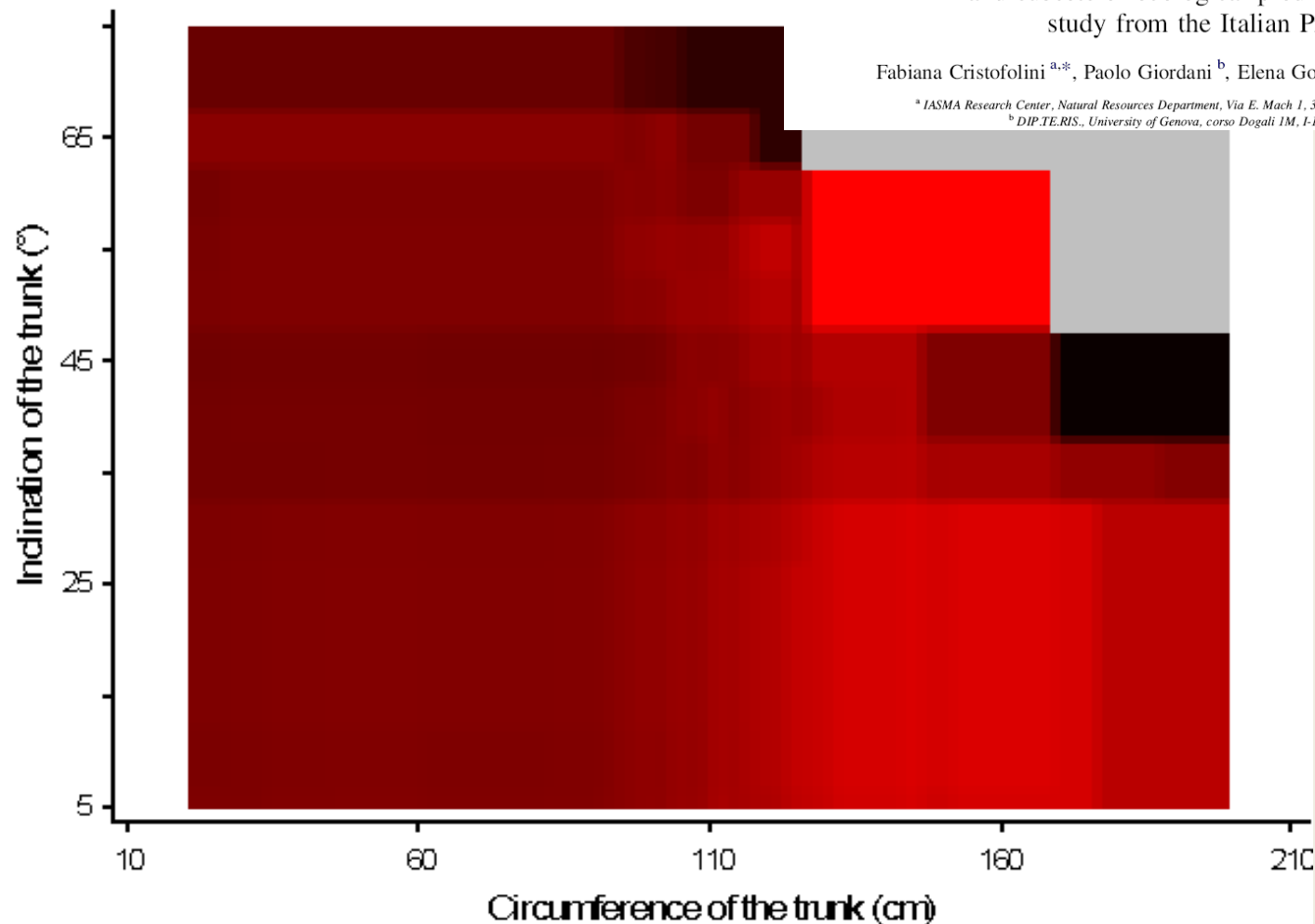
www.elsevier.com/locate/envpol

The response of epiphytic lichens to air pollution
and subsets of ecological predictors: A case
study from the Italian Prealps

Fabiana Cristofolini ^{a,*}, Paolo Giordani ^b, Elena Gottardini ^a, Paolo Modenesi ^b

^a IASMA Research Center, Natural Resources Department, Via E. Mach 1, 38010 S. Michele all'Adige (TN), Italy

^b DIP.TE.RIS., University of Genova, corso Dogali 1M, I-16136 Genova, Italy

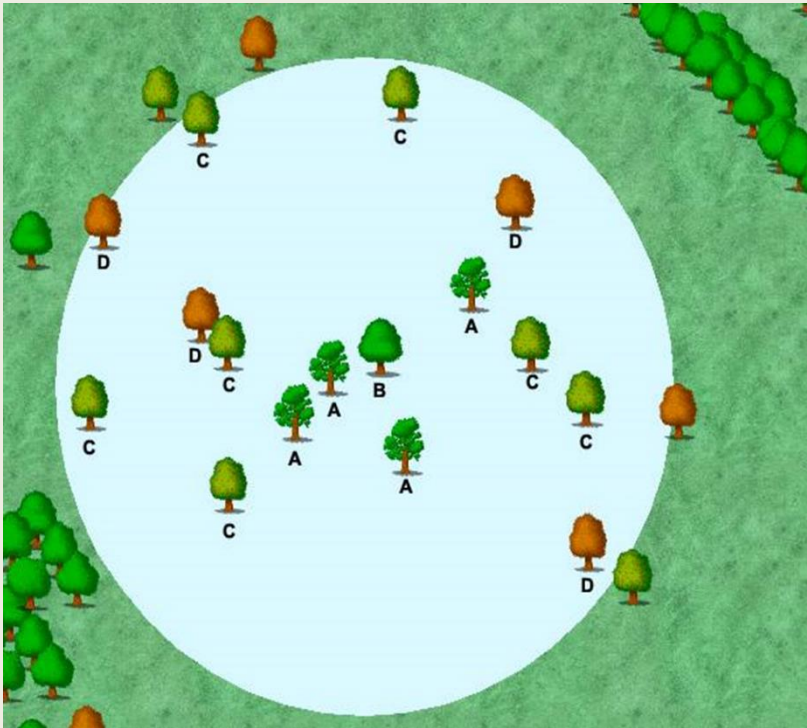


Variabilità spaziale within-sites

Nella norma...

Quando si scelgono le specie arboree per essere rilevati in una determinata area di indagine, è necessario considerare le seguenti opzioni (in ordine di preferenza):

- Una singola specie di albero all'interno dell'intera area di studio (e.g. A)
- Diverse specie di alberi, all'interno dello stesso gruppo di tipo corteccia (e.g. A, B).
- Diverse specie di alberi all'interno di diversi gruppi di tipo corteccia (e.g. A, B, C) esclusi i taxa non idonei, (e.g. conifere, Platanus).



Variabilità within-site

Nella norma...

Table C.1 — Suitable tree species

Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	To be tested	Excluded
<i>Acer spp.</i>	<i>Olea spp.</i>	<i>Abies alba</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Fagus spp.</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Araucaria spp.</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Prunus spp.</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Carpinus spp.</i>	<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Platanus spp.</i>
<i>Fraxinus spp.</i>	<i>Quercus spp.</i>	microthermic <i>Pinus spp.</i>			<i>Celtis spp.</i>	<i>Taxus baccata</i>
<i>Juglans spp.</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Picea abies</i>			<i>Salix spp.</i>	<i>Cycas spp.</i>
<i>Pyrus communis</i> ^a				<i>Ostrya carpinifolia</i>	"Palms"	
<i>Tilia spp.</i> ^a				<i>Cupressus sempervirens</i>	mediterranean <i>Pinus spp.</i>	
<i>Ulmus spp.</i>	<i>Malus spp.</i>				<i>Alnus cordata</i>	
<i>Populus spp.</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>				<i>Ginkgo biloba</i>	
<i>Ficus spp.</i>	<i>Sorbus spp.</i>				<i>Magnolia spp.</i>	
					<i>Citrus spp.</i>	
					<i>Crataegus spp.</i>	
					<i>Pseudotsuga menziesii</i>	
					"other exotic cultivated plants"	
					Any other species not explicitly reported in Table C.1	

^a According to VDI Guidelines indications ([29], [30]) *Tilia spp.* and *Pyrus communis* can be used in both groups because they hold a middle position with regard to their bark properties.

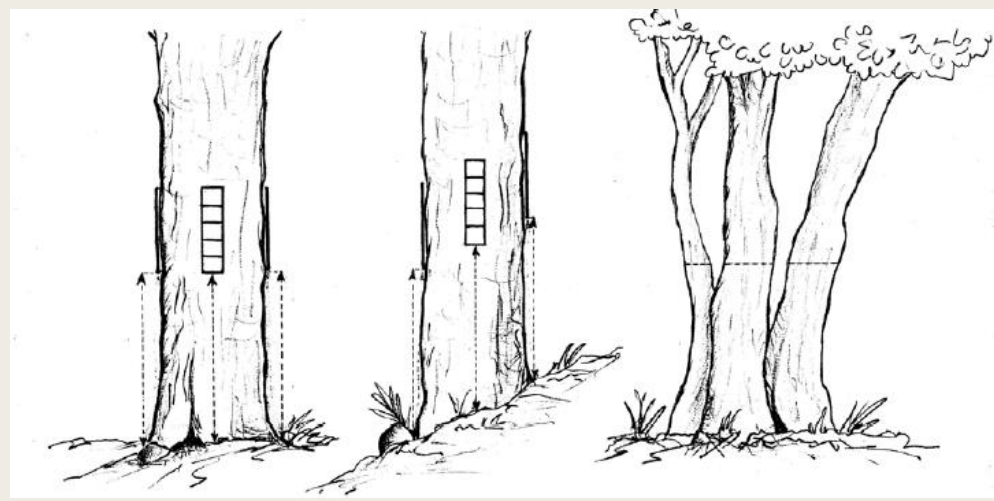
Variabilità within-site

Nella norma...

L'albero standard:

- appartiene a una specie adatta.
- ha una circonferenza del tronco (a 130 cm dal livello del suolo) > 50 cm e < 250 cm
- ogni esposizione (N, E, S, W) ha un'inclinazione (al centro di ogni griglia) < 20 °
- l'area del tronco non rilevabile (per danni, decorticazione, rami, nodi e/o altri epifiti o piante rampicanti come l'edera, che impediscono la colonizzazione lichenica) all'interno di ciascuna delle 4 griglie deve essere < 20%
- I tronchi che hanno una chiara separazione al di sotto di 100 cm dal suolo dovrebbero essere considerati alberi separati

N.B. Il reticolo va posizionato a 1 m dal suolo in ciascuna esposizione



Qualità del dato

Nella norma...

7 Recommendations for Quality Assurance and Quality Control

Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) procedures can be implemented to control errors and document the overall quality of the survey/monitoring campaign (see [47], [48], [49], [50]). These procedures form an integral part of the study design and results (see e.g. [51], [52], [53], [54]). Studies failing to report their QA procedures and Quality Control results (with particular reference to points i. and ii.) have to be regarded as incomplete.

QA and QC procedures should be described in an *ad hoc* document, termed Quality Assurance Plan (QAP) of the study. The QAP should report the minimum acceptable set of QA/QC procedures. An example of information needed at the end of the survey is reported in Annex E. The QAP should cover the following areas of concern:



Errore

Differenza tra il valore stimato ed il valore vero o teorico. Si considerano due tipi di errori: errore sistematico ed errore casuale. Il primo è provocato dall'utilizzo di strumenti difettosi o modalità erranee di rilevazione e può essere ridotto o eliminato; il secondo è provocato da fattori esterni o intrinseci ed è controllabile con metodi statistici, ma non eliminabile.

Errore campionario

È la differenza tra il valore stimato sul campione ed il valore calcolato su tutte le unità statistiche della popolazione. Intuitivamente, tale errore, **dovuto al campionamento**, si riduce aumentando la numerosità del campione.

Errore extracampionario

Riguarda l'errore che si può commettere nel corso di una indagine statistica. Tra gli errori non campionari si distingue l'errore di rilevazione, che è una difformità tra la modalità rilevata e la realtà e può avvenire nel caso di inadatta formulazione o cattiva comprensione della domanda.

Qualità del dato

Errore campionario

Ecological Indicators 23 (2012) 509–516

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Can we compare lichen diversity data? A test with skilled teams

G. Brunialti^{a,*}, L. Frati^a, F. Cristofolini^b, A. Chiarucci^{a,c}, P. Giordani^d, S. Loppi^e, R. Benesperi^f, A. Cristofori^b, P. Critelli^g, E. Di Capua^g, V. Genovesi^h, E. Gottardini^b, G. Innocenti^g, S. Munzi^e, L. Paoli^e, T. Pisani^e, S. Ravera^h, M. Ferretti^a

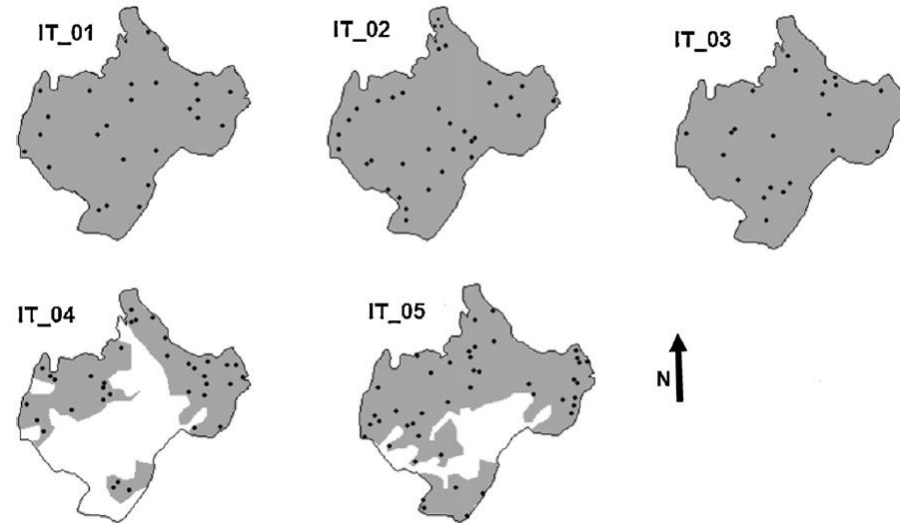


Fig. 2. Study area with the populations (in gray) identified by each team. Sample plots are identified as black dots.

Table 2

Results of exercise 1. Sampling scheme and sample size for the 5 teams. Stated familiarity is expressed in arbitrary units, from 0 (minimum) to 10 (maximum). StRS = stratified random sampling; SRS = simple random sampling. Defined probability level (p): 95%. Confidence interval (%), desired precision level; stated, stated by each team; and actual, stated by the control.

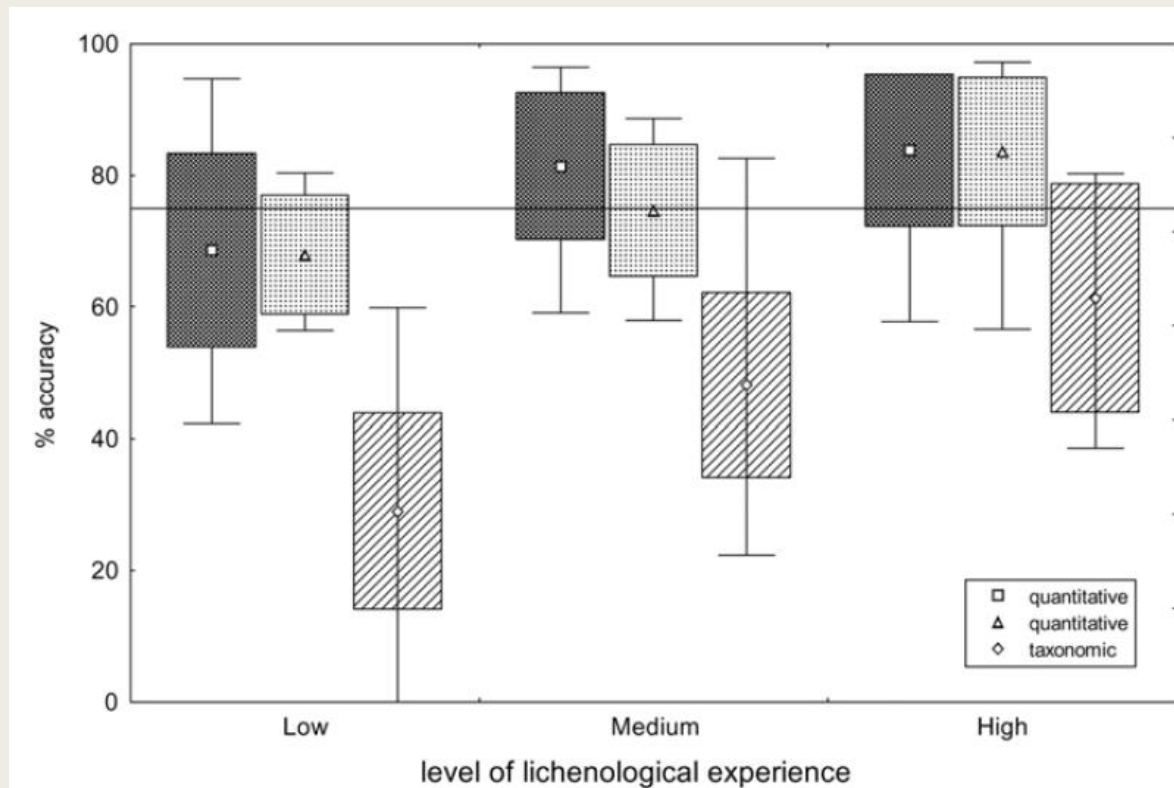
Team code	Stated familiarity with statistical design	Population	Stated confidence interval (p : 95%)	Actual confidence interval (p : 95%)	Stated scheme	Actual scheme	Strata	Plots, n
IT_01	5	Lichen species on standard trees located in 4 land use strata	11	15	StRS	StRS	4	29
IT_02	5	Lichen species on standard trees located in 2 land use strata	10	10	StRS	Unclear	2	35
IT_03	3.9	Lichen species on standard trees located in 8 land use strata	10	?	StRS	StRS	8	23
IT_04	6.5	Lichen species on standard trees located in 2 land use strata	10	10	StRS	StRS	2	35
IT_05	6.3	Lichen species on standard trees in the study area	10	10	SRS	SRS	–	43

Qualità del dato

Errore non campionario: accuratezza del rilevamento

EVALUATION OF DATA QUALITY IN LICHEN BIOMONITORING STUDIES: THE ITALIAN EXPERIENCE

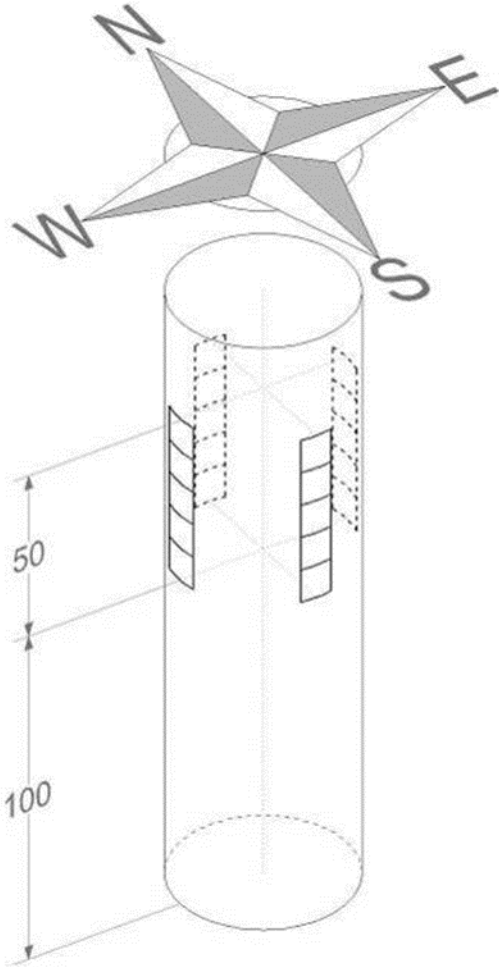
GIORGIO BRUNIALTI¹, PAOLO GIORDANI¹, DEBORAH ISOCRONO² and STEFANO LOPPI^{3*}



Es. in campo precisione delle dimensioni



Reticolo



Griglia 10×50 cm, suddivisa in cinque subunità quadrate di 10×10 cm, da applicare al tronco di alberi campione.

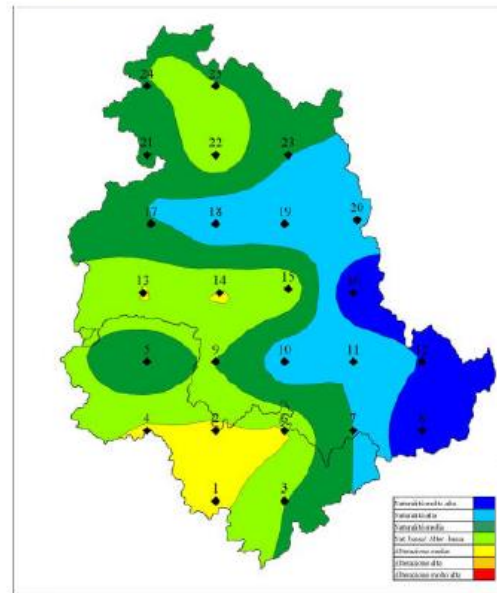
La griglia deve essere abbastanza flessibile da essere facilmente posizionata sul tronco, ma anche resistente, in modo da evitare alterazioni nella forma e nelle dimensioni.

Es in campo: identificazione del centro del plot

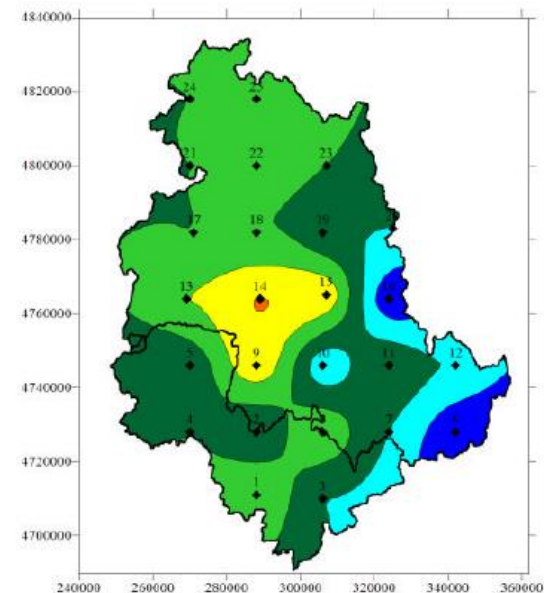


Variabilità temporale *Sviluppi futuri?*

(a) 2004



(b) 2009



5.3 Study type considered

Lichen diversity assessment and monitoring is a typical observational, mensurative study. Studies can be classified with respect to their temporal coverage:

- i. the study is a baseline.
- ii. the study implies a series of subsequent measurements/repeated measurements in time over the study domain.

This European Standard includes guidelines focused on case i. When evaluation of change between subsequent measurements is of interest (case ii), in addition to the following guidelines, it is important to consider the implications related to the statistical analysis for detecting changes (see [46]).

Interpretazione dei dati

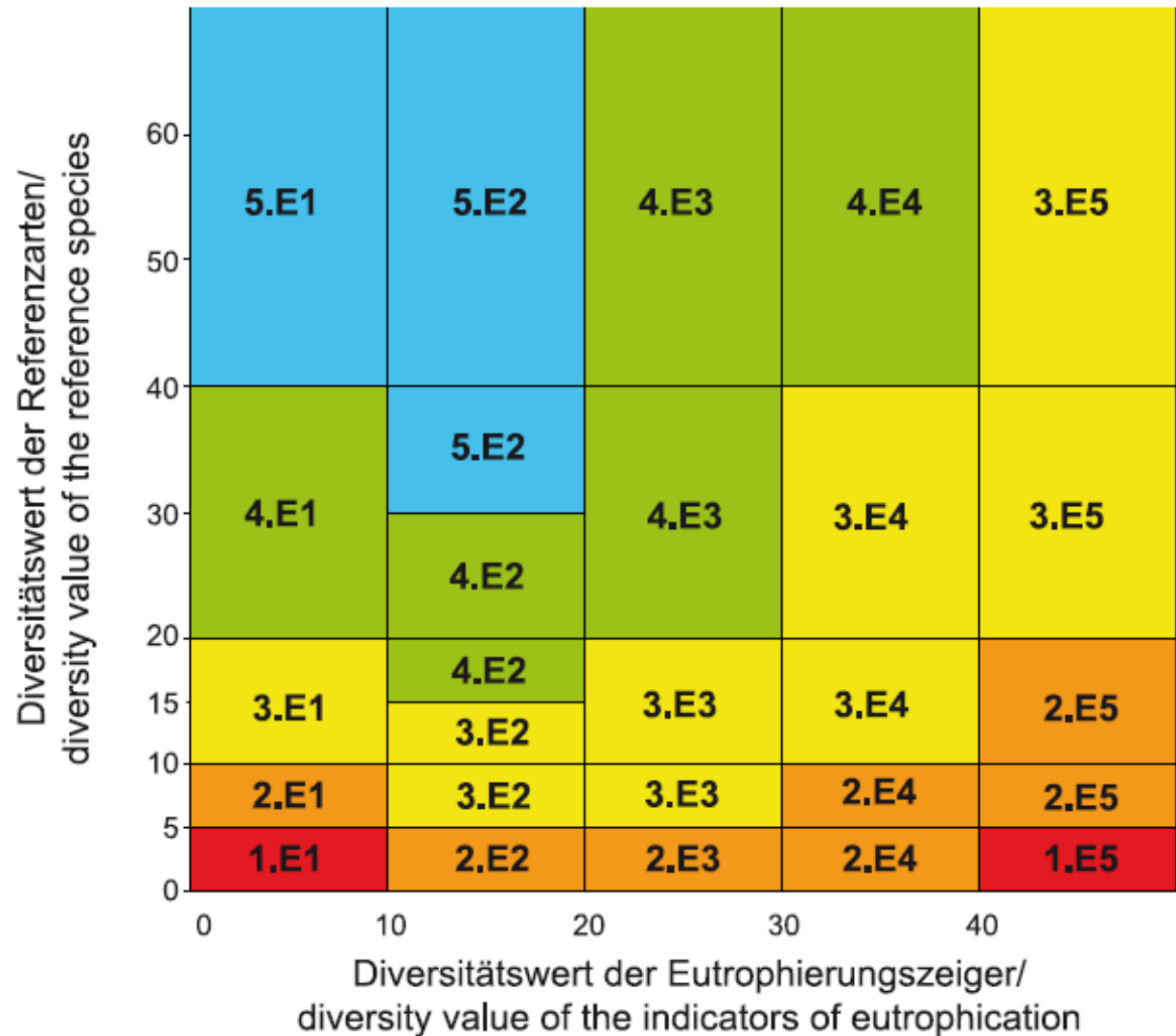
Scale interpretative

ICS 13.040.20

VDI-RICHTLINIEN

Dezember 2005
December 2005

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</p>	<p>Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte</p> <p>Biological measurement procedures for determining and evaluating the effects of ambient air pollutions by means of lichens (bioindication) Mapping the diversity of epiphytic lichens as an indicator of air quality</p>	<p>VDI 3957</p> <p>Blatt 13 / Part 13</p> <p>Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
--	---	--



Foreword.....	3
0 Introduction.....	4
0.1 Biomonitoring and air quality.....	4
0.2 Biomonitoring and EU legislation.....	4
0.3 Biomonitoring with lichen.....	6
1 Scope.....	8
2 Terms and definitions.....	8
3 Principles.....	7
4 Equipment.....	8
4.1 Field work preparation equipment.....	8
4.2 Field equipment.....	8
4.3 Laboratory equipment.....	8
5 Sampling.....	10
5.1 General.....	10
5.2 Sampling objective.....	10
5.3 Study type considered.....	10
5.4 Sampling design.....	11
5.4.1 General.....	11
5.4.2 Prior to sampling.....	11
5.4.3 Standard tree species selection for a survey.....	11
5.4.4 Standard tree parameter.....	12
5.4.5 Sampling scheme.....	13
5.4.6 Sampling unit.....	18
5.4.7 Sampling density.....	18
5.4.8 Surveying lichen.....	17
5.4.9 Identification in laboratory of critical specimens.....	17
6 Lichen species frequencies.....	17
7 Recommendations for Quality Assurance and Quality Control.....	17
Annex A (Informative) Example of survey sheets.....	20
Annex B (Informative) Calculating lichen diversity metrics.....	22
B.1 General.....	22
B.2 Lichen Diversity Value (LDV).....	22
B.3 Diversity value of the Indicators of eutrophication (e.g. LDVI <i>sensu</i> VDI 3867 Part 13).....	23
Annex C (Informative) Suitable tree species.....	24
Annex D (Informative) Sampling density calculations.....	26
Annex E (Informative) Information needed at the end of the survey.....	28
Annex F (Informative) Main phases of application of this European Standard.....	27
Bibliography.....	28

1. Scopo

“This document aims to provide a reliable, repeatable and objective method for assessing epiphytic lichen diversity. According to international literature on the topic, it provides the framework for assessing the impact of anthropogenic impact, particularly for estimating the effects of atmospheric pollution.”

- Questo documento mira a fornire un **metodo affidabile, ripetibile e oggettivo** per la valutazione della diversità lichenica epifitica.
- Fornisce il quadro per valutare l'impatto antropogenico, in particolare per **stimare gli effetti** dell'inquinamento atmosferico.

2. Terms and definitions

2.1

biomonitoring

use of biological systems (organisms and organism communities) to monitor environmental change over space and/or time

Note 1 to entry: Biological systems can be further considered as bioindicators.

2.2

bioindicator

organism or a part of it or an organism community (biocoenosis) which documents environmental impacts

Note 1 to entry: It encompasses bioaccumulators and response indicators.

2.3

bioaccumulator

organism which can indicate environmental conditions and their modification by accumulating substances present in the environment (air, water or soil) at the surface and/or internally

2.4

response indicator

effect indicator

organism which can indicate environmental conditions and their modification by either showing specific symptoms (molecular, biochemical, cellular, physiological, anatomical or morphological) or by its presence/absence in the ecosystem

2.5

lichen

ecologically obligate, self-supporting symbiotic association of a fungus (the mycobiont, generally an ascomycete) and one or more populations of green algae and/or cyanobacteria (the photobionts), which results in a stable vegetative structure ("thallus") with a definite morphology

2.6

lichen community

biocoenosis

assemblage of populations of lichens, whose composition and aspect is determined by the properties of the environment and by their relationship with other epiphytes, animals, etc.

2.7

lichen diversity

species richness found on the bark of standard trees at a height ranging between 1 m and 1,5 m, above the base of the trunk at four different aspects (NSEW)

2.8

epiphyte

plant or plant-like organism growing on another plant, dependant on mechanical support but not deriving nutrients from the plant upon which it grows

2.9

study area

geographical area considered by the study

Note 1 to entry: It should be described in detail in terms of extent, land use classification and altitudinal range.

2.10

study domain

geographical extent in which the target population is studied

Note 1 to entry: It may coincide with the study area or it may be more restricted.

2.11

sampling point

geographic location identified by a pair of geographic coordinates (Lat, Long), being the reference point for the Sampling Unit, selected on the basis of a given sampling design

2.12

sampling unit

SU

either single tree or cluster of trees (tree-based sampling) or plot (geographical area of determined size, centred on a sampling point) where data are collected

2.13

probabilistic sampling

sampling conducted according to the statistical principles of sampling

Note 1 to entry: The essential principle of probabilistic sampling is that every individual particle or item in the population has an equal chance of being sampled.

2.14

stratified random sampling design

technique consisting of subdividing a heterogeneous population into sub-populations (strata), which are more homogeneous and mutually exclusive

Note 1 to entry: Within each stratum the samples are consequently independent and randomly selected.

2.15

target population

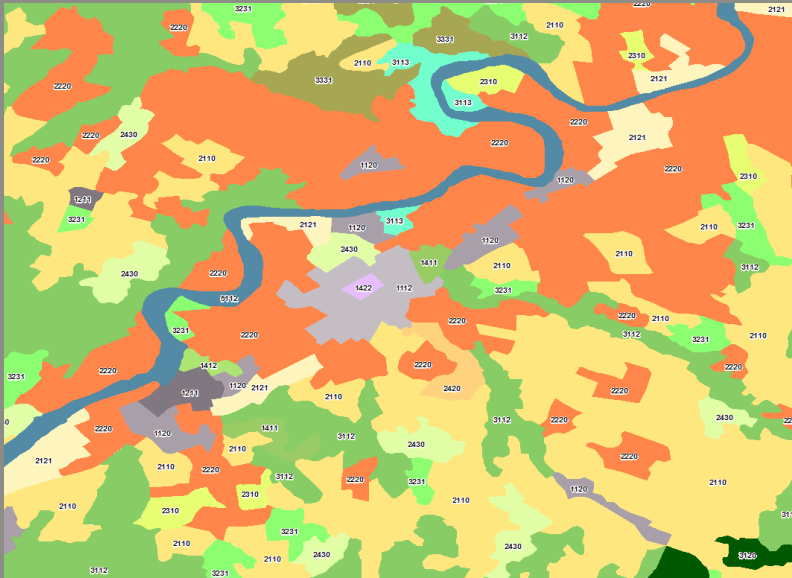
lichen communities living on the bark of standard trees at a height ranging between 1 m and 1,5 m, starting from the base of the trunk at each main aspect

Note 1 to entry: Standard trees should be defined in terms of species, bole circumference and inclination (see below) and should be located within the study area.

3. Principi

- La procedura è ampiamente applicabile ed è rivolta a coloro che sono interessati a raccogliere **dati sulla diversità lichenica**.
- Le indagini condotte secondo queste linee-guida richiedono che il personale o le istituzioni **dispongano delle competenze necessarie**, sia nel campo della lichenologia sia della progettazione probabilistica del campionamento.
- Gli standard di garanzia della qualità **devono** essere raggiunti.

4. Strumenti



per la preparazione del lavoro di campo

- Mappe
- Sistema informativo geografico (GIS)
- Identificazione di SU sulla mappa di scala 1: 25.000 (o più dettagliata se necessario).
- Algoritmo per campionamento casuale (calcolatrice scientifica o software di statistica).

4. Attrezzatura...



...di campo

- Reagenti chimici
- Bussola-clinometro
- Chiavi di identificazione
- Buste
- GPS
- Coltello
- Lente d'ingrandimento
- Mappe
- Fettuccia metrica
- Reticolo
- Schede di rilevamento

4. Strumenti



per la determinazione in laboratorio

- Reagenti chimici tradizionalmente utilizzati in lichenologia
- Chiavi di riconoscimento
- Microscopio ottico e stereomicroscopio
- Attrezzature di laboratorio di piccole dimensioni (pinzette, bisturi o lame di rasoio, vetrini per microscopio e coprioggetto, olio per immersione, pipette).

5. Campionamento

Per campionamento si intende il processo di selezione di una parte (il campione) di qualcosa (la popolazione target), con l'intento di mostrare le caratteristiche dell'intero.

Dal momento che ci sono molti disegni di campionamento possibili, e il più efficace dipende dalla natura della popolazione indagata, **non esiste un disegno di campionamento unico** che possa essere raccomandato per tutti gli studi.

Piuttosto, la natura probabilistica del disegno di campionamento deve essere sempre mantenuta.

Prima del campionamento

Lo schema di campionamento dovrebbe essere deciso sulla base delle caratteristiche dell'area di studio e dello scopo dello studio. Le fasi preliminari da intraprendere prima di selezionare il piano di campionamento più appropriato (esempi):

- la distribuzione di alberi potenzialmente idonei dovrebbe essere il più nota possibile, ad es. utilizzando immagini aeree o fonti di informazioni analoghe o mediante un'ispezione preliminare in tutta l'area di studio
- in caso di studi sul gradiente, dovrebbero essere considerate le informazioni quantitative relative al gradiente e, se possibile, dovrebbe essere prodotto uno strato di mappa tematica (ad esempio, fonti di inquinamento del punto prevalente o direzione e intensità del vento)
- qualsiasi tipo di accesso limitato, come proprietà private e aree militari, dovrebbe essere controllato preliminarmente, al fine di includere o escludere tali aree dal dominio dello studio e definire di conseguenza la popolazione target.

Disegno di campionamento

- Secondo la distribuzione degli alberi standard all'interno del dominio dello studio, i diversi disegni possono essere efficaci principalmente sulla base dell'omogeneità ecologica o dell'eterogeneità del dominio dello studio.
- In ogni studio, le variabili ecologiche per valutare l'omogeneità dovrebbero essere fornite esplicitamente (ad esempio altitudine, uso del suolo, densità della popolazione residente, vegetazione, ecc.), secondo lo scopo dello studio.

Unità di campionamento

Plot sampling

Il plot rappresenta l'unità di campionamento (UC). Poiché le dimensioni del plot dipendono dalla densità degli alberi nel dominio di studio, le dimensioni non sono fissate nella Norma. Nella maggior parte dei casi, si consiglia un plot circolare con un raggio di 30 m nel quale rilevare tutti gli alberi idonei presenti.

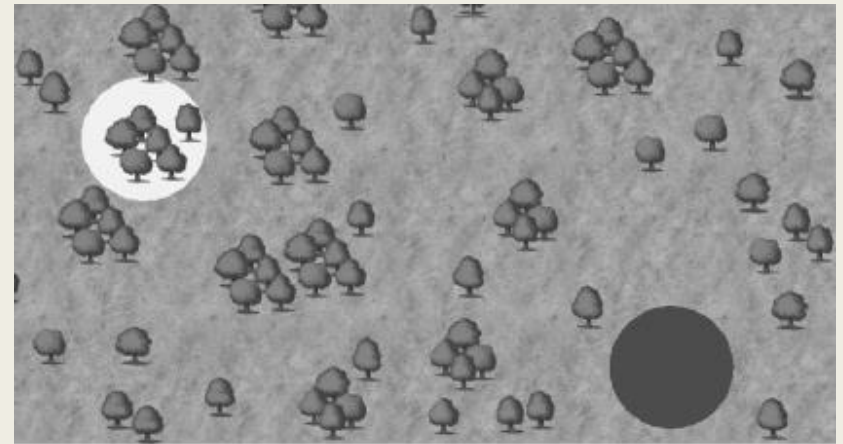
Tree-based sampling

Ogni albero o cluster rappresenta una UC.

Schema di campionamento in aree ecologicamente omogenee

a. Alberi standard numerosi e distribuiti in modo omogeneo nell'area di studio

Si raccomanda un disegno di campionamento «plot sampling» random semplice o sistematico con plot centrati su nodi di una griglia regolare con il punto iniziale scelto in modo casuale (random).

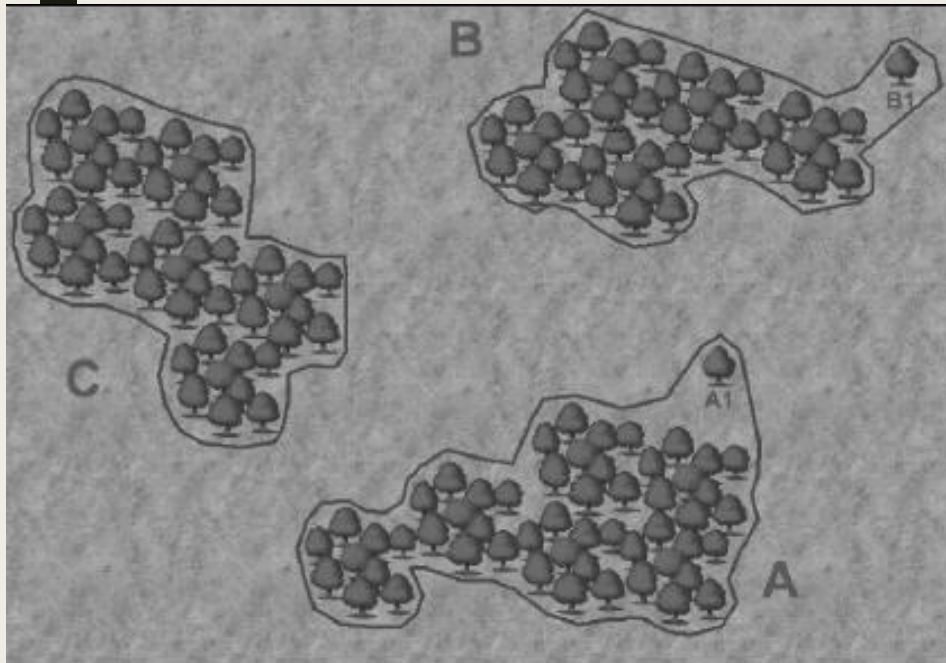


Plot sampling: il plot chiaro è stato selezionato casualmente. Sono presenti all'interno 7 alberi che vengono tutti rilevati. Il plot scuro è stato casualmente selezionato ma scartato a priori, non essendo presenti alberi al suo interno.

.

Schema di campionamento in aree ecologicamente omogenee

b. Alberi standard numerosi e distribuiti in cluster nell'area di studio



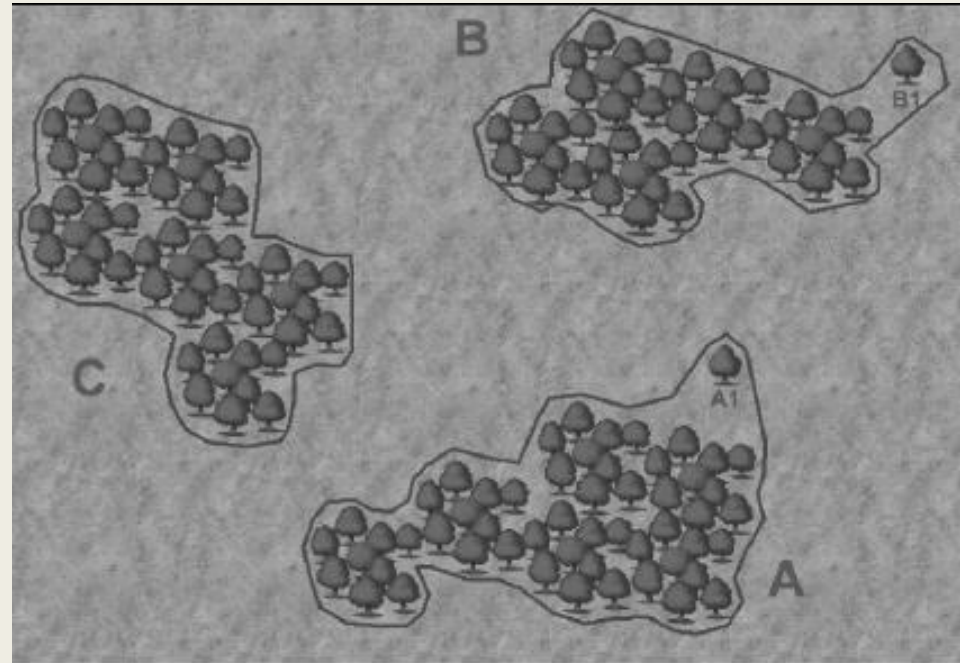
In primo luogo, va definito un criterio per identificare i cluster (e.g. una distanza massima tra alberi adiacenti da includere nello stesso cluster e/o una distanza minima per due cluster da considerare come UC separate), quindi si identificano ed elencano tutti i cluster al fine di ottenere un campione casuale di essi.



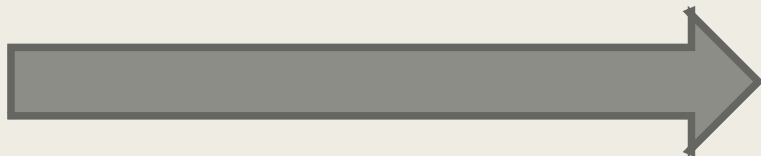
Schema di campionamento in aree ecologicamente omogenee

b. Alberi standard numerosi e distribuiti in cluster nell'area di studio

Se il numero medio di alberi standard per cluster all'interno dell'area di studio è ragionevole (≤ 10), vanno eseguiti rilievi su tutti loro. Altrimenti, si può procedere con un campionamento a due fasi: ottenere una selezione casuale di alberi all'interno del cluster ed eseguire misure su tutti gli alberi selezionati.



e.g. Gli alberi A1 e B1 sono inclusi nei cluster A e B rispettivamente, seguendo il criterio della distanza dai centroidi dei cluster.

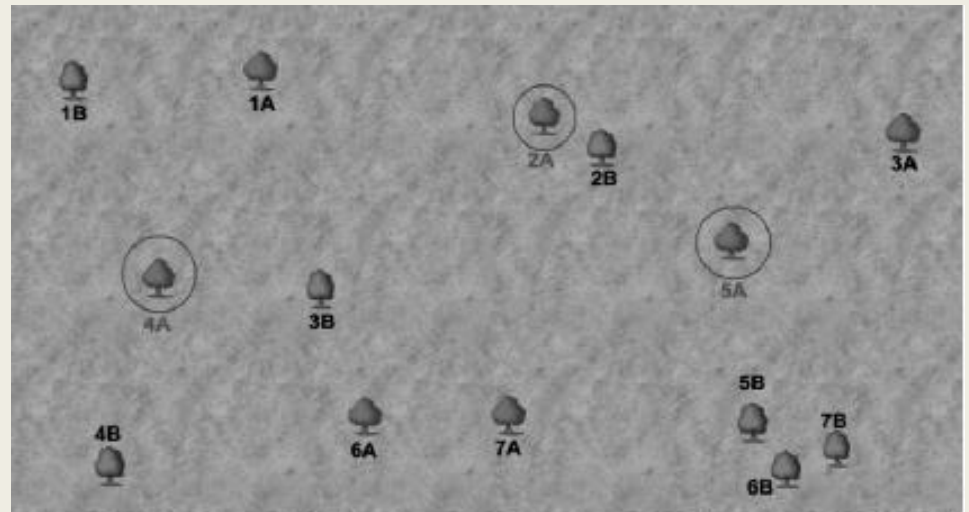


Schema di campionamento in aree ecologicamente omogenee

c. Alberi standard scarsi in tutta l'area di studio

Si raccomanda un campionamento casuale dei singoli alberi

Gli alberi 2A, 4A and 5A sono stati selezionati casualmente. Gli alberi 1B-7B appartengono a specie non idonee e quindi scartati.

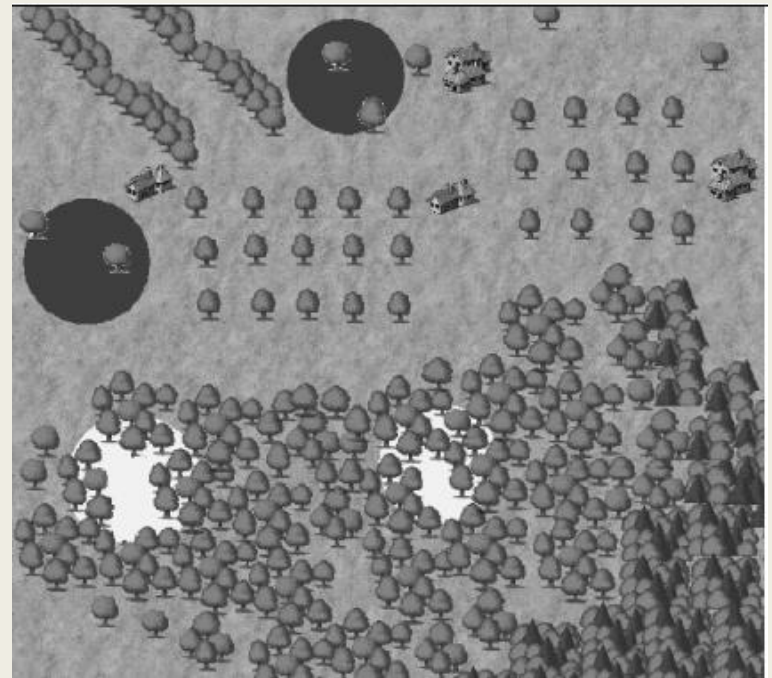


Schema di campionamento in aree ecologicamente eterogenee

Si consiglia un campionamento di plot casuale stratificato

Prima vanno identificati gli strati sulla base delle informazioni disponibili sulle variabili ecologiche (e.g. mappe altitudinali, tipi di uso del suolo, tipi forestali)

A seguire bisogna calcolare la densità del campionamento, quindi individuare casualmente i plot in ciascun strato, in proporzione alle dimensioni dello strato.



Campionamento random stratificato con due strati: aree agricole (plot scuri) aree forestate (plot chiari).

Numero di plot da rilevare

- Il numero minimo di plot da selezionare deve essere calcolato su base statistica, in considerazione delle equazioni disponibili per le dimensioni del campione per i diversi disegni di campionamento.
- Di solito, queste formule richiedono informazioni preliminari sulla variabilità dei dati in una determinata area di studio. Sono quindi raccomandati uno studio pilota e/o la revisione dei dati di campagne precedenti (o indagini effettuate in aree comparabili) prima di intraprendere un'indagine formale.



Annex E **(informative)**

Information needed at the end of the survey

Each study should present the following basic data in a table:

- project management;
- Standard Operating Procedures adopted;
- name of the operator(s);
- project manager(s);
- temporal framework of the survey;
- geographical name of the study area;
- number and size of the sampling units;
- tree species surveyed;
- total number of trees surveyed;
- mean number of trees surveyed per sampling unit;
- list of considered response variables, if any;
- standard deviation of the response variable(s) in the sampling units;
- confidence limits of the response variable(s);
- precision of the estimates inter grids, intra-trees, inter-trees;
- Data Quality Control manager(s);
- Data Quality Control activity results.

Lichen Diversity Value (LDV) nei Siti Natura 2000 limitrofi al Nucleo industriale Isernia-Venafro



Obiettivi

Monitoraggio a lungo termine del Lichen Diversity Value (LDV) nei Siti Natura 2000 limitrofi al Nucleo industriale Isernia-Venafro

SIC IT7212174 Cesa Martino

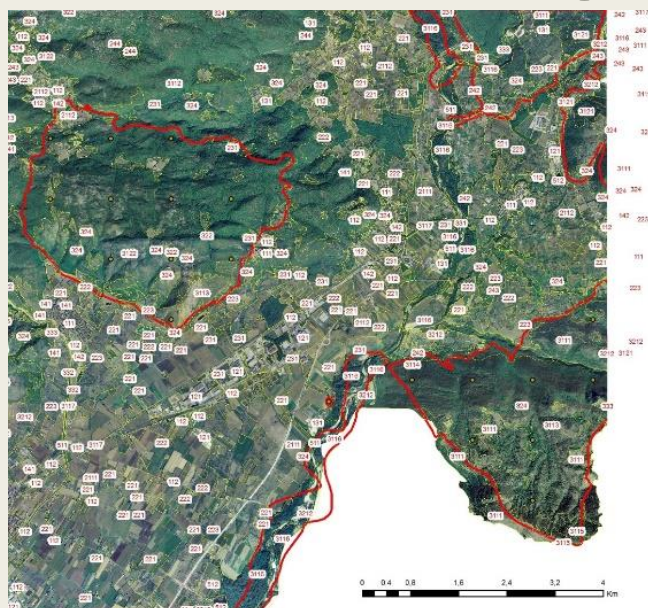
SIC IT7212177
Sorgente Sulfurea
di Triverno

ZPS
IT7222287

La Gallinola -
Monte Miletto -
Monti del Matese

- ⊕ Applicare la bozza della Norma
- ⊕ Verificarne limiti e fattibilità in aree semi-naturali

Uso del suolo (Categorie Corinne Land Cover)



Legenda del CORINE Land Cover 2006
con dettaglio al 4° livello per la classe 3
e al 5° livello per la classe 3.1.3

1. SUPERFICI ARTIFICIALI

- 1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale
 - 1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo
 - 1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
- 1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali
 - 1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
 - 1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
 - 1.2.3. Aree portuali
 - 1.2.4. Aeroporti
- 1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati
 - 1.3.1. Aree estrattive
 - 1.3.2. Discariche
 - 1.3.3. Cantieri
- 1.4. Zone verdi artificiali non agricole
 - 1.4.1. Aree verdi urbane
 - 1.4.2. Aree ricreative e sportive

CLC	IT7212174	IT7212177	IT7282287	Totale complessivo (ha)
111	0,00			0,00
112	1,36			1,36
121	0,57		0,50	1,06
222	2,47			2,47
223	24,03		14,48	38,50
231	5,19			5,19
242	0,17		0,19	0,36
322	3,89			3,89
324	14,45		11,69	26,14
332	0,02			0,02
333	0,09		1,86	1,95
2111	6,60		4,36	10,96
2112	42,01	0,98		42,98
3111			229,31	229,31
3112	855,84		30,52	886,36
3113	110,46		576,36	686,82
3114			3,45	3,45
3115			11,97	11,97
3116		0,04		0,04
3121			24,30	24,30
3122	0,79			0,79
3212	14,10		16,68	30,78
Totale complessivo (ha)	1082,04	1,02	925,66	2008,72

2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE

- 2.1. Seminativi
 - 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
 - 2.1.1.1. Colture intensive
 - 2.1.1.2. Colture estensive
 - 2.1.2. Seminativi in aree irrigue
 - 2.1.3. Risaie
- 2.2. Colture permanenti
 - 2.2.1. Vigneti
 - 2.2.2. Frutteti e frutti minori
 - 2.2.3. Oliveti
- 2.3. Prati stabili (foraggiere permanenti)
 - 2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
- 2.4. Zone agricole eterogenee
 - 2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti
 - 2.4.2. Sistemi culturali e particolari complessi
 - 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
 - 2.4.4. Aree agroforestali

3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI

- 3.1. Zone boscate

Strategia: campionamento random stratificato

- ⊕ Definizione numerosità campionaria
- ⊕ Localizzazione e delimitazione dei plot

Categorie Land Use considerate:

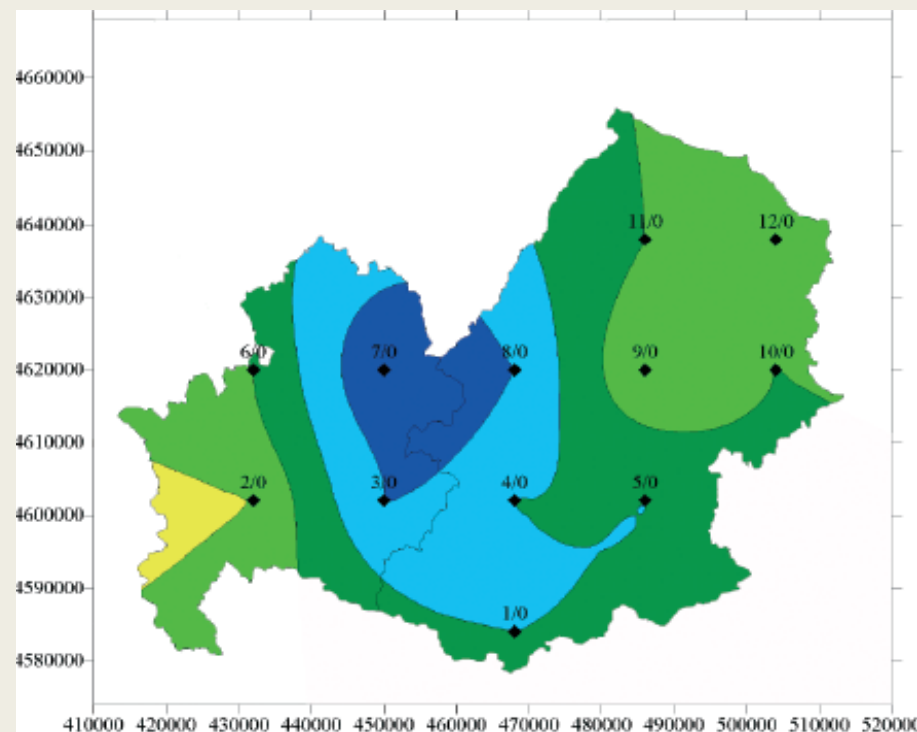
2. Superfici agricole utilizzate
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali

Numerosità campionaria

Box di Approfondimento Rete di Biomonitoraggio con i licheni epifiti [Sonia Ravera]



In questo caso, le uniche informazioni disponibili sulla variabilità dei dati di DL dell'area di studio sono quelle relative al settore occidentale della Rete di Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria del Molise con l'IBL, corrispondente alle UCP 1, 2, 3, 4, 5, 6



UCP	I.B.L.	Classe di naturalità/alterazione
7/0	>186	Naturalità molto alta
3/0, 8/0	156-186	Naturalità alta
1/0, 4/0, 5/0	125-155	Naturalità media
6/0, 10/2, 11/0	94-124	Naturalità bassa/ Alterazione bassa
2/0, 9/0, 12/0	63-93	Alterazione media
	32-62	Alterazione alta
	0-31	Alterazione molto alta

Media

129,22

Dev. Standard

23,09

Min-max

88,00-158,33

CV%

17,87

Limiti di confidenza al 95%

18,58

Densità di campionamento

La densità di campionamento è stata calcolata con la seguente formula idonea per il campionamento casuale semplice (Elzinga et al., 2001):

$$n = \frac{(Z_{\alpha})^2 (s)^2}{(B)^2}$$

dove:

s = deviazione standard normalizzata della variabile di interesse in una data area di studio, sulla base di uno studio pilota preliminare preesistente.

Z_α = valore standard, dipende dal livello di P (per α=0,05: P=95% e Z=1,96)

B= livello di precisione desiderato della variabile d'interesse, in termini di semi-ampiezza dell'intervallo di confidenza (±10%).

In questo caso specifico, il numero minimo di stazioni idonee risulta pari a 12.

Strategia: campionamento random stratificato

- ⊕ Definizione numerosità campionaria
- ⊕ Localizzazione e delimitazione dei plot

Categorie Land Use considerate:

2. Superfici agricole utilizzate
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali

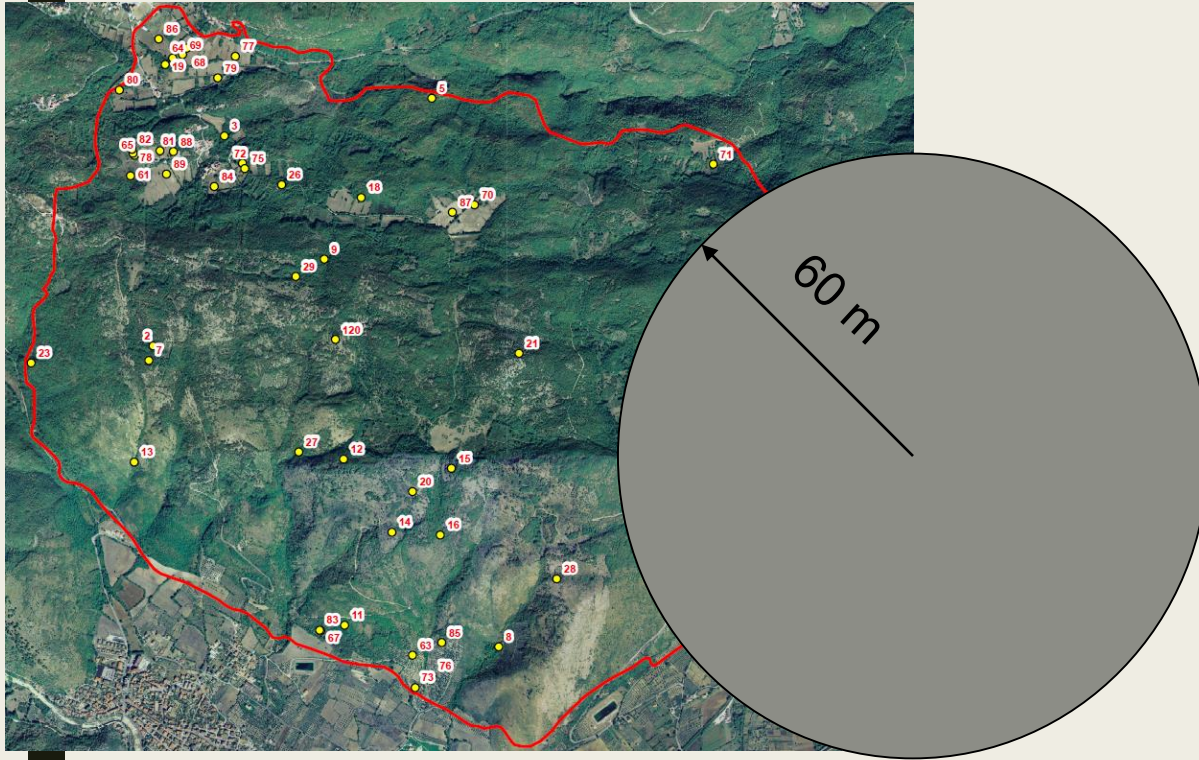
La densità di campionamento è stata calcolata seguendo Platts *et al.* (1987) ed Elzinga *et al.* (2001) sulla base degli IBL delle UCP idonee della Rete Molisana (Ravera, 2008).

Il numero dei plot per ciascun strato è stato suddiviso tra i Siti in proporzione alle loro dimensioni.

Categoria CORINE Land Cover	IT7212177	IT7212174	IT7222287	Totale
2	5	1	1	6
3	3	0	3	6
Totale	8	1	4	12

Strategia di campionamento

⊕ Localizzazione e delimitazione dei plot

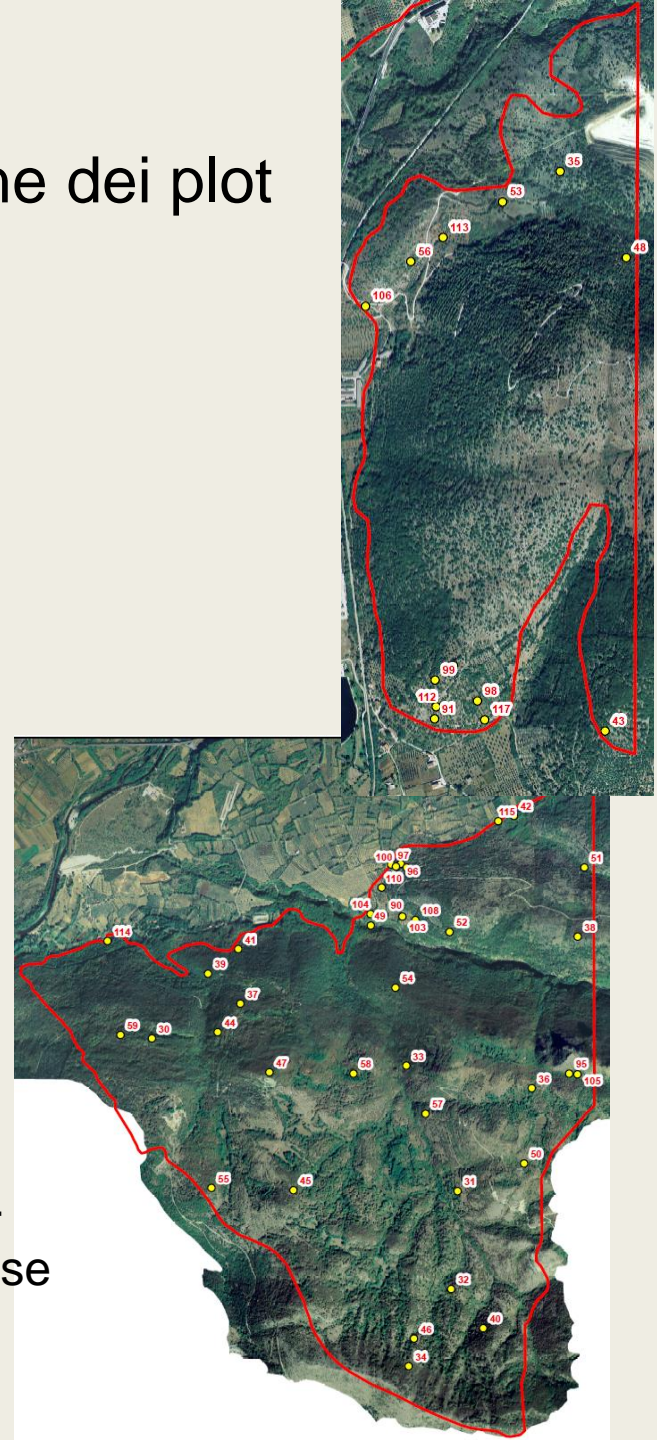


Cesa Martino

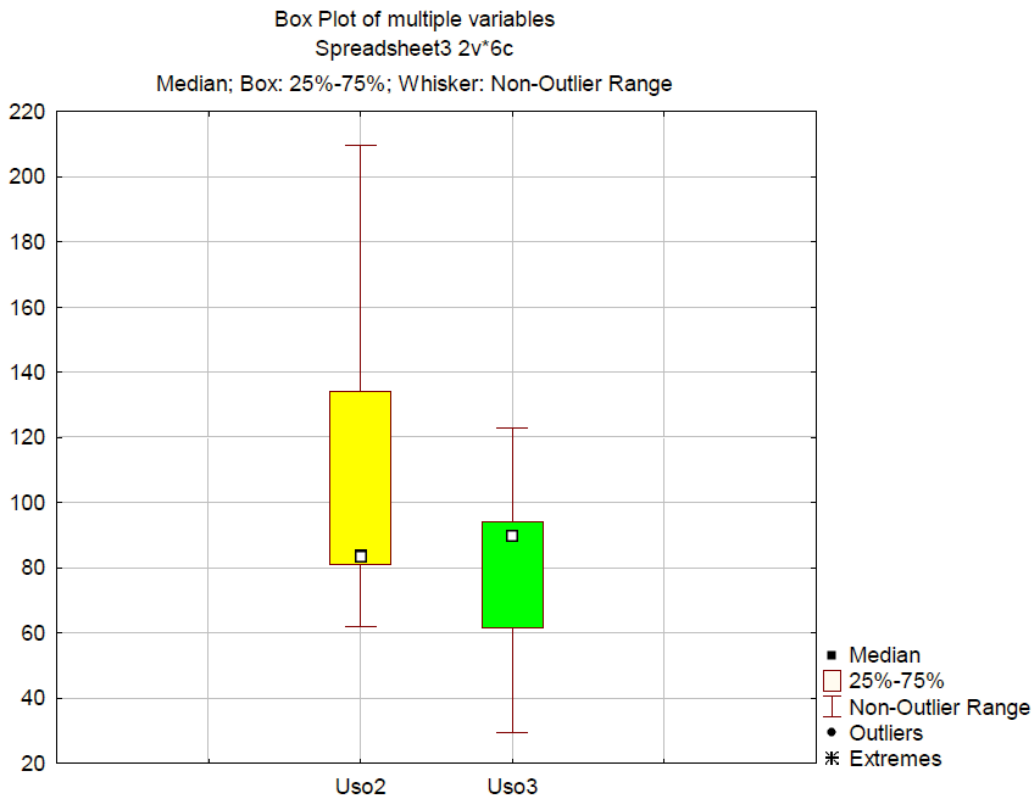
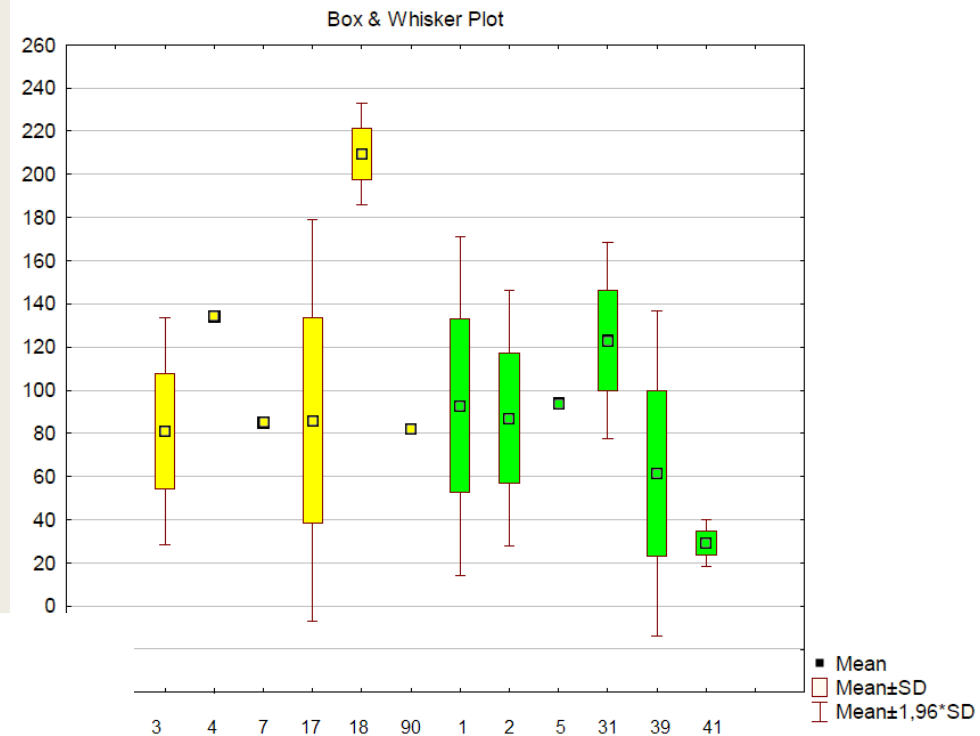
Sorgente sulfurea



La Gallinola -
Monte Miletto -
Monti del Matese

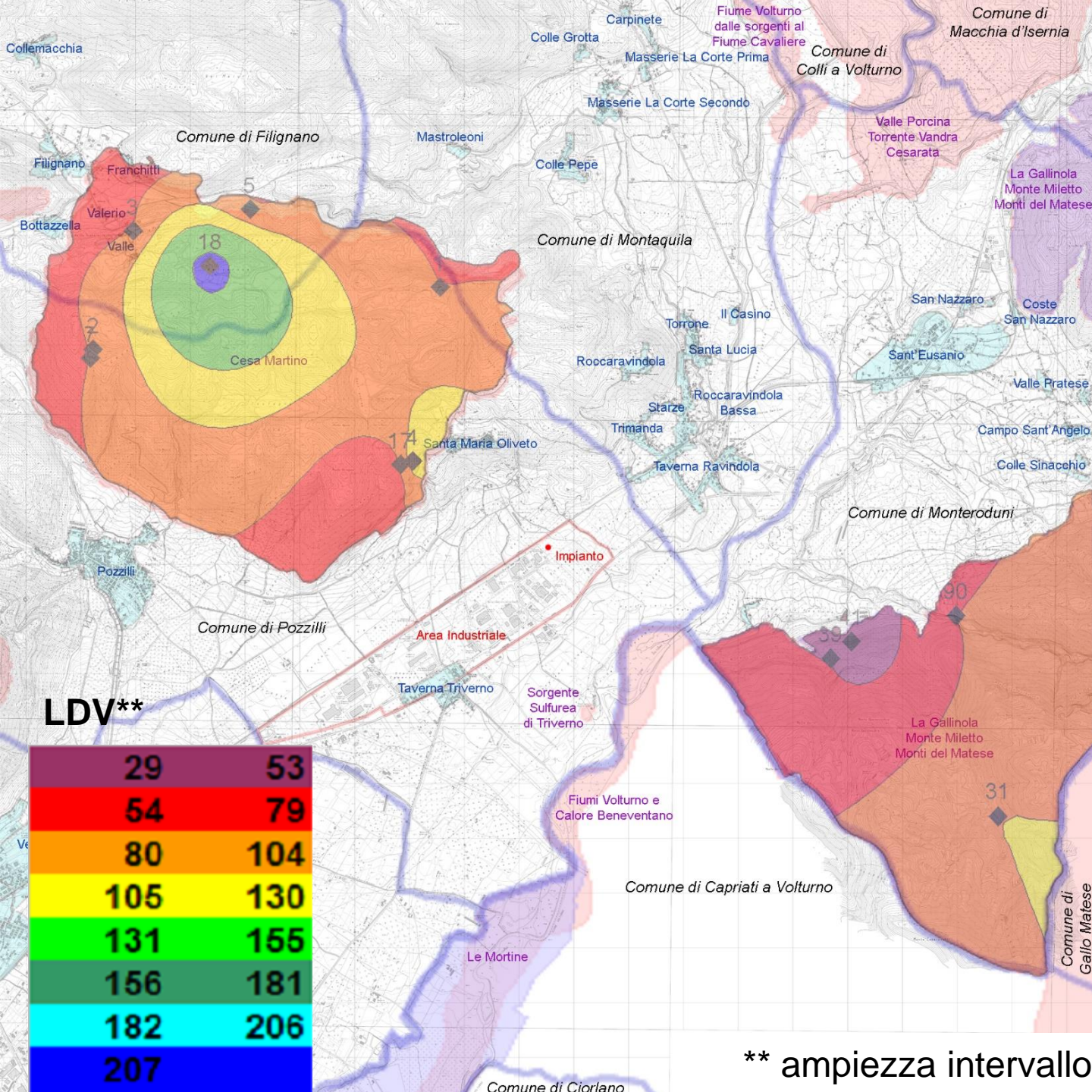


Strato	2	3
<i>n. plot</i>	6	6
<i>n. alberi</i>	10 (1-3)	23 (1-7)
<i>LDV (media)</i>	108,92	81,28
σ	54,81	32,13
<i>LDV (mediana)</i>	83,5	89,95
<i>IQR</i>	40,5	25,9



Non ci sono differenze
significative tra i due strati*

* Test di Wilcoxon, test di Sign



** ampiezza intervallo Asta et al., 2002