

Quality Assurance nei dati ambientali

*Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio
ai fini della gestione delle risorse naturali?*



RIASSUNTI E PRESENTAZIONI

del Workshop tenutosi a Siena,
Accademia dei Fisiocritici - 7 Marzo 2008

Con il patrocinio di



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Con il sostegno di

BET

SERVIZI ENERGETICI TEVEROLA

Quality Assurance nei dati ambientali

*Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio
ai fini della gestione delle risorse naturali?*

RIASSUNTI E PRESENTAZIONI

del Workshop tenutosi a Siena,
Accademia dei Fisiocritici - 7 Marzo 2008

A cura di

Marco Ferretti, Giorgio Brunialti, Alessandro Chiarucci,
Paolo Giordani, Elena Gottardini, Maurizio Perotti

Con il patrocinio di



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Con il sostegno di

BET

SERVIZI ENERGETICI TEVEROLA

Fondazione Edmund Mach

Quality assurance nei dati ambientali : quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali? : riassunti e presentazioni del Workshop tenutosi a Siena, Accademia dei Fisiocritici, 7 marzo 2008 / a cura di Marco Ferretti ... [et al.] – [San Michele all'Adige (TN)] : Fondazione Edmund Mach, 2008. – 140 p. : ill., tab. ; 30 cm
ISBN: 978-88-7843-027-3

1. Dati ambientali - Analisi statistica - Congressi - Siena - 2008 2. Dati ambientali - Controllo di qualità - Congressi - Siena - 2008 3. Risorse naturali - Monitoraggio - Metodi statistici - Congressi - Siena - 2008 I. Ferretti, Marco
363.700723

Quality Assurance nei dati ambientali

Editore

Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di San Michele all'Adige
(FEM-IASMA), via Mach 1 - 38010 San Michele all'Adige (Trento)

Ideazione, progetto e coordinamento editoriale

Elena Gottardini, Marco Ferretti

Foto di copertina

Elisa Baragatti, Università di Siena

Stampa

Litotipografia Alcione s.r.l.

Il volume è stato stampato con il contributo economico di ISMES
Divisione Ambiente e Territorio di CESI SpA

Forma raccomandata di citazione

Ferretti M., Brunialti G., Chiarucci A., Giordani P., Gottardini E, Perotti M. (a cura di) 2008. *Quality Assurance nei dati ambientali. Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?* Riassunti e presentazioni del Workshop tenutosi a Siena, 7 Marzo 2008. FEM-IASMA, San Michele all'Adige: pp 140.

ISBN: 978-88-7843-027-3

INDICE

Quality Assurance nei dati ambientali. Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali? <i>M. Ferretti, G. Brunialti, A. Chiarucci, P. Giordani, E. Gottardini, M. Perotti</i>	7
---	---

SESSIONE 1: ASPETTATIVE, SORGENTI DI ERRORE E PROCEDURE DI QA/QC NEL MONITORAGGIO DELLE RISORSE NATURALI

Quality Assurance - because monitoring needs not be a waste of time and money <i>M. Ferretti</i>	10
Sampling errors in environmental surveys: genesis, management and estimation <i>L. Fattorini</i>	17
Sorgenti di errori non campionari e procedure di QA/QC nel monitoraggio delle deposizioni atmosferiche <i>A. Marchetto, G. Tartari, O. Tornimbeni, R. Mosello</i>	26
Normazione tecnica della raccolta e interpretazione dei dati biologici per la comprensione del rapporto causa-effetto nel danno ambientale <i>G. Mamolini, M. Perotti</i>	35

SESSIONE 2: SORGENTI DI ERRORE ED ERRORI NON CAMPIONARI NEL MONITORAGGIO DELLE FORESTE

La qualità dei dati nell'Inventario Forestale Nazionale: errori non campionari e misure di controllo <i>P. Gasparini, R. Bertani, F. De Natale, L. Di Cosmo, E. Pompei</i>	44
Errori di misurazione nel monitoraggio delle condizioni degli alberi: entità, controllo, evoluzione ed implicazioni per i risultati <i>F. Bussotti, A. Cozzi, M. Ferretti, E. Cenni, D. Bettini, C. Sarti</i>	53
Problemi e possibili soluzioni connesse all'uso di indicatori della biodiversità <i>A. Chiarucci</i>	58
Data storage: QA/QC issues in databases and data management <i>T. Durrant Houston</i>	64

SESSIONE 3: SORGENTI DI ERRORE ED ERRORI NON CAMPIONARI NEL BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE

Data Quality Assessment in lichen biomonitoring: the Italian experience <i>P. Giordani, G. Brunialti</i>	74
Sorgenti di errore ed errori non campionari nel biomonitoraggio dell'ozono <i>A. Francini, G. Lorenzini, C. Nali</i>	81
Il monitoraggio aerobiologico: analisi delle sorgenti di errore e ipotesi di un percorso per l'assicurazione della qualità dei dati <i>E. Gottardini, V. De Gironimo</i>	88
La comunità dei macroinvertebrati delle acque correnti: esperienze di campionamento <i>G. N. Baldaccini, L. M. Leone</i>	95

SESSIONE 4: QUALE QUALITÀ PER I DATI AMBIENTALI?

Le attività dell'APAT per l'assicurazione di qualità dei dati di monitoraggio ambientale <i>M. Belli</i>	104
L'importanza della qualità dei dati nelle attività di monitoraggio delle foreste e negli obblighi internazionali di "reporting", nell'ambito dei programmi coordinati dal Corpo Forestale dello Stato <i>A. Mariano, B. Petriccione, E. Pompei</i>	110
Università e promozione della qualità dei dati ambientali <i>R. Canullo</i>	111
Esigenze di qualità dei dati ambientali nei processi di confronto per la gestione del territorio; esperienze di Enel <i>L. G. Ricci</i>	112
Qualità dei dati ed aspetti connessi alla professione: il punto di vista dei tecnici <i>G. Lazzarin</i>	114

COMUNICAZIONI BREVI

Errors random and systematic monitoring of plant diversity of forests: critical points <i>M. C. Allegrini, R. Canullo, G. Campetella</i>	120
Metodi per il controllo di qualità nello studio multitemporale dell'evoluzione dell'uso/copertura del suolo: il caso del progetto Corine Land Cover in Italia <i>G. Chirici, M. Marchetti, P. Corona</i>	123

Affidabilità dei dati analitici relativi alle matrici biologiche: problemi e proposte <i>M. Achilli</i>	124
Esperienze di intercalibrazione nelle procedure di monitoraggio aerobiologico <i>L. Ropolo, G. Berti, M. Cesare, V. Fossa, D. Isocrono</i>	128
L'approccio geostatistico per la modellazione di dati ambientali: validazione della rete di monitoraggio e del modello di stima <i>S. Gorelli, A. Santucci, G. Lorenzini, C. Nali</i>	131
Indice degli Autori	135
Elenco dei partecipanti al Workshop "Quality Assurance nei dati ambientali. Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?" <i>Siena</i> <i>7 marzo 2008</i>	137

Quality Assurance nei dati ambientali.

Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?

Le prime azioni che si mettono in atto per ottenere informazioni sullo stato delle risorse naturali sono l'osservazione e la misurazione. Questi approcci sono indispensabili per descrivere qualitativamente e quantitativamente il fenomeno di interesse e spesso sono le basi su cui vengono effettuate generalizzazioni e prese decisioni. Nella letteratura tecnico-scientifica anglosassone viene sempre enfatizzato come i dati rilevati nei programmi di monitoraggio ambientale siano essenziali ai fini della gestione delle risorse naturali, della verifica del rispetto di normative e nella valutazione degli impatti delle attività umane sul territorio. Chi ha familiarità con i rilevamenti ambientali sa però che ci sono numerose sorgenti di errore (errori campionari, errori di misurazioni, errori nei modelli, errori non statistici) in grado di influenzare anche pesantemente i risultati finali. Per questo, un'enfasi analoga viene dedicata - specialmente negli USA - al concetto di qualità dei dati: è evidente che al fine di poter costituire una base solida sui cui impostare la gestione dell'ambiente, i dati debbono essere affidabili. Ma cosa significa "qualità dei dati"? Quanto i dati rilevati nei programmi di monitoraggio delle risorse naturali sono affidabili in relazione agli scopi che si prefiggono? E quanto questi dati sono difendibili, al momento in cui sia necessario valutarne rigorosamente la validità?

Occorre ammettere che, con poche eccezioni, la qualità dei dati ambientali in Italia è assai poco esplorata. Se è vero che esistono buoni esempi di circuiti di intercalibrazione tra laboratori e *training* ed intercalibrazione tra rilevatori, raramente, per non dire mai, si assiste ad un approccio articolato alla qualità dei dati ambientali. Il *Workshop "Quality Assurance nei dati ambientali. Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?"*, organizzato a Siena il 7 Marzo 2008, non ha certo l'ambizione di colmare questa grossa lacuna, ma intende quantomeno iniziare un percorso, facendo incontrare coloro che in Italia si occupano, in diversi settori disciplinari e con diversi ruoli, di monitoraggio ambientale e sono interessati alle questioni connesse alla qualità dei dati. Secondo la missione concordata all'interno del comitato organizzatore, il

Workshop intende “promuovere l’importanza e l’applicazione dei concetti e delle procedure di qualità nel monitoraggio delle risorse naturali” e “fare incontrare le esigenze degli utenti dei dati, di chi li rileva e di chi progetta i rilevamenti”. E’ nostra speranza che il *Workshop* sia servito a stimolare l’interesse verso la qualità dei dati ambientali, non solo all’interno della comunità scientifica e tecnica, ma anche presso le agenzie preposte alla raccolta dei dati ambientali stessi.

L’organizzazione è stata complessa. Vogliamo quindi ringraziare tutti i colleghi che hanno accettato di fornire il loro contributo al *Workshop* ed a questo volume, ed i cui nomi figurano negli *abstract* e nelle presentazioni. Un ringraziamento va a coloro che hanno lavorato dietro le quinte per il successo dell’iniziativa: Michela Marignani (TerraData environmetrics) ha preparato gli annunci ed il programma finale; Elisa Baragatti, Giulia Bennati, Elisa Santi ed Arianna Vannini (Università di Siena) hanno offerto il loro aiuto per gli aspetti logistici ed amministrativi; Fabiana Cristofolini ed Antonella Cristofori (FEM-IASMA, Trento) hanno contribuito all’*editing* degli *abstract* e del presente volume.

Infine, ma non certo per ordine d’importanza, particolari ringraziamenti vanno ad APAT (oggi ISPRA) per il sostegno istituzionale; a SET-Servizi Energetici Teverola per il sostegno economico; a ISMES Divisione Ambiente e Territorio di CESI SpA per la stampa del presente volume.

Il Comitato Organizzatore

Marco Ferretti (TerraData environmetrics, Siena)

Giorgio Brunialti (TerraData environmetrics, Siena)

Alessandro Chiarucci (Università di Siena)

Paolo Giordani (Università di Genova)

Elena Gottardini (FEM-IASMA, Trento)

Maurizio Perotti (ISMES-CESI)

SESSIONE 1

ASPETTATIVE, SORGENTI DI ERRORE E PROCEDURE DI QA/QC NEL MONITORAGGIO DELLE RISORSE NATURALI

Chair: Roberto Bargagli, Università di Siena

QUALITY ASSURANCE - BECAUSE MONITORING NEEDS NOT BE A WASTE OF TIME AND MONEY

M. Ferretti

TerraData environmetrics, Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena

ferretti@terradata.it

"Many of the main conservation organisations are doing or commissioning monitoring work – but will the data that are being collected ever be of much use?"

(LEGG CJ AND NAGY L, 2006. Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time. Journal of Environmental Management, 78: 194-199).

Monitoring is the traditional action undertaken when a potential threat is detected or when knowledge on environmental resource's status and response to management is necessary. While an unprecedented effort in ecological monitoring has been carried out since the 1980s, the degree at which data were conclusive in the context of environmental management is controversial.

Major questions on the value of monitoring programmes originated from: (i) ambiguous objectives, (ii) poor statistical design, (iii) unsuited indicators, (iv) poor/unknown data reliability and comparability, (v) failure in data storage and management. In brief, and with few exception, there is a serious lack of monitoring design, most likely due to a substantial underscore of the importance of this step in the overall monitoring concept.

On this basis, I suggest that monitoring design should be promoted through a comprehensive, overarching Quality Assurance (QA) programme. Such a programme should be prepared at the very early stage of the monitoring and should provide guidance to, and forces monitoring designers to respond to, critical issues like:

- identify the right question the monitoring should answer;
- select indicators accordingly;
- identify formally the required precision level (in terms of confidence interval and probability level) for the various estimates, the time frame for change detection, the minimum detectable change, the acceptable risk for Type I and Type II errors;
- accordingly, identify the most appropriate sampling design;
- identify formally the data requirements in terms of Measurement Quality Objectives (MQOs) and Data Quality Limits (DQLs);
- identify safe data storage and management rules.

Having this in mind, I argue that a formal QA plan should be required by funding agencies before a grant is assigned to a monitoring programme. It is the responsibility of the sponsoring bodies to ensure that a sufficiently high standard is maintained.

Quality Assurance

perchè il monitoraggio non sia una
perdita di tempo e denaro

Marco Ferretti
TerraData Environmetrics, Siena

ferretti@terradata.it



Schema della presentazione

- Monitoraggio e gestione dell'ambiente
- Principali cause di problemi nel monitoraggio
- Cosa fare
- Conclusioni



Schema della presentazione

- Monitoraggio e gestione dell'ambiente
- Principali cause di problemi nel monitoraggio
- Cosa fare
- Conclusioni



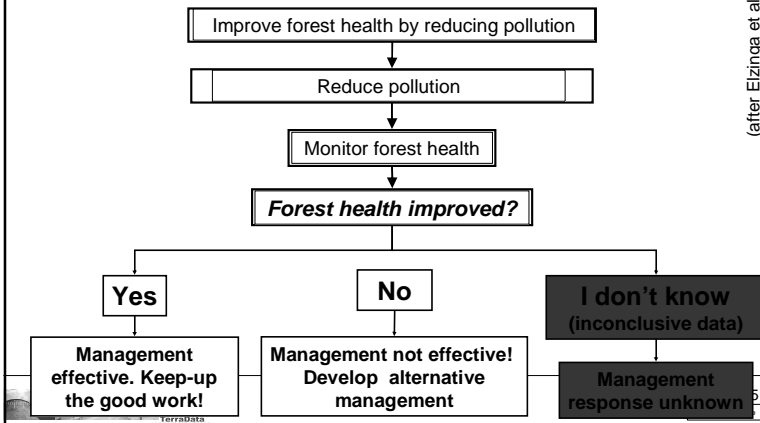
Domanda 1. Cos'è il monitoraggio?

*"...l'osservazione sistematica di parametri relativi ad uno
specifico problema, progettata per fornire informazioni
sulle caratteristiche del problema ed i loro cambiamenti
nel tempo"*

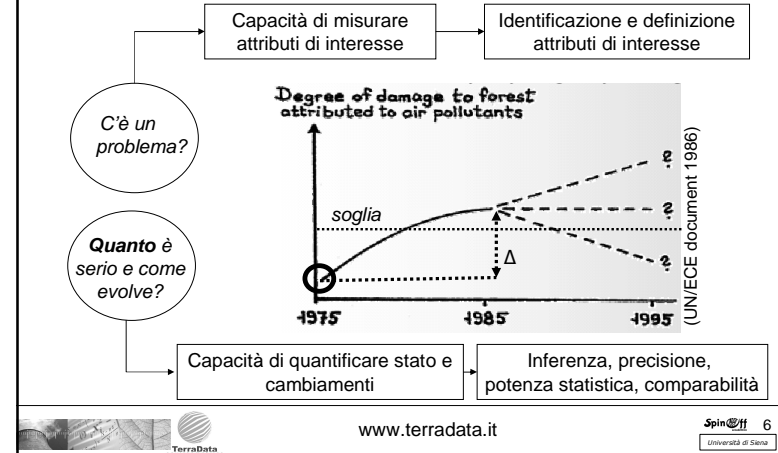
(SCEP, 1970, in Spellerberg, 1994, *Ecological Monitoring*, p. 18)



Domanda 2. Che relazione c'è tra monitoraggio e gestione?



Conclusione: il monitoraggio deve dare risposte



Domanda 3. Quanto sono utili i dati raccolti ?

"Many of the main conservation organisations are doing or commissioning monitoring work – but will the data that are being collected ever be of much use?"

(Legg CJ and Nagy L, 2006. Journal of Environmental Management, 78: 194-199).

Schema della presentazione

- Monitoraggio e gestione dell'ambiente
- Principali cause di problemi nel monitoraggio
- Cosa fare
- Conclusioni

Sorgenti di errore

(da Köhl et al., 2000) (modificato)

- Obbiettivi ambigui
- Errori campionari
- Errori di misurazione
- Errori di predizione causati dai modelli
- Errori non statistici

"We believe that many current monitoring programmes suffer from deficiencies associated with inadequate attention during programme design to the why, what and how of monitoring"

(Yoccoz et al., 2001, TRENDS in Ecology & Evolution, 16, 8: 446-453)



www.terradata.it

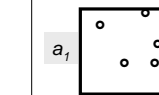
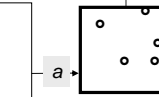
Spin@ff 9
Università di Siena

Esempio 1. Obbiettivi espliciti

Tipica formulazione di obiettivo in un programma di monitoraggio:

"valutare stato e cambiamenti di [definiti attributi di una specifica risorsa ambientale]"

$$\bar{X} - (t_{\alpha(2),v})SE < \hat{\mu} < \bar{X} + (t_{\alpha(2),v})SE$$



Specificare/conoscere:

il livello di significatività (α);
la dimensione della differenza (δ) di cui si vuole verificare la significatività;
la variabilità dei dati;
la direzione dell'ipotesi;
la dimensione del campione

$$t_{\beta(1),v} = \frac{\delta}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} - t_{\alpha,v}$$



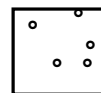
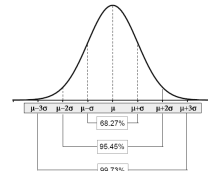
www.terradata.it

Spin@ff 10
Università di Siena

Esempio 2. Disegno campionario

"...sampling is the first and least corrigible practical step of the whole....process. Errors made in this step definitely destroy all the efforts taken to assure quality during all the following steps..." (Wagner G., The Science of Total Environment, 1995: 63-71)

- Campionamento probabilistico vs. campionamento preferenziale
- Obbiettivi campionari espliciti ed in linea con quelli del monitoraggio
- Schema campionario, densità campionaria e stimatori



$$\hat{T} = \sum_{j \in S} \frac{x_j}{\pi_j}$$



www.terradata.it

Spin@ff 11
Università di Siena

Esempio 3. Il fattore tempo

(da Shampine, Environmental Monitoring and Assessment, 1993: 143-151; Houston Durrant, com. Pers.)

"The time..., which may be as long as decades, impacts how the work is viewed by the people collecting data, as well as the people who ultimately will use the data."

"...a successful monitoring programme is one that collects and compiles data of "good quality".

"Good" is a relative term, however, often with widely different meanings to different people".

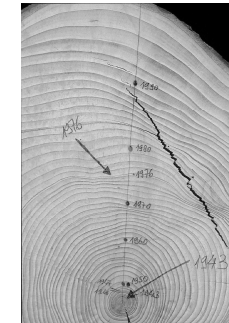


Photo: P. Cherubini

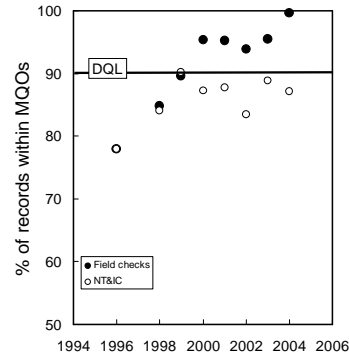


www.terradata.it

Spin@ff 12
Università di Siena

Esempio 4: requisiti di qualità dei dati

- Ogni programma di monitoraggio dovrebbe basarsi su procedure operative standardizzate (SOPs) in cui siano definiti formalmente anche i requisiti di qualità dei dati
- Measurement Quality Objective (MQOs): obiettivo di precisione della misurazione.
- Data Quality Limits (DQLs): Frequenza desiderata di rispetto dei MQOs



www.terradata.it

Spin@ff 13
Università di Siena

Schema della presentazione

- Monitoraggio e gestione dell'ambiente
- Principali cause di problemi nel monitoraggio
- Cosa fare
- Conclusioni



www.terradata.it

Spin@ff 14
Università di Siena

1. Capire le cause

- "inadequate coverage of monitoring design in degree and post-graduate courses,
- the lack of availability of suitable digests of scientific publications for in-service staff who commission monitoring work,
- the lack of scientific peer-review of tenders by contract researchers"

(Legg and Nagy, 2006)



www.terradata.it

Spin@ff 15
Università di Siena

2. Identificare uno schema che assista nella progettazione

WHAT IS QUALITY

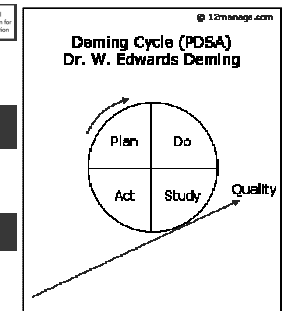
The ability of your product or service to satisfy your customers.

WHAT IS QUALITY ASSURANCE (QA)

What you need to do, to demonstrate that your product or service will satisfy your customers.

WHAT IS A QUALITY ASSURANCE SYSTEM

The organisational structure, the processes and procedures necessary to ensure that the overall intentions and direction of an organisation as regards quality are met and that the quality of the product or service is assured.



www.terradata.it

Spin@ff 16
Università di Siena

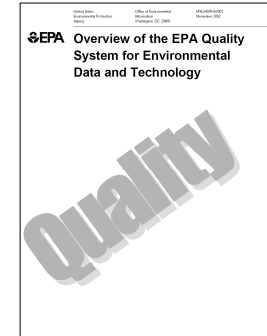
3. Svilupparlo

(Cline and Burkman, 1989)

Fase di QA	Area di interesse	Benefici
Quality Management (QM)	Progetto, pianificazione Analisi degli errori Requisiti di Data Quality (DQ) Campionamento	Assicura la corretta formulazione degli obiettivi; la rispondenza del progetto ai bisogni degli end-user e identifica le principali sorgenti di errore
Quality Assurance (QA)	Obiettivi di qualità Procedure e standard Validazione	Fornisce metodi coerenti con relativi obiettivi di qualità
Quality Control (QC)	Training Calibrazione Determinazione della precisione	Fornisce le basi per il controllo statistico ed informazioni su accuratezza e bias
Quality Evaluation (QE)	Uso di standards Repliche Bianchi Ispezioni e audit	Permette di valutare la comparabilità dei risultati e la loro rispondenza agli obiettivi

4. Adottarlo

"It is EPA policy that all work funded by EPA in which environmental data will be collected, evaluated, used, or reported have approved QA Project Plans" (EPA QA/G-5, 2002, p. 2) (www.epa.gov/quality)



www.terradata.it

Spin@ff 18
Università di Siena

Schema della presentazione

- Monitoraggio e gestione dell'ambiente
- Principali cause di problemi nel monitoraggio
- Cosa fare
- Conclusioni



www.terradata.it

Spin@ff 19
Università di Siena

Conclusioni

- Il monitoraggio è essenziale per la gestione dell'ambiente; la qualità dei dati raccolti dovrebbe essere adeguata a questa necessità.
- Gli errori sono presenti in tutte le fasi del monitoraggio: occorre accettare questo fatto e cercare di controllarli il più possibile.
- Gran parte degli errori si originano per una incorretta progettazione del monitoraggio.
- Un programma di QA permette di prevedere le principali sorgenti di errore, controllarle, documentarne l'entità e rende i dati difendibili e le informazioni ricavate utili nel processo decisionale.
- Occorre promuovere il miglioramento del monitoraggio ambientale attraverso la fornitura di adeguati documenti di riferimento agli operatori che ne guidino il percorso prima, durante e dopo la raccolta dei dati.



www.terradata.it

Spin@ff 20
Università di Siena

"The results of inadequate monitoring can be both misleading and dangerous not only because of their inability to detect ecologically significant changes, but also because they create the illusion that something useful has been done".

(Peterman, 1990, in Legg and Nagy, 2006).



www.terradata.it

Spin@ff 21
Università di Siena

Ringraziamenti

- I colleghi del comitato organizzatore e le relative istituzioni (Università di Siena-DSA, Università di Genova-DIPTERIS, Fondazione E. Mach-IASMA, ISMES-CESI, TerraData) per la dedizione e le risorse impiegate
- APAT per il sostegno istituzionale
- SET per il suo sostegno economico
- Gli oratori ed i coordinatori per la loro disponibilità
- Un ringraziamento personale: Dr. Baragatti, Dr. Bennati, Dr. Santi, Dr. Vannini per l'assistenza all'organizzazione



www.terradata.it

Spin@ff 22
Università di Siena

SAMPLING ERRORS IN ENVIRONMENTAL SURVEYS: GENESIS, MANAGEMENT AND ESTIMATION

L. Fattorini

Dipartimento di Metodi Quantitativi, Università di Siena

Environmental surveys are usually performed for monitoring totals of some interest variables in populations of units spread over study areas. In most situations, complete surveys of populations are prohibitive. Hence, totals are evaluated on the basis of samples of units selected from populations by pre-fixed schemes as well as on the basis of criteria (estimators) adopted for obtaining numerical evaluations (estimates) from sample information. A sampling scheme plus an estimation criterion define a sampling strategy. Owing to incomplete surveys, sample estimates always differ from the true totals. However, if the scheme adopted to select units is random (probability sampling), the corresponding strategy determines the sampling distribution of the estimator, *i.e.* the set of the estimates arising from all the possible samples together with their corresponding probabilities. Thus, the characteristics of the sampling distribution can be considered in order to choose a suitable sampling strategy giving rise to well-behaved estimators. Unbiasedness, small variance (*i.e.* small expected errors) and normality are the main properties required for the sampling distributions.

In environmental surveys, populations are usually sampled by means of plots or transects randomly thrown on the study area, while unbiased estimates are obtained by means of the Horvitz-Thompson estimator. Since a study area cannot be adequately sampled by means of only one plot or transect, n plots or transects may be randomly and independently thrown onto the study area. The replication of the sampling scheme gives rise to n independent and identically distributed estimates. From very standard results, the arithmetic mean of the n estimates constitutes an unbiased and normally distributed estimator with sampling variance n time smaller than the variance of any single estimate. Moreover an unbiased estimator of the sampling variance can be straightforwardly obtained. In order to ensure a more even coverage of the study area, systematic placements of plots and transects may be adopted. Two-phase schemes may also be performed in order to reduce sampling effort. The greater complexity of these schemes requires less trivial statistical tools for obtaining unbiased or conservative variance estimators.

Sampling errors in environmental surveys: genesis, management and estimation

Lorenzo Fattorini

Dipartimento di Metodi Quantitativi,
Università degli Studi di Siena, Italy

Quality Assurance nei Dati Ambientali
Siena, 7 Marzo 2008

1

Environmental surveys

Environmental population are usually constituted by a community of N individuals (animals or plants) spread over a study area



Survey variable \rightarrow Quantitative characteristics
 X of the units (X_1, X_2, \dots, X_N)

2

Aim: Estimation of some population indexes

- $T = X_1 + X_2 + \dots + X_N$ Total
- $\bar{X} = T / N$ Mean

DESCRIPTIVE INFERENCE



DESIGN-BASED INFERENCE



no assumptions about populations

3

Example 1: Non timber resources

Population units: Shrubs

Variable: Quantities of berries (kg)

T : Production of berries in the study region



4

Example 2: Abundance

Population units: Trees

Variable: $X_j = 1$ for each tree $j = 1, 2, \dots, N$

T : Number of trees in the study region (N)



5

Example 3: Timber resources

Population units: Trees

Variable: Bole volume (m^3)

T : Timber volume in the study region



6

Example 4: Coverage

Population units: Patches of wood

Variable: Surface (ha)

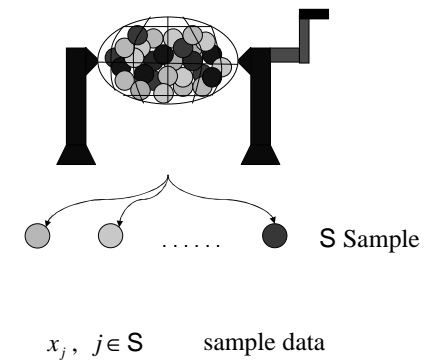
T : Wood extent



7

Probabilistic sampling

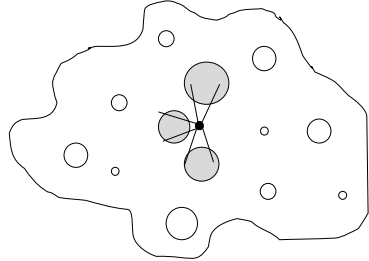
Randomized scheme to select a subset S of units from the population



8

Tree population - Bitterlich sampling (Variable Radius Plot Sampling)

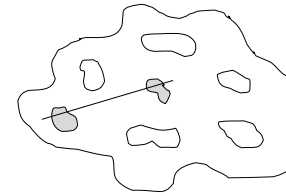
A point is randomly thrown onto the study area and a tree is sampled if its bole at breast height subtends an angle greater than a pre-fixed angle α onto the point



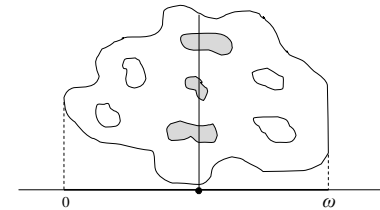
9

Shrub population - Line intercept sampling

Fixed length
and variable direction



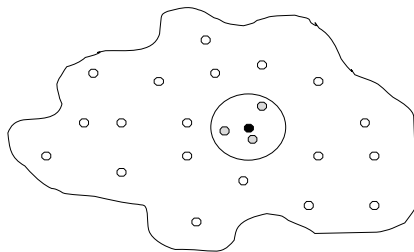
Variable length
and fixed direction



10

Vascular plants in a forest - Floating plot sampling

A point is randomly thrown onto the area and the sampled units are those included in a circular or square plot of a pre-fixed size a centered at the random point.



11

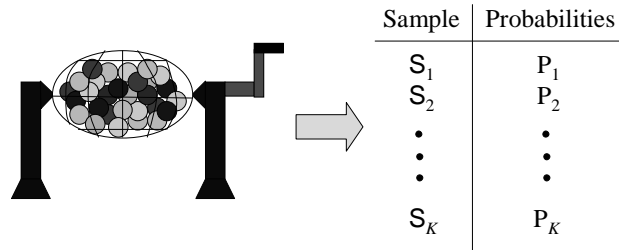
Sampling errors:

GENESIS

12

Sampling design

The set of the possible samples which can be selected by the scheme with the corresponding probabilities of selection



13

Estimation criterion

A function of the sample information to evaluate the interest parameter

Horvitz-Thompson (HT) estimator

$$\hat{T} = \sum_{j \in S} \frac{x_j}{\pi_j}$$

$\pi_j =$ Inclusion probabilities of unit j

14

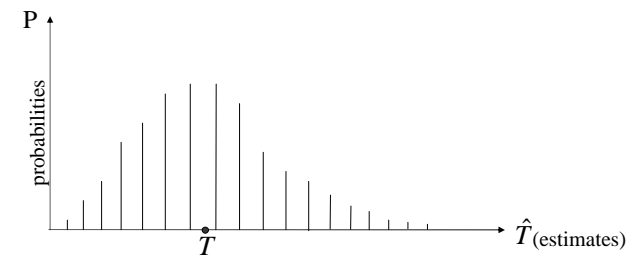
Sampling strategy

Sampling design + Estimation criteria

Sample	Probabilities	Estimate
S_1	P_1	\hat{T}_1
S_2	P_2	\hat{T}_2
\vdots	\vdots	\vdots
S_K	P_K	\hat{T}_K

↓
Probability distribution of the estimator

15



$\hat{T} - T \Rightarrow$ Sampling error

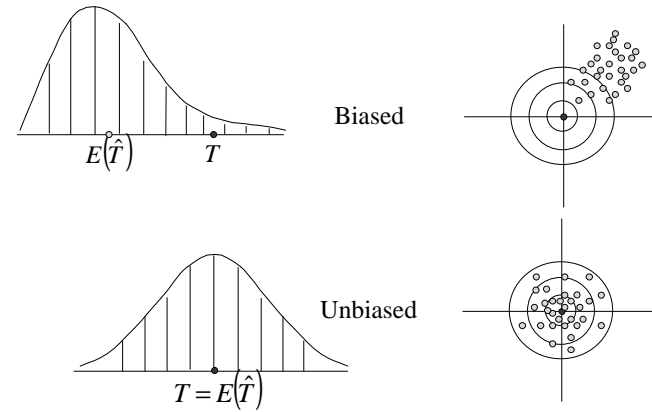
Estimators are chosen on the basis of their probability distributions

16

Sampling errors: MANAGEMENT

17

Bias



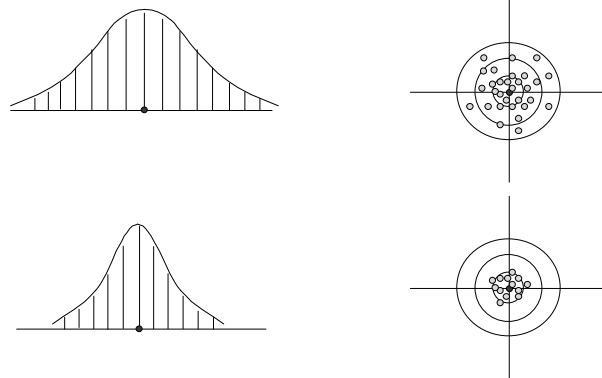
18

Accuracy

$$MSE(\hat{T}) = E(\hat{T} - T)^2$$

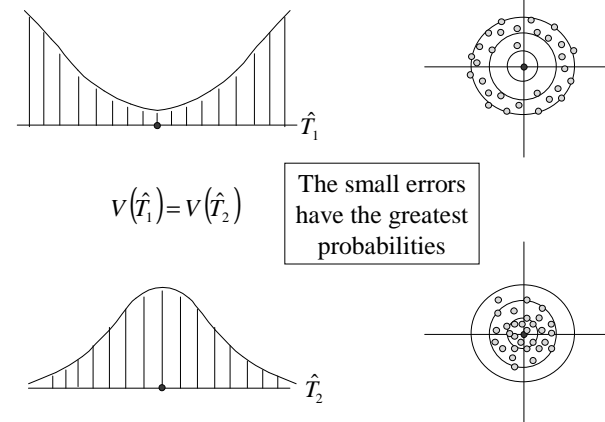
→
unbiased

$$v(\hat{T})$$



19

Normality



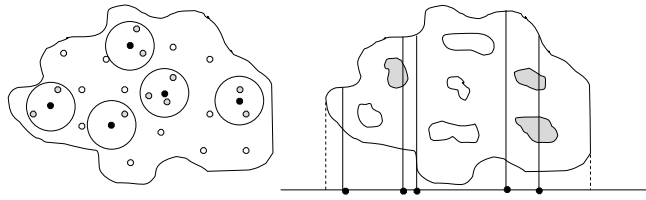
20

Replications

A study area cannot be adequately sampled by means of only one plot or transect.



n plots or transects are randomly and independently thrown onto the study area



21

Replications

- $\hat{T}_1, \hat{T}_2, \dots, \hat{T}_n \Rightarrow n$ independent and unbiased estimators with the same variance σ^2

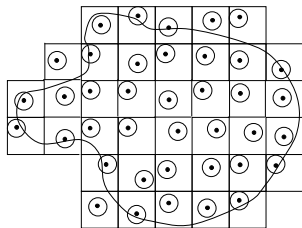
- $\bar{T}_n = \frac{1}{n}(\hat{T}_1 + \hat{T}_2 + \dots + \hat{T}_n) \Rightarrow$ Mean

- $\bar{T}_n \xrightarrow{d} N\left(T, \frac{\sigma^2}{n}\right)$

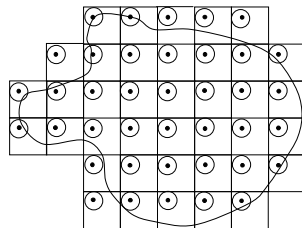
22

Pseudoreplications

Unaligned Systematic Sampling



Aligned Systematic Sampling



23

More theoretical complexities

Barabesi, Metron, 2003

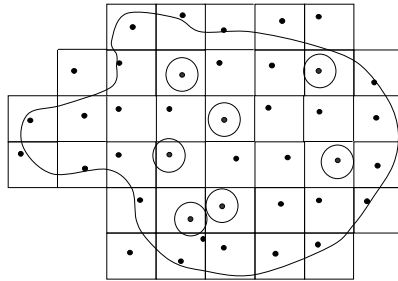


Unbiasedness

Efficiency

24

Multi-phase schemes



First-phase points

Second-phase points

25

Sampling errors:

ESTIMATION

26

$V(\hat{T})$	Unknown
$\hat{V}(\hat{T})$	Estimator
$\hat{V}(\hat{T})^{1/2}$	Standard error (estimated)
$\frac{\hat{V}(\hat{T})^{1/2}}{\hat{T}} \times 100$	% error (estimated)

Normality

$$\hat{T} \pm 1.96 \hat{V}(\hat{T})^{1/2}$$

Confidence interval

27

Replications

- $\hat{T}_1, \hat{T}_2, \dots, \hat{T}_n \implies n$ independent and unbiased estimators with the same variance σ^2
- $\bar{T}_n = \frac{1}{n}(\hat{T}_1 + \hat{T}_2 + \dots + \hat{T}_n) \implies$ mean
- $s_T^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\hat{T}_i - \bar{T}_n)^2 \implies$ sampling variance of the n estimates
- $s_T^2 \implies$ unbiased for σ^2
- $\frac{s_T^2}{n} \implies$ unbiased for $V(\bar{T}_n)$
- $\bar{T}_n \pm 1.96 \frac{s_T}{\sqrt{n}} \implies$ 95% confidence interval

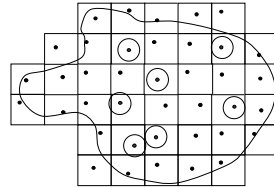
28

Pseudo replications + Multiphase schemes

More theoretical complexity



Conservative variance estimators



29

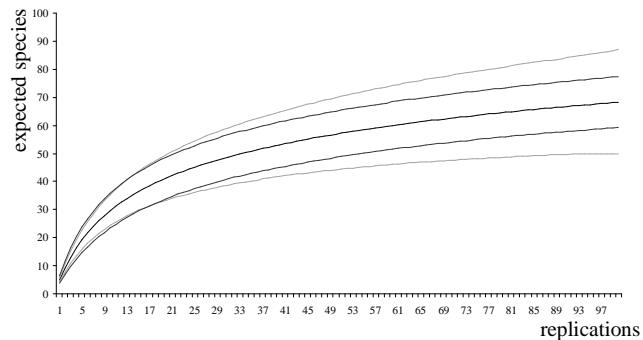


Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC)

Distretto territoriale	Bosco		Altre terre boscate		Superficie forestale totale		Superficie territoriale (ha)
	superficie (ha)	ES (%)	superficie (ha)	ES (%)	superficie (ha)	ES (%)	
Piemonte	870 594	1.1	69 522	7.2	940 116	1.0	2 639 983
Valle d'Aosta	95 439	3.1	7 459	21.4	102 898	2.7	326 322
Lombardia	606 045	1.4	66 857	8.2	672 902	1.2	2 385 285
Alto Adige	336 889	1.5	35 485	9.9	372 374	1.3	739 997
Trentino	375 402	1.4	32 129	10.3	407 531	1.1	620 660
Veneto	397 889	1.7	48 967	8.3	446 856	1.4	1 830 122
Friuli V.G.	323 832	1.7	33 392	9.9	357 224	1.3	785 645
Liguria	330 107	1.5	36 027	9.5	375 134	1.1	542 024
Emilia Romagna	653 263	1.4	45 555	8.5	698 818	1.2	2 212 309
Toscana	1 015 728	1.0	135 811	4.9	1 151 539	0.7	2 269 018
Umbria	371 574	1.4	18 681	13.4	390 255	1.2	845 004
Marche	291 394	1.5	16 682	12.8	308 076	1.6	955 405
Lazio	543 884	1.4	61 974	7.3	605 859	1.2	1 720 768
Abruzzo	301 482	1.5	47 096	7.6	438 500	1.3	1 070 512
Molise	132 562	2.9	16 076	14.2	148 641	2.3	443 755
Campania	384 385	1.9	60 876	7.3	445 274	1.5	1 359 025
Puglia	145 889	3.4	33 151	10.0	179 040	2.6	1 036 550
Basilicata	203 068	2.4	93 329	5.6	356 420	1.5	999 461
Calabria	469 151	1.5	144 781	4.6	612 931	1.1	1 508 055
Sicilia	256 303	2.7	81 666	6.2	338 171	1.9	2 570 282
Sardegna	583 472	2.0	629 778	1.8	1 213 250	0.8	4 058 989
Italia	8 759 200	0.4	1 708 333	1.3	10 467 533	0.3	30 132 846

30

Rarefaction curves



- Model-based (Mao-Colwell-Chang 2005)
- - - Design-based (Fattorini unpublished)

31

References

Barabesi, L. and Fattorini, L. (1998) The use of replicated plot, line and point sampling for estimating species abundance and ecological diversity, *Environmental and Ecological Statistics* **5**, 353–370.

De Vries, P.G. (1986) *Sampling Theory for Forest Inventories*, Berlin, Springer-Verlag.

Overton, W.S., Stehman, S.V. (1995). The Horvitz-Thompson theorem as a unifying perspective for probability sampling with examples from natural resource sampling, *American Statistician*, **49**, 261-268.

Schreuder, H.T., Gregoire T.G. and Wood, G.B. (1993) *Sampling Methods for Multiresource Forest Inventories*, Wiley, New York.

Thompson, S.K. (1992) *Sampling*, Wiley, New York.

32

SORGENTI DI ERRORI NON CAMPIONARI E PROCEDURE DI QA/QC NEL MONITORAGGIO DELLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

A. Marchetto, G. A. Tartari, O. Tornimbeni, R. Mosello

C.N.R. Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Verbania Pallanza

La presentazione si propone di esporre e fornire esempi dei più frequenti errori che intervengono nella manipolazione ed analisi di campioni di deposizioni atmosferiche, sulla base delle esperienze derivanti da circa un decennio di attività nella gestione di una rete di stazioni operanti nell'ambito del progetto italiano CONECOFOR (Rete Nazionale per il Controllo degli Ecosistemi Forestali), coordinato dal Corpo Forestale dello Stato, e della partecipazione ad un Gruppo di Lavoro sulla QA/QC nelle analisi delle deposizioni atmosferiche operante a livello europeo (progetti *ICP Forests* dell'ONU ECE e *Forest Focus* della UE).

In particolare sono esemplificate le più comuni cause di errore che possono intervenire dopo la raccolta del campione, dal trasporto al laboratorio di analisi, ai pre-trattamenti del campione (frazionamento, filtrazione), alle procedure di analisi (metodologie adottate, strumentazione, procedure di calibrazione). Sono discusse le possibili alterazioni chimiche che possono intervenire nel campione durante il trasporto, prevalentemente ad opera di processi biologici operati da batteri, che possono introdurre significativi errori sistematici. Particolare enfasi è data alle procedure di *Quality Assurance* e *Quality Control*, le prime intese come complesso di regole atte a mantenere la qualità analitica entro limiti stabiliti ed accettati, le seconde costituite dagli accorgimenti tecnici atti a realizzare e a controllare che tali limiti siano rispettati. Vengono distinti gli aspetti QA/QC che possono essere completamente eseguiti all'interno del laboratorio, che tuttavia possono lasciare spazio ad errori sistematici, dalle attività interlaboratorio (uso di campioni certificati, intercalibrazioni), che permettono di individuare anche queste forme di errore.

Infine si fa cenno alla validazione di alcuni risultati analitici (prevalentemente ioni principali e conducibilità), attraverso procedure di confronto fra le concentrazioni di ioni positivi e negativi e il confronto fra conducibilità misurata e calcolata dalle concentrazioni ioniche. Si mostrano esempi di fogli di calcolo con queste applicazioni adottati a livello internazionale nel progetto *ICP Forests*, che possono essere adottati anche per il controllo dei risultati analitici di altri tipi di acque.

C.N.R.
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi
Verbania Pallanza
 E-mail: r.mosello@ise.cnr.it




<http://www.ise.cnr.it>

A. Marchetto, G.A. Tartari, O. Tornimbeni, R. Mosello

Sorgenti di errori non campionari e procedure di QA/QC nel monitoraggio delle deposizioni atmosferiche




*Workshop: Quality Assurance nei dati ambientali.
 Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
 Siena, 7 marzo 2008*


Tipi di errore

Errore campionario: indica l'influenza indotta dall'operazione di campionamento sulla varianza e sulla distorsione delle stime (rappresentatività e frequenza del campionamento, manipolazione, ecc.).

Errore non campionario: tutte le possibili imprecisioni e inaccurately introdotte con le determinazioni analitiche.

- ◆ **Errori grossolani:** inappropriata applicazione del metodo analitico, perdita del campione, analita non determinato.
- ◆ **Errori casuali:** generati dalla variabilità delle condizioni dell'ambiente in cui si opera, dalle caratteristiche tecniche degli strumenti utilizzati e dallo stato psicofisico dell'operatore; essi si distribuiscono statisticamente in ogni direzione e possono essere corretti aumentando il numero di misure.
- ◆ **Errori sistematici:** generati sempre nella stessa direzione, dando alla grandezza in esame un valore costantemente o troppo alto o troppo basso rispetto a quello reale.

Mentre gli errori grossolani si prevengono solo con una accurata organizzazione del laboratorio di analisi, gli errori casuali e sistematici possono essere minimizzati solo con il controllo di qualità (QC).

C.N.R. I.S.E. 2
 Laboratorio Idrochimica
 Verbania Pallanza 

QA/QC

Quality Assurance (QA)

all planned and systematic actions necessary to provide adequate confidence that a product, process or service will satisfy given requirements for quality.

Quality Assurance (QA) activities include a planned system of review procedures conducted by personnel not directly involved in the inventory compilation/development process. Reviews, preferably by independent third parties, should be performed upon a finalised inventory following the implementation of QC procedures. Reviews verify that data quality objectives were met, ensure that the inventory represents the best possible estimates of emissions and sinks given the current state of scientific knowledge and data available, and support the effectiveness of the QC programme.


Quality Control (QC)

operational techniques and activities that are used to fulfill given requirements for quality.

Quality Control (QC) is a system of routine technical activities, to measure and control the quality of the inventory as it is being developed. The QC system is designed to:

- (i) Provide routine and consistent checks to ensure data integrity, correctness, and completeness;
- (ii) Identify and address errors and omissions;
- (iii) Document and archive inventory material and record all QC activities.

From: WMO/GAW Glossary of QA/QC-Related Terminology and ISO 8402, Quality Management and quality assurance - Vocabulary, International Organization for Standardization (1994).

C.N.R. I.S.E. 3
 Laboratorio Idrochimica
 Verbania Pallanza 

Le misure analitiche sono parte di un processo

- ◆ **Campionamento**
 - > rappresentatività e punti di prelievo
 - > frequenza
 - > tecnica e manualità nel campionamento
 - > ecc.
- ◆ **Trasporto e conservazione**
- ◆ **Pretrattamenti:**
 - > frazionamento
 - > filtrazione
 - > ecc.
- ◆ **Analisi**
 - > metodologia
 - > strumentazione
 - > Calibrazione
 - > Controllo di qualità
 - > ecc.
- ◆ **Validazione dei risultati**
- ◆ **Archiviazione ed elaborazione dati**





C.N.R. I.S.E. 4
 Laboratorio Idrochimica
 Verbania Pallanza 

CONECOFOR
<http://www2.corpoforestale.it/web/guest/serviziattivita/controlloecosistemiforestali>

Alterazione del campione

- ◆ Le condizioni di trasporto e le temperature di conservazione possono favorire l'innesco di processi chimico biologici che alterno il campione
- ◆ Esempi tratti dalla ricerca Harmondepo 2006-2007 su campioni Bulk Sotto Chioma non filtrati fino al momento dell'analisi

Giorni trascorsi dal prelievo all'arrivo in laboratorio (valori medi anni 2007)

Regione	Giorni
ABR 1	2
CAL 1	6
CAM 1	2
EM 1	2
FRI 2	6
LAZ 1	2
PIE 1	3
PIE 2	2
PIE 3	2
SAR 1	6
SIC 1	3
TOS 1	2
TRE 1	3

BSC a basso contenuto ionico (~11 µs/cm)

C.N.R. I.S.E. 6
 Laboratorio Idrochimica
 Verbania Pallanza

Alterazione del campione

- ◆ Pretrattamenti all'arrivo in laboratorio:
 - frazionamento
 - filtrazione
 - prelievo per analisi
 - ecc.

La manipolazione durante la fase di filtrazione può inquinare il campione!

- ◆ Controllo degli errori nella determinazione
 - inquinamenti nella preparazione
 - errori sistematici (calibrazione, interferenti, titolante, ecc.)
 - errori casuali (posizionamento ed identificazione campioni)
 - errori di trascrizione dei risultati

C.N.R. I.S.E. 7
 Laboratorio Idrochimica
 Verbania Pallanza

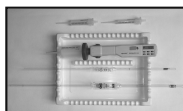
AQC interno ed esterno al laboratorio

- ◆ Controlli di qualità interni **AQC_{interno}**
 - calibrazioni
 - carte di controllo dei bianchi (LOD & LOQ)
 - carte di controllo della ripetibilità
 - validazione dei risultati tramite il controllo del bilancio ionico e delle conducibilità calcolate
 - confronto con serie storiche di dati
- ◆ Controlli di qualità esterni **AQC_{esterno}**
 - utilizzo di standard certificati
 - analisi di campioni certificati
 - partecipazione ad esercizi di intercalibrazione

C.N.R. I.S.E. 8
 Laboratorio Idrochimica
 Verbania Pallanza

Calibrazioni – preparazione standard

- Utilizzo di sali ad elevata purezza opportunamente essiccati
- Bilancia verificata periodicamente con pesi certificati
- Utilizzo di standard con certificato analitico riferito a standard primari
- Vetreria di classe A e pipette automatiche periodicamente controllate per pesata
- Acqua ultrapura 18 MΩ cm⁻¹
- Stesso operatore per pesate, diluizioni e portata a volume



AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 9
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Esempi di calibrazioni in IC

- Frequenza giornaliera
- Utilizzo di almeno 5 soluzioni standard multielemento preparate sempre con le stesse modalità, ed analizzate all'inizio ed alla fine di ogni serie di campioni
- Regressioni lineari su 2-3 ordini di grandezza per anioni (eluente KOH) e cationi (eluente MSA) escluso l'ammonio
- Regressioni quadratiche su 2-3 ordini per anioni (eluente CO₃⁼ HCO₃⁻) ed il catione ammonio (eluente MSA), in alternativa lineari con 3 standard entro un ordine di grandezza
- Confronto dell'intensità del segnale di ogni calibrazione con i valori ottenuti nei giorni precedenti, per verificare la stabilità strumentale e/o la qualità degli standard

AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 10
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Bianchi

- Il bianco è un'aliquota di acqua ultrapura nella quale l'analita ricercato è ritenuto assente o in concentrazioni trascurabili
- Il bianco segue tutte le procedure analitiche del campione
- Nel valore del bianco sono raggruppati tutti gli inquinamenti ed i disturbi introdotti con la manipolazione e l'aggiunta di reattivi
- Per ogni determinazione vengono analizzati 2 o 3 bianchi, i valori ottenuti vengono archiviati giornalmente e verranno successivamente utilizzati per il calcolo di LOD & LOQ
- LOD & LOQ vengono calcolati secondo Analytical Methods Committee (1987):

$$\text{LOD} = \text{Segnale}_{\text{camp}} - \text{Segnale}_{\text{bianco}} \geq 3 \times \text{SD}_{\text{bianco}} \quad \text{probabilità} > 99,7\%$$

$$\text{LOQ} = \text{Segnale}_{\text{camp}} - \text{Segnale}_{\text{bianco}} \geq 10 \times \text{SD}_{\text{bianco}}$$

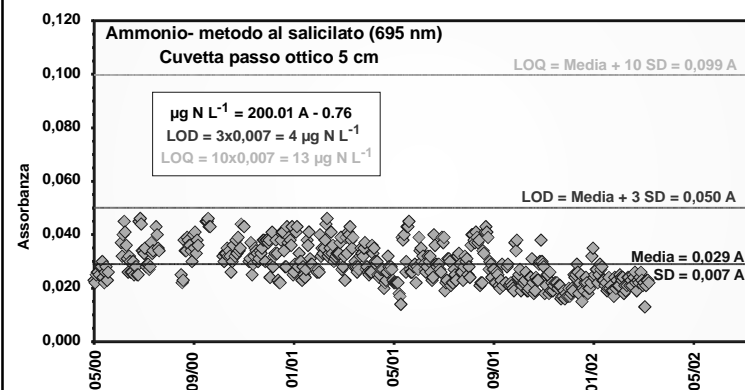
AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 11
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Bianchi in spettrofotometria

- Esempio di bianchi dell'ammonio archiviati per circa due anni



AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 12
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Carte di controllo della ripetibilità

- Si definisce carta di controllo un campione stabile nel tempo, analizzato per un lungo periodo (da due a sei mesi), dal quale si ottengono elaborazioni grafiche dei dati analitici, finalizzate a verificare la ripetibilità (RSD) delle misure nel tempo, rispetto al valore medio della concentrazione
- Il valore di RSD atteso viene scelto sulla base di precedenti ripetibilità o dai valori indicati dal metodo (generalmente 3÷7 %)
- Tipi di carte di controllo:
 - ✓ per analisi di singolo o multi elemento
 - ✓ preparate da standard o da acque superficiali stabilizzate
 - ✓ acque naturali in bottiglia
- Preparazione: un volume adeguato (1÷5 litri) filtrato, stabilizzato con cloriformio o acido a pH~4 e conservato a 4°C

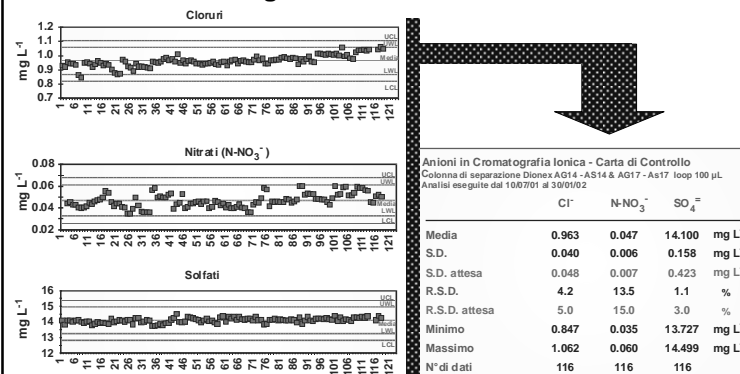
AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 13
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Carte di controllo della ripetibilità

Anioni in cromatografia ionica



AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 14
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Acque naturali in bottiglia

- Simili a campioni di acque di pioggia, analizzabili per molti elementi inorganici in un ampio intervallo di concentrazioni.
- I valori in etichetta sono solo indicativi delle concentrazioni di nostro interesse; NON sono standard certificati !
- Acquistabili a pochi € in confezione da 6 o più bottiglie.
- All'interno dello stesso lotto di produzione le bottiglie sono omogenee e perfettamente confrontabili.
- Si possono conservare per mesi (o addirittura anni ?)
- Costo insignificante se confrontato con il costo di campioni di riferimento nella stessa matrice acquosa

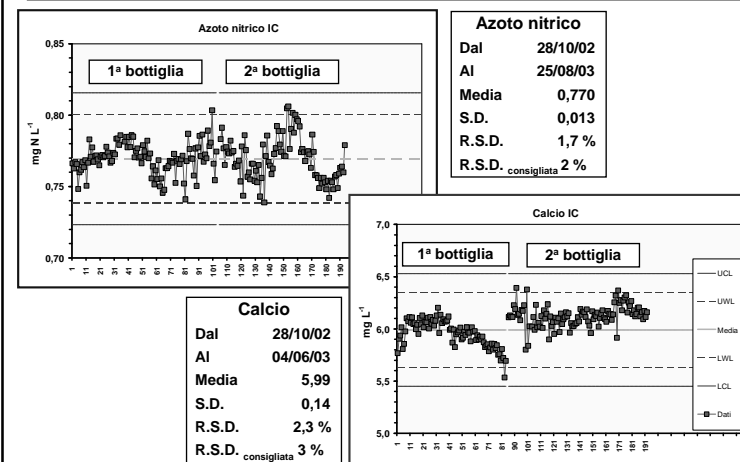
Queste caratteristiche rendono le acque naturali in bottiglia perfettamente adatte all'utilizzo come carte di controllo

AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 15
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



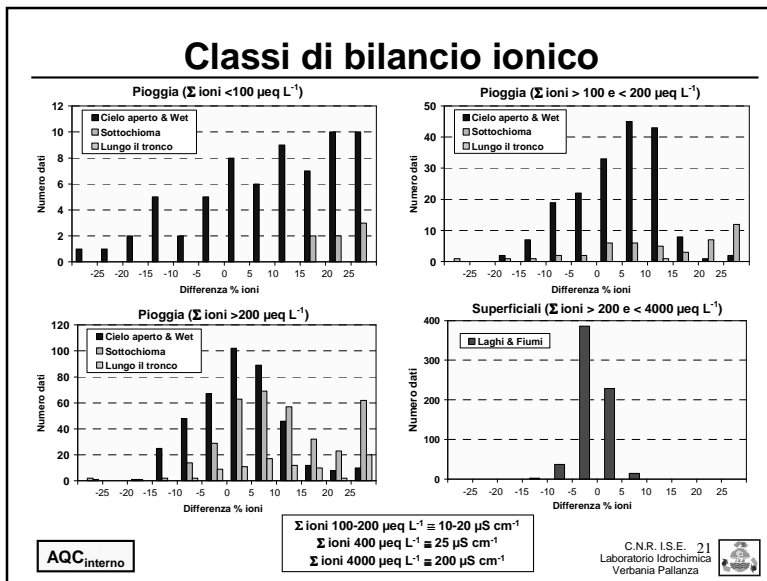
Acque naturali in bottiglia - esempi



AQC_{interno}

C.N.R. I.S.E. 16
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza





Altre regressioni e confronto con dati precedenti

- ◆ Conducibilità, ioni, ecc
- ◆ Rapporto Na/Cl
- ◆ Relazione tra conducibilità e contenuto ionico per tipologia (B, BSC, T) con verifica dei coefficienti e limiti di confidenza
- ◆ DOC come stima della componente ionica organica per tipologia (B, BSC, T) con verifica dei coefficienti e limiti di confidenza

C.N.R. I.S.E. 22
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza

Esercizi di intercalibrazione

- ◆ Regolare partecipazione (almeno 1-2 ogni anno)
- ◆ Ad esempio EMEP (acque di pioggia) o NIVA (acque superficiali) per partecipanti a progetti europei
- ◆ Circuiti a pagamento nazionali o internazionali, ecc.

✓ Gruppo di lavoro internazionale QA/QC

File pdf disponibili
http://www.icp-forests.org/Qual_Jab.htm

Results in the DQOs

WRT 2002 vs WRT 2005

C.N.R. I.S.E. 23
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza

Pagina web ICP Forests e possibilità di download di manuali e files

<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>

Conclusioni

- ◆ L'AQC è uno strumento indispensabile per un continuo esame critico e dell'attività analitica
- ◆ Ogni laboratorio deve attuare un regolare AQC interno ed esterno, documentandone i risultati
- ◆ L'AQC interno permette di seguire nel tempo l'evoluzione delle metodologie ed assicurarne la confrontabilità
- ◆ L'AQC deve riguardare le diverse fasi dei processi analitici e produrre le informazioni necessarie per la valutazione dell'affidabilità dei risultati
- ◆ L'AQC esterno permette di verificare la confrontabilità tra laboratori ed evidenziare gli errori sistematici

C.N.R. I.S.E. 25
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Intercalibrazione ICP Forests 2005

Dark grey = concentration below cut off limit, Light grey = not determined.

Sample name	pH	$\chi_{25^{\circ}\text{C}}$ $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca mg L^{-1}	Mg mg L^{-1}	Na mg L^{-1}	K mg L^{-1}	N-NH ₄ mg L^{-1}	S-SO ₄ mg L^{-1}	N-NO ₃ mg L^{-1}	Cl mg L^{-1}	T. Alk. $\mu\text{eq L}^{-1}$	PO ₄ mg L^{-1}	TN mg L^{-1}	DOC mg L^{-1}
WAT - 1	-0,0	-0,3	0,1	-0,5	0,1	0,4	0,0	-0,6	0,3	0,2		-0,3	0,9	-0,6
WAT - 2	-0,3	0,2	0,5	-0,1	0,1	-1,0	0,4	-0,1	-0,5	-0,1		0,5	1,2	-0,9
WAT - 3	-0,3	0,5	0,3	-0,3	0,0	0,8	0,2	-0,3	0,2	0,1		0,6	0,5	-0,6
WAT - 4	-0,2	0,4	-0,0	-0,2	-0,2	-0,8	-0,7	-0,3	0,2	0,7	-0,4	0,0	0,6	-0,6
WAT - 5	-0,2	0,1	-0,4	-0,1	0,4	-0,1	0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,6	0,7	0,9	0,0
WAT - 6	-0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	-0,6				0,2		-0,2	-0,6	-1,3
WAT - 7	-1,0	-0,1	-0,0	0,0	-0,1	0,1	-0,2	0,0			-0,1		0,4	1,4
SYN - 1a & 2a	0,5	0,5									0,1			
SYN - 1b & 2b	0,2	0,3									-0,7			
SYN - 3	-0,3	0,3	0,9	0,2	0,5	0,5	0,9	-0,7	-0,1	-0,2			1,3	0,6
$\sum z^2$	1,7	1,2	1,5	0,5	0,6	2,9	2,0	0,5	0,7	1,0	1,3	7,6	4,0	

❖ Definizione di z score: $z = (C_i - C_{\text{media}}) / \sigma$
 dove C_i = concentrazione misurata nel laboratorio
 C_{media} = concentrazione media dei laboratori
 σ = deviazione standard dopo l'eliminazione degli outliers

$z < \pm 1$ **buono**
 $\pm 1 < z < \pm 2$ **soddisfacente**
 $z > \pm 2$ **insoddisfacente**

AQC_{esterno}

C.N.R. I.S.E. 26
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Bibliografia

A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. Amer. Publ. Health Ass., Washington.

EURACHEM / CITAC Guide. 2003. Traceability in Chemical Measurement. A guide to achieving comparable results in chemical measurement.
<http://www.eurachem.ul.pt/guides>

EURACHEM / CITAC Guide. 2000. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Second Edition. 120 pp.

EURACHEM. 1998. The Fitness for Purpose of Analytical Methods. A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics.

C.N.R. I.S.E. 27
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Definizioni

❖ **R.S.D.**: deviazione standard relativa corrispondente al termine C.V. % (coefficiente di variazione percentuale), ed ottenuta dal rapporto tra deviazione standard (S.D.) e media:
 $R.S.D. = (S.D. / \text{media}) 100$

❖ **Ripetibilità**: bontà dell'accordo fra i risultati ottenuti da analisi replicate con lo stesso metodo, in un **unico laboratorio**, in giorni diversi, utilizzando un solo strumento da parte di operatori diversi.

$$r = t_{\infty} \sqrt{2} \sigma_r$$

$$r = 1,96 \sqrt{2} \sigma_r \quad \text{per } t_{\infty} \text{ al livello di confidenza del 95\%}$$

$$r = 2,8 \sigma_r$$

Varianza e deviazione standard relativa (RSD) sono spesso utilizzati come misura della dispersione dei dati.

❖ **Riproducibilità**: bontà dell'accordo fra i risultati ottenuti da analisi replicate con lo stesso metodo, **in laboratori diversi**, in giorni diversi, con strumentazione ed operatori differenti.

$$R = 2,8 \sigma_R$$

❖ **Accuratezza**: Rappresenta lo scostamento del risultato analitico rispetto al valore vero o ritenuto tale. Ottenuta da analisi replicate in vari laboratori che utilizzano metodi analitici diversi.

C.N.R. I.S.E. 28
Laboratorio Idrochimica
Verbania Pallanza



Definizioni

❖ **Fattore di risposta : RF = segnale strumentale / concentrazione dello standard**

La variabilità dei valori di RF contenuti entro il $\pm 5\%$ del RF_{medio} è indice di una buona correlazione lineare.

❖ **Bianco**: aliquota di acqua ultrapura analizzata con la stessa procedura con cui vengono analizzati i campioni. Il segnale del bianco è la somma dei disturbi e degli inquinamenti introdotti con i reagenti e le manipolazioni eseguite; questo segnale viene normalmente sottratto dal segnale ottenuto sul campione.

❖ **Limite di detezione (LOD)**: è il segnale dell'analita che può essere **rilevato** in maniera affidabile dal sistema analitico.

Definito come: $LOD = S_c - S_b \geq K_d \times SD$ **$K_d = 3$**

dove S_c e S_b sono rispettivamente i segnali misurati per il campione e il bianco, SD è la deviazione standard ottenuta sul bianco e K_d è un coefficiente di proporzionalità che le organizzazioni internazionali raccomandano non inferiore a 3

❖ **Limite di quantificazione (LOQ)**: è il segnale dell'analita che può essere **quantificato** in maniera affidabile dal sistema analitico.

Definito come: $LOQ = S_c - S_b \geq K_d \times SD$ **$K_d = 10$**

dove il coefficiente di proporzionalità (K_d) non deve essere inferiore a 10

❖ **Carta di controllo**: campione stabile nel tempo, analizzato per un lungo periodo (da due a sei mesi), dal quale si ottengono elaborazioni grafiche dei dati analitici, finalizzate a verificare la ripetibilità delle repliche giornaliere e la ripetibilità delle misure nel tempo, rispetto al valore medio della concentrazione.



**NORMAZIONE TECNICA DELLA RACCOLTA E INTERPRETAZIONE DEI
DATI BIOLOGICI PER LA COMPrensIONE
DEL RAPPORTO CAUSA-EFFETTO NEL DANNO AMBIENTALE**

G. Mamolini, M. Perotti

ISMES Divisione Ambiente e Territorio di CESI SpA., Piacenza

La definizione della misurabilità e la risarcibilità del danno ambientale derivante da un evento avverso (ad esempio un superamento dei limiti di emissione di agenti inquinanti, ecc.) fa parte della prassi di applicazione della normativa ambientale. Il principio di "chi inquina paga" comporta l'onere di individuare chi ha inquinato, ed in quale forma e quantità è possibile risarcire il danno provocato. Nel conseguente contenzioso (con particolare riguardo a quello giudiziario), viene posto il quesito al Consulente Tecnico (CT) che deve così quantificare il danno ambientale sulla base degli effetti provocati. Le risposte che fornisce il CT sono essenziali per la misura e l'identificazione delle modalità dell'eventuale risarcimento, ma soprattutto per certificare la responsabilità di tipo oggettivo del nesso causa-effetto. Le misure del fattore risposta di tipo biologico del danno ambientale in atmosfera forniscono informazioni indirette dei suddetti effetti ambientali, in genere, mediate nel tempo e comunque influenzate da molteplici cause, non sempre controllabili. Oltre a ciò la legislazione non fornisce standard di qualità numerici rispetto ai quali confrontare le misure di tipo biologico, aprendo uno spazio di discrezionalità alla possibilità di interpretazione dei risultati.

Esempi ideali, tratti dall'esperienza di un CT non biologo, mostrano che i suddetti limiti dell'utilizzo dei dati biologici per i fini del contenzioso ambientale, potrebbero essere superati con specifiche norme tecniche, certificate dai competenti Enti di normazione. Queste norme tecniche dovrebbero definire: gli ambiti di applicazione, la ripetibilità e la accuratezza delle misure biologiche da utilizzare per il contenzioso ambientale, nonché le modalità della relativa pianificazione sperimentale. Ciò potrebbe garantire la interpretazione univoca degli effetti di tipo biologico, in termini delle reali cause che li hanno provocati.

Normazione tecnica della raccolta e interpretazione dei dati biologici per la comprensione del rapporto causa effetto nel danno ambientale

Giuseppe Mamolini, Maurizio Perotti

ISMES Divisione Ambiente e Territorio di CESI S.p.A



Profilo antropocentrico: misura il valore economico dei beni ambientali

L'inquinamento diventa significativo sul piano economico solo quando danneggia il benessere di qualche individuo. La valutazione economica dell'inquinamento dipende sia da un effetto di inquinamento ambientale, sia da una reazione umana a tale effetto.
 ...l'inquinamento economico, e quindi la sua valutazione, assumono una dimensione sostanzialmente antropocentrica.

(ANPA "Il danno ambientale" ex art. 18 L. 349/86, pag.10)



Profilo antropocentrico: misura il valore economico dei beni ambientali

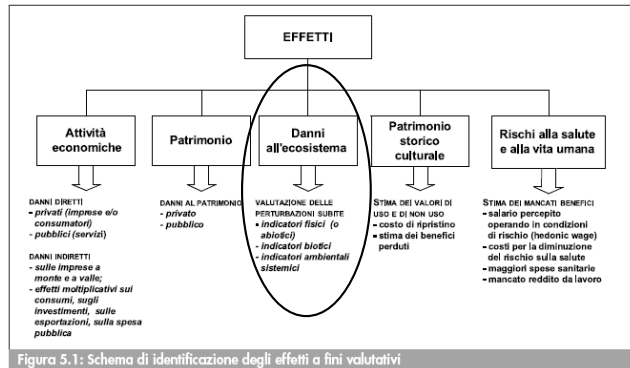
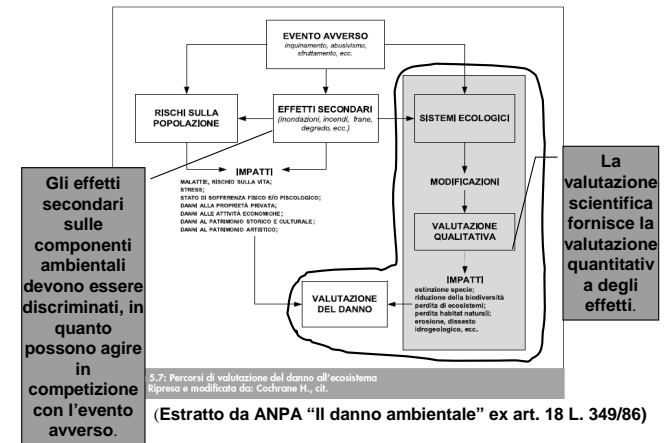


Figura 5.1: Schema di identificazione degli effetti a fini valutativi

(Estratto da ANPA "Il danno ambientale" ex art. 18 L. 349/86)



Profilo antropocentrico: misura il valore economico dei beni ambientali



(Estratto da ANPA "Il danno ambientale" ex art. 18 L. 349/86)



Principio: chi inquina paga!

In caso di **danno ambientale** sorge il **contenzioso**, ad esempio in ambito giudiziario, che comporta la risposta alle domande:

- **chi ha inquinato?**
- **in quale quantità e forma debba pagare?**

Per rispondere occorre quindi:

l'individuazione e la valutazione degli effetti ambientali da eventi avversi.



5

Evento avverso

L'evento avverso è l'intervento antropico che sta all'origine del danno ambientale.

Esempi:

- ✓ Limitazione della pesca a seguito di aumento delle concentrazioni di metalli nella fauna ittica dovuta a sversamento di inquinanti in un corso d'acqua.
- ✓ Riduzione di resa delle produzioni agricole sensibili all'ozono a seguito dell'incremento di inquinanti secondari dovuto ad un aumento delle concentrazioni di ossidi di zolfo e di azoto per l'apertura di un tratto autostradale con forte flusso veicolare.
- ✓ Divieto dell'uso potabile di acque di falda per il superamento dei limiti di sostanze chimiche conseguente ad abbandono di rifiuti inquinanti nel suolo.



6

Effetti dell'evento avverso

Conseguenze **misurabili** su una componente ambientale modificata dall'evento avverso:

- ✓ Limitazione della pesca a seguito di aumento delle concentrazioni di metalli nella fauna ittica dovuta a sversamento di inquinanti in un corso d'acqua.
- ✓ Riduzione di resa delle produzioni agricole sensibili all'ozono a seguito dell'incremento di inquinanti secondari dovuto ad un aumento delle concentrazioni di ossidi di zolfo e di azoto per l'apertura di un tratto autostradale con forte flusso veicolare.
- ✓ Divieto dell'uso potabile di acque di falda per il superamento dei limiti di sostanze chimiche conseguente ad abbandono di rifiuti inquinanti nel suolo.



7

Danno ambientale

Diminuzione dell'utilità o del benessere collettivo di una componente ambientale (fisica, biologica, economica, sociale, ecc.) modificata in modo rilevante da un intervento antropico.

- ✓ Limitazione della pesca a seguito di aumento delle concentrazioni di metalli nella fauna ittica dovuta a sversamento di inquinanti in un corso d'acqua.
- ✓ Riduzione rese di produzioni agricole sensibili a seguito dell'incremento di inquinanti secondari dovuto ad un aumento delle concentrazioni di ossidi di zolfo e di azoto da emissioni veicolari per l'apertura di un tratto autostradale con forte flusso veicolare.
- ✓ Divieto dell'uso potabile di acque di falda per il superamento dei limiti di sostanze chimiche conseguente ad abbandono nel suolo di rifiuti.



8

Danno alla risorsa Ambientale

Ai fini della risoluzione del contenzioso, il danno alla risorsa ambientale deve essere definito in termini di:

- **misurabilità**
e di conseguenza di
- **risarcibilità**

Misurabilità del danno

In ambito giudiziario il danno è misurabile se **le modificazioni del sistema ecologico (effetti)**, che diminuiscono l'utilità o il benessere collettivo, sono **misurabili**.

Risarcibilità del danno

Il danno misurabile è quindi risarcibile sulla base di diversi processi di valutazione economica.

- ☞ Stima economica del maggior profitto eventualmente derivato dall'evento avverso, da restituire al danneggiato.
- ☞ Stima economica del ripristino della componente ambientale interessata al danno.

Contenzioso ambientale

La presenza di danno evidente porta al contenzioso, che per essere risolto implica necessariamente :

- ☞ **lo studio degli effetti dell'evento avverso.**
- ☞ **discriminazione dei fattori interferenti.**
- ☞ **l'individuazione del responsabile dell'evento avverso!**
- ☞ **la stima di quanto deve pagare!**

Studio degli effetti tramite Consulenza Tecnica

In ambito di contenzioso ambientale viene dato incarico ad un *Consulente Tecnico (CT)* di rispondere a *quesiti* tramite:

- Analisi degli effetti conseguenti all'evento avverso.
- Interpretazione degli effetti analizzati.

Analisi degli effetti

Raccolta dei dati ambientali:

- Piano sperimentale
- Campionamento
- Misura specialistica

Obiettivo:
Risposta
ai quesiti del
magistrato

Analisi degli effetti

Piano sperimentale.

[Elevate esigenze di Quality Assurance, in termini di trasparenza del processo di analisi degli effetti.]

- Presenza di standard di qualità o limiti di accettabilità per la componente interessata.
- Assenza di riferimenti e/o limiti di accettabilità.

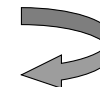
Piano sperimentale

Presenza di standard di qualità o
limiti di accettabilità

Esempio di **Quesito** del Magistrato:

“.... Accerti il CT l'alterazione ambientale riscontrando il superamento dei limiti per SO₂, NO_x, nel periodo e nell'area

Piano sperimentale



Stazione	SO ₂ biossido di zolfo (µg/m ³) media 24h	SO ₂ biossido di zolfo (µg/m ³) media 1h	NO ₂ biossido di azoto (µg/m ³) media 1h	CO ossido di carbonio (mg/m ³) media 8h	O ₃ ozono (µg/m ³) media 8h	O ₃ ozono (µg/m ³) media 1h	PM10 (µg/m ³) media 24h	PM2.5 (µg/m ³) media 24h	C ₆ H ₆ Benzene (µg/m ³) media 24h
Fenugia-Porta Fesa	(a)	(a)	76	1,3	(b) (c)	(b)	16	(a)	(a)
Spoleto-Sto Chiodo	(a)	(a)	22	0,8	31 (c)	43	24	(a)	(a)
Ellera di Corciano	1,6	7	74	1,3	47 (c)	55	16	(b)	1,1

(a) Nella stazione non è presente l'analizzatore dell'inquinante
(b) Dati non disponibili per manutenzione della strumentazione
(c) I limiti entreranno in vigore nel 2010

Limiti		Entro Soglia Valutazione Inf.	Entro Limite	Superiore al limite	Superiore Margine di Tolleranza	Superiore Livello di Allarme
SO ₂	biossido di zolfo (µg/m ³) media 24h	0-50	51-125	>125		
SO ₂	biossido di zolfo (µg/m ³) media 1h	0-50	51-350	>350		>500*
NO ₂	biossido di azoto NO ₂ (µg/m ³) media 1h	0-100	101-200	201-250	>250	

RELAZIONE QUALITA' DELL'ARIA LOCALITA' ELLERA DI CORCIANO
Campagna monitoraggio effettuata dal 11 settembre 2005 al 18 marzo 2006

ISMES - Istituto Nazionale per lo Studio e la Cura degli Ambienti Inquinati

Piano sperimentale

Assenza di riferimenti e/o limiti di accettabilità

Esempio di Quesito del Magistrato:

.... Utilizzi il CT in funzione di bioindicatori i licheni autoctoni per la valutazione dell'alterazione ambientale da gas fitotossici (SO₂, NO_x) .

Piano sperimentale

18

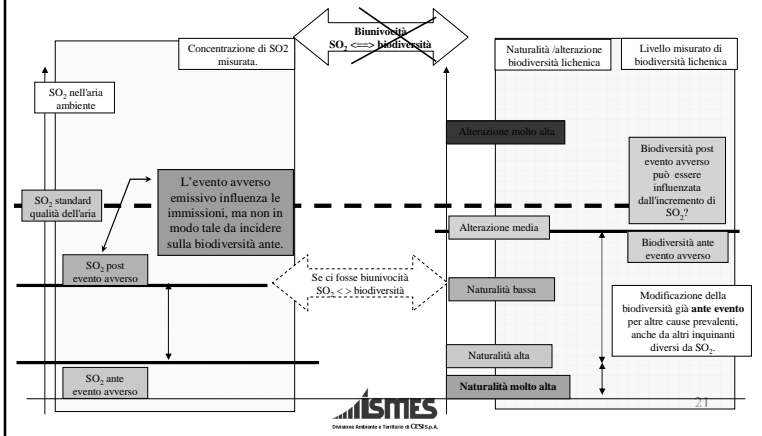


Piano sperimentale della CT: Fattore risposta

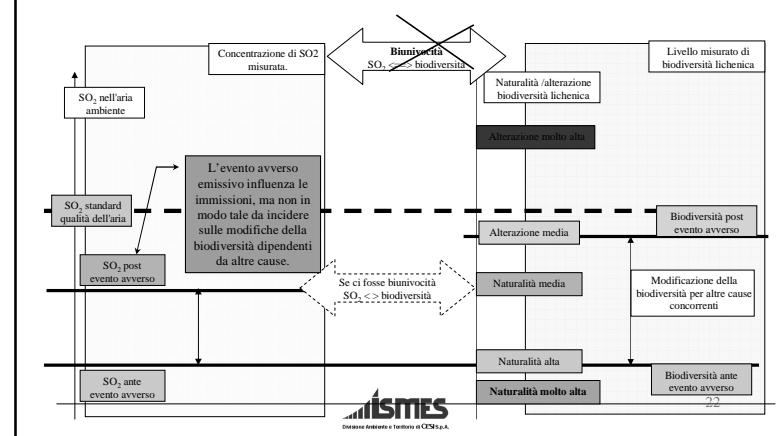
Piano sperimentale		Argomenti da valutare
Fattore risposta da misurare	Biodiversità dei Licheni autoctoni, in quanto parametro sensibile ad SO ₂ e NO _x	E' biunivoca la funzione che sussiste tra la concentrazione di gas fitotossici in ambiente e l'alterazione biodiversità lichenica? Se non è biunivoca non c'è possibilità di misura dell'alterazione !
Fattori influenzanti	- Gas fitotossici per i licheni, e che alterano la biodiversità lichenica - Altri controllabili (misurabili e non misurabili) - Altri non controllabili (misurabili e non misurabili)	Quale grado di incidenza sulla biodiversità lichenica hanno: - i gas fitotossici? - gli altri fattori influenzanti la biodiversità lichenica?

20

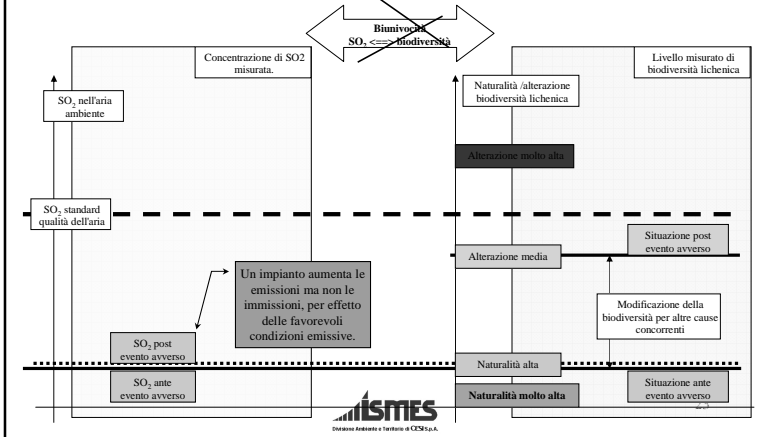
Interpretazione degli effetti analizzati utilizzando il fattore risposta: Biodiversità dei Licheni Autoctoni



Interpretazione degli effetti analizzati utilizzando il fattore risposta: Biodiversità dei Licheni Autoctoni



Interpretazione degli effetti analizzati utilizzando il fattore risposta: Biodiversità dei Licheni Autoctoni



Interpretazione dei risultati di misura del fattore risposta:

Il CT può essere incaricato di fornire alcuni elementi oggettivi per :

- ▣ stabilire di chi è la responsabilità dell'inquinamento (“**chi inquina...**”)
- ▣ quantificare oggettivamente il danno ambientale (“**...quanto deve pagare**”).

Chi ha inquinato?

- Nel piano sperimentale si dovrà porre il problema della individuazione di quali effettive cause hanno possibilità di determinare la alterazione della componente biologica ed in quale proporzione ciascuna l'ha determinata.
- L'interpretazione dei risultati dell'alterazione del biosensore dovrà essere effettuata in funzione della ripartizione delle molteplici cause di potenziale bioalterazione, e non della sola indicata dal Magistrato.

...dalla discrezionalità sperimentale al metodo UNI

In ambito della Chimica Ambientale:
come si è dato soluzione alle esigenze
di misura del danno all'ambiente?

- ☐ campo di applicazione e piano sperimentale
- ☐ campionamento
- ☐ metodologia di misura
- ☐ interpretazione

- ISO 4225:1994 Air quality -- General aspects -- Vocabulary
- ISO 4226:2007 Air quality -- General aspects -- Units of measurement
- 9ISO 7168-1:1999 Air quality -- Exchange of data -- Part 1: General data format
- ISO 7168-2:1999 Air quality -- Exchange of data -- Part 2: Condensed data format
- ISO 8756:1994 Air quality -- Handling of temperature, pressure and humidity data
- ISO 9169:2006 Air quality -- Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system
- ISO 9359:1989 Air quality -- Stratified sampling method for assessment of ambient air quality
- ISO 11222:2002 Air quality -- Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements
- ISO/CD 11771 Air quality -- Determination of time-averaged mass emissions and emission factors -- General approach
- ISO 13752:1998 Air quality -- Assessment of uncertainty of a measurement method under field conditions using a second method as reference
- ISO 14956:2002 Air quality -- Evaluation of the suitability of a measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty
- ISO 20988:2007 Air quality -- Guidelines for estimating measurement uncertainty

SESSIONE 2

SORGENTI DI ERRORE ED ERRORI NON CAMPIONARI NEL MONITORAGGIO DELLE FORESTE

Chair: Massimo Bianchi, CRA-MPF Villazzano

LA QUALITÀ DEI DATI NELL'INVENTARIO FORESTALE NAZIONALE: ERRORI NON CAMPIONARI E MISURE DI CONTROLLO

P. Gasparini¹, R. Bertani², F. De Natale¹, L. Di Cosmo¹, E. Pompei³

¹ CRA-MPF Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale, Trento

² RDM Progetti SrL, Firenze

³ Corpo Forestale dello Stato, Ispettorato Generale, Divisione 6°-Inventario Nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio, Roma

patrizia.gasparini@entecra.it

Gli inventari forestali costituiscono un evento centrale per tutti i soggetti interessati alla gestione delle foreste e dell'ambiente in senso lato. I dati raccolti con queste indagini periodiche servono a produrre statistiche a livello nazionale e regionale relative ad aspetti quali la superficie forestale, la sua ripartizione in tipi di vegetazione, le masse legnose e il loro incremento annuo, il contenuto in carbonio, la diffusione delle diverse forme di gestione e il grado di naturalità delle foreste. L'importanza delle statistiche prodotte rende essenziali sia un disegno di campionamento adeguato, che consente di salvaguardare la rappresentatività dei dati raccolti e di controllare gli errori campionari, sia una documentazione della qualità dei dati, che permette di controllare gli errori non campionari. Il lavoro illustra le procedure di *quality assurance* applicate nelle tre fasi di campionamento dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC), realizzato nel periodo 2003-2007. Una parte non secondaria della progettazione relativa all'INFC ha riguardato infatti la creazione di un sistema organizzato di azioni volte a standardizzare le operazioni di rilievo, limitare la soggettività nel giudizio sulle variabili qualitative e mantenere il livello di qualità dei dati entro limiti prefissati. Vengono presentati e discussi i punti critici della QA nell'INFC, rappresentati dall'elevato numero di misure e classificazioni effettuate nel corso dell'indagine, dall'estrema variabilità dei fenomeni osservati, dal numero elevato di rilevatori coinvolti e dai costi elevati dei controlli, soprattutto se relativi ad osservazioni al suolo. Vengono infine riportati i risultati del controllo di qualità per alcune delle variabili osservate e analizzati gli effetti dei livelli di qualità raggiunti sulle statistiche prodotte dall'inventario.

La qualità dei dati nell'Inventario Forestale Nazionale: errori non campionari e misure di controllo

P. Gasparini (CRA-MPF)
R. Bertani (RDM)
F. De Natale (CRA-MPF)
L. Di Cosmo (CRA-MPF)
E. Pompei (CFS)



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Introduzione

Il nuovo inventario forestale nazionale INFC (2003-2007)

Principale obiettivo:

fornire informazioni aggiornate ed affidabili sull'estensione, la composizione e la massa legnosa delle foreste italiane, applicando procedure di rilevamento omogenee su tutto il territorio nazionale e coerenti con gli standard internazionali

Progettazione e realizzazione:

Corpo Forestale dello Stato
CRA-MPF (ISAFA)



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

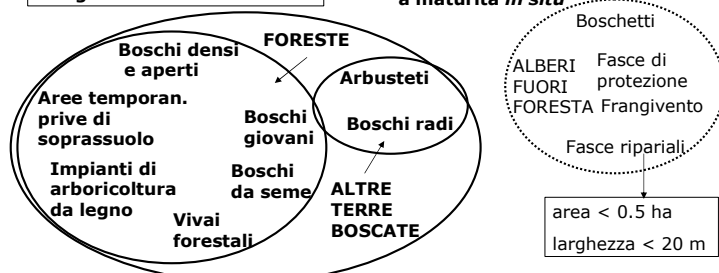


Introduzione

Il dominio dell'inventario è costituito dalle foreste e dalle altre terre boscate dell'intera nazione, come definito da FAO - FRA 2000

- la copertura arborea > 10%
- area > 0.5 ha
- larghezza > 20 m

Per le aree forestali gli alberi devono avere un'altezza potenziale di 5 m a maturità *in situ*

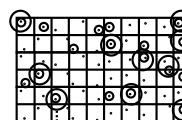


Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Introduzione

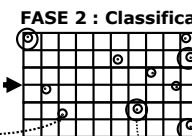
Disegno di campionamento: triplo per la stratificazione con distribuzione sistematica non allineata dei punti di campionamento



FASE 1 : Classificazione dell'uso/copertura del suolo
301,000 punti di campionamento con estrazione casuale entro ciascuna maglia di una griglia 1 x 1 km

per foto-interpretazione

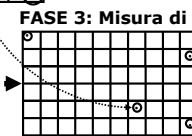
Punti ricaduti in "bosco e in altre terre boscate"



FASE 2 : Classificazione delle aree forestali e rilievo attributi qualitativi

30,000 punti di campionamento con estrazione casuale negli strati "Bosco e Altre Terre Boscate" X "Distretto" (1 punto ogni 3,5 km² di B+ATB)

per rilievo al suolo



FASE 3: Misura di attributi quantitativi

6,865 punti di campionamento con estrazione casuale negli strati "Categoria forestale" X "Distretto" (1 punto ogni 12,4 km² di B)



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



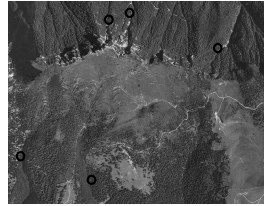
Fasi dell'INFC e qualità dei dati

FASE 1

OBIETTIVO: classificazione dell'uso/ copertura del suolo

METODOLOGIA: fotointerpretazione su ortofoto b/n ad alta risoluzione

MODALITA' OPERATIVA: 56 operatori in 21 Distretti (Regione o Provincia Autonoma); circa 5400 punti da fotointerpretare per operatore



FATTORI CRITICI NELLA QA:

- numero abbastanza consistente di operatori coinvolti
- operatori con limitata esperienza pregressa, ma buona conoscenza del territorio
- eterogeneità del territorio da esaminare, delle forme d'uso e copertura
- qualità disomogenea del materiale fotografico (voli 2000-2003)
- possibile interpretazione soggettiva delle regole di classificazione in casi di difficile interpretazione



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

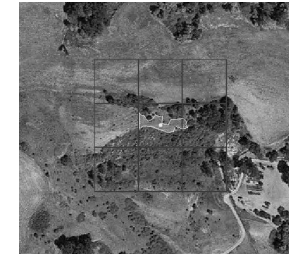


Fasi dell'INFC e qualità dei dati

FASE 1

POSSIBILITA' del CONTROLLO DI QUALITA' DEI DATI:

- possibilità di **controllo remoto** (le immagini sono disponibili contemporaneamente a squadre e addetti al controllo)
- possibilità di **verificare una percentuale rilevante del lavoro** (punti interpretati) di ogni squadra per i tempi di lavoro sono contenuti
- possibilità di **chiedere una revisione del lavoro** da parte della squadra, in sede di collaudo finale, poiché i tempi di revisione sono compatibili con la prosecuzione del progetto



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Fasi dell'INFC e qualità dei dati

FASE 2

OBIETTIVI: stimare la superficie del Bosco e delle Altre terre Boscate e ripartirla per tipo di vegetazione (categorie e sottocategorie forestali); raccogliere dati su altri attributi qualitativi (proprietà, presenza di vincoli, tipo colturale, stadio di sviluppo, ecc.)

METODOLOGIA: individuazione al suolo dei punti di campionamento e osservazione/classificazione di 25 attributi qualitativi in aree di saggio circolari

MODALITA' OPERATIVA: ~ 300 operatori in 101 squadre di rilevatori (circa 300 punti di campionamento per squadra, 2 punti al giorno)

FATTORI CRITICI NELLA QA:

- numero consistente di operatori coinvolti
- molteplicità delle fonti di dati (rilievi al suolo, catasto, cartografie, normativa,...)
- possibile introduzione di criteri soggettivi nel rilievo di attributi qualitativi
- elevata variabilità delle formazioni vegetali da esaminare, delle forme di gestione, delle normative (regionali), ecc.



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



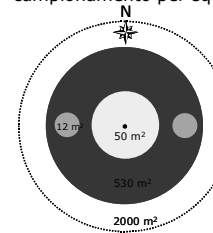
Fasi dell'INFC e qualità dei dati

FASE 3

OBIETTIVI: stimare il valore totale e ad ettaro delle principali variabili dendrometriche (numero di alberi, area basimetrica, volume legnos, fitomassa, incremento annuo, ...); stimare il volume complessivo e unitario del legno morto (necromassa); stimare l'abbondanza della rinnovazione e dei soggetti degli strati inferiori di vegetazione

METODOLOGIA: misure al suolo di variabili quantitative su aree di saggio circolari di diversa dimensione

MODALITA' OPERATIVA: ~ 300 operatori in 84 squadre (circa 82 punti di campionamento per squadra, 1 punto al giorno)



FATTORI CRITICI NELLA QUALITA' DEI DATI:

- numero consistente di operatori coinvolti
- possibili errori di misurazione e di delimitazione delle aree di saggio
- possibile introduzione di criteri soggettivi nel rilievo di attributi qualitativi (in numero molto inferiore che in fase 2)



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Fasi dell'INFC e qualità dei dati

FASI 2 e 3

POSSIBILITA' del CONTROLLO DI QUALITA' DEI DATI:

- il tempo richiesto ai tecnici addetti al controllo per verificare i punti campione è pressoché lo stesso di quello impiegato dalla squadra, di conseguenza **impossibilità di verificare una percentuale rilevante del lavoro di ogni squadra** causa costi elevati
- impossibilità di **chiedere una revisione del lavoro** da parte della squadra in sede di collaudo finale poiché i tempi di ripetizione dei rilievi sono incompatibili con la prosecuzione del progetto



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Considerazioni...

- la **prima fase differisce sensibilmente dalle due successive** nelle procedure di controllo
- l'**onerosità dei controlli** per le fasi 2 e 3 non permette di verificare un numero rilevante di punti
- il **collaudo finale** rappresenta solo l'ultima fase di un processo atto a garantire la qualità dei dati; la possibilità di "respingere" in blocco il lavoro di una squadra è solo teorica
- la necessità di disporre di un **SISTEMA complessivo di ASSICURAZIONE della QUALITA'** è risultata evidente già dalla fase progettuale INFC
- il sistema di QA dell'INFC si è realizzato con un processo continuo, parallelo alle attività dei rilevatori, con l'obiettivo principale di **standardizzare le operazioni di rilievo** oltre che di ottenere una **verifica finale** dei dati



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC

Azioni preventive

- preparazione di **manuali** dettagliati e completi sulle procedure di rilevamento
- **formazione** accurata delle squadre di rilevatori
- **avvio assistito (start up) dei rilievi**
- organizzazione di un **servizio di assistenza** durante i rilievi
- **immissione e flusso dei dati** controllati attraverso procedure automatiche

Azioni di controllo in corso d'opera

- dello **stato di avanzamento** dei rilievi
- della **riproducibilità** delle classificazioni e delle misure
- della qualità dei **dati in archivio**

Azioni di valutazione finale

- **collaudo** al termine di ciascuna fase di rilevamento



COMPLETEZZA

CONGRUITA'

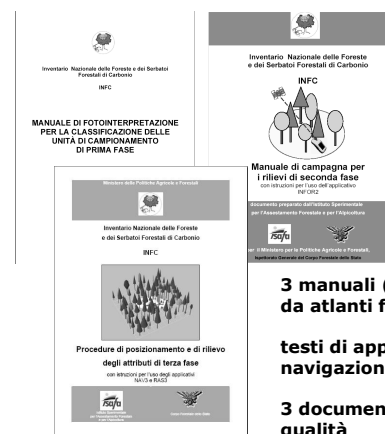
RIPRODUCIBILITA'



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC - documentazione



3 manuali (uno per fase di rilievo) corredati da atlanti fotografici e iconografici

testi di approfondimento su vegetazione, navigazione e strumentazione, patologie

3 documenti tecnici per il controllo di qualità



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC – formazione dei rilevatori

Ciascuna squadra ha seguito:

- un **corso di fotointerpretazione di 3 giorni** (1 teorico e 2 di pratica)
- un **corso di 5 giorni sui rilievi di seconda fase** (2 di teoria, 3 di pratica)
- un **corso di 5 giorni sui rilievi di terza fase** (2 di teoria, 3 di pratica)

Per l'organizzazione dei corsi:

- la **docenza** è stata affidata ad un gruppo ristretto di professionisti che hanno affiancato i ricercatori e tecnici del CRA-MPF
- i docenti hanno eseguito anche lo start-up, i controlli e il collaudo alternandosi nell'azione di formazione e controllo di una stessa squadra



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC – assistenza

Le squadre potevano raggiungere quotidianamente, per telefono o via e-mail, i **2 centri di assistenza** (rilevamento e posizionamento, software e flusso dati) e consultare l'**area riservata del sito www.infc.it**

E' stato creato un archivio delle domande/risposte allo scopo di standardizzare il lavoro del centro di assistenza e individuare e risolvere gli aspetti più critici

Fase 1: ~ 1,000 richieste (via telefono o e-mail)

Fase 2: 925 telefonate



& 110 e-mail



Fase 3: 955 telefonate



& 150 e-mail



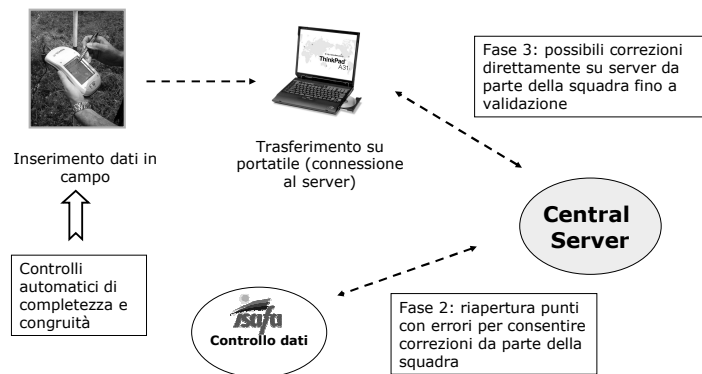
Le risposte alle domande più frequenti o rilevanti su base nazionale o multiregionale sono state raccolte nella sezione FAQ dell'area riservata del sito www.infc.it



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC – flusso dei dati



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC – controlli e collaudi

	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	VERIFICHE FINALI	
FASE 1	5,600 (gruppi di 50 per regione)	7,600 (2% del campione per regione)	circa 130 gg di 2 fotointerpreti
FASE 2	195 (1-2 per squadra)	120 (1 per squadra)	116 gg di 2/3 rilevatori
FASE 3	82 (1 per squadra)	29 (campione di squadre)	127 gg di 2/3 rilevatori

Numero di punti campione rilevati dalle squadre di controllo



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Il sistema di QA dell'INFC – criteri di valutazione

Per le valutazioni di riproducibilità sono stati stabiliti:

- obiettivi di qualità di misurazione (MQOs)** definiscono le aspettative di riproducibilità e la diversità di classificazione ammissibile
- limiti di qualità dei dati (DQLs)** definiscono il livello complessivo di qualità atteso per mezzo di soglie minime di rispetto dei MQOs per garantire l'affidabilità dei dati

↑
IMPORTANZA

↑
DIFFICOLTÀ'

Critero	Valutazione	Definizione
<i>Importanza ai fini INFC</i>	Molto importante	Diretta connessione con le statistiche forestali finali
	Importante	Evidenti, anche se più o meno dirette, connessioni con le statistiche forestali
	Abbastanza importante	Non direttamente connesso alle statistiche forestali, ma di interesse a fini più generali
<i>Difficoltà di classificazione</i>	Facile	Riconoscimento agevole in funzione di contesto, forme, pattern, tessitura
	Abbastanza facile	Riconoscimento in genere agevole, ma spesso condizionato dal contesto
	Difficile	Riconoscimento contrastato da eterogenea tessitura, tonalità, limiti incerti

Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

Il sistema di QA dell'INFC – criteri di valutazione

Importanza e difficoltà per le classi di uso/copertura del suolo

Codice tipo	Codice SIM	Nome classe e sottoclasse	Livello di importanza della classificazione	Livello di difficoltà della classificazione
1	SUPART	Superfici artificiali	Abbastanza importante	Facile
1.1	PARCURB	Parchi urbani	Importante	Facile
1.2	ALSUPART	Altre superfici artificiali	Abbastanza importante	Facile
2	SUPAGR	Superfici agricole	Abbastanza importante	Abbastanza facile
2.1	IMPARB	Impianti di arboricoltura da legno	Importante	Abbastanza facile
2.2	ALSUPAGR	Altre superfici agricole	Abbastanza importante	Abbastanza facile
3	SUPBOSC	Superfici boscate e ambienti seminaturali	Molto importante	Difficile
3.1	-	Aree boscate		
3.1a	FORMFOR	Formazioni forestali	Molto importante	Abbastanza facile
3.1b	FORMRAD	Formazioni forestali rade	Molto importante	Difficile
3.1c	FORPRIVE	Aree temporaneamente prive di soprassuolo	Molto importante	Facile
3.2	PRAPASIN	Praterie, pascoli e incolti	Importante	Difficile
3.3	VEGRADAS	Aree con vegetazione rada o assente	Importante	Facile
4	UMIDE	Zone umide	Abbastanza importante	Difficile
5	ACQUE	Acque	Abbastanza importante	Facile
		Incluso in "formazioni forestali"	Molto importante	Facile
	INCLUSI	Incluso in uso del suolo non forestale - boschetti, fesse boscate o filari alberati	Importante	Facile
		Incluso di strade o corsi d'acqua	Abbastanza importante	Facile

Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

Il sistema di QA dell'INFC – criteri di valutazione

OBIETTIVI DI QUALITÀ'

MQOs

Classificazioni errate ammissibili

Classe/Sottoclasse fotointerpretata	Codice SIM	Caso specifico	Altra Classe/Sottoclasse ammissibile	Codice SIM
Parchi urbani	PARCURB	Parco urbano al margine di centri urbani	Formazioni forestali	FORMFOR
Altre superfici artificiali	ALSUPART	Cave in via di ripristino o dismesse. Per distinguere le cave in attività da quelle in ripristino o dismesse valutare la copertura erbacea che deve essere >40%	Zone aperte con vegetazione rada o assente	VEGRADAS
Impianti da arboricoltura da legno	IMPARB	Impianti giovani	Altre superfici agricole - frutteti-	ALSUPAGR
Impianti da arboricoltura da legno	IMPARB	Impianti a fine turno	Formazioni forestali	FORMFOR
Impianti da arboricoltura da legno	IMPARB	Impianti ai margini del bosco	Formazioni forestali	FORMFOR
Altre superfici agricole	ALSUPAGR	Prati stabili	Praterie, pascoli, incolti	PRAPASIN
Altre superfici agricole	ALSUPAGR	Piante secolari, frutteti abbandonati	Formazioni forestali	FORMFOR
Formazioni forestali	FORMFOR	Ai limiti della soglia di copertura	Formazioni forestali rade	FORMRAD
Aree temporaneamente prive di soprassuolo	FORPRIVE	Ai limiti della soglia di copertura	Formazioni forestali rade	FORMRAD
Praterie, pascoli, incolti	PRAPASIN	Ai limiti della soglia di copertura	Formazioni forestali rade	FORMRAD
		Aree con vegetazione rada o assente	Zone umide	UMIDE

Tolleranze negli errori di misurazione

Classe	Sottoclasse	Superficie	Attributi		Copertura		opertura
			Larghezza	arboresc. arbustiva	erbacea	ie, mancanza	
Superfici artificiali	Parchi urbani	>5000 ± 100 m ²	>20 ± 2 m	>10%	-----	-----	-----
	Altre superfici artificiali	>5000 ± 100 m ²	>20 ± 2m	-----	-----	-----	-----
Superfici agricole	Impianti di arboricoltura da legno	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	>10%	-----	-----	-----
	Altre superfici agricole	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	>10%	-----	-----	-----
Superfici boscate e ambienti seminaturali	Formazioni forestali	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	>10%	-----	-----	-----
	Formazioni forestali rade	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	5-10%	-----	-----	-----
	Aree temporaneamente prive di soprassuolo	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	<10%	-----	-----	-----
	Praterie, pascoli e incolti	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	<5%	>40%	-----	-----
Zone umide	Aree con vegetazione rada o assente	>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	<5%	-----	-----	-----
Acque		>5000 ± 100m ²	>20 ± 2m	<5%	-----	-----	-----
Inclusi (limite inferiore)		500 ± 50 m ²	3 ± 1m	-----	-----	-----	-----

Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

Il sistema di QA dell'INFC – criteri di valutazione

LIMITI DI QUALITÀ' (DQLs)

Livello di importanza	Livello di difficoltà		
	Facile	Abbastanza facile	Difficile
Molto importante	98	95	90
Importante	95	90	85
Abbastanza importante	90	85	80

Formazioni forestali: DQLs 95%
Formazioni forestali rade: DQLs 90%
Aree temporaneamente prive di soprassuolo: DQLs 98%

Codice tipo	Codice SIM	Nome classe e sottoclasse	DQLs
3.1a	FORMFOR	Parco urbano al margine di centri urbani: PARCURB	95% @ (FORMFOR, PARCURB, FORPRIVE)
		Ai limiti della soglia di copertura: FORMRAD, FORPRIVE	
		Impianti da arboricoltura da legno a fine turno: IMPARB	
3.1b	FORMRAD	Impianti da arboricoltura da legno a fine turno: IMPARB	90% @ (FORMRAD, FORMFOR, FORPRIVE, PRAPASIN)
		Piante secolari, Frutteti abbandonati: ALSUPAGR	
		Impianti da arboricoltura da legno ai margini del bosco: IMPARB	
3.1c	FORPRIVE	Ai limiti della soglia di copertura: FORMFOR	95% @ (FORMRAD, FORMFOR, FORPRIVE, PRAPASIN)
		Ai limiti della soglia di copertura: PRAPASIN	
3.1c	FORPRIVE	Aree temporaneamente prive di soprassuolo	98% @ (FORPRIVE, FORM RAD)
		Ai limiti della soglia di copertura: FORMRAD	

Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

Il sistema di QA dell'INFC – criteri di valutazione

Procedure di individuazione e materializzazione dei punti campionamento	Grado di importanza	Livello di difficoltà	Punteggio di errore
Corretta compilazione della sezione A, I, F, C.	I	AD	6
Corretta sezione lubrificazione di A.	I	D	4
Corretta sezione delle note per l'aggiungere A.	MI	AD	6
Verifica del macroscopio del punto C (dai).	AI	AD	3
Corretta individuazione del punto I.	MI	AD	3
Corretta sezione della piovanna.	I	D	4
Individuazione del punto F (distanza da C, scelta dell'oggetto di riferimento).	I	D	4
Corretta marcatura dell'oggetto di F.	MI	AD	6
Corretta realizzazione del file xls.	MI	D	6
Presenza delle foto di F, I e di C.	AI	AD	3
Corretto titolo dei riferimenti delle foto.	AI	AD	3
Corretta individuazione del punto C (azimut e distanza da F).	MI	D	6
Corretta e congruente rappresentazione degli elementi macroscopici di C.	MI	D	6

Tabella 2: corretta individuazione del punto di campionamento.

Attributo	Grado di importanza	Livello di difficoltà	Punteggio di errore
Profilata	I	AD	2
Vincio e area protetta	I	AD	2
Disponibilità per il prelievo legno	AI	AD	3
Stato della pianificazione forestale	AI	D	2
Fruttifera turistico-ricreativa	AI	D	2
Grado di copertura	I	AD	6
Tessitura	AI	AD	3
Presenza e tipo di margini	AI	AD	3
Isoneità al rilievo di III fase	AI	AD	3
Categoria inventariata	MI	D	6
Categoria forestale	MI	AD	6
Sottocategoria forestale	AI	D	2
Egemonia	I	AD	6
Inclinazione	AI	AD	3
Qualità	AI	AD	3
Accidentata	I	D	2
Fenomeni di dissesto	I	D	2
Tipo collinale	I	AD	6
Stadi di sviluppo	AI	D	2
Grado di mescolanza	I	AD	6
Origine della fitocenosi	I	AD	6
Fitologia e elenco esseri	I	D	4
Microhabitat e infrastrutture	AI	D	2
St pure conosciute	AI	AD	3
Adesivo con mezzi ordinari	AI	AD	3

Tabella 3: corretta classificazione degli attributi.

Esempio di scheda di valutazione (collaudo) di Fase 2

ad ogni attributo è stato assegnato un grado di importanza e un livello di difficoltà nel rilievo, e di conseguenza un **punteggio di errore** in caso di mancato accordo tra rilevatori e addetti al controllo

Difficoltà	Importanza		
	MI - 3	I - 2	AI - 1
AD - 3	9	6	3
D - 2	6	4	2
MD - 1	3	2	1

AD: abbastanza difficile; D: difficile; MD: molto difficile.
MI: molto importante; I: importante; AI: abbastanza importante



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



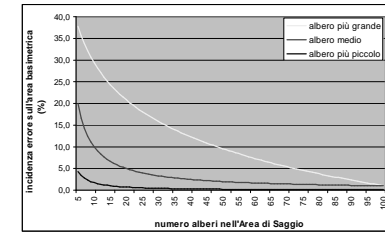
Il sistema di QA dell'INFC – criteri di valutazione

MQOs in Fase 3

Area basimetrica: 4% del totale
Numero di alberi: soglie di tolleranza stabilite sulla base dell'errore percentuale in termini di area basimetrica
Alberi campione dell'altezza e dell'incremento: 1 albero
Altezza dendrometrica: tolleranza 0.5 m per alberi <10m, o 10% di h
.....

DQLs in Fase 3

Esito positivo:
punteggio totale < 25
Esito parz. negativo:
punteggio totale 25-50
Esito negativo:
punteggio totale > 50

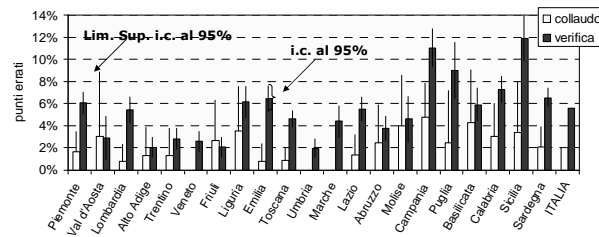


Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Qualità dei dati in Fase 1

Confronto errori di classificazione da collaudo su ortofoto e da verifica al suolo



I dati si riferiscono soltanto ad una classe di uso: "Formazioni forestali"

Numerosità campionarie: Collaudo: 2-4% dei punti
Verifica al suolo: 30% dei punti

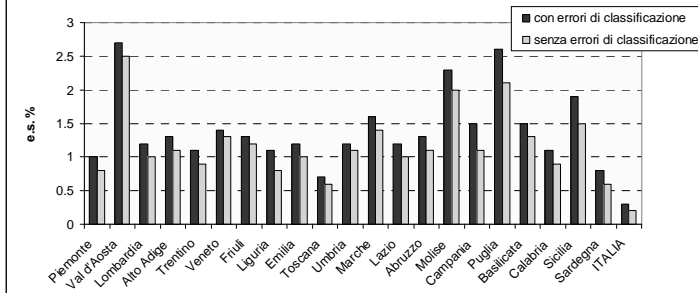


Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Qualità dei dati in Fase 1

Confronto fra errore standard complessivo e frazione dovuta all'errore campionario



I dati si riferiscono all'errore standard delle stime delle superfici forestali
(Bosco + Altre Terre boscate)

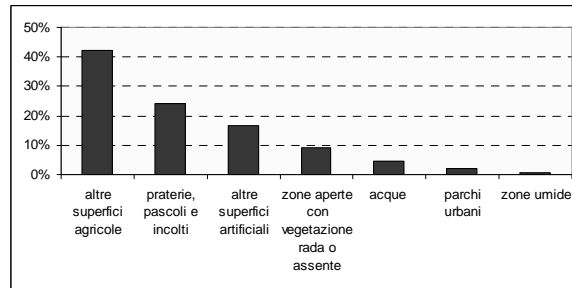


Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Qualità dei dati in Fase 1

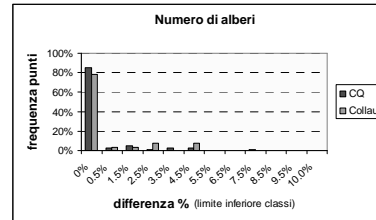
Distribuzione degli errori di classificazione per la classe "formazioni forestali" nelle diverse classi di uso del suolo



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

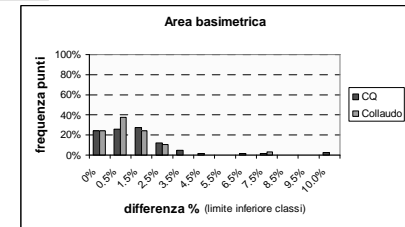


Qualità dei dati rilevati al suolo (Fase 3)



Dati quantitativi

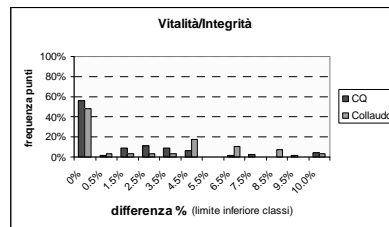
Numerosità campionarie:
Collaudo: 29 punti
Controllo in corso d'opera: 82 punti



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008

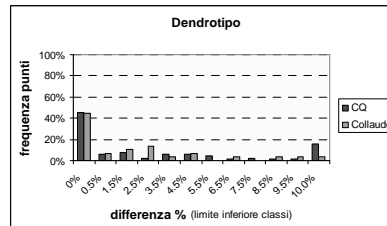


Qualità dei dati rilevati al suolo (fase 3)



Dati qualitativi

Numerosità campionarie:
Collaudo: 29 punti
Controllo in corso d'opera: 82 punti



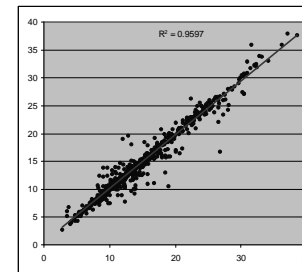
Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



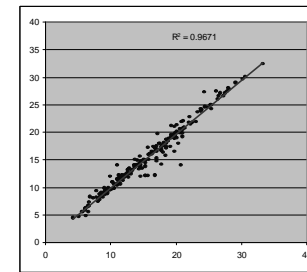
Qualità dei dati rilevati al suolo (fase 3)

altezza dendrometrica

controlli in corso d'opera



collaudi



Numerosità campionarie

647 alberi

202 alberi



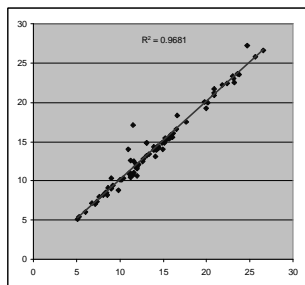
Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Qualità dei dati rilevati al suolo (fase 3)

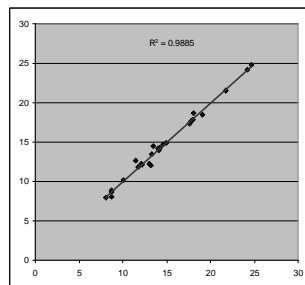
altezza media

controlli in corso d'opera



82 punti

collaudi



29 punti



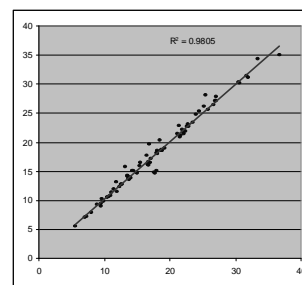
Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Qualità dei dati rilevati al suolo (fase 3)

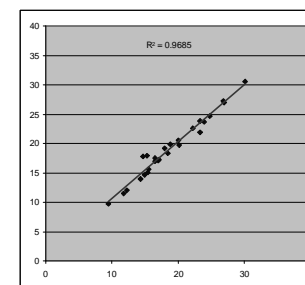
altezza dominante

controlli in corso d'opera



82 punti

collaudi



29 punti



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



Conclusioni...

- l'insieme di azioni realizzate attraverso il sistema di QA INFC ha consentito di ottenere una **standardizzazione** del modo di operare dei rilevatori, e di **contenere gli errori non campionari**
- i rilevatori hanno mostrato di apprezzare la disponibilità di un servizio di supporto alle attività di rilievo, che ha incoraggiato comportamenti responsabili e il rispetto delle istruzioni e dei protocolli di rilevamento
- il contatto continuo tra progettisti, squadre e addetti al controllo ha consentito di **perfezionare la progettazione** stessa e **migliorare il livello di qualità della manualistica e del software**, oltre che di adattare il protocollo a situazioni particolari o limite
- i dati del controllo in corso d'opera e dei collaudi consentono in una certa misura di **quantificare l'affidabilità dei dati prodotti**



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Quality Assurance nei dati ambientali
Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
Siena, 7 marzo 2008



ERRORI DI MISURAZIONE NEL MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI DEGLI ALBERI: ENTITÀ, CONTROLLO, EVOLUZIONE ED IMPLICAZIONI PER I RISULTATI

F. Bussotti¹, A. Cozzi¹, M. Ferretti¹⁻², E. Cenni¹, D. Bettini¹, C. Sarti¹

¹Dipartimento di Biologia Vegetale, Firenze

²Indirizzo corrente: TerraData environmetrics, Siena

La valutazione delle chiome degli alberi viene effettuata, nell'ambito del programma CONECOFOR, su un campione di circa 8000 alberi in 250 aree di saggio di Livello I, e su circa 900 alberi su 31 aree di Livello II. Le aree di saggio sono distribuite su tutto il territorio nazionale, e vengono visitate annualmente da circa 30 differenti squadre di operatori locali. Il programma di Quality Assurance, svolto dal presente gruppo di lavoro, ha lo scopo di armonizzare il lavoro delle varie squadre e rendere i risultati comparabili. Le varie fasi della QA prevedono: l'uso di una manualistica comune; l'adozione di obiettivi di qualità di misurazione (MQO=Measurement Quality Objective) e di limiti di qualità dei dati (DQL = Data Quality Limits); la partecipazione ad un corso di intercalibrazione che viene svolto annualmente prima dell'inizio dei rilievi; l'effettuazione di un certo numero di controlli in corso d'opera; l'effettuazione di controlli di completezza e coerenza degli archivi.

Il programma italiano è inoltre coordinato a livello europeo tramite la partecipazione a incontri periodici (*Expert Panel*) per la discussione della metodologia e ai corsi di *Cross-Calibration*.

La serie storica di maggior lunghezza sulla qualità dei dati riguarda l'indicatore di trasparenza della chioma, per il quale si hanno dati dal 1996 al 2007 sia per il Livello I che per il Livello II. Per questo indicatore è stato raggiunto un livello di riproducibilità che si mantiene superiore al 90% (DQL) nei controlli in campo per il Livello I. Gli indicatori che hanno mostrato una maggiore riproducibilità sono stati quelli in cui il fenomeno osservato era assente.

Dal 2005 è stato introdotto un nuovo sistema per la valutazione dei danni biotici. A questo proposito la qualità dei dati è ancora insufficiente, e dovranno essere fatti ulteriori sforzi per migliorare la preparazione del personale.

Il sistema europeo di valutazione delle chiome (cui il CONCOFOR partecipa) propone un metodo standardizzato e collaudato che può essere usato anche a scopi differenti rispetto a quello originale di valutazione degli effetti degli inquinanti sulle foreste. Esso infatti fornisce dati per l'ecocertificazione forestale (vedi il Criterio 2 del PEFC - Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes), e può costituire un valido supporto per la pianificazione e gestione delle foreste e degli alberi.

Errori di misurazione nel monitoraggio delle condizioni degli alberi: entità, controllo, evoluzione ed implicazioni per i risultati

Filippo Bussotti, Alberto Cozzi, Marco Ferretti, Enrico Cenni, Davide Bettini, Cinzia Sarti



Università degli Studi di Firenze, Dipartimento Biologia Vegetale



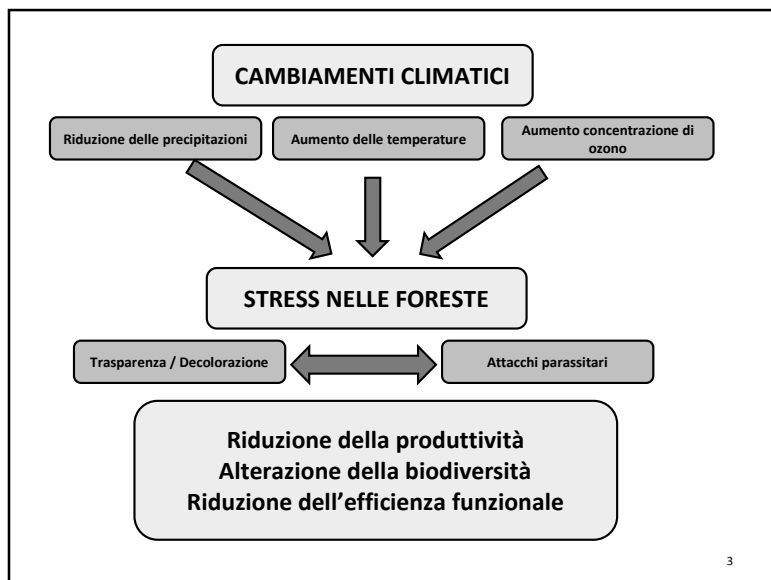
1

TRASPARENZA / DEFOGLIAZIONE

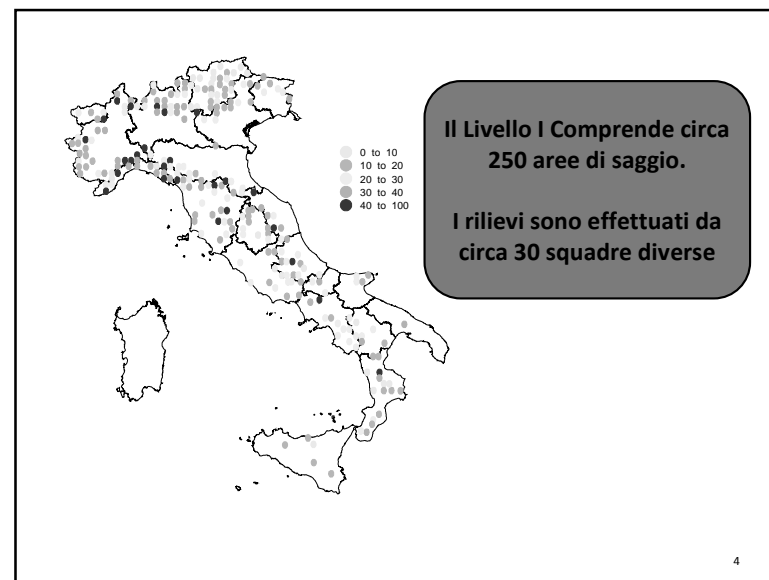


SINTOMI:
Discolorazione
Agenti biotici
Agenti abiotici

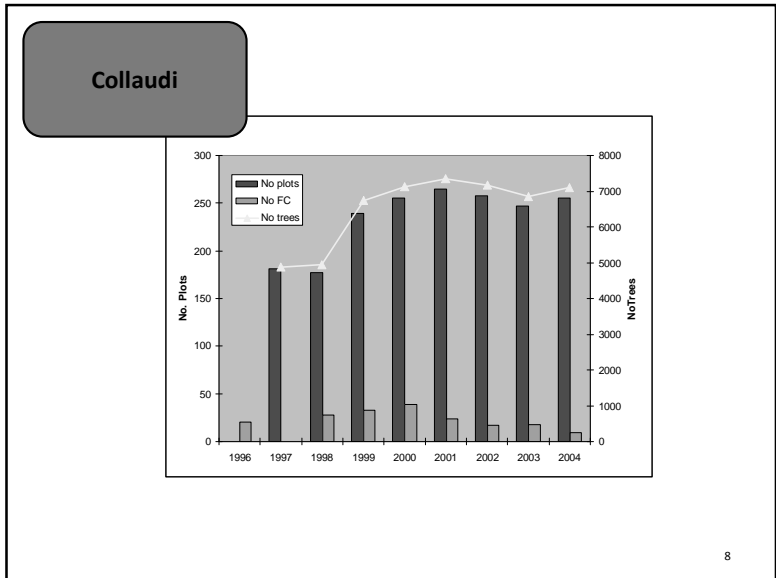
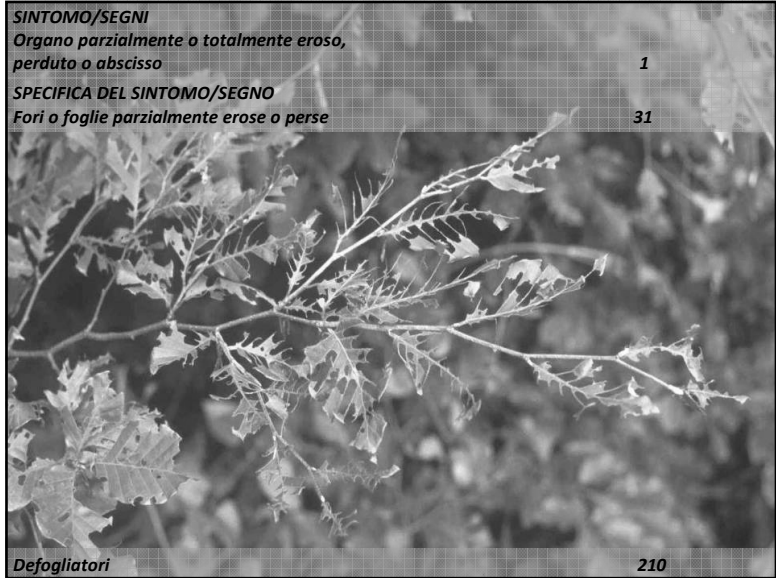
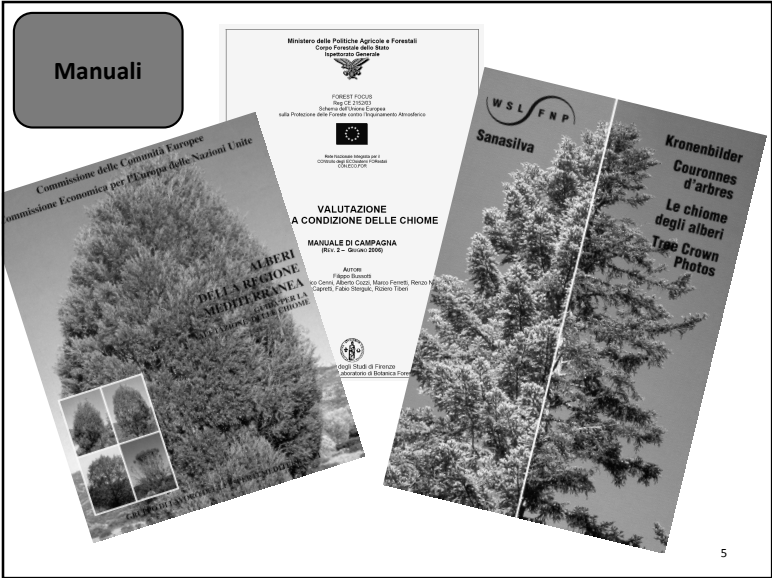
2



3



4



PARAMETRI RILEVATI CON SCALA PROPORZIONALE

Trasparenza

21 Classi del 5% da 0 (pianta non defogliata) a 100 (pianta morta)
DQL: 90% delle osservazioni REF±10%

PARAMETRI RILEVATI CON SCALA SEMI-PROPORZIONALE

Discolorazione

4 Classi di diffusione, da 0 a 3
DQL: 90% delle osservazioni REF±1

REF = Reference Team

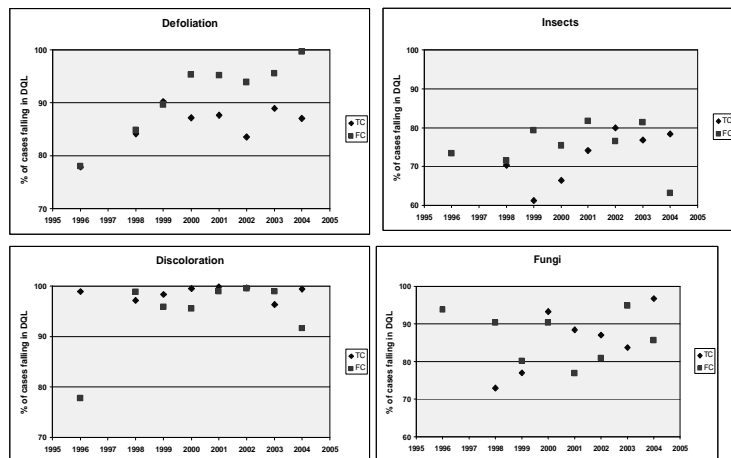
9

PARAMETRI QUALITATIVI

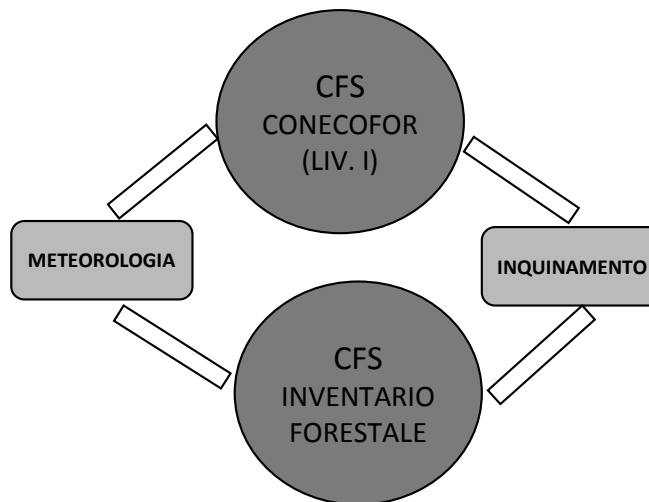
Sintomi

DQL: 90% delle osservazioni in accordo con REF

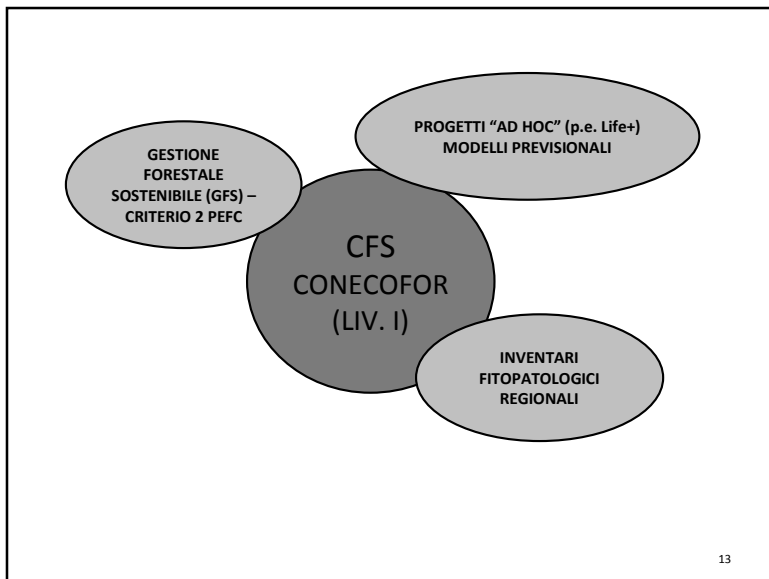
10



11



12



CONCLUSIONI

La trasparenza si è rivelata come un parametro molto solido, e i DQL sono generalmente raggiunti.

I DQL sono più facilmente raggiunti quando il valore del parametro è 0 (sintomo assente).

Per quanto riguarda i sintomi, biotici e abiotici, la valutazione è ancora molto soggettiva ed è necessario ancora molto addestramento per arrivare ad un livello di qualità soddisfacente.

Lo "stato degli alberi" deve essere considerato come un dato di base che serve ad alimentare programmi tesi alla gestione sostenibile ed alla conservazione dell'ambiente.

14



PROBLEMI E POSSIBILI SOLUZIONI CONNESSE ALL'USO DI INDICATORI DELLA BIODIVERSITÀ

A. Chiarucci

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena
e-mail chiarucci@unisi.it*

Molte analisi applicative moderne prevedono l'utilizzo di indicatori della biodiversità basati su dati di tipo tassonomico. A tutt'oggi, infatti, molti autori concordano sul fatto che la chiave di lettura tassonomica rappresenti il miglior modo di sintetizzare un fenomeno complesso, e non direttamente misurabile, come quello della biodiversità. Gli indicatori della biodiversità basati su dati di tipo tassonomico possono essere basati sostanzialmente su quattro tipi di misure: a) indicatori di composizione (quali specie sono presenti; presenza di particolari specie o gruppi di specie indicatrici); b) indicatori di ricchezza (quante specie sono presenti); c) indicatori di struttura di comunità (come sono distribuite le abbondanze delle diverse specie; dominanza); d) indicatori di complementarità spaziale o temporale (differenze tra la composizione in specie tra siti o comunità diverse). Questi indicatori di biodiversità sono spesso analizzati mediante tecniche statistiche univariate o multivariate, anche di notevole complessità e questo implica che gli assunti fondamentali di queste tecniche siano rispettati. Mentre le problematiche connesse agli errori campionari e di stima sono oggi ben conosciute e investigate, poco si è fatto per capire come altre fonti di errore possono influenzare la quantificazione degli indicatori di biodiversità. Queste fonti di errore appartengono fondamentalmente a due categorie che difficilmente possono essere analizzate e modellizzate con le normali tecniche statistiche. La prima di queste categorie riguarda l'impossibilità di conoscere il grado di esaustività degli elenchi tassonomici ottenuti, ossia l'errore associato alla mancata o erronea identificazione di un taxon durante la raccolta dati, direttamente in campagna o in laboratorio. La seconda di queste categorie riguarda l'instabilità temporale e la variabilità spaziale dei sistemi tassonomici di riferimento e, in particolar modo, l'inflazione tassonomica che questi sistemi stanno attualmente vivendo. Nel presente lavoro vengono discusse le problematiche connesse a queste tipologie di problemi e presentate alcune possibili soluzioni per gestire, e possibilmente minimizzare, gli errori connessi.

Problemi e possibili soluzioni connesse all'uso di indicatori della biodiversità

Alessandro Chiarucci^{1,2}, Elisa Baragatti¹

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti"
Università degli Studi di Siena

²TerraData Environmentrics

1

Introduzione

- Le foreste e altri ecosistemi, sono sempre più soggette ad attività di monitoraggio e gestione controllata;
- La biodiversità costituisce una delle risorse di crescente interesse, in quanto risorsa non rinnovabile ma anche come indicatore di stato degli ecosistemi
- Molti autori concordano sul fatto che la chiave di lettura tassonomica rappresenti il miglior modo di sintetizzare il fenomeno complesso, e non direttamente misurabile, della biodiversità.
- Molte tecniche di gestione e monitoraggio prevedono l'utilizzo di indicatori della biodiversità basati su dati di tipo tassonomico.

2

Indicatori basati su dati di Biodiversità

Gli indicatori della biodiversità basati su dati tassonomici appartengono sostanzialmente a quattro diversi tipi:

- a) indicatori di ricchezza (quante specie sono presenti);
- b) indicatori di composizione (quali specie sono presenti; presenza di particolari specie o gruppi di specie indicatrici);
- c) indicatori di struttura di comunità (come sono distribuite le abbondanze delle diverse specie; dominanza);
- d) indicatori di complementarità spaziale o temporale (differenze tra la composizione in specie tra siti o momenti diversi).

3

Sorgenti di errore non campionarie

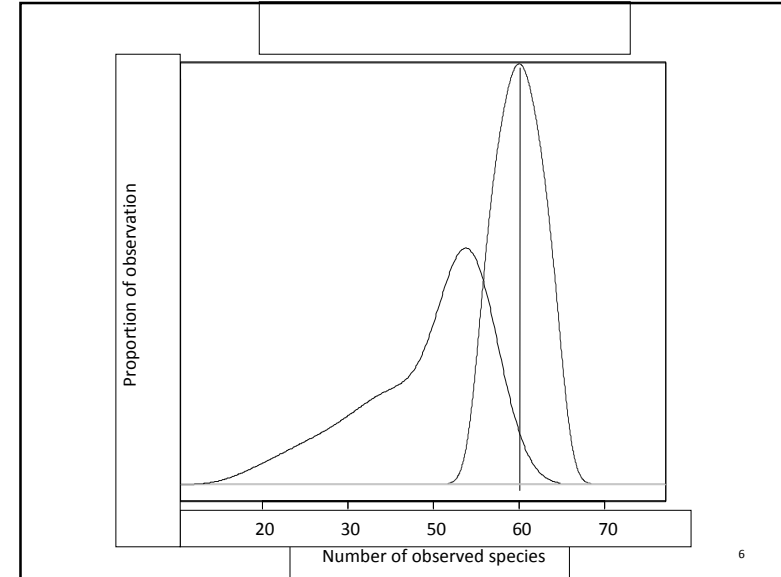
Mentre i problemi connessi agli errori campionari e di stima sono ben conosciuti, anche se non tutti risolti, poco si è fatto per capire i problemi connessi ad altre fonti di errore.

Queste fonti di errore appartengono fondamentalmente a tre categorie, che possono essere difficilmente modellizzate, ma che vanno tenute in adeguata considerazione.

1. Mancato riconoscimento di specie durante il campionamento;
2. Erronea attribuzione tassonomica, in campagna o in laboratorio
3. Instabilità temporale e variabilità spaziale dei sistemi tassonomici di riferimento

4

1. Mancato riconoscimento di specie



6

Il problema

Journal of Vegetation Science 3: 119-124, 1992
© IATS, Opulus Press Uppsala. Printed in Sweden

How reliable are our vegetation analyses?

Lepš, Jan¹ & Hadincová, Věra²

- Il 10-20% delle specie presenti in un plot viene "non visto" da un singolo rilevatore;
- Le specie che vengono più facilmente perse sono quelle meno abbondanti nella comunità;
- Liste redatte da due persone sono più complete che non quelle redatte da singole persone.

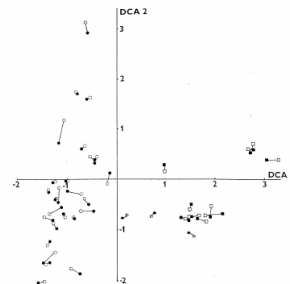


Fig. 1. Results of the detrended correspondence analysis of all 80 relevés. Relevés made by the first author are shown by closed symbols, relevés from the second author by open symbols. Circles, squares and semicircles correspond to meadows, clear cuts and regenerating peat bogs respectively. Relevés of the same plot are connected by a line.

Componenti del problema

In modo generale, la probabilità di "perdere" qualche specie aumenta con:

- La grana delle unità di campionamento;
- La ricchezza specifica;
- La complessità strutturale delle comunità;
- L'inesperienza del rilevatore con quel tipo di ambiente e quella flora

Le strategie di campionamento "a tempo fisso" non funzionano perché "perdono" più specie nelle situazioni con maggiore ricchezza di specie.

8

Ridurre il problema

Nonostante non sia quasi impossibile evitare il mancato riconoscimento di specie, si possono adottare alcune pratiche per ridurre i rischi. Tra queste:

1. Ridurre la grana delle unità di campionamento e dividerle in sottunità (da ispezionare separatamente);
2. Utilizzare squadre costituite da almeno due rilevatori (è stato riportato che la presenza di un secondo osservatore aumenta del 10-15% le specie osservate);
3. Organizzare campionamenti preliminari e test di addestramento sulle specie locali.
4. Prevedere un campione di QA!

9

2. Erronea attribuzione tassonomica

Una volta riconosciuti come diversi, gli individui (o i gruppi di individui) vengono attribuiti ad un *taxon*, in campagna o, successivamente, in laboratorio.

Questa procedura è estremamente delicata e necessita di personale altamente qualificato.

Se l'identificazione tassonomica viene fatta direttamente in campagna (senza raccolta di campioni) non c'è possibilità di controllo!

L'unico modo di avere dei dati "certificabili" consiste nel depositare i campioni identificati in strutture che ne garantiscano la conservazione e il loro eventuale futuro controllo.

10

Erbari & Co.

Herbaria Direct Search

species name: herbaria:

order by:

results: per page.

include: synthetic (disable loans) loan option

1

3. Sistemi tassonomici di riferimento



Ogni attribuzione tassonomica di un individuo, o campione, viene fatta mediante guide o chiavi di identificazione.

In genere, specialmente in progetti di tipo applicativo, tutti i nomi sono riferiti ad uno specifico sistema tassonomico di riferimento

12

Una novella...

words

A tale from Bioutopia

Could a change of nomenclature bring peace to biology's warring tribes?

Pier Luigi Nimis

Once upon a time, two tribes dominated Bioutopia. The small but powerful tribe of Real Taxonomists occupied several scattered ivory towers in the mountains. The huge but poor tribe of Name-users lived in the swamps. They both worshipped Names, but with different rites. The Name-users peacefully adored a huge book made of granite, in which billions of Names were inscribed for eternity. The favourite occupation of the great Real Taxonomists was sacrificing a few Names every day, just by changing them. This they did after consulting their Oracle, Phylogenesis, who lived in a knobby forest.

One day, Phylogenesis started to worship a new God, called DNA, and uttered the following words: "Why should *Zetbonia spilotribus* stay together with *L. 12345* and those other 347 species in the same genus? DNA has spoken. The Names must change!" None of the Name-users had complained when *L. 12345* was transferred from the family Leicheniaceae to the Trandaceae, but they all got upset when the Real Taxonomists decided that these 348 species must be called *Trandobryozonitridia*, because DNA had spoken. The trouble started at a meeting of the Parliament of Bioutopia. They had to change the law protecting *L. 12345*, the official state organism, and they refused to rename it *Trandobryozonitridia*.

Those who worship books of granite cannot hinder a free development of (evolutionary) taxonomy. There is a sentence engraved on the stone cover of the Name-users' book: "Nomina si recedat, perit et cognitio rerum", which means: "If you do not know the Names, Knowledge is also dead for you." The Name-users explained to me that humans, the only animal to develop language, cannot worship a dictionary from which 10% of the names are scraped out every year. This made me think: Name-users gain knowledge by learning and using names. But the Real Taxonomists produce brand new knowledge for mankind. Why should these tribes fight against each other? Do we really need this conflict? Do we really need granite names?

I therefore consulted another Oracle, called Logic, and she dictated: "Get rid of the historical! Every species in Bioutopia could be designated by a single epithet, a number, or a barcode, the best food for computers. Surely Name-users — such as curators of collections and databases, authors of books and identification keys, legislators and teachers — should be happy with something like: 'It's an X157322237!' The Real Taxonomists could then concentrate on more important matters than scraping Names off granite, and Phylogenesis would be free to change her mind whenever she liked. The Name would remain the same. Peace would return to Bioutopia."



Towers of power: the so-called Real Taxonomists, armed with knowledge, can change the Names.

NATURE | VOL 413 | 6 SEPTEMBER 2001 | www.nature.com

13

Concetto di specie

Species concept	Definition
Biological species	A group of interbreeding natural populations that do not successfully mate or reproduce with other such groups (and, some would add, which occupy a specific niche)
Cohesion species	The smallest group of cohesive individuals that share intrinsic cohesive mechanisms (e.g. interbreeding ability, niche)
Ecological species	A lineage which occupies an adaptive zone different in some way from that of any other lineage in its range and which evolves separately from all lineages outside its range
Evolutionary species	A single lineage of ancestor-descendant populations which is distinct from other such lineages and which has its own evolutionary tendencies and historical fate
Morphological species	The smallest natural populations permanently separated from each other by a distinct discontinuity in heritable characteristics (e.g. morphology, behaviour, biochemistry)
Phylogenetic species	The smallest group of organisms that is diagnostically distinct from other such clusters and within which there is parental pattern of ancestry and descent
Recognition species	A group of organisms that recognize each other for the purpose of mating and fertilization

Table 1.2 from Gaston & Spicer, 2005 "Biodiversity. An Introduction" Blackwell Publ.

(a - Species concepts)
(Adapted from Bisby, 1995, pp. 21-106 in "Global Biodiversity Assessment" (Ed. V.H. Heywood), Cambridge Univ. Press.

14

Concetto di specie

Species concept	Practical application	Strengths/weaknesses
Biological	Difficult	Popular, irrelevant to asexual organisms, complicated by natural hybridization, polyploidy, etc.
Cohesion	Difficult	Cohesion is difficult to recognize
Ecological	Difficult	Adaptive zones difficult to define, assumes two species cannot occupy same niche for even a short period
Evolutionary	Difficult	Criteria vague and difficult to observe
Morphological	Common	Morphological criteria may not reflect actual links that hold organisms together into a natural unit
Phylogenetic	Increasing	Will give rise to recognition of many more species than more traditional concepts
Recognition	Difficult	Determining if a feature is used to recognize potential mates is difficult or impossible in many populations

Table 1.2 from Gaston & Spicer, 2005 "Biodiversity. An Introduction" Blackwell Publ.

(b - strengths and weakness of the different species concepts).

(Adapted from Bisby, 1995, pp. 21-106 in "Global Biodiversity Assessment" (Ed. V.H. Heywood), Cambridge Univ. Press. 15

Problemi pratici ... e legali

NATURE | Vol 446 | 5 March 2007

"We can all agree on the data, but we can't all agree on how to apply the names." — Jack Dumbacher

amey
tside
land,
vn its
fce is

f evil
light
defi-
s eg-
ories,
vide
nt to
isms
s that
ith at
ber",
State
ding
ough



Rob Ramsey argues that Probi's mice are no different from the common meadow jumping mouse.

see the coming orgy of re- and sub-classification. In today's world, he says "The act is sort of working — [but] not very well!" The act has no clear thresholds below which a group of organisms is not considered a unit for protection purposes. "I think there needs to be a conference at the national level with the best experts in the scientific community that can be

different streams, c
the wide ocean dur
pletely isolated whe
ments for a distinc
substantially repro
population units", a
ponent in the evolu
So in the case o
idiomorphs, which
be the tastiest), tho
are divided up into a
on the basis of their
runs. Some of the sa
in the summer and
than eight populati
together into units

Micromanagement
As Waples describ
combines a biology
with a clear value ju
important. "You re
decide where on th
"There are hundres
not the intention of
Act to micromanag
Surprisingly, the va
value judgement di
in the hig
the Pe
997



li
Fig

Inflazione tassonomica



Opinion

TRENDS in Ecology and Evolution Vol.19 No.9 September 2004

Full text provided by www.sciencedirect.com

Taxonomic inflation: its influence on macroecology and conservation

Nick J.B. Isaac¹, James Mallet² and Georgina M. Mace¹

¹Institute of Zoology, Zoological Society of London, Regent's Park, London, UK, NW1 4RY

²Galton Laboratory, University College London, 4 Stephenson Way, London, UK, NW1 2HE

Research Note

Taxonomic Exaggeration and Its Effects on Orchid Conservation

YOHAN PILLON[†] AND MARK W. CHASE[‡]

^{*}Laboratoire de Botanique, Institut de Recherche pour le Développement, BP A5, 98848 Nouméa Cedex, New Caledonia,

email pillon@noumea.ird.nc

[†]Laboratoire de Biologie et de Physiologie Végétales Appliquées, Université de la Nouvelle-Calédonie, BP 4477, 98847 Nouméa

Cedex, New Caledonia

[‡]Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3DS, United Kingdom

Conservation Biology Volume 21, No. 1, 263–265

© 2007 Society for Conservation Biology

DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00573.x

17

Conclusioni: Fare QA con dati tassonomici?

- **1. Mancato riconoscimento di specie**
 - Standardizzare procedure di raccolta dati con metodi tesi a ridurre il rischio.
- **2. Erronea attribuzione tassonomica**
 - L'identificazione tassonomica non è secondaria rispetto ad altri punti del progetto!
 - Utilizzare persone con qualifica adeguata e continuamente aggiornata.
 - Mantenere collezioni di riferimento e di controllo.
- **3. Sistemi tassonomici di riferimento**
 - Fornire indicazioni adeguate a comprendere il sistema tassonomico di riferimento.
 - Usare sistemi tassonomici "stabili".

18

NEWS FEATURE

NATURE | Vol 450 | 8 November 2007



WHAT TO LET GO

Not all species can be saved from extinction. **Emma Marris** talks to conservation biologists about prioritization and triage.

DATA STORAGE: QA/QC ISSUES IN DATABASES AND DATA MANAGEMENT

T. Durrant Houston

*European Commission DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability,
Land Management and Natural Hazards Unit, Ispra (VA)*

Environmental systems are complex, and this is reflected in the effort and cost required to collect good quality data in order to classify and describe them. The resulting information is frequently complex, costly and irreplaceable. Therefore, good data management practices should be put in place from the very beginning if the value of the information is to be properly exploited.

There are a number of particular difficulties associated with environmental monitoring. These can be broadly split into issues to do with the inherent complexity of the situation (e.g. questions of definition, sampling and actual measurement); problems related to the long time scale of most monitoring programmes (e.g. changes in methodology, equipment or personnel over time; changes in computer systems and software obsolescence); and situations that arise when attempting to maximise cost-effectiveness (e.g. when trying to assimilate data from several different sources). Missing information adds to the difficulties and must be carefully dealt with if the results are to remain representative.

Database design and structure can have a significant influence on how easy it is to load, store, validate, access and analyse the data. A good system can aid considerably in quality assurance, and good metadata will help in the interpretation of the results. However, there are limits in the ability of any computer system to detect erroneous or poor quality data, and the best approach is to minimise errors at the collection phase of the project as far as possible.

Joint Research Centre (JRC)

Tracy Durrant Houston



IES - Institute for Environment and Sustainability

Ispra - Italy

<http://ies.jrc.ec.europa.eu/>

<http://www.jrc.ec.europa.eu/>

6	15.6	2.5	2.82	19.5	4.48	38	1.13	1.28
6.5	6.68	0.98	0.89	9.6	4.95	7.6	0.77	2.67
6.2	0.47	0.58	1.49	21	0.16	13.5	0.12	1.18
6.2	0.24	0.33	0.7	7.3	0.13	10.7	2.49	0.65
6.2	0.18	0.23	0.48	4.5	0.25	8	1.86	0.52
6.2	0.18	0.32	0.41	3.7	0.7	7.5	0.45	0.59
6.2	0.07	0.12	0.19	6.3	0.5	4.1	1.2	0.46
5.3	4.47	2.49	3.72	30.5	1.57	64.2	14.2	3.46
5.2	5.26	1.86	2.39	16.8	2.26	4.5	0.66	4.88
4.7	0.2	0.45	0.31	3.7	0.89	4.6	0.6	0.97
5.7	0.75	1.2	0.76	10	0.99	14.1	0.63	2.51
5.4	0.4	0.52	0.74	7.0	0.27	3.3	0.08	1.24
5.8	0.43	0.71	1.11	14	0.59	12.7	0.19	1.35
6	0.12	0.44	0.24	4.1	0.59	3.8	0.25	0.99

Data storage:
QA/QC issues in databases and data management

Definitions of a database

“A structured collection of records or data that is stored in a computer system”

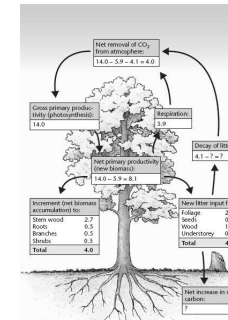
“A collection of information organized in such a way that a computer program can quickly select desired pieces of data”

“Electronic filing system”

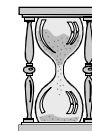
Attributes of environmental data

Complex

Costly

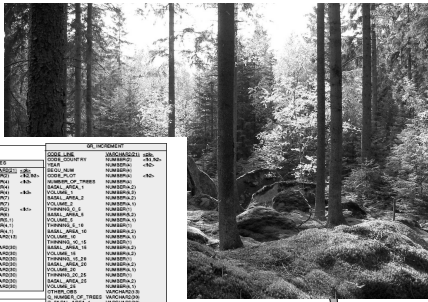
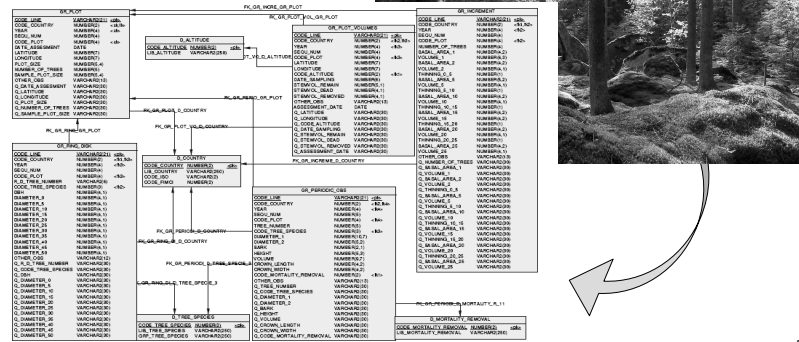


Time-dependent (may be impossible to re-measure)



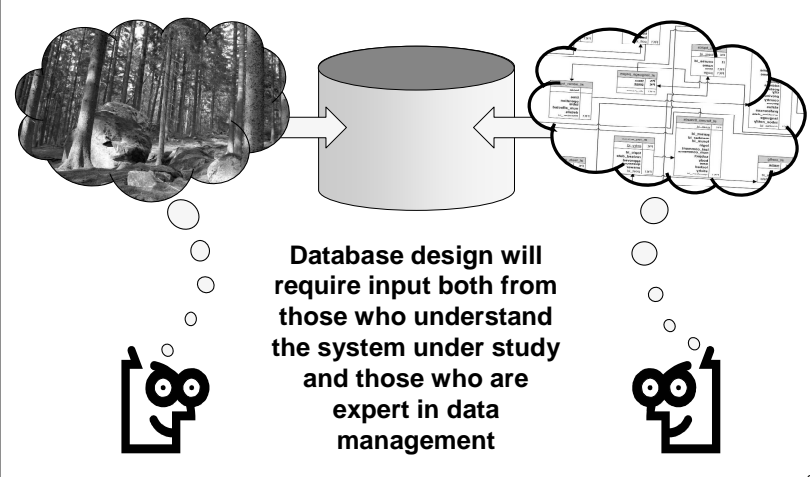
JRC Environmental databases **ies**
EUROPEAN COMMISSION Institute for Environment and Sustainability

A lot of information will be lost in any attempt to represent real life in a database. The only question is which?

5

JRC Environmental databases **ies**
EUROPEAN COMMISSION Institute for Environment and Sustainability



Database design will require input both from those who understand the system under study and those who are expert in data management

6

JRC Danger signs in the field sheet **ies**
EUROPEAN COMMISSION Institute for Environment and Sustainability

Text in a numeric field – cannot be used in calculations without encoding

-1: real result or missing value?

Extra variable – is this important? (If yes, it should have been foreseen)

Extra information will be lost if not allowed for in the database design

Missing variable – important or irrelevant?

Problems such as these can make the data impossible to manage and analyse if they are not addressed at an early stage and designed into the data management system

ID	var1	var2	var3	var4	var5
1A	42			-1	7.8
1B	43	3		5.4	5.1
2A	34	3		5.7	3.8
2B	35	2		5.4	4.2
3A	32	4		9.9 (above limit for instrument)	4.7
3B	34	2-3		7.3	2.2
4A/B	32	3		6.9	4.8
5A	45	3-4		3.1	5.5
5B	43	2		4.0	

7

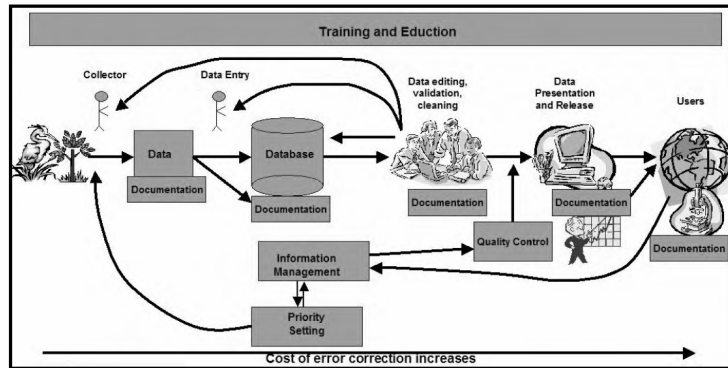
JRC Why QA? **ies**
EUROPEAN COMMISSION Institute for Environment and Sustainability

Poor quality data means:

- Less precision (increased costs)
- Bias (wrong conclusions)

The cost of QA increases as you move along the chain from data collection - storage

8



Information Management Chain showing that the cost of error correction increases as one moves along the chain. Education, Training and Documentation are integral to all steps (from Chapman 2005a).

Quality data is “fit for purpose”

Data that are considered of high quality for one study may therefore not be of high quality for a different one (if for example the precision should be higher or a different protocol should be used)

The aims and required quality of data should be stated at the start of the study, to maximise the chance of the data achieving that quality

A good quality database should:

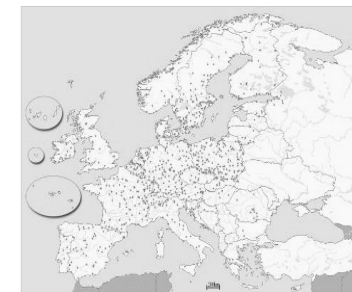
- Store the data efficiently
- Allow easy analysis of the variables of interest
- Enable errors and anomalies to be detected
- Store related information to help with interpretation
- Allow audit trail of changes

Level II project:

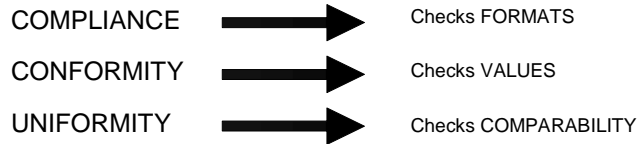
Long term monitoring of forest ecosystems (>10 years)

Up to 12 surveys in ~680 plots over Europe

Over half a million data records received each year



There are three levels of QA for the Forest Focus Database:



COMPLIANCE: checks for

- Errors in the data submission procedure itself (missing mandatory form, not enough forms to complete the survey).
- Impossible values within the files themselves, such as invalid dates, invalid characters and codes outside the given lists.
- Integrity checks within the survey to check that plots within the data file are also mentioned within the reduced plot file.

Warning messages are generated for unusual (but not impossible) situations

CONFORMITY: checks for plausible values

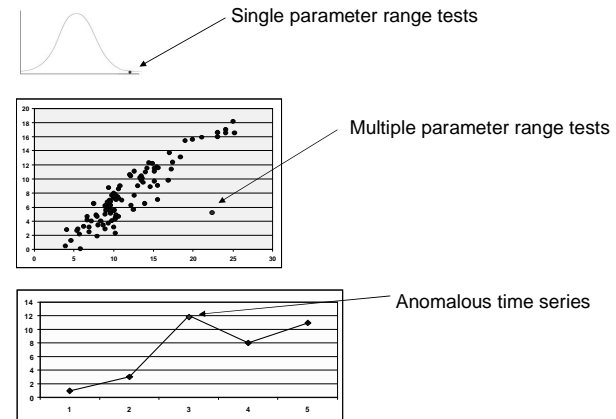
Plot based checks.

Impossible values are identified first.

Plausibility of observation is evaluated.

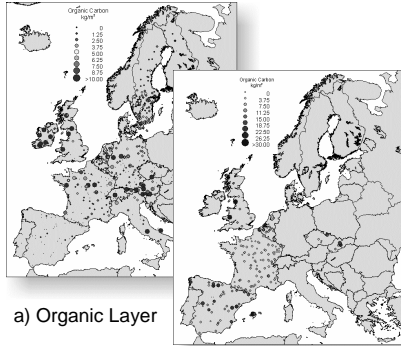
Semi-automatic process.

Data can be manually marked as “extreme event”.



Continuity of invariable values, e.g. co-ordinates, tree species

Uniformity: checks for consistency between plots



a) Organic Layer

b) Mineral Layer

Soil Organic Carbon (kg/m²)

Interpretation of temporal and spatial development of parameters.

Automatic procedure for generating tables, graphs and maps.

Manual interpretation by experts of results.

No modification of data.

Surveys with errors are re-submitted in total.

Old surveys remain in the system but are flagged as obsolete.

All submissions are done only by the originator of the data.

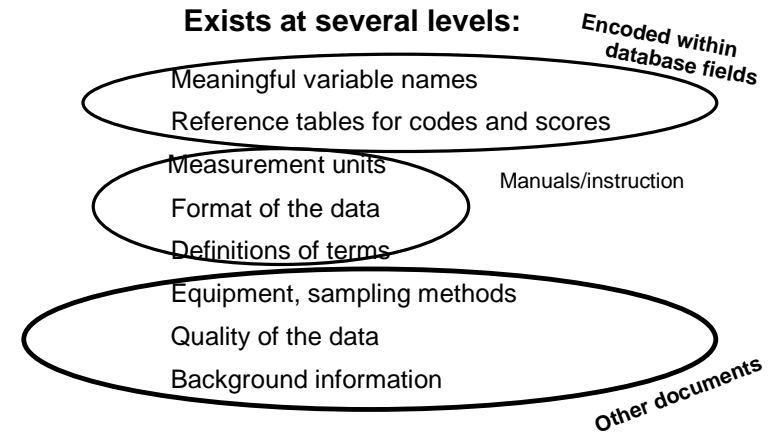
Data originator has complete history of own actions.

Metadata is "data about data".

Who What
How ? Where
Why When



Exists at several levels:



JRC EUROPEAN COMMISSION **ies** Institute for Environment and Sustainability

Definition of terms

Definition of terms is important to ensure that everybody understands the same thing when they define or measure it

21

JRC EUROPEAN COMMISSION **ies** Institute for Environment and Sustainability

Changing equipment and techniques

Metadata may show that an apparent trend is really caused by a change or calibration of equipment

22

JRC EUROPEAN COMMISSION **ies** Institute for Environment and Sustainability

Changes in methodology

Metadata may give extra insight into sudden changes in trends

Change in methodology after 1992 – from using an absolute reference tree to a local one

(Example from Level I Crown Condition data)

23

JRC EUROPEAN COMMISSION **ies** Institute for Environment and Sustainability

Metadata

Without good quality metadata, the data may be impossible to interpret

...BUT...

Even good metadata will not make poor quality data any easier to analyse!

24

A well designed database and data validation routines can help you to:

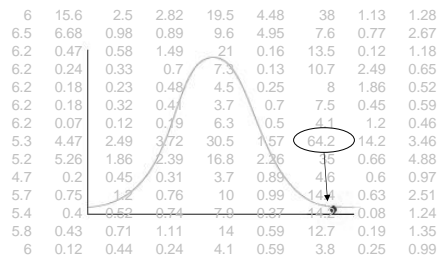
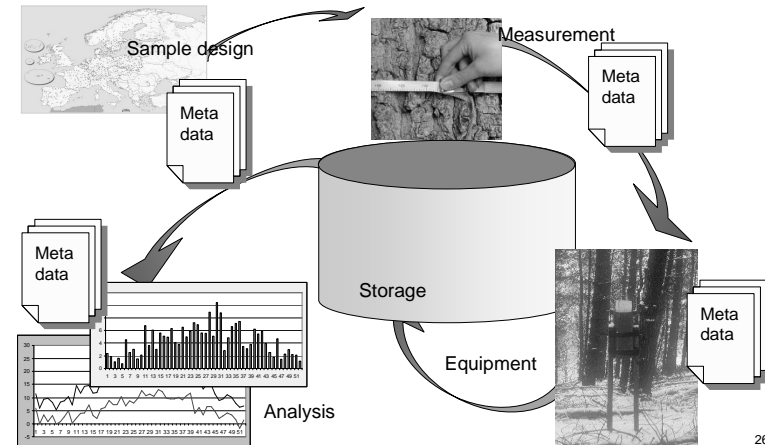
- Eliminate impossible values
- Identify implausible values

...BUT...

It cannot:

- Identify incorrect (but plausible) values

For good quality data there must be QA at every stage of the process



Thank you for your attention!

SESSIONE 3

SORGENTI DI ERRORE ED ERRORI NON CAMPIONARI NEL BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE

Chair: Alessandro Chiarucci, Università di Siena

**DATA QUALITY ASSESSMENT IN LICHEN BIOMONITORING:
THE ITALIAN EXPERIENCE**

P. Giordani¹, G. Brunialti²

¹*Polo Botanico Hanbury, DIP.TE.RIS., Università di Genova*

²*TerraData Environmetrics, Università di Siena*

A relevant effort has been done in the last years in Italy to improve the overall quality and repeatability of the lichen biomonitoring method, in order to provide robust and defensible data. In fact, biological investigations are subjected to a variety of error sources that need to be properly detected and managed. Error sources include several phases of the work, from the design of the investigation to data collection.

To reduce the subjectivity of the protocol, increasing relevance has been given to Quality Assurance procedures, aiming to minimize both sampling and non-sampling errors.

These latter were considered for the definition of better sampling intensity. Pilot studies showed a relevant variability of standard error throughout the environmental complexity even more than the spatial scale, providing basic data to detect an acceptable trade-off between resources and sampling effort in different scenarios.

DQL for the main parameters affected by non-sampling errors were fixed in the Italian guidelines. Consequently, about 10 ring tests have been organized in the last 6 years, involving 90 operators belonging to universities and regional agencies for environmental protection, ranging from crew to expert level of lichenological experience.

In a normative perspective, the Italian experience is going to provide an important contribution for the preparation of CEN European iter for lichen biomonitoring, that will include the both sources of errors in an *ad hoc* document.

Valutazione della qualità dei dati nel biomonitoraggio mediante licheni: l'esperienza italiana

Paolo Giordani (1)
 Giorgio Brunialti (2)

(1) Dip.Te.Ris., Università di Genova
 (2) TerraData Environmetrics, Università di Siena



Standardizzazione del metodo IBL

Obiettivi:

- Ridurre la soggettività in tutte le fasi
- Controllare errori campionari
- Controllare errori non campionari

Manuale IBL – Indice di Biodiversità Lichenica
 (ANPA, 2001)

- Procedure di Assicurazione di Qualità



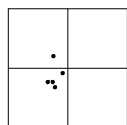
2



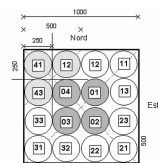
Errori campionari

Approccio campionario: Disegno di campionamento gerarchico (*nested*): ciascun livello è aggregato entro il livello superiore (rilievo, albero, UCS, UCP).

Selezione degli alberi:
 riduzione dell'effetto cluster e migliore rappresentatività dell'Unità Campionaria Principale (UCP)



ANPA, 1999



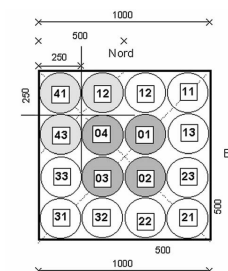
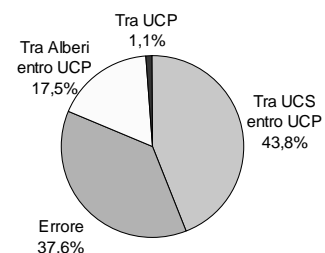
ANPA, 2001

3



Errori campionari

IBL Analisi gerarchica della varianza
 Fonte: Terradata 2007



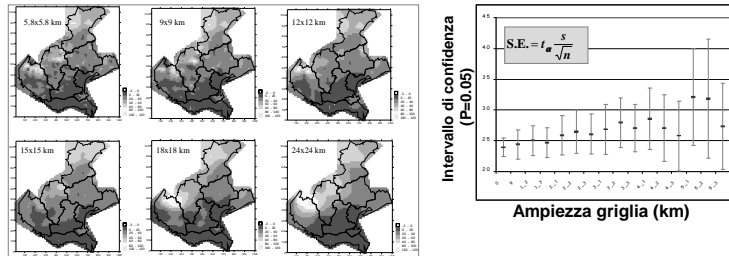
4



Errori campionari

Densità di campionamento (Ferretti et al., 2004): studi pilota
(Veneto 1989: Nimis et al., 1991; Liguria 2000: Giordani et al., 2002).

Scopo: individuare la migliore densità per le UCP



5

Errori campionari

Il reticolo di rilevamento:

Soggettività nel posizionamento
"sulla porzione di tronco con la massima copertura di licheni"



Linee guida
ANPA, 1999

Oggettività nel posizionamento
"4 subunità in corrispondenza dei 4 punti cardinali (N, E, S, W)"



Linee guida
ANPA, 2001

6

Errori non campionari

Metodo in cui è richiesto un elevato livello di esperienza nel riconoscimento di specie su campo

Operatore influisce notevolmente sulla qualità dei dati di biodiversità

Necessità di sviluppare procedure di QA

7

Procedure di QA

I principali manuali operativi a livello europeo le contemplano?

- Asta et al., 2002 [European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress]
- VDI guidelines, 2005 [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]
- ANPA, 2001 [I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica]

8

Asta et al., 2002

European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress

- Principles of the Procedure
- Sampling design
- Sampling Procedure
- Data Analysis
- Data Interpretation
- Data pool

Procedure QA non contemplate!



9

VDI guidelines, 2005

Quality assurance Qualification of surveying personnel

- Knowledge of lichen species; if necessary, proof of this expertise
- Refresher courses in lichenology in regular intervals: participation in field trips, continued education, participation in round robin tests
- Knowledge of tree species



10

Manuale ANPA 2/2001

Procedure di assicurazione di qualità

- Definizione dei compiti della squadra di rilevamento
- Definizione dei limiti di qualità dei dati (DQLs) ed obiettivi di qualità di misurazione (MQOs)
- Training, intercalibrazione, certificazione
- Riconoscimento di specie licheniche
- Controlli di campagna



11

Manuale ANPA 2/2001

Procedure di assicurazione di qualità

- Dati da rilevare ed obiettivi di qualità per l'individuazione e l'installazione delle UCP e UCS
- Dati da rilevare ed obiettivi di qualità per il rilevamento di BL

Operazione/misurazione	Unità	DQLs
(i) identificare in campo esatta UCP	da definire	99%
(ii) installare	da definire	99%
(iii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(iv) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(v) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(vi) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(vii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(viii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(ix) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(x) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xi) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xiii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xiv) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xv) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xvi) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xvii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xviii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xix) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xx) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxi) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxiii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxiv) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxv) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxvi) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxvii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxviii) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxix) installare UCP sul territorio	da definire	99%
(xxx) installare UCP sul territorio	da definire	99%

Operazione/misurazione	Unità	DQLs
(viii) posizionare il reticolo di rilevamento	1 cm	90% +/- 10 cm
(viii) altezza della base dal suolo	1 cm	90% +/- 10 cm
(viii) esposizione	8 classi	95% +/- 1 classe
(ix) identificare i licheni sino al livello della specie	codice	95%
(ix) conteggiare le specie rilevate	unità	75%
(ix) effettuare i calcoli di BL	unità	95%
(ix) effettuare i calcoli di BL	unità	95%



12

Formazione degli operatori

- Formazione
- Training e armonizzazione
- Calibrazione

- Controllo di qualità
- Valutazione di qualità

13

Corsi di formazione Circuiti di intercalibrazione

- Numerosi corsi di formazione organizzati da:
 - SLI
 - ARPAL / Università di Genova
 - APAT / ARPAT / Università di Siena
 - ARPA Piemonte

- Negli ultimi anni sono stati sviluppati alcuni test di intercalibrazione che hanno coinvolto il personale

14

Controllo di qualità

'riguarda la formazione, la calibrazione e il controllo del personale coinvolto nel rilevamento'

- Fase di rilevamento a terra
- Fase di determinazione

Attività svolte

- Fase di elaborazione dati
- Fase di interpretazione dei dati

Attività da svolgere

15

Valutazione di qualità

'riguarda l'elaborazione statistica dei dati ottenuti dai controlli di qualità'

Fase preliminare al rilievo della biodiversità

Operazione	LQD
Individuazione UCS	90%
Distanza alberi dal centro dell'UCS	90%
Circonferenza albero	90%
Identificazione della specie arborea	95%

Fase di rilievo IBL

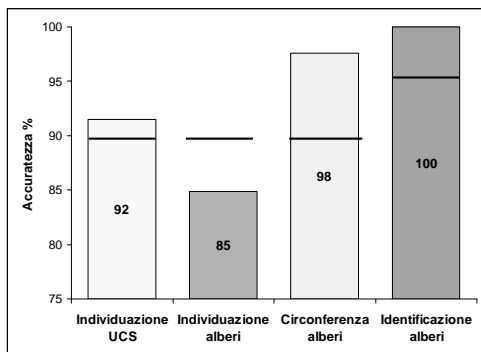
Operazione	LQD
Rilevamento della diversità lichenica (IBL)	75%
Conteggio del Numero di Specie	75%
Determinazione delle specie in campo	65%

16

Fase preliminare al rilievo IBL

Individuazione e installazione di UCP e UCS

Dati: circuiti di intercalibrazione (Siena, 2004; Montecatini 2005), 36 operatori.
Fonte: ARPAT, Università di Siena.



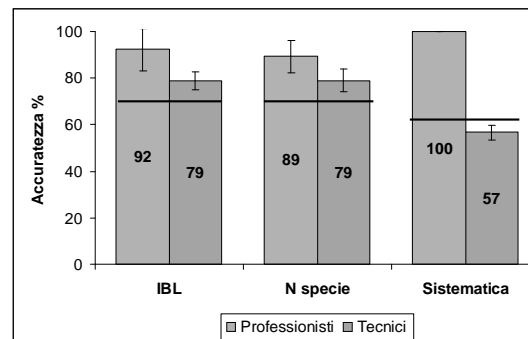
DQL

17

Fase di rilievo IBL

Professionisti e Tecnici a confronto

Dati: circuiti di intercalibrazione (Elba, 1999; Liguria, 2000; Piemonte, 2001; Siena, 2004; Montecatini 1999, 2005). Controllo nell'ambito di Progetti (2006, 2007). 89 operatori
Fonte: ARPAT, ARPAL, ARPAP, Università di Siena, Università di Genova, TerraData, Atalea.



DQL

18

Altri parametri...

- Appartenenza all'UCP dichiarata
- Appartenenza all'UCS dichiarata
- Appartenenza del forofita al genere dichiarato (*Tilia*)
- Coord UTM32 Est (m)
- Coord UTM32 Nord (m)
- Circonferenza del fusto del forofita superiore 60 cm
- Inclinazione del tronco del forofita < 10°
- Assenza di fenomeni evidenti di disturbo sul tronco del forofita
- Posizionamento del reticolo sul tronco (altezza dal suolo > 1 m)
- Esposizione dei 4 rilievi per ogni tronco
- Foto

19

Questioni aperte

- Definire meglio i parametri da controllare
- Individuare controllori
- Controllo dei controllori
- Materiale di riferimento

20

Una norma europea



**Title : CEN/TC 264/WG 31 Preliminary work item
00264107 – Bio-monitoring of Air Quality–
Determination of a Biological Index of
Epiphytic Lichens. Main issues to discuss**

Action : Comment

SOURCE : Dr. Ph Paolo Giordani (Italian Lichenological -
Society / UNI)

NOTE : This document and the forthcoming comments will be
the basis to draft the standard WI 264107 (Lichens). This
document also features a clause about air quality policies
written by Dr. Linda Davis (BSI)



SORGENTI DI ERRORE ED ERRORI NON CAMPIONARI NEL BIOMONITORAGGIO DELL'OZONO

A. Francini, G. Lorenzini, C. Nali

Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose "G. Scaramuzzi", Università di Pisa

Da decenni l'ozono (O₃) è l'inquinante dell'aria più rilevante per il suo impatto biologico. In aggiunta ad effetti nocivi per l'uomo e gli animali e alle interazioni negative sui manufatti, ad esso sono attribuiti danni alla vegetazione, che consistono in riduzioni delle prestazioni quali-quantitative legate – per lo più – ad effetti subliminali a carico delle membrane e dell'apparato fotosintetico. Nonostante i meccanismi di formazione dell'O₃ indichino nelle aree urbane i siti preferenziali, rilevanti livelli di questo inquinante sono rinvenibili anche in aree extraurbane rurali e remote. La metodologia di biomonitoraggio di questo inquinante è ormai ben standardizzata ed è stata sperimentata con successo in numerose campagne su scala locale e regionale condotte da ricercatori di tutto il mondo. Molte di quelle effettuate in parallelo ad analizzatori di tipo chimico-fisico hanno individuato una correlazione positiva tra i livelli ambientali di O₃ ed intensità dei danni fogliari osservati sui bioindicatori. In alcuni casi, però, è stata osservata una risposta di tipo puramente qualitativo. L'incongruenza risiede nel fatto che la risposta all'O₃ non è semplicemente funzione della concentrazione dell'inquinante: fattori riguardanti la pianta, l'ambiente, ma anche gli stessi operatori, possono talvolta giocare un ruolo determinante nelle relazioni dose/risposta. Tra i diversi motivi per cui oggi interessa discutere di qualità dei dati vi è quello di diffondere concetti e procedure operative di livello elevato, ricorrendo a tecniche sempre più complesse con un alto livello di standardizzazione e competenze. Il biomonitoraggio dell'O₃ si basa principalmente su osservazioni di tipici e specifici sintomi su piante esposte all'aria ambiente. La stima della percentuale delle necrosi rispetto alle aree sane è effettuata sulla base di modelli iconografici. L'errore non campionario è determinato dallo scostamento tra la reale superficie necrotica e ciò che invece è valutato dall'operatore. La lettura e la quantificazione delle lesioni presentano un discreto rischio di soggettività, che si ripercuote nell'interpretazione dei risultati, determinando una certa limitazione alla ripetibilità e riproducibilità dei dati. Attraverso alcuni esempi di selezione e addestramento del personale addetto allo svolgimento di campagne di biomonitoraggio, viene valutata la precisione (in termini di ripetibilità e riproducibilità) e l'accuratezza del metodo di stima sintetica delle lesioni necrotiche provocate dall'O₃ sulle foglie del bioindicatore *Nicotiana tabacum* cv. Bel-W3.

Sorgenti di errore ed errori non campionari nel biomonitoraggio dell'ozono



A. Francini, G. Lorenzini, C. Nali

Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose
"Giovanni Scaramuzzi", Università di Pisa, Via del Borghetto 80, Pisa

E-mail: afrancini@agr.unipi.it

Siena, 7 Marzo 2008

Da un punto di vista operativo si parla di biomonitoraggio:



La standardizzazione delle metodologie...

Un primo tentativo è stato condotto con successo dall'agenzia ambientale italiana (ANPA, Roma) per descrivere le procedure *standard* fondamentali dei bioindicatori di O₃ (dalla distribuzione del seme alla crescita della pianta, all'addestramento del personale ed all'analisi dei dati)

www.apat.gov.it



Norme VDI (Verein Deutscher Ingenieure)

International Co-operative Programme on effects of air pollution and other stresses on vegetation (ICP - VEGETATION)

www.icpvegetation.ceh.ac.uk

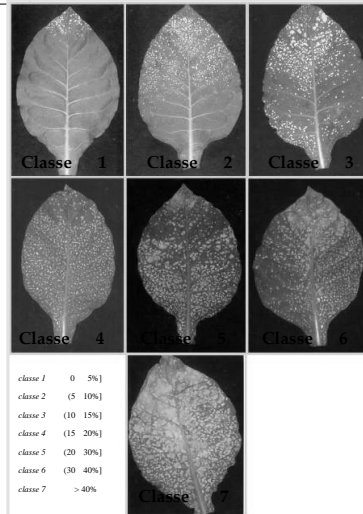
NEL BIOMONITORAGGIO ATTIVO DELL'OZONO...



UN'ESPERIENZA CONCRETA...

- 50 operatori volontari
- Età variabile tra 20-50 anni
- 24 maschi e 26 femmine
- Titolo studio minimo di terza media ma con una maggioranza di laureati (30 su 50)

Ripetibilità
Riproducibilità
Accuratezza



✓Lorenzini et al., 2000. Env. Monit. Assessment, 62: 175-191.

1° EXP 50 OPERATORI con 10 foto ciascuno

Foglia #	CLASSE	DEVIAZIONE DAL VALORE REALE						
		1-7	-3	-2	-1	0	+1	+2
2	4				20	21	5	4
3	2				26	24		
4	7				2	48		
7	3				24	24	2	
8	2				3	46	1	
14	1					50		
15	6	1	19	25	4	1		
16	3			4	42	2	2	
17	5		4	14	21	10	1	
18	5		10	37	1	2		
TOTALE		1	33	155	281	23		

A tutti gli operatori sono state sottoposte 10 fotografie (uguali per ogni operatore). Questa prima fase aveva lo scopo di valutare, in linea generale, la difficoltà del test e di trarre una indicazione preliminare sull'attendibilità e la precisione degli operatori.

2 Coefficiente di auto-apprendimento = $\frac{\text{numero di risposte corrette finali} - \text{numero di risposte corrette iniziali}}{\text{numero totale foglie esaminate} - \text{numero di risposte corrette iniziali}}$

FOGLIA #	CLASSE	DEVIAZIONE DAL VALORE REALE				DEVIAZIONE DAL VALORE REALE						
		-2	-1	0	+1	+2	-3	-2	-1	0	+1	+2
1	6		7	4			6	9		4		
2	4		8	10	3		4	16		1		
3	2		5	16			8	13				
4	7			20				20				
5	5	10	10	4		4	18	2				
6	3		18	16			12	21		1		
7	3		10	8	1		5	13		1		
8	2			22	3			19		6		
9	1			9				9				
10	5		5	9	11		2	14		10		
11	1			23	3			24		2		
12	1			19	3			17		5		
13	5		7	23	2	1	2	26		4		
14	1			18	1			18		1		
15	6		6	6	1		2	7	3	1		
16	3		1	18	2			17		4		
17	5	1	9	9	4			7	11	5		
18	5	2	14	3			1	16	2			
19	1			12	8	3		6	14	3		
20	2		9	16			8	17				
21	2		15	13			8	19		1		
TOTALE		13	124	278	50	7	103	296	60	3		

Accuratezza 59 vs 63%

Ripetibilità 66±15%

6° EXP 12 OPERATORI con 10 foto ciascuna

Foglia #	CLASSE	PRIMA LETTURA				SECONDA LETTURA			
		DEVIAZIONE DAL VALORE REALE				DEVIAZIONE DAL VALORE REALE			
	1-7	-2	-1	0	+1	-2	-1	0	+1
1	6	1	4	6	1	1	4	5	2
2	4		6	6			5	7	
6	3		1	8	3		7	5	
7	3		4	7	1		5	5	2
8	2			10	2			10	2
10	5		4	6	2		4	7	1
13	5		2	5	5		1	7	4
14	1			12				12	
16	3		1	9	2			8	4
18	5	2	8	2		2	10		
TOTALE		3	30	71	16	3	36	66	15

Accuratezza 59,2 vs 50%
Ripetibilità 58,3±12,6%

RIASSUMENDO...

Riproducibilità

Valutata con il coefficiente di concordanza

$$k = \frac{p_o - p_c}{1 - p_c}$$

proporzione di volte in cui i valutatori si trovano d'accordo

proporzione di volte con cui questo accordo è "atteso"

$k = 1$ massimo accordo

La significatività di k è valutata con

$$z = \frac{k}{\sqrt{\text{var}(k)}}$$

Esperimento	k	z
1	0,52	83,7*
4	0,68	40,4*
5	0,53	56,2*
6	0,38	15,6*
7	0,26	5,1*

* = $P \leq 0,05$

Facile classificazione delle foglie appartenenti alle classi estreme

Le foglie della prima e seconda classe presentano sintomi distribuiti sulla parte apicale, per cui l'operatore colpito da questa asimmetria orizzontale e ritrovando lo stesso andamento sulle foglie standard non ha problemi di riconoscimento.

Le foglie collocabili nelle classi alte sono facilmente riconoscibili perché la superficie necrotica investe la maggior parte della foglia e le lesioni formano grosse "macchie".

Difficile valutazione delle classi centrali

La maggior difficoltà di determinazione dovuta alla mancanza di un andamento particolare della manifestazione sintomatologica e alla possibilità di avere foglie appartenenti alla stessa classe aventi una diversa distribuzione spaziale delle necrosi.

Per minimizzare gli errori della stima visiva tramite confronto con materiale standard è necessario che quest'ultimo sia più dettagliato e comprenda le diverse situazioni che si possono verificare nell'ambito di una stessa classe

VDI 3957/parte6

Valore di k come misura della riproducibilità del dato fornito dai ragazzi a confronto con quello fornito dagli operatori esperti



Type of school	School	k	Strenght of agreement
Primary	Noolt	0.31	Fair
	Montenero	0.26	Fair
	Montescudaio 2	0.22	Fair
	Razzauti 3A	0.20	Slight
	Razzauti 4A	0.20	Slight
Junior secondary	Gamerra	0.02	Slight
	Mazzini 2 L	0.44	Moderate
	Pazzini 1 I	0.18	Slight
	Pazzini 1 L	0.26	Fair
Grammar	Da Vinci	0.37	Fair
	Pacinotti	0.23	Fair
	Montale	0.16	Slight



Un'esperienza recente...

Un gruppo di 4 operatori è stato formato, a seguito di una dettagliata introduzione sulla problematica dell'ozono, mediante una serie di esperimenti condotti con 75 fotografie di foglie mature di tabacco Bel-W3, mostranti un tipico quadro sintomatico da ozono



Foglia #	Classe 1-7	Deviazione dal valore reale					Deviazione dal valore reale							
		-3	-2	-1	0	+1	+2	-3	-2	-1	0	+1	+2	
3	1				1								1	
5	7													1
6	6													1
10	4					1								
25	2				1									
39	3				1									
56	1				1									
61	7												1	
69	5											1		
73	4												1	
Totale					4	2							4	

ACCURATEZZA 60%

Tendenza alla sovrastima

Foglia #	Classe 1-7	Deviazione dal valore reale					Deviazione dal valore reale							
		-3	-2	-1	0	+1	+2	-3	-2	-1	0	+1	+2	
3	1				1								1	
5	7													1
6	6													1
10	4					1								
25	2				1									
39	3				1									
56	1				1									
61	7												1	
69	5											1		
73	4				1								1	
Totale					4	2							4	

ACCURATEZZA 60%

Il terzo operatore

Foglia #	Classe 1-7	Prima lettura Deviazione dal valore reale					Seconda lettura Deviazione dal valore reale				
		-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
2	1			1				1			
3	1			1				1			
10	4			1				1			
17	4				1				1		
22	2				1				1		
26	7					1				1	
27	6					1				1	
29	2				1				1		
42	1					1				1	
44	5			1						1	
46	7			1						1	
49	3					1				1	
55	1					1				1	
50	7					1				1	
Totale		0	0	10	5	3	0	0	10	1	1

ACCURATEZZA 60%

ACCURATEZZA 80%

Aumenta l'accuratezza
Mostra un buon coefficiente di auto apprendimento

Quarto esperimento

Foglia #	Classe 1-7	Prima lettura					Seconda lettura				
		Deviazione dal valore reale					Deviazione dal valore reale				
		-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
11	3			4					4		
14	2			3	1				4		
15	7		1	3			1	1	2		
20	2			4					4		
23	3			3	1				3	1	
33	5			2	2				3	1	
36	4			1	2	1			3	1	
37	2			3	1				3	1	
39	3			2	2				3	1	
60	3			4					4		
Totale		1	29	9	1	1	1	1	33	5	

La ripetibilità dell'esperimento risulta del 100%
L'accuratezza della lettura del 73% e 82% dimostra valutazioni precise

Tutti gli operatori con i successivi esperimenti e con le letture distribuite nelle 24 h sono riusciti a ridurre considerevolmente gli errori di valutazione (sotto- o sovrastima)

Valori di k come misura della riproducibilità

Esperimento	k	z
1	0,20	1,1
4	0,68	40,3*

statistica z , per la significatività dei valori ottenuti per k

Gli stessi operatori, che in prima analisi commettevano errate valutazioni, successivamente erano in grado di auto-correggersi

* = $P \leq 0,05$

NEL BIOMONITORAGGIO ATTIVO DELL'OZONO...



Errore non campionario

Misura



E' fondamentale l'istruzione degli operatori che devono essere maggiormente informati sulle diverse possibilità di andamento dei sintomi e "addestrati" opportunamente a questo tipo di valutazione!!!



L'esperienza è il tipo di insegnante più difficile...
prima ti fa l'esame e poi ti spiega la lezione!

Anonimo

Grazie per l'attenzione

IL MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO: ANALISI DELLE SORGENTI DI ERRORE E IPOTESI DI UN PERCORSO PER L'ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ DEI DATI

E. Gottardini¹, V. De Gironimo²

¹*Fondazione Edmund Mach – IASMA, San Michele a/A (TN)*

²*Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici APAT, Roma*

Esistono in Italia numerosi centri di monitoraggio aerobiologico, afferenti a RIMA (Rete Italiana di Monitoraggio Aerobiologico di APAT) e/o AIA (Associazione Italiana di Aerobiologia) e/o altre organizzazioni, che hanno lo scopo comune di analizzare i pollini e le spore fungine presenti in aria. L'utilizzo prevalente dei dati che si ottengono è come supporto alla diagnosi, profilassi e terapia delle allergopatie respiratorie.

Il campionamento e l'analisi dei campioni aerobiologici vengono per lo più svolte riferendosi ad una metodica ufficiale pubblicata dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (norma UNI 11108:2004). L'applicazione rigorosa di tale norma da parte di alcuni centri al fine di ottenere l'accreditamento ha messo in evidenza delle criticità, in particolare relativamente alla porzione di campione da osservare ed all'errore associato.

Questo lavoro vuole offrire un contributo al fine di stimare errori campionari e non-campionari, anche in previsione di una possibile revisione della norma stessa.

Errori campionari

12 vetrini di campionamento aerobiologico di San Michele a/A sono stati selezionati ad hoc e osservati interamente mediante strisciate continue al microscopio ottico; è stata considerata tutta l'ampiezza della superficie di deposito delle particelle (dimensioni del nastro melinex = 20x48 mm) e i valori di lettura (= numero di granuli pollinici per taxon identificato) mantenuti separati per strisciata.

I dati ottenuti vengono elaborati per soddisfare i seguenti obiettivi:

- quantificare l'effetto deriva, cioè quanti pollini cadono al di fuori della superficie standard di lettura (14x48 mm) e quindi verificare se è corretto riferirsi alla superficie standard di lettura
- calcolare l'errore associato alla porzione di vetrino letta
- calcolare l'effetto della densità campionaria (numero di taxa e di pollini per vetrino)

Errori non-campionari

Gli stessi 12 vetrini sono stati letti -con la modalità operativa solitamente seguita dal centro di San Michele a/A- dai tre operatori che lavorano presso il centro stesso.

Questa prova ha lo scopo di verificare la variabilità di lettura tra operatori diversi; i parametri considerati per il confronto sono il numero totale di pollini letti e il numero di taxa identificati.

I risultati forniscono inoltre lo spunto per valutare l'opportunità di pianificare in maniera coordinata un percorso per la gestione della qualità in aerobiologia che preveda, tra l'altro, la realizzazione di circuiti di calibrazione inter- e intra-laboratorio.

Il monitoraggio aerobiologico

analisi delle sorgenti di errore e ipotesi di un percorso per l'assicurazione della qualità dei dati



Elena Gottardini

Fondazione Edmund Mach – Istituto Agrario di S. Michele a/A, Trento



Vincenzo De Gironimo

APAT - Agenzia pre la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

1

Il monitoraggio aerobiologico

L'**aerobiologia** studia le particelle biologiche presenti in atmosfera, le fonti che le producono, le modalità con cui vengono trasportate dall'aria, i loro effetti

Tipo	Diametro (μm)
Virus	0.015 - 0.45
Batteri	0.3 - 10.0
Alghe	0.5 - cm
Spore fungine	1.0 - 100
Frammenti di licheni	1.0 - cm
Protozoi	2.0 - cm
Spore di muschi	6.0 - 30.0
Spore di felci	20.0 - 60.0
Pollini	10.0 - 100.0
Frammenti vegetali e animali, semi, insetti, etc.	>100

2

Utilizzo dei dati aerobiologici

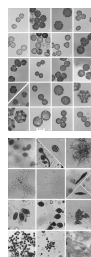
Gestione allergie

Pollini e spore - responsabili di allergopatie respiratorie nel 10-30% della popolazione

La sintomatologia dipende anche dalle concentrazioni dei pollini in aria

➤ **Il monitoraggio aerobiologico** fornisce questi dati utili per:

- adottare misure protettive e preventive
- migliorare le diagnosi, impostare terapie



Altri ambiti

- Fitopatologia
- Beni culturali
- Biodiversità
- Cambiamenti climatici
- Previsioni produzione (vite, olivo, agrumi)

3

Metodo di campionamento e analisi

Norma UNI 11 108 Agosto 2004 - Qualità dell'aria Metodo di campionamento e conteggio dei granuli pollinici e delle spore fungine aerodisperse

La norma descrive un procedimento per la misurazione della concentrazione dei granuli pollinici e delle spore fungine disperse in atmosfera. E' applicabile per indagini in atmosfera libera o in ambienti confinati, a concentrazioni minori di 10⁴ particelle al metro cubo d'aria.

5

Fasi lavoro	Cosa prevede la Norma UNI 11108
Apparecchiatura	Campionatore volumetrico tipo <i>Hirst</i> • aspirazione 10 l/min • fenditura 2x14 mm, a 0,7 mm dalla sup. d'impatto
Installazione campionatore	Libera circolazione atmosferica, no ostacoli vicini Sommità edifici, centro terrazzi, h 15-20 m
Preparazione superficie di campionamento	Trattamento con fluido siliconico per adesione particelle. Montaggio su sistema di trascinamento del campionatore
Preparazione dei campioni	Montaggio della sup. campionata su vetrino e colorazione con fucsina in gelatina glicerinata
Esame dei campioni	Letture al MO a 250X - 400X
	Considerando come sup campionata la fascia centrale 14x48 mm (= ampiezza fenditura di aspirazione), si effettuano letture su linee orizzontali poste lontano dai bordi e distribuite omogeneamente
	Conteggio statistico su superficie $\geq 20\%$ della porzione centrale (14x48 mm) del nastro
Calcolo concentrazioni	Dati utili: •Area di campionamento (14x48 mm ²) •Volume d'aria campionato (14,4 m ³ /giorno) •Superficie analizzata •N. Pollini identificati per taxon

6

Quali problemi si affrontano

- 1) Si considera che la superficie di campionamento sia 14 x 48 mm, ma il nastro su cui impattano i pollini è 20 x 48 mm
 - Qual'è la distorsione in termini di n granuli e di specie?
- 2) La Norma "... assume che i conteggi effettuati in campi di microscopio che si trovano sulla stessa linea verticale indichino statisticamente lo stesso numero di particelle"
 - E' vero?
- 3) La Norma prevede di leggere almeno il 20% della superficie campionata
 - Qual'è l'errore associato alla porzione di vetrino letta?
- 4) Errori non campionari
 - Che variabilità c'è tra i dati di lettura di operatori diversi?

7

Metodo

Selezione campioni

- 12 vetrini di campionamento giornaliero vengono selezionati da un set di 365, suddivisi in 3 gruppi:
 1. bassa concentrazione, basso numero di taxa (< 10°p ercentile)
 2. media concentrazione, medio numero di taxa (= 50°p ercentile +/- 17 vetrini)
 3. alta concentrazione, alto numero di taxa (> 90°p ercentile)

Analisi campioni

- Osservazione al microscopio ottico mediante strisciate continue di tutta la superficie (20x48 mm)
- Valori di lettura (= numero di granuli pollinici per taxon) mantenuti separati per strisciata
- Lettura dei campioni da 3 diversi operatori (solo su 4 strisciate)

8

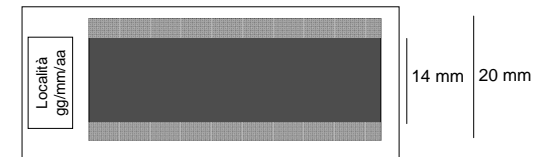
Quali problemi si affrontano

- 1) Si considera che la superficie di campionamento sia 14 x 48 mm, ma il nastro su cui impattano i pollini è 20 x 48 mm
 - Qual'è la distorsione in termini di n granuli e di specie?
- 2) La Norma "... assume che i conteggi effettuati in campi di microscopio che si trovano sulla stessa linea verticale indichino statisticamente lo stesso numero di particelle"
 - E' vero?
- 3) La Norma prevede di leggere almeno il 20% della superficie campionata
 - Qual'è l'errore associato alla porzione di vetrino letta?
- 4) Errori non campionari
 - Che variabilità c'è tra i dati di lettura di operatori diversi?

9

Esame dei campioni

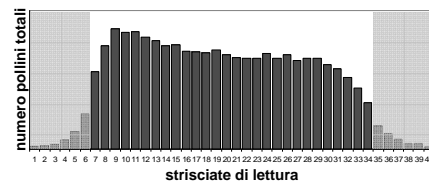
Rappresentazione schematica di un vetrino di campionamento giornaliero



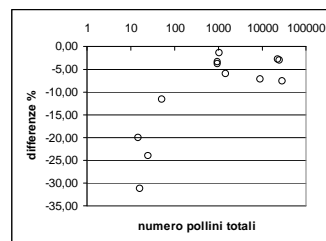
10

Distorsione - % granuli

Sulle fasce laterali si trovano dal 1.5% al 31.3% dei pollini totali



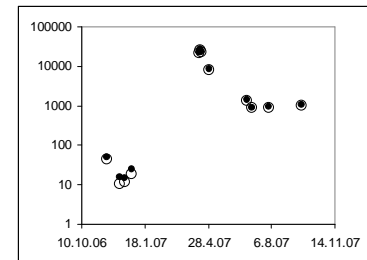
La % di pollini presenti sulle fasce è maggiore quando la densità di pollini è minore e viceversa



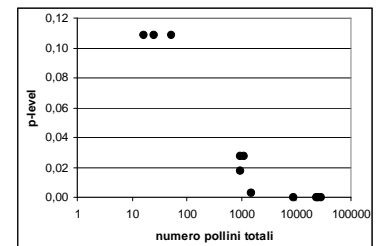
11

Distorsione - N. granuli

Confrontando il numero totale di pollini presenti sulla fascia centrale e su tutta la superficie di ogni campione, la differenza è statisticamente significativa ($p < 0,01$ - test di Wilcoxon)

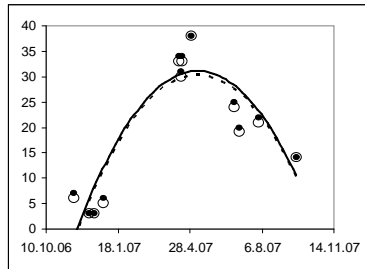


Considerando i dati giornalieri (tutti i taxa), le differenze sono significative ($p < 0,01$ - test di Wilcoxon) per i campioni a densità media e alta



Distorsione - N. taxa

La "perdita" di specie, cioè quelle che si depositano solo sulle fasce laterali, è al massimo 1 per campione



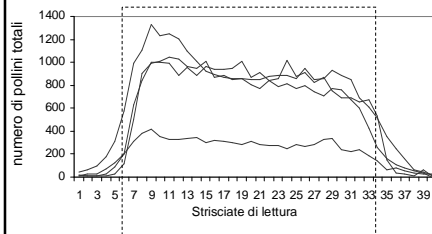
13

Quali problemi si affrontano

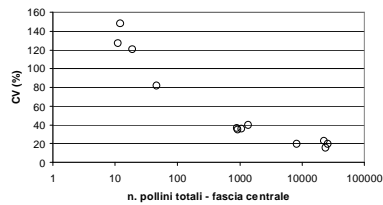
- 1) Si considera che la superficie di campionamento sia 14 x 48 mm, ma il nastro su cui impattano i pollini è 20 x 48 mm
 - Qual'è la distorsione in termini di n granuli e di specie?
- 2) La Norma "... assume che i conteggi effettuati in campi di microscopio che si trovano sulla stessa linea verticale indichino statisticamente lo stesso numero di particelle"
 - E' vero?
- 3) La Norma prevede di leggere almeno il 20% della superficie campionata
 - Qual'è l'errore associato alla porzione di vetrino letta?
- Errori non campionari
 - Che variabilità c'è tra i dati di lettura di operatori diversi?

14

Variabilità tra strisciate



Numero di pollini per strisciata dei 4 campioni ad elevata densità



Coefficienti di variazione dei dati di lettura delle singole strisciate dei 12 campioni, in funzione della numerosità

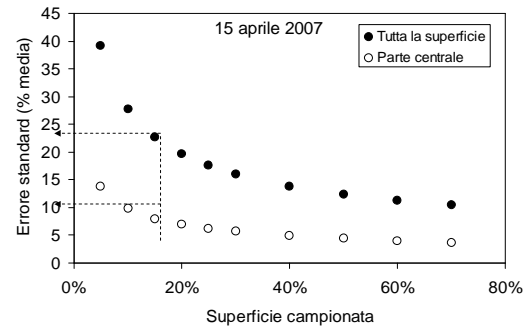
15

Quali problemi si affrontano

- 1) Si considera che la superficie di campionamento sia 14 x 48 mm, ma il nastro su cui impattano i pollini è 20 x 48 mm
 - Qual'è la distorsione in termini di n granuli e di specie?
- 2) La Norma "... assume che i conteggi effettuati in campi di microscopio che si trovano sulla stessa linea verticale indichino statisticamente lo stesso numero di particelle"
 - E' vero?
- 3) La Norma prevede di leggere almeno il 20% della superficie campionata
 - Qual'è l'errore associato alla porzione di vetrino letta?
- 4) Errori non campionari
 - Che variabilità c'è tra i dati di lettura di operatori diversi?

16

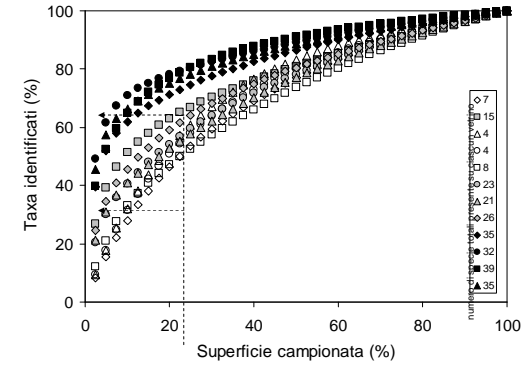
N. granuli



Andamento dell'errore standard in relazione alla numerosità campionaria espressa come % di superficie campionata

17

N. taxa



Taxa pollinici identificati (%) in relazione alla numerosità campionaria espressa come % di superficie campionata

18

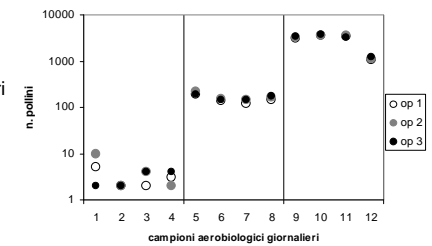
Quali problemi si affrontano

- 1) Si considera che la superficie di campionamento sia 14 x 48 mm, ma il nastro su cui impattano i pollini è 20 x 48 mm
 - Qual'è la distorsione in termini di n granuli e di specie?
- 2) La Norma "... assume che i conteggi effettuati in campi di microscopio che si trovano sulla stessa linea verticale indichino statisticamente lo stesso numero di particelle"
 - E' vero?
- 3) La Norma prevede di leggere almeno il 20% della superficie campionata
 - Qual'è l'errore associato alla porzione di vetrino letta?
 - Qual'è l'intervallo di confidenza del dato aerobiologico?
- 4) Errori non campionari
 - Che variabilità c'è tra i dati di lettura di operatori diversi?

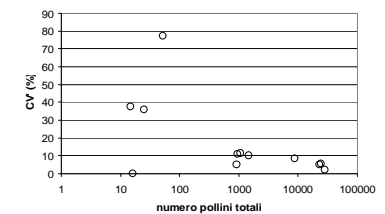
19

N. granuli

I granuli totali contati dai 3 operatori sui 12 campioni sono significativamente differenti ($P < 0.05$ - Friedman Statistic)



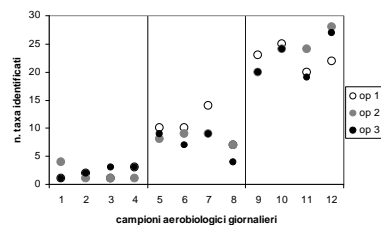
Il CV' dei dati letti dai 3 operatori è molto variabile per i campioni a bassa densità; oscilla dal 2 al 10% per i campioni a media e alta densità



20

N. taxa

Confrontando il numero di taxa pollinici identificati dai 3 operatori, la differenza non è significativa ($P > 0.05$ - Friedman Statistic)



21

Conclusioni

E' stato evidenziato che:

- considerare solo la parte centrale della superficie campionata comporta una distorsione dei dati, soprattutto relativamente al numero di granuli pollinici
- pur considerando solo la parte centrale del campione, esiste una considerevole variabilità di distribuzione dei pollini tra le diverse strisciate
- a parità di superficie osservata
 - l'ES del numero di pollini varia con la densità del campione
 - la % di specie individuate varia dipendentemente dalla loro numerosità complessiva

➤ Occorre ripensare la modalità di lettura dei campioni aerobiologici (revisione Norma)

➤ Emerge la necessità di definire un percorso per la gestione della qualità

22

Ipotesi per la gestione della qualità in aerobiologia

Attività da intraprendere

- ✓ Definire **obiettivi di qualità** dei dati
- ✓ Definire e adottare procedure di lavoro standard (**SOPs**)
- ✓ Definire criteri di installazione/gestione della **rete** di monitoraggio aerobiologico
- ✓ **Impostare un circuito QA/QC** basato sull'uso di **standards** al fine di:
 - verificare la corretta applicazione del metodo di lettura dei campioni
 - calcolare i parametri di validazione: *precisione* - *accuratezza*
 - verificare l'affidabilità di nuovi operatori
 - effettuare un *refreshment* dell'operatore esperto
 - verificare la qualità del laboratorio nel tempo (costruire linee di tendenza)
- ✓ **Effettuare un adeguato addestramento** del personale per la:
 - gestione della stazione di monitoraggio
 - identificazione delle particelle aerobiologiche

23

Ringraziamenti

Cristina Viola, Fabiana Cristofolini, Antonella Cristofori - *IASMA*

Arianna Vannini - *Università di Siena*

Giovanni Bacaro - *Università di Siena, TerraData*

Marco Ferretti - *TerraData*

*Statisticamente tutto si spiega,
personalmente tutto si complica.*

24
Dario Pennac
DIARIO DI SCUOLA

LA COMUNITÀ DEI MACROINVERTEBRATI DELLE ACQUE CORRENTI: ESPERIENZE DI CAMPIONAMENTO

G. N. Baldaccini¹, L. M. Leone²

¹Arpat, Dipartimento di Lucca – Servizio Locale della Versilia, Pietrasanta (LU)
gn.baldaccini@arpat.toscana.it

²Liberio Professionista, Lucca – laura@intuire.com

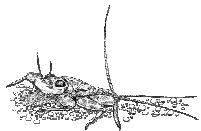
La comunità dei macroinvertebrati delle acque correnti ha costituito una delle matrici predilette per gli studi sulla ecologia fluviale e sulla bioindicazione, sia per i molteplici ruoli trofici che in essa si individuano sia per la semplicità con cui si raccolgono e si identificano i principali taxa che la costituiscono. La complessità di questa comunità pone tuttavia problemi in ordine alla possibilità di effettuare una ricognizione completa di tutti i taxa che la compongono, anche limitando la classificazione tassonomica a livelli di famiglia e genere. L'estremo impegno richiesto per l'attuazione di un campionamento esaustivo, oltre alla scarsa conoscenza tassonomica, scoraggiano in genere la realizzazione di *check list* complete a livello specifico. Tuttavia la necessità di utilizzare la comunità per l'implementazione di indici dello stato ecologico delle acque correnti, impone la conoscenza della struttura, la più completa possibile, utilizzabile come termine di confronto con la comunità di riferimento di una data tipologia fluviale. Ciò ha indotto a standardizzare lo sforzo di cattura nei processi di adeguamento dei metodi, con lo scopo di individuare per ciascun tratto esaminato una comunità rappresentativa della tipologia fluviale prescelta e della qualità ecologica. Partendo dalla elaborazione dei dati raccolti durante esercizi di intercalibrazione sul metodo IBE, gli Autori analizzano i risultati evidenziando i modelli di distribuzione dei vari taxa all'interno della comunità, il contributo fornito dalle dimensioni del campione raccolto (sforzo di cattura), dalla diversità ambientale, dalla lunghezza del tratto indagato e dal livello di diversità biologica, con l'obiettivo di fornire una valutazione del livello di precisione del campionamento standard. I risultati confermano i modelli descritti in letteratura e inducono ad accettare i margini di incertezza di un campionamento standardizzato.

Workshop
 Quality Assurance nei dati ambientali
 Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?
 Siena, 7 Marzo 2008

Esperienze di campionamento sulle comunità di acque correnti: il caso dei macroinvertebrati

Gilberto N. Baldaccini, Laura M. Leone, C. Taddei

ARPA Toscana



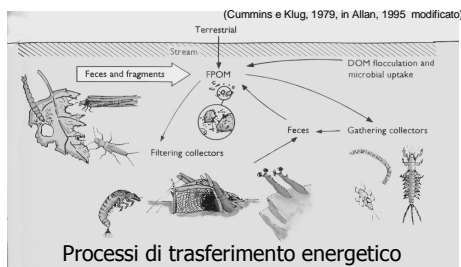
Secondo una delle definizioni più accreditate, i macroinvertebrati comprendono gli invertebrati i cui ultimi stadi di sviluppo raggiungono dai 3 ai 5 mm di lunghezza

Nelle acque correnti i macroinvertebrati vivono sulla superficie dei sedimenti o al più affossati fino a pochi centimetri di profondità.

Ad essi appartengono principalmente Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Turbellari, Oligocheti.



Essi comprendono forme erbivore, carnivore e detritivore e adottano una vasta gamma di meccanismi di nutrizione in modo da sfruttare al massimo le risorse alimentari disponibili.



A loro volta i macroinvertebrati costituiscono l'alimento preferenziale per molte specie di pesci, anfibi, rettili e uccelli.



La colonizzazione delle acque correnti da parte dei macroinvertebrati può avvenire, verso valle, per dispersione passiva (*drift*).

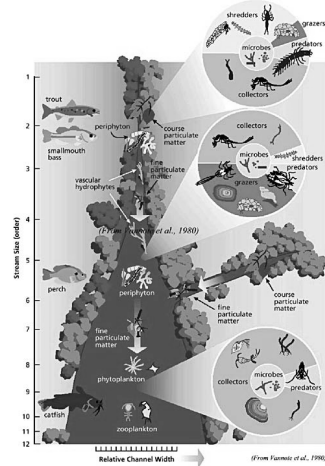


(da Giller e Malmqvist, 2003, modificato)

Oppure attiva, risalendo la corrente o attraverso il volo, come nel caso degli insetti, che in tal modo compensano il *drift*.



I macroinvertebrati delle acque correnti costituiscono una delle matrici predilette per gli studi sulla ecologia fluviale, sia per i molteplici ruoli trofici che in essa si individuano sia per la semplicità con cui si possono studiare



5



In Italia i macroinvertebrati sono oggetto di studio da alcune decine di anni per la classificazione ecologica dei corsi d'acqua corrente ed in Europa costituiscono la comunità maggiormente utilizzata per il controllo biologico degli ambienti acquatici.

La Direttiva sulle acque, nota come 2000/60, li annovera tra i gruppi necessari alla definizione della qualità ecologica degli ambienti fluviali.

6



La complessità di questa comunità pone tuttavia problemi in ordine alla possibilità di effettuare una ricognizione completa dei taxa che la compongono, pur limitando la sistematica al livello di famiglia o di genere.

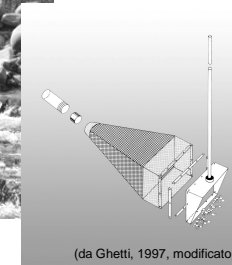
D'altronde la necessità di implementare indici dello stato ecologico delle acque correnti, richiede l'identificazione di una struttura da rapportare alla comunità di riferimento di una data tipologia fluviale.

Ciò ha indotto la standardizzazione dei metodi, con lo scopo di individuare per ciascun tratto esaminato la comunità più rappresentativa della tipologia fluviale e delle condizioni ecologiche delle acque.

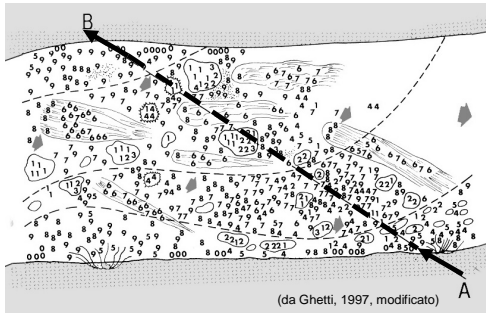
7



I metodi di campionamento principalmente utilizzati in Italia si sono basati fino ad oggi sull'analisi qualitativa e semiquantitativa della comunità macrobentonica, analisi che si avvale di un retino standard utilizzato controcorrente.



(da Ghetti, 1997, modificato)



(da Ghetti, 1997, modificato)

Il campionamento standard viene effettuato di norma su corsi d'acqua guadabili, a profondità che in genere non superano i 50 cm, preferibilmente entro i 30 cm, esplorando il substrato del fondo lungo un transetto obliquo che si percorre nella direzione di risalita del corso d'acqua.



La precisione del risultato è influenzata da alcune variabili come:

- il numero di transetti effettuati sul tratto oggetto di studio (dimensione del campione);
- la composizione del substrato e quindi la diversità di habitat;
- il livello di biodiversità della comunità;
- la diversa predisposizione dei taxa al *drift*;
- il riflusso idraulico esercitato dalla corrente sul retino;



E altre variabili, dipendenti dal grado di esperienza dell'operatore, come:

- livello di accuratezza con cui viene esplorato il substrato;
- grado di diligenza mostrato nel recupero degli organismi (*sorting*);
- livello di conoscenza della sistematica;
- attribuzione delle abbondanze ai taxa presenti in numero elevato;



1^a variabile: numero di transetti effettuati

Questa variabile porta come conseguenza che la raccolta di un numero limitato di campioni includa una parte dei taxa più comuni, mentre ulteriori campionamenti continuano a produrre un incremento di taxa in maniera quasi indefinita.

Ciò evidenzia la relazione esistente tra dimensione del campione e livello di precisione nel caratterizzare la comunità di un tratto fluviale.

D'altronde, disponendo di risorse limitate si è consapevoli di poter esaminare una porzione della comunità (campionamento standard) e non la comunità in toto.

Ma quale è il livello di affidabilità di un campionamento standard?



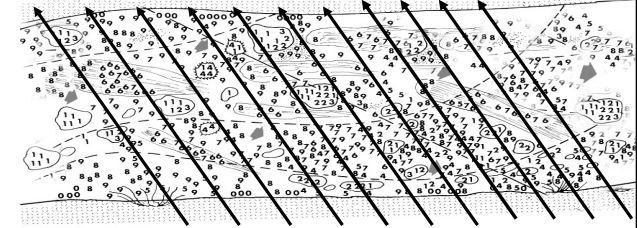
Utilizzando i dati provenienti da due esperienze di intercalibrazione (metodo IBE) si è cercato di stimare il livello di precisione di ciascun gruppo e verificare così l'affidabilità di un campionamento standard.

L'esperienza scelta ci ha consentito di disporre di un numero di campioni sul medesimo tratto e nel medesimo istante, molto più elevato rispetto alla norma.



Al test hanno partecipato undici gruppi esperti dell'ARPA Toscana, ognuno composto da 2 operatori. I gruppi hanno campionato su otto stazioni scelte in altrettanti corsi d'acqua guadabili della Toscana, operando contemporaneamente durante quattro giornate di lavoro.

13

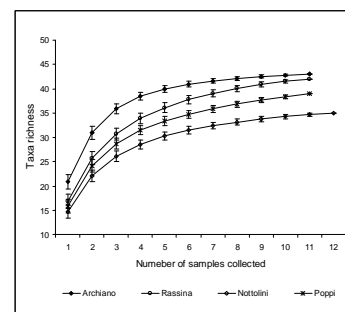
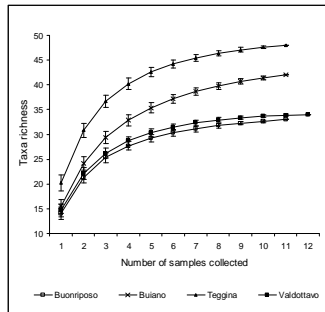


Transetti

I gruppi sono stati fatti entrare in acqua uno per volta e sono stati dislocati sul tratto in esame, in modo da rendere minimi gli effetti del *drift* provocato dai gruppi stessi.

Per ciascuna stazione sono stati classificati, a livello di genere e famiglia, i taxa rilevati da ogni gruppo e stimate le abbondanze (per i taxa più numerosi) o conteggiati i taxa presenti in numero fino a 9 unità.

14



Per ciascuna stazione è stato evidenziato l'incremento cumulativo del numero di taxa campionati dall'intera compagine descritto per tutte le stazioni dalle curve di rarefazione secondo il metodo proposto da Colwell (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>).

15



Unico transetto



Porzione della comunità realmente presente



Caso studio



Circa il 50% ($x=51,66$; $ds=5,1$) dei taxa rilevati dall'intera compagine

Aumentando lo sforzo di cattura, nel nostro caso rappresentato dall'insieme dei campioni raccolti dagli undici gruppi, si accresce la probabilità di intercettare nuove componenti della comunità disperse nei vari microhabitat presenti.

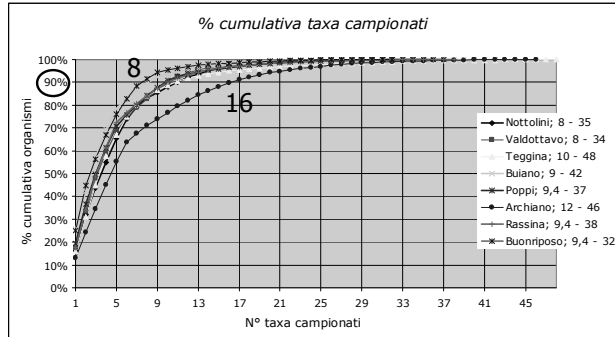
La distribuzione degli individui all'interno della comunità (*evenness*), tuttavia, non è uniforme per tutti i taxa, essendo alcuni di essi numericamente più rappresentati (dominanti) ed altri meno.

Per cui ci si aspetta che una parte dei taxa presenti raggiunga abbondanze tali da accrescere la probabilità di cattura nell'ambito di ciascun campionamento.

16



Attribuendo un valore alle abbondanze dei taxa numericamente elevati e contando quelli più rari, si sono costruite le curve della % cumulativa degli organismi associabili ai taxa raccolti in ciascun tratto.

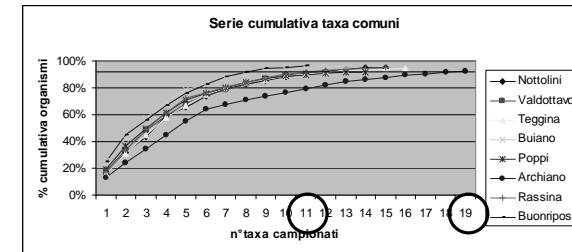


Nelle curve così ottenute il 90 % della comunità è espresso quantitativamente da un numero di taxa che oscilla da 8 a 16 unità a seconda della tipologia e della qualità del tratto ¹⁷



Poiché l'elaborazione dei dati aveva lo scopo di verificare il livello di affidabilità di un campionamento standard, valutando il grado di precisione di ciascun gruppo rispetto alla comunità complessivamente evidenziata in ogni stazione

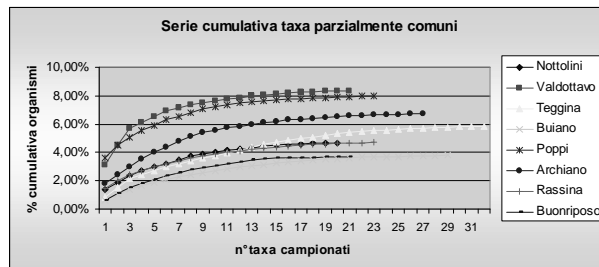
Sono state costruite le curve delle % cumulative dei taxa **comuni** a tutti i campioni raccolti in ciascuna stazione



Le curve evidenziano che i taxa comuni a tutti i gruppi di lavoro (campioni) variano da un minimo di 11 a un massimo di 19 unità e comprendono dal 92 al 96 % circa degli organismi raccolti, corrispondendo ai taxa più rappresentati all'interno della comunità.



La rimanente quota, sebbene più consistente numericamente in termini di taxa, comprendeva solo dal 4 al 6 % circa del totale degli organismi campionati.



Tale quota comprendeva taxa che risultavano diversamente distribuiti tra i singoli campioni, spesso comparando una sola volta

Conclusioni



I risultati ottenuti nell'ambito dell'esercizio di intercalibrazione ci confermano che il campionamento su un unico transetto consente la raccolta di una sola parte (nel caso studio circa 50 %) dei taxa raccolti con uno sforzo di cattura molto più consistente (+ transetti).

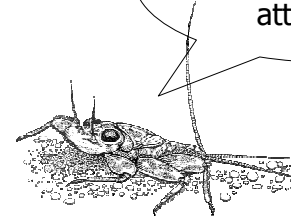
Tuttavia questi taxa contengono una elevata % degli organismi che compongono la comunità attesa (nel caso studio fino al 96%) e sono anche quelli più comunemente rappresentati, consentendo di attribuire una sufficiente affidabilità al campionamento standard.

Concludo porgendo un sincero ringraziamento a tutti i colleghi che hanno partecipato all'esercizio di intercalibrazione



21

E un Grazie a tutti voi per la cortese attenzione!



Disegni tratti da:

Angelier E., 2003. *Ecology of streams and rivers*. Science Publishers, Inc., Enfield, USA, 215 pp.

Campaioli S., Ghetti P. F., Minelli A., Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Provincia Autonoma di Trento, vol. I-II.

Giller P.S., Malmqvist B., 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press c., New York, 296.

Ruffo S. (Ed.), 1977-1985. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*: Collana Progetto Finalizzato "promozione e Qualità dell'ambiente" CNR, Roma.

SESSIONE 4

QUALE QUALITÀ PER I DATI AMBIENTALI?

Chair: Marco Ferretti, TerraData environmetrics, Siena

LE ATTIVITÀ DELL'APAT PER L'ASSICURAZIONE DI QUALITÀ DEI DATI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

M. Belli

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici APAT, Roma


La legge istitutiva assegna, tra l'altro, all'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici il compito di assicurare che i dati e le informazioni ambientali raccolti dai laboratori ambientali presenti sul territorio nazionale siano confrontabili. In questo quadro, l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici ha realizzato un laboratorio per la produzione e la caratterizzazione di tali materiali che saranno resi disponibili gratuitamente al sistema delle agenzie ambientali per l'effettuazione di circuiti inter-laboratorio, per il controllo della qualità dei risultati analitici ed in generale per qualificare la rete dei laboratori coinvolti nel sistema dei controlli ambientali. I materiali di riferimento prodotti dall'Agenzia sono preparati secondo criteri definiti a livello internazionale, per raggiungere i livelli di omogeneità e stabilità nel tempo richiesti dalle diverse procedure analitiche.

In questa relazione saranno presentate le attività avviate dall'APAT al fine di assicurare la qualità dei dati analitici derivanti dal monitoraggio ambientale.

Le attività dell'APAT per l'assicurazione di qualità dei dati di monitoraggio ambientale

Maria Belli
Servizio Metrologia Ambientale

Compiti dell'APAT

- ▶ Promuove studi e ricerche per la protezione dell'ambiente
- ▶ Punto focale nazionale per l'Agenzia Europea per l'Ambiente 
- ▶ Promuove uno sviluppo armonizzato a livello nazionale del sistema dei controlli ambientali

Servizio Metrologia Ambientale

Missione

Assicura la comparabilità dei dati analitici a supporto delle politiche ambientali

Le attività di monitoraggio sono effettuate sul territorio nazionale da circa 100 laboratori ARPA/APPA



Attività del Servizio Metrologia Ambientale

- ▶ Produzione e caratterizzazione di Materiali di Riferimento
- ▶ Sviluppo ed armonizzazione di metodi analitici
- ▶ Organizzazione di circuiti interlaboratorio
- ▶ Organizzazione di studi collaborativi



Organizzazione di circuiti interlaboratorio

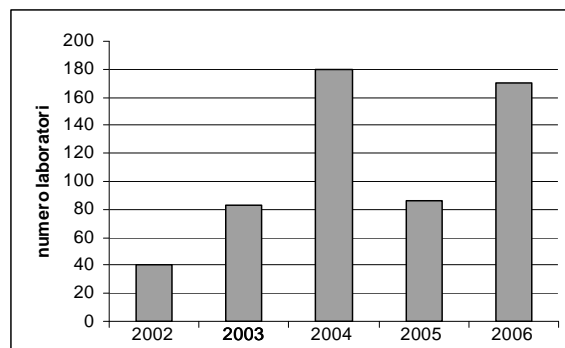
- ▶ In questa attività l'APAT è supportata da un comitato di esperti (GTP) così come richiesto dalla ISO Guide 43-1
- ▶ Ne GTP sono presenti chimici, fisici, biologi, responsabili dei sistemi qualità e utilizzatori dei dati analitici



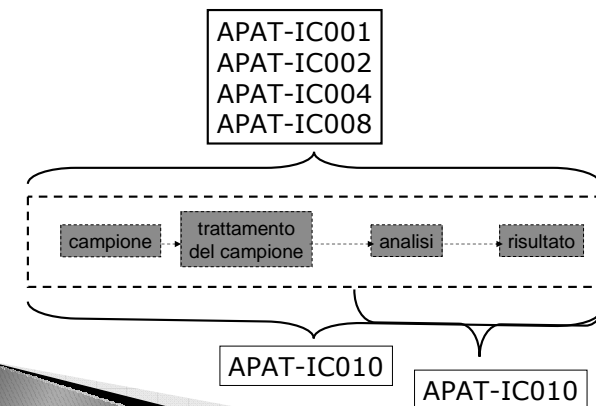
Il GTP supporta APAT

- ▶ Nella scelta del misurando (analita, tipo di matrice), dei livelli di concentrazione e della frequenza dei diversi circuiti
- ▶ Nella scelta del metodo per la valutazione dei laboratori
- ▶ Nella predisposizione del protocollo del circuito
- ▶ Nella definizione del contenuto del rapporto finale
- ▶ Nella scelta del livello di confidenzialità dei risultati

Circuiti organizzati da APAT

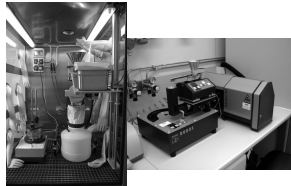


Processo di misurazione



Caratteristiche del MR

- ▶ Omogeneità tra bottiglie e minima presa analitica
- ▶ Stabilità del misurando d'interesse per il periodo di durata del circuito
- ▶ Attività in fase di accreditamento SIT ai sensi della ISO 17025 e della ISO Guide 34



Valori assegnati APAT RM014 (laboratori esperti)

ISO Guide 35:2005 - 13528:2005(E)

Analita	Valore assegnato (mg kg ⁻¹ s.s)
As	50,1 ± 1,8
Cd	0,39 ± 0,02
Cr	455 ± 14
Cu	103 ± 6
Hg	5,7 ± 1,1
Ni	256 ± 8
Pb	105 ± 6
Zn	119 ± 5

Analita	Fascia di rispetto (%)
As	± 4
Cd	± 5
Cr	± 3
Cu	± 6
Hg	± 19
Ni	± 3
Pb	± 6
Zn	± 4

Valori assegnati APAT RM016 (consenso)

ISO Guide 35:2005 - 13528:2005(E)

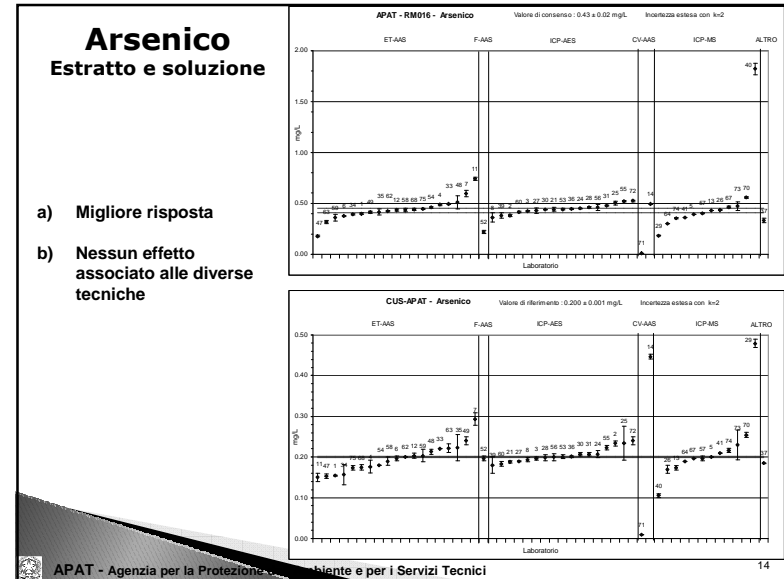
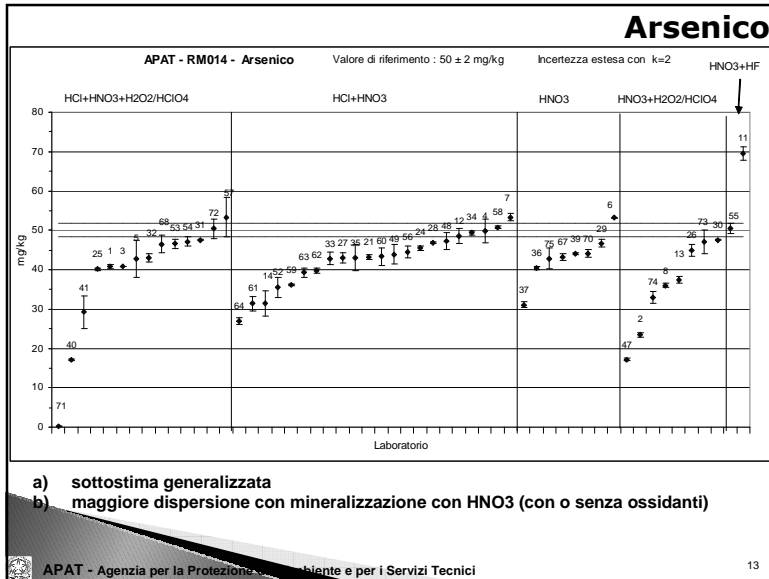
Analita	Valore assegnato
As	0,43 ± 0,02 mg L ⁻¹
Cd	4,8 ± 0,8 µg L
Cr	3,5 ± 0,2 mg L ⁻¹
Cu	0,99 ± 0,03 mg L ⁻¹
Hg	57 ± 3 µg L ⁻¹
Ni	2,3 ± 0,1 mg L ⁻¹
Pb	0,95 ± 0,03 mg L ⁻¹
Zn	1,05 ± 0,03 mg L ⁻¹

Analita	Fascia di rispetto (%)
As	± 5
Cd	± 17
Cr	± 6
Cu	± 3
Hg	± 5
Ni	± 4
Pb	± 3
Zn	± 3

Valori assegnati CUS-APAT (produttore)

Analita	Valore assegnato
As	0,2000 ± 0,0010 mg L ⁻¹
Cd	10,0 ± 0,1 µg L
Cr	1,500 ± 0,008 mg L ⁻¹
Cu	0,4500 ± 0,0023 mg L ⁻¹
Ni	0,5000 ± 0,0025 mg L ⁻¹
Pb	0,5000 ± 0,0025 mg L ⁻¹
Zn	0,2000 ± 0,0010 mg L ⁻¹

Analita	Fascia di rispetto (%)
As	± 0,5
Cd	± 1
Cr	± 0,5
Cu	± 0,5
Ni	± 0,5
Pb	± 0,5
Zn	± 0,5



Dal Materiale di Riferimento al Sito di Riferimento

MR = Definizione ISO/REMCO (2005)

↓

SR = Definizione "Terminology on soil
sampling" - IUPAC Recommendation 2005

**"Area di cui le concentrazioni di uno o più elementi
sono caratterizzate in termini di variabilità spaziale"**

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici 15

Campionamento di riferimento

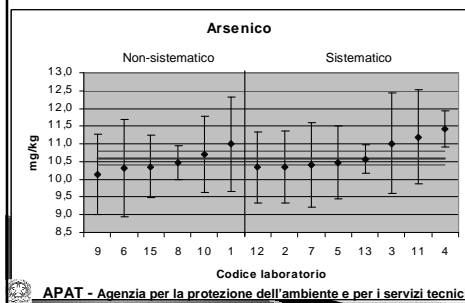
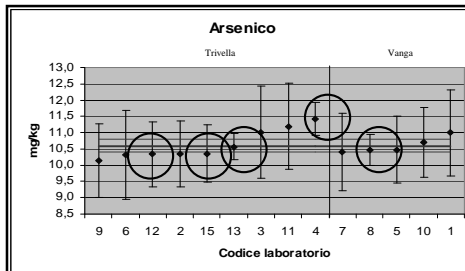
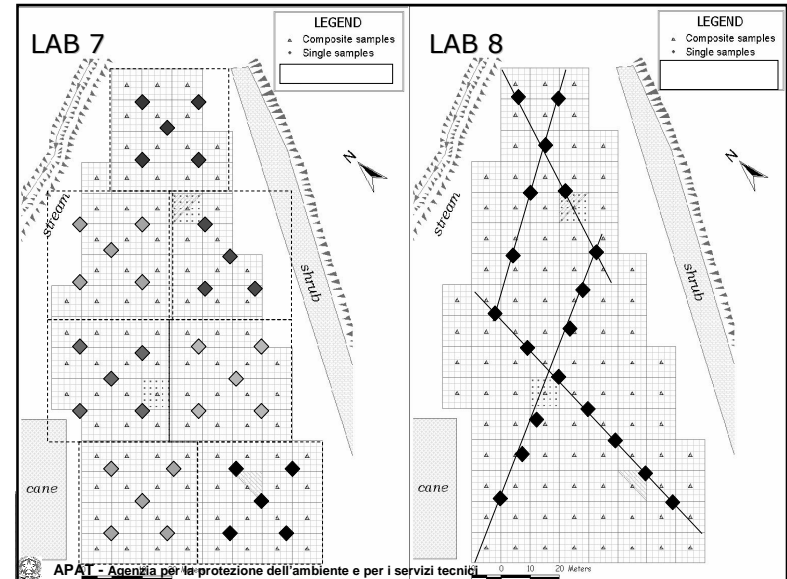
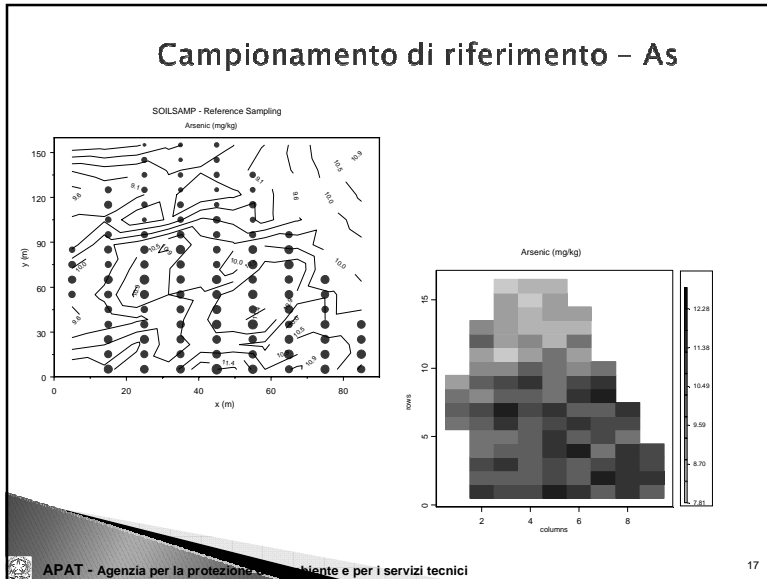
- ▶ 25 campioni per cella mediante trivella manuale a 2 metri di distanza l'uno dall'altro, riuniti in 1 campione composito per cella (variabilità di lungo-raggio).
- Secondo campionamento per 2 celle, raccogliendo in ognuna 25 campioni singoli a 2 metri di distanza l'uno dall'altro (variabilità di breve-raggio).

Adattato dallo schema del progetto CEEM-soil:

- Desaulés et al., 2001;
- Mustau et al., 2001;
- Wagner et al., 2001.

"Caratterizzazione di un'area, usando un singolo strumento di campionamento ed un singolo laboratorio, fino ad un dettaglio che consente di determinare un modello di distribuzione in grado di stimare in ogni punto di campionamento la concentrazione degli elementi con incertezza nota" IUPAC Recommendation, 2005

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici 16



Risultati

1 campione composto
4 = 15 incrementi
8 = 19 incrementi
13 = 51 incrementi

11 campioni singoli + 4 composti

15 campioni singoli

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

»»

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

**L'IMPORTANZA DELLA QUALITÀ DEI DATI NELLE
ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELLE FORESTE E NEGLI
OBBLIGHI INTERNAZIONALI DI "REPORTING", NELL'AMBITO DEI
PROGRAMMI COORDINATI DAL CORPO FORESTALE DELLO STATO**

A. Mariano, B. Petriccione, E. Pompei

Corpo Forestale dello Stato – Ispettorato Generale, ROMA

Ai fini degli obblighi internazionali di “reporting” aventi come oggetto il settore forestale (Forest Resources Assessment della FAO e Indicatori di Gestione Forestale Sostenibile della MCPFE), la qualità dei dati raccolti nell’ambito dei programmi di monitoraggio coordinati dal Corpo Forestale dello Stato, in particolare l’INFC ed il CONECOFOR, è di importanza fondamentale. Nello specifico, l’INFC è stato progettato e realizzato anche al fine di fornire la base informativa per il rispetto degli impegni previsti dal Protocollo di Kyoto, mentre le Reti operative nell’ambito del Programma CONECOFOR forniscono risposte ad almeno due Convenzioni internazionali, quella UN/ECE sull’inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio (CLRTAP) e quella UN sulla Diversità Biologica.

Le procedure di assicurazione della qualità dei dati sono state adottate nell’ambito dei citati programmi fin dal loro avvio più di dieci anni fa e sono divenute col tempo parte essenziale di tutte le fasi operative, dalla raccolta dei dati sul campo, alla loro analisi ed infine alla loro elaborazione.

Viceversa, una cronica carenza qualitativa e quantitativa caratterizza quasi tutti gli altri aspetti del settore forestale che, per loro stessa natura, non possono essere affrontati dalle attività inventariali o di monitoraggio. Primi tra tutti gli aspetti socio-economici, ivi inclusi quelli produttivi legati alle utilizzazioni boschive, al bilancio dei materiali legnosi impiegati a vario fine nel nostro paese, alla struttura delle aziende forestali, agli aspetti occupazionali e finanziari. Alcuni di questi aspetti meriterebbero una profonda rivisitazione delle statistiche correnti e in alcuni casi il lancio di nuove indagini, anche di natura campionaria. Ovviamente tali progetti non possono prescindere da un coinvolgimento delle amministrazioni locali responsabili in materia forestale e da un’attenta valutazione dei loro costi e benefici.

UNIVERSITÀ E PROMOZIONE DELLA QUALITÀ DEI DATI AMBIENTALI

R. Canullo

Università di Camerino, Dipartimento di Scienze ambientali – sez. Botanica ed Ecologia
roberto.canullo@unicam.it

Monitoraggio, controllo, sorveglianza, valutazione negli aspetti quantitativi e qualitativi, legati a sostenibilità ambientale, prevenzione o conservazione di risorse naturali, ambienti, emergenze, siti, sistemi: parole chiave di competenze e conoscenze spendibili professionalmente.

Sono termini che ricorrono nelle “declaratorie” delle classi di laurea triennale e specialistica in scienze agrarie, forestali, biologiche, per l'ambiente e la natura, scienze della terra, conservazione dei beni culturali e ambientali, pianificazione ...

Dichiarazioni di auspicio, o che prevedono ambiti occupazionali e sbocchi professionali? Le richieste che vengono dal “management” ambientale e le condizioni imposte da regolamenti europei e internazionali tendono a individuare professioni e attività lavorative poco codificabili, forse, ma certamente legate alla capacità di fornire e gestire dati con elevato (o dichiarato, se non certificato) livello di qualità. Non più dati genericamente “buoni”, ma adeguati ad oggetto e scopo, completi, rintracciabili nei metodi e procedure, comparabili, ecc.

Gli sviluppi dell'offerta formativa superiore dovranno tener conto di questo fatto nelle tipologie di corsi, negli insegnamenti, nelle attività formative di altro genere.

Ciò potrà avvenire ragionevolmente e realisticamente ove Dipartimenti e gruppi di ricerca partecipano a programmi di monitoraggio ambientale di varia portata, con ampie aperture internazionali o legami applicativi forti dovuti ad attività di servizio, applicazioni di normative, collaborazioni con enti esterni.

L'Università per sua stessa vocazione educa al metodo e al rigore. Questo implica, *in primis* nei settori scientifici legati alle questioni ambientali e all'osservazione della realtà naturale, che docenti e ricercatori si impegnino a sviluppare gli aspetti metodologici connessi al monitoraggio ambientale.

Quale spazio è effettivamente dedicato alla promozione della qualità dei dati ambientali? Nei laboratori bio-chimici e fisici è così ovvio che tale attenzione sia sviluppata? Tra campionamento, analisi di routines, gestione del dato, quanto arriva allo studente? Cosa accade nei settori che hanno come oggetto di studio entità naturali dai limiti confusi o non definibili, prive di termini di riferimento assoluti, legate a osservazioni o a stime difficilmente standardizzabili?

Occorre individuare una strada che porti l'Università a rispondere in modo lungimirante senza fermarsi all'etichetta o al principio “declarato”.

ESIGENZE DI QUALITÀ DEI DATI AMBIENTALI NEI PROCESSI DI CONFRONTO PER LA GESTIONE DEL TERRITORIO; ESPERIENZE DI ENEL

L. G. Ricci

Enel S.p.a., Relazioni Esterne - Grandi Progetti Infrastrutturali, Roma

Sempre più spesso le aziende si devono confrontare con i dati ambientali di tipo biologico, sia come informazioni a supporto per la gestione del territorio sia come elementi probatori nel contenzioso ambientale. Enel è presente sul territorio nazionale con diversi impianti e strutture e questo ha comportato la sua partecipazione nel monitoraggio ambientale. Infatti le attività di costruzione e di esercizio che si sono sviluppate negli anni hanno implicato per Enel la realizzazione di analisi territoriali ai fini sia della valutazione di impatto ambientale delle attività connesse con la produzione e distribuzione dell'energia elettrica sia nel corso dei procedimenti legati al contenzioso ambientale.

Le difficoltà che emergono dalle esperienze maturate da Enel in questi due campi, impatto ambientale e contenziosi, sono essenzialmente legate al carattere in prevalenza ancora sperimentale dei diversi metodi applicati ed alla relativa scarsa conoscenza dei dati. Da un punto di vista della conoscenza si è passati infatti dalla carenza di dati territoriali degli anni '80, alla discreta disponibilità di informazioni ambientali degli anni 2000. Diversa però è la situazione relativa alle due grandi categorie costituite dai dati di tipo chimico – fisico e da quelli di tipo biologico. Per quanto riguarda i primi, la situazione odierna è caratterizzata da una notevole evoluzione qualitativa, che consente un buon livello di standardizzazione anche grazie alla predisposizione delle norme tecniche attuata per il tramite della collaborazione tra università, aziende e tecnici operanti nel settore. Tra i soggetti attivi in questo campo va segnalata ovviamente l'Enel.

Diversa invece è la situazione nel campo biologico ambientale, dove il numero di norme tecniche di riferimento è relativamente ridotto rispetto alle tipologie di indagine che vengono frequentemente applicate.

Basandosi sull'esperienza maturata dall'Enel in questo campo, si può affermare che ancorché si adottino metodiche e standard di misura di tipo avanzato, avvalendosi di università e personalità di chiara fama e capacità, a volte ci si deve confrontare con l'oggettiva mancanza di riferimenti tecnici. Ciò che va evidenziato da un punto di vista aziendale è fondamentalmente la mancanza di una chiara garanzia di confrontabilità tra indagini effettuate da soggetti diversi. La situazione che spesso si rileva è che la succitata mancanza di standard di riferimento consente che i risultati ottenuti per il tramite di indagini condotte con stretto rigore scientifico possano essere confrontati e messi in discussione con quanto ottenuto attraverso indagini che possono presentare minore spessore e rigore scientifico, ovvero possano essere richiesti ulteriori approfondimenti, che da un punto di vista dei risultati nulla aggiungono a quanto già rilevato e per contro determinano un inutile aumento dei costi e dei tempi di realizzazione delle campagne di misura.

La più volte citata mancanza di standard di riferimento comporta anche un'incertezza nell'analisi dei trend evolutivi dei parametri misurati con questi tipi di indagine, che nel campo specifico del contenzioso può risultare critico.

Tali situazioni possono determinare una difficoltà nei rapporti che vedono le aziende operanti su un determinato territorio soggetto presente tra istituzioni e cittadini, proprio perché questi ultimi potrebbero percepire situazioni di incertezza relativamente ai risultati conseguiti nei monitoraggi.

Va ricordato infine anche il fondamentale compito che svolgono l'APAT e le ARPA territoriali in tema di applicazione e diffusione delle metodiche tecniche.

Per concludere, stante l'importanza dei risultati che si ottengono dagli studi ambientali "biologici", i quali possono essere fondamentali sia per il supporto a decisioni riguardanti il futuro delle aziende sia per il controllo degli effetti dell'esercizio degli impianti, è interesse comune che si avvii un processo di normazione tecnica anche per questa tipologia di indagini, seguendo il percorso già segnato da altre discipline quale ad esempio la chimica ambientale.

I soggetti coinvolti in tale processo potranno essere, oltre a quelli istituzionali, anche le aziende che hanno operato ed operano in tali settori.

QUALITA' DEI DATI ED ASPETTI CONNESSI ALLA PROFESSIONE: IL PUNTO DI VISTA DEI TECNICI

G. Lazzarin

Libero professionista, giuliano.lazzarin@libero.it

Il tecnico che opera nel settore ambientale è certamente gratificato se i risultati di una ricerca che consegna al committente sono avvalorati da un elevato standard di qualità. Talvolta questo non succede e crea imbarazzo quando le analisi di verifica che comunemente si fanno (controllo dei dati mediante l'applicazione di test statistici) danno risultati diversi da quelli che si desidererebbe ottenere. Una ricerca di carattere ambientale prende avvio quando degli organi competenti sul territorio, di fronte alla richiesta di una azienda di realizzare o modificare degli impianti che possono avere ricadute sulla qualità dell'ambiente, impongono alla stessa di ottemperare agli obblighi imposti dai decreti legislativi.

Un indagine si compone di tre fasi operative successive: la progettazione, la raccolta dei dati di campagna e la loro elaborazione. E' frequente che in ciascuno dei tre momenti siano coinvolti tecnici diversi: di solito il committente incarica una ditta per la stesura del progetto e, successivamente, bandisce una gara di appalto per la rilevazione dei dati di campagna e la loro elaborazione. Quasi mai la figura del progettista e quella del rilevatore ed elaboratore coincidono. Tutti i professionisti coinvolti hanno un ruolo determinante per il buon esito dell'indagine ambientale e tutti devono sentirsi responsabili del loro lavoro nei riguardi del committente e non solo. La successione delle diverse fasi operative carica il progettista di specifiche responsabilità nei confronti dei tecnici incaricati alla rilevazione ed elaborazione dei dati. Analogamente, il tecnico rilevatore è responsabile di fornire all'elaboratore dati attendibili da cui estrapolare i risultati finali della ricerca. Gli errori commessi nella fase progettuale di solito vengono individuati nel corso della fase di rilevazione, ma non sempre è possibile porre loro rimedio. Per quanto riguarda le operazioni di rilevazione in campo, gli errori commessi sono più difficilmente rilevabili nella fase operativa successiva. E' per questo che alcuni committenti incaricano dei professionisti per l'effettuazione di operazioni di controllo delle attività in campo che spesso vengono estese anche ad una verifica dell'elaborazione dei dati. Riflettendo sulle diverse fasi esecutive e di controllo delle stesse, emerge l'importanza della professionalità degli operatori e del loro senso di responsabilità, non solo nei riguardi del committente ma di tutti i cittadini di una comunità. I risultati finali di una ricerca, infatti, possono influenzare in modo più o meno diretto, scelte di carattere sociale ed economico che devono perseguire gli interessi della collettività.

Qualità dei dati ed aspetti connessi alla professione:

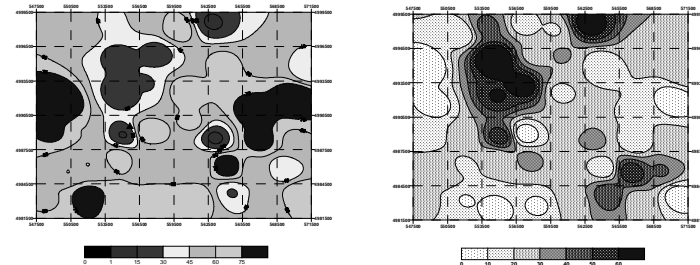
il punto di vista dei tecnici

Studio Tecnico
dott. Giuliano Lazzarin & ass.
VERONA

1

Il tecnico che opera nel settore ambientale è il primo ad essere gratificato quando consegna al committente una ricerca avvalorata da un elevato standard di qualità

... ma questo non sempre succede!



2

Quali sono i fattori da cui può dipendere la qualità dei dati?

- **Tipo di indagine** (i dati di carattere ambientale sono influenzati da numerosi fattori abiotici e biotici. Spesso, è molto difficile individuarli tutti e pesare l'influenza che gli stessi hanno sui dati da raccogliere)



Es. nel biomonitoraggio della qualità dell'aria mediante l'impiego di licheni è molto importante:

la quantità di luce che investe il fusto all'altezza della fascia di rilevazione

Questa è influenzata:

- dall'altezza di inserzione della chioma;
- dallo sviluppo di polloni alla base del fusto;
- dalla presenza di ostacoli schermanti nelle vicinanze (fabbricati, ecc.);
- dalla disposizione delle piante isolate o in filare;
- dalla struttura del filare (semplice o doppio) e dalla densità di piante.

3

Una indagine ambientale viene attuata mediante l'applicazione di un metodo che può essere:

- **innovativo** (non ancora sottoposto a verifiche ed aggiustamenti sulla base dell'esperienza acquisita)
- **consolidato** (utilizzato da molto tempo e già oggetto di miglioramenti)

4

Una indagine ambientale si compone di tre fasi operative successive:

- progettazione
- raccolta dei dati di campagna
- elaborazione dei dati

Spesso le tre fasi coinvolgono tecnici diversi con specifiche abilità

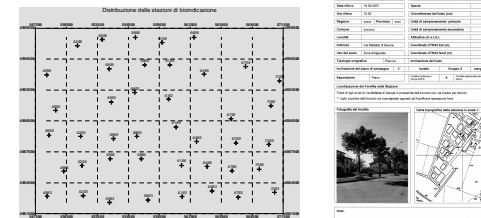
La successione delle tre fasi carica il progettista di specifiche responsabilità nei confronti dei tecnici incaricati della rilevazione e della elaborazione dei dati;

Analogamente, il tecnico rilevatore è responsabile di fornire al tecnico elaboratore informazioni attendibili da cui estrapolare i risultati finali della ricerca.

5

Qualità dei dati

Progettazione: eventuali errori commessi vengono individuati durante la rilevazione dei dati di campagna. Se le inadeguatezze sono diffuse difficilmente si può porre loro rimedio e la qualità dell'indagine, nel suo complesso, può risultare compromessa.



6

Quali sono gli errori più comuni che possono essere commessi in fase progettuale?

- Inadeguata conoscenza del territorio (territorio non esaurientemente esplorato);
- Superficialità nella scelta dei campioni (incoerenza con i criteri stabiliti dal metodo);
- Incapacità di valutare gli effetti di alcune variabili ambientali;

7

Rilevazione dei dati: non sempre gli errori commessi sono individuabili nella fase operativa successiva.

Per questo motivo, alcuni committenti incaricano dei professionisti per effettuare delle operazioni di controllo delle attività in campo, limitate ad alcuni campioni scelti casualmente.

Quali rischi?

Raccolta di dati non significativi che compromettono la validità dei risultati finali della ricerca.

8

Quali sono gli errori più comuni che possono essere commessi durante la rilevazione in campo?

- Superficialità nell'applicare i criteri stabiliti dal metodo;
- Inadeguata conoscenza della varietà del materiale biologico allo studio (è probabile che porti ad una sottostima dei dati);
- Qualora siano coinvolti più operatori nasce il rischio che i dati raccolti risentano di alcuni aspetti soggettivi dovuti al diverso rilevatore.

9

Elaborazione dei dati: di solito si utilizzano tecniche standardizzate, stabilite dalle norme su cui si fonda il metodo di ricerca applicato.

Approcci innovativi non sostituiscono mai quanto è definito dalla normativa ma, spesso, sono utilizzati per fare dei confronti o per raggiungere un maggiore grado di dettaglio nell'interpretazione dei risultati.

Anche in questo caso, succede spesso che alcuni committenti incaricano dei professionisti per effettuare una azione di controllo.

10

Di tutte le fasi operative è quella che comporta i minori rischi.

Perché?

- E' quella più facilmente verificabile;
- L'elaborazione dei dati, di solito, si basa su tecniche oggettive, di modo che la soggettività dell'operatore tende a non esercitare alcuna influenza su risultati finali e sulla loro interpretazione;
- Spesso i risultati vengono validati dopo verifiche effettuate con approcci diversi.

11

COMUNICAZIONI BREVI

**ERRORS RANDOM AND SYSTEMATIC MONITORING
OF PLANT DIVERSITY OF FORESTS: CRITICAL POINTS**

M. C. Allegrini, R. Canullo, G. Campetella

*Dept. of Environmental Science, Sect. of Botany and Ecology. University of Camerino.
mariacristina.allegrini@unicam.it, roberto.canullo@unicam.it*

The key feature of all monitoring programmes is to collect revealing data that are scientifically sound, legally defensible and of known quality. Consequently, to obtain a methodologically correct and defensible monitoring activity, the environmental data must be gathered by appropriate quality control programs. According to the definitions of data quality, different control activities should be considered. Among these the Quality Management (QM) represents the most important processes for environmental monitoring, and includes: (a) the definition of an appropriate and detailed protocol (manual), (b) the choice of surveyors that meet the requirements specified in the manual, (c) the plan to eliminate the sources of errors, with the detection of critical points where concentrate the processes of quality control, (d) the evaluation of global processes and data gathering. To obtain this we elaborated a flow-chart where are represented the most important sources of errors in monitoring forest vegetation. By this instrument we could identify both random and systematic committed errors and tried to estimate their incidence level.



Errori casuali e sistematici nel monitoraggio della diversità vegetale delle foreste: punti critici

Maria-Cristina Allegrini, Roberto Canullo
Dipartimento di Scienze Ambientali. Sezione di Botanica ed Ecologia
Università di Camerino

1

Quality Management (QM)

Definisce i processi necessari ad ottenere la qualità dei dati:

- ✓ la definizione di un disegno appropriato (manuale),
- ✓ la scelta dei rilevatori che soddisfino le esigenze dettate dal manuale,
- ✓ la pianificazione del progetto per eliminare le fonti di errore con l'individuazione dei punti critici su cui attuare i processi di controllo della qualità,
- ✓ archiviazione dei dati

2

Quality Management (QM)

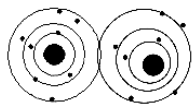
Errore casuale: quando i risultati non descrivono a sufficienza la realtà ma si discostano da essa.

Per eliminare, questo tipo di errore si devono aumentare le repliche e investire di più nell'addestramento.

Bias = distanza dal valore vero. Non abbiamo il valore vero!!



Basso Bias +
Bassa Precisione =
Bassa Accuratezza



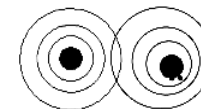
Basso Bias + Basso
Precisione = Basso
Accuratezza

3

Quality Management (QM)

Errori sistematici: quando i risultati non soddisfano l'applicazione dei metodi quindi sono dovuti ad una non comprensione e applicazioni delle metodiche di campionamento.

Questi errori possono essere parzialmente eliminati addestrando in modo adeguato i rilevatori e armonizzando i metodi.



Basso Bias + Elevata
Precisione = Elevata
Accuratezza

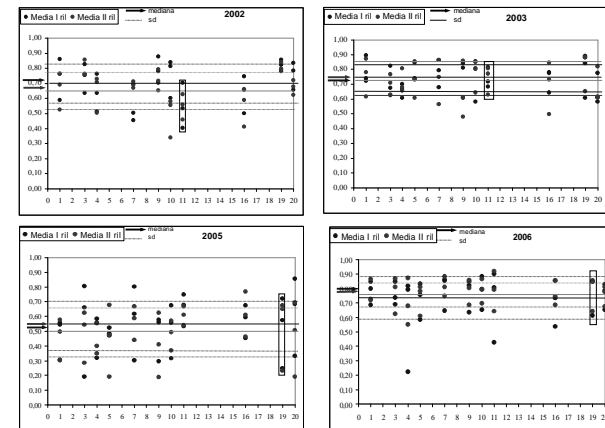
4

Punti critici

- Interpretazione del Manuale (errori sistematici)
- Determinazione delle specie (errori sistematici)
- Determinazione del numero delle specie (errori casuale)
- Determinazione delle coperture (errori casuale)
- Immissione dati su fogli elettronici (errori casuali)

5

TEAM TRAINING risultati (copertura)

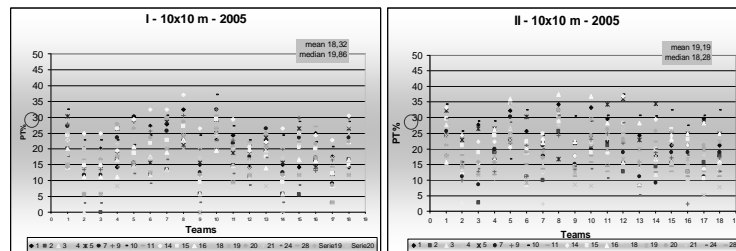


L'intervallo della varianza (precisione)
 2002 (0,018-0,016) 2005 (0,03-0,028)
 2003 (0,010-0,013) 2006 (0,02-0,01)

6

TEAM TRAINING risultati (specie)

$$\text{Pseudoturnover (\%)} = \frac{\sum \text{exclusive species per team}}{\sum \text{recorded species per team}} \times 100$$



Pseudoturnover rate 13-19% (mediana delle performance - precisione) è al di sotto del 25% considerato il limite ammesso.

7

METODI PER IL CONTROLLO DI QUALITÀ NELLO STUDIO MULTITEMPORALE DELL'EVOLUZIONE DELL'USO/COPERTURA DEL SUOLO: IL CASO DEL PROGETTO CORINE LAND COVER IN ITALIA

G. Chirici¹, M. Marchetti¹, P. Corona²

¹ *ECOGEOFOR, Laboratorio di Ecologia e Geomatica Forestale, Dipartimento di Scienze e
Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise, Pesche (IS)*

e-mail: gherardo.chirici@unimol.it

² *sisFOR, Laboratorio di Inventari Forestali e Sistemi Informativi, Dipartimento di Scienze
dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università della Tuscia, Viterbo*

e-mail: piermaria.corona@unitus.it

Negli ultimi decenni si è assistito a un forte impegno, a livello globale, volto a promuovere gli aspetti ambientali del settore forestale. La crescente attenzione in ambito scientifico e sociale da parte dell'amministrazione pubblica verso i valori del bosco ha incrementato la richiesta di informazioni attendibili e standardizzate sugli attributi forestali, sottoforma di statistiche, data-base georeferenziati e carte tematiche.

Nel quadro delle attività del progetto Image & Corine Land Cover 2000 (I&CLC2000) in Italia (MARICCHIOLO *et al.*, 2004) è stata decisa l'implementazione di un IV livello di approfondimento tematico del database CLC2000 (in scala 1:100.000) per una più dettagliata mappatura di quelle classi di uso/copertura del suolo ritenute di maggior interesse per l'inventariazione e la gestione delle risorse forestali e semi-naturali (BOLOGNA *et al.*, 2004). Il progetto ha anche avuto lo scopo di rendere la definizione di bosco il più possibile comparabile con gli standard sviluppati in ambito internazionale (*Eunis Habitat Classification, Global 2000 Land Cover, FAO Forest Resource Assessment 2000*), recentemente recepiti anche per la realizzazione dell'*Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio-INFC* da parte del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

La valutazione dell'accuratezza tematica della copertura nazionale è basata su una procedura in cui è stato confrontato un insieme di 12000 fotoplot circolari di 50 ha di superficie selezionati con campionamento sistematico non allineato con le informazioni fotointerpretate sulla base della copertura ortofotografica digitale IT2000. L'accuratezza tematica della cartografia CLC2000 di IV livello in tal modo valutata è risultata a livello nazionale pari all'87,8%. Su un sottoinsieme di 500 unità di controllo estratte dalle originarie 12000 con campionamento casuale stratificato per classi di legenda è stata inoltre accertata la qualità della fotointerpretazione mediante verifica a terra, ottenendo la stessa classificazione nel 97,8% dei casi.

Sulla base di una copertura di immagini telerilevate storiche Landsat 5 TM è stata analogamente derivata una cartografia di IV livello all'anno 1990 con una specifica procedura di derivazione cartografica multitemporale. Sulla base di tali informazioni è possibile la quantificazione dei cambiamenti di uso/copertura del suolo intercorsi tra le due date di studio con un'unità minima cartografabile pari a 5 ha.

AFFIDABILITÀ DEI DATI ANALITICI RELATIVI ALLE MATRICI BIOLOGICHE: PROBLEMI E PROPOSTE

M. Achilli

ISMES, Divisione Ambiente e Territorio di CESI, Piacenza
achilli@cesi.it

Le matrici biologiche sono spesso utilizzate in programmi di monitoraggio ambientale sia su scala nazionale che internazionale. I dati analitici relativi alle indagini chimiche costituiscono una mole di preziose informazioni in studi sul comportamento di inquinanti, in particolare metalli pesanti in traccia. Il bioaccumulo in tali matrici permette di risalire ai percorsi che portano a fenomeni di inquinamento.

Tuttavia, generalmente, tali dati non sono molto omogenei, perché prodotti utilizzando tecniche e procedure diverse fra loro, in termini di sensibilità analitica, ripetibilità ed accuratezza. Per tali matrici, le procedure di preparazione sono fondamentali ai fini dell'ottenimento di dati confrontabili.

Fino ad oggi, le procedure utilizzate non sono state oggetto di un'attenta discussione, mirata a definire proceduralmente tutte le operazioni che possono determinare una variabilità significativa dei dati analitici, rendendo problematica la loro confrontabilità.

Da quanto detto emerge la necessità di garantire la migliore precisione dei risultati attraverso, oltre ad una standardizzazione del campionamento, un'accurata programmazione delle attività analitiche (pretrattamento ed analisi dei campioni) e il controllo della qualità analitica (utilizzo di materiali di riferimento a valore noto e certificato dei parametri di interesse). Tutto questo, però non è sufficiente a garantire la confrontabilità dei dati poiché solo con una validazione effettuata mediante la partecipazione a esercizi di intercalibrazione si può migliorare l'accuratezza dei processi analitici. Inoltre, diventa necessario disporre di metodi normati e validati a livello internazionale (es. CEN) o almeno a livello nazionale (UNI), in cui siano riportate non solo le informazioni procedurali, ma anche gli obiettivi e le performances di minima che devono essere rispettate (limite di rivelabilità, incertezza, ecc...)

ISMES

**AFFIDABILITA' DEI DATI ANALITICI
RELATIVI ALLE MATRICI BIOLOGICHE:
PROBLEMI E PROPOSTE**

1

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES

AFFIDABILITA'

Monitoraggio ambientale

Indagini mirate su fenomeni di inquinamento (contenzioso ambientale)

Matrici biologiche

2

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES

Partecipazione ad esercizi di intercalibrazione

Controlli → materiali certificati "controlli interni"

Procedure → analisi pretrattamento campionamento

Pianificazione

AFFIDABILITA'

+

-

3

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES

Pianificazione/strategia

L	M	M	G	V	S
01	02	03	04	05	06
08	09	10	11	12	13
15	16	17	18	19	20
22	23	24	25	26	27
29	30	31	01	02	03
05	06	07	08	09	10

stagione

sito

specie

Valori di fondo

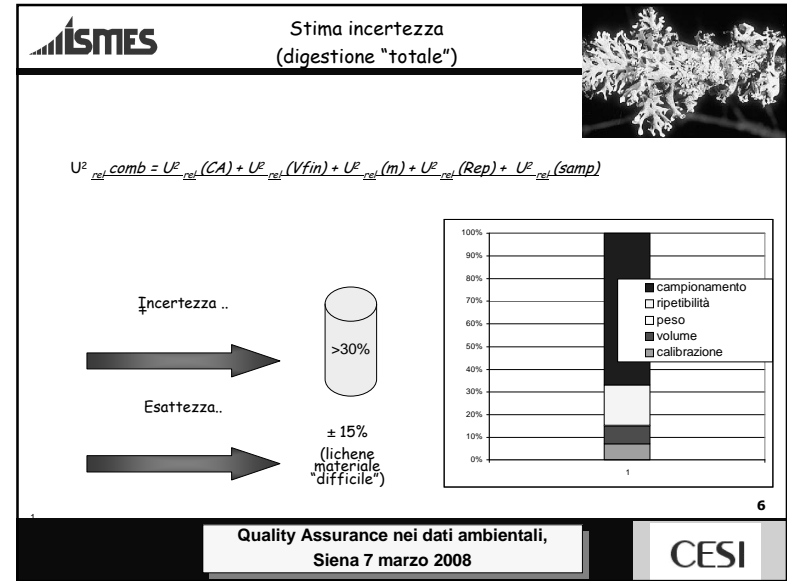
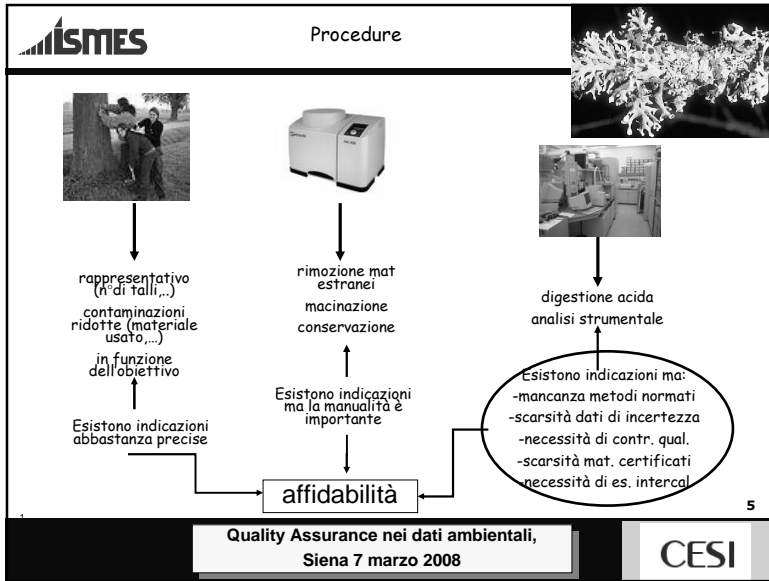
Definizione del programma di campionamento, individuazione dei siti, dei punti di prelievo e delle specie da prelevare.

La valutazione dei valori di "fondo" è importante per stabilire il reale contributo di una determinata attività/sorgente

4

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI



ISMES Analisi - metodo di dissoluzione

•Attacco totale: $HNO_3 - HF - H_2O_2$
 •Attacco parziale: $HNO_3 - H_2O_2$

	resa (tot/parz)	rip (tot/parz)
	mg/kg	%
Al	1,6	0,8
Cr	1,4	0,5
Ti	6,0	0,2
V	1,4	0,5

Sviluppo di metodi normati (UNI, ISO, CEN...)

Attacco parziale: maggiore variabilità e minore resa soprattutto per campioni con materiale ferrigno

Confronto con il suolo: problemi con il metodo di attacco parziale

Quality Assurance nei dati ambientali, Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES Analisi - controlli qualità

IAEA 336	mg/kg	BCR 482	mg/kg		
As	0,044	13	As	0,059028	8
Ba	0,253	17			
Br	0,506	13			
Ce	0,061	13			
Co	0,020	17			
Cs	0,009	12			
Cu	0,129	14	Cu	7,03	3
Fe	430,0	12			
Hg	0,001	20	Hg	0,48	4
K	1940	11			
La	0,046	15			
Mn	63,0	11			
Na	320,0	13			
Sb	0,073	14			
Se	0,015	18			
Sm	0,074	13			
Sr	0,377	12			
Th	0,010	14			
Zn	1,253	11	Zn	100,06	2
Al	880,000		Al	1103	2
Cd	0,081		Cd	0,56	4
Cl	1900,000				
Cr	0,046		Cr	4,12	4
Eu	0,023				
Lu	0,066				
Ni	0,004				
P	610,000				
Pb	0,173		Pb	40,09	3
Rb	0,094				
Sc	0,012				
Tb	0,014				
V	0,074				
Yb	0,037				
			Ni	2,47	3

esattezza
 Materiali certificati → Preparazione di altri materiali certificati
 Soluzioni di controllo a titolo noto
 Controlli interni → Campioni "interni" già caratterizzati

Quality Assurance nei dati ambientali, Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES Analisi - esercizi intercalibrazione

A livello nazionale/internazionale

↓

valutare esattezza dei risultati
(es Z- Score)

↓

valutare ripetibilità/riproducibilità dei metodi
(r%, R%)

A livello locale

↓

Armonizzare le procedure per maggiore omogeneità dei dati e maggiore affidabilità

A
B
C
D

9

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES Analisi - determinazione strumentale

Livelli di concentrazione
interferenti

Obiettivi delle indagini

Scelta della tecnica strumentale e dei parametri operativi

Limite di riv.

Lungh. d'onda, massa

Rip/incertezza

10

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI

ISMES Conclusioni - Proposte

azioni	Risultati attesi
Preparazione/certificazione di materiale "lichenici" con caratteristiche diverse	Migliore valutazione della resa di recupero e maggior controllo dell'esattezza
Predisposizione/validazione di procedure standard nazionali/internazionali (i metodi devono avere caratteristiche adeguate agli obiettivi)	Riduzione della variabilità e aumento della confrontabilità dei dati
Programmazione e partecipazione ad esercizi di intercalibrazione	miglioramento della qualità dei risultati analitici e della confrontabilità dei risultati
Definizione di protocolli operativi comuni per le campagne di caratterizzazione	Maggiore omogeneità dei dati

Affidabilità più elevata

11

Quality Assurance nei dati ambientali,
Siena 7 marzo 2008

CESI

ESPERIENZE DI INTERCALIBRAZIONE NELLE PROCEDURE DI MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO

L. Ropolo¹, G. Berti¹, M. Cesare¹, V. Fossa², D. Isocrono²

¹ARPA Piemonte

²Università degli Studi di Torino

Arpa Piemonte, in collaborazione con l'Università degli Studi di Torino, ha effettuato, a partire dal 2005, 3 test di intercalibrazione tra gli operatori addetti al monitoraggio pollinico, con l'obiettivo di valutare la capacità degli operatori di eseguire la lettura dei vetrini contenenti taxa pollinici e spore fungine presenti nella realtà regionale. In tutte le tre tornate ogni operatore ha eseguito, nella stessa seduta e utilizzando lo stesso microscopio, la lettura di alcuni vetrini, rappresentativi delle diverse situazioni stagionali. Agli operatori è stato chiesto di effettuare il riconoscimento in termini di famiglia ed eventuale genere e di valutare il numero dei diversi granuli pollinici rilevati e dei due tipi di spore fungine che vengono normalmente riconosciute nel monitoraggio settimanale. Era richiesto ai diversi lettori di analizzare il set di campioni in maniera indipendente l'uno dall'altro; per la valutazione temporale (riproducibilità) era inoltre richiesto agli operatori la ripetizione di una lettura. I lettori hanno compilato una scheda fornita dagli organizzatori e conforme alle norme AIA, dove doveva essere indicato il nominativo dell'operatore che aveva effettuato la lettura, successivamente trasformato in codice per renderlo anonimo in fase di analisi e presentazione dei risultati. Nei test di intercalibrazione successivi al primo si è cercato di apportare alcuni correttivi alla procedura utilizzata, tenendo conto delle criticità via via emerse. I risultati ottenuti dagli operatori sono stati confrontati con i dati forniti da un team di esperti (lettori ARPA e Università di Torino); tale scelta ha permesso di valutare operatori con livelli di esperienza molto diversi. La lettura è stata espressa in termini qualitativi (riconoscimento su base di famiglia/genere) e quantitativi (numero di granuli pollinici appartenenti ad una data famiglia/genere) e le analisi sono state condotte su 61 taxa tra famiglie e generi di pollini e su 10 famiglie principali. L'analisi statistica è stata condotta in modo da fornire differenti valutazioni: per l'analisi statistica della riproducibilità (o concordanza) è stata effettuata la misurazione del Kappa (K) di Cohen (Fleiss, 1981) di tutti i lettori con le letture definite come riferimento, mentre l'accuratezza è stata calcolata dalla deviazione percentuale dei dati forniti dagli operatori rispetto al valore di riferimento. Le analisi di accuratezza (confronto operatori vs. controllo) hanno riguardato differenti aspetti dell'attività di lettura:

1 numero di *taxa* presenti

2 numero di *taxa* riconosciuti

3 frequenza pollinica su dato grezzo

La precisione (attendibilità) è stata valutata confrontando i dati ottenuti nel rilevamento ripetuto e il calcolo effettuato come per l'accuratezza. L'accuratezza sistematica riferita alla frequenza pollinica (accuratezza numerica) su dato grezzo è il parametro più restrittivo tra quelli valutati. Il valore viene ritenuto corretto se corrisponde sia come identificazione sistematica sia come numero di granuli effettivamente riconosciuti rispetto al controllo. Il dato di accuratezza numerica ha rivelato la necessità di ulteriore training per la maggior parte degli operatori che hanno sostenuto la prova, da effettuarsi su vetrini di palinoteca monospecifici preparati in laboratorio a partire da pollini che presentano sia granuli normali che anomali.






**ESPERIENZE DI INTERCALIBRAZIONE
NELLE PROCEDURE DI MONITORAGGIO
AEROBIOLOGICO**

L.Ropolo*, G.Berti*, M.Cesare*, V.Fossa, D.Isocrono****

*Arpa Piemonte
 ** Università degli Studi di Torino



*Quality assurance nei dati ambientali
Siena, 7 marzo 2008*

Metodologia

- Valutata la fase di lettura (pollini e spore)
- Letture espresse in termini qualitativi e quantitativi
- Utilizzo stesso microscopio
- Confronto risultati con team di riferimento (Università e Arpa)
- Elaborazione e divulgazione dati in forma anonima
- Ripetizione lettura (precisione)

Siena, 7 marzo 2008 2

2005

- 5 operatori partecipanti, con livelli di formazione ed esperienza simili
- Lettura di 4 vetrini, 1 riga per vetrino
- Su tutti rilevamento pollini e spore (*Alternaria* e *Cladosporium*)
- Utilizzo scheda AIA con 10 famiglie principali e un totale di 61 taxa (pollini e spore)



2006

- 8 operatori partecipanti, con livelli diversi di formazione ed esperienza
- Lettura di 3 vetrini, 1 riga per vetrino
- Lettura spore solo su 1 vetrino
- Utilizzo scheda AIA con 10 famiglie principali e un totale di 61 taxa (pollini e spore)

2007

- 10 operatori partecipanti, con livelli diversi di formazione ed esperienza
- Lettura di 2 vetrini, 1 riga per vetrino; scelta vetrini con maggior numero di taxa presenti
- Su tutti rilevamento pollini e spore (*Alternaria* e *Cladosporium*)
- Scheda ad hoc, con 20 famiglie polliniche e 2 spore (38 taxa totali)

Siena, 7 marzo 2008 3

Elaborazione dati

• **precisione** (Brunialti *et al.*, 2002)

$$\text{precision \%} = 100 - [100 \cdot (1 - \text{opmin}/\text{opmax})]$$
where 'opmin' and 'opmax' are the minimum and maximum values scored by an operator in two separate samplings on the same tree, respectively.

• **accuratezza** (Brunialti *et al.*, 2002)

$$\text{accuracy \%} = 100 - [100 \cdot (1 - \text{op}/\text{exp})]$$
where 'op' is the count scored by the operator and 'exp' the count scored by the group of experts on the same tree.

- numero di taxa presenti
- numero di taxa riconosciuti
- frequenza pollinica su dato grezzo (Fg)
- frequenza pollinica con una percentuale di tolleranza del dato del 20% (Ft).

Si stanno cercando coefficienti per valutare l'accuratezza es.

• **coefficiente di concordanza di Cohen (K)**, validità degli operatori con lo standard di riferimento (indice usato in diagnostica per valutare la concordanza attribuibile all'effetto del caso)

4

Obiettivi di qualità (MQOs):

Precisione Min-max: 90-100%	90%
accuratezza numero di taxa presenti Min-max: 50-100 %	85-90%
accuratezza numero di taxa riconosciuti Min-max: 50-100%	75-80%
frequenza pollinica Min-max: 0-67%	65-70%

Criticità

- modalità conteggio spore aerodisperse
- difficoltà di riconoscimento dei pollini rispetto a piante, licheni
- diverso livello di training degli operatori
- aspetti tecnici dell'allestimento della prova di intercalibrazione

Prospettive future

CIRCUITO DI INTERCALIBRAZIONE SISTEMATICA

- invio mensile di vetrini monospecie, preparati appositamente da materiale fresco o da palinoteche
- specie più comuni nell'area di studio
- ampia variabilità morfologica dei granuli

L'APPROCCIO GEOSTATISTICO PER LA MODELLAZIONE DI DATI AMBIENTALI: VALIDAZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO E DEL MODELLO DI STIMA

S. Gorelli¹, A. Santucci¹, G. Lorenzini², C. Nali²

¹Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Pisa

²Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose "G. Scaramuzzi", Università di
Pisa

Il lavoro descrive l'approccio di tipo geostatistico per la modellazione di dati ambientali basandosi sull'analisi descrittiva dei valori, sull'analisi variografica, sul metodo di stima e sulla sua validazione. Viene illustrata un'applicazione relativa alla diffusione di un inquinante atmosferico (ozono), rilevato mediante biomonitoraggio attivo (Lorenzini e Nali, 2005 -Le piante e l'inquinamento dell'aria. Springer, Milano). Nello specifico, con l'ausilio di metodi di interpolazione spaziale è possibile modellizzare la distribuzione continua dell'inquinante, che è determinato solo nelle stazioni di campionamento distribuite nell'area di studio. La geostatistica, avvalendosi anche della modellazione stocastica, fornisce le basi per capire ed utilizzare le varie tecniche per la stima del valore di una variabile spaziale nelle aree, ove tale variabile non è stata misurata, costituendo così uno strumento per effettuare ipotesi sul continuo spaziale. La geostatistica offre, pertanto, un insieme di tecniche per descrivere la continuità spaziale che costituisce una caratteristica fondamentale della maggior parte dei fenomeni ambientali. In particolare, tali tecniche sono state utilizzate per:

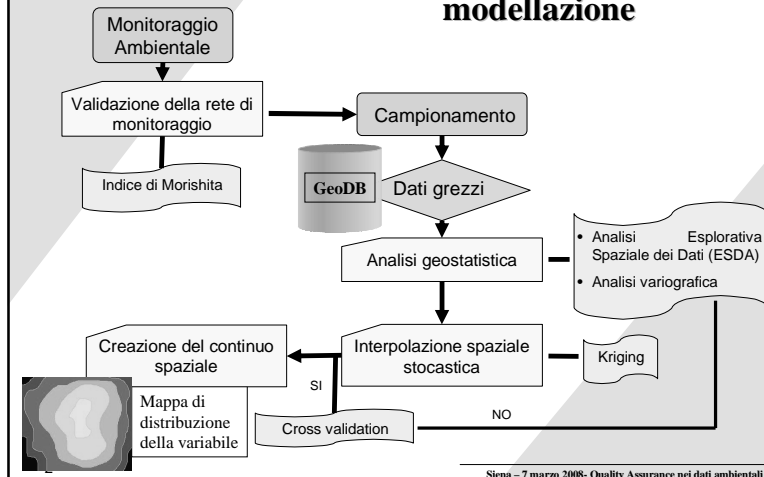
- ricercare un *modello* che esprima la dipendenza spaziale dei dati;
- usare questo *strumento* per effettuare inferenza in localizzazioni non campionate e conoscere l'errore della stima.

Mediante il confronto dei valori stimati e delle concentrazioni misurate con analizzatori automatici è stato possibile definire la deviazione del dato derivante dal modello rispetto al valore misurato, al fine di determinare la validità della rete di monitoraggio e del modello di simulazione.

L'approccio geostatistico per la modellazione di dati ambientali: validazione della rete di monitoraggio e del modello di stima

S. Gorelli, A. Santucci, G. Lorenzini, C. Nali

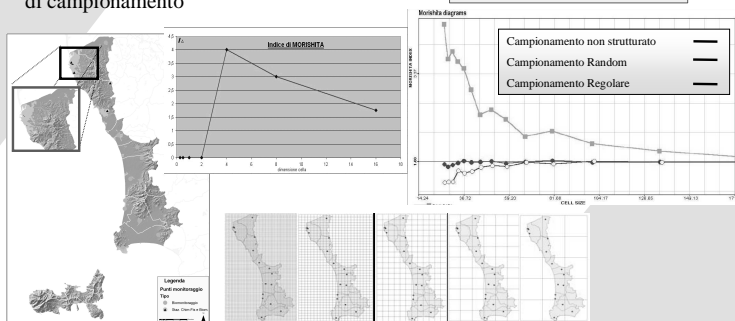
Processo di validazione e modellazione



Validazione della rete di monitoraggio

Indice di Morishita: indice di dispersione per individuare l'omogeneità/disomogeneità dei punti di campionamento

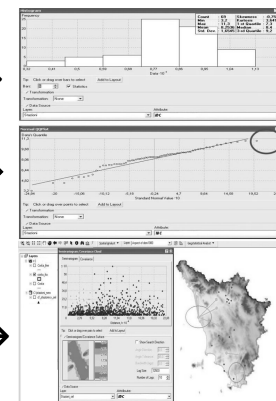
$$I_{\Delta} = Q \frac{\sum_{i=1}^Q n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$



Analisi Esplorativa Spaziale dei Dati

Ricerca di errori (outliers locali e globali) e validazione del dataset

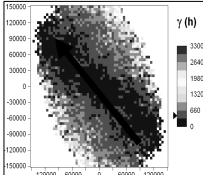
- **Istogramma di frequenza** →
- **Normal Q-QPlot** →
(È il grafico dei quantili di un insieme di dati confrontati con i quantili di una distribuzione normale avente la stessa **media** e stessa **deviazione standard**)
- **Nuvola del semivariogramma** →



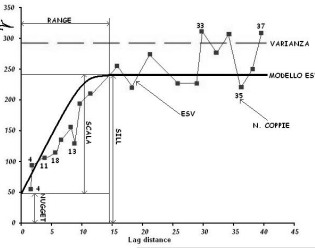
UNIVERSITÀ DI PISA

Analisi variografica

Mappa del variogramma sperimentale per identificare eventuali direzioni preferenziali di distribuzione della variabile.



Stima del variogramma sperimentale per identificare la correlazione spaziale.



Siena - 7 marzo 2008- Quality Assurance nei dati ambientali

UNIVERSITÀ DI PISA

Interpolazione spaziale stocastica

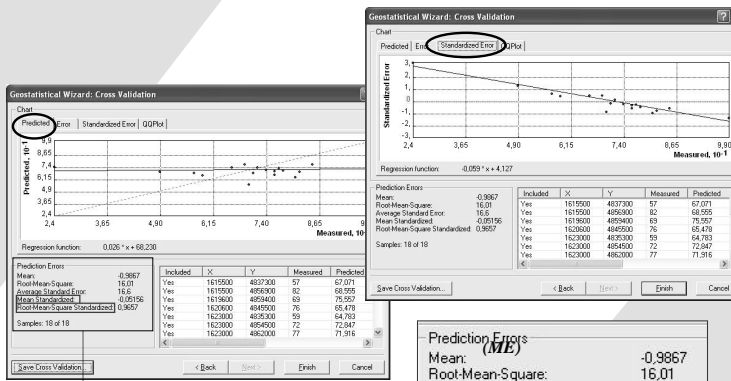
L'interpolazione di Kriging
È uno stimatore geostatistico di interpolazione per mezzo della quale si perviene ad una stima $z^*(x_0)$ della variabile tramite una media pesata dei valori sperimentali assunti dalla stessa variabile nei punti campionati (misurati).

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z^*(x_i)$$

Siena - 7 marzo 2008- Quality Assurance nei dati ambientali

UNIVERSITÀ DI PISA

Cross validation



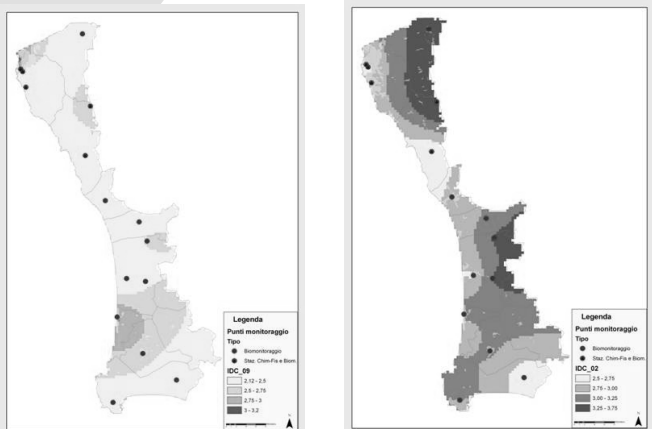
Prediction Errors

	Mean:	-0.9867
Root-Mean-Square:	16.01	
Average Standard Error:	16.6	
Mean Standardized:	0.02156	
Root-Mean-Square Standardized:	0.9657	

Siena - 7 marzo 2008- Quality Assurance nei dati ambientali

UNIVERSITÀ DI PISA

Mappa di distribuzione della variabile



Siena - 7 marzo 2008- Quality Assurance nei dati ambientali



Conclusioni

- Caratterizzazione della distribuzione dei punti di campionamento nella rete di monitoraggio.
- Controllo e validazione del dato campionato permette di eliminare gli errori.
- Validazione del modello di distribuzione spaziale permette giungere alla “migliore” stima della variabile.
- Il biomonitoraggio permette di ottenere una rete di monitoraggio di buone affidabilità ed economicità.



Workshop Quality Assurance nei dati ambientali Siena, 7 Marzo 2008

Grazie per l'attenzione

INDICE DEGLI AUTORI

A

Achilli M. 124
Allegrini M. C. 120

B

Baldaccini G. N. 95
Belli M. 104
Bertani R. 44
Berti G. 128
Bettini D. 53
Brunialti G. 74
Bussotti F. 53

C

Campetella G. 120
Canullo R. 111, 120
Cenni E. 53
Cesare M. 128
Chiarucci A. 58
Chirici G. 123
Corona P. 123
Cozzi A. 53

D

De Gironimo V. 88
De Natale F. 44
Di Cosmo L. 44
Durrant Houston T. 64

F

Fattorini L. 17
Ferretti M. 10, 53
Fossa V. 128
Francini A. 81

G

Gasparini P. 44
Giordani P. 74
Gorelli S. 131
Gottardini E. 88

I

Isocrono D. 128

L

Lazzarin G. 114
Leone L. M. 95
Lorenzini G. 81, 131

M

Mamolini G. 35
Marchetto A. 26
Marchetti M. 123
Mariano A. 110
Mosello R. 26

N

Nali C. 81, 131

P

Perotti M. 35
Petriccione B. 110
Pompei E. 44, 110

R

Ricci L. G. 112
Ropolo L. 128

S

Santucci A. 131
Sarti C. 53

T

Tartari G. A. 26
Tornimbeni O. 26

NOTA

I testi non sono stati oggetto di revisioni linguistiche e sostanziali, anche nel caso di utilizzo della lingua inglese. Gli Autori sono i soli responsabili delle opinioni espresse e dei contenuti riportati.

Il Comitato Organizzatore: Marco Ferretti, Giorgio Brunialti, Alessandro Chiarucci, Paolo Giordani, Elena Gottardini, Maurizio Perotti

Partecipanti al Workshop 'Quality Assurance nei dati ambientali. Quanto sono affidabili i dati di monitoraggio ai fini della gestione delle risorse naturali?' Siena 7 Marzo 2008.

Cognome	Nome	Affiliazione	E-mail
Achilli	Marco	CESI Piacenza	achilli@cesi.it
Agnoloni	Silvia		silvia_agnoloni@yahoo.it
Allegrini	Maria Cristina	Università di Camerino	mariacristina.allegrini@unicam.it
Angelosante Bruno	Antonella	Università dell'Aquila	antonella1@mclink.net
Baldaccini	Gilberto N.	ARPAT Pietrasanta-LU	gn.baldaccini@arpat.toscana.it
Baldi	Claudia		claudia.baldi81@gmail.com
Baragatti	Elisa	Università di Siena	elisabaragatti@unisi.it
Bargagli	Roberto	Università di Siena	bargagli@unisi.it
Benesperi	Renato	Università di Firenze	renato.benesperi@unifi.it
Bennati	Giulia	Università di Siena	bennati@gmail.com
Bertini	Giada	CRA-Centro di Ricerca per la Selvicoltura	gbertini@inwind.it
Bianchi	Tommaso	ARPAT - Dip. di Pistoia	t.bianchi@arpat.toscana.it
Bianchi	Massimo	CRA-MPF	massimo.bianchi@entecra.it
Bigagli	Valentina	ARPAT - Dip. di Pistoia	v.bigagli@arpat.toscana.it
Bisceglie	Sara	Università di Roma 3	ceschin@uniroma3.it
Bocale	Maria Carmela	ARPA Umbria	m.bocale@arpa.umbria.it
Bolletti	Patrizia	ARPAT	p.bolletti@arpat.toscana.it
Brunialti	Giorgio	TerraData environmetrics	brunialti@terradata.it
Bussotti	Filippo	Università di Firenze	filippo.bussotti@unifi.it
Canullo	Roberto	Università di Camerino	roberto.canullo@unicam.it
Capretti	Paolo	Università di Pisa	paolo.capretti@unifi.it
Casagrande	Francesca	SET SpA	
Ceschin	Simona	Università di Roma 3	ceschin@uniroma3.it
Chiarucci	Alessandro	Università di Siena	chiarucci@unisi.it
Chirici	Gherardo	Università del Molise	gherardo.chirici@unimol.it
Ciaschetti	Giampiero	Università dell'Aquila	gpciasko@univaq.it
Cindolo	Claudia	Corpo Forestale dello Stato	c.cindolo@corpoforestale.it
Colabrese	Daniela	ARPA Umbria	d.colabrese@arpa.umbria.it
Confalonieri	Mauro	Provincia Autonoma di Trento	mauro.confalonieri@provincia.tn.it

Cognome	Nome	Affiliazione	E-mail
Cristofolini	Fabiana	IASMA- Fondaz. E. Mach	fabiana.cristofolini@iasma.it
Cristofori	Antonella	IASMA- Fondaz. E. Mach	antonella.cristofori@iasma.it
De Marco	Alessandra	ENEA	alessandra.demarco@casaccia.enea.it
Di Nardo	Rossella	SET SpA	
Durrant Houston	Tracy	JRC Ispra	tracy.durrant@jrc.it
Fabbio	Gianfranco	CRA-Centro di Ricerca per la Selvicoltura	fabbio@selvicoltura.org
Fattorini	Lorenzo	Università di Siena	fattorini@unisi.it
Feducci	Matteo	Università di Firenze	deviltora@alice.it
Ferlazzo	Silvia	Corpo Forestale dello Stato	s.ferlazzo@corpoforestale.it
Ferretti	Marco	TerraData environmetrics	ferretti@terradata.it
Francini	Alessandra	DCDSL Università di Pisa	afrancini@agr.unipi.it
Frasconà	Claudio	ARPA-Lombardia	p.salice@arpalombardia.it
Frati	Luisa	TerraData environmetrics	frati@terradata.it
Gamba	Maria Grazia	ARPA Piemonte - Dip. di Vercelli	m.gamba@arpa.piemonte.it
Gasparini	Patrizia	CRA-MPF	patrizia.gasparini@entecra.it
Giordani	Paolo	Università di Genova	giordani@dipteris.unige.it
Gorelli	Simone	Università di Pisa	sgorelli@agr.unipi.it
Gottardini	Elena	IASMA- Fondaz. E. Mach	elena.gottardini@iasma.it
Iorio	Giorgio		giorgio_iorio@libero.it
Jacomini	Carlo	APAT	carlo.jacomini@apat.it
La Porta	Nicola	IASMA- Fondaz. E. Mach	nicola.laporta@iasma.it
Lancioni	Tisza	ARPA Umbria	t.lancioni@arpa.umbria.it
Landi	Ulisse	ARPAT	ul50129@arpato.toscana.it
Lazzarin	Giuliano	Libero Professionista	giuliano.lazzarin@libero.it
Lin	Stefano	C.A.A. Giorgio Nicoli Srl Crevalcore	slin@caa.it
Luchi	Nicola	Università di Firenze	nluchi@unifi.it
Maccherini	Simona	TerraData environmetrics	maccherini@terradata.it
Mangoni	Monica	Istituto AmbienteItalia	monica.mangoni@fastwebnet.it
Maresi	Giorgio	IASMA- Fondaz. E. Mach	giorgio.maresi@iasma.it
Mariano	Angelo	CFS Roma	a.mariano@corpoforestale.it
Marignani	Michela	TerraData environmetrics	marignani@terradata.it
Matteucci	Enrica	Università di Torino	enrica.matteucci@unito.it

Cognome	Nome	Affiliazione	E-mail
Morisi	Andrea	Centro Agricoltura Ambiente Giorgio Nicoli s.r.l.	amorisi@caa.it
Mosello	Rosario	CNR-ISE Verbania	r.mosello@ise.cnr.it
Nali	Cristina	Università di Pisa	afrancini@agr.unipi.it
Nimis	Pier Luigi	Università di Trieste	nimis@univ.trieste.it
Onorari	Marzia	ARPAT - Dip. di Pistoia	m.onorari@arpat.toscana.it
Pace	Loretta G.	Università dell'Aquila	loretta.pace@uniqaq.it
Pacetti	Daniela	Provincia di Firenze	d.pacetti@provincia.fi.it
Perotti	Maurizio	CESI	mperotti@cesi.it
Petriccione	Bruno	Corpo Forestale dello Stato	conecofor@corpoforestale.it
Pollastrini	Martina	Università di Firenze	tinaranger@virgilio.it
Pugliese	Annarita	ARPA Umbria	a.pugliese@arpa.umbria.it
Puntillo	Domenico	Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Bot. Uni. della Calabria	domenicopuntillo@virgilio.it
Puntillo	Michele	Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Bot. Uni. della Calabria	domenicopuntillo@virgilio.it
Renier	Cesare	Endesa Italia S.p.A.	renier.cesare@endesa.it
Rocchini	Duccio	TerraData environmetrics	rocchini@terradata.it
Ropolo	Luciana	ARPA Piemonte	l.ropolo@arpa.piemonte.it
Salatiello	Giovanni	CID Software Studio s.r.l. Centro Direzionale Napoli is. E/7	gsalatiello@cidsoftware.it
Salvadori	Cristina	IASMA- Fondaz. E. Mach	cristina.salvadori@iasma.it
Santi	Elisa	Università di Siena	elisa.santi@hotmail.it
Savini	Paola	Dottore forestale - Libero Professionista	pasavini@tiscali.it
Sbalchiero	Alfonso	APAT	alfonso.sbalchiero@apat.it
Scalici	Massimiliano	Università di Roma 3	scalici@uniroma3.it
Taddei	Cinzia	ARPAT - Dip. di Siena	c.taddei@arpat.toscana.it
Tornimbene	Ombretta	CNR - ISE	o.tornimbeni@ise.cnr.it
Tosi	Vittorio	CRA MPF	vittorio.tosi@entecra.it
Turri	Gustavo	Edipower	turri.g@tiscali.it
Vannini	Arianna	Università di Siena	aryblue@hotmail.com
Vurro	Emanuela	Università di Parma	emanuela.vurro@nemo.unipr.it
Wolynski	Alessandro	Provincia Autonoma di Trento	alessandro.wolynski@provincia.tn.it

Fondazione Edmund Mach



ISBN: 978-88-7843-027-3