

Meteodologie integrate per il rilevamento delle molestie olfattive.

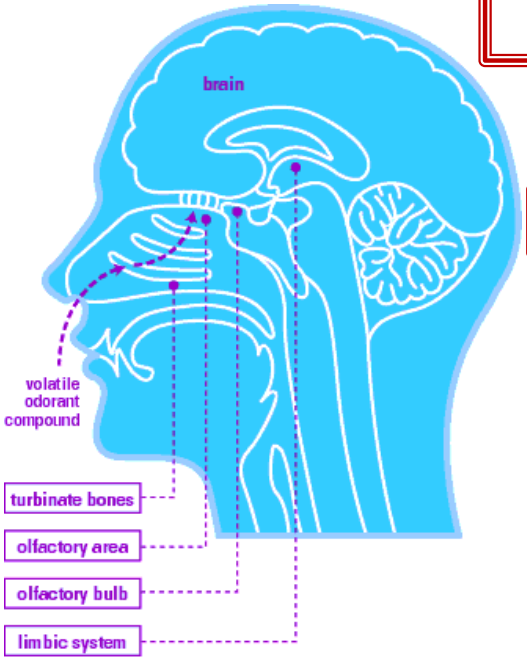
Prof. Gianluigi de Gennaro

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO
DIPARTIMENTO
DI BIOSCIENZE,
BIOTECNOLOGIE
E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

One Health Lab

Meccanismo fisiologico



INTERAZIONE AMBIENTE ESTERNO / SISTEMA OLFATTIVO CENTRALE

↓

CELLULE SENSORIALI LOCALIZZATE NEL NASO

↓ Stimolo trasmesso attraverso vie nervose olfattorie

CERVELLO

ELABORAZIONE DELLA RISPOSTA
sia in termini cognitivi di riconoscimento e valutazione della sensazione, sia introducendo componenti emozionali ed istintive

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Caratteristiche degli odori

La percezione olfattiva di una molecola odorigena dipende:

Oggettivi propri della sostanza:
- *volatilità*
- *idrosolubilità*

Soggettivi:
- *fisiologico*
- *psicologico*

Ambientali:
- *temperatura*
- *pressione*
- *umidità dell'aria*
- *vento*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

Percettibilità

Soglia di percettibilità (odour threshold - OT): *concentrazione minima (Absolute Threshold Concentration, ATC) percepibile dal 50% della popolazione esposta.*

Soglia di riconoscimento: *concentrazione alla quale si riesce non solo a rilevare la presenza di un odore, ma anche a distinguerlo qualitativamente.*

Soglia di contestazione: *concentrazione alla quale un odore inizia a provocare una sensazione di fastidio.*

One Health Lab

Percettibilità

Ma se non si tratta di soglie pure, ma di miscele….

$$Additività: R_{AB} = R_A + R_B$$

$$Sinergia: R_{AB} > R_A + R_B$$

$$Antagonismo: R_{AB} < R_A + R_B$$

dove R rappresenta l'odor threshold

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Classi di composti

Composti solforati:

- H_2S
- *mercaptani (metil, etil)*
- *solfuri organici*

Composti azotati:

- NH_3
- *ammine*
- *indolo e scatolo*

Altri composti:

- *terpeni*
- *acidi grassi*
- *aldeidi*
- *chetoni*
- *esteri*
- *alcoli*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Molecole odorigene

Composti solforati ridotti

Composti azotati

Terpeni

Acidi volatili

Composti ossigenati

Composti chimici	Odore	Produzione
H_2S	uova marce	scissione di cisteina e metionina in condizioni anaerobiche
Dimetilsolfuro - dimetildisolfuro	vegetali in decomposizione	
Mercaptani	cavolo in decomposizione	condizioni anaerobiche spinte
NH3	caratteristico acuto e pungente	
Ammine primarie, secondarie e terziarie	pungente di pesce	deaminazione degli aminoacidi in condizioni anaerobiche
Trimetilindolo	caratteristico di escrementi	
Limonene - α-pinene		Biodegradazione degli scarti ligneo-cellulosici
Acidi grassi a catena breve	rancido e pungente	Incompleta ossidazione dei lipidi in condizioni anaerobiche
Alcoli	classico di alcol	demolizione e fermentazione in condizioni anaerobiche
Aldeidi	dolce, pungente di frutti	demolizione e fermentazione in condizioni anaerobiche
Chetoni	pungente, dolciastro, fortemente sgradevole	demolizione e fermentazione in condizioni anaerobiche
Eteri	tipico degli eteri	demolizione e fermentazione in condizioni anaerobiche
Esteri	dolciastro	demolizione e fermentazione in condizioni anaerobiche

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Le principali sorgenti

SORGENTE	COMPOSTI
Impianti depurazione acque	H_2S, NH_3, SO_2, CH_4, metilmercaptani
Impianti di compostaggio	etanolo, limonene, acetoina, cadaverina, putrescina, H_2S, metilmercaptani
Discariche	NH_3, ammine, H_2S, mercaptani, composti solforati, acidi grassi saturi e insaturi, aldeidi, chetoni, idrocarburi, limonene, composti clorurati, alcooli
Impianti agricoli	NH_3 e ammine, mercaptani, composti solforati, acidi grassi, composti clorurati, fenoli, alcoli, aldeidi, chetoni, esteri
Allevamenti di bestiame	NH_3, ammine e ammidi, H_2S, mercaptani, composti solforati, acidi grassi
Industria alimentare	alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, esteri
Raffinerie	mercaptani, fenoli, acidi organici, composti solforati, aldeidi
Lavorazione legno, cartiere	mercaptani, alcoli, terpeni, canfora
Ind. chimica e farmaceutica	acidi, alcoli, aldeidi, chetoni, fenoli, mercaptani, ammine, solventi organici clorurati, esteri
Lavorazione ferro e metalli	aldeidi, idrocarburi alifatici e aromatici, acidi organici

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Come misurarle?

Obiettivi della misura

Definizione delle prestazioni / caratteristiche della misura (quali perfomance mi aspetto)

- Tempi
- Risorse

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Obiettivi della misura odorimetrica

Valutazione dell'impatto sulla popolazione

Individuazione delle aree a maggior esposizione

Valutazione delle emissioni e/o dei sistemi di abbattimento

Monitoraggio in continuo / Controllo di processo

Al recettore / alla sorgente / al confine ….

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

La normativa…!?

Decreto Direttoriale n.309 del 28/06/2023

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

"Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis in materia di emissioni odorigene di impianti e attività"

Gli "Indirizzi" disciplinano:

- **scelta dell'istruttoria autorizzativa**
- **metodologie per la caratterizzazione delle sorgenti emissive;**
- **requisiti minimi per la redazione di studi di impatto odorigeno;**
- **procedura per casi critici di molestia olfattiva e modalità di coinvolgimento della popolazione;**
- **determinazione di valori di emissione alle sorgenti odorigene sulla base del rispetto di criteri di accettabilità al recettore.**

AMBITO DI APPLICAZIONE

- in via diretta agli stabilimenti oggetto di AUA
- in via indiretta, come criterio di tutela da utilizzare nell'istruttoria autorizzativa, alle installazioni soggette ad AIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

La normativa…!?

Decreto Direttoriale n.309 del 28/06/2023
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
"Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis in materia di emissioni odorigene di impianti e attività"

Il documento si compone di una parte generale e di n.5 allegati tecnici:

- **Allegato A.1: Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione**
- **Allegato A.2: Campionamento olfattometrico**
- **Allegato A.3: Strategia di valutazione della percezione del disturbo olfattivo**
- **Allegato A.4: Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene**
- **Allegato A.5: IOMS (Instrumental Odour Monitoring System)**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

L'approccio metodologico

- In luogo dell' individuazione di valori limite di emissione validi per ogni impianto e per ogni contesto produttivo
- La definizione di **valori di concentrazione** di odore e di portate di odore **alle fonti emissive**, in **funzione** del **contesto territoriale** in cui l'impianto è ubicato e della classe di sensibilità dei ricettori sensibili, definita sulla base della classificazione ISTAT delle località e delle Zone Territoriali Omogenee di cui al D.M. 02/04/1968, n.1444, e s.m.i.).

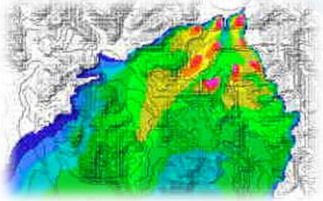
Il **rispetto dei valori di accettabilità al recettore** (valutati in sede autorizzativa mediante modello di dispersione) **stabilisce il valore massimo di emissione**.

Classe di sensibilità del ricettore	Descrizione della classe di sensibilità del ricettore sensibile	Valore di accettabilità dell'impatto olfattivo presso il ricettore sensibile
PRIMA	Aree, in centri abitati o nuclei, a prevalente destinazione d'uso residenziale classificate in zone territoriali omogenee A o B. Edifici, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo continuativo e ad alta concentrazione di persone (es. ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole, università, per tutti i casi, anche se di tipologia privata), esclusi gli usi commerciale e terziario	1 ou_E/m^3
SECONDA	Aree, in centri abitati o nuclei, a prevalente destinazione d'uso residenziale, classificate in zone territoriali omogenee C (completamento e/o nuova edificazione) Edifici o spazi aperti, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo continuativo commerciale, terziario o turistico (es. mercati stabili, centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, monumenti).	2 ou_E/m^3
TERZA	Edifici o spazi aperti, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo non continuativo (es.: luoghi di pubblico spettacolo, luoghi destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, luoghi destinati a fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri); case sparse; edifici in zone a prevalente destinazione residenziale non ricomprese nelle Zone Territoriali Omogenee A, B e C.	3 ou_E/m^3
QUARTA	Aree a prevalente destinazione d'uso industriale, artigianale, agricola, zootecnica.	4 ou_E/m^3
QUINTA	Aree con manufatti o strutture in cui non è prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone (es.: terreni agricoli, zone non abitate).	5 ou_E/m^3

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

Sistema integrato di monitoraggio degli odori

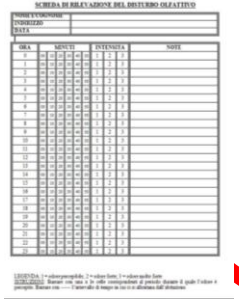
Modellistica previsionale
+ nowcasting



Campionamento olfattometrico
(on demand)



Segnalazioni



Sistema integrato di monitoraggio degli odori

Monitoraggio visivo



Sensori meteo



Sensori molecolari



One Health Lab

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Caratteristiche della misura odorimetrica

Determinazione diretta e quantitativa dell'odore
Valutazione effetto olfattivo
Risultati obiettivi
Sensibilità
Misure in continuo
Determinazione di singole specie
Tempi di risposta
Costi
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Caratteristiche della misura odorimetrica

	Olfattometria dinamica	Altri Metodi sensoriali	Modelli	Analisi chimica	Popolazione (segnalazioni questionari)	Sensori multiparametrici (IOMS)	Strumenti in continuo (proxy o marker)
Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore	🟢	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴
Valutazione effetto olfattivo	🟢	🟢	🟡	🔴🟡	🟢	🟡	🟡
Risultati obiettivi	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢
Sensibilità	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟡
Misure in continuo	🔴	🔴	🟡	🔴	🔴	🟢	🟢
Determinazione di singole specie	🔴	🔴	🟢	🟢	🔴	🔴	🟢
Tempi di risposta	🟡	🔴	🟡	🔴	🔴	🟢	🟢
Costi	🟡	🔴	🔴	🟡	🟢	🟡	🟡
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti	🟢	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🔴

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Olfattometria dinamica

	Olfattometria dinamica
Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore	
Valutazione effetto olfattivo	
Risultati obiettivi	
Sensibilità	
Misure in continuo	
Determinazione di singole specie	
Tempi di risposta	
Costi	
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti	



Campionamento on demand al recettore

Sottostima per bassi recuperi, alta variabilità dei risultati

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

Altri metodi sensoriali

	Altri Metodi sensoriali
Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore	🔴
Valutazione effetto olfattivo	🟢
Risultati obiettivi	🟢
Sensibilità	🟢
Misure in continuo	🔴
Determinazione di singole specie	🔴
Tempi di risposta	🔴
Costi	🔴
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti	🟡







Complessità gestionale e rappresentatività temporale

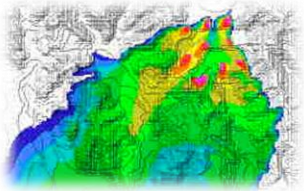


One Health Lab

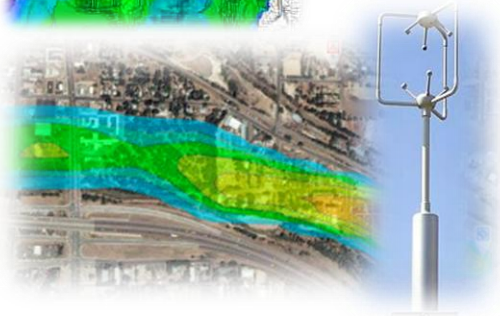
Modelli di dispersione

	Modelli
Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore	
Valutazione effetto olfattivo	
Risultati obiettivi	
Sensibilità	
Misure in continuo	
Determinazione di singole specie	
Tempi di risposta	
Costi	
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti	

Migliora la modellistica meteorologica



Forecasting



Nowcasting



Backtrajectories

ERSITÀ
UDI DI BARI
MORO
'IMENTO
SCIENZE,
NOLOGIE
E AMBIENTE (DBBA)

Analisi Chimica

	Analisi chimica
Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore	
Valutazione effetto olfattivo	
Risultati obiettivi	
Sensibilità	
Misure in continuo	
Determinazione di singole specie	
Tempi di risposta	
Costi	
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti	

Strumentazione online



Segnalazioni della popolazione

Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore
Valutazione effetto olfattivo
Risultati obiettivi
Sensibilità
Misure in continuo
Determinazione di singole specie
Tempi di risposta
Costi
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti

Automatizzazione e georeferenziazione delle segnalazioni



Popolazione (segnalazioni questionari)



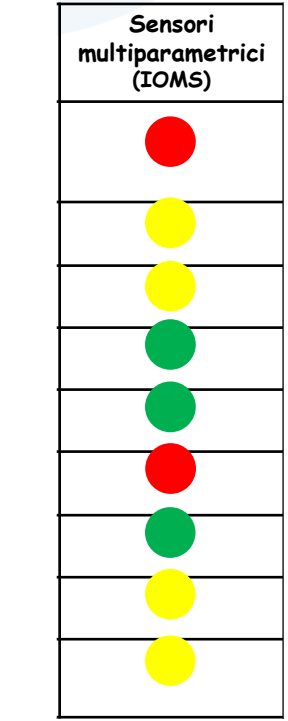
Riduzione nel tempo della partecipazione

IOMS e sensori multiparametrici

Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore
Valutazione effetto olfattivo
Risultati obiettivi
Sensibilità
Misure in continuo
Determinazione di singole specie
Tempi di risposta
Costi
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti

Standardizzazione dei protocolli (UNI 11761)

Restano i limiti sulla qualità e l'interpretazione delle misure



Analizzatori in continuo di Marker

Determinazione diretta e quantitativa della concentrazione di odore
Valutazione effetto olfattivo
Risultati obiettivi
Sensibilità
Misure in continuo
Determinazione di singole specie
Tempi di risposta
Costi
Campi di applicazione e Versatilità ai diversi contesti

Strumenti real time







Strumenti in continuo (proxy o marker)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Ancora soluzioni …



MS online

Monitoraggio visivo



Droni







Campionamento chimico
(anche on demand)

Sensori meteo



Analisi Chimica / sensoriale

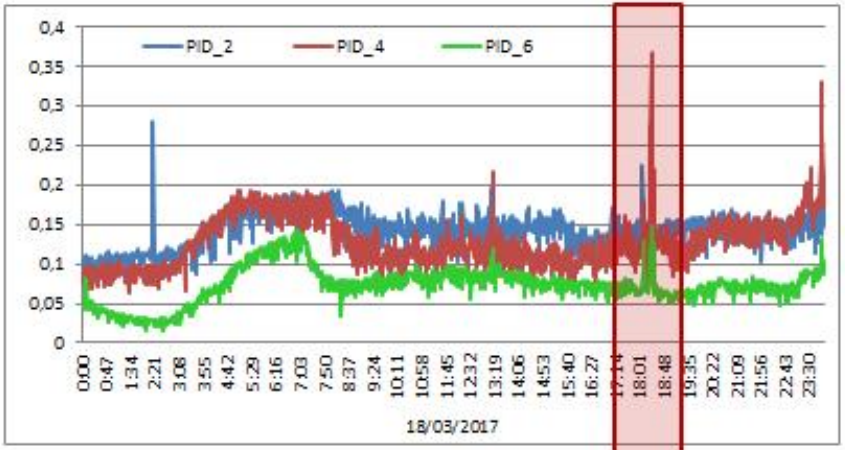


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

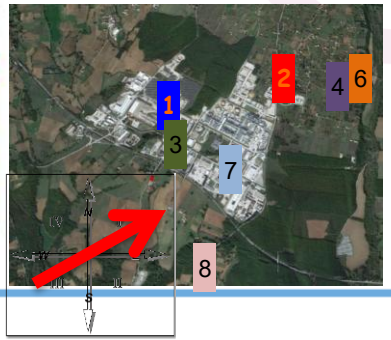
Un esempio…

18 marzo





DIREZIONE VENTO: OSO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Conclusioni

✓Integrazione, integrazione e integrazione …

✓Approcci sitospecifici …non ridurre la complessità

✓Seguire gli avanzamenti scientifici e tecnologici

✓Presto si tornerà alle molecole…

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

One Health Lab

Grazie

Gianluigi de Gennaro

gianluigi.degennaro@uniba.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Slides supplementari

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Segnalazioni della popolazione



Punti di forza

- Engagement della popolazione
- Enpowerment ed attivazione della popolazione
- Certificazione della segnalazione
- Socializzazione della segnalazione
- Avvaloramento della segnalazione
- Costituzione dell'evidenza
- Misurazione del fenomeno e delle sue caratteristiche temporali

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Segnalazioni della popolazione

Punti di debolezza



- Misurazione discontinua
- Segnalazione altalenante e in riduzione
- Necessità di numerose sentinelle
- Misure non quantitative dell'intensità del fenomeno
- L'individuazione della sorgente può essere complessa (maneggiare con cura i dati meteo)
- La georeferenziazione variabile indebolisce l'interpretazione delle frequenze di accadimento

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)

One Health Lab

Segnalazioni della popolazione



Bisogni:

- Standardizzazione delle procedure
  - Numero di sentinelle (distribuzione nello spazio)
  - Selezione delle sentinelle (capacità di monitorare)
  - Criteri di validazione dei dati
  - Definizione di criteri per la reportistica (confronti con categorie omogenee)
- Formazione degli operatori
- Supporto alla partecipazione

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE, BIOTECNOLOGIE E AMBIENTE (DBBA)