

XLVII CONGRESSO AIE SEMINARIO SATELLITE

“La sorveglianza ambientale delle infezioni:
criticità e supporto di AI”

Giulia Lauretani

*Laboratorio di Igiene e Virologia ambientale
Università di Pisa*

Pisa, 18 Aprile 2023, Centro Congressi «Le Benedettine»

SORVEGLIANZA è la raccolta, l'analisi e l'interpretazione continua e sistematica dei dati relativi alla salute

AMBIENTALE da campioni di acqua, aria, suolo, alimenti

DELLE INFEZIONI per la definizione delle priorità, la pianificazione e la valutazione delle politiche e delle strategie di sanità pubblica.

OBIETTIVI

- ❖ funge da sistema di **allerta precoce** per focolai imminenti;
- ❖ importante per identificare **potenziali rischi** per la salute pubblica;
- ❖ consente il **monitoraggio e la valutazione** dell'impatto di un intervento;
- ❖ monitora e chiarisce la **diffusione** delle malattie



LA WASTEWATER BASED EPIDEMIOLOGY

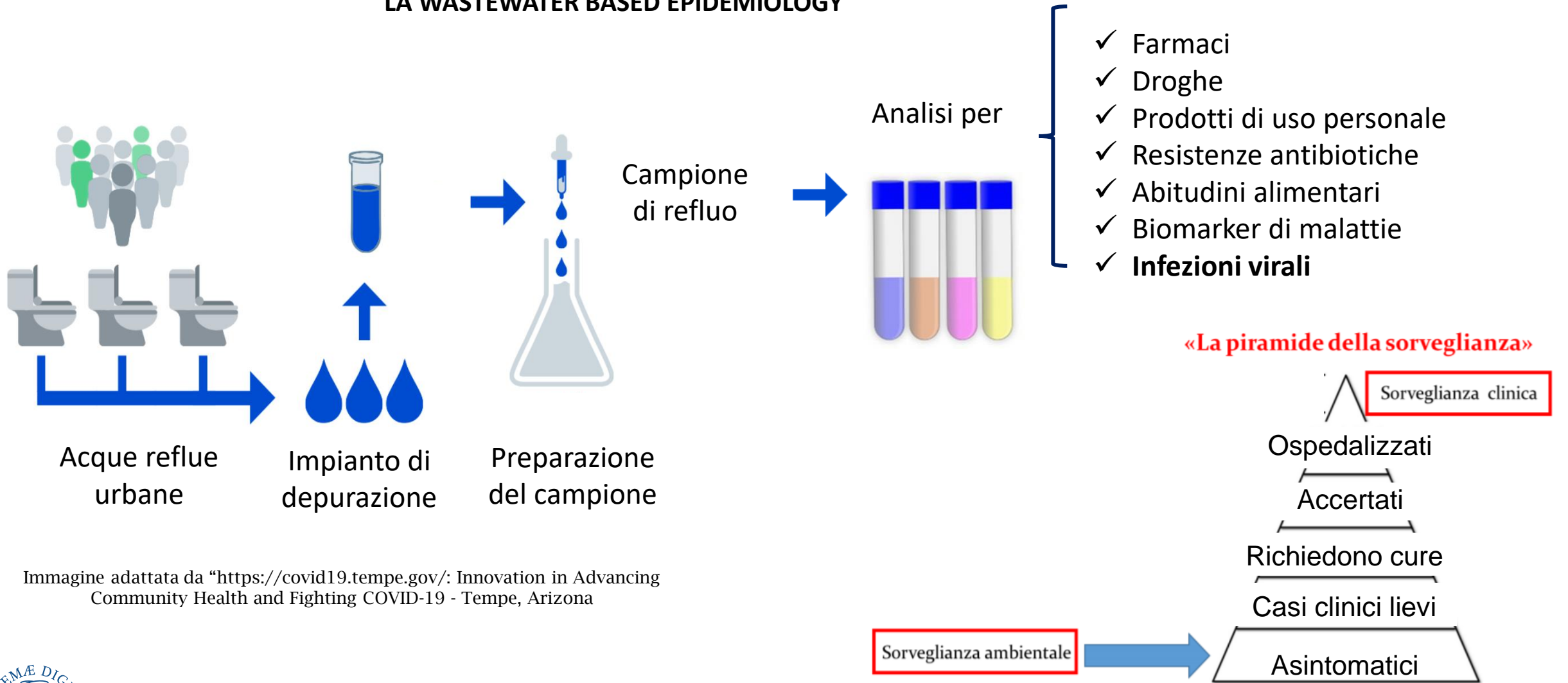


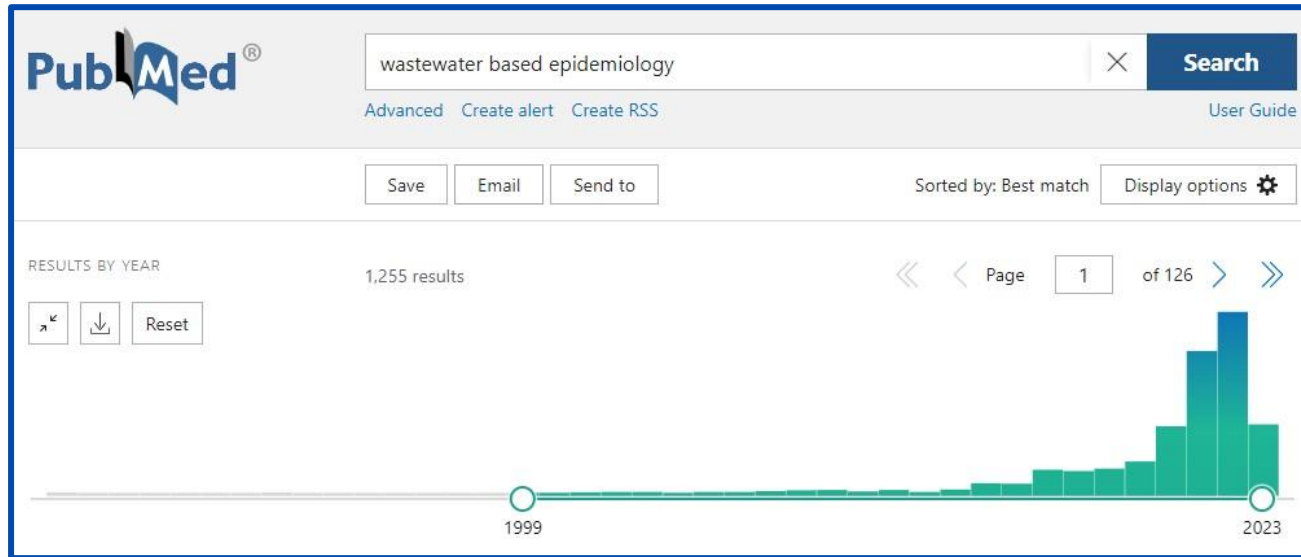
Immagine adattata da "<https://covid19.tempe.gov/>: Innovation in Advancing Community Health and Fighting COVID-19 - Tempe, Arizona

Nieuwenhuijse & Koopmans, 2017. Front Microbiol. 2017; 8: 230

LA WASTEWATER BASED EPIDEMIOLOGY

Ricchezza di informazioni + - Complessità di analisi

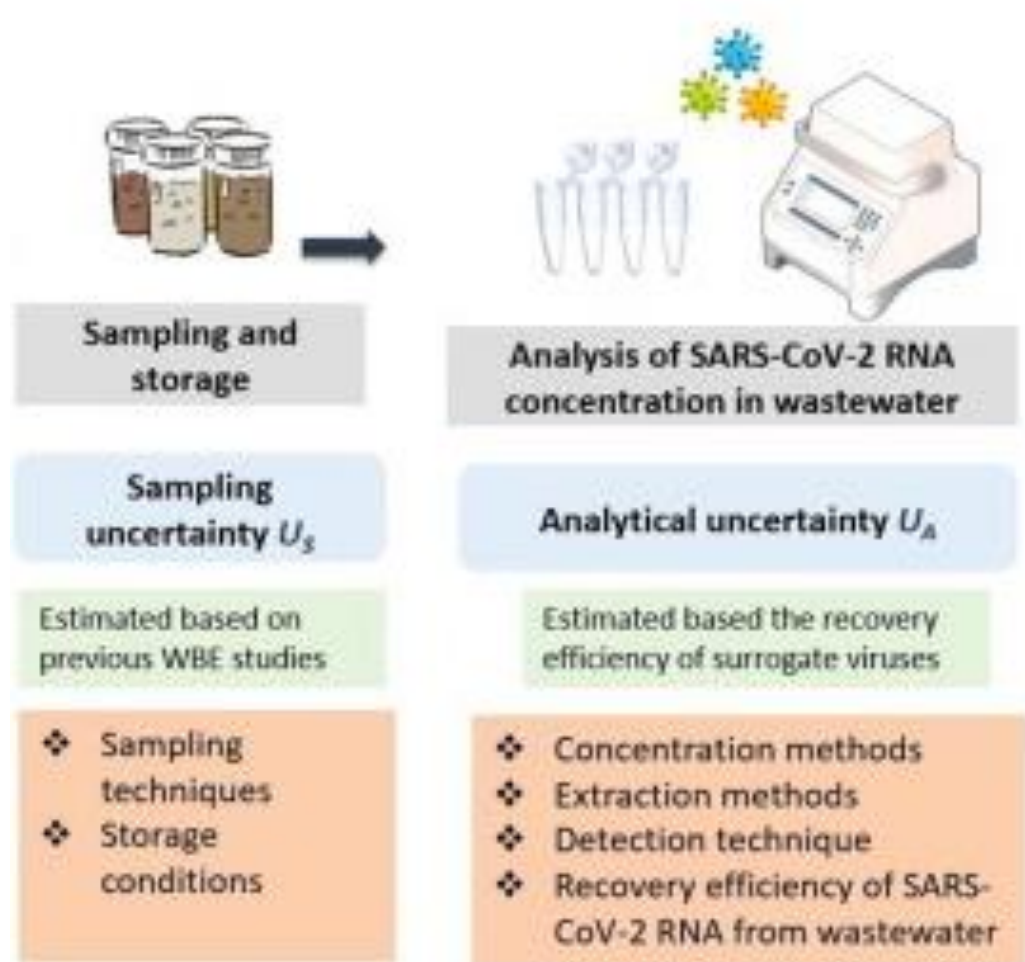
nel 2022 458 pubblicazioni



Aprile 2023

- ❖ Intera popolazione (sintomatici, pre-sintomatici e asintomatici)
- ❖ Non invasività
- ❖ Basso costo
- ❖ Permette la sorveglianza anche quando quella clinica non c'è
- ❖ Segue l'evoluzione della diffusione
- ❖ Permette di dare allarmi rapidi di ricomparsa
- ❖ Permette di segnalare la comparsa di varianti
- ❖ Permette di individuare nuovi virus

VARIABILITÀ DELLE METODICHE UTILIZZATE



Prelievo

Concentrazione

Estrazione

Detection

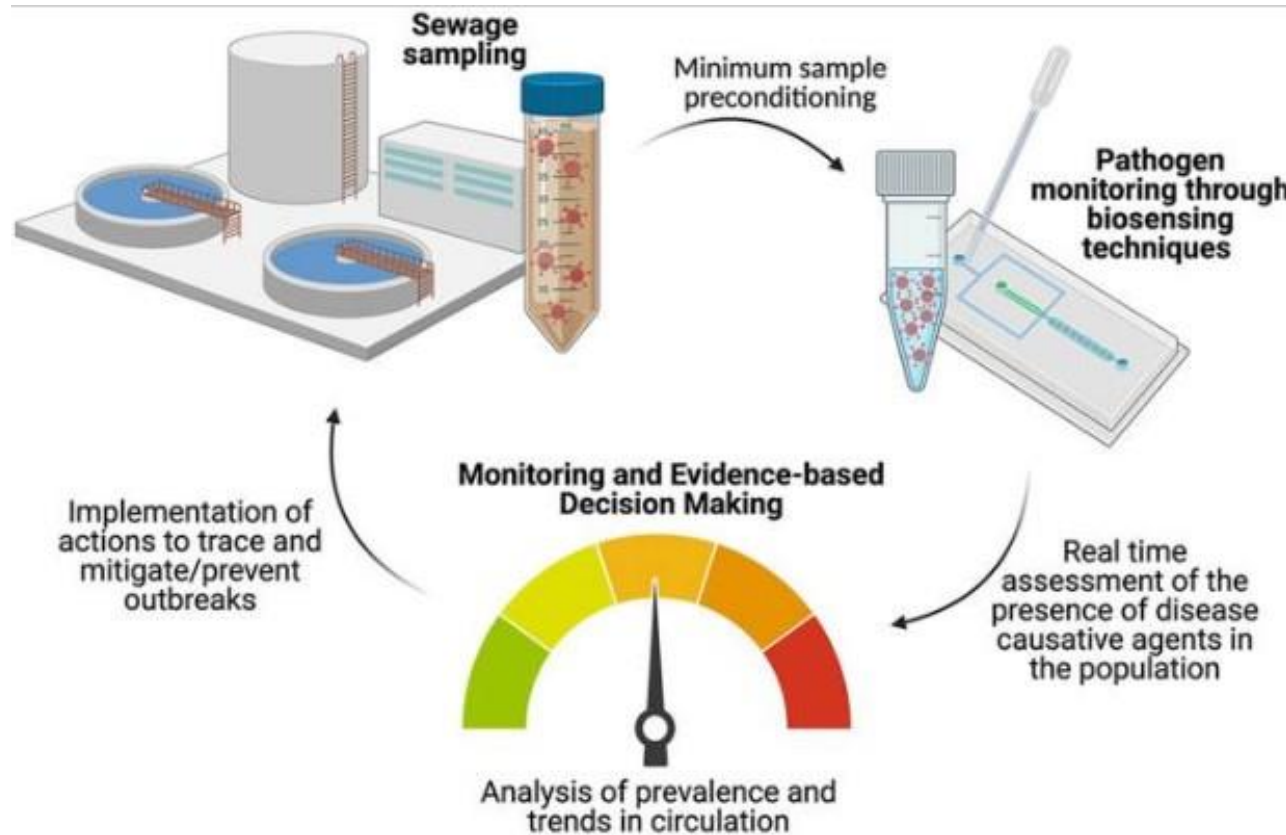


Raccomandazione 2021/472 CE

Promuove prescrizioni minime per strategie efficienti di sorveglianza delle acque reflue e l'uso di metodi comuni

Calibration of methods for SARS-CoV-2 environmental surveillance: a case study from North-West Tuscany. Verani M., Federigi I., Muzio S., Lauretani G., Calà P., Mancuso F., Salvadori R., Valentini C., La Rosa G., Suffredini E., Carducci A., 2022. Int J Environ Res Public Health. 2022 Dec 9;19(24):16588. doi: 10.3390/ijerph192416588

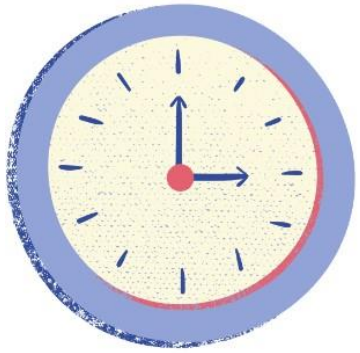
LA SFIDA DEI BIOSENSORI



- ❖ Specifici
- ❖ Sensibili
- + ❖ Portatili e senza necessità di grandi strumentazioni
- ❖ Elaborazione minima del campione
- ❖ Rilevazione in tempo reale
- ❖ Necessità di ulteriori studi per matrici complesse e possibile implementazione di nanomateriali

Jiménez-Rodríguez M.G, et al., (2022)
Rojas-Villacorta W., et al (2022)

ULTERIORI CRITICITÀ DELLA WBE



Tempo di escrezione
virale



Lunghezza e tipo di
fognatura,
% di scarichi
industriali/abitativi



Fattori metereologici



Fluttuazioni nella
popolazione

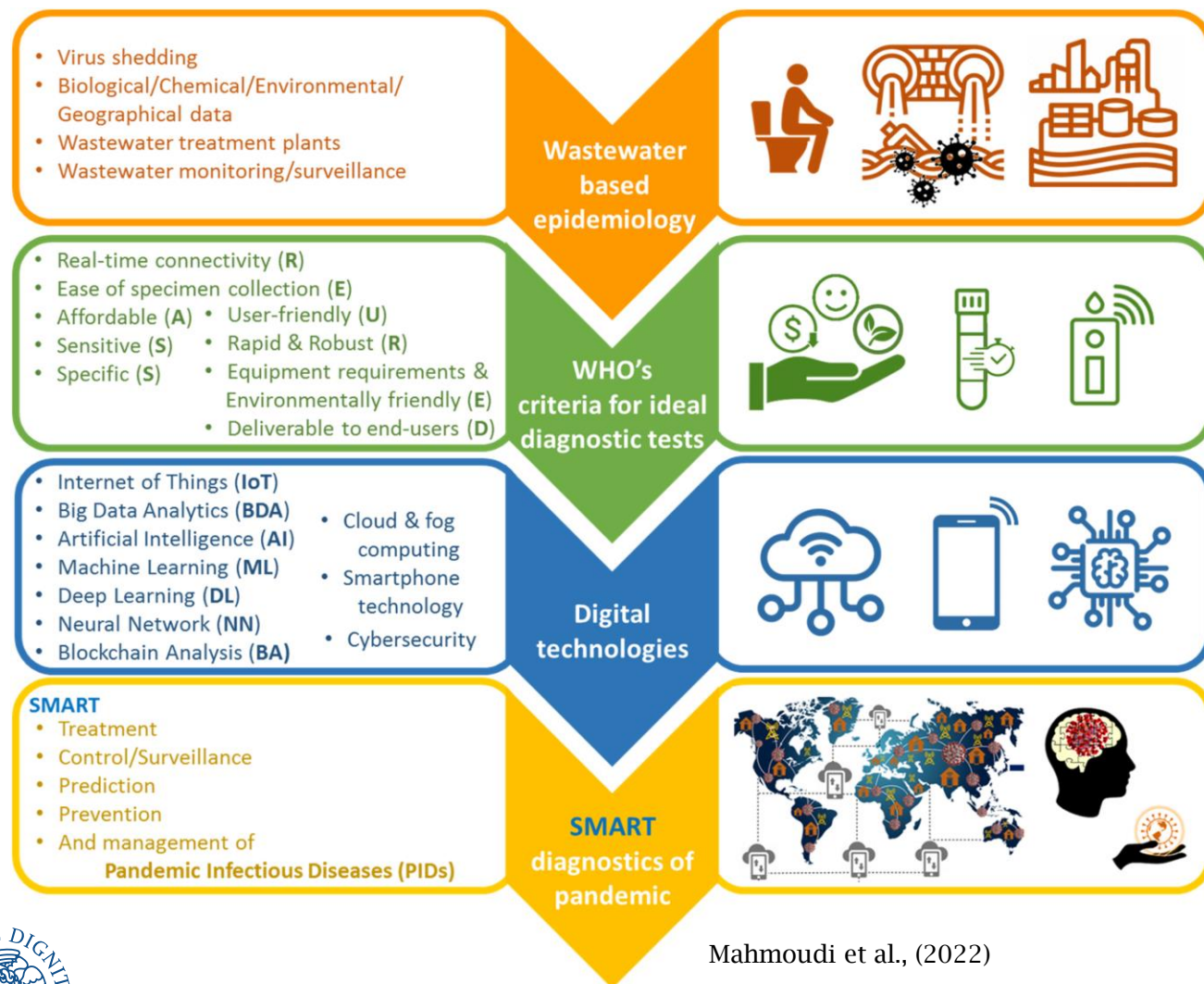
DATI WBE PER SARS-CoV-2



<https://www.covid19wbec.org/covidpoops19>

Giulia Lauretani

DATI WBE PER SARS-CoV-2



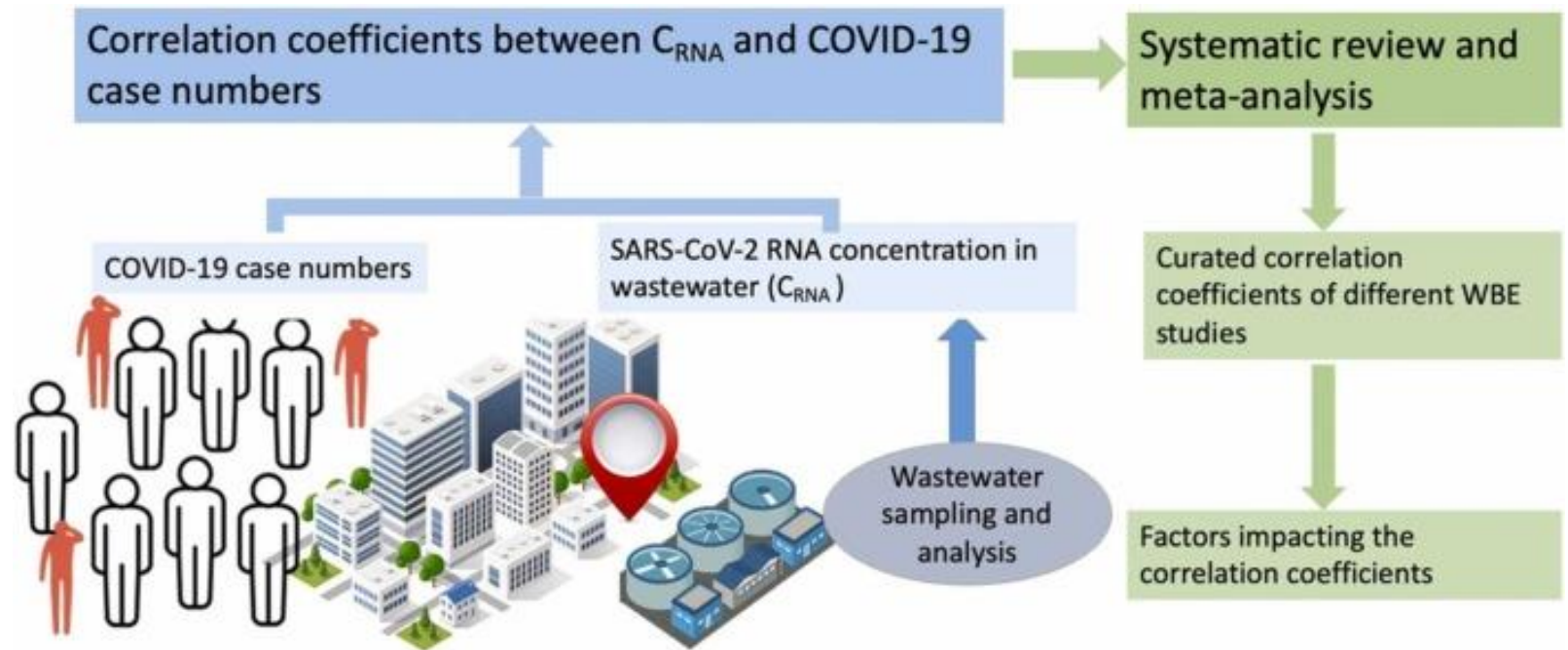
Mahmoudi et al., (2022)

- ❖ I sistemi di rilevazione dovrebbero essere in grado di connettersi tra loro così come con altri sistemi (IoT) e connettersi con gli utenti finali/decisori politici
- ❖ Connettività in tempo reale per la condivisione, l'analisi e l'ottimizzazione dei dati
- ❖ Gestione dei dati con sistemi AI



LA CORRELAZIONE TRA IL DATO AMBIENTALE E IL DATO CLINICO

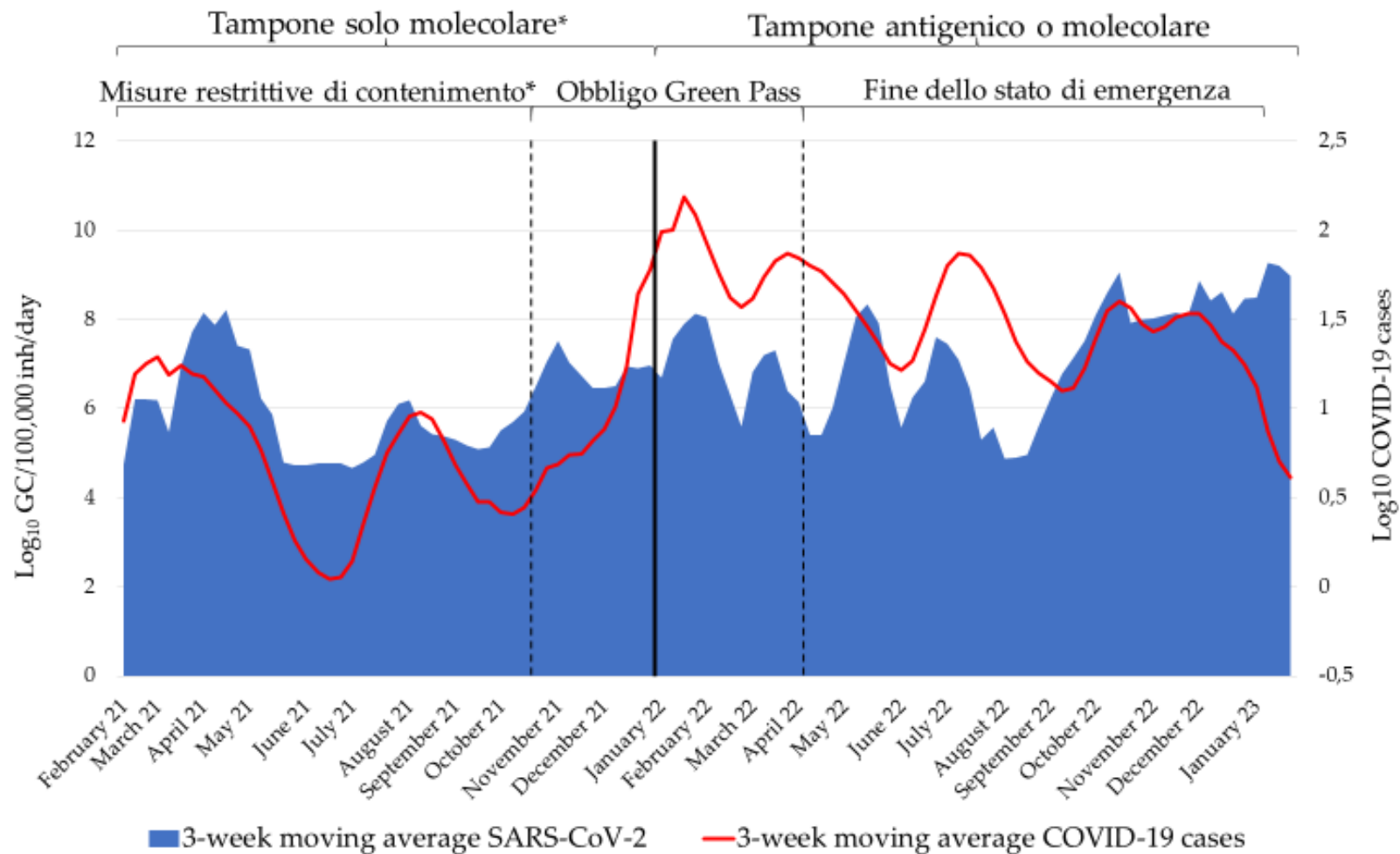
- ✓ Standardizzazione dei metodi
- ✓ Qualità e condivisione del dato ottenuto
- ❖ Correlazione con il dato clinico?



Li X. et al., (2023)

- ❖ Correlazioni migliori con i nuovi casi
- ❖ La normalizzazione ha leggermente migliorato le prestazioni della WBE
- ❖ Le variazioni delle condizioni ambientali, della copertura dei test clinici e della progettazione del campionamento sono state ritenuti punti critici

LA CORRELAZIONE TRA IL DATO AMBIENTALE E IL DATO CLINICO



* Correlazione statisticamente significativa nei periodi in cui solo il test molecolare confermava il nuovo caso COVID-19 e quando erano in atto misure rigide di contenimento

SVILUPPO DI MODELLI

Studio	Luogo e periodo	Modelli
<u>Aberi et al. (2021)</u>	Austria (Data collected from databases)	Regression models applied to predicting the number of active cases: Linear (LR), Polynomial (PL), K-Nearest Neighbor (KNN), Multilayer Perceptron (MLP), Support Vector Regression (SVR), Generalized Additive Models (GAM), Decision Tree (DT) and Random Forest (RF)
<u>Cao and Francis (2021)</u>	USA April 2020–February 2021	Vector Autoregression (VAR) model
<u>Fernandez-Cassi et al. (2021)</u>	Switzerland February 2020–April 2020	Incidence estimation by the Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered (SEIR) model with Gamma distribution to represent virus shedding and time between infection and symptom onset
<u>Galani et al. (2022)</u>	Greece August 2020–March 2021	Distributed/fixed lag modeling, LR, and artificial neural networks (ANN) were utilized to build relationships between SARS-CoV-2 RNA load in wastewater and pandemic health indicators
<u>Jiang et al. (2022)</u>	USA May 2020–December 2021	ANN (Best fit with $R^2 = 0.89$)
<u>Li et al. (2021b)</u>	Australia Used data from seven papers	Three types of data-driven models were applied to a multi-national WBE dataset: multiple linear regression (MLR), ANN and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to predict upcoming new cases
<u>McMahan et al. (2021)</u>	USA May 2020–August 2020	SEIR model to predict the number of infected individuals based on the mass rate (gc/day) of SARS-CoV-2 RNA in wastewater
<u>Nourbakhsh et al. (2022)</u>	Canada September 2020–June 2021	Viral transmission is simulated via a standard epidemiological SEIR-like model and the fate of SARS-CoV-2 in wastewater using an advection-dispersion-decay model
<u>Zhu et al. (2022)</u>	Japan August 2020–February 2021	Generalized linear model, ANN and RF to predict the cumulative number of cases

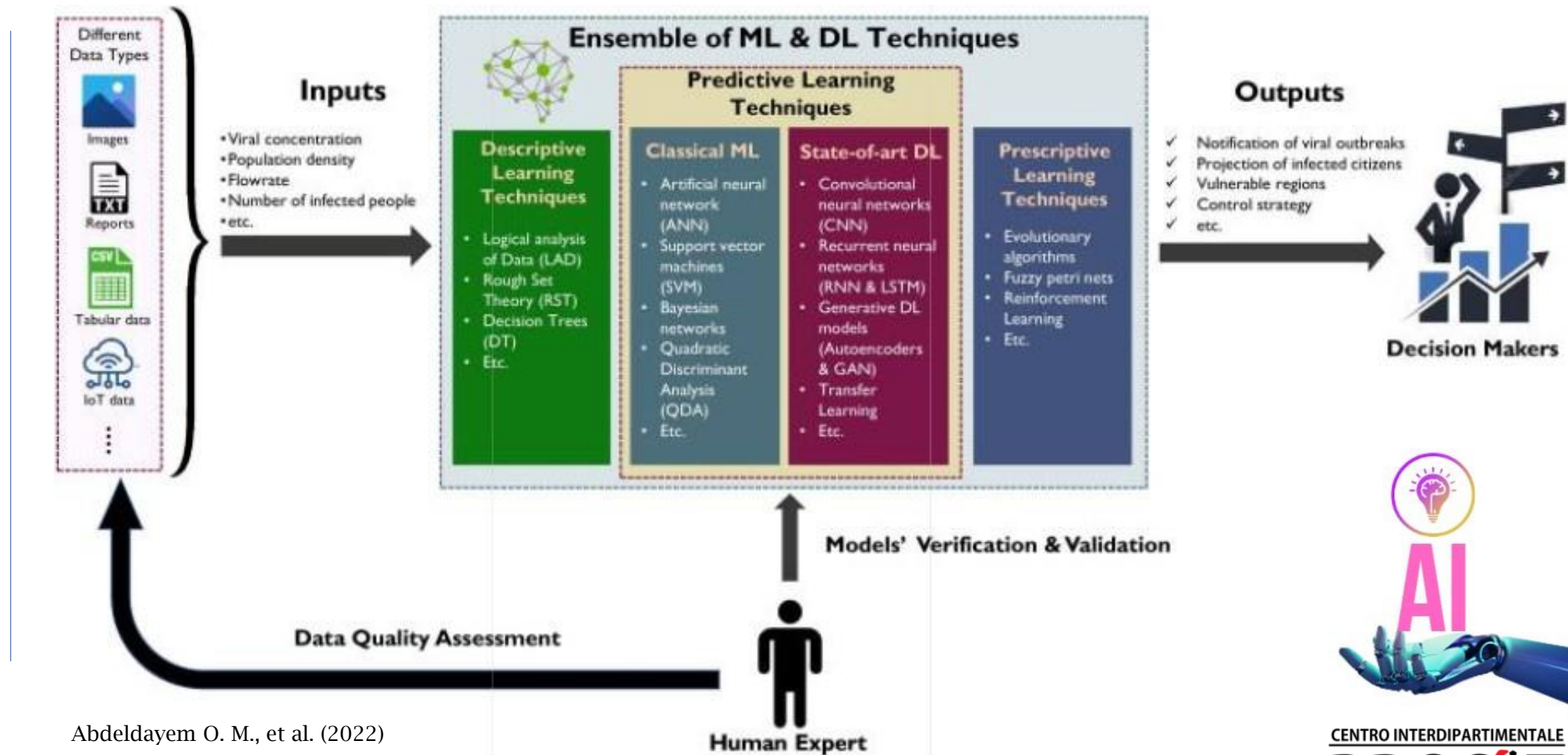
Adattata da Ciannella S., et al. (2023)

SVILUPPO DI MODELLI

Dato ambientale

Dato clinico

- ✓ test di screening
- ✓ le previsioni sulla pandemia
- ✓ la tracciabilità dei contatti
- ✓ la previsione e lo sviluppo di farmaci/vaccini



Abdeldayem O. M., et al. (2022)

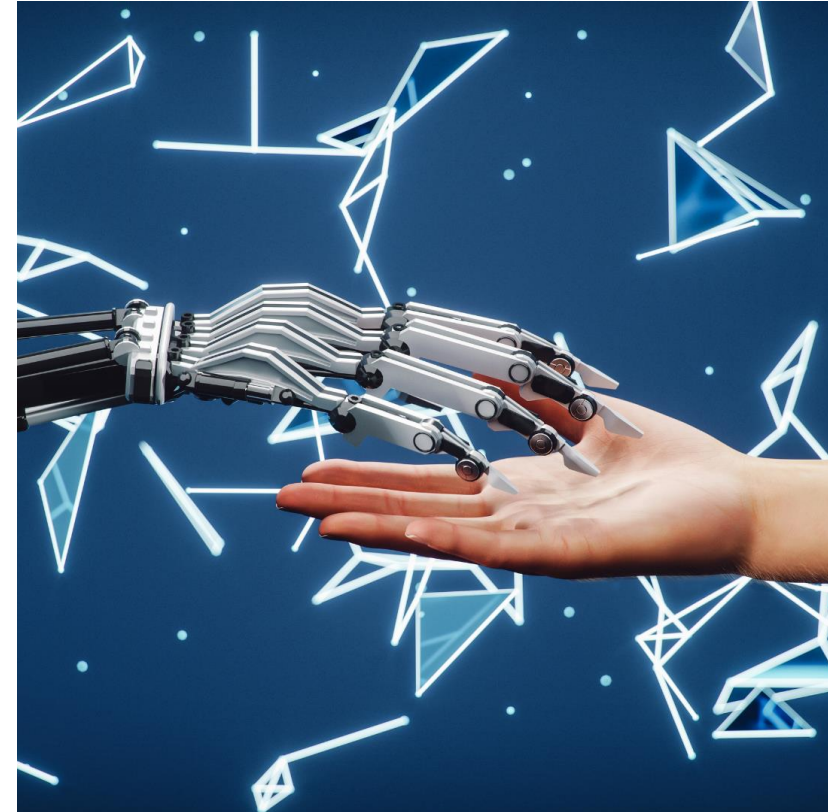
Giulia Lauretani

CONCLUSIONI

- ✓ Potenzialità elevata della WBE per implementare sistemi di sorveglianza di malattie infettive
- ✓ Possibile supporto di AI nel migliorare l'affidabilità dei risultati, individuare anomalie, analizzare l'enorme quantità di dati, sviluppare modelli
- ✓ Necessità di collaborazione stretta tra competenze analitiche, ingegneristiche, cliniche, epidemiologiche ed informatiche

“Di gran lunga, il più grande pericolo dell'Intelligenza Artificiale è che le persone concludano troppo presto di averla compresa.”

Eliezer Yudkowsky



Università di Pisa
Laboratorio di Igiene e Virologia Ambientale



**Annalaura
Carducci**



**Marco
Verani**



**Erika
Rovini**



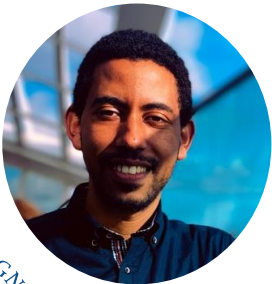
**Ileana
Federigi**



**Zhao
Hongrui**



**Giulia
Lauretani**



**Nebiyu
Tariku
Atomsa**



**Alessandra
Pagani**



**Sara
Muzio**