

# L'Intelligenza Artificiale nel settore agricolo e forestale: uno strumento semplicemente complesso

## Luciano Ortenzi



Department of Agriculture  
and Forest Sciences (DAFNE)  
[www.dafne.unitus.it](http://www.dafne.unitus.it)



# Luciano Ortenzi

- Ricercatore UniTus (It)
- Tecnologo -> CREA-IT (It)
- Visiting Scientist -> RIKEN (JP)
- Post-doc -> ISC-CNR (It)
- PhD -> Max Planck Institute (Ge)
- Laurea in Fisica -> Sapienza (It)



Department of Agriculture and Forest Sciences (DAFNE)  
www.dafne.unitus.it





# PROLOGO: I TREND ATTUALI

DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili



2050 -> La popolazione mondiale supererà i 9 miliardi

## Urbanizzazione

- Oggi: 50%
- 2050: 70%

## Diminuzione del tasso di crescita dei raccolti:

- 1960: 3,2%
- Oggi: 1,5%
- 2050: 0,8%



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



# PROLOGO: LE SFIDE DEL FUTURO

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

- ***Incrementare la produzione mondiale di cibo di almeno il 50%***
  - *Aumento delle terre arabili*
  - *Aumento delle produzioni per ettaro*
  
- ***Produrre di più con meno input***
  - *Riduzione della chimica*
  - *Sostenibilità e salvaguardia dell'ambiente*



**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



DAFNE



**D.I.Ver.So.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## Obiettivo generale

Sfruttare le nuove tecnologie per perseguire  
l'**intensificazione sostenibile** della produzione.

In altri termini

**produrre di più spendendo poco e  
inquinando ancora meno**

# Intelligenza Artificiale in Agricoltura: perché?



**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

# Gestione digitale dell'agricoltura e del territorio montano (LM-69/73)

Sede didattica di Rieti

## Obiettivo generale

Sfruttare le nuove tecnologie per perseguire l'**intensificazione sostenibile** della produzione.

Corso finalizzato alla formazione di professionisti **agronomi o forestali**, con competenze specifiche in:

- gestione dei dati digitali,
- sensoristica applicata all'agricoltura e alle foreste,
- tecniche di agricoltura di precisione,
- sistemi informatici applicati alla gestione del territorio montano e all'agricoltura.



**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## Mission

Particolare **attenzione** è rivolta all'aspetto **sociale delle nuove tecnologie come mezzo trainante la transizione verde**. A tal fine si usano l'intelligenza artificiale e l'edge computing per realizzare **dispositivi sempre più economici e basati su software open source**. In questo modo si possono ridurre drasticamente i costi di gestione delle aziende, rivolgendosi a una **manodopera sempre più specializzata e attenta all'utilizzo di tecnologie digitali**.

## Nuovo Laboratorio MANDRACHE

Ricerca a Rieti!!!



Dott. Luciano Orteni  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



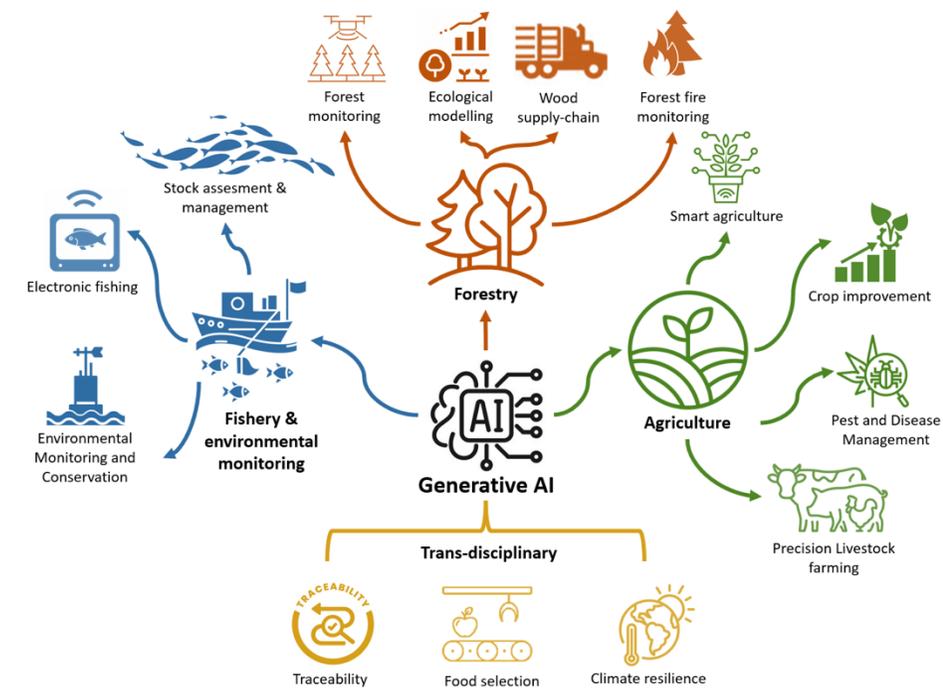
# SOMMARIO

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## Motivation:

- AI: Machine Learning, Deep Learning, GAI.
- Applicazioni in agricoltura: Food quality, Meccanizzazione, Monitoraggio (analisi serie storiche, modelli previsionali).
- Reti Generative in agricoltura.
- Conclusioni.



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



## DI COSA PARLIAMO

DAFNE

**D.I.Ver.So.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

L'**Intelligenza Artificiale** (AI) può essere definita come l'area di studio nel campo dell'informatica che si occupa dello sviluppo di elaboratori in grado di impegnarsi in processi di pensiero apprendimento e auto correzione (Kok et al. 2009)



**Dott. Luciano Ortenzi**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



# DI COSA PARLIAMO

DAFNE

**D.I.Ver.So.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

L'**Intelligenza Artificiale** (AI) può essere definita come l'area di studio nel campo dell'informatica che si occupa dello sviluppo di elaboratori in grado di impegnarsi in processi di pensiero apprendimento e auto correzione (Kok et al. 2009)

Il *machine learning* (ML) indica il campo di studi che conferisce ai computer la capacità di imparare senza essere programmati in modo esplicito (Samuel 1959).



Dott. Luciano Orteni  
luciano.ortenzi@unitus.it



DAFNE

**D.I.Ver.So.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## QUANDO SI USA IL MACHINE LEARNING?

- Quante dita ci sono in una mano?
- Quanto ci metto a tornare a casa?
- Quando sarà la prossima eclissi solare?
- Pioverà domani?
- **Quanto vale la mia casa?**

In generale si usa il ML quando **sono note le variabili** rilevanti (**features**) che determinano una certa quantità (il prezzo della casa) **ma non si sa come legarle tra loro** anche perché a volte sono fortemente disomogenee



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza



# MACHINE LEARNING

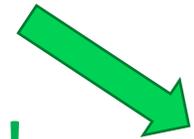
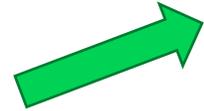
DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

Il *machine learning* (ML) indica il campo di studi che conferisce ai computer la capacità di imparare senza essere programmati in modo esplicito (Samuel 1959).

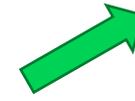
- Esiste un *path* nei dati
- Non sappiamo quale sia
- **Abbiamo abbastanza dati!**

***NO DATA NO PARTY!!***



## Apprendimento Supervisionato

La risposta è nota per un *sottoinsieme* di dati -> Training set



## Regressione

La risposta è *quantitativa*

## Classificazione

La risposta è *qualitativa*

## Apprendimento non supervisionato

La risposta è *ignota*  
***CLUSTERING***

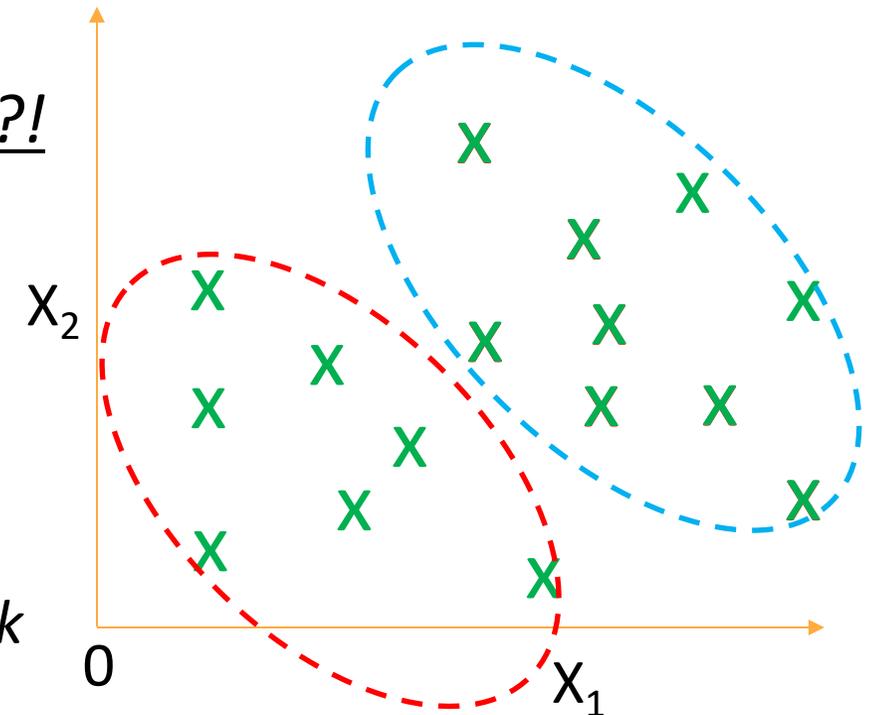
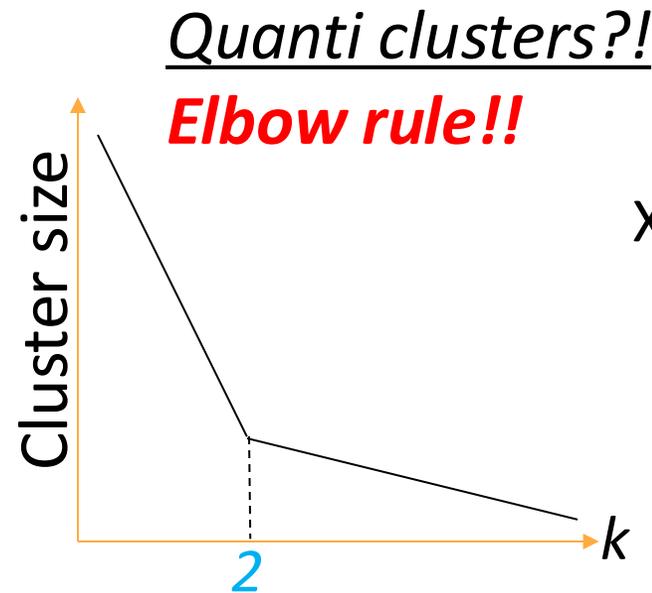
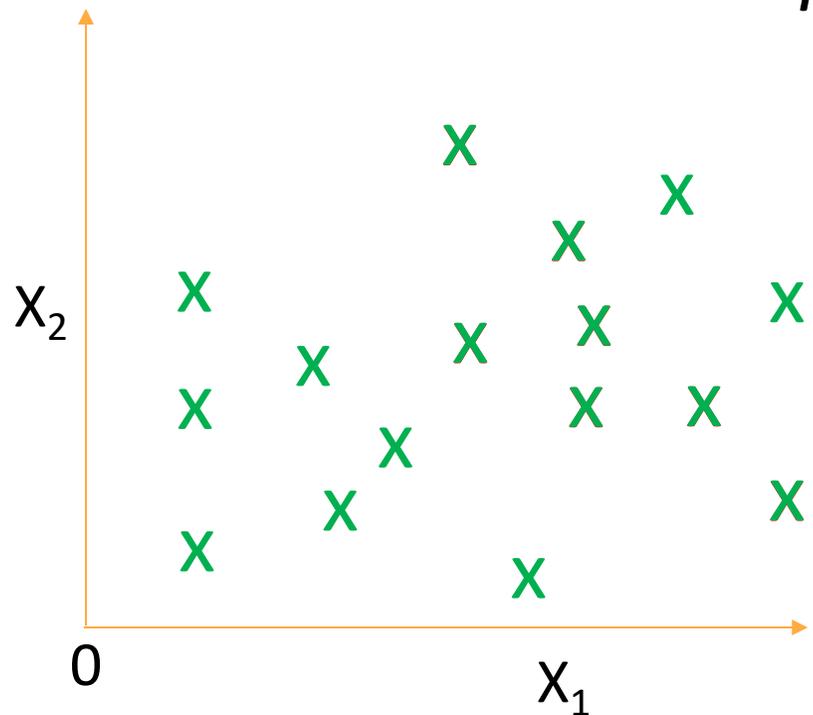


DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

Dott. Luciano Orteni  
luciano.ortenzi@unitus.it

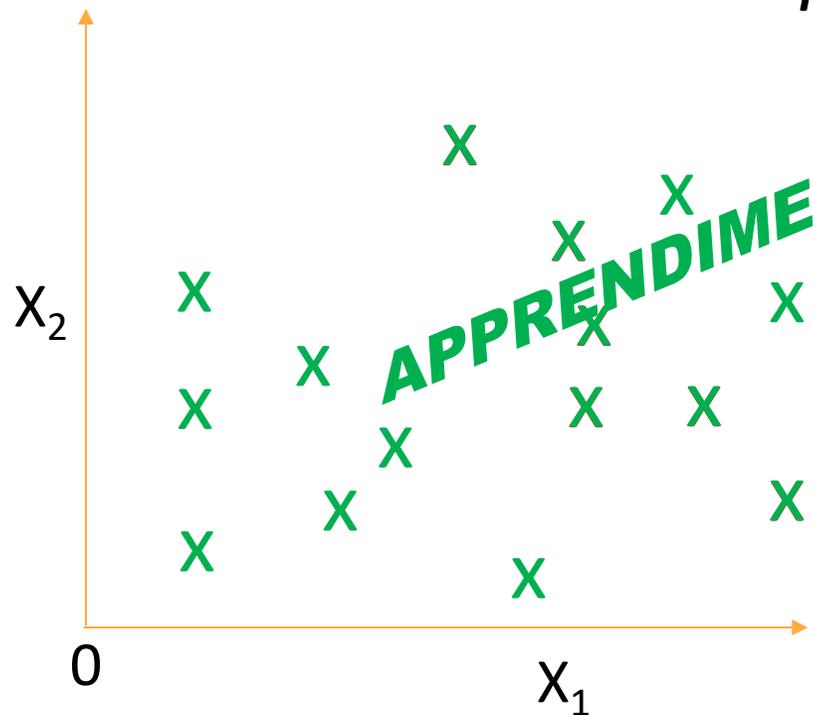
# Prologo: come funziona il machine learning (qualche esempio...)

- Dati non etichettati
- Trovare cluster *spontanei*

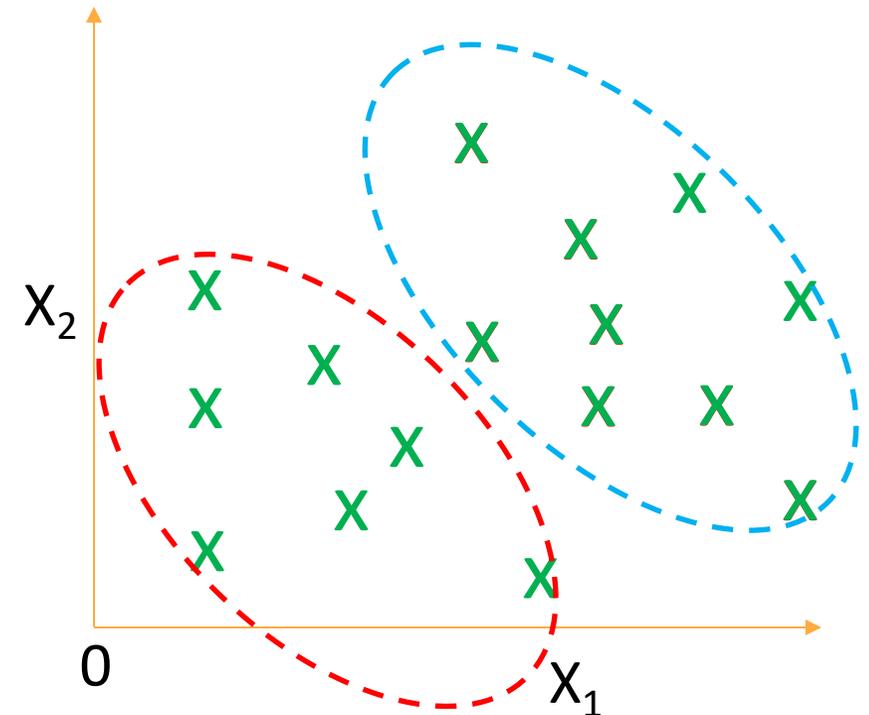


# Prologo: come funziona il machine learning (qualche esempio...)

- Dati non etichettati
- Trovare cluster *spontanei*

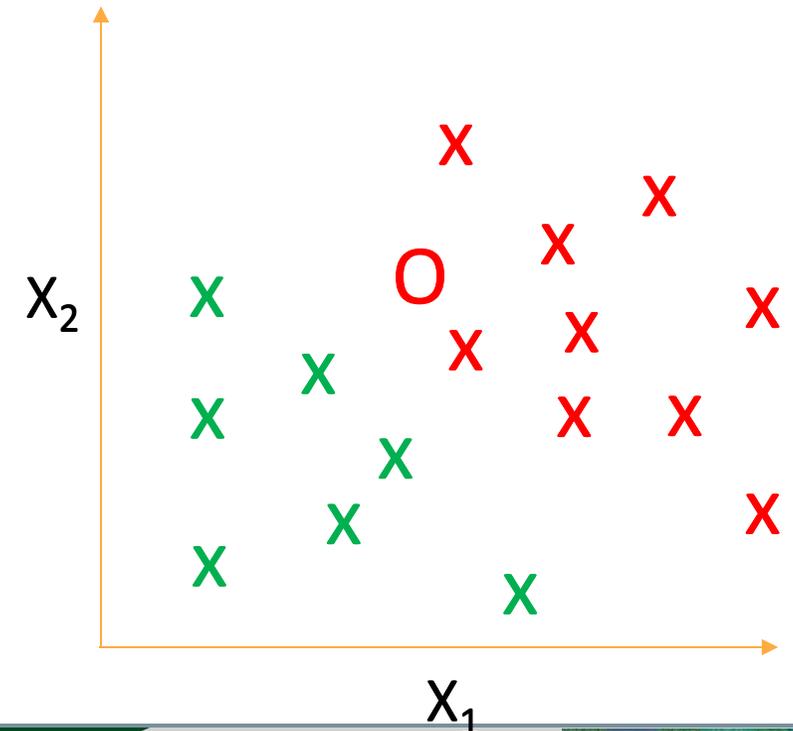
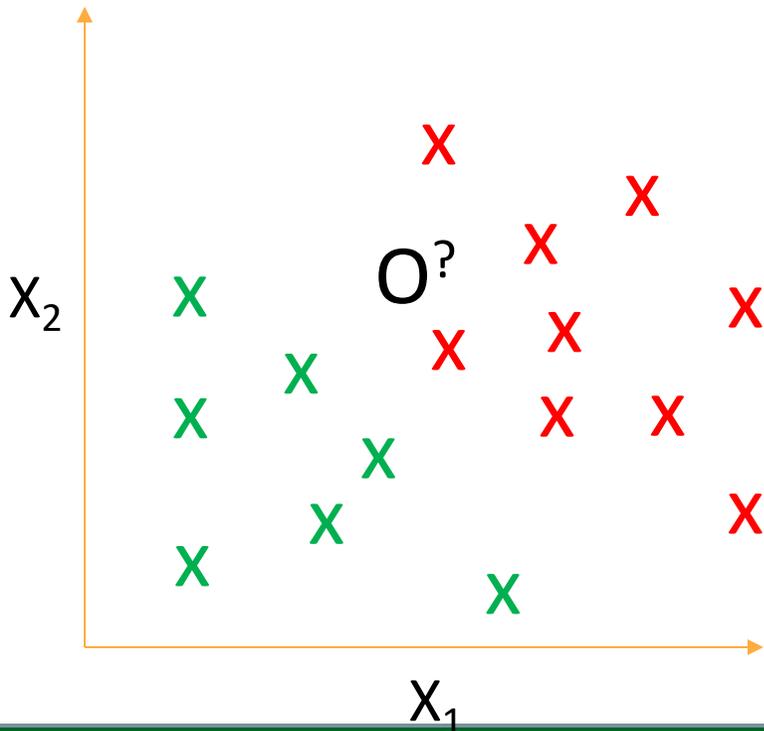


**APPRENDIMENTO NON SUPERVISIONATO -> CLUSTERING**



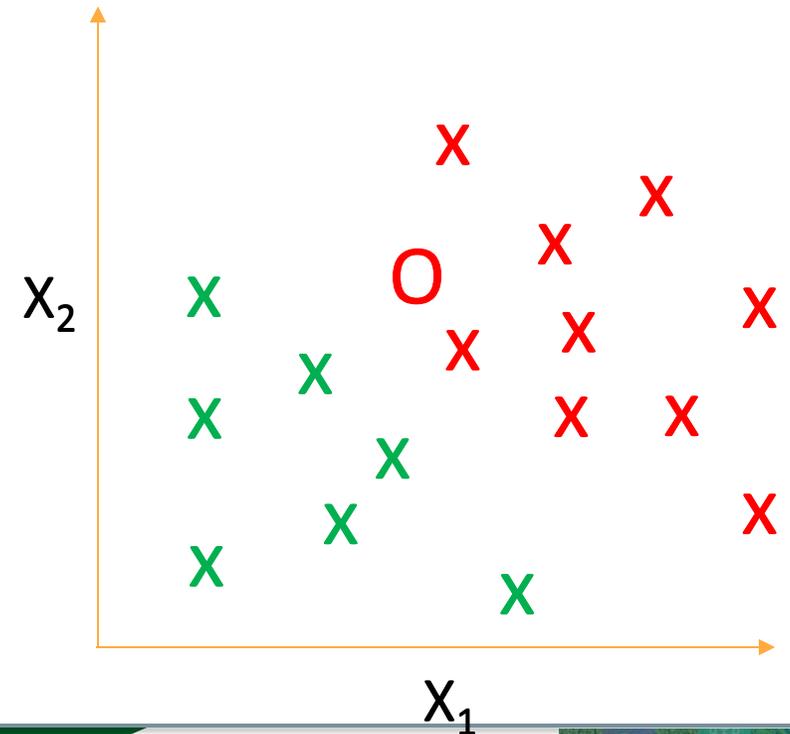
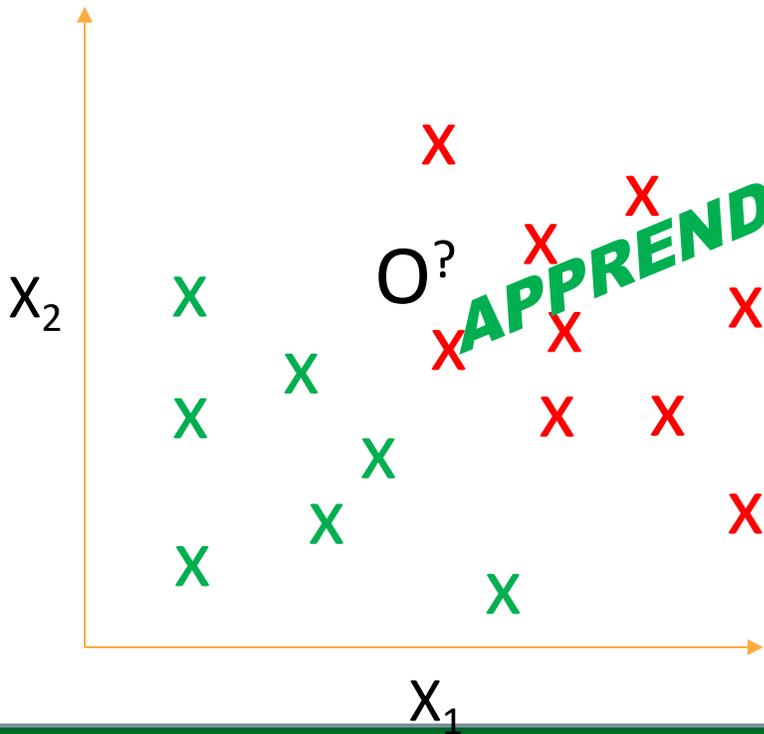
# Prologo: come funziona il machine learning (qualche esempio...)

- Dati etichettati
- *Pedire le etichette*



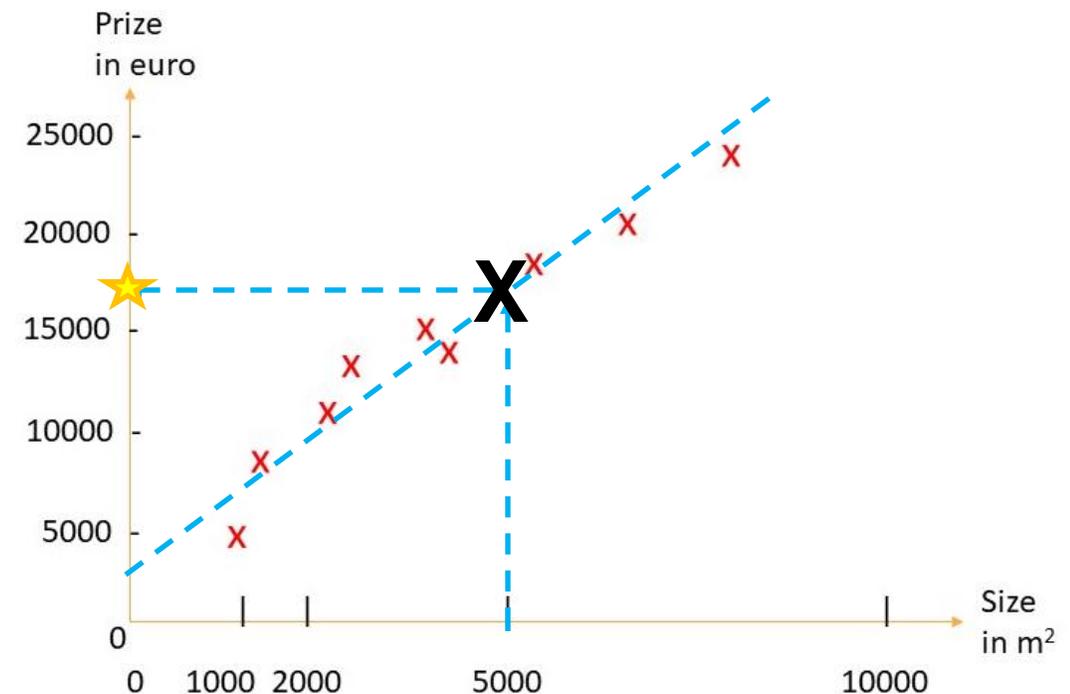
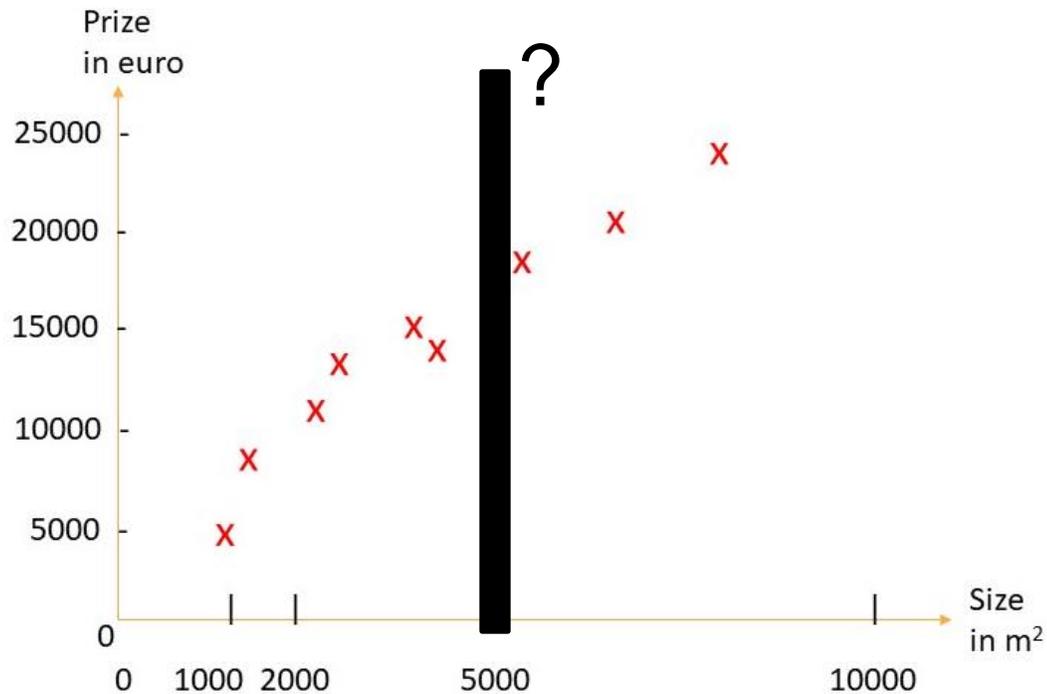
# Prologo: come funziona il machine learning (qualche esempio...)

- Dati etichettati
- *Pedire le etichette*



# Prologo: come funziona il machine learning (qualche esempio...)

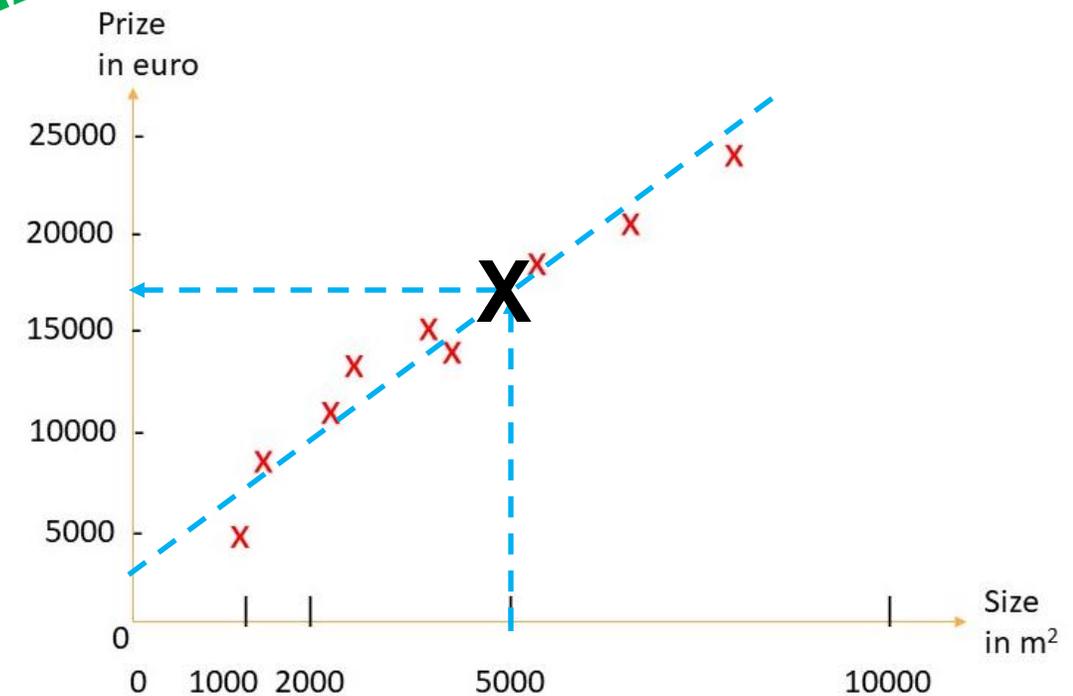
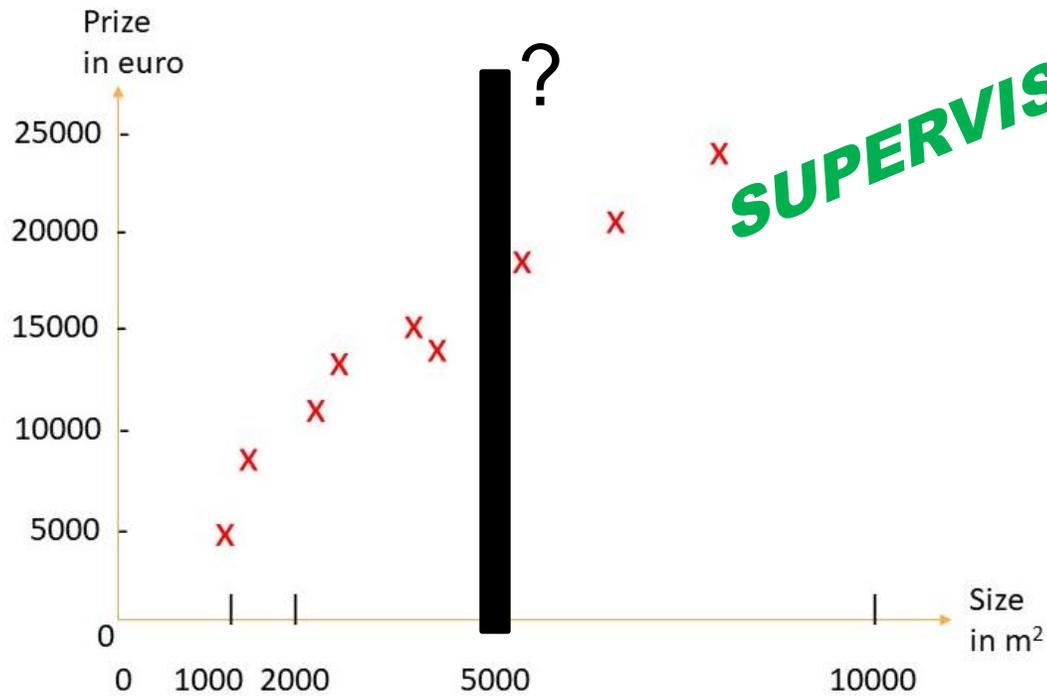
- Dati etichettati
- *Predire il prezzo*



# Prologo: come funziona il machine learning (qualche esempio...)

- Dati etichettati
- *Predire il prezzo*

**SUPERVISED LEARNING -> REGRESSION**





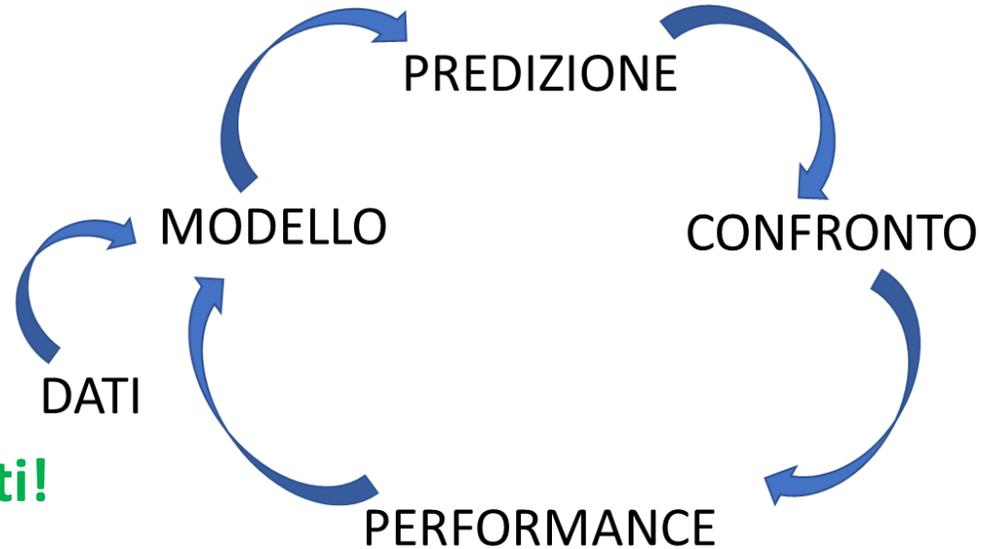
# DI COSA PARLIAMO

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

Il *machine learning* (ML) indica il campo di studi che conferisce ai computer la capacità di imparare senza essere programmati in modo esplicito (Samuel 1959).

IMPARIAMO ATTRAVERSO GLI ERRORI A MIGLIORARE LA **PERFORMANCE**



- Esiste un *path* nei dati
- Non sappiamo quale sia
- **Abbiamo abbastanza dati!**

***E' fondamentale scegliere le variabili che descrivono il problema in maniera opportuna***



Dott. Luciano Orteni  
luciano.ortenzi@unitus.it



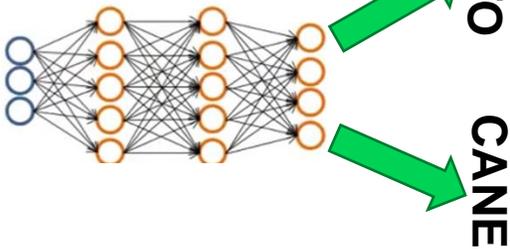
# DI COSA PARLIAMO

DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

**Le variabili che descrivono il problema vengono autodeterminate in base ai campioni scelti per l'allenamento (attenzione!)**



GATTO  
CANE

L'**Intelligenza Artificiale** (AI) può essere definita come l'area di studio nel campo dell'informatica che si occupa dello sviluppo di elaboratori in grado di impegnarsi in processi di pensiero apprendimento e auto correzione (Kok et al. 2009)

Il **machine learning** (ML) indica il campo di studi che conferisce ai computer la capacità di imparare senza essere programmati in modo esplicito (Samuel 1959).

Il **Deep learning** (DL) può essere definito come parte del ML che è in grado non solo di imparare una regola ma anche di imparare le caratteristiche salienti per il problema stesso dette *features*.



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



# DI COSA PARLIAMO

DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

**Intelligenza Artificiale Generativa (GAI):**  
un tipo di intelligenza artificiale che è in grado di generare testo, immagini, video, musica o altri media in risposta a delle richieste dette *prompt*.



<https://openai.com/dall-e-2/>

L'**Intelligenza Artificiale** (AI) può essere definita come l'area di studio nel campo dell'informatica che si occupa dello sviluppo di elaboratori in grado di impegnarsi in processi di pensiero apprendimento e auto correzione (Kok et al. 2009)

Il *machine learning* (ML) indica il campo di studi che conferisce ai computer la capacità di imparare senza essere programmati in modo esplicito (Samuel 1959).

Il *Deep learning* (DL) può essere definito come parte del ML che è in grado non solo di imparare una regola ma anche di imparare le caratteristiche salienti per il problema stesso dette *features*.



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



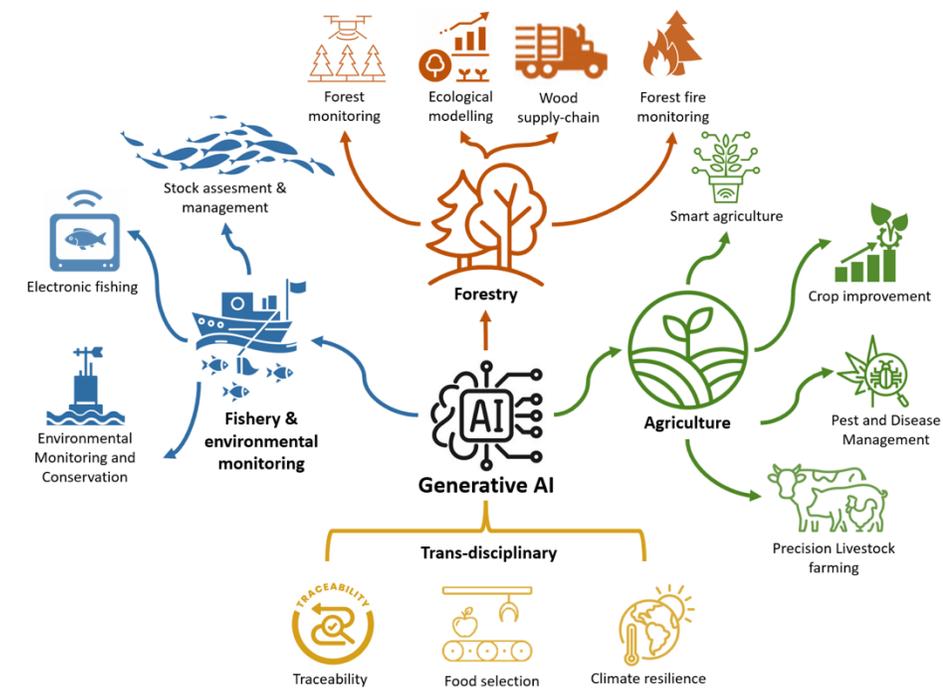
# SOMMARIO

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## Motivation:

- AI: Machine Learning, Deep Learning, GAI.
- Applicazioni in agricoltura: Food quality, Meccanizzazione, Monitoraggio (analisi serie storiche, modelli previsionali).
- Reti Generative in agricoltura.
- Conclusioni.



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



# APPLICAZIONI: FOOD QUALITY

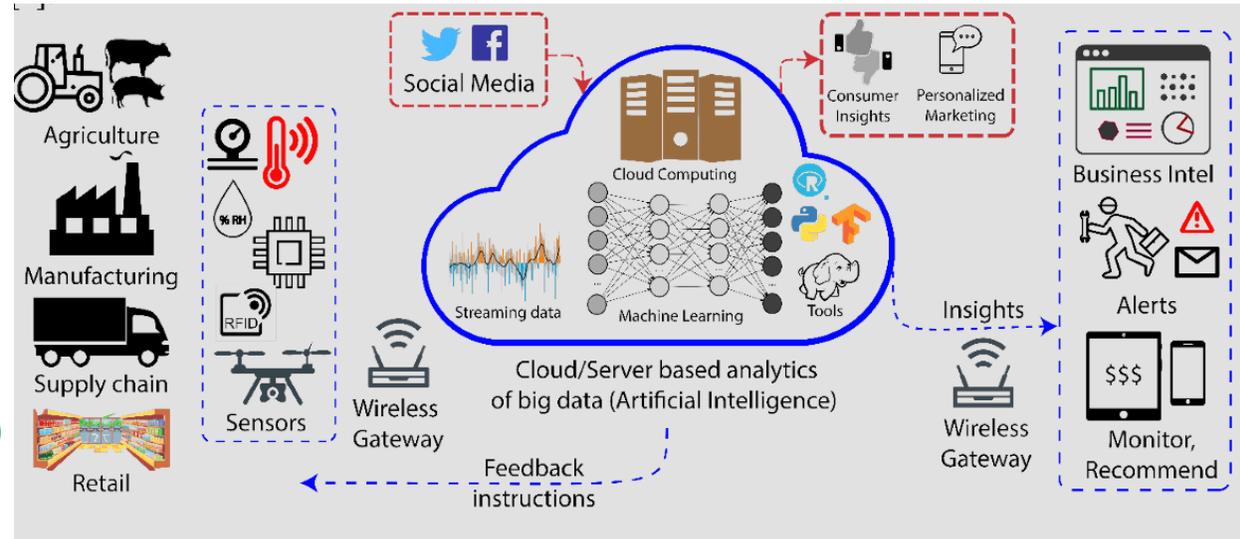
DAFNE

**METODO: Detection di anomalie tramite confronto con data base noti**



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

- **Riconoscimento automatico di cibi contaminati o alterati (Latte, miele, oevo, ecc..)**
- **Tracciabilità dei prodotti alimentari tramite confronto con misure note (tipicamente IR)**



N. N. Misra, et al. "IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry," in *IEEE Internet of Things Journal* (2022)

- **definire una variabile target (puro/contaminato, italiano/straniero, quantità di micotossina, ecc.)**
- **costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere**
- **Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target**



**Dott. Luciano Ortenzi**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



# APPLICAZIONI: MECCANIZZAZIONE AGRICOLA

DAFNE

METODO: Automazione dei processi produttivi



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

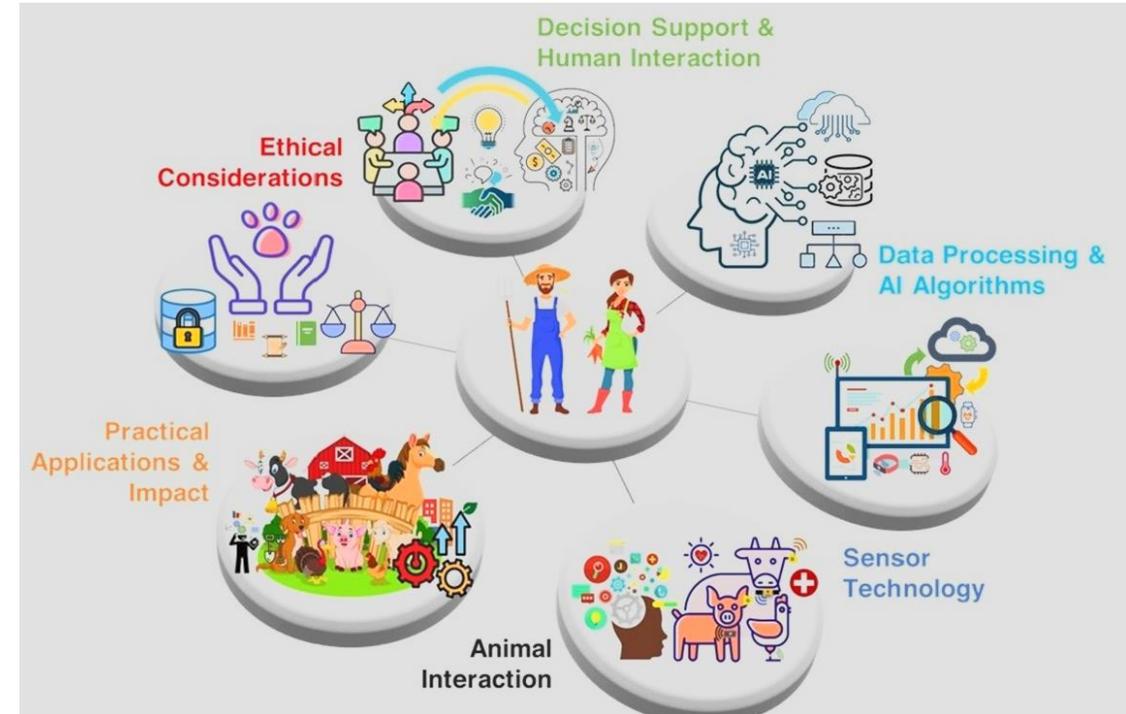
- Realizzazione di macchine intelligenti (smart agriculture)
- Diagnosi precoce
- Zootecnia di precisione
- Precision forestry

• Leggere il segnale di un sensore

• Definire delle variabili target (regressive o discrete)

• costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere

• Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



Neethirajan, S. Artificial Intelligence and Sensor Innovations: Enhancing Livestock Welfare with a Human-Centric Approach. *Hum-Cent Intell Syst* (2023).



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## ATTIVITA' DI RICERCA

- Applicazioni di intelligenza artificiale per il monitoraggio faunistico e ambientale.
- Computer Vision per l'agricoltura e le scienze forestali con particolare riferimento alla diagnosi precoce di stress biotici e abiotici.
- Machine Learning per la qualità della filiera agroalimentare con particolare riguardo per la sicurezza alimentare e la food selection.

# Nuovo Laboratorio MANDRACHE

Ricerca a Rieti!!!



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



# APPLICAZIONI: FOOD QUALITY

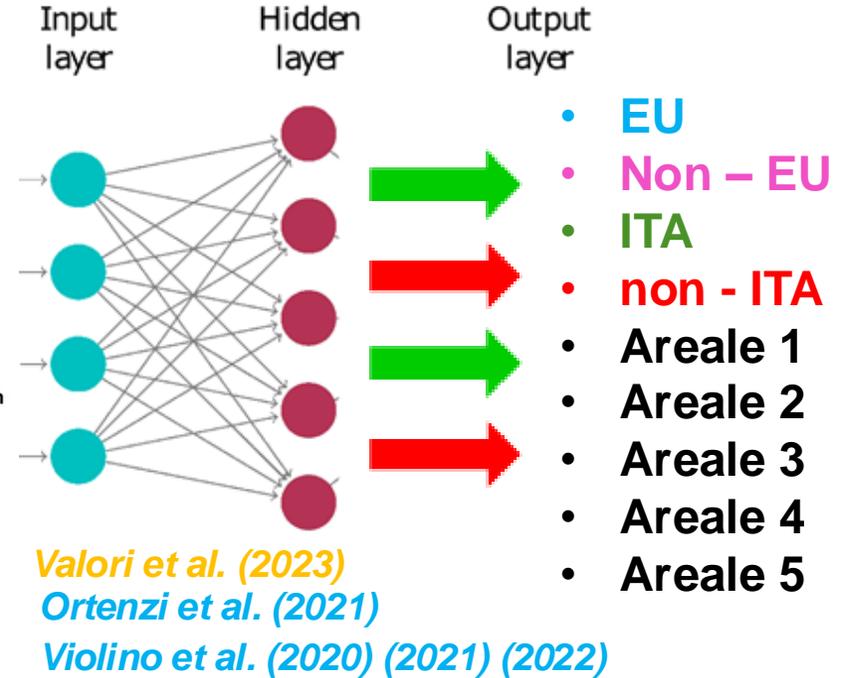
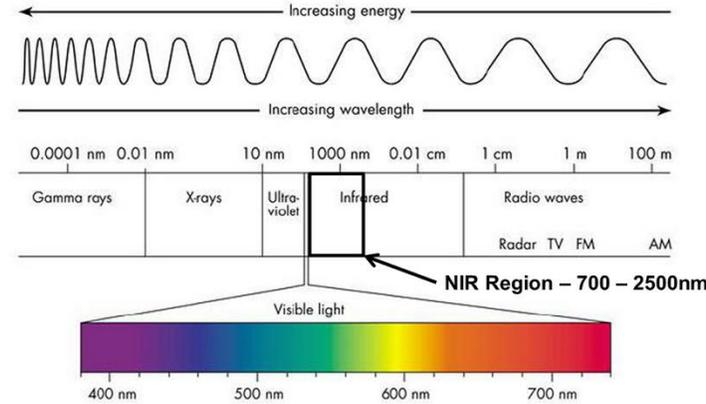
DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili



## EESEMPIO: tracciabilità olio EVO



- definire una variabile target (puro/contaminato, italiano/straniero, ecc.)

- costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere

- Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



Dott. Luciano Ortenzi  
luciano.ortenzi@unitus.it



# APPLICAZIONI: MECCANIZZAZIONE AGRICOLA

DAFNE



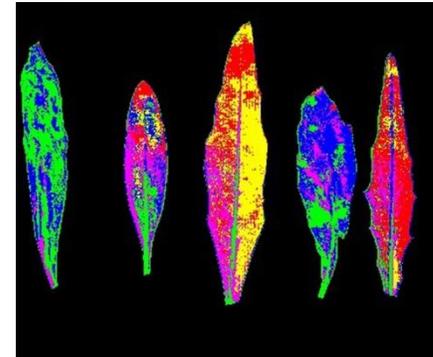
**D.I. Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## METODO: Automazione dei processi produttivi

Weed detection

Plant diseases

- Realizzazione di macchine intelligenti (smart agriculture)
- Diagnosi precoce
- Zootecnia di precisione
- Precision forestry



Navarro, et al. Plant Methods 18 (1), 45 (2022)



Kushtrim Bresilla, Giulio Demetrio Perulli,..., Luigi Manfrini in Frontiers in Plant Sciences (2022)

- Leggere il segnale di un sensore
- Definire delle variabili target (regressive o discrete)
- costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere
- Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



**Dott. Luciano Orteni**  
luciano.ortenzi@unitus.it



# APPLICAZIONI: MECCANIZZAZIONE AGRICOLA

METODO: Automazione dei processi produttivi

DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

- **Realizzazione di macchine intelligenti (smart agriculture)**
- **Diagnosi precoce**
- **Zootecnia di precisione**
- **Precision forestry**

- **Leggere il segnale di un sensore**
- **Definire delle variabili target (regressive o discrete)**
- **costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere**
- **Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target**



Ortenzi et al. The Journal of Agricultural Science (2023).



**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



# APPLICAZIONI: MECCANIZZAZIONE AGRICOLA

METODO: Automazione dei processi produttivi

DAFNE



**D.I. Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

- Realizzazione di macchine intelligenti
- AI-powered sensors

• Leggere il segnale di un sensore

• Definire delle variabili target (regressive o discrete)

• costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere

• Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



Simone Vasta, Simone Figorilli, Luciano Ortenzi, et al. *Sensors* (2023)



Dott. Luciano Ortenzi  
luciano.ortenzi@unitus.it



# APPLICAZIONI: MONITORAGGIO AMBIENTALE E FORESTALE

DAFNE

**METODO:** Monitoraggio automatico di ambienti poco accessibili o sensibili alla presenza umana



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

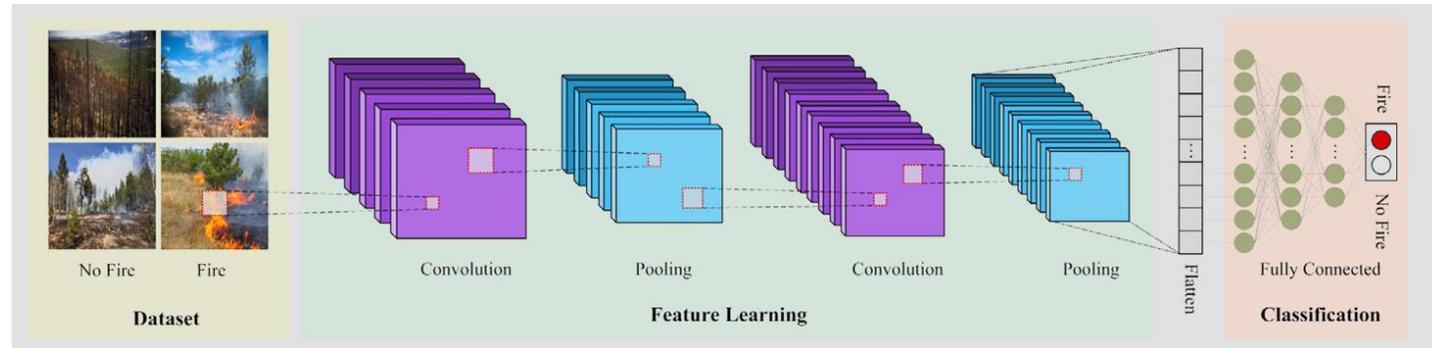
- Realizzazione di macchine intelligenti
- AI-powered sensors

• Leggere il segnale di un sensore

• Definire delle variabili target (regressive o discrete)

• costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere

• Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



Sayed Pedram, et al, A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management, Information Fusion, Volume 108, (2024)



**Dott. Luciano Orteni**  
luciano.ortenzi@unitus.it



# APPLICAZIONI: MONITORAGGIO AMBIENTALE E FORESTALE

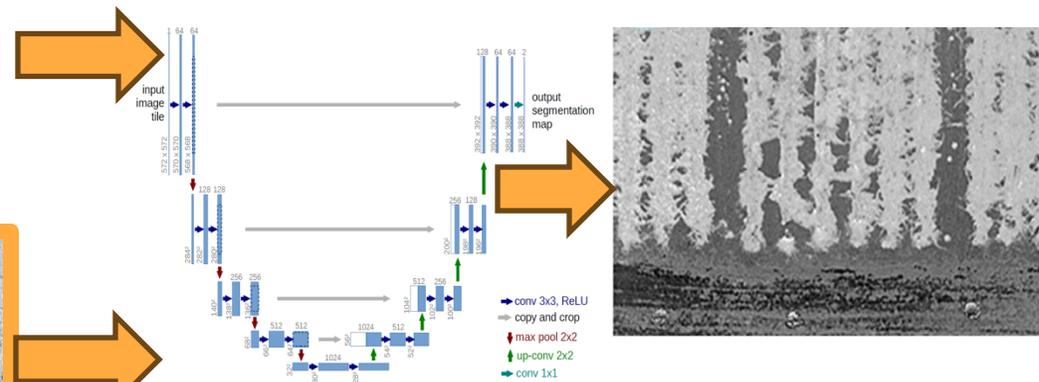
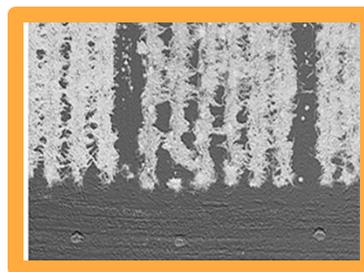
DAFNE

METODO: Monitoraggio automatico di ambienti poco accessibili o sensibili alla presenza umana



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

- Realizzazione di macchine intelligenti
- AI-powered sensors



**BYPASSARE IL SENSORE**  
**Near Infrared che costa 4000 Euro**  
 In collaborazione con il CREA-IT  
 Moscovini et al. COMPAG 2023



**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)

- Leggere il segnale di un sensore
- Definire delle variabili target (regressive o discrete)
- costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere
- Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



# APPLICAZIONI: MONITORAGGIO AMBIENTALE E FORESTALE

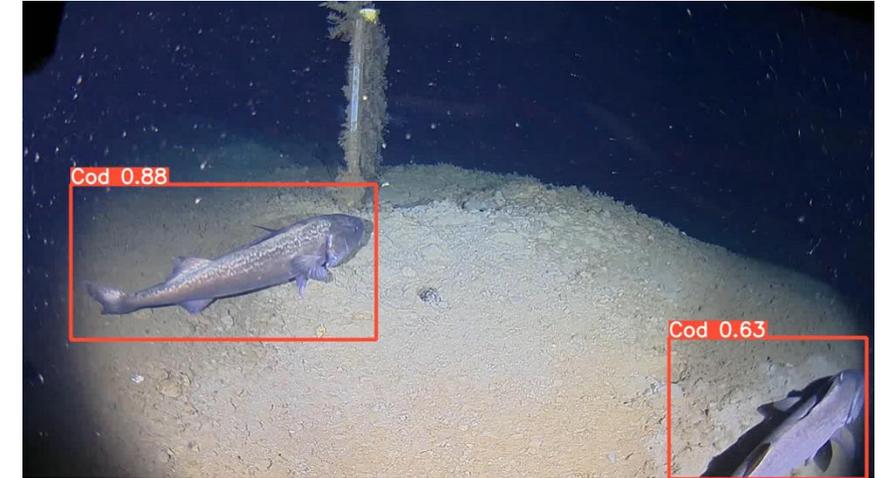
DAFNE

**METODO:** Monitoraggio automatico di ambienti poco accessibili o sensibili alla presenza umana



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

- Realizzazione di macchine intelligenti
- AI-powered sensors



• Leggere il segnale di un sensore

• Definire delle variabili target (regressive o discrete)

• costruire un grande dataset di campioni di cui si conosce la variabile target e andare a vedere

• Allenare un modello ad assegnare un campione alla rispettiva variabile di target



Dott. Luciano Orteni  
luciano.ortenzi@unitus.it



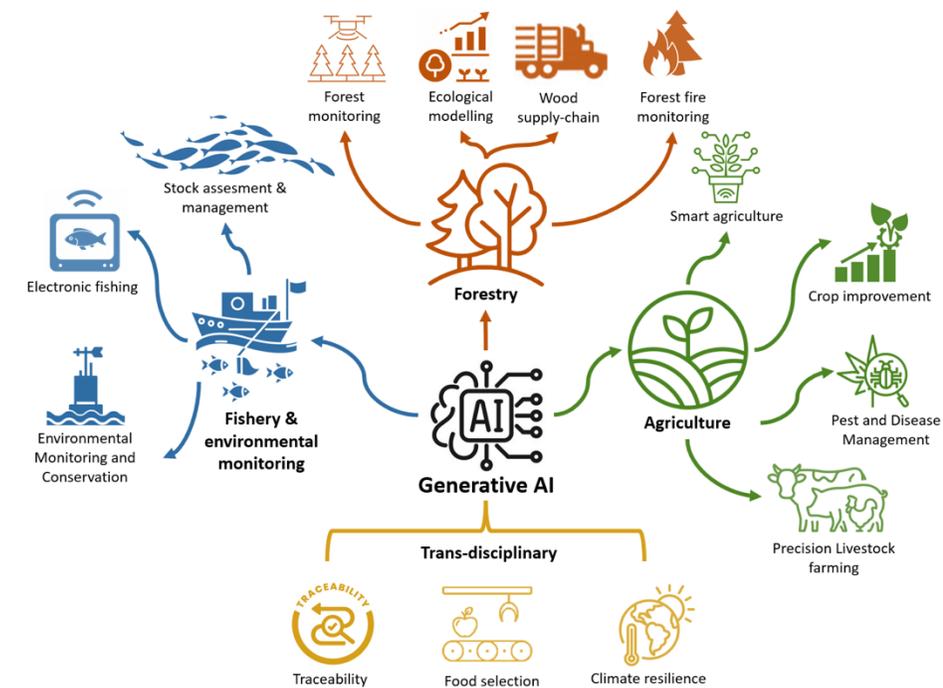
# SOMMARIO

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## Motivation:

- AI: Machine Learning, Deep Learning, GAI.
- Applicazioni in agricoltura: Food quality, Meccanizzazione, Monitoraggio (analisi serie storiche, modelli previsionali).
- Reti Generative in agricoltura.
- Conclusioni.



DAFNE  
Dipartimento di Eccellenza

**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



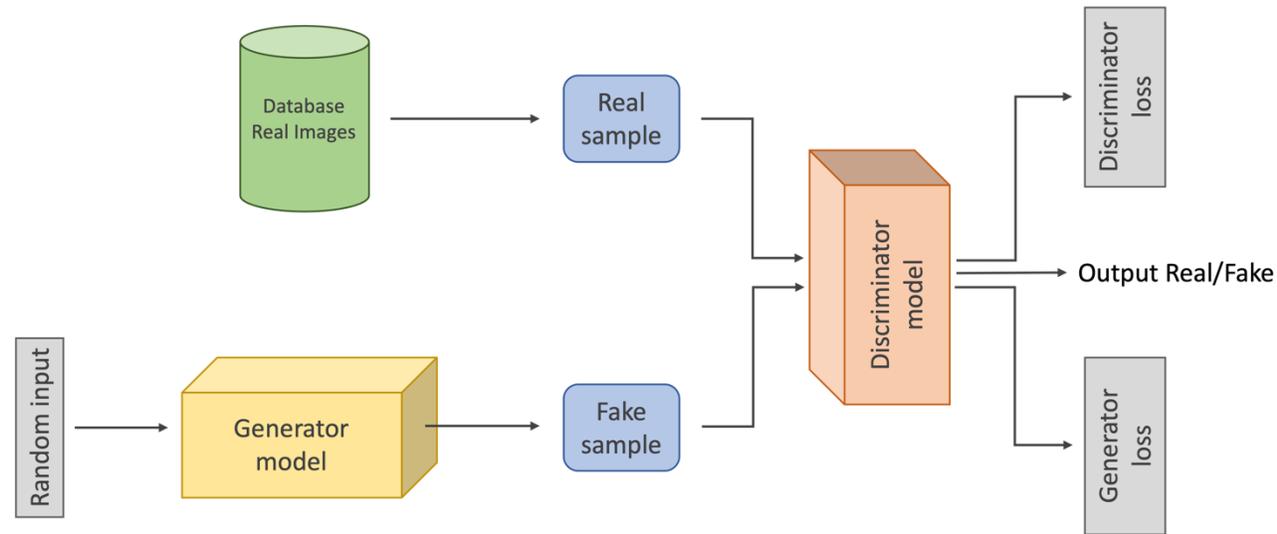
# DATI GAI: E' veramente intelligenza?

**METODO: Generare dati sulla base di input testuali.**

DAFNE



**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili



**Generative Adversarial Network**



**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



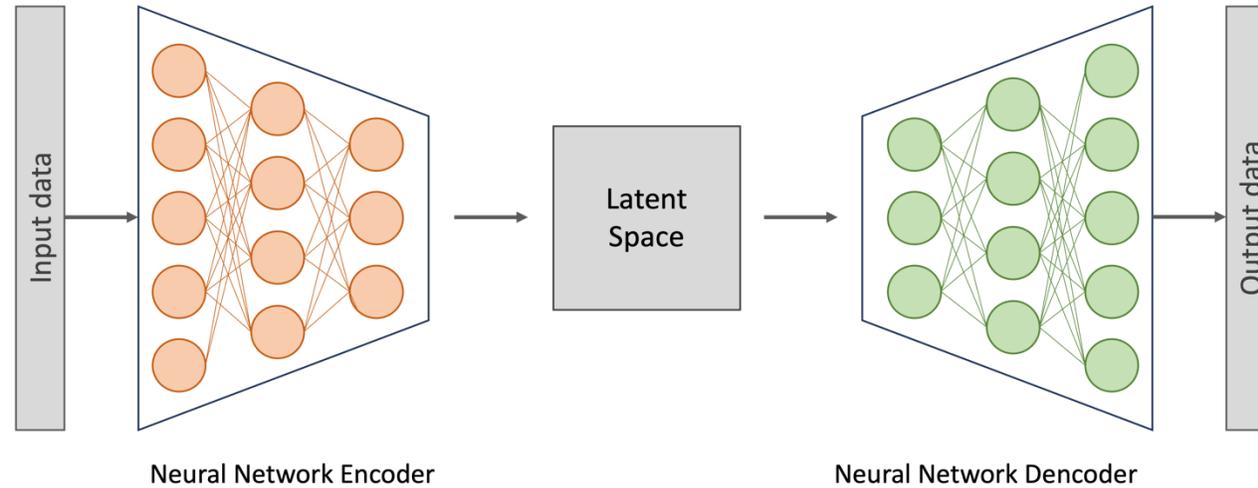
# DATI GAI: E' veramente intelligenza?

**METODO: Generare dati sulla base di input testuali.**

DAFNE



**D.I.Ver.So.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili



**Variational Autoencoder**



**Dott. Luciano Ortenzi**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)

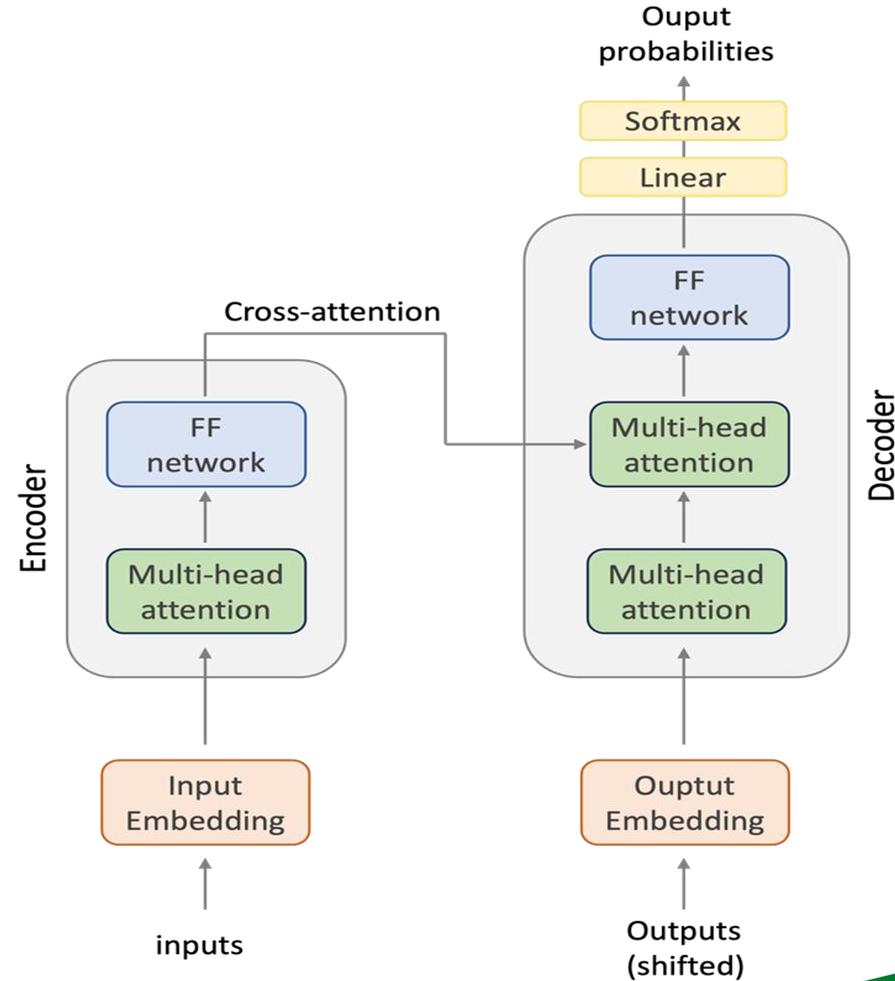


# DATI GAI: E' veramente intelligenza?

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

**METODO: Generare dati sulla base di input testuali.**



**Abstraction of the architecture of Transformers as introduced by Google in 2017**



**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



**METODO:** Generare dati sulla base di input testuali.



## POLCONIGLIO MARINO

Animale nato dall'incrocio tra un mammifero e un uccello che vive in un ambiente normalmente frequentato da pesci.

**PECCATO CHE NON ESISTA**



<https://openai.com/dall-e-2/>

**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)



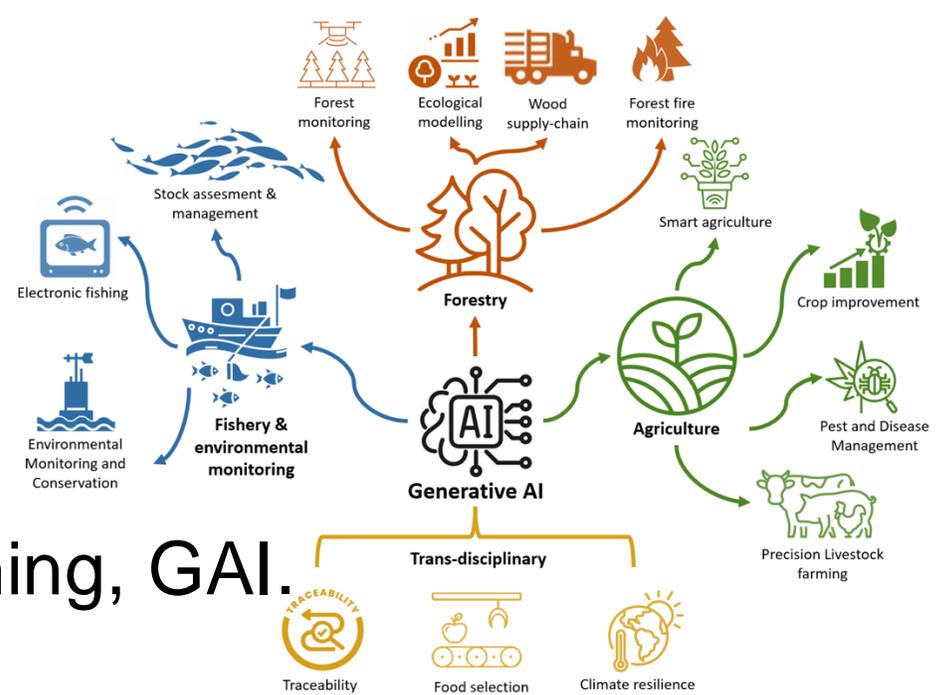
# SOMMARIO

DAFNE

**D.I.Ver.Sa.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

## Motivation:

- AI: Machine Learning, Deep Learning, GAI.
- Applicazioni in agricoltura: Food quality, Meccanizzazione, Monitoraggio (analisi serie storiche, modelli previsionali).
- Reti Generative in agricoltura.
- Conclusioni.



**Dott. Luciano Ortenzi**  
luciano.ortenzi@unitus.it



DAFNE



**D.I.Ver.So.**  
Digitali, Intelligenti, Verdi, Sostenibili

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!



**Dott. Luciano Orteni**  
[luciano.ortenzi@unitus.it](mailto:luciano.ortenzi@unitus.it)