



# EVENTO DI CHIUSURA

Istituto Tecnico Tecnologico "Allievi-Sangallo"  
Istituto Tecnico Economico "Casagrande Cesi"  
Liceo Classico "G. C. Tacito"  
Liceo Artistico "O. Metelli"  
Liceo Scientifico "Donatelli"  
Liceo Scientifico "Galilei"  
I.O. Terni "IPSIA" - C.P.I.A.



**6 dicembre 2022**  
**10.00 - 12.30**

presso la Sala Convegni - ARPA UMBRIA  
Via Carlo Alberto dalla Chiesa, 32 | TERNI

ENTE PROPONENTE



PARTNER e COLLABORAZIONI



PATROCINIO



CON IL CONTRIBUTO DI



# TernAria

Progetto di ricerca e sviluppo promosso dalla Fondazione Bruno Kessler di Trento, in collaborazione dell'Agazia Regionale Protezione Ambiente dell'Umbria (ARPA Umbria), l'Associazione Italiana per la Ricerca Industriale (AIRI) e con il patrocinio del Comune di Terni è stato finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Terni e Narni con il **bando di Ricerca scientifica per lo Sviluppo sostenibile per il territorio.**

Il progetto ha coinvolto oltre 150 studenti di 6 scuole superiori di Terni, chiamate a sviluppare un sistema per il monitoraggio continuo e diffuso della qualità dell'aria nella Conca Ternana.

Sperimentazione nazionale del modello didattico di Scuola-Lavoro "DomoSens" sviluppato da FBK.

Durata 15 mesi



FONDAZIONE  
CASSA DI RISPARMIO  
DI TERNI E NARNI



# Scaletta 6 dicembre

10:00 Saluti iniziali

Il progetto **TernAria** - La voce ai protagonisti  
Le scuole partecipanti presentano i loro lavori

Riflessioni conclusive sul progetto TernAria e prospettive  
A cura dei tutor (*FBK, ARPA Umbria, ADI Delegazione Veneto Trentino Alto Adige, AIRI, Avv. Paolo Oliva, Busitalia - Sita Nord S.r.l.* )

12:30 - Conclusioni e chiusura lavori

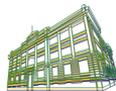
# TernAria

WORKPACKAGE		ENTE TUTOR
<b>WP 1</b>	Gestione del progetto, relazioni finali e comunicazione	AIRI, FBK, ARPA, ADI
<b>WP 2</b>	Inquinamento e cambiamento climatico	ARPA
<b>WP 3</b>	Contesto storico e fonti inquinanti locali	ARPA
<b>WP 4</b>	Analisi mercato, marketing, business plan	AIRI
<b>WP 5</b>	Proprietà intellettuale	Avv. Paolo Oliva
<b>WP 6</b>	Design, brand e promozione	ADI
<b>WP 7</b>	Pasta sensibile e chip	FBK
<b>WP 8</b>	Integrazione rivelatore e installazione	FBK, ARPA, Bus Italia Umbria
<b>WP 9</b>	Sistema di comunicazione e raccolta dati	FBK, ARPA
<b>WP 10</b>	Analisi dati e confronto	FBK, ARPA

	<b>WORKPACKAGE</b>	<b>ISTITUTO SCOLASTICO</b>	<b>TUTOR SCOLASTICO</b>
<b>WP 1</b>	Gestione del progetto, relazioni finali e comunicazione	TUTTI ----- LA-M (G) ITE-CC (SIA)	----- Stefania Leandri (LA-M (G)) Massimo Zavoli (LA-M (G)) Olimpiarosa Francese, Paolo Bernardi, Valentina Ponteggia (ITE-CC (SIA))
<b>WP 2</b>	Inquinamento e cambiamento climatico	LS-D (SA) LC-T (in collaborazione)	Francesca Tini Brunozzi (LS-D (SA)) Anna Maria Landini (LC-T)
<b>WP 3</b>	Contesto storico e fonti inquinanti locali	LC-T	Anna Maria Landini (LC-T)
<b>WP 4</b>	Analisi mercato, marketing, business plan	ITE-CC (RIM) o (AFM)	Prof. Sensini (AFM) Prof. Milanese (AFM)
<b>WP 5</b>	Proprietà intellettuale	ITE-CC (RIM) o (AFM)	Prof. Evangelista (RIM)
<b>WP 6</b>	Design, brand e promozione	LA-M (DL, G)	Stefania Leandri (LA-M (G)) Michele Zualdi (LA-M (L))
<b>WP 7</b>	Pasta sensibile e chip	ITT-AS (CM)	Claudia Fiorentini (ITT-AS (CM))
<b>WP 8</b>	Integrazione rivelatore e installazione	ITT-AS (EE)	Andrea Brozzetti (ITT-AS (EE)) Antonio Bernardini (ITT-AS (EE))
<b>WP 9</b>	Sistema di comunicazione e raccolta dati	ITT-AS (I), LS-G (SA)	Sara Frittella (ITT-AS (I)) Francesco Boria (LS-G (SA)) Marco Calvani (LS-D (SA))
<b>WP 10</b>	Analisi dati e confronto	LS-G (SA), LS-D (SA), ITT-AS (I)	Francesco Boria (LS-G (SA)) Marco Calvani (LS-D (SA)) Sara Frittella (ITT-AS (I))



I.I.S.C.A.



LICEO SCIENTIFICO STATALE  
**GALILEO GALILEI**  
TERNI



**ITT**  
"ALLIEVI-SANGALLO"  
**TERNI**



ITE CASAGRANDE CESI

IISCA LICEO ARTISTICO METELLI

LICEO SCIENTIFICO  
GALILEI

ITT ALLIEVI  
SANGALLO

IO-IPSA-C.P.I.A.

IV Amministrazione  
Finanza e Marketing  
(AFM)

III Design Legno

IV B

IV Chimica e Materiali  
(CM)

IV AFM-sportivo

IV Grafica

IV Elettronica,  
Elettrotecnica,  
Automazione (EE)

IV Relazioni internazionali  
per il Marketing (RIM)

IV Informatica (I)

IV Sistemi Informativi  
Aziendali (SIA)

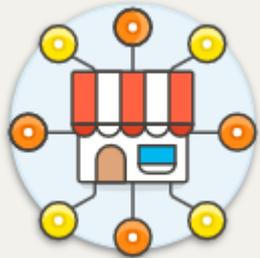
IISCA LICEO CLASSICO  
TACITO

LICEO SCIENTIFICO  
DONATELLI

III C

IV AS

IV CS



Kick of meeting  
**20 ottobre 2021**

Selezione  
LOGO  
Vincitore

Seminario  
ARPA

Proprietà  
Intellettuale

Contesto  
storico

Realizzazione e  
installazione  
TOTEM

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Installazioni  
centraline presso le  
scuole

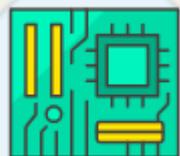
SITO  
WEB

Business  
plan

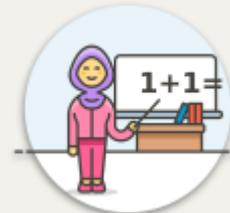
Pasta sensibile  
e chip



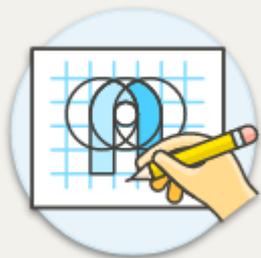
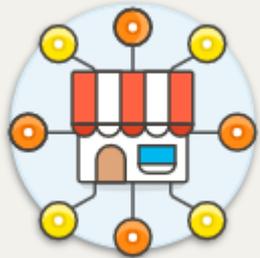
Installazione  
BUS Italia



Inquinamento  
e CC



Analisi  
dati



Kick of meeting  
20 ottobre 2021

Selezione  
LOGO  
Vincitore

Seminario  
ARPA

Proprietà  
Intellettuale

Contesto  
storico

Realizzazione e  
installazione  
TOTEM

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Installazioni  
centraline presso le  
scuole

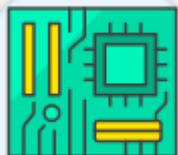
SITO  
WEB

Business  
plan

Pasta sensibile  
e chip

Analisi  
dati

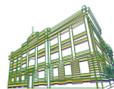
Installazione  
BUS Italia



Inquinamento  
e CC



Parlano i protagonisti  
Parlano i protagonisti!



LICEO SCIENTIFICO STATALE  
**GALILEO GALILEI**  
TERNI

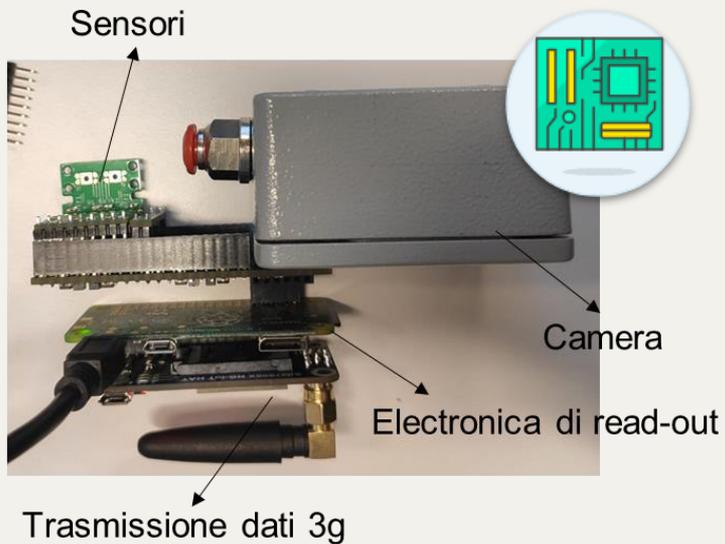


**I.I.S.C.A.**



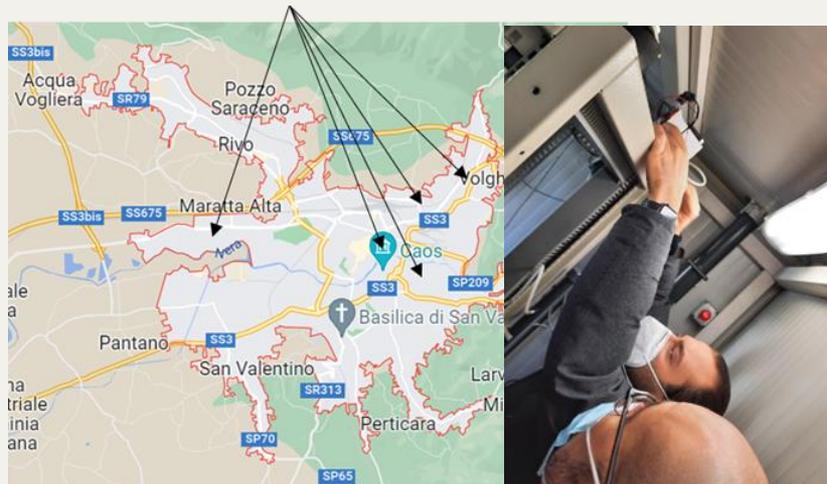
# Installazione delle centraline

## Sviluppo delle piattaforme sensoristiche

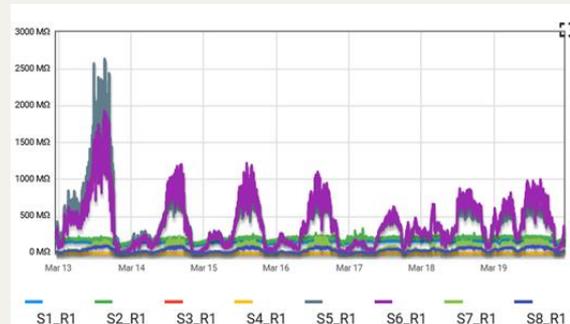


14/12/2021

5 piattaforme sensoristiche installate



## Thingsboard: Piattaforma raccolta e visualizzazione dati



<https://thingsboard.raptorbox.eu/dashboards>



## Task classi ITT Allievi Sangallo

### WP7 - Pasta sensibile e chip

**Task 7.1** Chimica e Materiali: preparazione della pasta sensibile per la produzione dei microchip; *ITT-AS (CM)*

**Task 7.2** Realizzazione dei chip e test funzionale *ITT-AS (CM)*

### WP8 - Integrazione rivelatore e installazione

**Task 8.1** Integrazione sensori ternaria con elettronica *ITT-AS (EE)*

**Task 8.2** Installazioni rivelatori FBK *ITT-AS (EE)*

**Task 8.3** Installazioni sensori e rivelatori TernAria *ITT-AS (EE)*

### WP9 - Sistema di comunicazione e raccolta dati

**Task 9.1** Sistema di comunicazione rete sensori *ITT-AS (I)*

**Task 9.2** Sistema raccolta dati *ITT-AS (I), LS-G, LS-D*



**ITT**  
"ALLIEVI-SANGALLO"  
**TERNI**



**ESK** JUNIOR  
RICERCA SCUOLA  
INNOVAZIONE

## TASK 7.1: PREPARAZIONE DELLA PASTA SENSIBILE

La classe ha sintetizzato il biossido di titanio, il biossido di stagno e l'ossido di zinco, ed ha effettuato il calcolo della resa e l'analisi agli ultravioletti nei laboratori scolastici.

Successivamente le sostanze sono state spedite ai laboratori di Trento, dove sono state caratterizzate con il microscopio a scansione elettronica



 **MNF**  
MICRO NANO FACILITY

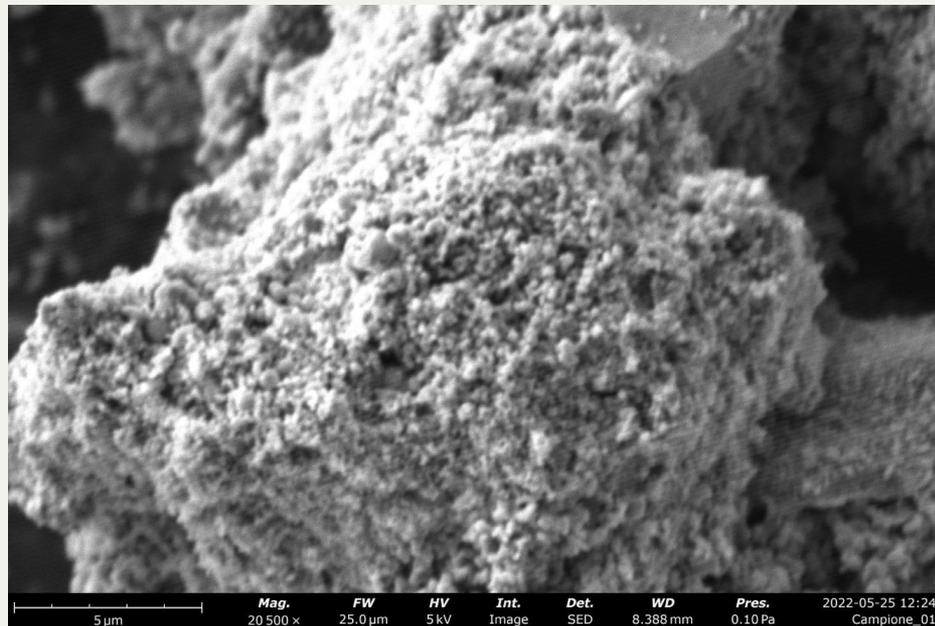


**ITT**  
"ALLIEVI-SANGALLO"  
**TERNI**

Ossido sintetizzato dagli  
studenti ingrandito fino a 5  
micron



**JK** JUNIOR  
RICERCA SCUOLA  
INNOVAZIONE



## TASK 7.2: REALIZZAZIONE DEI CHIP E TEST FUNZIONALE

successivamente, nei laboratori della Fondazione Bruno Kessler, sono stati creati i chip dove è stata inserita la pasta sensibile.

La classe ha effettuato una visita nella sede della Fondazione Bruno Kessler, dove è stato spiegato il procedimento per ottenere i chip e ha visto dal vivo il microscopio elettronico usato per la caratterizzazione delle sostanze.



## VISITA DELLA CLASSE ALLA SEDE DELLA FONDAZIONE BRUNO KESSLER



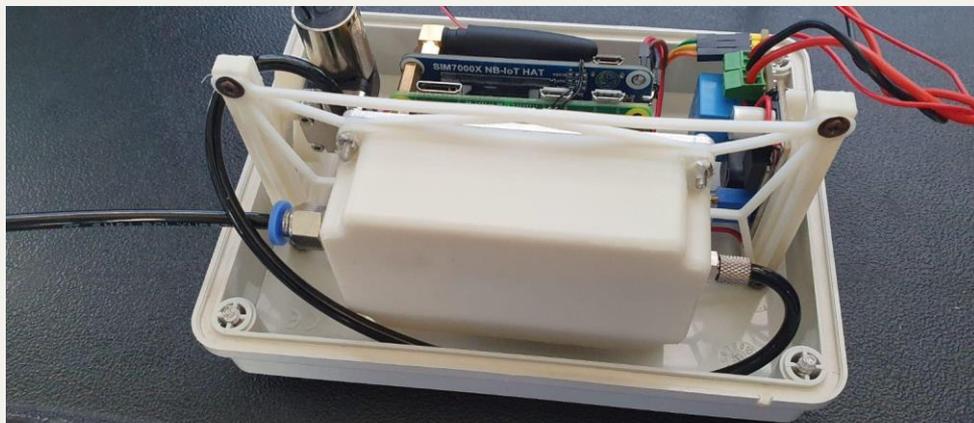
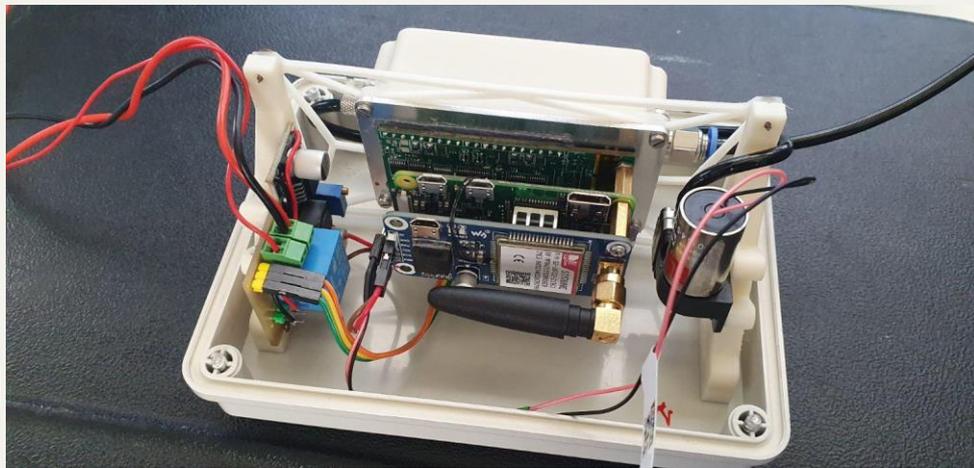


**ITT**  
"ALLIEVI-SANGALLO"  
**TERNI**

### **TASK 8.3: Installazioni sensori e rivelatori TernAria ITT-AS (EE)**

La classe 5° AEC ha poi assemblato il dispositivo, inserendo e fissando il sistema di acquisizione, il sensore e la mini pompa elettrica all' interno di una scatola di derivazione.

Con un apposito supporto antivibrationsi in TPU all' interno, così da evitare il danneggiamento dell' elettronica e l'allentamento delle viti di fissaggio

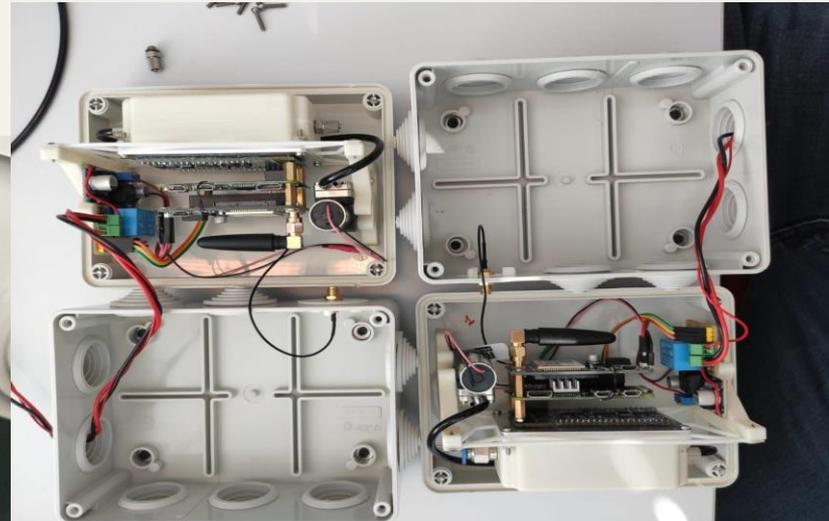
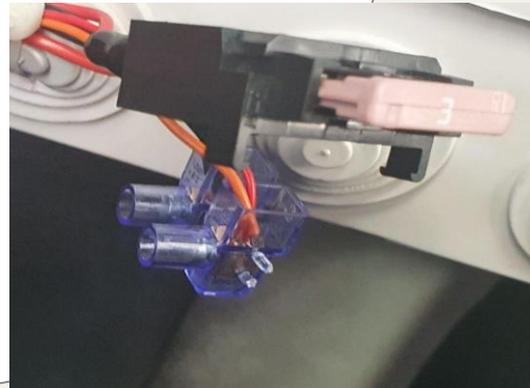
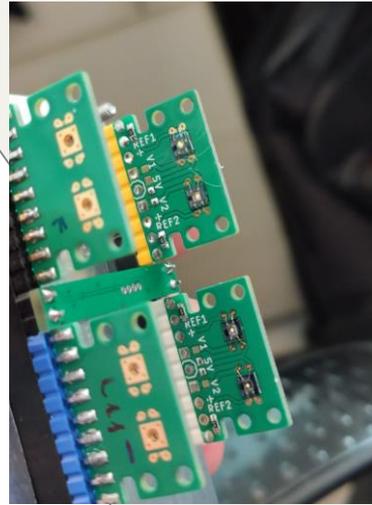




**ITT**  
"ALLIEVI-SANGALLO"  
**TERNI**

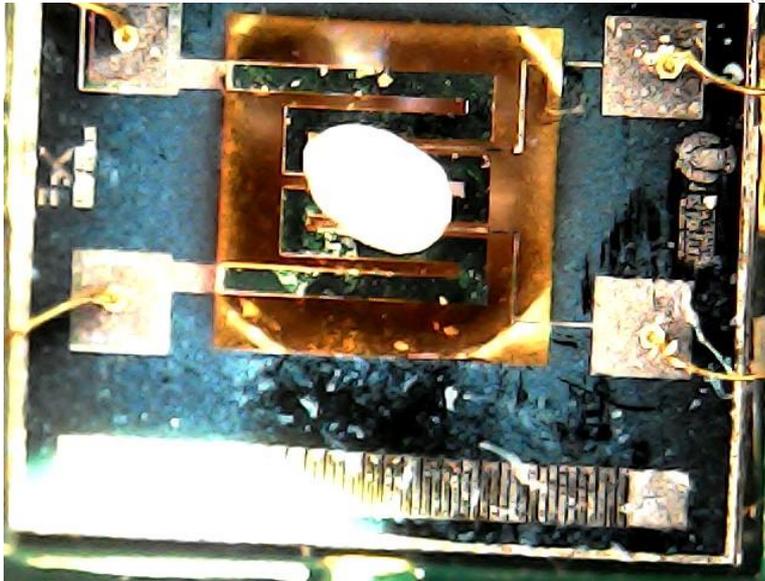
Successivamente l'apparato è stato fissato all'interno dell'autobus, nel vano sopra al conducente, in modo che l'aria analizzata non sia contaminata dai gas di scarico dell'autobus e che il dispositivo non sia danneggiato dagli agenti esterni.

È stato posizionato anche un fusibile di protezione per evitare eventuali danni all'impianto elettrico dell'autobus.

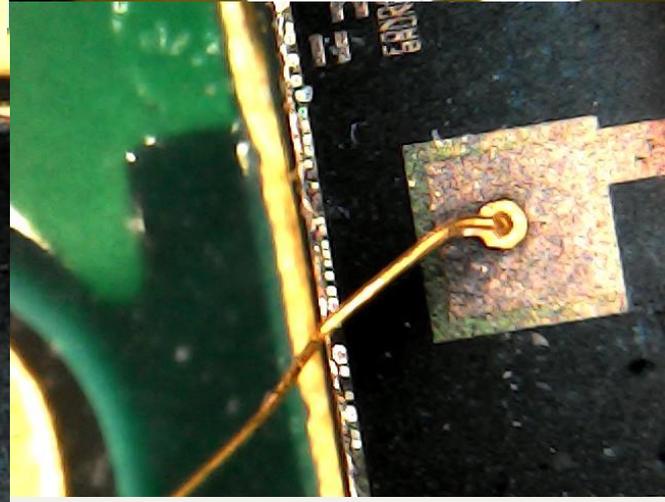
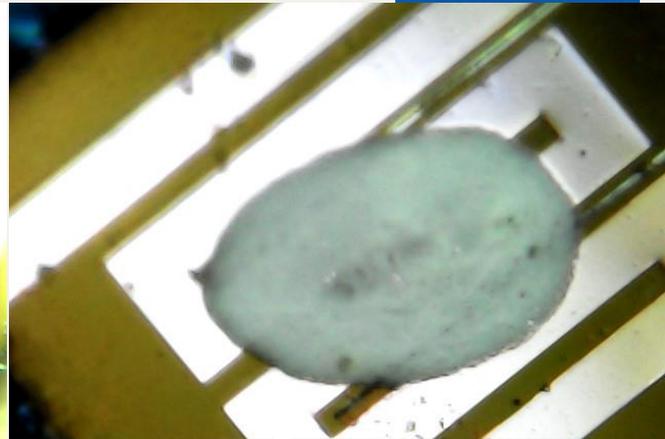
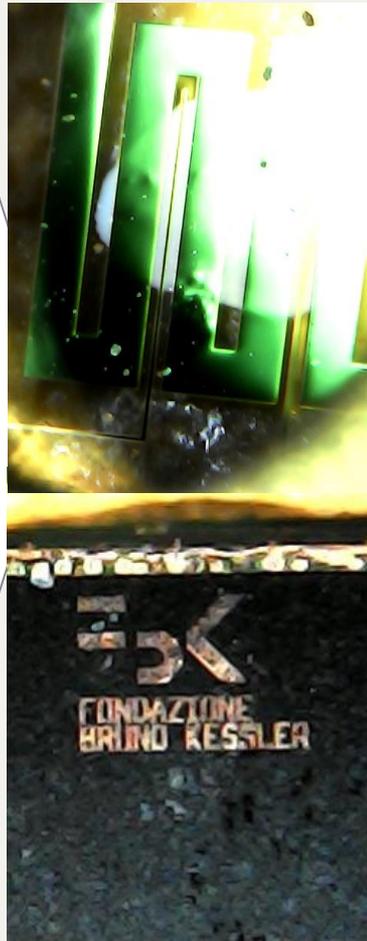




**ITT**  
"ALLIEVI-SANGALLO"  
**TERNI**



Dettaglio al microscopio del sensore chemoresistivo, nelle foto possiamo vedere: l' elemento riscaldante, la pasta sensibile e i bonding d' oro .



**ESK**  
FONDAZIONE  
BRINDO KESSLER

# VISITA DELLA CLASSE ALLA SEDE DELLA FONDAZIONE BRUNO KESSLER



## Task classi Liceo Scientifico Donatelli

### WP2 Inquinamento e cambiamento climatico

**Task 2.1** Inquinamento ambientale e cambiamento climatico LS-D (SA), LC-T

### WP9 Analisi dati e confronto

**Task 9.2** Sistema raccolta dati ITT-AS (I), LS-G, LS-D (SA)

**Task 10.2** Confronto con i dati delle centraline ARPA. Possibile confronto con serie storiche messe a disposizione da ARPA ITT-AS (I), LS-G, LS-D (SA)

## Task 2.1:

- o Studio degli inquinanti del suolo e delle acque e della variazione degli inquinanti dell'aria nel corso del tempo;
- o Influenza sulla salute degli inquinanti;
- o Impatto della deforestazione, degli allevamenti intensivi, della richiesta alimentare nei diversi paesi e l'impiego dell'energie rinnovabili nelle aziende alimentari;
- o Variazione nella biodiversità, funzionamento di algoritmi alla base dell'elaborazione dei dati sulla variazioni della temperatura;
- o Conseguenze del cambiamento climatico sui fenomeni estremi della geosfera, idrosfera e atmosfera.



**Classe: 4CS**

### Tasks:

- Inquinamento ambientale e cambiamento climatico (*completata*);
- Contesto legislativo nazionale e europeo

**Tutor:** Tini Brunozzi Francesca



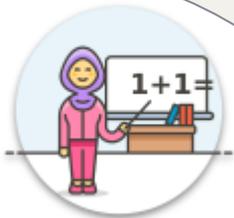
## Percorso formativo delle classi 4CS e 4AS

### Incontri Arpa:

- Dati di qualità dell'aria: come si misurano nelle centraline (principi di funzionamento degli strumenti)
- Dati di qualità dell'aria: come si validano i dati
- Cambiamenti Climatici. Cause, effetti, misure di contenimento
- Contesto storico e fonti inquinanti locali

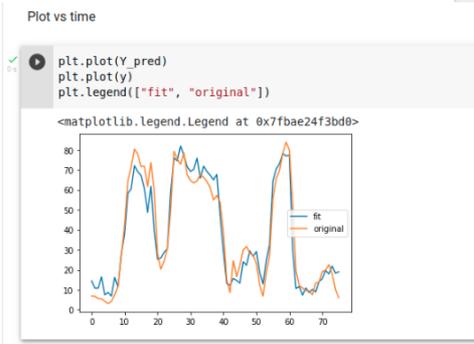
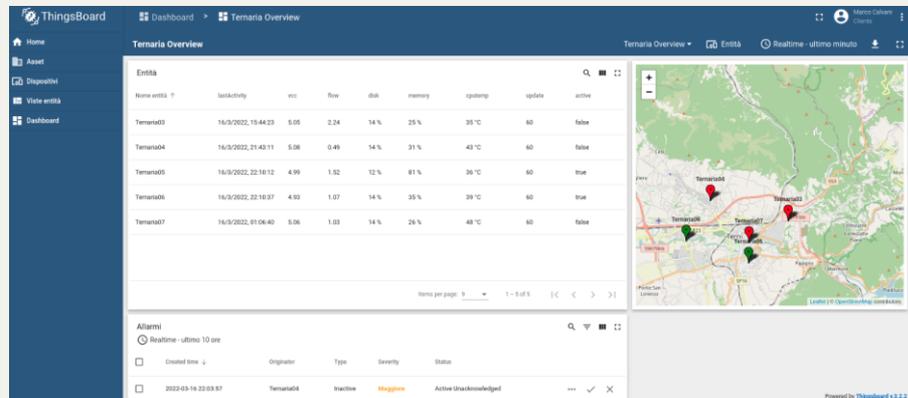
- Incontro e coordinamento con il Liceo classico Tacito per la task 2.1
- Formazione su passaggio da linguaggio C a Python
- Esperienze su piattaforma IOT





**Task 9.2 e 10.2:**

- Raccolta di dati da parte di FBK;
- Richiesta di dati alla piattaforma IOT open-source 'Thingsboard';
- Sviluppo di programmi Python per l'estrapolazione dei dati dalla piattaforma.



Come possiamo vedere nella tabella i valori Trovati da Ternaria sono molto simili a quelli trovati da ARPA delle molecole NOx, O3 e Ozono.

Le Grazie

Asse x	Tempo in ore diviso per 10
Asse y	Concentrazione in termini Parametrizzati

## **Task classi Istituto di Istruzione Tecnico Economico Casagrande Cesi**

### **WP1 Gestione del progetto, relazioni finali e comunicazione**

- Task 1.1 Project management
- Task 1.2 Comunicazione progetto
- Task 1.3 Studio e realizzazione logo progetto
- Task 1.4 Studio e gestione sito progetto
- Task 1.5 Preparazione relazione finale

### **WP4 Analisi mercato, marketing, business plan**

- Task 4.1 Analisi di mercato e strategia di exploitation
- Task 4.2 Business plan

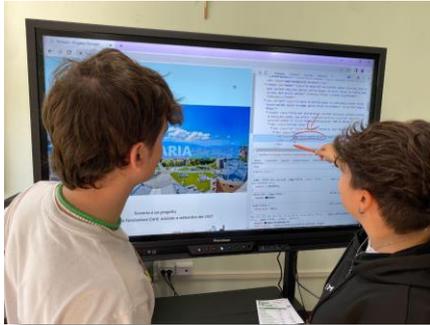
### **WP5 Proprietà intellettuale**

- Task 5.1 Protezione proprietà intellettuale
- Task 5.2 Protezione del brand



Classe 4B S.I.A.

## Task 1.4 Studio e gestione sito progetto



Tutor esterno: Daniela Pimponi

Click here



**TERNARIA WEBSITE**  
V B SIA - Casagrande-Cesi

**Gli inizi**  
Autunno 2021  
• Incontro iniziale con gli istituti coinvolti  
• Incontro con Associazione per il Disegno Industriale (ADI)  
Inverno 2021-22  
• Incontro con Fondazione Bruno Kessler (FBK)  
• Incontro con Associazione Italiana per la Ricerca Industriale (AIRI)  
• Creazione profile social per il progetto (facebook, Instagram, YouTube) e del sito web

**1. VIDEO Sigla iniziale**  
A flash start!

**2. PREZI Introduzione al progetto**  
What's the big idea?

**TERNARIA.IT**  
FROM ZERO TO WEBSITE

**CHALLENGES**

Tutor:

Olimpiarosa Francese  
Valentina Ponteggia

## Classe 4E

### Task assegnata: Sfruttamento risultati e analisi di mercato - Esempio di Value proposition Canvas



Incontro con **Andrea Porcari** che ci ha illustrato la panoramica TernAria:

- cosa fa il progetto;
- i soggetti attori;
- gli obiettivi da raggiungere;
- i processi in cui gli attori interagiranno.



Tutor: Daniela Pimponi

#### Cosa abbiamo fatto:

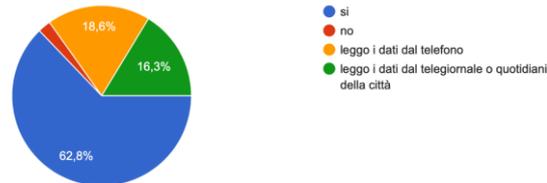
- Value Proposition Canvas
- Possibili clienti
- Indagine di mercato
- Barriere all'ingresso del mercato



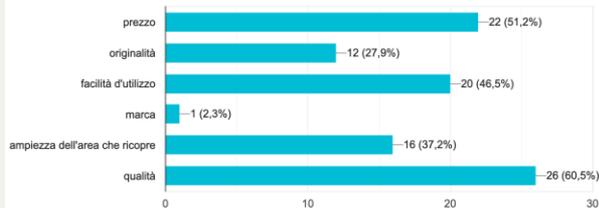
#### Possibili clienti:

	SCUOLE	AZIENDE	PRIVATI
VANTAGGI	-maggior tutela per studenti, professori e dipendenti; -minor costo rispetto alla concorrenza;	-tutela salute lavoratori; -differenziazione dalle altre imprese sprovviste; -minor costo rispetto alla concorrenza;	-tutela salute e monitoraggio dati negli spazi di una casa o di un ufficio; -basso costo; -installazione facile;
SVANTAGGI	-difficoltà a comprendere i dati del sensore; -meno affidabilità rispetto alla concorrenza;	-meno affidabilità rispetto alla concorrenza; -scelta dell'installazione;	-meno affidabilità rispetto alla concorrenza; -difficoltà nel leggerli i dati forniti;

4. Sei interessato all'inquinamento nella tua città?  
43 risposte



8. Quali fattori ti farebbero acquistare un sensore?  
43 risposte



#### Barriere all'ingresso del mercato:

- **disinformazione/mancanza di conoscenza:** privati
- **Disinteresse da parte aziende legate alla sicurezza del lavoro**
- **Enti pubblici:** problemi burocratici
- **Concorrenza:** Competitor che hanno prezzi più bassi, canali di distribuzione più efficienti



## Classe 4A

**Task assegnata:** Business Plan

Ipotesi dell'Analisi SWOT relativa ai sensori

ANALISI SWOT		
FONTI INTERNE	Punti di forza	Punti di debolezza
	- basso costo di produzione;	- limitata selettività;
	- basso consumo di energia;	- limitata stabilità nel tempo;
	- piccole dimensioni;	- difficoltà nel reperire materiali per la realizzazione nel contesto storico in cui ci troviamo.
	- alta sensibilità;	
	- capacità di monitorare la qualità dell'aria interna/esterna;	
- analisi e diagnosi di patologie con metodi non invasivi;		
- facilità di realizzare reti (monitoraggio diffuso).		
FONTI ESTERNE	Opportunità	Minacce
	- sensibilità ecologica crescente;	- poca notorietà;
	- crea attesa/curiosità nei potenziali clienti in quanto novità;	- concorrenza (Pellistors , Microbilancio al quarzo, Elettrochimici);
	- parametri buoni dell'aria sostengono l'obiettivo aziendale (afflusso di clientela in aziende turistiche, mancanza di limitazioni dannose per la comunità);	- parametri negativi dell'aria ostacolano il raggiungimento degli obiettivi aziendali nel caso in cui il business dell'azienda necessita di determinati parametri.
	- uso dell'idrogeno: richiesta di monitoraggio in molti impieghi;	
	- incentivi statali o europei.	

**Insegnante Tutor:** Franca Milanese

**Tutor esterno:** Daniela Pimponi

# TERNARIA

Il business plan di TernAria è il documento necessario per lanciare sul mercato il sensore.

Nel documento si formalizzano i contenuti e le caratteristiche del progetto imprenditoriale per valutarne la fattibilità e analizzarne le possibili ricadute legate alle scelte e i risultati economico-finanziari dell'azienda.



# TERNARIA

## IL SENSORE CHE RILEVERA'



## L'INQUINAMENTO NELLE CITTA'



## IL NOSTRO SLOGAN

---

Abbiamo realizzato uno slogan pubblicitario sintetico e suggestivo capace di sensibilizzare la collettività sul tema dell'ambiente.



## COME ABBIAMO LAVORATO

---

Di seguito viene mostrata la prima parte del business plan che rappresenta una sintesi del progetto imprenditoriale.

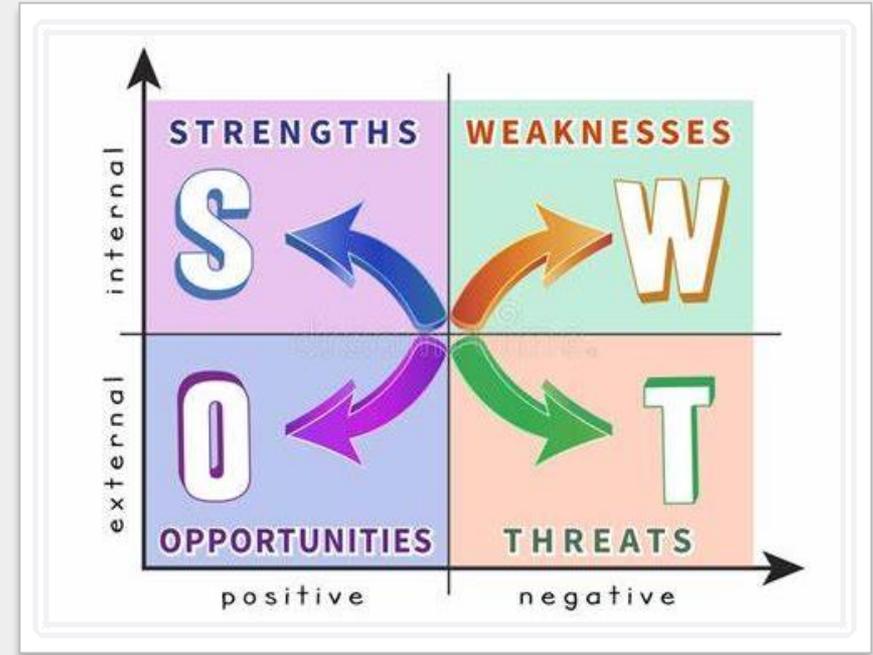
In essa vengono evidenziati gli elementi più caratteristici che ne esprimono la validità.

# ANALISI SWOT

In base alle informazioni che ci sono state date, abbiamo ipotizzato:

1. il contenuto del progetto stesso;
2. le caratteristiche del prodotto;
3. i costi di produzione;
4. i possibili acquirenti;
5. i prodotti concorrenti che sono presenti nel mercato;
6. i canali di distribuzione.

Dopo aver esaminato tutti questi aspetti si individuano i punti di forza che esprimono la validità del progetto e quelli di debolezza del prodotto, esplicitando il risultato in un'Analisi Swot semplice ed efficace.





ISTITUTO  
TECNICO ECONOMICO  
E PROFESSIONALE  
PER I SERVIZI  
CASAGRANDE - CESI  
TERNI



## Chiediamo all'ARPA

Quali potrebbero essere i potenziali acquirenti del nostro prodotto?



ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
PER LA RICERCA  
INDUSTRIALE

**Insegnante Tutor:** Franca Milanese

**Tutor esterno:** Daniela Pimponi

## Classe 4A

### Task assegnata: Business Plan

I dati rilevati dalle centraline della rete servono a vari scopi, tra cui di seguito i principali:

- vengono utilizzati dalla Regione, col supporto di ARPA, per la predisposizione del Piano di Qualità dell'aria;
- vengono trasmessi a fine anno a ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale che a sua volta li comunica alla Commissione Europea per la valutazione degli effetti delle direttive europee volte alla riduzione dell'inquinamento atmosferico;
- vengono utilizzati dai Comuni per le eventuali ordinanze di limitazione del traffico, della combustione di biomasse, ecc.
- sono resi disponibili ai cittadini direttamente da ARPA pubblicandoli quotidianamente sul proprio sito, app, ecc.



# BUSINESS MODEL CANVAS

E' uno strumento strategico utilizzato in ambito business per rappresentare graficamente gli elementi costitutivi di un'azienda.

---

# COLLABORAZIONE SCOLASTICA



FONDAZIONE  
BRUNO KESSLER



agenzia regionale per la protezione ambientale



ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
PER LA RICERCA  
INDUSTRIALE



ADI ASSOCIAZIONE  
PER IL DISEGNO  
INDUSTRIALE

---

TernAria ha permesso la collaborazione tra ragazzi frequentanti diverse scuole, impegnati tutti nella realizzazione di un unico progetto.

Ogni classe ha apportato e contribuito alla formazione del lavoro con le diverse conoscenze e competenze acquisite nei percorsi di studio caratterizzanti le varie scuole.

La partecipazione a tale progetto ci ha permesso di interagire con altri studenti e di partecipare a degli incontri con i partner coinvolti con TernAria.

Da rilevare la professionalità e la disponibilità dimostrata dagli stessi.





Tutela del marchio all'estero:  
I marchi sono diritti territoriali e sono protetti nel Paese dove sono stati registrati  
Percorso internazionale:  
Grazie al sistema di marchio internazionale (sistema madrid) è possibile estendere il proprio diritto di libertà intellettuale a 123 Paesi che ne fanno parte

Link utile per la registrazione:  
MISE- Ufficio Italiano Brevetti e Marchi  
<https://uimb.mise.gov.it>

Avv. Paolo Oliva



**F3K JUNIOR**  
RICERCA SCUOLA  
INNOVAZIONE

## Classe 5H RIM

Predisposizione della domanda di registrazione del marchio:

1) verificare l'unicità del marchio, consultando banche dati. (Es. [www.tmdn.org](http://www.tmdn.org))

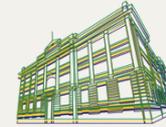
2) presentare la domanda:

- a) Online: <https://servizionline.uibm.gov.it>
- b) In forma cartacea presso la Camera di Commercio

3) Spedire la domanda al Ministero dello sviluppo economico, Ufficio italiano Brevetti e Marchi  
Durata del marchio

La registrazione del marchio dura 10 anni, alla scadenza è necessario il rinnovo.

**TUTOR:** Rema Evangelista Claudio Biscetti.



## Task classi Liceo Scientifico Galilei

### WP9 Sistema di comunicazione e raccolta dati

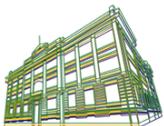
Task 9.1 Sistema di comunicazione rete sensori ITT-AS (I)

**Task 9.2** Sistema raccolta dati ITT-AS (I), LS-G

### WP10 Analisi dati e confronto

**Task 10.1** Analisi dati raccolti (dal pdv statistico, valori medi, varianza) studio di contesto giornaliero e anche stagionale LS-G, LS-D (SA)

**Task 10.2** Confronto con i dati delle centraline ARPA. Possibile confronto con serie storiche messe a disposizione da ARPA ITT-AS (I), LS-G, LS-D (SA)



LICEO SCIENTIFICO STATALE  
**GALILEO GALILEI**  
TERNI



**ESK** JUNIOR  
RICERCA SCUOLA  
INNOVAZIONE

## Task 10.1

Analisi dati raccolti (dal pdv statistico, valori medi, varianza) studio di contesto giornaliero e anche stagionale

## Task 10.2

Confronto con i dati delle centraline ARPA

## Classe 5B

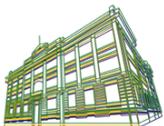
- analisi annuale (da dicembre 2019 a maggio 2022) e stagionale dei dati disponibili su biossido di azoto e ozono
- prime simulazioni con semplici modelli statistici per individuare una tendenza significativa nelle serie storiche dei dati
- significatività dei valori medi e della varianza



**MNF**  
MICRO NANO FACILITY

**ARPA**  
umbria

agenzia regionale per la protezione ambientale



## Un esempio: la città in lockdown

Il biossido di azoto nel periodo marzo/maggio 2020  
e confronto con lo stesso periodo del 2021

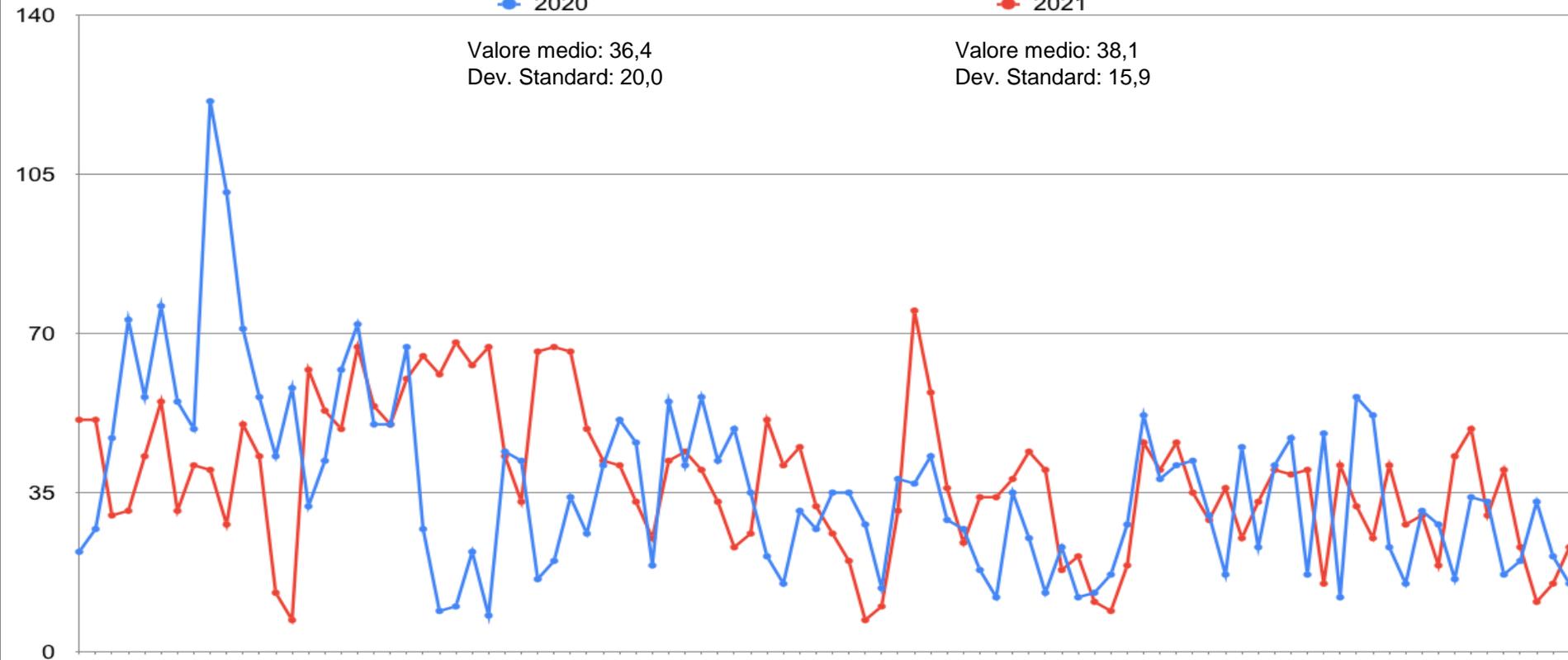
Biossido di Azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Borgo Rivo  
01 mar - 31 mag

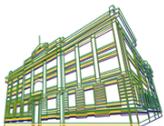
2020

2021

Valore medio: 36,4  
Dev. Standard: 20,0

Valore medio: 38,1  
Dev. Standard: 15,9





## Un esempio: la città in lockdown

Il biossido di azoto nel periodo marzo/maggio 2020  
e confronto con lo stesso periodo del 2021

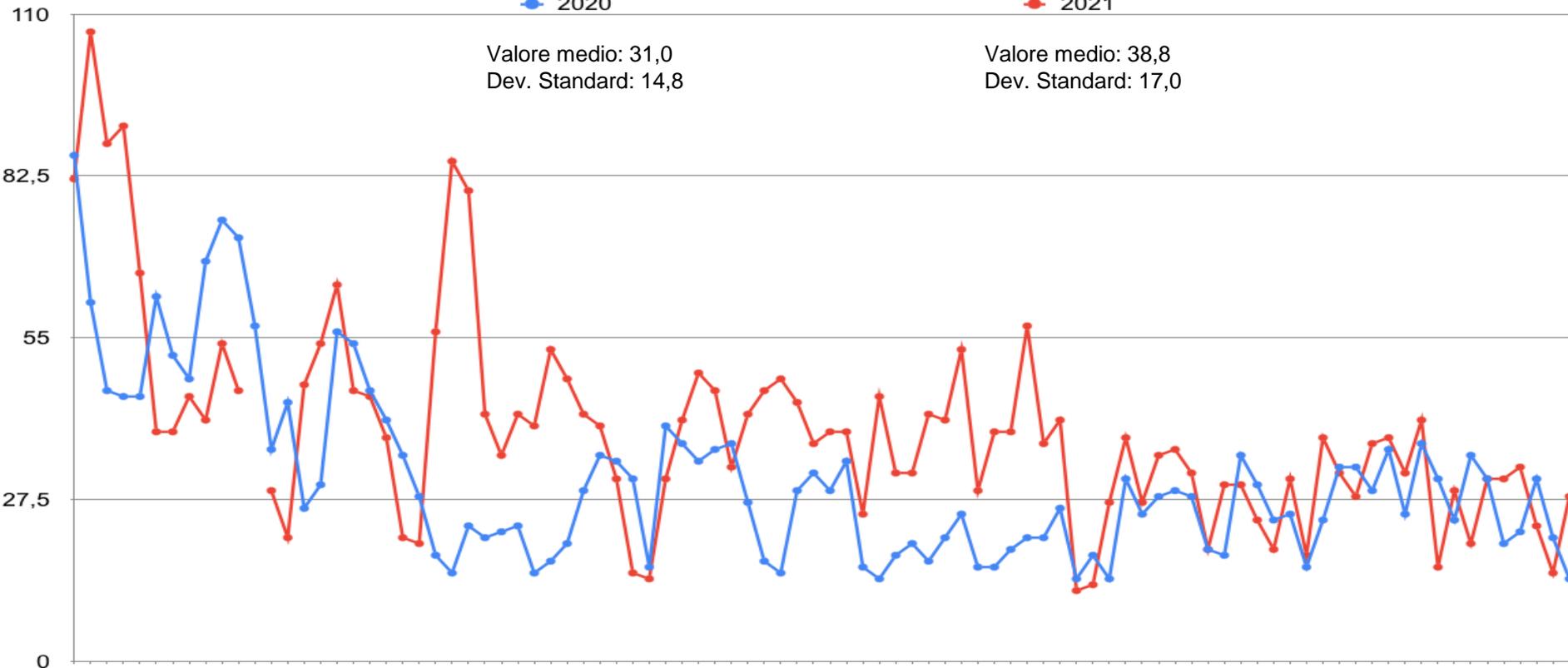
Biossido di Azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Carrara  
01 mar - 31 mag

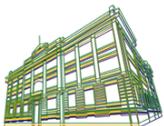
● 2020

● 2021

Valore medio: 31,0  
Dev. Standard: 14,8

Valore medio: 38,8  
Dev. Standard: 17,0





## Un esempio: la città in lockdown

Il biossido di azoto nel periodo marzo/maggio 2020  
e confronto con lo stesso periodo del 2021

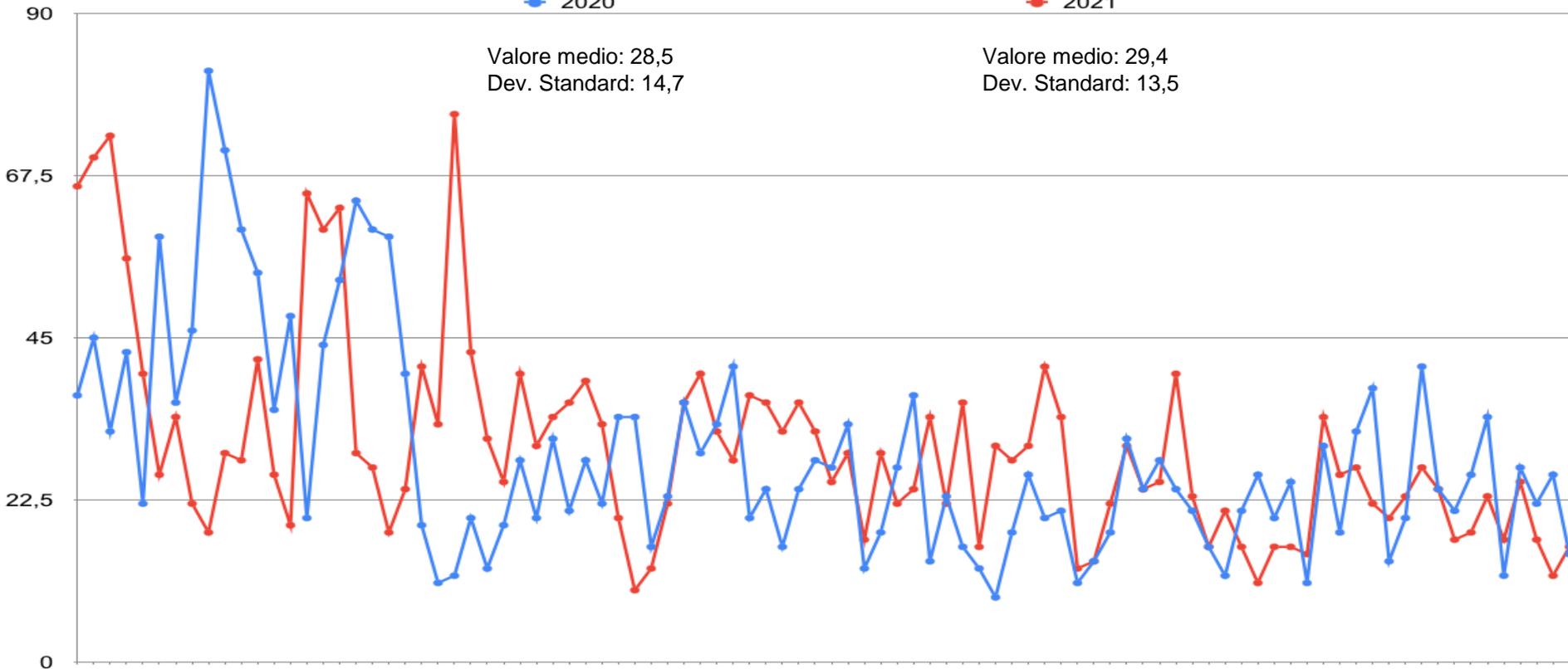
Biossido di Azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Le Grazie  
01 mar - 31 mag

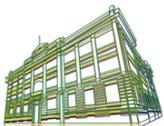
2020

2021

Valore medio: 28,5  
Dev. Standard: 14,7

Valore medio: 29,4  
Dev. Standard: 13,5

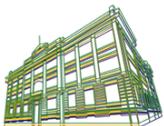




## Sommario delle attività

È stata effettuata un'analisi annuale e stagionale dei dati disponibili su biossido di azoto e ozono. Le simulazioni sono state realizzate con semplici modelli statistici con l'intento di individuare una possibile linea di tendenza significativa nelle serie storiche dei dati (resi disponibili dalle misurazioni delle centraline Arpa).

Il periodo di riferimento per la raccolta dati è stato quello da dicembre 2019 fino alla primavera 2022, con particolare attenzione ai dati registrati dal mese di marzo 2020. Dall'analisi dei dati rilevati dalle centraline Arpa e resi disponibili nel sito istituzionale è stato possibile osservare una buona significatività dei valori medi e della varianza.

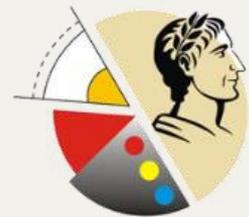


## Risultati

È stata analizzata, in particolare, la significatività dei più noti indici statistici (media, deviazione standard e varianza). Utilizzando gli strumenti suddetti, non è stato possibile evidenziare una regressione che abbia un significato statistico consistente: non solo la regressione lineare non sembra funzionare, ma anche ricorrendo a regressioni più complesse, la situazione non sembra migliorare in modo significativo.

## Deviazioni rispetto a quanto previsto

Si è riscontrato, come facilmente ipotizzabile, che ogni tentativo di regressione peggiora sensibilmente per periodi più lunghi. Non è stato possibile ricondurci ad alcuna legge specifica ma, del tutto qualitativamente, si è potuto osservare come non manchino situazioni in cui le linee di tendenza di biossido di azoto e ozono abbiano comportamenti molto simili per intervalli temporali relativamente brevi.



I.I.S.C.A.

## Task classi Liceo Artistico Metelli

### WP1

Gestione del progetto, relazioni finali e comunicazione

Task 1.1 Project management

Task 1.2 Comunicazione progetto

**Task 1.3** Studio e realizzazione logo progetto

Task 1.4 Studio e gestione sito progetto

Task 1.5 Preparazione relazione finale

**WP6** Design, brand e promozione

**Task 6.1** Design del prodotto/totem

**Task 6.2** Brand/promozione-comunicazione del prodotto



I.I.S.C.A.

La classe 3C, ad indirizzo grafico, del Liceo Artistico O.Metelli ha sviluppato il tema proposto, il logo "TernAria", partendo dal significato del progetto grafico.

Nel farlo, ha percorso i seguenti step:

- Brief: analisi dei dati e ricerca di contenuti utili allo sviluppo del tema proposto, indagato anche durante le lezioni di scienze naturali;
- Rought: schizzi preliminari, per loro natura non definitivi, ma utili a fissare le prime idee;
- Layout: bozzetti non più approssimativi ma precisi ed efficaci nell'idea da comunicare;
- Finish layout: layout definitivo.

La classe ha documentato il backstage con foto che illustrano il lavoro svolto.



**ADI JUNIOR**  
RICERCA SCUOLA  
INNOVAZIONE



### Raccolta dati

La sperimentazione del modello didattico di scuola-lavoro Domosens sviluppato da fondazione Bruno Kessler.

Scadenza  
fine Dicembre 2021

Obiettivo di comunicazione  
colmare il divario tra ricerca e innovazione, condividendo competenze e persone in specifiche applicazioni comuni e sensibilizzare il pubblico sulla questione dell'inquinamento.

### Approfondimento analisi dati

L'inquinamento atmosferico si verifica quando gas, polveri e fumi vengono rilasciati nell'atmosfera, rendendo nocivo per gli esseri umani e per l'ambiente. La presenza dell'uomo con le sue attività, hanno determinato l'immissione in atmosfera una rilevante quantità di sostanze chimiche.

Le principali sostanze inquinanti sono: ossigeno, composti organici volatili, anidride solforica, biossido di azoto, acido solforico, benzene, monossido di carbonio, PM10, PM2.5.

Un altro fattore dannoso per l'ambiente sono le piogge acide, formate dalla combustione del petrolio e carbone che viene immesso nell'aria con molto zolfo. Le attività umane stanno immettendo altri gas serra in atmosfera rendendo più intenso l'effetto serra e modificando il clima del pianeta in modo irrimediabile.

### Budget

il budget sarà medio-alto grazie ai numerosi sponsor come la casa di risparmio di Terni e Nomi, ARPA e AIRC.

### target

ampia fascia d'età, ma prevalentemente si rivolgerà ai giovani.

### Logotipo ternario

realizzazione del logo dell'iniziativa "ternario", e la comunicazione dinamica dell'evento.

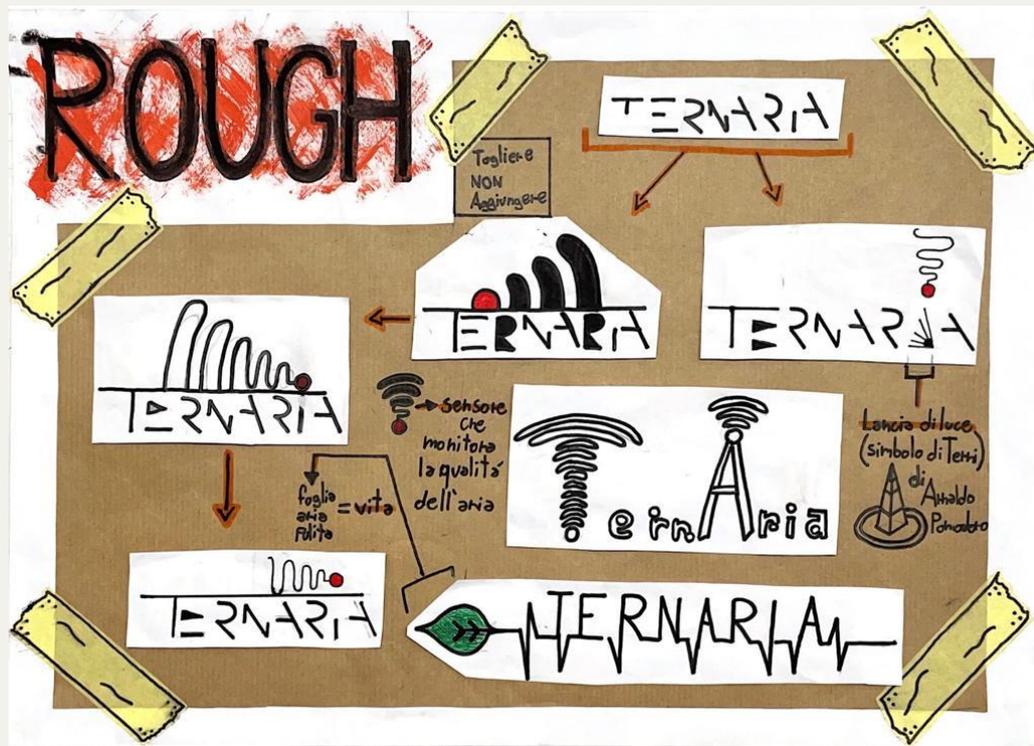
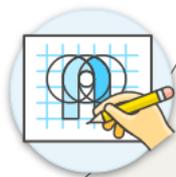
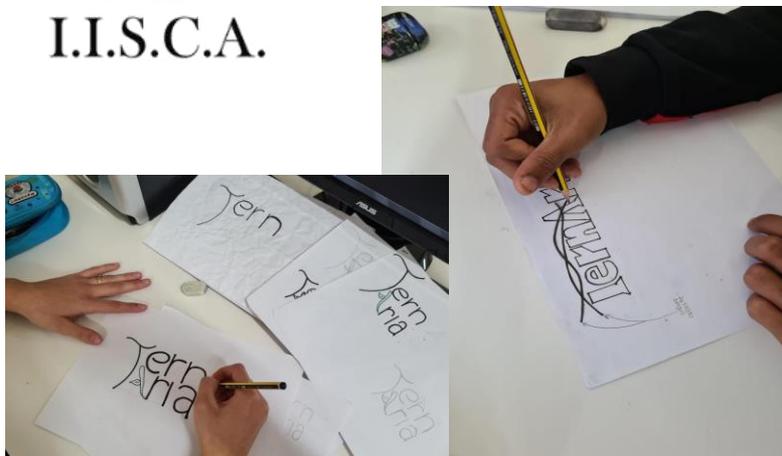
### Prodotto sensori

L'integrazione del sensore su una scheda di sviluppo; gestione dei segnali che lo scheda, trasmetterli ad un centro di controllo.



I.I.S.C.A.

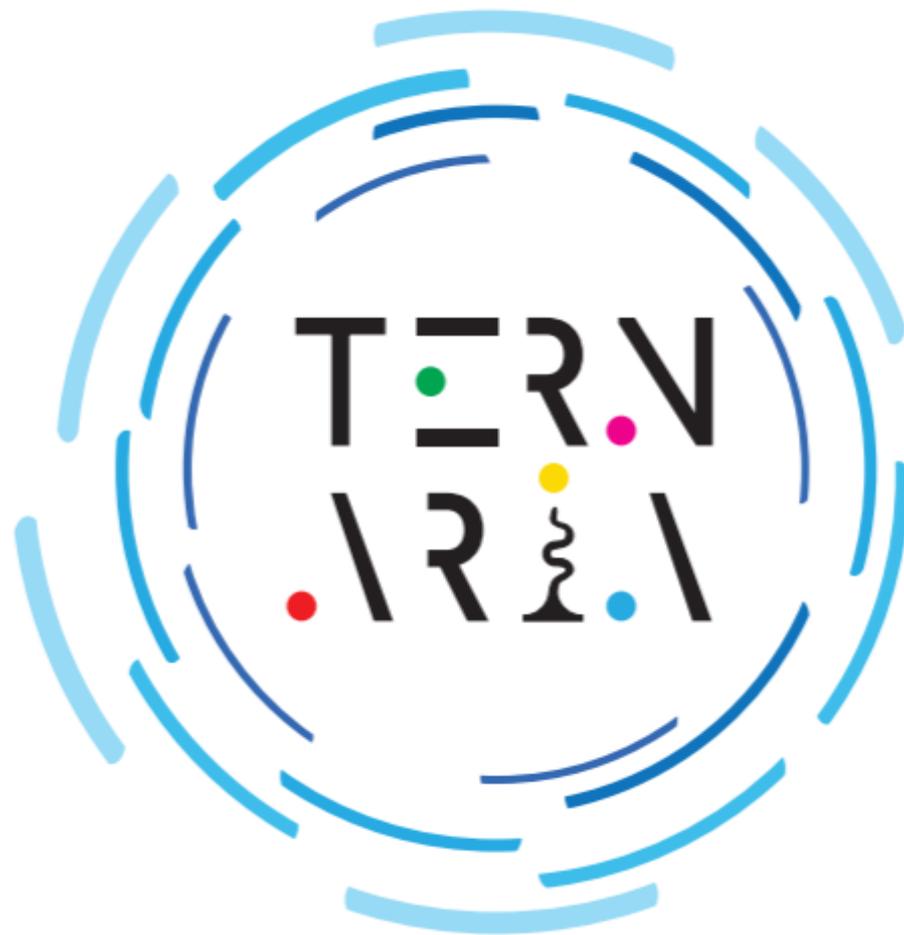
La classe ha documentato il backstage con foto che illustrano il lavoro svolto.





I LOGHI A CONCORSO

Il logo vincitore di TernAria è  
risultato quello realizzato da  
**Carlotta Conti**





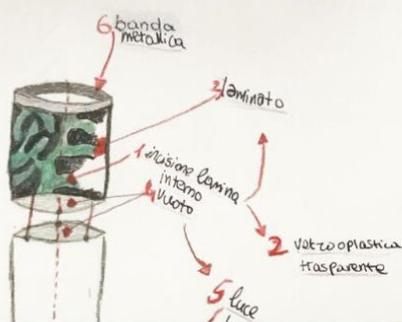
**I.I.S.C.A.**

**Fasi di lavoro:**

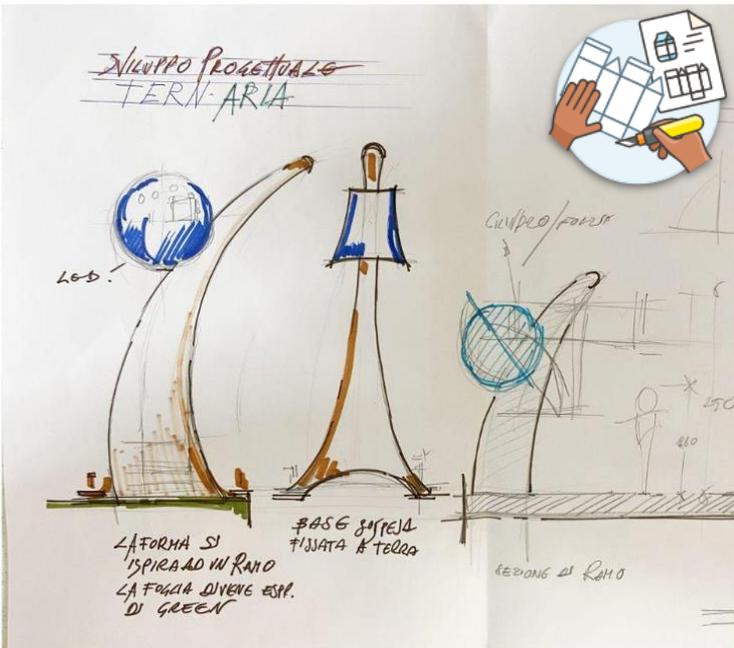
- 1- Fase ideativa
- 2- Sopralluogo
- 3- Fase di progettazione e prototipazione.
- 4- Fase di realizzazione ad opera di aziende Partner
- 5- Installazione del totem (ad opera del Comune di Terni)

Prof tutor: Zualdi

**PROGETTO TERNARIA - PANORAMICA**



- 1 incisione nel laminato intorno.
- 2 incisione riappitazione vetro oplastica trasparente per riflettere la luce del led sottostante.
- 3 laminato scuro come struttura.
- 4 all'interno vuoto per far passare la luce del led.
- 5 si led di colore blue, bianco o/e verde.
- 6 banda di metallo decorativa alle estremita della struttura.



**Schizzi fase Ideativa**

**LEGENDA**

- 1) FILI DI ACCIAIO INOX
- 2) FILI DI ACCIAIO INOX
- 3) LUCI NOTTURNE GIULIE

**DELEGAZIONE VENETO E TRENINO ALTO ADIGE**

**ADI**

info@adi-design-vtaa.org

## PROGETTO TOTEM

### **Sviluppo di un Totem contenente il rilevatore per monitorare i livelli di inquinamento a Terni**

- L'oggetto, posizionato in luoghi strategici della città, dovrà integrarsi con il contesto urbano con la funzione di comunicare e testimoniare il lavoro svolto e fungere da "semaforo" per mostrare attraverso la fonte luminosa il livello di qualità dell'aria.

### **Fasi di lavoro:**

- 1- Fase ideativa
- 2- Sopralluogo per la scelta della location.
- 3- Scelta di due proposte e successiva Progettazione e prototipazione.
- 4- Realizzazione del prodotto ad opera di aziende Partner
- 5- Installazione del totem (ad opera del Comune di Terni)





## PROGETTO TOTEM

### 2 - SOPRALLUOGO E SCELTA DELLA LOCATION

Dal Comune di Terni è stata proposta una zona adiacente alla Biblioteca Comunale dove si è svolta una fase di rilievo fotografico e dimensionale. Lo studio del luogo ci ha permesso di valutare il contesto e riflettere sulla tipologia dei materiali da utilizzare in accordo con l'ambiente circostante.

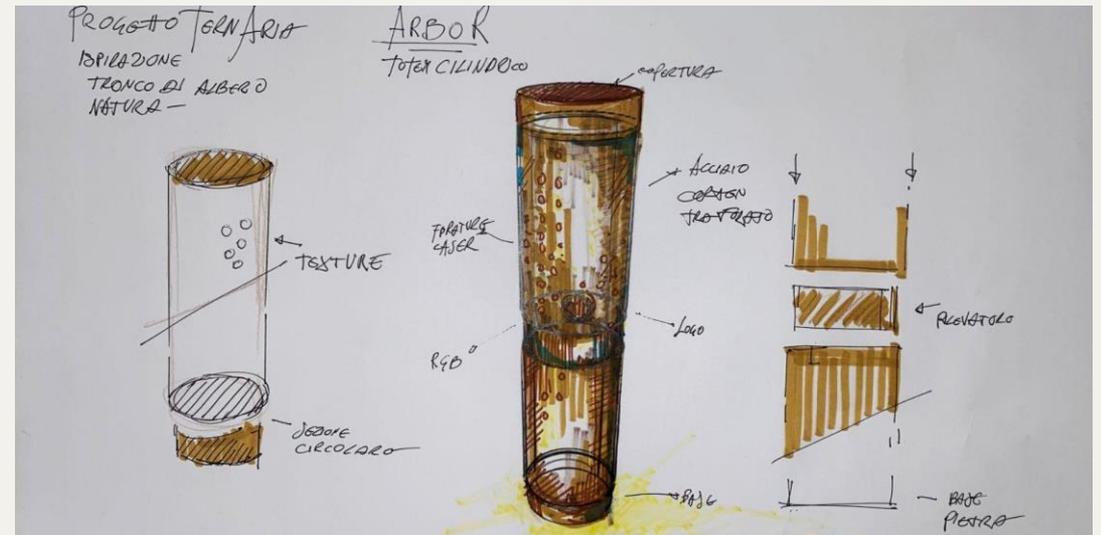
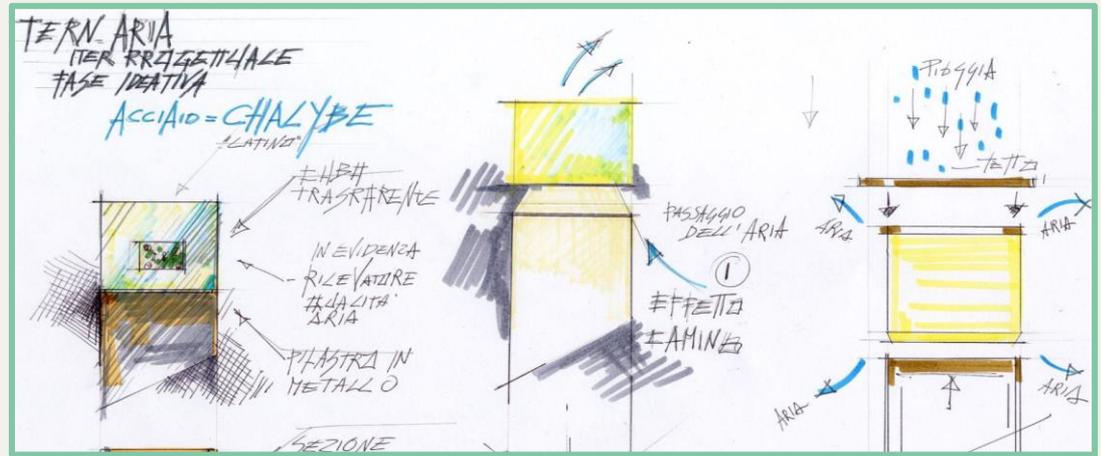




## PROGETTO TOTEM

### 3- SCELTA DI DUE PROPOSTE IDEATIVE

Dopo la prima fase di ricerca, sviluppo ed analisi, abbiamo selezionato con i Tutor esterni (Michela Baldessari e Valerio Facchin) le due idee più funzionali. Fatto ciò ci siamo divisi in due gruppi di lavoro suddivisi per competenze ed abbiamo sviluppato il progetto arrivando alla fase prototipativa di entrambi i prodotti. I prototipi sono stati realizzati sia virtualmente sia analogicamente attraverso sistemi di produzione classica e stampa 3d.



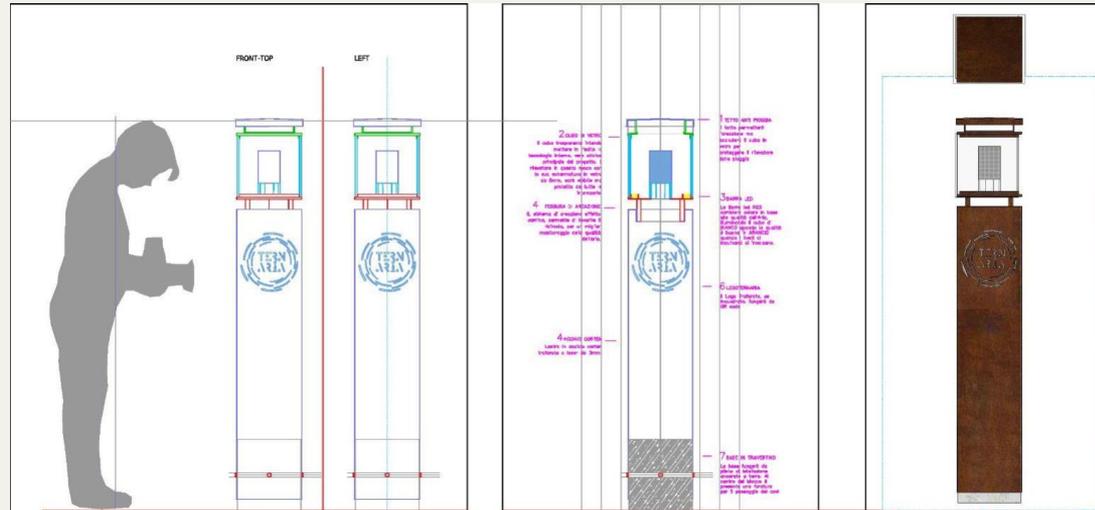
## PROGETTO TOTEM

### PROGETTAZIONE E PROTOTIPAZIONE

#### Prototipo 1: Chalybe

Il nome deriva dalla parola acciaio, materiale simbolo della produzione industriale ternana. L' oggetto è stato sviluppato a partire dall'idea di dare risalto alla componente tecnologica del rilevatore, vera attrice principale del progetto.

Il totem fungerà da teca espositiva con al centro il rilevatore come fosse un gioiello prezioso.



*Visione del Totem durante il giorno nelle possibili varianti di illuminazione*

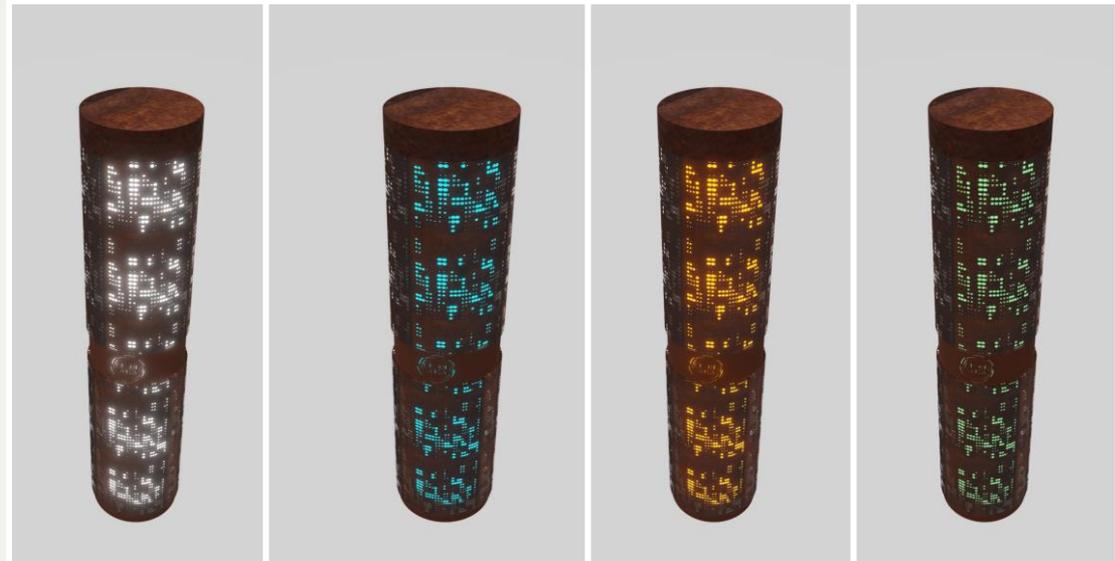
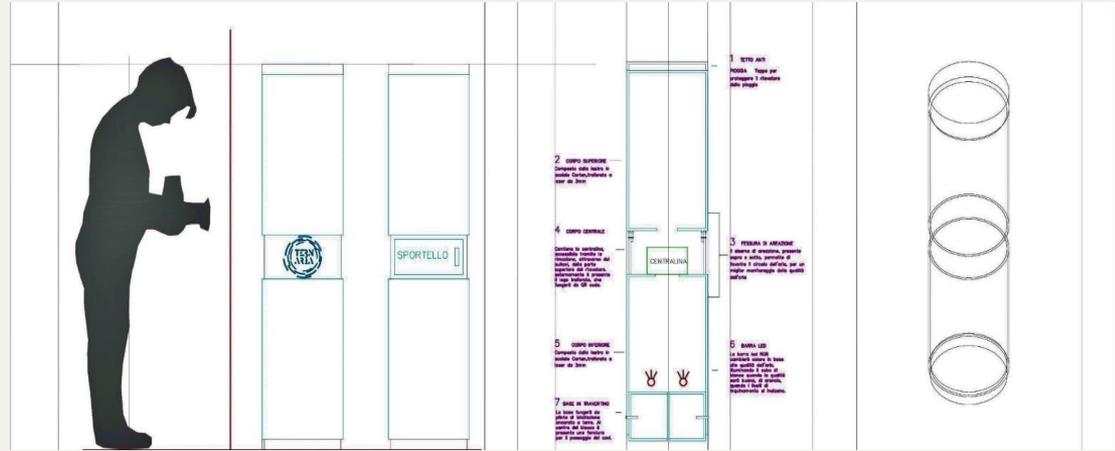
## PROGETTO TOTEM

### PROGETTAZIONE E PROTOTIPAZIONE

#### Prototipo 2: ARBOR

Il nome deriva dalla parola albero, elemento che richiama la natura ed i principi dell'ecosostenibilità, il totem appare come il fusto di un albero.

A sezione circolare e totalmente traforato con texture realizzata con tecnologia laser, che permette la circolazione dell'aria



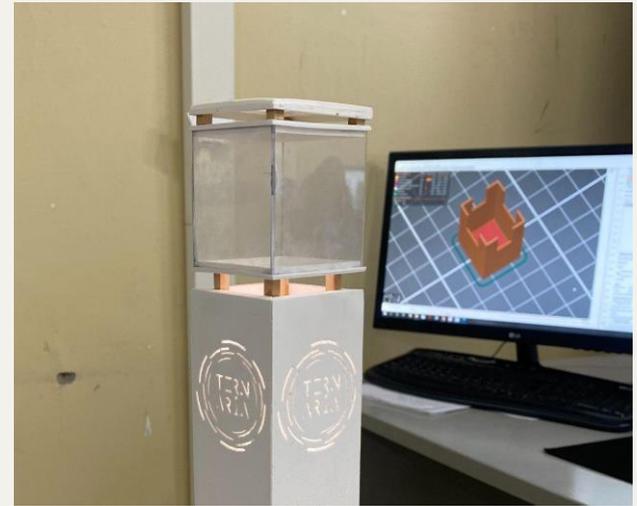
*Visione del Totem durante il giorno nelle possibili varianti di illuminazione*



## **PROGETTO TOTEM**

**PROTOTIPAZIONE**

**VIRTUALE E STAMPA 3D**



**LINK AI MODELLI VIRTUALI 3D**

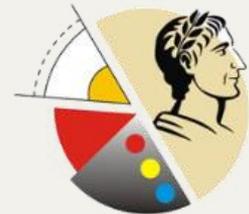
**MODELLO 1**

**<https://skfb.ly/ozLlo>**

**MODELLO 2**

**<https://skfb.ly/ozLHz>**

*Visione del Totem durante il giorno nelle possibili varianti di illuminazione*



I.I.S.C.A.

## **Task classe Liceo Classico Tacito**

### **WP2 Inquinamento e cambiamento climatico**

**Task 2.1** Inquinamento ambientale e cambiamento climatico

**Task 2.2** Contesto legislativo nazionale ed europeo

### **WP3 Contesto storico e fonti inquinanti locali**

**Task 3.1** Focus sulla conca ternana-contesto storico

**Task 3.2** Focus sulla conca ternana-le fonti inquinanti



I.I.S.C.A.

**Task 2.1** Inquinamento ambientale e cambiamento climatico:

- Partecipazione a conferenze;  
Realizzazione di un documento di testo circa i temi della task, individuandone cause, conseguenze e plausibili soluzioni: approfondimento sul bio-diesel.

**ARPA**  
umbria

agenzia regionale per la protezione ambientale



**ESK** JUNIOR  
RICERCA SCUOLA  
INNOVAZIONE

**Task 2.2** Contesto legislativo nazionale ed europeo:

- Ricerca e analisi di dati e materiale riguardanti la task. Partecipazione a conferenze con esperti ARPA Umbria.
- Realizzazione prodotto multimediale contenente le informazioni raccolte.





**Task 3.1** Focus sulla conca ternana:  
il contesto storico

- Partecipazione a conferenze scolastiche e extrascolastiche tenute dall'ARPA; Ricerca autonoma di materiale di interesse storico; Stesura di un testo riassuntivo circa la storia di Terni

**Task 3.2** Focus sulla conca ternana:  
le fonti inquinanti

- Partecipazione a conferenze tenute da esperti su inquinamento atmosferico e monitoraggio dell'aria nella conca ternana, ricerca di dati ed informazioni attraverso i canali di ARPA Umbria
- Da fare: Rielaborazione organica del materiale raccolto in un testo che costituisca il prodotto finito

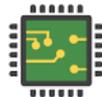
**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale





La classe IV A dell'istituto professionale Pertini, si è appena inserita e si sta preparando a svolgere le attività specifiche.

L'apporto dell'istituto professionale nel progetto TERNARIA è orientato a definire le operazioni di **ASSISTENZA** e **MANUTENZIONE** delle centraline, coerentemente alla missione e specificità dell'istituto.



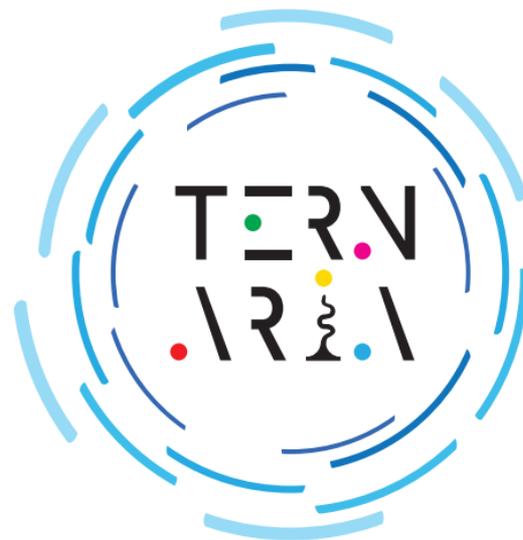
- Preparare procedure operative di smontaggio, sostituzione e rimontaggio delle schede elettroniche, dei sensori e di tutti i componenti del sistema.
- Analizzare la centralina per diagnosticare e predisporre metodi di ricerca guasti.
- Predisporre la distinta base degli elementi e dei componenti che costituiscono il sistema.
- Redigere la documentazione tecnica.
- Valutare il ciclo di vita del sistema di rilevamento, costi e ammortamenti.
- Predisporre il piano di manutenzione ordinaria e straordinaria per ogni centralina.
- Valutare affidabilità, disponibilità, manutenibilità e sicurezza del sistema installato nelle postazioni fisse e nei mezzi di trasporto, in momenti diversi del suo ciclo di vita.

# SITO DI PROGETTO

*ternaria.it*

- **LINEE GUIDA PER INIZIARE A INSERIRE I CONTENUTI**

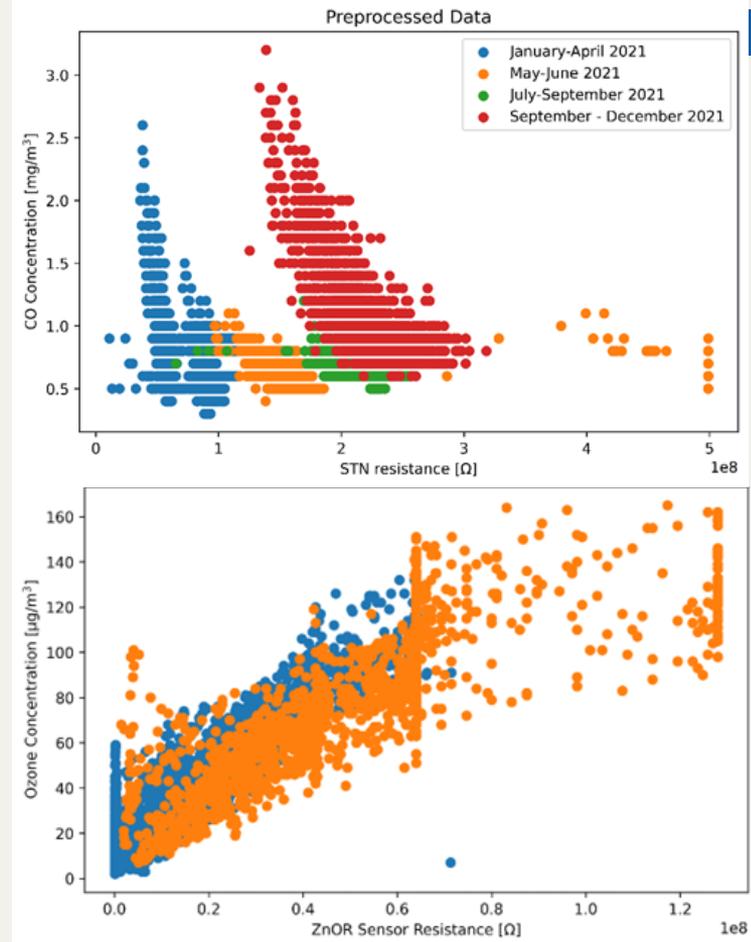
1. Testi
2. Immagini/Video
3. Infografiche
4. Dati e tabelle



## Data Pre-Processing

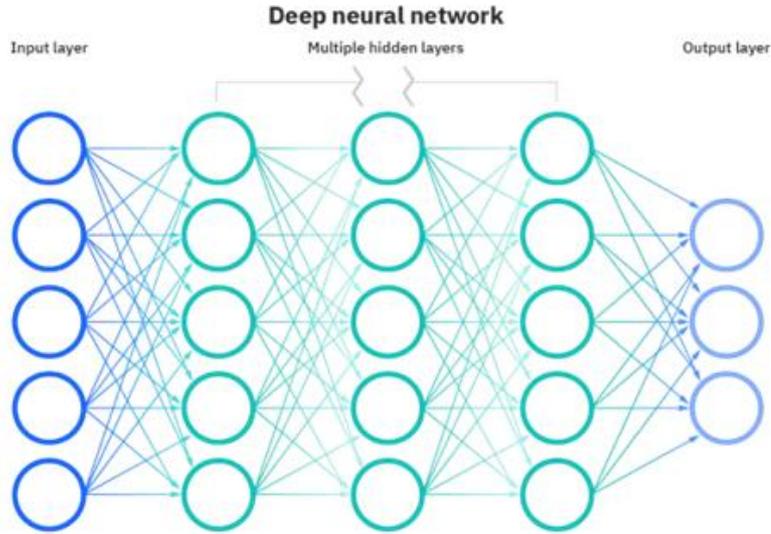
Il primo passaggio necessario per effettuare un'analisi dati è l'individuazione e il trattamento dei possibili malfunzionamenti dell'apparato sperimentale.

Dopo una prima fase di pulizia è possibile effettuare un confronto fra i dati raccolti dalle centraline e i dati validate forniti dall'Agenzia Provinciale della Protezione Ambientale





University  
of Ferrara



## Machine Learning

Per sfruttare l'elevata dimensionalità dei dati prodotti dalle centraline installate è stato utilizzato un approccio di intelligenza artificiale per ottimizzare la ricerca del miglior modello. Sono state quindi create tre reti neurali, ognuna per un singolo inquinante di interesse ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  e  $\text{CO}$ ).

I dati in input sono i dati raccolti dalle centraline normalizzati: resistenza dei film sensibili, resistenza dei riscaldatori che mantengono in temperatura i sensori e dati relativi alle condizioni dell'aria quali temperatura, umidità e pressione. In output abbiamo le previsioni di concentrazione di gas nell'aria

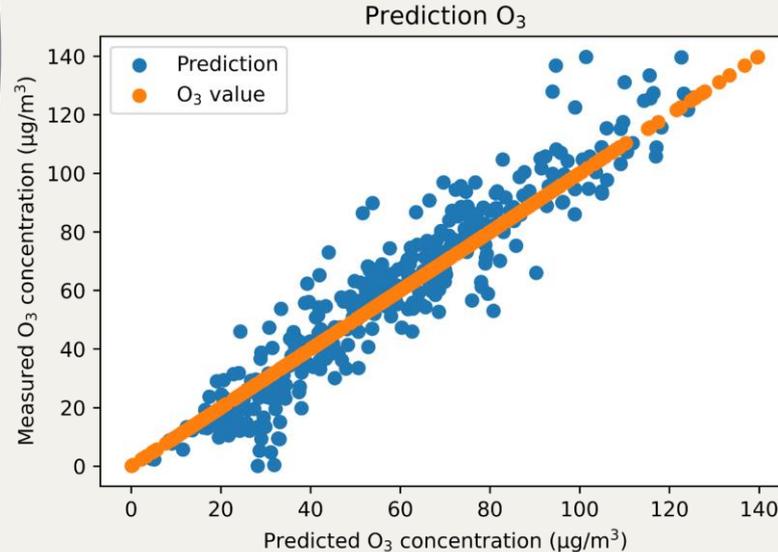
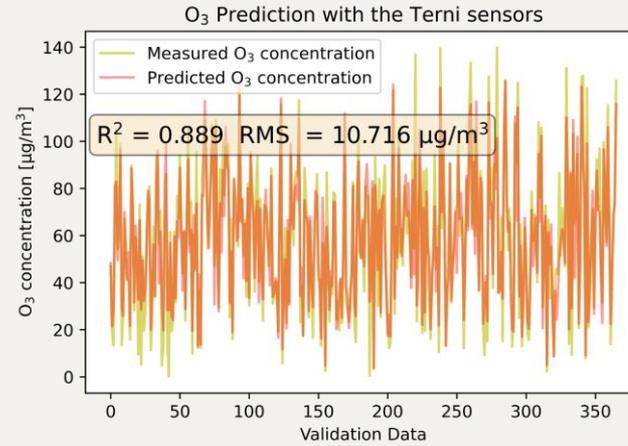


**University  
of Ferrara**

## Risultati Preliminari Ozono

La rete neurale è stata allenata e utilizzando i dati raccolti in località Terni Borgorivo lungo l'anno corrente 2022.

Il modello ottenuto presenta ottime caratteristiche descrittive per concentrazioni intermedie del gas inquinante. Tuttavia presenta problematiche di sottostima della concentrazione di Ozono per alti valori. Questo è dovuto alla rarità di tali eventi nel dataset.



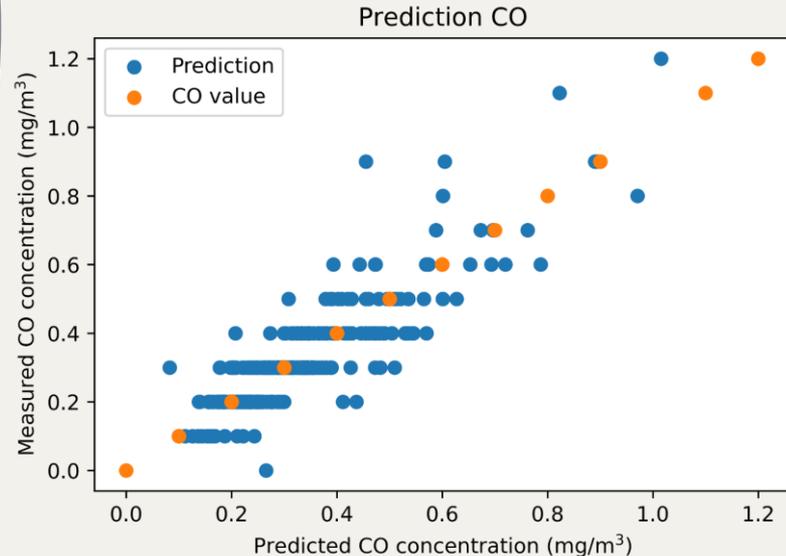
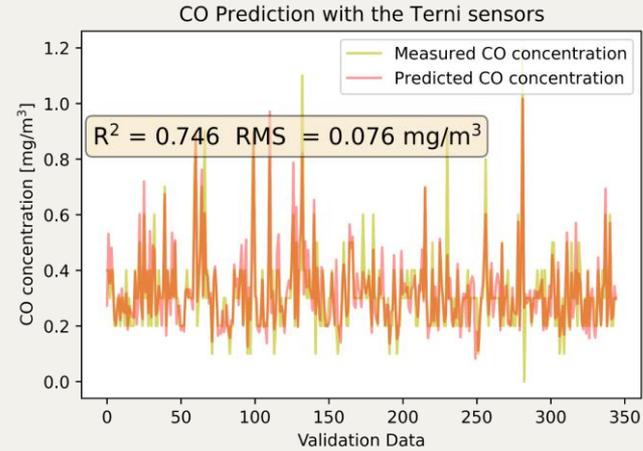


University  
of Ferrara

## Risultati Preliminari Monossido di Carbonio

La rete neurale è stata allenata e utilizzando i dati raccolti in località Terni Maratta lungo l'anno 2022.

Il modello ottenuto presenta buone caratteristiche descrittive per le concentrazioni del gas inquinante. Tuttavia, la scarsa presenza di Monossido di Carbonio nell'aria non permette di effettuare un training preciso.



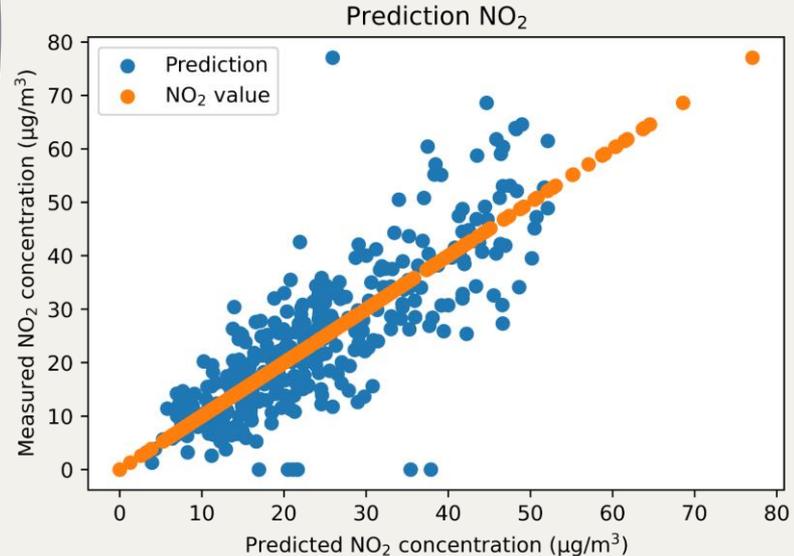
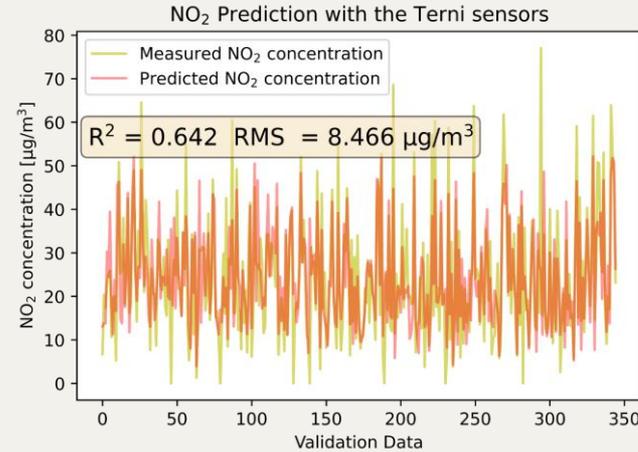


University  
of Ferrara

## Risultati Preliminari Biossido di Azoto

La rete neurale è stata allenata e utilizzando i dati raccolti in località Terni Maratta lungo l'anno 2022.

Il modello ottenuto presenta discrete caratteristiche descrittive per le concentrazioni del gas inquinante. In questo caso il fattore limitante è l'assenza di un materiale sensibile che sia selettivo nei confronti dell'inquinante analizzato.



## DomoSens

AS 2016/2017, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti (MNF)  
Istituti scolastici (7) - Co-finanziamento Caritro

## SenSAT - Le nuove generazioni in un Trentino che evolve

AS 2017/18, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti (MNF)  
Istituti scolastici (7) - Co-finanziamento Caritro

## La città degli elettroni

AS 2017/18, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti e Chiara Zanoni  
Istituti scolastici (5) - Co-finanziamento Caritro

## cheAria - Monitoraggio della qualità dell'aria a Trento, Rovereto e Pergine

AS 2018/19, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti (MNF)  
Istituti scolastici (9)

## Bottega della Scienza

EDIZ. 1 - AS 2018/19, Resp. Sc. FBK: Matteo Serra (3 Istituti)  
EDIZ. 2 - AS 2019/21, Resp. Sc. FBK: Matteo Serra (2 Istituti)

## DICO-DI-NO

AS 2018/19, Resp. Sc. FBK: FBK-ISR e Smart Cities and Communities di FBK-ICT  
Istituti scolastici (6) - Co-finanziamento Fondazione Intercultura Onlus

## cheAcqua

AS 2019/21, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti (MNF)  
Istituti scolastici (11) - Co-finanziamento Caritro

## SurvEthi per le scuole

AS 2019/20, Resp. Sc. FBK: Stefano Merler (DPCS)  
Istituti scolastici (5) - Co-finanziamento Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo

## Scuole Oltre i Confini - Progetto transregionale Trentino-Alto Adige/Südtirol-Bayern

Coordinato dai ricercatori dell'FBK-ISIG insieme a UniTN  
Istituti scolastici (3)

## cheSpreco! il Valore degli Avanzi

AS 2021/22, Resp. Sc. FBK: Claudio Fertan (ISIG)  
Istituti scolastici (5) - Co-finanziamento Caritro

## cheEntropia!

AS 2021/22, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti (MNF)  
Istituti scolastici (5) - Co-finanziamento Caritro

## TernAria - Monitoraggio della qualità dell'aria nella città di Terni

AS 2021/22, Resp. Sc. FBK: Pierluigi Bellutti (MNF)  
Istituti scolastici (7) - Co-finanziamento Carit di Terni e Narni

## MicroLab 4.0

AS 2021/22 | Istituti scolastici (8) | Co-finanziamento VRT

## Scuole Oltre i Confini 2021-23

Istituti scolastici (7) - Co-finanziamento della Regione Trentino Alto Adige

## QUADERNI DI SCUOLA



La bottega della  
scienza  
Matteo Serra (ed)



Schools Beyond  
Borders: The European  
Union  
Maurizio Cau,  
Giuseppe Zorzi (edd)



SenSAT  
Pierluigi Bellutti (ed)



DICO DI NO  
Valeria Fabretti,  
Alessandra Vitullo  
(edd)



SenSAT  
Pierluigi Bellutti (ed)



DomoSens  
Pierluigi Bellutti (ed)

Più di 1600 studenti coinvolti



FONDAZIONE  
BRUNO KESSLER

PRESS

# QUADERNI DI SCUOLA

- LINEE GUIDA PER RENDICONTARE IL LAVORO SVOLTO

## Si ringraziano

- Agenzia Regionale Protezione Ambiente (ARPA)
- Associazione Italiana per la Ricerca Industriale (AIRI)
- Avvocato Paolo Oliva
- Associazione per il Disegno Industriale Delegazione Veneto e Trentino Alto Adige (ADI)
- Colleghe e colleghi di FBK (MNF e RIS)

