

Piante in classe: un progetto per migliorare la qualità dell'aria nelle scuole

Un'esperienza di Citizen Science e monitoraggio indoor all'I.S.I.S. Gobetti-Volta di Bagno a Ripoli



Relatore: Simone Putzolu
simoneputzolu@cnr.it

Co-autori: Ciciani AM (°), Pucci N (°), Putzolu S(*),
Zaldei A (*), Bergesio F (°)

Affiliazioni:

(*) CNR-IBE (Istituto per la BioEconomia, Firenze)

(°) ISDE Sezione Firenze

L'ambiente scolastico: Studenti e docenti trascorrono molte ore in aule affollate e scarsamente ventilate.



Inquinanti indoor e rischi:

- Accumulo rapido di CO₂, polveri sottili (PM) e altri inquinanti legati all'affollamento e alla respirazione.
- Conseguenze dirette su salute, benessere psico-fisico, comfort e capacità di concentrazione e attenzione degli studenti.



Il quadro di riferimento:

- Direttiva UE 2024/2881: disciplina solo l'aria esterna, non l'indoor.
- Dal 2028, se confermato (schema D.Lgs. A.G. 435): valori di riferimento (non limiti) per *l'indoor in scuole, uffici e strutture sanitarie*: CO₂ **1000 ppm** (singolo campionamento), PM10 **20 µg/m³** e PM2.5 **10 µg/m³** (medie annuali).



Studio Rudnick & Milton, Indoor Air 2003: esempio di come la CO₂ è un indicatore di scarso ricambio d'aria
Una classe di 30 studenti con uno studente infetto da influenza

1000 ppm

5

contagiati su 30 studenti

2000 ppm

12

contagiati su 30 studenti

3000 ppm

15

contagiati su 30 studenti

Obiettivi del Progetto "AriaNova": efficacia delle piante per il miglioramento dell'aria indoor

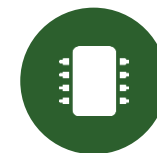
- 4 Aule di circa 150 m³ con 15–16 studenti ciascuna.
- Contesto scolastico reale & Citizen Science



I.S.I.S. Gobetti-Volta, Bagno a Ripoli
Anno scolastico 2024-25
(19 feb – 30 mag 2025)



16 piante di 5 specie selezionate
Spostate a rotazione nelle 3 aule, ≈ 2 settimane ciascuna

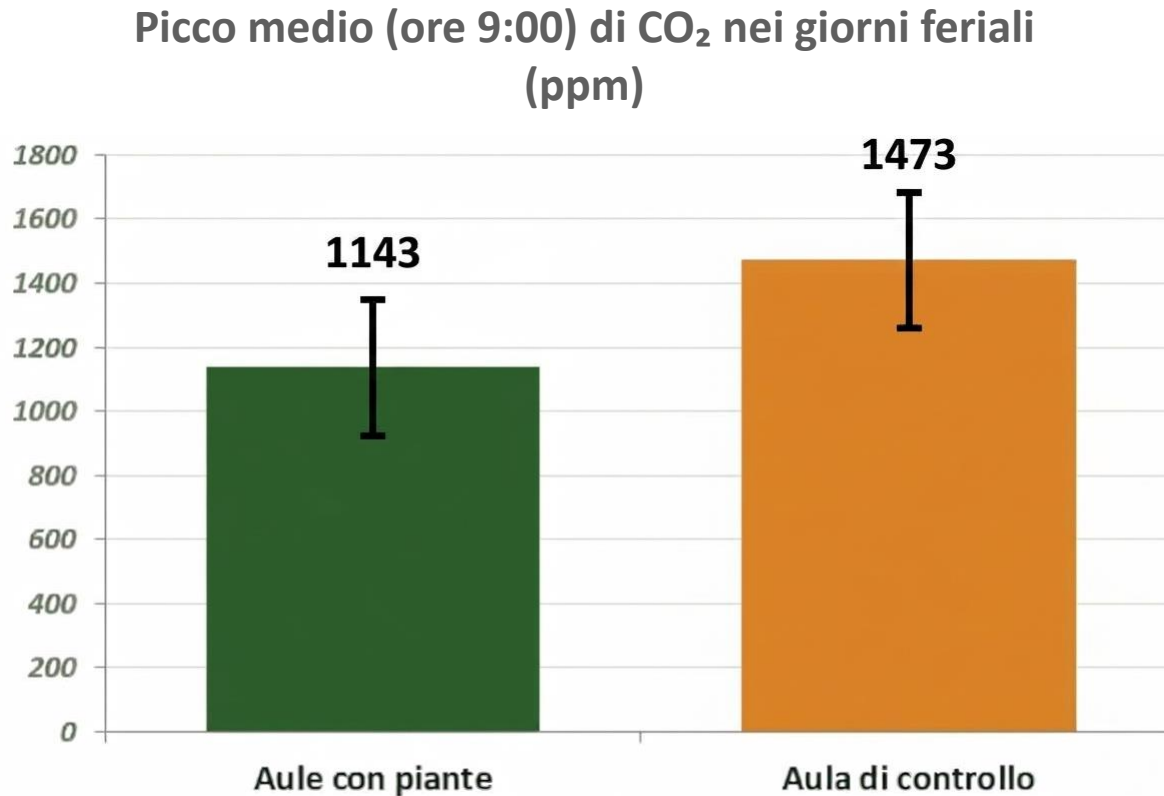


Sensori AirQino low-cost
CO₂, PM2.5, Temperatura e Umidità Relativa rilevati ogni ≈5'



Confronto descrittivo
Aule con piante VS aula di controllo senza piante

Risultati (1/3): in orario di lezione la CO₂ è più bassa con le piante



-30%

Picco di CO₂ alle 9:00 rispetto all'aula di controllo

≈ -10%

in media tra le 7:00 e le 14:00, quando le aule sono occupate

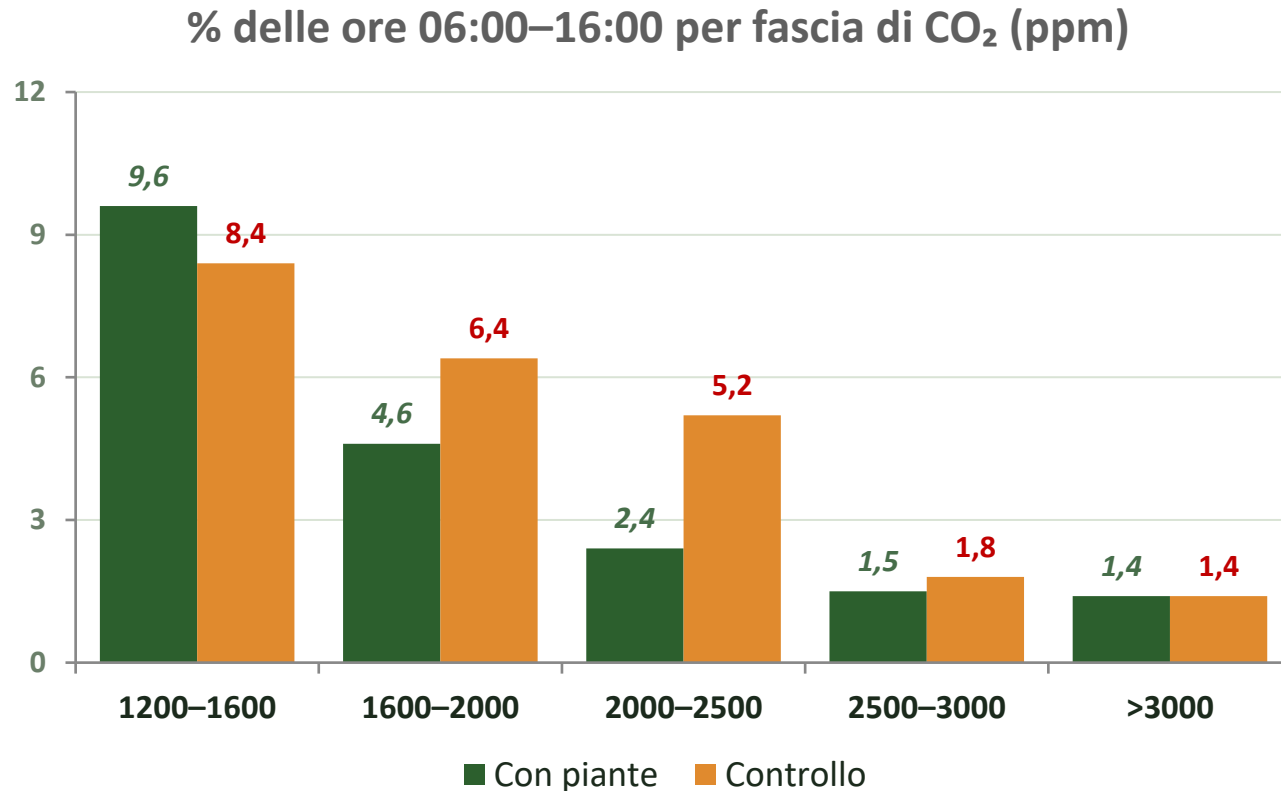
Fuori dall'orario di lezione (fino alle 6:00 e dopo le 13:00) la CO₂ è simile o lievemente più alta con le piante, per la respirazione delle stesse.

Fonte: "Plants in the Classroom": a citizen science experience to improve indoor air quality at the Gobetti-Volta Scientific High School in Bagno a Ripoli (Italy) Putzolu S, Ciciani AM, et al., *JTA VR 2026*.



JTA VR 2026

Risultati (2/3): meno ore con concentrazioni di CO₂ elevate nelle aule con piante



–28%

di ore tra 1600 e 2000 ppm (dal 6,4% al 4,6%)

–54%

di ore tra 2000 e 2500 ppm (dal 5,2% al 2,4%)

La media 06:00–16:00 è simile (879 contro 887 ppm): l'effetto riguarda i picchi. Nelle fasce più alte le ore sono poche, quindi il confronto va letto con cautela.

Risultati (3/3): PM2.5, Umidità Relativa e Temperatura



Effetti non netti

- **PM2.5:**
 - nessuna differenza sostanziale (media 5,6 contro 5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), valori complessivamente bassi e inferiori ai 8-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- **Umidità Relativa:**
 - Incrementata nelle aule con le piante
- **Temperatura:**
 - Valori minori nelle aule con le piante



Limiti dello studio

- Un solo controllo e una centralina per condizione
- Ventilazione naturale non perfettamente controllate
- Soffitti più alti in due aule
- 16 piante per aula, numero contenuto

Clima Psicologico e Partecipativo: Oltre ai parametri fisici, riscontro di un impatto positivo percepito dagli studenti (maggiore concentrazione, serenità e maggior senso di cura verso lo spazio condiviso).

Progetti simili in altre tre scuole (CNR-IBE): studio con effetti più netti su PM e microclima

Differenza % aula con piante VS aula di controllo, orario: 07:00–15:00, giorni: lun–ven.

Scuola	CO ₂	PM2.5	PM10	Temperatura	Umidità relativa
Mirandola (primaria)	+4,5% n.s.	−2,9% n.s.	n.d.	−3,3% ***	+6,4% ***
Terni (media)	−10,1% **	−11,2% ***	−19,6% **	−7,6% ***	+14,8% ***
Genova (superiore)	+1,8% n.s.	−22,6% ***	−17,9% **	−1,0% n.s.	+7,1% ***

*** p<0,001, ** p<0,01, n.s. = non significativo, n.d. = non disponibile.

Una cautela: A Genova il −23% di PM2.5 vale meno di 1 µg/m³, vicino al limite dello strumento

Fonte: Effects of Green Plants on the Indoor Environment: Real-Life Case Studies in Italian Schools and Office Spaces. Putzolu S, Baraldi R, Neri L, et al. *Atmosphere* 2026.



Take home message

1

Meno CO₂ nei picchi e meno ore con concentrazioni elevate

Picco medio 1143 contro 1473 ppm; fino a –30% alle 9:00

Nella fascia 2000–2500 ppm le ore quasi si dimezzano (–54%)

2

PM e microclima dipendono dal contesto

Su PM nessun effetto netto, lieve sul microclima. Ma nelle altre scuole CNR-IBE il quadro su PM e microclima è più costante e riporta mitigazioni maggiori

3

Semplice e formativa

L'introduzione di piante in vaso rappresenta una strategia a basso costo, semplice e replicabile per migliorare la qualità dell'aria indoor e il comfort microclimatico. Ma non sostituisce la ventilazione.

4

Necessità di future sperimentazioni a lungo termine

Sia per consolidare le evidenze ma anche ampliando lo studio sulle performance cognitive degli studenti nelle aule con le piante

Grazie dell'attenzione

SI RINGRAZIANO:

Studenti e docenti dell'I.S.I.S. Gobetti-Volta di Bagno a Ripoli

ISDE della Sezione Firenze

CNR-IBE della sede di Firenze

