

Docenti e studenti a confronto su:

LO STUDIO DELL' ARIA E DEI FENOMENI ATMOSFERICI

Osservare e sperimentare nella scienza.

Firenze, 19-20 aprile 2023

MENZIONE D'ONORE
SEZIONE TESINE BIENNIO

Sai cosa respiri?

Studenti

Bettoni Martina – Di Mare Lucrezia – Tofanelli Aurora

Classi 1LTM – 2Gce

Istituto di Istruzione Superiore

ISIS Valdarno

San Giovanni Valdarno (AR)

Docente Coordinatore

Granchi Simona

Una relazione ben strutturata. Trattazione introduttiva adeguata e con riferimenti al corpo umano. Gli studenti hanno misurato la concentrazione di PM_{2,5} e PM₁₀ nell'area circostante l'Istituto usando un rilevatore di particolato, una stazione meteorologica portatile e un anemometro. I dati raccolti, confrontati anche con i dati di ARPAT, anche se in numero limitato, sono stati organizzati in tabelle e grafici mostrando una relazione tra concentrazione del particolato e intensità del traffico urbano.

"Lo studio dell'aria e dei fenomeni atmosferici.

Osservare e sperimentare nella scienza"

Qual è il livello dell'inquinamento attorno al nostro Istituto?

Sai cosa respiri?



INDICE

1. Introduzione	2
2. Le polveri sottili: cosa sono e il loro effetti sull'ambiente e sull'uomo	2
2.1 Composizione e natura	2
2.2 Immissione in atmosfera	3
2.3 Effetti	4
2.4 ARPAT	4
3. Materiali e Metodi	5
3.1. Strumentazione e procedura per l'acquisizione dei dati	5
4. Elaborazione dei dati	6
5. Conclusioni	15
6. Bibliografia e sitografia	15

1. Introduzione

Il nostro obiettivo è stato quello di provare a valutare la salute dell'aria intorno al nostro Istituto scolastico in particolari momenti della giornata, ovvero negli orari di elevata intensità di traffico urbano e compatibili con il nostro orario scolastico. In particolare, abbiamo deciso di valutare la concentrazione di polveri sottili, $PM_{2,5}$ e PM_{10} , dannose all'ambiente e alla salute umana e avendo a disposizione uno strumento realizzato da degli studenti del nostro Istituto negli anni precedenti. Abbiamo cercato di capire il funzionamento dello strumento e con esso abbiamo rilevato i valori di concentrazione delle polveri sottili in diversi punti intorno alla scuola. Una volta prese tutte le misure abbiamo raccolto i dati in tabelle e li abbiamo analizzati costruendo dei grafici che mettessero in relazione i diversi parametri.

Abbiamo integrato i nostri dati con le misure dei parametri meteorologici (temperatura, pressione, umidità e velocità del vento), raccolti dai compagni di un altro gruppo di lavoro.

Abbiamo, anche raccolto i dati registrati dall'ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana) [1], che proprio in prossimità del nostro Istituto ha una centralina di rilevazione del particolato, tenendo presente che l'ARPAT fornisce valori medi di una intera giornata, mentre i nostri sono valori puntuali.

2. Le polveri sottili: cosa sono e il loro effetti sull'ambiente e sull'uomo

2.1 Composizione e natura

Il particolato è composto da molecole solide e liquide di diversa natura, che rimangono sospese nell'aria e rappresenta la sostanza maggiormente inquinante nelle città.[2]

Esso è diviso in PM_{10} e $PM_{2,5}$ in base al diametro delle particelle che lo compongono e la sua concentrazione è considerata uno degli ottimi indicatori per la qualità dell'aria. La sigla PM è tratta dall'inglese Particulate Matter, ovvero materiale particolato.[2]

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di PM_{10} e $PM_{2,5}$ è microgrammi al metro cubo $\mu g/m^3$. Il PM_{10} ha un diametro non superiore a 10 μm ed è in grado di penetrare solo nel tratto superiore dell'apparato respiratorio, ovvero solo fino a gola e trachea, provocando irritazioni, per questo è anche chiamato frazione toracica [2]. Il $PM_{2,5}$, anche chiamato frazione respirabile ha un diametro inferiore a 2,5 μm , riesce ad arrivare ai polmoni ed ai bronchi secondari (Fig.1).

La sua composizione può variare notevolmente da una città all'altra, a seconda della presenza di fabbriche, del clima e dei tipi di combustibili usati.[2]

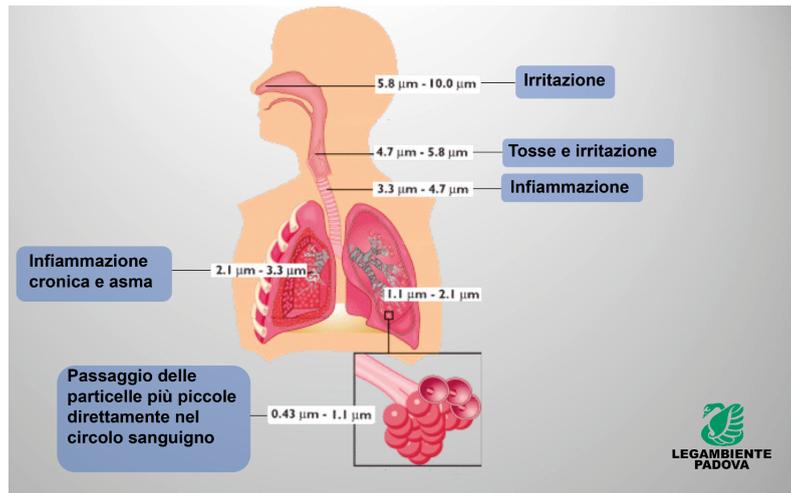


Fig.1 - Effetti del particolato sull'organismo a seconda della sua grandezza

Il particolato permane per lunghi periodi di tempo nell'aria, durante i quali può percorrere anche grandi distanze dal punto in cui è stato immesso nell'atmosfera. Agenti atmosferici, quali vento e pioggia, contribuiscono a far depositare sul suolo le polveri sottili, diminuendo così i livelli di particolato presenti nell'aria.[2]

Pericolosi effetti sulla popolazione possono derivare dalle sostanze chimiche ed ai metalli che potrebbero aver aderito alla superficie del particolato, come vanadio, piombo, arsenico, cadmio, nichel e cromo.[2]

2.2 Immissione in atmosfera

Il particolato è immesso in atmosfera sia in modo naturale, come per esempio col polline, i materiali prodotti dall'erosione del suolo, dalle eruzioni vulcaniche e dagli incendi, sia dall'uomo, attraverso attività industriali che impiegano combustibili fossili e biomasse, industrie chimiche, raffinerie e centrali termoelettriche, ma anche dal traffico, con le relative emissioni dei veicoli a motore, e da sigarette elettroniche e non [3].

Una parte di esso viene immesso direttamente dalla sua fonte in atmosfera (primario), mentre un'altra parte viene formata da altri inquinanti mediante reazioni chimiche [3].

Il particolato atmosferico produce vari effetti negativi sull'ambiente circostante:

- ❖ danni alla vegetazione, portati principalmente dall'ozono;
- ❖ diminuzione della visibilità, causata dalle particelle che riflettono il sole che provocano un oscuramento globale;
- ❖ modifiche al clima;
- ❖ aumento del fenomeno delle piogge acide, danni sui beni materiali che avvengono in termini di corrosione, piuttosto sentiti nel caso dei monumenti.;

Il pulviscolo ha effetti nella propagazione e nell'assorbimento delle radiazioni solari, sulla visibilità atmosferica e nei processi di condensazione del vapore acqueo (favorendo smog e nebbie).

L'aumento dell'inquinamento ha causato negli ultimi anni la formazione di un fenomeno noto come oscuramento globale, che consiste in una graduale riduzione dell'intensità dell'irraggiamento diretto sulla superficie terrestre, risultante in un lieve raffreddamento della superficie terrestre. Tale fenomeno, che varia a seconda delle aree coinvolte, è stato osservato a partire dagli anni 1950 e ha fino a ora compensato e quindi attenuato parzialmente gli effetti del riscaldamento globale, in termini difficilmente quantificabili. La diminuzione dell'emissione di particolato in atmosfera in aree come l'Europa sta riducendo tale fenomeno.[4]

2.3 Effetti

Gli effetti che causa alla salute umana variano a seconda del diametro delle particelle e dalla loro composizione chimica, in particolar modo dai metalli pesanti e dagli idrocarburi che potrebbero aver aderito alla sua superficie, inoltre le sostanze solubili presenti sulle polveri sottili potrebbero venire assorbite dall'organismo. Un'esposizione prolungata al particolato può aumentare il rischio dell'insorgere di patologie sia respiratorie che cardiovascolari, oltre a favorire tumori polmonari [2].

La stessa Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro lo ha definito come un cancerogeno di classe 1 [3]. L'esposizione per un prolungato lasso di tempo anche a livelli di particolato non alti è associata ad un maggior rischio di cancro e malattie dell'apparato respiratorio, con un conseguente aumento di mortalità [2]. Sono più esposti ai rischi derivanti dal pulviscolo individui sensibili, come asmatici, anziani ed anche i bambini, i quali hanno inoltre una frequenza respiratoria molto maggiore [2]. Secondo l'OMS, non è possibile stabilire un valore al di sotto del quale ci si possa ritenere al sicuro dai rischi derivanti dal particolato. Nonostante ciò, essa propone come soglia media massima annuale sotto la quale si dovrebbe tentare di rimanere $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM_{10} (passata a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 2021), mentre per il $\text{PM}_{2,5}$ consiglia di non superare i $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [3] ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 2021).

In Italia esiste un decreto (decreto legislativo n. 155 del 2010) che pone come limite giornaliero $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [3].

2.4 ARPAT

In Toscana, un grande contributo nel monitoraggio del particolato e dell'ambiente in generale è dato dall'ARPAT, ovvero dall'Agenzia regionale per la protezione ambientale in Toscana [1].

L'ARPAT è stata istituita con la Legge regionale n. 66/1995, e dal 1996 lavora al servizio della cittadinanza monitorando lo stato dell'ambiente, studiando fonti di inquinamento e relativi impatti. Ispeziona il territorio della Toscana al fine di controllare il corretto rispetto delle norme a riguardo del rispetto dell'ambiente ed effettua controlli in modo tale da consentire alle autorità competenti di adottare i giusti provvedimenti nella protezione di esso [1].

3. Materiali e Metodi

In questa sezione sono riportate le descrizioni degli strumenti e delle procedure di acquisizione dei dati oggetto della nostra investigazione

3.1. Strumentazione e procedura per l'acquisizione dei dati

Dopo esserci informate sull'argomento scelto abbiamo deciso con quale metodo acquisire le misure della concentrazione delle polveri sottili PM_{10} e $PM_{2.5}$.



Fig.2 - Mappa dell'area analizzata con gli 8 siti di raccolta dati

Prima di iniziare le misure, ci siamo preoccupate di individuare sulla mappa dell'area circostante la scuola una serie di punti in cui effettuare le rilevazioni. Sono stati scelti 8 punti (Fig.2) disposti vicino al nostro Istituto, lungo il viale davanti e nella via dove è collocato il rilevatore dell'Arpat, con cui abbiamo anche messo in relazione le nostre misurazioni. I punti sono stati decisi in base a dove il traffico urbano è più concentrato proprio per evidenziare il problema. La strumentazione che abbiamo usato per le misure era preesistente, costruita da ragazzi del nostro Istituto negli anni precedenti. La strumentazione usata è stata un rilevatore di particolato, una stazione meteorologica professionale portatile e un anemometro utilizzati dall'altro gruppo di studio (Fig.3)(Fig.4).

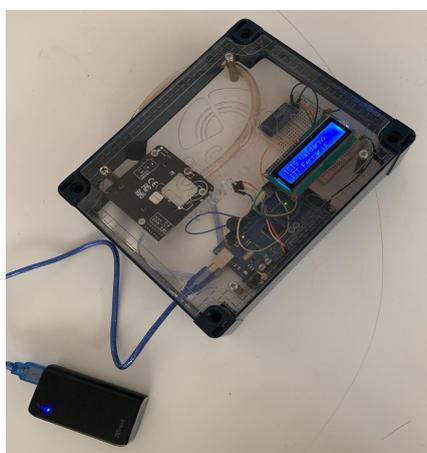


Fig.3 - rilevatore di particolato



A)



B)

Fig.4. A)Stazione Meteorologica B)Anemometro

In ogni punto la misurazione è stata effettuata a un metro di altezza; prima di scegliere la quota di rilevazione abbiamo provato a misurare a 2 m e a 20 cm da terra. In questi casi abbiamo osservato che a 20 cm da terra la concentrazione di PM₁₀ prevale su quella delle PM_{2,5}, mentre a 2 m si verifica il contrario, come ci saremmo aspettate per il diverso peso e grandezza delle particelle. Abbiamo quindi scelto una quota intermedia.

Dopo aver stabilito anche l'altezza dove posizionare il nostro strumento di misura abbiamo iniziato l'acquisizione delle misure. Abbiamo inoltre definito i giorni e gli orari strategici per il nostro interesse: la mattina all'entrata e all'uscita di scuola e negli orari di punta dove le persone escono dal lavoro. In ogni punto abbiamo misurato la pressione atmosferica, l'umidità, la velocità del vento, la concentrazione di PM₁₀, e di PM_{2,5}. Abbiamo poi calcolato il valor medio e l'errore assoluto delle concentrazioni. Per le concentrazioni del particolato abbiamo deciso di effettuare tre misure in ogni punto e calcolare il valore medio, in modo da avere una misura più accurata.

4. Elaborazione dei dati

Tutti i dati acquisiti sono stati raccolti in delle tabelle, ciascuna per ogni data di rilevazione. In questa sezione presentiamo delle tabelle sintetiche relative alle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2,5}, contenenti anche le medie giornalieri registrate dall'ARPAT, nei giorni in cui sono state effettuate le misure; presentiamo inoltre le tabelle contenenti le misure di temperatura, pressione, umidità relativa e velocità del vento con cui abbiamo messo in relazioni le concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2,5}.

I dati in tabella sono stati poi rappresentati su dei grafici per evidenziare le diverse distribuzioni di concentrazione del particolato nei diversi punti di prelievo e nelle diverse date di misura.

Per valutare la validità delle nostre misure le abbiamo messe in relazione ai dati dell'ARPAT. Infine abbiamo rappresentato le concentrazioni di particolato in relazione alle misure dei parametri atmosferici elencati sopra, per vedere se esistesse una dipendenza.

Di seguito riportiamo i dati raccolti e le loro rappresentazioni.

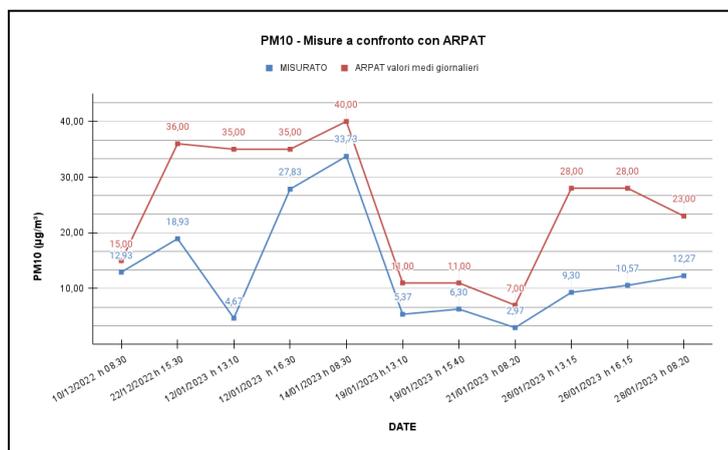
PM ₁₀ (µg/m ³)											
PUNTI di PRELIEVO	10/12/2022 h. 08.30	22/12/2022 h. 15.30	12/01/2023 h. 13.10	12/01/2023 h. 16.30	14/01/2023 h. 08.30	19/01/2023 h. 13.10	19/01/2023 h. 15.40	21/01/2023 h. 08.20	26/01/2023 h. 13.15	26/01/2023 h. 16.15	28/01/2023 h. 08.20
A	13,10	48,97	10,43	16,13	25,47	5,63	3,23	4,93	22,03	13,97	14,17
B	13,27	23,07	19,43	28,67	24,83	5,30	38,23	3,93	11,03	10,80	11,97
C	9,97	22,97	5,70	20,70	25,03	6,97	4,27	2,77	12,07	15,50	16,73
D	12,93	18,93	4,67	27,83	33,73	5,37	6,30	2,97	9,30	10,57	12,27
E	11,70	20,50	4,77	12,93	39,80	10,93	4,80	4,37	11,70	14,93	13,33
F	12,97	23,10	4,13	16,03	36,10	4,37	5,10	4,40	18,90	14,83	12,60
G	15,07	23,33	6,83	12,27	30,93	7,97	4,07	3,10	13,00	19,10	19,57
H	12,57	25,17	8,30	15,73	25,37	6,93	7,80	3,57	8,77	25,57	19,47
ARPAT (D)	15,00	36,00	35,00	35,00	40,00	11,00	11,00	7,00	28,00	28,00	23,00

TAB.1. - Misure delle concentrazioni di PM₁₀ nei punti di prelievo.

PM _{2.5} (µg/m ³)											
PUNTI di PRELIEVO	10/12/2022 h. 08.30	22/12/2022 h. 15.30	12/01/2023 h. 13.10	12/01/2023 h. 16.30	14/01/2023 h. 08.30	19/01/2023 h. 13.10	19/01/2023 h. 15.40	21/01/2023 h. 08.20	26/01/2023 h. 13.15	26/01/2023 h. 16.15	28/01/2023 h. 08.20
A	9,00	56,37	2,80	4,30	13,87	3,87	1,63	2,87	14,80	7,63	7,43
B	8,80	19,10	4,53	5,97	13,43	3,50	3,07	2,83	9,03	7,40	8,77
C	7,80	18,70	2,10	4,93	12,10	4,23	1,47	2,27	6,87	8,03	10,33
D	8,23	16,63	1,90	4,87	13,23	3,00	1,67	2,50	5,60	7,80	8,60
E	8,80	17,00	1,80	6,23	14,07	6,33	1,80	2,63	6,40	7,80	7,83
F	9,37	19,20	1,63	4,67	12,87	2,97	1,97	2,70	9,33	8,27	8,93
G	11,10	18,97	2,13	6,13	13,23	6,10	1,67	2,63	6,53	9,23	8,97
H	8,00	20,67	5,37	10,50	12,33	5,30	2,23	2,50	6,20	9,80	9,90
ARPAT (D)	15,00	31,00	27,00	27,00	33,00	9,00	9,00	5,00	22,00	22,00	17,00

TAB.2 - Misure delle concentrazioni di PM_{2.5} nei punti di prelievo.

Nelle Tabelle TAB.1 e TAB.2 sono riportate le concentrazioni di particolato rispettivamente di PM₁₀ e



di PM_{2.5}. Nell'ultima riga delle tabelle sono riportati i dati medi giornalieri delle concentrazioni registrate dall'ARPAT nel punto D, dove è collocata la centralina. Il primo confronto è stato quello tra i dati dell'ARPAT e le nostre misurazioni nel medesimo punto, come riportato nei grafici di Fig.5 e Fig.6.

Fig.5 - Valori del PM₁₀ in relazione con i valori dell'Arpat.

Tenendo conto che i dati dell'ARPAT considerano una media giornaliera, mentre noi misuriamo solo in una determinata ora, si può notare una somiglianza nei vari picchi dei giorni mentre in altri



momenti si può notare una sostanziale differenza in entrambe le concentrazioni. Le somiglianze sono maggiormente marcate nei valori del PM₁₀ e meno evidenti in quelli del PM_{2.5}. Probabilmente il nostro strumento è più sensibile a questo diametro di particelle, o c'è una presenza maggiore di PM₁₀ rispetto a quella del PM_{2.5}, all'altezza scelta per la misura.

Fig.6 - Valori del PM_{2.5} in relazione con i valori dell'ARPAT.

I dati medi raccolti dall'ARPAT sono spesso maggiori delle nostre misurazioni. Questo fatto può essere spiegato in vari modi:

- ❖ L'ARPAT, effettuando misurazioni durante tutto l'arco della giornata, ha calcolato una media che comprende valori molto maggiori rispetto ai nostri che sono stati registrati in momenti in cui noi non abbiamo effettuato le misurazioni.
- ❖ Lo strumento che noi abbiamo utilizzato analizza un volume d'aria molto minore rispetto alla stazione dell'ARPAT, è quindi molto più sensibile alle variazioni.
- ❖ Inoltre, gli strumenti usati dall'ARPAT sono sicuramente più precisi ed accurati rispetto a quelli usati da noi e quindi la nostra può essere una sottostima dei reali valori di particolato nell'aria.

Abbiamo rappresentato le concentrazioni in funzione dei punti di acquisizione per valutare eventuali differenze di distribuzione. I dati raccolti dimostrano che i valori maggiori sono stati registrati in corrispondenza dei punti più trafficati intorno al nostro Istituto (punti B, E).

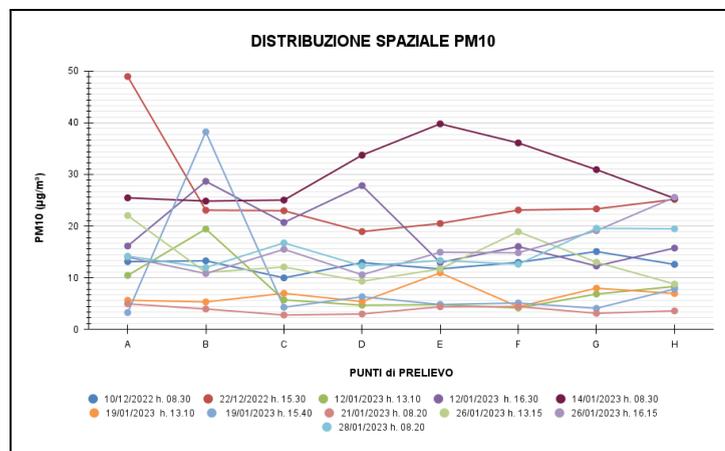


Fig.7 - Distribuzione nello spazio del Particolato PM₁₀ nei diversi punti di prelievo.

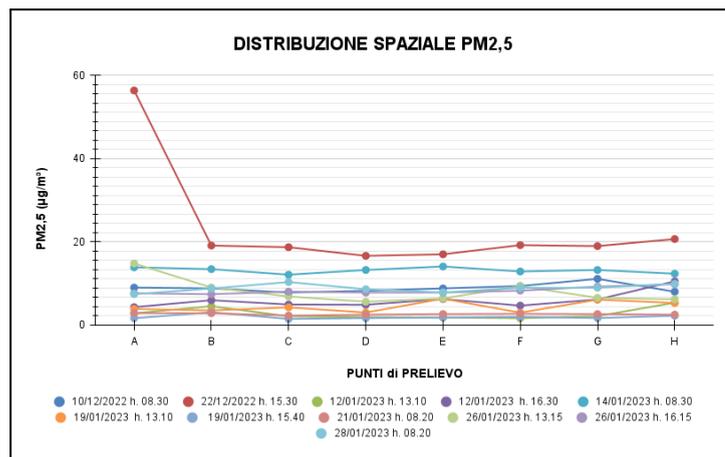


Fig.8 - Distribuzione nello spazio del PM_{2,5} nei diversi punti di prelievo

Andando, inoltre, a rappresentare la distribuzione nel tempo di PM₁₀ e PM_{2,5}, è possibile osservare come la concentrazione di polveri possa variare in dipendenza delle condizioni del traffico nelle

differenti date di registrazione. Nelle figure riportate di seguito, infatti, i picchi di concentrazione sono probabilmente dovuti ad un traffico maggiormente intenso.

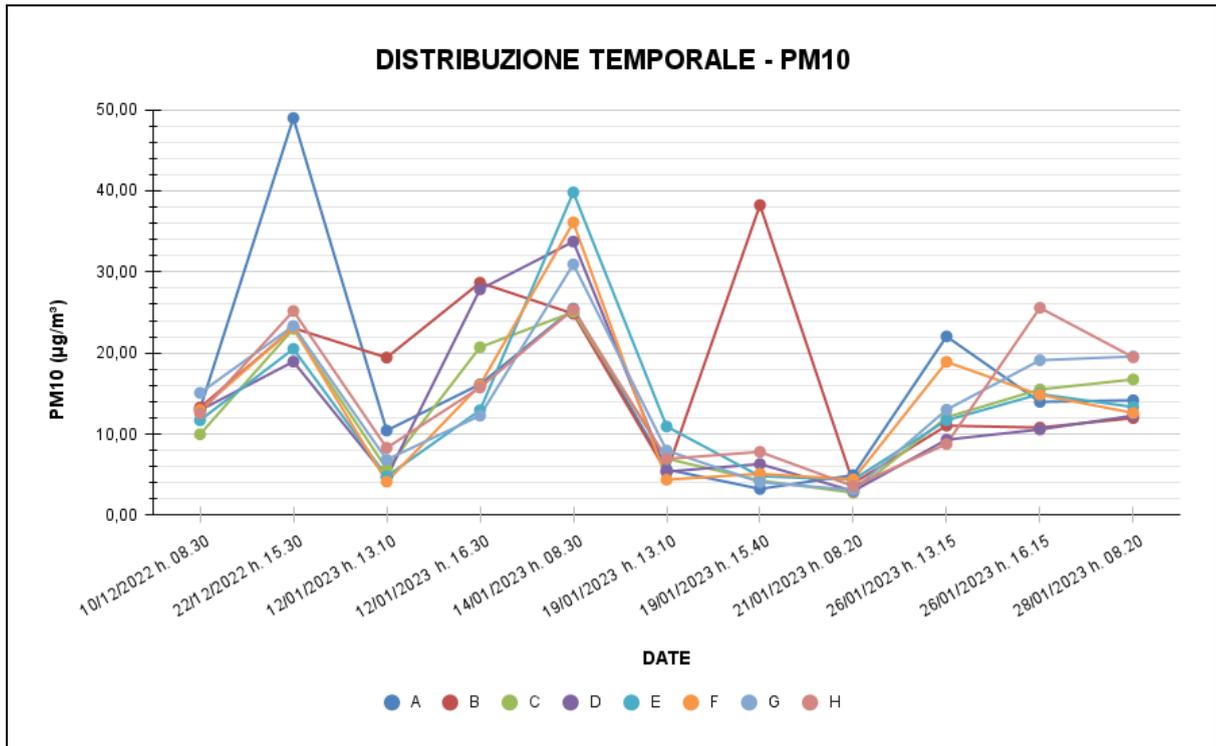


Fig.9 - Distribuzione nel tempo del Particolato PM10 nei diversi punti di prelievo.

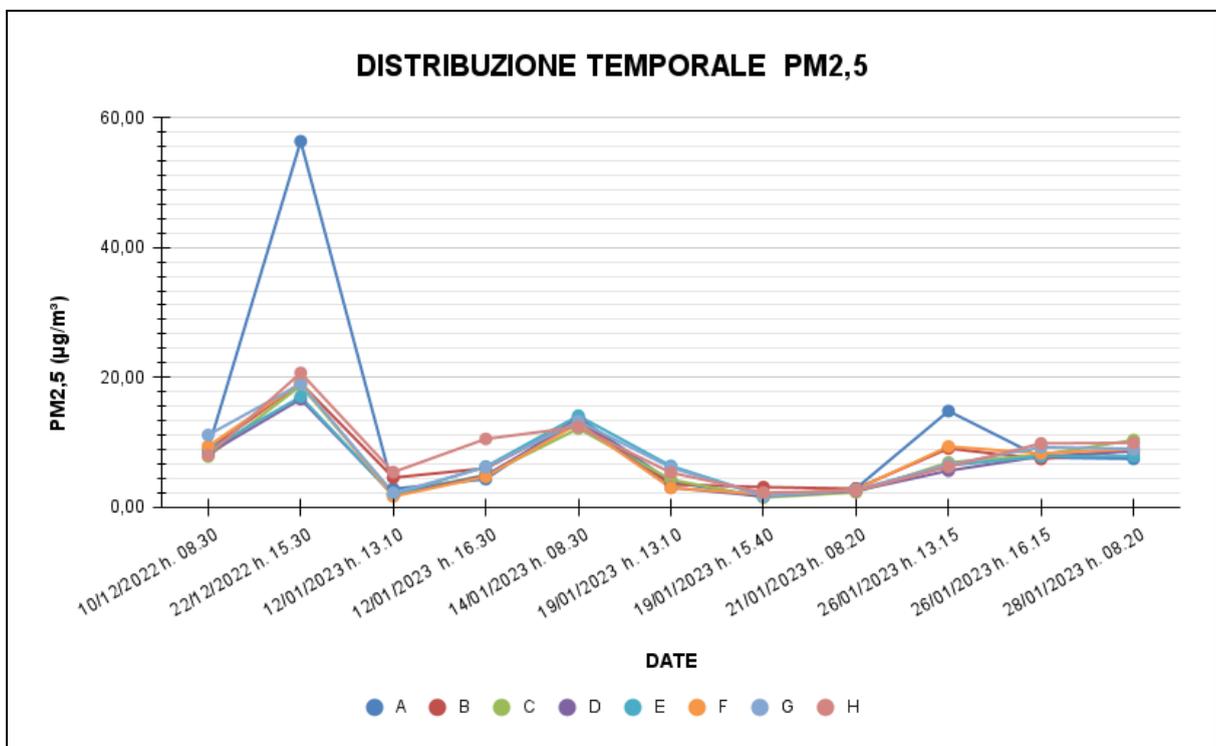


Fig.10 - Distribuzione nel tempo del Particolato PM2,5 nei diversi punti di prelievo.

Le concentrazioni di polveri sono state messe in relazione ai valori medi tra rispettivamente alla temperatura media, alla pressione media, all'umidità relativa media e alla velocità del vento media per valutare eventuali dipendenze. I valori di queste grandezze sono stati acquisiti contestualmente alla rilevazione delle concentrazioni come si deduce dalle tabelle riportate di seguito. Le medie di ciascuna di queste grandezze sono state calcolate come valore medio tra le misure nei diversi punti e sono stati riportati nell'ultima riga delle tabelle di ciascuno dei parametri meteorologici.

PUNTI di PRELIEVO	TEMPERATURA (°C)											
	10/12/2022 h. 08.30	22/12/2022 h. 15.30	12/01/2023 h. 13.10	12/01/2023 h. 16.30	14/01/2023 h. 08.30	19/01/2023 h. 13.10	19/01/2023 h. 15.40	21/01/2023 h. 08.20	26/01/2023 h. 13.15	26/01/2023 h. 16.15	28/01/2023 h. 08.20	
A	16,50	15,60	18,60	17,00	8,00	10,50	11,20	4,60	15,10	8,60	2,60	
B	11,20	14,60	19,10	14,60	7,80	9,80	10,00	4,90	15,30	8,60	2,40	
C	11,10	14,20	18,40	13,20	7,10	8,90	9,10	4,50	14,10	8,70	2,50	
D	13,80	14,10	18,20	13,20	6,30	8,40	7,60	4,50	14,10	7,80	2,60	
E	13,50	14,10	17,30	11,30	6,10	7,80	7,70	4,70	14,10	7,70	3,00	
F	13,20	13,30	18,10	10,70	5,70	7,50	6,70	4,70	12,60	7,00	3,70	
G	13,00	13,00	18,10	10,30	5,30	7,30	6,60	4,70	13,60	6,70	3,30	
H	12,60	12,80	20,00	10,10	5,00	6,80	6,20	5,00	15,10	6,80	3,70	
VALORI MEDI	13,11	13,96	18,48	12,55	6,41	8,38	8,14	4,70	14,25	7,74	2,98	

TAB.3 Misure della temperatura nei giorni di misura.

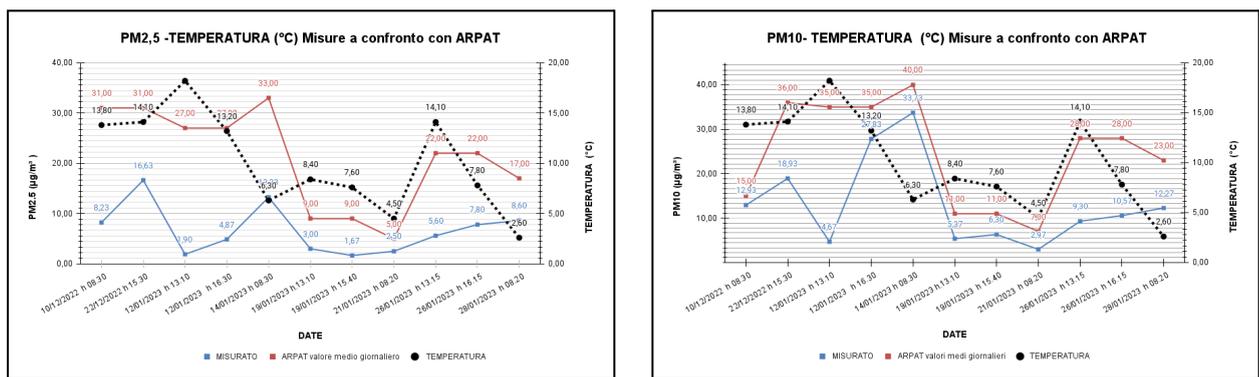


Fig.11 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con l'ARPAT e con la temperatura rilevata nel PUNTO D

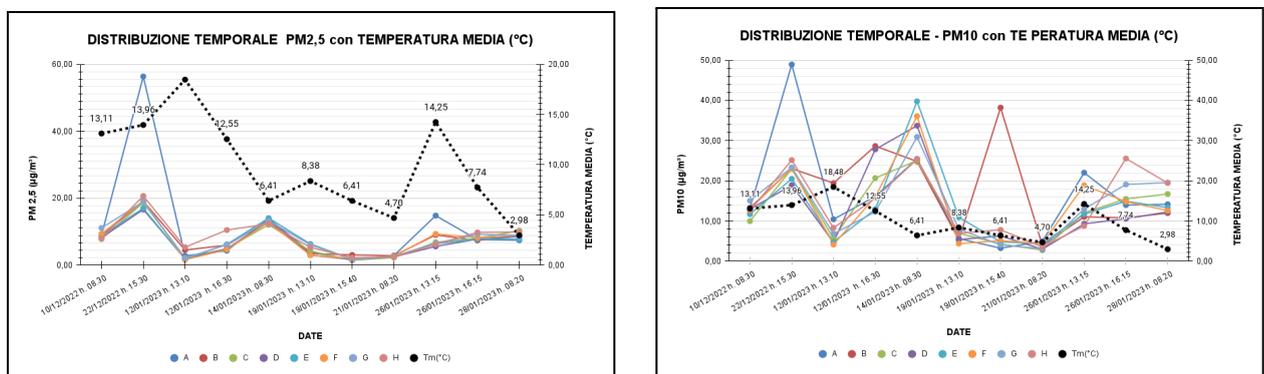


Fig.12 - Distribuzione nel tempo dei valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con la temperatura media.

Dalle Fig.11 e Fig.12 sembra che non ci sia una correlazione tra le concentrazioni del particolato e la temperatura. Per evidenziare maggiormente questo fatto, tutti valori di temperatura registrati nelle varie date e nei vari punti sono state messe a confronto con le relative misure di concentrazione, come riportato in Fig.13.

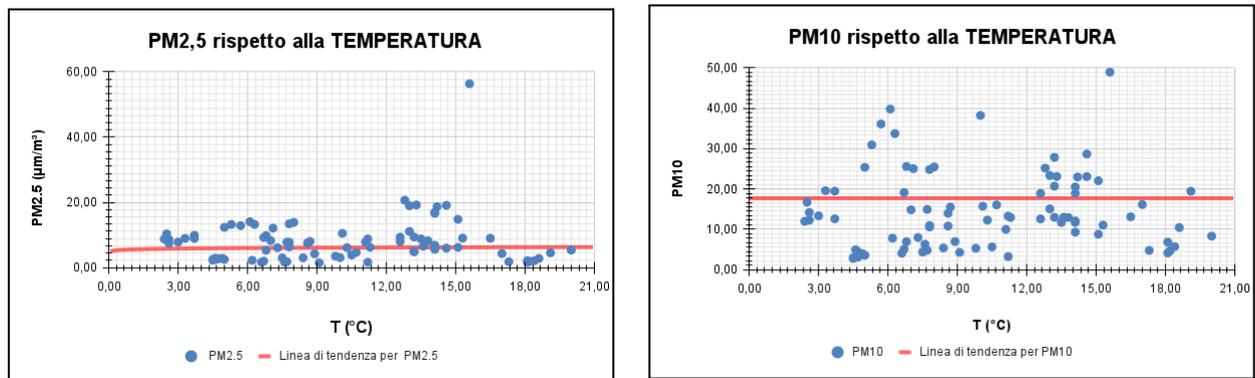


Fig.13 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ messi a confronto con tutti i valori di temperatura registrati

I grafici confermano quanto osservato, infatti la linea di tendenza rappresentata in rosso è parallela all'asse orizzontale, dimostrando che non esiste una relazione di dipendenza tra la temperatura e le due concentrazioni.

Sono state effettuate le medesime comparazione con i dati della pressione riportati in TAB.4

PUNTI di PRELIEVO	PRESSIONE (hPa)											
	10/12/2022 h. 08.30	22/12/2022 h. 15.30	12/01/2023 h. 13.10	12/01/2023 h. 16.30	14/01/2023	19/01/2023 h. 13.10	19/01/2023 h. 15.40	21/01/2023 h. 08.20	26/01/2023 h. 13.15	26/01/2023 h. 16.15	28/01/2023 h. 08.20	
A	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
B	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
C	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
D	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
E	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
F	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
G	982,00	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
H	982,00	1001	1006	1006	1006	1006	1006	985	991	994	993	998
VALORI MEDI	982	1001	1006	1005	1006	1006	1006	985	991	994	993	998

TAB.4 Misure della pressione nei vari giorni di misura.

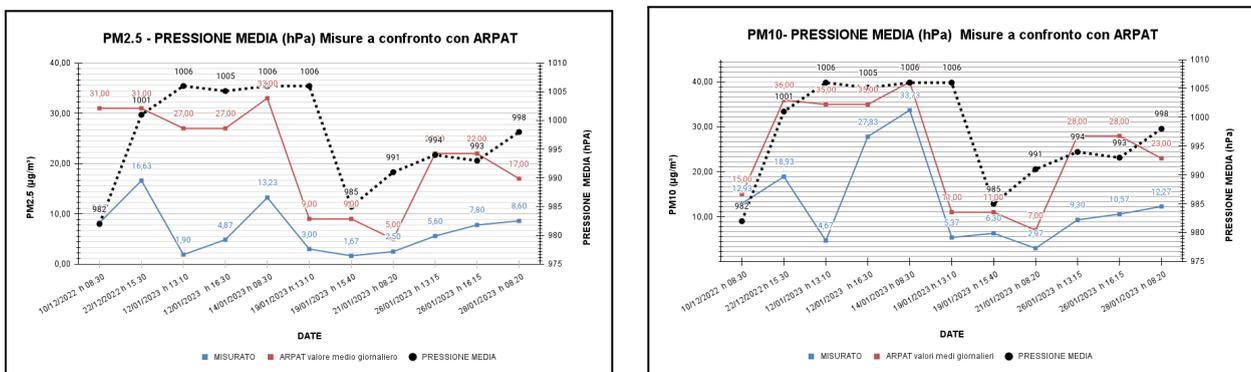


Fig.14 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con i valori dell'ARPAT e con la pressione registrata nel PUNTO D.

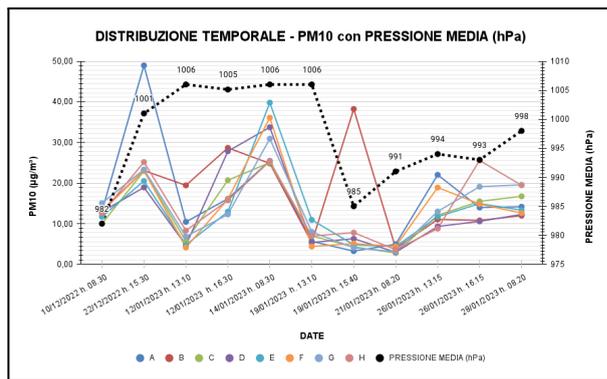
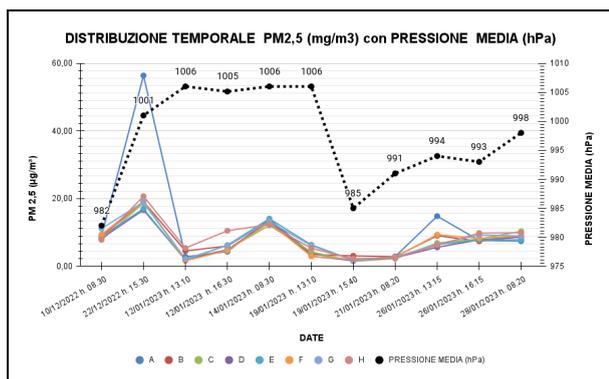


Fig.15 - Distribuzione nel tempo dei valori del $PM_{2,5}$ e PM_{10} a confronto con la pressione media.

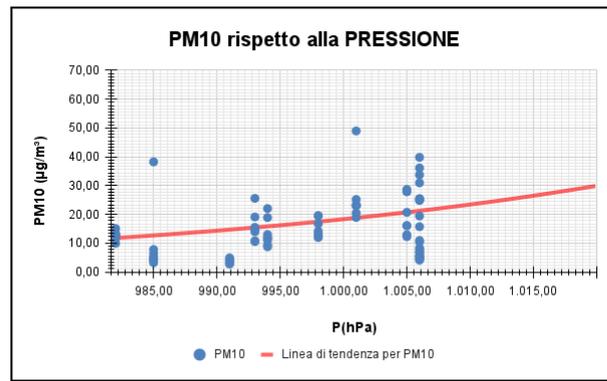
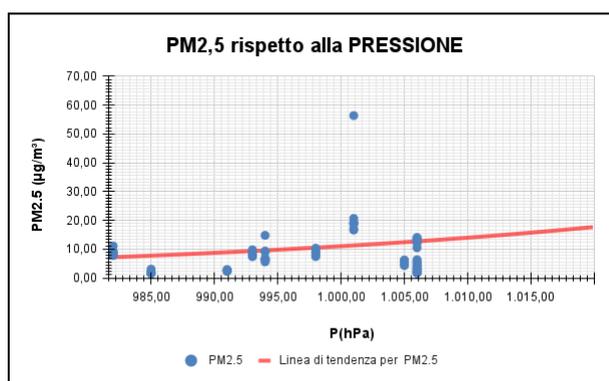


Fig.16 - Valori del $PM_{2,5}$ e PM_{10} messe a confronto con tutti i valori della pressione registrati

Osservando la relazione tra la pressione e la concentrazione del particolato, sembra che esista una correlazione. Infatti, come si deduce dai grafici in Fig.16, la linea di tendenza è crescente e quindi al crescere della pressione si registrano concentrazioni maggiori. A conferma di quanto osservato, l'agenzia ANSA [5] ha rilevato che una zona di alta pressione può creare una "serra" che, di fatto, impedisce il ricambio d'aria, favorendo una maggiore concentrazione di polveri sottili.

Elaborando i dati dell'umidità relativa riportati in tabella TAB.5, si è rilevato che questa ha influenzato in modo piuttosto significativo le concentrazioni.

PUNTI di PRELIEVO	UMIDITA' RELATIVA (%)											
	10/12/2022 h. 08.30	22/12/2022 h. 15.30	12/01/2023 h. 13.10	12/01/2023 h. 16.30	14/01/2023 h. 08.30	19/01/2023 h. 13.10	19/01/2023 h. 15.40	21/01/2023 h. 08.20	26/01/2023 h. 13.15	26/01/2023 h. 16.15	28/01/2023 h. 08.20	
A	65,00	66,00	37,00	42,00	60,00	52,00	48,00	45,00	36,00	40,00	71,00	
B	83,00	70,00	43,00	51,00	69,00	57,00	54,00	45,00	39,00	44,00	73,00	
C	84,00	71,00	37,00	54,00	70,00	62,00	55,00	45,00	39,00	49,00	72,00	
D	85,00	72,00	40,00	54,00	74,00	67,00	63,00	45,00	39,00	51,00	72,00	
E	89,00	72,00	38,00	58,00	75,00	68,00	68,00	45,00	39,00	52,00	71,00	
F	91,00	77,00	46,00	62,00	83,00	70,00	70,00	45,00	44,00	53,00	60,00	
G	93,00	78,00	43,00	64,00	84,00	72,00	71,00	45,00	42,00	53,00	68,00	
H	95,00	80,00	40,00	64,00	85,00	73,00	72,00	44,00	38,00	53,00	70,00	
VALORI MEDI	85,63	73,25	40,50	56,13	75,00	65,13	62,63	44,88	39,50	49,38	69,63	

TAB.5 Misure dell'umidità relativa nei giorni di misura.

Infatti, come si rileva dai grafici riportati di seguito, nei giorni in cui l'umidità registrata era minore, minore era la presenza di particolato. Al contrario, maggiore è stata l'umidità registrata, maggiore è stata la presenza di particolato.

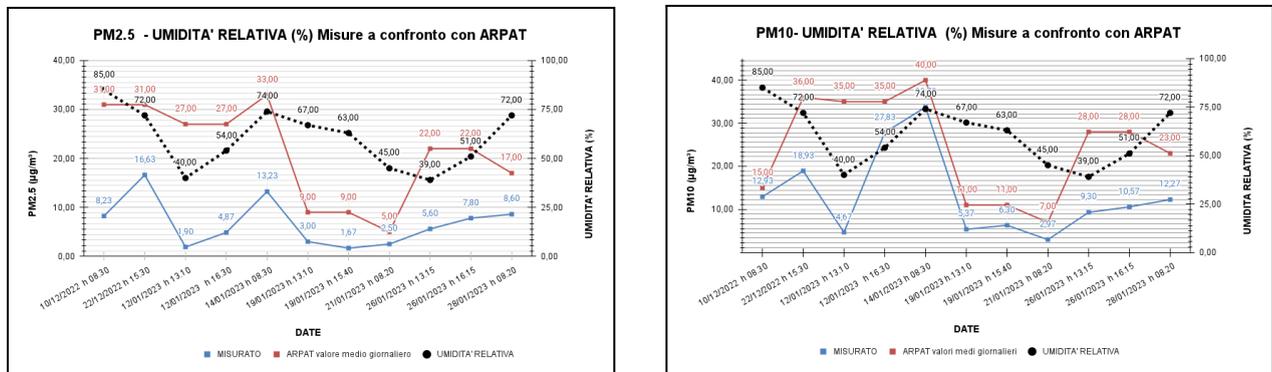


Fig.17 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con l'Arpat e con l'umidità relativa registrata nel PUNTO D.

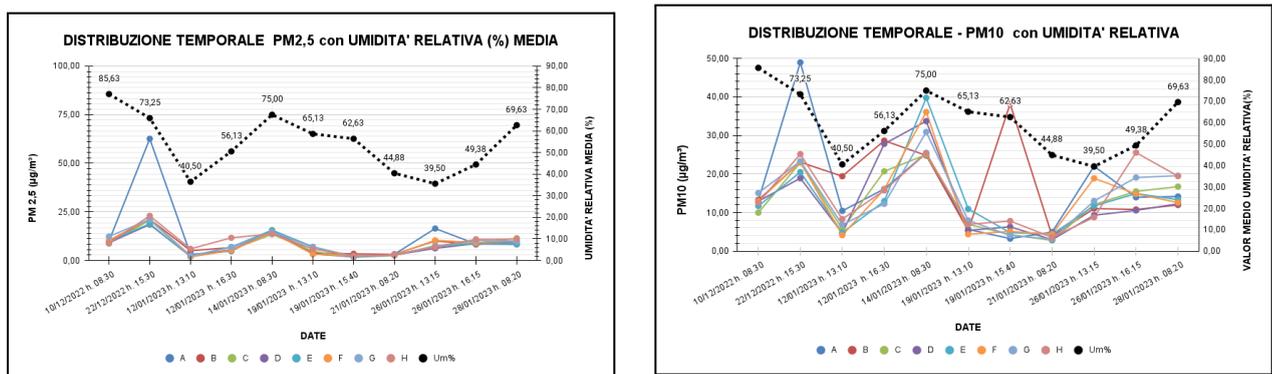


Fig.18 - Distribuzione nel tempo dei valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con l'umidità relativa media.

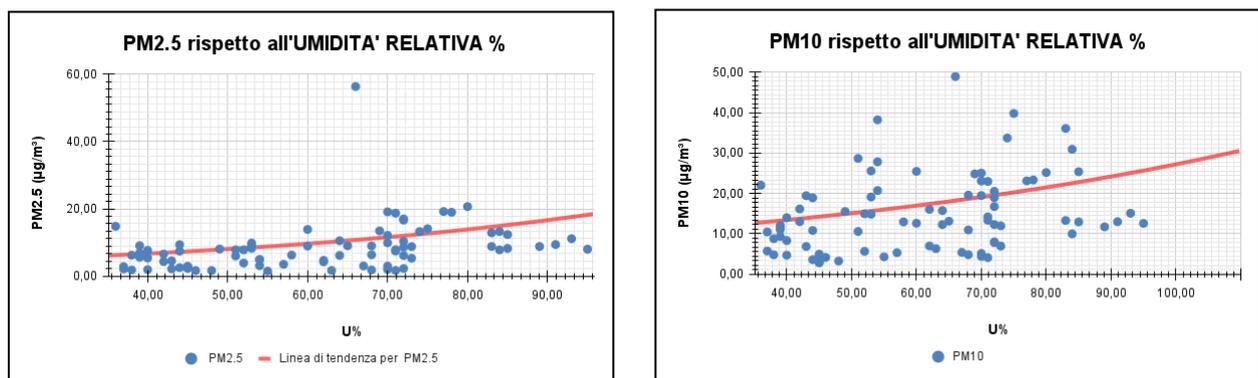


Fig.19 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ messi a confronto con l'umidità relativa media.

Potremo dire che il particolato ha una dipendenza crescente con l'umidità, come si può dedurre dalle linee di tendenza nei grafici di Fig.19. L'ultimo parametro analizzato è stata la velocità del vento (TAB.6) che abbiamo rilevato avere una forte influenza sulle concentrazioni di particolato.

PUNTI di PRELIEVO	VELOCITA' VENTO (m/s)										
	10/12/2022 h. 08.30	22/12/2022 h. 15.30	12/01/2023 h. 13.10	12/01/2023 h. 16.30	14/01/2023 h. 08.30	19/01/2023 h. 13.10	19/01/2023 h. 15.40	21/01/2023 h. 08.20	26/01/2023 h. 13.15	26/01/2023 h. 16.15	28/01/2023 h. 08.20
A	0,30	0,20	0,20	0,20	0,50	0,80	0,70	1,70	0,30	0,80	0,10
B	0,40	0,40	0,40	0,20	0,10	0,80	1,00	1,20	1,20	0,40	0,10
C	0,20	0,10	0,70	0,00	0,10	0,80	0,70	1,00	1,00	0,10	0,10
D	0,00	0,20	0,40	0,10	0,20	0,20	0,40	1,40	0,40	0,40	0,10
E	0,30	1,00	0,50	0,10	0,10	0,80	0,70	3,40	0,20	0,90	0,10
F	0,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,40	0,10	0,20	0,00
G	0,00	0,10	0,40	0,10	0,00	0,20	0,20	0,70	0,40	0,20	0,10
H	0,30	0,60	0,10	0,20	0,20	0,20	0,40	0,10	0,20	0,30	0,10
VALORI MEDI	0,25	0,34	0,35	0,13	0,16	0,51	0,53	1,24	0,48	0,41	0,09

TAB.6 Misure della velocità del vento nei giorni di misura.

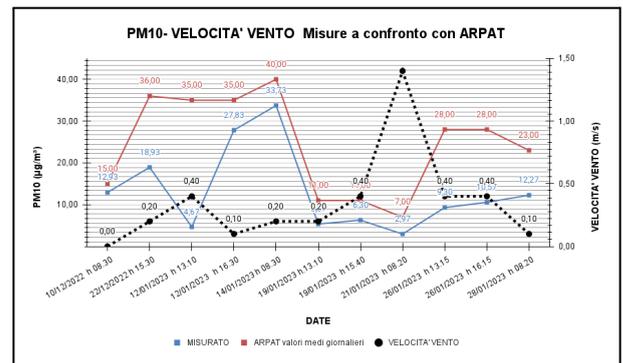
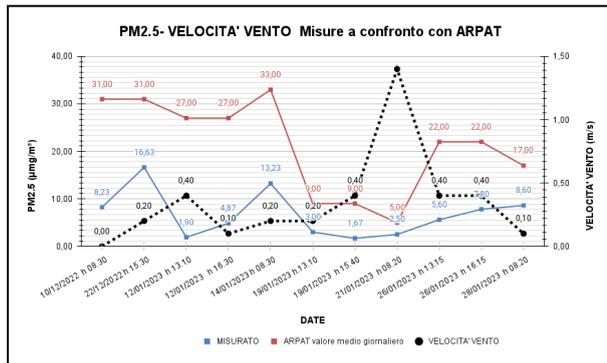


Fig.20 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con l'ARPAT e con la velocità del vento registrata nel PUNTO D.

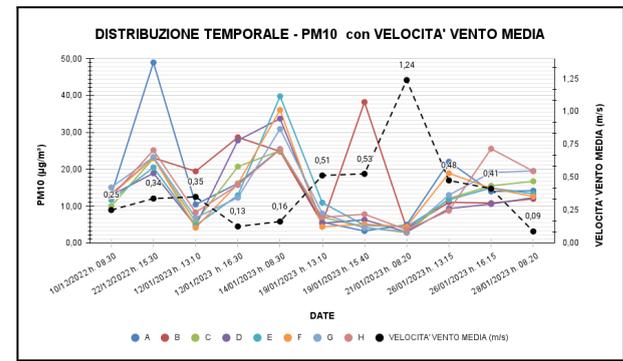
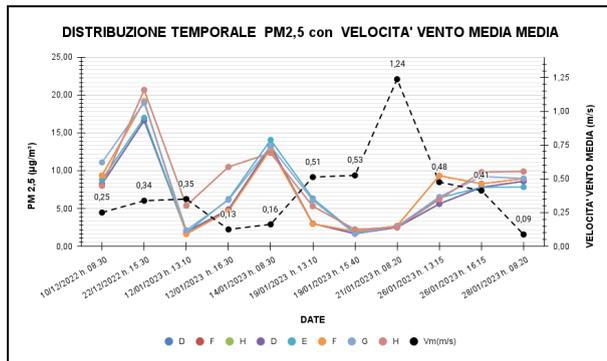


Fig.21 - Distribuzione nel tempo dei valori del PM_{2,5} e PM₁₀ a confronto con la velocità del vento media.

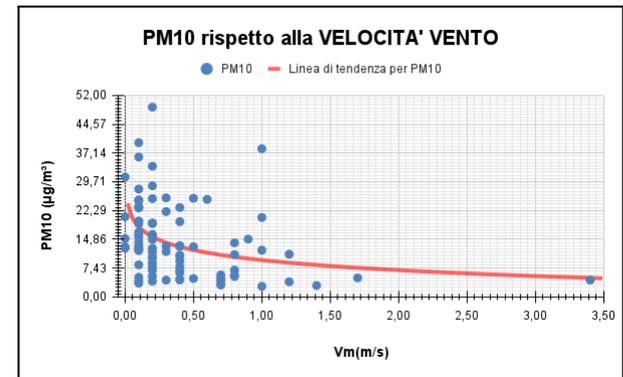
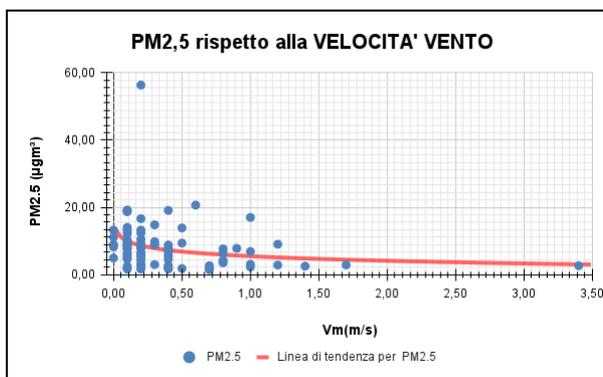


Fig.22 - Valori del PM_{2,5} e PM₁₀ messi a confronto con la velocità del vento media.

Infatti, il particolato è risultato meno presente quando le giornate erano maggiormente ventose. Nei grafici in Fig.21, la linea di tendenza dimostra infatti una relazione decrescente tra le concentrazioni di $PM_{2,5}$ e PM_{10} e la velocità del vento, in particolare nel caso di PM_{10} .

5. Conclusione

L'obiettivo della nostra sperimentazione è stato quello di valutare la concentrazione di particolato nell'area circostante il nostro Istituto e osservare come dipendesse dall'intensità del traffico urbano e da altri parametri atmosferici. Dopo avere opportunamente definito i punti di prelievo abbiamo raccolto i dati e li abbiamo rappresentati in dei grafici per valutare la distribuzione in funzione sia dei punti di acquisizione, che delle date di rilevazione. Abbiamo anche messo in relazione le concentrazioni con i parametri meteorologici acquisiti contestualmente.

Nonostante l'esiguità dei dati e la incompletezza delle informazioni raccolte, è stato possibile fare deduzioni in merito alla dipendenza della concentrazioni delle polveri sottili dai parametri misurati.

Avremmo potuto migliorare l'acquisizione dei dati annotando molte altre variabili (intensità del traffico, eventi particolari che avrebbero potuto aumentare il traffico o variare le condizioni meteorologiche), così da poterle mettere a confronto come abbiamo fatto per temperature, pressione, umidità e velocità del vento. Avremo avuto una valutazione migliore riguardo alla correlazione tra le grandezze con un maggior numero di misurazioni nel tempo.

Durante la nostra esperienza abbiamo avuto modo di toccare con mano il reale problema dell'inquinamento dell'aria che affligge non solo la nostra zona. Infatti, per avere un'idea, le soglie annuali medie poste dall'OMS sono state superate ben 33 volte per il PM_{10} e 56 volte per il $PM_{2,5}$. L'ARPAT ha invece registrato una media giornaliera che supera i limiti dell'OMS 6 volte sulle 11 da noi osservate per il PM_{10} e 11 volte su 11 per il $PM_{2,5}$. [1]

6. Bibliografia e sitografia

1. ARPAT <https://www.arpat.toscana.it>
2. ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA' <https://www.issalute.it/>
3. ARPA VALLE D'AOSTA <https://www.arpa.vda.it/it/>
4. WIKIPEDIA- PARTICOLATO <https://it.wikipedia.org/wiki/Particolato>
5. ANSA
https://www.ansa.it/canale_ambiente/notizie/inquinamento/2015/12/30/esperto-polveri-sottili-intrappolate-da-alta-pressione_add3e86b-4c66-4418-97d4-f1e6a11818e9.html