

STRUTTURA COMPLESSA

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE SUD EST

Struttura Semplice Attività di Produzione Sud-Est– Nucleo Operativo Qualità dell'Aria

COMUNE DI ASTI

**VALUTAZIONE EFFETTI MITIGATIVI DEL VERDE URBANO
SU TEMPERATURA E INQUINANTI ATMOSFERICI
TERZA CAMPAGNA DI MISURA 2021
OTTOBRE-NOVEMBRE**

RELAZIONE TECNICA

**RISULTATO ATTESO B5.16
PRATICA N°G07_2020_01031_78**

PERIODO DI MONITORAGGIO dal 11/10/2021 al 12/11/2021

Redazione	Funzione: Tecnico Prevenzione Cristina Otta	Firmato digitalmente
Redazione	Funzione: Collaboratore tecnico Valeria Garbero	Firmato digitalmente
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile Attività di Produzione Sud Est Dott. Enrico Bonansea	

Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Piemonte Sud Est

Struttura Semplice -Attività di Produzione Sud Est

Spalto Marengo, 33 – 15121 Alessandria – tel. 0131276200 – fax 0131276231

Email: dip.sudest@arpa.piemonte.it PEC: dip.sudest@pec.arpa.piemonte.it

Sommario

1.INTRODUZIONE	3
2. IL QUADRO NORMATIVO	3
3. DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI MONITORATI	4
4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
5. SCELTA DEI PUNTI DI MISURA	7
6. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA DEL PERIODO DI MISURA	9
7. RISULTATI	10
7.1 ANALISI DATI METEOROLOGICI.....	10
7.1.1 TEMPERATURA	11
7.1.2 RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	14
7.2 ANALISI DATI DI QUALITA' DELL'ARIA	15
7.2.1 OSSIDI DI AZOTO	15
7.2.2 POLVERI PM10	19
7.2.3 OZONO (O ₃).....	21
7.2.4 IPA E METALLI	23
8. CONCLUSIONI	26

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra i risultati della quarta e ultima campagna di misura 2021 della qualità dell'aria svolta presso il comune di Asti in collaborazione con IBE-CNR di Bologna finalizzata ad approfondire la capacità delle piante di trattenere gli inquinanti atmosferici ed i gas a effetto serra in funzione delle fasi vegetative. La campagna si è svolta in periodo autunnale con utilizzo di due laboratori mobili per il monitoraggio della qualità dell'aria tra il 11 ottobre 2021 e il 12 novembre 2021 e rientra nel programma di monitoraggio del progetto che prevede 4 campagne nell'anno, una per stagione.

Analogamente alle precedenti campagne di misura, i laboratori mobili di Arpa Piemonte sono stati posizionati presso il Parco della Resistenza, nel centro urbano della città di Asti, e presso la centrale Piazza Statuto, quale sito di confronto senza vegetazione. Contestualmente, i ricercatori del gruppo IBE-CNR hanno nuovamente prelevato campioni di foglie delle diverse specie arboree presenti nel Parco della resistenza in modo da correlare i dati di qualità dell'aria con le analisi micro-morfologiche e biochimiche sulle foglie e con la quantificazione del particolato fine trattenuto dalla superficie fogliare.

2. IL QUADRO NORMATIVO

Il Decreto Legislativo 155 del 13/08/2010 recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE, abroga la normativa precedente riguardo i principali inquinanti atmosferici (D.P.C.M. 28/03/83 – D.P.R. 203/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60/02 - D.lgs. 183/04) istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria. Al fine di salvaguardare la salute umana e l'ambiente, stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Le Tabelle sottostanti riassumono i limiti previsti dalla normativa cogente per i diversi inquinanti oggetto della presente relazione

Periodo di mediazione	Valore limite D.Lgs.155/2010
1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM10 - Valori limite ai sensi del D. Lgs.155/2010

Periodo di mediazione	Valore limite D.Lgs.155/2010
1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Biossido di azoto - Valori limite ai sensi del D. Lgs.155/2010

Finalità	Indicatori	Periodo di mediazione	Valore	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
protezione della salute umana	Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m ³ (1)	-
	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (media su tre anni)	120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	01/01/2010
	Obiettivo a lungo termine (OLT)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³	Non definito

(1) Per l'applicazione dell'articolo 10 (Piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme), comma 1 (recante adozione di azioni in caso di superamenti della soglia di allarme) del D.Lgs. 155/2010, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive.

Ozono: Soglia di informazione, soglia di allarme, valore obiettivo e obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ai sensi del D. Lgs.155/2010

3. DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI MONITORATI

Gli inquinanti che si trovano dispersi in atmosfera possono essere divisi schematicamente in due gruppi: inquinanti primari e inquinanti secondari. I primi sono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie siano esse primarie o secondarie. Le concentrazioni di un inquinante primario dipendono significativamente dalla distanza tra il punto di misura e le sorgenti, mentre le concentrazioni di un inquinante secondario, essendo prodotto dai suoi precursori già dispersi nell'aria ambiente, risultano in genere diffuse in modo più omogeneo sul territorio.

TABELLA – Inquinanti principali sorgenti emissive

Inquinanti	Formula chimica	Principali sorgenti emissive
Benzene*	C6H6	Attività industriali, traffico autoveicolare
Biossido di zolfo*	SO2	Attività industriali, centrali di potenza
Biossido di azoto*/**	NO2	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello diesel), centrali di potenza, attività industriali
Monossido di carbonio*	CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono**	O3	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato atmosferico */**	PM10	È prodotto da combustioni, per azioni di tipo meccaniche (erosione, attrito, ecc.), da processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.

* = Inquinante Primario (generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche)

** = Inquinante Secondario (prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche)

Nella campagna di misura sono stati misurati gli inquinanti atmosferici seguenti, di cui vengono riassunte le caratteristiche.

Ossidi di azoto (NO e NO₂)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei

veicoli, combustioni industriali, centrali termiche, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO₂ notevolmente a favore del primo. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO₂. L'NO è quindi un inquinante primario mentre l'NO₂ ha caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario. Il monossido di azoto (NO) non è soggetto a limiti alle immissioni in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli poiché esso, attraverso la sua ossidazione in NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce, tra altro, alla produzione di ozono troposferico.

Particolato atmosferico aerodisperso

È costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido, esclusa l'acqua, presenti in sospensione nell'aria per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Possono avere dimensioni che variano anche di 5 ordini di grandezza (da 10 nm a 100 µm), così come forme diverse e per lo più irregolari: le polveri fini PM₁₀ e PM_{2.5} sono costituite da particelle il cui diametro sia inferiore rispettivamente a 10 e 2.5 micron. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e fisiche. Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si possono ricondurre principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali); non vanno tuttavia trascurati i fenomeni di risospensione causati dalla circolazione dei veicoli, le attività di cantiere e alcune attività agricole. Nelle aree urbane il materiale particolato di origine antropica può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dal traffico (usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, emissioni di scarico degli autoveicoli), dal riscaldamento, dalle attività agricole e dalla produzione di energia elettrica. Le polveri fini e ultrafini si formano in atmosfera (particolato secondario) anche da numerosi precursori tra cui ossidi di azoto, idrocarburi, inquinanti emessi dal settore agricolo e zootecnico, uso di solventi, etc. I principali gas precursori (ammoniaca, ossidi di zolfo e di azoto) reagiscono in atmosfera per formare sali di ammonio: questi composti formano nuove particelle nell'aria o condensano su quelle preesistenti e formano i cosiddetti **aerosol inorganici secondari (SIA)**. Altre sostanze organiche emesse in forma gassosa (VOC) reagiscono chimicamente formando **aerosol organici secondari (SOA)**. Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana è quindi necessario individuare uno o più sottoinsiemi di particelle che, in base alla loro dimensione, abbiano maggiore capacità di penetrazione nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) piuttosto che nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). Nel 2013 lo **IARC** (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha ufficialmente classificato il particolato atmosferico come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1) alla stregua di alcuni inquinanti atmosferici specifici dell'aria come il benzene e il benzo(a)pirene già inseriti nel gruppo dei cancerogeni. L'**OMS**, inoltre, indica valori di tutela della salute per polveri **PM₁₀** e **PM_{2.5}** più bassi rispetto alla legislazione europea: **15 e 5 microgrammi/m³** rispettivamente come media sull'anno¹

Ozono

L'ozono a livello del suolo (troposferico) è un inquinante del tutto peculiare poiché non viene emesso da nessuna sorgente ma si forma in atmosfera in presenza di forte radiazione solare per reazione chimica da altri inquinanti primari (ossidi di azoto, composti organici volatili) prodotti sia da fenomeni naturali che da attività umane (traffico veicolare, industrie, processi di combustione). L'ozono è un componente dello "smog fotochimico" che si origina da maggio a settembre in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. Le più alte concentrazioni di ozono si registrano d'estate nelle ore di massimo irraggiamento solare mentre nelle ore serali la sua concentrazione tende a diminuire

¹ Linee Guida WHO 2021

4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

I dati di qualità dell'aria analizzati nella presente relazione sono stati acquisiti mediante due laboratori mobili, provvisti di analizzatori automatici in grado di monitorare in continuo e di fornire dati in tempo reale per i principali inquinanti atmosferici. La strumentazione utilizzata dal laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della RRQA e risponde alle caratteristiche previste dalla legislazione vigente (D. Lgs.155/2010). In particolare, il laboratorio mobile è provvisto di strumenti per misurare: Monossido di Carbonio CO, Ossidi di Azoto NO_x (NO – NO₂), Biossido di Zolfo (SO₂), Ozono, BTEX (Benzene, Toluene, Xileni, etilbenzene), polveri fini PM10.



Figura 1-Laboratorio mobile in servizio presso ARPA

I livelli di concentrazione degli inquinanti sono forniti con cadenza oraria, tranne per le polveri PM10 che sono fornite come medie giornaliera. L'aria da campionare è prelevata attraverso una "testa di prelievo" che pompa una quantità d'aria sufficiente da poter essere inviata ai vari analizzatori e direttamente analizzata. L'analisi del PM10 è l'unica che non viene effettuata direttamente sul posto in quanto si utilizza un sistema di campionamento gravimetrico a "impatto inerziale", ovvero la testa di prelievo pompa 2,3 m³/h di aria che viene fatta passare attraverso dei filtri di quarzo del diametro di 47mm sul quale si deposita la polvere PM10 (ovvero solo la frazione del particolato appositamente filtrato con diametro inferiore a 10 micron). Dopo 24 ore, il filtro "sporco" viene prelevato e successivamente pesato in laboratorio: la concentrazione di massa del PM10 espressa in µg/m³, si ottiene dividendo la quantità di particolato depositata per il volume di aria campionata espresso alle condizioni ambientali al momento del campionamento.

Le specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono di seguito riportate:

Laboratorio mobile postazione GREEN – Parco della Resistenza				
STRUMENTO	MODELLO	PARAMETRO MISURATO	METODO DI MISURA	INCERTEZZA ESTESA
Analizzatore API	200E	NO-NO ₂	Chemiluminescenza	8.2% ²
Analizzatore API	400E	O ₃	Assorbimento UV	8% ³
PM10 TECORA	Charlie-sentinel	PM10	Gravimetria	14.0% ⁴

Laboratorio mobile postazione NON-GREEN Piazza Statuto				
STRUMENTO	MODELLO	PARAMETRO MISURATO	METODO DI MISURA	INCERTEZZA ESTESA
Analizzatore API	T200 ⁵	NO-NO ₂	Chemiluminescenza	
Analizzatore API	M400E	O ₃	Assorbimento UV	9% ⁶
PM10 TECORA	Charlie-sentinel	PM10	Gravimetria	14.0% ⁷

² Rapporto di Taratura 2020_063_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 12/2020

³ Rapporto di Taratura 2020_058_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 06/10/2020

⁴ Da Procedura Arpa U.RP.H505

⁵ Strumento sostitutivo ditta manutentrice

⁶ Rapporto di Taratura 2020_057_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 06/10/2020

⁷ Da Procedura Arpa U.RP.H505

Analogamente alle precedenti campagne di misura i colleghi del Servizio Tarature di Arpa Piemonte hanno provveduto ad effettuare verifiche della taratura della strumentazione presente sui due laboratori mobili, controllo del flusso dei campionatori di polveri presenti ad inizio e fine monitoraggio.

Le modalità operative con cui sono stati effettuati i controlli sono quelle riportate dal D.M. del 30/03/2017 e dalle procedure tecniche ARPA di seguito elencate:

- U.GR.I011 - Controlli di zero e span sugli analizzatori di ozono della rete di monitoraggio della QA
- U.GR.T032 - Taratura e Controlli di QA/QC per analizzatori di ossidi di azoto della qualità dell'aria
- U.GR.T016 - Taratura e Controlli di QA/QC per analizzatori di frazione molare di ozono
- U.GR.I012 - Verifica misura flussi in campo per la rete di monitoraggio della Q.A.

5. SCELTA DEI PUNTI DI MISURA

L'ubicazione dei due siti di monitoraggio Piazza Statuto (SITO NON GREEN) e Parco della Resistenza (SITO GREEN), sono indicati nella figura seguente in colore giallo (figura 1) unitamente alle stazioni fisse della Rete Regionale della Qualità dell'aria presenti nel territorio comunale: la stazione di traffico urbano di Asti-Baussano e quella di fondo urbano di Asti-D'Acquisto (in colore verde). Come visibile i punti si trovano all'interno della circonvallazione interna, in area di centro urbano. La distanza tra le due postazioni di misura è di circa 500 metri.



Figura 1 - Siti di monitoraggio

Punto 1-Parco della Resistenza: parco urbano in condizioni di vasta ombreggiatura (SITO GREEN)

Come punto di monitoraggio situato in area verde e caratterizzato da una elevata ombreggiatura è stato scelto il Parco della Resistenza, ubicato nel centro della città di Asti. Si tratta di un piccolo parco urbano che si estende per una superficie circa 2,8ha tra piazza Alfieri e piazza del Palio ed è circondato da vie trafficate. Le specie arboree presenti all'interno del parco, antiche e di pregio, sono sia sempreverdi che caducifoglie ed il suolo è per lo più inerbato e non permeabile solo nelle parti di camminamento. Nelle aree a prato sono presenti principalmente alberi ad alto fusto sempreverdi e latifoglie a foglie caduche, e in misura minore arbusti.

Le specie sempreverdi presenti appartengono alle seguenti specie: *Magnolia grandiflora*, *Cedrus atlantica*, *Picea abies*, *Abies alba*, *Chamaecyparis* sp., *Thuja* sp., *Taxus baccata*, *Libocedrus decurrens*, *Cedrus deodara*. Gli alberi sempreverdi più vecchi e con diametro maggiore appartengono a *Cedrus atlantica*, *Libocedrus decurrens* e *Magnolia grandiflora*, ma sono solo 12 esemplari in tutto il parco, questo fa sì che in periodo invernale, quando le latifoglie a foglie caduche sono spoglie, la copertura della canopea sia lassa. Le specie caducifoglie sono

numerose, quelle più frequenti sono *Carpinus betulus*, *Celtis australis*, *Paulownia tomentosa*, *Platanus occidentalis*, *Quercus robur*, *Robinia Pseudoacacia*, *Sophora Japonica*, *Ulmus sp.* e 4 diverse specie di *Acer*. Appartengono proprio alle caducifoglie i 5 esemplari con diametro del tronco superiore a 100 cm: *Paulownia tomentosa*, *Celtis australis*, *Sophora japonica*, *Quercus robur* e *Platanus occidentalis*, e se si considerano quelle superiori a 50 cm risultano in tutto 80 esemplari, ragione per cui nella stagione vegetativa, ad esclusione della piazza centrale dove non ci sono alberi, la canopea è densa ed ha una buona capacità ombreggiante.



Figura 2 – Foto sito “GREEN” di Parco della Resistenza

Punto 2-Piazza Statuto: area urbana edifica in condizioni di esposizione solare e ZTL (SITO NON GREEN)

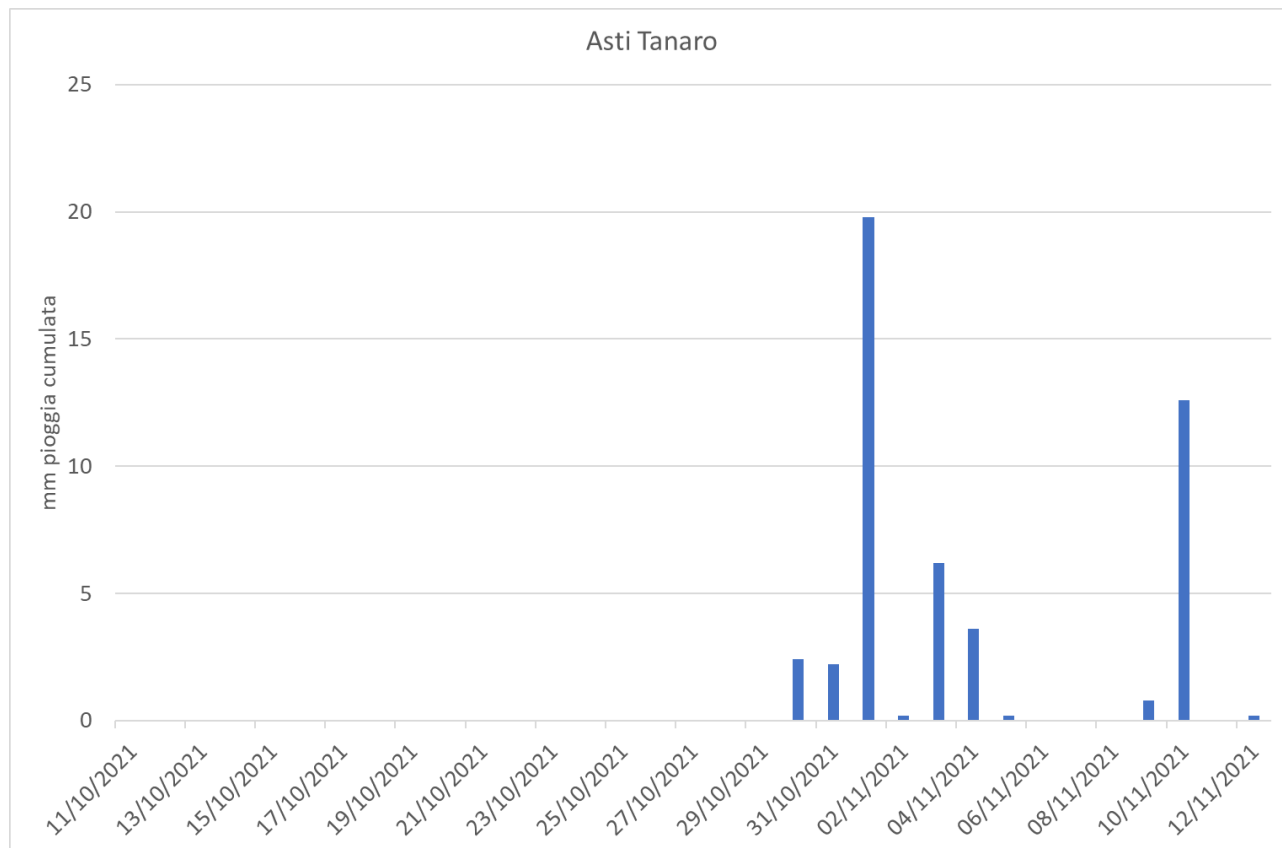
Questo punto di monitoraggio si trova in Piazza Statuto all'interno della ZTL comunale, in area pedonale ad elevato soleggiamento e con scarsa o assente presenza di verde. Il suolo non è permeabile, la pavimentazione è a porfido.



Figura 3 – Foto sito “NON GREEN” di Piazza Statuto

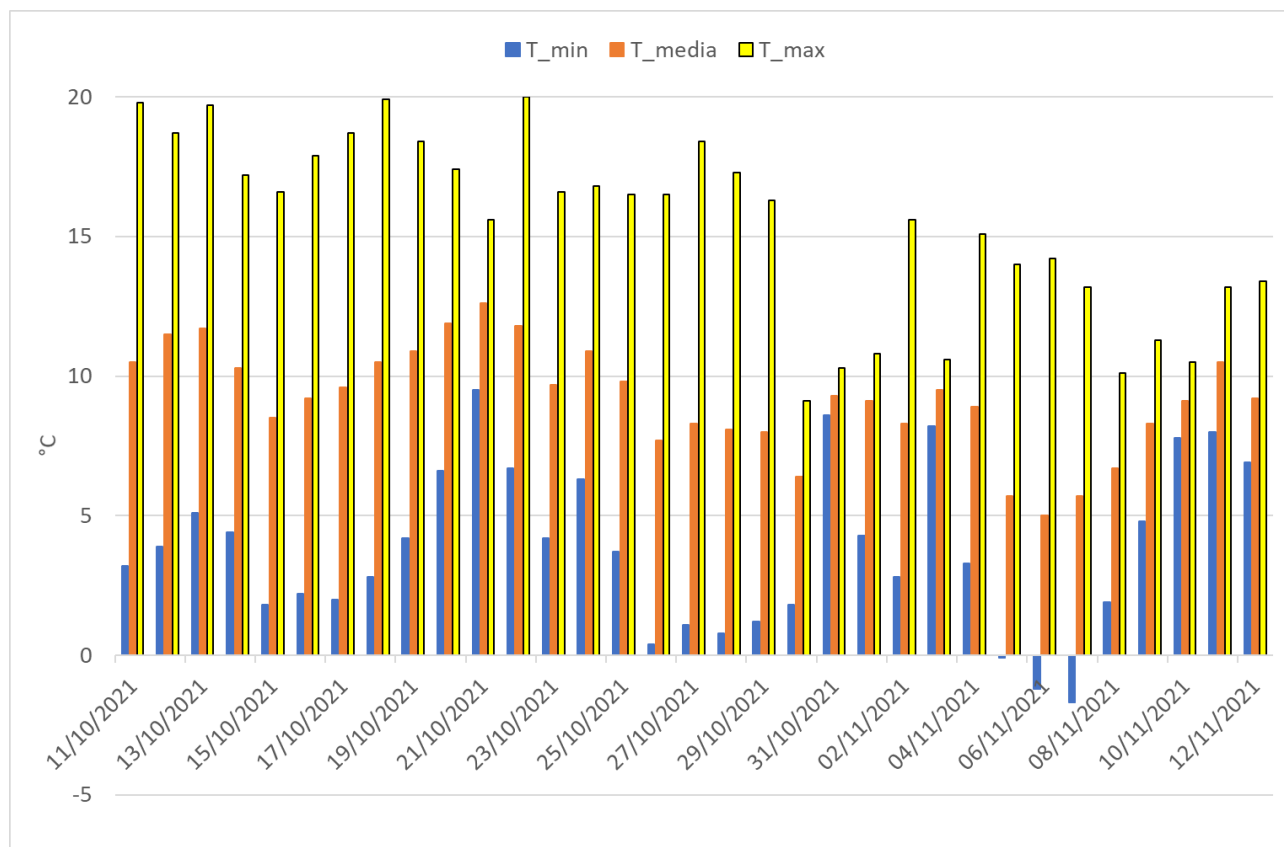
6. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA DEL PERIODO DI MISURA

I dati meteorologici del periodo di misura sono stati ricavati dai dati forniti dalla stazione della Rete meteo idrografica gestita da Arpa Piemonte di Asti-Tanaro. Nel grafico seguente sono riportati i mm di pioggia cumulata giornaliera relativi al periodo di monitoraggio.



Asti-Tanaro-mm pioggia cumulata dal 11 ottobre al 12 novembre 2021

Le temperature minime, medie e massime misurate nell'intero periodo di monitoraggio vengono raffigurate nel grafico seguente. Dai dati acquisiti si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 20°C registrata il 20 ottobre, la media di 8.8 °C e la minima di -1.7°C il 7 novembre.



Asti-Penna-temperature minime-medie-massime dal 11 ottobre al 12 novembre 2021

7. RISULTATI

Per quantificare l'effetto del verde sui livelli degli inquinanti presenti in ambito urbano sono stati confrontati tra loro i dati acquisiti dai due laboratori nelle due postazioni "green" e "non green". I parametri considerati sono stati PM10, NOx e Ozono, temperatura, umidità relativa e radiazione solare globale. Le concentrazioni registrate con i laboratori mobili sono state altresì confrontate con quelle misurate nelle stazioni fisse della Rete Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA) presenti ad Asti, ovvero con la stazione da traffico (TU) di Asti-Baussano e con quella di fondo urbano (FU) di Asti-D'Acquisto.

7.1 ANALISI DATI METEOROLOGICI

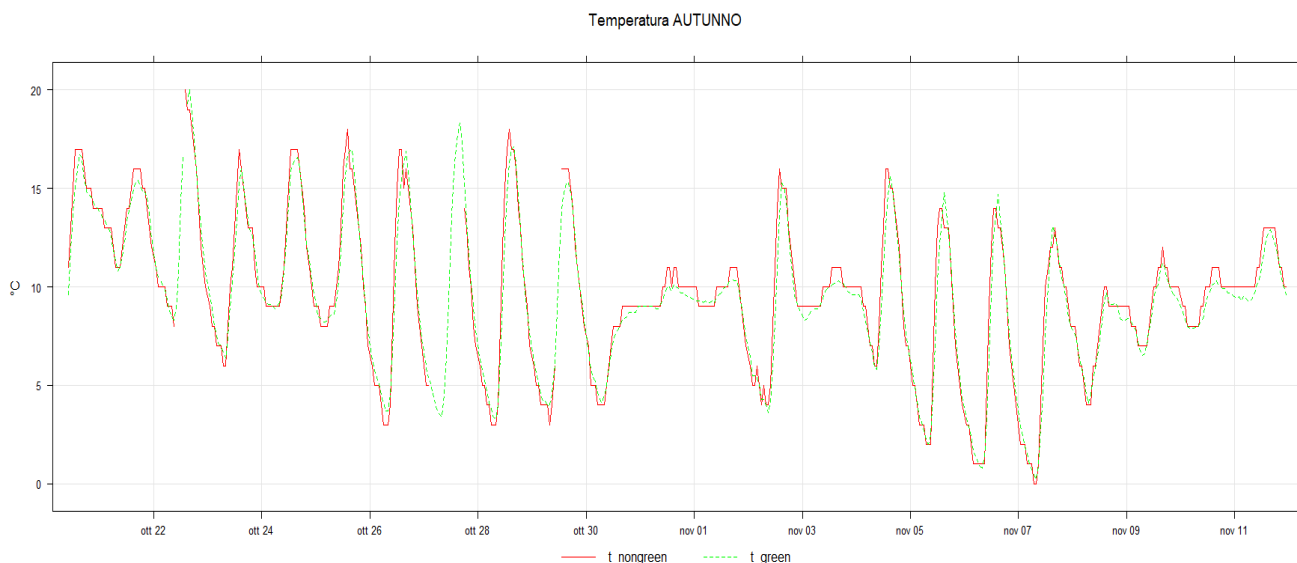
La temperatura, l'umidità relativa e la radiazione solare globale sono i parametri meteorologici più interessanti da analizzare per quantificare l'effetto del verde sul microclima urbano. In particolare, è interessante valutare l'impatto di aree verdi urbane sul fenomeno di isola di calore, che consiste in un surriscaldamento delle aree cittadine rispetto alle zone circostanti periferiche e rurali. Il maggior accumulo di calore in ambito urbano è dovuto a diversi fattori, tra cui le proprietà termiche dei materiali con cui è costruito l'ambiente urbano, le pavimentazioni impermeabili unite alla mancanza di vegetazione, la geometria urbana che intrappola la radiazione e il calore generato dalle attività umane. I parametri acquisiti presso il sito GREEN di Parco della Resistenza e quello NONGREEN di Piazza Statuto sono stati confrontati tra loro e con quelli acquisiti dalle stazioni della rete meteo-idrografica di Arpa Piemonte, Asti-Penna e Asti-Tanaro, ubicate in aree periferiche, e Montaldo Scarampi, posizionata in area rurale.



Figura 4-Stazioni meteo (in giallo ubicazione stazioni della rete Meteo Arpa Piemonte, in verde postazione sensori meteo laboratorio mobile)

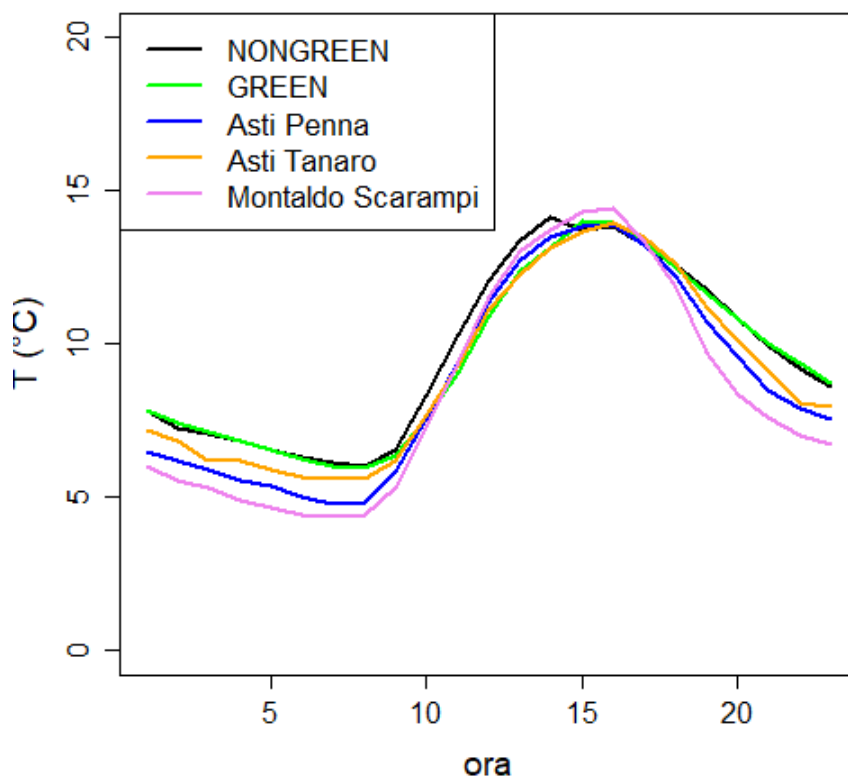
7.1.1 TEMPERATURA

Relativamente al parametro temperatura sono stati analizzati i dati acquisiti nel periodo 20 ottobre-11 novembre 2021 dalle stazioni GREEN e NONGREEN. Si osserva che le temperature dei due siti sono sostanzialmente simili, anche se quelle del sito NONGREEN, probabilmente a causa della mancanza di ombreggiamento e della presenza di suolo impervio, risultano lievemente più elevate di quelle del sito GREEN nelle ore centrali del giorno.



Andamento della temperatura oraria dal 20/10/2021 all'11/11/2021 ad Asti (in rosso postazione "non green" Piazza Statuto, in verde postazione "green" Parco della Resistenza)

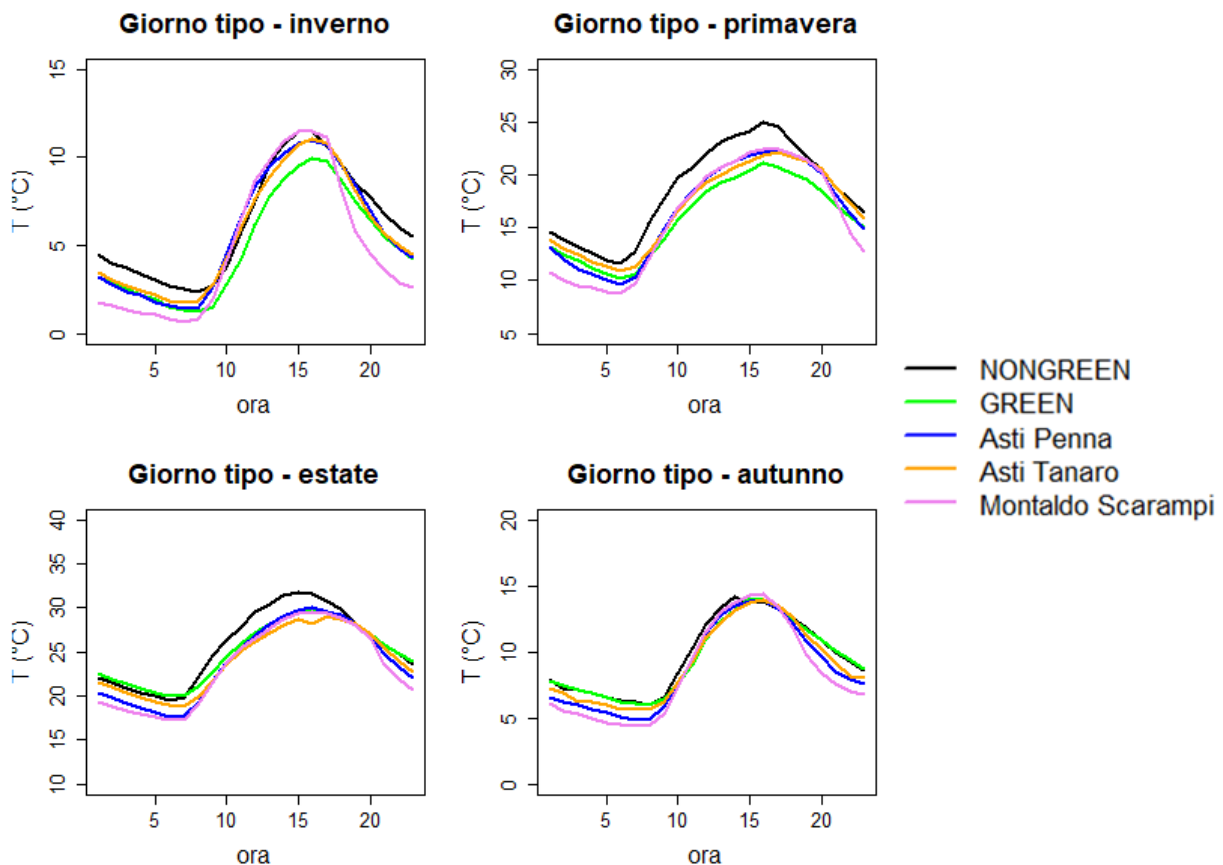
L'evoluzione media giornaliera della temperatura per i siti GREEN e NONGREEN è calcolata per il periodo considerato ed è confrontata con quella delle stazioni di Asti Penna, Asti Tanaro e Montaldo Scarampi. Si osserva che nelle ore notturne le temperature misurate in città, sia nella postazione GREEN che in quella NONGREEN, sono più elevate rispetto a quelle osservate nelle zone periferiche e rurali circostanti. Tale fenomeno, noto come isola di calore urbana, è legato al fatto che durante la notte la superficie urbanizzata rilascia il calore immagazzinato nelle ore diurne, riscaldando l'aria.



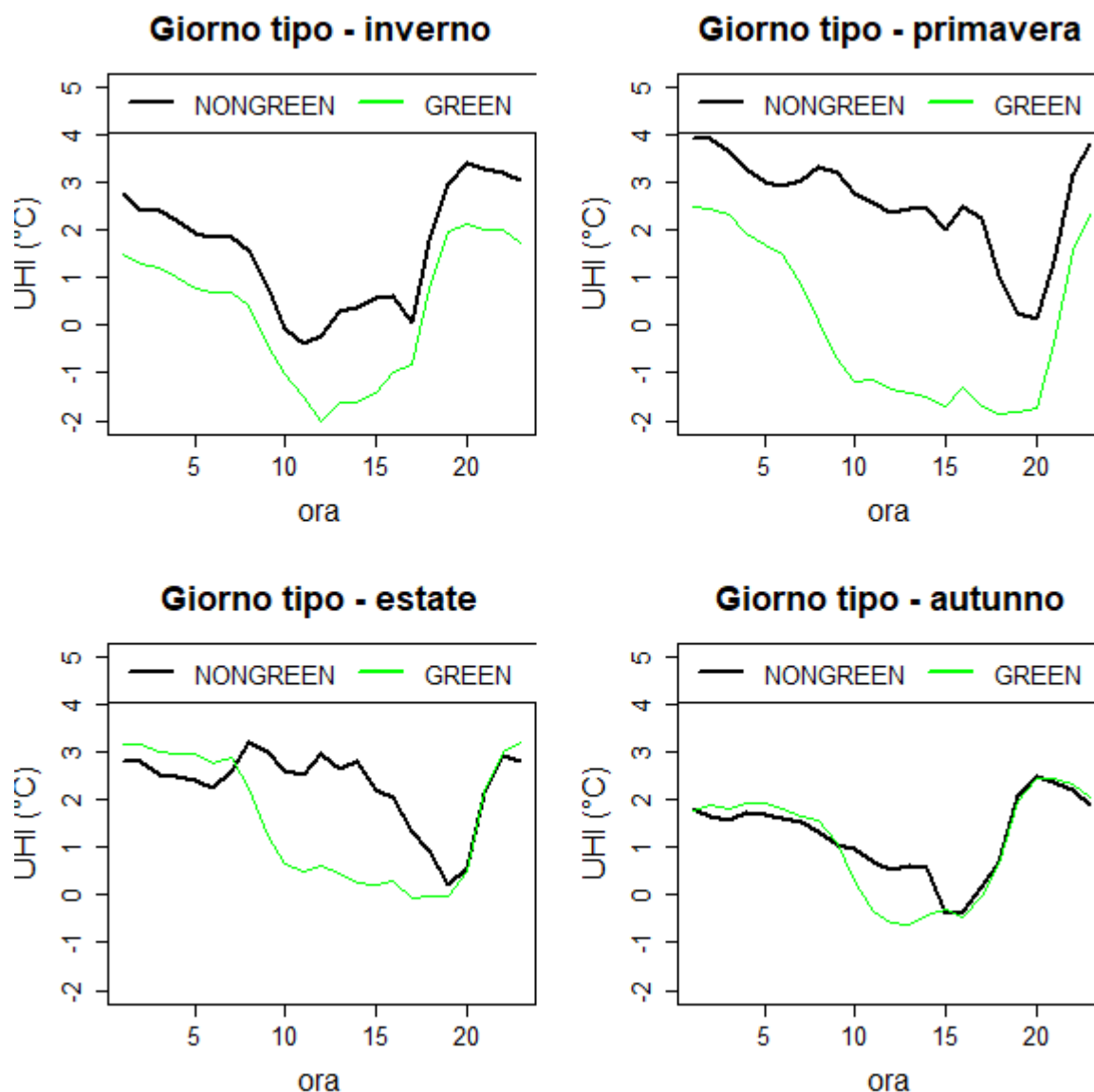
Andamento della temperatura media giornaliera rappresentativa del periodo autunnale (20/10/2021-11/11/2021) presso le stazioni urbane e rurali di Asti

Nella figura seguente è rappresentata l'analisi del giorno tipo, relativa ai quattro monitoraggi stagionali effettuati, calcolata per tutte le stazioni considerate. Si osservano tre aspetti fondamentali:

- il fenomeno di isola di calore, che consiste in temperature notturne più elevate in ambito urbano (GREEN, NONGREEN) rispetto all'ambiente periferico e rurale circostante
- gli effetti di raffrescamento della vegetazione, che determina una riduzione delle temperature, sia minime che massime, rilevate nel sito GREEN rispetto al sito NONGREEN
- gli effetti di mitigazione del verde sull'intensità dell'isola di calore

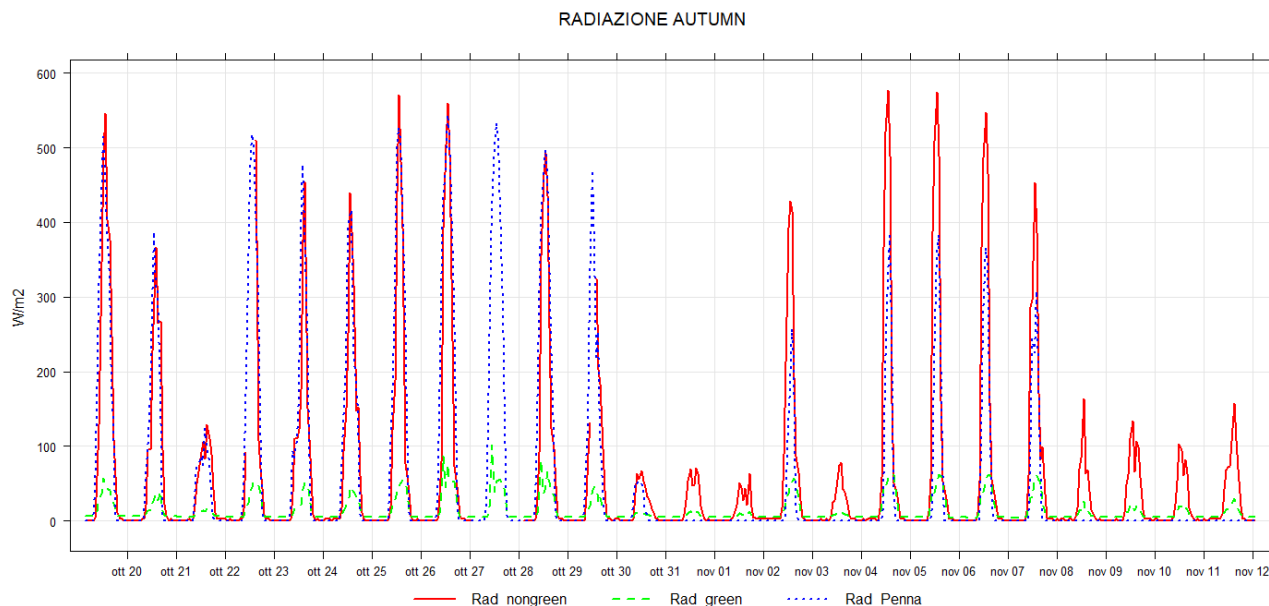


L'intensità del fenomeno isola di calore è descritto dall'indice UHI (Urban Heat Island), definito come differenza tra la temperatura rilevata in ambito urbano e la temperatura rilevata in ambito rurale. Nella figura di seguito è rappresentata l'evoluzione media giornaliera dell'UHI, calcolato come differenza tra la temperatura rilevata nelle due stazioni urbane (NONGREEN e GREEN) e quella rilevata presso una stazione rurale circostante (Montaldo Scarampi). Si osserva che il fenomeno isola di calore è prevalentemente notturno, in quanto in tutti i 4 periodi di riferimento e per entrambe le stazioni i valori notturni di UHI sono risultati compresi tra 2 e 4 gradi. Durante il giorno, quando la radiazione solare è massima, si evidenzia l'effetto di mitigazione del verde, che riduce le temperature nel sito GREEN, con valori anche negativi di UHI, e l'effetto dell'urbanizzazione nel sito NONGREEN, dove le temperature durante il giorno sono molto più elevate rispetto a quelle osservate nel sito GREEN e nell'ambiente rurale circostante.



7.1.2 RADIAZIONE SOLARE GLOBALE

Nel monitoraggio autunnale viene confermato l'effetto dell'ombreggiamento della vegetazione che determina una riduzione della radiazione nel sito GREEN pari a circa 1/4 di quanto rilevato nel sito NONGREEN nelle ore di massimo irraggiamento. Ciò è dovuto sia all'effetto schermante del verde sulla radiazione diretta sia ad un maggior assorbimento, legato a un minor effetto riflettente delle superfici a verde (prato e foglie) rispetto alle superfici a più elevata riflettività come gli edifici e la pavimentazione in pietra.

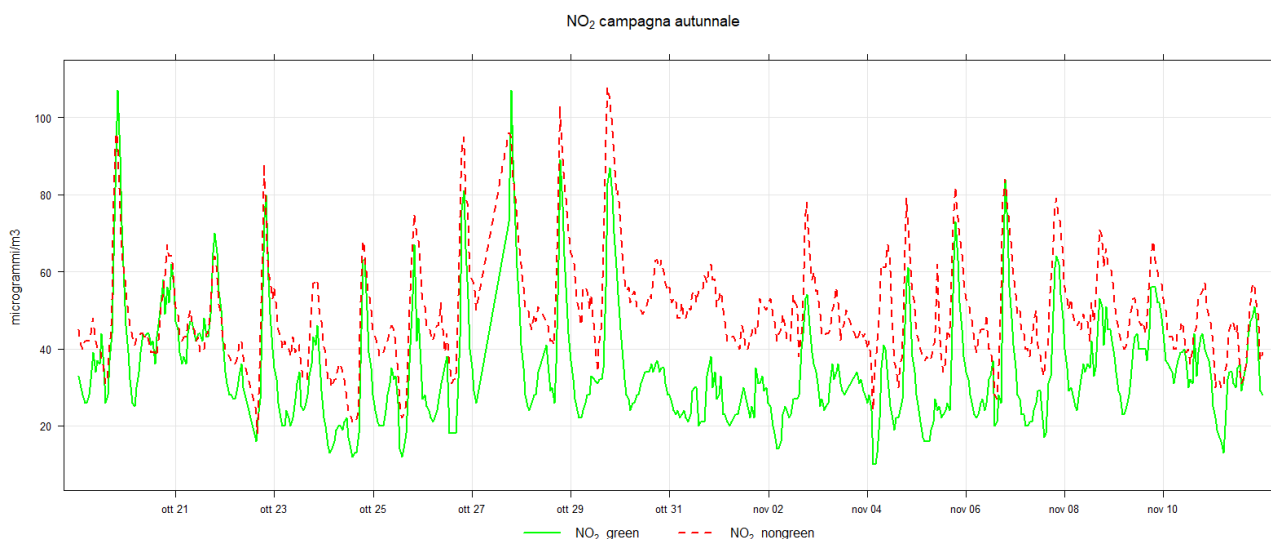


Radiazione solare globale-time-plot dell'irraggiamento orario rilevato dal 19/10/21 al 12/11/21 ad Asti (in rosso postazione "non green" Piazza Statuto, in verde postazione "green" Parco della Resistenza) e presso stazione Arpa Asti-Penna (in blu)

7.2 ANALISI DATI DI QUALITA' DELL'ARIA

7.2.1 OSSIDI DI AZOTO

Le elaborazioni relative agli ossidi di azoto sono state effettuate considerando solo le giornate con la presenza di entrambe le coppie di dati e l'intervallo temporale compreso tra il 19 ottobre e l'11 novembre 2021. Nel grafico seguente viene rappresentato l'andamento delle concentrazioni orarie di Biossido di azoto NO_2 rilevate nel periodo considerato presso le due postazioni. Come visibile sia i valori misurati sia le modulazioni sono quasi perfettamente corrispondenti.



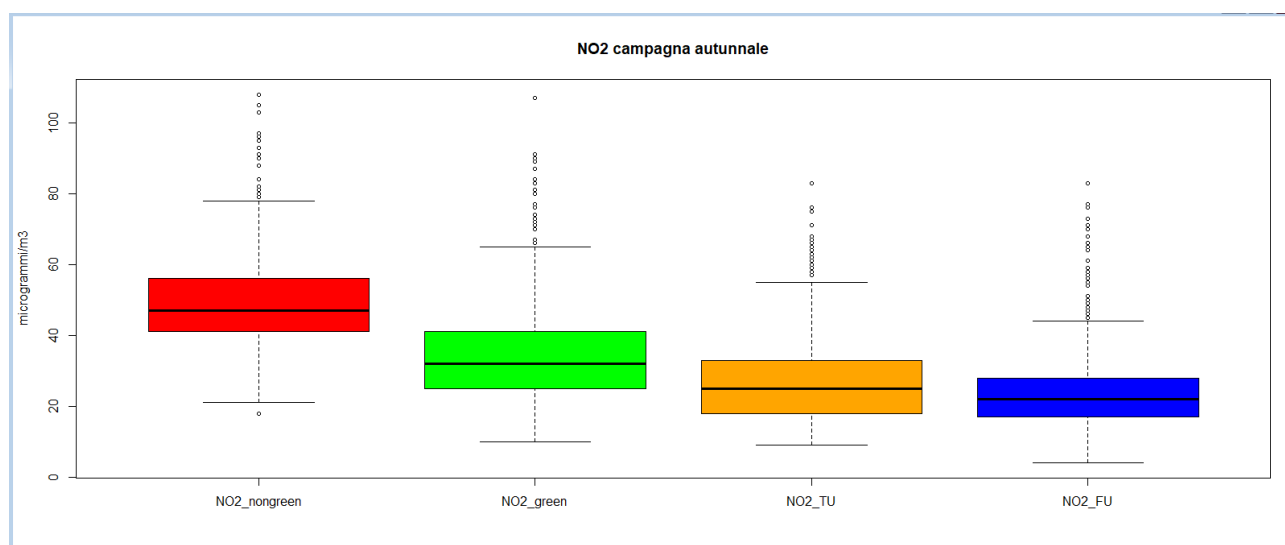
NO_2 -time-plot concentrazioni orarie rilevate dal 19/10/2021 al 11/11/2021 ad Asti (in rosso postazione "non green" Piazza Statuto, in verde postazione "green" Parco della Resistenza)

Nella tabella e nel box plot seguenti sono riassunte le concentrazioni di biossido di azoto rilevate nei due siti di misura. Come visibile nel sito GREEN si evidenzia, sui valori medi, una riduzione pari a circa il -30% rispetto a quanto misurato presso il sito NONGREEN, come già osservato nel monitoraggio estivo, mentre non si evidenziano differenze significative sulle concentrazioni massime.

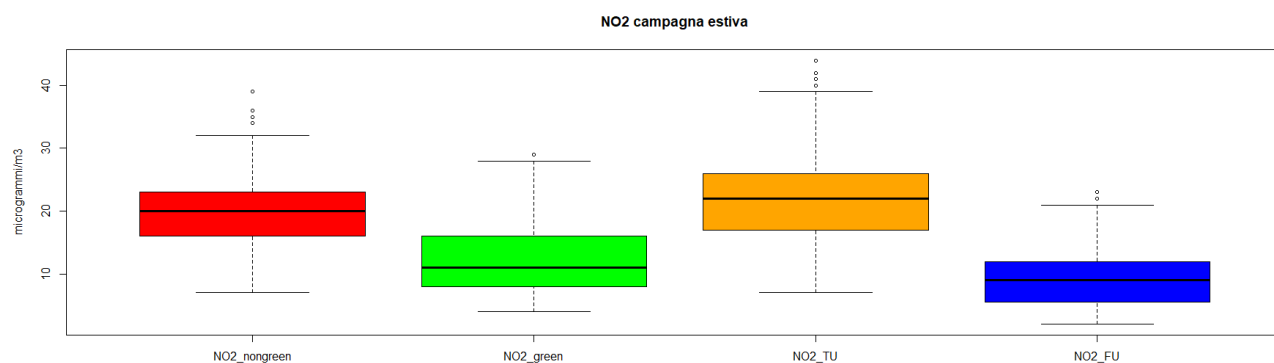
Relativamente a quanto misurato nelle stazioni fisse della Rete regionale, si evidenzia un incremento dei valori dell'inquinante determinati presso il centro urbano rispetto anche a quanto rilevato presso la stazione di traffico urbano, come già osservato nella campagna invernale 2021.

NO ₂	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
Concentrazioni minime	18 µg/m ³	10 µg/m ³	9 µg/m ³	4 µg/m ³
Concentrazioni medie	50 µg/m ³	35 µg/m ³	28 µg/m ³	25 µg/m ³
Concentrazioni massime	108 µg/m ³	107 µg/m ³	83 µg/m ³	83 µg/m ³

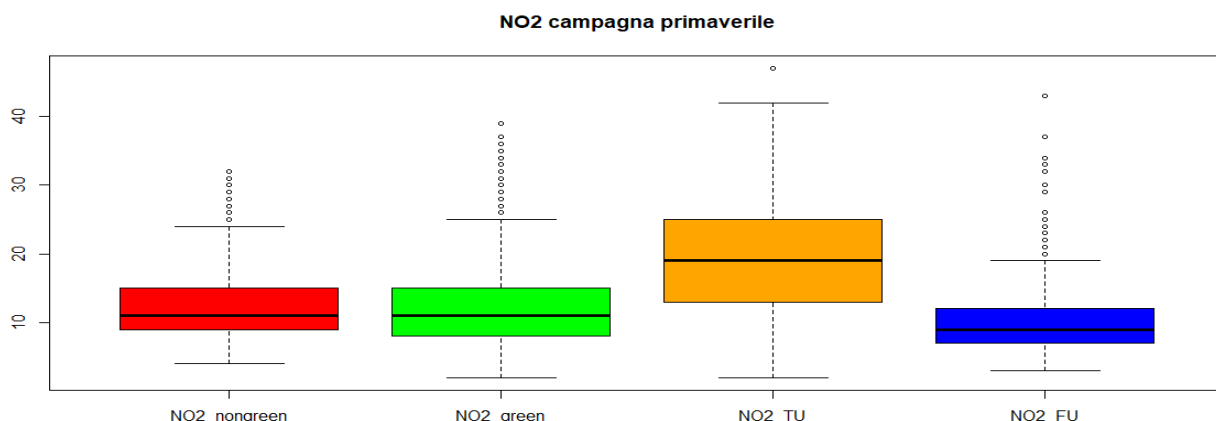
NO₂. Concentrazioni minime-medie-massime campagna autunnale 2021



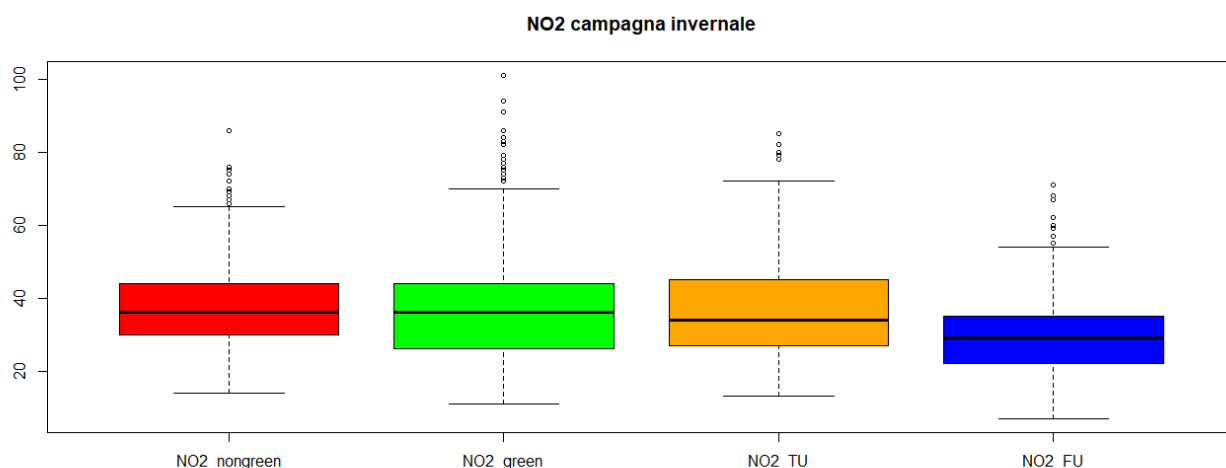
NO₂-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 19/10/2021 al 11/11/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



NO₂-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 12/08/2021 al 25/08/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



NO₂-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 03/05/2021 al 31/05/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



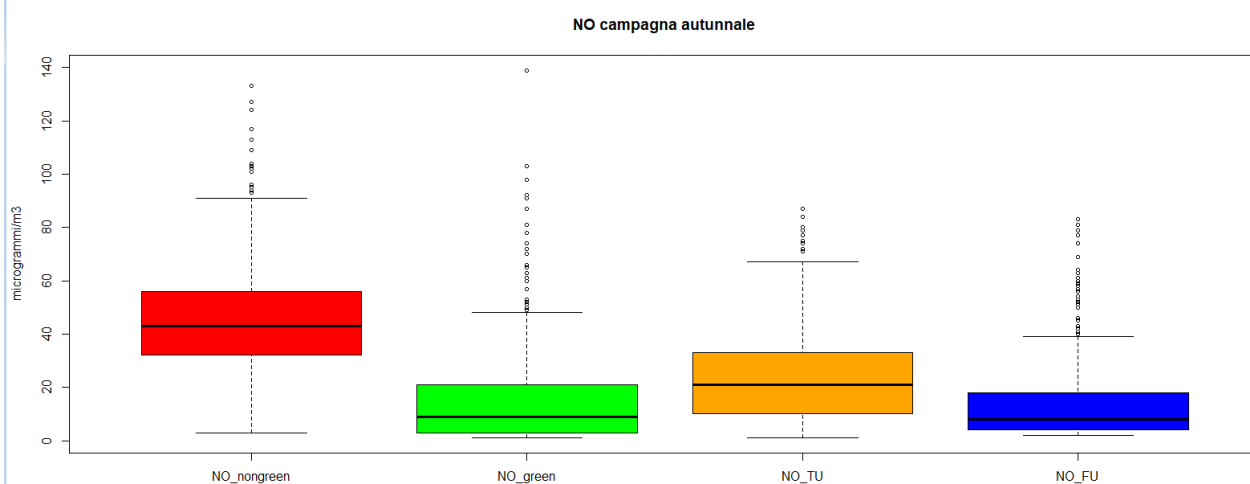
NO₂-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 20/01/2021 al 09/02/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti

Per quanto riguarda il monossido di azoto NO le concentrazioni medie misurate presso la postazione NONGREEN risultano superiori a quanto rilevato presso la postazione GREEN, come già evidenziato per il biossido di azoto, mentre non si evidenziano differenze sui valori massimi. Nel punto di misura GREEN si osserva una diminuzione percentuale pari a circa –66% rispetto a quanto determinato presso la postazione NONGREEN, con valori confrontabili a quelli determinati presso la stazione di Fondo urbano (Asti FU).

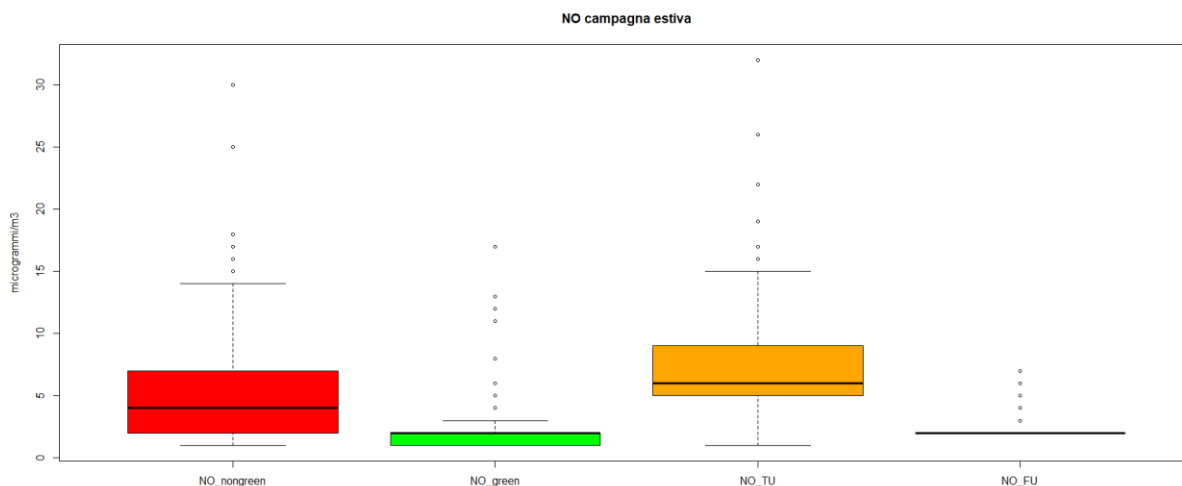
Per il monossido di azoto il sito GREEN si conferma, in tutte le stagioni, decisamente più basso rispetto del sito NON GREEN che è considerato inquinante primario emesso da traffico, riscaldamento e attività industriali

NO	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
Concentrazioni minime	3 µg/m ³	1 µg/m ³	1 µg/m ³	2 µg/m ³
Concentrazioni medie	45 µg/m ³	15 µg/m ³	24 µg/m ³	14 µg/m ³
Concentrazioni massime	133 µg/m ³	139 µg/m ³	87 µg/m ³	83 µg/m ³

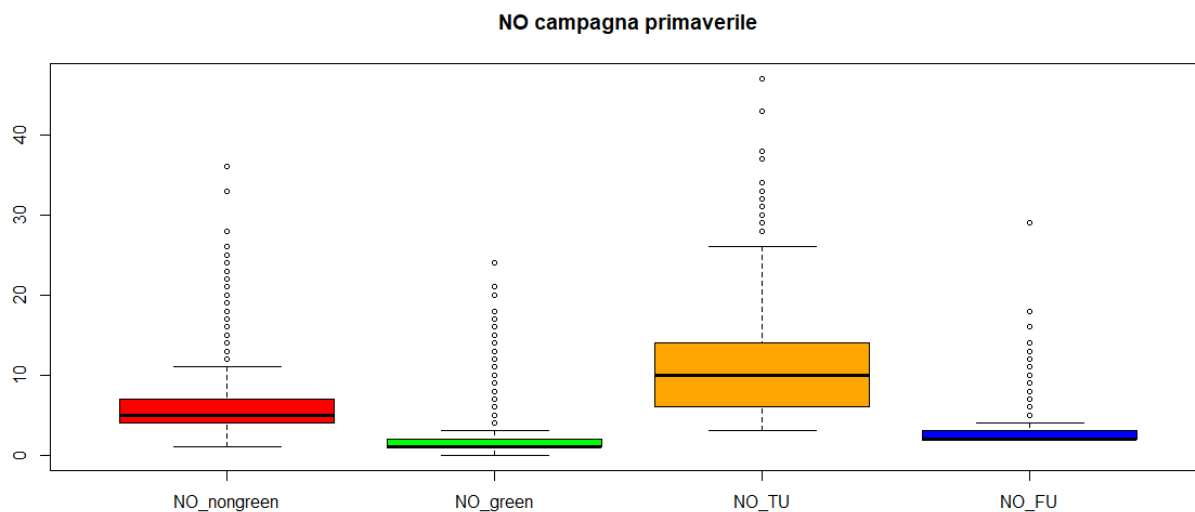
NO. Concentrazioni minime-medie-massime campagna autunnale 2021



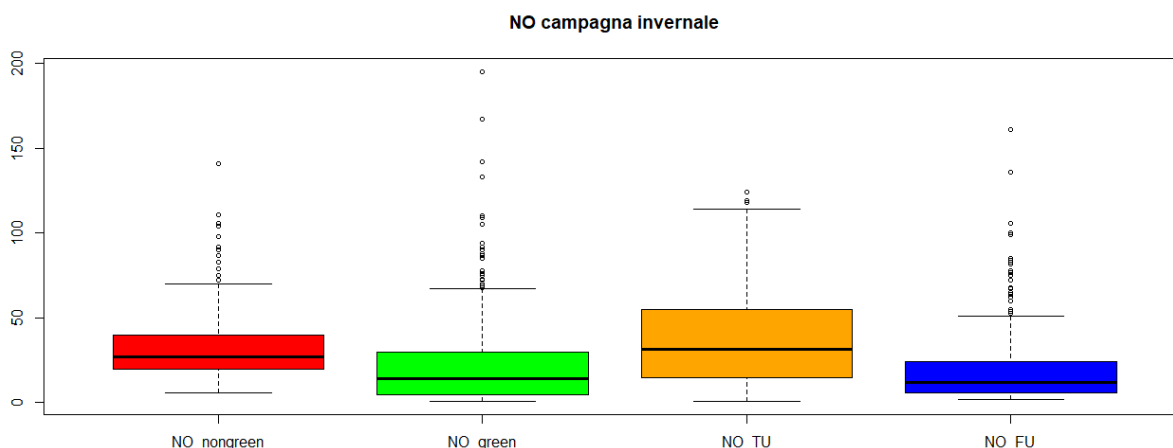
NO-Box-plot, concentrazioni orarie rilevate dal 19/10/2021 al 11/11/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



NO-Box-plot, concentrazioni orarie rilevate dal 12/08/2021 al 25/08/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



NO-Box-plot, concentrazioni orarie rilevate dal 03/05/2021 al 31/05/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



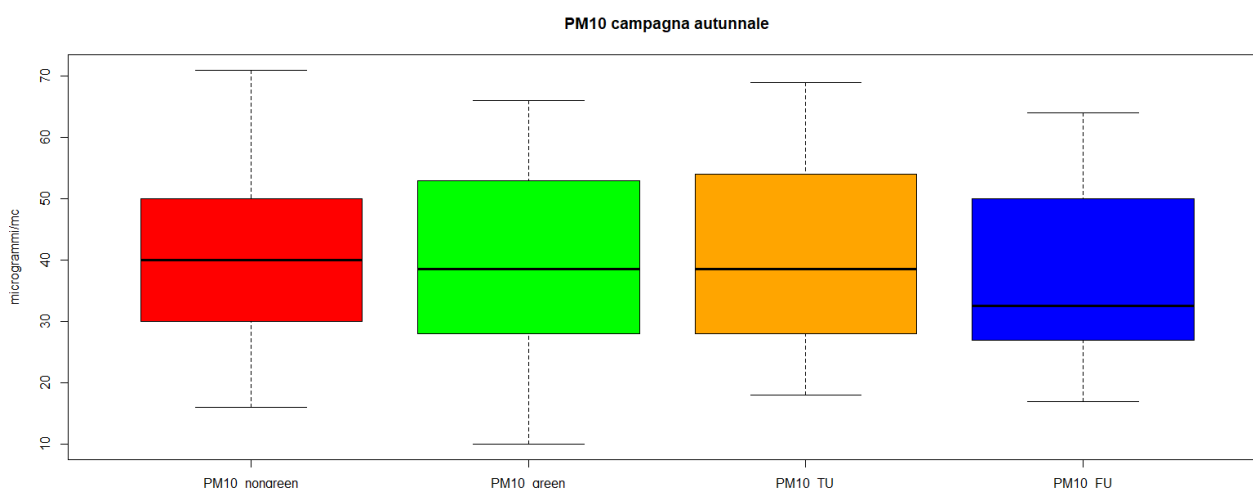
NO-Box-plot, concentrazioni orarie rilevate dal 20/01/2021 al 09/02/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti

7.2.2 POLVERI PM10

Le concentrazioni minime-medie e massime di PM10 rilevate nel periodo di misura nelle due postazioni e nelle stazioni fisse di traffico e fondo urbano presenti ad Asti sono sintetizzate nella tabella seguente unitamente al grafico box-plot che rappresenta la distribuzione delle concentrazioni giornaliere misurate. Sono state considerate solo le giornate con tutte le coppie di dati presenti. Le coppie di dati considerate sono quindi 18.

PM10	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
Concentrazioni minime	16 µg/m³	10 µg/m³	18 µg/m³	17 µg/m³
Concentrazioni medie	41 µg/m³	39 µg/m³	42 µg/m³	39 µg/m³
Concentrazioni massime	71 µg/m³	66 µg/m³	69 µg/m³	64 µg/m³

PM10. Concentrazioni minime-medie-massime periodo di misura



PM10.Box-plot concentrazioni giornaliere rilevate dal 19/10/2021 al 09/11/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti

Relativamente alla campagna in oggetto non si evidenziano differenze significative tra le 4 postazioni mobili e fisse considerate. La differenza percentuale tra punto GREEN e NONGREEN risulta pari a -5%, inferiore all’incertezza di misura del metodo analitico, pari al 13% circa.

Come già detto nei report precedenti gli esiti sin qui conseguiti sono confrontabili con le stime ottenute nelle recenti simulazioni modellistiche effettuate presso il Parco del Valentino di Torino e il Parco Castel di Guido di Roma che evidenziano come i due parchi urbani rappresentano un moderato assorbitore di inquinanti con un miglioramento percentuale medio annuo per il PM10 stimati pari al 7% circa (in particolare per quanto riguarda il Parco del Valentino a causa della maggiore concentrazione di PM e della stretta vicinanza alle fonti di emissione rispetto al sito semi-rurale e più ventilato di Castel di Guido).⁸

Nel proseguo dello studio si valuterà la misura delle frazioni più fini delle polveri o eventualmente l'utilizzo di differenti metodiche di campionamento.

CAMPAGNA AUTUNNALE	PM10	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
	Concentrazioni minime	16 µg/m ³	10 µg/m ³	18 µg/m ³	17 µg/m ³
	Concentrazioni medie	41 µg/m ³	36 µg/m ³	42 µg/m ³	39 µg/m ³
	Concentrazioni massime	71 µg/m ³	66 µg/m ³	69 µg/m ³	64 µg/m ³

CAMPAGNA ESTIVA	PM10	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
	Concentrazioni minime	12 µg/m ³	11 µg/m ³	10 µg/m ³	7 µg/m ³
	Concentrazioni medie	18 µg/m ³	18 µg/m ³	20 µg/m ³	16 µg/m ³
	Concentrazioni massime	27 µg/m ³	26 µg/m ³	27 µg/m ³	25 µg/m ³

CAMPAGNA PRIMAVERILE	PM10	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
	Concentrazioni minime	9 µg/m ³	8 µg/m ³	10 µg/m ³	7 µg/m ³
	Concentrazioni medie	16 µg/m ³	15 µg/m ³	18 µg/m ³	16 µg/m ³
	Concentrazioni massime	32 µg/m ³	28 µg/m ³	29 µg/m ³	27 µg/m ³

CAMPAGNA INVERNALE	PM10	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
	Concentrazioni minime	13 µg/m ³	12 µg/m ³	12 µg/m ³	11 µg/m ³
	Concentrazioni medie	45 µg/m ³	45 µg/m ³	47 µg/m ³	41 µg/m ³
	Concentrazioni massime	91 µg/m ³	93 µg/m ³	89 µg/m ³	88 µg/m ³

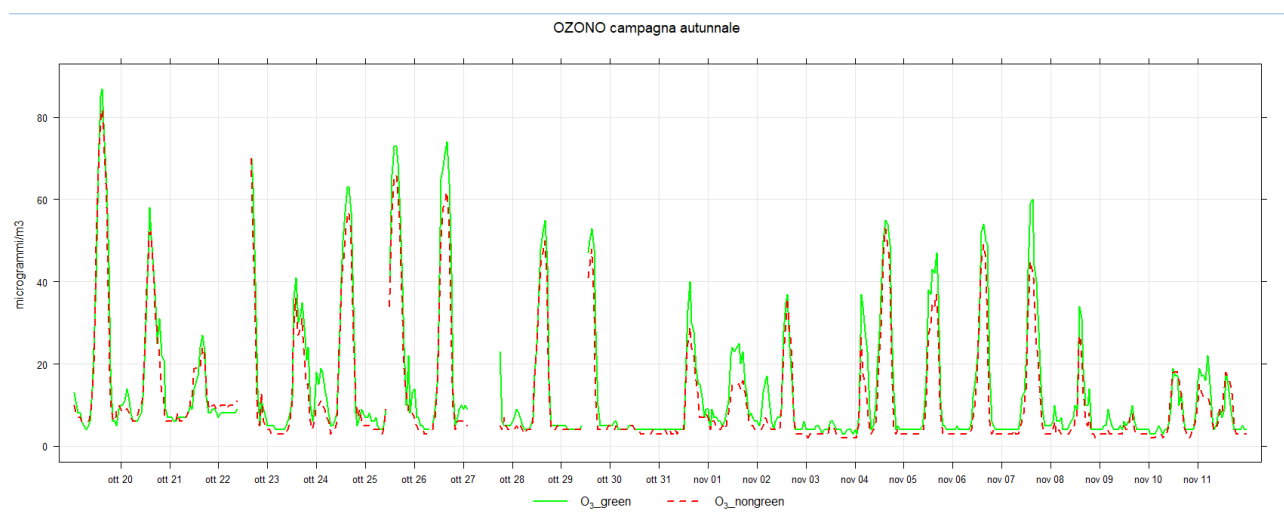
⁸ Silvano Fares, Adriano Conte, Alessandro Alivernini, Francesco Chianucci, Mirko Grotti, Ilaria Zappitelli, Fabio Petrella, and Piermaria Corona "Testing Removal of Carbon Dioxide, Ozone, and Atmospheric Particles by Urban Parks in Italy" **ENVIRONMENTAL SCIENCES AND TECHNOLOGY** 54 (2020) 14910–14922

PERIODO	Copie di dati a disposizione	Media PM10 sito non GREEN	Media PM10 sito GREEN	Scostamento %
20/01-26/02/2021	32	45	45	INVERNO 0%
26/04-28/05/2021	32	16	15	PRIMAVERA -6%
24/07-25/08/2021	30	18	18	ESTATE 0%
19/10-09/11/2021	18	41	36	AUTUNNO -5%

PM10. Confronto concentrazioni medie campagne di monitoraggio effettuate

7.2.3 OZONO (O₃)

Come per gli altri inquinanti le elaborazioni seguenti sono state effettuate considerando le giornate ove erano presenti e validate entrambe le copie di dati. Nel grafico seguente vengono raffigurate le concentrazioni di Ozono misurate nei due siti nel periodo di misura.



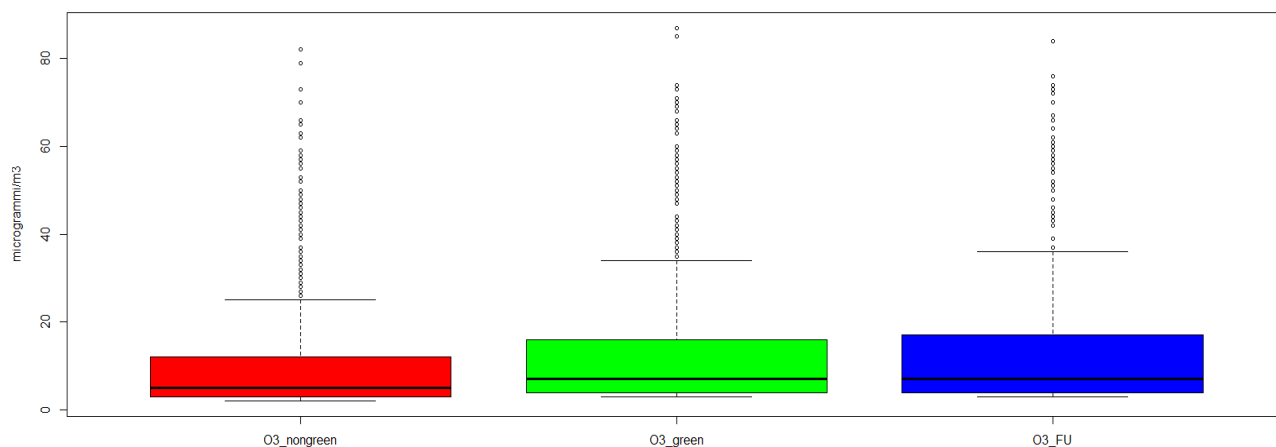
Time plot Ozono. In verde postazione “green” -Parco della Resistenza, in rosso postazione “non green” Piazza Statuto

Nel box-plot e nella tabella sottostanti vengono confrontate tra loro le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate presso i due siti di monitoraggio GREEN e NONGREEN. Come visibile i valori di Ozono rilevati presso il Parco della Resistenza si confermano, come nelle precedenti campagne di misura, leggermente superiori rispetto a quelli rilevati presso la postazione NONGREEN, con un incremento percentuale pari al +17% sui valori medi, probabilmente imputabile da un lato alle complesse interazioni chimico-fisiche esistenti tra ossidi di azoto e ozono, dall'altro dalla presenza di BVOC (composti organici volatili biogenici) che contribuiscono alla formazione di Ozono. In tal senso potrebbe essere utile valutare i risultati ottenuti anche considerando il potenziale di ozono-formazione delle piante presenti nel parco (POF).⁹

CAMPAGNA AUTUNNALE	Ozono	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti FU
	Concentrazioni minime	2 µg/m ³	3 µg/m ³	3 µg/m ³
	Concentrazioni medie	12 µg/m ³	14 µg/m ³	15 µg/m ³
	Concentrazioni massime	82 µg/m ³	87 µg/m ³	84 µg/m ³

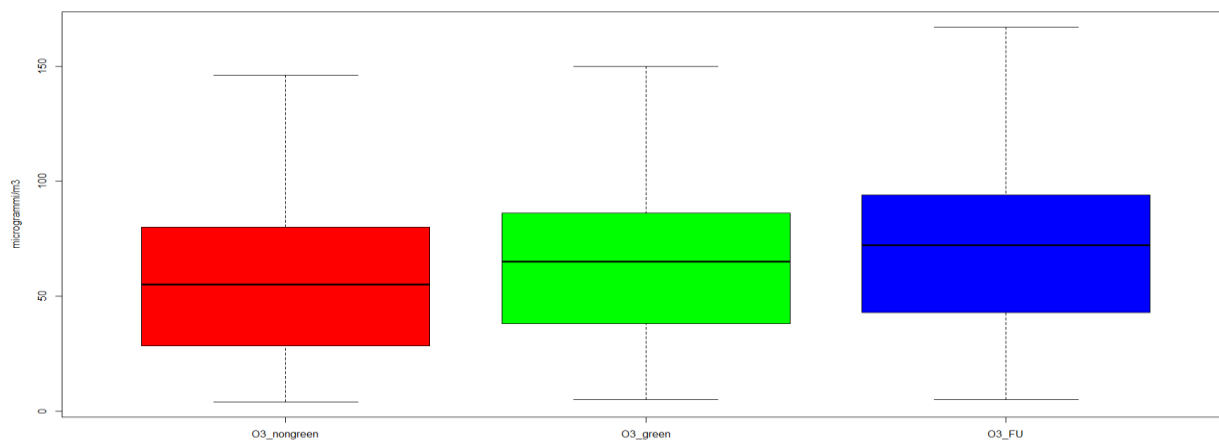
⁹ “Estimating the ozone-forming potential of Urban trees and shrubs” Michael t. Benjamin* and rthur m. Winert , Atmospheric Environment Vol. 32. No. 1, pp. 53 68, 1998

OZONO campagna autunnale



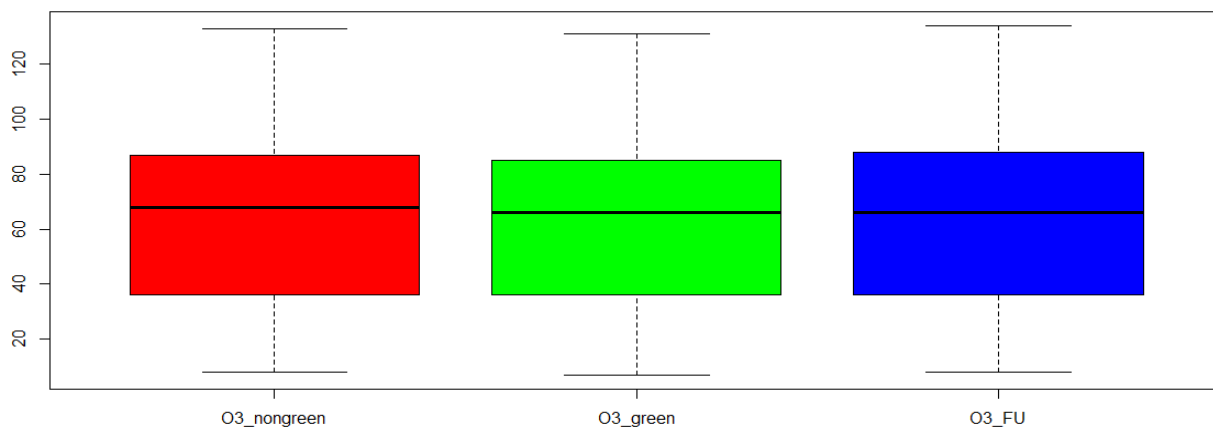
Ozono-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 19/10/21 al 11/11/21 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza, in blu stazione fondo urbano Asti-D’Acquisto)

OZONO campagna estiva



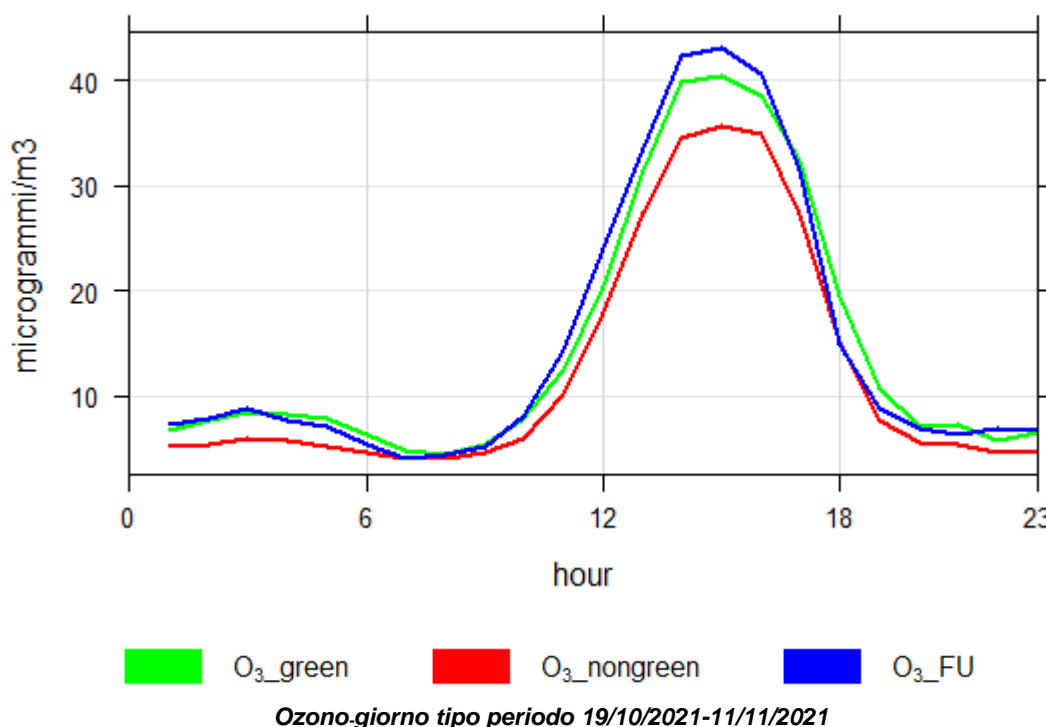
Ozono-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 27/07/21 al 25/08/21 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza, in blu stazione fondo urbano Asti-D’Acquisto)

OZONO campagna primaverile



Ozono-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 03/05/2021 al 31/05/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza, in blu stazione fondo urbano Asti-D’Acquisto)

L'andamento del giorno tipo evidenzia come lo scostamento presente tra postazione NONGREEN e GREEN sia apprezzabile in tutte le ore della giornata.



7.2.4 IPA E METALLI

Nella frazione PM10 del particolato campionato nelle quattro campagne di misura stagionali sono stati determinati i metalli previsti dal D.Lgs. 155/2010, quali Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo più altri metalli “non normati” ma interessanti dal punto di vista tossicologico come Antimonio, Cromo, Manganese, Rame, Vanadio, Zinco, Ferro.

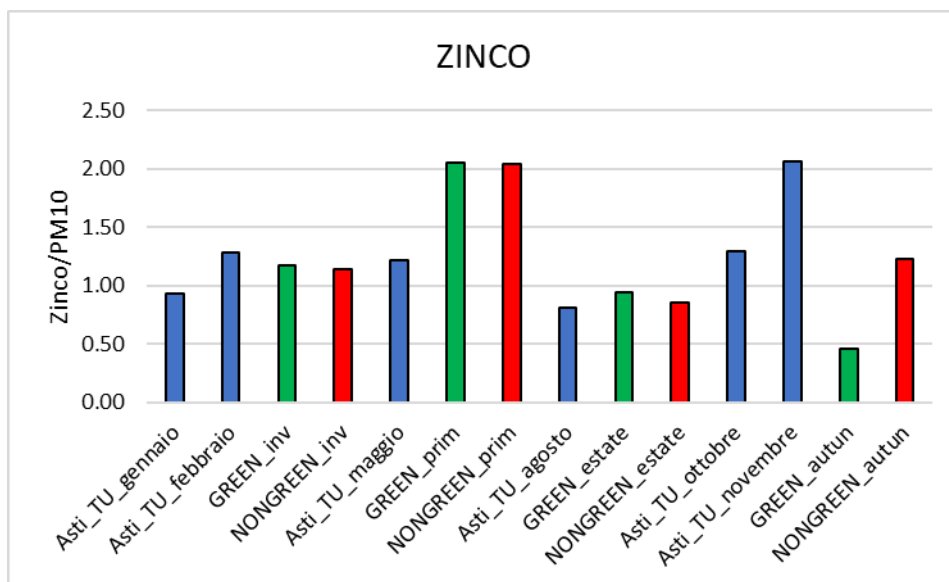
Nelle tabelle seguenti vengono riassunte le concentrazioni dei vari metalli determinati, normalizzate per i valori di PM10, in confronto anche a quanto rilevato nella stazione da traffico urbano di Asti-Baussano.

STAZIONE	STAZIONE	MESE	MESE_AL	Conc.media PM10	RAPPORTO metalli/PM10										
					ARSENICO	CADMIO	NICHEL	PIOMBO	ANTIMONIO	CROMO	MANGANESE	RAMO	VANADIO	ZINCO	FERRO
Asti - TU	Asti_TU_gennaio	01-gen-21	31-gen-21	49	0.014	0.004	0.037	0.20	0.03	0.09	0.22	0.43	0.014	0.93	13.4
Asti - TU	Asti_TU_febbraio	01-feb-21	28-feb-21	49	0.016	0.002	0.036	0.16	0.04	0.10	0.32	0.51	0.016	1.28	20.9
PARCO RESISTENZA	GREEN_inv	20-gen-21	26-feb-21	46	0.013	0.004	0.024	0.20	0.02	0.08	0.22	0.36	0.013	1.17	12.7
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_inv	20-gen-21	26-feb-21	47	0.012	0.004	0.027	0.19	0.02	0.06	0.22	0.27	0.012	1.14	10.9
Asti - TU	Asti_TU_maggio	01-mag-21	31-mag-21	17	0.041	0.004	0.062	0.12	0.06	0.14	0.31	0.75	0.041	1.22	26.1
PARCO RESISTENZA	GREEN_prim	01-mag-21	31-mag-21	14	0.050	0.005	0.050	0.14	0.08	0.10	0.15	0.50	0.050	2.05	10.8
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_prim	01-mag-21	31-mag-21	14	0.050	0.005	0.050	0.07	0.08	0.10	0.15	0.50	0.050	2.04	10.8
Asti - TU	Asti_TU_agosto	01-ago-21	31-ago-21	21	0.034	0.003	0.039	0.10	0.05	0.12	0.32	0.79	0.034	0.81	25.2
PARCO RESISTENZA	GREEN_estate	01-ago-21	26-ago-21	19	0.037	0.004	0.037	0.11	0.04	0.09	0.32	0.47	0.037	0.94	18.0
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_estate	01-ago-21	26-ago-21	18	0.040	0.004	0.040	0.06	0.04	0.10	0.26	0.55	0.040	0.85	17.4
Asti - TU	Asti_TU_ottobre	01-ott	31-ott	39	0.018	0.002	0.032	0.18	0.05	0.11	0.31	0.68	0.018	1.30	19.0
Asti - TU	Asti_TU_novembre	01-nov	30-nov	26	0.028	0.003	0.028	0.23	0.03	0.13	0.27	0.78	0.028	2.06	20.3
PARCO RESISTENZA	GREEN_autun	18-ott-21	12-nov-21	41	0.017	0.002	0.017	0.05	0.02	0.02	0.03	0.39	0.017	0.46	2.6
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_autun	18-ott-21	12-nov-21	38	0.019	0.002	0.019	0.05	0.02	0.02	0.04	0.32	0.019	1.23	4.1

Analizzando i valori misurati è possibile trarre le seguenti informazioni:

- non si evidenziano differenze tra postazione GREEN e NONGREEN per Cadmio, Vanadio, Nichel, Arsenico e Ferro
- le differenze riscontrate per Piombo, Rame, Cromo e Manganese sono comparabili con l'incertezza della misura pari al 50% (come da D.Lgs 155/2010)

- si evidenzia una differenza significativa tra postazione GREEN e NONGREEN per lo Zinco (inquinante prevalentemente attribuibile al traffico veicolare e derivante sia dai processi di combustione esausta delle benzine e dei diesel, sia dall'usura dei pneumatici), relativamente alla campagna di misura autunnale, con un decremento dei valori presso il Parco della Resistenza pari al -62% circa come visibile nell'istogramma seguente.



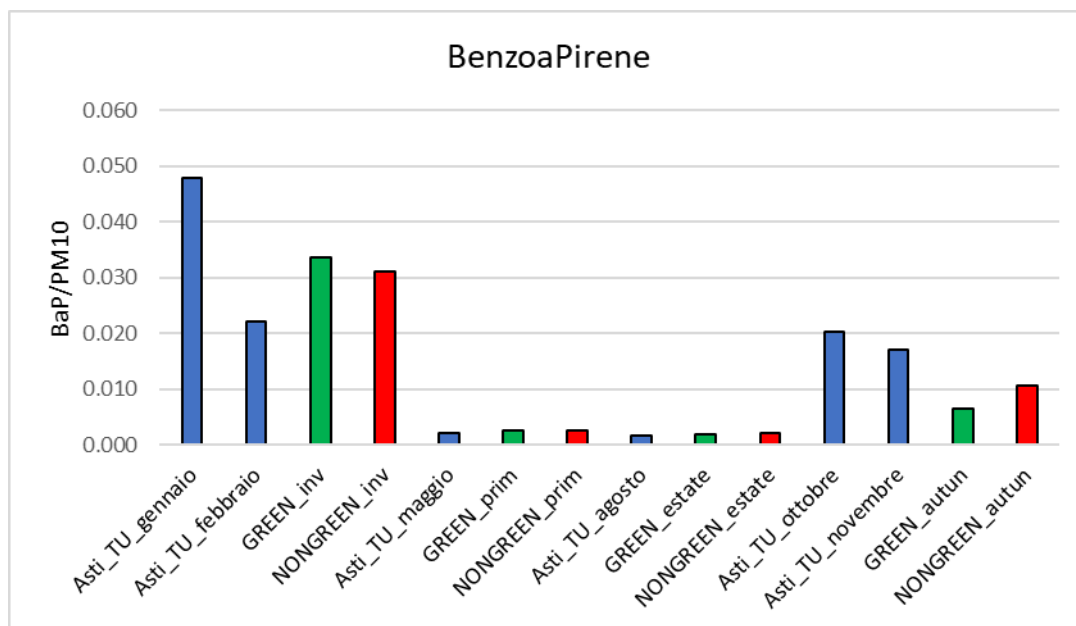
Zinco/PM10 valori medi campagne di misura 2021 e confronto con stazione da traffico urbano

Per quanto riguarda gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono stati determinati nella frazione del PM10 del particolato atmosferico il Benzo(a)pirene più altri composti quali Benzo(a)Antracene, Benzo(b,j,k)Fluorantene, Indeno(1,2,3-cd)Pirene, Crisene e Benzoperilene, seppur la normativa italiana (D.Lgs. 155/2010) preveda per gli IPA, un valore limite di concentrazione esclusivamente per il Benzo(a)pirene che essendo il composto più pericoloso per la salute, viene considerato come rappresentativo dell'inquinamento ambientale dell'intero gruppo degli IPA.

Anche in questo caso le concentrazioni dei vari composti determinati sono state normalizzate per i valori di PM10 e confrontate con quanto rilevato nella stazione da traffico urbano di Asti-Baussano.

STAZIONE	STAZIONE	MESE	MESE_AL	Conc media PM10	RAPPORTO IPA/PM10					
					INDENO	Benzo(a)Pirene	Benzo(a)Antracene	Benzo(b,j,k)Fluorantene	CRISENE	BENZOPERILENE
Asti - TU	Asti_TU_gennaio	01-gen-21	31-gen-21	49	0.045	0.048	0.033	0.108	0.054	0.046
Asti - TU	Asti_TU_febbraio	01-feb-21	28-feb-21	49	0.026	0.022	0.013	0.055	0.022	0.021
PARCO RESISTENZA	GREEN_inv	20-gen-21	26-feb-21	46	0.036	0.034	0.018	0.082	0.030	0.030
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_inv	20-gen-21	26-feb-21	47	0.034	0.031	0.017	0.074	0.028	0.029
Asti - TU	Asti_TU_maggio	01-mag-21	31-mag-21	17	0.004	0.002	0.002	0.009	0.004	0.006
PARCO RESISTENZA	GREEN_prim	01-mag-21	31-mag-21	14	0.004	0.003	0.003	0.011	0.003	0.004
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_prim	01-mag-21	31-mag-21	14	0.004	0.003	0.003	0.011	0.003	0.004
Asti - TU	Asti_TU_agosto	01-ago-21	31-ago-21	21	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
PARCO RESISTENZA	GREEN_estate	01-ago-21	26-ago-21	19	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_estate	01-ago-21	26-ago-21	18	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Asti - TU	Asti_TU_ottobre	01-ott	31-ott	39	0.021	0.020	0.014	0.054	0.014	0.023
Asti - TU	Asti_TU_novembre	01-nov	30-nov	26	0.020	0.017	0.010	0.045	0.009	0.020
PARCO RESISTENZA	GREEN_autun	18-ott-21	12-nov-21	41	0.007	0.007	0.003	0.017	0.004	0.008
PIAZZA STATUTO	NONGREEN_autun	18-ott-21	12-nov-21	38	0.015	0.011	0.006	0.034	0.008	0.018

Come visibile non si evidenziano differenze significative tra i valori del sito GREEN rispetto a quello NONGREEN, ad eccezione della campagna di misura autunnale ove è possibile rilevare un decremento delle concentrazioni superiore all'incertezza di misura, per tutti, i parametri presso il Parco della Resistenza.









Benzo(a)Pirene/PM10 valori medi campagne di misura 2021 e confronto con stazione da traffico urbano

8. CONCLUSIONI

Il report riassume i risultati relativi alla quarta e ultima campagna di monitoraggio 2021 inerente al progetto pilota di monitoraggio e raccolta di dati microclimatici e di qualità dell'aria nel Comune di Asti, il cui obiettivo è quello di valutare, in funzione delle varie fasi vegetative, la capacità delle piante presenti in un parco urbano della città, di trattenere gli inquinanti e di mitigare l'isola di calore cittadina.

L'indagine svolta con l'utilizzo di due laboratori mobili collocati presso due aree comunali caratterizzate da differente presenza di vegetazione, quali Piazza Statuto (sito NON GREEN) e i giardini pubblici di Parco della Resistenza (sito GREEN), ha avuto luogo dal 11 ottobre al 12 novembre 2021.

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti nelle varie campagne stagionali sin qui eseguite nel 2021.

	AUTUNNO 2021	ESTATE 2021	PRIMAVERA 2021	INVERNO 2021
TEMPERATURA -RADIAZIONE SOLARE-INDICE UHI				
  <p><i>In tutte le campagne si evidenzia un effetto positivo del verde sul microclima urbano</i></p>				
POLVERI SOTTILI PM10				
 Limitate evidenze.	Il sito GREEN mostra valori inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione	Il sito GREEN mostra valori sempre uguali o inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione	Il sito GREEN mostra valori sempre uguali o inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione	Il sito GREEN mostra valori sempre uguali o inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione
BIOSSIDO DI AZOTO				
 Risultati variabili a seconda della stagione	-30% concentrazioni medie NO2 presso il punto GREEN	-35% concentrazioni medie NO2 presso il punto GREEN	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.
MONOSSIDO DI AZOTO				
 Si evidenziano differenze significative	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN
OZONO				
 Non si evidenziano differenze significative ad eccezione della campagna autunnale	Il sito GREEN mostra valori leggermente superiori al sito NON GREEN	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.
METALLI&IPA SU PM10				
Risultati variabili a seconda della stagione	-60% concentrazioni medie Zinco e IPA presso il punto GREEN	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.

I risultati relativi al periodo autunnale evidenziano differenze significative tra le due postazioni, con alberi e senza alberi, solo per gli ossidi di azoto e per Idrocarburi Policiclici Aromatici e Zinco nella campagna autunnale.

Per i restanti inquinanti, gli esiti sin qui conseguiti sembrano delineare la presenza di effetti mitigativi talvolta presenti ma contenuti o non sempre del tutto apprezzabili dalla strumentazione utilizzata. Ciò è comprensibile anche considerando che il Parco urbano prescelto come sito di monitoraggio ha una limitata estensione e contiene una grande varietà di essenze non specificamente selezionate per le loro capacità depurative. Gli effetti mitigativi rilevati dai monitoraggi effettuati ad Asti sono inoltre confrontabili, per il PM10, con le stime ottenute nelle recenti simulazioni modellistiche effettuate da IBE-CNR presso il Parco del Valentino a Torino ed il Parco Castel di Guido a Roma e confermano dunque tali stime che attestano un effetto di riduzione delle polveri sottili dovuto alla presenza dei parchi urbani tra il 5 e il 10%.

Per quanto riguarda i dati microclimatici, l'analisi dei parametri misurati temperatura, radiazione solare e indice UHI (Urban Heat Island) ha permesso di osservare:

- il fenomeno di isola di calore, che consiste in temperature notturne più elevate in ambito urbano (GREEN, NONGREEN) rispetto all'ambiente periferico e rurale circostante
- gli effetti di raffrescamento della vegetazione, che determina una riduzione delle temperature, sia minime che massime, rilevate nel sito GREEN rispetto al sito NONGREEN
- gli effetti di mitigazione del verde sull'intensità dell'isola di calore

Come più volte ribadito sarà inoltre interessante sarà inoltre correlare i risultati ottenuti da Arpa Piemonte con le analisi micro-morfologiche e biochimiche sulle foglie e con la quantificazione del particolato fine trattenuto dalla superficie fogliare effettuate dai ricercatori del IBE-CNR di Bologna