

**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  
PRIMA CAMPAGNA DI MISURA 2021  
GENNAIO-FEBBRAIO**

**RELAZIONE TECNICA**

**RISULTATO ATTESO B5.16  
PRATICA N°G07\_2020\_01013\_023**

**PERIODO DI MONITORAGGIO dal 20/01/2021 al 26/02/2021**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Tecnico Prevenzione</b>  <b>Nome:</b> <b>Cristina Otta</b>	
<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Collaboratore tecnico</b>  <b>Nome:</b> <b>Laura Erbetta</b>	
<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Collaboratore tecnico</b>  <b>Nome:</b> <b>Sara Vazzola</b>	
<b>Verifica e Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> <b>Responsabile S.S. Produzione</b>  <b>Nome: Anna Maria Livraga</b>	

**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

***ARPA Dipartimento Piemonte Sud Est***

***Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:***

C. Otta, S. Vazzola e L. Erbetta del Dipartimento ARPA Piemonte Sud Est

***Per la gestione tecnica della campagna di monitoraggio hanno collaborato:***

G. Mensi, E. Scagliotti, L. Erbetta, C. Littera, S. Vazzola del Dipartimento ARPA Piemonte Sud Est.

I colleghi del Dipartimento ARPA Radiazioni non ionizzanti e servizio tarature

## Sommario

STRUTTURA COMPLESSA	1
DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE SUD EST	1
1.INTRODUZIONE	4
2. IL QUADRO NORMATIVO	5
3. DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI MONITORATI	6
4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	8
5. SCELTA DEI PUNTI DI MISURA	10
6. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA PERIODO DI MISURA	13
7. RISULTATI	14
7.1 ANALISI DATI METEOROLOGICI	14
7.1.1 TEMPERATURA	14
7.1.2 RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	16
7.1.2 UMIDITA'	17
7.2 ANALISI DATI DI QUALITA' DELL'ARIA	18
7.2.1 OSSIDI DI AZOTO	18
7.2.2 POLVERI PM10	21
7.2.3 OZONO (O3)	24
8. CONCLUSIONI	26
9. BIBLIOGRAFIA	28

## 1.INTRODUZIONE

È ormai risaputo che l'impatto dell'inquinamento atmosferico influisce sulla salute umana (apparato cardiocircolatorio e respiratorio), sugli ecosistemi (eutrofizzazione), sui gas serra e quindi sul riscaldamento globale. La sua influenza è tale da costituire la settima causa di morte a livello mondiale. Nelle aree urbane la densità di emissione (quantità di inquinanti emessi per unità di territorio) è molto alta ed è in relazione con la densità di popolazione e i flussi di traffico, per questo generalmente la concentrazione degli inquinanti è maggiore rispetto alle aree suburbane e rurali limitrofe.

Tutto ciò richiede nuove e più incisive strategie di intervento per la riduzione dell'inquinamento e, al contempo, il contrasto al cambiamento climatico che tra origine, in entrambi i casi, dall'eccessivo carico di emissioni antropiche in atmosfera.

Le piante possono indubbiamente rappresentare una soluzione ecocompatibile e al tempo stesso ecosostenibile (natural based solutions - NBS) per il miglioramento dell'ambiente attraverso una serie di servizi ecosistemici di mitigazione. Sono infatti in grado di sequestrare l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) dall'atmosfera attraverso i processi fotosintetici, liberando ossigeno indispensabile per la nostra vita e di comportarsi come veri e propri filtri biologici poiché assorbono o trattengono gli inquinanti atmosferici

Su tale fronte sono state attivate numerose sperimentazioni in ambito nazionale ed internazionale, tra cui si citano, a titolo di esempio, i progetti europei Escape<sup>1</sup>, LifeGaia<sup>2</sup>, Urbanproof<sup>3</sup> e la piattaforma nazionale Mosaico Verde<sup>4</sup> patrocinata dal Ministero per l'Ambiente a cui soggetti pubblici e privati possono aderire con la finalità di piantare 300.000 nuovi alberi e tutelare 30.000ha di boschi esistenti in Italia. Il Ministero per l'Ambiente ha inoltre adottato nel 2018 la strategia nazionale del verde urbano<sup>5</sup> che fissa criteri e linee guida per la promozione di foreste urbane e periurbane attraverso la riduzione delle superfici asfaltate.

Anche Regione Piemonte ha attivato nel 2017 il progetto "**Urban Forestry**" per dare attuazione alla D.G.R. n. 24-4638 del 6 febbraio 2017 "*Disposizioni per lo sviluppo del mercato volontario dei crediti di carbonio da selvicoltura nella Regione Piemonte*", coerentemente con quanto previsto dalla Legge 221 del 28 dicembre 2015 "*Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali in materia di servizi ecosistemici*". Tale provvedimento prevede lo sviluppo degli indirizzi regionali per la contabilizzazione dei crediti di carbonio volontari derivanti dal sistema del verde "non forestale" in ambito urbano e periurbano.

In questo ambito è nata una prima collaborazione tra ARPA Piemonte Dipartimento Sud-Est, Regione Piemonte-Settore Green Economy, IPLA e Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche allo scopo di approfondire le conoscenze, attraverso modelli e misure, sulla capacità di assorbimento di inquinanti atmosferici e gas climalteranti da parte delle piante scegliendo il Comune di Asti come sito di sperimentazione. L'obiettivo è stato quello di fornire agli amministratori locali gli elementi necessari per effettuare scelte strategiche indispensabili per la mitigazione climatica e per il miglioramento della qualità dell'aria attraverso la realizzazione di piani e progetti basati su servizi ecosistemici.

La seconda fase del progetto "**Urban Forestry**"<sup>6</sup> per il triennio 2021-2023, si articola su varie attività di implementazione e studio del verde urbano in alcune realtà piemontesi, e vede nuovamente come partner del Settore Progettazione Strategica e Green Economy della Regione

<sup>1</sup> [www.iscapeproject.eu](http://www.iscapeproject.eu)

<sup>2</sup> [www.lifegaia.eu](http://www.lifegaia.eu)

<sup>3</sup> <http://urbanproof.eu/it/>

<sup>4</sup> [www.mosaicoverde.it](http://www.mosaicoverde.it)

<sup>5</sup> [https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/strategia\\_verde\\_urbano.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/strategia_verde_urbano.pdf)

<sup>6</sup> <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/green-economy/urban-forestry>

Piemonte, I.P.L.A. s.p.a., CREA (Consiglio Per La Ricerca In Agricoltura e L'Analisi Dell'Economia Agraria), IBE\_CNR e Arpa Piemonte Dipartimento Sud-Est per quanto concerne un progetto pilota di monitoraggio e raccolta di dati microclimatici e di qualità dell'aria nel Comune di Asti a partire dal 2021.

Obiettivo dello studio sarà quello di valutare nel dettaglio la capacità delle piante presenti nel parco urbano della città di Asti di trattenere gli inquinanti in funzione delle varie fasi vegetative. Saranno quindi prelevati dal gruppo di ricerca IBE\_CNR campioni di foglie delle diverse specie nelle quattro stagioni per quantificare la quantità di polveri intercettate e studiarne le modifiche strutturali. Contemporaneamente verranno eseguite da ARPA Piemonte campagne stagionali di misura della qualità dell'aria e dei principali parametri microclimatici con l'utilizzo di due laboratori mobili nelle postazioni già individuate nel 2018 e 2019 presso un parco urbano e presso un sito di confronto senza presenza di verde. Verrà inoltre eseguita la determinazione di IPA e metalli normati e non sui filtri di PM10 campionati.

Nello specifico la presente relazione illustra i risultati della prima campagna di misura della qualità dell'aria effettuata con laboratori mobili nel periodo compreso tra il 20 gennaio 2021 e il 26 febbraio 2021.

## 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/m³	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m³ (1)	-
	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (media su tre anni)	120 µg/m³ 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/m³	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 NO<sub>2</sub>)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub> è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> notevolmente a favore del primo. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO<sub>2</sub>. L'NO è quindi un inquinante primario mentre l'NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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 PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> 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 formare 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 **PM<sub>10</sub>** e **PM<sub>2.5</sub>** più bassi rispetto alla legislazione europea: **20 e 10 microgrammi/m<sup>3</sup>** rispettivamente come media sull'anno



## 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.

## 4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

I dati di qualità dell'aria analizzati nella presente relazione sono stati acquisiti mediante un laboratorio mobile, provvisto 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<sub>x</sub> (NO – NO<sub>2</sub>), Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>), 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 2,3m<sup>3</sup>/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 polvere si desume per differenza di peso tra il filtro pulito pesato prima del campionamento e lo stesso filtro pesato dopo le 24 ore di campionamento.



Le specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono di seguito riportate:

<b>Laboratorio mobile postazione GREEN – Parco della Resistenza</b>				
STRUMENTO	MODELLO	PARAMETRO MISURATO	METODO DI MISURA	INCERTEZZA ESTESA
Analizzatore API	200E	NO-NO <sub>2</sub>	Chemiluminescenza	8.2% <sup>7</sup>
Analizzatore API	400E	O <sub>3</sub>	Assorbimento UV	8% <sup>8</sup>
PM10 TECORA	Charlie-sentinel	PM10	Gravimetria	14.0% <sup>9</sup>

<b>Laboratorio mobile postazione NON-GREEN Piazza Statuto</b>				
STRUMENTO	MODELLO	PARAMETRO MISURATO	METODO DI MISURA	INCERTEZZA ESTESA
Analizzatore API	200E	NO-NO <sub>2</sub>	Chemiluminescenza	7.6% <sup>10</sup>
Analizzatore API	M400E	O <sub>3</sub>	Assorbimento UV	9% <sup>11</sup>
PM10 TECORA	Charlie-sentinel	PM10	Gravimetria	14.0%

Nel mese di ottobre 2020 è stato effettuato un interconfronto tra gli analizzatori presenti sui due laboratori mobili propedeutico alla campagna di monitoraggio. La valutazione della compatibilità tra le coppie di dati misurati è stata effettuata tramite l'applicazione dell'algoritmo della regressione ortogonale. **Tale analisi ha evidenziato la perfetta compatibilità per monossido di azoto, Ozono e PM10 ma non ottimali per il biossido di azoto (come evidenziato nella tabella seguente in cui vengono riportati gli output dell'analisi di regressione ortogonale per i due parametri).** In accordi con il Servizio Tarature Arpa si è quindi proceduto a effettuare una nuova taratura degli analizzatori di NOx nel mese di dicembre 2020 e ad un nuovo periodo in parallelo, con esito positivo.

$\beta_1$	=	1,5690	
$\beta_0$	=	-4,3510	
ic $\beta_1$	da	1,147	a 2,252
ic $\beta_0$	da	-16,3	a 7,6
$r(X,Y)$	=	0,888421569	

$\beta_1$	=	0,9910	
$\beta_0$	=	-2,2550	
ic $\beta_1$	da	0,812	a 1,209
ic $\beta_0$	da	-5,5	a 1,0
$r(X,Y)$	=	0,950077012	

<b>BIOSSIDO DI AZOTO</b>
--------------------------

<b>MONOSSIDO DI AZOTO</b>
---------------------------

Output Regressione ortogonale NO<sub>2</sub>-NO-Coefficiente angolare ( $\beta_1$ ), intercetta ( $\beta_0$ ) e intervalli di confidenza

<sup>7</sup> Rapporto di Taratura 2020\_063\_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 12/2020

<sup>8</sup> Rapporto di Taratura 2020\_058\_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 06/10/2020

<sup>9</sup> Da Procedura Arpa U.RP.H505

<sup>10</sup> Rapporto di Taratura 2020\_062\_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 12/2020

<sup>11</sup> Rapporto di Taratura 2020\_057\_RdT-Servizio Tarature Arpa Piemonte del 06/10/2020

## 5. SCELTA DEI PUNTI DI MISURA

I due siti di monitoraggio in Asti, Piazza Statuto (SITO NON GREEN) e Parco della Resistenza (SITO GREEN), sono indicati in figura seguente in colore giallo (figura 1) unitamente alle stazioni di traffico urbano di Asti-Baussano e di fondo urbano di Asti-D'Acquisto (in colore verde). Come visibile i punti si trovano all'interno della circoscrizione interna, in area di centro urbano. La distanza tra le due postazioni 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 2,8 ha 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 inerbito 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.





**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)**

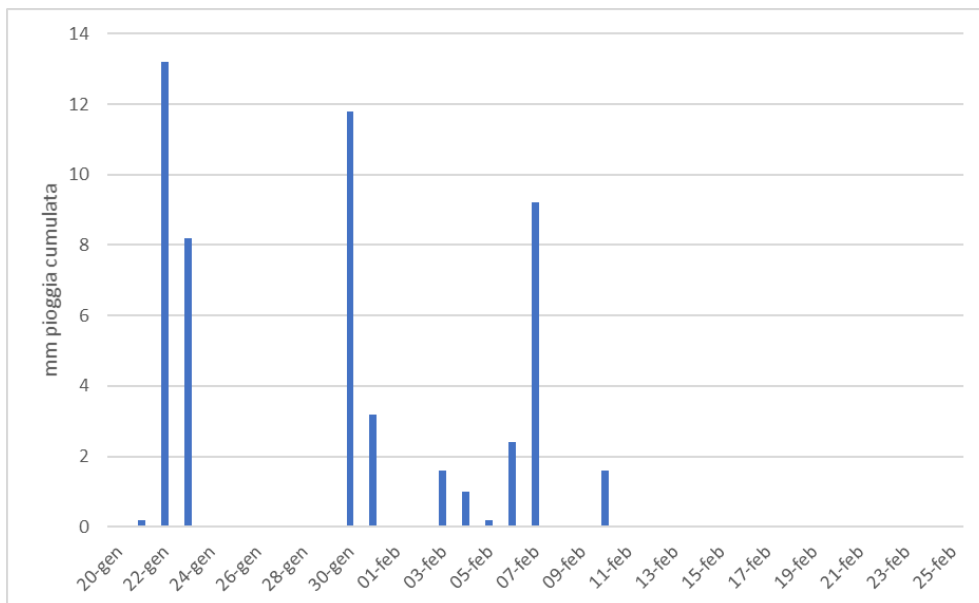
Questo punto di monitoraggio si trova in Piazza Statuto all'interno della ZTL comunale, in area pedonale ad elevato soleggiamento e con scarsa o assente presenza di verde. Il suolo non è permeabile, la pavimentazione è a porfido.



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

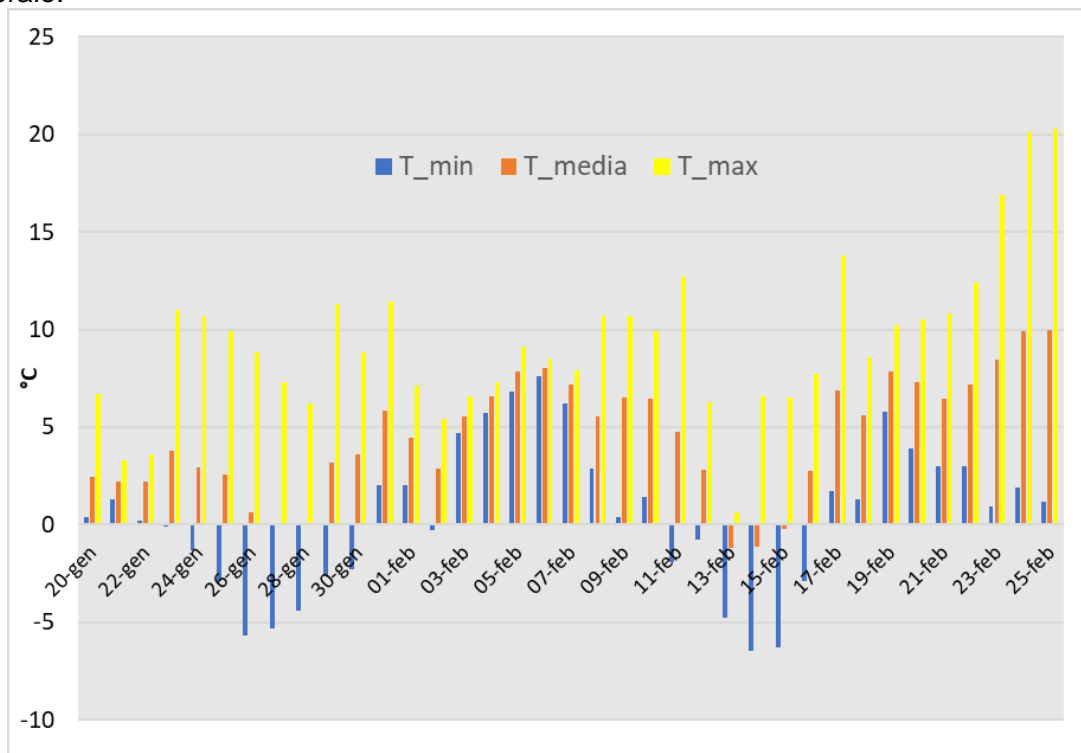
## 6. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA DEL PERIODO DI MISURA

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-Penna<sup>12</sup>. Nel grafico seguente sono riportati i mm di pioggia cumulata giornaliera relativi al periodo di monitoraggio.



*Asti-Penna-mm pioggia cumulata dal 20 gennaio al 26 febbraio 2021*

Le temperature minime, medie e massime misurate nell'intero periodo di monitoraggio che risultano coerenti con la situazione rilevata a livello regionale, vengono raffigurate nel grafico seguente. Dai dati acquisiti si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 20.3°C registrata il 25 febbraio, la media di 4.7 °C e la minima di -6.5°C il 14 febbraio.



*Asti-Penna-temperature minime-medie-massime dal 20 gennaio al 26 febbraio 2021*

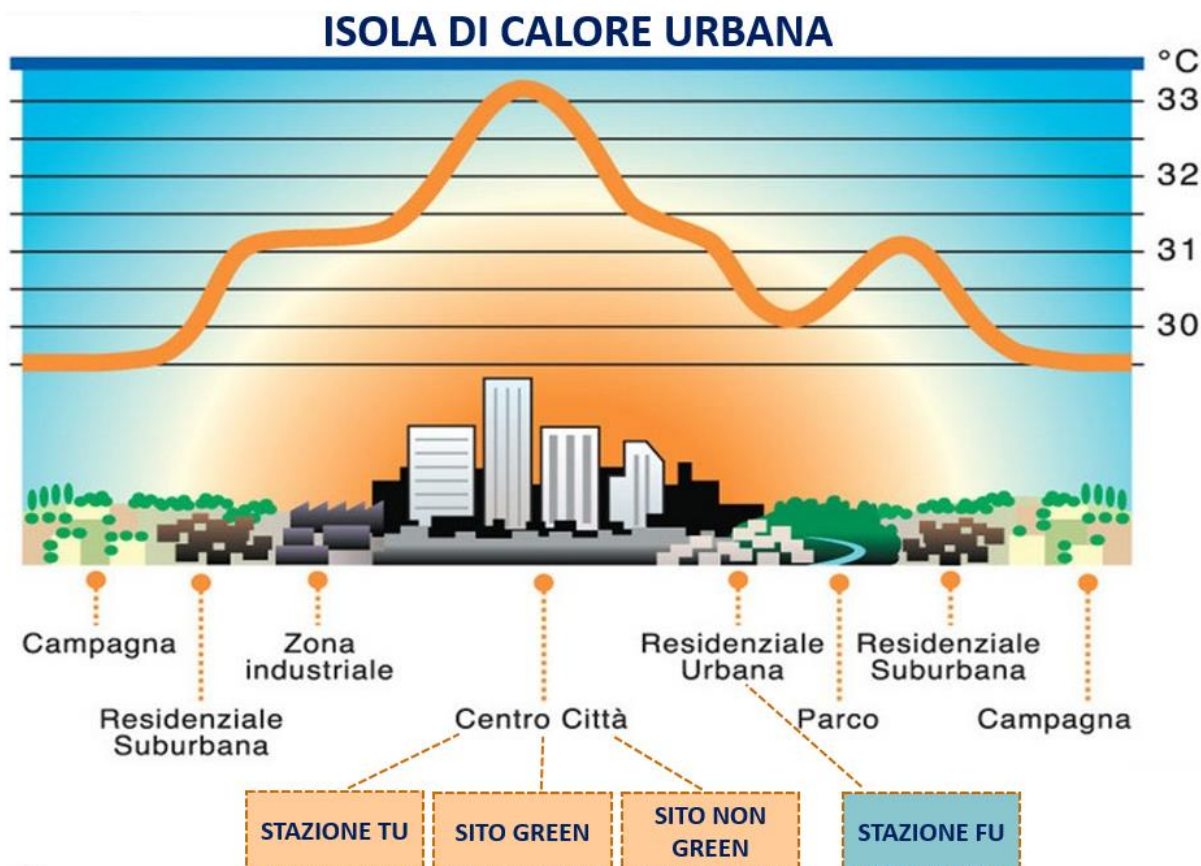
<sup>12</sup> [http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/meteo/osservazioni/rete-meteoidrografica/anagrafica-stazioni.html?delta=2&ID\\_VENUE=21548](http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/meteo/osservazioni/rete-meteoidrografica/anagrafica-stazioni.html?delta=2&ID_VENUE=21548)

## 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, insieme all'umidità relativa e alla radiazione solare globale, sono normalmente i parametri più interessanti da analizzare, soprattutto in periodo estivo in quanto, come risaputo, in contesti densamente urbanizzati si riscontrano variazioni del profilo giornaliero della temperatura a causa della presenza dell'isola di calore urbana, per cui nel centro urbano si riscontrano temperature di diversi gradi superiori a quelle della periferia meno urbanizzata.



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 nelle stazioni della Rete meteo idrografica gestita da Arpa Piemonte di Asti-Penna e Asti-Tanaro, ubicate esternamente al centro urbano.

#### 7.1.1 TEMPERATURA

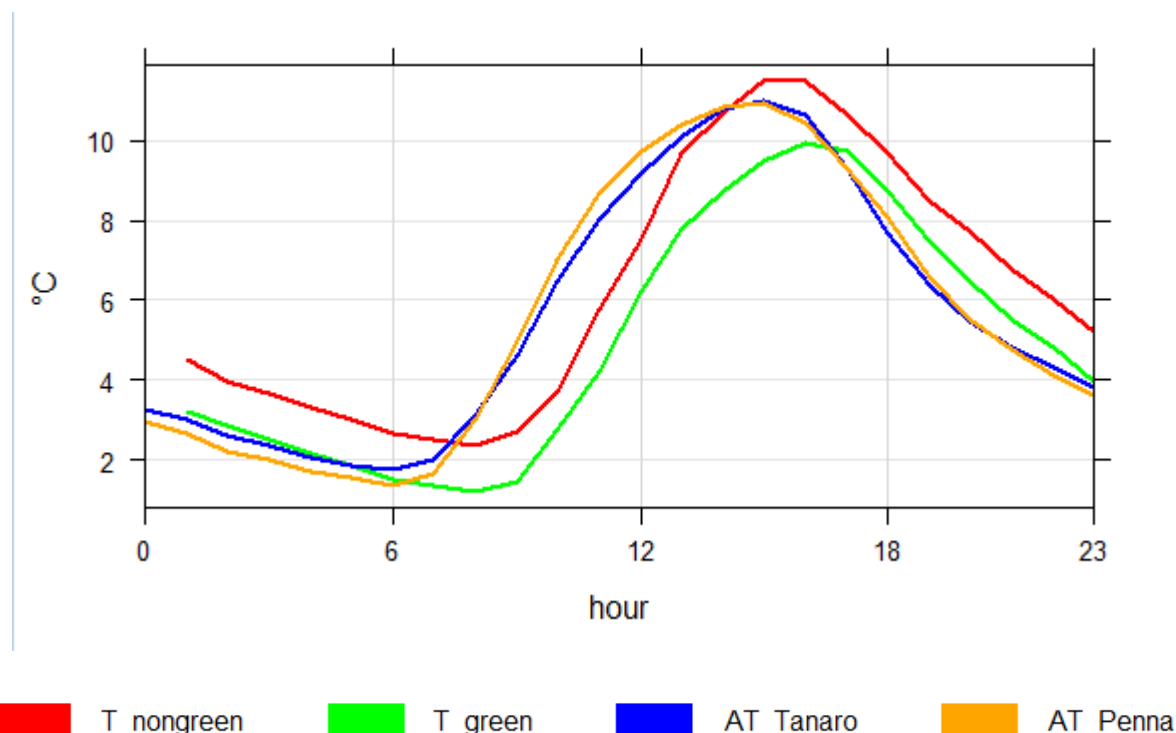
Relativamente al parametro temperatura sono stati analizzati i dati acquisiti nel periodo 09 febbraio-25 febbraio 2021. Come evidenziato nella tabella seguente l'analisi delle temperature medie giornaliere evidenzia differenze tra le diverse postazioni:

	Temperatura minima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura massima (°C)
Asti-Penna	-6.3	5.6	20.3
Asti-Tanaro	-5.6	5.6	20.0
Piazza Statuto (NONGREEN)	-5.0	6.2	23.0
Parco della Resistenza (GREEN)	-6.1	4.9	20.0

Il centro urbano (postazione NONGREEN) presenta valori più elevati rispetto a quanto misurato nella prima periferia a causa dell'effetto dell'isola di calore urbana con un innalzamento delle temperature medie pari a  $+0.8^{\circ}\text{C}$  come già riscontrato nelle altre campagne di misura e di circa  $+3^{\circ}\text{C}$  sulle temperature massime.

I valori minimi e medi determinati presso il sito GREEN risultano invece inferiori sia a quanto misurato presso la postazione NONGREEN sia rispetto a quanto determinato presso le stazioni periferiche, mentre le temperature massime sono del tutto confrontabili con le due stazioni meteo di Asti Penna e Tanaro.

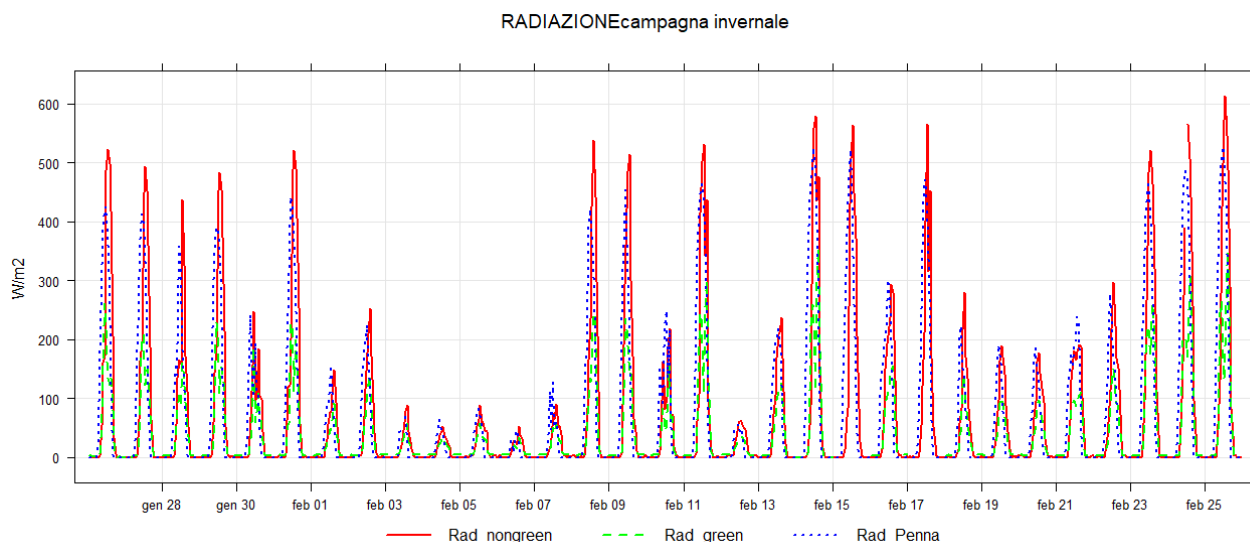
L'analisi del giorno tipo, ovvero di come varia nel corso della giornata la temperatura, evidenzia come nelle ore notturne le temperature misurate in città siano più elevate rispetto alla periferia perché durante la notte la superficie urbanizzata rilascia il calore immagazzinato nelle ore diurne, riscaldando l'aria. Nel sito NONGREEN le temperature risultano tutto il giorno più elevate rispetto a quello GREEN, mentre i valori determinati presso le due stazioni meteo Arpa Penna e Tanaro sono praticamente identici.



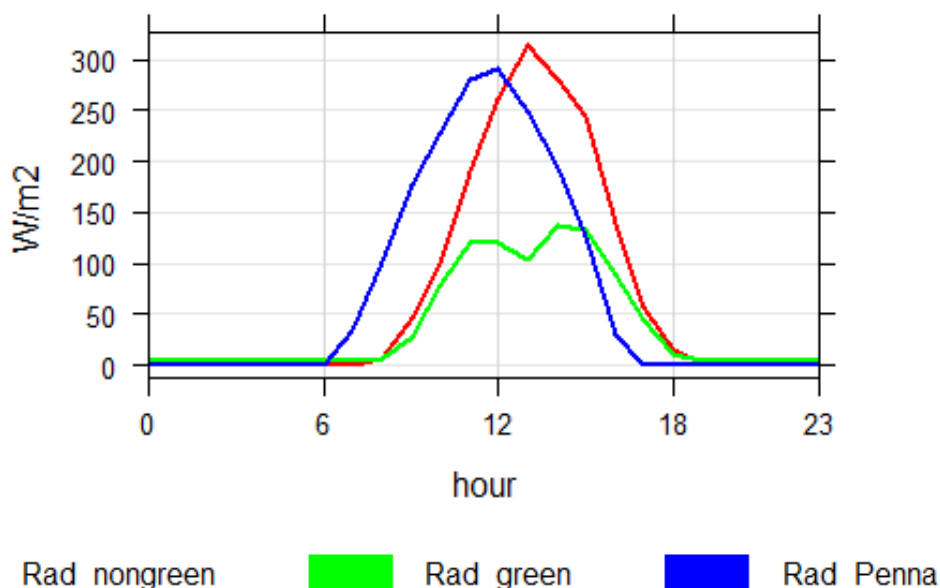


### 7.1.2 RADIAZIONE SOLARE GLOBALE

Considerando i dati di irraggiamento al suolo è ancora più evidente l'effetto della vegetazione che, sebbene in inverno l'effetto schermante sia limitato alle sole piante sempreverdi, determina una forte riduzione della radiazione, circa 1/3 degli altri siti nelle ore di massimo irraggiamento. Ciò è dovuto sia all'effetto schermante del verde sulla radiazione diretta sia ad un maggior assorbimento e, quindi, ad un ridotto effetto riflettente delle superfici a verde (prato e foglie) rispetto alle superfici a più elevata riflettività come gli edifici e la pavimentazione in pietra.



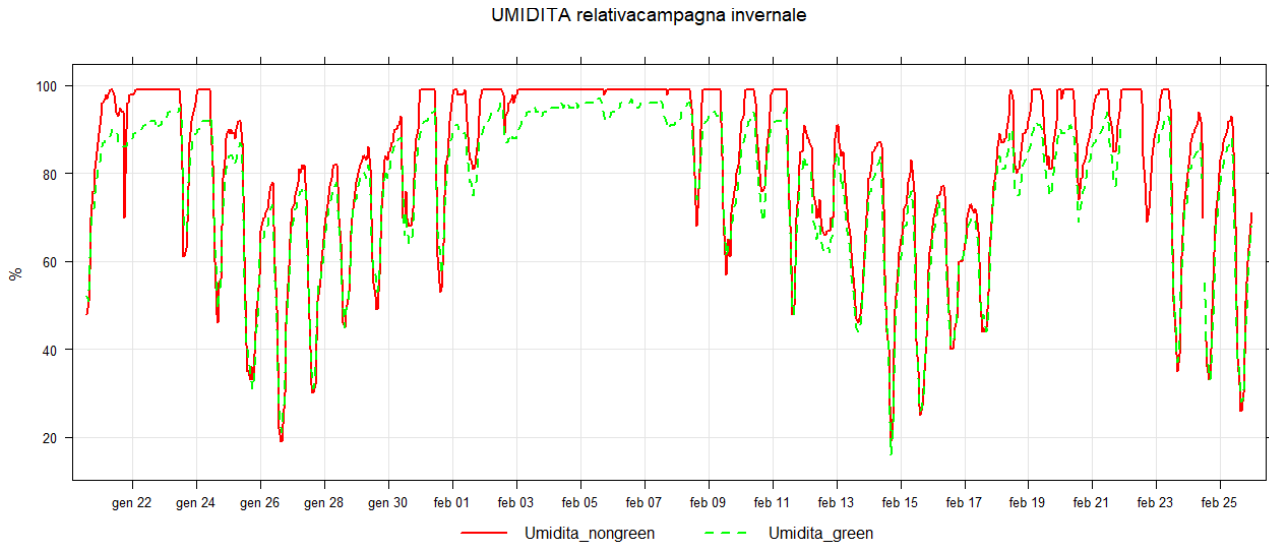
*Radiazione solare globale-time-plot dell'irraggiamento orario rilevato dal 26/01/21 al 25/02/21 ad Asti (in rosso postazione "non green" Piazza Statuto, in verde postazione "green" Parco della Resistenza) e presso stazione Arpa Asti-Penna (in blu)*



*Radiazione solare globale-giorno tipo*

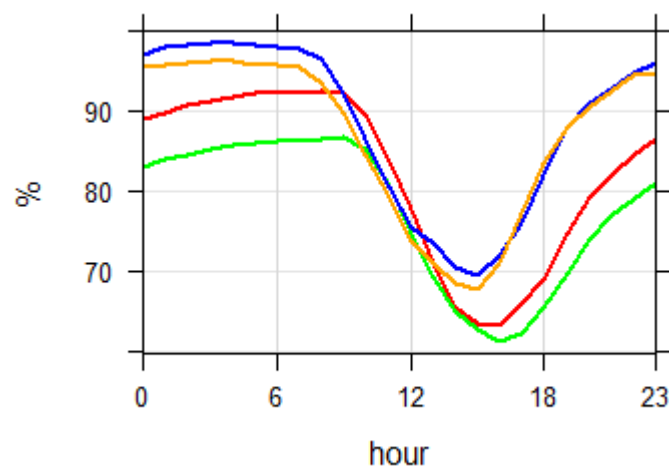
### 7.1.2 UMIDITA'

Nel grafico seguente vengono raffigurati i valori di umidità relativa misurati presso le due postazioni di monitoraggio nel periodo di misura. Come visibile i valori raggiungono valori prossimi al 100% negli episodi di pioggia e nelle notti seguenti a tali episodi.



*Umidità relativa percentuale-time-plot concentrazioni orarie rilevate dal 26/01/21 al 25/02/21 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza)*

Analizzando invece il grafico del giorno tipo relativo al parametro si può osservare che i valori di umidità relativa sono minimi nelle ore centrali della giornata sia presso le postazioni GREEN e NONGREEN che presso le stazioni Arpa esterne al centro urbano a causa dell'irraggiamento solare. I valori sono maggiori, in particolare nelle ore notturne, fuori dal centro cittadino, mentre i livelli misurati presso il sito NONGREEN risultano sempre superiori a quelli riscontrati presso il sito GREEN dalle 15 alle 10 del mattino, con un unico periodo di sovrapposizione dei dati dalle ore 12 alle 15 circa. Complessivamente i valori medi di umidità relativa risultano pari a 77,4% presso il punto GREEN, a 81,9% presso il punto NONGREEN e a 88,3% presso la stazione di Asti Penna (86,9% presso Asti-Tanaro).



■ Umidita\_nongreen    ■ Umidita\_green    ■ Umidita\_Penna    ■ Umidita\_Tanaro

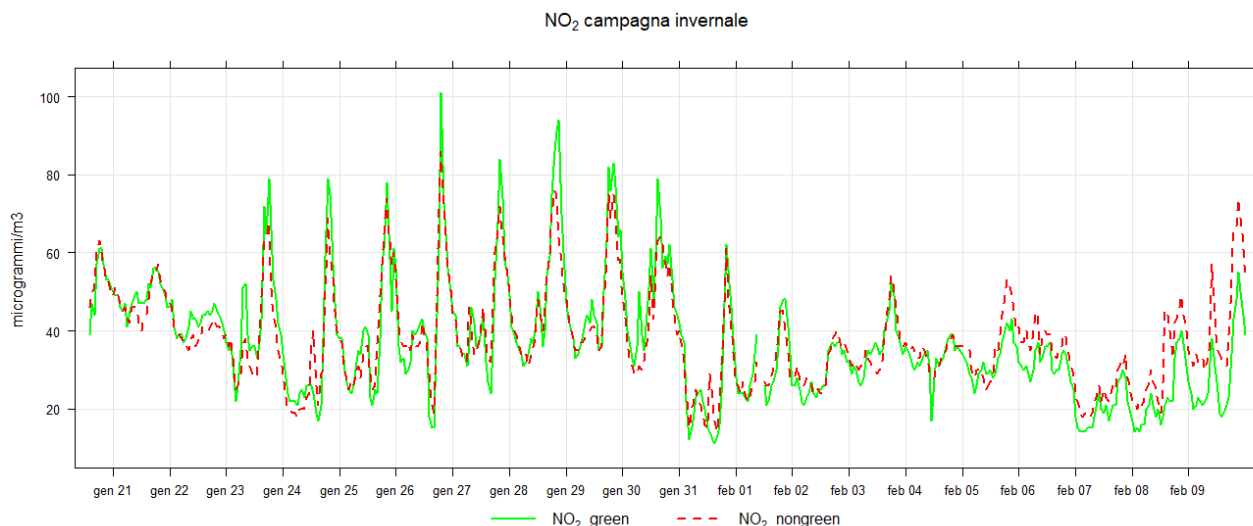
*Umidità relativa percentuale-giorno tipo*

## 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 20 gennaio e il 09 febbraio 2021.

Nel grafico seguente viene rappresentato l'andamento delle concentrazioni orarie di Biossido di azoto NO<sub>2</sub> rilevate nel sito GREEN e NONGREEN nel periodo considerato. Come visibile sia i valori misurati sia le modulazioni sono quasi perfettamente corrispondenti.



*NO<sub>2</sub>-time-plot concentrazioni orarie rilevate dal 20/01/2021 al 09/02/2021 ad Asti (in rosso postazione "nongreen" Piazza Statuto, in verde postazione "green" Parco della Resistenza)*

Per un'analisi più dettagliata le concentrazioni minime-medie e massime di NO<sub>2</sub> rilevate nel periodo di misura nelle due postazioni di misura e nelle stazioni fisse di traffico e fondo urbano presenti ad Asti sono state sintetizzate nella tabella seguente unitamente al grafico box-plot che rappresenta la distribuzione delle concentrazioni orarie dell'inquinante.

Sono state prese in considerazione solo le giornate con tutti e tre i valori presenti.

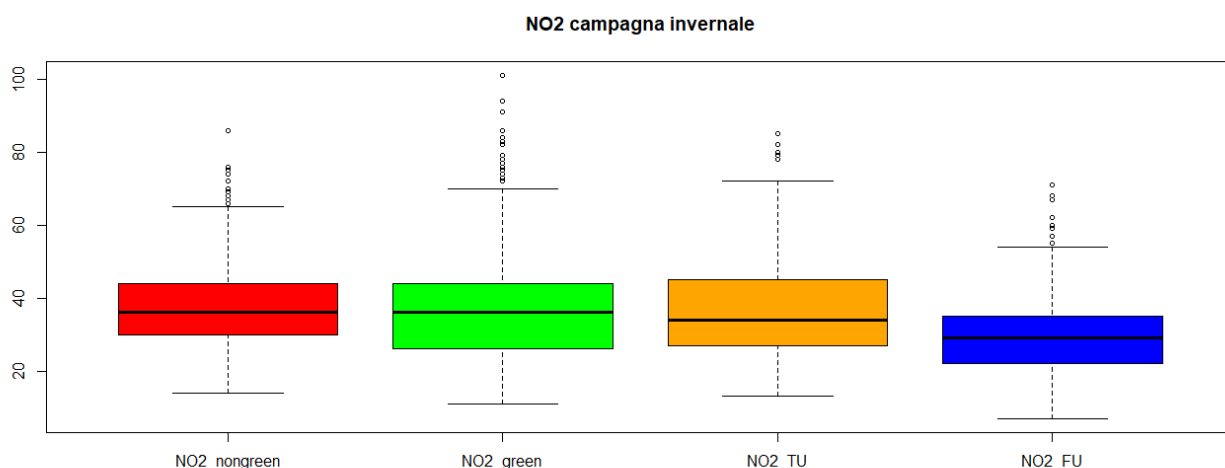
Come visibile le concentrazioni medie dell'inquinante rilevate nel sito GREEN risultano perfettamente compatibili sia con quanto rilevato nella postazione NONGREEN sia con quanto determinato nella stazione di traffico urbano di Asti-Baussano, con un incremento pari a circa +27% rispetto a quanto misurato nella stazione di fondo urbano.

Solo le concentrazioni massime del sito GREEN risultano superiori a quanto determinato nel punto NONGREEN di circa il 17% come già rilevato nella campagna di misura autunnale 2019 e in quella estiva 2018. Sembra quindi essere confermata l'ipotesi che la presenza di un parco alberato non abbia effetti migliorativi rispetto ad una zona pedonale sul biossido di azoto anche nella stagione invernale.

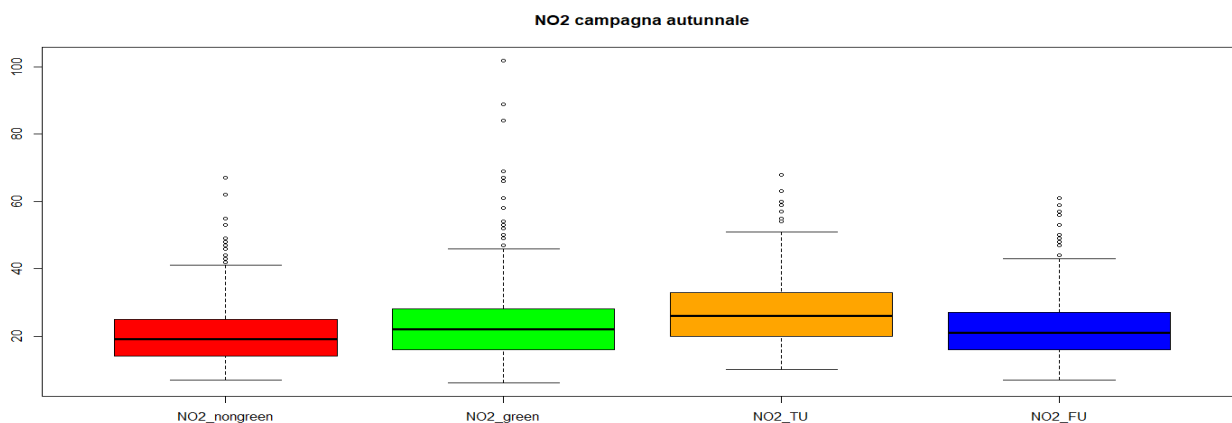
Relativamente a quanto misurato nelle stazioni fisse, contrariamente a quanto rilevato nella stagione autunnale 2019, non si evidenziano differenze significative con quanto misurato nella stazione di traffico urbano. L'effetto della ZTL sembra quindi "non migliorare" i livelli dell'inquinante.

NO <sub>2</sub>	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
Concentrazioni minime	14 µg/m <sup>3</sup>	11 µg/m <sup>3</sup>	13 µg/m <sup>3</sup>	7 µg/m <sup>3</sup>
Concentrazioni medie	38 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>	29 µg/m <sup>3</sup>
Concentrazioni massime	86 µg/m <sup>3</sup>	101 µg/m <sup>3</sup>	85 µg/m <sup>3</sup>	71 µg/m <sup>3</sup>

*NO<sub>2</sub>. Concentrazioni minime-medie-massime periodo di misura 2021*



*NO<sub>2</sub>-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*



*NO<sub>2</sub>-Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 18/09/19 al 05/11/19 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti*

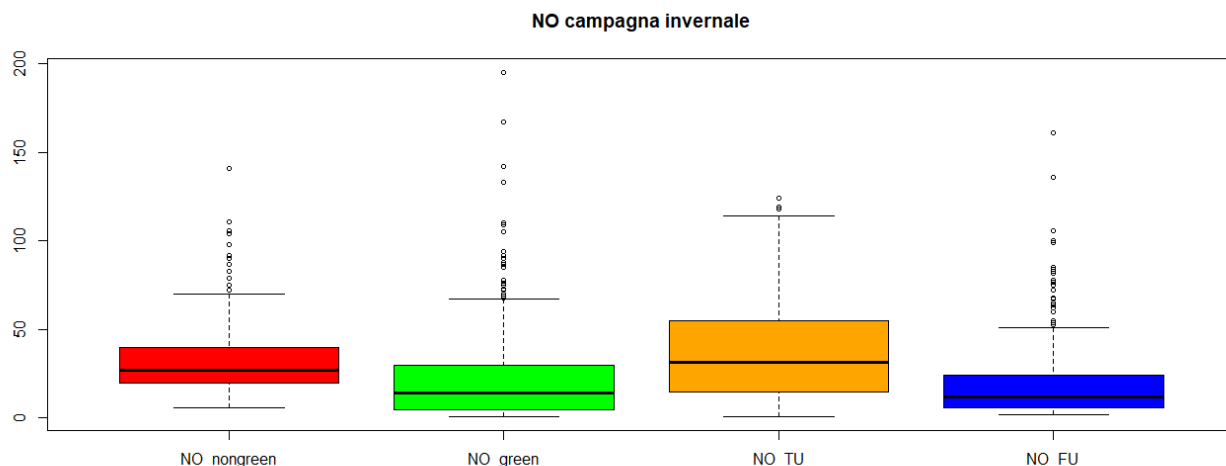
Per quanto riguarda l'ossido di azoto NO le concentrazioni medie misurate presso la postazione NONGREEN risultano superiori sia a quanto rilevato presso la postazione GREEN con una differenza percentuale pari a circa il 45% sia a quanto misurato presso la stazione di fondo urbano e si “allineano” con quanto misurato presso la stazione di traffico urbano.

Le concentrazioni massime misurate presso il sito GREEN risultano invece significativamente più elevate sia in relazione a quanto determinato presso la postazione NONGREEN sia rispetto alla stazione di traffico urbano, anche i box plot evidenziano la presenza di una serie di sporadici valori massimi più elevati che potrebbero indicare l'occorrenza di episodi sporadici di emissioni di ossidi di azoto da una sorgente prossima al punto di rilevazione.

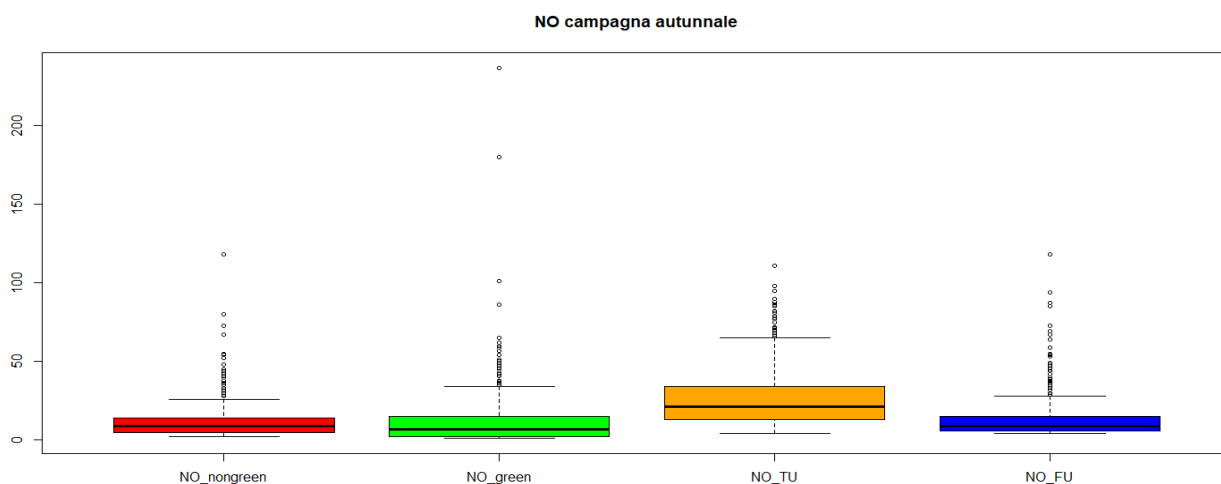
Nella campagna autunnale 2019 non si erano invece riscontrate differenze tra le concentrazioni medie misurate nelle due postazioni GREEN e NONGREEN, mentre già nel 2019 si rilevavano picchi di inquinamento da NO presso la postazione del Parco.

NO	Sito NONGREEN	Sito GREEN	Asti TU	Asti FU
Concentrazioni minime	6 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>
Concentrazioni medie	32 µg/m <sup>3</sup>	22 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>	18 µg/m <sup>3</sup>
Concentrazioni massime	141 µg/m <sup>3</sup>	195 µg/m <sup>3</sup>	124 µg/m <sup>3</sup>	161 µg/m <sup>3</sup>

NO. Concentrazioni minime-medie-massime periodo di misura 2021



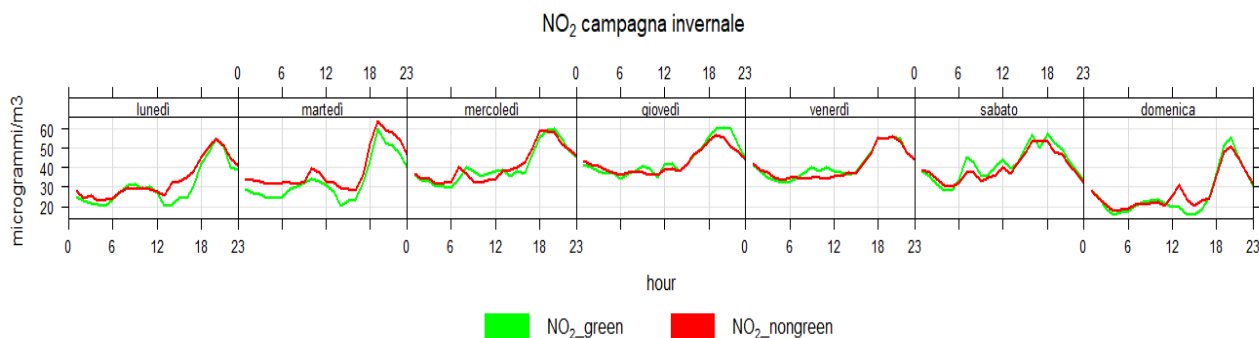
*NO.Box-plot, concentrazioni orarie rilevate dal 20/01/2021 al 09/02/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti*



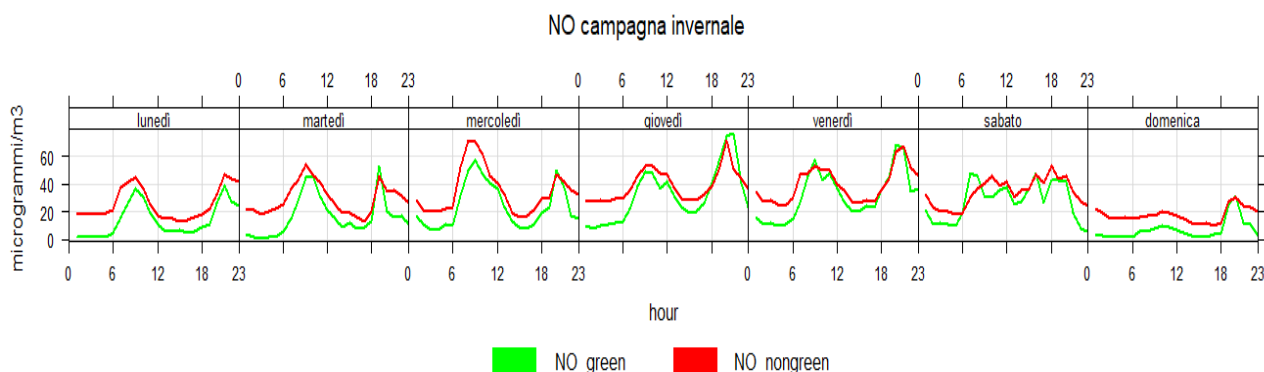
*NO.Box-plot, concentrazioni orarie rilevate dal 18/09/19 al 05/11/19 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti*

Considerando l’andamento delle concentrazioni medie orarie per monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) nei vari giorni della settimana si può osservare come le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> rilevate presso il sito GREEN seguano perfettamente sia l’andamento sia i valori misurati presso la postazione NONGREEN in tutte le ore del giorno e in tutti i giorni della settimana.

Mentre per quanto riguarda il NO risultano sempre superiori per il sito NONGREEN ben visibile nel picco mattutino relativo alla giornata di mercoledì, giorno in cui è presente il mercato cittadino.



*Giorno tipo NO<sub>2</sub>. In verde postazione “green” -Parco della Resistenza, in rosso postazione “non green” Piazza Statuto*



*Giorno tipo NO. In verde postazione “green” -Parco della Resistenza, in rosso postazione “non green” Piazza Statuto*

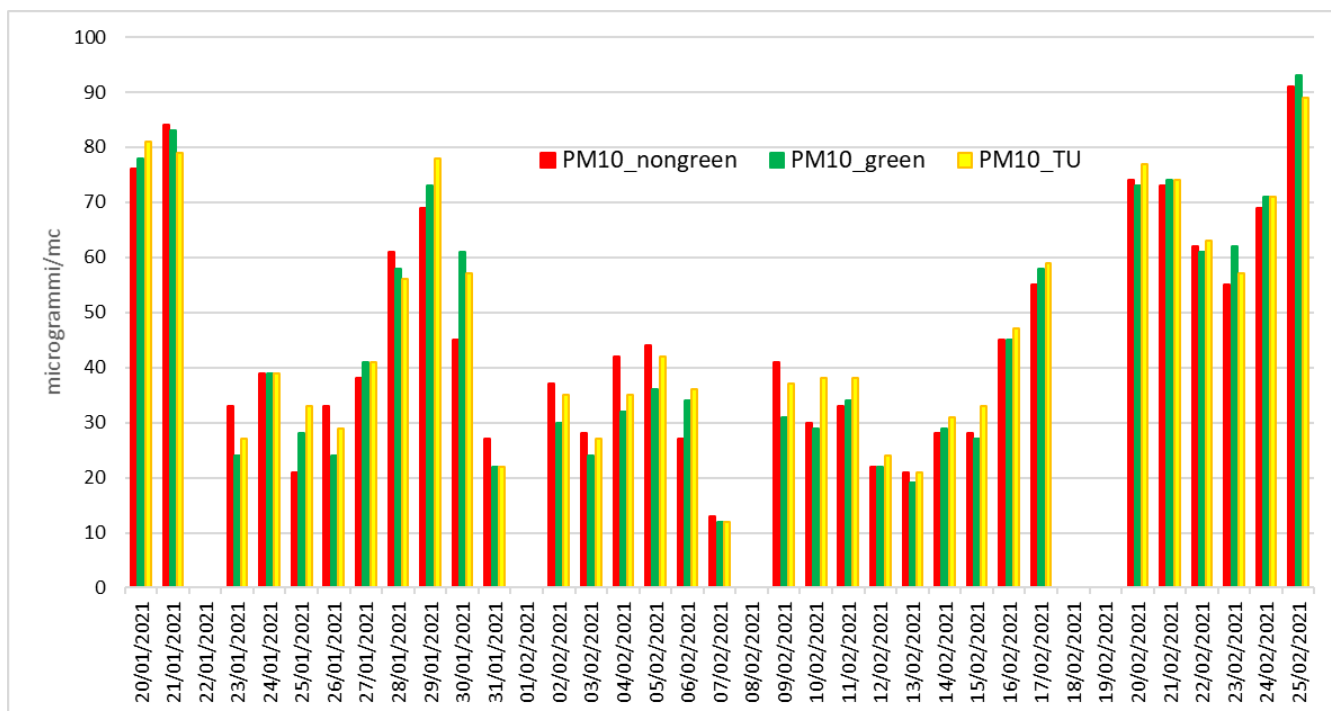
### 7.2.2 POLVERI PM10

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, non sono state considerate le giornate del 22 gennaio-01febbraio-08 febbraio e 18 e 19 febbraio 2021 per assenza di dati su qualche sito.

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

*PM10. Concentrazioni minime-medie-massime periodo di misura*

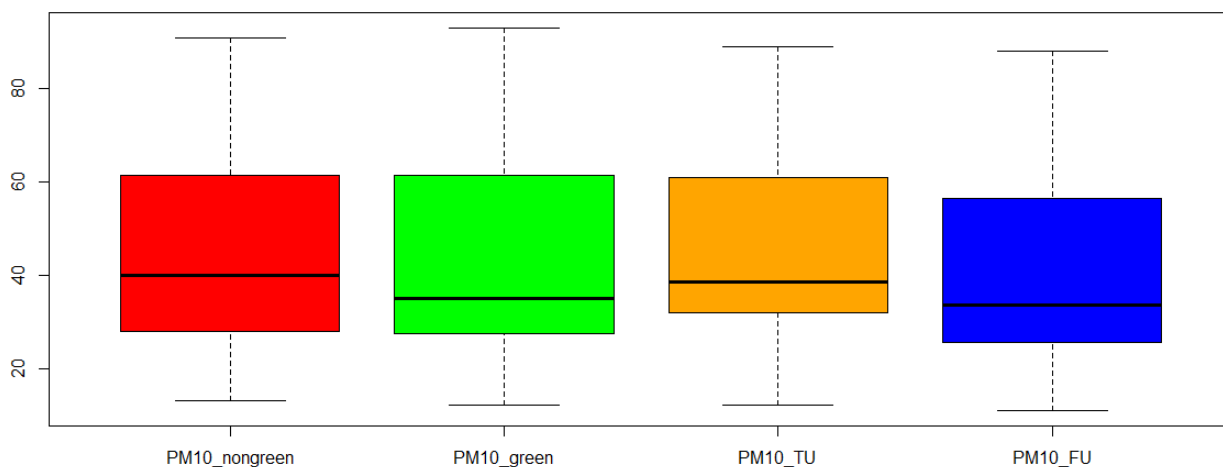
Nel grafico seguente vengono rappresentate le concentrazioni giornaliere di PM10 misurate nei due siti GREEN e NONGREEN confrontata con quella rilevata presso la stazione da traffico di Asti\_Baussano. Come visibile l'abbassamento delle temperature medie di fine gennaio e metà febbraio ha determinato un innalzamento dei livelli di polveri presso tutti i siti così come le piogge del 22, 30 gennaio e 7 febbraio ne hanno determinato un abbassamento. Da notare inoltre l'innalzamento dei valori ben oltre il limite giornaliero di 50 microgrammi/m<sup>3</sup> imposto dalla Normativa a partire dal 20 febbraio 2021.



PM10-time-plot concentrazioni giornaliere rilevate dal 20/01/2021 al 25/02/2021 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza e stazione fissa RRQA di traffico urbano)

Relativamente al periodo di indagine è possibile affermare che le concentrazioni misurate presso le quattro postazioni sono praticamente identiche: le minime differenze riscontrate rientrano nell’incertezza della misura che è pari al 14%. La differenza più significativa tra sito NONGREEN e GREEN si ha sul 50°percentile ovvero sulla mediana della due popolazioni di dati. Come già evidenziato nella campagna autunnale l’accensione dei riscaldamenti domestici “annulla” l’effetto della Z.T.L. sulle concentrazioni dell’inquinante mentre l’assenza di foglie nelle specie caducifoglie e la probabile degradazione delle strutture fogliari deputate alla cattura delle polveri, come le cere fogliari nelle sempreverdi, porta a una NON riduzione dei livelli di polveri sottili.

**PM10 campagna invernale**



PM10.Box-plot concentrazioni giornaliere rilevate dal 20/01/21 al 26/02/21 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza) e stazioni fisse RRQA Asti



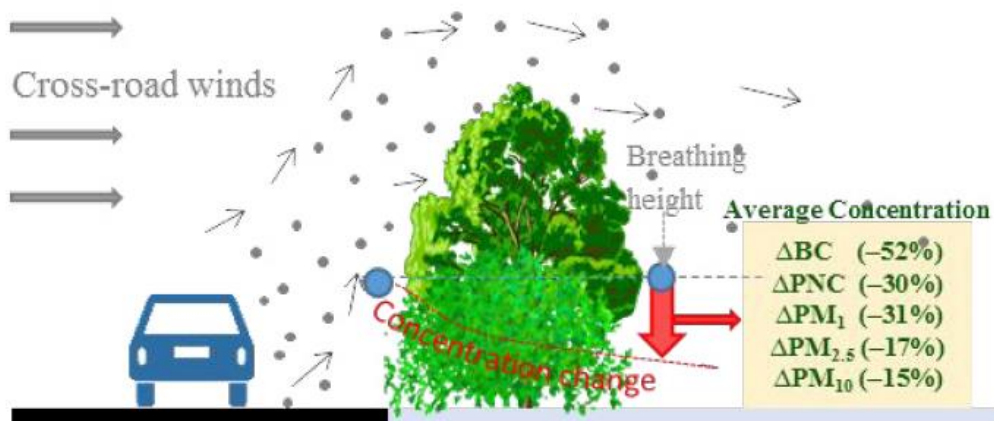
In entrambe le postazioni “green” e “non green” del centro urbano si delinea una condizione di inquinamento intermedio tra quanto registrato dalla stazione da traffico di Asti-Baussano e quella di fondo urbano di Asti-D’Acquisto: si registra infatti un aumento percentuale pari al 9,8% delle concentrazioni medie di PM10 rispetto a quanto misurato nella stazione di fondo urbano di Asti-D’Acquisto e una diminuzione del 4,3% rispetto a quanto rilevato presso la postazione di misura di traffico urbano. Tuttavia, come già evidenziato le differenze rientrano nell’incertezza di misura relativa al metodo gravimetrico utilizzato, stimata attorno al 14%.

PERIODO	Copie di dati a disposizione	Media PM10 sito non GREEN	Media PM10 sito GREEN	Scostamento %
07-17/08/2018	6	19	16	-15%
17/10-14/11/2019	23	34	31	-9%
20/01-26/02/2021	32	45	45	0%

PM10. Confronto concentrazioni medie campagne di monitoraggio effettuate

Le differenze tra valori di PM10 nelle varie stagioni e nei differenti siti verranno ulteriormente approfondite nel corso del 2021; ciò è indispensabile per analizzare i risultati ottenuti e correlarli con le analisi al microscopio elettronico eseguite dai ricercatori del gruppo IBIMET-CNR di Bologna sui campioni di foglie prelevati presso il Parco della Resistenza. L’abbattimento delle polveri da parte del verde urbano è infatti un fenomeno complesso e ancora poco indagato che dipende da una molteplicità di fattori che includono la composizione chimica e la distribuzione dimensionale del particolato, la dimensione e tipologia delle specie arboree, la loro posizione rispetto alle sorgenti ed allo spostamento delle masse d’aria, nonché la capacità di sequestro da parte dell’apparato fogliare in funzione del periodo vegetativo e dello stato di conservazione delle foglie stesse. Quest’ultimo punto sarà oggetto specifico di ricerca nell’ambito del progetto da parte di IBE-CNR.

La figura sotto riportata<sup>13</sup>, riassume gli effetti di riduzione di concentrazione di particolato emesso dal traffico per effetto di una barriera verde.



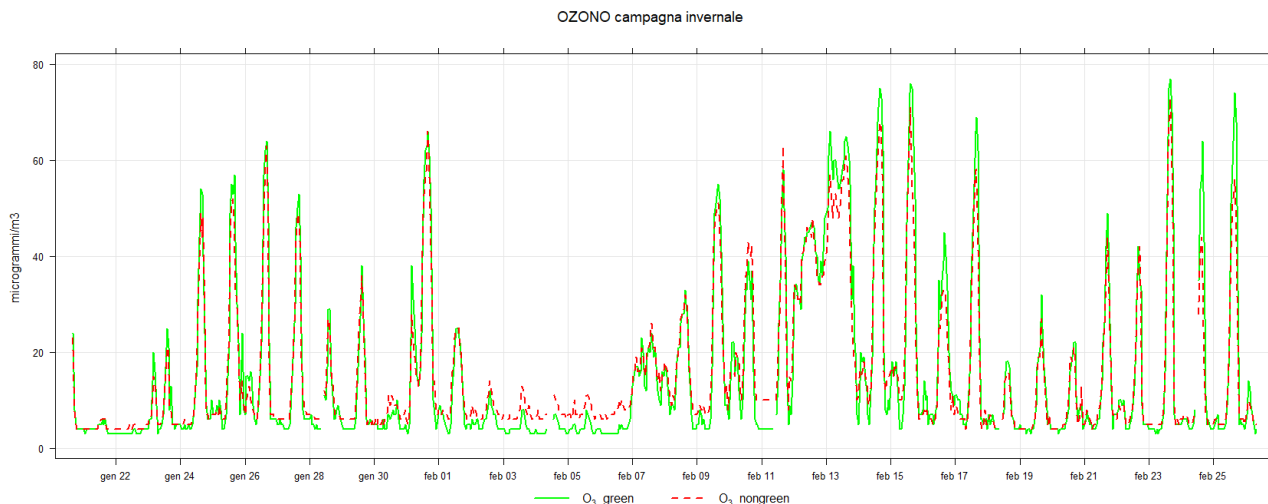
The above figure was extracted from Abhijith and Kumar (2019), who found pollutant concentration reductions downwind of hedge-tree combination barriers for BC (black carbon), PNC (particle number concentrations), PM1 (particulate matter with aerodynamic diameter <1 μm), PM2.5 (particulate matter with aerodynamic diameter <2.5 μm), and PM10 (particulate matter with aerodynamic diameter <10 μm).

Come già anticipato, Arpa Piemonte effettuerà in aggiunta la determinazione di IPA e metalli ed altre eventuali analisi di speciazione chimica sui filtri di PM10 campionati per completare il quadro di indagine in relazione alle analisi sui campioni di foglie.

<sup>13</sup> Prashant Kumar, KV Abhijith, and Yendle Barwise , «Implementing Green Infrastructure for Air Pollution Abatement: General Recommendations for Management and Plant Species Selection» University of Surrey 2019

### 7.2.3 OZONO (O<sub>3</sub>)

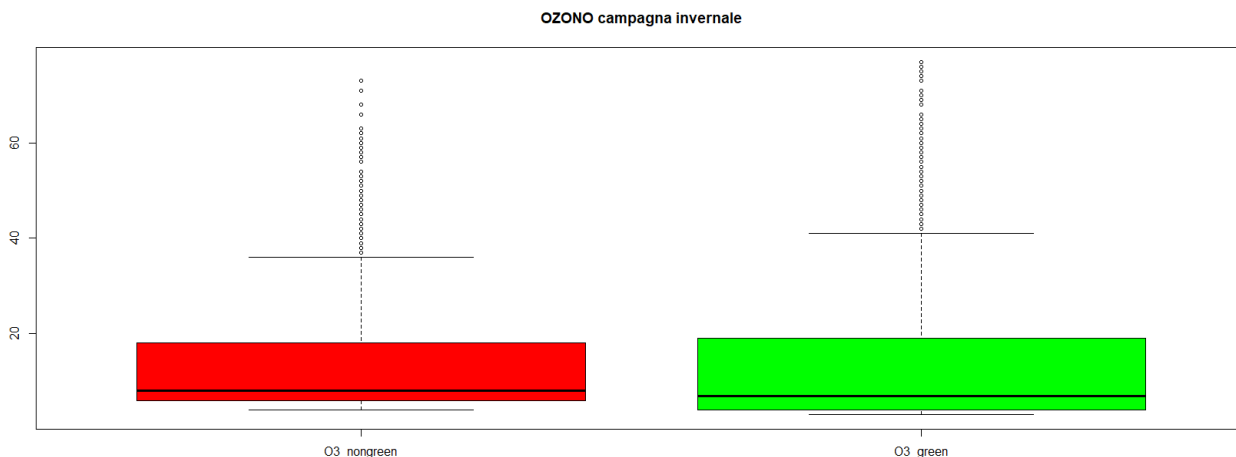
Come per gli ossidi di azoto le elaborazioni seguenti sono state effettuate considerando le giornate ove erano presenti e validate entrambe le copie di dati.



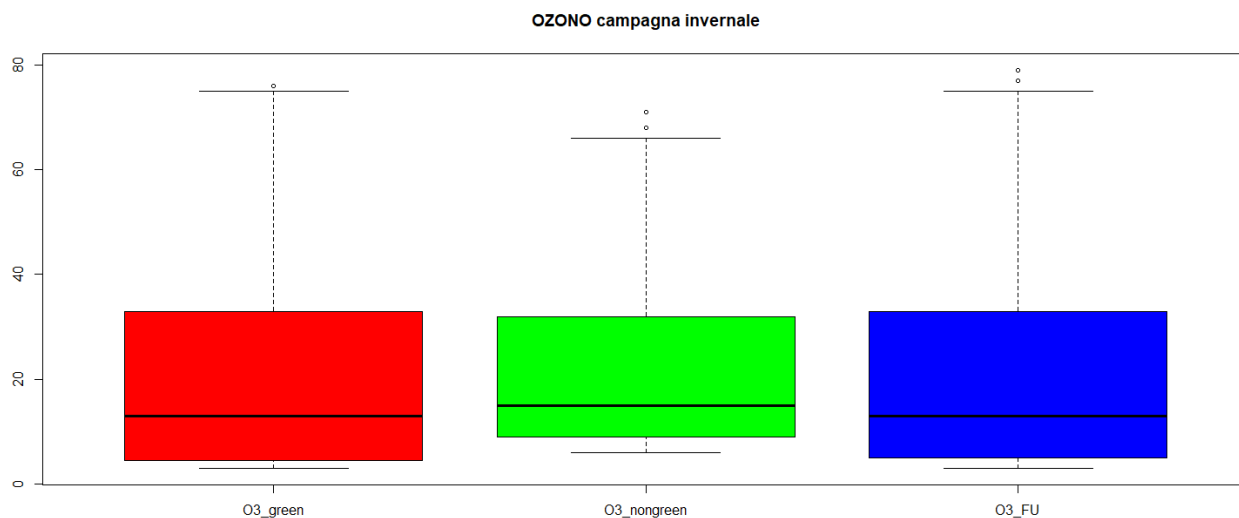
*Time plot Ozono. In verde postazione “green” -Parco della Resistenza, in rosso postazione “non green” Piazza Statuto*

Nel box-plot sottostante le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate presso i due siti di monitoraggio GREN e NONGREEN vengono confrontate tra loro. Come visibile le concentrazioni di Ozono rilevate presso il Parco della Resistenza sono molto simili a quelle rilevate presso la postazione NONGREEN, non si osservano infatti differenze percentuali significative sulle concentrazioni misurate superiori all'incertezza stimata attorno al 9%.

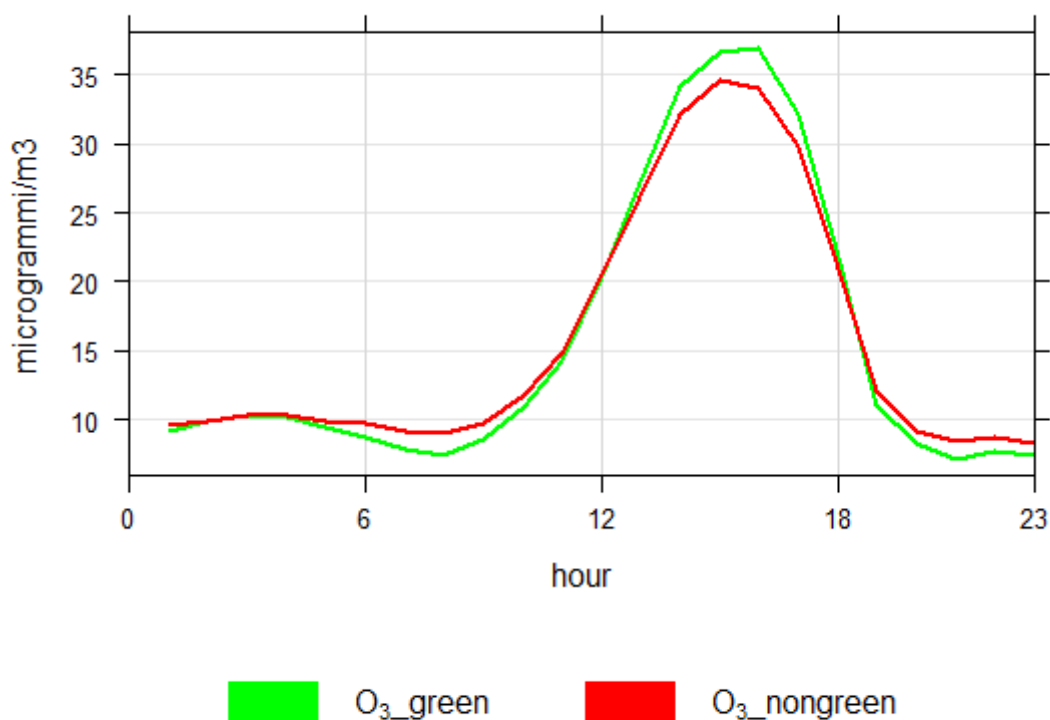
Relativamente alla stagione invernale l'effetto delle alberature sembra quindi non influire sui valori dell'inquinante, come invece osservato nelle campagne autunnale ed estiva. I valori sono del tutto confrontabili con quelli rilevati nella stazione di fondo urbano di Asti-D'Acquisto.



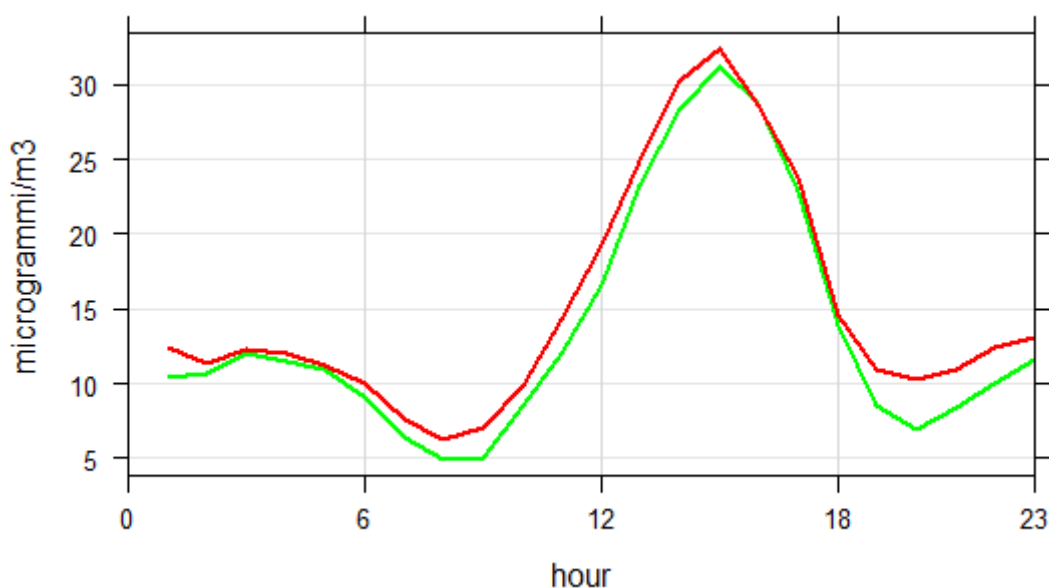
*Ozono.Box-plot concentrazioni orarie rilevate dal 20/01/21 al 25/02/21 ad Asti (in rosso postazione “non green” Piazza Statuto, in verde postazione “green” Parco della Resistenza)*



L'andamento del giorno tipo evidenzia come nella postazione NONGREEN le concentrazioni dell'inquinante siano leggermente superiori a quelle misurate nella postazione GREEN dalle 05:00 alle 11:00 circa e dalle 18:00 alle 24:00, mentre nelle ore centrali della giornata la postazione GREEN registra livelli leggermente superiori, "effetto" non osservato nella campagna autunnale 2019, ma comunque occorre precisare che gli scostamenti rilevati sono sempre comparabili con l'incertezza di misura.



*Ozono.giorno tipo periodo 20/01/21 al 25/02/21*






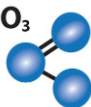
*Ozono:giorno tipo periodo 17/10/19 al 02/11/19*

## 8. CONCLUSIONI

L'indagine svolta si colloca nell'ambito del progetto regionale "Urban Forestry 2021-2023", che vede come partner del Settore Progettazione Strategica e Green Economy della Regione Piemonte, I.P.L.A. S.p.A., C.R.E.A., IBE\_CNR e Arpa Piemonte Dipartimento Sud-Est per quanto concerne un progetto pilota di monitoraggio e raccolta di dati microclimatici e di qualità dell'aria nel Comune di Asti a partire dal 2021. Obiettivo dello studio è quello di valutare la capacità delle piante presenti in un parco urbano della città di Asti di trattenere gli inquinanti in funzione delle varie fasi vegetative. Il ruolo di Arpa è quello di raccogliere in ogni stagione dati di misura della qualità dell'aria e dei principali parametri microclimatici al fine di quantificare i benefici, in termini di miglioramento della qualità dell'aria e di mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, apportati dalla vegetazione presente in ambiente urbano. L'indagine viene svolta con l'utilizzo di due laboratori mobili collocati in due postazioni, una presso un parco urbano coperto da vegetazione e l'altra presso un sito di confronto in area omogenea ma senza presenza di verde.

La prima campagna di monitoraggio 2021 qui presentata si è svolta in periodo invernale, dal 20 gennaio al 26 febbraio, presso le due aree comunali prescelte per lo studio e caratterizzate da differente presenza di vegetazione: Piazza Statuto (**sito NON GREEN**) in zona soggetta a ZTL e i giardini pubblici di Parco della Resistenza (**sito GREEN**) entrambi dislocati in area centrale. Le postazioni individuate sono le stesse già impiegate in analoghi monitoraggi preliminari svoltisi nel 2018 e 2019.

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti nella campagna invernale 2021 confrontati con quelli eseguiti nelle due precedenti campagne autunnale ed estiva.

	INVERNO 2021	AUTUNNO 2019	ESTATE 2018
<b>TEMPERATURA</b>			
	Si osservano differenze tra le postazioni di misura, con un innalzamento dei valori presso il punto NON-GREEN rispetto a quello GREEN pari a +0,5°C sulle Tmedie e +3°C sulle Tmax	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Si osservano differenze tra le postazioni di misura con una riduzione delle Tmedie pari al 14% nella postazione GREEN rispetto a quella NON-GREEN.
<b>POLVERI SOTTILI PM10</b>			
	Non si evidenziano differenze significative tra quanto rilevato presso il sito NON-GREEN, quello GREEN e le stazioni di fondo e traffico urbano. Sia l'effetto della ZTL che del parco alberato non apportano benefici evidenti rispetto alle concentrazioni di PM10 misurate.	Il sito GREEN non evidenzia differenze apprezzabili rispetto al sito NON-GREEN. L'effetto della ZTL, punto di misura NON_GREEN, non ha evidenziato riduzioni del PM10 in confronto con quanto misurato nella stazione da traffico urbano.	Il sito GREEN evidenzia una riduzione pari a circa il 15% rispetto al sito NON GREEN. L'effetto congiunto ZTL +parco alberato porta ad una riduzione della componente primaria delle PM10 pari a circa il 35%. La presenza della ZTL, punto di misura NON_GREEN, evidenzia una riduzione del PM10 pari al 20% rispetto alla stazione da traffico.
<b>BIOSSIDO DI AZOTO</b>			
	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN. La presenza di un parco alberato non sembra avere effetti migliorativi sulle concentrazioni dell'inquinante rispetto a quanto misurato presso la ZTL.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN. L'alberatura ostacola probabilmente la distruzione di biossido di azoto in favore della formazione di ozono alterando quindi il ciclo foto stazionario presente tra le varie specie chimiche.
<b>OZONO</b>			
	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Il sito GREEN non evidenzia differenze apprezzabili rispetto al sito NON-GREEN.	Si osserva un effetto positivo dell'area GREEN con riduzioni del 20-25% di Ozono estivo rispetto al sito NON_GREEN.

I risultati relativi al periodo invernale sembrano, dal punto di vista degli inquinanti monitorati, non evidenziare differenze tra le due postazioni, con alberi e senza alberi, in termini quantitativi. Ciò potrebbe essere legato sia alla minore canopea presente sia ai cambiamenti fisiologici stagionali tipici della vegetazione oltre al fatto che l'azione mitigativa è limitata solo alle sempreverdi. Quanto sin qui osservato sarà integrato con i risultati delle osservazioni e analisi effettuate su campioni di foglie prelevate dal gruppo di ricerca IBE\_CNR parallelamente alla campagna di misura.

Per quanto riguarda i parametri fisici meteorologici (temperatura, radiazione solare e umidità) viene confermato anche nella stagione invernale un innalzamento dei valori nella postazione centrale di Piazza Statuto con una differenza di 3°C circa sui valori massimi rispetto a quanto rilevato nel Parco urbano e in periferia per effetto dell'isola di calore urbana che nella postazione con vegetazione viene "assorbita" dalla presenza delle piante. Similmente considerando i dati di irraggiamento al suolo l'effetto della vegetazione determina una riduzione della radiazione solare globale rispetto alla postazione assoluta della piazza, sebbene in inverno l'effetto schermante sia limitato alle sole piante sempreverdi. Ciò è dovuto sia all'effetto schermante del verde sulla radiazione diretta sia ad un maggior assorbimento e, quindi, ad un ridotto effetto riflettente delle superfici a verde (prato e foglie) rispetto alle superfici a più elevata riflettività come gli edifici e la

pavimentazione in pietra. I valori medi di umidità relativa risultano invece maggiori in periferia rispetto al centro urbano.

La sperimentazione, come programmato, continuerà anche in periodo primaverile ed estivo e i risultati verranno integrati con i dati di IPA e metalli determinati sui filtri di PM10.

## **9. BIBLIOGRAFIA**

- Antoine P.R. Jeanjean, Riccardo Buccolieri, James Eddy, Paul S. Monk, Roland J. Leigh “Air quality affected by trees in real street canyons: The case of Marylebone neighbourhood in central London” **URBAN FORESTRY & URBAN GREENING 22(2017)41-53**
- Sara Janhall “Review on urban vegetation and particle air pollution e Deposition and dispersion”-**ATMOSPHERIC ENVIRONMENT 105(2015) 130-137**
- A.P.R. Jeanjean, P.S. Monks, R.J. Leigh “Modelling the effectiveness of urban trees and grass on PM2.5 reduction via dispersion and deposition at a city scale”, **ATMOSPHERIC ENVIRONMENT 147(2016) 1-10**
- K.V. Abhijith, Prashant Kumar, John Gallagher, Aonghus McNabola, Richard Baldauf , Francesco Pilla, Brian Broderick , Silvana Di Sabatino ,Beatrice Pulvirenti “Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments -A review” **ATMOSPHERIC ENVIRONMENT 162(2017) 71-86**
- Timm Kroeger, Robert I. McDonald, Timothy Boucher, Ping Zhang, Longzhu Wang “Where the people are: Current trends and future potential targeted investments in urban trees for PM10 and temperature mitigation in 27 U.S. Cities” **LANDSCAPE AND URBAN PLANNING 177(2018) 227-240**