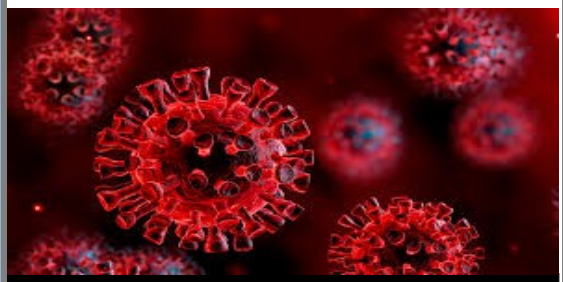
ARPA SICILIA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Analisi preliminare sulla Qualità dell'aria nella Regione Sicilia durante l'emergenza epidemiologica da COVID-19



Gennaio – Marzo 2020

La relazione è stata predisposta dalla Unità Operativa Complessa Qualità dell'Aria dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sicilia

Autori:

Anna Abita abita@arpa.sicilia.it

Riccardo Antero rantero@arpa.sicilia.it

Lucia Basiricò lbasirico@arpa.sicilia.it

Giuseppe Madonia gmadonia@arpa.sicilia.it

Nicolò Tirone ntirone@arpa.sicilia.it

INDICE

1. PREMESSA ——— pag.4
2. RIDUZIONE DELLA MOBILITA' ——— pag.5
2.1 ANALISI GENNAIO 2020 ——— pag.6
2.2 ANALISI FEBBRAIO 2020 ——— pag.7
2.3 ANALISI MARZO 2020 ——— pag.8
2.4 CONFRONTI TRA GENNAIO FEBBRAIO E MARZO 2020 ——— pag.9
3. APPORTO DEI MACROSETTORI ALLE EMISSIONI DI NOX, PARTICOLATO FINE E BENZENE ——— pag.10
4.STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA PRESE IN ESAME ——— pag.13
5. DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA ——— pag.14
5.1 OSSIDI DI AZOTO E OZONO ——— pag.14
5.2 BENZENE ——— pag.25
5.3 PARTICOLATO FINE PM10 E PM2.5 ——— pag.36
6.CONCLUSIONI ——— pag.45

1.PREMESSA

L'epidemia da COVID-19 in Italia ha comportato l'adozione di una serie di misure per il contenimento del contagio, prima nelle regioni del nord e poi in Sicilia, che hanno determinato una riduzione delle pressioni antropiche per alcuni settori, e di conseguenza prodotto un miglioramento della qualità ambientale ed in particolare della qualità dell'aria.

Non per tutti gli inquinanti, indicatori della qualità dell'aria, si registrano riduzioni significative delle concentrazioni, così come non tutti i territori interessati (agglomerati urbani, zone industriali) risentono in egual misura della riduzione delle pressioni determinate dalle misure di contenimento.

Questa prima analisi che studia le variazioni delle concentrazioni di NOx, Benzene, PM10, PM2.5 e O_3, in un arco temporale molto limitato coincidente con l'adozione delle misure di contenimento, ci permette di confermare, almeno qualitativamente, l'impatto in particolare di alcuni macrosettori quali i trasporti stradali su alcuni inquinanti indicatori della qualità dell'aria, confermando quanto già noto sulla base degli inventari delle emissioni.

I provvedimenti adottati per il contenimento del contagio, che hanno avuto una significativa ricaduta sulla riduzione dei trasporti stradali,sono individuabili prima nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9 marzo 2020, che ha disposto il divieto di ogni forma di assembramento di persone in luoghi pubblici o aperti al pubblico e nel successivo Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 marzo 2020, il cosiddetto "Io resto a casa", che ha sospeso tutte le attività commerciali e di ristorazione non indispensabili permettendo la mobilità solo per comprovate esigenze lavorative o situazioni di necessità o spostamenti per motivi di salute. Tuttavia già prima, a partire dal 25 Febbraio, si era proceduto a una chiusura delle scuole per disinfezione straordinaria dei locali anche se esse hanno avuto luogo sul territorio siciliano a macchia di leopardo e in tempi diversi. La chiusura delle scuole di ogni ordine e grado è avvenuta in tutta la Sicilia a partire dal 5 Marzo. Si possono pertanto individuare due momenti con un impatto sempre maggiore nella riduzione dei trasporti stradali, quello compreso tra il 25 Febbraio e l'11 Marzo e quello successivo all'11 Marzo.

Una valutazione più completa tenendo conto di un arco temporale più esteso potrà essere condotta alla fine di questo periodo di emergenza sanitaria su tutti gli inquinanti rilevati dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, in relazione anche alle specifiche condizioni meteorologiche del periodo in esame.

2.RIDUZIONE DELLA MOBILITA'

L'ANAS costituisce in Italia il principale gestore della rete stradale ed autostradale d'interesse nazionale, formata da circa 29.000 chilometri d'infrastruttura. Tra le principali funzioni ad essa attribuite è ricompresa quella relativa alla raccolta di dati per l'erogazione di servizi d'informazione all'utenza veicolare.

I dati raccolti dall'ANAS alimentano l'Osservatorio nazionale del Traffico, che opera in diversi ambiti regionali attraverso la determinazione dei flussi veicolari in corrispondenza di prestabilite sezioni censuarie distribuite lungo tutte le direttrici di spostamento italiane.

Per ciascuna sezione censuaria vengono calcolati i valori medi del traffico giornaliero (TMG) distinti per giorno settimanale (lunedì, martedì, … , domenica), come media aritmetica dei volumi di traffico misurati (ovvero rilevati e validati dal sistema modellistico PANAMA) in ciascun giorno settimanale del mese in analisi.

I valori disponibili per ciascuna sezione, utilizzati nelle valutazioni dell'Osservatorio, sono rappresentati dal Traffico Giornaliero Medio Mensile (TMGM), il quale costituisce un indicatore derivato dalla media aritmetica del flusso veicolare medio di ciascun giorno settimanale.

Il TMGM viene calcolato per due macro classi di veicoli:

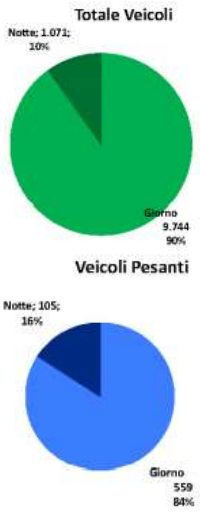
- i veicoli leggeri che raggruppano i motocicli, le auto con e senza rimorchio e furgoni o camion (la cui sagoma corrisponde alle tipologie con portata inferiore alle 3,5 t.) anch'essi con e senza rimorchio;
- i veicoli pesanti che aggregano tutti gli altri veicoli, ovvero i camion "grandi" (la cui sagoma corrisponde a tipologie con portata al di sopra delle 3,5 t), gli autotreni, gli autoarticolati e pulmann.

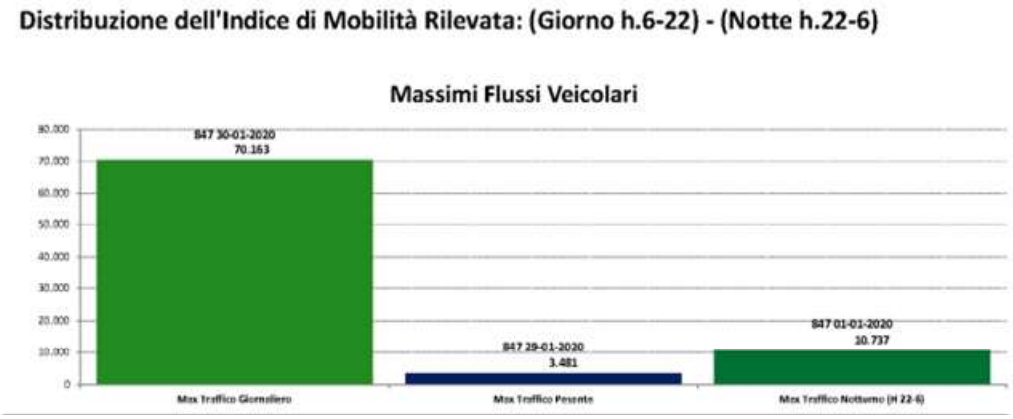
I dati medi presentati per gli aggregati territoriali, calcolati come medie aritmetiche dei valori disponibili per ciascuna sezione di conteggio, conducono alla definizione dell' "Indice di Mobilità Rilevata (IMR)".

I confronti inter-periodali vengono effettuati mediando, per ciascun ambito e come sopra descritto, i valori delle sole sezioni i cui dati risultano consistenti in entrambi i periodi scelti per il confronto (mese attuale/mese precedente).

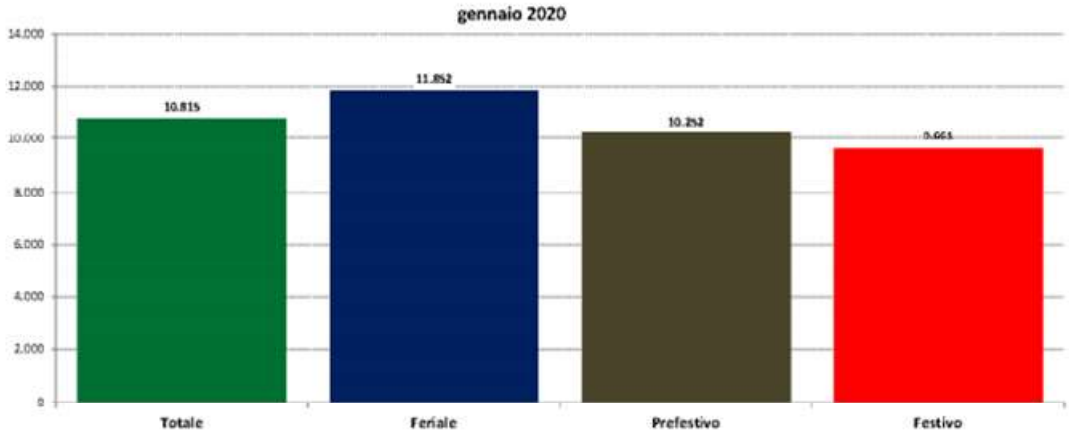
2.1 ANALISI GENNAIO 2020

L'analisi dei dati riferiti al mese di gennaio 2020, distinti in relazione al periodo diurno e notturno, mostrano sui massimi flussi veicolari una modesta incidenza del traffico notturno su quello giornaliero ed un limitato tenore del traffico medio pesante. Su circa 70000 veicoli il 5% è costituto da mezzi pesanti mentre il 15% da movimentazioni notturne.



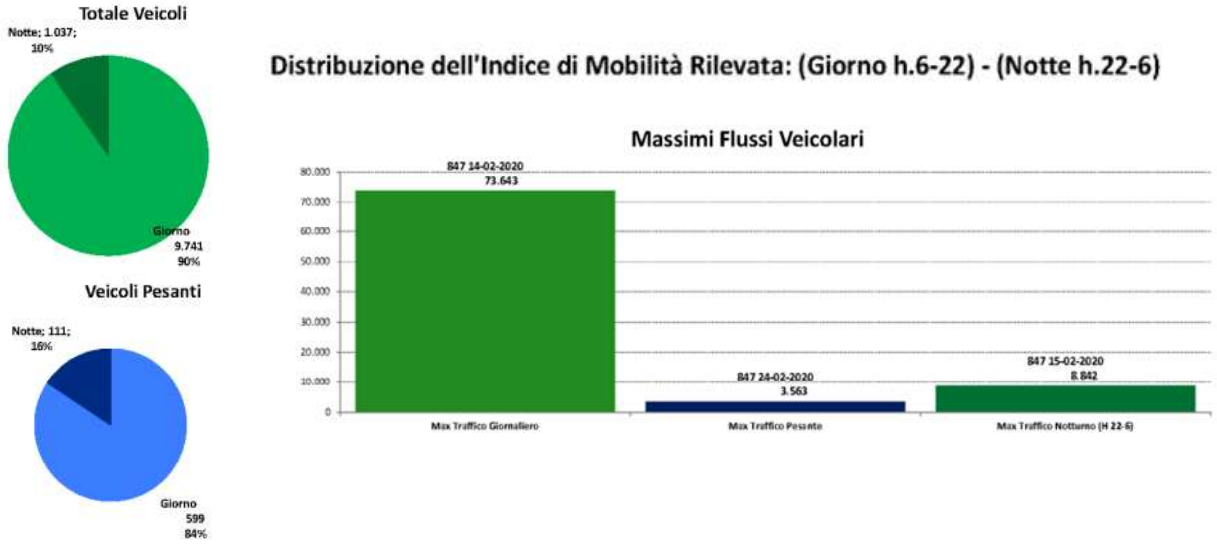


La suddivisione dei flussi veicolari in relazione alla tipologia di giorno settimanale indica che su una media totale di veicoli/giorno movimentati, pari a 10815, i giorni feriali incidono per più dell'8% della media, i prefestivi ed i festivi sono sotto media rispettivamente di 5% e 11%. Su 664 veicoli pesanti, il 16% ha transitato attraverso le stazioni censuarie di notte e l'84% di giorno. Rispetto ai 10815 veicoli movimentati nel mese di gennaio, il 10% ha effettuato spostamenti di notte mentre il 90% di giorno.

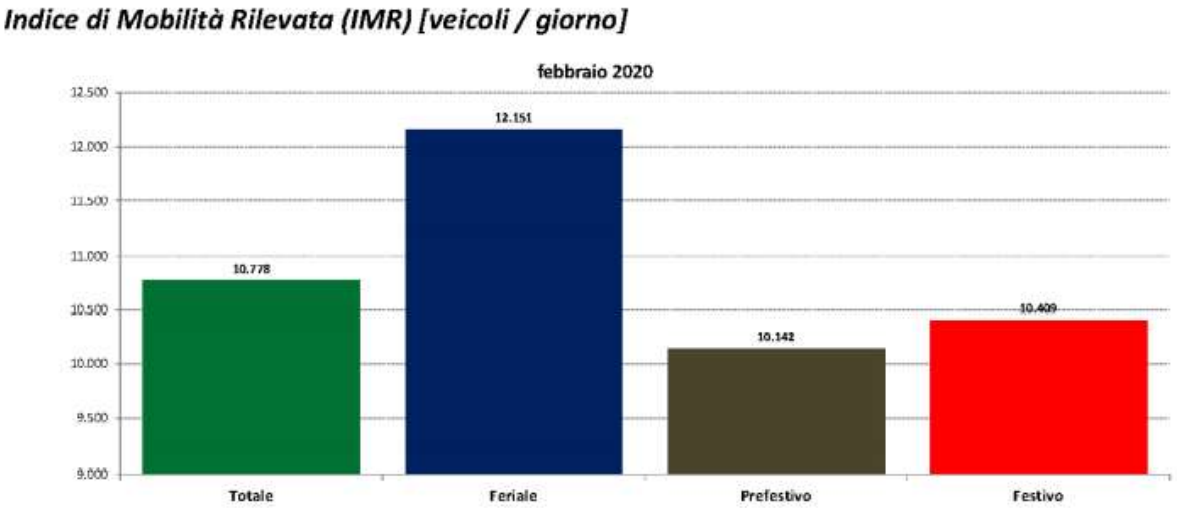


2.2 ANALISI FEBBRAIO 2020

L'analisi del mese di febbraio 2020, in relazione al periodo diurno e notturno, mostra sui massimi flussi veicolari una modesta incidenza del traffico notturno su quello giornaliero ed un limitato tenore del traffico medio pesante. Su circa 74000 veicoli il 5% è costituto da mezzi pesanti mentre il 12% da movimentazioni notturne.

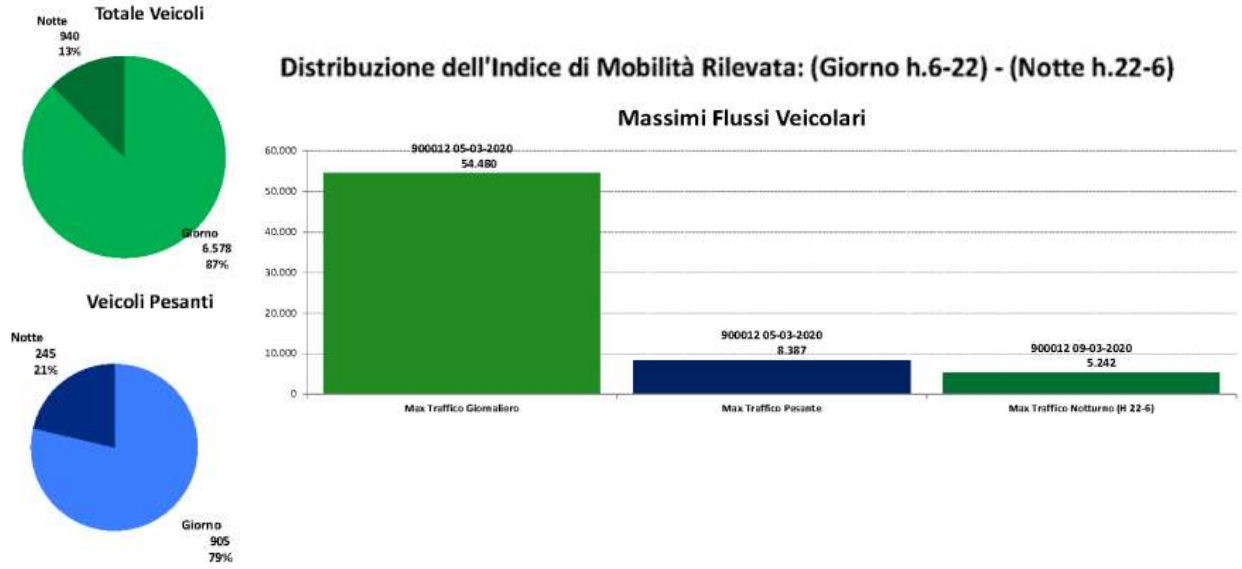


La suddivisione dei flussi veicolari in relazione alla tipologia di giorno settimanale indica che su una media totale di veicoli/giorno movimentati, pari a 10778, i giorni feriali incidono per più dell'11% della media, i prefestivi ed i festivi sono sotto media rispettivamente di 6% e 4%. Su 710 veicoli pesanti, il 16% ha transitato attraverso le stazioni censuarie di notte e l'84% di giorno. Rispetto ai 10778 veicoli movimentati nel mese di febbraio, il 10% ha effettuato spostamenti di notte mentre il 90% di giorno.

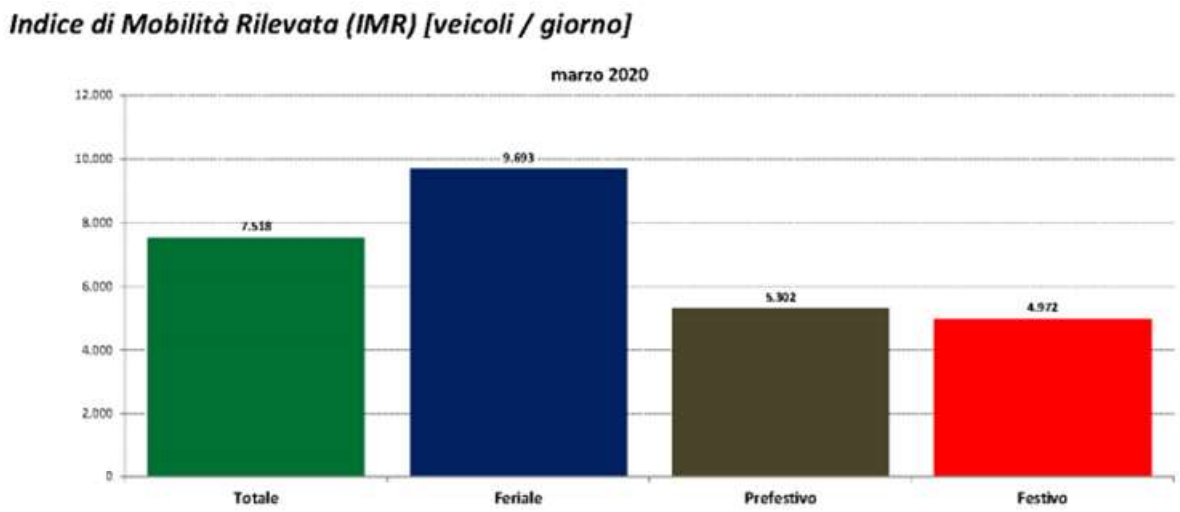


2.3 ANALISI MARZO 2020

L'analisi dei dati riferiti al mese di marzo 2020, distinti in relazione al periodo diurno e notturno, mostrano sui massimi flussi veicolari una modesta incidenza del traffico notturno su quello giornaliero ed un limitato tenore del traffico medio pesante. Su circa 55000 veicoli il 15% è costituto da mezzi pesanti mentre il 10% da movimentazioni notturne. I veicoli leggeri e medio-pesanti movimentati nel mese di marzo costituiscono pertanto l'80% circa degli spostamenti complessivi.



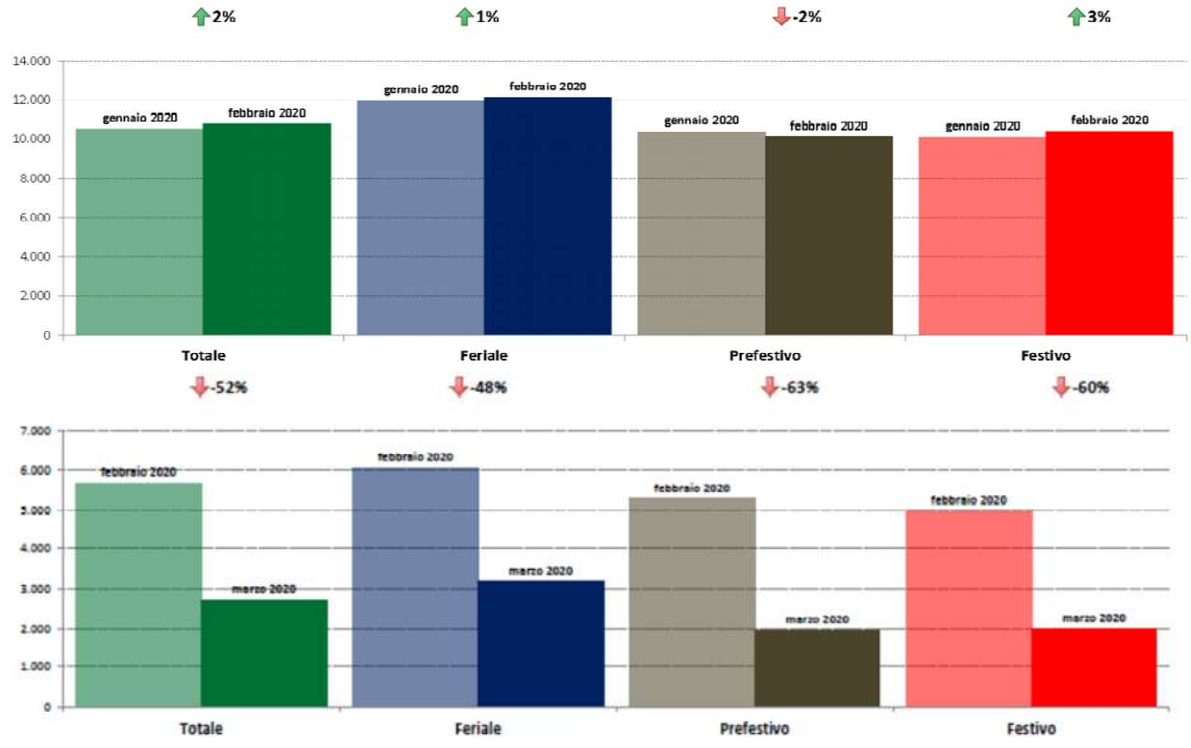
La suddivisione dei flussi veicolari in relazione alla tipologia di giorno settimanale indica che su una media totale di veicoli/giorno movimentati, pari a 7898, i giorni feriali incidono per più del 22% della media, i prefestivi ed i festivi sono sotto media rispettivamente di 30% e 34%. Su 1150 veicoli pesanti, il 21% ha transitato attraverso le stazioni censuarie di notte ed il 79% di giorno. Rispetto ai 7898 veicoli movimentati nel mese di marzo, il 13% ha effettuato spostamenti di notte mentre l'87% di giorno.



2.4 CONFRONTI TRA GENNAIO FEBBRAIO E MARZO 2020

Sono stati effettuati i confronti tra gli andamenti del traffico medio giornaliero nei mesi di febbraio contro gennaio 2020 e marzo contro febbraio 2020.

Tra gennaio e febbraio si nota un sostanziale mantenimento del livello dei flussi veicolari medi giornalieri, indipendentemente dalla tipologia di giorno esaminato (festivo, prefestivo, feriale). Viceversa, il confronto tra il mese di febbraio e marzo risente degli effetti delle misure di contenimento alla diffusione del Covid-19. In questo caso si può notare che il valore dei flussi è drasticamente dimezzato.



3.APPORTO DEI MACROSETTORI ALLE EMISSIONI DI NOX, PARTICOLATO FINE E BENZENE

Si riporta in questa sezione l'apporto agli ossidi di azoto NOx, al particolato fine PM10 e PM2.5 e al benzene delle attività classificate negli 11 macrosettori ricavati dall'inventario delle emissioni della Regione Siciliana del 2012.

Le figure 1, 2, 3 e 4 riportano l'apporto rispettivamente per il territorio regionale considerato complessivamente, per la zona Aree Industriali, per il comune di Palermo e per il comune di Catania.

Figura 1

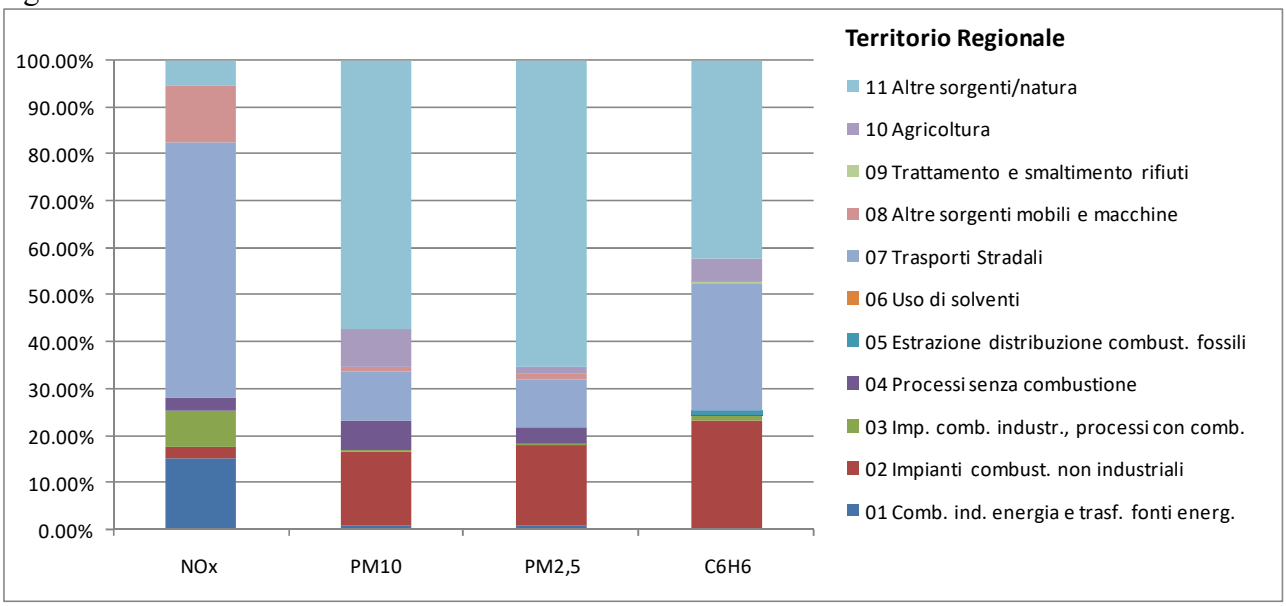


Figura 2

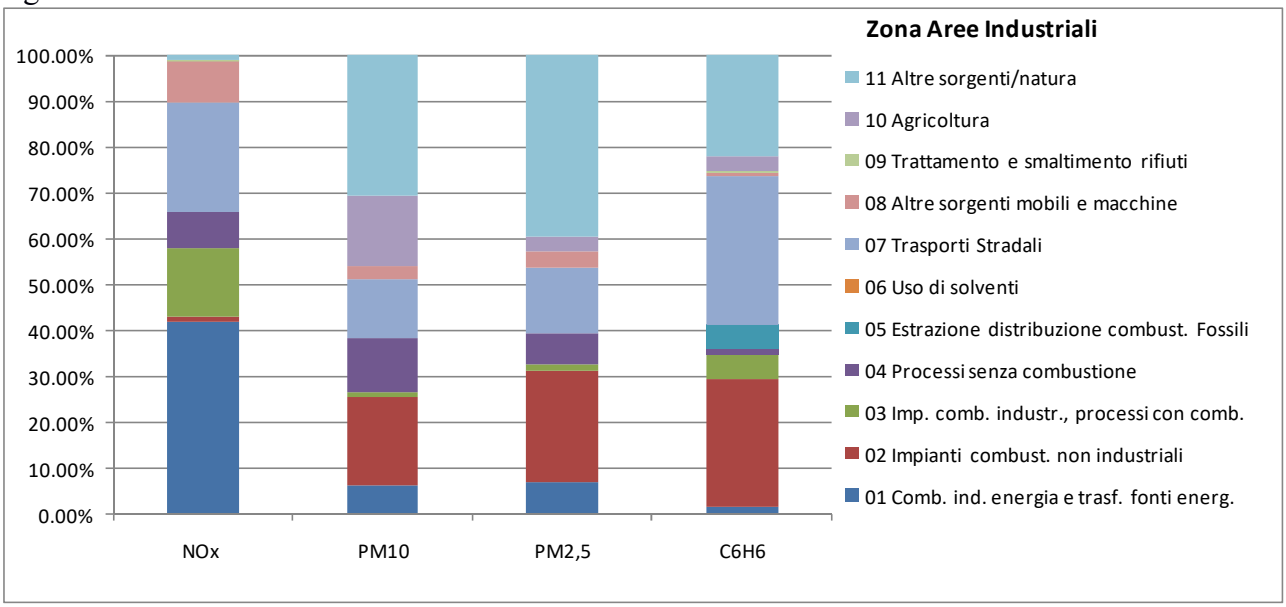


Figura 3

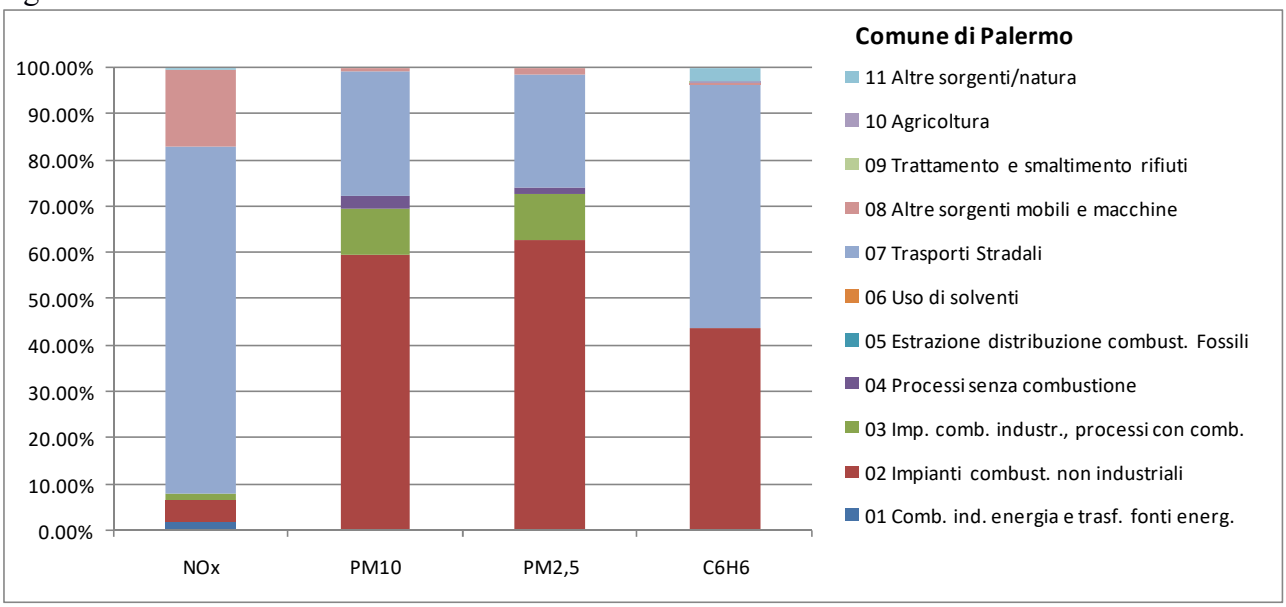
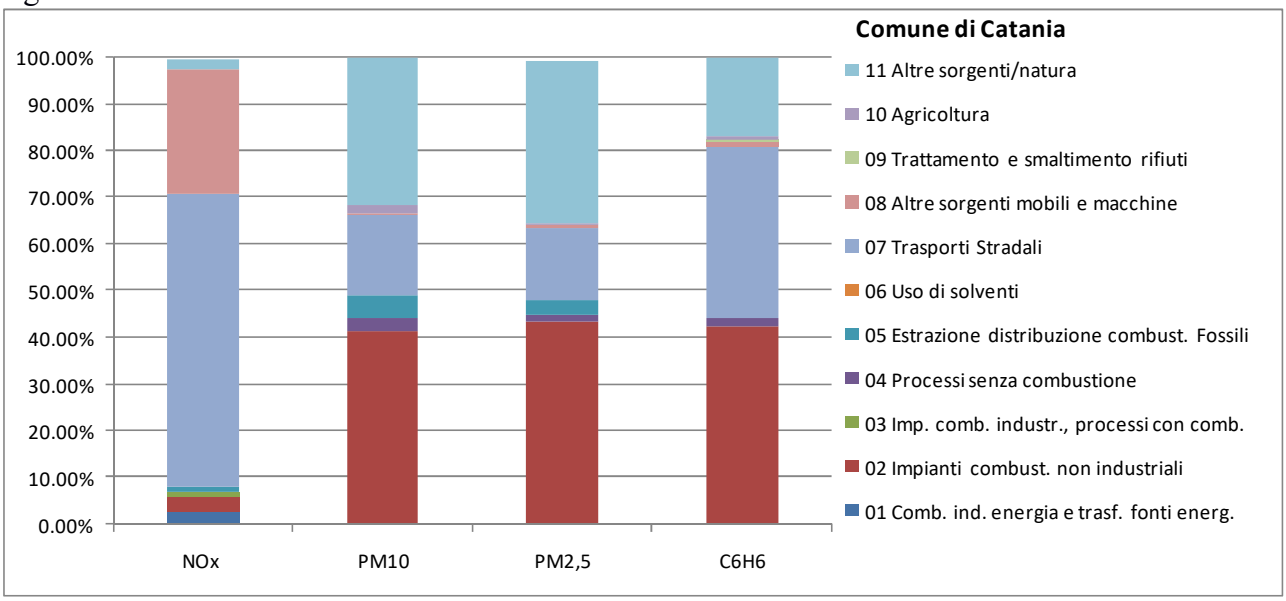


Figura 4



Come si evince dalle figure sopra riportate l'apporto dei macrosettori non è uguale in tutte le zone e per tutti gli inquinanti di interesse. Se consideriamo il territorio Siciliano nella sua totalità le emissioni di NOx sono dovute per circa il 55% al macrosettore 07 che corrisponde ai trasporti stradali, tale apporto si riduce a circa il 25% nella zona Aree Industriali dove diventa predominante il macrosettore 01 che include le attività di combustione e trasformazione dell'energia. Nei comuni di Palermo e Catania l'apporto dei trasporti stradali sulle emissione di NOx raggiunge rispettivamente circa il 75% e 63% indicando che nei centri maggiormente urbanizzati tale tipologia di sorgente emissiva risulta essere predominante nell'inquinamento dell'aria ambiente da ossidi di azoto NOx.

Per quanto riguarda le emissioni di benzene esse sono dovute soprattutto alle sorgenti naturali se si considera l'intero territorio regionale, nel comune di Palermo e Catania esse dipendono soprattutto e quasi in egual misura dai trasporti stradali e dagli impianti di combustione non industriali (riscaldamento); nel comune di Catania risulta importante anche il contributo delle sorgenti naturali (Etna). Nella zona Aree Industriali il benzene si origina quasi in egual misura dai trasporti stradali e dagli impianti di combustione non industriali ma non sono trascurabili i contributi degli impianti di combustione industriali e altre sorgenti di tipo industriale.

In relazione alle emissioni di particolato fine, PM10 e PM2.5, il contributo maggiore per l'intero territorio regionale e per la zona Aree Industriali risulta essere quello delle sorgenti naturali, di contro le emissioni di particolato fine nel comune di Catania e nel comune di Palermo risentono particolarmente degli impianti di combustione non industriali, riconducibili essenzialmente al riscaldamento domestico. Si evidenzia che il comune di Catania risente delle emissioni di polveri di origine naturale, essenzialmente di natura vulcanica, quasi in egual misura rispetto alla combustione non industriale. Riassumendo si può sottolineare che il contributo del trasporto stradale sulle emissioni di particolato fine risulta ridotto rispetto a quanto già riportato per gli ossidi di azoto anche se per il comune di Palermo e il comune di Catania esso raggiunge circa il 25% e 20% rispettivamente sulle emissioni di PM10.

4. STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA PRESE IN ESAME

Nella presente relazione si riporta una valutazione preliminare dei dati di qualità dell'aria rilevati in alcune stazioni di monitoraggio della rete della Regione Siciliana nel trimestre Gennaio-Marzo 2020. Sono state valutate le concentrazioni medie orarie degli inquinanti registrate dalle stazioni di misurazione i cui dati sono stati disponibili per Arpa Sicilia al 31 Marzo 2020 e che non comprendono la totalità delle stazioni della rete di monitoraggio della Regione Sicilia, in fase di realizzazione, poiché attualmente non tutte sono gestite da Arpa Sicilia ma anche da altri Enti pubblici e soggetti privati. Di seguito si riportano le stazioni di misurazione che hanno riguardato questo studio e che appartengono alle diverse zone e agglomerati in cui è suddiviso il territorio regionale.

Zona Altro	Trapani	FU
	Enna	FU
Agglomerato PA	PA Villa Trabia	FU
Agglomerato CT	Misterbianco	FU
Zona Industriale	Partinico	FU
	Priolo	FU
	Augusta - Villa	
	Milazzo - Termica	
	Augusta – Marcellino	
	Porto Empedocle	
	SR-Verga	

Le stazioni della zona Aree industriale si trovano in quattro diversi distretti industriali due dei quali costituiscono aree ad elevato rischio di crisi ambientale, AERCA; in particolare in questo studio sono state prese in considerazione l'AERCA di Milazzo e l'AERCA di Siracusa, dove operano raffinerie di petrolio ed importanti impianti petrolchimici, oltre che centrali termoelettriche.

5. DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA

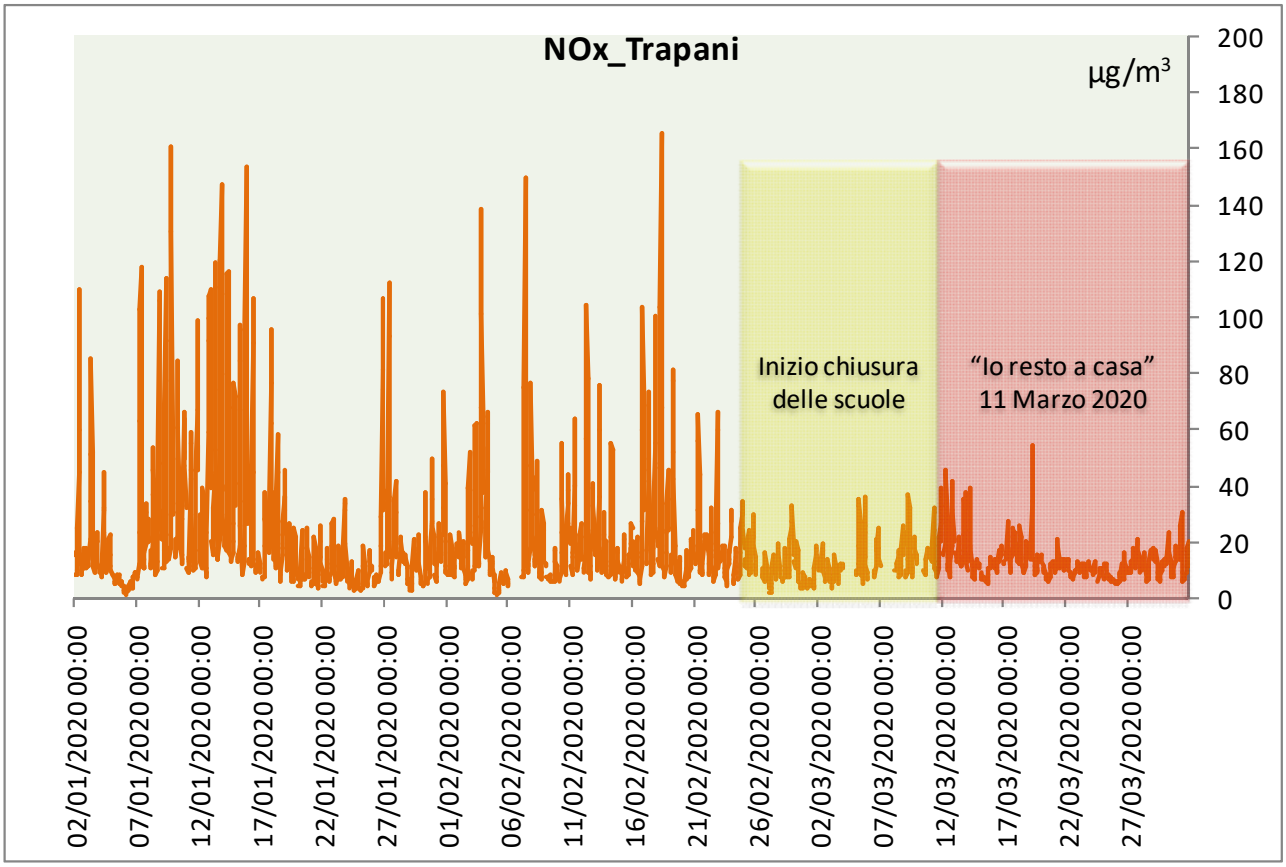
5.1 OSSIDI DI AZOTO E OZONO

Sono state valutate le concentrazioni medie orarie degli ossidi di azoto NOx, del biossido di azoto NO_2 e dell'ozono O_3 rilevati nel periodo compreso tra il mese di Gennaio e il mese di Marzo 2020 nelle seguenti stazioni di fondo urbano:

- Trapani, nella zona Altro,
- PA-Villa Trabia, nell'Agglomerato di Palermo,
- Misterbianco, nell'Agglomerato di Catania,
- Partinico, nella zona Aree Industriali,
- Priolo, nella zona Aree Industriali, AERCA di Siracusa.

Di seguito in figura 5, 6, 7, 8 e 9 sono riportate per ciascuna stazione l'andamento delle concentrazioni medie orarie degli NOx con evidenziati i tre periodi principali: il primo, antecedente le misure di contenimento per l'epidemia da COVID 19, il secondo che comincia con la chiusura a macchia di leopardo delle scuole, il terzo che inizia dopo il DPCM "Io resto a casa". Si riportano inoltre le concentrazioni medie orarie e le relative variazioni percentuali nei tre periodi di cui sopra e nei due periodi delimitati dal decreto "Io resto a casa" che avendo effetti simultanei su tutta l'Italia può essere considerato come uno spartiacque univoco in tutto il territorio nazionale e regionale.

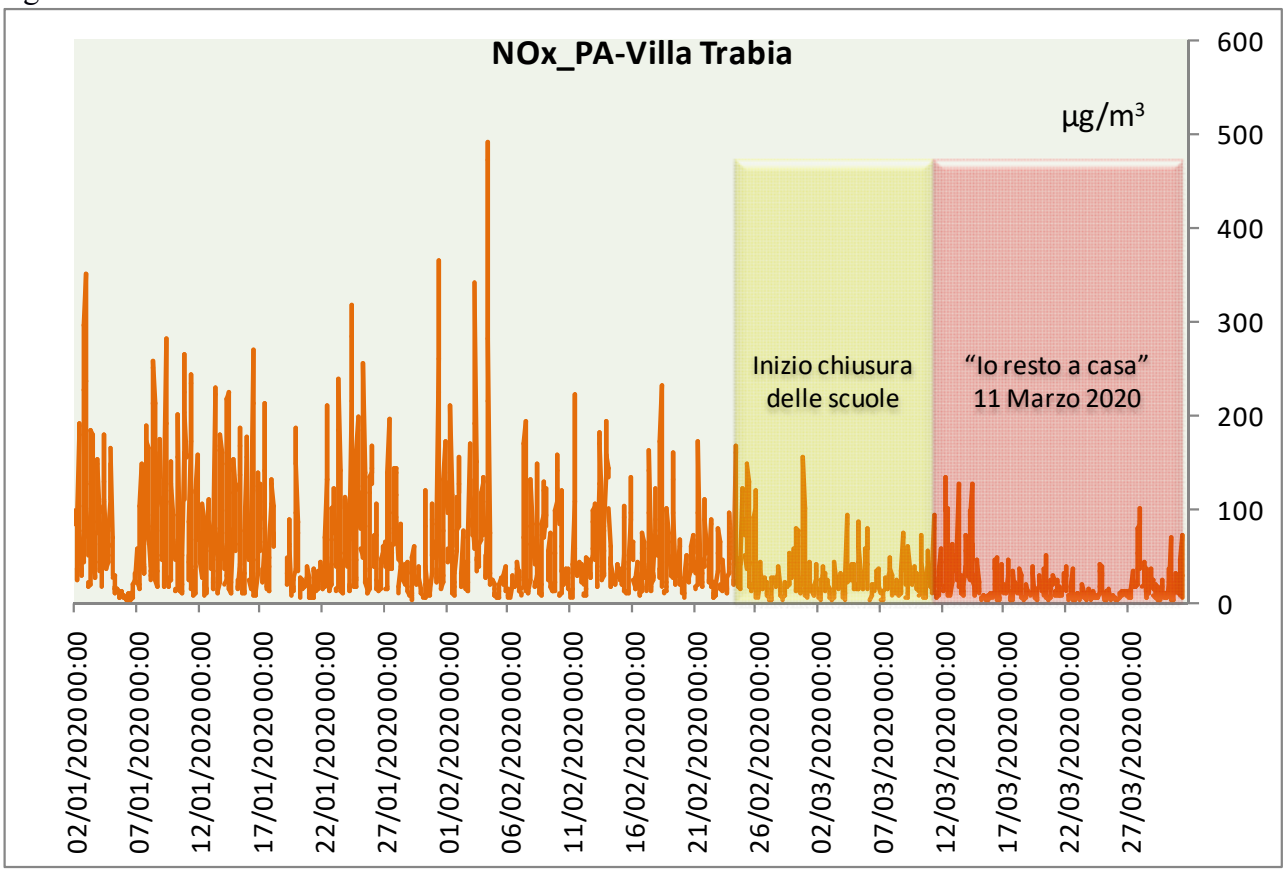
Figura 5-Stazione di Trapani



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	20.88	12.18	12.64
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-41.69%	3.83%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	19.19	12.64
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-34%

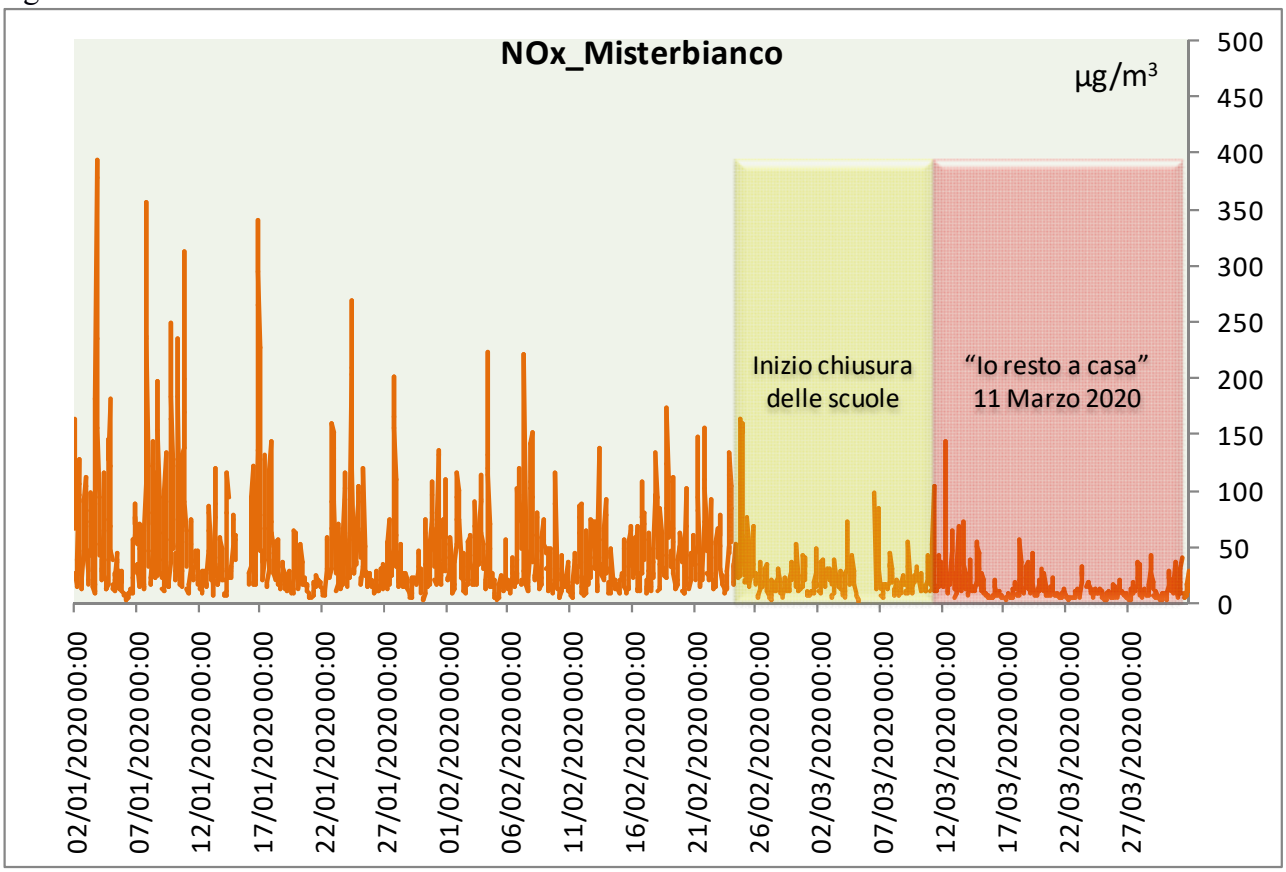
Figura 6-Stazione di Palermo



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	57.67	26.18	17.72
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-54.60%	-32.32%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	50.36	17.72
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-64.8%

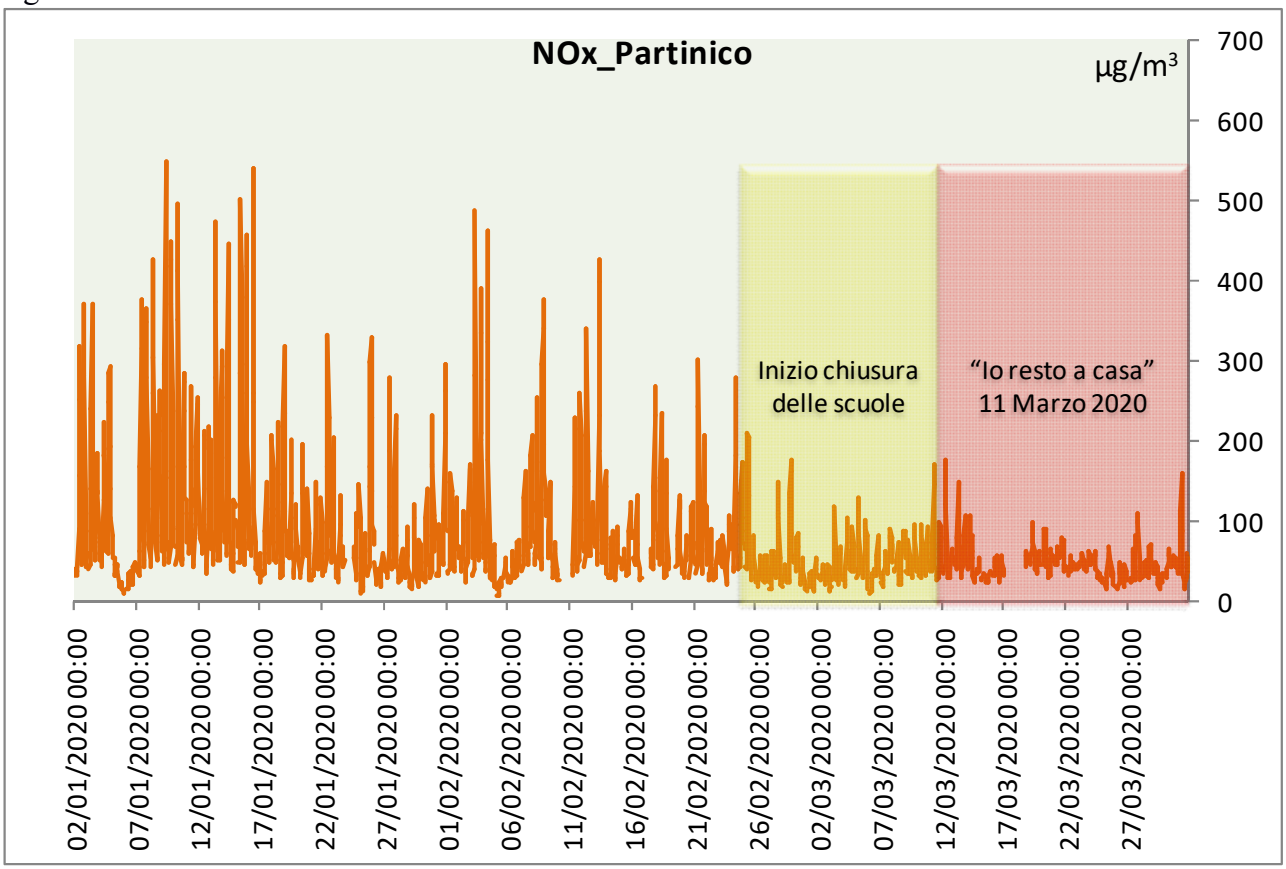
Figura 7-Stazione di Misterbianco



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	42.27	19.80	12.73
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-53.16%	-35.70%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	37.36	12.73
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-66%

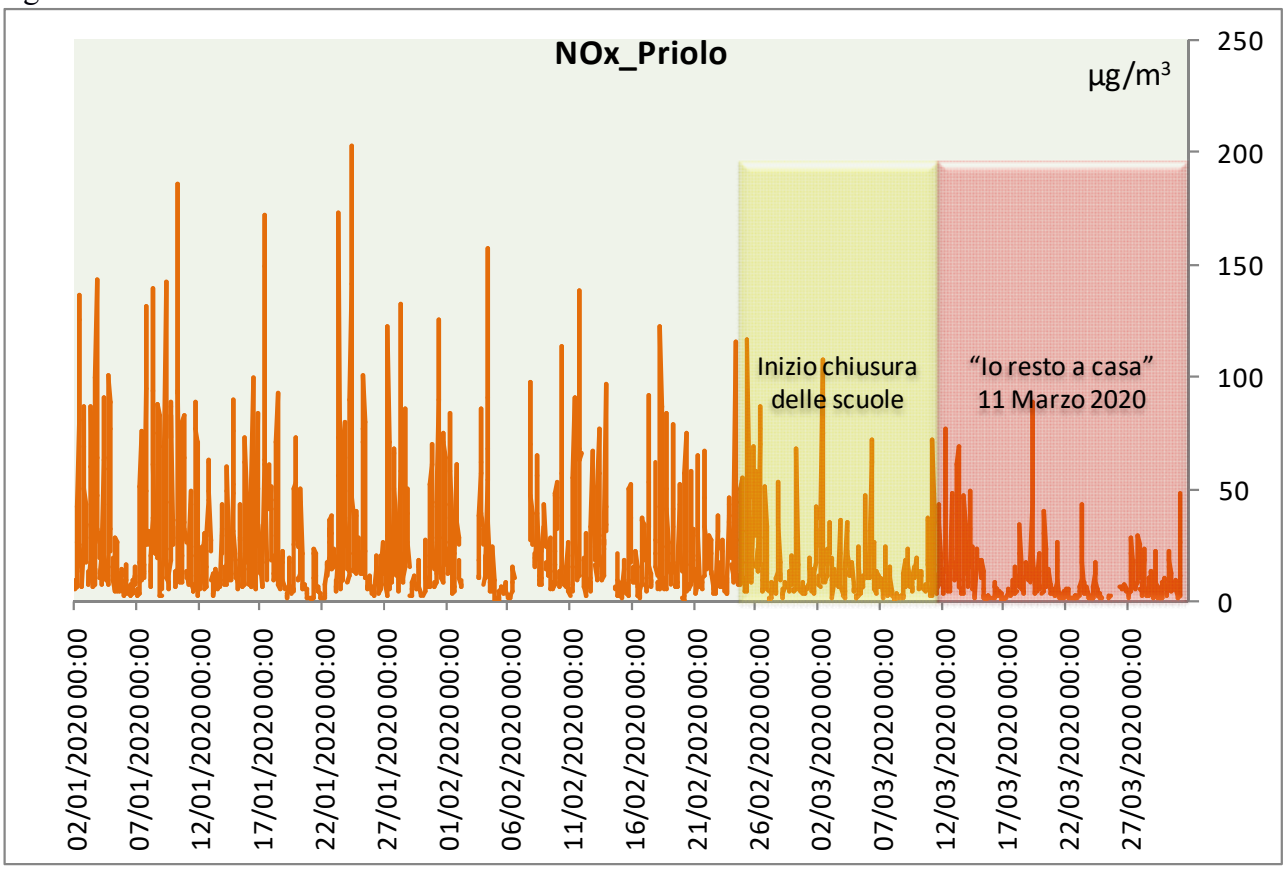
Figura 8-Stazione di Partinico



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	88.84	47.06	44.22
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-47.03%	-6.05%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	78.83	44.22
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-44%

Figura 9-Stazione di Priolo



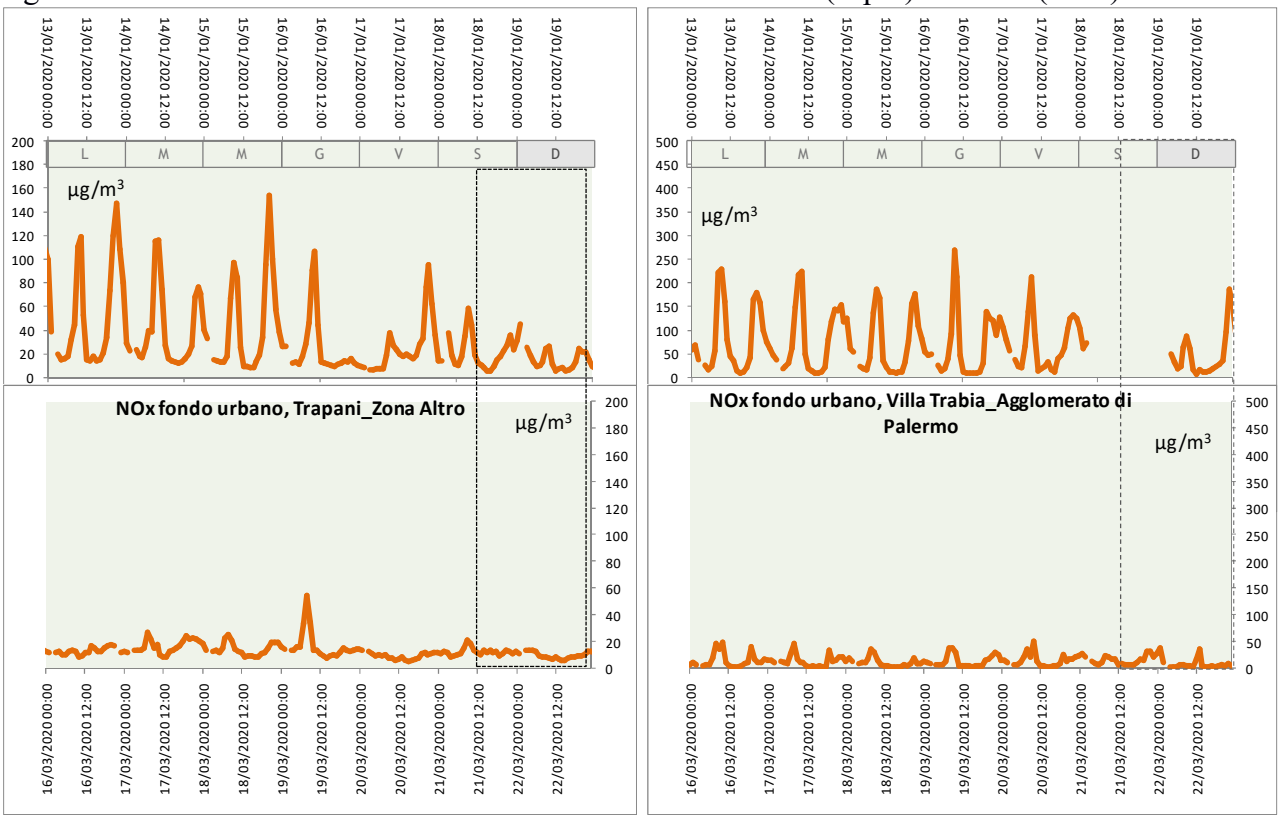
	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	22.98	13.85	8.87
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-39.70%	-35.99%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	20.80	8.87
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-57.3%

Le concentrazioni medie orarie più alte si registrano nella stazione di Partinico (Aree Industriali) e a seguire nella stazione dell'agglomerato di Palermo, in tutte le stazioni si assiste ad una riduzione delle concentrazioni a seguito della riduzione di prodotti della combustione, ma in modo diverso a seconda della zona, in particolare nell'agglomerato di Palermo e Catania si assiste alla maggiore riduzione di NOx, pari circa al 65%, e a seguire nella stazione di Priolo con una riduzione pari circa al 60%. Nella stazione di Trapani la riduzione complessiva è pari circa al 35%.

Sono state valutate inoltre le concentrazioni registrate durante un periodo pari a una settimana, da lunedì a domenica, prendendo in esame la terza settimana del mese di Gennaio e la stessa settimana del mese di Marzo e analizzando le variazioni di concentrazione degli ossidi di azoto NOx legate al ciclo giorno - notte. Si portano a seguire le figure 10, 11 e 12 con gli andamenti delle concentrazioni.

Figura 10-Confronto andamenti nella terza settimana di Gennaio(sopra) e Marzo (sotto)



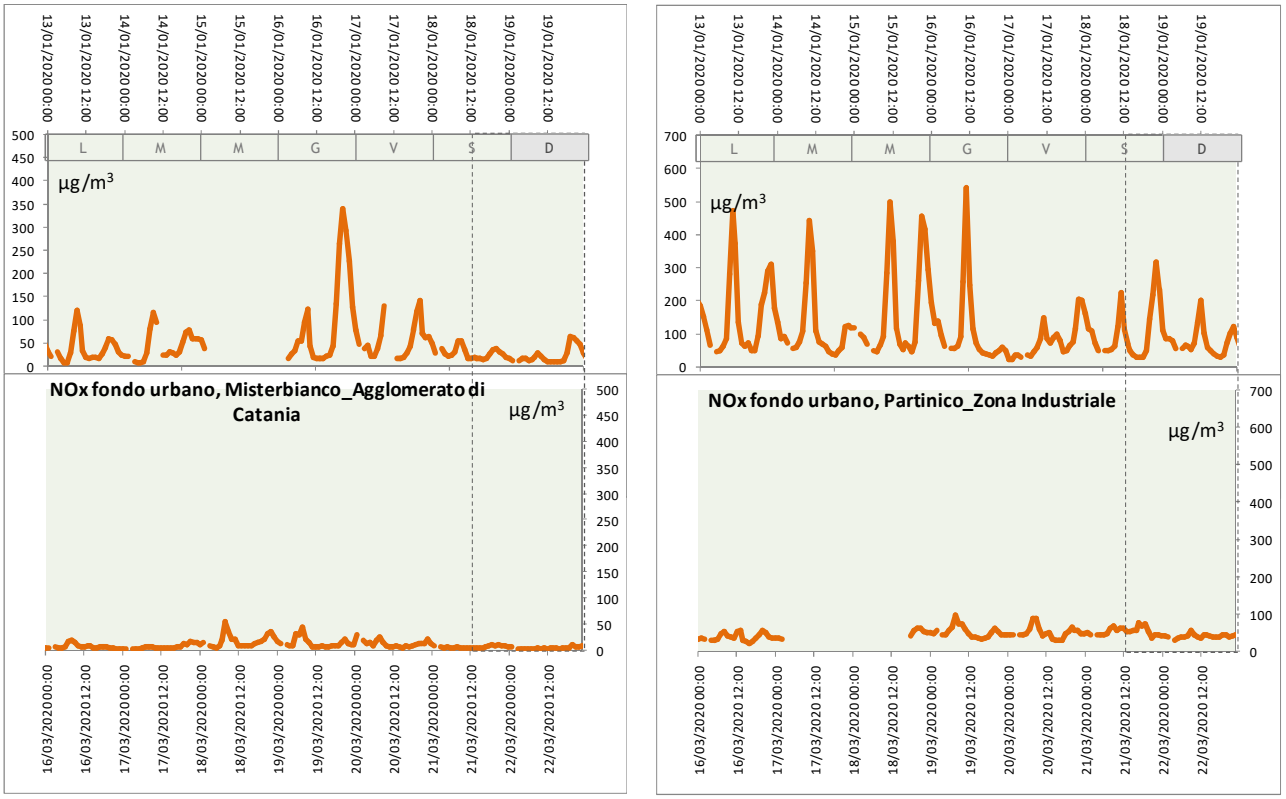


Figura 11- Confronto andamenti nella terza settimana di Gennaio(sopra) e Marzo (sotto)

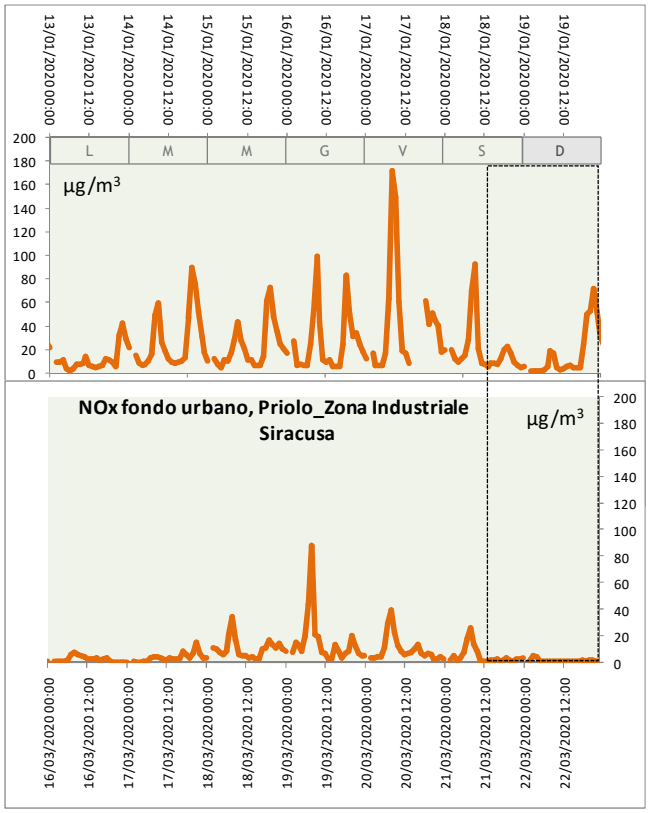


Figura 12-- Confronto andamenti nella terza settimana di Gennaio(sopra) e Marzo (sotto)

Le concentrazioni rilevate nella terza settimana di Marzo raggiungono dei valori più bassi rispetto la stessa settimana di Gennaio dove inoltre sono evidenti delle pronunciate oscillazioni di concentrazione, in particolare nelle stazioni di Trapani, Palermo, Partinico e Priolo, che raggiungono i picchi nelle ore centrali del giorno e che si attenuano solo parzialmente durante il fine settimana. Un andamento oscillatorio poco regolare soprattutto in termini di intensità si registra nella settimana di Gennaio nella stazione di Misterbianco.

Si riportano nelle figure 13, 14, 15, 16 e 17 gli andamenti di concentrazione del biossido di azoto NO_2 e dell'ozono O_3 nel periodo Gennaio-Marzo e le concentrazioni registrate nella terza settimana di Gennaio e Marzo poste a confronto.

Figura 13-Stazione di Trapani

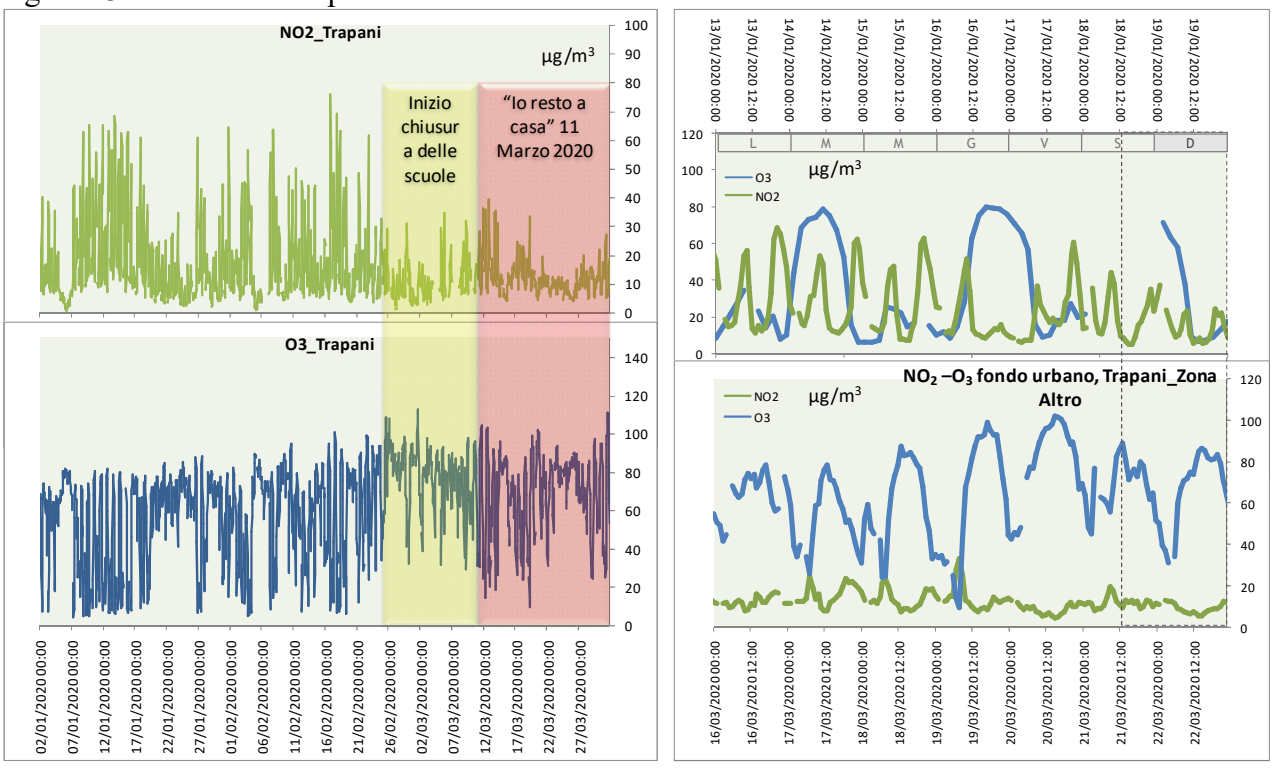


Figura 14-Stazione di Palermo

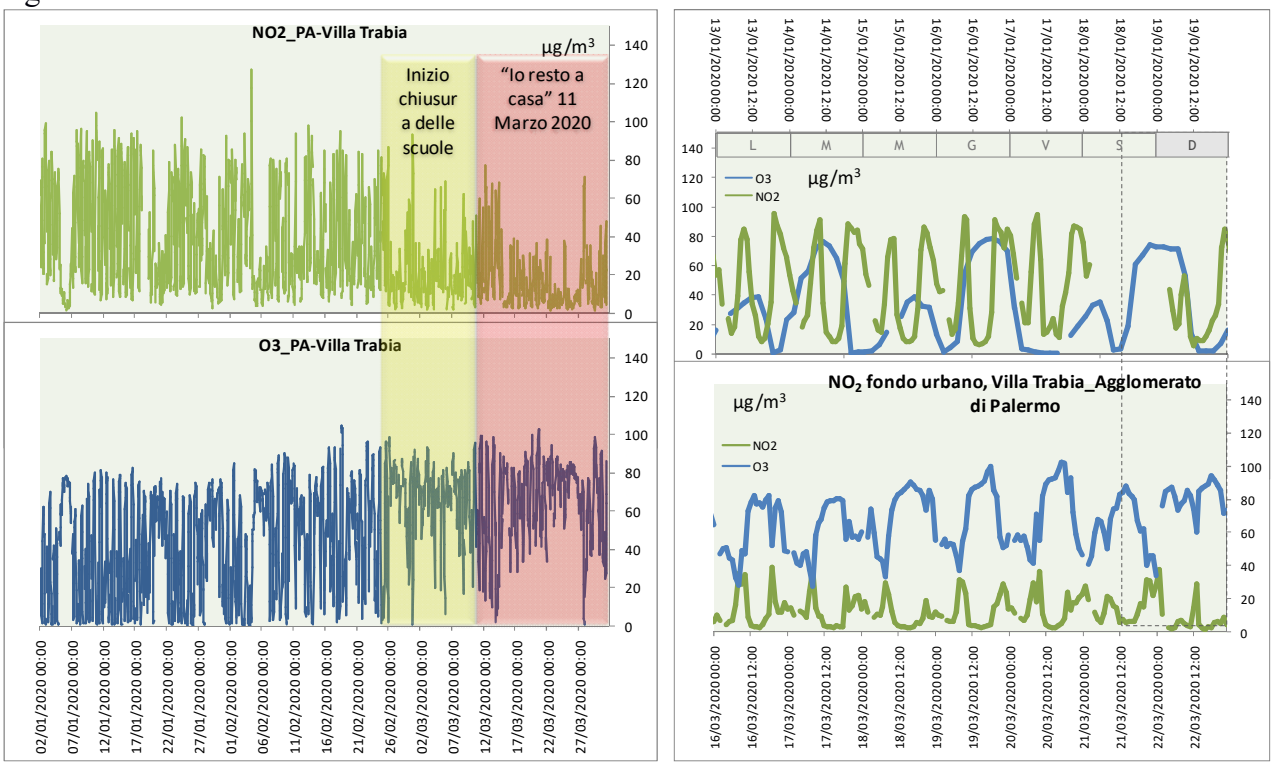


Figura 15-Stazione di Misterbianco

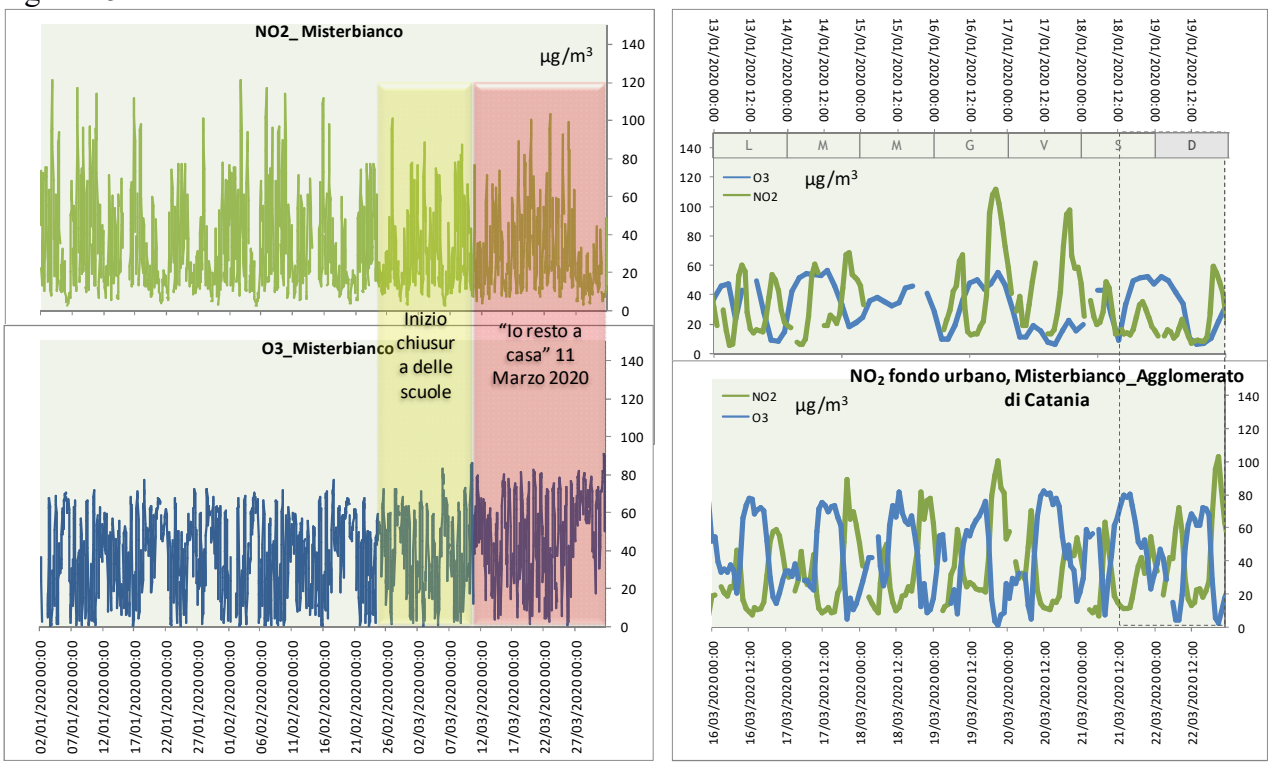


Figura 16-Stazione di Partinico

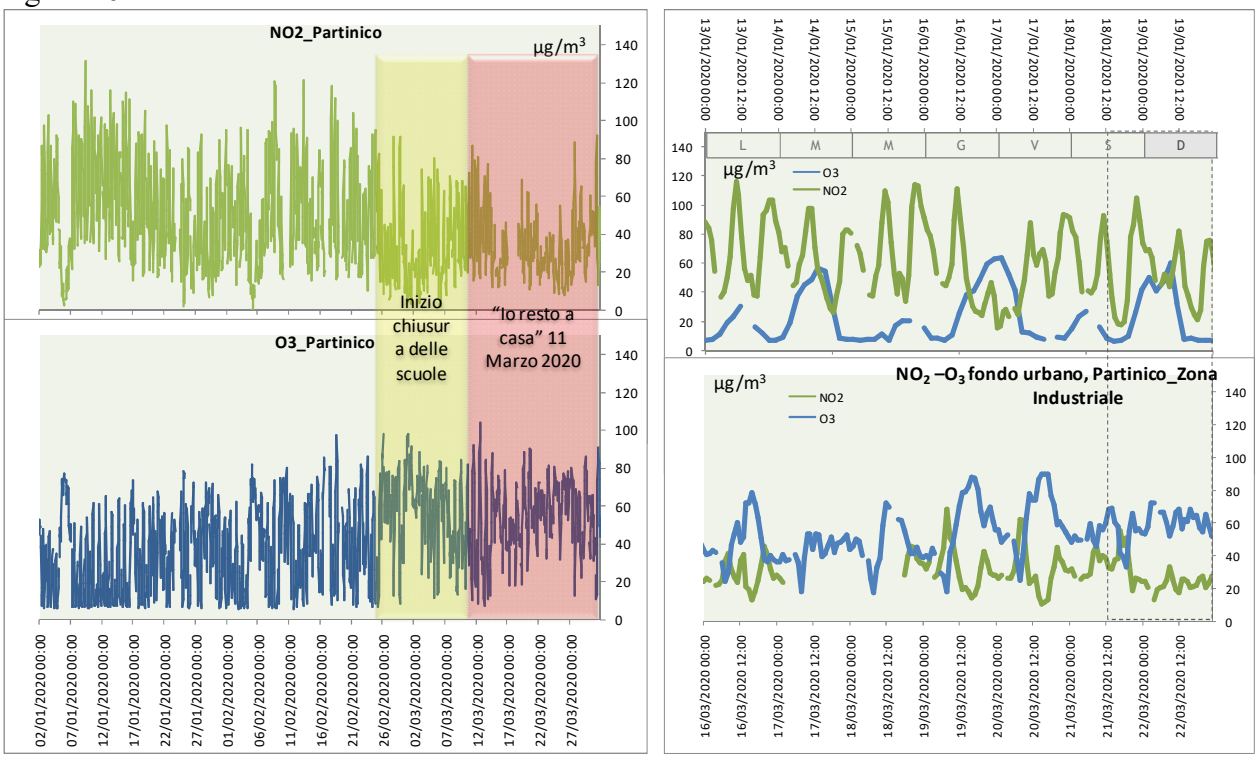
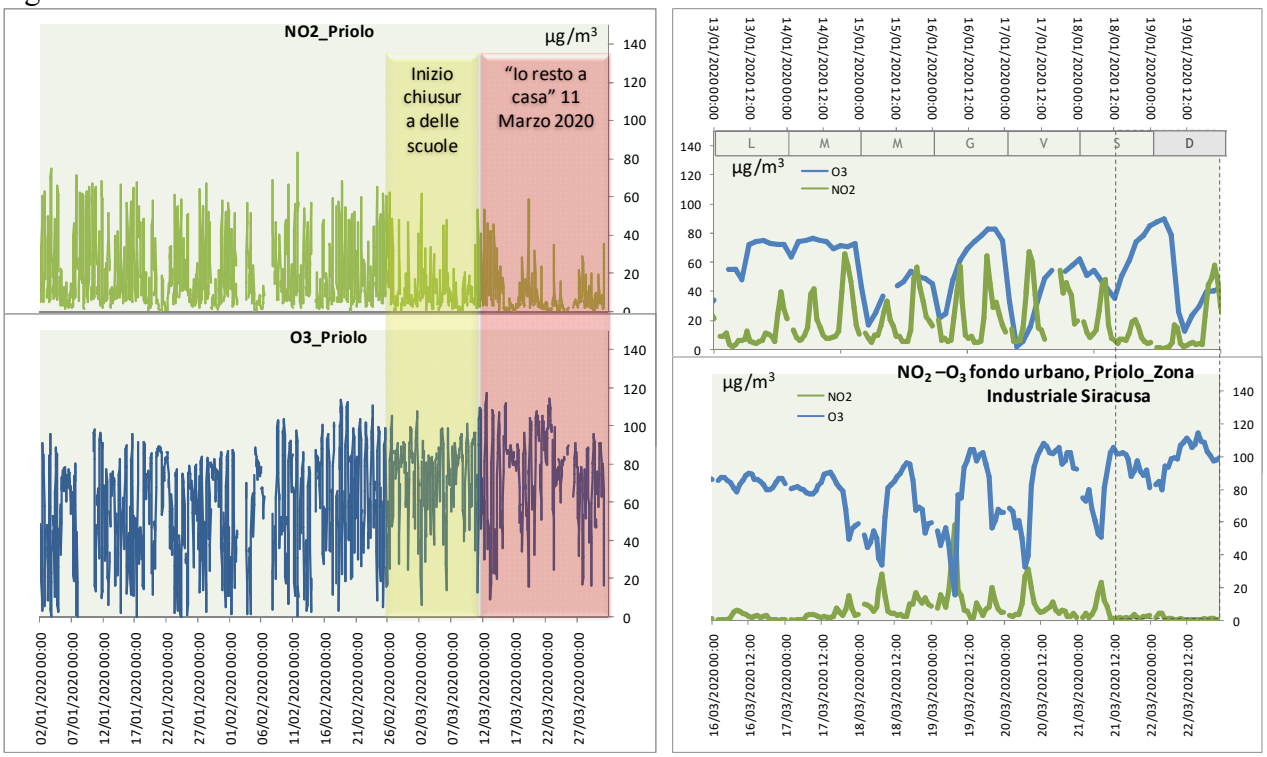


Figura 17-Stazione di Priolo



Le concentrazioni di NO_2 rilevate nella terza settimana di Gennaio presentano delle pronunciate oscillazioni in tutte le stazioni raggiungendo i valori più elevati durante le ore centrali del giorno e nel tardo pomeriggio-serata. Tale ultima evidenza è giustificata per via della interruzione del ciclo

dell'azoto che, nelle ore serali, aprendosi per la mancanza dell'energia solare necessaria alla foto dissociazione dell'NO2, determina l'accumulo di tale inquinante nella troposfera. Nella stazione di Misterbianco la differenza di concentrazione di biossido di azoto nelle due settimane poste a confronto è poco significativa a differenza di quanto si verifica per le altre stazioni. Come già evidenziato per gli ossidi NOx anche per il biossido di azoto, che ne costituisce una componente, non si assiste ad una evidente riduzione di concentrazione durante il fine settimana. Per quanto riguarda l'ozono si registra un leggero aumento di concentrazione successivamente alle misure di contenimento per l'emergenza da COVID-19, il suo andamento è speculare rispetto a quello del biossido di azoto poiché tra i due inquinanti si instaura una reazione durante le ore più soleggiate che porta alla formazione di ozono a scapito del biossido di azoto[1].

In figura 18 viene riportato il contributo alle emissioni di NOx dei trasporti stradali (macrosettore 07) per i comuni di Palermo e Catania e per le zone Aree Industriali e Altro, così come da inventario delle emissioni. Come già evidenziato nel paragrafo precedente i contributi non sono per tutte le zone i medesimi. Le variazioni di emissioni determinate dall'attuazione delle misure di contenimento determinano livelli di concentrazione degli inquinanti coerentemente con quanto si

---

1 *Il biossido di azoto fornisce infatti la fonte primaria degli atomi di ossigeno necessari per la formazione di ozono. La luce solare divide il biossido di azoto in monossido di azoto e un atomo di ossigeno.*

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$

Un singolo atomo di ossigeno si combina poi con una molecola di ossigeno per produrre ozono.

$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

L'ozono poi reagisce facilmente con il monossido di azoto per produrre biossido di azoto e ossigeno.

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

Il processo descritto sopra ha come risultato nessun guadagno netto di ozono. In realtà la formazione di ozono nella troposfera richiede sia ossidi di azoto che composti organici volatili. In una versione molto semplificata le reazioni di formazione dell'ozono troposferico sono:

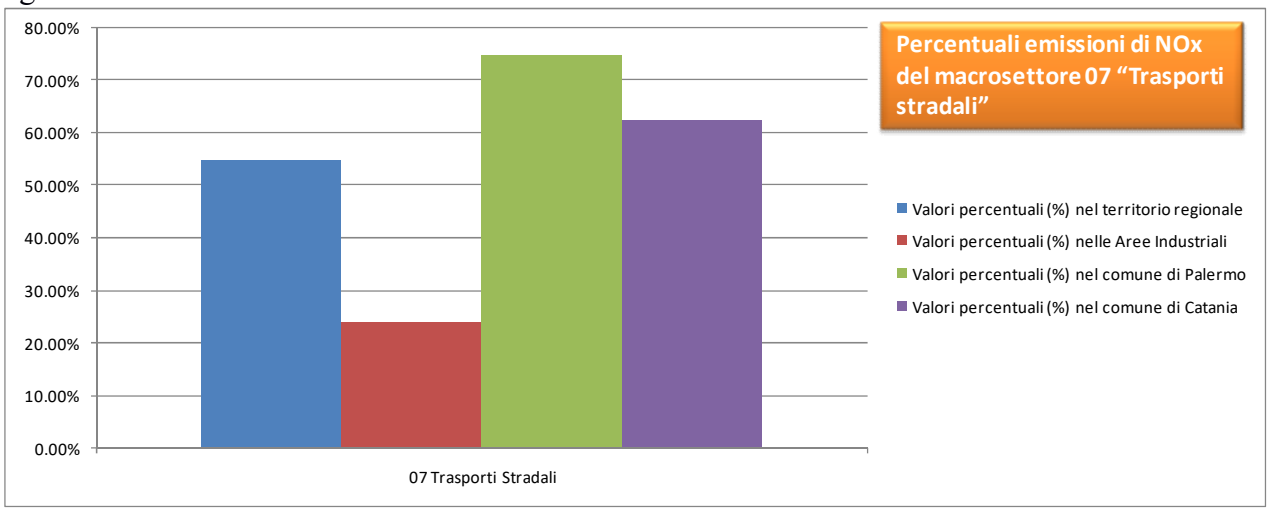
$$NO_x + COV + h\nu \rightarrow O_3 + altri\ composti$$

La formula di cui sopra rappresenta diverse serie di reazioni complesse che comportano l'ossidazione dei composti organici volatili nelle reazioni che coinvolgono anche gli ossidi di azoto. Il rapporto specifico tra ossidi di azoto e composti organici volatili determina l'efficienza del processo di formazione dell'ozono con una dipendenza variabile e complessa. Si evidenzia inoltre, anche se non si riportano per brevità qui i grafici degli andamenti di concentrazione, che il monossido di azoto NO, che viene immesso direttamente come inquinante primario dagli impianti di combustione compresi i motori degli autoveicoli, subisce dopo le misure di contenimento delle accentuate diminuzioni di concentrazione che possono influire sulla reazione di formazione dell'ozono spostando l'equilibrio verso il consumo del biossido di azoto e la formazione di ozono. Questo spiegherebbe anche il perché l'ozono ha un andamento speculare rispetto al biossido di azoto soprattutto dopo la riduzione del traffico stradale a seguito delle misure di contenimento.

può desumere dall'Inventario delle emissioni[2]. Infatti le riduzioni percentuali di concentrazione in aria ambiente di NOx, dovute alle misure di contenimento, sono più marcate per i due agglomerati rispetto alla zona Aree Industriali.

Le concentrazioni in aria ambiente di NOx, così come le rispettive riduzione, non possono inoltre considerarsi dipendenti da relazioni di proporzionalità diretta con le emissioni dal macrosettore 07 anche a causa della complessità dei processi di dispersione che dipendono oltre che da condizioni meteorologiche contingenti anche dalle caratteristiche specifiche del territorio.

Figura 18



NOx	Palermo		Misterbianco		Partinico		Priolo	
	<11/03	>11/03	<11/03	>11/03	<11/03	>11/03	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	50.36	17.72	37.36	12.73	78.83	44.22	20.8	8.87
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-64.80%		-66%		-44%		-57%

5.2 BENZENE

Sono state valutate le concentrazioni medie orarie di benzene rilevate nel periodo compreso tra il mese di Gennaio e il mese di Marzo 2020 nelle stazioni di fondo urbano delle zone in cui è diviso il territorio regionale di seguito riportate:

- Trapani, nella zona Altro,
- PA-Villa Trabia, nell'Agglomerato di Palermo,

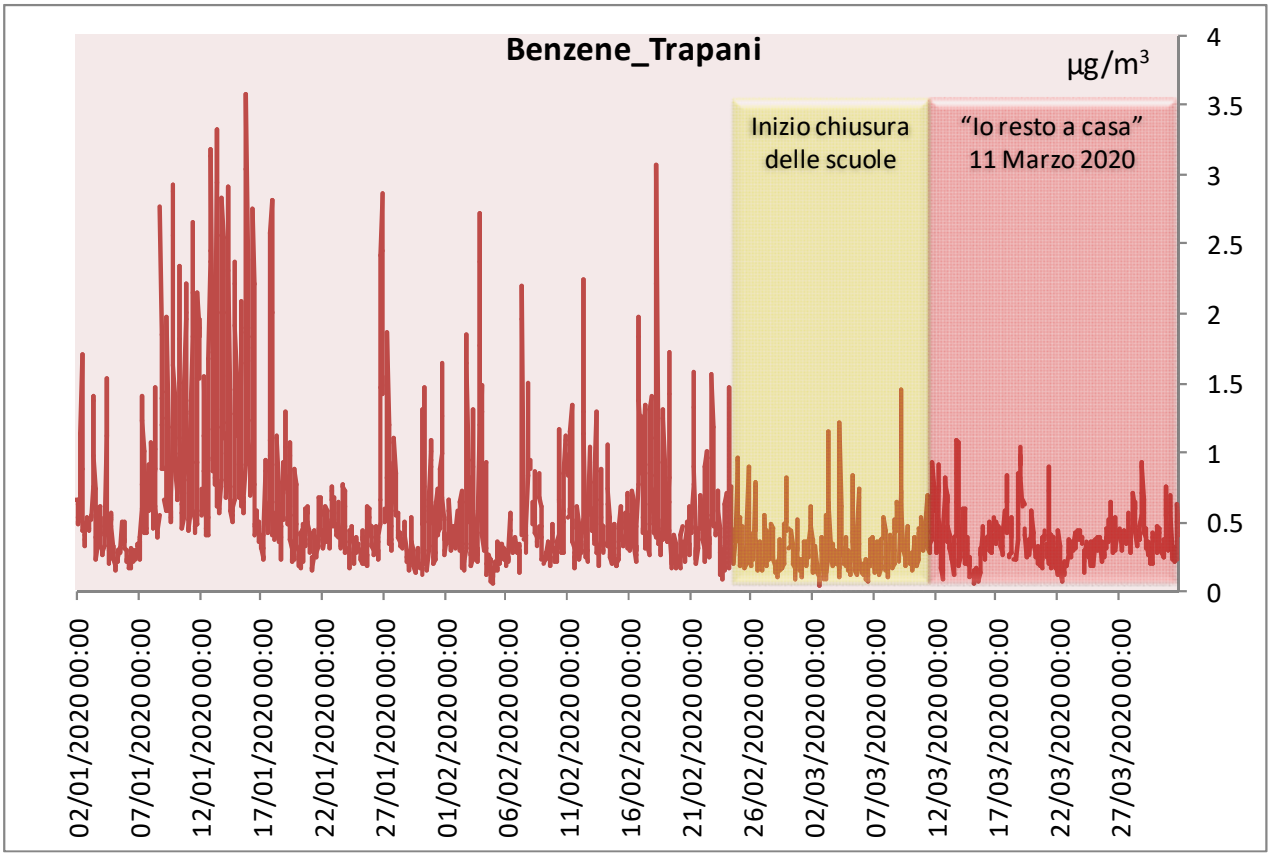
2 *Se ad esempio in un agglomerato il contributo a un inquinante del macrosettore 07 è maggiore rispetto a quanto lo stesso non lo sia in un'altra zona, allora, supposto che la riduzione di mobilità sia omogenea in tutte le zone, la riduzione di concentrazione dell'inquinante in quell'agglomerato potrà essere maggiore rispetto alla riduzione relativa ad un'altra zona (al netto dei processi di dispersione che naturalmente possono essere diversi nelle varie zone).*

- Augusta - Villa, nella zona Aree Industriali, AERCA di Siracusa,
- Partinico, nella zona Aree Industriali,
- Termica-Milazzo, nella zona Aree Industriali, AERCA Valle del Mela.

In aggiunta alle stazioni sopra riportate sono stati valutati anche i dati di concentrazione di benzene della stazione Augusta - Marcellino che si trova adiacente ad uno stabilimento petrolchimico di Augusta e all'interno dell'area industriale e che per tale ragione risente particolarmente delle emissioni risultanti dalle importanti attività industriali che caratterizzano quella zona.

Di seguito in figura 19, 20, 21, 22 e 23 sono riportate per ciascuna stazione l'andamento delle concentrazioni medie orarie con evidenziati i tre periodi principali: il primo, antecedente le misure di contenimento per l'epidemia da COVID 19, il secondo che comincia con la chiusura a macchia di leopardo delle scuole, il terzo che inizia dopo il DPCM "Io resto a casa". Si riportano inoltre le concentrazioni medie orarie e le relative variazioni percentuali nei tre periodi di cui sopra e nei due periodi delimitati dal decreto "Io resto a casa" che avendo effetti simultanei su tutta l'Italia può essere considerato come uno spartiacque univoco in tutto il territorio regionale.

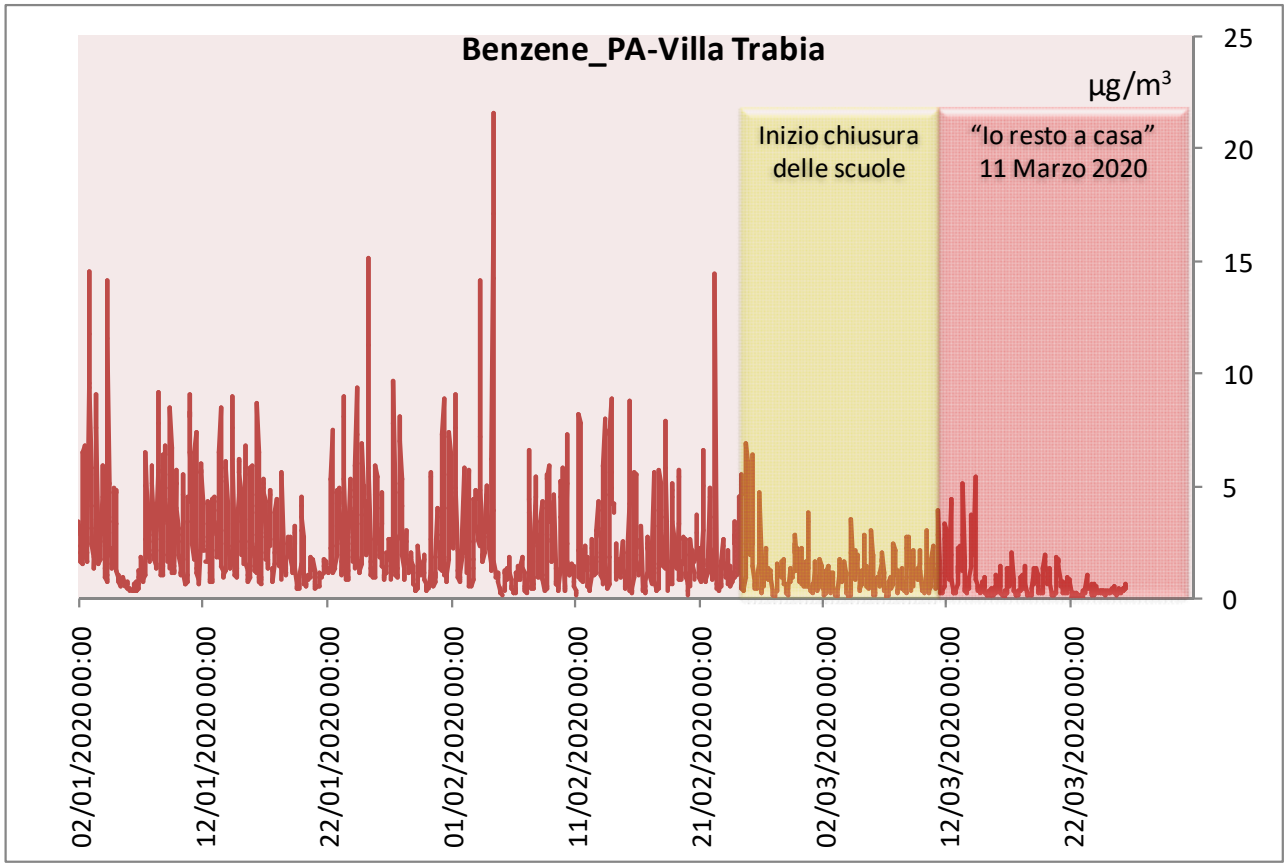
Figura 19-Stazione di Trapani



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	0.61	0.31	0.37
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-49%	19%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	0.54	0.37
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-31.5%

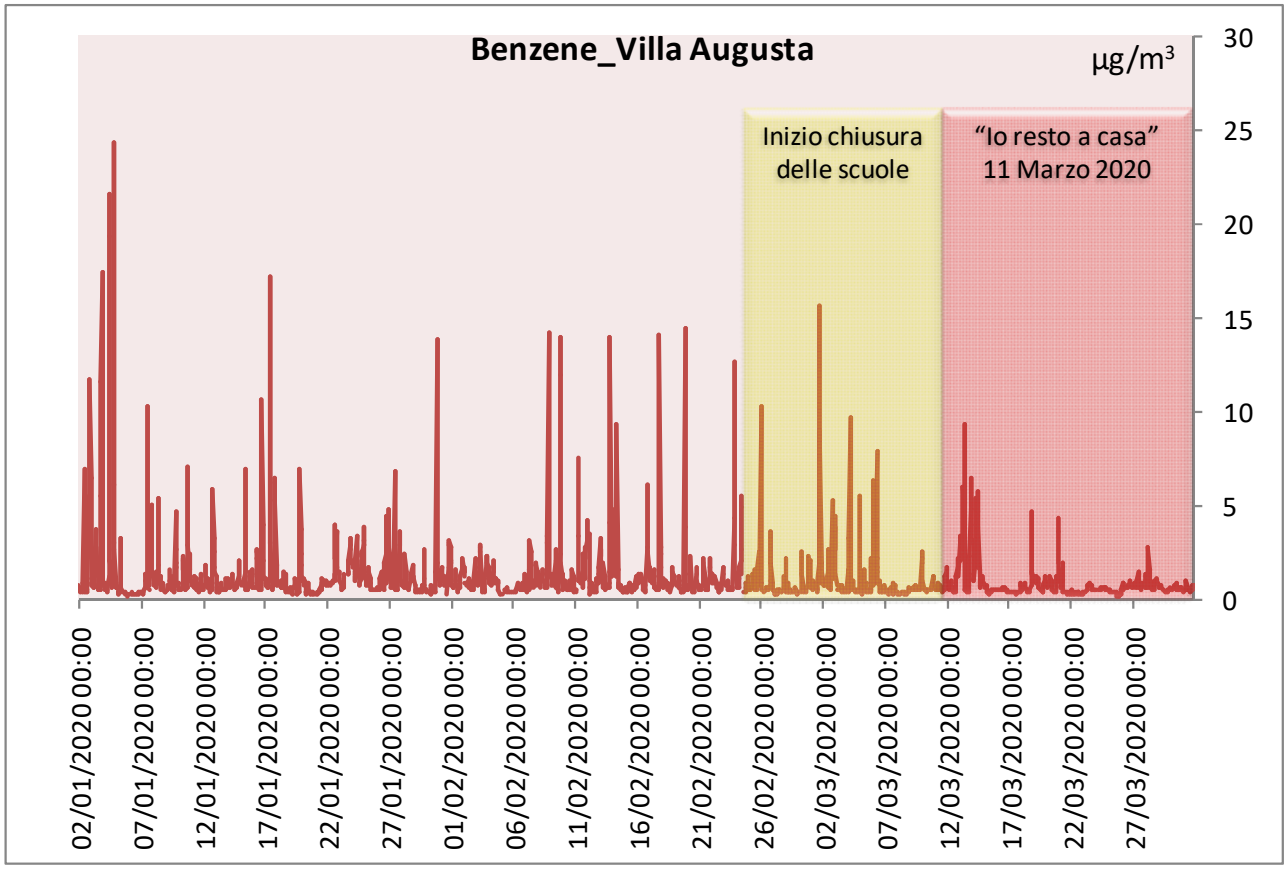
Figura 20- Stazione Di Palermo



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	2.39	1.04	0.63
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-56.5%	-39.4%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	2.07	0.63
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-69.8%

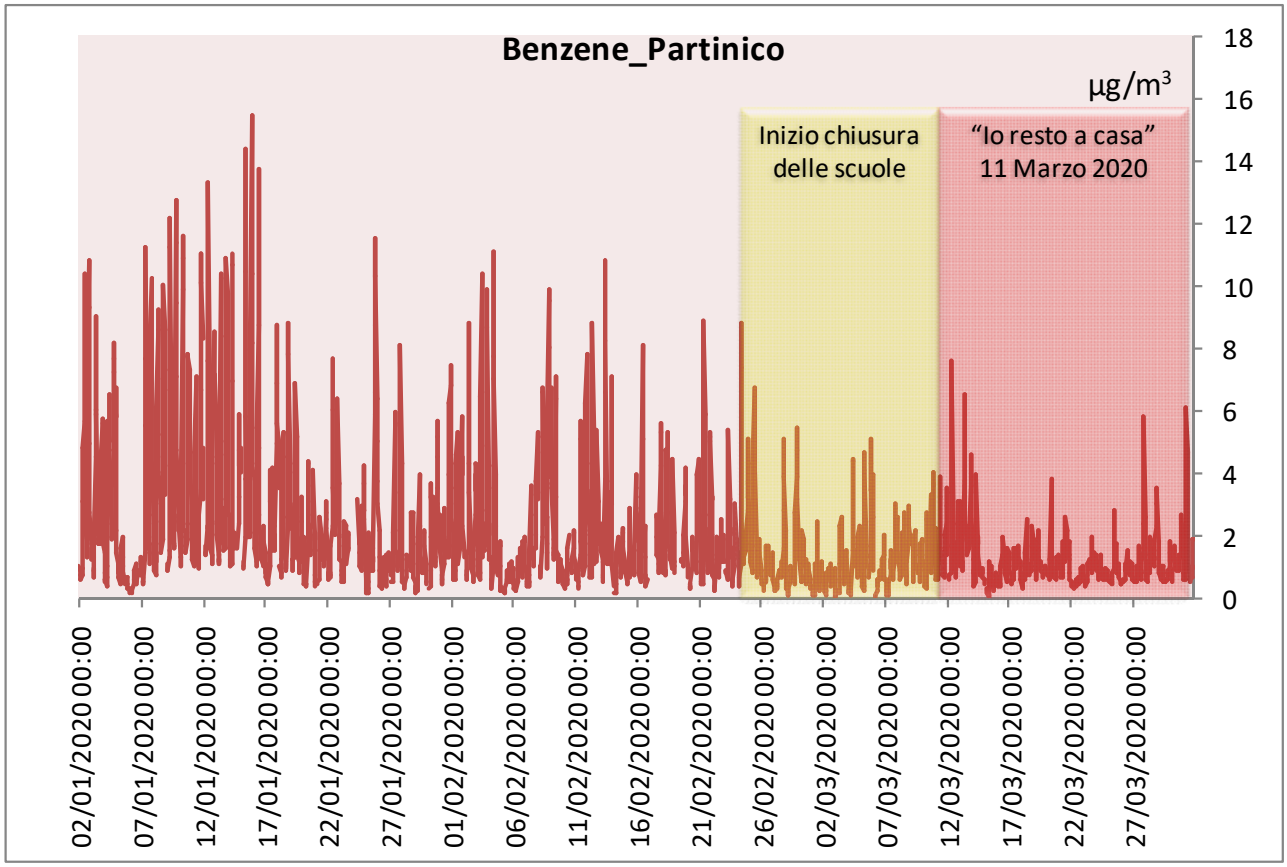
Figura 21-Stazione di Augustra-SR



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	1.24	0.93	0.81
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-25%	-13%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	1.17	0.81
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-30%

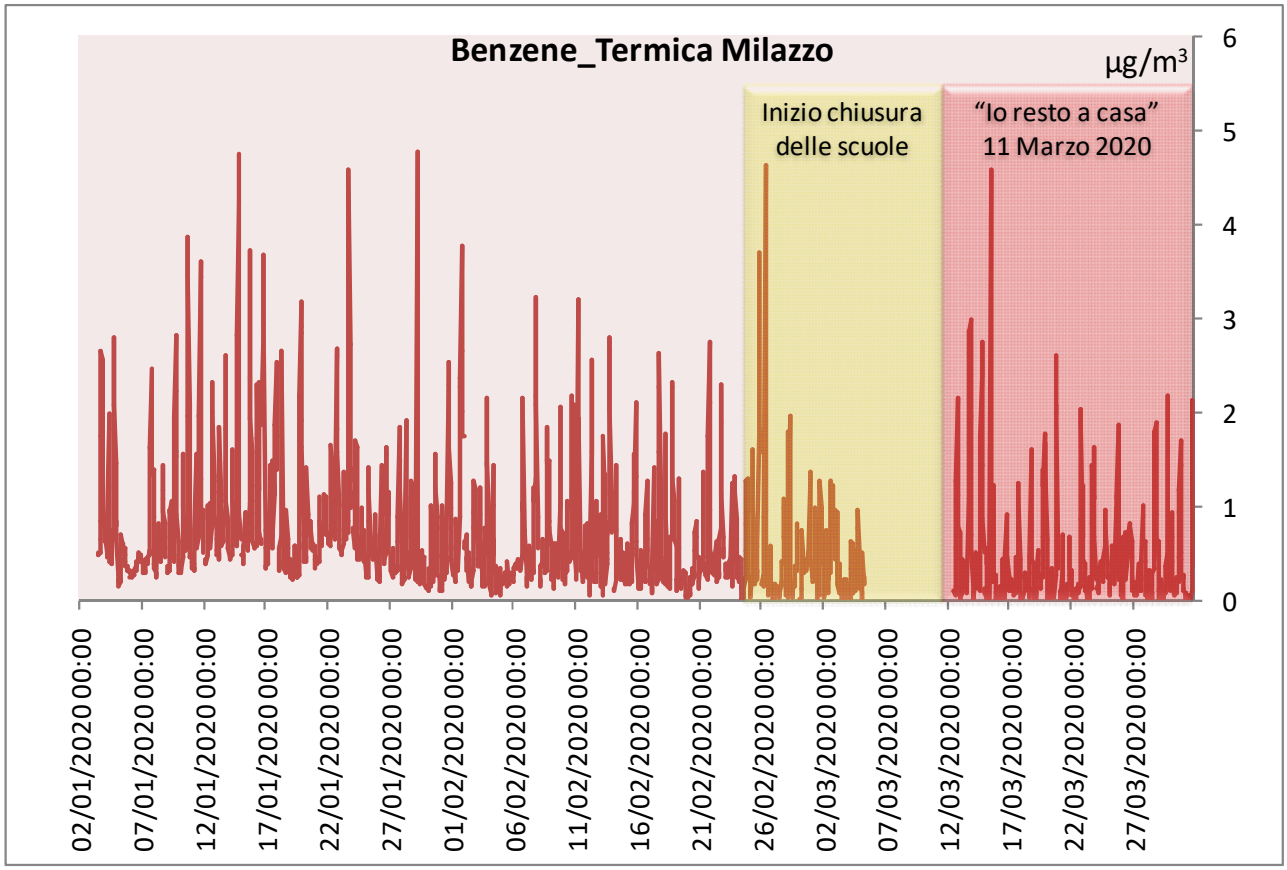
Figura 22-Stazione di Partinico



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	2.45	1.22	1.15
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-50%	-5.7%

	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	2.16	1.15
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-46.8%

Figura 23-Stazione di Milazzo



	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	0.71	0.44	0.43
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-37.68%	-3.49%

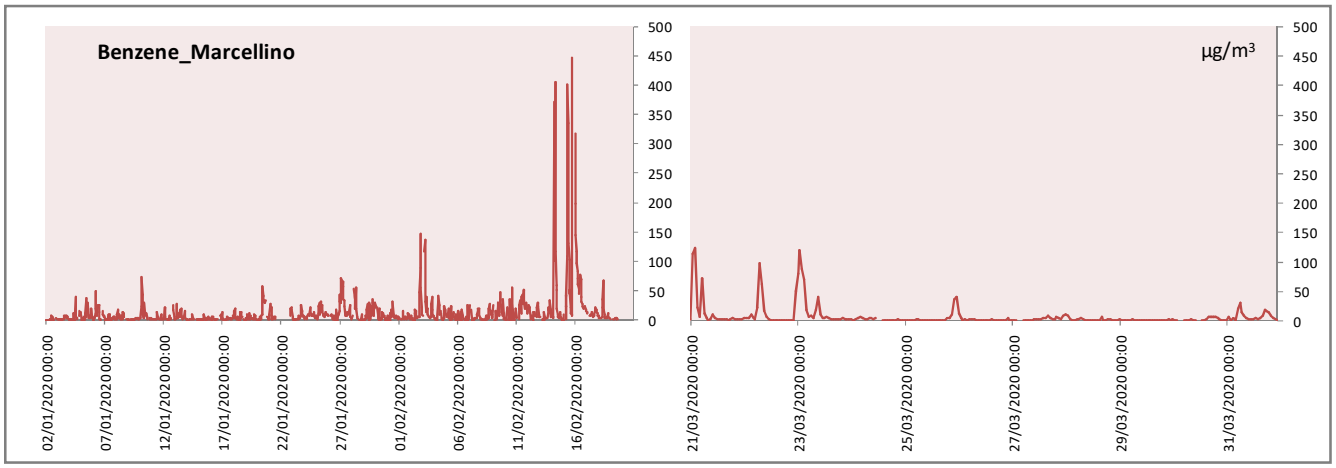
	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	0.67	0.43
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-36.20%

Le concentrazioni medie più alte sono state registrate nella stazione di Partinico (Aree Industriali) e a seguire nella stazione dell'agglomerato di Palermo, in tutte le stazioni si assiste ad una riduzione delle concentrazioni a seguito delle misure di contenimento dell'emergenza da COVID-19, ma in modo diverso a seconda della zona monitorata. In particolare nell'agglomerato di Palermo si assiste alla maggiore riduzione di concentrazione di benzene, pari circa al 70%, e a seguire nella stazione di Partinico con una riduzione pari circa al 50%. Nelle altre stazioni della zona Aree Industriali (Termica Milazzo e Augusta - Villa) e nella stazione di Trapani la riduzione complessiva si attesta intorno al 30%.

Si riporta in figura 24 l'andamento della concentrazione registrata nella stazione Augusta-Marcellino (provincia di Siracusa) e i relativi valori medi e riduzioni percentuali. I dati disponibili

per questa stazione sono stati purtroppo limitati rispetto al trimestre analizzato essendo stata non in esercizio nei primi venti giorni del mese di Marzo.

Figura 24-Stazione di Augusta-SR

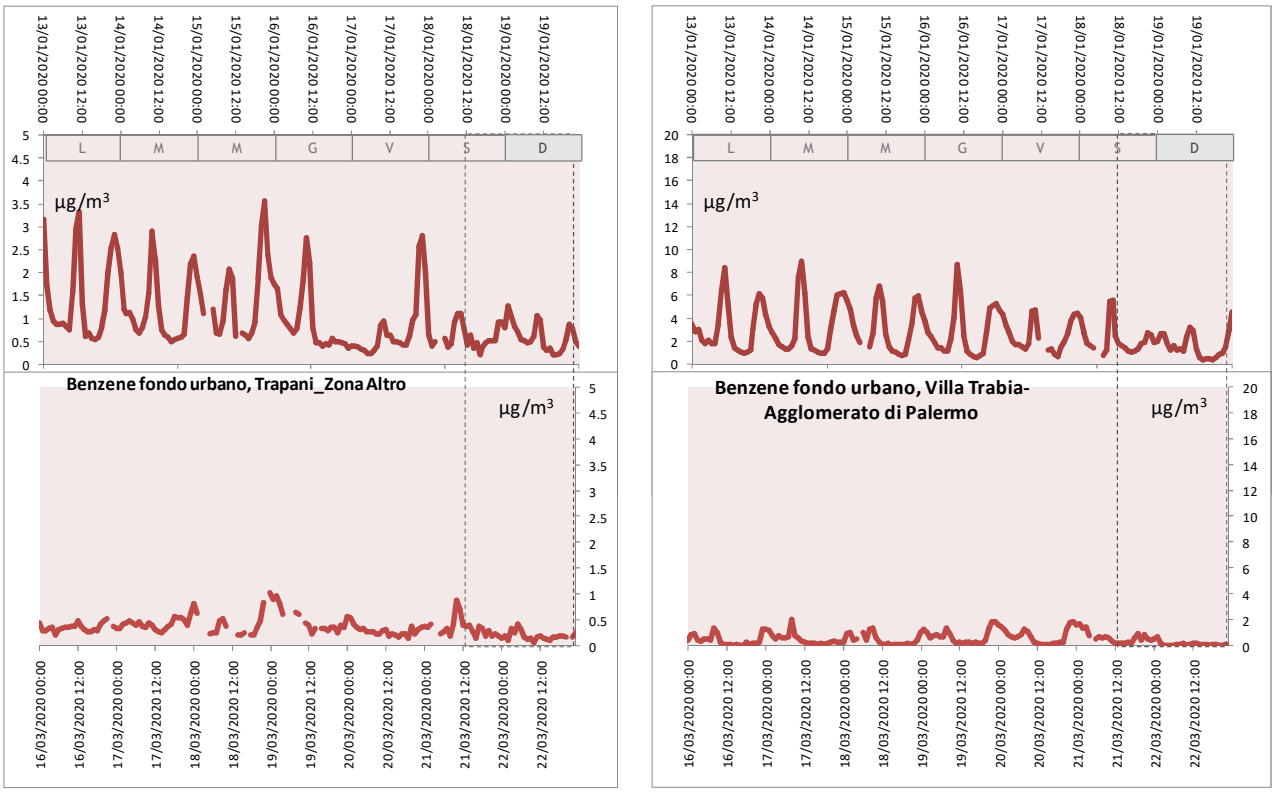


	02-16/02	21-31/03
Concentrazione media, µg/m3	12.60	6.30
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-50%

In questa stazione si registrano le maggiori concentrazioni di benzene ed inoltre essa risulta caratterizzate da picchi di elevata entità ai quali si associano spesso fenomeni di molestie olfattive, correlabili in alcuni casi con elevate concentrazioni di idrocarburi non metanici NMHC, come documentato dai report mensili che ARPA Sicilia diffonde in relazione alla sperimentazione del progetto "Nose" nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale (AERCA). La riduzione registrata tra il periodo antecedente e successivo la data del Decreto "Io resto a casa" è stata pari a 50%, sebbene permangono alcuni picchi di concentrazione superiori a 100 µg/m^3. Va precisato comunque che questo dato risente della mancanza di monitoraggio di circa venti giorni nel mese di Marzo.

Sono state valutate inoltre le concentrazioni registrate durante un periodo pari a una settimana, da lunedi a domenica, prendendo in esame la terza settimana del mese di Gennaio e del mese di Marzo e analizzando le variazioni di concentrazione legate al ciclo giorno – notte, si vedano le figure 25, 26 e 27.

Figura 25 – Confronto tra gli andamenti di Gennaio e Marzo 2020 – Trapani/Palermo



Le concentrazioni rilevate nelle stazioni di Trapani e Palermo presentano nella settimana di Marzo dei valori più bassi rispetto la settimana di Gennaio dove inoltre sono evidenti delle oscillazioni di concentrazione che raggiungono i picchi alle 10:00 e 22:00 circa e che si attenuano durante il fine settimana. Delle oscillazioni attenuate sono anche evidenti nel mese di Marzo per la stazione dell'Agglomerato di Palermo.

Figura 26– Confronto tra gli andamenti di Gennaio e Marzo 2020 – Siracusa/Partinico

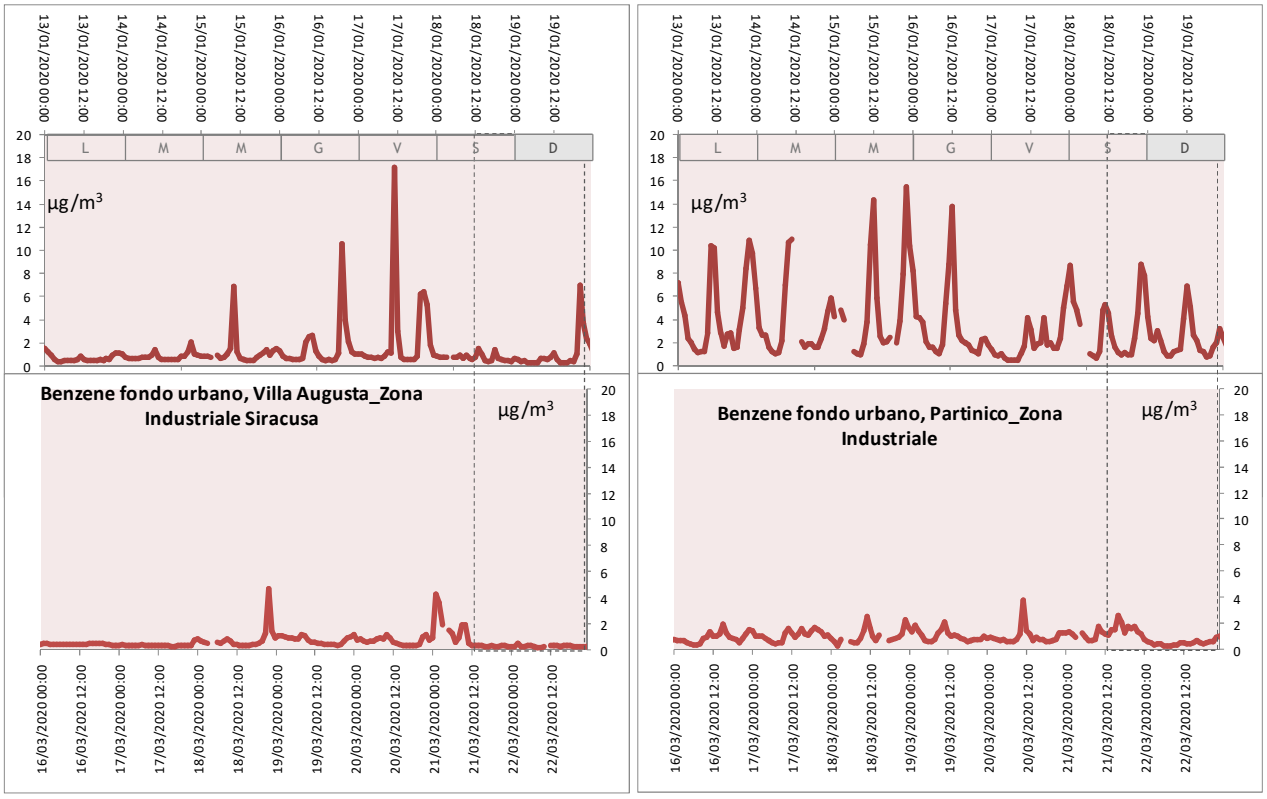
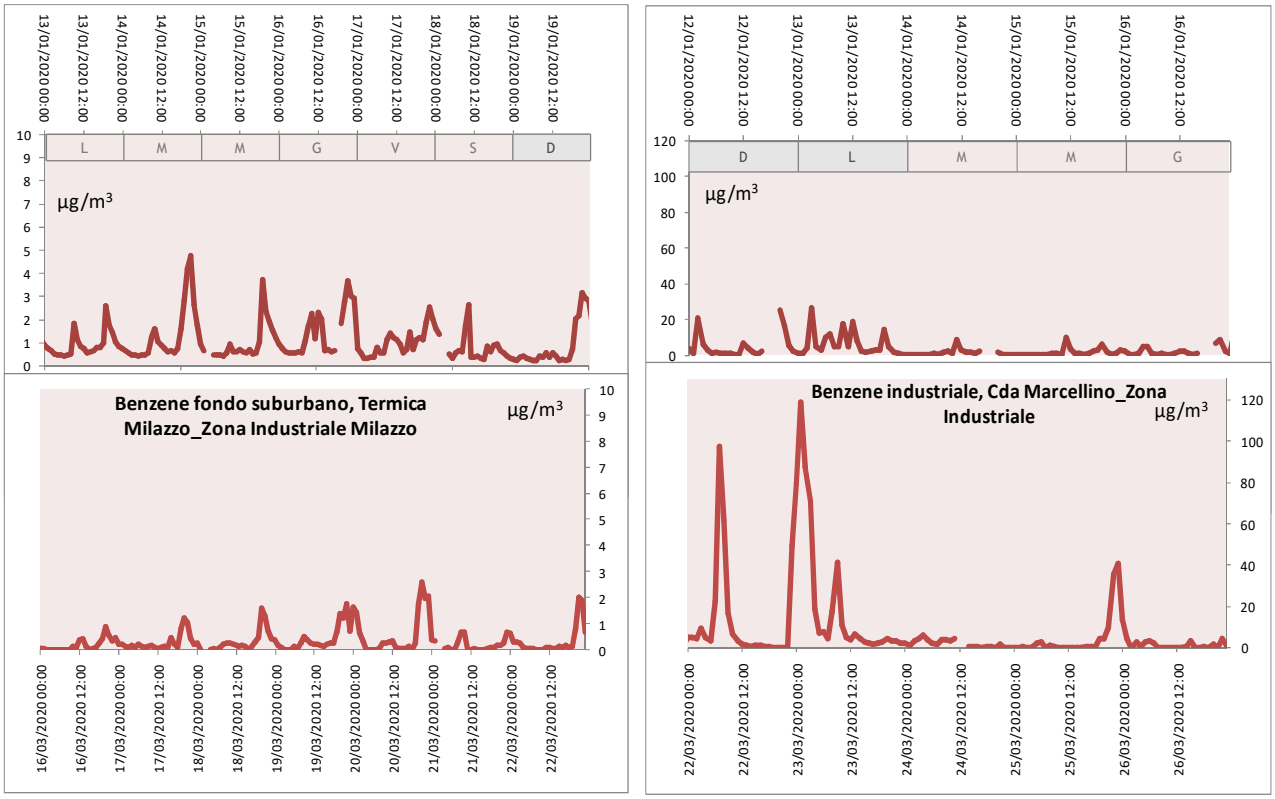


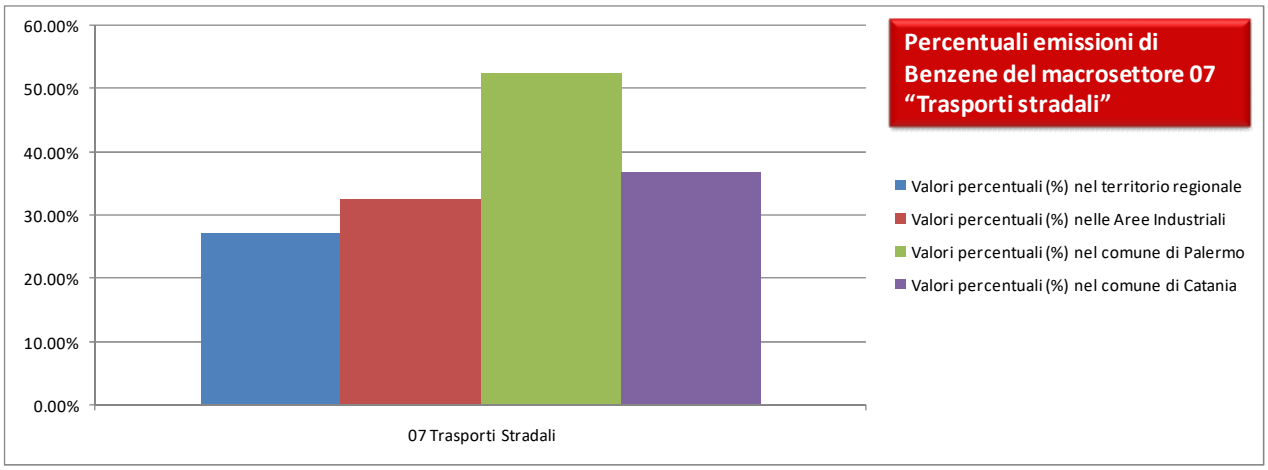
Figura 27– Confronto tra gli andamenti di Gennaio e Marzo 2020 – Milazzo/Siracusa



Le concentrazioni di benzene rilevate nelle stazioni delle Aree Industriali, rappresentate nelle figure 26 e 27, evidenziano degli andamenti diversi e non in tutti i casi analoghi tra loro. In particolare si registrano per la stazione di Partinico andamenti analoghi a quelli già evidenziati per la stazione di Palermo, sia in termini di concentrazioni che sono più elevate nella terza settimana di Gennaio rispetto la terza settimana di Marzo, sia riguardo alle oscillazioni di concentrazione nell'alternarsi del giorno con la notte. Per le stazioni di Augusta – Marcellino e Milazzo - Termica gli andamenti sono meno regolari e nella stazione Augusta - Marcellino si evidenziano delle concentrazioni più elevate durante la terza settimana di Marzo rispetto la stessa settimana di Gennaio, si evidenzia che per la stazione Augusta - Marcellino per insufficienza di dati è stato diagrammato l'andamento di concentrazione per cinque giorni da domenica a giovedì.

In figura 28 viene riportato il contributo delle emissioni di benzene dai trasporti stradali per il comuni di Palermo, Catania e per le zone Aree Industriali e Altro, come già evidenziato nel paragrafo precedente gli apporti non sono per tutte le zone gli stessi e, confrontando tali dati con le riduzioni percentuali di concentrazione in aria ambiente di benzene, si evince che questi ultimi sono abbastanza coerenti con i dati dell'inventario poiché le riduzioni percentuali sono più marcate per i due agglomerati, in particolare per quello di Palermo, rispetto alla zona Aree Industriali. Non è stato possibile effettuare il confronto con i dati dell'inventario per il comune di Catania poiché non sono stati disponibili i dati di benzene per questa zona nel periodo esaminato.

Figura 28



	Palermo		Misterbianco		Partinico		Termica-Milazzo		Villa Augusta-Augusta	
Benzene	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/04**	**>11/04**
Concentrazione media, µg/m3	2.07	0.63	nd	nd	2.16	1.15	0.67	0.43	1.17	0.81
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-69.80%		nd		-46.80%		-36.2%		-30%

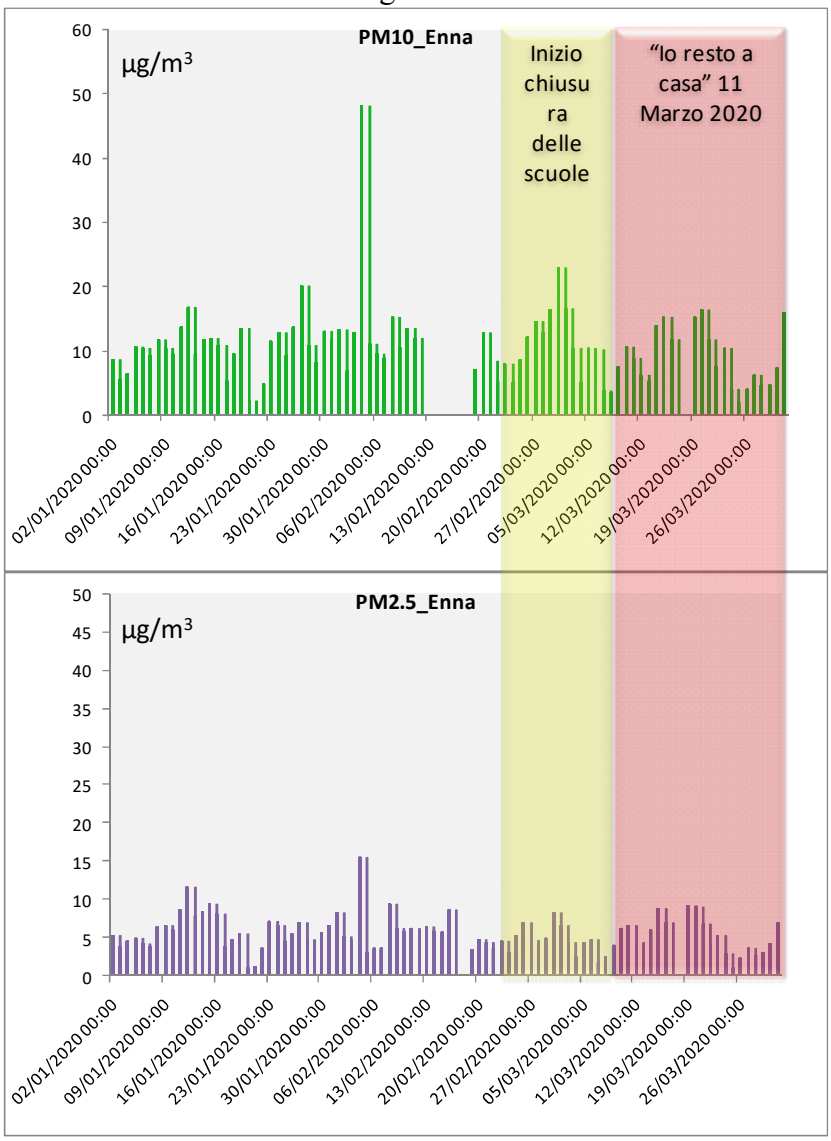
5.3 PARTICOLATO FINE PM10 E PM2.5

Sono state valutate le concentrazioni medie orarie del particolato fine rilevate nel periodo compreso tra il mese di Gennaio e il mese di Marzo 2020 nelle seguenti stazioni:

- Enna, nella zona Altro,
- Misterbianco, nell'Agglomerato di Catania,
- SR-Verga, nella zona Aree Industriali, AERCA di Siracusa,
- Priolo, nella zona Aree Industriali, AERCA di Siracusa,
- Porto Empedocle, nella zona Aree Industriali.

Di seguito in figura 29, 30, 31, 32 e 33 sono riportate per ciascuna stazione l'andamento delle concentrazioni medie orarie di PM10 e PM2.5 con evidenziati i tre periodi principali: il primo, antecedente le misure di contenimento per l'epidemia da COVID 19, il secondo che comincia con la chiusura a macchia di leopardo delle scuole, il terzo che inizia dopo il DPCM "Io resto a casa". Si riportano inoltre le concentrazioni medie e le relative variazioni percentuali nei tre periodi di cui sopra e nei due periodi delimitati dal decreto "Io resto a casa" che avendo effetti simultanei su tutta l'Italia può essere considerato come uno spartiacque univoco in tutto il territorio nazionale e regionale.

Figura 29



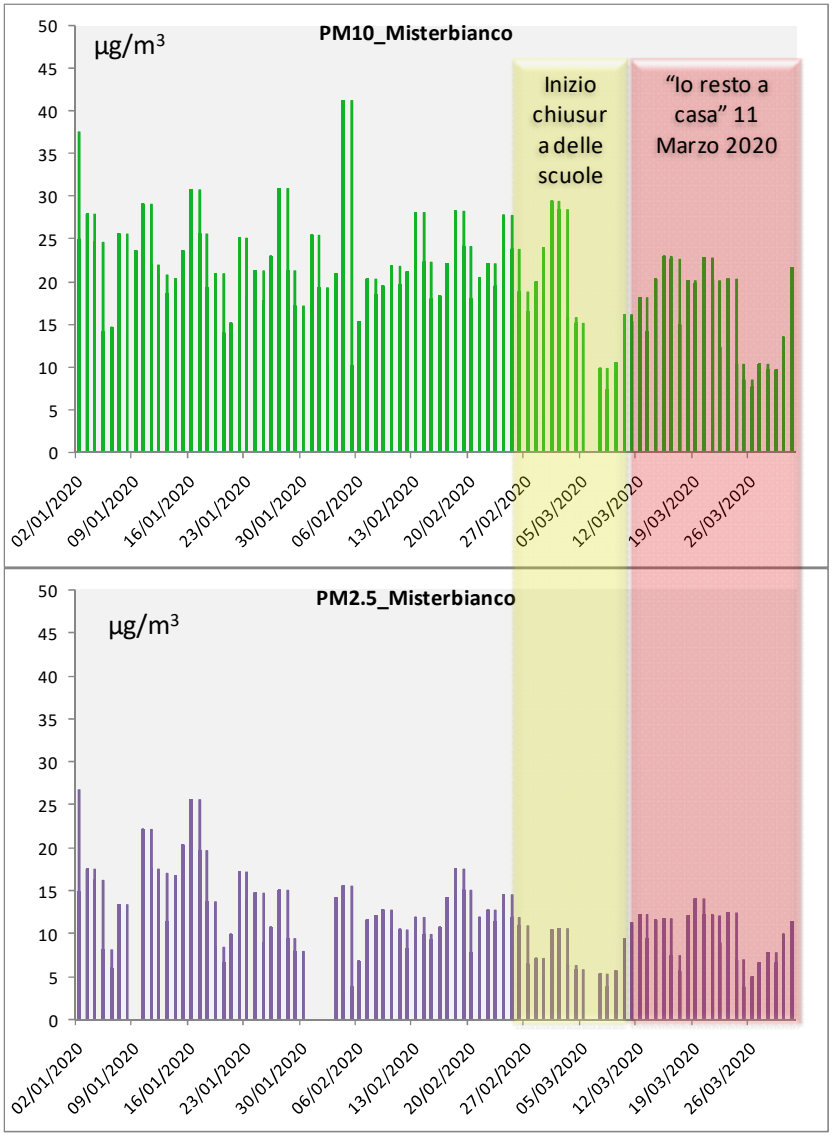
PM10	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	10.47	10.90	9.01
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		4.14%	-17.35%

PM2.5	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	5.58	4.80	5.02
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-13.89%	4.57%

PM10	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	10.58	9.01
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-14.8%

PM2.5	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	5.39	5.02
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-6.8%

Figura 30



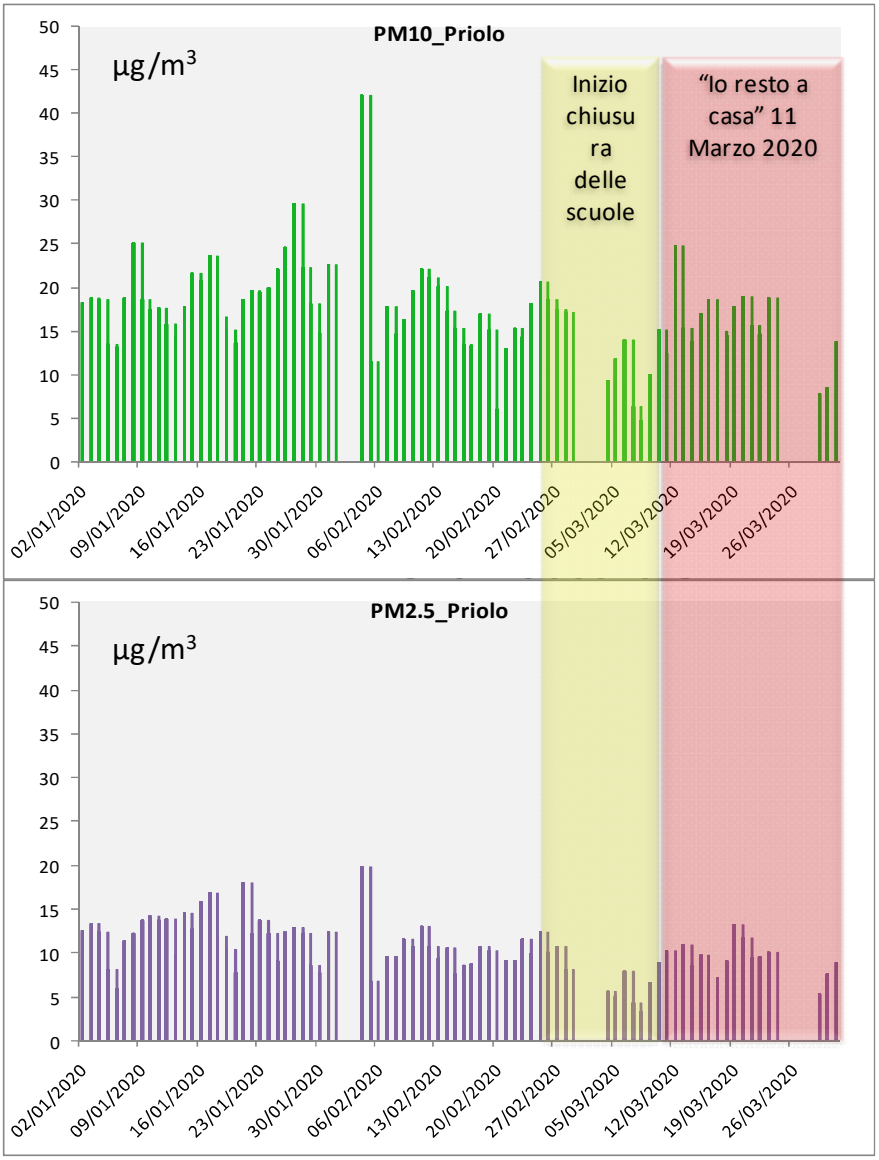
PM10	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	21.54	17.91	15.91
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-16.86%	-11.15%

PM2.5	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	12.76	7.92	9.30
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-37.96%	17.53%

PM10	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	20.77	15.91
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-23.4%

PM2.5	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	11.67	9.32
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-20%

Figura 31



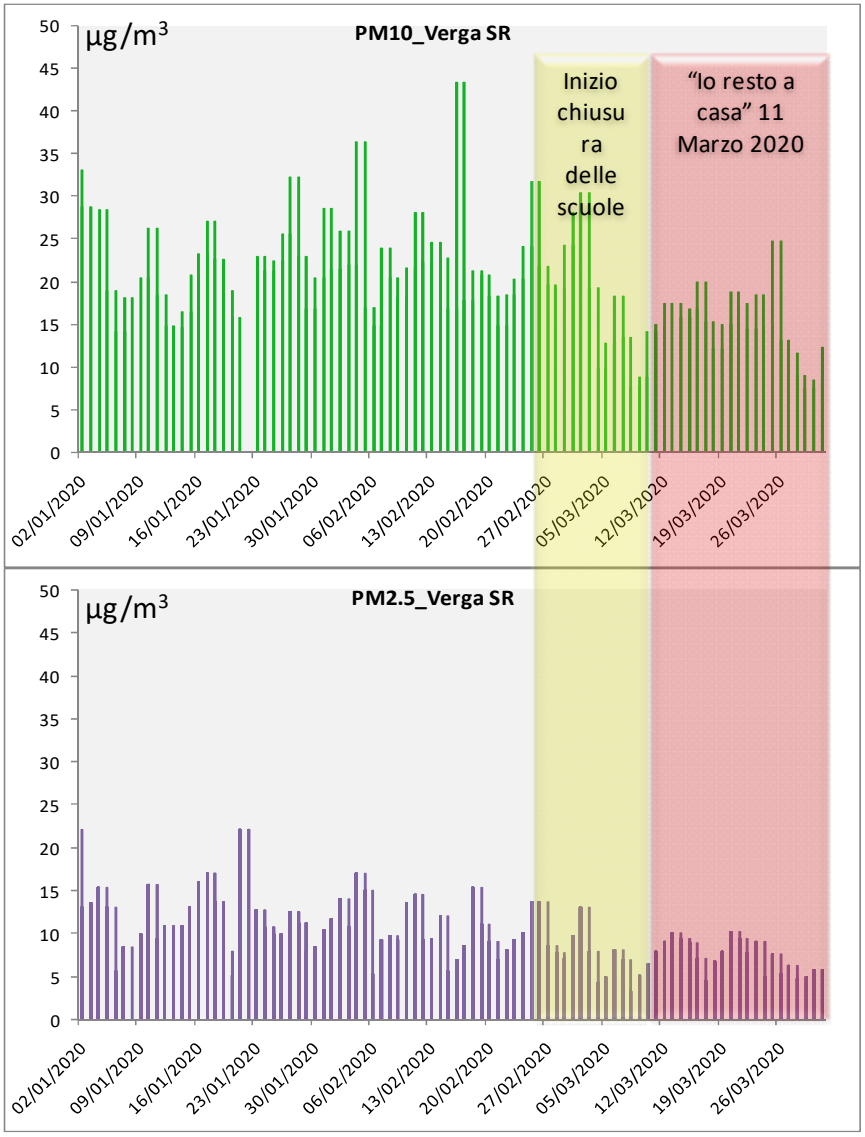
PM10	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	18.23	13.09	15.67
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-28.20%	19.75%

PM10	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	17.23	15.67
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-9%

PM2.5	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	11.36	7.71	9.08
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-32.15%	17.86%

PM2.5	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	10.64	9.08
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-14.6%

Figura 32



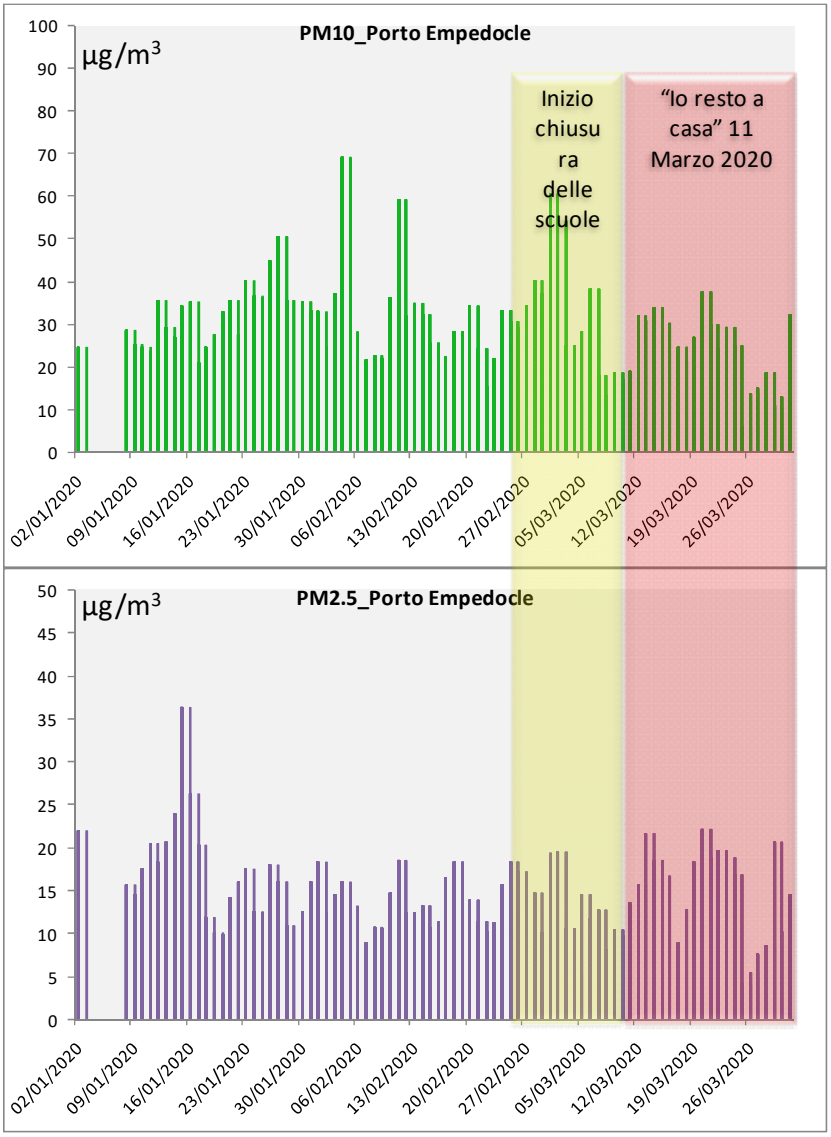
PM10	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	21.92	18.40	15.12
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-16.06%	-17.82%

PM10	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	21.06	15.12
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-28.22%

PM2.5	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	10.97	7.96	7.26
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-27.40%	-8.80%

PM2.5	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	10.27	7.27
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-29.18%

Figura 33



PM10	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	31.08	29.74	23.75
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-4.31%	-20.15%

PM2.5	<25/02	25/02-11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	15.15	12.74	14.66
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-15.91%	15.09%

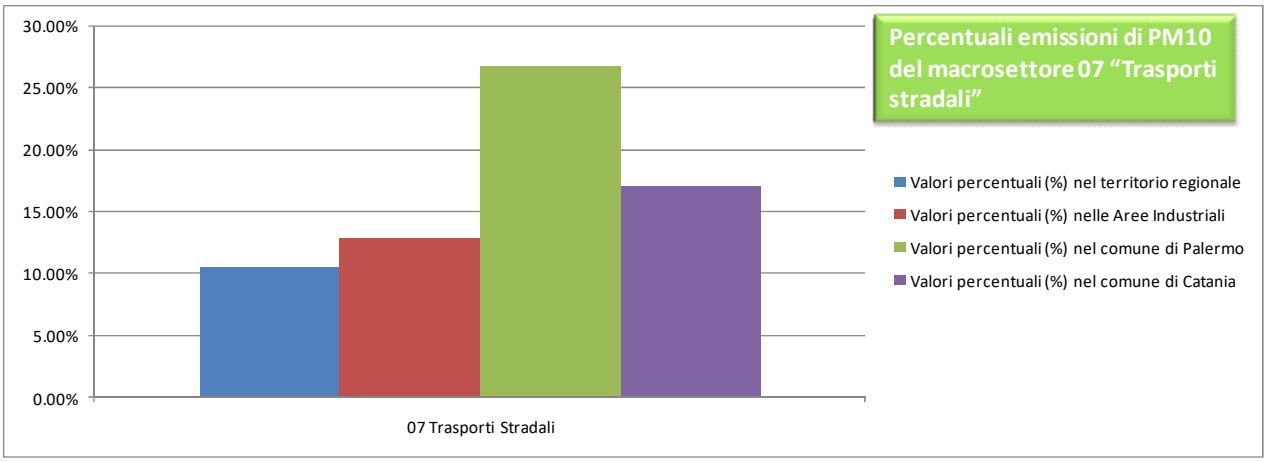
PM10	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	30.75	23.75
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-22.75%

PM2.5	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	14.55	14.66
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-0.8%

Le concentrazioni medie di PM10 e PM2.5 più alte sono state registrate nella stazione di Porto Empedocle della zona Aree Industriali e a seguire nella stazione di Misterbianco dell'Agglomerato di Catania. In tutte le stazioni si assiste ad una lieve riduzione delle concentrazioni a seguito delle misure di contenimento dell'emergenza da COVID-19, anche se tali riduzioni non sono state progressive tra i due periodi di diminuzione del traffico stradale ed anzi si sono registrati soprattutto per il PM2.5 degli aumenti di concentrazione dopo il decreto "Io resto a casa". Nelle stazioni di Misterbianco e SR - Verga si raggiungono le maggiori riduzioni rispettivamente pari circa al 20% e al 30% sia per il PM10 che per il PM2.5.

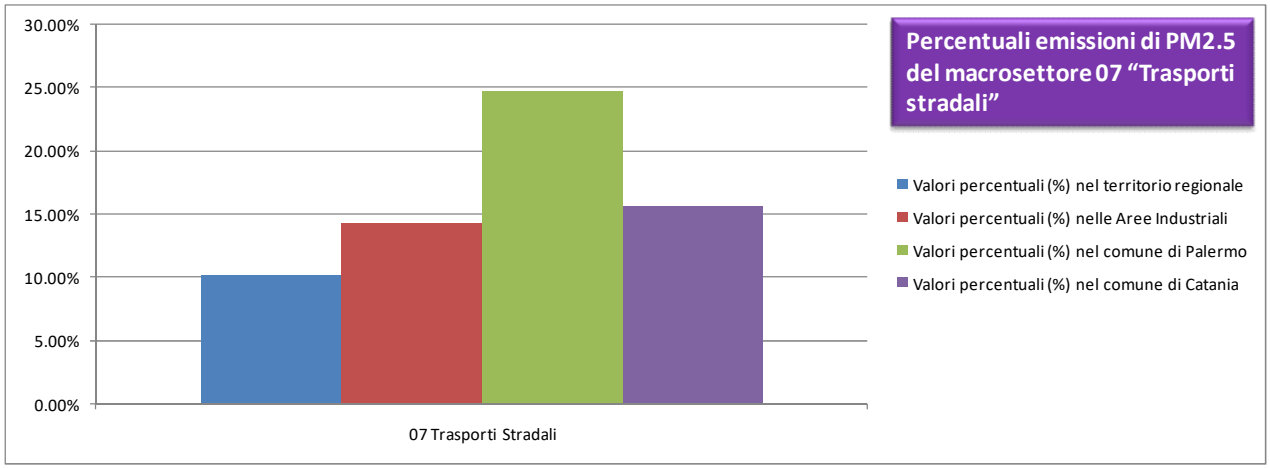
Nelle figure 34 e 35 viene riportato il contributo delle emissioni di particolato fine PM10 e PM2.5 dai trasporti stradali rispettivamente per i comuni di Palermo, Catania e per le zone Aree Industriali e Altro.

Figura 34



	Palermo		Misterbianco		Verga_SR		Priolo		Porto Empedocle	
PM10	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/04**	**>11/04**
Concentrazione media, µg/m3	nd	nd	20.77	15.91	21.06	15.12	17.23	15.67	30.75	23.75
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		nd		-23.40%		-28.22%		-9%		-22.75%

Figura 35



	Palermo		Misterbianco		Verga_SR		Priolo		Porto Empedocle	
PM2.5	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/03**	**>11/03**	**<11/04**	**>11/04**
Concentrazione media, µg/m3	nd	nd	11.67	9.32	10.27	7.27	10.64	9.08	14.55	14.66
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		nd		-20%		-29.18%		-14.60%		-0.80%

Come già evidenziato nel paragrafo precedente gli apporti non sono per tutte le zone gli stessi e confrontando tali dati con le riduzioni percentuali di concentrazione in aria ambiente di particolato fine si evince che questi ultimi sono meno coerenti con i dati dell'inventario, rispetto a quanto evidenziato per gli altri inquinanti, poiché le riduzioni percentuali più marcate sono state registrate per la stazione SR - Verga della zona Aree Industriali rispetto alla riduzione registrata nella stazione di Misterbianco dell'Agglomerato di Catania. Tuttavia le altre stazioni della zona Aree Industriali risultano risentire meno delle misure di contenimento dell'emergenza da COVID-19 rispetto la stessa stazione di Misterbianco e se consideriamo la media delle concentrazioni delle stazioni della zona industriale le riduzioni risultano coerenti con i dati dell'inventario sia per il particolato PM 10 che per il particolato PM2.5, come mostra la figura 36.

Figura 36

PM10	Misterbianco		Zona Aree Industriali (valori medi)	
	<11/03	>11/03	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	20.77	15.91	23.19	18.43
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-23.40%		-20.52%

PM2.5	Misterbianco		Zona Aree Industriali (valori medi)	
	<11/03	>11/03	<11/03	>11/03
Concentrazione media, µg/m3	11.67	9.32	11.79	10.24
Variazione percentuale rispetto al periodo precedente		-20%		-13.09%

6.CONCLUSIONI

L'analisi dei dati di qualità dell'aria, registrati nelle stazioni ubicate negli agglomerati di Palermo e Catania, nelle Aree Industriali nonché nella zona Altro (stabiliti nella Zonizzazione del territorio regionale) fotografa una netta riduzione delle concentrazioni di NOx e Benzene ed un più contenuto decremento del particolato, nel periodo successivo alle misure più restrittive per il contenimento dell'emergenza da COVID-19. Le riduzioni delle concentrazioni degli inquinanti a seguito delle misure di contenimento che hanno determinato la riduzione di circa il 50% dell'indice di mobilità, sono in perfetta coerenza con l'inventario delle emissioni riferito all'anno 2012.

In particolare per gli **ossidi di azoto** le stazioni di fondo urbano negli agglomerati di Palermo e Catania registrano una riduzione superiore al 60% nella concentrazione oraria rilevata, come prevedibile dall'inventario delle emissioni. Nelle stazioni di fondo urbano delle Aree Industriali si rileva una riduzione tra il 44% e il 57%, superiore al valore stimato dall'inventario, con riferimento al traffico stradale. Questo dato, oltre che risentire del breve periodo analizzato, potrebbe essere inficiato anche da una riduzione dell'attività industriale, che incide, secondo l'inventario, per il 40% sugli ossidi di azoto.

Relativamente al **benzene** le stazioni di fondo urbano negli agglomerati di Palermo e nella zona Altro rivelano le stesse percentuali di riduzione registrate per le concentrazioni di NOx. Le riduzioni percentuali ricavate per le stazioni delle Aree Industriali risultano mediamente in linea con le riduzioni della percentuale di NOx, pur rivelando alcune differenze nell'andamento medio orario. In particolare la stazione Augusta – Marcellino, che risente in modo significativo degli impianti presenti nell'AERCA di Siracusa, rileva dei picchi di benzene anche nel periodo in cui sono state adottate le misure più restrittive. Le riduzioni percentuali risultano inoltre coerenti con i dati dell'inventario.

Il **particolato**, che è un inquinante anche con origine secondaria, dipende oltre che dalla quantità di emissioni e dalle condizioni meteorologiche, anche dai fenomeni chimico-fisici che avvengono in atmosfera e che determinano i meccanismi di formazione, trasformazione e persistenza delle sostanze presenti in aria. In ogni caso, secondo l'inventario delle emissioni, la sua presenza in aria dipende solo per il 10% dal traffico stradale, come media regionale. Le percentuali di riduzione calcolate di PM10 e PM2.5 nell'agglomerato di Catania e nella stazione Priolo dell'area industriale, comprese tra il 10% e il 20%, sono abbastanza coerenti con i dati dell'inventario,

relativi alle due zone. Le altre due stazioni delle Aree Industriali SR-Verga, all'interno del tessuto urbano di Siracusa, e Porto Empedocle, fuori dal tessuto urbano, hanno un comportamento analogo con una riduzione superiore al 20% per il PM10 risentendo presumibilmente degli effetti della riduzione del traffico. Considerando inoltre le concentrazioni medie nelle stazioni della zona Aree Industriali esse risultano coerenti con i dati dell'inventario.

L'**ozono**, in ultimo, sembra risentire debolmente delle misure di contenimento per il COVID-19. L'ozono risulta legato soprattutto alle concentrazioni in aria ambiente del biossido di azoto che non si riduce particolarmente a seguito delle misure di contenimento, a differenza di quanto accade invece per gli ossidi NOx a causa della maggiore riduzione del monossido di azoto NO. Il ridotto periodo temporale osservato non consente tuttavia di valutare pienamente l'effetto di reazioni fotochimiche più complesse, come quella tra gli ossidi di azoto e l'ozono.

Non è stata riportata una valutazione delle stazioni di fondo della zona Altro rispetto ai dati dell'inventario poiché per essa non sono direttamente disponibili i dati di confronto essendo i dati dell'inventario, relativi all'intero territorio regionale, dipendenti da tutte le zone e non solo della zona Altro che non comprende gli agglomerati e la zona Aree Industriali.

Si evidenzia inoltre che le percentuali di riduzione delle concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente e le percentuali di apporto degli stessi dalla sorgente "trasporti stradali" non possono considerarsi dipendenti da relazioni di proporzionalità diretta per la complessità del processo di dispersione che dipende oltre che dalle condizioni meteorologiche anche dalle caratteristiche specifiche del territorio; inoltre l'inventario delle emissioni considera l'apporto annuale delle emissioni invece i dati analizzati in questo studio si riferiscono ad un periodo limitato dell'anno.

Fermo restando quanto sopra, l'analisi dei dati di qualità dell'aria evidenzia che le misure messe in atto per fronteggiare l'emergenza COVID 19, che hanno determinato una forte diminuzione delle emissioni derivanti dal traffico veicolare, hanno prodotto una evidente riduzione delle concentrazioni degli inquinanti legati direttamente al traffico, ovvero NOx e benzene, soprattutto negli agglomerati urbani.

La riduzione rilevata per il particolato non può essere esclusivamente correlata alla riduzione del traffico stradale, come la variabilità dei dati delle varie stazioni dimostra, in quanto le riduzioni anche drastiche di alcune sorgenti non sempre hanno una ricaduta direttamente proporzionale nella concentrazioni in aria di particolato, visto il complesso meccanismo che in atmosfera conduce alla formazione ed all'accumulo di particolato atmosferico.