



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di laurea triennale Ingegneria Civile ed Ambientale

TESI DI LAUREA in

Qualità dell'aria in area urbana in relazione a incidenti

industriali rilevanti: il caso dell'incendio TUBIMAR

(Air quality in urban areas in relation to major

industrial accident: the case of the TUBIMAR fire)

Relatore:

Candidato:

Maria Letizia Ruello

Filippo Bellavigna

Anno accademico 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. Inquinanti responsabili della qualità dell'aria.....	6
1.1 Normativa europea	6
1.2 Normativa nazionale italiana	6
1.3 Normativa regionale delle Marche	7
1.4 Decreto 155/06: scopo, principi, struttura e gestione dati:	9
2. Eventi e situazioni ad alto potenziale impatto sulla qualità dell'aria	13
2.1 Incidente Porto di Ancona 15/16 settembre 2020	13
2.1.1 Le diossine.....	19
2.1.2 COV.....	21
2.1.3 Altri rischi e conclusioni incidente Porto	23
2.2 <i>Gestione grandi incendi siti industriali e altri rischi nel Regno Unito</i>	39
2.2.1 Altri rischi	39
2.2.2 Incendi ed esplosioni industriali	41
2.3 <i>Parchi industriali chimici in Cina</i>	46
2.3.1 Sistemi di monitoraggio	48
2.3.2 Centro di comando emergenza.....	50
3. - Misure di protezione e prevenzione.....	58
CONCLUSIONI.....	59
RINGRAZIAMENTI.....	62
BIBLIOGRAFIA & SITOGRAFIA.....	63

INTRODUZIONE

Lo studio in questione parte da una riflessione personale.

Negli ultimi anni le problematiche ambientali, indotte dall'impatto antropico, sono diventate, per la prima volta, degne di nota per molte città in molti stati. Non mi riferisco solo alla ormai famosissima tematica del "climate change", della quale persone di tutte l'età parlano, dell'innalzamento del livello del mare dovuto allo scioglimento dei ghiacci, della tropicalizzazione delle zone temperate e del disboscamento della foresta pluviale ecc.

Quello su cui questo studio é focalizzato é contribuire a capire se il progressivo sviluppo tecnologico, quindi dell'essere umano stesso, è direttamente proporzionale ad un ambiente di vita sano e, allo stesso tempo, comprendere il livello di presa di coscienza di certe problematiche.

Essendo quest'ultimi soggetti sicuramente troppo ampi da essere trattati in poche righe ed avendo il rischio di risultare approssimativo su un soggetto tra i più importanti per il nostro futuro, ho deciso di porre l'accento sul meno famoso inquinamento atmosferico e soprattutto sui possibili impatti dovuti ad incidenti industriali (tra cui quello avvenuto recentemente nella mia città natale Ancona) e le difficoltà che persistono nel prendere decisioni nella gestione di un evento incidentale.

Quando accadono questi eventi si possono liberare nell'aria svariate sostanze volatili, molte delle quali sono nocive non solo per l'uomo ma anche per tutto l'ecosistema terrestre.

In queste pagine si analizzeranno tre soggetti (incidenti o zone di potenziale rischio) in diverse zone del Mondo, per verificare come soggetti diversi, con potenziali cause simili, siano affrontati . Sempre nell'ottica di verificare se l'organizzazione, tecnologia e attitudine degli attori partecipanti sia adeguata e garante di un'ambiente sano.

Nel mio studio parlo nello specifico dell'Incendio al Porto di Ancona e di come l'ARPAM (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche) abbia svolto le attività di monitoraggio e controllo riguardo la valutazione della Qualità dell'aria.

A seguito farò un focus sull'organizzazione nel Regno Unito, riguardo ai rischi da incendi industriali e altro, e in Cina, per dare uno sguardo come oggi giorno l'organizzazione sia un elemento chiave di questa "battaglia".

Spero che questa tesi apporti un piccolo mattoncino nel capire se il nostro stile di vita e le nostre ambizioni siano davvero garanti di un futuro migliore per le generazioni a venire.

1. Inquinanti responsabili della qualità dell'aria

In questo capitolo si evidenzierà la situazione legislativa e normativa.

Nello specifico del nostro soggetto (inquinamento atmosferico), come per molti settori, vi sono delle normative scritte da seguire, di cui le più indicative sono:

1.1 Normativa europea

- *Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 “Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”*
- *Direttiva (UE) 2015/1480 della Commissione, del 28 agosto 2015, che modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.*

1.2 Normativa nazionale italiana

- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” - Parte V*
- *Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”*
- *Decreto Ministeriale del 29 Novembre 2012 “Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155”*

- **Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.”**
- **Decreto Ministeriale del 5 maggio 2015 “Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155”**
- **Decreto Ministeriale del 26 Gennaio 2017 “Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente”**

1.3 Normativa regionale delle Marche

- **Legge regionale 25 maggio 1999 n. 12 “Conferimento alle Province delle funzioni amministrative in materia di inquinamento atmosferico”**
- **Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale n. 52 dell'8 maggio 2007 “Valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente (Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351): zonizzazione del territorio regionale, piano di azione, individuazione autorità competente”**
- **Delibera di Giunta Regionale n. 1600 del 27 novembre 2018 “Rete regionale di misura degli inquinanti atmosferici: convenzione con le Province e l'ARPAM in materia di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente”**

Il D.Lgs. n. 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, modificato con D.Lgs. n. 250/2012, DM 05 maggio 2015 e DM 26 gennaio 2017, è la normativa nazionale di

riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell'aria.

Il D. Lgs., attuando la Direttiva 2008/50/CE, riordina completamente la normativa in materia di gestione e tutela della qualità dell'aria, ed abroga e sostituisce le seguenti norme previgenti:

- *D.Lgs. n. 351/1999 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria";*

- *D.M. 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";*

- *Il D.Lgs. n. 183/2004 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria";*

- *Il D.Lgs. n. 152/2007 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".*

1.4 Decreto 155/06: scopo, principi, struttura e gestione dati:

Le funzioni amministrative relative alla valutazione e alla gestione della qualità dell'aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

La normativa regolamenta le concentrazioni in aria ambiente dei seguenti inquinanti: biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_X), monossido di carbonio (CO), particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}), piombo (Pb), benzene (C₆H₆), oltre alle concentrazioni di ozono (O₃) e ai livelli nel particolato PM₁₀ di alcuni parametri, quali cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), e Benzo(a)pirene (BaP).

I vincoli più generalmente applicati sono i limiti di concentrazione per ciascun inquinante, misurati tramite una rete di monitoraggio con stazioni fisse e mobili di misurazione, rappresentative di ampie aree di territorio.

Gli scopi del Decreto 155/06 si possono riassumere come segue (art. 1 comma 1):

- individuare gli obiettivi di qualità dell'aria, per evitare o ridurre gli impatti sulla salute umana e sull'ambiente;*
- introdurre standard di valutazione delle caratteristiche dell'aria nel territorio nazionale;*
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria con la finalità di individuare le misure da adottare per contenere l'inquinamento;*
- mantenere o migliorare la qualità dell'aria;*
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria.*

Il Decreto si basa sui seguenti principi (art. 1 comma 4):

- mantenere elevati standard qualitativi ed omogenei di valutazione e gestione della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale;***
- organizzare secondo criteri di tempestività il sistema di acquisizione, di trasmissione e di messa a disposizione dei dati e delle informazioni finalizzate alla qualità dell'aria;***
- realizzare una zonizzazione e classificazione del territorio regionale e nazionale sulla base del carico emissivo, delle caratteristiche orografiche, meteo-climatiche e di urbanizzazione;***
- effettuare la valutazione della qualità dell'aria in base alla razionalizzazione della rete di misura e ad un programma di analisi dati;***
- predisporre piani e misure da attuare in caso di individuazione di una o più aree di superamento dei valori limite di concentrazione degli inquinanti.***

La tabella sottostante indica i valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione

INQUINANTE	NOME LIMITE	INDICATORE STATISTICO	VALORE
SO₂ Biossido di Zolfo	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
NO_x Ossido di Azoto	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
NO₂ Biossido di Azoto	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per annocivile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM₁₀ Polveri	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per annocivile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM_{2.5} Polveri	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
CO Monossido di Carbonio	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m ³
C₆H₆ Benzene	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³
O₃ Ozono	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h da calcolare come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h
BaP Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annuale	1 ng/m ³
Pb Piombo	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m ³
Ni Nichel	Valore obiettivo	Media Annuale	20 ng/m ³
As Arsenico	Valore obiettivo	Media Annuale	6 ng/m ³
Cd Cadmio	Valore obiettivo	Media Annuale	5 ng/m ³

Questi valori, ricavati da tutte le stazioni regionali, sono gestiti dal Centro Regionale della Qualità dell'Aria ARPAM, che provvede anche alla validazione dei dati provenienti dalle stazioni stesse.

La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria prevede il monitoraggio degli inquinanti attraverso 17 stazioni fisse e un laboratorio mobile utilizzato come fisso.

2. Eventi e situazioni ad alto potenziale impatto sulla qualità dell'aria

2.1 Incidente Porto di Ancona 15/16 settembre 2020

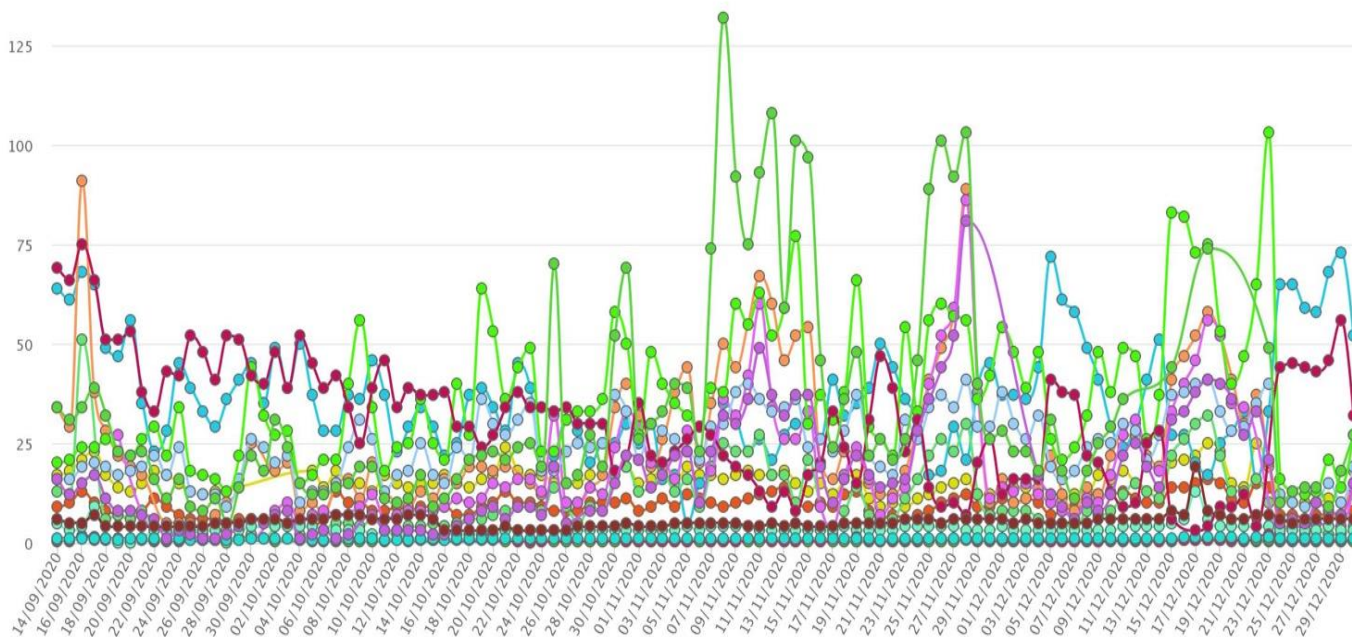
Grazie alle informazioni delle stazioni sopracitate, è stato possibile analizzare l'incendio che ha interessato il Porto di Ancona nella notte tra il 15 e il 16 settembre 2020.

L'Agenzia è stata subito attivata su segnalazione dei Vigili del fuoco e del Comune di Ancona, l'intervento è arrivato verso le 02:00 del mattino.

I tecnici si sono recati immediatamente sul posto (Ex Tubimar) e hanno avviato le attività di monitoraggio, acquisendo in prima istanza tutte le informazioni possibili circa la composizione dei materiali contenuti nei capannoni, al fine di orientare le successive attività di monitoraggio. Sono in seguito state pianificate e organizzate le attività relative al monitoraggio delle diverse matrici ambientali di interesse.



150



- Ancona Cittadella: Analizzatore Benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore CO [mg/m^3]
- Ancona Cittadella: Analizzatore NO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore O3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore PM1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Cittadella: Analizzatore SO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore Benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore CO [mg/m^3]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore NO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore O3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ancona Stazione FF: Analizzatore SO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

A fine di poter valutare la qualità dell'aria, il grafico sopra riportato, fa riferimento alle rilevazioni effettuate dalle stazioni della rete di rilevamento Ancona Cittadella e Ancona Stazione.

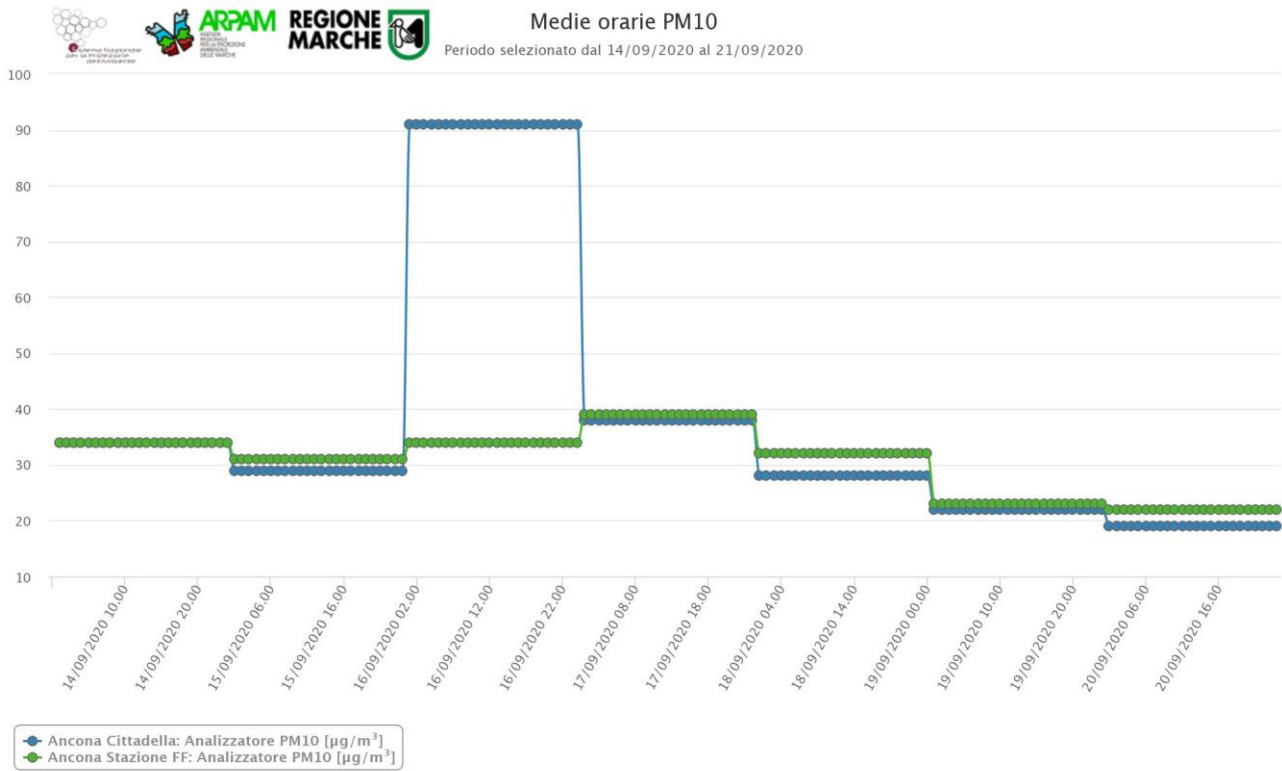
La concentrazione del PM10 nel giorno dell'incendio è stata rilevata pari a 91 ng/m³, quindi circa il doppio del valore limite di riferimento.

Nei giorni successivi si è notato un progressivo calare di questa concentrazione in tutte le postazioni.

Caso analogo per il PM1 (concentrazione media giornaliera da 51 ng/m³ fino a 6 ng/m³).

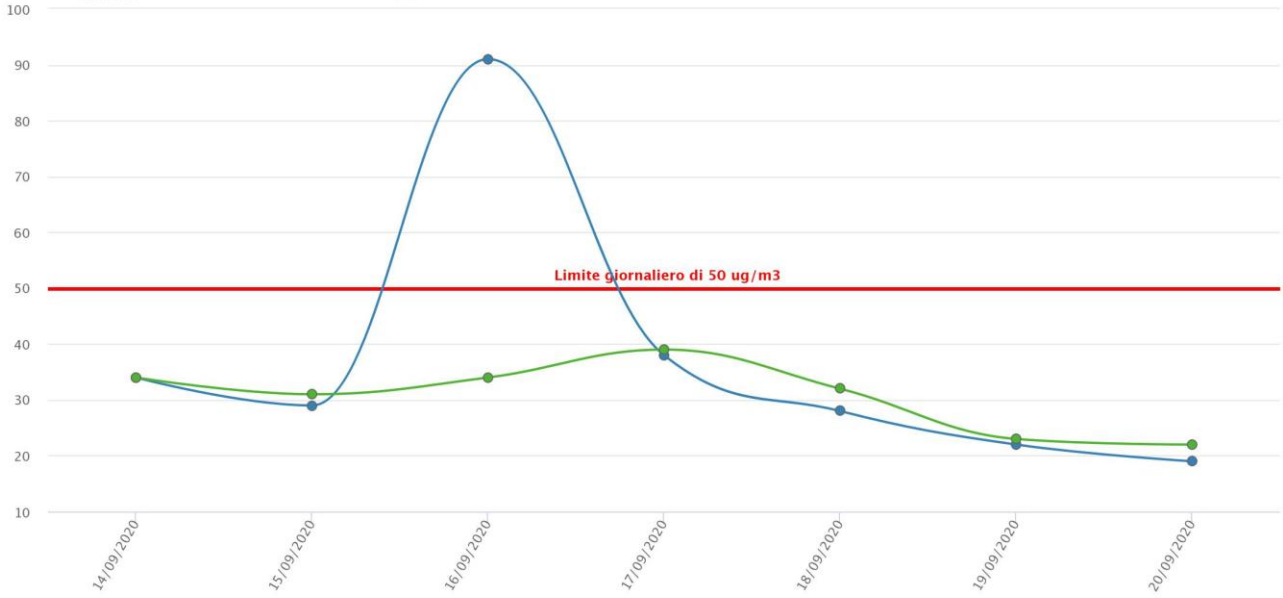
Tutti gli altri inquinanti come Benzene, NO₂, ossidi di zolfo SO₂ hanno evidenziato un valore di picco per poi tornare entro in valori limite il giorno successivo all'incidente.

Di seguito grafici delle concentrazioni medie orarie e giornaliere del PM10, Zolfo SO2, NO2 nei periodi sopra indicati



Medie giornaliere PM10

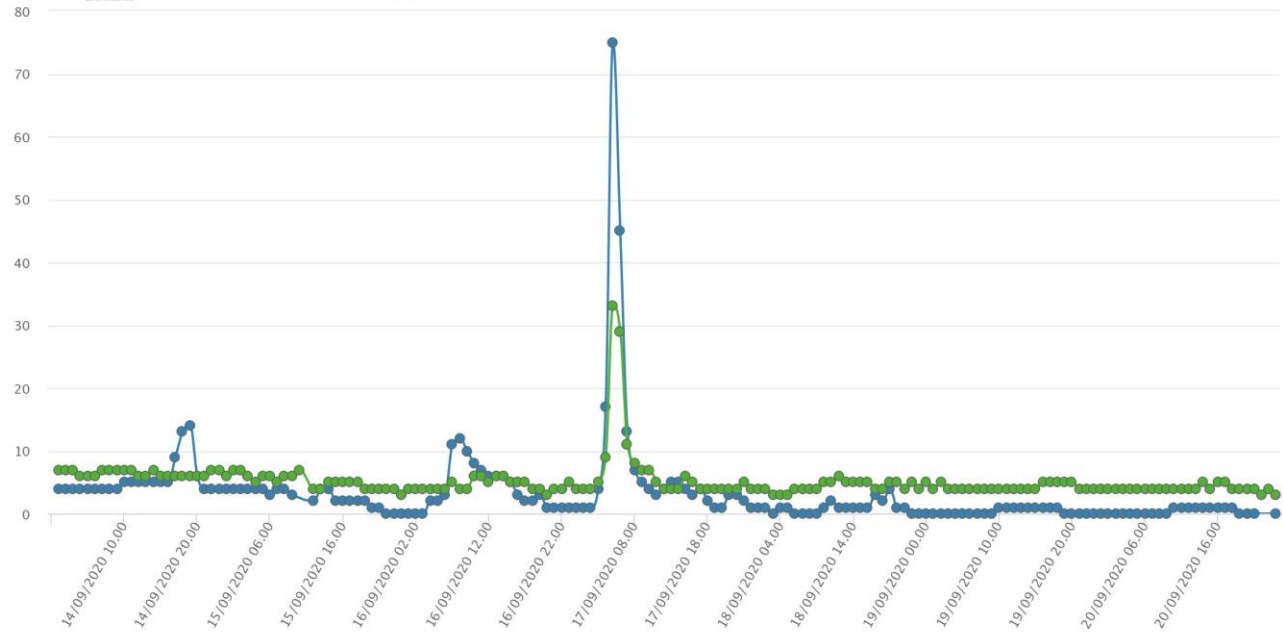
Periodo selezionato dal 14/09/2020 al 21/09/2020



◆ Ancona Cittadella: Analizzatore PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
◆ Ancona Stazione FF: Analizzatore PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Medie orarie SO2

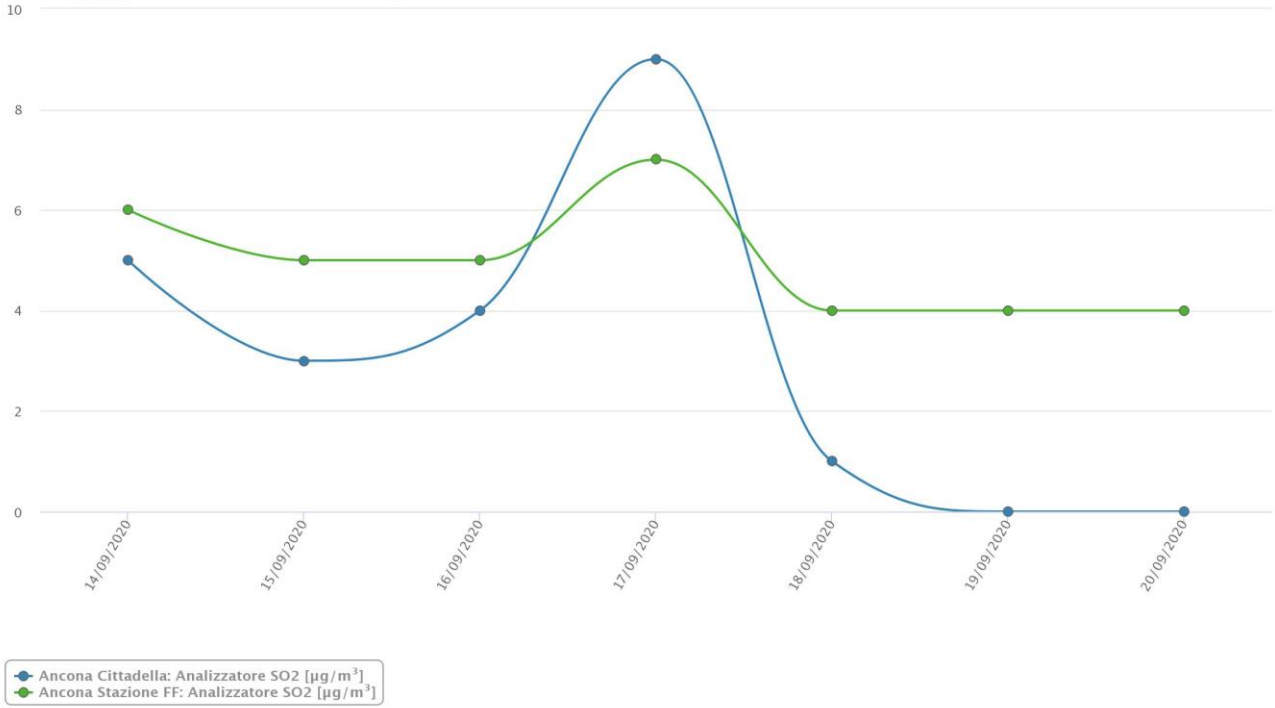
Periodo selezionato dal 14/09/2020 al 21/09/2020



◆ Ancona Cittadella: Analizzatore SO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
◆ Ancona Stazione FF: Analizzatore SO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

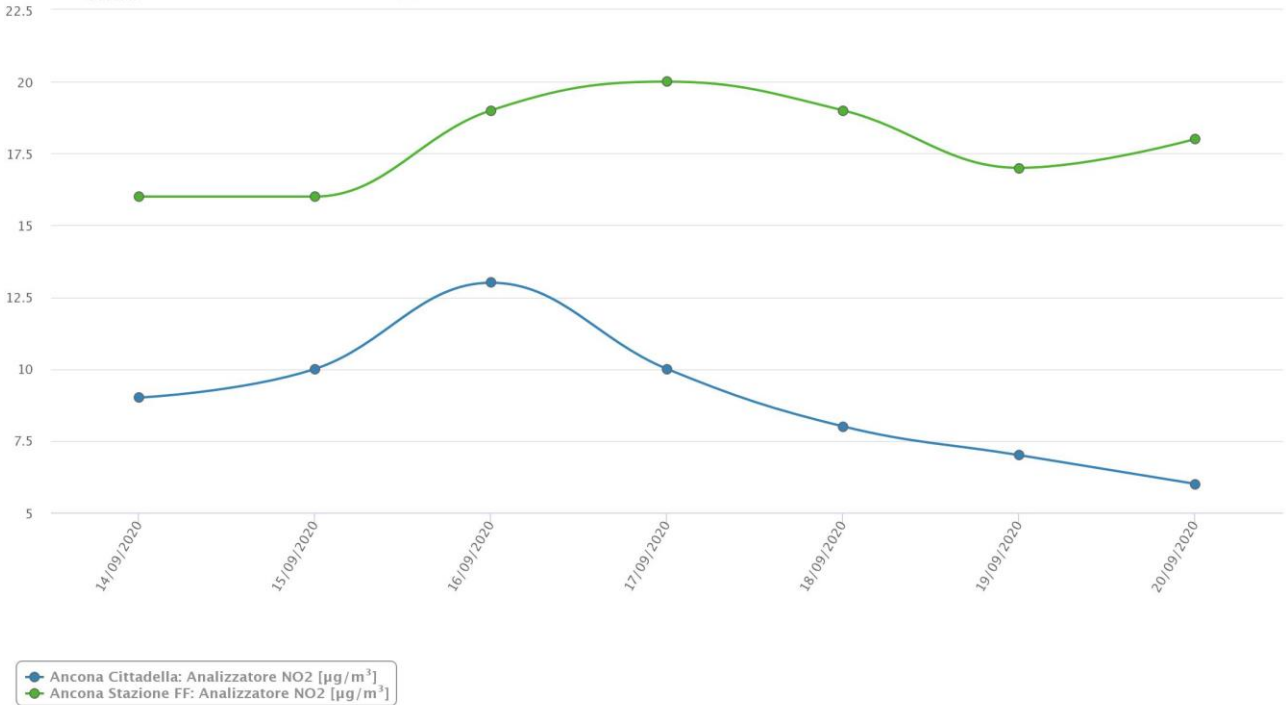
Medie giornaliere SO2

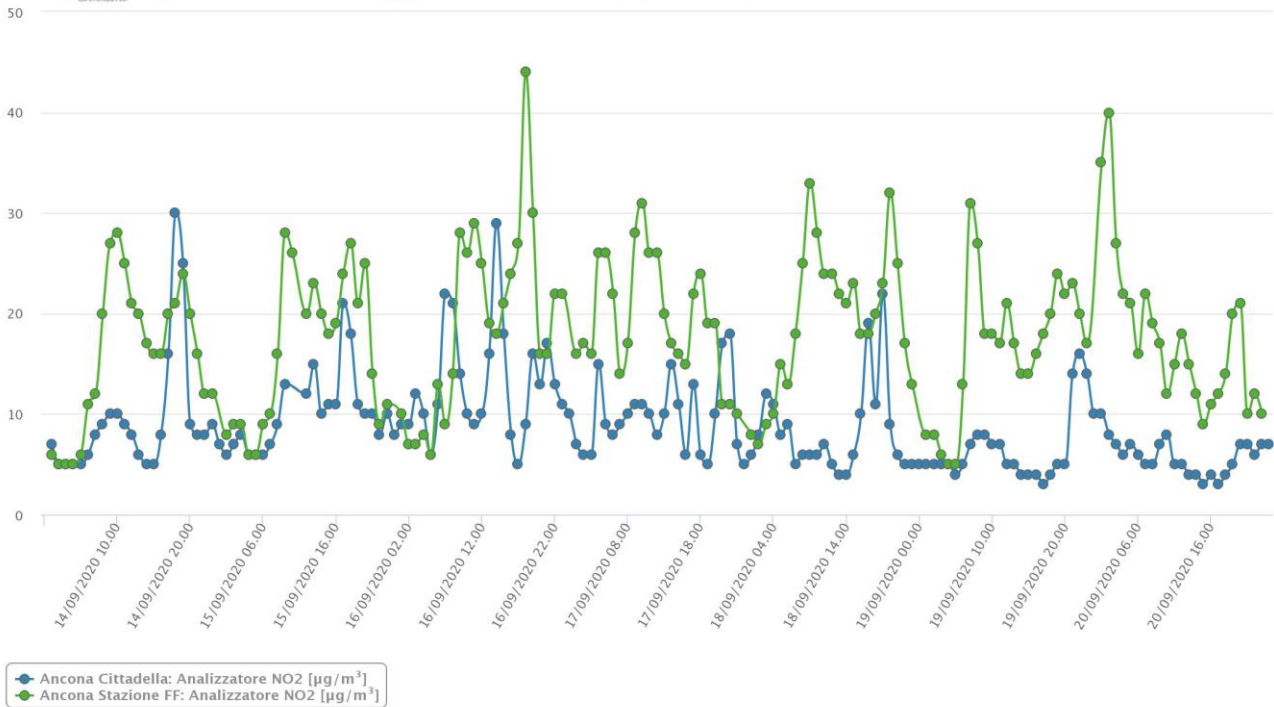
Periodo selezionato dal 14/09/2020 al 21/09/2020



Medie giornaliere NO2

Periodo selezionato dal 14/09/2020 al 21/09/2020





2.1.1 Le diossine

Per entrare più nel dettaglio dello studio, ritengo importante un'analisi specifica delle diossine: queste sono sottoprodotti che non si formano intenzionalmente, bensì indesiderati, creati da una serie di processi chimici e di combustione. Vengono divisi in due grandi gruppi: le PCDD (diossine) e i PCDF (furani).

Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, spesso semivolatili, termostabili, quasi insolubili in acqua ma altamente liposolubili. Esistono circa 210 composti chimici, ma solo 17 di essi destano preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

Questa tossicità viene espressa tramite il concetto di fattore di tossicità equivalente TEQ, riferito al congenere più tossico ossia la TCDD (2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina). A causa della loro presenza ubiquitaria nell'ambiente, persistenza e

liposolubilità, le diossine tendono, nel tempo, ad accumularsi negli organismi viventi, nei tessuti ed organi dell'uomo e degli animali.

Anche i PCB (policlorobifenili) sono una serie di composti aromatici variamente clorurate, ma a differenza delle diossine queste sostanze chimiche vengono prodotte deliberatamente tramite processi industriali.

Le concentrazioni rilevate presso le tre postazioni di Ancona Cittadella, Comune di Ancona e Piazza San Gallo sono espresse in termini di tossicità equivalente come somma PCDD+PCDF (diossine + furani).

In 6 cicli di campionamento, nel periodo che va dal 16 settembre 2020 al 21 settembre 2020, la soglia massima si è aggirata sempre intorno a 0,10-0,55 pg I-TEQ/m³.

Solo nella notte del 16-17 settembre i valori sono montati alle stelle raggiungendo anche 22,90 pg I-TEQ/m³, nel campione rilevato presso la postazione del Comune di Ancona.

Sia alla postazione di Piazza San Gallo che di Ancona Cittadella si è notata una minore concentrazione (tra 2,6 e 3,8 pg I-TEQ/m³) nella notte in questione, per poi scendere ulteriormente e bruscamente nel terzo ciclo di campionamento.

Stesso procedimento è stato attuato per gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e i metalli.

6 su 21 dei Metalli interessati non hanno avuto mai superato la soglia di quantificazione, come Cadmio, Cobalto, Cromo, Lantanio, Cerio e Mercurio.

Riguardo gli IPA, un solo composto non è mai stato rilevato oltre la soglia, si tratta del Dibenzo(a,h)pirene.

Si è seguito lo stesso ciclo di campionamento riservato a diossine e furani, iniziati il 16 settembre 2020 alle ore 5:30 e proseguiti nelle giornate successive con un ciclo di 12 ore nelle giornate del 16 e 17 settembre e successivamente con un ciclo di 24 ore. Si sono valutati poi i risultati ottenuti mettendoli a confronto con i valori presi nel 2019 e con le concentrazioni medie in aria ambiente indicate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità O.M.S. (World Health Organization W.H.O.) nelle "Linee guida della qualità dell'aria per l'Europa" (Air quality guidelines for Europe).

In corrispondenza delle prime fasi di spegnimento dell'incendio, i valori massimi sono risultati superiori di un fattore medio pari circa a 3 per gli IPA, 1 per i Metalli e circa 12 per la diossina rispetto al livello medio registrato sull'intero periodo.

2.1.2 COV

Altra sostanza campionata presso il Comune di Ancona sono i COV (Composti Organici Volatili), sempre con il medesimo ciclo degli altri inquinanti. L'unico normato dal D. lgs. 155/2010 è il Benzene, che però risulta sempre al di sotto del valore limite di riferimento di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

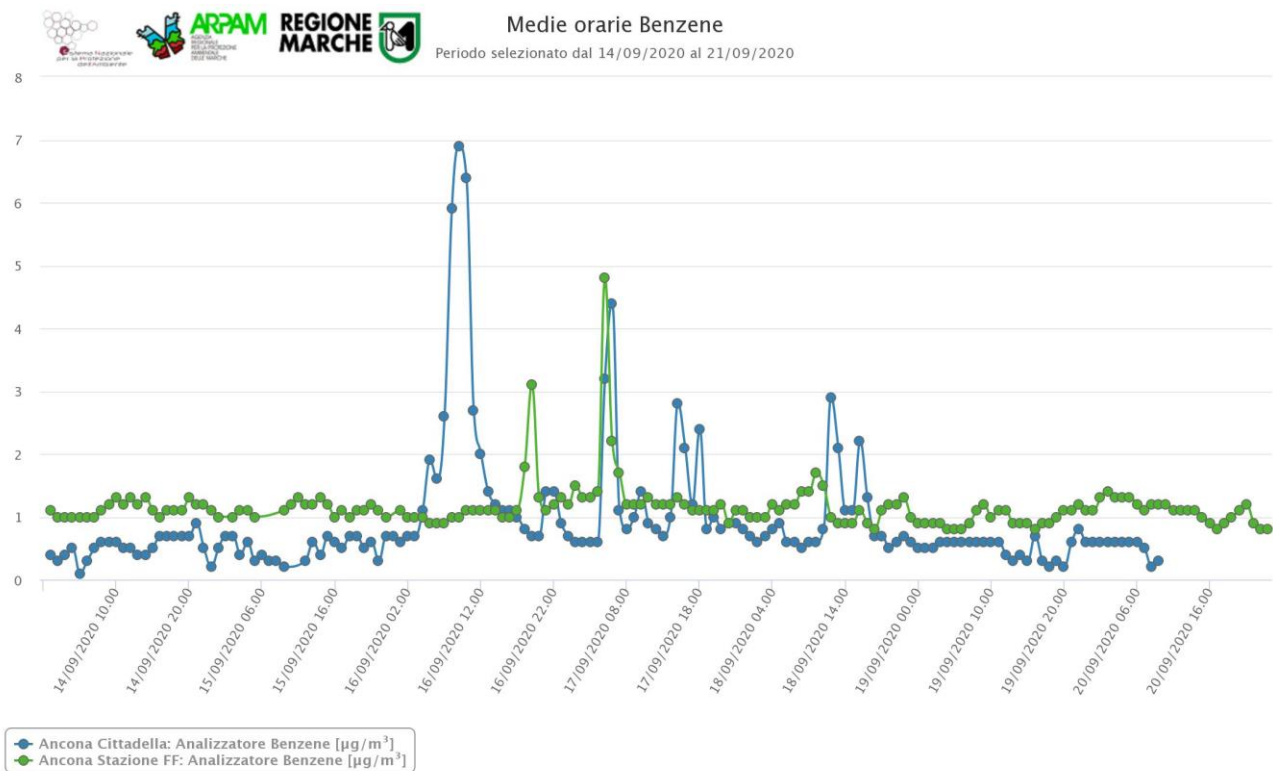
Dal giorno dell'incendio fino all'ultimo periodo si può notare un calo generale delle concentrazioni di composti organici volatili correlata al progressivo spegnimento dell'incendio.

Seguendo sempre le linee guida, le medesime utilizzate per IPA e Metalli, le concentrazioni medie in aria ambiente degli inquinanti in esame sono:

- *Benzene: circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in zona rurale e comprese tra $5-20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in area urbana;*
- *Stirene: inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in zona rurale e fino a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in aree fortemente urbanizzate;*

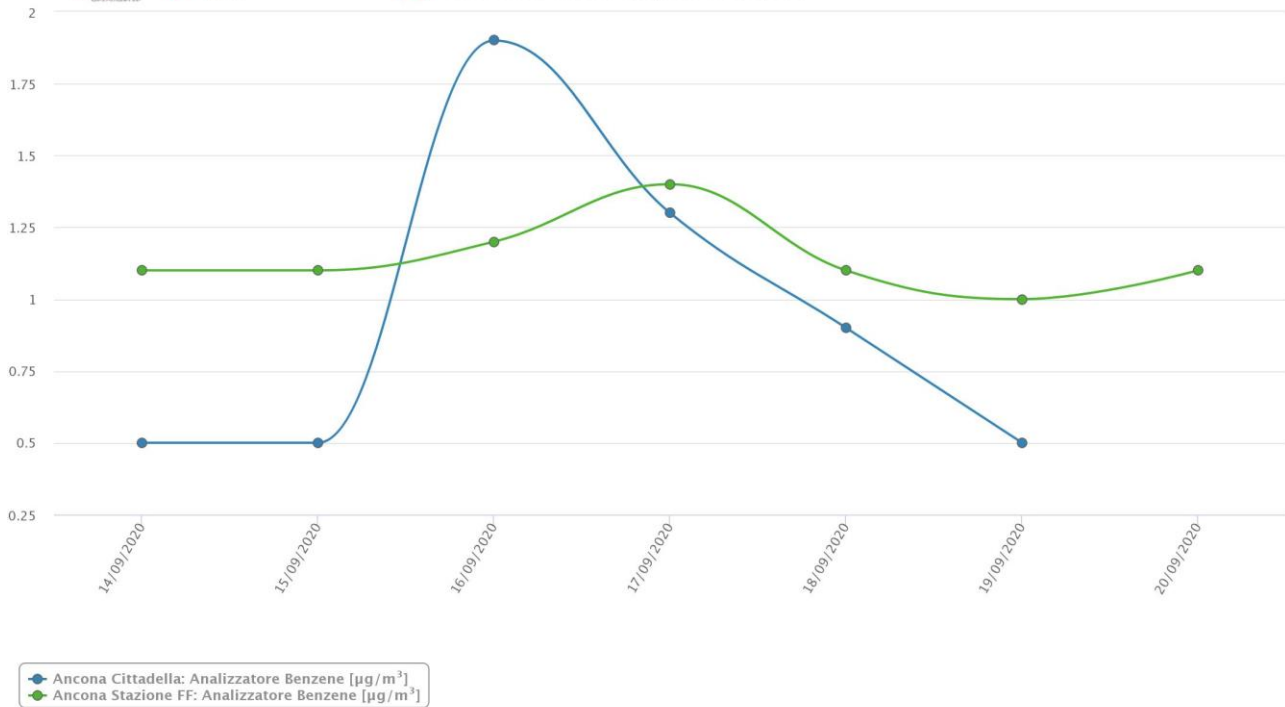
- **Toluene: inferiori a 5 µg/m³ in zona rurale e tra 5-20 µg/m³ in area urbana.**

Di seguito grafici delle concentrazioni medie orarie e giornaliere del Benzene nei periodi sopra indicati





Medie giornaliere Benzene
Periodo selezionato dal 14/09/2020 al 21/09/2020



Tutti i valori rilevati da ARPAM sono inferiori alle soglie indicate dalle linee guida OMS.

2.1.3 Altri rischi e conclusioni incidente Porto

Non meno importanti, la possibile presenza di cianuri in aria ambiente dovuta dalla tipologia di materiale presente nel luogo dell'incendio.

La verifica in tutte le postazioni indentificate riscontrò un livello inferiore al limite di rilevabilità strumentale (pari circa a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nel primo campionamento effettuato il 16 settembre 2020, presso il luogo dell'incendio (al limite della zona accessibile), la concentrazione di cianuri era circa 12 µg/m³ fino ad arrivare a 25 µg/m³ nei tre giorni successivi.

Riguardo all'amianto e fibre di vetro non è stata rilevata alcuna presenza.

Inizialmente la presenza di vetroresina all'interno dei capannoni oggetto dell'incendio ha fatto ipotizzare un eventuale possibile presenza di fibre di vetro, scongiurata poi dalla rilevazione presso i laboratori ARPAM dopo lo studio del particolato rilevato presso la centralina di Ancona Cittadella.

Sono state anche condotte delle ricerche incrociate per ottenere un monitoraggio integrato della componente ambientale, con quanto predisposto per la matrice aria e quindi qualità dell'aria, con l'analisi delle acque di dilavamento, di sedimenti, acqua di mare e mitili.

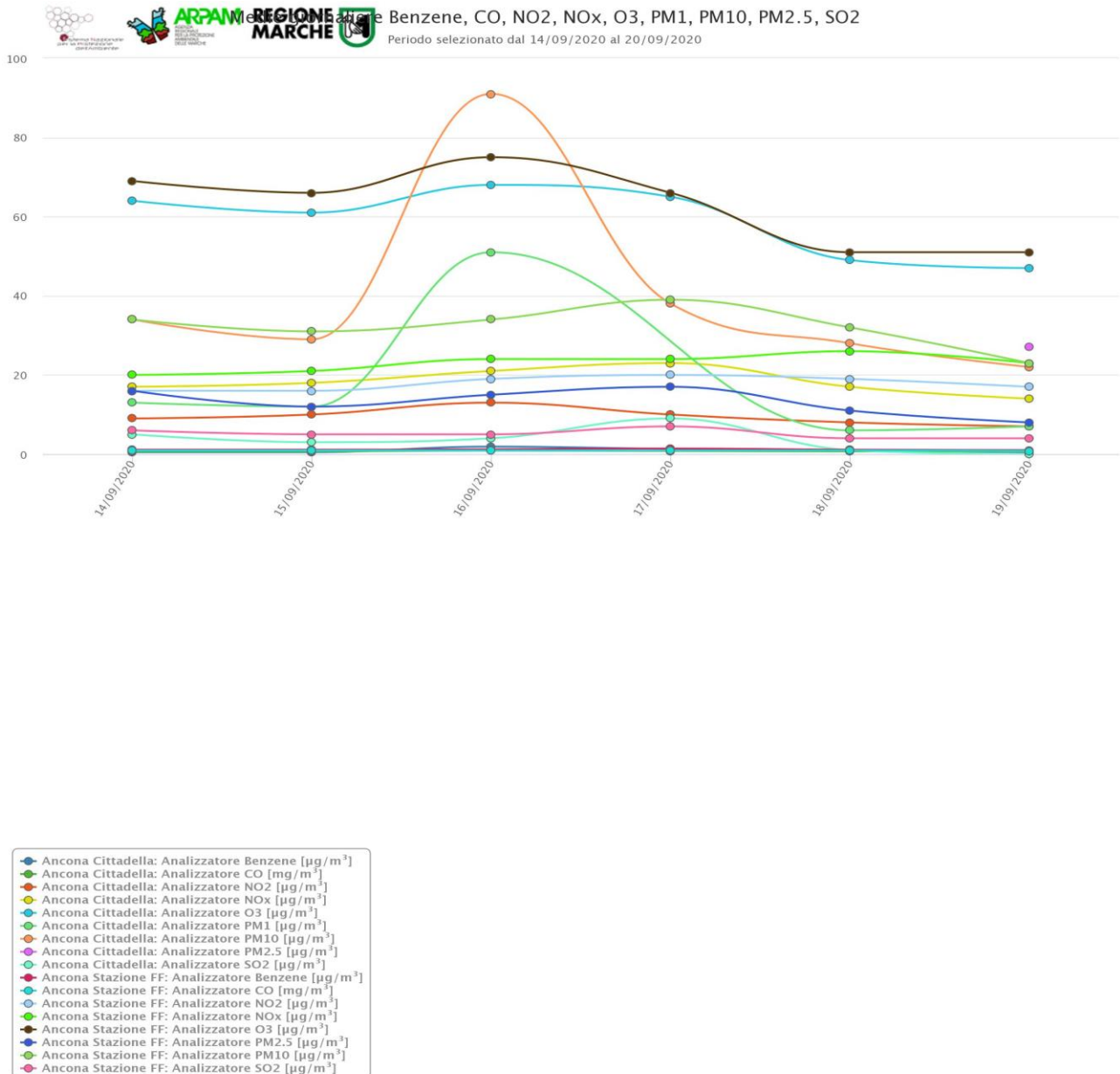
Ad oggi nessuna conclusione è stata tratta poiché molte analisi sono tutt'ora in corso.

A seguito di queste analisi dati, sono state poi fornite opportune indicazioni per la corretta rimozione, e successivo smaltimento, dei rifiuti, ripulitura di tutto il piazzale al fine di eliminare tutte le scorie depositate, pulitura di tutte le condotte della rete fognaria dei prodotti derivanti dall'incendio... ecc.

Infine è stata fatta una valutazione tossicologica, come avviene di prassi nei casi di emergenza di questo genere, al fine di valutare l'impatto emissivo diretto dall'incendio.

In via precauzionale, a tutela della salute pubblica, l'attenzione è stata primariamente rivolta alla valutazione del rischio in relazione all'inalazione di contaminanti sprigionatisi dalla combustione delle infrastrutture e dei materiali stoccati.

In particolare si è analizzato l'acido cianidrico (derivante dalla combustione del poliuretano espanso o gommapiuma), in quanto presente in quantità preponderante.



In conclusione, il Report Finale sull'incendio al porto di Ancona di ARPAM, nella sezione "Valutazione tossicologica", sostiene la scarsa possibilità di contaminazione per via inalatoria, in quanto tutte le concentrazioni dei contaminanti atmosferici analizzati (COV, IPA e metalli, diossine e furani, cianuri, amianto) erano al di sotto del

limite di determinazione strumentale, o mostravano comunque valori al di sotto del limite (normativo/da fonti accademiche autorevoli) scelto.

Specialmente in merito all'esposizione a diossine, rimaneva la possibilità di contaminazione per ingestione di alimenti contaminati.

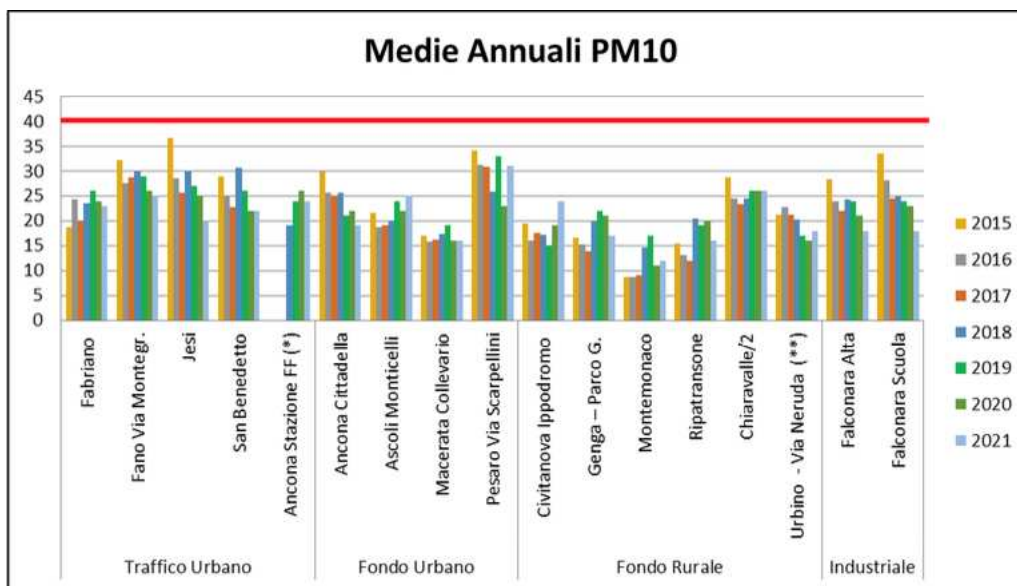
Il quadro dello stato della qualità dell'aria ambiente delle Marche fino al 2021, ottenuto dall'analisi dei dati forniti dalla rete regionale, può essere sintetizzato nel seguente modo:

- **PM10: il limite massimo pari a 35 superamenti annui del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ è stato rispettato da tutte le stazioni di monitoraggio come è stato sempre rispettato anche il limite del valore medio annuo di 40 µg/m³.**

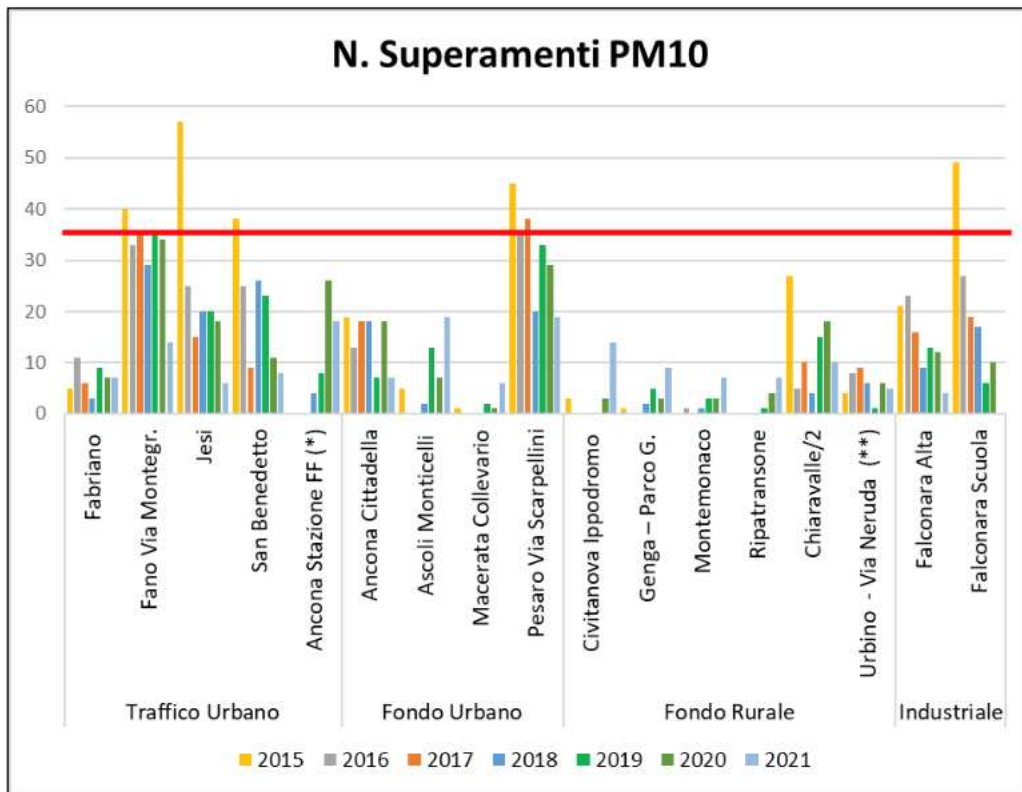
PM10																
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo (V.L. annuo 40 µg/m ³)							N° Superamenti (V.L. 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte anno)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	23	24	26	24	20	24	19	7	7	9	3	6	11	5
Fano Via Montegr.	T	U	25	26	29	30	29	28	32	14	34	36	29	35	33	40
Jesi	T	U	20	25	27	30	26	29	37	6	18	20	20	15	25	57
San Benedetto	T	U	22	22	26	31	23	25	29	8	11	23	26	9	25	38
Ancona Stazione FF (*)	T	U	24	26	24	19	\	\	\	18	26	8	4	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	19	22	21	26	25	26	30	7	18	7	18	18	13	19
Ascoli Monticelli	F	U	25	22	24	20	19	19	22	19	7	13	2	0	0	5
Macerata Colleverio	F	U	16	16	19	17	16	16	17	6	1	2	0	0	0	1
Pesaro Via Scarpellini	F	U	31	23	33	26	31	31	34	19	29	33	20	38	35	45
Civitanova Ippodromo	F	R	24	19	15	17	18	16	19	14	3	0	0	0	0	3
Genga - Parco G.	F	R	17	21	22	20	14	15	17	9	3	5	2	0	0	1
Montemonaco	F	R	12	11	17	15	9	9	9	7	3	3	1	0	1	0
Ripatransone	F	R	16	20	19	21	12	13	15	7	4	1	0	0	0	0
Chiaravalle/2	F	S	26	26	26	25	23	24	29	10	18	15	4	10	5	27
Urbino - Via Neruda (**)	F	S	18	16	17	20	21	23	21	5	6	1	6	9	8	4
Falconara Alta	I	S	18	21	24	24	22	24	28	4	12	13	9	16	23	21
Falconara Scuola	I	S	18	23	24	25	24	28	34	0	10	6	17	19	27	49

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Dati dell'anno 2019 disponibili dal 10 Febbraio 2019

	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	23	25	26	29	24	26	29
Stazioni di tipo fondo urbano	23	21	24	22	23	23	26
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	19	19	19	20	16	17	18
Stazioni di tipo industriale suburbano	18	22	24	25	23	26	31
Media regionale (tutte le stazioni)	21	21	23	23	21	22	24



N. Superamenti PM10



- **PM2.5: il limite normativo di 25 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni.**

PM2.5									
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media annuale (Valore Limite 25 µg/m ³)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	14	13	13	14	11	11	11
Fano (**)	T	U	14	\	\	\	\	\	\
Ancona Stazione (*)	T	U	13	14	14	14	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	12	14	14	13	15	14	17
Ascoli Monticelli	F	U	12	13	14	12	13	13	13
Macerata Collevario (***)	F	U	9	8	10	10	9	\	\
Pesaro Via Scarpellini	F	U	13	13	17	16	17	17	16
Civitanova Ippodromo	F	R	7	6	10	11	11	10	12
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	7	9	10	12	8	8	11
Ripatransone	F	R	8	11	10	11	\	\	\
Chiaravalle/2	F	S	16	15	14	13	12	13	15
Falconara Scuola	I	S	12	14	15	14	13	18	19

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Nella Stazione di Fano il polverometro per PM2.5 è in funzione dal 22/04/2021
(***): Nella stazione di Macerata il polverometro per PM2.5 è stato installato nel 2017

PM2.5 – valore medio (µg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	14	14	14	14	16	14	15
Stazioni di tipo fondo urbano	11	12	14	13	13	15	15
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	9	10	11	10	9	9	11
Stazioni di tipo industriale suburbano	11	14	15	14	13	18	19
Media regionale (tutte le stazioni)	11	11	12	12	12	13	14

- **NO₂: i valori limite previsti dalla norma, limite di 40 µg/m³ come media annuale e il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³, sono**

stati rispettati.

NO ₂																
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo (V.L. annuo 40 µg/m ³)							N° Superamenti (V.L. 200 µg/m ³ - come media oraria) da non superare più di 18 volte anno						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabiano	T	U	11	15	21	20	19	21	25	0	0	0	0	0	0	0
Fano Via Montegrappa	T	U	24	24	28	27	32	30	28	0	0	0	0	0	0	0
Jesi	T	U	21	17	26	28	30	30	28	0	0	0	0	0	0	0
San Benedetto	T	U	20	20	26	26	21	23	28	0	0	0	0	0	0	0
Ancona Stazione (*)	T	U	21	21	25	18	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	11	17	19	17	15	21	25	0	0	0	0	0	0	0
Ascoli Monticelli	F	U	14	10	14	15	17	13	16	0	0	0	0	0	0	0
Macerata Collevario	F	U	11	11	12	13	14	15	18	0	0	0	0	0	0	0
Pesaro Via Scarpellini	F	U	24	24	27	19	21	24	25	0	0	0	0	0	0	0
Civitanova Ippodromo	F	R	8	8	7	8	8	9	9	0	0	0	0	0	0	0
Genga - Parco Gola della Rossa Via	F	R	5	4	6	6	7	7	6	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco	F	R	12	9	5	5	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Chiaravalle/2	F	S	18	27	27	29	26	25	26	0	0	2	2	0	0	0
Urbino - Via Neruda	F	S	8	8	11	13	12	12	13	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Alta	I	S	10	11	15	15	17	18	18	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Acquedotto	I	S	22	18	22	19	16	18	23	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Scuola	I	S	19	26	28	27	27	24	24	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018

NO ₂ - valore medio (µg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	19	19	25	25	26	26	27
Stazioni di tipo fondo urbano	15	16	18	16	17	18	21
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	11	11	11	12	11	11	11
Stazioni di tipo industriale suburbano	17	18	22	20	20	20	22
Media regionale (tutte le stazioni)	15	16	19	18	18	18	20

- **NO_x: Il livello critico per la protezione della vegetazione è inferiore al valore limite previsto in tutte le stazioni di fondo rurale.**

NO_x									
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo (V.L. annuo 30 µg/m ³)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Civitanova Ippodromo	F	R	14	14	11	13	15	18	18
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	12	7	11	11	14	\	\
Montemonaco	F	R	20	14	9	9	8	5	6

- **Ozono: è confermata la criticità di questo parametro nei mesi estivi. Il valore obiettivo per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni all'anno, e la soglia di informazione, pari a 180 µg/m³, sono stati superati entrambi in 1 stazione della RRQA (Rete regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria) (Montemonaco). Come media sui 3 anni (2019-2021), sono 2 le stazioni (Ascoli e Montemonaco) che hanno superato il valore obiettivo per la protezione della salute umana. Nella stazione di Montemonaco è stato superato il valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40-Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb-, media su 5 anni 2017-2021).**

O ₃																	
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	N. giorni di superamento per anno civile del valore limite 120 µg/m ³ come media giornaliera di 8 ore (non più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni)								N° Superamenti del Valore Limite Soglia di Informazione come media oraria 180 µg/m ³						
			Media 3 anni	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Ancona Stazione (*)	T	U	1	0	0	2	0	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	12	14	9	12	9	33	7	17	0	0	7	0	0	0	0
Ascoli Monticelli	F	U	27	22	33	25	17	52	19	71	0	0	0	0	1	0	8
Macerata Collevario	F	U	18	15	10	30	27	42	0	36	0	0	0	0	1	0	2
Pesaro Via Scarpellini	F	U	3	2	4	3	2	13	9	24	0	0	0	0	0	0	0
Civitanova Ippodromo	F	R	10	5	7	19	24	27	5	16	0	0	0	0	0	0	1
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	17	7	16	28	23	40	0	35	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco	F	R	35	35	33	36	46	70	4	41	25	0	0	0	9	0	0
Chiaravalle/2	F	S	7	2	11	9	16	16	4	9	0	0	0	0	0	0	0
Urbino - Via Neruda (**)	F	S	11	0	0	34	36	34	20	44	0	0	0	0	0	0	1
Falconara Alta	I	S	11	8	13	11	18	15	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Scuola	I	S	1	0	1	1	10	7	1	8	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Acquedotto	I	S	2	0	4	1	16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Dati dell'anno 2019 disponibili dal 10 Febbraio 2019

O ₃					
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	AOT40 (valore obiettivo 18.000 µg/m ³ *h)		
			Media 2017-2021*	Media 2016-2020*	Media 2015-2019*
Civitanova Ippodromo	F	R	12.904	13.486	13.189
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	16.893	16.159	19.050
Montemonaco	F	R	19.531	16.604	18.958

*Valore corretto rispetto al numero di valori orari misurati, secondo le indicazioni dell'Allegato VII D.lgs. 155/2010.

- **SO₂: i valori limite previsti dalla norma, limite di 125µg/m³ come media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile e il limite massimo di 24 superamenti della media oraria di 350 µg/m³, sono stati rispettati. I livelli critici per la protezione della vegetazione annuale e invernale sono significativamente inferiori ai valori limite previsti.**

SO ₂																	
Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Valore Max orario µg/m ³							Superamenti VL orario (350 µg/m ³) da non superare più di 24 volte per anno	Valore Max h24 µg/m ³						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015		2020-2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Anno																	
Fano	T	U	19	13	12	15	9	8	9	0	9 (01/01)	9 (02/02)	9 (09/12)	7 (15/01)	6 (02/02)	7 (18/02)	8 (06/05)
Ancona Stazione (*)	T	U	17	116	18	17	\	\	\	0	10 (24/02)	19 (18/12)	8 (06/12)	6 (28/04)	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	30	83	41	47	54	113	44	0	10 (24/02)	13 (17/12)	8 (24/03)	12 (01/08)	10 (12/03)	15 (24/12)	10 (03/06)
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	8	11	8	12	9	5	15	0	7 (01/03)	7 (8/4)	6 (14/02)	7 (21/08)	5 (01/01)	4 (22/12)	10 (10/09)
Chiaravalle/2	F	S	15	7	42	23	12	8	63	0	9 (20/07)	7 (24/12)	9 (09/06)	10 (30/03)	8 (16/03)	5 (30/03)	12 (20/02)
Falconara Alta	I	S	40	48	200	159	223	75	61	0	9 (25/02)	13 (23/06)	18 (04/12)	14 (18/04)	17 (15/03)	10 (13/06)	12 (23/12)
Falconara Scuola	I	S	82	49	49	99	512	40	101	1 (2017)	11 (24/02)	15 (12/07)	9 (23/12)	13 (18/04)	38 (26/05)	10 (03/01)	13 (10/01)
Falconara Acquedotto	I	S	21	50	20	35	30	13	86	0	8 (01/01)	8 (26/03)	7 (24/07)	7 (18/04)	7 (17/03)	8 (18/01)	11 (20/04)

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018

SO ₂											
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media invernale (V.L. periodo 20 µg/m ³)				Media annuale (V.L. annuo 20 µg/m ³)				
			01-ott-20 31-mar-21	01-ott-19 31-mar-20	01-ott-18 31-mar-19	01-ott-17 31-mar-18	2021	2020	2019	2018	2017
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	5,0	3,4	3,5	3,4	4,0	3,7	3,3	3,1	3,1

- **CO, Benzene: i dati registrati nel corso del 2021 confermano l'assenza di criticità e il rispetto dei limiti imposti da normativa.**

CO																
Stazione	Tipo stazion	Tipo zona	Max media giornaliera su 8h (mg/m ³)							Superamenti (Valore Limite 10 mg/m ³)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	1,5 (15/12)	1,5 (15/12)	1,3 (17/12)	1,5 (25/11)	2,5 (23/12)	1,9 (24/01)	2,0 (02/01)	0	0	0	0	0	0	0
Fano	T	U	2,0 (06/01)	2,4 (22/12)	2,4 (31/05)	2,8 (03/08)	1,9 (06/12)	1,7 (02/12)	2,2 (15/01)	0	0	0	0	0	0	0
Jesi	T	U	2,7 (27/07)	1,2 (8/01)	1,4 (05/02)	1,3 (03/01)	1,4 (01/12)	1,3 (11/12)	1,3 (17/02)	0	0	0	0	0	0	0
San Benedetto	T	U	2,1 (22/01)	2,1 (24/12)	1,4 (14/01)	1,9 (05/01)	1,9 (02/02)	2,1 (09/01)	2,0 (23/12)	0	0	0	0	0	0	0
Ancona Stazione (*)	T	U	1,7 (19/01)	1,5 (23/12)	1,3 (07/12)	1,0 (28/12)	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	1,1 (09/01)	1,2 (16/09)	1,0 (08/01)	1,4 (29/01)	1,3 (07/08)	1,0 (08/01)	1,0 (07/07)	0	0	0	0	0	0	0
Macerata Collevario	F	U	1,4 (30/09)	0,9 (15/12)	1,0 (26/09)	1,0 (19/09)	0,8 (10/03)	0,9 (08/01)	0,8 (02/01)	0	0	0	0	0	0	0
Pesaro Via Scarpellini	F	U	1,7 (21/01)	1,4 (23/12)	1,5 (01/01)	1,7 (30/12)	1,7 (10/01)	1,2 (15/12)	1,3 (07/01)	0	0	0	0	0	0	0
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	1,0 (01/02)	1,0 (18/12)	0,7 (01/01)	0,9 (12/01)	0,8 (21/01)	0,9 (16/02)	1,3 (25/01)	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco (**)	F	R	\	\	\	\	1,2 (25/01)	0,9 (11/03)	0,7 (17/01)	0	\	\	\	0	0	0
Chiaravalle/2	F	S	1,3 (21/01)	1,6 (19/11)	0,8 (08/01)	1,1 (06/01)	1,1 (02/02)	1,1 (20/12)	1,0 (18/05)	0	0	0	0	0	0	0
Urbino	F	S	1,0 (21/02)	2,8 (30/12)	1,5 (26/11)	1,1 (05/02)	1,1 (20/11)	1,1 (14/12)	1,0 (22/11)	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Parametro non monitorato dal 2018 per disattivazione strumento

CO – valore medio (mg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	2,0	1,7	1,6	1,7	1,9	1,8	1,9
Stazioni di tipo fondo urbano	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3	1,0	1,0
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	1,1	1,8	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
Media regionale (tutte le stazioni)	1,5	1,6	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3

Benzene									
Stazione	Tipo Stazione	Tipo Zona	Media Annuale						
			(V.L. annuo 5µg/m ³)						
Anno			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fano	T	U	1,4	1,5	1,4	1,2	1,9	2,1	2,2
Jesi (**)	T	U	0,8	0,7	0,7	\	1,2	1,3	1,3
Ancona Stazione (*)	T	U	0,9	0,9	0,8	0,9	\	\	\
San Benedetto (*****)	T	U	0,6	0,8	0,7	\	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9
Ascoli Monticelli	F	U	0,7	0,8	0,6	0,8	0,9	0,6	0,7
Macerata Collevario	F	U	0,6	0,6	0,5	0,8	0,9	0,6	0,7
Pesaro (****)	F	U	0,8	0,7	0,7	\	\	\	\
Montemonaco	F	R	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Chiaravalle/2	F	S	0,6	0,8	0,8	1,1	1,2	1,0	1,1
Falconara Alta	I	S	0,7	0,6	0,5	1,0	0,7	2,3	1,4
Falconara Scuola	I	S	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6	1,6	1,8
Falconara Acquedotto	I	S	0,8	1,0	0,8	1,2	1,2	1,4	1,0
(*) : Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018									
(**) : Strumento disinstallato nel 2018 e riattivato a partire dal 25/01/2019									
(****) Strumento installato a partire dal 25/01/2019									
(*****) Strumento installato dal 30/01/2019									

Benzene – valore medio (µg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	0,9	1,0	0,9	1,1	1,6	1,7	1,8
Stazioni di tipo fondo urbano	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7
Stazioni di tipo Industriale suburbano	0,7	0,7	0,6	1,1	0,8	1,8	1,4
Media regionale (tutte le stazioni)	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,2	1,1

- **Benzo(a)pirene e Metalli: i valori obiettivi per BaP, Nichel, Arsenico e Cadmio sono stati rispettati, come anche il valore limite per il Piombo.**

Per una visione globale, i risultati ottenuti dal monitoraggio, nel periodo 2015-2021, sono riassunti nei grafici qui sopra, in cui sono riportate il numero delle stazioni di monitoraggio della RRQA che rispettano/non rispettano (verde/rosso) i limiti normativi per la protezione della salute secondo il D. Lsg.155/2010 per i parametri PM10 e NO2, presso le stazioni di monitoraggio della RRQA.

- **Ozono:.**

Nel 2021 in una sola stazione si sono verificati più di 25 superamenti del valore limite obiettivo per la salute umana, indicato dal D.lgs. 155/2010 come media giornaliera di 8 ore pari a 120 µg/m³: i superamenti sono avvenuti presso la stazione di fondo rurale Montemonaco.

Valutando la media dei superamenti negli ultimi tre anni 2019-2020-2021, sono 2 le stazioni che non hanno rispettato il limite dei 25 superamenti: la stazione di fondo rurale di Montemonaco e quella di fondo urbano di Ascoli Monticelli.

Nel corso del 2021 inoltre, sempre presso la stazione di Montemonaco, è stato registrato un superamento della soglia di informazione (180 µg/m³ concentrazione oraria); non ci sono stati invece superamenti della soglia di allarme, pari a 240 µg/m³.

I valori più critici sono stati registrati dalle stazioni di fondo rurale e fondo urbano.

Grafici del “giorno tipo” realizzati in report degli anni precedenti indicano come l’ozono sia direttamente correlato alle ore di maggior irraggiamento solare.

La situazione descritta è tipica dell'ozono che, in conseguenza della sua natura chimica, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento, non permane a lungo in atmosfera.

D'esito, nelle aree urbane, dove è tendenzialmente maggiore l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e reagisce con elevata rapidità (i composti primari che partecipano alla sua formazione sono gli stessi che possono causarne una rapida distruzione).

Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da ossido di azoto (NOX) e può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani.

Va inoltre considerato che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

O ₃																	
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	N. giorni di superamento per anno civile del valore limite 120 µg/m ³ come media giornaliera di 8 ore (non più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni)								N° Superamenti del Valore Limite Soglia di Informazione come media oraria 180 µg/m ³						
			Media 3 anni	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Ancona Stazione (*)	T	U	1	0	0	2	0	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	12	14	9	12	9	33	7	17	0	0	7	0	0	0	0
Ascoli Monticelli	F	U	27	22	33	25	17	52	19	71	0	0	0	0	1	0	8
Macerata Colleverio	F	U	18	15	10	30	27	42	0	36	0	0	0	0	1	0	2
Pesaro Via Scarpellini	F	U	3	2	4	3	2	13	9	24	0	0	0	0	0	0	0
Civitanova Ippodromo	F	R	10	5	7	19	24	27	5	16	0	0	0	0	0	0	1
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	17	7	16	28	23	40	0	35	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco	F	R	35	35	33	36	46	70	4	41	25	0	0	0	9	0	0
Chiaravalle/2	F	S	7	2	11	9	16	16	4	9	0	0	0	0	0	0	0
Urbino - Via Neruda (**)	F	S	11	0	0	34	36	34	20	44	0	0	0	0	0	0	1
Falconara Alta	I	S	11	8	13	11	18	15	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Scuola	I	S	1	0	1	1	10	7	1	8	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Acquedotto	I	S	2	0	4	1	16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Dati dell'anno 2019 disponibili dal 10 Febbraio 2019

O ₃					
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	AOT40 (valore obiettivo 18.000 µg/m ³ *h)		
			Media 2017-2021*	Media 2016-2020*	Media 2015-2019*
Civitanova Ippodromo	F	R	12.904	13.486	13.189
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	16.893	16.159	19.050
Montemonaco	F	R	19.531	16.604	18.958

*Valore corretto rispetto al numero di valori orari misurati, secondo le indicazioni dell'Allegato VII D.lgs. 155/2010.

2.2 Gestione grandi incendi siti industriali e altri rischi nel Regno Unito

L'esposizione al pubblico di livelli significativamente elevati di particolato (PM) a seguito di grandi incendi nei siti industriali è un problema mondiale. Vengono forniti dati sulla concentrazione dei pennacchi di emissioni di incendio ad uso dei gestori al momento dell'incidente.

Si considerano anche gli impatti sulla salute umana dell'esposizione a breve termine a concentrazioni significativamente elevate di PM.

Analizzando i dati di monitoraggio del PM nell'aria ($\leq 10 \mu\text{m}$, PM10; $\leq 2,5 \mu\text{m}$, PM2,5 e $\leq 1,0 \mu\text{m}$, PM1) raccolti dai team AQinMI (Air Quality in Major Incidents) e utilizzando un monitor a diffusione di luce laser Osiris, l'attrezzatura standard dell'Agenzia per l'ambiente del Regno Unito, durante l'intervento in 23 gravi incendi industriali, si evince che le concentrazioni medie durante gli incidenti variavano da 38 a 1450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM10 e da 7 a 258 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM2,5.

È preoccupante il fatto che, per diversi incidenti, le concentrazioni medie in 15 minuti hanno raggiunto $> 6500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM10 e $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM2,5, sebbene tali escursioni tendessero ad essere di durata relativamente breve.

2.2.1 Altri rischi

Esposizione episodica delle popolazioni al particolato atmosferico può verificarsi in una varietà di scenari diversi, tra cui: incendi boschivi (Delfino et al., 2009, Heil e Goldammer, 2001, Sastry, 2002), tempeste di polvere (Godri et al., 2011, Hefflin et al., 1994, Karanasiou et al., 2012, Lee et al., 2013, Pey et al., 2013, Sajani et al., 2011,

Stafoggia et al., 2016, Vodonos et al., 2014), combustione dei residui colturali (Gupta et al. , 2016, Yang et al., 2008), feste e celebrazioni che coinvolgono fuochi d'artificio (Barman et al., 2008, Beig et al., 2013, Godri et al., 2010, Wang et al., 2007), eruzioni vulcaniche (Horwell e Baxter, 2006, Nania e Bruya, 1982) ed emissioni industriali/urbane in condizioni meteorologiche avverse (Macintyre et al., 2016, Schwartz, 1994, Zhou et al., 2015). Tutti questi sono episodi noti per avere avuto impatti negativi sulla salute.

L'episodio più noto è stato l'episodio di smog di Londra del 1952, quando le concentrazioni totali di particolato sospeso (TSP) raggiunsero 2000 µg/m³ in un periodo di cinque anni.

Nel corso di questo episodio si stimarono 4000 decessi attribuiti agli elevati livelli di inquinamento, quasi esclusivamente malattie cardiovascolari e respiratorie.

Circa 7300 decessi aggiuntivi nei mesi successivi.

Da sottolineare che non tutte le esposizioni acute producono effetti sanitari simili: eventi di polvere naturale o le eruzioni vulcaniche sembrano essere associati principalmente a un aumento delle visite ospedaliere piuttosto che alla mortalità.

Durante un altro studio effettuato, si sono analizzati gli effetti sulla salute di 17 tempeste di polvere a Spokane, Washington (concentrazione media di PM_{2,5} media nelle 24 ore di 263 µg/m³) e non hanno trovato prove di un aumento della mortalità.

2.2.2 Incendi ed esplosioni industriali

Una possibile spiegazione delle differenze negli impatti sulla salute osservati per il PM naturale e correlato alla combustione è che quest'ultimo ha una frazione PM_{2,5} più elevata, con un contenuto elevato di metalli di transizione solubili e composti organici.

Una probabile fonte di concentrazioni significativamente elevate di PM deriva da incendi aperti e incontrollati che coinvolgono locali industriali o commerciali che, se situati vicino ad aree residenziali, rappresenteranno un chiaro rischio per la salute pubblica derivante dall'esposizione al pennacchio.

L'entità del rischio per la salute pubblica, derivante da qualsiasi incendio grave incontrollato, dipende dall'entità dell'incendio, dalla composizione della fonte di combustibile, dalla durata e dalla temperatura dell'incendio, dalle condizioni di ventilazione, dai metodi antincendio utilizzati, dalla vicinanza alle popolazioni umane e dalle caratteristiche di dispersione del pennacchio e come è influenzato dalle condizioni metereologiche.

Il pennacchio comprende una miscela di sostanze tossiche gassose: (a) asfissianti, come monossido di carbonio (CO), acido cianidrico (HCN) e anidride carbonica (CO₂), (b) sostanze irritanti, tra cui biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), anidride fosforica (P₂O₅), acido cloridrico (HCl), acido fluoridrico (HF), acido bromidrico (HBr), acroleina e formaldeide, e (c) una serie di contaminanti organici complessi tra cui idrocarburi policiclici aromatici (IPA), diossine e dibenzofurani.

Oltre ai rischi tossicologici per la salute posti dagli inquinanti atmosferici rilasciati dagli incendi “gravi”, esiste un rischio diretto per la salute derivante da incendi ed esplosioni.

Allo scopo di ridurre questo rischio, é oggi giorno un obbligo, per i servizi sanitari pubblici nazionali e locali, di fornire le infrastrutture e l’organizzazione necessarie per gestire i principali incidenti di incendio in modo coordinato e resiliente.

L’OMS identifica una procedura da applicare riassunta in quattro fasi per tale ruolo:

(1) identificazione del pericolo,

(2) definizione di relazioni dose-risposta,

(3) esecuzione di valutazioni dell’esposizione

(4) caratterizzazione del rischio.

Lo scopo generale del servizio AQinMI (Air Quality in Major Incidents) è quello di caratterizzare il pennacchio e indicarne l’impatto sulla salute e sul benessere umano in modo da determinare se i livelli di esposizione sono sicuri per le persone che svolgono le loro attività quotidiane in aree in cui sono previste precauzioni.

Sono previsti tre livelli di attivazione del servizio AQinMI.

In primo luogo, c’è il personale di servizio nazionale di PHE (Public Health England), EA (Environment Agency) e Met Office, che è disponibile 24 ore su 24, 7 giorni su 7 per supportare i soccorritori locali (con il personale di servizio nazionale di PHE e EA

che consiglia ciascuno il proprio personale locale, e il Met Office che fornisce previsioni meteorologiche a coloro che hanno bisogno di loro).

Il secondo livello di attivazione è l'escalation verso un AQC (Analytical Quality Control). Laddove le emissioni derivanti da un incidente possano presentare rischi significativi per la salute o l'ambiente, gli ufficiali di servizio nazionali dell'HE e dell'EA concorderanno congiuntamente di convocare un AQC, per fornire un forum di esperti per la valutazione continua di tali rischi e per fornire consulenza a coloro che gestiscono l'incidente sul campo.

Il livello finale di attivazione si verifica quando i membri dell'AQC decidono di aver bisogno dei dati di monitoraggio per informare le loro valutazioni del rischio in corso e per convalidare il processo decisionale e i consigli sulla salute pubblica.

Le decisioni si basano su:

- 1) comportamento modellato del pennacchio utilizzando le previsioni meteorologiche chimiche dell'Ufficio meteorologico;*
- 2) la disponibilità di servizi adeguati, ad esempio fornitura elettrica per le apparecchiature di monitoraggio;*
- 3) problemi di salute e sicurezza sul lavoro per la squadra di monitoraggio stessa.*

Il metodo utilizzato dai team AQinMI per monitorare le serie temporali delle concentrazioni di PM₁₀, PM_{2,5} e PM₁ durante ciascuno dei 23 incendi principali è stato il monitor Osiris PM che utilizza una tecnica di diffusione della luce per identificare la concentrazione di massa di TSP, PM₁₀, PM_{2,5} e PM₁ nell'intervallo compreso tra 0,4 e 20 µm con una risoluzione di 0,01 µg/m³.

L'aria viene aspirata attraverso un ingresso riscaldato con una portata di 0,6 L/minuto che consente di illuminare solo una particella in qualsiasi momento dal raggio di luce laser (670 nm).

La diffrazione della luce per le singole particelle viene convertita in un impulso elettrico proporzionale alla dimensione della particella che fornisce una massa equivalente per un dato periodo, compreso tra 1 s e 4 ore, utilizzando una tabella di ricerca.

Alcuni grafici mostrano per la distribuzione delle concentrazioni medie in 15 minuti di PM10, PM2,5 e PM1, rispettivamente, durante ciascuno dei 23 principali incidenti di incendio per i quali erano disponibili dati di monitoraggio. I valori anomali statistici sono quei valori che superano 1,5 volte l'intervallo del quartile superiore.

In generale negli impianti chimici, è molto importante stimare i rischi di esplosione, incendio e fuoriuscita di sostanze tossiche e anche adottare misure per ridurre i rischi, ed è responsabilità delle aziende svolgere attività produttive in linea con queste precauzioni.

È necessario avere un piano d'evacuazione di emergenza soprattutto per eventi che hanno un grande impatto sull'ambiente circostante.

I pericoli, che possono verificarsi dopo la fuoriuscita di sostanze infiammabili o tossiche, sono esplosioni, incendi e dispersione di gas tossici. Metodi di calcolo per queste conseguenze sono stati proposti da organizzazioni come l'EPA (Environmental Protection Agency) e il TNO (The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research). Nel caso si verificasse una fuoriuscita accidentale di sostanze tossiche, è necessario attuare una serie di procedure per mitigare il danno in modo rapido ed efficace, come ad esempio rilevare prima la perdita tramite sensori di gas e poi stimare il tasso di perdita, stimare l'area di dispersione del gas tossico, e determinare l'area di evacuazione.

Tra l'altro, l'accento va posto anche sulle operazioni di gestione regolamentata dei rifiuti, che rappresentano la problematica più comune dei siti in cui si verificano incendi gravi, rappresentando il 74% di tutti gli AQC nel periodo analizzato.

È probabile che questa categoria di siti continui a rappresentare una preoccupazione per il prossimo futuro, dal momento che la politica del governo UE/Regno Unito prevede un maggiore affinamento sugli impianti di lavorazione per recuperare una gamma di materiali come pneumatici, plastica e rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

2.3 Parchi industriali chimici in Cina

Negli ultimi anni, accompagnati dal rapido sviluppo delle industrie petrolifere e chimiche, i parchi industriali chimici (CIP) sono oggi percepiti come parte integrante delle strategie di sviluppo di molti paesi in tutto il mondo.

Secondo statistiche, purtroppo incomplete, del Ministero del Territorio e delle Risorse, in Cina ci sono 6866 parchi industriali sparsi in tutto il paese, di cui 113 parchi nazionali, provinciali e municipali approvati dal governo.

I CIP sono aree ad alto rischio in cui sono concentrati numerosi impianti chimici.

A causa dell'effetto domino, una volta che si verifica un incidente, pur non grave di per se, nei CIP, si può arrivare a gravi incidenti e vittime.

L'inquinamento ambientale dell'acqua e dell'aria causato dagli incidenti domino nei CIP è un problema significativo per i bacini idrografici in Cina.

Circa 700 incidenti legati all'inquinamento si sono verificati dal 1952 al 2010, rivelando che le perdite di materiali pericolosi e le esplosioni sono state le principali cause di incidenti ambientali, a seguito di un forte incremento dell'inquinamento, rispettivamente fino al 47% e al 23%.

Negli ultimi anni, l'incidente più grave noto in Cina, di inquinamento dell'acqua, è stato l'esplosione dell'impianto petrolchimico di benzene di Jilin, avvenuta il 13 novembre 2005, che ha gravemente inquinato uno dei fiumi più grandi della Cina, il fiume Songhua, con circa 100 tonnellate di sostanze inquinanti, contenenti benzene e nitrobenzene che, entrando nel fiume, hanno causato l'interruzione delle forniture idriche rendendole inaccessibili per milioni di persone nelle città lungo il fiume per molto tempo.

Per contrastare questo tipo di problema, diversi ricercatori hanno studiato i sistemi di risposta alle emergenze ciascuno con i propri obiettivi, caratteristiche e strutture. Tuttavia si sono verificati svantaggi in vari aspetti:

1) Problemi di tempestività: il salvataggio di emergenza non è stato effettuato in modo tempestivo perché l'ERS (European Respiratory Society) non riesce a ottenere informazioni efficaci in tempo;

2) Gli errori decisionali: a causa della mancanza di un perfetto sistema di supporto decisionale, è probabile che il comandante dell'incidente prenda decisioni sbagliate;

3) Disordini attivi: a volte la struttura organizzativa dell'ERS non è perfetta e le squadre di soccorso non sono presenti. Il sistema di monitoraggio è una componente

importante dell'ERS, il cui scopo è raccogliere tutti i tipi di informazioni sui molteplici rischi dei CIP.

2.3.1 Sistemi di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio può integrare tutti gli apparati di sicurezza relativi alla vita, alla proprietà e al pubblico per mantenere il personale lontano dai pericoli. Soprattutto quando si verifica un incidente, può fornire informazioni in tempo reale per il salvataggio di emergenza, compresi il luogo e la situazione dell'incidente, i dati ambientali, meteorologici e climatici.

In questo caso il sistema di monitoraggio è composto principalmente da quattro sottosistemi.

1- Sottosistema di monitoraggio di incendi, esplosioni e perdite

Questo sottosistema è installato in ogni impianto nei CIP e i dati e le informazioni sulle perdite di sostanze chimiche, sugli incendi e sulle esplosioni vengono segnalati al sistema di monitoraggio centrale. Concretamente, una volta che si verifica un incidente, il personale di monitoraggio riceverà le informazioni e l'incidente e la situazione verranno gestiti simultaneamente.

Le funzioni del sottosistema di monitoraggio di incendi, esplosioni e perdite includono i seguenti fattori:

A) Il luogo e la situazione dell'incidente potrebbero essere visualizzati scegliendo l'area danneggiata all'interno del proprio stabilimento.

B) L'ubicazione e le condizioni dell'area e dell'impianto possono essere selezionate per soccorrere le vittime in un'area disastrosa e fornire assistenza di emergenza.

C) Gli utenti possono accedere alla schermata di monitoraggio con autorizzazione.

2- Sottosistema di monitoraggio ambientale

Gli incidenti chimici pericolosi spesso portano a conseguenze negative per l'ambiente, il che costituisce un problema di seria preoccupazione a livello internazionale.

Il monitoraggio dell'inquinamento ambientale è un collegamento importante nella gestione degli incidenti, un compito urgente. Le sue funzioni dovrebbero includere due elementi principali:

A) Monitoraggio dell'ambiente, dei sistemi idrici e dell'aria compressa per garantire che soddisfino gli standard ambientali.

B) Geografia e topografia dei PIC (Parchi Industriali Chimici).

3- Sottosistema di monitoraggio meteorologico

La variazione meteorologica è un fattore importante che influenza il salvataggio di emergenza. Gli sforzi di salvataggio potrebbero essere gravemente ostacolati in caso di condizioni meteorologiche estreme (ad esempio tifoni, tempeste di pioggia, ecc.).

Di solito, il sottosistema di monitoraggio meteorologico si basa sull'ufficio meteorologico locale e le sue funzioni contengono i seguenti aspetti:

A) Le piogge o i torrenti vengono presi seriamente in considerazione e i dati vengono rinnovati dal computer su base giornaliera.

B) Il computer principale funziona in coordinamento con i sistemi stand-by e ridondanti.

C) I dati delle precipitazioni vengono visualizzati sullo schermo nel sottosistema di monitoraggio meteorologico.

D) Velocità del vento, direzione del vento, condizioni di stabilità, copertura nuvolosa, temperatura e umidità relativa.

4- Sottosistema di monitoraggio del traffico

Attraverso il sottosistema di monitoraggio del traffico, il centro di monitoraggio si tiene aggiornato sulla situazione del traffico stradale.

Analizzando il volume del traffico, la velocità e l'occupazione utilizzando il metodo di rilevamento automatico del traffico anomalo, si evince se la strada è intasata o meno, le cause, se si è verificato o meno traffico anomalo, il luogo e la gravità. Secondo questa analisi, la squadra di soccorso d'emergenza può individuare il percorso migliore per evacuare le persone.

2.3.2 Centro di comando emergenza

Una parte fondamentale riguarda anche la preparazione a gestire un centro di comando di emergenza.

Si intende utilizzare una tecnologia informatica avanzata per fornire informazioni critiche a una squadra di comando centrale, in modo che possano essere prese le

decisioni appropriate, per affrontare il salvataggio di emergenza dell'incidente chimico.

Lo scopo è quello di fornire la risposta più adeguata all'emergenza nel più breve tempo possibile affinché le risorse disponibili possano essere allocate e sfruttate in modo coordinato.

I sistemi in un centro di comando di emergenza comprendono principalmente tre piattaforme applicative e sei sottosistemi.

Le tre piattaforme applicative sono la piattaforma informativa, la piattaforma di servizi professionali e la piattaforma decisionale.

I sei sottosistemi includono il sottosistema del database, il sottosistema di analisi e previsione, il sottosistema di realtà virtuale, il sottosistema di supporto alle decisioni, il sottosistema del motore di ricerca e il sottosistema di comando degli incidenti efficace ed efficiente.

La piattaforma informativa consiste nello sviluppo di software e hardware per computer, sistema di preelaborazione dei dati e database.

In questa piattaforma, i dati iniziali del monitoraggio (ad esempio, luogo dell'incidente e sua situazione, dati ambientali, dati meteorologici, dati sul traffico) vengono elaborati e quindi caricati nel database.

Le tecnologie di archiviazione dei dati includono modelli di gestione di database sia centralizzati che distribuiti.

La piattaforma di servizi professionali è il nucleo del centro di comando. Utilizzando tecniche di simulazione, questa piattaforma costruisce modelli (ad esempio, modellizzazione delle conseguenze degli incidenti) per analizzare i processi di diffusione dell'incidente chimico.

La piattaforma decisionale è il livello di presentazione del centro di comando.

Tutte le attività coinvolte nella risposta all'emergenza di un incidente chimico, che include l'analisi, l'investigazione, la previsione, il processo decisionale, l'esecuzione e l'ottenimento di feedback, vengono svolte a questo livello.

I sei sottosistemi forniscono supporto tecnico a tre piattaforme applicative: 1) il sottosistema database fornisce dati alla piattaforma informativa, 2) il sottosistema analisi e previsione e il sottosistema realtà virtuale servono la piattaforma di servizi professionali e 3) il sottosistema supporto decisionale, il motore di ricerca del sottosistema e il sottosistema di comando degli incidenti offrono servizi alla piattaforma decisionale. Le tre piattaforme e i sei sottosistemi devono condividere informazioni o scambiare dati su base regolare.

Come suggerisce il nome, il sistema di azione consiste in tutti i tipi di comportamenti di salvataggio (ad esempio, salvataggio delle vittime, evacuazione personale, lotta antincendio, smaltimento di materiali chimici, servizio medico, fornitura di materiali) e l'implementazione è la responsabilità principale delle squadre di soccorso.

Allo stesso tempo, una struttura organizzativa scientifica e completa deve anche avere un sistema di responsabilità chiaramente definito oltre all'ERS che è il cuore di tutto questo sistema. Cioè, ogni organizzazione di soccorso deve avere responsabilità chiare, obiettivi chiari e compiti per garantire che il salvataggio di emergenza ottenga buoni risultati.

Il sistema di supporto garantisce che l'ERS funzioni correttamente e stabilmente. Il suo compito principale è realizzare lo scambio di dati tra i sistemi e condividere le informazioni e richiede la creazione di LAN di risposta alle emergenze e di database centrali a livello di impianto, CIP e regione. Questo sistema di rete introduce la tecnologia di rete locale nella gestione, nell'integrazione delle informazioni sugli archivi e nella condivisione delle risorse di vari sistemi di controllo dell'intero sistema di risposta alle emergenze.

Per eseguire il processo di salvataggio di emergenza vengono utilizzati sei passaggi principali.

Fase 1: ricezione dell'allarme –

Una volta avvenuto l'incidente, gli operatori del centro di monitoraggio rilevano immediatamente l'incidente nell'impianto coperto dal sistema di monitoraggio. Allo stesso tempo le vittime o i testimoni dell'incidente possono dare l'allarme al telefono di emergenza della zona dell'incidente o tramite cellulare.

Fase 2: valutazione dell'emergenza –

Dopo aver ricevuto un allarme di incidente, il centro di comando di emergenza registra immediatamente le informazioni sull'incidente, inclusi l'ora, il luogo, il tipo di incidente e la descrizione dell'incidente, quindi effettua un'analisi e una conferma preliminari e il pre-progetto di salvataggio di emergenza verrà generato automaticamente. Contemporaneamente, le informazioni sull'incidente verranno rilasciate attraverso il sistema di monitoraggio e il sistema di supporto.

Fase 3: avviare i piani di emergenza corrispondenti –

Dopo aver confermato il tipo di incidente e la regione dell'incidente, il comandante dell'incidente avvierà il piano di emergenza corrispondente tramite il centro di comando di emergenza.

Fase 4: Azioni di salvataggio di emergenza –

Successivamente, tutti gli ordini di salvataggio di emergenza verranno emessi attraverso il centro di comando di emergenza e verrà portato avanti il progetto di salvataggio di emergenza.

In base ai diversi requisiti di salvataggio e alle funzioni delle squadre, le informazioni sui requisiti di incidente e salvataggio verranno distribuite a tutte le squadre coinvolte nel salvataggio.

A volte, anche se la squadra di soccorso d'emergenza adotta attivamente misure di salvataggio in modo da evitare che la sua gravità aumenti nella fase iniziale dell'emergenza, l'impatto dell'incidente del domino è ancora in fase di sviluppo. Pertanto, quando l'incidente non può essere controllato, è necessario aumentare le forze di soccorso.

Fase 5: ripristino di emergenza –

Dopo aver salvato le vittime e controllato l'incidente, il comandante dell'incidente dichiarerà lo stato di recupero di emergenza. I suoi compiti principali sono: disattivare la condizione pericolosa; liberare il luogo dell'incidente; indagare

sull'incidente; infine, il comandante dell'incidente deve, con vari approcci, placare i cittadini vicini e assicurare le vittime.

Fase 6: valutare il risultato e il feedback –

Il centro di comando di emergenza emette un ordine che la risposta all'emergenza è terminata quando l'azione di salvataggio è terminata. Il comandante deve ringraziare tutti i membri che hanno eseguito l'ERS e poi chiedere al portavoce di tenere una conferenza stampa per spiegare l'intero processo di gestione dell'incidente.

Nel frattempo, il centro di comando di emergenza registrerà un trattamento dettagliato di salvataggio in caso di incidente e valuterà il risultato del trattamento.

Su questa base, il centro di comando di emergenza aggiornerà il database delle risorse di emergenza e invierà feedback affinché il centro di comando di emergenza possa migliorarlo.

Tutti i passaggi sopra menzionati devono essere ripetuti mensilmente per ridurre il grado di rischio in caso di incidente.

Ogni volta che si verifica un incidente domino chimico, è del tutto possibile che la contaminazione chimica provochi un grande impatto negativo sull'ambiente e sulla società delle aree circostanti. Pertanto, l'XHCIP (parco industriale chimico XiaoHu) sta diventando un'area chiave per la supervisione della sicurezza della produzione dell'industria chimica del Paese.

Al fine di migliorare la gestione delle emergenze e rafforzare la costruzione del sistema di emergenza, attualmente l'ERS ha preso forma sostanzialmente in XHCIP. Il sistema è costituito principalmente dalle seguenti parti: in primo luogo, è stato gradualmente istituito un sistema di monitoraggio in tempo reale delle principali fonti di pericolo, che comprende numerosi rilevatori di umidità, temperatura, pressione e concentrazione, monitor di telecamere e veicoli di monitoraggio; in secondo luogo, è stato costruito un centro di comando di emergenza; in terzo luogo, è stata creata una struttura organizzativa dettagliata e puntuale, composta dai dipartimenti competenti del governo municipale (ad esempio, gestione della pubblica sicurezza, protezione ambientale, dipartimenti di sanità pubblica, ecc.).

Purtroppo bisogna sottolineare che anche questa ricerca soffre di diversi fattori limitanti.

Innanzitutto, si tratta principalmente lo scenario incidentale avvenuto nell'ambiente chimico (ad esempio incendio, esplosione e rilascio di sostanze tossiche) ma non delle catastrofi naturali (ad esempio tornado, terremoti e inondazioni).

Ad informazione la maggior parte dei CIP si trova nella costa sud-orientale della Cina, che spesso è esposta a catastrofi naturali.

Altra problematica é la necessità d'informazioni per la gestione In certe situazioni si potrebbero riscontrare differenze rispetto al funzionamento teorico e il salvataggio di emergenza risulta più complesso, infatti è possibile che l'ERS non funzioni in condizioni normali nel caso in cui un sottosistema venga distrutto (ad esempio, il sensore del sistema di monitoraggio potrebbe essere distrutto in un incendio e esplosione).

Il miglioramento dell'ERS richiede sforzi di ricerca collettivi e continui per arricchire il corpus di conoscenze e migliorare le “migliori pratiche”.

Il presente studio potrebbe evolversi e approfondirsi nelle seguenti direzioni di ricerca future:

- 1) un'indagine sulle catastrofi naturali e lo sviluppo di sistemi integrati nei CIP;***
- 2) le fasi di sviluppo della tecnologia di gestione delle emergenze per i CIP;***
- 3) la proposta di una metrica delle prestazioni ai fini della valutazione dell'ERS;***
- 4) un sistema di addestramento ed esercitazione per fornire un addestramento di comando realistico e un'esercitazione per scenari di emergenza comuni che sia altamente conveniente.***

3. - Misure di protezione e prevenzione

In termini di ipotesi teorica, il rischio è funzione della probabilità, che avvenga un certo avvenimento, e della gravità delle conseguenze: $R = f(P, M)$.

Dove: R = rischio, P = probabilità, M = magnitudo delle conseguenze.

Questo rischio va analizzato attraverso un processo logico, che comporta l'identificazione di tutti i possibili eventi anomali dell'attività, la stima della probabilità che si verifichino e la valutazione dell'estensione e/o della gravità delle conseguenze.

Il rischio può essere ridotto intervenendo su uno o più fattori, ad esempio rendendo più efficaci le misure di prevenzione di tipo tecnico, impiantistico, procedurale ed organizzativo, nonché riducendo le conseguenze negative in caso di accadimento.

Per la prevenzione è fondamentale la presenza di personale addestrato, la disponibilità di procedure operative, la regolare effettuazione di controlli di manutenzione, l'installazione di sistemi di controllo del processo, i dispositivi di allarme e blocco.

I provvedimenti tecnici e procedurali volti a diminuire la probabilità che avvengano eventi indesiderati sono pertanto definiti misure di prevenzione.

Riguardo la protezione in ambito industriale tutte le installazioni nelle suddette aziende sono dotate di sistemi per controllare e minimizzare le conseguenze degli incidenti, tra cui la pianificazione per la gestione delle emergenze, i presidi antincendio, i bacini di contenimento degli spandimenti di liquidi, i sistemi di abbattimento delle emissioni gassose. I provvedimenti tecnici e gestionali volti a diminuire l'entità delle conseguenze di un incidente sono definiti misure di mitigazione o misure di protezione.

CONCLUSIONI

In conclusione, dopo aver riassunto le analisi di tre soggetti negli esempi sopra riportati, si potrebbe affermare che sicuramente la tecnologia esiste per monitorare le situazioni in condizioni standard o in condizioni d'emergenza (noi abbiamo analizzato quelle dell'incidente del porto di Ancona e visto come le informazioni ricche e puntuali permettono di avere alcune garanzie), allo stesso modo la tecnologia é sufficientemente avanzate per ridurre i rischi d'inquinamento atmosferico per incidenti (vedi analisi del Regno Unito) e soprattutto ben organizzate e coordinate (come i CIP in Cina).

L'organizzazione segue con efficacia i limiti imposti ai diversi livelli dall'autorità pubblica.

D'altro lato pero' c'é un importante asse di miglioramento dei diversi soggetti trattati é la comunicazione e partecipazione attiva della cittadinanza.

Durante la raccolta dei dati del presente studio, si é quasi immediatamente riscontrato, verificato in seguito, che esiste una mancanza di trasferimento d'informazioni tra i responsabili tecnico/amministrativi che gestiscono questi eventi, con le sue conseguenze, e la cittadinanza.

Questa conclusione é soprattutto figlia dell'analisi dell'incidente al Porto di Ancona trattato qui sopra. Questa mancanza d'informazione, oltre ad una potenziale fonte d'inquietudine ingiustificata, causa un disinteressamento della cittadinanza, che resta poco coinvolta nelle iniziative in materia di qualità dell'aria e la conoscenza

degli effetti dell'inquinamento sulla salute, quindi la presa di coscienza sul nostro modus vivendi, é ancora limitata e non ampiamente diffusa.

Mentre sul cambiamento climatico le evidenze hanno contribuito a diffondere molto la consapevolezza del problema, non c'è la stessa conoscenza e sensibilità per l'inquinamento atmosferico.

Ad esempio le misure messe in atto quali le limitazioni alla circolazione o all'uso di combustibili inquinanti nel riscaldamento non sono sempre comprese e accettate. Allo stesso modo le persone non sono pienamente consapevoli dell'impatto dei loro comportamenti sulla qualità dell'aria e, di conseguenza, sulla salute pubblica.

Questa mancanza di consapevolezza rappresenta un ostacolo all'adozione di politiche adeguate le quali, come spesso accade per i cambiamenti profondi, comportano anche costi politici in termini di consenso.

Sarebbe importante inserire nel processo di pianificazione generale e di settore considerazioni relative all'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, anche come possibile criterio per il finanziamento di progetti di sviluppo infrastrutturale o industriale. In questo modo è possibile comunicare efficacemente alle parti interessate, i soggetti privati e i diversi livelli di governo, che i progetti che non migliorano la qualità dell'aria hanno meno probabilità di essere finanziati mentre non devono essere finanziati i progetti che la peggiorano.

Lo sviluppo di uno o più indicatori aggiuntivi per misurare l'impatto sulla salute della qualità dell'aria potrebbe essere un modo per rendere efficace questo obiettivo. Questo strumento di valutazione sanitaria non sarebbe sostitutivo degli indicatori esistenti, né metterebbe in discussione i relativi valori limite, ma sarebbe un modo concreto per superarli, in quanto rilevanti per la tutela della salute dei cittadini.

Come ulteriore passo, potrebbero essere sviluppati strumenti in grado di valutare le esternalità dei diversi impatti sulla salute pubblica. Questi strumenti di valutazione potrebbero essere utilizzati anche per l'analisi costi-benefici delle misure volte a migliorare la qualità dell'aria.

Infine, l'introduzione di uno o più indicatori aggiuntivi per misurare gli impatti sulla salute dell'inquinamento contribuirebbe anche a rafforzare l'efficacia della comunicazione alla cittadinanza.

Altro asse di sviluppo importante è creare percorsi di finanziamento dedicati per le azioni sulla qualità dell'aria. In passato sono stati disponibili vari fondi europei e nazionali che hanno contribuito ad attuare politiche nazionali, regionali e locali di contrasto all'inquinamento atmosferico. Tuttavia, il partenariato ha riscontrato una generale mancanza di programmi specifici dedicati al finanziamento di progetti volti alla riduzione dell'inquinamento atmosferico; la qualità dell'aria tende a essere considerata come una misura integrata con altre aree prioritarie (ad esempio energia, rifiuti, natura) piuttosto che essere valutata in modo specifico.

RINGRAZIAMENTI

Cercherò di essere breve, se non riesco non me ne vogliate.

Ringrazio i professionisti che mi hanno fatto dono del loro tempo collaborando alla raccolta delle informazioni di cui ho necessitato per la stesura di questa tesi.

Ringrazio in particolare il mio relatore la professoressa Maria Letizia Ruello, che nonostante i miei impegni e i suoi, mi ha stimolato alla conclusione di questo percorso, che in tutta sincerità, in alcuni momenti ho visto piuttosto lontana.

Ringrazio la mia famiglia: i miei genitori e mia sorella in primis che non hanno mai smesso di credere in me nonostante tutte le avversità a cui sono andato a, permettetemi il termine, “sbattere” in questi ultimi anni, per il solo supporto economico offertomi e per essere la mia bussola nella vita. Estendo tutta la mia gratitudine al resto della famiglia: ai quattro nonni, agli zii e le zie, cugini e cugine per avermi sempre tenuto in ambiente sano, sincero e privo di cattiverie.

Ringrazio tutti gli amici, colleghi e conoscenti che mi hanno aiutato a concludere questo primo percorso della mia vita grazie alla loro quotidianità e leggerezza.

Una riga va a te che nell'ultimo anno hai aggiunto quel tassello che mi mancava, che con la tua sincerità e determinazione mi stai facendo raggiungere gli obiettivi prefissati e che prima vedevo sempre meno a fuoco, GRAZI

BIBLIOGRAFIA & SITOGRAFIA

Environment International

Volume 112, March 2018, Pages 310-323

A study of particulate emissions during 23 major industrial fires: Implications for human health <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017315180>

D. Griffiths, Philip Chappell, Jane A. Entwistle, Frank J. Kelly, Michael E. Deary

Journal of Loss Prevention in the Process Industries

Volume 68, November 2020, 104287

Emergency evacuation model assuming leakage of toxic substances in a chemical plant

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095042302030574X>

Yuto Mizuta, Motohiko Sumino, Youichi Kunito, Kento Shiota, Yuichiro Izato, Atsumi Miyake

Int J Environ Res Public Health. 2015 Jul; 12(7): 7868–7885. Published online 2015 Jul 10

Emergency Response System for Pollution Accidents in Chemical Industrial Parks, China

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4515696/>

Weili Duan and Bin He

Jason K. Levy, Academic Editor

Environmental Justice Vol 15, No 6

Published Online 12 Dec 2022

***Assessment of Air Pollution Impacts and Monitoring Data Limitations of a Spring 2019
Chemical Facility Fire***

<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/env.2021.0030>

***Gretchen T. Goldman, Anita Desikan, Richard Morse, Casey Kalman, Taryn
MacKinney, Daniel S. Cohan, Genna Reed, and Juan Parras***

Environmental Pollution

Volume 257, February 2020, 113542

Impact of harbour activities on local air quality

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749119326922>

Sandra Sorte, Vera Rodrigues, Carlos Borrego, Alexandra Monteiro

ARPA - Marche. ARPAM. TRATTO DALLA RETE DI MONITORAGGIO

<https://aria.arpa.marche.it>

ARPAM. REPORT REGIONALE DELLA QUALITA' DELL' ARIA 2015-2021.

***ARPAM. RELAZIONE INCENDIO 16.09.2020 AL PORTO DI ANCONA, ATTIVITA' DI
MONITORAGGIO E CONTROLLO***

***CENTRO ASSISTENZA ECOLOGICA DI ANCONA (ECOCAE). DATI SULLA QUALITA'
DELL'ARIA E NORMATIVE DI RIFERIMENTO***