

**Dott. Petrosino Vincenzo**  
**Medico Chirurgo Spec. In Chirurgia Oncologica**

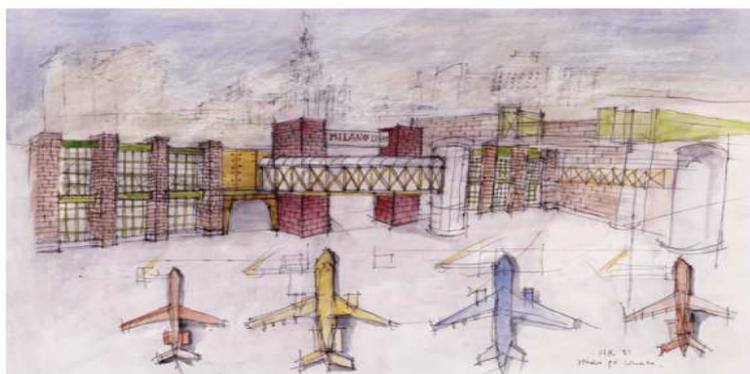
**Al Ministero dell'Ambiente e  
della Tutela del Territorio e del Mare  
(Roma)**

**Oggetto: Osservazioni "Aeroporto di Milano Linate - Master Plan Aeroportuale 2030"**  
**Codice procedura (ID VIP): 3565**

**Nella relazione "studio specialistico a supporto della componente atmosferica" QAMB.A01 del dipartimento di scienze dell'Ambiente e del territorio della Università di Milano vedi allegato e seguenti:**



**Aeroporto di Milano Linate  
Masterplan 2015-2030**



**Studio di Impatto Ambientale**  
*Quadro di Riferimento Ambientale*  
**ALLEGATO QAMB.A01**  
Studio specialistico a supporto della  
Componente Atmosfera



*Università degli Studi di  
Milano-Bicocca  
Dipartimento di Scienze  
dell'Ambiente e del Territorio*

Dicembre 2016



## 1 INTRODUZIONE

Le analisi della componente qualità dell'aria presentate in questo capitolo riguardano i principali inquinanti originati nel settore del trasporto aereo, ovvero: **il benzene (BNZ), il monossido di carbonio (CO), gli idrocarburi (HC), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), le polveri sottili (PM<sub>10</sub>), e gli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>).**

Per ogni inquinante considerato, sono state determinate le concentrazioni al suolo mediante simulazioni effettuate con un modello matematico specialistico in grado di riprodurre le principali sorgenti presenti nell'area.

L'inventario delle emissioni è composto da:

- **traffico aeronautico**, valutato sia per le fasi di volo sia per le fasi di circolazione a terra;
- **traffico stradale**, distinto in traffico complessivo e traffico indotto dalle attività aeroportuali (ovvero quella componente del traffico totale legata ai movimenti di autoveicoli che trasportano merci, personale o passeggeri da e per l'aeroporto),
- **impianti di produzione di energia** di proprietà del gestore aeroportuale.

Come scenario di riferimento si è scelto l'anno 2015 e i risultati relativi a questo periodo di osservazione verranno presentati per i trimestri: gennaio-marzo; aprile-giugno; luglio-settembre e ottobre-dicembre.

Si sottolinea che per validare i risultati della simulazione effettuata, si è preferito non considerare i dati prodotti dalla rete di monitoraggio di qualità dell'aria di ARPA Lombardia, in quanto attualmente non sono disponibili centraline di rilevazione collocate in prossimità del sedime aeroportuale.

L'analisi è stata svolta con uno dei software più diffusi in ambito aeroportuale, **LASPORT** (LASat for AirPORTs), sviluppato da Janicke Consulting, in collaborazione e per conto della German Airport Association (ADV), per il calcolo delle emissioni e della dispersione degli inquinanti generati da infrastrutture aeroportuali.

La costruzione del modello richiede che vengano fornite informazioni di dettaglio sia per le infrastrutture e la movimentazione degli aeromobili e dei veicoli, sia per quanto concerne i dati meteo-climatici.

I dati relativi al layout aeroportuale (pista, piazzole e percorsi a terra) e alle rotte di partenza e arrivo sono stati ricavati dalle pubblicazioni aeronautiche di riferimento (AIP).

I dati di operatività del traffico aereo sono stati forniti dal gestore aeroportuale attraverso due dataset: il primo è stato ricavato dalla BDV (Base Dati Volo) mentre il secondo, relativo ai tracciati radar, è stato estrapolato dal sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale. I dati del traffico stradale sono stati ricavati dallo studio viabilistico, che costituisce parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale, mentre i consumi degli impianti di produzione di energia sono stati desunti dalla reportistica prodotta dal gestore aeroportuale nell'ambito del processo di Airport Carbon Accreditation.



taxiing di 30 km/h, ipotizzando una maggiorazione (4 minuti per gli aeromobili in partenza, 3 minuti per gli aeromobili in arrivo) per considerare possibili rallentamenti o fermate intermedie, i tempi di posa e rimozione tacchi sono stati determinati a partire da quelli di atterraggio o decollo applicando le correzioni indicate in Tabella 2.

**Tabella 2, Durate fase di taxiing (minuti.secondi)**

RWY	POA	TIME_DEP (-)	TIME_ARR (+)
18	GA	8.05	9.20
18	Main	4.10	8.00
18	South	4.10	6.20
36	GA	12.45	5.05
36	Main	8.05	3.55
36	South	7.20	3.10

#### *GSE, APU*

I mezzi di servizio all'aeromobile presso le piazzole di sosta, così come l'APU, sono considerati come unità indipendenti ma sono associati di default a uno specifico modello di aeromobile e non ne è pertanto richiesto un input diretto.

#### *Il traffico veicolare*

Per quanto concerne il traffico veicolare, il software prevede un calcolo semplificato: vengono determinate dapprima le emissioni totali annue sulla base dei flussi medi giornalieri e le stesse vengono poi ridistribuite nel periodo in esame conformemente agli specifici profili mensili, settimanali e giornalieri.

#### *Altre Sorgenti*

Oltre alla sorgente aeronautica e veicolare nello studio si è voluto considerare anche il contributo della centrale di cogenerazione di SEA Energia. L'impianto si trova nel settore nord-ovest del sedime e fornisce riscaldamento ed energia elettrica all'aeroporto di Milano Linate e teleriscaldamento (il cosiddetto teleriscaldamento Milano- Est) a una ampia area urbana compresa fra le vie Salomone, Ungheria, Forlanini, Mecenate e Fantoli.

Come riportato nel sito internet del gestore della centrale, "L'impianto è costituito principalmente da tre gruppi di cogenerazione, provvisti dei relativi sistemi ausiliari. Le apparecchiature sono adatte per funzionare in servizio continuo per circa 8000 ore anno. Il motore primo di ciascun gruppo di cogenerazione è un motore alternativo a combustione interna con potenza elettrica utile di circa 8000 kW e, alimentato a gas naturale per la produzione combinata di energia elettrica e termica, il WARTSILA 20V34SG. L'energia termica è prodotta da un sistema di recupero termico dai gas di scarico dei motori, sotto forma di acqua surriscaldata (circa 150°C in mandata e 90°C sul ritorno) e dai fluidi di raffreddamento dei motori. La potenza termica complessiva, recuperata dai gas di scarico,

**.....Vengono presi in considerazione le fonti inquinanti e la metodologia di calcolo delle emissioni vedi anche pag.46 allegata :**

Aeroporto di Milano Linate  
Masterplan 2015-2030  
Studio di Impatto Ambientale



Studio specialistico a supporto della componente Atmosfera

**Tabella 33, Fattori di emissione dei veicoli (g/km) - Senario 2030**

Tipo	NO <sub>x</sub>	HC	CO	PM <sub>10</sub>	BNZ	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>
PC	0,241	0,014	0,225	0,008	0,0030	163,0846	0,0006
HGV	3,004	0,122	0,709	0,053	0,0002	606,9614	0,0029
LCV	0,666	0,041	0,228	0,024	0,0017	240,6673	0,0012

Come si può osservare, confrontando la Tabella 33 con la Tabella 6, con il phase-out delle autovetture più vecchie ci si può attendere una marcata riduzione nelle emissioni di monossido di carbonio, particolato e idrocarburi, ma anche un buon miglioramento per gli impatti da NO<sub>x</sub>.

Infine, dal punto di vista delle infrastrutture, il progetto di Masterplan non determina la variazione dei percorsi considerati nello scenario di baseline restando invariata la rete stradale di accesso allo scalo così come i percorsi di taxiing impiegati dagli aeromobili nei cicli LTO simulati.

## 1.5 I RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

### 1.5.1 Inventario delle emissioni

Nelle successive tabelle si riporta l'inventario delle emissioni medie annue di quelle sorgenti per le quali si prevede una crescita nello scenario futuro. Non vengono presentati i dati relativi alla centrale di cogenerazione di SEA Energia per la quale non si hanno previsioni dei consumi e pertanto si assume invariati, e quelli relativi al traffico indotto che è, conservativamente, mantenuto costante.

**Tabella 34, Inventario delle emissioni per le operazioni aeree (tonnellate) AC e AG**

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	PM <sub>10</sub>	BNZ	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>
Medium	3,83	0,44	2,04	0,03	0,01	812,84	0,21
Small	261,34	18,38	146,71	2,55	0,38	65.193,96	16,53
Regional	63,86	16,94	100,08	0,76	0,37	21.386,43	5,42
Business	0,33	1,19	3,58	0,02	0,03	197,21	0,05
Turboprop	3,66	0,94	5,31	0,00	0,02	1.232,69	0,31
Piston	0,01	0,07	2,70	0,00	0,00	7,88	0,00
HeliSmall	0,30	0,02	0,10	0,00	0,00	352,85	0,09
TOTALE	333,37	37,97	260,52	3,36	0,80	89.191,48	22,62

**Tabella 35, Inventario delle emissioni per le operazioni aeree (tonnellate), quota AG**

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	PM <sub>10</sub>	BNZ	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>
Medium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Small	0,95	0,06	0,55	0,01	0,00	213,73	0,05
Regional	25,64	16,17	65,47	0,54	0,36	9.450,58	2,40

Si descrivono i vari inquinanti e le previsioni all'anno 2030.

Dal QAMB.R01 Relazione quadro di riferimento Ambientale in particolare da pag.72 a pag 80 allegate:



Aeroporto di Milano Linate  
Masterplan 2015-2030



**Studio di Impatto Ambientale**  
*Quadro di Riferimento Ambientale*  
Relazione  
Volume 1 (QAMB.R01)



Febbraio 2017

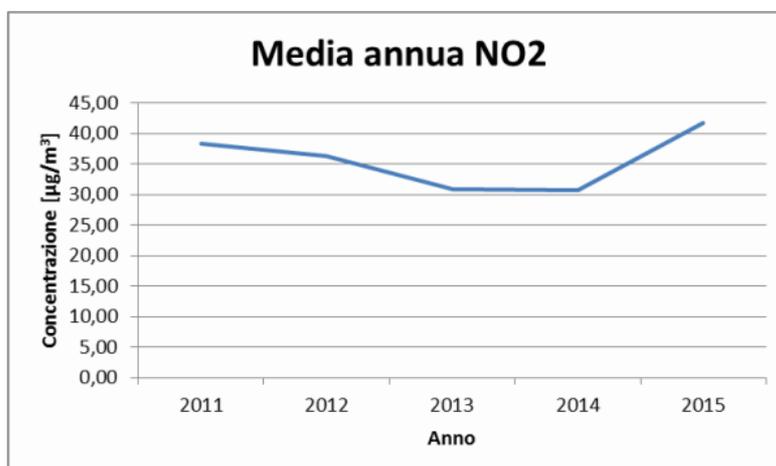


Figura 2-48 Andamento della media annua degli NO2

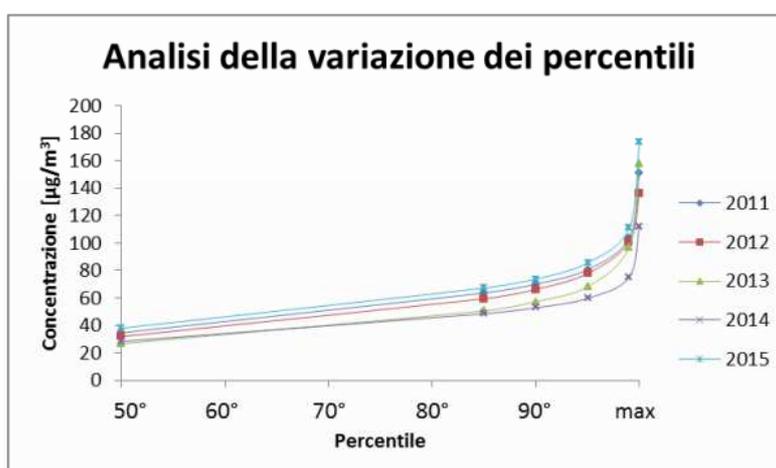


Figura 2-49 Analisi dei percentili e dei valori massimi negli anni per gli NO2

Quanto è possibile osservare è coerente con l'andamento degli NOx, registrando una generale riduzione dei valori medi dal 2011 al 2014 e con un netto incremento con riferimento all'annualità 2015. L'andamento dei percentili è coerente con quella descritta per gli NOx.

#### 2.2.2.4.3 Il Particolato fine - PM10

##### Le Caratteristiche

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurre il fenomeno.



Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1  $\mu\text{m}$ );
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 micron;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 micron e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2  $\mu\text{m}$  e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 micron;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500  $\mu\text{m}$ .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera.

Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$ , e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

#### Effetti sull'uomo

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte, infatti nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 micron vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.).



Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza, accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopneumite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

#### Effetti sull'ambiente

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli.

Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti.

Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici), possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra.

E' stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi.

Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5°C.

#### Concentrazioni PM10

Di seguito si riportano le analisi relative alla centralina di Pioltello (medie giornaliere) eseguita in analogia agli inquinanti precedenti (cfr. Tabella 2-14).



PM10									
Anno	Valore Medio [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Percentili [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]					Valore Massimo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Super.	Numero dati
		50°	85°	90°	95°	99°			
2011	45,8	38,0	73,0	83,4	102,7	137,2	181,0	116	347
2012	37,1	25,5	69,3	79,0	96,0	118,6	126,0	88	346
2013	40,6	34,0	71,0	80,8	93,4	140,1	152,0	87	327
2014	32,9	27,0	55,2	63,8	74,0	107,1	134,0	59	333
2015	39,4	31,0	67,0	78,0	90,0	111,6	133,0	93	337

Tabella 2-14 Analisi dei percentili PM10 negli anni 2011 – 2015 Stazione Limite Pioltello fonte dati: *ARPA Lombardia*

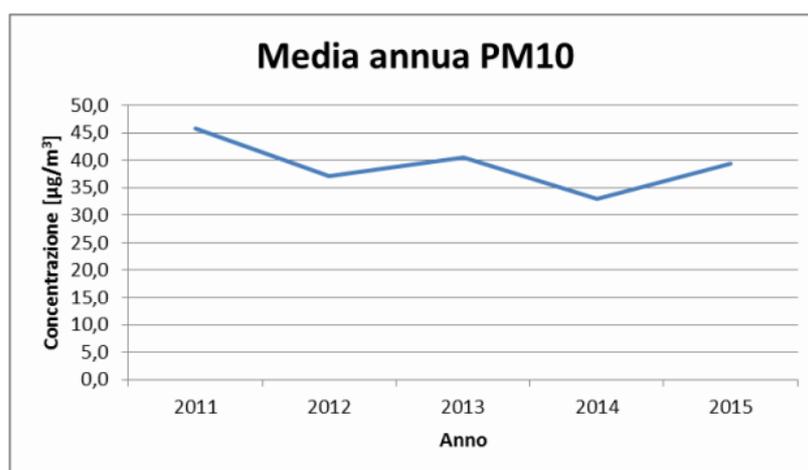


Figura 2-50 Andamento della media annua degli PM10

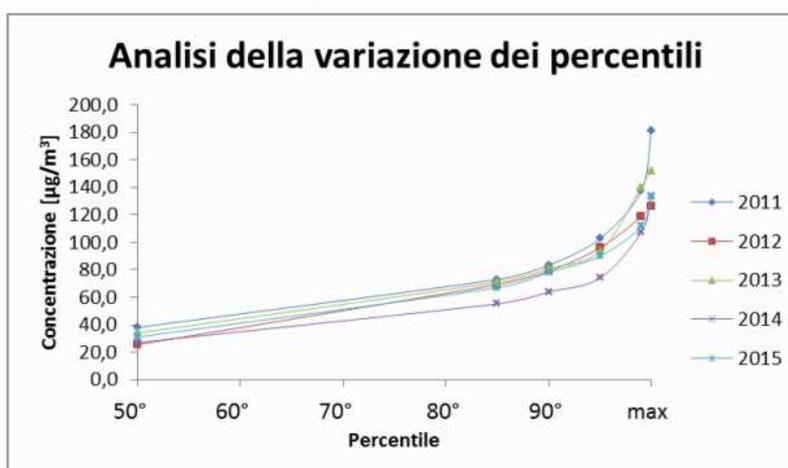


Figura 2-51 Analisi dei percentili e dei valori massimi negli anni per il PM10

Con riferimento al PM10 è possibile notare come da un lato il valore della media annua abbia un trend decrescente dal 2011 ad oggi nonostante l'incremento registrato nel 2015, il quale rimane in termini di media annua al disotto dei limiti normativi.

Con riferimento all'analisi dei superamenti, ovvero della distribuzione delle registrazioni si evidenzia un incremento meno marcato dei valori massimi rispetto all'analisi dei percentili degli ossidi di azoto denotando una situazione di concentrazione generalmente più elevata.

#### 2.2.2.4.4 Ossidi di Zolfo

##### Descrizione

Normalmente gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e l'anidride solforica (SO<sub>3</sub>); questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO<sub>x</sub>.

L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse. Rappresenta l'inquinante atmosferico per eccellenza essendo il più diffuso, uno dei più aggressivi e pericolosi e di gran lunga quello più studiato ed emesso in maggior quantità dalle sorgenti antropogeniche. Deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono questo elemento sia come impurezza (come i combustibili fossili) che come costituente fondamentale.

Dall'ossidazione dell'anidride solforosa si origina l'anidride solforica o triossido di zolfo che reagendo con l'acqua, sia liquida che allo stato di vapore, origina rapidamente l'acido solforico, responsabile in gran parte del fenomeno delle piogge acide. Dato che la reazione di ossidazione che conduce alla formazione dell'anidride solforica è molto lenta, e data la reattività di questo composto con l'acqua, in genere la concentrazione del triossido di zolfo varia fra l'1 e il 5% della concentrazione del biossido di zolfo (che viene considerato l'inquinante di riferimento).



#### Effetti sull'uomo

Tra i principali effetti sanitari di questi inquinanti si segnalano arrossamento delle mucose delle prime vie respiratorie fino a bronchiti croniche. Particolarmente sensibili all'effetto degli ossidi di zolfo sono le persone con problemi asmatici. Indirettamente, poiché aggrava la funzione respiratoria, questo inquinante ha effetti anche sul sistema cardiovascolare. Può agire anche in sinergia con le polveri fini.

#### Effetti sull'ambiente

Gli ossidi di zolfo provocano inoltre danni sugli ecosistemi acquatici e della vegetazione poiché SO<sub>2</sub> si ossida a SO<sub>3</sub> per trasformarsi successivamente, a contatto con il vapore acqueo, in acido solforico, che è uno dei costituenti principali delle cosiddette "piogge acide". Gli ossidi di zolfo sono anche inquinanti fitotossici la cui azione viene amplificata nei climi freddi.

Effetti sulla vegetazione sono, ad esempio, il degrado della clorofilla o la riduzione della fotosintesi; le piante più suscettibili sono i licheni che vengono considerati per questo motivo indicatori biologici di tali composti

#### Concentrazioni di SO<sub>2</sub>

In coerenza a quanto effettuato per gli inquinanti precedenti è stata effettuata un'analisi relativa alle concentrazioni di SO<sub>2</sub> registrate (medie orarie) dalla stazione di Limito Pioltello nell'arco temporale 2011 – 2015 (cfr. Tabella 2-15).

SO <sub>2</sub>									
Anno	Valore Medio [µg/m <sup>3</sup> ]	Percentili [µg/m <sup>3</sup> ]					Valore Massimo [µg/m <sup>3</sup> ]	Super.	Numero dati
		50°	85°	90°	95°	99°			
2011	1,86	1,00	3,90	4,80	6,20	9,61	34,30	0	8290
2012	2,01	1,40	3,70	4,60	6,19	9,86	31,90	0	8242
2013	2,28	2,10	3,80	4,40	5,30	7,50	34,90	0	8348
2014	3,39	3,10	4,20	4,60	5,20	6,60	15,50	0	8241
2015	4,28	4,00	5,20	5,60	6,30	7,90	19,60	0	8332

Tabella 2-15 Analisi dei percentili SO<sub>2</sub> negli anni 2011 – 2015 Stazione Limito Pioltello fonte dati: *ARPA Lombardia*

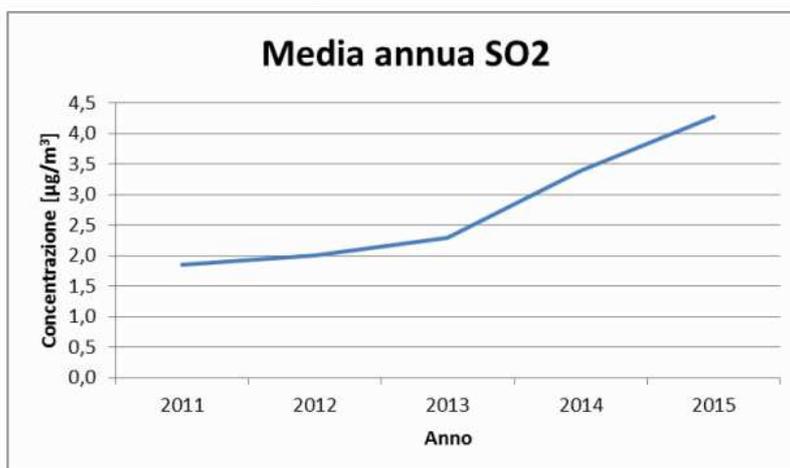


Figura 2-52 Andamento della media annua degli SO2

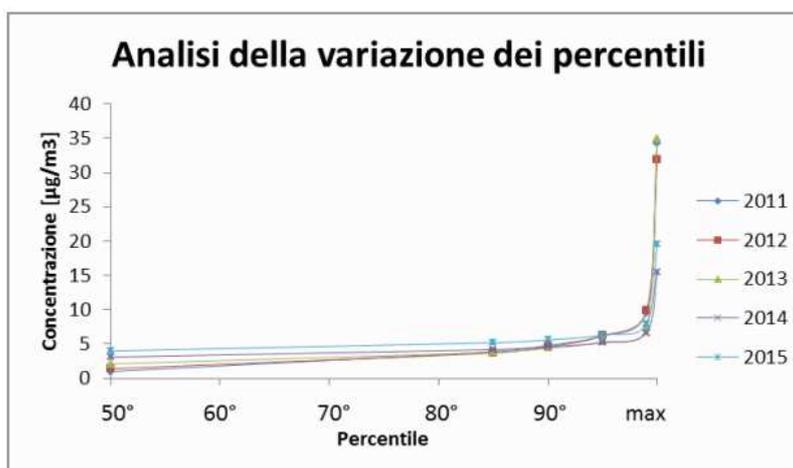


Figura 2-53 Analisi dei percentili e dei valori massimi negli anni per gli SO2

Quanto emerge dall'analisi dei dati della centralina è una situazione ben lontana dalla criticità, con valori molto distanti dal limite normativo sia per il valore orario che per la media giornaliera.

In termini di trend si può notare come, negli anni recenti ed in particolare nel 2015, si registri un aumento delle concentrazioni in termini medi (sempre comunque inferiore al 1% del limite), a cui corrisponde tuttavia una riduzione dei valori massimi e dei percentili più elevati.



## 2.2.2.4.5 Monossido di carbonio

Descrizione

L'ossido di carbonio o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico. Si forma durante le combustioni delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno).

Effetti sull'uomo

Gli effetti principali sull'uomo sono legati alla capacità della CO una volta inalata di legarsi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina avendo una maggiore affinità rispetto all'ossigeno. Tale fenomeno da origine alla carbossiemoglobina che rilascia più difficilmente ossigeno ai tessuti. Gli effetti nocivi sono quindi riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare, comportando una diminuzione delle funzionalità di tali apparati, affaticamento, sonnolenza, emicrania e difficoltà respiratorie.

Effetti sull'ambiente

Gli effetti sull'ambiente possono considerarsi trascurabili

Concentrazioni di CO

In coerenza a quanto effettuato per gli inquinanti precedenti è stata effettuata un'analisi relativa alle concentrazioni di CO registrate (medie orarie) dalla stazione di Limite Pioltello nell'arco temporale 2011 – 2015 (cfr. Tabella 2-16).

CO									
Anno	Valore Medio [mg/m <sup>3</sup> ]	Percentili [mg/m <sup>3</sup> ]					Valore Massimo [mg/m <sup>3</sup> ]	Super.	Numero dati
		50°	85°	90°	95°	99°			
2011	0,96	0,80	1,40	1,69	2,00	2,60	4,10	-	8252
2012	0,96	0,90	1,30	1,40	1,70	2,30	4,80	-	8601
2013	0,49	0,30	0,80	1,00	1,20	2,10	3,80	-	8527
2014	0,50	0,40	0,90	1,00	1,20	1,70	3,00	-	7444
2015	0,50	0,40	0,90	1,00	1,20	1,60	3,60	-	8018

Tabella 2-16 Analisi dei percentili CO negli anni 2011 – 2015 Stazione Limite Pioltello fonte dati: ARPA Lombardia

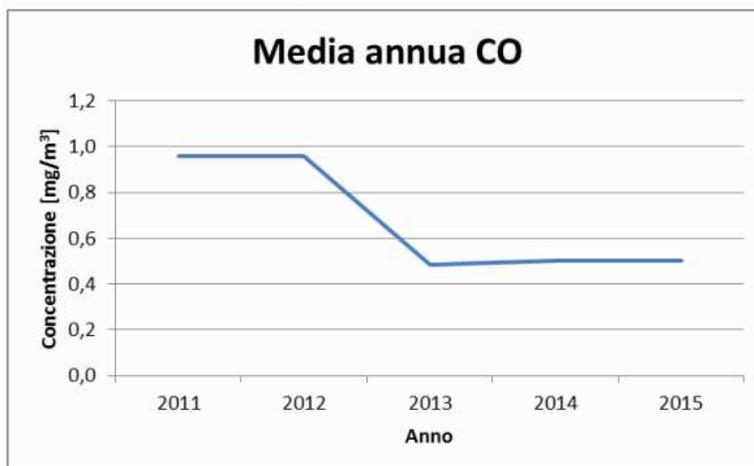


Figura 2-54 Andamento della media annua della CO

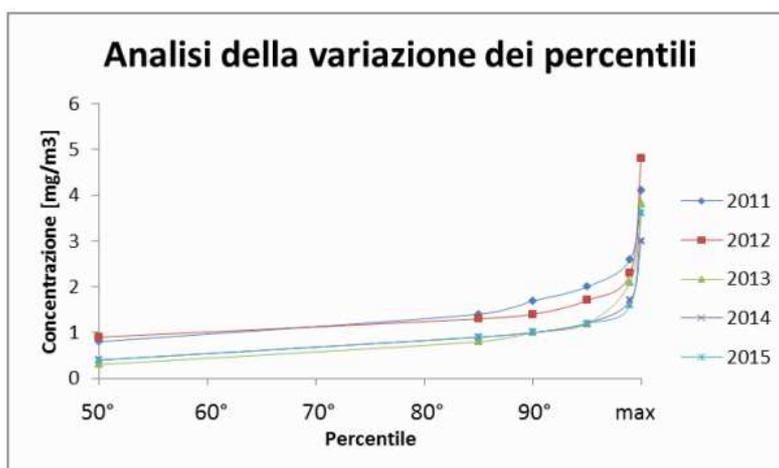


Figura 2-55 Analisi dei percentili e dei valori massimi negli anni per la CO

Dall'analisi della CO, si può notare come l'andamento medio sia in diminuzione, così come i valori massimi. Occorre in ultimo evidenziare come, il limite normativo dovrebbe essere calcolato sulla media mobile delle 8 ore. Effettuando tale procedura il valore più elevato è pari a circa 1,8 mg/m<sup>3</sup> inferiore al 20% del limite normativo.

...vengono presi in considerazione molto superficialmente gli effetti principali di alcuni inquinanti sull'uomo e sull'ambiente. Effetti sul sistema respiratorio, cardiocircolatorio e nervoso per lo più acuti.

Nel QAMB.R02 VOLUME 2



Aeroporto di Milano Linate  
Masterplan 2015-2030



**Studio di Impatto Ambientale**  
*Quadro di Riferimento Ambientale*  
Relazione  
Volume 2 (QAMB.R02)



Febbraio 2017

**...in particolare da pag. 40 a pag. 81 vengono presi in considerazione i vari inquinanti e i loro effetti sul corpo umano. Per quanto riguarda il particolato PM 10 e PM2,5 vedi allegato:**



L'NO<sub>2</sub> a contatto con i liquidi gastrici comporta necessariamente la formazione di acido nitroso che è il precursore della formazione delle nitrosammine, ben note per l'azione cancerogena a loro associata.

#### **Il Particolato - PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>**

Le polveri o particolato consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 µm e 0,1 µm. Le particelle più grandi di 10 µm sono in genere polveri volatili derivanti da processi industriali ed erosivi. Questo insieme di piccole particelle solide e di goccioline liquide volatili presenti nell'aria costituisce un serio problema di inquinamento atmosferico. In condizione di calma di vento, esiste una relazione tra dimensione e velocità di sedimentazione, per cui il periodo di tempo in cui le particelle rimangono in sospensione può variare da pochi secondi a molti mesi.

I particolati presenti in atmosfera provengono in buona parte anche da processi naturali, quali le eruzioni vulcaniche e l'azione del vento sulla polvere e sul terreno.

L'inquinamento da particolati proveniente da attività antropiche origina dalla industria delle costruzioni (particelle di polvere), dalle fonderie (ceneri volatili) e dai processi di combustione incompleta (fumi). Il traffico urbano contribuisce all'inquinamento dell'aria da particolati, oltre che con le emissioni, anche attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici. Il diametro delle particelle in sospensione è indicativamente così correlato alla fonte di provenienza:

- diametro maggiore di 10 µm: processi meccanici (ad esempio erosione del vento, macinazione e diffusione), polverizzazione di materiali da parte di velivoli;
- diametro compreso tra 1 µm e 10µm: provenienza da particolari tipi di terreno, da polveri e prodotti di combustione di determinate industrie e da sali marini in determinate località;
- diametro compreso tra 0,1 µm e 1µm: combustione ed aerosol fotochimici;
- diametro inferiore a 0,1µm: processi di combustione.

Nell'aria urbana, più dell'80% del PM<sub>10</sub> è formato da agglomerati di composti organici, prodotti per condensazione o sublimazione dei composti gassosi più pesanti emessi dai processi di combustione. Circa il 50% di questa frazione organica si produce nello smog fotochimico nella complessa reazione fra composti organici ed ossidi di azoto.

Nelle aree urbane il PM<sub>10</sub> riveste un ruolo importante sia dal lato sanitario che da quello climatologico locale. A causa della loro elevata superficie attiva e dei metalli in esse dispersi, le particelle agiscono da forti catalizzatori delle reazioni di conversione degli ossidi di zolfo e di azoto ad acido solforico ed acido nitrico. Pertanto la loro azione irritante viene potenziata dalla veicolazione di acidi forti, la cui concentrazione nella singola particella può essere molto elevata. Esse costituiscono anche il mezzo attraverso cui avviene la deposizione secca degli acidi su edifici ed opere d'arte.

**Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso.**



Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a  $5\mu\text{m}$  si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra  $0.5\mu\text{m}$  e  $5\mu\text{m}$  possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola.

Il pericolo è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche.

Sulla base dei risultati di diversi studi epidemiologici, si ipotizza che ad ogni  $10\ \mu\text{g}/\text{mc}$  di concentrazione in aria di  $\text{PM}_{10}$  è associato un incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per ogni causa.

Attualmente in Italia il Decreto Legislativo 155 del 13 Agosto 2010 stabilisce per la concentrazione in aria del  $\text{PM}_{10}$ , lo standard di riferimento di  $40\ \mu\text{g}/\text{mc}$  come valore obiettivo di media annuale. Per le polveri  $\text{PM}_{2,5}$ , definite respirabili in quanto capaci di penetrare fino agli alveoli polmonari, in assenza di normativa statale lo standard di riferimento è quello fissato dall'EPA, pari a  $15\ \mu\text{g}/\text{mc}$ .

La Tabella 8-4 riassume le conseguenze sulla salute determinate dall'inquinamento atmosferico, a breve e a lungo termine, stimati per un aumento di  $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  della concentrazione di  $\text{PM}_{10}$ . Tali dati sono basati sulla letteratura epidemiologica attualmente disponibile.

Effetti sulla salute	Incremento % della frequenza degli effetti sulla salute per un aumento di $10\ \text{mg}/\text{m}^3$ di $\text{PM}_{10}$
<b>Effetti a breve termine (acuti)</b>	
Uso di bronco dilatatori	3
Tosse	3
Sintomi delle basse vie respiratorie	3
Diminuzione della funzione polmonare negli adulti rispetto alla media (picco espiratorio)	-13
Aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie	0,8
Aumento della mortalità giornaliera totale (escluse morti accidentali)	0,7
<b>Effetti a lungo termine (cronici)</b>	
Aumento complessivo della mortalità (escluse morti accidentali)	10
Bronchiti	29
Diminuzione della funzione polmonare nei bambini rispetto alla media (picco espiratorio)	- 1,2
Diminuzione della funzione polmonare negli adulti rispetto alla media (picco espiratorio)	-1

Tabella 8-4 Effetti a breve e lungo termine sulla salute umana dell'inquinamento atmosferico

**Si parla di effetti a breve e lungo termine, non si specificano i contenuti del particolato e non si considera nella tabella 8-4 le morti per cancro delle prime vie aeree e di altri organi. Alcuni inquinanti presenti oltre ad azione locale nell'albero respiratorio a seconda della loro grandezza, possono giungere nel sangue e andare ben oltre il solo albero respiratorio. Alcuni**

**metalli possono creare danni in vari organi e apparati, portare a danni al Dna e quindi alterare la doppia elica.**

A pag 56 dello stesso elaborato (allegato)

Aeroporto di Milano Linate  
Masterplan 2015-2030  
Studio di Impatto Ambientale



Quadro di Riferimento Ambientale – Volume 2

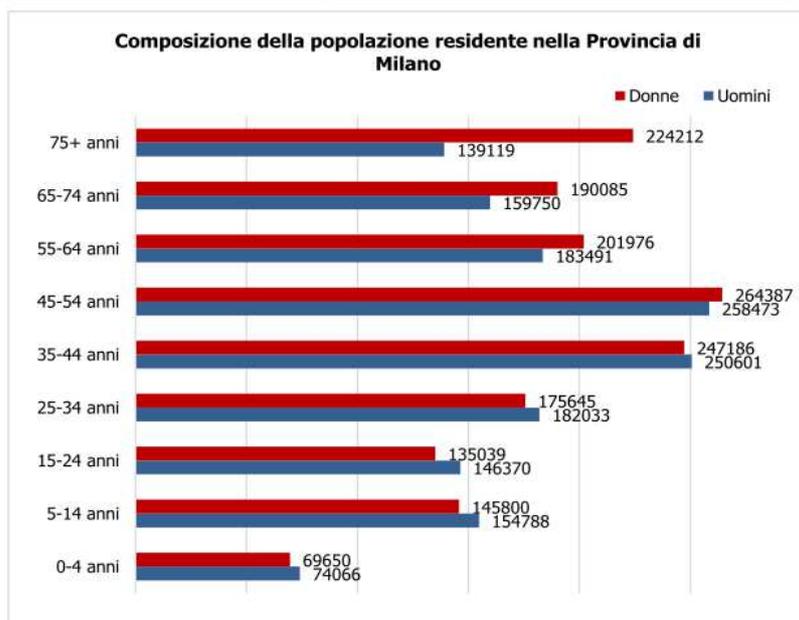


Figura 8-3 Composizione della popolazione residente nella Provincia di Milano distinta per tipologia e fascia d'età (Fonte: elaborazione dati Istat 2015)

Entrando nel dettaglio dell'area in esame dell'aeroporto di Linate, questa è situata nel Comune di Peschiera Borromeo che, dai dati Istat del 2015, risulta caratterizzato dalla presenza di 23.397 abitanti., come riportato in Tabella 8-9.

Età	Uomini		Donne		Totale	
	numero	%	numero	%	numero	%
0-2 anni	310	2,70	301	2,52	611	2,61
3-5 anni	372	3,24	326	2,73	698	2,98
6-11 anni	790	6,89	776	6,51	1566	6,69
12-17 anni	671	5,85	666	5,58	1337	5,71
18-24 anni	764	6,66	755	6,33	1519	6,49
25-34 anni	1152	10,05	1152	9,66	2304	9,85
35-44 anni	1727	15,06	1810	15,17	3537	15,12
45-54 anni	2026	17,67	2087	17,50	4113	17,58
55-64 anni	1516	13,22	1627	13,64	3143	13,43
65-74 anni	1278	11,14	1391	11,66	2669	11,41
75 e più	862	7,52	1038	8,70	1900	8,12
<b>Totale</b>	<b>11468</b>	<b>100,00</b>	<b>11929</b>	<b>100,00</b>	<b>23397</b>	<b>100,00</b>

Tabella 8-9 Numero e percentuali di residenti nel Comune di Peschiera Borromeo distinti per tipologia e fascia d'età (Fonte: Health for all Istat 2015)

Abbiamo il numero di abitanti interessati direttamente dalla presenza dell'aeroporto, manca comunque un dato aggiornato del registro dei tumori per i vari organi e apparati della zona sulla quale incide l'aeroporto, ugualmente non è presente un dato sulle malformazioni che abbiamo nella stessa zona.

**I dati Istat ai quali si fa riferimento non possono essere presi in considerazione da soli.**

Quando si introduce una criticità in un particolare Comune o area, o quando si deve continuare l'attività di questa criticità consolidata e incrementarla nel tempo, **bisogna studiare la popolazione di quella zona** ottenendo quanti più dati possibile. Mancano dati dell'ASL Peschiera Borromeo o uno studio prodotto dalla stessa sulla salute della sua popolazione.

-Numerosi sono gli studi che mettono in relazione la presenza di inquinanti persistenti con alcune patologie. Dalla prima parte della ricerca che ho diretto e che abbiamo presentato al 103° Congresso internazionale della Sio a Roma nel maggio 2016, sul rapporto tra sostanze inquinanti e ammalati, è emerso che tutti gli ammalati di tumori del distretto testa collo presentavano livelli sospetti e spesso simili di metalli pesanti e Pcb. Evidenze che qualcuno ha anche portato alla presidenza della commissione salute europea.

La ricerca in lingua italiana che si allega ha diritti di autore e copyright, pertanto resta documento da prendere agli atti e al momento non riproducibile.

Qui è indicato molto chiaramente da dove provengono certe sostanze e come agiscono. Vi invito a leggerla ed è dotata di abbondante ed esaustiva bibliografia.

Nei vari master plan sono carenti gli studi presentati per quanto riguarda il destino di alcune sostanze e il loro effetto sul dna, non si legge nulla degli interferenti endocrini e della loro azione. Ritengo che alla luce di ciò che sta emergendo a livello mondiale bisognerebbe andare ad investigare nella popolazione sottoposta a determinate sostanze cosa sta accadendo.

Valutare la presenza e il tasso di tali inquinanti in alcune matrici biologiche.

Lasciare un poco la vecchia epidemiologia di dati mortalità incidenza e altro e vedere concretamente nella popolazione che vive alcune criticità cosa esprime, quali patologie e porre in relazione i dati dei dosaggi degli inquinanti nelle varie matrici con le patologie.

**È fuori da ogni dubbio che l'ambiente "condiziona" la nostra vita**, quando diciamo che la condiziona significa che alcune sostanze che troviamo in esso e che smaltiamo in atmosfera o in altri mezzi in modo "colposo o doloso o improprio" seguiranno un percorso nel nostro organismo.

Percorso e sosta e azioni che potrebbero davvero risultare devastanti nel lungo e medio termine.

Oggi già vediamo qualche effetto banale come l'aumento delle allergie, dell'endometriosi, la diminuzione della fertilità maschile. **La Pandemia silenziosa non è una ipotesi ma è una realtà.**

Quando parliamo di sostanze e di limiti di legge parliamo di “limiti di legge” Un limite di legge non significa una boccata di ossigeno benefica.

**Inoltre noi parliamo di singoli inquinanti** e dobbiamo renderci conti che siamo immersi in un **gruppo di inquinanti.**

Gli effetti potrebbero essere diversi e imprevedibili e certamente non abbiamo limiti di legge per i poli inquinanti.

Forse dimentichiamo spesso inoltre, che molte sostanze si bioaccumulano, dimentichiamo che una cosa è transitare per un aeroporto, altra prendere un aereo, altra cosa è lavorarci o vivere nelle sue prossimità.

Il rapporto temporale è diverso e così saranno diverse le reazioni dell'organismo.

Non abbiamo ancora limiti di legge per gli interferenti endocrini e molti pcb ad esempio non sappiamo neppure dosarli, spesso parliamo di sostanze che possono agire nell'ordine dei milionesimi di grammo. Il problema è molto più complesso di quanto sembra.

In Italia monitoriamo tante cose ma si agisce poi poco, **nel caso specifico per le sostanze in gioco potrebbe non avere senso logico “monitorare”**, non ci troviamo di fronte ad effetti acuti o con piccola latenza, qualche effetto che oggi osserviamo potrebbe essere solo l'inizio di ciò che abbiamo già provocato nelle future generazioni.

**Il principio della prudenza va sempre e comunque perseguito.**

Non “non progresso” ma attento utilizzo e miglioramento di ciò che già abbiamo, con la raccomandazione di **non “produrre altro al momento”** non incrementare ma diminuire.

Comunque quando si introduce una ulteriore noxa in un ambiente e quando questa è cronica per anni, bisogna “sempre” analizzare la situazione della popolazione che vive stabilmente da anni in quei luoghi.

Spesso dalla mia esperienza posso raccontare che abbiamo dati incompleti in tutta Italia, registri non funzionanti e a macchia di leopardo, registro tumori arretrato, registro malformazioni incompleto. Schede istat morte compilate troppo spesso in modo superficiale e pertanto davvero poco attendibili.

Difficile che si sia poi analizzata la popolazione in riferimento alla presenza negli organi o tessuti o matrici biologiche di specifiche sostanze come ad esempio i metalli pesanti o Pcb o Diossine.

Non bisognerebbe mai non avere un quadro preciso ed esaustivo della situazione attuale, la posta in gioco è abbastanza alta, non giustificabile con 1000 voli low cost in più o 200 cargo.

**Non ambientalismo ma “oculatezza e prudenza”**, forse dovremmo aprire una nuova strada di ricerca e di indagine anche se esistono già dei tracciati importanti.

Non possiamo più affidarci a modelli matematici computerizzati dove inseriamo parametri per rilevarne “limiti di legge” dei singoli inquinanti.

Credo sia venuto il momento di indagare gli effetti che hanno provocato queste sostanze e quale migliore laboratorio di quello esistente intorno alle criticità Italiane?

**Inutile creare commissioni che devono “vigilare” eventuali sforamenti e affidare ad esse “la coscienza” del Sì positivo al master Plan con prescrizione.**

Anche le “ opzioni zero ” possono essere prese in considerazioni specialmente in un momento di crisi della nostra principale compagnia aerea, di una Italia devastata dal terremoto, dalle frane e dalla caduta di ponti, in un momento di allarme generale mondiale sui cambiamenti climatici ed effetti dell'inquinamento sulla salute nel mondo.

**Non filosofia del fare ma fare davvero e per fare bisogna iniziare, se non si inizia non si risolverà mai nulla in questo campo.** Anche dire no significa iniziare per progredire e migliorare.

L'Italia è ricca di gente che protesta, di gente che va in tv, di gente che fa cortei, comitati, che va nelle chiese, dal ministro, dal presidente della Repubblica.

Bisogna dare risposte, non basta mettere 4 centraline e iniziare a monitorare per poi litigare sugli sforamenti o veridicità degli stessi, spesso inutili azioni.

**Tra l'altro ripeto se si vuole evitare di inquinare si deve evitare di produrre inquinamento,** bisogna operare la prevenzione primaria. Leggevo che “saranno migliorati i motori” diminuiti i carburanti, certo siamo ancora lontano da motori non inquinanti elettrici e nel caso di un aeroporto sappiamo che non parliamo solo di emissioni di aerei, ma di tutto un contesto di auto, altri mezzi mobili, carburante in depositi, produzione energia, se vogliamo aggiungiamo **anche le varie emissioni a radiofrequenza su frequenze diverse** a seconda dei servizi .

**Non mi preoccupa la singola forma o il singolo inquinante quanto il mix che esiste** e la loro azione.

**-A pag. 15 dello studio di impatto ambientale si legge:**



### 3 ATMOSFERA

#### 3.1 Finalità ed articolazione temporale

##### 3.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente "Atmosfera" è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente, e più specificatamente sulla qualità dell'aria caratterizzante l'area dell'intorno aeroportuale secondo la configurazione operativa e funzionale prevista dal Masterplan.

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le relative cause al fine di adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nell'esercizio dell'infrastruttura in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità ambientale;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell'esercizio degli interventi infrastrutturali, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

Secondo le risultanze delle analisi condotte nel quadro ambientale, e più specificatamente nello studio specialistico connesso alla componente "Atmosfera", gli impatti sulla qualità dell'aria legati all'esercizio dell'opera sono riconducibili principalmente alla diffusione e sollevamento di polveri ed emissione di inquinanti aerodispersi causati dai movimenti degli aeromobili e dai movimenti veicolari da traffico di origine aeroportuale. Per quanto riguarda la fase di cantiere, lo studio specialistico non evidenzia particolari criticità e pertanto per tale fase non si prevedono azioni specifiche di monitoraggio.

Ne consegue pertanto come per il monitoraggio della qualità dell'aria siano previste azioni di controllo relative esclusivamente all'esercizio dell'infrastruttura aeroportuale.

Le risultanze di questo monitoraggio permetteranno di verificare l'incremento del livello di concentrazioni di polveri e di inquinanti in funzione delle modificazioni delle movimentazioni degli aeromobili e del traffico veicolare.

Individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nell'esercizio dell'infrastruttura, in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità dell'ambiente.

**-Sono proprio questi interventi ritenuti erroneamente tempestivi che potrebbero essere inutili in un contesto già alterato con conseguenze in atto.**

Abbiamo avuto tra l'altro la sorpresa che un gruppo di ricercatori polacchi, a noi sconosciuto, ha trovato le stesse sostanze sempre nei tumori del distretto testa collo, pur avendo dosato gli stessi solo in una matrice biologica.

**Continuo nel dire che la ricerca come è chiaramente scritto è solo una prima parte, in quanto abbiamo anche altre tipologie di ammalati di cancro e malformazioni, quindi c'è già una continuazione in corso di pubblicazione.**

Quale anteprima posso sottolineare che simili sostanze sono state trovate in linfomi, leucemie, cancro del digerente, mammella e testicoli e anche in bambini con malformazioni.

**Non vorrei infierire, ma ho il grande sospetto che è proprio la documentazione presentata da Enac ad essere sempre carente per quanto riguarda l'impatto delle opere sulla salute.**

La preoccupazione è sempre quella di fare emergere dai modelli, i famosi limiti di legge rispettati.

Ricordo che sono comunque sempre proiezioni di dati che vengono inseriti e che non tengono conto degli effetti di "cumulo". Una sostanza con un limite x insieme ad una sostanza con un limite y potrebbe non fare 1+1 ma 1+x e se le sostanze e le noxe su quell'ambiente e su quella popolazione incidono da molti anni potrebbe ancora essere diverso e stessa cosa se parliamo di più cause inquinanti.

Potremmo avere anche effetti di sommatoria o anche, perché no, più benefici oppure potrebbe essere proprio l'insieme delle sostanze e noxe a consentire l'insorgenza di alcune patologie oggi sconosciute, magari anche su persone predisposte geneticamente o per abitudini o stili di vita, tanto cari a molti.

**In ultima analisi, non si dovrebbe parlare di incrementare o costruire qualsiasi criticità senza avere un quadro aggiornato e particolare della salute della popolazione ivi residente e del carico di inquinanti ricevuto in quella zona. Solo in poche realtà in Italia si sono iniziati studi appunto sulla popolazione, ad esempio Brescia, dove il problema era comunque più semplice perché si trattava di un solo inquinante.**

Una tale opera in questo contesto e alla luce delle preoccupazioni mondiali sulle emissioni, già da sola è da ritenersi a rischio di "disastro ambientale" pertanto da osservare e indirizzare in modo molto attento.

Il mondo sta andando verso una riduzione delle emissioni non in senso opposto.

Mi rendo conto della complessità della materia e del carico che dovrebbero avere i vari enti, **ma sarebbe davvero opportuno** iniziare a dare un segno tangibile di responsabilità, serietà e onestà alla luce di situazioni che comunque portano in tutti i casi a perdite di vite umane, o alterazione dello stato di salute che esse siano 1-5-50 o 100.

**Dott. Vincenzo Petrosino**  
**Medico chirurgo Specialista in Chirurgia Oncologica**

**Presentato al 103° Congresso Nazionale SIO (Società Italiana di Otorinolaringologia e Chirurgia Cervico-Facciale)  
Roma 25-28 Maggio 2016**

## **RUOLO DEI METALLI PESANTI E POLICLOROBIFENILI (PCB) NELLA ONCOGENESI DEI TUMORI TESTA-COLLO. STUDIO EPIDEMIOLOGICO SPERIMENTALE.**

V. Petrosino\* - D. Testa\*\* - M. Coletta\*\* - A. Guariglia\*\* - G. Motta\*\*

\* Specialista in Chirurgia Oncologica - Salerno

\*\* Clinica Otorinolaringoiatrica - Università di Napoli

### **ABSTRACT**

#### **BACKGROUND**

Previous literature has highlighted the mechanisms of molecular toxicity induced by substances such as arsenic, cadmium, chromium, nickel, lead, barium and PCBs.

#### **METHODS**

The research was carried out on 20 volunteers: 11 patients with single or synchronous tumors of the head and neck, from which blood and hair samples were taken; and 9 healthy volunteers. The aim of the study was to evaluate the presence of metals and PCBs in these different matrices (blood and hair), correlating the biochemical data to pathological conditions present, and also to the area in which patients resided. Various quantitative determinations were carried out on samples of blood and hair for 14 heavy metals and on blood samples for 12 PCBs.

#### **RESULTS**

For the 11 cancer patients the results indicated that blood levels for half of the 14 displayed heavy metals measured considerably higher compared to the reference values, whilst the levels measured in hair evidenced some positive values significantly higher than the maximum reference. Of the 12 PCBs assayed in blood some showed higher positive values compared to the maximum tabular reference (although there is no clear reference quantified in the WHO-2005 report).

In the 9 healthy patients heavy metals in the blood were within the expected target range, with those showing positive results ( $\leq 3$  out of 14 heavy metals for each patient) having values only slightly higher than the reference maximum. The levels of 14 heavy metals measured in hair were below thresholds, and levels for the 12 PCBs measured in blood showed negativity or positivity with values close to the minimum benchmarks.

#### **CONCLUSIONS**

The analyses carried out on biological matrices have uncovered important and significant differences between healthy and unhealthy subjects, both qualitative and quantitative differences with respect to heavy metals and PCBs.

All patients with head and neck cancer enlisted for the study had heavy metal and PCB blood levels at least twice the maximum reference level. The levels of heavy metals in hair were at least double the maximum reference. In contrast, all healthy volunteers enrolled showed no significant levels for either metals or PCBs.

#### **KEY WORDS**

Heavy metals, oncogenesis, head and neck tumors.

## INTRODUZIONE

I metalli pesanti e i policlorobifenili (PCB) sono presenti in molte realtà ambientali e spesso in zone particolari, lì dove esiste uno smaltimento doloso o colposo di sostanze tossiche. Quest'ultime, caratterizzate da tossicità e cancerogenicità, si bioaccumulano ed agiscono come interferenti endocrini [1]; la correlazione tra l'entità di esposizione a tali elementi e l'insorgenza di patologie neoplastiche è tutt'oggi oggetto di studio [2,3]. Alcuni elementi devono essere analizzati con metodiche particolari, poiché agiscono a concentrazioni di picogrammi e non si conoscono ancora i limiti massimi del fisiologico assorbimento umano. E' inoltre complesso comprendere come interagiscano più elementi chimici, tra loro e con il nostro organismo [4,5]. I PCB sono molecole sintetizzate all'inizio del secolo scorso, non esistono quindi in natura, ma sono state prodotte attraverso processi industriali: sono composti molto stabili, poco solubili in acqua, hanno elevata lipofilia, sono ricavati a partire dal petrolio e dal catrame, dal quale si estrae il benzene e quindi successiva trasformazione in bifenile, sono stati utilizzati in numerose produzioni industriali [1]. Venivano usati nei trasformatori di corrente sotto forma di oli, nei condensatori elettrici, in isolanti, vernici, colle, inchiostri per stampe o in qualità di additivi per antiparassitari, guaine per conduttori elettrici, carta per fotocopie, carta carbone e in numerose fibre sintetiche [2-8]. Possono prodursi anche per incenerimento dei rifiuti specialmente di oli contenenti PCB. Molti PCB sono stati banditi dopo il 1985, ma la loro presenza in discariche e in molti prodotti di uso ancora comune, ha procurato una grave forma di inquinamento, tutt'ora presente. La produzione di PCB sembra essere stata di milioni di tonnellate e ne troviamo la presenza un po' ovunque, in sedimenti marini e fiumi spesso per sversamenti dolosi e colposi [8]. La maggior parte dei PCB viene introdotta nel nostro organismo attraverso gli alimenti contaminati ed acqua [2,8]; tali sostanze hanno la caratteristica di bioaccumularsi [3,8]. Queste sostanze sono state considerate cancerogene dall'IARC (International Agency for Research on Cancer) [8-10]. Alcuni PCB agirebbero sul recettore Ahr, ma anche a livello del sistema immunitario, stimolerebbero la risposta di mediatori dell'infiammazione e agirebbero come interferenti endocrini oltre ad avere effetti genotossici [11].

I metalli pesanti non hanno una definizione universalmente accettata, sono una serie di metalli con numero atomico maggiore di 20 o la cui densità è maggiore di 5 g/cm<sup>3</sup>. [2,8]. I metalli sono presenti nell'aria, nell'acqua, negli alimenti, spesso dispersi nell'atmosfera e nel suolo come effetto di lavorazione industriale: alcuni sono indispensabili, quindi essenziali al nostro organismo, ma in concentrazioni elevate diventano tossici (cromo, ferro, rame, zinco), altri non svolgono ruoli specifici nei processi vitali (alluminio, nichel, arsenico, cadmio, mercurio e piombo) [2,10]. Sono prodotti di inceneritori, di combustione sia di benzina che diesel (auto, autocarri e aerei), fonderie, vernici, insetticidi, prodotti per agricoltura quali disinfettanti [12], e possono essere assorbiti per via inalatoria, orale o anche cutanea in minore quantità: tutti questi metalli ad alte concentrazioni possono provocare effetti di intossicazione acuta e interessare diversi organi e apparati. Numerosi metalli sono stati classificati come cancerogeni certi o probabili dalla IARC (International Agency for Research on Cancer); sono cancerogeni l'arsenico, il berillio, il cadmio, il cromo ed il nichel [9,11]. Alcuni studi presenti in letteratura hanno evidenziato i meccanismi di tossicità molecolare che inducono particolari sostanze, quali arsenico, cadmio, cromo, nickel, piombo, bario; secondo l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sui Tumori, il danno avverrebbe mediante stress ossidativo, modificazioni del DNA anche con meccanismo di stress epigenetico e per la loro capacità di agire da interferenti endocrini [13,19]. L'esposizione della popolazione ad agenti chimici attraverso l'ambiente e gli alimenti rappresenta una grossa preoccupazione per le istituzioni sanitarie. E' opportuno iniziare a dosare queste sostanze nei pazienti ammalati e sani, e non solo nell'ambiente e negli alimenti, al fine di rilevarne la presenza e la eventuale correlazione con le varie patologie presenti sul territorio.

I tumori del distretto testa-collo rappresentano un gruppo di tumori molto frequenti in tutto il mondo: sono al 6° posto come frequenza e rappresentano un problema specialmente nei Paesi industrializzati [20]. Questi tumori comunemente sono associati alla assunzione di alcool, all'uso e abuso di tabacco e alla infezione da virus HPV, soprattutto HPV16 [21,22]. L'assunzione di alcool combinata con l'abitudine al fumo aumenta il rischio di sviluppare la malattia [21]. Ugualmente rappresentano un rischio l'esposizione ad agenti chimici e fisici (ad esempio esposizione professionale a polveri di legno, l'esposizione per lungo termine al fumo passivo, una non corretta igiene orale, una familiarità di cancro e una dieta povera di vegetali [23]. Ogni anno in Italia si scoprono circa 25.000 nuovi casi di tumore testa e collo (compresi quelli della tiroide). Nella maggioranza dei casi (oltre il 90%) si tratta di carcinomi a cellule squamose che si sviluppano dagli epitelii che rivestono le mucose del distretto. Esistono anche tumori meno frequenti che possono originare da altri tessuti: adenocarcinomi dalle ghiandole salivari, melanomi dalle cellule che producono melanina, linfomi dai tessuti linfatici [24].

## SCOPO DELLA RICERCA

Lo studio ha avuto come obiettivo la ricerca della presenza di metalli pesanti e PCB nel sangue e nei capelli di pazienti che avevano patologie neoplastiche interessanti il distretto ORL e che erano residenti in aree geografiche dichiarate a rischio o presumibilmente a rischio – Napoli e provincia, Caserta e provincia, Salerno e provincia - tenendo conto anche degli anni di permanenza in quei luoghi. Sono stati dosati 14 metalli pesanti nel sangue e nei capelli (alluminio, antimonio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, litio, mercurio, nichel, piombo, rame, stronzio e zinco) e 12 PCB nel sangue.

Lo scopo dello studio è stata la valutazione della presenza dei metalli pesanti in due differenti matrici (sangue e capelli) e di PCB nel sangue e della correlazione tra il dato biochimico e le condizioni patologiche, in riferimento anche al territorio di appartenenza dei pazienti.

N.3/2017 - MedTOPICS - Periodico Quindicinale  
È vietata la riproduzione totale o parziale senza il consenso scritto dell'editore - 13MM1314  
Copyright © 2017

[Colophon](#) | [Informazioni legali](#) | [Privacy](#)

## MATERIALI E METODI

La ricerca è stata effettuata su 20 soggetti volontari, 11 pazienti affetti da neoplasie singole o sincrone del distretto testa-collo, ai quali sono stati prelevati campioni di sangue e di capelli (**tabella 1**) e 9 volontari sani (**tabella 2**).

**Tabella 1. Caratteristiche demografiche e territorio di provenienza dei pazienti affetti da patologia (n=11) inclusi nello studio**

ID	SESSO	ETA'	PATOLOGIA	PROVINCIA	ZONA DI RESIDENZA
1	M	70	Ca laringe	NA	Casoria
2	F	46	Ca rinofaringe	NA	Napoli
3	F	57	Ca laringe	NA	Napoli
4	M	73	Linfoma non Hodgkin tonsillare	CE	Frignano
5	M	39	Ca tiroideo	NA	Acerra
6	F	65	Ca tiroideo	NA	Casalnuovo
7	M	23	Ca tiroideo	SA	Cava de Tirreni
8	F	47	Ca tiroideo	NA	Aversa
9	F	63	Gozzo tiroideo	NA	Giugliano
10	F	63	Gozzo tiroideo	NA	Marano
11	F	43	Tireopatia nodulare	PZ	Bucaletto

**Tabella 2. Caratteristiche demografiche e territorio di provenienza dei controlli sani (n=9) inclusi nello studio**

N°	SESSO	ETA'	PROVINCIA	ZONA DI RESIDENZA
1	M	52	SA	Cava de Tirreni
2	F	27	SA	Cava de Tirreni
3	M	9	PZ	Sant'Angelo Le Fratte
4	M	14	PZ	Sant'Angelo Le Fratte
5	M	47	PZ	Sant'Angelo Le Fratte
6	M	39	PZ	Brienza
7	M	39	PZ	Sant'Angelo Le Fratte
8	M	38	NA	Palma Campania
9	F	35	PZ	Sant'Angelo Le Fratte

Di tutti i 20 soggetti volontari, previo consenso informato, è stata raccolta un'accurata anamnesi in cui sono stati annotati l'uso di farmaci utilizzati, la zona di residenza abituale, gli anni di permanenza ed eventuali criticità rilevanti presenti sul territorio. Sono state eseguite inoltre le determinazioni quali-quantitative di 14 metalli pesanti su campioni di sangue e di capelli e di 12 PCB su campioni di sangue.

Il prelievo dei campioni di sangue e di capelli è stato effettuato durante il ricovero del paziente presso la struttura ospedaliera, dove è stato quindi sottoposto al completamento dell'iter diagnostico-terapeutico in base alla patologia di cui il paziente era affetto, oppure presso la Facoltà di Farmacia di Napoli.

I campioni di sangue e di capello (0,5 g) sono stati sottoposti a digestione acida con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in digestore a microonde Ethos One per 10 min. a t=200°C e potenza = 1000 watt. Il campione digerito è stato addizionato con 5 ml di HNO<sub>3</sub> e 2 ml di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e sottoposto a mineralizzazione nel digestore a microonde per 20 min a t=200°C e potenza = 1000 Watt. Si è proceduto quindi all'analisi mediante tecnica spettrofotometrica dell'assorbimento atomico con atomizzazione in fornetto di grafite, i risultati relativi alle quantità ottenute per ogni singolo elemento sono stati espressi in µg/100 g di campione.

I PCB sono stati dosati, previa ripartizione con acetonitrile, eliminazione dello zolfo, mediante tecniche di purificazione/frazionamento per cromatografia su gel di silice e gascromatografia/spettrometria di massa. Tutte le analisi sui campioni di sangue e capelli sono state effettuate presso il Dipartimento di Farmacia dell'Università Federico II di Napoli.

I pazienti affetti da neoplasia sono stati quindi sottoposti al protocollo diagnostico per i tumori cervico-facciali, come da linee guida e trattati chirurgicamente in relazione allo stadio della malattia neoplastica (**tabella 1**).

## RISULTATI

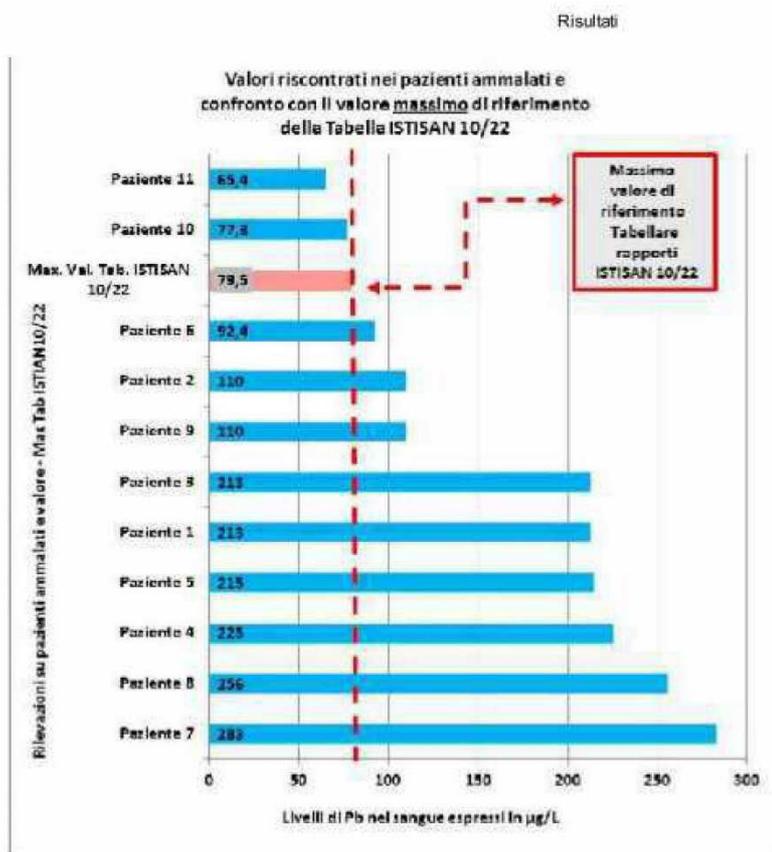
I risultati delle analisi, espressi per i 14 metalli in  $\mu\text{g/L}$  sul sangue e in  $\mu\text{g/g}$  sui capelli e per i PCB in  $\text{pg/mL}$ , valutati secondo i riferimenti tabellari previsti dai rapporti ISTISAN (**tabella 3**) e WHO-2005, sono stati successivamente rapportati alle patologie di cui era affetto ciascun paziente, e al territorio di appartenenza.

**Tabella 3. Valori di riferimento ( $\mu\text{g/L}$ ) per i metalli proposti per la popolazione italiana nei periodi 1990-2009 (Rapporto ISTISAN 10/22) [25]**

Metallo	Riferimento sangue soglia minima	Riferimento sangue soglia massima
Alluminio	5.93	33.3
Antimonio	0.07	0.94
Arsenico	0.4	11.9
Bario	0.5	2.4
Cadmio	0.25	1.97
Cromo	0.12	1.07
Rame	686	1157
Ferro	453519	646491
Piombo	12.8	79.5
Litio	0.2	1.87
Mercurio	1.7	9.9
Nichel	0.14	2.13
Selenio	85.4	277
Stronzio	0.63	2.61
Zinco	5189	8337

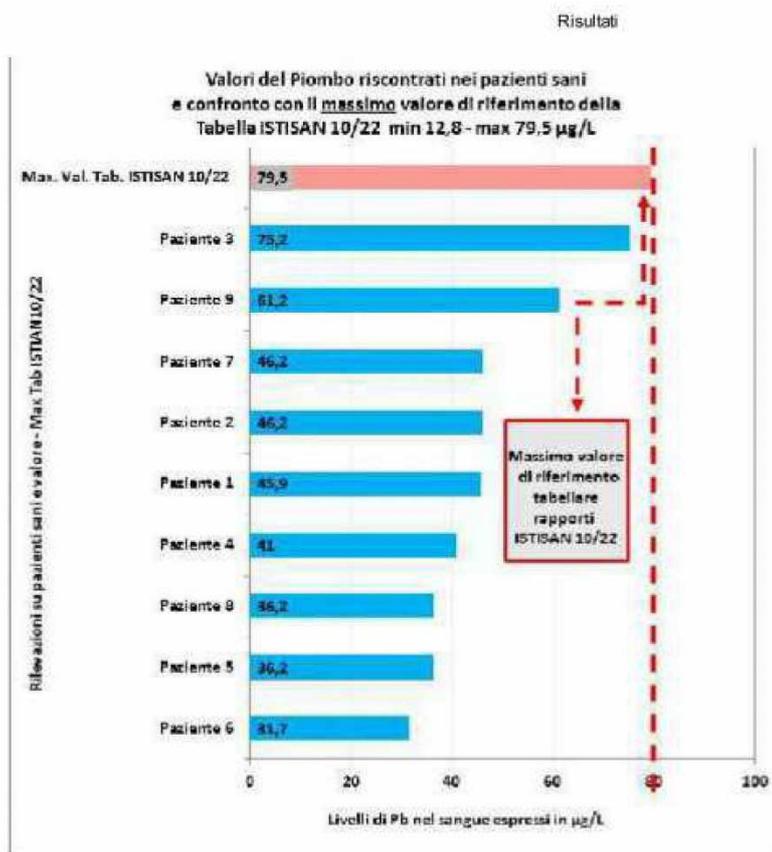
Dai risultati si evince che, negli 11 pazienti neoplastici, i livelli dei 14 metalli pesanti dosati nel sangue risultavano in quantità considerevolmente elevata rispetto ai valori consentiti, per la metà di essi (es. piombo) (**figura 1**), i livelli dosati nel capello presentavano, per alcuni di essi, valori di positività significativamente superiori rispetto a quello massimo di riferimento.

**Figura 1. Livelli di Pb nel sangue degli 11 pazienti ammalati in riferimento ai livelli riportati nella tabella ISTISAN 10/22 (valore min 12,8-massimo 79,5)**

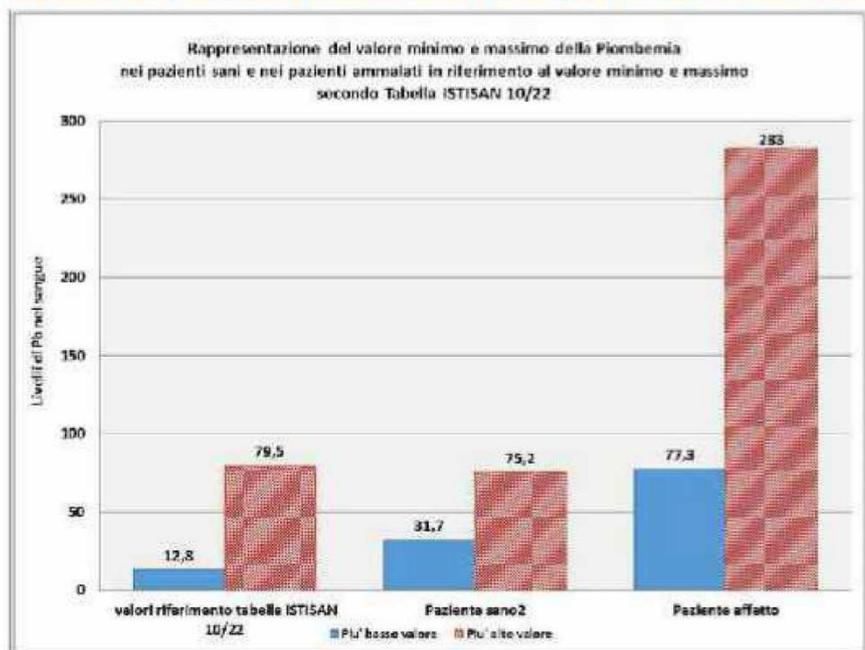


I livelli dei 12 PCB dosati nel sangue presentavano, per alcuni di essi, valori di positività più elevati rispetto al massimo indice di riferimento (pur non essendoci un chiaro riferimento tabellare quantificato secondo i rapporti WHO-2005). Nei 9 pazienti sani è emerso che i metalli pesanti dosati nel sangue erano in quantità compresa nell'intervallo di riferimento; i metalli risultati positivi ( $\leq 3$  su 14 metalli pesanti per ciascun paziente), presentavano valori di poco superiori a quelli massimi di riferimento (**figura 2 e figura 3**).

**Figura 2. Livelli di Pb nel sangue dei 9 pazienti sani in riferimento ai livelli riportati nella tabella ISTISAN 10/22 (valore min 12,8 - massimo 79,5)**



**Figura 3. Minimo e massimo valore del Pb (secondo la tabella ISTISAN) rilevati nel gruppo di pazienti sani e nel gruppo di pazienti ammalati**



I livelli dei 14 metalli pesanti dosati nel capello erano negativi, i livelli dei 12 PCB dosati nel sangue presentavano negatività o positività con valori prossimi a quelli minimi di

## Risultati

riferimento.

Dalle osservazioni delle analisi condotte negli 11 pazienti neoplastici emerge che:

- I 2 pazienti affetti da carcinoma laringeo (paziente di sesso femminile di anni 57, con carcinoma squamocellulare G2-G3 delle corde vocali e paziente di anni 70 con carcinoma squamocellulare dell'epiglottide) presentavano gli stessi elevati valori per gli stessi metalli pesanti dosati nel sangue (Alluminio, Antimonio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco) e per gli stessi PCB dosati nel sangue (2',3,4,4',5 - 2,3',4,4',5 - 2,3,4,4',5); presentavano inoltre gli stessi elevati valori per Arsenico, Cadmio, Cromo e Piombo nel capello.
- Il paziente affetto da Linfoma non Hodgkin tonsillare varietà mantellare presentava gli stessi valori ugualmente elevati per i metalli pesanti nel sangue, rispetto ai pazienti affetti da carcinoma laringeo (Alluminio, Antimonio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame), ad eccezione dello Zinco che si presentava ai limiti della norma ed elevati valori dei seguenti PCB nel sangue (2',3,4,4',5 - 2,3,4,4',5 - 2,3,3',4,4',5').
- I 4 pazienti affetti da carcinoma tiroideo, sia nella varietà papillare che follicolare, presentavano comunemente - e in misura pressoché simile - elevati valori di Alluminio, Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo nel sangue. Il cromo era presente con valori di circa il triplo nei capelli tranne in un caso di carcinoma papillare che mostrava valori vicini alla soglia massima di cromo e valore doppio di Arsenico. In 3 casi abbiamo trovato in comune nel sangue il 2,3,4,4',5 pentaclorobifenile e il 2,3',4,4',5 pentaclorobifenile.
- Dei 3 pazienti affetti da gozzo tiroideo, tutti presentavano valori comunemente e ugualmente elevati di Alluminio, Antimonio, Zinco nel sangue e, per i PCB, 2 pazienti valori elevati di 2,3,3',4,4',5' esaclorobifenile nel sangue e un paziente di 2,3',4,4',5 pentaclorobifenile.

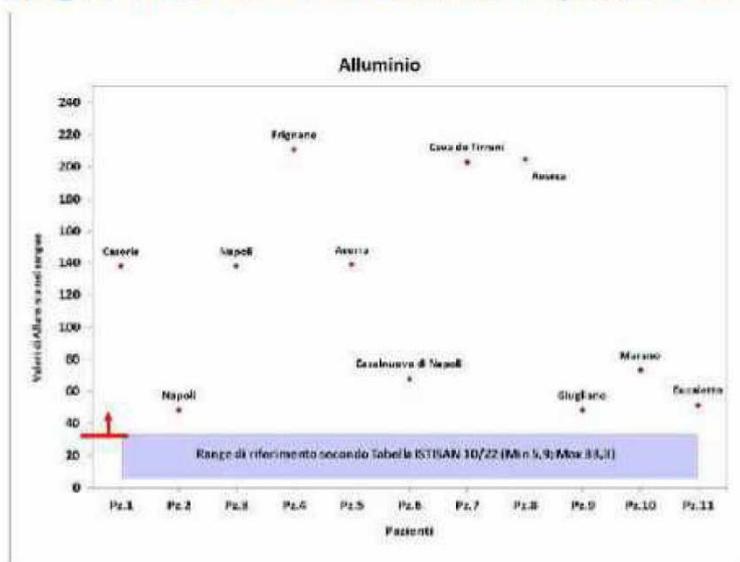
Analizzando ulteriormente i valori rilevati, suddividendo i pazienti sulla base della zona di provenienza e confrontandoli tra loro (**grafici 1-8**), abbiamo riscontrato che:

- Nei 4 pazienti provenienti dalla zona di Casoria (Na), Acerra (Na), Casalnuovo (Na), Aversa (Na), i risultati delle analisi hanno evidenziato valori notevolmente e comunemente elevati di Alluminio, Cadmio, Mercurio, Zinco e Piombo dosati sul sangue, il cromo risulta elevato nel sangue in tre pazienti proveniente da questi Paesi ed è presente in tutti e quattro nel capello.
- La paziente proveniente da Giugliano (Na) presentava elevati i valori di Antimonio, Piombo e Zinco nel sangue e di Cromo e Arsenico nel capello.
- La paziente proveniente da Marano (Na) presentava elevati i valori di Alluminio, Zinco, Cadmio e Antimonio nel sangue e di Cromo, Piombo e Cadmio nel capello.
- Nei 2 pazienti provenienti da Napoli i valori comunemente più elevati evidenziati sono stati per Alluminio, Piombo, Arsenico, Mercurio, Antimonio, Cadmio, Nichel e Zinco nel sangue e per Cromo, Cadmio e Arsenico e Piombo, Cadmio e Cromo nel capello.
- Il paziente residente a Frignano (Ce) presentava i valori più elevati di Alluminio, Cadmio, Arsenico, Mercurio e Piombo nel sangue e di Cromo e Arsenico nel capello.

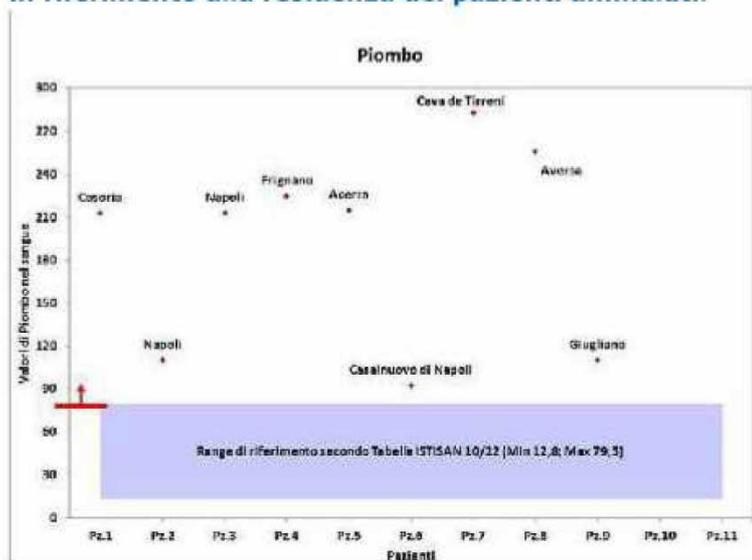
## Risultati

- Il paziente residente a Cava de Tirreni (Sa) presentava più elevati valori nel sangue di Alluminio, Antimonio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo e nel capello di Arsenico.
- Il paziente residente a Bucaletto presentava livelli elevati di Alluminio, Cadmio, Nickel e Zinco nel sangue e di Cromo nel capello.

**Grafico 1: Concentrazione, espressa in  $\mu\text{g/L}$ , dell'alluminio presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**

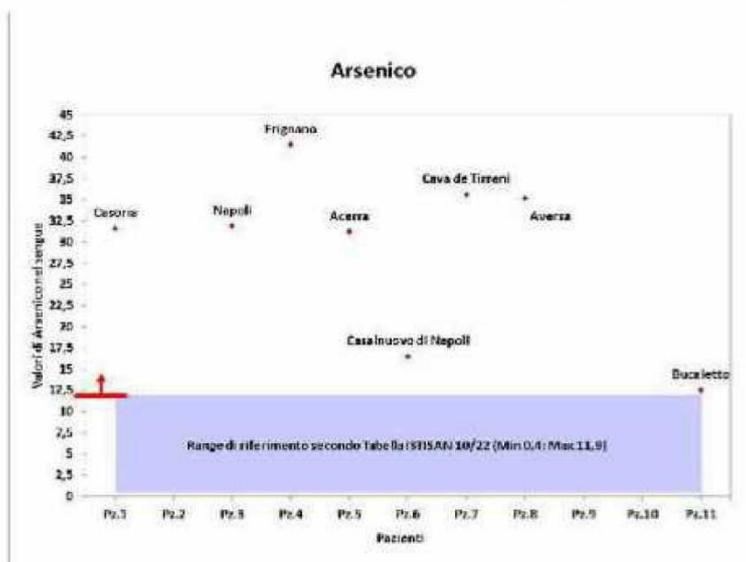


**Grafico 2: Concentrazione, espressa in  $\mu\text{g/L}$ , del piombo presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**

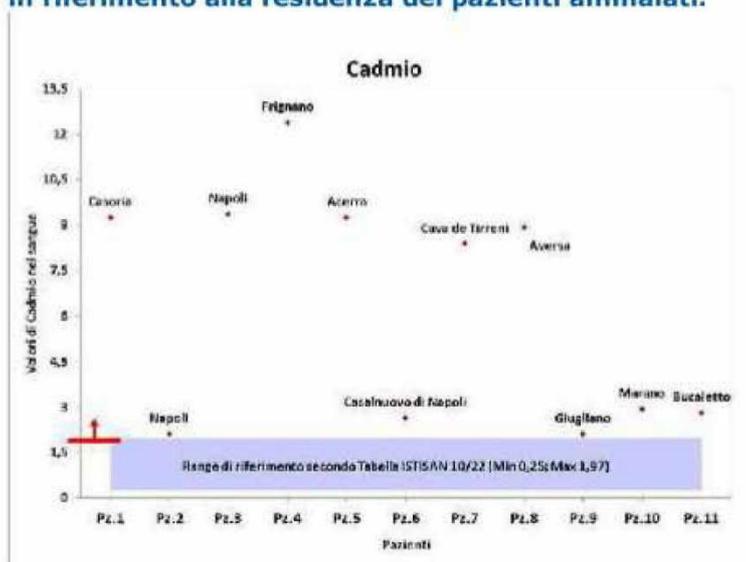


**Grafico 3: Concentrazione, espressa in  $\mu\text{g/L}$ , dell'arsenico presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**

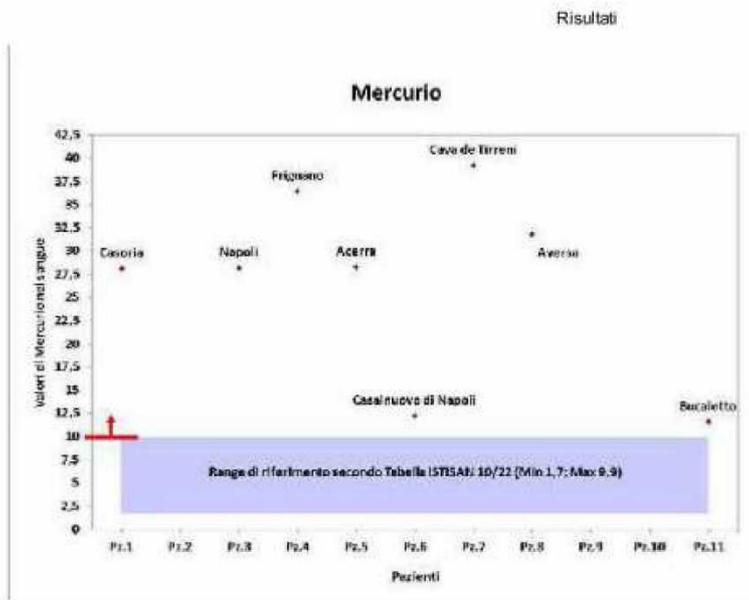
Risultati



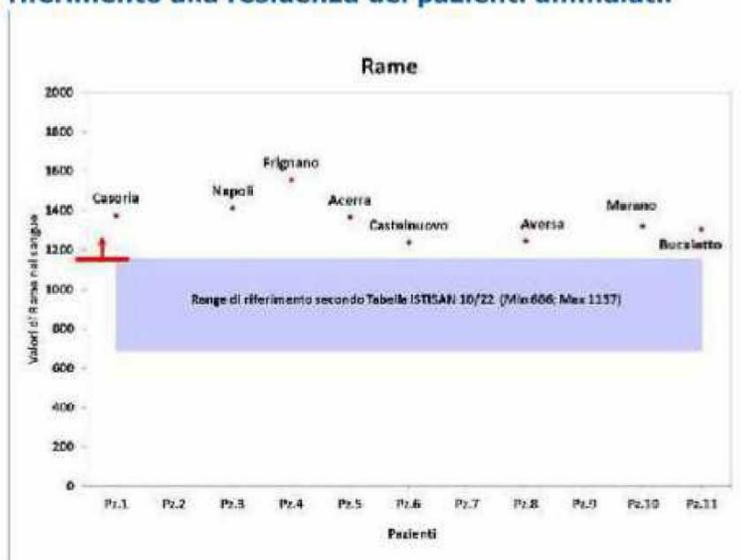
**Grafico 4: Concentrazione, espressa in µg/L, del cadmio presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**



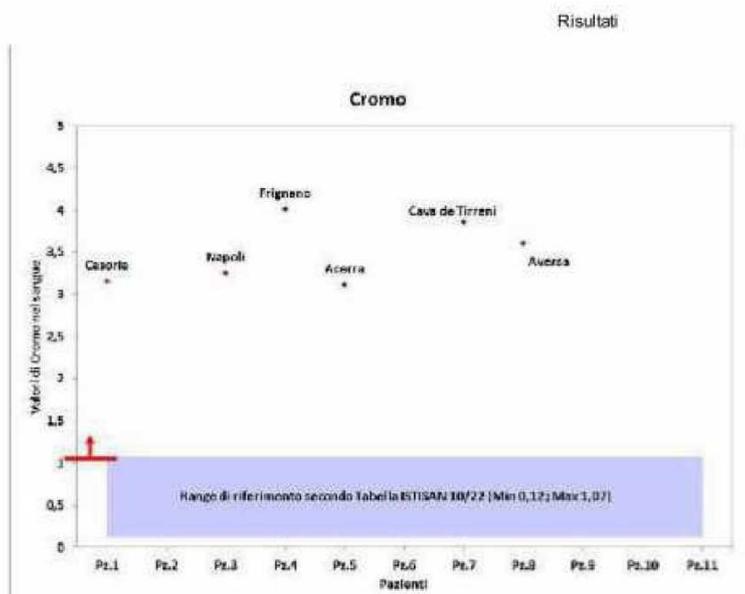
**Grafico 5: Concentrazione, espressa in µg/L, del mercurio presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**



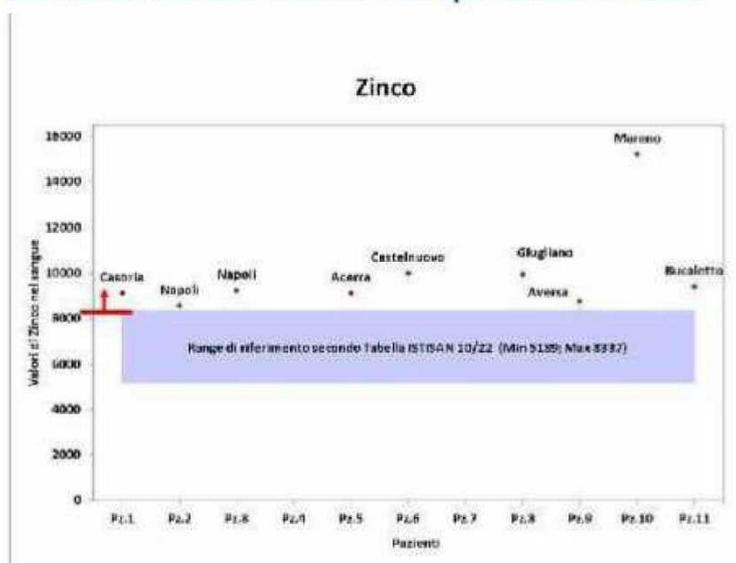
**Grafico 6: Concentrazione, espressa in µg/L, del rame presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**



**Grafico 7: Concentrazione, espressa in µg/L, del cromo presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**



**Grafico 8: Concentrazione, espressa in µg/L, dello zinco presente nel sangue in riferimento alla residenza dei pazienti ammalati.**



Non abbiamo trovato una netta corrispondenza tra stadio del tumore e livello dei metalli nel sangue e nel capello o dei PCB nel sangue. Abbiamo invece riscontrato che neoplasie del rinofaringe e linfoma della tonsilla erano associati agli stessi metalli pesanti nel sangue e agli stessi Policlorobifenili. Le neoplasie del rinofaringe avevano nella matrice capello gli stessi metalli presenti nel sangue; il linfoma presentava solo livelli elevati di arsenico e cromo anche nella matrice nel capello. Ugualmente abbiamo osservato lo stesso andamento per i tumori della tiroide che presentavano gli stessi metalli nel sangue (Alluminio, Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo).

## CONCLUSIONI

Di solito le matrici su cui si effettuano i dosaggi di metalli e PCB devono essere matrici facilmente accessibili al fine di avere una buona disponibilità di materiale con tecnica meno invasiva possibile [25]. Noi abbiamo utilizzato, anche per valutare le differenze, la matrice sangue e quella capello. Quest'ultima viene spesso utilizzata proprio per la scarsa o nulla invasività da molte ditte che pubblicizzano integratori alimentari o laboratori privati per effettuare "mineralogrammi", un poco in tutto il mondo sembra esserci questa "moda" negli ultimi anni.

La matrice sangue rileva esposizioni a breve, medio e lungo termine, i dosaggi minimi e massimi stabiliti sono abbastanza standardizzati. La matrice capello dovrebbe fornire notizie sull'esposizione specialmente a medio e lungo termine; i capelli sono considerati come il cestino di rifiuti, ma sono più suscettibili di variazioni e di contaminazioni esterne, ad esempio, per l'età del capello, l'uso di shampoo, balsami e tinture, sono quindi possibili false indicazioni e sono meno standardizzati e conosciuti i dosaggi minimi e massimi (alcuni dosaggi dei metalli pesanti infatti non sono stati ben definiti). Pertanto non riteniamo che tale matrice sia molto affidabile. Riteniamo inoltre che per ottenere valide indicazioni sia opportuno analizzare attentamente più matrici biologiche.

Numerosi studi hanno suggerito la possibilità di un nesso causale tra insorgenza di patologie tumorali e l'esposizione a sostanze cancerogene ambientali, in particolare la correlazione tra presenza ambientale di metalli pesanti e PCB, come determinanti il meccanismo oncogenico [26]. Questo studio, che è parte di una ricerca pluridistrettuale che prende in considerazione diverse patologie, ha preso in considerazione solo i casi di pertinenza otorinolaringoiatrica, affetti da patologia tumorale della testa e del collo, ed è stato svolto su pazienti residenti in zone con criticità ambientali riconosciute.

Dalle analisi effettuate su 2 matrici biologiche sono emerse importanti e notevoli differenze tra i soggetti malati ed i sani, differenze sia qualitative che quantitative di metalli pesanti e di PCB.

Non ci risultano studi simili effettuati al mondo su due matrici biologiche contemporaneamente e che prendono in considerazione sia i metalli pesanti che quel particolare gruppo di 12 Policlorobifenili da noi dosato. Un gruppo di ricercatori ha pubblicato recentemente uno studio che ha preso in considerazione le concentrazioni di 10 metalli nei capelli di pazienti con tumori del distretto testa-collo. I ricercatori hanno preso in considerazione il piombo, il magnesio, il ferro, lo zinco, il selenio, il rame, il manganese, il calcio e il cobalto e quindi non tutti i metalli e non tutti i metalli definiti pesanti [27].

Questi ricercatori sono giunti alla conclusione che elevati livelli di metalli tossici nel sangue possono essere segno di processi patologici in atto [27]. L'esposizione ad alcuni di questi metalli, come il piombo, il cadmio, il cromo, lo zinco, il rame, possono alterare molte funzioni del nostro organismo; dosi tossiche di questi metalli possono condurre alla carcinogenesi, come confermato da numerosi studi [28-32]. Ad esempio il piombo è un metallo molto tossico: esso si può accumulare nel nostro organismo e danneggiare molti organi e sistemi. Esso è considerato un elemento mutageno anche per la sua azione di perossidazione lipidica. Il piombo è presente in alte concentrazioni nel sangue e nelle urine dei fumatori [34].

Nel nostro studio pilota tutti i pazienti con patologia neoplastica del distretto testa-collo arruolati presentavano sia livelli di metalli pesanti che livelli di PCB nel sangue, almeno 2 volte superiori al livello massimo di riferimento. I livelli dei metalli pesanti nel capello erano almeno il doppio rispetto a quello massimo di riferimento; al contrario, tutti i volontari sani arruolati, non presentavano positività significative di metalli e PCB. I pazienti provengono da aree urbanizzate e sono residenti da anni in prossimità di aree dichiarate a rischio inquinamento anche doloso e colposo. Sarebbe opportuno limitare sempre l'esposizione della popolazione a queste sostanze, mettendo in atto una prevenzione sull'ambiente, sullo smaltimento delle sostanze chimiche ed attuando bonifiche di zone dichiarate a rischio. Molti studi hanno confermato che un alto consumo di frutta e vegetali ridurrebbe il rischio di sviluppare i tumori in questi distretti [35,36]. Una dieta ricca di frutta e vegetali è la più adatta a pazienti con tumori del laringe e bocca. Comunque, quale sia la reale correlazione di queste sostanze e il loro intimo ruolo nella carcinogenesi di patologie tumorali è ancora oggi oggetto di studi da parte della comunità scientifica internazionale. Questi risultati preliminari dimostrano indiscutibilmente però l'alta concentrazione di metalli pesanti e PCB nei pazienti con neoplasie della testa e del collo.

## Bibliografia

- 1.** Sukdolová V., Negoita S., Hubicki L., De Caprio A., Carpenter DO. The assessment of risk to acquired hypothyroidism from exposure to PCBs: a study among Akwesasne Mohawk women. *Cent Eur J Public Health*. 2000 Aug;8(3):167-8.
- 2.** Kim H.S., Kim Y.J., Seo Y.R. An Overview of Carcinogenic Heavy Metal: Molecular Toxicity Mechanism and Prevention. *J Cancer Prev*. 2015 Dec; 20(4):232-40. doi: 10.15430/JCP.2015.20.4.232. Epub 2015 Dec 30.
- 3.** Jancic Sa, Stosic Bz. Cadmium effects on the thyroid gland. *Vitam Horm*. 2014;94:391-425. doi: 10.1016/B978-0-12-800095-3.00014-6.
- 4.** Kucharzewski M., Braziewicz J., Majewska U., Gózdź S. Copper, zinc, and selenium in whole blood and thyroid tissue of people with various thyroid diseases. *Biol Trace Elem Res*. 2003 Summer;93(1-3):9-18.
- 5.** Langer P., Kocan A., Tajtakova M., Petrik J., Chovancova J., Drobna B., Jursa S., Pavuk M., Trnovec T., Seböková E., Klimes I. Human thyroid in the population exposed to high environmental pollution by organochlorinated pollutants for several decades. *Endocr Regul*. 2005 Jan; 39(1):13-20.
- 6.** Violante N., Senofonte O., Marsili G., Meli P., Soggiu M.E., Caroli S. I capelli umani come marcatore di inquinamento da elementi chimici emessi da una centrale termoelettrica. *Istituto Superiore di Sanità, Microchemical Journal* 67(2000)397-405.
- 7.** Montes-Grajales D., Bernardes G.J., Olivero-Verbel J. Urban Endocrine Disruptors Targeting Breast Cancer Proteins. *Chem Res Toxicol*. 2016 Jan 11.
- 8.** Carpenter D.O. Polychlorinated biphenyls (PCBs): routes of exposure and effects on human health. *Rev Environ Health*. 2006 Jan-Mar;21(1):1-23.
- 9.** IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to human. Volume 100C. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 2012
- 10.** Antero Aito-Celine Boodet, Steve Clakson. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. *Who Europe* 2007.
- 11.** Chung H.K., Nam J.S., Ahn C.W., Lee Y.S., Kim K.R. Some Elements in Thyroid Tissue are Associated with More Advanced Stage of Thyroid Cancer in Korean Women. *Biol Trace Elem Res*. 2015 Sep 29.
- 12.** Béatrice Lauby-Secretan, Dana Loomis, Yann Grosse, Fatiha El Ghissassi, Véronique Bouvard, Lamia Benbrahim-Tallaa, and others. Carcinogenicity of polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. *Lancet Oncol*. 2013 Apr;14(4):287-8. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70104-9. Epub 2013 Mar.
- 13.** Yousaf B., Amina, Liu G., Wang R., Imtiaz M., Rizwan M.S., Zia-Ur-Rehman M., Qadir A., Si Y. The importance of evaluating metal exposure and predicting human health risks in urban- periurban environments influenced by emerging industry. *Chemosphere*. 2016 May;150:79-89. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.02.007. Epub 2016 Feb 16.
- 14.** Chen Y.Y., Zhu J.Y., Chan KM. Effects of cadmium on cell proliferation, apoptosis, and proto-oncogene expression in zebrafish liver cells. *Aquatic Toxicology Volume 157, December 2014, Pages 196-206*.
- 15.** Sunderman F.W. Jr. Recent research on nickel carcinogenesis. *Environ Health Perspect*. 1981 Aug;40:131-41.

- 16.** Celetti, D. Testa, S. Staibano, F. Merolla, V. Guarino, M.D. Castellone, R. Iovine, G. Mansueto, P. Somma, G. De Rosa, V. Galli, R.M. Melillo, M. Santoro. Overexpression of the cytokine osteopontin identifies aggressive laryngeal squamous cell carcinomas and enhances carcinoma cell proliferation and invasiveness. *Clinical Cancer Research*. 2005.
- 17.** Staibano S., Merolla F., Testa D., Iovine R., Mascolo M., Guarino V., Castellone M.D., Di Benedetto M., Galli V., Motta S., Melillo R.M., De Rosa G., Santoro M., Celetti A. Overexpression in Laryngeal Dysplasia and Correlation with Clinical Outcome (2007) *Opn/Cd44v6*.
- 18.** Yao Y., Costa M. Toxicogenomic effect of nickel and beyond. *Arch Toxicol*. 2014 Sep;88(9):1645-50. doi: 10.1007/s00204-014-1313-8. Epub 2014 Jul 29.
- 19.** National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies of a binary mixture of 3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (PCB 126) (Cas No. 57465-28-8) and 2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl (PCB 153) (CAS No. 35065-27-1) in female Harlan Sprague-Dawley rats (gavage studies). *Tech Rep Ser*. 2006 Aug;(530):1-258.
- 20.** Denaro N., Merlano M.C., Russi E.G. Follow-up in Head and Neck Cancer: Do More Does It Mean Do Better? A Systematic Review and Our Proposal Based on Our Experience. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2016 Dec;9(4):287-297. Epub 2016 Jun 25
- 21.** Blot WJ, McLaughlin JK, Winn DM, Austin DF, Greenberg RS, Preston-Martin S, Bernstein L, Schoenberg JB, Stemhagen A, Fraumeni JF Jr.. Smoking and drinking in relation to oral and pharyngeal cancer. *Cancer Research* 1988; 48 (11): 3282-7.
- 22.** Hashibe M., Brennan P., Chuang S.C. Interaction between tobacco and alcohol use and the risk of head and neck cancer: pooled analysis in the International Head and Neck Cancer Epidemiology Consortium. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2009; 18 (2): 541-50.)
- 23.** Wozniak A., Napierala M., Golasik M., Herman M., Walas S., Piekoszewski W., Szyfter W., Szyfter K., Golusinski W., Baralkiewicz D., Florek E. Metal concentrations in hair of patients with various head and neck cancers as a diagnostic aid. *Biometals*. 2016 Feb;29(1):81-93. doi: 10.1007/s10534-015-9899-8. Epub 2015 Dec 11.
- 24.** AIOM Linee Guida - Tumori della testa e del collo - Edizione 2015 - <http://www.aiom.it/>
- 25.** Rapporti ISTISAN 10/22 <http://www.iss.it/binary/publ/cont/10ventidueWEB.pdf>
- 26.** Capen C.C. Mechanisms of chemical injury of thyroid gland. *Prog Clin Biol Res*. 1994;387:173-91.
- 27.** Wozniak A., Napierala M., Golasik M., Herman M., Walas S., Piekoszewski W., Szyfter W., Szyfter K., Golusinski W., Baralkiewicz D., Florek E. Metal concentrations in hair of patients with various head and neck cancers as a diagnostic aid. *Biometals*. 2016 Feb;29(1):81-93.
- 28.** Patrick L. Lead toxicity, a review of the literature. Part 1: Exposure, evaluation, and treatment. *Altern Med Rev*. 2006 Mar;11(1):2-22.
- 29.** Gàl J., Hursthouse A., Tatner P., Stewart F., Welton R. Cobalt and secondary poisoning in the terrestrial food chain: data review and research gaps to support risk assessment. *Environ Int* 2008; 34:821-838
- 30.** Soudani N., Sefi M., Ben Amara I., Boudawara T., Zeghal N. Protective effects of selenium (Se) on chromium (VI) induced nephrotoxicity in adult rats. *Ecotoxicol Environ Saf* 2010; 73:671-678
- 31.** Templeton D., Liu Y. Multiple roles of cadmium in cell death and survival. *Chem Biol Interact* 2010; 188:267-275
- 32.** Hordyjewska A., Popiołek Ł., Kocot J. The many "faces" of copper in medicine and treatment. *Biometals* 2014; 27:611-621
- 33.** Blaurock-Busch E., Busch Y., Friedle A., Buerner H., Parkash C., Kaur A. Comparing the Metal concentration in the hair of cancer patients and healthy people living in Malwa region of Punjab, India. *Clin Med Insights* 2014; 8:1-13
- 34.** Afridi H., Brabazon D. Kazi T., Naher S. Evaluation of essential trace and toxic elements in scalp hair samples of smokers and alcohol user hypertensive patients. *Biol Trace Elem Res* 2011; 143:1349-1366
- 35.** Li Q, Chuang S, Eluf-Neto J, Menezes A, Matos E, Koifman S, Wu "nsch-Filho V, Fernandez L, Daudt A, Curado M, Winn D, Franceschi S, Herrero R, Castellsague X,

Morgenstern H, Zhang Z, Lazarus P, Muscat J, McClean M, Kelsey K, Hayes R, Purdue M, Schwartz S, Chen C, Benhamou S, Olshan A, Yu G, Schantz S, Ferro G, Brennan P, Boffetta P, Hashibe M Vitamin or mineral supplement intake and the risk of head and neck cancer: pooled analysis in the INHANCE consortium. *Int J Cancer* 2021; 131:1686–1699

**36.** Lucenteforte E., Garavello W., Bosetti C., La Vecchia C. Dietary factors and oral and pharyngeal cancer risk. *Oral Oncol* 2009; 45:461–467

N.3/2017 - MedTOPICS - Periodico Quindicinale  
È vietata la riproduzione totale o parziale senza il consenso scritto dell'editore - 13MM1314  
Copyright © 2017

[Colophon](#) | [Informazioni legali](#) | [Privacy](#)