

**Unità di Progetto “Ambiente e Salute”**  
**Tel.0742.339522**

**Coordinatore:**  
**dr. Armando Mattioli**  
**armando.mattioli@uslumbria2.it**



**SITUAZIONE EPIDEMIOLOGICA  
E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA SALUTE  
DEGLI INQUINANTI AMBIENTALI  
NEL COMUNE DI TERNI  
(rev. 5.0 del 22 giugno 2018)  
2014 - 2017**

**Dr. Armando Mattioli – Dr. Ubaldo Bicchielli**



**STIMA DI IMPATTO SULLA SALUTE**(a cura del **dr. Armando Mattioli**)

Premessa	pag. 3
Criteri Generali: valutazione del rischio	pag. 4
Materiali e Metodi	pag. 5
Impatto di PM 10 e PM 2,5	pag. 5
Stima di rischio cancerogeno	pag. 8
Esposizione ad inquinanti ambientali aerodispersi	pag. 11
PM 2,5 e PM10	pag. 11
Cancerogeni	
Concentrazioni IPA, Benzene e metalli pesanti	pag. 13
Rischio incrementale e limite dei Valori limite	pag. 15
Stima del rischio da Arsenico e metalli pesanti	pag. 16
Stima del rischio Benzene, IPA, Piombo	pag. 17
Stima del rischio CromoVI	pag. 18
Valutazione d'impatto sulla salute per contaminazione di alimenti con diossine, furani e DL PCB	
Valutazione dose-risposta	pag. 19
Effetti cronici non cancerogeni	pag. 19
Effetti cancerogeni	pag. 20
Confronto fra diversi valori limite	pag. 20
Valutazione dell'esposizione a PCDD/F e DL PCB	pag. 24
Caratterizzazione del rischio da PCDD/F e DL PCB	pag. 25
Inquinamento acquedotto da Tetracloroetilene	pag. 31
Bibliografia	pag. 32
<b>MORTALITÀ ED INCIDENZA DI TUMORI NELLA CONCA TERNANA</b> (a cura del <b>dr. Ubaldo Bicchielli</b> )	pag. 36
<b>All. A) VALUTAZIONE DI IMPATTO SULLA SALUTE (VIS) DI IMPIANTO DI COINCENERIMENTO DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI</b>	pag. 47

## PREMESSA

L'edizione 2017, come quella del 2016, presenta i dati dell'impatto sulla salute dell'inquinamento in modo da renderli fruibili per le decisioni che gli amministratori pubblici debbono prendere. A tale scopo viene fornita la stima dell'impatto sulla salute in termini di morti e di ricoveri ospedalieri evitabili per ogni mg/Nmc o µg/Nmc o ng/Nmc di riduzione della concentrazione dei vari inquinanti aerodispersi. Nella presente versione ci si occuperà delle concentrazioni di PM10 e PM2,5, che sono gli inquinanti che provocano il maggiore impatto negativo sulla salute sia in termini quantitativi che qualitativi. Sul punto specifico, la stima è stata fatta aggiornando i valori di Rischio Relativo (RR) per la stima con criterio epidemiologico per esposizione a PM10, quali riportati in uno studio dell'ARPA Marche del 2010<sup>(1a)</sup>; ciò ha comportato una leggera modifica dei risultati relativi alla mortalità nel breve periodo e dei ricoveri per patologie respiratorie e cardiache e l'aggiunta di dati di mortalità per patologie cardiorespiratorie e cardiocircolatorie.

Questo tipo di dati da solo, però, non è sufficiente a fornire le indicazioni necessarie per le decisioni di competenza degli amministratori pubblici.

Come previsto dalle **Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA e AIA)** dell'ISPRA, del febbraio 2016 e nelle "**Linee Guida VIS per valutatori e proponenti - T4HIA**" del CCM - Centro per il Controllo e la prevenzione delle Malattie del Ministero della Salute, del giugno 2016, al decisore politico deve essere infatti presentato un quadro complessivo che, oltre ai dati dell'impatto sanitario dell'inquinamento, presenti quelli di natura socio-economica. Da ciò deriva la necessità di attivare un gruppo con competenze multidisciplinari.

Un esempio concreto, anche se limitato alla Valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario intesa in senso stretto, senza cioè tenere conto dei fattori socio-economici, è quello relativo alla vicenda dell'A.I.A. del coinceineritore di Terni Biomassa. Sulla base della relazione di impatto sanitario dell'Unità di Progetto "Ambiente e Salute" del Dipartimento di Prevenzione, l'ARPA ha espresso infatti un parere con prescrizione dimostrando l'efficacia dell'integrazione delle professionalità epidemiologiche e tossicologiche della USL n.2 con quelle tecniche dell'ARPA. Se si fossero adottate appieno le procedure previste dalle linee guida VIAS e VIA invece che un processo a due step ci sarebbe stato un unico documento a firma congiunta; in ogni caso la strada da percorrere per il futuro sembra tracciata.

Un ulteriore elemento di riflessione che dovrà essere affrontato ed approfondito al più presto riguarda il coinvolgimento dei vari portatori di interesse previsto dalle citate linee guida.

In allegato A) è riportata la relazione: "VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO (VIS) DELL'IMPIANTO DI COINCENERIMENTO RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI" di Terni Biomassa.

## Criteri generali

La valutazione dell'impatto dell'inquinamento ambientale sulla salute segue le regole ed i criteri della valutazione del rischio (**risk assessment**) definiti nel 1983 dal National Research Council <sup>(1)</sup> e validati più volte nel corso dei decenni seguenti fino ai nostri giorni <sup>(2,3,4)</sup>.

In questo processo devono essere coinvolte in primis USL ed ARPA, con il supporto laddove necessario di altre competenze tecniche e scientifiche, sulla base dello schema sotto riportato.

### LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

#### A) Individuazione del pericolo

<p><b>B) Valutazione Esposizione</b> Competenza ARPA (USL per eventuale monitoraggio biologico)</p>	<p><b>C) Valutazione Dose – Risposta</b> (studi epidemiologici o sperimentali) Competenza USL</p>
---	---

**D) Caratterizzazione del rischio:**  
Quale è il danno per la salute e per quali e quante persone  
Competenza USL

#### A) Il pericolo

Proprietà intrinseca di una sostanza di provocare danni alla salute.

#### B) Valutazione Esposizione

**Stima** della quantità di sostanza pericolosa che viene assorbita per via respiratoria o per via orale (e, seppure più raramente, anche per via cutanea); è necessario conoscere le concentrazioni in aria, in acqua o negli alimenti della sostanza pericolosa e le modalità espositive.

**N.B. In questa relazione si utilizzeranno dati di concentrazione di inquinanti in aria, acqua ed alimenti che non rappresentano una stima accurata della vera esposizione, ma permetteranno di ipotizzare gli scenari espositivi, fornendo una quantificazione del rischio quantomeno in termini di ordine di grandezza. Laddove possibile, si farà ricorso al principio cautelativo del “caso peggiore”**

#### C) Valutazione Dose (Esposizione) – Risposta (Danno salute)

La conoscenza degli effetti dannosi per la salute di una sostanza tossica deriva da studi epidemiologici e/o da esperimenti sugli animali, per le sostanze non cancerogene permette di **stimare** la dose minima (dose soglia) necessaria per provocare un danno alla salute ed il rapporto fra aumento della dose assorbita e l'aumento della gravità dei sintomi. Per molte patologie tumorali, invece, non esiste una dose minima al di sotto della quale non c'è il rischio di ammalare, mentre l'aumento della dose assorbita provoca un aumento della probabilità di ammalare.

#### D) Caratterizzazione del rischio

Sulla base dei dati dei punti B) e C), utilizzando criteri epidemiologici e/o tossicologici, si ottiene una **stima** qualitativa e quantitativa della patologia che interessa la popolazione esposta ad una sostanza tossica.

## Riferimenti scientifici

La valutazione dose – risposta e la caratterizzazione del rischio in questo report si basano sulle indicazioni scientifiche fornite, tra gli altri, dall'Istituto Superiore di Sanità (**ISS**), dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (**OMS**), dallo Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (**SCOEL**) della Commissione Europea, dall'U.S. Environmental Protection Agency (**US-EPA**), dall'Office of Environmental Health Hazard Assessment, dipartimento della California Environmental Protection Agency (**OEHHA-Cal/EPA**), dall'International Agency for Research on Cancer (**IARC**), da **Aphekom**, rete di Istituzioni scientifiche istituzionali europee.

Per quanto riguarda l'esposizione, sono stati utilizzati i dati delle misurazioni effettuate dalle centraline dell'ARPA di Carrara, Borgo Rivo, Le Grazie e Prisciano e sono stati considerati come rappresentativi dell'effettiva esposizione della popolazione.

In realtà, la stima dell'effettiva **Concentrazione di Esposizione** (CE) <sup>(5,6,7,8,9)</sup> della popolazione è di complessa determinazione, ma è un dato cruciale per poter effettuare una corretta stima dell'**Impatto Sanitario** o del **Danno Sanitario**, come definiti rispettivamente dal progetto VIIAS <sup>(10)</sup> o dall'Allegato A) del Decreto Ministero della Sanità e Ministero dell'Ambiente del 24 aprile 2013.

Per avere questo dato è indispensabile una stretta collaborazione fra il Dipartimento di Prevenzione della USL e l'ARPA.

## Dati di esposizione

I dati relativi all'inquinamento dell'aria e delle acque sotterranee sono quelli di ARPA Umbria tratti sia dalle relazioni annuali che dai dati direttamente reperibili sul sito <http://www.arpa.umbria.it> <sup>(11,12,13)</sup>

I dati relativi all'inquinamento da diossine e policlorobifenili diossino-simili sono quelli dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna e di quello dell'Abruzzo e del Molise delle campagne di monitoraggio 2012-2013 e 2015.

## Stima dell'impatto sanitario da inquinamento di PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>

La stima dell'impatto sanitario da inquinamento da PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> rispettivamente per gli effetti a lungo termine e breve termine utilizza l'HIA Excel tool–Long-term e l'HIA Excel tool–short-term ed è stata effettuata secondo criteri epidemiologici indicati nel Manuale di APHEKOM <sup>(14)</sup>.

Per i differenti eventi, la funzione di impatto sanitario è rappresentata dalla formula seguente:

$$\Delta y = y_0 * (1 - e^{-\beta \Delta x})$$

Dove:  $\Delta y$  è il risultato dell'HIA inteso come decremento nel numero degli eventi sanitari;

$y_0$  è la linea di base dei dati sanitari;

$\Delta x$  è il decremento delle concentrazioni dei contaminanti definite nei diversi scenari;  $\beta$  è la funzione di rischio legata alla concentrazione;

RR per 10  $\mu\text{g}/\text{Nmc} = \exp(10 * \beta)$ .

I risultati sono poi aggiustati per il numero di anni N per rendere una stima annuale.

$$\Delta y_{\text{scenario outcome annuale}} = \Delta y_{\text{scenario outcome}} / N.$$

I risultati sono infine aggiustati per la popolazione al fine di ottenere la stima annuale per 100.000

$$\Delta y_{\text{scenario outcome popolazione annuale}} = \Delta y_{\text{scenario outcome annuale}} / \text{pop}.$$

## Impatto a breve termine per il PM10

Il  $\Delta x$  è calcolato sulle medie annuali. Solo gli anni con meno del 25% di valori mancanti vengono utilizzati per la rilevazione dei dati ambientali ( $\Delta x$ ) e dei dati sanitari ( $y_0$ ).

La metodologia di calcolo proposta nel tool Aphekom e utilizzata nel lavoro è la seguente:

- il periodo di vita attesa è calcolata usando standard attuariali con tavole per gruppi quinquennali di età;
- $Y$  è il numero degli anni considerati; nel presente studio è 3;
- $x$  è l'età di partenza in ogni gruppo;
- $n$  è la durata dell'intervallo di ciascun gruppo di età;
- $n_{ax}$  è il numero medio di anni vissuti da chi è morto durante l'intervallo ed è stimato con  $n/2$ ;
- ${}_nN_x$  è la popolazione in ogni gruppo di età;
- ${}_nD_x$  è il numero totale dei morti in ciascun gruppo di età per gli anni 2014, 2015 e 2016;
- ${}_nM_x$  è il tasso di mortalità per ciascun gruppo di età calcolato come:  ${}_nM_x = {}_nD_x / {}_nN_x * Y$

${}_nq_x$  è la probabilità di morire nel gruppo stimato come:  ${}_nq_x = n * {}_nD_x / 1 + (n - n_{ax}) * {}_nN_x$

L'ultimo gruppo di età è rappresentato da un gruppo aperto e pertanto:  ${}_nq_x = 1$ ; ovvero la probabilità di morire è certa.

$l_x$  è il numero delle persone vive nel gruppo.

Se ad esempio si considera un'ipotetica coorte di 100.000 persone vive all'età di 30 anni, il numero delle persone vive negli altri gruppi di età si calcola come:  $l_{x+n} = l_x * (1 - {}_nq_x)$

${}_nd_x$  è il numero delle persone morte nel gruppo di età ed è calcolato come:  ${}_nd_x = l_x * {}_nq_x$

${}_nL_x$  è il numero di anni vissuti per persona in ogni gruppo di età, calcolato come:  ${}_nL_x = n * l_{x+n} + n_{ax} * {}_nd_x$

Per l'ultimo gruppo di età:  ${}_nL_x = l_x / {}_nM_x$

$T_x$  è il numero per anno di persone ipoteticamente in vita dopo aver raggiunto l'anno  $x$  ed è calcolato ripetitivamente a partire da  ${}_nL_x$ :  $T_x = T_{x+n} + {}_nL_x$

$E_x$  è l'aspettativa di vita all'età  $x$  calcolata come:  $E_x = T_x / l_x$

La tabella degli eventi attribuibili è calcolata usando lo stesso metodo, ad eccezione di  ${}_nD_x$  che è il numero totale di morti in ciascun gruppo di età per gli anni 2014, 2015, 2016:  ${}_nD_x^{\text{attribuibili}} = {}_nD_x * e^{-\Delta x * \beta}$

$\Delta x$  è la diminuzione della concentrazione prevista dallo scenario

$\beta$  è la funzione di rischio legata alla concentrazione.

RR per 10  $\mu\text{g}/\text{Nmc} = \exp(10 * \beta)$

## Impatto a lungo termine per le PM2,5

Per il PM2,5 lo scenario corrisponde a quello delle PM10. Poiché per gli anni in studio non si disponeva della misura delle PM 2,5, stimando che rappresentino il 70% delle PM10, si è considerato  $\Delta x = 2,3 \mu\text{g}/\text{Nmc}$  ( $3,3 * 0,70 = 2,3$ )

I risultati finali sono espressi:

- a) per gli effetti a lungo periodo delle PM2,5 sia come riduzione del numero annuale di decessi riferiti alla popolazione del comune di Terni di età superiore ai 30 anni (81.114 abitanti) sia rapportandoli a 100.000 abitanti;
- b) per gli effetti di breve periodo delle PM10 sia come riduzione del numero annuale di decessi riferiti alla popolazione totale del comune di Terni (109.110 abitanti) sia rapportandoli a 100.000 abitanti.

## I dati di popolazione, di mortalità\* e di morbosità\*

Le tab. A, B, C, D ed E) riportano la composizione della popolazione residente a Terni, la distribuzione della mortalità per fasce d'età e la morbosità relativa a patologie cardiache e respiratorie. Su questi dati, in base ai criteri di APHEKOM, si è calcolata la stima di impatto sulla salute delle PM2,5 e PM10. I dati in E) derivano dalle schede di diagnosi di dimissione ospedaliera (SDO).

Tab. A)

Popolazione oggetto dello studio (ISTAT 2016)	
30-34	6.482
35-39	8.154
40-44	8.766
45-49	8.614
50-54	7.264
55-59	6.894
60-64	7.393
65-69	6.871
70-74	6.809
75-79	5.238
80-84	4.367
85 e oltre	4.262
<b>Totale</b>	<b>81.114</b>

Tab. B)

Popolazione oggetto dello studio (ISTAT 2016)	
Tutte le età	111822
15-64	68.976
65 e oltre	21898

Tab. C)

Esiti di salute nella popolazione totale *	ICD-9 Codes	ICD-10 Codes	Age Group	2014	2015	2016	Totale 2014-2016
Tutte le cause di morte non esterne	001-799	A00-R99	All Ages	1273	1369	1339	

Tab. D)

Esiti di salute nella popolazione ≥ 30 anni*	ICD-9 Codes	ICD-10 Codes	Gruppi di età	2014	2015	2016	Totale 2014-2016
Mortalità totale	000-999	A00-Y98	30-34	3	4	1	trimo
	000-999	A00-Y98	35-39	4	5	7	16
	000-999	A00-Y98	40-44	8	11	10	29
	000-999	A00-Y98	45-49	14	10	11	35
	000-999	A00-Y98	50-54	13	18	14	45
	000-999	A00-Y98	55-59	41	15	27	83
	000-999	A00-Y98	60-64	48	34	36	118
	000-999	A00-Y98	65-69	56	71	70	197
	000-999	A00-Y98	70-74	107	111	96	314
	000-999	A00-Y98	75-79	159	173	158	490
	000-999	A00-Y98	80-84	228	226	216	670
	000-999	A00-Y98	85 e oltre	603	705	708	2.016
Mortalità Cardio-Vascolare	390-459	I00-I99	30-34	1	1	0	2
	390-459	I00-I99	35-39	0	0	2	2
	390-459	I00-I99	40-44	1	1	1	3
	390-459	I00-I99	45-49	5	3	3	11
	390-459	I00-I99	50-54	5	2	1	8
	390-459	I00-I99	55-59	11	1	4	16
	390-459	I00-I99	60-64	10	10	6	26
	390-459	I00-I99	65-69	12	16	11	39
	390-459	I00-I99	70-74	27	29	19	75
	390-459	I00-I99	75-79	58	59	48	165
	390-459	I00-I99	80-84	79	89	64	232
	390-459	I00-I99	85 e oltre	293	318	311	922

\*Dati forniti dal dr. Ubaldo Bicchielli, Responsabile dell'U.O Epidemiologia



Ricoveri ospedalieri per cardiopatie per tutte le età*						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	1935	1721	1690	1727	1715	1541
Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie per tutte le età*						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	1438	1377	1339	1426	1507	1394
Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie 14-65 anni*						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	444	423	433	415	436	438
Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie > 65 anni*						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	714	716	702	801	907	801

### Stima di rischio cancerogeno

Il rischio cancerogeno per la popolazione rappresenta la stima del numero dei casi addizionali di tumore dovuti ad una data esposizione per un certo periodo di tempo ad una sostanza cancerogena.

Il rischio viene stimato<sup>(4,5,7)</sup> utilizzando per la via respiratoria l'Inhalation Unit Risk (I.U.R., [ $\mu\text{g}/\text{Nmc}$ ]<sup>-1</sup>) o l'Inhalation Slope factor (S.F. inal [ $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{giorno}$ ]<sup>-1</sup>) e per quella orale l'Ingestion Slope factor (S.F. ing. [ $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{giorno}$ ]<sup>-1</sup>); sul valore di questi tre parametri, derivanti da studi sperimentali su animali e da studi epidemiologici, non c'è sempre concordanza fra diverse istituzioni scientifiche, pertanto in questo lavoro ne verranno utilizzati diversi, in particolare quelli dell'Istituto Superiore di Sanità<sup>(7)</sup>, dello Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)<sup>(15)</sup>, dell'OMS<sup>(16,17,18)</sup>, dell'EPA<sup>(19)</sup> e dell'OEHA<sup>(20,21)</sup>.

### Esposizione respiratoria<sup>(6,8,9)</sup>

#### Stima del rischio cancerogeno tramite I.U.R.:

La formula per il calcolo del rischio è la seguente

$$\text{Risk} = \text{I.U.R.} \cdot \text{CE}$$

dove:

- **IUR**: "inhalation Unit Risk" espressa in ( $\mu\text{g}/\text{Nmc}$ )-1, vale a dire il rischio addizionale di sviluppare un tumore in un tempo vita di 70 anni all'interno di una ipotetica popolazione di 1.000.000 di persone le quali abbiano tutte una Concentrazione di Esposizione (EC) costante di un 1  $\mu\text{g}/\text{Nmc}$  alla sostanza cancerogena nell'aria che respirano.

- **EC**: "Concentrazione di esposizione" espressa in  $\mu\text{g}/\text{Nmc}$ .

A sua volta la concentrazione di esposizione viene definita dalla seguente equazione:

$$\text{EC} = (\text{CA} \cdot \text{ET} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}) / \text{AT}$$

dove:

- **CA**: concentrazione del contaminante in aria ( $\mu\text{g}/\text{Nmc}$ ),

- **ET**: tempo di esposizione (ore/giorno),

- **EF**: frequenza d'esposizione (giorni/anno),

- **ED**: durata d'esposizione (anni),

- **AT**: tempo sul quale l'esposizione è mediata (tutta la vita in anni x 365 giorni/anno x 24 ore/giorno).

#### Stima del rischio cancerogeno per sostanze genotossiche tramite I.U.R.:

In accordo con i documenti USEPA 2005 e EFH 2011, per le sostanze cancerogene che agiscono attraverso un'azione genotossica, si raccomanda di considerare il fattore di aggiustamento (**ADAF**) in funzione dell'età del bersaglio potenzialmente esposto.

I fattori di aggiustamento ADAF sono pari a:

- 10 per un'età compresa fra 0 e 2 anni ( $ADAF_{0-2}$ );
- 3 per un'età compresa fra 2 e 16 anni ( $ADAF_{3-16}$ );
- 1 per un'età maggiore di 16 anni (adulto) ( $ADAF_{>16}$ ).

Il rischio cancerogeno genotossico è espresso dalla seguente equazione:

$$\text{Risk} = \text{IUR} \cdot \text{EC}_{0-2} \cdot (\text{ADAF}_{0-2}) + \text{IUR} \cdot \text{EC}_{3-16} \cdot (\text{ADAF}_{3-16}) + \text{IUR} \cdot \text{EC}_{>16} \cdot (\text{ADAF}_{>16})$$

Stima del rischio cancerogeno per sostanze genotossiche tramite lo S.F.inal:

la formula è:

$$\text{Risk} = E \times \text{S.F.inal}$$

dove:

**S.F.inal:** (Slope Factor [ $\text{mg/kg d}$ ]-1) indica la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose, ed E è mediata su di un periodo di esposizione pari a 70 anni ( $AT = 70$  anni); esso viene calcolato così:

$$\text{S.F.inal} = \text{I.U.R} \cdot 70(\text{kg}) \cdot 1.000 (\mu\text{g} / \text{mg}) / 20 (\text{Nmc/giorno})$$

E ( $[\text{mg/kg d}]$ ) rappresenta l'assunzione cronica giornaliera del contaminante.

Il fattore E è dato dal prodotto tra la concentrazione, calcolata in corrispondenza del punto di esposizione **Cpoe**, es.  $[\text{mg/Nmc}]$ , e la portata effettiva di esposizione EM, es.  $[\text{Nmc /kg d}]$  che rappresenta la quantità di aria inalata al giorno per unità di peso corporeo:

$$E = \text{Cpoe} \times \text{EM}.$$

dove

$$\text{EM} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{Kg} \times \text{giorno}} \right] = \frac{\text{BoAd} \times \text{EF}_g \times \text{EF} \times \text{ED}_{\text{Ad}}}{\text{BW}_{\text{Ad}} \times \text{AT} \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}} + \frac{\text{BoBam} \times \text{EF}_g \times \text{EF} \times \text{ED}_{\text{Bam}}}{\text{BW}_{\text{Bam}} \times \text{AT} \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}}$$

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)	Simbolo	Unità di Misura	Residenziale	
			Adulto	Bambino
Fattori comuni a tutte le modalità di esposizione				
Peso corporeo	BW	kg	70	15
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATc	anni	70	70
Inalazione di Aria Outdoor (AO)				
Durata di esposizione	ED	anni	24	6
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor	EFgo	ore/giorno	24	24
Inalazione outdoor	Bo	m <sup>3</sup> /ora	0,9 (a)	0,7 (a)

### Esposizione per via orale <sup>(4, 5)</sup>

Poiché l'età giovanile è maggiormente vulnerabile agli effetti dei cancerogeni, la stima del rischio è aggiustata per età, secondo fattori di correzione riferiti a 4 intervalli di età:

Età (anni)	Fattori di esposizione	Durata esposizione (anni)	ADAF
0 - <2	Bambino	2	10
2 - <6	Bambino	4	3
6 - <16	Adulto	10	3
16 - <30	Adulto	14	1

**Per ogni intervallo di età "i", il rischio per esposizione tramite una specifica via è calcolato così:**

$$\text{Risk}_i = C \times \frac{\text{IR}_i \times \text{Ef}_i \times \text{ED}_i}{\text{BW}_i \times \text{AT}} \times \text{SF} \times \text{ADAF}_i$$

**C** = Concentrazione della sostanza chimica nel medium ambientale contaminato (terreno o acqua) al quale la persona è esposta. I valori sono espressi in mg/kg per il suolo and mg/L per l'acqua.

**IR<sub>i</sub>** = Rateo di assorbimento del medium ambientale contaminato per l'intervallo di età "i". I parametri sono mg/giorno per il terreno e L/giorno per l'acqua.

**BW<sub>i</sub>** = Peso corporeo della persona esposta per l'intervallo di età "i" (kg).

**EF<sub>i</sub>** = Frequenza di esposizione per intervallo d'età "i" (giorni/anno): indica quanto spesso una persona è esposta nel corso dell'anno al medium ambientale contaminato.

**ED<sub>i</sub>** = Durata dell'esposizione "i" (anni): indica quanto a lungo una persona è probabile che sia esposta al medium ambientale contaminato nella sua vita.

**AT** = Tempo medio (giorni). Questo parametro specifica il tempo su cui la dose media viene calcolata. Per quantificare il rischio cancerogeno, l'esposizione su tutta la vita comporta un tempo medio di 70 anni (70 anni × 365 giorni/anni).

**SF** = slope factor (mg/kg-day)<sup>-1</sup>

**ADAF<sub>i</sub>** = Fattore di aggiustamento età-dipendente per fascia di età "i"

Il rischio totale per un individuo è la somma dei rischi di tutti e quattro gli intervalli di età. Ad esempio, il rischio addizionale di cancro per un individuo esposto per 30 anni a partire dalla nascita in un dato luogo è calcolato così:

$$\text{Risk}_{0-<2} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{bam}} \times \text{Ef}_{\text{bam}} \times \text{ED}_{\text{bam}}}{\text{BW}_{\text{bam}} \times \text{AT}} \times \frac{2}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 10$$

$$\text{Risk}_{2-<6} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{bam}} \times \text{Ef}_{\text{bam}} \times \text{ED}_{\text{bam}}}{\text{BW}_{\text{bam}} \times \text{AT}} \times \frac{4}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 3$$

$$\text{Risk}_{6-<16} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{ad}} \times \text{Ef}_{\text{ad}} \times \text{ED}_{\text{ad}}}{\text{BW}_{\text{ad}} \times \text{AT}} \times \frac{10}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 3$$

$$\text{Risk}_{16-<30} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{ad}} \times \text{Ef}_{\text{ad}} \times \text{ED}_{\text{ad}}}{\text{BW}_{\text{ad}} \times \text{AT}} \times \frac{14}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 1$$

$$\text{Total Risk} = \text{Risk}_{0-<2} + \text{Risk}_{2-<6} + \text{Risk}_{6-<16} + \text{Risk}_{16-<30}$$

## Esposizione ad inquinanti ambientali aerodispersi

### PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>

Nel 2016 c'è stato un aumento delle concentrazioni medie, anche se gli sforamenti del valore limite giornaliero delle PM<sub>10</sub> sono diminuiti (tabb. 1, 2 e 3).

Le Grazie si conferma come il sito con il dato peggiore e per la prima volta dal 2012 viene superato, insieme a Borgo Rivo, il valore limite di 25 µg/ Nmc delle PM<sub>2,5</sub> (tab. 3).

Tab. 1 PM <sub>10</sub> Media annuale (valore limite 40 µg/ Nmc)							
Stazioni	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Terni - Le Grazie*</b>	36	37	36	32	36	35	34
Terni - Borgo Rivo*	26	29	29	27	31	33	33
Terni – Carrara*	31	30	31	27	32	34	32
Terni - Prisciano					33	34	34
Terni - Maratta					30	33	35
* Media	31	32	32	28,7	33	33,8	

Tab. 2 PM <sub>10</sub> numero superamenti media giornaliera 50 µg/ Nmc (valore limite 35)							
Stazioni	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Terni - Le Grazie</b>	<b>69</b>	<b>74</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>69</b>	<b>59</b>	<b>48</b>
Terni - Borgo Rivo	<b>16</b>		<b>50</b>	<b>39</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	<b>43</b>
Terni – Carrara	21		<b>50</b>	32	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>28</b>
Terni - Prisciano					<b>41</b>	<b>43</b>	<b>33</b>
Terni - Maratta					<b>45</b>	<b>48</b>	<b>48</b>

Tab. 3 PM <sub>2,5</sub> Media annuale (valore limite 25 µg/ Nmc)							
Stazioni	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Terni - Le Grazie</b>		23	23	21	24	<b>27</b>	24
Terni - Borgo Rivo			22	20	24	<b>26</b>	25
Terni – Carrara	14	12	22	18	23	24	22
Terni - Prisciano					21	22	22
Terni - Maratta					18	22	24
Media			22,3	19,7	23,7	24,2	23,4

Al fine di una valutazione dell'efficacia degli interventi finalizzati a ridurre l'inquinamento adottati dalle Pubbliche Amministrazioni, si indicano gli **effetti nel lungo periodo** <sup>(10, 22, 23, 24)</sup> dovuti ad una riduzione delle PM<sub>2,5</sub> pari ad 1 µg/Nmc.

La stima è di circa 8 morti evitate l'anno per tutte le cause fra gli abitanti del comune di Terni sopra i 30 anni d'età, (tabella 4) di cui 6 per le patologie cardio-vascolari e 2 per le patologie respiratorie e i tumori del polmone.

Tab. 4) Numero morti annuali evitate **nel lungo periodo** in base ad una diminuzione di 1 µg/Nmc di PM2,5

<b>Tutte le cause</b>	<b>Limite inferiore</b>	<b>Valore centrale</b>	<b>Limite superiore</b>
Numero di morti medie nel triennio 2014-2016 per tutte le cause per età ≥ 30 anni		1340*	
Stima morti annuali evitate	<b>2,13</b>	<b>8,04</b>	<b>13,91</b>
Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000)	<b>2,56</b>	9,67	<b>16,75</b>
Patologie cardiovascolari			
Stima morti annuali evitabili	3,8	<b>5,6</b>	6,9
Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000)	4,62	6,79	8,36
Patologie respiratorie e Tumori polmonari <sup>(10)</sup>			
Stima morti annuali evitabili per patologie respiratorie		<b>≈ 0,9</b>	
Stima morti annuali evitabili per tumore polmone		<b>≈ 0,8</b>	

Analogamente, si indicano gli **effetti nel breve periodo** <sup>(10, 22, 23, 24)</sup> dovuti ad una riduzione delle PM10 pari a 1,4 µg/ Nmc, tenuto conto che è questo il valore che corrisponde ad 1 µg/ Nmc di PM2,5.

La stima è di circa 1,3 morte evitata l'anno escluse le cause esterne fra tutti gli abitanti del comune di Terni (tabella 5), di 1,8 e 1,3 ricoveri in meno rispettivamente per patologie respiratorie e patologie cardiache (Tabella 6).

Tab. 5) Numero morti annuali evitate **nel breve periodo** per una diminuzione di 1,4 µg/Nmc di PM10

<b>Tutte le cause escluse esterne</b>	<b>Limite inferiore</b>	<b>Valore centrale</b>	<b>Limite superiore</b>
Media annuale di morti triennio 2014-16		1327*	
Stima morti annuali evitabili	<b>0,9</b>	<b>1,7</b>	<b>2,4</b>
Stima morti annuali evitabili (tasso x 100.000)	<b>0,8</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>
Stima morti annuali evitabili per cause respiratorie	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>
“ “ “ (tasso x 100.000)	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>1,1</b>
Stima morti annuali evitabili per cause cardiovascolari	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>
“ “ “ (tasso x 100.000)	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>

Tab. 6) Numero ricoveri annuali evitati **nel breve periodo** per una diminuzione di 1,4 µg/ Nmc di PM10

<b>Tutte le cause, triennio 2014-2016</b>	<b>Limite inferiore</b>	<b>Valore centrale</b>	<b>Limite superiore</b>
Media annuale ricoveri per patologie respiratorie		1442*	
Stima attribuibile alle PM10	<b>0,4</b>	<b>1,2</b>	<b>2,2</b>
Stima x 100.000	<b>0,4</b>	<b>1,08</b>	<b>2,0</b>
Ricoveri per patologie cardiache		1661*	
Stima attribuibile alle PM10	<b>0,00</b>	<b>0,70</b>	<b>1,39</b>
Stima x 100.000	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>

\*Dati forniti dal dr. Ubaldo Bicchielli, Responsabile dell'U.O Epidemiologia

# CANCEROGENI

Tab. 7  
**Benzene** valore limite: 5 µg/ Nmc  
 soglia di valutazione inferiore (SVI): 2.0 µg/ Nmc  
 soglia di valutazione superiore (SVS): 3.5 µg/ Nmc

Stazioni	media 2014	media 2015	media 2016	media 2017
Terni - Borgo Rivo	1.4	1,6	1,2	1,5
Terni - Dalmazia		1,5	1,6	1,6
Terni - Brin		1,5	1,5	1,4
Terni - Carrara			1,5	2,3
Terni – Le Grazie			0,6	0,7

Tab. 8  
**Ipa come Benzo(a)pirene:** valore limite:1 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione inferiore (SVI): 0.4 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione superiore (SVS): 0.6 ng/ Nmc

Stazioni	media 2014	media 2015	media 2016	media 2017
Terni- Le Grazie	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	0,7	<b>1.0</b>
Terni - Borgo Rivo	<b>1.3</b>	<b>1.3</b>	0,8	<b>1.2</b>
Terni - Carrara	1.0	1.0	0,6	0.8
Terni Prisciano		0.8	0,5	0.8
Maratta			0,3	0.8

Tab. 9  
**Cadmio,** valore obiettivo: 5.0 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione inferiore: 2.0 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione superiore: 3.0 ng/ Nmc

Stazioni	media 2014	media 2015	media 2016	media 2017
<b>Terni - Prisciano</b>		0.6	0,4	0.1
Terni - Le Grazie	0.2	0.4	0,2	0.2
Terni - Carrara	0.3	0.4	0,3	0.1
Terni - Borgo Rivo	0.2	0.3	0,2	0.1
Maratta			0,2	0.1

Tab. 10  
**Nichel,** valore obiettivo: 20 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione inferiore: 10 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione superiore: 14 ng/ Nmc

Stazioni	media 2014	media 2015	media 2016	media 2017
<b>Terni - Prisciano</b>		<b>36.7</b>	<b>28.7</b>	<b>21.8</b>
Terni - Carrara	<b>19.4</b>	<b>18.6</b>	<b>22.7</b>	<b>19.8</b>
Terni - Le Grazie	10	<b>10.1</b>	8.8	8.2
Terni - Borgo Rivo	5.4	6.2	5.6	4.9
Maratta			4.9	6.5

Tab. 11

**Arsenico**, valore obiettivo: 6.0 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione inferiore: 2.4 ng/ Nmc  
 soglia di valutazione superiore: 3.6 ng/ Nmc

Stazioni	media 2014	media 2015	media 2016	media 2017
Terni – Carrara	0.7	0.7	0.6	0.3
Terni - Prisciano		0.6	0.6	0.4
Terni – Le Grazie	0.6	0.5	0.4	0.3
Terni – Borgo Rivo	0.4	0.5	0.4	0.3
Maratta			0.3	0.3

Tab. 12

**Piombo**, valore limite: 0.50 µg/ Nmc  
 soglia di valutazione inferiore: 0.25 µg/ Nmc  
 soglia di valutazione superiore: 0.35 µg/ Nmc

Stazioni	media 2014	media 2015	media 2016	media 2017
<b>Terni - Prisciano</b>		0.029	0.013	0.013
Terni – Carrara	0.009	0.008	0.007	0.005
Terni- Le Grazie	0.007	0.007	0.005	0.004
Terni – Borgo Rivo	0.006	0.006	0.004	0.003
Maratta			0.003	0.004

Tab. 13

**Cromo tot.** Unità misura: ng/ Nmc

	2015	media 2016	media 2017
<b>Terni - Prisciano</b>	148,9	81,3	67,2
Terni - Carrara	54,1	59,4	50,9
Terni - Le Grazie	27,9	23,6	17,8
Terni - Borgo Rivo	18,7	14,4	8,5
Maratta		4,9	16,8

Tab. 14

**Cromo VI** Unità misura: ng/ Nmc

	media 2016	media 2017
<b>Terni - Prisciano</b>	1,9	
Terni - Borgo Rivo	0,6	
Terni – Via Dalla Chiesa	0,5	

#### Legenda

**N** > valore limite o valore o valore obiettivo  
**N** > soglia di valutazione superiore (SVS)  
**N** > soglia di valutazione inferiore (SVI)  
**N** < soglia di valutazione inferiore (SVI)

## Rischio incrementale di tumori e limite dei Valori limite

Le principali agenzie internazionali che si occupano di tutela della salute dall'inquinamento ambientale, fissano l'accettabilità del rischio incrementale di tumori derivanti da esposizioni a cancerogeni ambientali per 70 anni ad un livello di 1/1.000.000 o di 1/100.000.

L'OMS fissa il livello di rischio incrementale ad 1/100.000<sup>(16)</sup> per la qualità dell'acqua, mentre il D.Lgs 152/2006, Allegato 1 della parte V, fissa come obiettivo **per le zone sottoposte a bonifica un rischio incrementale massimo** di 1/1.000.000 per esposizione a singolo cancerogeno ed 1/100.000 per esposizioni multiple.

Da parte sua l'ECHA, l'Agenzia Europea per le sostanze chimiche, per le sostanze cancerogene e genotossiche senza valore di soglia come valore limite prevede il DMEL (Derived Minimal Effect Level) ossia il Livello di effetto minimo derivato; la questione oltre ad aspetti di natura scientifica pone implicazioni di natura etica e sociale e pertanto l'ECHA ha indicato che la decisione spetta al mondo della politica. Per parte sua, tenuto conto degli orientamenti espressi a livello internazionale, suggerisce di fissare il rischio incrementale per i lavoratori a 1/100.000 e per la popolazione generale a 1/1.000.000<sup>(25)</sup>.

Il primo punto da evidenziare è quello delle differenti stime della "potenza" dei vari cancerogeni, ossia della loro capacità di provocare tumori a parità di esposizione, da parte delle diverse agenzie ed istituzioni scientifiche internazionali, cosa che rende conto di un ineliminabile e non riducibile fattore di incertezza. Ad esso va aggiunta anche l'incertezza di natura statistica della stima dell'esposizione. Questa incertezza complessiva va gestita con il principio di precauzione o con quello del caso peggiore.

Il secondo punto è che i valori limite di esposizione (intesi nel senso più ampio delle loro varie denominazioni, valore limite, Concentrazioni Soglia Contaminazione, Concentrazioni Soglia Rischio, Tenore Massimo, Valori Guida, Soglia valutazione inferiore etc.) non tengono conto solo degli aspetti tossicologici, ma anche di altri elementi (fattori socio-economici e di fattibilità tecnica) e questo comporta che non vanno assolutamente presi come riferimento per la tutela della salute, come ben illustrano il caso del benzene e del benzo(a)pirene appresso riportati.

Il valore limite per il benzo(a)pirene è di 1 ng/ Nmc, corrispondente ad un rischio incrementale di circa 0.1/100.000 per l'I.S.S.<sup>(7)</sup> e per l'OEHA<sup>(20,21)</sup> e di 9/100.000 per l'O.M.S.<sup>(17,18)</sup>.

Il valore limite del benzene è di 5 µg/ Nmc, corrispondente ad un rischio incrementale di 3,4/100.000 (I.S.S.)<sup>(7)</sup>, 3/100.000 (O.M.S.)<sup>(17,18)</sup>, 4,1/100.000 (US-EPA)<sup>(19)</sup> e 14,5/100.000 (OEHA)<sup>(20,21)</sup>; in questo caso è chiara la contraddizione fra acquisizioni scientifiche e normativa.



### Stima del rischio da Arsenico e metalli pesanti

Tab. 15

ARSENICO	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2017 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale *Inferiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-06	Rischio incrementale su 100.000	
As OEHHA	3,30E-03	0,0003	1,64E-06	0,07-0,21	<u>Borgo Rivo</u> <u>Carrara</u> <u>Le Grazie</u>
As OMS	1,50E-03		*7,46E-07		
As ISS	4,30E-03		2,09E-06		
As OEHHA	3,30E-03	0,0004	2,19E-06	0,1-0,28	<u>Terni-Prisciano</u>
As OMS	1,50E-03		9,94E-07		
As ISS	4,30E-03		2,78E-06		

Tab. 16

CADMIO	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2017 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale *Inferiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-06	Rischio incrementale su 100.000	
Cd OEHHA	4,30E-03	0,0001	7,13E-07	0,03 – 0,07	<u>Borgo Rivo</u> <u>Carrara</u> <u>Prisciano</u>
Cd OMS	2,00E-03		*3,31E-07		
Cd OEHHA	4,20E-03	0,0002	1,43E-06	0,06-0,14	<u>Terni - Le Grazie</u>
Cd OMS	2,00E-03		*6,63E-07		

Tab. 17

NICHEL	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2017 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale superiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-05	Rischio incrementale su 100.000	
Ni ISS (OEHHA)	2,60E-04	0,0049	2,10E-06	0,14-0,31	<u>Borgo Rivo</u>
Ni TCEQ *	1,70E-04		1,38E-06		
Ni OMS	3,80E-04		3,09E-06		
Ni ISS (OEHHA)	2,60E-04	0,0198	8,53E-06	0,56-1,25	<u>Carrara</u>
Ni TCEQ *	1,70E-04		5,58E-06		
Ni OMS	3,80E-04		1,25E-05		
Ni ISS (OEHHA)	2,60E-04	0,0082	3,53E-06	0,23-0,52	<u>Le Grazie</u>
Ni TCEQ *	1,70E-04		2,31E-06		
Ni OMS	3,80E-04		5,16E-06		
Ni ISS (OEHHA)	2,60E-04	0,0218	9,39E-06	0,61-1,37	<u>Prisciano</u>
Ni TCEQ *	1,70E-04		6,14E-06		
Ni OMS	3,80E-04		1,37E-05		

\*Texas commission environmental quality, Nickel and Inorganic Nickel compounds, D.S. Document, 2011

Tab. 18

BENZENE	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2017 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale superiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-05	Rischio incrementale su 100.000	
Benzene ISS	6,89E-06	0,7	4,82E-06	0,5-2,0	<u>Le Grazie</u>
Benzene OMS	6,00E-06		4,20E-06		
Benzene EPA	8,30E-06		5,81E-06		
Benzene OEHHHA	2,90E-05		2,03E-05		
Benzene ISS	6,89E-06	1,5	1,30E-05	0,9-4,3	<u>Borgo Rivo</u>
Benzene OMS	6,00E-06		9,00E-06		
Benzene EPA	8,30E-06		1,25E-05		
Benzene OEHHHA	2,90E-05		4,35E-05		
Benzene ISS	6,89E-06	1,6	1,10E-05	0,96-4,6	Dalmazia
Benzene OMS	6,00E-06		9,60E-06		
Benzene EPA	8,30E-06		1,33E-05		
Benzene OEHHHA	2,90E-05		4,64E-05		
Benzene ISS	6,89E-06	1,4	9,60E-06	0,8-4,0	Brin
Benzene OMS	6,00E-06		8,40E-06		
Benzene EPA	8,30E-06		1,16E-05		
Benzene OEHHHA	2,90E-05		4,03E-05		
Benzene ISS	6,89E-06	2,3	1,58E-05	1,3-6,7	Carrara
Benzene OMS	6,00E-06		1,38E-05		
Benzene EPA	8,30E-06		1,91E-05		
Benzene OEHHHA	2,90E-05		6,67E-05		

Tab. 19

IPA		Concentrazione in aria 2017 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale *Inferiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-05	Rischio incrementale su 100.000	
IPA OEHHHA	1,10E-03	0,0008	0,81E-06	0,01-6,9	<u>Prisciano</u> <u>Carrara</u> <u>Maratta</u>
IPA OMS	8,70E-02		6,9E-05		
IPA ISS	1,10E-04		0,081E-06		
IPA OEHHHA	1,10E-03	0,0012	1,32E-06	0, 01 – 10,4	<u>Borgo Rivo</u>
IPA OMS	8,70E-02		10,4E-05		
IPA ISS	1,10E-04		0,13E-06		
IPA OEHHHA	1,10E-03	0,001	1,10E-06	0,01 – 8,7	<u>Le Grazie</u>
IPA OMS	8,70E-02		8,70E-05		
IPA ISS	1,10E-04		0,11E-06		

Tab. 20

PIOMBO	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2017 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale Inferiore a 1,00E-06	Rischio incrementale su 100.000	
piombo OEHHHA	1,20E-05	0,003	<<1,00E-6	<<0,1	<u>Borgo Rivo</u>
piombo OEHHHA	1,20E-05	0,005	<<1,00E-6	<<0,1	<u>Carrara</u>
piombo OEHHHA	1,20E-05	0,004	<<1,00E-6	<<0,1	<u>Le Grazie</u>
piombo OEHHHA	1,20E-05	0,013	<<1,00E-6	<<0,1	<u>Prisciano</u>

Tab. 21

<b>Cromo VI</b>	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2016 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale superiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-05	<b>Rischio incrementale su 100.000</b>	
CrVI OMS	4,20E-02	0,0019	7,98E-05	<b>0,16 – 28,5</b>	<u>Prisciano</u>
CrVI ISS	8,4E-02		16,0E-05		
CrVI SCOELa	8,40E-04		1,60E-06		
CrVI SCOELB	5,00E-03		9,50E-06		
CrVI NIOSH	5,00E-02		9,50E-05		
CrVI US-EPA	1,20E-2		2,28E-05		
Cr VI OEHA	1,50E-1		28,5E-05		

Tab.22

<b>Cromo VI</b>	unit risk (mcg/Nmc)	Concentrazione in aria 2016 (mcg/Nmc)	Rischio incrementale *Inferiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-06 superiore a 1,00E-05	<b>Rischio incrementale su 100.000</b>	
CrVI OMS	4,20E-02	0,0006	2,52E-05	<b>0,05 – 9,0</b>	<u>Borgo Rivo</u>
CrVI ISS	8,4E-02		5,04E-05		
CrVI SCOELa	8,40E-04		0,50E-06		
CrVI SCOELB	5,00E-03		3,00E-06		
CrVI NIOSH	5,00E-02		3,00E-05		
CrVI US-EPA	1,20E-2		7,20E-06		
Cr VI OEHA	1,50E-1		9,00E-05		

I dati delle tabb. 15-22, utilizzati per i calcoli del rischio incrementale basato sulle Unit Risk dei vari organismi scientifici, rappresentano solo un'approssimazione della reale esposizione della popolazione.

Il progetto self-air promosso dall'ordine dei medici di Terni e gestito dall'ARPA si muove nella giusta direzione per definire meglio questo parametro.

Il confronto con i dati dell'inquinamento (tabb. 7-14) mette comunque in evidenza una discrepanza fra la valutazione dell'accettabilità o inaccettabilità dell'inquinamento stimata sul mero dato ambientale con quella derivante dalla stima del rischio incrementale. Essa è significativa per quanto riguarda Benzene e CrVI (per il quale non ci sono valori limite), più contenuta rispetto agli IPA; una discreta concordanza si ha invece per il nichel.

Da segnalare infine che la stazione di Prisciano mette in evidenza una situazione di inquinamento da metalli pesanti molto maggiore delle altre.

## A) VALUTAZIONE DOSE-RISPOSTA

La tematica che riguarda questi inquinanti è particolarmente complessa ed articolata, sia in termini normativi che scientifici. Sugli effetti cancerogeni e cronici non cancerogeni di diossine, furani (PCDD/F) e PCB con effetto diossino simile (PCBdl) ci sono differenze di vedute fra vari organismi scientifici istituzionali come in pochi altri casi <sup>(26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33)</sup>. Ciò ha comportato l'adozione di numerosi valori limite per gli alimenti (quelli usati in questa relazione sono 22, di cui 17 previsti dalla normativa italiana per il latte, la carne, le uova e gli ortaggi), articolati su diverse unità di misura di riferimento; da qui deriva la necessità di riportare le stime dell'effetto sanitario ad un assorbimento giornaliero, settimanale o mensile per chilo di peso corporeo, stimato in 70 kg per gli adulti e 15 kg per i bambini.

I valori limite previsti dalle diverse istituzioni sono i seguenti:

### A1) Effetti cronici non cancerogeni

#### 1) Regolamenti UE <sup>(34)</sup>

Tenore massimo pg/g grasso WHO-PCDD/F-PCB-TEQ			Tenore massimo pg/g grasso WHO-PCDD/F-TEQ		
latte	uova	carne rossa	latte	uova	Carne rossa
5,5	5	4	2,5	2,5	2,5

Tenore massimo mcg/g grasso NDL PCB		
latte	Carne rossa	uova
40	40	40

Limite Azione pg/g grasso WHO-PCDD/F -TEQ				Limite Azione pg/g grasso WHO-PCBdl TEQ			
latte	uova	carne rossa	ortaggi	latte	uova	carne rossa	ortaggi
1,75	1,75	1,75	0,30	2,00	1,75	1,75	0,10

2) Per PCDD/F e PCBdl l'OMS <sup>(36)</sup> ha stabilito una dose giornaliera accettabile (TDI) da 1 a 4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ <sup>(37)</sup>/kg di peso corporeo al giorno considerando il limite superiore la base provvisoria della dose massima accettabile. Il valore inferiore rappresenta l'obiettivo dell'OMS di ridurre l'assunzione di WHO-PCDD/F-PCB-TEQ da parte dell'uomo a < 1 pg/kg di peso corporeo. Per stabilire la dose giornaliera TDI l'OMS si è basata sul Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) descritto da diversi autori per le varie specie e per endpoint differenti.

3) Nel 2001 il **Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)** <sup>(35)</sup> ha stabilito una dose mensile tollerabile provvisoria (provisional tolerable monthly intake; PTMI) di 70 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg di peso corporeo al mese (JECFA 2001) basandosi sul Lowest Observed Effect Level (LOEL) nonché sul No Observed Effect Level (NOEL) dedotti da studi di Faqi et al. (1998) nonché Ohsako et al. (2001).

4) Nel 2001 lo **Scientific Committee on Food (SCF) dell'UE** <sup>(35)</sup> ha stabilito la dose settimanale accettabile (TWI, tolerable weekly intake) di 14 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg di peso corporeo alla settimana basandosi sul LOAEL per la diminuzione dello sperma prodotto e sul cambiamento nel comportamento sessuale dei ratti maschi Wistar pubblicato da Faqi et al. (1998).

5) L'US EPA e l'ISS hanno rispettivamente stabilito una dose giornaliera tollerabile (TDI) ed una Rfd entrambe pari a 0,7 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg di peso corporeo al giorno <sup>(27)</sup>.

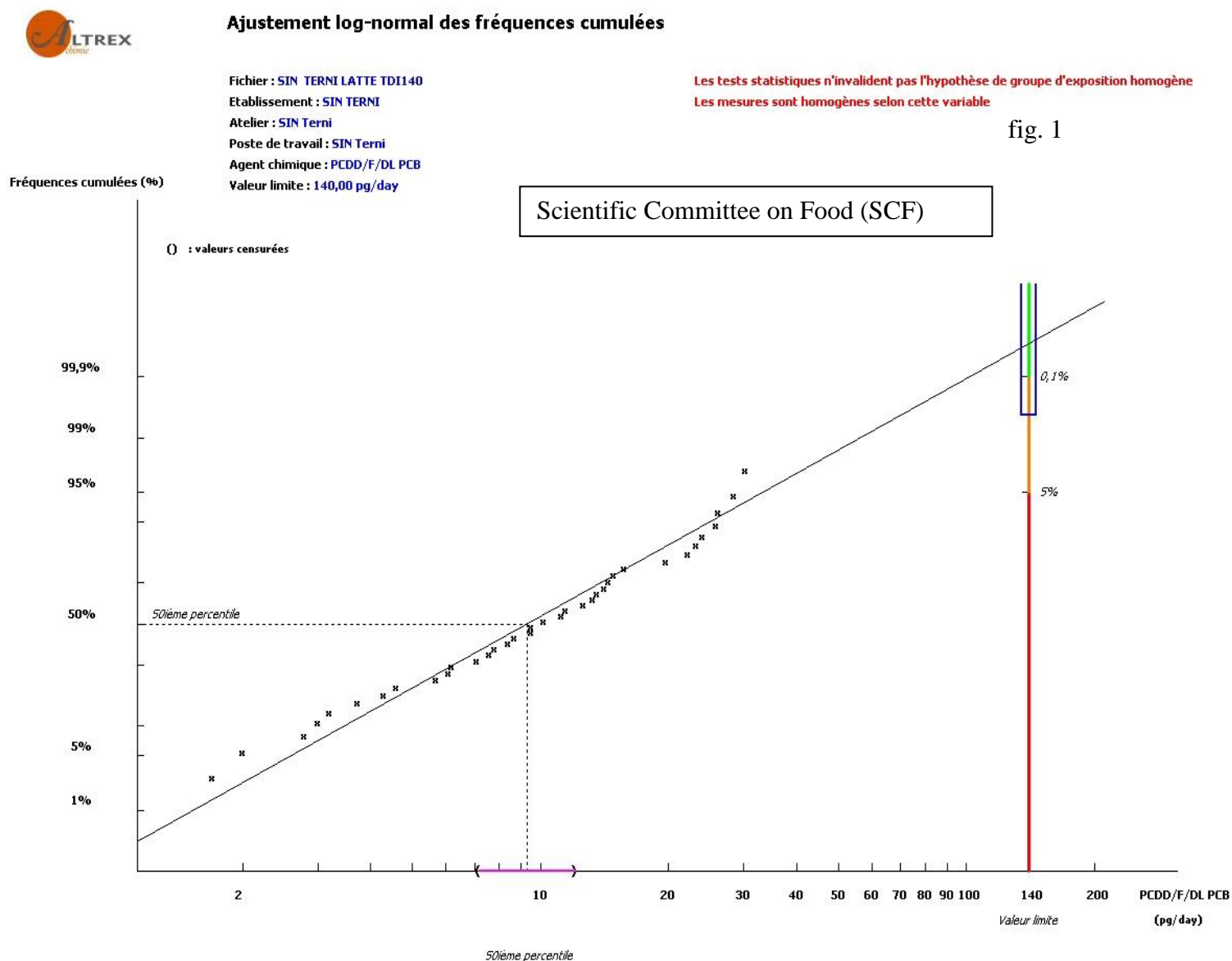
## A2) effetti cancerogeni

Sugli effetti cancerogeni è in corso una disputa scientifica che dura da circa 30 anni fra chi ritiene che i PCDD/F e DL PCB siano promotori operanti con meccanismo epigenetico e pertanto con un valore soglia al di sotto del quale non c'è rischio incrementale di neoplasie e chi invece indica tali tossici come cancerogeni completi per i quali il valore soglia non esiste.

### A3) Confronto fra i vari valori limite

I valori dei campionamenti eseguiti su latte nel 2013-2015 sono stati confrontati ai fini dell'accettabilità riferendoli ai diversi valori limite sopra descritti. Si è utilizzato il criterio stabilito dalla norma UNI 689:1997 basato sulla distribuzione percentile e su tre possibili risultati: rispetto del valore limite (verde), indecisione (arancione), superamento del valore limite (rosso).

Per il TDI pari a 2 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg di peso corporeo previsto dallo Scientific Committee on Food (SCF) dell'UE si ha una situazione di accettabilità a livello del 99,9° centile (zona verde fig. 1).

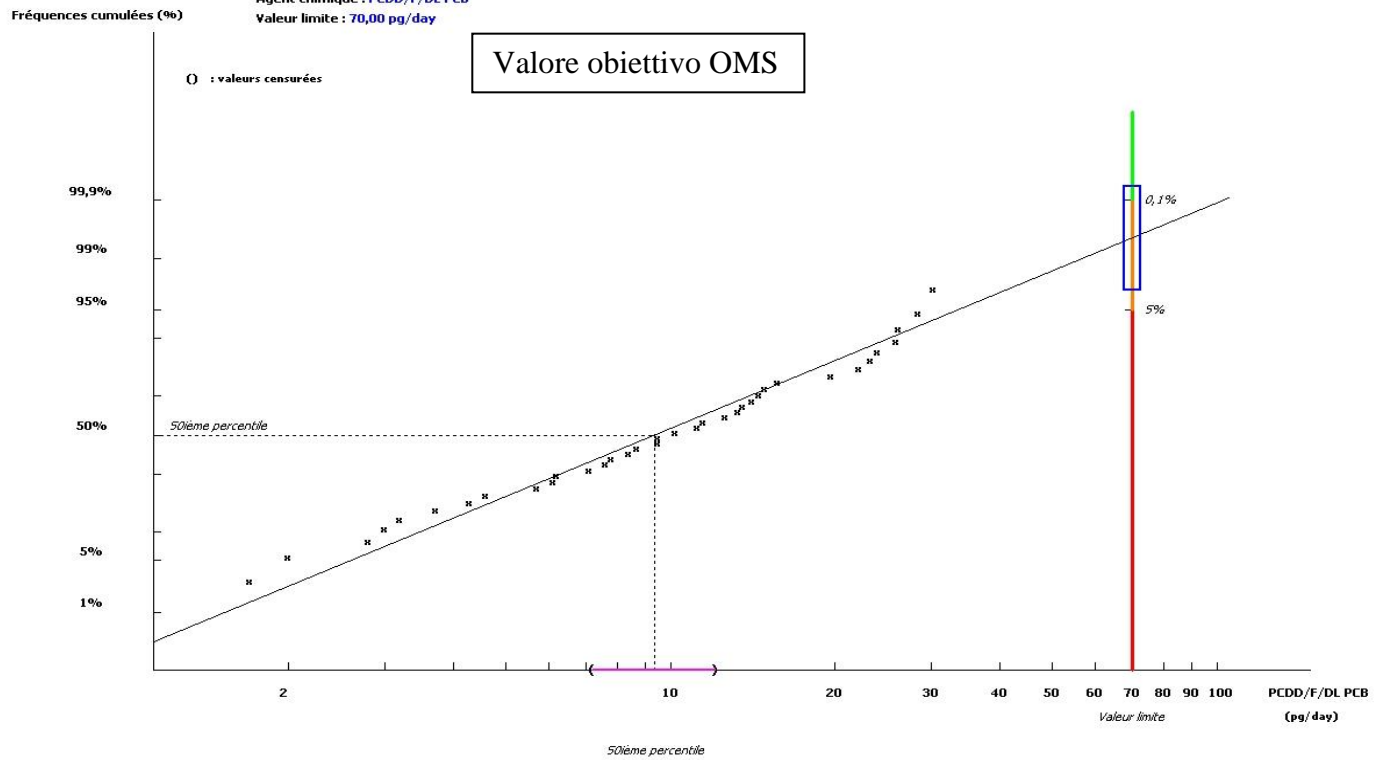


Per il TDI pari a 1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg di peso corporeo previsto come Valore obiettivo dall'OMS, l'accettabilità non sussiste a livello del 99.9° centile (zona arancione, fig. 2), mentre si raggiunge a livello del 99° centile (zona verde, fig. 3).

Fichier : SIN TERNI LATTE TDI 70  
Etablissement : SIN TERNI  
Atelier : SIN Terni  
Poste de travail : pg/kg bw  
Agent chimique : PCDD/F/DL PCB  
Valeur limite : 70,00 pg/day

Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène  
Les mesures sont homogènes selon cette variable

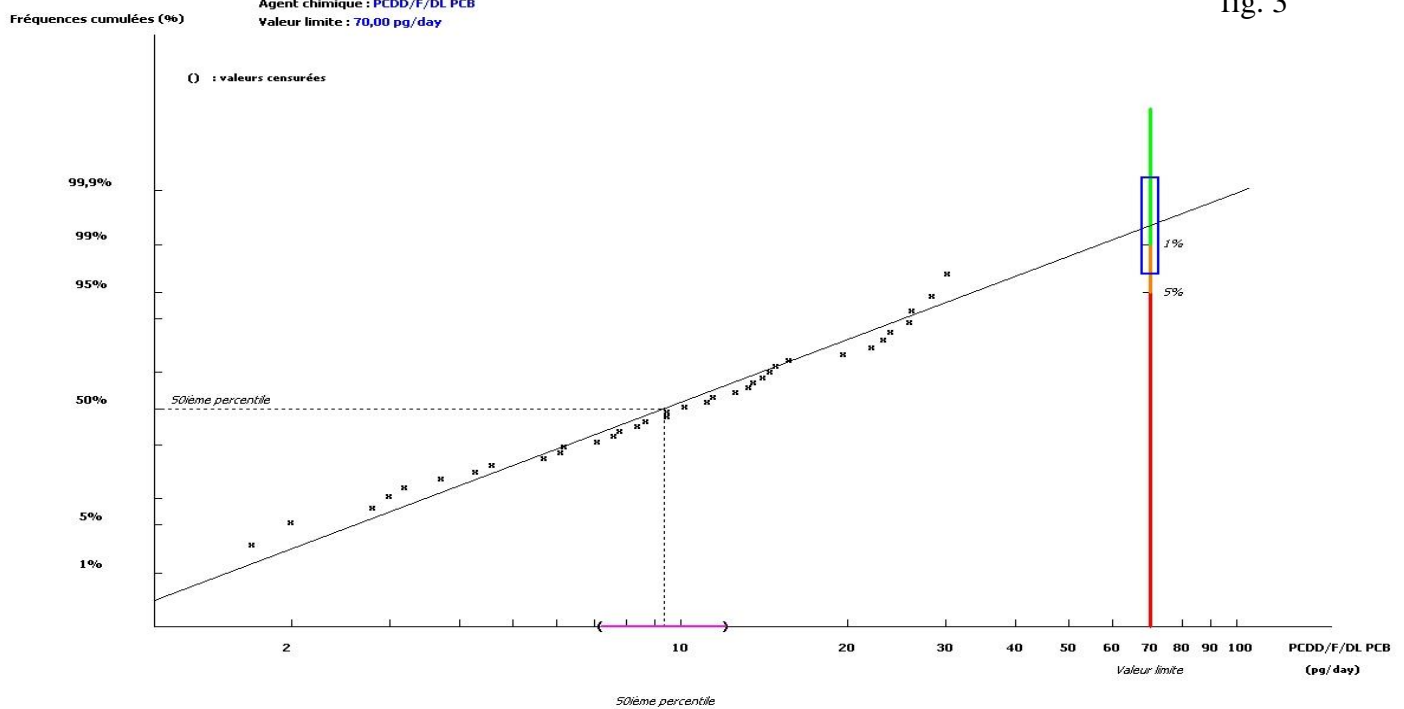
fig. 2



Fichier : SIN TERNI LATTE TDI 70  
Etablissement : SIN TERNI  
Atelier : SIN Terni  
Poste de travail : pg/kg bw  
Agent chimique : PCDD/F/DL PCB  
Valeur limite : 70,00 pg/day

Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène  
Les mesures sont homogènes selon cette variable

fig. 3



Per il TDI pari a 0,7 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg di peso corporeo previsto dall' US EPA e per il TM pari a 5,5 pg/g grasso previsto dalla CE non c'è accettabilità al livello del 99° centile (zona arancione, fig. 4 e 5).

Fichier : SIN TERNI LATTE TDI EPA 49

Etablissement : SIN TERNI

Atelier : SIN Terni

Poste de travail : SIN Terni

Agent chimique : PCDD/F/DL PCB

Valeur limite : 49,00 pg/day

Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène  
Les mesures sont homogènes selon cette variable

fig. 4

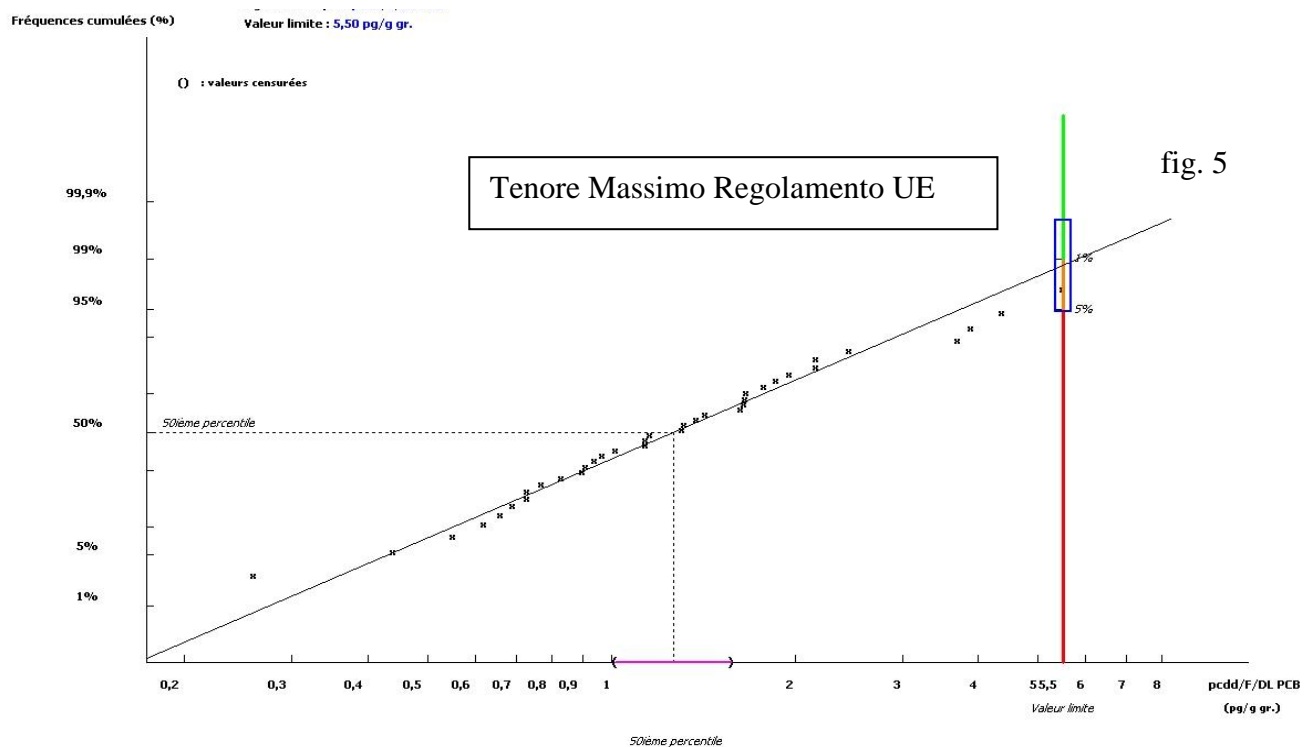
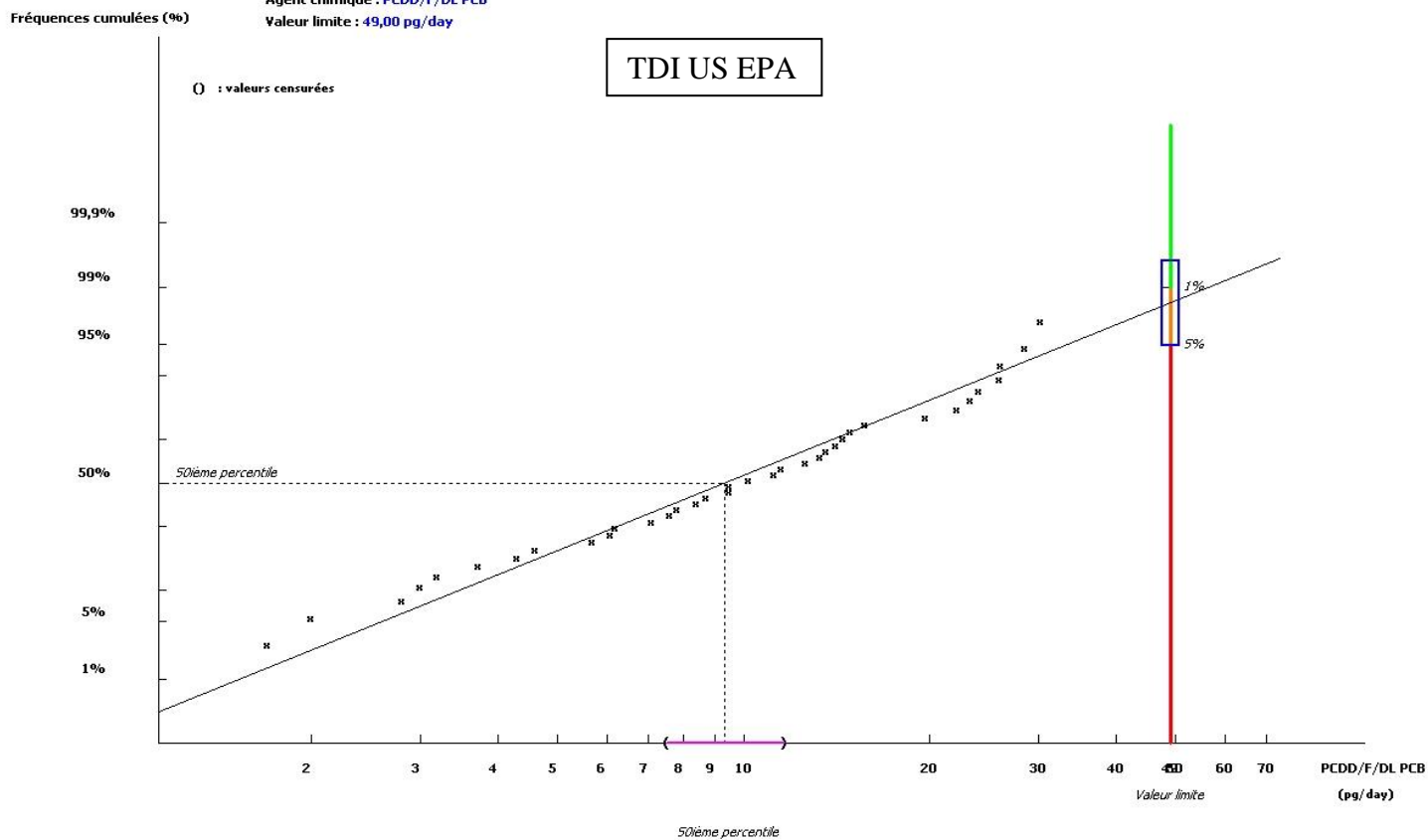
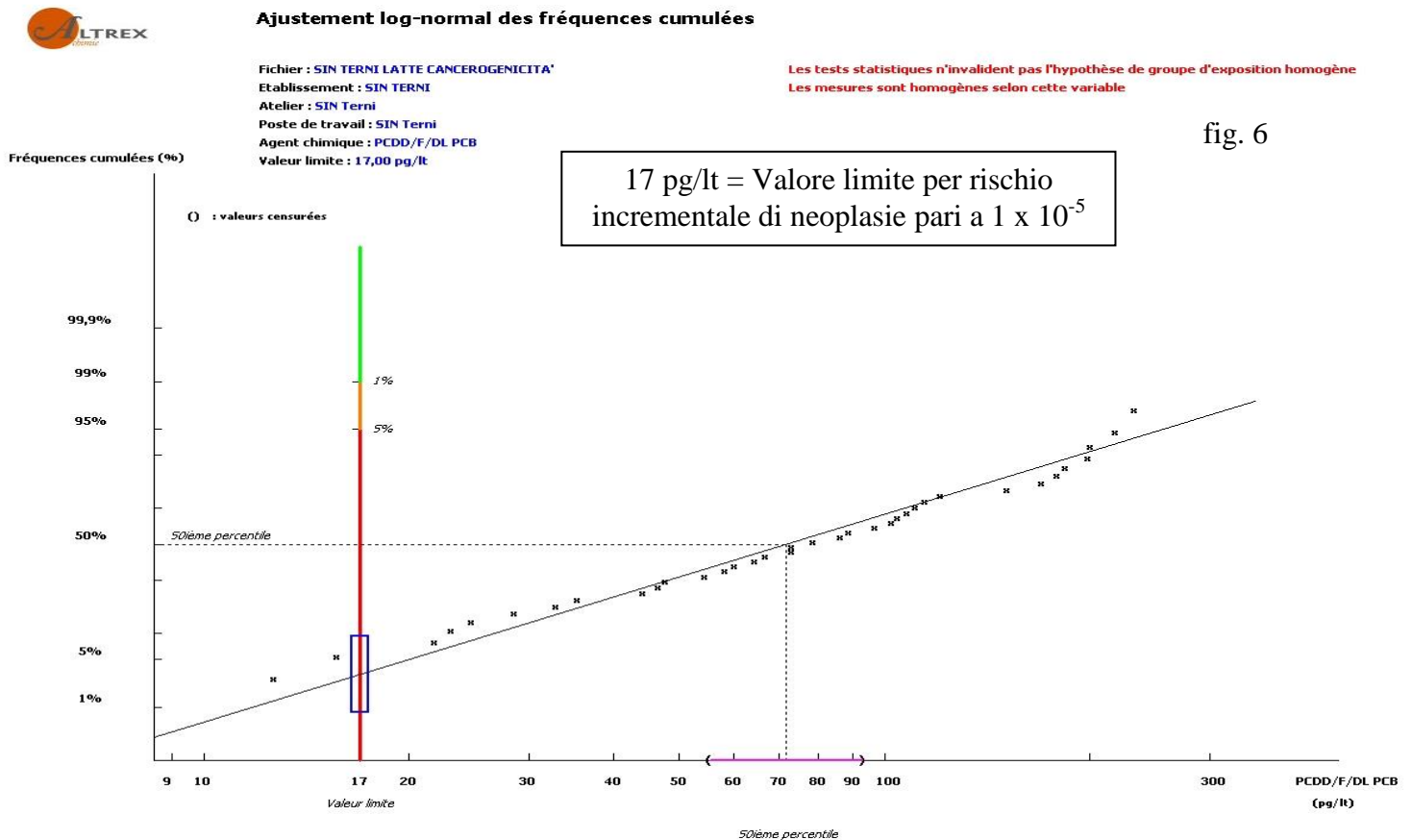


fig. 5

Posto che il livello di accettabilità di  $1 \times 10^{-5}$  del rischio incrementale di neoplasie corrisponde ad un Valore limite\* di 17 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ / lt di latte per un consumo giornaliero pari a 130 grammi, la situazione è inaccettabile (zona rossa) a livello del 95° centile.

(\*individuato in base a concentrazione in pg/g grasso ed a percentuale medie di grasso nel latte, fig. 6)



Sulla base delle valutazioni sopra riportate, emerge che il TDI dell'US EPA ed il TM della CE danno risultati praticamente sovrapponibili e sono più cautelativi rispetto agli altri parametri.

E' comunque da rilevare che anche questi due parametri non sono cautelativi rispetto al rischio cancerogeno.

Da quanto sopra illustrato, adottando il principio dell'ipotesi peggiore, la caratterizzazione del rischio si baserà sulla stima del rischio incrementale cancerogeno, utilizzando lo SF (mg/kg-day) di  $1,3 \times 10^5$  indicato da US EPA, OHEEA e ISS ed in accordo con l'ipotesi dell'assenza di un valore soglia.



## B) VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE a PCDD/F e DL PCB

### B1) Assorbimento attraverso il consumo di zucchine e lattuga

Dalle analisi eseguite nel 2015 su 12 campioni (6+6) di zucchine e lattuga, che sono risultati **tutti al di sotto dei rispettivi livelli d'azione** risulta una concentrazione media rispettivamente di 0,06 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /g. In tab. 1 sono riportate le quantità medie di zucchine e lattuga consumate dalla popolazione adulta italiana desunte da "Indagine sui consumi alimentari in Italia: INRAN-SCAI 2005-2006" <sup>(36)</sup> e la corrispondente quantità di WHO-PCDD/F-PCB-TEQ assorbita ai livelli riscontrati

Il risultato per un consumatore medio è di 0,84 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /die per le zucchine, mentre per la lattuga è di 0,51 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /die.

Assorbimento di PCDD/F/DL PCB tramite il consumo di lattuga e zucchine (tab.23)

Consumo medio al giorno di zucchine: dati INRAN <sup>(37)</sup>	Assorbimento di WHO-PCDD/F-PCB-TEQ in pg/die per un contenuto di 0,06 pg/g nelle zucchine	Consumo medio al giorno di lattuga: dati INRAN <sup>(37)</sup>	Assorbimento di WHO-PCDD/F-PCB-TEQ in pg/die per un contenuto di 0,03 pg/g nella lattuga
14 g	0,84 pg/die	17 g	0,51 pg/die

### B2) Assorbimento attraverso il consumo di carne rossa

I due campioni di carne rossa hanno presentato una concentrazione di 0,95 e 1,14 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /gr. **grasso, inferiore a tutti i 5 valori di tenore massimo e limite d'azione.**

### B3) Assorbimento attraverso il consumo di latte ed uova

Le fig. da 1 a 6 mostrano che **per i 36 campioni di latte non si è mai superato il Tenore Massimo (TM) di 5,5 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /g gr.** previsto dai regolamenti UE, tranne in un prelievo, che si colloca a livello del TM con il suo limite fiduciale superiore. Il Limite d'Azione (LA) di 1,75 pg WHO PCDD/F TEQ /g gr latte è stato superato in 3 campioni; 32 campioni sono risultati nella norma.

Per le **uova**, la fig. 7 mostra che **5 campioni hanno superato il Tenore Massimo** di 5 pg WHO-PCDD/F-PCBdl-TEQ /g gr., **1 campione ha superato il TM di 2,5 pg WHO-PCDD/F- TEQ /g gr.** ed **1 il TM di 40 mcg/kg NDL PCB.** Infine **4 campioni hanno superato il Limite d'Azione** di 1,75 pg WHO- PCBdl-TEQ /g gr. I restanti **14** sono risultati nella norma.

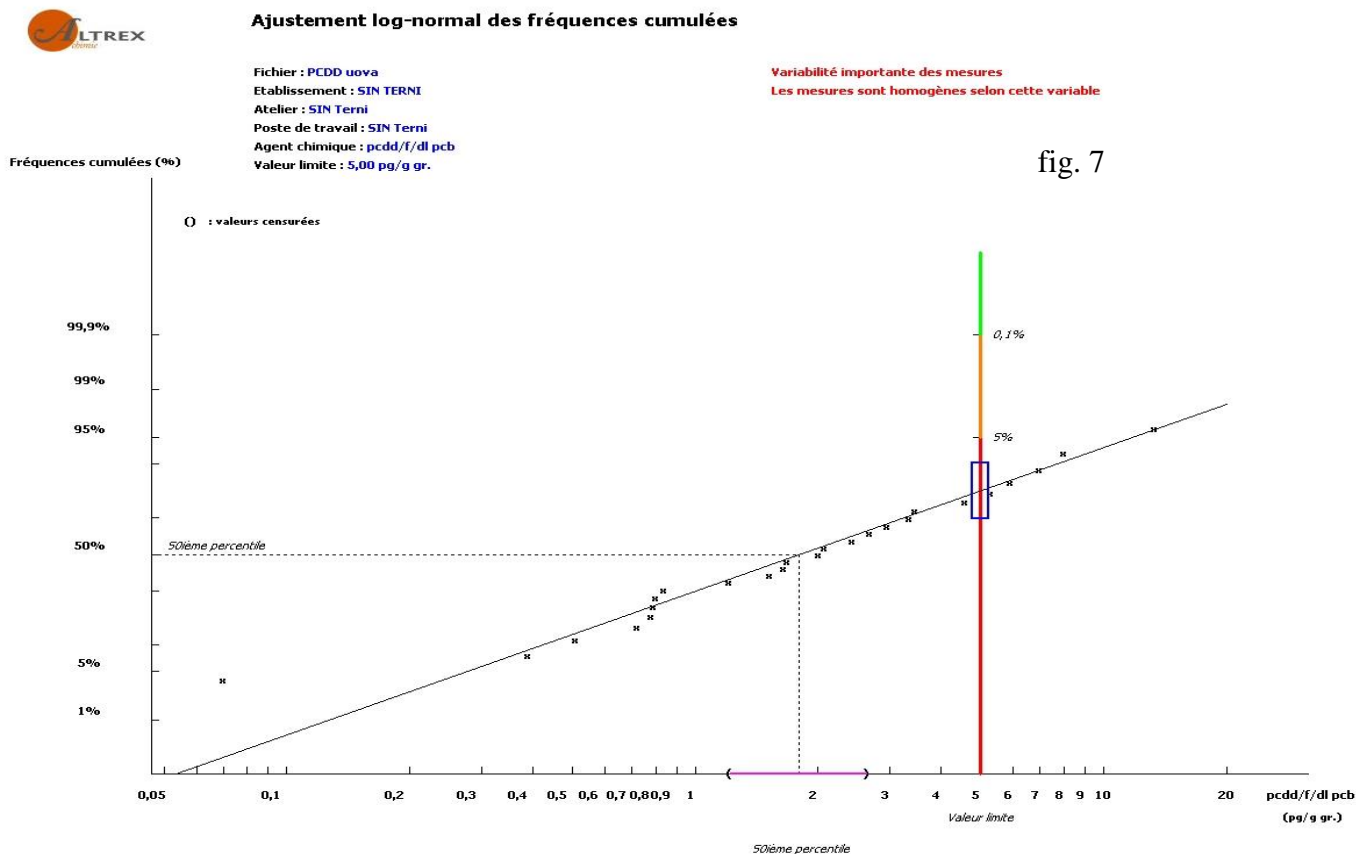


fig. 7

## C) CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO

### Stima del consumo massimo ammissibile per tutelare la salute

Fatto salvo il principio che il consumo dell'alimento è da vietare laddove la normativa lo preveda superati gli specifici valori limite di contaminazione in essa previsti, si ritiene necessario superare una concezione che tenga solo conto di tale aspetto che da solo può non garantire sempre un'assunzione alimentare sicura; è necessario introdurre un altro dato fondamentale e cioè la quantità consumata di alimento.

E' evidente, per fare un esempio, come assumere quotidianamente 500 grammi di latte con un livello di contaminazione di 1,7 pg/g. grasso WHO-PCDD/F –TEQ, quindi inferiore al Limite di Azione pari a 1,75 pg/g. grasso, comporti un'assunzione di questi tossici 3 volte maggiore rispetto ad un consumo di 1 bicchiere da 100 grammi al giorno di latte con un livello di contaminazione di 2,55 pg/g WHO-PCDD/F –TEQ, superiore al tenore massimo.

Ci troveremmo cioè di fronte al paradosso che sarebbe ammessa un'assunzione di contaminante più di 3 volte maggiore rispetto a quella che sarebbe vietata.

Per superare questo gap culturale, di seguito si riportano delle tabelle di consumo massimo ammissibile degli alimenti contaminati sulla base del loro contenuto di sostanze tossiche, a prescindere dal fatto che i livelli di contaminazione siano inferiori o superiori ai valori limite.

### Effetti cronici non cancerogeni

Nell'ipotesi che la nutrizione sia basata su alimenti che abbiano i livelli di contaminazione medi rilevati nei campioni prelevati nel corso degli ultimi anni dalla USL e che il consumo sia quello medio della popolazione italiana, il rischio per gli effetti non cancerogeni può essere escluso per tutti i diversi valori limite di assunzione (massima giornaliera, media giornaliera per tutto l'anno, settimanale o mensile) dei vari organismi scientifici di riferimento, in primis quelli previsti dall'**Istituto Superiore di Sanità (ISS)**, dallo **Scientific Committee on Food (SCF) dell'UE**, dall'**OMS**, dall'**US-EPA**, dal **JECFA FAO-WHO**.

### Effetti cancerogeni

Il rischio incrementale cancerogeno in 70 anni su una popolazione di 1.000.000 persone che consumasse **ESCLUSIVAMENTE** i prodotti contaminati, per i livelli di contaminazione rilevati e con un consumo medio pari a quello della popolazione italiana nei campioni prelevati sarebbe sempre inaccettabile e stimabile in:

- **lattuga e zucchine**, circa 6 tumori per un consumo medio giornaliero a persona di 17 e 14 grammi
- **latte**, circa 60 tumori per un consumo medio giornaliero a persona di 130 grammi
- **uova**, circa 30 tumori per un consumo settimanale a persona di 2 uova
- **carne rossa**, circa 160 tumori per un consumo medio giornaliero a persona di 43 grammi.

### C1) Ortaggi (Lattuga e zucchine)

Un consumo giornaliero a persona di 17 e 14 grammi rispettivamente di lattuga e zucchine<sup>(37)</sup>, pari al consumo medio degli italiani stimato dall'INRAN, con il livello di contaminazione massimo riscontrato nei campioni prelevati nel 2015 pari a 0,1 WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g., renderebbe sicuro il consumo in riferimento agli effetti non cancerogeni, ma non per gli effetti cancerogeni.

Per garantire il rispetto del rischio incrementale accettabile, il consumo medio di 31 grammo al giorno a quel livello di contaminazione non dovrebbe superare gli 80 giorni.

Tab. 24)

valore contaminazione Zucchine e Lattuga <b>mq/gr</b>	contaminante				l'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
<b>1E-10</b>	<b>PCDD/F-PCB DL</b>				
consumo gr/al giorno	consumo <b>massimo</b> <b>giornaliero</b> tollerabile gr/giorno		fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)	
31	500		14 - 16 anni , 50 kg	0,06	
31	700		17 -70 anni, 70 kg	0,04	
	consumo <b>massimo</b> <b>giornaliero</b> tollerabile kg/giorno			TDI Ing. OMS 4 pg/kg bw [mg/kg bw/giorno]	
31	2000		14 - 16 anni , 50 kg	0,02	
31	2800		17 -70 anni, 70 kg	0,01	
	consumo <b>medio</b> <b>giornaliero</b> tollerabile, kg/giorno	giorni di consumo all'anno *		ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)	
31	1597	80	14 - 16 anni , 50 kg	0,02	
31	2236	80	17 -70 anni, 70 kg	0,01	
	consumo medio giornaliero <b>nella</b> <b>settimana</b> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <b>nella settimana</b> kg/giorno	giorni di consumo a settimana		TWI: mg/kg-week (14 pg/kg-week)
31	7000		7	14 - 16 anni , 50 kg	0,03
31	9800		7	17 -70 anni, 70 kg	0,02
	consumo medio giornaliero <b>nel mese</b> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <b>nel mese:</b> kg/giorno	giorni di consumo al mese		PTMI mg/kg-mese (to pg/kg-mese)
31	35000		30	14 - 16 anni , 50 kg	0,03
31	49000		30	17 -70 anni, 70 kg	0,02
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo*	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile ≤ 1E- 6), per anni e giorni* di consumo	Consumo massimo per garantire un rischio CANCEROGENO incrementale minore di 1 su milione , <b>per anni</b> e <b>giorni* di consumo</b>	
31	14-16 anni,50 kg	0	9,73E-07	31,84650997	
31,00	17-70 anni,70 kg	54		31,84650997	

## C2) Latte

Il consumo medio giornaliero di 130 grammi di latte <sup>(37)</sup> stimato sulla popolazione italiana con una concentrazione pari alla media dei 35 campioni di latte di 1,57 pg WHO-PCDD/F/PCB-TEQ/ gr. grasso, inferiore a tutti i tenori massimi ed ai limiti di azione comporterebbe il rispetto dei valori limite di assunzione dei vari organismi internazionali. Per garantire però, in base al principio di precauzione, anche il rispetto del rischio incrementale di neoplasie accettabile di  $1 \times 10^{-6}$ , il consumo di latte con i livelli di contaminazione riscontrati andrebbe ridotto ad un consumo saltuario (circa 1 volta al mese) di 130 grammi al giorno.

Tab. 25)

valore contaminazione latte <u>mg/gr</u>	contaminante				l'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
<b>1,1454E-10</b>	<b>PCDD/F-PCB</b>				
consumo gr/al giorno	consumo <u>massimo</u> <u>giornaliero</u> tollerabile gr/giorno		fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)	
130	437		14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,30</b>	
130	611		17 -70 anni, 70 kg	<b>0,21</b>	
	consumo <u>massimo</u> <u>giornaliero</u> tollerabile kg/giorno			US EPA TDI mg/kg - die (0,7 pg/kg-die)	
130	306		14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,43</b>	
130	428		17 -70 anni, 70 kg	<b>0,30</b>	
	consumo <u>medio</u> <u>giornaliero</u> tollerabile, kg/giorno	<u>giorni di consumo</u> <u>all'anno *</u>		ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)	
130	7967	14	14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,02</b>	
130	11153	<b>14</b>	17 -70 anni, 70 kg	<b>0,01</b>	
consumo medio giornaliero <u>nella</u> <u>settimana</u> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nella settimana</u> kg/giorno	giorni di consumo a settimana		SCF UE TWI: mg/kg- week (14 pg/kg-week)	
130	6111	7	14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,15</b>	
130	8556	<b>7</b>	17 -70 anni, 70 kg	<b>0,11</b>	
consumo medio giornaliero <u>nel mese</u> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nel mese:</u> kg/giorno	giorni di consumo al mese		JECFA PTMI mg/kg-mese (70 pg/kg-mese)	
130	30557	30	14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,13</b>	
130	42780	<b>30</b>	17 -70 anni, 70 kg	<b>0,09</b>	
consumo medio gr/al giorno		<u>anni di consumo*</u>	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile $\leq 1E-6$ ), per <u>anni* e giorni*</u> di consumo	Consumo in gr/al giorno per avere un rischio di 1 su milione in base ad anni e giorni consumo previsti	
130	14-16 anni,50 kg	<b>2</b>	9,46E-07	137,5	
130	17-70 anni,70 kg	<b>54</b>		137,5	

### C3) Uova

Il consumo medio di 2 uova a settimana delle famiglie italiane <sup>(39)</sup>, corrispondente ad un consumo giornaliero medio di 17 gr., contenenti una concentrazione di 2,5 pg WHO-PCDD/F/PCB-TEQ /gr. grasso pari alla media dei 22 campioni di uova comporterebbe il rispetto dei valori limite di assunzione dei vari organismi internazionali. Tale consumo medio potrebbe essere aumentato fino a 10 volte garantendo il rispetto di tutti i valori limite di assunzione per gli effetti non cancerogeni (TDI, PTMI, TWI, RfD). Per garantire però, in base al principio di precauzione, anche il rispetto del rischio incrementale di neoplasie accettabile di  $1 \times 10^{-6}$ , il consumo di 2 uova a settimana non può essere superato 852 settimane all'anno). In figura 8, infatti, si vede che il consumo di 2 uova comporta un rischio incrementale pressochè al livello di rischio accettabile.

Tab. 26)

valore contaminazione UOVA <u>mg/gr</u>	contaminante	l'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1		
<b>2,175E-10</b>	<b>PCDD/F-PCB</b>			
consumo medio gr/al giorno (pari a due uova a settimana)	consumo <u>massimo giornaliero</u> tollerabile gr/giorno		fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)
17	230		14 - 16 anni , 50 kg	0,07
17	322		17 -70 anni, 70 kg	0,05
	consumo <u>massimo giornaliero</u> tollerabile kg/giorno			US EPA TDI mg/kg - die (0,7 pg/kg-die)
17	161		14 - 16 anni , 50 kg	0,11
17	225		17 -70 anni, 70 kg	0,08
	consumo <u>medio giornaliero</u> tollerabile, kg/giorno	giorni di consumo all'anno *		ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)
17	1130	52	14 - 16 anni , 50 kg	0,02
17	1581	52	17 -70 anni, 70 kg	0,01
consumo medio giornaliero <u>nella settimana</u> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nella settimana</u> kg/giorno	giorni di consumo a settimana		SCF UE TWI: mg/kg-week (14 pg/kg-week)
17	3218	7	14 - 16 anni , 50 kg	0,04
17	4506	7	17 -70 anni, 70 kg	0,03
consumo medio giornaliero <u>nel mese</u> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nel mese:</u> kg/giorno	giorni di consumo al mese		JECFA PTMI mg/kg-mese (70 pg/kg-mese)
17	16092	30	14 - 16 anni , 50 kg	0,03
17	22529	30	17 -70 anni, 70 kg	0,02
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo*	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile $\leq 1E-6$ ), per <u>anni*</u> e <u>giorni*</u> di consumo	Consumo in gr/al giorno <u>tutti i giorni</u> per avere un rischio di 1/milione in base ad anni e giorni consumo previsti
17	14-16 anni,50 kg	2	8,72E-07	19
17	17-70 anni,70 kg	54		19

#### C4) Carne rossa

Il consumo medio giornaliero delle famiglie italiane di 40 grammi <sup>(37)</sup> per ragazzi di età fra 14 e 16 anni e di 55 gr. fra i 17 e 70 anni di carne avente la concentrazione pari alla media dei 2 campioni di carne di 1,050 pg WHO-PCDD/F/PCB-TEQ /gr. grasso comporta il rispetto dei valori limite di assunzione sia per quanto riguarda i rischi non cancerogeni che quelli cancerogeni.

Tab. 27)

valore contaminazione carne <u>mg/gr</u>	contaminante				l'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
<b>6,405E-12</b>	<b>TCDD</b>				
consumo gr/al giorno	consumo <u>massimo giornaliero</u> tollerabile gr/giorno		fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)	
40	7806		14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,0051</b>	
55	10929		17 -70 anni, 70 kg	<b>0,0050</b>	
	consumo <u>massimo giornaliero</u> tollerabile kg/giorno			US EPA TDI mg/kg - die (0,7 pg/kg-die)	
40	5464		14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,01</b>	
55	7650		17 -70 anni, 70 kg	<b>0,01</b>	
	consumo <u>medio giornaliero</u> tollerabile, kg/giorno	<u>giorni di consumo all'anno *</u>		ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)	
40	5464	365	14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,01</b>	
55	7650	<b>365</b>	17 -70 anni, 70 kg	<b>0,01</b>	
consumo medio giornaliero <u>nella settimana</u> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nella settimana</u> kg/giorno	giorni di consumo a settimana		TWI: mg/kg-week (14 pg/kg-week)	
40	109290	7	14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,00</b>	
55	153005	<b>7</b>	17 -70 anni, 70 kg	<b>0,00</b>	
consumo medio giornaliero <u>nel mese</u> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nel mese:</u> kg/giorno	giorni di consumo al mese		PTMI mg/kg-mese (70 pg/kg-mese)	
40	546448	30	14 - 16 anni , 50 kg	<b>0,00</b>	
55	765027	<b>30</b>	17 -70 anni, 70 kg	<b>0,00</b>	
consumo medio gr/al giorno		<u>anni di consumo*</u>	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile ≤ 1E-6), per <u>anni*</u> e <u>giorni*</u> di consumo	Consumo in gr/al giorno per avere un rischio di 1/milione in base ad anni, giorni e consumo previsti	
40	14-16 anni,50 kg	<b>2</b>	<b>5,62E-07</b>	71	
55	17-70 anni,70 kg	<b>54</b>		98	

### C5) Olive

Il consumo medio giornaliero delle famiglie italiane di 1,4 grammi di olive<sup>(37)</sup> per un'età fra 14 e 70 anni avente la concentrazione uguale alla media dei 6 campioni di olive pari a 0,145 pg WHO-PCDD/F/PCB-TEQ /gr. comporta l'ampio rispetto dei valori limite di assunzione sia per quanto riguarda i rischi non cancerogeni che quelli cancerogeni. Il consumo massimo ammissibile è di 4 grammi al giorno.

Tab. 28)

valore contaminazione olive <b>mq/gr.</b>	contaminante				l'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
<b>1,45E-10</b>	<b>PCDD/F-PCB DL</b>				
consumo gr/al giorno	consumo <b>massimo</b> <b>giornaliero</b> tollerabile gr/giorno	fascia età e peso		WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)	
4	345	14 - 16 anni , 50 kg		0,01	
4	483	17 -70 anni, 70 kg		0,01	
	consumo <b>massimo</b> <b>giornaliero</b> tollerabile kg/giorno	fascia età e peso		TDI Ing. OMS 4 pg/kg bw [mg/kg bw/giorno]	
4	1379	14 - 16 anni , 50 kg		0,00	
4	1931	17 -70 anni, 70 kg		0,00	
	consumo <b>medio</b> <b>giornaliero</b> tollerabile, kg/giorno	giorni di consumo all'anno *		ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)	
4	241	365	14 - 16 anni , 50 kg	0,02	
4	338	365	17 -70 anni, 70 kg	0,01	
consumo medio giornaliero <b>nella</b> <b>settimana</b> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <b>nella settimana</b> kg/giorno	giorni di consumo a settimana		TWI: mg/kg-week (14 pg/kg-week)	
4	4828	7	14 - 16 anni , 50 kg	0,01	
4	6759	7	17 -70 anni, 70 kg	0,00	
consumo medio giornaliero <b>nel mese</b> kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <b>nel mese:</b> kg/giorno	giorni di consumo al mese		PTMI mg/kg-mese (to pg/kg-mese)	
4	24138	30	14 - 16 anni , 50 kg	0,00	
4	33793	30	17 -70 anni, 70 kg	0,00	
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile ≤ 1E-6), per anni e giorni* di consumo	Consumo massimo per garantire un rischio CANCEROGENO incrementale minore di 1 su milione aggiustato per età , <b>per anni e giorni* di</b> <b>consumo</b>	
4	14-16 anni,50 kg	2	9,60E-07	4,1658165	
4,00	17-70 anni,70 kg	54		4,1658165	

## Riferimenti scientifici e normativi

Da studi epidemiologici e sperimentali sull'uomo e sugli animali il PCE risulta essere una sostanza che ha effetti acuti e cronici in particolare sul sistema nervoso centrale, sul rene e sul fegato. Lo IARC <sup>(40, 41)</sup> lo ha classificato come cancerogeno probabile per l'uomo (gruppo 2A), non genotossico e con valore soglia.

Lo SCOEL (2009) <sup>(42)</sup> della Commissione Europea indica in 173 mg/Nmc il NOAEL, vale a dire il Livello di concentrazione di esposizione cronica per cui non si rilevano effetti avversi sulla salute di un lavoratore; il valore limite **TLV-TWA** derivato è stato ridotto del 20% e fissato a **138 mg/Nmc**.

L'OMS (2006) <sup>(16, 43, 44)</sup> è stata ancora più conservativa ed in rapporto all'ambiente di vita ha **abbassato di quasi 100 volte la Concentrazione Tollerabile (TC)** per gli effetti cronici per esposizione per via respiratoria, stabilendolo a **0,2 mg/Nmc (200 mcg/Nmc)**. Questa concentrazione corrisponde ad una assunzione per via orale, ad es. attraverso l'acqua, pari a 47 mcg/kg peso corporeo al giorno che a sua volta corrisponde ad una concentrazione in acqua di 1.500 mcg/lit prendendo come riferimento una persona del peso di 60 kg che beva 2 litri di acqua al giorno.

La stessa OMS (2011) <sup>(16)</sup>, successivamente ha fissato il **TDI (Tolerable Daily Intake)**, cioè l'assunzione giornaliera tollerabile, in **14 mcg/kg peso corporeo al giorno** (valore individuato dall'US-EPA come RfD, Reference Dose <sup>(45)</sup>), che corrisponde ad una concentrazione in acqua di **400 mcg/lit**. Dividendo per un fattore cautelativo di 10, il **Valore Guida è stato fissato in 40 mcg/lit**, che coincide con **un'assunzione giornaliera di 1,4 mcg/kg peso corporeo al giorno (10% TDI)**.

Successivamente, l'US-EPA ha abbassato la RfD a **6 mcg/kg peso corporeo al giorno** <sup>(46)</sup>, comunque meno cautelativo di 1,4 mcg/kg peso corporeo al giorno previsto dall'OMS.

In Italia, il valore limite previsto dal DLgs 31/2001 è fissato in 0,010 mg/lit, pari a **10 mcg/lit..**

## Dati relativi all'inquinamento dei pozzi di dicembre 2015

Per quanto riguarda i superamenti riscontrati in alcuni punti dell'acquedotto di Terni nel mese di dicembre 2015, premesso che il 27 novembre 2015 i valori erano al di sotto del valore limite, risulta che il 17 dicembre 2015 è stata rilevata una concentrazione di 35,7 mcg/lit di PCE, le successive analisi del 22 dicembre hanno rilevato la concentrazione di 39,8 mcg/l ed infine quelle del 23 dicembre la concentrazione di 51 mcg/l. Il 24 dicembre i pozzi inquinati sono stati disattivati.

Considerando l'ipotesi peggiore, attribuendo cioè al periodo 27 novembre – 17 dicembre 2015 una concentrazione di 35,7 mcg/lit, a quello 18 - 22 dicembre il valore di 39,8 mcg/lit ed a quello 23 - 24 dicembre il valore di 51 mcg/lit, il valore medio di concentrazione per il periodo dal 17 novembre al 24 dicembre risulta pari a **38 mcg/lit (0.038 mg/lit)**, inferiore al Valore Guida dell'OMS sopra indicato, ma superiore al Valore Limite di cui al DLgs 31/2001.

## Risultati della valutazione del rischio

Il valore della media sopra riportato è di vari ordini di grandezza inferiore a quello che provoca effetti acuti nell'uomo e negli animali, ed inferiore anche a quello che provoca effetti cronici, che dato anche il breve periodo di esposizione non avrebbero potuto comunque verificarsi, come si evince anche da ulteriore documentazione prodotta da vari Organismi scientifici nazionali oltre a quelli già citati <sup>(47, 48, 49, 50)</sup>. In questa relazione si è però cautelativamente valutato il rischio aggiuntivo di contrarre un tumore, pur risultando esserci un valore soglia al di sotto del quale non si ha tale effetto.

Per i calcoli, si sono utilizzati gli Oral Slope Factor dell'ISS <sup>(7)</sup>, dell'OMS <sup>(42, 44)</sup>, del Cal.EPA-OEHHA <sup>(20, 21, 51)</sup>, del Minnesota Department of Health <sup>(49)</sup>, del Massachusetts Department of Environmental Protection <sup>(50)</sup>; i risultati, che differiscono fra loro per le diverse relazioni dose-risposta indicate, si collocano tutti al di sotto, anche di due ordini di grandezza, a **0,6 probabilità su 1 milione di contrarre un tumore**, ipotizzando, nell'ipotesi peggiore, un consumo giornaliero di 2 litri di acqua per i 27 giorni di superamento del valore limite di legge di **10 mcg/lit**.

Per dare un'idea concreta, il rischio sarebbe stato inferiore a quello corso trascorrendo 1 ora all'interno di una lavanderia a secco che usa tetracloroetilene con un inquinamento di 69 mg/Nmc (69.000 mcg/Nmc), pari al 50% del valore limite per gli ambienti di lavoro.



**1) Risk assessment in the federal government. Managing the process**

*National Research Council. 1983. National Academy Press, Washington, DC*

**1a) Valutazione di impatto sanitaria del PM10 e dell'O3 in 16 comuni della regione Marche nel 2007 e nel 2008**

*Servizio di Epidemiologia Ambientale, Dipartimento di Ancona, ARPA Marche, 2010*

**2) The NRC Risk Assessment Paradigm**

*October 7, 2014, [www2.epa.gov/fera/nrc-risk-assessment-paradigm](http://www2.epa.gov/fera/nrc-risk-assessment-paradigm)*

**3) Epidemiologia ambientale. Metodi di studio e applicazioni in sanità pubblica**

*pag. 264-271, WHO in collaborazione con USEPA, a cura di ARPAT, Firenze, Giugno 2004*

**4) Handbook for Implementing the Supplemental Cancer Guidance at Waste and Cleanup**

*USEPA, December 20, 2012, <http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/sghandbook/riskcalcs.htm>*

**5) Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati**

*Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), revisione 2, marzo 2008*

**6) Protocollo per il monitoraggio dell'aria indoor/outdoor ai fini della valutazione dell'esposizione inalatoria nei siti contaminati, Sito di Venezia – Porto Marghera Settembre 2014**

*ISS, Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria; INAIL Dipartimento Installazioni di Produzione e Insediamenti Antropici; AULSS 12 Veneziana, Dipartimento di Prevenzione; ARPA del Veneto.*

*[http://www.iss.it/binary/iasa/cont/Protocollo\\_per\\_monitoraggio\\_aria\\_indoor\\_outdoor\\_nei\\_siti\\_contaminati.pdf](http://www.iss.it/binary/iasa/cont/Protocollo_per_monitoraggio_aria_indoor_outdoor_nei_siti_contaminati.pdf)*

**7) Banca Dati ISS-INAIL per Analisi di Rischio Sanitario Ambientale**

*<http://www.iss.it/iasa/index.php?lang=1&tipo=%2040>, 2015*

**8) Problematiche ambientali e sanitarie del sito contaminato denominato "Quadrante Est" nel Comune di Ferrara. Valutazione del rischio. Prima fase.**

*Istituto Superiore di Sanità e Regione Emilia Romagna. Marzo 2012*

*[http://servizi.comune.fe.it/attach/ambiente/docs/fe\\_finale\\_istituto\\_superiore\\_di\\_sanita.pdf](http://servizi.comune.fe.it/attach/ambiente/docs/fe_finale_istituto_superiore_di_sanita.pdf)*

**9) Studio di valutazione dell'esposizione inalatoria a contaminazione atmosferica nella città di Ferrara Prima fase.**

*Anna Bastone, Maria Eleonora Soggiu et. al Istituto Superiore di Sanità, Rapporti ISTISAN 03/19, 2003*

**10) L'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente e sulla salute. Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento atmosferico**

*Atti del Convegno VIIAS, Roma, 4 Giugno 2015*

**11) Il monitoraggio operativo di corpi idrici sotterranei nell'anno 2013**

*Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, Novembre 2014*

**12) Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Relazione tecnica Anno 2011**

*Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, Dicembre 2012*

**13) Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Relazione tecnica Anno 2014**

*Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, maggio 2015*

**14) Health Impact Assessment of Outdoor Air Pollution**

**15) Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), European Commission**  
<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?langId=en&catId=22>

**16) Guidelines for Drinking-water Quality**

World Health Organization, 2011

**17) Air Quality Guidelines For Europe**

WHO Regional publications, European series, n° 91, second edition, 2000

**18) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants**

WHO Regional publications, 2010

**19) Integrated Risk Information System (I.R.I.S.)**

US-EPA, [www.epa.gov/iris/index.html](http://www.epa.gov/iris/index.html)

**20) Technical Support Document for Cancer Potency Factors: Methodologies for derivation, listing of available values, and adjustments to allow for early life stage exposures**

California Environmental Protection Agency, Office Environ. Health Hazard Assessment. May 2009

**21) Cancer Potency Values as of July 21**

California Environmental Protection Agency, Office Environ. Health Hazard Assessment, July 2009

**22) Inquinamento atmosferico e salute umana**

Epidemiol Prev 2009; 33(6) suppl 2: 1-72

**23) Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project**

The Lancet, [Volume 383, No. 9919](#), p785–795, 1 March 2014

**24) Impatto sanitario delle polveri sottili ad Ancona negli anni 2009-2011,**

M. Mariottini et al., ARPA Marche, Dipartimento di Ancona, Servizio Epidemiologia Ambientale, Marzo 2015

**25) Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Part E: Risk Characterisation.**

European Chemicals Agency (ECHA), Version 3.0, May 2016

**26) Polychlorinated Dibenzo- para-dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans**

IARC MONOGRAPHS ON THE evaluation ON OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS  
VOLUME 69, 4-11 Februar 1997

**27) EPA's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments**

Volume 1 (CAS No. 1746-01-6) In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS), February 2012

**28) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs)**

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, November 2000

**29) Dioxin And Cancer**

Chemical & Engineering News August 2, 2010, Volume 88, Number 31 pp. 33 – 34,  
DOI:10.1021/CEN072710124804, Copyright © 2011 American Chemical Society

**30) No Evidence of Dioxin Cancer Threshold**

*D. Mackie et al., Princeton University, Princeton, New Jersey; USA Environmental Health Perspectives, VOLUME 111 | NUMBER 9 | July 2003*

**31) A Comparison of Dioxin Risk Characterizations**

*The Chlorine Chemistry Council, May 2002*

**32) Diossine Furani e PCB**

*APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Febbraio 2006*

**33) Diossine, PCB, IPA - guida alla lettura dei risultati analitici**

*ARPA Piemonte, 2015*

**34) Regolamenti CE 277/2012 e CE 2006-1881, Raccomandazione 11.09.2014**

**35) Dioxins and PCBs in feed and food--review from European perspective**

*Malisch R., Kotz A. Sci Total Environ. 2014 Sep 1;491-492:2-10*

**36) Use of the Toxicity Equivalency Factor (TEF<sub>WHO-05</sub>); Scheme for Estimating Toxicity of Mixtures of Dioxin-Like Chemicals**

*TECHNICAL SUPPORT DOCUMENT FOR CANCER POTENCY FACTORS, APPENDIX C, Jan 2011*

**37) "Indagine sui consumi alimentari in Italia: INRAN-SCAI 2005-2006"**

*Parte B: I risultati dei consumi alimentari. Osservatorio Consumi Alimentari, INRAN. Roma, 2011.*

**38) Food consumption patterns in Italy: the INN-CA Study 1994-1996**

*Turrini A. et. Al.; Eur J Clin Nutr. 2001 Jul;55(7):571-88.*

**39) Il consumo di uova della famiglia media italiana**

*Veterinaria Italiana, 46 (3), 287-300; 2010*

**40) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**

*Volume 63 (IARC 1995)*

**41) Tetrachloroethylene, IARC Monography 2012**

**42) Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Tetrachloroethylene (Perchloroethylene)**

*SCOEL/SUM/133, june 2009*

**43) Background document for development Guidelines for drinking-water quality**

*© WHO 2003*

**44) Concise International Chemical Assessment Document 68, Tetrachloroethene**

*© WHO 2006*

**45) Toxicological review of Tetrachloroethylene (Perchloroethylene)**

*US-EPA, February 2012*

**46) Tetrachloroethylene (Perchloroethylene)**

*CASRN 127-18-4; Integrated Risk Information System, US-EPA, 2012*

**47) Toxicity Factors: Toxicity Factors for Tetrachloroethylene (PCE)**

*New Jersey Dept. of Environmental Protection 9/30/2008*

**48) Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Guideline Technical Document**  
*CAREX Canada, 2015*

**49) Health Based Value for Groundwater**

*Minnesota Department of Health, Health Risk Assessment Unit, Envir. Health Division, July 2014*

**50) Summary of the Basis of Cancer Risk Values for Tetrachloroethylene**

*Massachusetts Department of Environmental Protection (MassDEP), Office of Research and Standards, January 22, 2014*

**51) Public Health Goal for TETRACHLOROETHYLENE In Drinking Water**

*California Environmental Protection Agency, Office Environmental Health Hazard Assessment, 2001*

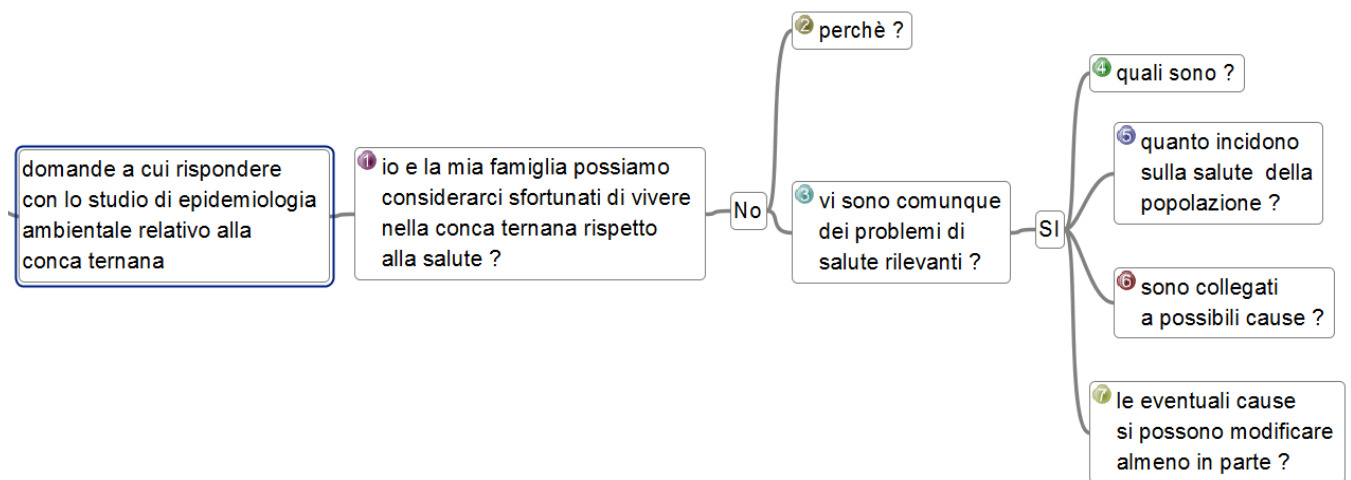
## Relazione epidemiologica: la situazione sanitaria della Conca Ternana con particolare riferimento alla mortalità ed incidenza della patologia tumorale

Una relazione epidemiologica relativa alla diffusione delle malattie nella popolazione, all'individuazione dei fattori di rischio e di protezione per la salute, deve rispondere a delle domande, magari non in maniera definitiva, magari aiutando a porre altri quesiti più approfonditi, ma deve provare a rispondere a delle domande.

Anzi si può dire che con più accuratezza sono poste le domande e più preciso sarà il contributo di conoscenza che la relazione potrà fornire.

Nel nostro caso la richiesta espressa dal Comitato “No inceneritore” è la seguente: “produrre le relazioni tecniche redatte in merito al rapporto tra gli inquinanti riscontrati a Terni, in particolare, nell'area SIN Terni - Papigno e Borgo Rivo, e gli elevati indici di mortalità per malattie oncologiche, ravvisati nella conca Ternana”.

Secondo il nostro parere nella richiesta sono sottese le stesse domande che si è posto il Gruppo di lavoro Ambiente Salute del Dipartimento di Prevenzione per quanto riguarda l'area di Terni, nelle prime riunioni e che possono essere sintetizzate nel seguente schema esemplificativo:



Si può notare come alle domande (1) e (3) abbiamo dato già una risposta che di seguito motiveremo, mentre abbiamo lasciato ancora aperte le domande successive che costituiranno il lavoro da svolgere in futuro, anche se in questa relazione ci sono alcune risposte parziali, l'attuale “stato dell'arte”.

Per rispondere alla domanda (1) occorre, come sempre in epidemiologia, effettuare un confronto nel tempo e nello spazio ed utilizzare delle informazioni, degli indicatori, che riescano a sintetizzare una situazione generale: qui utilizzeremo la mortalità evitabile che ci permette un confronto nazionale a livello delle province ed un dettaglio successivo a livello comunale.

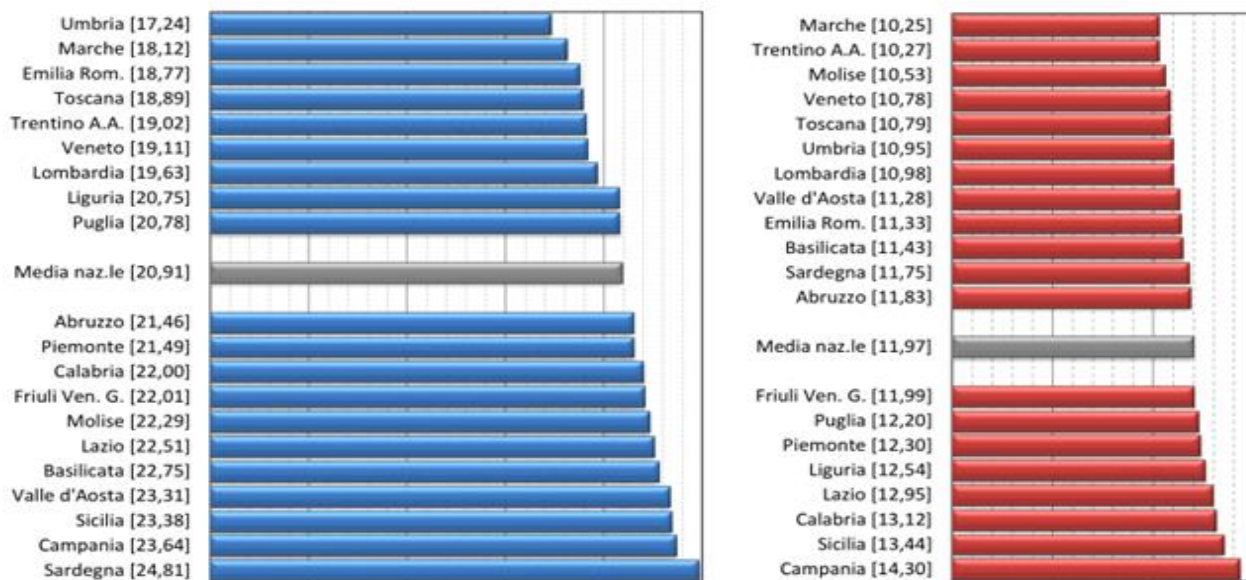
Per il confronto a livello nazionale facciamo riferimento alla recente pubblicazione del Rapporto 2014 del MEV<sup>1</sup>, in tale documento l'Umbria si pone al 1° posto, in quanto a mortalità evitata<sup>2</sup>, per i maschi ed al 6° posto per le femmine (Tavola 1), mentre la provincia di Terni si pone al 3° posto, su 110, per i maschi e nella media nazionale per le femmine (Tavole 2a e 2b)

<sup>1</sup> «MEV 2014.» Consultato 4 agosto 2015. <http://www.mortalitaevitabile.it/index.php/edizione-2014>.

<sup>2</sup> Sono indicati come morti evitabili quei decessi che avvengono in determinate età precoci e per cause che potrebbero essere attivamente contrastate con interventi di prevenzione primaria, diagnosi precoce e terapia, igiene e assistenza sanitaria. È considerato indicatore indiretto di efficacia del sistema sanitario, ma anche di salubrità ambientale e promozione di stili di vita sani (interventi di prevenzione primaria)

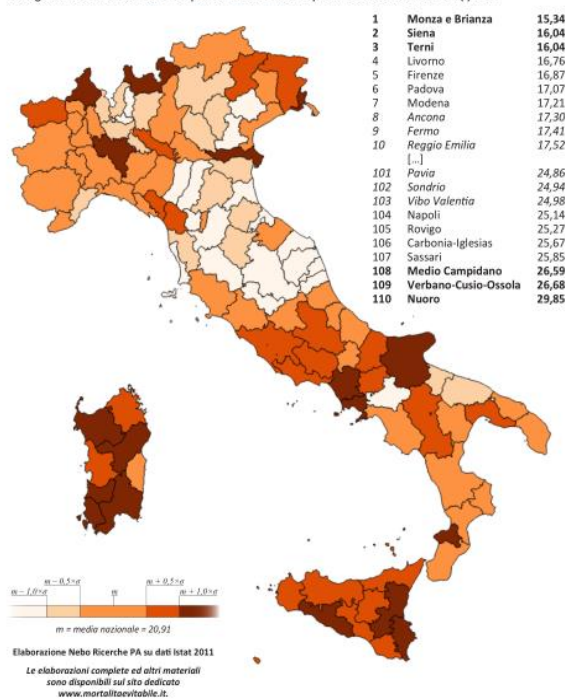
Tav. 1 - **Giorni di vita perduti pro-capite per mortalità evitabile**

Valori regionali e confronto con la media nazionale, per genere (sx maschi, dx femmine)

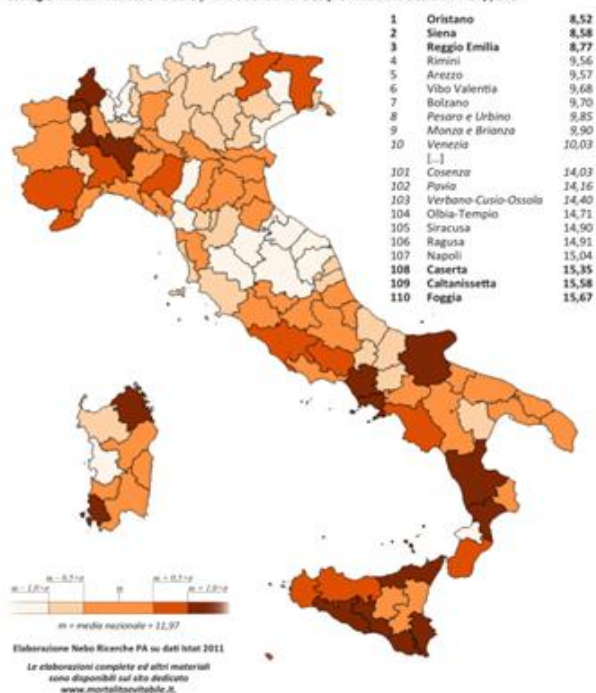


Elaborazione Nebo Ricerche PA su dati Istat 2011

Tav. 2a - **Giorni di vita perduti pro-capite per mortalità evitabile - Maschi**  
Cartogramma con indicazione delle prime e delle ultime 10 province della classifica MEVI(i) 2014



Tav. 2b - **Giorni di vita perduti pro-capite per mortalità evitabile - Femmine**  
Cartogramma con indicazione delle prime e delle ultime 10 province della classifica MEVI(i) 2014





Importante è che la mortalità evitabile, anche se con un diverso indicatore, il tasso standardizzato<sup>3</sup>, è calcolata anche da un software del Registro Tumori Umbro di Popolazione<sup>4</sup> in base ai dati del Registro Nominativo delle Cause di Morte, che permette l'elaborazione anche a livello dei grossi comuni: abbiamo così dati confrontabili relativi all'Umbria, alla provincia di Terni ed al comune di Terni (Tabella 1).

Tabella 1: tassi standardizzati per 100.000, mortalità evitabile anni 2009-2011, tutte le cause.

	<b>Umbria</b>	<b>Provincia di Terni</b>	<b>Comune di Terni</b>
Tutte le cause evitabili, maschi	202.13	193.54	192.13
Tutte le cause evitabili, femmine	99.03	104.84	104.27

Questi dati confermano i buoni risultati della provincia, ma anche del comune di Terni, nonostante alcune criticità già conosciute e di cui parleremo in seguito (Tabella 2).

Tabella 2: tassi standardizzati per 100.000, mortalità evitabile anni 2009-2011, alcune cause.

	<b>Umbria</b>	<b>Provincia di Terni</b>	<b>Comune di Terni</b>
<b>Tumori polmonari</b>			
Maschi, 0-74 anni	49.95	55	59.07
Femmine, 0-74 anni	16.64	19.51	23.96
<b>Malattie croniche basse vie respiratorie</b>			
Maschi, 15-74 anni	9.34	7.17	8.98
Femmine, 15-74 anni	3.56	3.83	4.17

Sempre in questo ambito generale, di confronto ampio, nazionale ed internazionale, vi è da approfondire la mortalità per tumore del polmone che, se rimane un problema del territorio ternano, rispetto all'Umbria, come indicato anche dallo studio Sentieri, va contestualizzato, appunto in ambito più vasto.

Nei grafici che seguono si analizza la posizione dell'Umbria rispetto alle altre regioni italiane tramite i tassi standardizzati di mortalità per tumore del polmone nei due sessi (Grafico 1 e 2); la posizione dell'Italia nell'ambito internazionale dei paesi OCSE tramite i tassi standardizzati di incidenza del tumore del polmone (Grafici 3 e 4) ed infine l'andamento nelle regioni italiane dal 1976 al 2013 (quest'ultimo anno frutto di stima).

Da questi dati emerge, in sintesi, la buona posizione dell'Umbria e dell'Italia rispetto alla mortalità ed all'incidenza<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Tasso standardizzato per tutte le cause evitabili per 100.000: è il numero di decessi per cause evitabili ogni 100.000 abitanti rapportato ad una popolazione standard e quindi deputato dalla differente composizioni in classi di età, di aggregazioni geografiche differenti, rendendo le stesse confrontabili. Si è utilizzato il triennio 2009-2011 per un confronto indiretto con i dati MEV (utilizza gli stessi anni, ma dati ISTAT) e perché il triennio garantisce una numerosità dei casi sufficiente per le elaborazioni statistiche. La popolazione di riferimento è quella dell'Umbria anno 2011.

<sup>4</sup> «Software Gestionale Registro Tumori Umbro di Popolazione S.G.r.t.u.p.» Consultato 5 agosto 2015. <https://www.rtup.unipg.it/SGrtup/rtup/statistiche.php?chiamataInterna=ini>.

<sup>5</sup> L'incidenza di una malattia corrisponde alle nuove diagnosi in un periodo definito; è da notare che per il tumore polmonare l'andamento della mortalità rispecchia quello dell'incidenza, dal momento che la prognosi è estremamente ridotta (la sopravvivenza a 5 anni dalla diagnosi non supera il 15%).

Grafico 1: Elaborazione da dati del sito “I tumori in Italia”<sup>6</sup>; popolazione standard europea, età 0-99 anni.

Tassi standardizzati di mortalità per il tumore del polmone nelle donne per regione, anno 2010

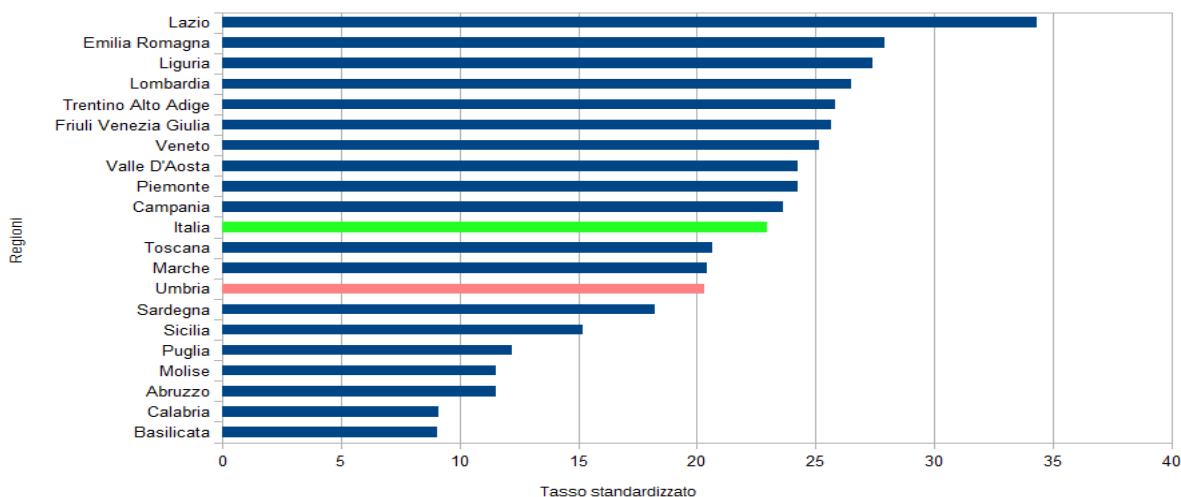
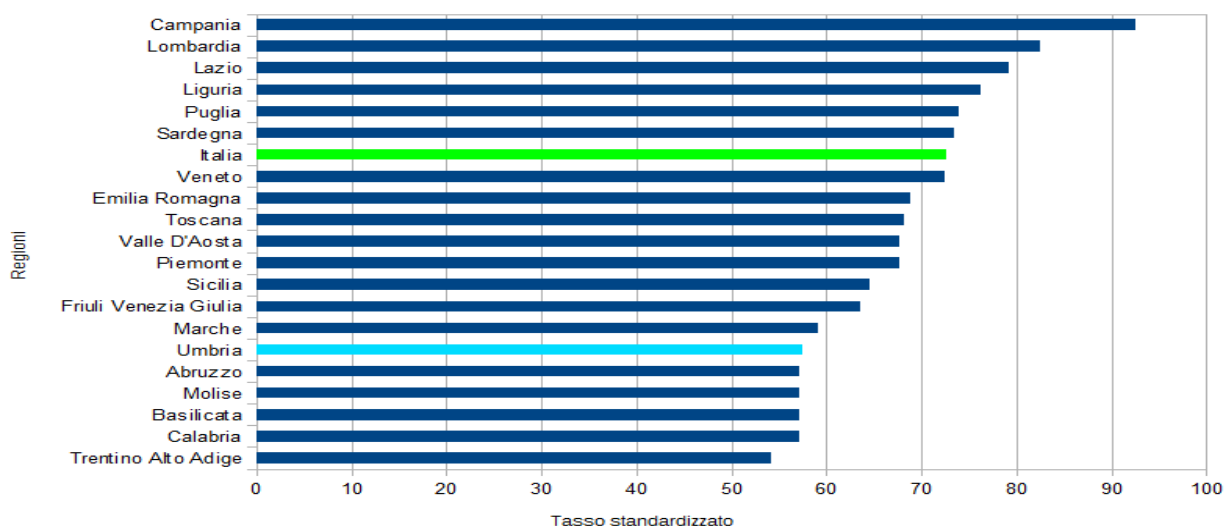


Grafico 2: Elaborazione da dati del sito “I tumori in Italia”<sup>7</sup>; popolazione standard europea, età 0-99 anni.

Tassi standardizzati di mortalità per tumore del polmone, uomini, anno 2010



<sup>6</sup> «I tumori in Italia.» Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità. Consultato 6 agosto 2015. <http://www.tumori.net/it3/>.

Tassi standardizzate per 100.000 abitanti (popolazione standard europea), età 0-99 anni

<sup>7</sup> «I tumori in Italia.» Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità. Consultato 6 agosto 2015. <http://www.tumori.net/it3/>.

Tassi standardizzate per 100.000 abitanti (popolazione standard europea), età 0-99 anni



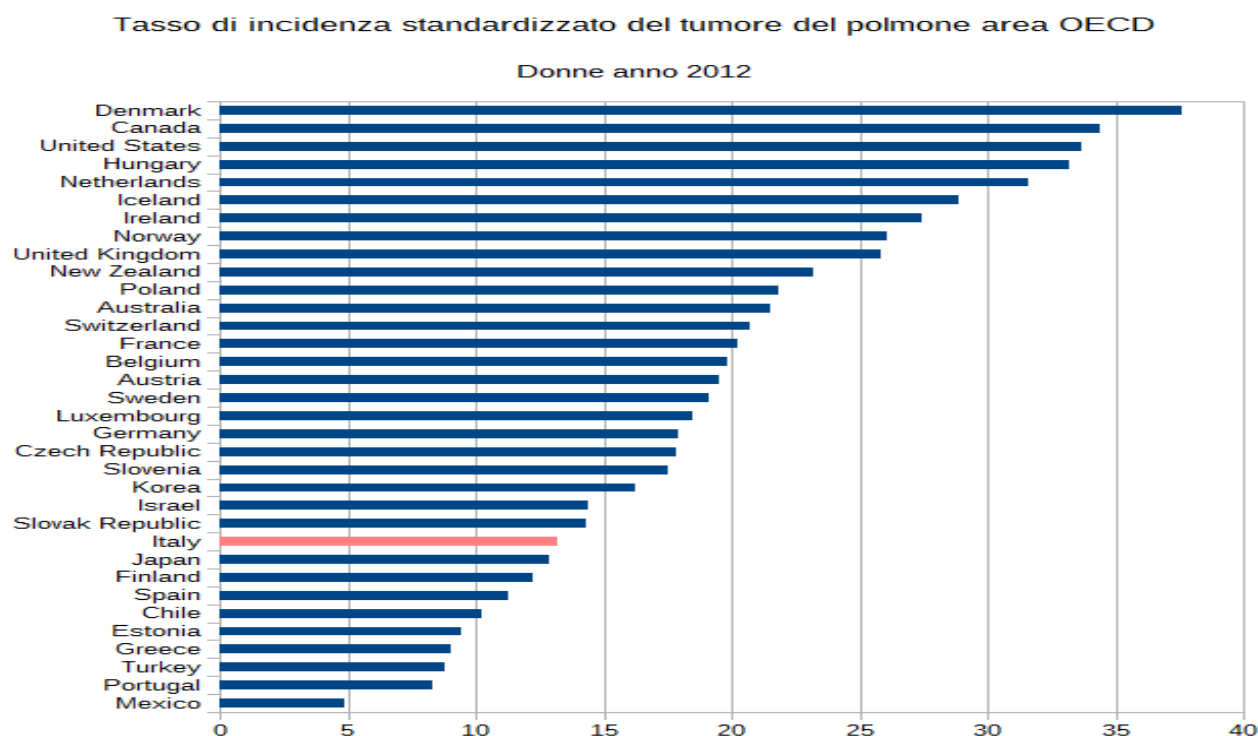
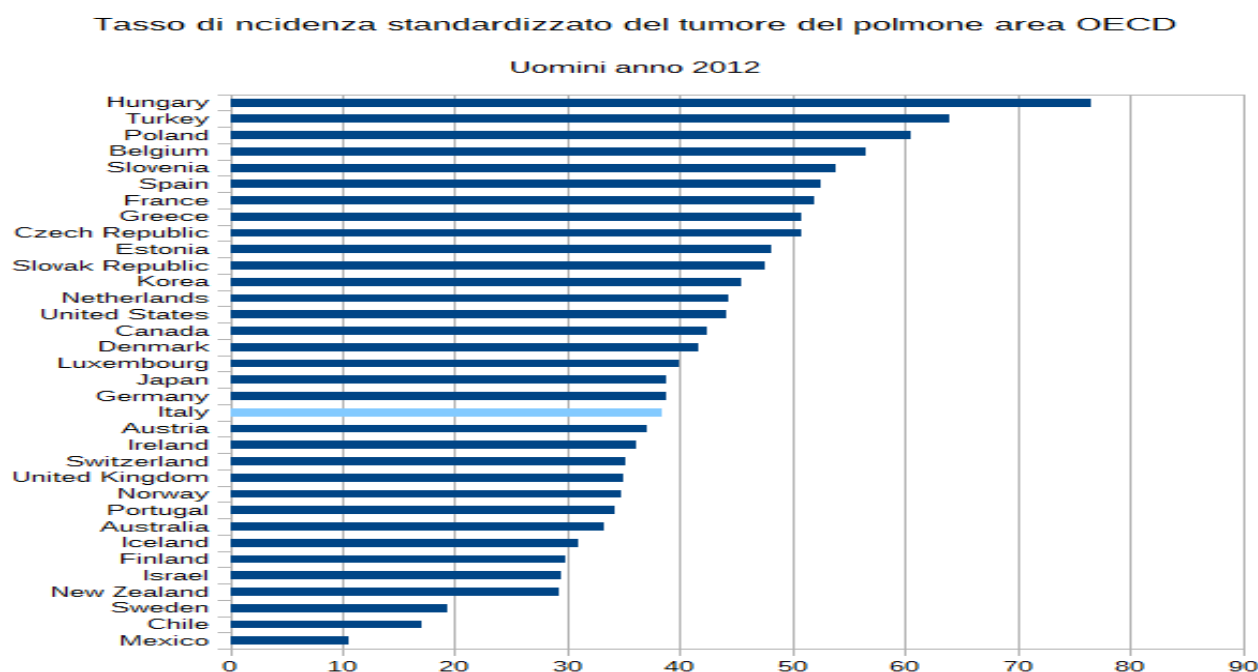


Grafico 4: Elaborazione da dati OECD



Importante è poi l'andamento nel tempo del fenomeno, soprattutto per quanto riguarda il sesso femminile, infatti la mortalità per tumore del polmone è fortemente differenziata per sesso (Grafici 5 e 6).

Negli uomini si osserva, già a partire dagli anni novanta, una forte riduzione sia della mortalità che dell'incidenza, nelle donne, invece, i livelli di incidenza e mortalità, seppure ancora molto inferiori a quelli degli uomini, sono in costante aumento, con un incremento annuale dell'1% per la mortalità.

In questo ambito l'Umbria è fra le regioni con incremento tendenziale più marcato (Grafico 5).

<sup>8</sup> The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). «Health Status.» Consultato 6 agosto 2015.  
[http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=HEALTH\\_STAT](http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=HEALTH_STAT).

Tassi standardizzati per 100.000 abitanti, popolazione di riferimento, residenti area OECD anno 2010.

Grafico 5: andamento della mortalità per tumore del polmone nelle regioni italiane, donne, dal 1976 al 2013.

Elaborazione da dati del sito “I tumori in Italia”

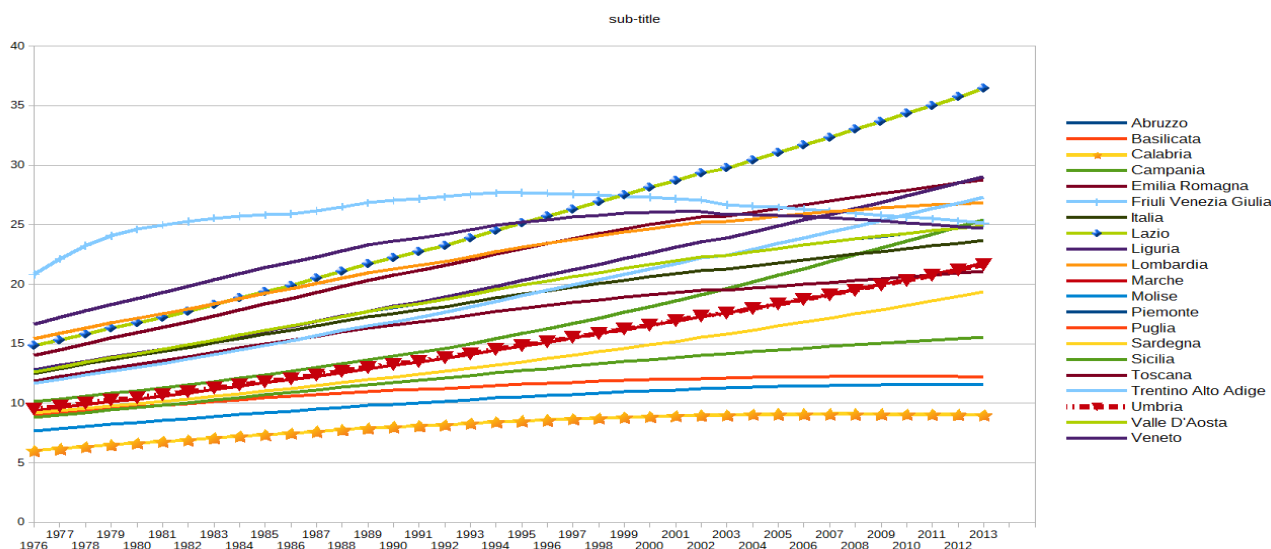
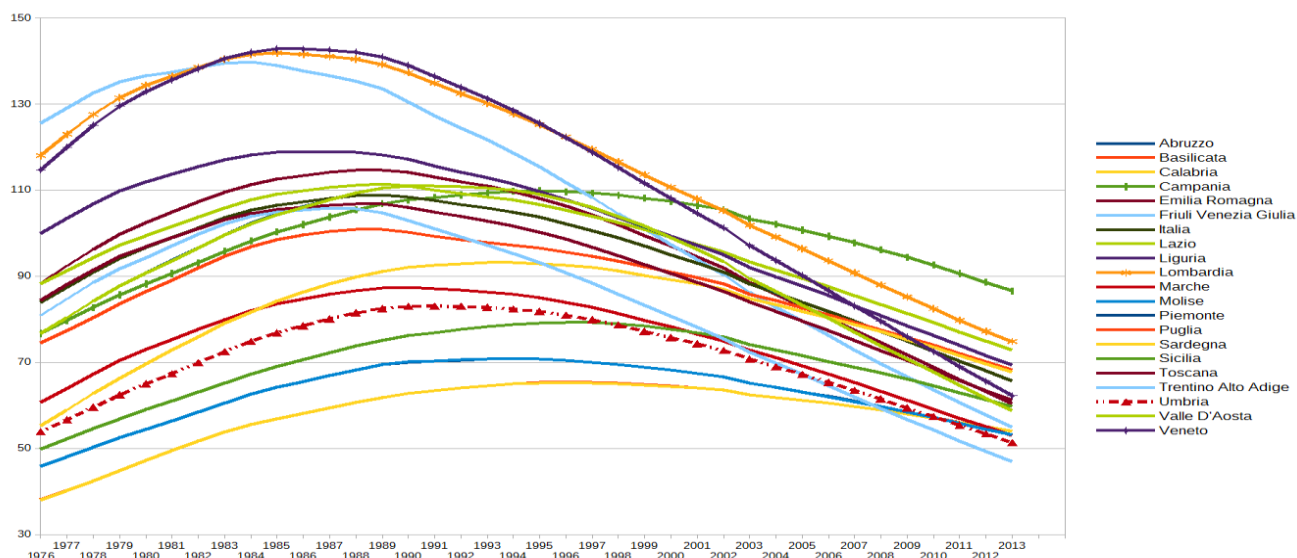


Grafico 6: andamento della mortalità tumore del polmone nelle regioni italiane, uomini, dal 1976 al 2013.

Elaborazione da dati del sito “I tumori in Italia”



A questo proposito occorre considerare il periodo di latenza (20 anni circa) fra esposizione al fattore di rischio (fumo di sigaretta, inquinamento atmosferico) e la manifestazione della malattia tumorale e che quindi con tali dati si esplorano le esposizioni del passato, mentre una delle sfide che ci aspetta è quello di individuare degli indicatori di esposizione mirati, attuali e che considerano i vari fattori che possono modificare l'effetto.

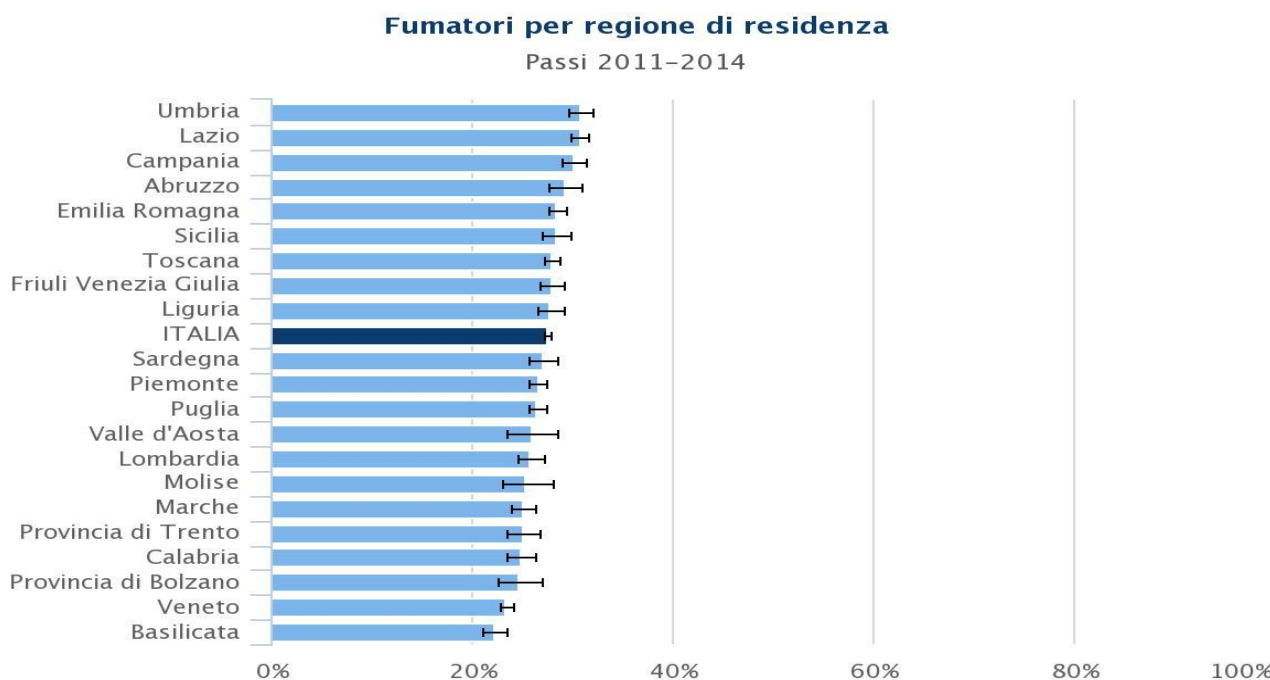
In via preliminare, tramite il sistema di sorveglianza PASSI<sup>9</sup>, si è verificata la prevalenza di fumatori nel comune di Terni rispetto all'Umbria; la Tabella 2 evidenzia come la percentuale di fumatori di Terni è sovrapponibile a quella regionale, considerando comunque che l'Umbria è negli ultimi anni la regione italiana con più fumatori (Grafico 7).

<sup>9</sup> PASSI (Progressi delle aziende sanitarie per la salute in Italia) è un sistema di sorveglianza della popolazione adulta. L'obiettivo è stimare la frequenza e l'evoluzione dei fattori di rischio per la salute, legati ai comportamenti individuali, oltre alla diffusione delle misure di prevenzione. Un campione di residenti di età compresa tra 18 e 69 anni viene estratto con metodo casuale dagli elenchi delle anagrafi sanitarie. Personale delle Asl, specificamente formato, effettua interviste telefoniche (circa 25 al mese per Asl) con un questionario standardizzato. I dati vengono poi trasmessi in forma anonima via internet e registrati in un archivio unico nazionale. Fino ad Aprile 2014, sono state caricate complessivamente oltre 220 mila interviste di cui circa 10.000 per l'Umbria. [www.epicentro.iss.it/passi](http://www.epicentro.iss.it/passi).

Tabella 2: abitudine al fumo a Terni e nel resto dell' Umbria, dati PASSI anni 2008-2012

Abitudine al fumo	Terni			Umbria		
	M	F	M+F	M	F	M+F
<b>fumatore</b> %	35.1	26.2	30.2	34.2	27.8	31.0
<b>ex fumatore</b> %	29.4	17.1	22.7	27.5	15.9	21.6
<b>non fumatore</b> %	35.5	56.7	47.1	38.3	56.3	47.4

Grafico 7<sup>10</sup>



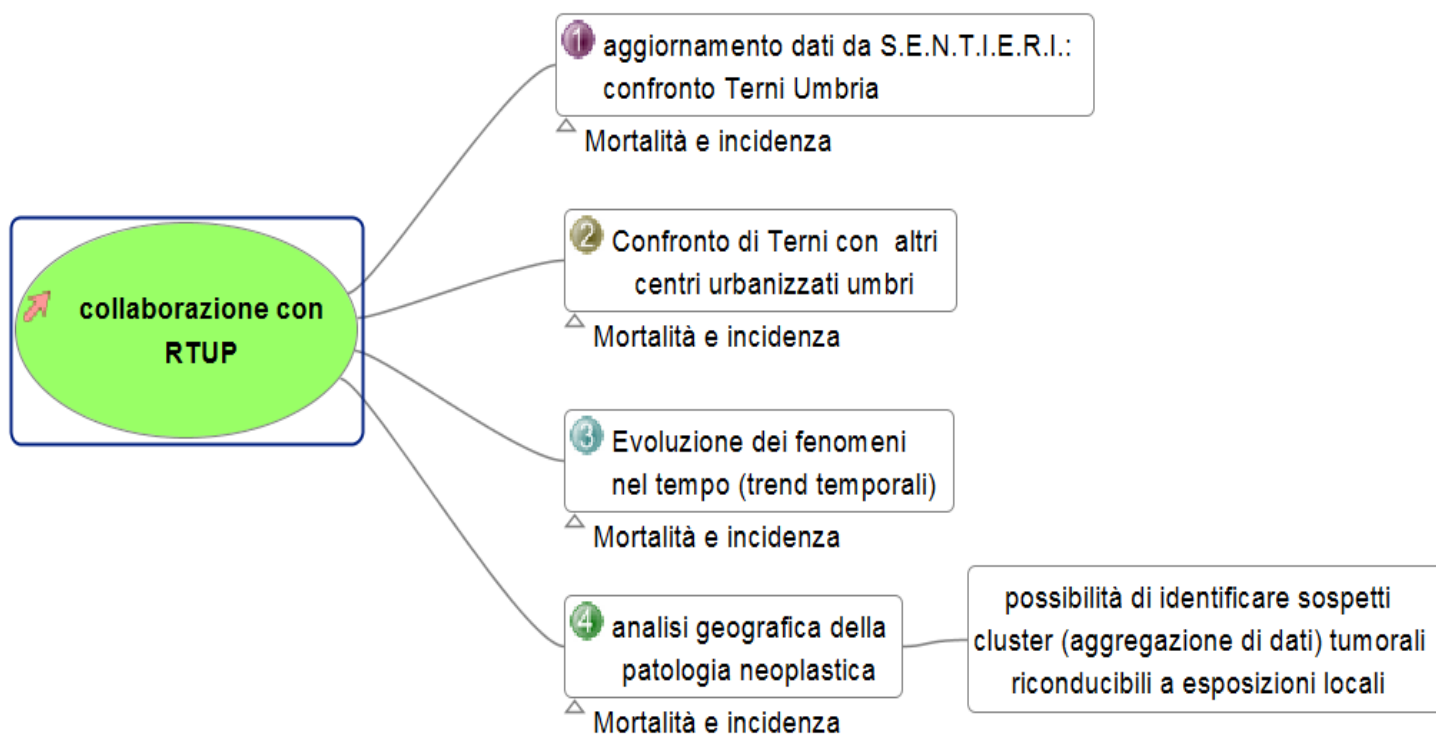
Di tale fattore di rischio, come di altri, si dovranno individuare, ove possibile, le serie storiche e le valutazioni più aggiornate: per i dati PASSI sul fumo si chiederà, ad esempio, una elaborazione aggiornata e dettagliata al Gruppo tecnico nazionale.

Tornando alle domande iniziali, in particolare alla (3) e (4), cioè ai problemi di salute evidenziati, è stata attivata una collaborazione con il prof. Fabrizio Stracci, responsabile del Registro Tumori Umbro di Popolazione dell'Università di Perugia e con i suoi collaboratori, per aggiornare ed approfondire i dati evidenziati dallo Studio S.E.N.T.I.E.R.I.<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> «Sorveglianza Passi.» Epicentro. Consultato 7 agosto 2015. <http://www.epicentro.iss.it/passi/dati/fumo.asp>.

<sup>11</sup> Pirastu, Roberta, Paolo Ricci, Pietro Comba, Fabrizio Bianchi, Annibale Biggeri, Susanna Conti, Lucia Fazzo, et al. «[SENTIERI Project: discussion and conclusions].» *Epidemiologia E Prevenzione* 38, n. 2 Suppl 1 (aprile 2014): 125–33.

Le linee di studio ed approfondimento sono semplificate nel seguente schema:



Di alcune di queste linee si hanno già i primi risultati e di seguito si presentano delle elaborazioni di notevole interesse del prof. Stracci.

Per quanto riguarda il punto (1), cioè una sorta aggiornamento dello studio S.E.N.T.I.E.R.I. relativamente alla mortalità ed incidenza, sembra che dalle prime elaborazioni si confermi quanto concluso da S.E.N.T.I.E.R.I.<sup>12</sup> per il confronto Terni-Umbria, ma se compariamo Terni con situazioni urbanizzate, sempre dell'Umbria, punto (2) appare un quadro diverso, con fenomeni che richiederanno ulteriori approfondimenti: si vedano le tabelle seguenti elaborate e concesse recentemente dal prof. Stracci.

<sup>12</sup> “..La presenza contemporanea di eccessi del tumore polmonare e delle malattie respiratorie in entrambi i generi, ai quali possono aver contribuito le abitudini al fumo e l'inquinamento dell'aria anche di origine industriale, ed eccessi del mesotelioma pleurico negli uomini in un polo siderurgico, richiede l'avvio di un approfondito e sistematico piano di monitoraggio ambientale e di sorveglianza epidemiologica finalizzato all'individuazione e abbattimento delle sorgenti di inquinamento atmosferico.”

Tabella 3: Incidenza dei primi cinque tumori più frequentemente diagnosticati in Umbria ed a Terni nel decennio 2001-2010 (tassi standardizzati popolazione italiana 2011)

Incidenza								
Umbria					Terni			
	Maschi		Femmine		Maschi		Femmine	
		Tasso stand. IC95%		Tasso stand. IC95%		Tasso stand. IC95%		Tasso stand. IC95%.
1°	Prostata	157.1 (153.5;161.4)	Mammella	145.2 (141.8;148.9)	Prostata	133.2 (123.4;143.9)	Mammella	164.4 (154.4;175.2)
2°	Colon retto	121 (117.5;124.5)	Colon retto	71.5 (69.2;73.9)	Colon retto	120.9 (111.4;131.2)	Colon retto	69.9 (63.9;76.7)
3°	Polmone	105.6 (102.4;109.0)	Stomaco	27.7 (26.3;29.3)	Polmone	117.6 (108.4;127.6)	Polmone	34.1 (29.9;39.1)
4°	Vescica	63 (60.6;65.7)	Polmone	26.8 (25.4;28.4)	Vescica	67.7 (60.5;75.6)	Corpo dell'utero	26.2 (22.3;30.6)
5°	Stomaco	53 (50.7;55.4)	Corpo dell'utero	25.5 (24.1;27.0)	Stomaco	40.4 (34.9;46.6)	Ovaio	21.2 (17.7;25.2)
	Tutte le sedi	915.6 (906.5;925.8)	Tutte le sedi	581.6 (575.1;588.8)	Tutte le sedi	933.5 (907.8;962.3)	Tutte le sedi	612 (593.5;632.4)

Tabella 4: Mortalità per cancro in Umbria ed a Terni (tassi standardizzati popolazione italiana 2011): prime cinque sedi per frequenza nel decennio 2004-2013

Mortalità								
Umbria					Terni			
	Maschi		Femmine		Maschi		Femmine	
		Tasso stand. IC95%		Tasso stand. IC95%		Tasso stand. IC95%		Tasso stand. IC95%.
1°	Polmone	89.4 (86.6;92.5)	Mammella	32.7 (31.2;34.4)	Polmone	97.1 (88.7;106.2)	Mammella	39 (34.5;44.1)
2°	Colon retto	48.2 (46.1;50.5)	Colon retto	26.6 (25.3;28.0)	Colon retto	48.9 (42.9;55.6)	Polmone	29.5 (25.6;34.0)
3°	Prostata	37.4 (35.5;39.5)	Polmone	21.8 (20.6;23.2)	Prostata	37.9 (32.5;44.0)	Colon retto	26.9 (23.3;31.0)
4°	Stomaco	35.4 (33.5;37.3)	Stomaco	16.8 (15.7;17.9)	Stomaco	29.4 (24.7;34.6)	Pancreas	14.2 (11.6;17.3)
5°	Vescica	21.5 (20.1;23.1)	Pancreas	15 (14.0;16.1)	Vescica	28.2 (23.6;33.4)	Stomaco	11.9 (9.4;14.7)
	Tutte le sedi	388 (381.9;394.4)	Tutte le sedi	209.1 (205.2;213.0)	Tutte le sedi	411.9 (394.2;430.6)	Tutte le sedi	219 (208.1;230.3)

Tabella 5: Mortalità tumorale per le cinque sedi più frequenti in Umbria nei cinque comuni con maggior numero di abitanti (tassi standardizzati popolazione italiana 2011). Maschi 2004-2013. Fra parentesi gli intervalli di confidenza al 95%, “la forchetta” di intervallo di valori plausibili al 95%

MASCHI MORTALITA' 2004-2013						
Comune	Perugia	Terni	Foligno	Città di Castello	Spoletto	Umbria
<b>Polmone</b>	92.4 (85.3;100.1)	97.1 (88.7;106.2)	98 (86.0;111.4)	101.3 (86.6;117.8)	99.2 (85.6;114.6)	89.4 (86.6;92.5)
<b>Colon retto</b>	47.8 (42.5;53.5)	48.9 (42.9;55.6)	42.9 (34.9;52.1)	58.6 (47.3;71.4)	48.3 (38.8;59.5)	48.2 (46.1;50.5)
<b>Prostata</b>	38.3 (33.5;43.6)	37.9 (32.5;44.0)	38.3 (30.7;47.2)	35.1 (26.1;45.7)	39.5 (30.8;50.0)	37.4 (35.5;39.5)
<b>Stomaco</b>	35.1 (30.6;40.0)	29.4 (24.7;34.6)	31.4 (24.7;39.3)	57.9 (46.8;71.0)	30.5 (22.8;39.5)	35.4 (33.5;37.3)
<b>Vescica</b>	16.7 (13.6;20.3)	28.2 (23.6;33.4)	24.7 (18.8;32.1)	25.3 (17.8;34.5)	21.8 (15.7;29.7)	21.5 (20.1;23.1)
<b>Tutte le sedi</b>	<b>389</b> (374.0;404.8)	<b>411.9</b> (394.2;430.6)	<b>381.6</b> (357.4;407.7)	<b>436</b> (404.7;470.0)	<b>379.4</b> (351.8;409.0)	<b>388</b> (381.9;394.4)

Tabella 6: Mortalità tumorale per le cinque sedi più frequenti in Umbria nei cinque comuni con maggior numero di abitanti (tassi standardizzati popolazione italiana 2011). Femmine 2004-2013. Fra parentesi gli intervalli di confidenza al 95%, “la forchetta” di intervallo di valori plausibili al 95%

FEMMINE MORTALITA' 2004-2013						
Comune	Perugia	Terni	Foligno	Città di Castello	Spoletto	Umbria
<b>Mammella</b>	35.2 (31.5;39.4)	39 (34.5;44.1)	30.3 (24.6;36.9)	30.2 (23.5;38.3)	34.2 (27.2;42.5)	32.7 (31.2;34.4)
<b>Colon retto</b>	29.5 (26.1;33.2)	26.9 (23.3;31.0)	28 (22.7;34.4)	25.5 (19.5;32.7)	26.8 (20.9;33.9)	26.6 (25.3;28.0)
<b>Polmone</b>	22.7 (19.7;26.1)	29.5 (25.6;34.0)	17 (12.8;22.1)	15.2 (10.6;21.3)	25.5 (19.7;32.8)	21.8 (20.6;23.2)
<b>Stomaco</b>	16.1 (13.7;18.8)	11.9 (9.4;14.7)	14.3 (10.5;19.0)	30.4 (23.9;38.1)	17 (12.4;22.7)	16.8 (15.7;17.9)
<b>Pancreas</b>	16.8 (14.3;19.7)	14.2 (11.6;17.3)	10.5 (7.4;14.5)	14.7 (10.3;20.3)	18.2 (13.4;24.3)	15 (14.0;16.1)
<b>Tutte le sedi</b>	<b>218.1</b> (208.8;227.9)	<b>219</b> (208.1;230.3)	<b>190</b> (175.9;205.4)	<b>211</b> (192.8;230.2)	<b>221.7</b> (204.0;241.1)	<b>209.1</b> (205.2;213.0)

Da questi primi risultati si conferma per Terni un eccesso di mortalità per tutti i tumori nei confronti dell'Umbria ma, rispetto ad altre realtà urbanizzate, l'area ternana non risulta al primo posto in questa classifica.

Risultano eccessi di mortalità per il tumore del polmone, soprattutto nel sesso femminile, e per il tumore della vescica nel sesso maschile.

Per quanto riguarda l'eccesso di mortalità per il tumore della mammella, anche questo richiederà ulteriori approfondimenti, si ricorda comunque, che è condizionato anche dall'attività di screening e che le indagini geografiche regionali, condotte sui dati del registro, hanno evidenziato aree di elevata incidenza nell'area sud-est della regione non limitate a Terni ma estese anche ai comuni della Valnerina.

Tali preliminari informazioni sono oggetto di approfondimento soprattutto tramite le linee di ricerca indicate nello schema precedente, ai punti (3), analisi dei trend, e (4), analisi geografica: vi sono preliminari elaborazioni del RTUP di notevole interesse e che presto speriamo di poter divulgare insieme ai colleghi del Registro Tumori Umbro di Popolazione.

Dr Ubaldo Bicchielli



**Unità di Progetto “Ambiente e Salute”**  
**Tel.0742.339522**

**Coordinatore:**  
**dr. Armando Mattioli**  
**armando.mattioli@uslumbria2.it**

**Componenti:**  
**dr. Ubaldo Bicchielli, S.S. Epidemiologia e analisi Biostatistica**  
**dr. Marco Cristofori, S.S. Sorveglianza e promozione della salute**  
**dr. Bruno Minni, S.C. Igiene alimenti e nutrizione**  
**dr. Franco Santocchia, S.C. Igiene e sanità pubblica, area nord**  
**dr. Danilo Serva, S.C. Igiene degli alimenti di origine animale**  
**dr. Guglielmo Spernanzoni, S.C. Igiene allevamenti e produzioni zootecniche**  
**dr. Luisa Valsenti, S.C. Igiene e sanità pubblica, area sud**



**VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO (VIS)**  
**DELL'IMPIANTO DI COINCENERIMENTO RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI**  
**sito in via Ratini n.1 – 05100 TERNI di proprietà di Terni Biomassa.**

(rev. 2 del 13 febbraio 2017)



## **INDICE**

Premessa – pag. 2

Valutazione impatto sanitario – pag. 3

Rischio incrementale di neoplasie - Approccio tossicologico pag. 3

Rischio incrementale di neoplasie - Approccio epidemiologico pag. 4

Rischio non cancerogeno pag. 5

Integrazione del 13 febbraio 2017 pag. 6

Bibliografia pag. 8

## PREMESSA

Il presente documento è stato redatto per la Conferenza dei Servizi per la procedura di A.I.A. relativa all’Impianto di coincenerimento sito in via Ratini, n1 a Terni, di proprietà di Terni Biomassa.

I criteri metodologici di riferimento sono quelli previsti dalle procedure di VIIAS (Valutazione Integrata di Impatto Sanitario ed Ambientale) <sup>(1)</sup> e di VIS (Valutazione di Impatto Sanitario) <sup>(2)</sup>, che prevedono entrambe un approccio di duplice natura, epidemiologica e tossicologica, basato sullo schema:

- A) Individuazione del pericolo**
- B) Determinazione della risposta alla dose**
- C) Valutazione dell’Esposizione**
- D) Caratterizzazione del rischio**

### **A) Il pericolo**

Proprietà intrinseca di una sostanza di provocare danni alla salute.

### **B) Determinazione della risposta alla dose**

La conoscenza delle caratteristiche tossicologiche di una sostanza, derivante da studi epidemiologici e da esperimenti sugli animali, per le sostanze non cancerogene permette di stimare la dose minima (dose soglia) necessaria per provocare un danno alla salute ed il rapporto fra aumento della dose assorbita e l’aumento della gravità dei sintomi. Per molte patologie tumorali, invece, non esiste una dose minima al di sotto della quale non c’è il rischio di ammalare, mentre l’aumento della dose assorbita provoca un aumento della probabilità di ammalare.

### **C) Valutazione Esposizione**

Stima della quantità di sostanza pericolosa che viene assorbita per via respiratoria, come nel caso in oggetto, o per via orale o, seppure più raramente, anche per via cutanea.

### **D) Caratterizzazione del rischio**

Sulla base dei dati dei punti B) e C), si ottiene una stima qualitativa e quantitativa della patologia che interessa la popolazione esposta ad una sostanza tossica.

La presente relazione si basa sui dati forniti da Terni biomassa nel suo “**Studio preliminare ambientale dell’Istanza di verifica di assoggettabilità –Via**” del 17 marzo 2015, sui dati dei livelli di inquinamento rilevati da ARPA Umbria, sui dati di mortalità e morbosità forniti dal dr. Ubaldo Bicchielli, del Servizio di Epidemiologia, che ha anche supportato l’approccio epidemiologico.

Lo studio di Terni Biomassa, basato su un approccio esclusivamente tossicologico, adotta una delle metodologie previste dal D.Lgs 152/2006 per siti inquinati, nei quali la dispersione in aria e l’assorbimento delle sostanze tossiche avviene principalmente con modalità diverse da quelle di un inceneritore attivo.

Per quanto riguarda l’allegato 2 “**Valutazione previsionale del rischio sanitario indotto dalle emissioni atmosferiche**” dello studio, non è ben chiaro a quale organismo scientifico si sia fatto riferimento per i vari aspetti tossicologici di benzo(a)pirene, Cadmio, Arsenico. Infatti, dopo essere stata citata la Banca dati ISS-INAIL (ISPEL) <sup>(3)</sup>, a pag. 19 si indicano valori, ad es. per il benzo(a)pirene, dello SF Ing. [mg/kg-giorno]<sup>-1</sup> e dello SF Inal. [mg/kg-giorno]<sup>-1</sup> rispettivamente di 7,30E-00 e 7,32E-00, quando in realtà il database ISS-INAIL (ISPESL) riporta i valori 7,30E+00 e 3,85E+00, oltre ad un valore di I.U.R [µg/Nmc]<sup>-1</sup> pari a 1,1E-4, che invece non è riportato nella tabella dello studio di Terni Biomassa. I valori indicati non risultano essere conformi a quelli dell’OMS <sup>(4)</sup>, né dell’US-EPA <sup>(5)</sup>, né dell’OHEEA Cal-EPA <sup>(6)</sup>.

Sulla base dello SF Inal. [mg/kg-giorno]<sup>-1</sup> pari a 7,32E-00, abbiamo calcolato l'I.U.R., corrispondente che risulta essere pari a 2,09E-3, minore di quello dell'OMS, ma maggiore di quelli di US-EPA, OHEEA ed ISS.

Lo studio di Terni Biomassa fa invece correttamente riferimento, nella logica del principio di precauzione, alla ipotesi di inquinamento peggiore, anche se poi precisa che nella realtà tale ipotesi non si concretizzerà.

Infine opportunamente adotta, richiamato il D.Lgs 152/2006, il criterio di accettabilità del rischio incrementale di neoplasie in 70 anni per esposizione a singolo cancerogeno di 1,0E-6 (1 su milione) e per esposizione multipla di 1,0E-5 (1 su 100.000). In relazione a ciò, indica un rischio incrementale da esposizione cumulata pari a 4,5E-07, molto inferiore al livello di accettabilità di 1,0E-5, giudicando ininfluenza il contributo dell'inceneritore.

Il rischio incrementale per esposizione a singola sostanza non viene riportato per nessuno dei cancerogeni, anche se dovrebbe essere inferiore a 4,5E-07.

Per quanto riguarda gli effetti non cancerogeni, lo studio li giudica inesistenti, in quanto l'indice cumulativo di pericolo è inferiore di 3 ordini di grandezza al valore accettabile di 1.

### **VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO**

La presente relazione utilizza i dati di esposizione aggiuntiva dei recettori stimati e forniti dallo studio di Terni Biomassa.

Dal punto di vista metodologico, ci si è attenuti alle indicazioni dei documenti di VIIAS <sup>(1)</sup> e VIS <sup>(2)</sup> sopraindicati, adottando sia l'approccio tossicologico che epidemiologico.

#### **Rischio incrementale di neoplasie - Approccio tossicologico**

##### **Idrocarburi Policiclici Aromatici**

Il valore limite di legge per gli IPA, espresso come Benzo(a)pirene, è fissato ad 1 ng/Nmc, che corrisponde ad un rischio incrementale di 144 neoplasie su milione in 70 anni, calcolato usando l'Inhalation Unir Risk dell'OMS pari a 8,7E-2 <sup>(7,8)</sup> (scelto perchè più cautelativo rispetto a quelli di ISS, US-EPA e OHEEA-Cal in ossequio al principio di precauzione).

Il livello di concentrazione a Terni degli IPA è pari a 1,2 ng/Nmc, corrispondente ad un rischio incrementale di 173 neoplasie su milione <sup>(9)</sup> (+29 rispetto al rischio valore limite).

La media degli incrementi indicati nella relazione Terni Biomassa per ciascuno dei 10 recettori (da R1 a R9 ed inceneritore) pari a 0,0094 ng/Nmc, è stata presa come valore dell'esposizione aggiuntiva della popolazione agli IPA emessi dall'inceneritore, e correggendo per l'età, comporta un rischio incrementale pari a 1,4E-6 (1,4 neoplasie aggiuntive su milione in 70 anni), maggiore del livello di accettabilità per esposizione a singolo cancerogeno pari 1,0E-6. A livello di alcuni singoli recettori il rischio incrementale è anche più elevato (ad es. 2,16 in R8 e 3,46 in zona inceneritore). Nello studio di Terni Biomassa manca il confronto con il valore accettabile per la singola esposizione, essendo limitato alla valutazione del rischio incrementale da esposizione multipla.

##### **Cadmio (Cd)**

Il valore obiettivo previsto dalla legge per il Cd, è fissato a 5 ng/Nmc, con soglia di valutazione inferiore da 2.0 ng/Nmc e soglia di valutazione superiore di 3.0. Il livello di fondo calcolato sui dati ARPA 2015 su 4 stazioni (Le Grazie, Prisciano, Carrara, Borgo Rivo) è pari a 0,4 ng/Nmc e corrisponde ad un rischio incrementale di circa 3 neoplasie su milione in 70 anni, calcolato usando l'Inhalation Unir Risk dell'OHEEA-Cal pari a 4,3E-3 <sup>(7,8)</sup> (scelto perchè più cautelativo rispetto a quelli di ISS ed OMS in ossequio al principio di precauzione).

La media degli incrementi indicati nella relazione di Terni Biomassa per ciascuno dei 10 recettori (da R1 a R9 ed inceneritore) pari a 0,05 ng/Nmc è stata presa come valore dell'esposizione aggiuntiva della popolazione agli IPA emessi dall'inceneritore, e correggendo per l'età, comporta un rischio incrementale pari a  $3,4E-7$  (0,3 neoplasie aggiuntive su milione di abitanti in 70 anni).

#### **Metalli (As + Pb +Ni)**

Lo studio di Terni Biomassa fa una stima cumulata dell'apporto di Arsenico, Nichel e Piombo e ciò rende impossibile calcolare il rischio incrementale di neoplasie per ciascuno di essi. Adottando il principio di precauzione, la stima di rischio incrementale verrà effettuata attribuendo l'intero carico al cancerogeno più potente, l'Arsenico (As), per il quale la norma prevede un valore obiettivo di 6.0 ng/Nmc, una soglia di valutazione inferiore di 2.4 ng/Nmc ed una soglia di valutazione superiore di 3.6 ng/Nmc.

Il livello di fondo per l'Arsenico calcolato sui dati ARPA 2015 su 4 stazioni (Le Grazie, Prisciano, Carrara, Borgo Rivo) è pari a 0,6 ng/Nmc e corrisponde ad un rischio incrementale di circa 4 tumori su milione in 70 anni, calcolato usando l'Inhalation Unir Risk dell'OHEEACal pari a  $4,2E-3$  <sup>(7) (8)</sup> (scelto perchè più cautelativo rispetto a quelli di ISS ed OMS in ossequio al principio di precauzione).

La media degli incrementi dei 3 metalli indicati nella relazione di Terni Biomassa per ciascuno dei 10 recettori (da R1 a R9 ed inceneritore) pari a 0,5 ng/Nmc è stata presa come valore dell'esposizione aggiuntiva della popolazione agli IPA emessi dall'inceneritore, e correggendo per l'età, comporta un rischio incrementale pari a  $3,4E-6$  (3,4 neoplasie aggiuntive su milione di abitanti in 70 anni).

#### **PM10**

La media degli incrementi indicati nella relazione Terni Biomassa per ciascuno dei 10 recettori (da R1 a R9 ed inceneritore) pari a 0,0094 mcg/Nmc, è stata presa come valore dell'esposizione aggiuntiva della popolazione a PM10 emesse dall'inceneritore, e correggendo per l'età, comporta un rischio incrementale di  $3,3E-6$  (3,3 neoplasie aggiuntive su milione in 70 anni), calcolato con un Inhalation Unir Risk pari a  $2,12E-4$  <sup>(7,8)</sup>, maggiore del livello di accettabilità per esposizione a singolo cancerogeno pari  $1,0E-6$ . A livello di alcuni singoli recettori il rischio incrementale è anche più elevato (ad es. 5,2 in R8 e 8,4 in zona inceneritore).

### **Rischio incrementale di neoplasie - Approccio epidemiologico**

#### **Tumore del polmone**

Si è fatta innanzitutto una stima della incidenza del tumore del polmone legata all'incremento della concentrazione di PM10, basata su un RR di 1,09 <sup>(7,8)</sup> per 10 mcg/Nmc e su un tasso di incidenza grezzo annuo (2013) per tumore del polmone a Terni di 78 casi/100.000, ottenendo un rischio incrementale pari a  $4,6E-6$  (4,6 su milione) in 70 anni.

Utilizzando i dati dello studio VIIAS del 2015 <sup>(10)</sup> che stimano il rischio incrementale di mortalità per neoplasie del polmone dovuto alle PM2,5 in Italia, considerandole pari al 70% delle PM10 (derivante dal confronto fra i dati di PM10 e PM2,5 di ARPA Umbria), si giunge invece ad una stima del numero di morti pari a  $5,0E-6$  (5 su milione) in 70 anni, che, in base al principio di precauzione, è quello che va preso in considerazione essendo il più cautelativo

### Rischio non cancerogeno

Premesso che per gli effetti non cancerogeni esiste un valore soglia di esposizione (Reference Concentration, RfC) al di sotto del quale non si hanno effetti avversi per la salute, i livelli di inquinamento di fondo sia delle PM10 che delle PM2,5, stimate essere come sopra ricordato circa il 70% delle PM10, sono superiori a tale valore, che per le PM10 è 20 µg/m³ e per le PM2,5 è 10 µg/m³.

In questa condizione, ogni pur piccolo incremento delle PM10 e delle PM2,5 avrà un effetto proporzionale avverso sulla salute, ma se lo si rapporta da solo al valore di RfC, come è stato fatto nello studio di Terni Biomassa, si otterrà un risultato che darà un rapporto E/RfC (dove E= esposizione) estremamente basso, con una stima di assenza di qualunque effetto dannoso per la salute.

Secondo i calcoli fatti utilizzando i criteri di Aphekom <sup>(10)</sup>, invece, in 70 anni nella popolazione di Terni, pari a 109.110 persone, l'incremento medio delle PM2,5 ai recettori ipotizzato nello studio di Terni Biomassa, comporterebbe il seguente incremento di mortalità per patologie non neoplastiche:

- patologie cardiovascolari: 3 (1-6)
- patologie respiratorie: 0,5 (0,2-0,9).

L'incremento delle PM10 comporterebbe invece un aumento di circa 0,5 morti per tutte le cause.

In tabella 1 si riportano i dati complessive delle stime degli impatti sanitari di diversa natura legati all'esposizione nei recettori da R1 a R9, più il recettore inceneritore.

Tabella 1

<b>inquinante</b>	<b>Casi aggiuntivi tumore del polmone su milione in 70 anni <sup>(7,8,10)</sup></b>
	<b>Esposizione singola, rischio incrementale accettabile: 1</b>
IPA come B(a)P	1,4 (1,5 in modalità combinata, stima con approccio tossicologico aggiustato per età)
PM10 <sup>(8)</sup>	4,6 * (5,2 in modalità combinata, stima con approccio epidemiologico)
PM10 <sup>(8)</sup>	3,3 * (3,7 in modalità combinata, stima con approccio tossicologico aggiustato per età)
PM2,5 <sup>(10)</sup>	5,0 * (5,6 in modalità combinata, stima con approccio epidemiologico su PM2,5)
Cd	0,3
As, Ni, Pb	3,4 (in base al principio del caso peggiore, la stima si basa sull' I.U.R. più cautelativo, che è quello dell' As).
	<b>Esposizione cumulata, rischio incrementale accettabile: 10</b>
tutti	10 (*per il principio di precauzione si è preso il valore 5 delle PM2,5)
<b>inquinante</b>	<b>Mortalità aggiuntiva in 70 anni nella popolazione ternana (109.110) <sup>(11)</sup></b>
PM2,5	3 per patologie cardiovascolari
PM2,5	0,5 per patologie respiratorie
PM10	0,5 per tutte le patologie

Nel corso della conferenza dei servizi del 10 febbraio 2017 è emersa da parte dei rappresentanti della Regione e di Terni Biomassa l'utilità di conoscere le differenze del rischio incrementale fra il ciclo combinato e quello convenzionale.

E' stato altresì verbalizzato da parte dei rappresentanti della Regione che ogni nuova eventuale valutazione da parte dell'Unità di Progetto dovrebbe essere inviata al servizio regionale competente al rilascio dell'AIA.

In accoglimento di tali richieste, la precedente relazione è stata integrata con le tabelle 2-5, dove vengono messe a confronto le stime del rischio incrementale del ciclo convenzionale e di quello combinato.

I dati sono riferiti a ciascun recettore, al fine di permettere una valutazione più accurata della distribuzione del rischio fra le diverse aree territoriali.

Tabella 2

PM10 rischio incrementale cancerogeno, <u>approccio tossicologico</u>		
recettore	ciclo convenzionale	ciclo combinato
R1 Borgo Rivo	3,2	3,5
R2 Carrara	1,4	1,4
R3 Le Grazie	1,4	1,8
R4- Cospea	2,5	2,5
R5- Polymer	2,1	2,5
R6- Ponte San Lorenzo	3,2	3,5
R7- Strada Santa Maria la Rocca	4,6	4,9
R8- La Castellina	5,3	6,0
R9- Strada Fontana di Polo	1,1	1,4
R10 - inceneritore	8,4	9,8

Tabella 3

PM10 rischio incrementale cancerogeno, <u>approccio epidemiologico</u>		
recettore	ciclo convenzionale	ciclo combinato
R1 Borgo Rivo	4,4	4,9
R2 Carrara	2,0	2,0
R3 Le Grazie	2,0	2,4
R4- Cospea	3,4	3,4
R5- Polymer	2,9	3,4
R6- Ponte San Lorenzo	4,4	4,9
R7- Strada Santa Maria la Rocca	6,4	6,8
R8- La Castellina	7,3	8,3
R9- Strada Fontana di Polo	1,5	2,0
R10 - inceneritore	11,7	13,7

Tabella 4

PM10 rischio incrementale cancerogeno, <u>approccio epidemiologico</u> stimato su PM2,5		
recettore	ciclo convenzionale	ciclo combinato
R1 Borgo Rivo	4,8	5,3
R2 Carrara	2,1	2,1
R3 Le Grazie	2,1	2,7
R4- Cospea	3,7	3,7
R5- Polymer	3,2	3,7
R6- Ponte San Lorenzo	4,8	5,3
R7- Strada Santa Maria la Rocca	6,9	7,4
R8- La Castellina	8,0	9,0
R9- Strada Fontana di Polo	1,6	2,1
R10 - inceneritore	12,8	14,8

Tabella 5

IPA rischio incrementale cancerogeno, <u>approccio tossicologico</u>		
recettore	rischio incrementale ciclo convenzionale	rischio incrementale ciclo combinato
R1 Borgo Rivo	1,3	1,4
R2 Carrara	0,6	0,6
R3 Le Grazie	0,6	0,7
R4- Cospea	1,0	1,0
R5- Polymer	0,9	1,0
R6- Ponte San Lorenzo	1,3	1,4
R7- Strada Santa Maria la Rocca	1,9	2,0
R8- La Castellina	2,2	2,4
R9- Strada Fontana di Polo	0,4	0,6
R10 - inceneritore	3,5	4,0

- 1) **Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS)** nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA e AIA) dell'ISPRA, febbraio 2016
- 2) **Documento finale del progetto "Linee Guida VIS per valutatori e proponenti - T4HIA"** del CCM - Centro per il Controllo e la prevenzione delle Malattie del Ministero della Salute, giugno 2016
- 3) **Banca Dati ISS-INAIL per Analisi di Rischio Sanitario Ambientale, marzo 2015**  
[http://www.iss.it/binary/iasa/cont/Banca\\_dati\\_ISS\\_INAIL\\_Marzo\\_2015\\_FINAL\\_PR.xlsx](http://www.iss.it/binary/iasa/cont/Banca_dati_ISS_INAIL_Marzo_2015_FINAL_PR.xlsx)
- 4) **Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)** in: Air Quality Guidelines - Second Edition, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0015/123063/AQG2ndEd\\_5\\_9PAH.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0015/123063/AQG2ndEd_5_9PAH.pdf)
- 5) **Toxicological Review of Benzo[a]pyrene [CASRN 50-32-8]**  
Integrated Risk Information System, National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, U.S. EPA, Washington, DC January 2017
- 6) **CONSOLIDATED TABLE OF OEHHA/ARB APPROVED RISK ASSESSMENT HEALTH VALUES**, Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), California Environmental Protection Agency (CalEPA), may 2015
- 7) **Valutazione del Danno Sanitario Stabilimento ILVA di Taranto** ai sensi della LR 21/2012 Scenari emissivi pre-AIA (anno 2010) e post-AIA (anno 2016), ISPRA 2016
- 8) **Esempio di applicazione delle metodologie di HIA ed RA alle emissioni di un impianto di incenerimento rifiuti nella città di Parma;**  
*in Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA e AIA) dell'ISPRA, febbraio 2016*
- 9) **SITUAZIONE EPIDEMIOLOGICA E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO DEGLI INQUINANTI AMBIENTALI NEL COMUNE DI TERNI NEL 2014**, Dipartimento di Prevenzione della USL n.2-Umbria, 2015
- 10) **ViiAS: l'inquinamento in Italia attraverso i dati. Impatto sulla salute.** Atti del Convegno VIIAS, Roma, 4 Giugno 2015
- 11) **Guidelines for assessing the health impacts of air pollution in European cities, Work Package 5 Deliverable D5 April 2011**  
Aphekom - Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe. <http://si.easp.es/aphekom/>

Terni, 7 aprile 2017

Il Coordinatore

Dr. Armando Mattioli

