

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA SALUTE DI ALCUNI INQUINANTI AMBIENTALI NEL COMUNE DI FOLIGNO

Aggiornamento anno 2017



A cura del Dr. Armando Mattioli
U.O. Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro – Area Nord
Unità di Progetto “Ambiente e Salute”

Indice

| | |
|---|---------|
| Criteri Generali: valutazione del rischio | pag. 3 |
| Riferimenti scientifici e tecnico-operativi | pag. 4 |
| I dati di popolazione, di mortalità e morbosità | pag. 4 |
| Criteri di stima di impatto sulla salute di PM 10 e PM 2,5 | pag. 6 |
| Criteri di stima di rischio incrementale cancerogeno | pag. 8 |
| Esposizione a PM2,5 e PM10 e stima di impatto | pag. 9 |
| Cancerogeni: il rischio incrementale di tumori e limite dei Valori limite | pag. 10 |
| Concentrazioni in aria di IPA, Benzene e metalli pesanti | pag. 11 |
| Stima del rischio incrementale di tumori da Benzene ed IPA | pag. 12 |
| Bibliografia | pag. 13 |

L'IMPATTO SULLA SALUTE DI ALCUNI INQUINANTI AMBIENTALI

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 ⁽¹⁾ e validati più volte nel corso dei decenni seguenti fino ai nostri giorni ^(2,3,4).

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

| | |
|--|--|
| B) Valutazione Esposizione Competenza ARPA (USL per eventuale monitoraggio biologico) | C) Valutazione Esposizione – Danno salute Competenza USL |
|--|--|

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, 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 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.

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.

Riferimenti scientifici e tecnico-operativi.

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)** ^(5,6,7,8,9) 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 ⁽¹⁰⁾ 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.

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> ^(11,12,13)

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.

I dati di popolazione e di mortalità

Nelle tab. A), B) (dati ISTAT 2016) si evidenzia la composizione della popolazione residente a Foligno e in quelle C), D) e E) la distribuzione della mortalità e della morbosità per fasce d’età su cui in base ai criteri di APHEKOM si è calcolata la stima di impatto della salute.

Tab. A)

| Popolazione oggetto dello studio al 2016 | |
|--|--------|
| Età | Totale |
| 30-34 | 3503 |
| 35-39 | 3827 |
| 40-44 | 4507 |
| 45-49 | 4257 |
| 50-54 | 4307 |
| 55-59 | 3802 |
| 60-64 | 3479 |
| 65-69 | 3659 |
| 70-74 | 2843 |
| 75-79 | 2761 |
| 80-84 | 2111 |

Tab. B)

| Popolazione oggetto dello studio al 2016 | |
|--|--------|
| All Ages | 57.125 |
| 15-64 | 35.610 |
| 65 and over | 13.891 |

I dati di mortalità e morbosità *

Tab. C)

| Esiti di salute | ICD-9 Codes | ICD-10 Codes | Age Group | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------------------------------------|-------------|--------------|-----------|------|------|------|
| Tutte le cause di morte non esterne | 001-799 | A00-R99 | All Ages | 622 | 653 | 602 |

Tab. D)

| Esiti di salute | ICD-9 Codes | ICD-10 Codes | Gruppi di età | 2014 | 2015 | 2016 | Totale 2011-2016 |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|------|------|------|------------------|
| Mortalità totale | 000-999 | A00-Y98 | 30-34 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 35-39 | 3 | 5 | 0 | 8 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 40-44 | 3 | 3 | 4 | 10 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 45-49 | 9 | 1 | 5 | 15 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 50-54 | 3 | 7 | 6 | 16 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 55-59 | 11 | 16 | 15 | 42 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 60-64 | 18 | 14 | 21 | 53 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 65-69 | 36 | 37 | 26 | 99 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 70-74 | 53 | 46 | 41 | 140 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 75-79 | 62 | 63 | 64 | 189 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 80-84 | 100 | 118 | 97 | 315 |
| | 000-999 | A00-Y98 | 85 e oltre | 332 | 353 | 326 | 1.011 |
| Mortalità Cardio-Vascolare | 390-459 | I00-I99 | 30-34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 390-459 | I00-I99 | 35-39 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 390-459 | I00-I99 | 40-44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 390-459 | I00-I99 | 45-49 | 2 | 1 | 1 | 4 |
| | 390-459 | I00-I99 | 50-54 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| | 390-459 | I00-I99 | 55-59 | 1 | 0 | 3 | 4 |
| | 390-459 | I00-I99 | 60-64 | 4 | 1 | 2 | 7 |
| | 390-459 | I00-I99 | 65-69 | 9 | 14 | 3 | 26 |
| | 390-459 | I00-I99 | 70-74 | 7 | 8 | 18 | 33 |
| | 390-459 | I00-I99 | 75-79 | 17 | 18 | 15 | 50 |
| | 390-459 | I00-I99 | 80-84 | 37 | 41 | 34 | 112 |
| | 390-459 | I00-I99 | 85 e oltre | 130 | 126 | 127 | 383 |

Tab. E)

| Ricoveri ospedalieri per cardiopatie per tutte le età | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| ANNO RICOVERO | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| numero | 756 | 716 | 670 | 642 | 614 | 651 |
| Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie per tutte le età | | | | | | |
| ANNO RICOVERO | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| numero | 565 | 537 | 578 | 648 | 671 | 569 |
| Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie 14-65 anni | | | | | | |
| ANNO RICOVERO | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| numero | 177 | 153 | 173 | 200 | 216 | 174 |
| Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie > 65 anni | | | | | | |
| ANNO RICOVERO | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| numero | 298 | 318 | 310 | 354 | 373 | 326 |

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

Stima dell'impatto sulla salute dell'inquinamento di PM_{2,5} e PM₁₀

La stima dell'impatto sanitario da inquinamento da PM_{2,5} e PM₁₀ 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 i criteri indicati nel Manuale di APHEKOM⁽¹⁴⁾.

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

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

Dove: Δy è il risultato dell'HIA inteso come decremento nel numero degli eventi sanitari;

y_0 è la linea di base dei dati sanitari;

Δx è il decremento delle concentrazioni dei contaminanti definite nei diversi scenari;

β è la funzione di rischio legata alla concentrazione;

RR per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \exp(10 * \beta)$.

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

Lo scenario considerato, utilizza la differenza fra la media annuale del PM₁₀ del 2011 e quella del 2014, con un $\Delta x = 3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 2011, 2012 e 2013;

- 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:

$$nq_x = 1; \text{ ovvero la probabilità di morire è certa.}$$

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 degli 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 dei morti in ciascun gruppo di età per gli anni 2011, 2012 e 2013.

$${}_nD_x^{\text{attribuibili}} = {}_nD_x * e^{-\Delta x * \beta}$$

Δx è la diminuzione della concentrazione prevista dallo scenario

β è la funzione di rischio legata alla concentrazione.

RR per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \exp(10 * \beta)$

Impatto a lungo termine per le PM2,5

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

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 Foligno 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 Foligno (109.110 abitanti) sia rapportandoli a 100.000 abitanti.

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, detto rischio incrementale.

Il rischio incrementale viene stimato^(4,5,7) utilizzando per la via respiratoria l'Inhalation Unit Risk (I.U.R., [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]⁻¹) o l'Inhalation Slope factor (S.F.inal [$\text{mg}/\text{kg}\text{-giorno}$]⁻¹) e per quella orale l'Ingestion Slope factor (S.F. ing. [$\text{mg}/\text{kg}\text{-giorno}$]⁻¹); 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**⁽⁷⁾, dello **Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)**⁽¹⁵⁾, dell'**OMS**^(16,17,18), dell'**EPA**⁽¹⁹⁾ e dell'**OEHHA**^(20,21).

Nella presente relazione si è utilizzato solo I.U.R.

Esposizione respiratoria^(6,8,9)

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alla sostanza cancerogena nell'aria che respirano.

- **EC**: "Concentrazione di esposizione" espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),

- **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) ($\text{ADAF}_{>16}$).

Il rischio cancerogeno genotossico è espresso dalla seguente equazione:

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

Esposizione a PM2,5 e PM10 e stima di impatto

Nel 2017 c'è stata una notevole riduzione di tutti i parametri (tabb. 1, 2, 3).

| Tab. 1 | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|
| PM10 Media annuale (valore limite 40 µg/m3) | | | | | | | | | |
| Stazione | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | 31 | 27 | 32 | 29 | 27 | 26 | 27 | 26 | 21 |

| Tab. 2 | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PM10 numero superamenti media giornaliera 50 µg/m3 (valore limite 35) | | | | | | | | | |
| Stazione | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | 41 | 29 | 50 | 35 | 38 | 39 | 37 | 38 | 15 |

| Tab. 3 | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PM2,5 Media annuale (valore limite 25 µg/m3) | | | | | | | | | |
| Stazione | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | | | | | 19 | 18 | 20 | 19 | 15 |

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** ^(10, 22, 23, 24) dovuti ad una riduzione delle PM2,5 pari ad 1 µg/Nmc.

La stima è di circa 4,4 morti evitate l'anno per tutte le cause fra gli abitanti del comune di Foligno sopra i 30 anni d'età, (tabella 4) di cui 3,4 per le patologie cardio-vascolari, 0,4 per le patologie respiratorie e 0,4 i tumori del polmone (0,26).

| Tab. 4) Numero morti annuali evitate nel lungo periodo in base ad un diminuzione di 1 µg/Nmc di PM2,5 | | | |
|--|------------------|-----------------|------------------|
| Tutte le cause | Limite inferiore | Valore centrale | Limite superiore |
| Numero di morti annuali medie nel triennio 2014-2016 per tutte le cause per età >=30 anni | | 634 | |
| Stima morti annuali evitate | 1,25 | 4,28 | 6,58 |
| Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000) | 3,02 | 10,31 | 15,87 |
| Patologie cardiovascolari | | | |
| Numero di morti annuali medie nel triennio 2014-2016 per età ≥ 30 anni | | 208 | |
| Stima morti annuali evitate | 1,9 | 2,8 | 3,5 |
| Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000) | 4,62 | 6,78 | 8,35 |
| Patologie respiratorie e Tumori polmonari ⁽¹⁰⁾ | | | |
| Stima morti annuali evitate per patologie respiratorie | | ≈ 0,4 | |
| Stima morti annuali evitate per tumore polmone | | ≈ 0,4 | |

Analogamente, si indicano gli **effetti nel breve periodo** ^(10, 22, 23, 24) 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 x morte evitata l'anno escluse le cause esterne fra tutti gli abitanti del comune di Spoleto, (tabella 5) e di xx ricoveri in meno per patologie cardiorespiratorie (Tabella 6).

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

| Tutte le cause | Limite inferiore | Valore centrale | Limite superiore |
|--|------------------|-----------------|------------------|
| Numero di morti medie triennio 2011-2013 escluse cause esterne | | 636 | |
| Stima morti annuali evitate | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000) | 0,6 | 0,9 | 1,2 |

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

| Tutte le cause | Limite inferiore | Valore centrale | Limite superiore |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Ricoveri per patologie respiratorie | | | |
| Stima attribuibile alle PM10 | | | |
| Ricoveri per patologie cardiache | | | |
| Stima attribuibile alle PM10 | | | |

CANCEROGENI

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, nelle sue Linee guida per la qualità dell'acqua, fissa il livello di rischio incrementale ad 1/100.000 ⁽¹⁶⁾.

Anche 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 valora di soglia prevede il DMEL (Derived Minimal Effect Level ossia il Livello di effetto minimo derivato) come valore limite; la questione oltre ad aspetti di natura scientifica pone implicazioni di natura etica, sociale e pertanto la decisione spetta al mondo della politica. Al momento la proposta dell'ECHA, tenuto conto degli orientamenti espressi a livello internazionale, è quella di fissare il rischio incrementale per i lavoratori a 1/100.000 e per la popolazione generale a 1/1.000.000 ⁽²⁵⁾

Il valore limite per il benzo(a)pirene è di 1 ng/ m3, corrispondente ad un rischio incrementale di circa 0.1/100.000 per l'I.S.S. ⁽⁷⁾ e per l'OEHHA ^(20,21) e di 9/100.000 per l'O.M.S. ^(17,18).

Il valore limite per il benzene è pari a 5 µg/ m3, che corrisponde ad un rischio incrementale di 3,4/100.000 (I.S.S.) ⁽⁷⁾, 3/100.000 (O.M.S.) ^(17,18), 4,1/100.000 (US-EPA) ⁽¹⁹⁾ e 14,5/100.000 (OEHHA) ^(20,21); in questo caso emerge una chiara contraddizione fra acquisizioni scientifiche e normativa.

Concentrazioni rilevate dall'ARPA Umbria

| Tab. 5 Ipa come Benzo(a)pirene : valore limite: 1 ng/ m3 * soglia di valutazione inferiore (SVI): 0.4 ng/m3 soglia di valutazione superiore (SVS): 0.6 ng/m3 | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Stazione | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | |
| Foligno Porta Romana | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | |

| Tab. 6 Benzene valore limite: 5 µg/m3 * soglia di valutazione inferiore (SVI): 2.0 µg/m3 soglia di valutazione superiore (SVS): 3.5 µg/m3 | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stazione | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | 1.0 | 1.0 | 1.8 | 1.2 | 2.0 | 2,3 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.0 |

* Esposizioni al livello del valore limite implicano un rischio incrementale di tumori maggiore di 1 su milione

| Tab. 7 Cadmio , valore obiettivo: 5.0 ng/m3 soglia di valutazione inferiore: 2.0 ng/m3 soglia di valutazione superiore: 3.0 ng/m3 | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Stazione | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| Foligno Porta Romana | nd | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | nd | nd | |

| Tab. 8 Nichel , valore obiettivo: 20 ng/m3 soglia di valutazione inferiore: 10 ng/m3 soglia di valutazione superiore: 14 ng/m3 | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stazione | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | | 1.8 | 1.3 | 2.0 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | nd | nd | nd |

| Tab. 9 Arsenico , valore obiettivo: 6.0 ng/m3 soglia di valutazione inferiore: 2.4 ng/m3 soglia di valutazione superiore: 3.6 ng/m 3 | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stazione | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | nd | nd | nd |

| Tab. 10 Piombo , valore limite: 0.50 µg/m3 soglia di valutazione inferiore: 0.25 µg/m3 soglia di valutazione superiore: 0.35 µg/ | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Stazione | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Foligno Porta Romana | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | nd | nd | nd |

Stima del rischio incrementale di neoplasie

Dal 2015 non vengono più determinati dall'ARPA i metalli pesanti in quanto molto spesso in concentrazioni anche al di sotto del limite di rilevabilità.

Si riportano invece i dati relativi a Benzene e Benzo (a) pirene in tabella 11, dove, nelle prime due colonne sono riportati gli organismi scientifici di riferimento ed il relativo I.U.R., nella terza ci sono le medie delle concentrazioni dei vari cancerogeni rilevate nel periodo 2008-2015.

Nella quarta colonna, in rosso sono evidenziate le situazioni che superano il rischio incrementale di 1 tumore su milione. Si vede, come nonostante i valori limite siano rispettati, il rischio incrementale di neoplasie sia superiore ad 1 su milione in 70 anni

Tab. 11

| Benzene, valore limite = 5 µg/ m3 | Inalation unit risk (µg/m3) | Inquinamento medio 2008-2017 (µg/m3) < V.L. | Rischio incrementale neoplasie su milione in 70 anni |
|---|-----------------------------|---|--|
| Benzene OMS | 6,00E-06 | 1,3 | 8 |
| Benzene EPA | 8,30E-06 | 1,3 | 11 |
| Benzene OEHHA | 2,90E-05 | 1,3 | 39 |
| Benzene ISS | 6,89E-06 | 1,3 | 9 |
| Benzo(a)pirene, valore limite = 1 ng/ m3 | Inalation unit risk (µg/m3) | Inquinamento medio 2008-2017 (µg/m3) < V.L. | Rischio incrementale neoplasie su milione in 70 anni |
| IPA (benzo (a) pirene) OEHHA + ISS | 1,10E-03 | 0,0009 | 1 |
| IPA (benzo (a) pirene) OMS | 8,70E-02 | 0,0009 | 78 |

Bibliografia

- 1) Risk assessment in the federal government. Managing the process**
National Research Council. 1983. National Academy Press, Washington, DC
- 2) The NRC Risk Assessment Paradigm**
October 7, 2014, 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 Primari; INAIL Dipartimento Installazioni di Produzione e Inseadimenti 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
- 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
- 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**
Aphekom - Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe. <http://si.easp.es/aphekom/>

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

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_{WHO-05}); Scheme for Estimating Toxicity of Mixtures of Dioxin-Like Chemicals

TECHNICAL SUPPORT DOCUMENT FOR CANCER POTENCY FACTORS, APPENDIX C, January 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