

STIMA DEL NUMERO DI LAVORATORI ESPOSTI A
CANCEROGENI IN ITALIA, NEL CONTESTO DELLO
STUDIO EUROPEO CAREX.

ESTIMATE OF THE NUMBER OF WORKERS EXPOSED TO
CANCER CAUSING AGENTS IN ITALY, WITHIN THE
FRAMEWORK OF THE EUROPEAN STUDY CAREX.

Dario Mirabelli, [1].

[1] indirizzo per la corrispondenza: Unità di Epidemiologia dei Tumori, Azienda Ospedaliera San Giovanni Battista di Torino. Via Santena 7, 10126 Torino.

Tel 011-6336966

Fax 011-6336960

E-mail d.mirabelli@cpo.it

RIASSUNTO

CAREX è un sistema informativo internazionale sulle esposizioni professionali a cancerogeni noti e sospetti, realizzato con il supporto del programma “L’Europa contro il cancro” dell’Unione Europea. Fornisce stime del numero di esposti per Paese, attività industriale e agente. Include dati su 139 agenti classificati in gruppo 1, 2A o 2B dalla IARC, in 55 branche di attività economica disaggregate secondo la classificazione UN-ISIC Rev. 2, relativi al periodo 1990-3 nei quindici Paesi dell’Unione Europea. Le stime sono state generate in due fasi. Dapprima in modo automatico, sulla base della struttura occupazionale di ogni Paese, alla quale sono state applicate le prevalenze di esposti calcolate in due Paesi di riferimento, la Finlandia e gli USA. Queste stime tengono conto della diversa struttura produttiva dei Paesi dell’Unione Europea, ma non di eventuali specificità dei profili di esposizione. Per alcuni Paesi, tra cui l’Italia, è stato possibile adattare le stime standard alla specificità della realtà produttiva locale, mediante una revisione ad opera di esperti nazionali. In Italia sono stati stimati 4,2 milioni di esposti, pari al 24% degli occupati, agli agenti inclusi in CAREX, con un totale di 5,5 milioni di esposizioni. Le esposizioni più comuni sono state: a fumo passivo (770.000 esposti), a radiazione solare (550.000), a fumi di scarico diesel (550.000), ad asbesto (350.000), a polveri di legno (300.000), a silice cristallina (260.000), a piombo e composti inorganici (220.000), a benzene (180.000), a cromo esavalente e composti (130.000) e a IPA (130.000).

ABSTRACT

CAREX is an international information system on occupational exposure to known or suspected carcinogens, constructed with the support from the Europe Against Cancer program of the European Union. It provides estimates of the number of exposed workers by country, industry, and agent, including data about 139 agents evaluated by the International Agency for Research on Cancer (group 1 and 2A agents, plus selected group 2B ones), across 55 industries classified according to US-ISIC revision 2. The 1990-3 occupational exposures to these agents were estimated for the fifteen countries of the European Union in two steps. At first, estimates were generated on the basis of the national workforce data, and of the exposure prevalence estimates from two reference countries: Finland and the USA. These estimates are adjusted by economic structure, but they do not take into account country specific patterns of exposure to carcinogens. For selected countries, among which Italy, it was possible to correct these estimates by national experts, who were invited to allow for the exposure patterns that they considered specific to their countries. According to the estimates for Italy, there were about 4.2 million workers, i.e. 24% of the work force, exposed to the agents included in CAREX, with some 5.5 million exposures. The most common exposures were: environmental tobacco smoke (770,000 exposed workers), solar radiation (550,000), diesel engine exhaust (550,000), asbestos (350,000), wood dust (300,000), crystalline silica (260,000), lead and inorganic lead compounds (220,000), benzene (180,000), hexavalent chromium and compounds (130,000) and PAHs (130,000).

INTRODUZIONE.

Il programma “L’Europa contro il cancro” dell’Unione Europea richiese di stimare l’impatto dei tumori professionali, il che implicava la valutazione delle esposizioni professionali a cancerogeni. Lo studio che viene presentato ha avuto lo scopo di calcolare il numero di lavoratori esposti ai principali cancerogeni, noti o sospetti tali, nei Paesi dell’Unione, per Paese, attività economica e agente.

La revisione della letteratura, incluse le Monografie dell’International Agency for Research on Cancer (IARC) non ha permesso di trovare stime dirette del numero di lavoratori esposti, che dovettero essere ottenute attraverso il giudizio professionale di esperti, sulla base delle informazioni disponibili, pubblicate o meno. Fu riunito un gruppo internazionale per pianificare la procedura di stima. Per assistere il processo, dopo la prima riunione del gruppo, fu approntata la prima versione del sistema informativo CAREX (Carcinogen Exposure) presso il Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). CAREX fu sviluppato in una seconda riunione del gruppo di esperti.

In questo rapporto trova posto solo parte della documentazione presente in CAREX, che comprende definizioni delle esposizioni e delle attività industriali incluse, stime parziali per gruppi specifici di esposti all’interno delle attività industriali, risultati di valutazioni delle esposizioni, dati sulla forza lavoro, riferimenti bibliografici. Il rapporto illustra CAREX e ne presenta i risultati per l’Italia, limitatamente a quelli della procedura di valutazione specifica per attività industriale (si veda la sezione materiali e metodi per la definizione).

MATERIALI E METODI.

Caratteristiche generali del metodo di valutazione e dei dati usati. La procedura di valutazione si è svolta in più fasi: definizione degli agenti e delle esposizioni professionali, definizione delle attività industriali e raccolta dei dati sulla forza lavoro, raccolta di misure di esposizione ambientale e di dati descrittivi delle esposizioni, generazione di stime standard delle esposizioni per CAREX, stime

conclusive da parte degli esperti nazionali, valutazione delle esposizioni multiple. La maggior parte degli agenti è stata valutata sulla base di una **procedura specifica per attività industriale** (“lunga”), stratificata per attività industriale. Alcuni agenti sono stati valutati attraverso una **procedura globale per Paese** (“breve”), che fornisce solo un numero complessivo di lavoratori esposti per Paese. Ad esempio, alcune terapie sono state valutate in questo modo. Le circostanze di esposizione cancerogene secondo la IARC sono state descritte solo sinteticamente. Per alcuni agenti primariamente non professionali non è stato possibile eseguire una valutazione: ad esempio per betel, alcuni virus, ecc.; sono presenti nella base di dati, ma il numero di esposti professionali è fissato a zero. La mancanza di dati nazionali sulla prevalenza di esposti, nella generalità dei Paesi partecipanti, ha costretto ad applicare come stime standard quelle fornite da due Paesi di riferimento, la Finlandia e gli USA. Il calcolo della prevalenza di esposti per settore di attività economica è stato fatto sulla base dei dati presenti in SUTKEA [1], FINJEM [2], e ASA [3] per la Finlandia; per gli USA è stata usata la base di dati US NOES [4,5,6]. E’ stata eseguita la conversione dalle codifiche finlandese e USA alla UN-ISIC Rev 2 (1968), ed è stata calcolata la prevalenza di esposti agli agenti in studio disaggregata per branca di attività economica. La prevalenza più appropriata, tra quella finlandese, quella USA, o la loro media, è stata applicata alla struttura occupazionale di ogni Paese, generando le stime preliminari del numero di esposti. Queste non sono state considerate direttamente valide, a causa di verosimili differenze tra i Paesi di riferimento e gli altri, quanto a spettro delle attività economiche comprese nelle grandi branche, profili di uso degli agenti e sfasamenti temporali. Pertanto le stime preliminari sono state riesaminate da esperti nazionali, quando possibile, prima che i dati fossero incorporati definitivamente nella base di dati. Per ottenere una stima del numero totale di esposti a cancerogeni in un’attività industriale o in un Paese, occorre correggere per la simultaneità di esposizioni a

plurimi agenti considerati in CAREX. La molteplicità di esposizioni è stata valutata sulla base dei dati finlandesi, poi applicati a tutti gli altri Paesi.

Agenti e esposizioni professionali. CAREX include tutti gli agenti e le miscele classificate dalla IARC in gruppo 1 (cancerogeni) o 2A (probabili cancerogeni) fino al febbraio 1995; sono stati inclusi alcuni agenti 2B (possibili cancerogeni). Inoltre sono state incluse le radiazioni ionizzanti, sebbene non oggetto di valutazione IARC. Nell'Appendice 2 sono riportati i principali agenti assoggettati alla procedura "lunga". Alcuni agenti di gruppo 1 o 2A sono idrocarburi policiclici aromatici (IPA) o loro miscele, e tutti raggruppati sotto la dizione IPA, che comprende: pece di catrame di carbone, catrame di carbone, oli minerali non raffinati e debolmente raffinati, oli di scisti, fuliggini, creosoti, nonché benzo(a)pirene ed altri IPA probabili cancerogeni. Ciò in quanto gli IPA sono di solito presenti negli ambienti di lavoro come miscele complesse. Il fumo passivo di tabacco e i fumi di scarico diesel sono stati considerati invece separatamente.

Nella documentazione di CAREX, la definizione dell'esposizione indica le vie di esposizione rilevanti, ed il livello di riferimento (di fondo non professionale) usato come criterio minimo per stabilire l'esistenza di un'esposizione professionale. Se il livello di fondo è stato considerato trascurabile, non è stato esplicitato.

La procedura di valutazione specifica per attività industriale. In CAREX il numero di esposti per attività industriale è stato valutato sulla base delle branche di attività a livello di terza cifra della classificazione UN-ISIC Rev 2 (1968); alcuni settori non manifatturieri sono stati disaggregati a una o due cifre. Le attività economiche sono elencate in Appendice 1. I calcoli sono basati sul numero medio di addetti nel periodo 1990-3; si è cercato di includere tutti gli addetti, compresi i lavoratori autonomi, i familiari, gli addetti a tempo parziale, ma le informazioni sull'occupazione nei diversi Paesi dell'Unione Europea sono eterogenee ed incomplete. I dati sono stati tratti dalle statistiche dell'Organizzazione per la

Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), raccolte uniformemente dalla fine degli anni '60 sulla base della ISIC Rev 2, con i settori manifatturieri disaggregati alla terza e, in qualche caso, alla quarta cifra; i settori non manifatturieri sono disaggregati solo alla prima cifra, non sempre adeguata per CAREX. In tali casi sono stati usati dati basati sulla Nomenclature Générale des Activités Économiques dans les Communautés Européennes (NACE) Rev 1 (1993) di EUROSTAT. I set di dati in questione per l'Italia presentano scostamenti rispetto al censimento 1991 dell'Industria, talora prevedibili, come accade ad esempio per gli addetti in agricoltura: il censimento dell'Industria include infatti solo le attività agricole a carattere industriale. In altri casi gli scostamenti non sono giustificati, come ad esempio per l'industria degli alimenti: nei dati OCSE 1990-3 ha circa 285.000 addetti contro i 412.000 del censimento 1991. Ogni incongruenza è stata segnalata; sono stati conservati i dati di fonte OCSE e EUROSTAT per uniformità.

Le routine di calcolo fornite ai valutatori insieme alla base di dati CAREX includevano il calcolo degli esposti per agente e settore di attività economica, in base alla distribuzione della forza lavoro ed alla scelta tra queste alternative: (i) la prevalenza di esposizione in Finlandia, (ii) quella negli USA, (iii) la media delle due, (iv) una stima analitica da parte del valutatore, (v) l'assenza completa di esposizione. CAREX proponeva uno di questi valori come quello di scelta: se uno qualsiasi tra i valori dei due Paesi di riferimento era marcato con l'avvertenza di bassa validità, l'altro era proposto come scelta; se entrambi erano marcati, era proposta la media dei due; non tutti gli agenti compresi in CAREX erano presenti in US-NOES ed in questi casi erano proposti come scelta i valori finlandesi.

La base di dati è stata esaminata, considerando ogni combinazione di agente in procedura "lunga" e di branca di attività economica e decidendo se mantenere le scelte proposte dal sistema o se cambiarle. In tal caso era possibile adottare un'altra delle tre opzioni a calcolo automatico di Carex oppure eseguire una valutazione ad hoc. Dove

possibile, è stata adottata la prima strategia; per esempio, nel caso delle raffinerie di petrolio (ISIC 353) è stato scelto di utilizzare come riferimento le prevalenze USA per molti agenti, in considerazione dei legami tecnologici tra l'industria italiana e quella americana. Quando le stime offerte da entrambi i Paesi di riferimento sono parse poco rappresentative della situazione italiana è stata eseguita la valutazione analitica. Il settore economico è stato scomposto in rami più omogenei (sottogruppi, nella terminologia di CAREX), secondo il criterio più utile a identificare un profilo di esposizione specifico: ad esempio per sotto-settori di attività, o per mansioni; per ognuno di essi è stato stimato il numero di esposti; il sistema provvede ai calcoli di riepilogo.

La difficoltà dell'operazione è consistita nella limitatezza delle conoscenze necessarie a valutare oggettivamente la prevalenza di esposti nel complesso delle attività economiche di un Paese come l'Italia, per un ampio spettro di agenti, come quello riportato in Appendice 2. Non è disponibile in Italia un sistema di registrazione delle esposizioni a cancerogeni; tantomeno erano disponibili dati applicabili al periodo 1990-3, di interesse per CAREX. Di conseguenza i giudizi alla base delle valutazioni specifiche per l'Italia sono fondati sull'esperienza personale del valutatore, maturata nell'ambito dell'attività di un servizio di prevenzione e sicurezza degli ambienti di lavoro nella cintura industriale di Torino.

RISULTATI.

I risultati principali sono riportati nelle appendici. Circa la distribuzione della forza lavoro, l'Italia ha una prevalenza di occupati 1990-3 più elevata del 50% rispetto alla media UE nei seguenti settori: calzaturiero, cuoio e prodotti in cuoio, abbigliamento, altro estrattivo, industria dei derivati del petrolio e del carbone, ceramiche, prodotti in ferro, forestazione, agricoltura e caccia, tessile, pesca, industria del ferro e dell'acciaio, industria della lana, estrazioni di minerali metalliferi. Viceversa l'occupazione era inferiore al 50% della media UE nei seguenti settori: estrazione di carbone, produzione di

altri prodotti chimici, affari/professionisti e altre organizzazioni.

C'erano circa 4,2 milioni di lavoratori esposti ad agenti inclusi in CAREX, pari ad un quarto circa degli occupati. Il numero di esposizioni è più alto, a causa della simultaneità di alcune: 5,5 milioni. In Appendice 1 è riportata l'esposizione ad agenti specifici per settore di attività, escludendo le esposizioni considerate a basso livello di intensità (low level) o a bassa verosimiglianza (low confidence). Alcuni agenti sono presenti in specifiche attività, mentre altri sono diffusi: tra questi ultimi spiccano l'esposizione passiva a fumo di tabacco e la radiazione solare, che non rientrano nell'orizzonte degli interessi dei servizi di prevenzione e in generale del sistema di sicurezza e protezione dei lavoratori. Tra i cancerogeni di interesse "tradizionale" più diffusi si trovano l'asbesto, i fumi di scarico di motori diesel, gli IPA. E' da notare come tutti questi abbiano il polmone tra gli organi bersaglio; tenuto conto dell'elevata incidenza e mortalità dei tumori di questa sede tra i maschi, i rischi attribuibili alle esposizioni correnti in Italia potrebbe rivelarsi sostanziali.

DISCUSSIONE.

I vantaggi di CAREX risiedono nella sua sistematicità, nella completezza di copertura geografica, nella facilità d'uso, per chi può accedere alla base di dati informatizzata. Tuttavia, è fonte di preoccupazione la validità delle stime incluse nel sistema, anche se sono state adottate tutte le misure concretamente disponibili per facilitare il processo di valutazione. Le possibili fonti di errore includono: differenze nella comprensione e uso della definizione delle esposizioni professionali tra i valutatori, incompleta conoscenza dei profili di esposizione, diversa rappresentatività dei valori di riferimento rispetto alla situazione di diversi Paesi, difficoltà di conversione delle codifiche delle attività economiche con conseguenti errori nella stima degli addetti, difficoltà di valutazione delle esposizioni multiple.

Il numero di esposti agli agenti considerati in CAREX può sembrare inaspettatamente alto. Tuttavia, i risultati sono compatibili con quelli

emersi da un altro tentativo di stimare la proporzione di esposti a cancerogeni in passato in Italia [7]; ciò tenuto anche conto che in Carex, per alcuni agenti, i livelli di esposizione possono essere bassi, forse tali che difficilmente un rischio potrebbe essere evidenziato nel contesto di studi epidemiologici basati sui metodi correntemente disponibili.

Nel suo complesso, la prevalenza di esposti in Italia è simile alla media europea. In ogni caso, questi dati sono preliminari e dovrebbero essere interpretati con cautela: non è stato possibile tenere conto, se non parzialmente, degli effettivi profili di esposizione caratteristici della situazione italiana. Date le incertezze circa la validità delle stime di CAREX, vi è la necessità di avviare un inventario sistematico delle esposizioni.

Il progetto CAREX è stato parzialmente finanziato dall'Unione Europea, nel contesto del programma "L'Europa contro il cancro".

Hanno preso parte allo sviluppo di CAREX: Manolis Kogevinas (Grecia e Spagna, responsabile del progetto), Timo Kauppinen (Finlandia, coordinatore), Jouni Toikkanen (Finlandia, realizzatore del sistema), David Pedersen (USA, responsabile dei dati USA), Randy Young (USA, responsabile dell'elaborazione dei dati USA), Anja Savela (Finlandia, responsabile dell'elaborazione dei dati), Hans Kromhout (Olanda, esperto), Jeronimo Maqueda Blasco (Spagna, esperto), Victoria de la Orden-Rivera (Spagna, esperto), Wolfgang Ahrens (Germania, esperto), Dario Mirabelli (Italia, esperto), Raymond Vincent (Francia, esperto), Nils Plato (Svezia, esperto), Brian Pannett (UK, esperto), Johnni Hansen (Danimarca, esperto), Hendrik Veulemans (Belgio, esperto), Paolo Boffetta (IARC, coordinatore).

Una copia del database può essere richiesta all'autore. CAREX è anche disponibile presso il sito del FIOH (via homepage <http://www.occuphealth.fi> o con accesso diretto alla base di dati <http://www.occuphealth.fi/list/data/carex>).

Bibliografia.

- [1] Anttila A, Jaakkola J, Tossavainen A, Vainio H. Occupational exposure to chemical agents in Finland (in Finnish). *Altisteet tyossa* 34, Tyoterveyslaitos ja tyosuojelurahasto, Helsinki, 1992.
- [2] Kauppinen T, Toikkanen J, Pukkala E. From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems: a new job-exposure matrix. *Am J Ind Med*, 1998; 33: 409-417.
- [3] Kauppinen T, Savela A, Vuorela R. ASA 1990 – employees exposed to carcinogens in Finland in 1990, reviews 19, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki, 1992.
- [4] Greife A, Young R, Carroll M, Sieber W, Pedersen D, Sundin D, Seta J. National Institute for Occupational Safety and Health general industry occupational exposure databases: their structure, capabilities, and limitations. *Appl Occup Environ Hyg*, 1995; 10: 264-9.
- [5] Seta J, Sundin D, Pedersen D. National Occupational Exposure Survey. Volume I, Survey manual. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, 1988.
- [6] Sieber W. National Occupational Exposure Survey. Volume II, Sampling methodology. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, 1990.
- [7] Merler E, Vineis P, Miligi L. I tumori causati dal lavoro in Italia. *Epid Prev*, 1998; 22: 12 – 25.

Appendice 1: stime specifiche di esposizione per attività industriali, escluse quelle a bassi livelli o a bassa probabilità.

Agente	Tipo di stima	Esposti
11 agricoltura e caccia		
captafol	specifico	8000
fumo di tabacco (passivo)	Finlandia	33472
radon e prodotti del suo decadimento	specifico	5000
radiazione solare	specifico	260000
Somma		306472
12 forestazione		
fumo di tabacco (passivo)	Finlandia	2346
radiazione solare	specifico	9000
polvere di legno	Finlandia	44018
Somma		55364
13 pesca		
fumi di scarico diesel	specifico	7000
fumo di tabacco (passivo)	specifico	10500
radiazione solare	specifico	4000
Somma		21500
21 estrazione di carbone		
fumo di tabacco (passivo)	specifico	50
Somma		50
22 produzione di petrolio greggio e di gas naturale		
acidi inorganici forti	USA	399
cromo esavalente e composti	USA	334
fumi di scarico diesel	USA	2101
fumo di tabacco (passivo)	specifico	200
composti del nichel	specifico	334
idrocarburi aromatici policiclici	USA	248
silice cristallina	USA	466
Somma		4082
23 estrazione di minerali metalliferi		
fumi di scarico diesel	Finlandia	4224
fumo di tabacco (passivo)	specifico	100
radiazioni ionizzanti	Finlandia	1267
idrocarburi aromatici policiclici	Finlandia	676
radon e prodotti del suo decadimento	Finlandia	1267
silice cristallina	Finlandia	7603
Somma		15137
29 altra industria estrattiva		
fumi di scarico diesel	Finlandia	33448
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1000
idrocarburi aromatici policiclici	Finlandia	515
silice cristallina	Finlandia	38593
radiazione solare	specifico	11000
Somma		84556
311-2 produzione di alimenti		
cobalto e composti	Finlandia	262
cromo esavalente e composti	Finlandia	1412
fumi di scarico diesel	USA	3534
etilene ossido	Finlandia	52
fumo di tabacco (passivo)	specifico	2000
composti del nichel	specifico	1412
idrocarburi aromatici policiclici	Finlandia	523
radon e prodotti del suo decadimento	specifico	2000
Somma		11195

313 produzione di bevande

cromo esavalente e composti	specifico	150
fumi di scarico diesel	USA	3186
fumo di tabacco (passivo)	specifico	300
formaldeide	Finlandia	333
composti del nichel	specifico	150
tetracloroetilene	USA	265
radon e prodotti del suo decadimento	specifico	8000
tricloroetilene	USA	70
Somma		12454

314 manifattura del tabacco

fumi di scarico diesel	USA	34
fumo di tabacco (passivo)	specifico	150
idrocarburi aromatici policiclici	USA	297
tetracloroetilene	USA	69
tricloroetilene	USA	115
Somma		665

321 produzione di tessuti

cadmio e composti	USA	718
cromo esavalente e composti	USA	4224
fumi di scarico diesel	USA	1298
dimetilsolfato	USA	114
fumo di tabacco (passivo)	specifico	2500
formaldeide	Finlandia	6080
lana di vetro	USA	1683
composti del nichel	specifico	1000
piombo e composti	media	217
tetracloroetilene	USA	5537
Somma		23371

322 produzione di abbigliamento, tranne le calzature

cadmio e composti	USA	42
cromo esavalente e composti	USA	3027
fumi di scarico diesel	USA	3348
fumo di tabacco (passivo)	specifico	5500
formaldeide	specifico	5000
composti del nichel	specifico	2500
tetracloroetilene	USA	19177
tricloroetilene	USA	699
Somma		39293

323 produzione di cuoio e oggetti in cuoio

acidi inorganici forti	media	2946
cromo esavalente e composti	media	2146
fumi di scarico diesel	specifico	300
fumo di tabacco (passivo)	specifico	700
cloruro di metilene	specifico	6500
composti del nichel	specifico	300
idrocarburi aromatici policiclici	USA	1662
piombo e composti	specifico	300
tetracloroetilene	USA	886
silice cristallina	media	614
tricloroetilene	USA	64
Somma		16418

324 produzione di calzature

cadmio e composti	USA	199
cromo esavalente e composti	USA	1010
fumi di scarico diesel	specifico	800
fumo di tabacco (passivo)	specifico	2000
cloruro di metilene	specifico	17900
composti del nichel	specifico	900
idrocarburi aromatici policiclici	USA	1204

tetracloroetilene	specifico	17900
silice cristallina	media	466
tricloroetilene	specifico	17900
Somma		60279

331 produzione di legno, di prodotti in legno e sughero, eccetto i mobili

arsenico e composti	media	13600
arsenico e composti	media	6576
cadmio e composti	USA	58
cobalto e composti	USA	629
cromo esavalente e composti	media	3086
fumi di scarico diesel	USA	6365
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1500
formaldeide	media	12702
cloruro di metilene	specifico	1400
composti del nichel	specifico	700
pentaclorofenolo	media	1280
stirene	USA	195
polvere di legno	media	57152
Somma		105243

332 produzione di mobili, eccetto metallici

arsenico e composti	specifico	3000
cobalto e composti	media	1060
cromo esavalente e composti	specifico	1000
fumi di scarico diesel	USA	242
fumo di tabacco (passivo)	specifico	700
formaldeide	media	19078
lana di vetro	specifico	1000
cloruro di metilene	media	5000
cloruro di metilene	media	955
composti del nichel	specifico	300
stirene	media	820
polvere di legno	media	45184
Somma		78339

341 produzione di carta e prodotti in carta

acidi inorganici forti	USA	3562
cobalto e composti	media	232
cromo esavalente e composti	Finlandia	1534
fumi di scarico diesel	USA	617
epicloroidrina	Finlandia	180
fumo di tabacco (passivo)	specifico	800
lana di vetro	media	232
composti del nichel	specifico	350
stirene	media	201
polvere di legno	media	2692
Somma		10400

342 stampa, editoria e industrie correlate

benzene	specifico	2000
cadmio e composti	USA	801
cromo esavalente e composti	USA	3645
fumi di scarico diesel	USA	312
fumo di tabacco (passivo)	specifico	2000
composti del nichel	specifico	900
tetracloroetilene	USA	2413
Somma		12071

351 produzione di prodotti chimici industriali

acrilamide	Finlandia	661
acidi inorganici forti	USA	5695
acrilonitrile	USA	971
berillio e composti	USA	40
benzene	specifico	800

cadmio e composti	USA	738
cobalto e composti	USA	989
cromo esavalente e composti	Finlandia	2381
fumi di scarico diesel	USA	1822
dimetilsolfato	USA	205
epicloroidrina	Finlandia	198
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1000
lana di vetro	USA	1310
cloruro di metilene	USA	2945
composti del nichel	specifico	400
piombo e composti	USA	1978
stirene	USA	1751
cloruro di vinile	USA	1145
Somma		25029

352 produzione di altri prodotti chimici

acrilamide	USA	128
acidi inorganici forti	USA	2994
acrilonitrile	USA	172
cloramfenicolo	media	182
cadmio e composti	USA	8
cisplatino	specifico	10
cromo esavalente e composti	USA	846
fumi di scarico diesel	USA	406
dimetilsolfato	USA	464
epicloroidrina	Finlandia	158
fumo di tabacco (passivo)	specifico	500
radiazioni ionizzanti	USA	42
1-(2-cloroetil)-3-(4-metil-cicloesil)-1nitrosoarea	specifico	10
cloruro di metilene	USA	2649
composti del nichel	specifico	250
contraccettivi orali, combinati	Finlandia	263
contraccettivi orali, sequenziali	Finlandia	263
estrogeni steroidei	Finlandia	263
piombo e composti	USA	1218
silice cristallina	USA	2784
stirene	USA	1094
cloruro di vinile	USA	812
Somma		15516

353 raffinerie di petrolio

1,3-butadiene	USA	193
benzene	Finlandia	481
cadmio e composti	USA	151
cromo esavalente e composti	Finlandia	385
fumi di scarico diesel	USA	676
etilene dibromuro	USA	131
fumo di tabacco (passivo)	specifico	150
lana di vetro	USA	313
composti del nichel	specifico	400
idrocarburi aromatici policiclici	USA	733
cloruro di vinile	USA	126
Somma		3739

354 produzione di derivati vari del petrolio e del carbone

fumi di scarico diesel	USA	198
fumo di tabacco (passivo)	specifico	50
lana di vetro	USA	894
idrocarburi aromatici policiclici	USA	844
piombo e composti	USA	448
Somma		2434

355 produzione di manufatti in gomma

cadmio e composti	USA	426
cobalto e composti	specifico	200

cromo esavalente e composti	USA	1394
fumi di scarico diesel	specifico	200
fumo di tabacco (passivo)	specifico	500
N-nitrosodietilamina	specifico	5000
N-nitrosodimetilamina	specifico	5000
composti del nichel	specifico	500
idrocarburi aromatici policiclici	specifico	5000
stirene	USA	458
Somma		18678

356 produzione di manufatti in plastica non altrimenti classificati

1,3-butadiene	Finlandia	807
cromo esavalente e composti	USA	3458
fumi di scarico diesel	USA	195
epicloroidrina	Finlandia	269
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1000
lana di vetro	USA	4202
composti del nichel	specifico	500
piombo e composti	USA	3372
silice cristallina	media	1164
stirene	media	5876
Somma		20843

361 produzione di ceramiche

acidi inorganici forti	USA	25
cadmio e composti	Finlandia	897
fibre ceramiche	Finlandia	2242
cobalto e composti	Finlandia	897
cromo esavalente e composti	Finlandia	448
fumi di scarico diesel	specifico	250
fumo di tabacco (passivo)	specifico	500
cloruro di metilene	USA	447
composti del nichel	specifico	750
idrocarburi aromatici policiclici	media	1290
piombo e composti	Finlandia	8966
silice cristallina	media	20612
talco con fibre asbestiformi	Finlandia	4483
Somma		41807

362 produzione di vetro e oggetti in vetro

arsenico e composti	media	906
asbesto	non esposizione	1500
berillio e composti	specifico	200
cadmio e composti	Finlandia	517
fibre ceramiche	Finlandia	310
cobalto e composti	media	360
cromo esavalente e composti	USA	549
fumi di scarico diesel	USA	148
fumo di tabacco (passivo)	specifico	300
formaldeide	media	196
lana di vetro	media	2328
composti del nichel	specifico	450
idrocarburi aromatici policiclici	media	576
piombo e composti	USA	1800
tetracloroetilene	USA	325
silice cristallina	media	4888
tricloroetilene	USA	183
Somma		15536

369 produzione di altri prodotti minerali non metallici

asbesto	non esposizione	4800
cadmio e composti	USA	959
fibre ceramiche	Finlandia	963
cromo esavalente e composti	USA	309
fumi di scarico diesel	USA	10624

fumo di tabacco (passivo)	specifico	600
lana di vetro	USA	931
idrocarburi aromatici policiclici	media	1897
piombo e composti	USA	3234
silice cristallina	media	22326
tricloroetilene	USA	92
Somma		46735

371 industria di base del ferro e dell'acciaio

acidi inorganici forti	USA	4224
arsenico e composti	Finlandia	1740
cadmio e composti	specifico	1000
fibre ceramiche	Finlandia	1160
cromo esavalente e composti	media	1928
fumi di scarico diesel	USA	4621
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1500
formaldeide	media	5308
lana di vetro	USA	1548
radiazioni ionizzanti	media	1008
composti del nichel	media	4706
idrocarburi aromatici policiclici	media	13944
piombo e composti	Finlandia	19715
bifenili policlorurati	specifico	300
silice cristallina	USA	14911
Somma		77613

372 fonderie di metalli non ferrosi

acidi inorganici forti	USA	1342
fibre ceramiche	Finlandia	427
cobalto e composti	USA	144
cromo esavalente e composti	USA	360
fumi di scarico diesel	USA	1206
fumo di tabacco (passivo)	specifico	400
lana di vetro	USA	125
composti del nichel	specifico	150
idrocarburi aromatici policiclici	media	739
piombo e composti	USA	1368
silice cristallina	USA	480
Somma		6741

381 produzione di oggetti in metallo, tranne macchinari

acidi inorganici forti	media	11658
berillio e composti	media	1242
cadmio e composti	USA	9034
cobalto e composti	media	13386
cromo esavalente e composti	media	44578
fumi di scarico diesel	USA	14798
fumo di tabacco (passivo)	specifico	6000
formaldeide	media	11784
lana di vetro	USA	10793
composti del nichel	media	31003
idrocarburi aromatici policiclici	media	12943
piombo e composti	media	28506
tetracloroetilene	media	12720
silice cristallina	media	16956
tricloroetilene	media	12439
Somma		237840

382 produzione di macchinari, tranne quelli elettrici

acidi inorganici forti	USA	6220
berillio e composti	USA	7033
cadmio e composti	USA	3748
cobalto e composti	USA	4571
cromo esavalente e composti	media	19639
fumi di scarico diesel	USA	3473

fumo di tabacco (passivo)	specifico	6000
formaldeide	media	10545
lana di vetro	USA	11189
composti del nichel	Finlandia	21619
idrocarburi aromatici policiclici	media	25224
piombo e composti	media	20718
tetracloroetilene	media	7380
silice cristallina	media	14004
stirene	media	1265
tricloroetilene	media	5179
Somma		167807

383 produzione di macchinari elettrici

acidi inorganici forti	USA	4645
arsenico e composti	Finlandia	1500
berillio e composti	USA	375
cadmio e composti	USA	821
cromo esavalente e composti	USA	2938
fumi di scarico diesel	USA	722
fumo di tabacco (passivo)	specifico	2500
lana di vetro	USA	1789
composti del nichel	media	518
piombo e composti	Finlandia	4200
bifenili policlorurati	specifico	500
Somma		20508

384 produzione di mezzi di trasporto

acidi inorganici forti	USA	3901
berillio e composti	specifico	1000
cadmio e composti	USA	599
fibre ceramiche	Finlandia	118
cobalto e composti	USA	2347
cromo esavalente e composti	media	9501
fumi di scarico diesel	USA	2202
fumo di tabacco (passivo)	specifico	3000
lana di vetro	USA	8143
composti del nichel	media	4690
idrocarburi aromatici policiclici	media	6096
piombo e composti	media	9896
stirene	media	14033
tricloroetilene	USA	1518
Somma		67044

385 produzione di strumenti fotografici e ottici

berillio e composti	USA	138
cadmio e composti	USA	1274
cobalto e composti	media	600
cromo esavalente e composti	USA	969
fumi di scarico diesel	USA	90
fumo di tabacco (passivo)	specifico	500
lana di vetro	USA	488
radiazioni ionizzanti	USA	884
composti del nichel	USA	616
silice cristallina	USA	893
Somma		6452

39 altre industrie manifatturiere

cadmio e composti	USA	918
cobalto e composti	USA	289
cromo esavalente e composti	USA	383
fumi di scarico diesel	USA	201
fumo di tabacco (passivo)	specifico	350
lana di vetro	media	738
composti del nichel	USA	299
silice cristallina	USA	547

Somma		3725
41	elettricità, gas e vapore	
asbesto	specifico	1000
berillio e composti	Finlandia	176
fibre ceramiche	Finlandia	88
cromo esavalente e composti	media	951
fumi di scarico diesel	USA	5469
fumo di tabacco (passivo)	specifico	2000
radiazioni ionizzanti	specifico	500
composti del nichel	Finlandia	878
idrocarburi aromatici policiclici	USA	10012
piombo e composti	USA	6422
radon e prodotti del suo decadimento	specifico	100
stirene	USA	234
Somma		27830
42	captazione e distribuzione dell'acqua	
fumi di scarico diesel	USA	2764
fumo di tabacco (passivo)	specifico	300
piombo e composti	USA	2587
tetracloroetilene	USA	449
Somma		6100
5	edilizia	
asbesto	specifico	327000
cadmio e composti	USA	6005
fibre ceramiche	Finlandia	2219
cromo esavalente e composti	media	4196
fumi di scarico diesel	USA	179948
fumo di tabacco (passivo)	specifico	17000
lana di vetro	media	99888
composti del nichel	specifico	1000
pentaclorofenolo	media	5724
radon e prodotti del suo decadimento	specifico	5000
silice cristallina	USA	117564
radiazione solare	specifico	275000
polvere di legno	USA	160418
Somma		1200962
6	commercio all'ingrosso, al dettaglio, alberghi, ristoranti, bar	
asbesto	Finlandia	1743
benzene	Finlandia	22250
ciclosporina	Finlandia	581
fumi di scarico diesel	Finlandia	5810
etilene dibromuro	Finlandia	21089
fumo di tabacco (passivo)	specifico	190000
idrocarburi aromatici policiclici	Finlandia	2091
piombo e composti	Finlandia	4183
Somma		247747
711	trasporti terrestri	
asbesto	specifico	2500
benzene	Finlandia	7360
cromo esavalente e composti	media	1437
fumi di scarico diesel	media	149071
etilene dibromuro	Finlandia	2349
fumo di tabacco (passivo)	specifico	66000
idrocarburi aromatici policiclici	USA	15387
piombo e composti	media	1720
bifenili policlorurati	specifico	200
silice cristallina	media	4817
stirene	USA	1820
Somma		252661
712	trasporti su acqua	

asbesto	specifico	500
benzene	Finlandia	368
cromo esavalente e composti	USA	645
fumi di scarico diesel	media	8167
etilene dibromuro	Finlandia	368
fumo di tabacco (passivo)	specifico	10500
lana di vetro	USA	215
idrocarburi aromatici policiclici	USA	215
piombo e composti	media	1157
tetracloroetilene	USA	215
radiazione solare	specifico	3000
stirene	USA	1087
cloruro di vinile	media	341
Somma		26778
713 trasporti aerei		
acidi inorganici forti	USA	1102
berillio e composti	USA	108
cadmio e composti	USA	386
cromo esavalente e composti	USA	2109
fumi di scarico diesel	USA	3300
fumo di tabacco (passivo)	specifico	500
lana di vetro	USA	255
radiazioni ionizzanti	Finlandia	7656
Somma		15416
719 servizi per i trasporti		
fumi di scarico diesel	media	9235
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1000
lana di vetro	USA	361
idrocarburi aromatici policiclici	specifico	4500
piombo e composti	specifico	5000
pentaclorofenolo	USA	31
tetracloroetilene	USA	406
stirene	USA	658
cloruro di vinile	media	112
Somma		21303
72 comunicazioni		
fumi di scarico diesel	USA	4441
fumo di tabacco (passivo)	specifico	3000
piombo e composti	media	6018
tetracloroetilene	USA	482
stirene	USA	255
Somma		14196
8 finanziaria, assicurazioni, immobiliare e affari		
fumo di tabacco (passivo)	specifico	100000
Somma		100000
91 amministrazione pubblica e difesa		
fumi di scarico diesel	specifico	12000
fumo di tabacco (passivo)	specifico	150000
idrocarburi aromatici policiclici	specifico	2000
piombo e composti	specifico	12000
Somma		176000
92 servizi di smaltimento rifiuti e simili		
arsenico e composti	specifico	1000
benzene	Finlandia	289
cadmio e composti	specifico	1000
clorambucile	Finlandia	289
cromo esavalente e composti	Finlandia	289
fumi di scarico diesel	specifico	20000
epicloroidrina	Finlandia	289
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1000

melfalan	Finlandia	289
composti del nichel	specifico	1000
idrocarburi aromatici policiclici	media	3687
piombo e composti	specifico	21000
bifenili policlorurati	specifico	1000
tricloroetilene	USA	91
Somma		51223

931 servizi per l'istruzione

acrilamide	Finlandia	1723
acrilonitrile	Finlandia	123
aflatossine	Finlandia	123
1,3-butadiene	Finlandia	123
benzene	Finlandia	1230
benzidina	Finlandia	615
tetracloruro di carbonio	Finlandia	1846
dietilsolfato	Finlandia	123
dimetilsolfato	Finlandia	246
etilene dibromuro	Finlandia	123
epicloroidrina	Finlandia	369
etilene ossido	Finlandia	123
fumo di tabacco (passivo)	specifico	15000
formaldeide	Finlandia	246
radiazioni ionizzanti	Finlandia	615
cloruro di metilene	Finlandia	615
gas mostarda	Finlandia	123
N-nitrosodimetilamina	media	31
bifenili policlorurati	Finlandia	123
p-cloro-o-toluidina e sali inorganici	media	31
pentaclorofenolo	Finlandia	123
tetracloroetilene	Finlandia	123
stirene	Finlandia	615
1,2,3-tricloropropano	Finlandia	62
tricloroetilene	Finlandia	123
cloruro di vinile	Finlandia	246
Somma		24843

932 ricerca e istituti scientifici

acrilamide	Finlandia	136
acrilonitrile	Finlandia	68
aflatossine	Finlandia	34
1,3-butadiene	Finlandia	34
coloranti benzidinici	Finlandia	679
benzene	Finlandia	170
benzidina	Finlandia	136
tetracloruro di carbonio	Finlandia	509
dietilsolfato	Finlandia	34
dimetilsolfato	Finlandia	34
etilene dibromuro	Finlandia	34
epicloroidrina	Finlandia	102
etilene ossido	Finlandia	34
fumo di tabacco (passivo)	specifico	3500
formaldeide	Finlandia	68
radiazioni ionizzanti	Finlandia	170
cloruro di metilene	Finlandia	170
gas mostarda	Finlandia	17
N-nitrosodimetilamina	Finlandia	17
bifenili policlorurati	Finlandia	136
p-cloro-o-toluidina e sali inorganici	media	8
pentaclorofenolo	Finlandia	34
tetracloroetilene	Finlandia	34
stirene	Finlandia	170
tris(2,3-dibromopropil)fosfato	Finlandia	34
1,2,3-tricloropropano	Finlandia	17

tricloroetilene	Finlandia	34
cloruro di vinile	Finlandia	34
Somma		6447
933	servizi medici, dentistici, altri servizi sanitari e veterinari	
acrilonitrile	Finlandia	38
adriamicina	Finlandia	4800
adriamicina	Finlandia	384
azacitidina	media	54
azatioprina	media	131
azatioprina	media	200
biscloretilnitrosourea	Finlandia	192
1,3-butadiene	USA	11
clorambucile	media	570
ciclosporina	Finlandia	192
cisplatino	media	1828
cobalto e composti	media	716
ciclofosfamide	media	2256
fumi di scarico diesel	specifico	1000
dimetilsolfato	USA	143
etilene ossido	Finlandia	767
fumo di tabacco (passivo)	specifico	6000
formaldeide	Finlandia	1151
radiazioni ionizzanti	Finlandia	2839
melfalan	media	504
gas mostarda	Finlandia	19
p-cloro-o-toluidina e sali inorganici	media	12
Somma		23807
934	istituzioni assistenziali	
fumo di tabacco (passivo)	specifico	52000
Somma		52000
935-9	affari, professionisti e altre organizzazioni	
fumo di tabacco (passivo)	specifico	9000
Somma		9000
94	servizi ricreativi e culturali	
fumo di tabacco (passivo)	specifico	12000
formaldeide	Finlandia	17
Somma		12017
95	servizi alla persona, domestici e vari	
asbesto	Finlandia	13648
benzene	Finlandia	141595
cadmio e composti	Finlandia	2047
cromo esavalente e composti	Finlandia	12795
fumi di scarico diesel	Finlandia	42649
etilene dibromuro	Finlandia	141595
fumo di tabacco (passivo)	specifico	40000
formaldeide	specifico	2000
idrocarburi aromatici policiclici	Finlandia	15012
piombo e composti	Finlandia	49302
tetracloroetilene	Finlandia	34119
tricloroetilene	Finlandia	3412
Somma		498174
96	organizzazioni internazionali	
fumo di tabacco (passivo)	specifico	1000
Somma		1000

Appendice 2: esposizioni per agenti, escluse quelle a bassi livelli o a bassa probabilità.

Agente	Esposti
1,2,3-tricloropropano	79
1,3-butadiene	1168
1-(2-cloroetil)-3-(4-metil-cicloesil)-1-nitrosoarea	10
acidi inorganici forti	48713
acrilamide	2648
acrilonitrile	1372
adriamicina	5184
aflatossine	157
arsenico e composti	28322
asbesto	352691
azacitidina	54
azatioprina	331
benzene	176543
benzidina	751
berillio e composti	10312
bifenili policlorurati	2259
biscloretilnitrosoarea	192
cadmio e composti	32346
captafol	8000
ciclofosfamide	2256
ciclosporina	773
cisplatino	1838
clorambucile	859
cloramfenicolo	182
cloruro di metilene	38581
cloruro di vinile	2816
cobalto e composti	26682
coloranti benzidinici	679
composti del nichel	78575
contraccettivi orali, combinati	263
contraccettivi orali, sequenziali	263
cromo esavalente e composti	134056
dietilsolfato	157
dimetilsolfato	1206
epicloroidrina	1565
estrogeni steroidei	263
etilene dibromuro	165689
etilene ossido	976
fibre ceramiche	7527
formaldeide	74508
fumi di scarico diesel	552495
fumo di tabacco (passivo)	770468
gas mostarda	159
idrocarburi aromatici policiclici	127315
lana di vetro	148425
melfalan	793
N-nitrosodietilamina	5000
N-nitrosodimetilamina	5048
p-cloro-o-toluidina e sali inorganici	51
pentaclorofenolo	7192
piombo e composti	215325
polvere di legno	309464
radiazione solare	562000
radiazioni ionizzanti	14981
radon e prodotti del suo decadimento	21367
silice cristallina	269688
stirene	30532
talco con fibre asbestiformi	4483
tetracloroetilene	102500
tetracloruro di carbonio	2355
tricloroetilene	41919
tris(2,3-dibromopropil)fosfato	34