

MISURE RIASSUNTIVE DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE

**Il carico di infortuni e malattie
della popolazione lavorativa**

RAPPORTO DI RICERCA

Firenze, Maggio 2012

MISURE RIASSUNTIVE DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE

Il carico di infortuni e malattie
della popolazione lavorativa

RAPPORTO DI RICERCA

Firenze, Maggio 2012

MISURE RIASSUNTIVE DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE

Rapporto di ricerca

Anno 2012

Progetto realizzato con il supporto finanziario del Ministero della Salute - CCM

nell'ambito della Convenzione
"Sostegno allo sviluppo del Sistema Informativo Nazionale nei luoghi di lavoro (SINP) in tutti gli ambiti regionali"

Delibera del Direttore Generale – ASL 10 FIRENZE
N. 161 del 15/03/2012

Autori: Miriam Levi, Marco Biffino, Gianpaolo Romeo, Alberto Baldasseroni,
Filippo Ariani*, Donatella Talini

Segreteria organizzativa: Micaela Beatini

Ente di appartenenza: CeRIMP Centro Regionale Infortuni e Malattie Professionali della
Regione Toscana

* Unità funzionale treno alta velocità e grandi opere,
Azienda Usl 10, Firenze

Indirizzo di riferimento:

CeRIMP
ASL 10 FI – Presidio San Salvi (Palazzina 14)
Via di San Salvi, 12 – 50135 Firenze
E-mail: cerimp@asf.toscana.it
Tel 055 693 3604
Fax 055 693 3609

Indice

Elenco delle tabelle.....	iii
Elenco delle figure.....	iv
Elenco degli acronimi e delle sigle utilizzate nel testo.....	vi
Presentazione.....	ix
Introduzione al rapporto.....	xi
Riassunto.....	1
Executive summary.....	2
Misure riassuntive di salute della popolazione.....	3
Generalità.....	3
Misure di Health Expectancy.....	4
Misure di Health gaps.....	6
Disability Adjusted Life Years (DALYs).....	7
Critiche.....	8
Considerazioni preliminari sul calcolo dei DALYs per infortunio sul lavoro.....	14
Il carico di disabilità da infortuni sul lavoro in Toscana.....	15
Caratteristiche dei dati e periodo di riferimento.....	15
Criteri per il calcolo dei Disability Weights.....	15
Equazioni per il calcolo dei DALY.....	17
Andamento temporale.....	19
Analisi per settore produttivo.....	21
Analisi territoriale.....	22
DALY per tipo di lesione.....	22
DALY nella popolazione immigrata.....	22
Burden of Disease e malattie correlate al lavoro: le malattie respiratorie di tipo ostruttivo....	24
Il caso dell'asma.....	24
Lo studio toscano.....	29
Prospettive Future.....	29
Conclusioni.....	34

Raccomandazioni	35
Bibliografia	36
Appendici	40
Appendice 1: Articolo Epidemiologia & Prevenzione.....	41
Appendice 2: Algoritmo di calcolo	53
<i>Implementazione in MS Access</i>	54
Appendice 3: Grafici e tabelle.....	60

Elenco delle tabelle

Tabella 1: Notazione per esplicitare le scelte relative alla ponderazione per età e allo sconto.	18
Tabella 2: Aspettativa di vita utilizzata dalla WHO per il calcolo dei DALYs.....	19
Tabella 3: Distribuzione dei DALYs secondo il sesso e la fascia di età dei lavoratori toscani. Periodo 1991-2009.....	60
Tabella 4: Categorie d'infortunio più frequenti in Toscana nel periodo 2000-2009 e relativo BOI.	79
Tabella 5: Categorie d'infortunio accaduti in Toscana nel periodo 2000-2009 ordinate secondo il BOI.....	80
Tabella 6: Distribuzione dei DALYs secondo la nazione, per le nazioni gravate dal maggior numero d'infortuni	85
Tabella 7: BOI totale nel periodo 2000-2009 dei lavoratori immigrati secondo il settore di attività e la nazione di origine.....	85

Elenco delle figure

Figura 1: Curva di pesatura per età, tratto da Mathers et al. (2006, p. 401).	12
Figura 2: Rappresentazione schematica dei pesi di disabilità utilizzati in ambito assicurativo nel caso di un infortunio con conseguenze solo temporanee, temporanee e permanenti e di un infortunio mortale.	16
Figura 3: Rappresentazione schematica dei pesi di disabilità utilizzati per le SMPH in varie ipotesi di conseguenze temporanee e permanenti.....	17
Figura 4: Tasso di incidenza dell'asma. Confronto fra i dati italiani e i dati a disposizione di altri paesi, sia industrializzati che in via di sviluppo (Jeebhay & Quirce 2007).	27
Figura 5: Confronto tra numero di casi di asma registrati nel programma MalProf per cui è stata stabilita l'origine occupazionale e casi indennizzati da INAIL nel periodo 2000-2010 in Toscana.	28
Figura 6: Schema della storia naturale dell'asma.	32
Figura 7: Possibili esiti cui può andare incontro un soggetto asmatico	32
Figura 8: Le varie fasi della storia naturale dell'asma	33
Figura 9: Diagramma di flusso semplificato per la determinazione dei Disability Weights e il calcolo dei DALYs.....	54
Figura 10: Distribuzione dei DALYs delle lavoratrici toscane secondo la fascia di età e le componenti YLD e YLL. Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.	61
Figura 11: Distribuzione dei DALYs dei lavoratori toscani secondo la fascia di età e le componenti YLD e YLL. Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.	62
Figura 12: Andamento temporale dei DALYs per le lavoratrici toscane. Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.	63
Figura 13: Andamento temporale dei DALYs per le lavoratrici toscane. Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.	64
Figura 14: Serie dei numeri indice dei DALYs, base 1991.	65
Figura 15: Rapporto percentuale fra la componente YLLs e i DALYs per i lavoratori toscani. Periodo 1991-2009.	66
Figura 16: Età media al decesso causato da infortunio per i lavoratori toscani. Periodo 1991-2009.	67
Figura 17: Età media all'infortunio non mortale per i lavoratori toscani. Periodo 1991-2009.	68
Figura 18: Tasso di infortunio mortale x1.000 infortuni per i lavoratori toscani. Periodo 1991-2009.	69

Figura 19: DALYs per 1.000 addetti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi. Periodo 2000-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.....	70
Figura 20: YLDs per 1.000 addetti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi. Periodo 2000-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.....	71
Figura 21: YLLs per 1.000 addetti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi. Periodo 2000-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.....	72
Figura 22: DALYs assoluti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi aggregati per le sole voci di tariffa confrontabili nell'intero periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.....	73
Figura 23: DALYs assoluti cumulati per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi aggregati per le sole voci di tariffa confrontabili nell'intero periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.....	74
Figura 24: DALYs assoluti per gli operai e gli impiegati toscani. Periodo 2000-2009.....	75
Figura 25: Andamento temporale dei DALYs per le aziende dell'Area Vasta Centro.....	76
Figura 26: Andamento temporale dei DALYs per le aziende dell'Area Vasta Nord Ovest.....	77
Figura 27: Andamento temporale dei DALYs per le aziende della Area Vasta Sud Est.....	78
Figura 28: DALYs assoluti secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.	81
Figura 29: YLLs assoluti secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.	82
Figura 30: YLDs assoluti secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.....	83
Figura 31: Numero di infortuni secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.....	84
Figura 32: DALYs da infortuni sul lavoro secondo la nazionalità. Periodo 2000-2009.	86

Elenco degli acronimi e delle sigle utilizzate nel testo

ACRONIMO	DESCRIZIONE
APA	Annual Profile Approach
ATC	Anatomical Therapeutic Classification
ATECO	Classificazione ISTAT delle attività economiche
BOD	Burden Of Disease
BOI	Burden Of Injuries
BPCO	Bronco Pneumopatia Cronica Ostruttiva
CRA	Comparative Risk Assessment
DALY	Disabilty Adjusted Life Years
DCPP	Disease Control Priorities Project
DDW	Dutch Disability Weight group
DLFE	Disability-Free Life Expectancy
DW	Disability Weight
ECRHS	European Community Respiratory Health Survey
EQ-5D	EuroQol five dimensions questionnaire on health related quality of life
ESAW	European Statistics on Accidents at Work
FEV 1	Forced Expiratory Volume in 1 second
GBD	Global Burden of Disease
GI	Gradi di Inabilità
GINA	Global Initiative for Asthma
HALE	Health Adjusted Life Expectancy
HALY	Heathy Life Years
HE	Health Expectancy
HG	Health Gap
ICD	International Classification of Diseases
IRR	Incidence Rate Ratio
ISFOL	Istituto per lo Sviluppo della Formazione Professionale dei Lavoratori
OA	Occupational Asthma
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
PAR	Population Attributable Risk
PEF	Peak Expiratory Flow - Picco di Flusso Espiratorio
PFFPM	Paesi a Forte Pressione Migratoria

ACRONIMO	DESCRIZIONE
PS	Pronto Soccorso
PSA	Paesi a Sviluppo Avanzato
PTO	Persons Trade-Off
QALE	Quality Adjusted Life Expectancy
QALY	Quality Adjusted Life Years
RA	Rischio Attribuibile
RR	Rischio Relativo
SDO	Schede di Dimissione ospedaliera
SG	Standard Gamble
SPA	Schede Specialistiche Ambulatoriali
SMPH	Summary Measures of Population Health
TTO	Time Trade-Off
VAS	Visual Analogue Scale
WEA	Work-Exacerbated Asthma
WHO	World Health Organization (in lingua italiana OMS - Organizzazione Mondiale della Sanità)
WRA	Work Related Asthma
WTP	Willingness To Pay
YLD	Years of Life Lost in a disabled condition

Presentazione

Il lavoro che segue è stato prodotto dal Centro Regionale per gli Infortuni e le Malattie Professionali della Regione Toscana, organismo del Settore "Prevenzione, igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro", Direzione Generale "Diritti di cittadinanza e coesione sociale", Assessorato al "Diritto alla salute". Nell'istituire il Centro, la Regione, alcuni anni or sono, volle ribadire il proprio impegno per la conoscenza e la documentazione delle condizioni di rischio e di danno alla salute delle popolazioni che svolgono il proprio lavoro in Toscana. Ci ripromettevamo con l'opera del CeRIMP di avere a disposizione informazioni e dati in grado di aiutare chi fa le politiche sanitarie in ambito regionale nell'arduo compito di indirizzamento, monitoraggio, eventuale correzione degli interventi dei servizi di prevenzione e di valutazione dell'efficacia della prevenzione. Questo obiettivo era ormai alla portata, grazie anche al lungo lavoro preliminare svolto nei primi anni duemila, in piena collaborazione con l'ente assicuratore INAIL. Tuttavia rimanevano alcuni ostacoli all'effettivo sfruttamento della base di dati INAIL. Il lavoro che qui viene documentato ha consentito di superare questi ostacoli almeno nel caso degli infortuni, mentre ha posto le basi per un analogo passo avanti nel campo delle malattie professionali. La metodologia scelta dagli autori è quella suggerita dall'OMS, che consente confronti omogenei fra diversi problemi di salute e permette di realizzare anche una quantificazione economica dei problemi evidenziati. Questi due aspetti, il confronto omogeneo tra i diversi problemi e la quantificazione economica, rappresentano categorie essenziali per il policy maker regionale, non diversamente da quanto avviene per il suo analogo a livello nazionale. Le scelte di programmazione, investimento di risorse, guadagni di salute non possono che essere basate anche su queste considerazioni e il lavoro del CeRIMP fornisce la strumentazione adatta ad affrontare adeguatamente questi aspetti. D'altra parte, finalmente, ci mettiamo almeno parzialmente al passo con le più moderne tendenze della Sanità Pubblica europea e mondiale che da tempo suggeriscono l'opportunità di attrezzarsi in questa direzione. Le misure sintetiche di salute delle popolazioni lavorative di seguito presentate rappresentano quindi per la Regione Toscana un passo importante nella direzione giusta, quella di un razionale utilizzo di risorse limitate. Questo era quanto noi chiedevamo al Centro Regionale. Di questo cercheremo di far tesoro nella delicata e per certi versi drammatica fase di vita delle istituzioni sanitarie che abbiamo di fronte.

Dirigente Regione Toscana

Settore "Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro"

Dott.ssa Daniela Volpi

Introduzione al rapporto

Il presente rapporto segna la conclusione di un lavoro scaturito nell'ambito del documento collettivo "Utilizzo dei sistemi informativi correnti per la programmazione delle attività di prevenzione nei luoghi di lavoro"¹, al quale hanno collaborato numerosi operatori dell'INAIL, delle Regioni e delle ASL. Tale documento nasceva dall'esigenza di offrire le ragioni per le quali i dati dei flussi informativi INAIL-Regioni, trasmessi da diversi anni alle ASL e alle regioni da parte dell'ente assicurativo, avevano un'importanza cruciale nello svolgimento delle funzioni di programmazione delle attività preventive e nella loro valutazione di efficacia. Il documento si articolava in due parti. La prima era dedicata alla cornice di riferimento legislativa e operativa nella quale si inserivano le indicazioni ivi contenute e prevedeva anche alcune schede dedicate a indicatori necessari per la programmazione, da costruirsi a partire dai dati forniti specificamente sugli infortuni da lavoro. La seconda parte del documento, invece, trattava in modo più approfondito alcuni aspetti metodologici concernenti l'interpretazione e i possibili sviluppi del set di indicatori proposti nelle schede del capitolo precedente. Già in alcune delle schede, ma poi in modo analitico in un paragrafo dedicato nella seconda parte si parlava della necessità di utilizzare una nuova misura sintetica di salute di popolazione per caratterizzare il carico di danni dovuto al lavoro, in particolare quello dovuto agli infortuni. Si sollecitava quindi l'approfondimento del tema delle SMPH (Summary Measures of Population Health) ed in particolare si suggeriva di studiare la possibilità di applicare agli infortuni la tecnica del calcolo dei DALY (Disability Adjusted Life Years), ossia il calcolo della nuova unità di misura universale del danno alla salute usata dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) nei suoi fondamentali studi sullo stato di salute delle popolazioni mondiale e sul carico di danni attribuibile ai vari fattori di rischio, compresi quelli di origine lavorativa (Fingerhut et al. 2006; Concha-Barrientos et al. 2005). Il presente rapporto ha avuto pertanto proprio questo scopo, arrivando a definire in modo pressoché completo l'applicazione di tale tecnica nel campo degli infortuni, aprendo invece scenari nuovi nel campo delle malattie, a partire dall'esempio dell'asma da lavoro.

Di seguito vengono presentati i risultati completi per quanto riguarda gli infortuni sul lavoro, mentre per quel che riguarda l'asma professionale si presenta un'analisi preliminare, concettuale del problema, rimandando a futuri studi ed approfondimento, peraltro già in corso, la possibile soluzione del tema. La priorità data agli infortuni discende sia da considerazioni legate allo stimolo

¹ Il documento è reperibile all'indirizzo http://www.epicentro.iss.it/focus/lavoro/pdf/GNF_27.05.2010_Versione%201.1.pdf.

ricevuto (come detto il documento collettivo era destinato esclusivamente agli infortuni), sia dalla maggior semplicità del lavoro da svolgere, date le conoscenze a priori disponibili nel gruppo di lavoro che avrebbe condotto lo studio. Infatti le componenti della stima di una SMPH dovuta al lavoro sono sostanzialmente tre: la prevalenza in termini epidemiologici del fenomeno avverso per la salute; il “peso” della disabilità da attribuire a quel fenomeno; la frazione attribuibile al lavoro del fenomeno stesso. Nel caso degli infortuni ci trovavamo a disporre di un database fornito dall’INAIL ottimale per stimare la prima e la seconda delle tre condizioni, cioè la prevalenza e il DW (Disability Weight, peso della disabilità). Infatti INAIL censisce quasi tutti gli infortuni sul lavoro accaduti nel nostro paese, fatta eccezione per categorie marginali di lavoratori, in quanto ente unico destinato a tale incombenza da leggi dello Stato. Inoltre INAIL fornisce informazioni dettagliate su natura e sede delle lesioni, nonché sul grado di invalidità permanente attribuita ad ogni singolo caso. Infine quanto al terzo elemento, la frazione attribuibile al lavoro del fenomeno, questa era pari al 100% per definizione, sollevandoci dalla necessità di ricorrere a talvolta complicate e incerte stime di tipo epidemiologico atte a valutare tale entità.

Tuttavia le basi dei calcoli usati per gli infortuni sono valide anche per le malattie e quindi molto del lavoro che di seguito viene presentato potrà trovare adeguata applicazione anche nelle stime di carico di danni dovute a tali fenomeni patologici.

Prima di lasciare la parola agli aspetti tecnici del problema vorrei però concludere queste brevi note introduttive con un sincero ringraziamento a tutti coloro hanno collaborato a questo lavoro. In primo luogo i coautori di questo scritto, giovani professionisti, rigorosamente precari, che hanno seguito le fasi di sviluppo del progetto con vera passione e impegno. Poi quei colleghi, operatori di ASL, tecnici, medici, assistenti sanitari, altri professionisti che nel corso degli anni ci hanno stimolato, hanno commentato quello che via via scrivevamo e argomentavamo, criticandoci, ma sempre aiutandoci a crescere e a meglio mirare gli strumenti che andavamo costruendo. Molti degli autori del documento collettivo sopra richiamato fanno parte di questo gruppo, ma vorrei menzionare in particolare i colleghi Antonella Bena e Osvaldo Pasqualini (Torino), Armando Olivieri (Padova), Roberto Agnesi (Padova), Stefano Mattioli (Bologna), Stefania Curti (Bologna) per le discussioni avute sui temi del carico di danni da lavoro nel nostro paese. Infine un ringraziamento va rivolto a Claudio Calabresi (Genova), che è stato sempre attento nell’ambito del suo peculiare ruolo a seguire l’evolversi di questo lavoro e non ha lesinato gli stimoli per portarlo a compimento.

Responsabile Operativo CeRIMP

Dott. Alberto Baldasseroni

Misure riassuntive di salute della popolazione: il carico di infortuni e malattie della popolazione lavorativa

Riassunto

L'indicatore DALY deriva dalla somma degli YLL (anni di vita persi per morte prematura causata da una patologia) e degli YLD (anni di vita trascorsi in condizioni menomate a causa di invalidità permanenti determinate dalla stessa patologia o da infortunio). Si tratta di una delle "misure riassuntive della salute della popolazione", metriche molto utilizzate in Sanità Pubblica a livello internazionale per quantificare l'impatto delle malattie al fine di stabilire le priorità nell'allocazione delle risorse.

L'INAIL offre una banca dati eccellente cui poter attingere per ricavare le informazioni necessarie al calcolo dei DALY derivanti da infortuni sul lavoro. A partire da tale banca dati, sono stati analizzati gli infortuni avvenuti in Toscana nel periodo 1991-2009.

È stato analizzato l'andamento temporale dei DALYs da infortuni sul lavoro secondo il sesso, il settore produttivo, la ASL di accadimento, la tipologia di lesione e, a partire dal 2000, è stato possibile suddividere il Burden of Injury per lavoratori italiani e lavoratori di altre nazionalità.

Il carico derivante dagli infortuni occupazionali si è complessivamente ridotto: il BOI nei maschi si è ridotto a un quinto rispetto al valore a inizio periodo, mentre nel sesso femminile si è ridotto a circa un quarto. Anche se le donne sono generalmente interessate meno dal problema, tuttavia risentono del maggior carico in termini di mortalità precoce.

L'industria in senso stretto e le costruzioni sono stati i settori in cui è stato registrato il maggior numero di DALY in termini assoluti, anche se i dati dal 2000, permettendo di calcolare il DALY medio per 1.000 lavoratori, evidenziano come, per lo meno per la seconda parte del periodo esaminato (fino al 2009), il settore con il maggior carico di DALY in termini relativi rispetto al numero di lavoratori, è stato quello dell'agro-industria e pesca.

L'ASL di Firenze è stato il territorio gravato dal BOI più elevato.

Il tipo di lesione più frequente è rappresentato dalle ferite alla mano (oltre 70 mila infortuni), ma il più alto carico totale di infortuni è stato causato dalle fratture del cranio (10,8% dei DALY totali nel periodo 2000-2009). È stato stimato il BOI nei lavoratori immigrati relativamente agli anni 2000-2009. Il numero d'infortuni accaduti a lavoratori provenienti dai paesi a forte pressione migratoria è cresciuto in modo pressoché costante fino al 2008. Fino al 2007, i lavoratori provenienti dall'Albania, per lo più impiegati nel settore edile, hanno perso il maggior numero di DALY a causa di infortuni sul lavoro. Gli immigrati provenienti dalla Romania hanno sofferto il più alto carico nel 2008 e nel 2009. Anche gli immigrati dal Marocco mostrano un BOI elevato e in costante aumento.

Stiamo programmando l'estensione del calcolo del burden of disease all'asma da lavoro. Nel testo sono descritti i principali studi descritti in letteratura relativamente al calcolo dell'impatto dell'asma sulla salute delle popolazioni. Per il calcolo del BoD dell'asma dell'adulto in Toscana e per la stima della frazione attribuibile al lavoro, è necessaria la stima di prevalenza della malattia e il Disability Weight (DW) di questa.

Per quanto riguarda la prevalenza, stiamo elaborando un algoritmo di calcolo basato sui dati sanitari correnti.

Seguendo la metodologia del Global Burden of Disease study, è inoltre indispensabile essere a conoscenza della distribuzione per classe di severità dei soggetti affetti in accordo con i criteri GINA (Global Initiative for Asthma), in modo da attribuire DW diversi ai diversi possibili stati di salute. Per riassumere i diversi stati di salute e attribuire i relativi valori di prevalenza e DW, abbiamo elaborato uno schema relativo alla storia naturale dell'asma, che ci consentirà di "distribuire" correttamente i soggetti in tutti i vari possibili sottogruppi.

Summary Measures of Population Health: the Burden of Injury and Disease in the Working Population of Tuscany

Executive summary

Disability Adjusted Life Years (DALYs) index is one of the "summary measures of population health", widely used internationally in public health to quantify the impact of diseases, in order to create a priority ranking as a basis for sound decisions regarding intervention measures and allocation of resources. This relatively new metric, introduced in 1993 by the Harvard School of Public Health, in collaboration with the World Health Organization and the World Bank to assess the Global Burden of Disease (GBD), derives from the sum of YLL (Years of Life Lost due to premature death caused by disease or injury) and YLD (Years of Life spent with Disability), therefore combine information on mortality and non fatal health outcomes.

The National Institute for Insurance against Accidents at Work (INAIL) dataset provides an excellent database which we can draw on to get the information required for the calculation of DALYs arising from accidents at work, as all relevant aspects related to each case are gathered in great detail. From The INAIL database, we analyzed the accidents occurred in Tuscany in the period 1991-2009.

The DALYs trend over time was examined by sex, productive sector, healthcare unit of occurrence and type of injury and, since 2000, it was possible to distinguish between the BOI suffered by Italian workers and the BOI suffered by migrant workers.

Overall, the burden of injury in males was reduced to a fifth with respect to the value at beginning of the period, while in females it was reduced to about one quarter. Although women are generally less affected by the problem, however they suffer the greatest burden in terms of premature mortality (YLL). The industry and the construction sectors were those in which the largest number of DALYs in absolute terms was registered, even if the data from 2000, allowing to calculate the average DALY per 1,000 workers, show that, at least in the second part of the period examined (up to 2009), it was the agro-industry and fisheries sector that lost the greatest number of DALYs in relative terms, compared to the number of workers.

The healthcare unit of Florence showed the highest BOI.

Hand injuries were the most frequent type of injury (over 70.000 injuries), but the highest total burden of injury was due to skull fractures (10.8% of total DALYs in the period 2000-2009). The BOI in immigrant workers in the years 2000-2009 was measured. The number of injuries occurring to workers coming from countries with strong migratory pressure has grown almost constantly until 2008. Until 2007, workers from Albania, mostly employed in the construction industry, lost the greatest number of DALYs, while in 2008 and 2009 the greatest number of DALYs was observed among immigrants from Romania. A high and constantly growing BOI was registered also among immigrants from Morocco.

We are currently planning the extension of the calculation of the burden of disease due to occupational diseases in Tuscany, starting from the assessment of the burden of occupational asthma. In the present report, the most relevant published studies concerning the measurement of the burden of asthma are described. The prevalence of the disease and its Disability Weight (DW) are required for the calculation: we are developing an algorithm for the estimate of the former, based on the electronic health data available. According with the Global Burden of Disease study, it is necessary to know the distribution of subjects in the different severity categories on the basis of the GINA (Global Initiative for Asthma) classification, in order to apply the different DW to the different possible health states. A diagram illustrating the various phases of the natural history of the disease was drawn with the purpose of correctly "distribute" the subjects in all the different subgroups, and it is described in the text.

Misure riassuntive di salute della popolazione

Generalità

Sorvegliare le condizioni di salute delle popolazioni è sempre stato un compito primario della Sanità Pubblica (Declich & Carter 1994). Lo scopo era evidentemente quello di poter pesare le priorità d'intervento per fronteggiare cause di morte precoce e di inabilità da malattia o da infortunio che minacciavano le popolazioni. In epoca pre-antibiotica questo significava soprattutto preoccuparsi della diffusione epidemica o endemica di malattie trasmissibili (da uomo a uomo, da animale a uomo), anche prima di aver chiari i meccanismi di diffusione di tali malattie. Nel campo degli infortuni il problema di una loro ponderazione iniziò ad esser posto nel momento in cui l'evento accidentale subì una cruciale trasposizione di significato, da disgrazia (etimol. Perdita della Grazia) accidentale, infausta evenienza da attribuire al fato o a espiazione di proprie indicibili colpe o a cause soprannaturali, sulle quali comunque nulla era possibile fare e per le quali nessuno aveva colpa specifica, a infortunio accidentale, dovuto a macchine inanimate, mosse da forza vapore, congegnate per far muovere meccanismi e cinematismi dei quali l'uomo era semplice controllore. In altre parole è la responsabilità (engl. *Liability*) che crea, in epoca industriale, principalmente durante il XIX° secolo, l'infortunio come noi modernamente lo concepiamo, e con la responsabilità nasce anche il concetto di prevenzione, della possibilità cioè di evitare l'accadimento attraverso l'intervento di adeguate protezioni fisiche e non solo mediante l'intercessione di santi e figure soprannaturali (Figlio 1983; Loimer & Guarnieri 1996; Baldasseroni & Carnevale 2007).

Con il miglioramento delle condizioni materiali nei paesi sviluppati e la cosiddetta "svolta epidemiologica" (De Flora et al. 2005), conseguente anche allo sviluppo di nuove e specifiche terapie nonché all'introduzione delle vaccinazioni di massa, il conseguente allungamento dell'aspettativa di vita ha imposto una nuova attenzione per la messa a punto di indicatori che potessero fornire informazioni non solo su grossolane misure come la mortalità, ma fossero anche in grado di descrivere la qualità della vita guadagnata con i diversi tipi d'intervento. È merito soprattutto dell'OMS aver intrapreso con decisione questo percorso, consentendo alla fine di disporre di misure, che sinteticamente, in un singolo numero, riassumono gli aspetti relativi a morbosità e a mortalità di malattie e infortuni.

Nell'insieme si parla di "misure sintetiche per la descrizione dello stato di salute delle popolazioni" (Summary Measures of Population Health - SMPH), e il loro uso è diventato sempre più diffuso in Sanità Pubblica a livello internazionale (Field & Golde 1998).

L'utilità di questi indicatori fu sottolineata da Christopher Murray già nel 2000 e sintetizzata nei seguenti punti: sono utili per confrontare lo stato di salute di una popolazione nel tempo e nello spazio, consentono di quantificare le disparità nelle condizioni di salute di una popolazione e valutare con la giusta importanza gli effetti provocati dagli eventi non mortali sullo stato di salute della popolazione, permettono di informare il dibattito sulle priorità relative alla programmazione dei servizi sanitari, di ricerca e di sviluppo e anche di migliorare la formazione professionale in campo sanitario. Diversamente dalle tradizionali misure di mortalità e morbosità consentono inoltre di comparare i benefici di interventi sanitari diversi, finendo per costituire pertanto una base razionale di valutazione costo-efficacia alle politiche sanitarie (Murray et al. 2000).

Le SMPH sono solitamente suddivise in 2 grandi classi: le misure di “**Health Expectancies**” (aspettativa di salute), che esprimono la speranza di vita nei diversi stati di salute, e gli indicatori di “**Health Gap**”, che invece evidenziano lo scostamento dello stato di salute della popolazione da uno stato di salute ideale, raggiungibile da tutti qualora siano controllate le variabili di rischio (C D Mathers et al. 2003). In entrambe le classi è il tempo l'unità di misura con cui si stima l'impatto sulla salute globale delle popolazioni di singoli eventi fatali e non fatali.

Misure di Health Expectancy

HALE, Health Adjusted Life Expectancy (aspettativa di vita aggiustata per lo stato di salute), è l'indicatore più utilizzato tra le HE. Introdotto già a partire dagli anni '60 e '70 del secolo scorso (Molla et al. 2003; Sullivan 1971), è utile per stimare il numero medio di anni che ci si può aspettare che una data popolazione abbia ancora da vivere **in piena salute**. Contrariamente all'utilizzo della convenzionale misura di “aspettativa di vita”, per cui tutti gli anni di vita “contano” alla stessa maniera, mediante HALE il tempo vissuto in stato di malattia viene pesato attraverso l'utilizzo di pesi di disabilità da moltiplicare agli anni di vita vissuti nei relativi stati di cattiva salute. HALE è calcolato sottraendo alla aspettativa di vita il numero di anni vissuti in disabilità moltiplicato per il relativo peso di disabilità:

se L_x è il numero di anni di vita vissuti dalla coorte di soggetti di età x e D_x è la prevalenza degli stati di salute pesata per la gravità della condizione nella coorte di età x , il numero di anni vissuti con disabilità YD_x nei soggetti di età x si calcola come segue:

$$YD_x = L_x \times D_x \quad (1)$$

Il numero di anni vissuti in piena salute YWD_x dalla stessa coorte è dato da:

$$YWD_x = L_x \times (1 - D_x)$$

Gli HALE complessivamente vissuti da una coorte di persone di età x è la somma degli anni vissuti in piena salute diviso il numero dei sopravvissuti di età x (Government of Australia 2003; Colin D Mathers et al. 2001):

$$HALE_x = \left(\sum_{i=x}^w YWD_i \right) / l_x \quad (2)$$

DFLE, Disability-Free Life Expectancy, è concettualmente simile a HALE (aspettativa di vita priva di disabilità alla nascita), ma quantizza la salute in due soli stati: presenza o assenza di disabilità. Questo indicatore non è cioè sensibile, diversamente da HALE, alle differenze nella distribuzione della severità della disabilità nella popolazione, ed è attribuito un peso pari a 1 agli stati di salute privi di disabilità al di sopra di una soglia predeterminata, e un peso pari a 0 a qualsiasi stato di salute con disabilità che si trovi al di sotto di detta soglia (C D Mathers et al. 2003).

Se l_x è il numero di sopravvissuti a una età x , YD_x è il numero di anni vissuti con disabilità dalla coorte di soggetti di età x :

$$YD_x = L_x \times prev_x \quad (3)$$

e YWD_x il numero di anni vissuti senza disabilità dalla stessa coorte:

$$YWD_x = L_x \times (1 - prev_x) \quad (4)$$

$$DFLE = \left(\sum_{i=x}^w YWD_i \right) / l_x \quad (5)$$

QALE, Quality Adjusted Life Expectancy. Adottando i QALYs – Quality Adjusted Life Years – come unità di misura dello stato di salute di un individuo determinata come prodotto fra il tempo trascorso in una determinata condizione e un coefficiente di utilità Q che denota il livello di qualità della vita in detta condizione e ha un valore generalmente compreso tra 0, corrispondente alla morte, e 1, corrispondente a uno stato di piena salute (in alcuni studi è possibile trovare pesi <0 , per quegli stati di salute considerati talmente gravi che persino la morte sarebbe una condizione più favorevole), questo indice sintetico è definito come:

$$QALE = \sum_{t=a}^{a+L} Q_t \quad (6)$$

Nella quale L è l'aspettativa di vita residua all'età a e t rappresenta il tempo in anni all'interno di quel periodo (Sassi 2006).

Misure di Health gaps

Delle misure di **Health Gaps** fanno parte **HALY** e **DALY**.

HALY Healthy Life Years: il numero di anni di vita vissuti in perfetta salute persi a causa di una malattia/infortunio/disabilità (Hyder et al. 1998) è definita come:

$$HALY = \sum_d I_d \cdot \{ [CFR_d \cdot (E(Ao_d) - (Af_d - Ao_d))] + [CDR_d \cdot Dw_d \cdot Dt_d] \} \quad (7)$$

I simboli usati sono spiegati nella tabella seguente.

<i>Simbolo</i>	<i>Spiegazione</i>	<i>Unit. Mis.</i>	<i>Valori</i>
I_d	Tasso di incidenza della patologia d	1.000/anno	≥ 0
Ao_d	Età media all'insorgenza della patologia d	Anni	≥ 0
Af_d	Età media al decesso causato dalla patologia d	Anni	≥ 0
$E(Ao_d)$	Aspettativa di vita all'insorgenza della patologia d	Anni	≥ 0
$E(Af_d)$	Aspettativa di vita al decesso causato dalla patologia d	Anni	≥ 0
CFR_d	Rapporto casi-fatalità per la patologia d : proporzione di persone che sviluppano la malattia che muoiono a causa della malattia	-	0-1
CDR_d	Rapporto casi-disabilità per la patologia d : proporzione di persone che sviluppano la malattia che sviluppano una disabilità a causa della malattia	-	0-1
Dw_d	Peso della disabilità determinata dalla patologia d , dalla perfetta salute alla completa disabilità (equiv. alla morte)	-	0-1
Dt_d	Durata media della disabilità causata dalla malattia	Anni	≥ 0

DALY, Disability Adjusted Life Years, introdotto nel 1993 nel Global Burden of Disease 1990 study, in seguito a un progetto congiunto tra Harvard School of Public Health e Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e finanziato dalla Banca Mondiale, mirato a quantificare l'impatto delle malattie e volto a stabilire le priorità nell'allocazione delle risorse a livello mondiale. Dopo il GBD, altri importanti studi di questo tipo a livello nazionale sono stati condotti in Australia, Nuova Zelanda e in Olanda. Il GBD è stato aggiornato nel 2000, 2002 e 2004 e la stima dell'impatto sulla salute è stata estesa ai **fattori di rischio**, sulla base del framework Comparative Risk Assessment (CRA). Il GBD 2010 verrà pubblicato nel 2012².

² I risultati dello studio saranno pubblicati all'indirizzo <http://www.globalburden.org>

Disability Adjusted Life Years (DALYs)

Il DALY misura il gap esistente tra lo stato di salute reale di una popolazione e lo stato di salute ipotetico “ideale” di una popolazione non interessata da eventi di mortalità precoce o disabilità, combinando gli anni di vita persi per mortalità prematura e gli anni di vita persi per disabilità e adoperando come unità di misura comune il “tempo”. Il DALY cumula infatti a livello di popolazioni il peso, espresso in anni, della mortalità precoce (rispetto a un traguardo convenzionale raggiungibile da tutti qualora siano controllate le variabili di rischio) e delle conseguenze non fatali di patologie ed infortuni secondo la seguente formula:

$$DALY = \sum_d (YLL_d + YLD_d) \quad (8)$$

Nella quale YLL_d rappresenta gli anni di vita persi per morte precoce causata da una patologia d

$$YLL = N \times L \quad (9)$$

Dove

N = Numero di morti

L = aspettativa di vita standard al momento del decesso espressa in anni

YLD_d gli anni di vita trascorsi in condizioni menomate a causa di invalidità permanenti determinate dalla stessa patologia:

$$YLD = I \times DW \times D \quad (10)$$

I = incidenza della malattia/disabilità

D = durata media della malattia/disabilità in esame

DW = peso di disabilità associato alla condizione patologica in esame

Gli altri elementi aggiuntivi inclusi nel calcolo del DALY (C D Mathers et al. 2006) sono:

1. Un tasso di sconto (generalmente pari al 3%) applicato agli anni di vita persi nel futuro
2. Una pesatura per età, per cui 1 anno perso nell'infanzia o in vecchiaia pesa meno di 1 anno perso negli anni di vita intermedi
3. Un aggiustamento per sesso derivante dall'adozione di due distinte tavole di mortalità per uomini e donne

Il calcolo dei pesi di disabilità è basato sulle preferenze espresse generalmente da un panel di esperti, combinando l'utilizzo di scale visuo-analogiche (VAS) e metodologie “trade-off”.

I dati necessari per il calcolo del DALY sono rappresentati dall'età di insorgenza dell'evento che ha causato la disabilità o la morte precoce, la durata della disabilità o il numero di anni di vita persi e il peso per la disabilità.

L'utilizzo del DALY rende possibile il confronto, non attuabile con l'utilizzo degli indicatori tradizionali (mortalità e morbosità) del rapporto costo/efficacia di interventi sanitari o di prevenzione diversi. Il calcolo del DALY permette di valutare il profilo patologico di un'area più o meno estesa e quindi di selezionare quali sono gli interventi sanitari prioritari da finanziare tramite fondi pubblici. Questi sono dunque un gradiente di priorità oggettive, ovvero indipendenti da condizionamenti dovuti a scelte personali del programmatore, da influenze di organizzazioni o da interessi produttivi, per cui il processo spesso non trasparente da cui il governante fa scaturire una scelta o l'impostazione di certe priorità viene sostituito dall'analisi e dalla gerarchizzazione di alcuni parametri chiave, esaminabili e valutabili da tutti.

Critiche

Negli anni, alcune critiche sono state mosse al DALY.

1. La principale riguarda l'inevitabile arbitrarietà e discutibilità dei pesi da attribuire nella pesatura delle diverse patologie.

Il primo passo per l'attribuzione dei pesi di disabilità consiste nel descrivere la salute definendo quali dimensioni ne fanno parte e decidendo il numero di livelli da assegnare a ciascuna dimensione: lo stato di salute è così descritto come un profilo di livelli in una serie di dimensioni. Un esempio è rappresentato dallo strumento EQ-5D, introdotto nel 1990 dall'EuroQol un gruppo di ricercatori Nord-Europei (Olanda, Regno Unito, Finlandia, Svezia) per il Progetto European Quality of Life. Si tratta di uno strumento standardizzato che consente di misurare lo stato di salute degli intervistati e la loro qualità della vita sulla base del quale è possibile valutare l'assistenza sanitaria prestata, una tecnica, una tecnologia. Lo stato di salute, viene suddiviso in 5 domini: (mobilità, cura di sé, attività usuali, dolore/and ansia/depressione). Una versione modificata dell'EQ5D, per l'aggiunta di una sesta dimensione, la funzione cognitiva, è stata utilizzata dal gruppo di lavoro Dutch Disability Weight (DDW) Group con lo scopo di produrre pesi di disabilità da applicare in un contesto nazionale, anziché globale (Stouthard et al. 1997). Un altro esempio è rappresentato dallo Short-Form 36, in cui sono contemplate 8 dimensioni. Lo strumento standard usato nel GBD2000 include 7 dimensioni principali di salute: mobilità, self-care, partecipazione ad attività quotidiane, dolore, depressione, capacità conoscitiva e partecipazione sociale.

Il secondo step consiste quindi nell'assegnare dei pesi a ciascun livello, basati sulle preferenze degli individui. I principali metodi per assegnare i pesi, si dividono in scale valutative e metodi trade-off: mentre con i primi i soggetti si limitano a indicare il livello percepito del proprio stato di salute, con la seconda metodologia viene chiesto ai soggetti di

individuare un punto di equilibrio tra due diverse condizioni di salute. Esempio di scala valutativa è l'utilizzo della scala VAS: si tratta di una scala sulla quale il soggetto indica il livello percepito del proprio stato di salute da 0 a 100, dove 0 rappresenta il peggior stato di salute immaginabile e 100 il migliore.

Esempi di trade-off sono

- lo Standard Gamble (SG): si chiede al soggetto di esprimere il rischio di morte immediata che sarebbe disposto a correre pur di guarire dalla malattia: la "moneta di scambio" è il rischio di morte.
- il Time Trade-Off (TTO): sviluppato nel 1972 da Torrance precisamente allo scopo di effettuare valutazione in campo sanitario (Torrance et al. 1972). È chiesto al soggetto di esprimere una preferenza tra vivere più a lungo con un certo problema di salute e vivere una vita più breve in perfetta salute: la moneta di scambio è il tempo. La durata prospettata per i diversi stati di salute viene fatta variare fino a quando il soggetto si dichiara indifferente rispetto alle due alternative. Nel punto di indifferenza viene rilevato il punteggio espressivo del valore attribuito dal soggetto: dal rapporto tra la durata dei due periodi per cui il soggetto si dichiara indifferente si ricava l'indice di utilità. Se ad esempio il soggetto si dichiara indifferente tra vivere 8 mesi in uno stato di salute A e 4 mesi nello stato di salute B, l'indice di utilità è pari a 0,5.
- il Persons Trade-Off (PTO), in cui si chiede al soggetto di scambiare un numero di persone in buona salute VS numero di persone con la malattia/disabilità da valutare: (la moneta di scambio è un numero di persone).
- il Willingness To Pay (WTP): si chiede al soggetto quanto sarebbe disposto a pagare pur di guarire dalla malattia (la moneta di scambio è il denaro).

Come sottolineano Essink-Bot & Bonsel (2002), qualunque sia la metodologia prescelta viene introdotto un bias, in quanto la stessa moneta di scambio ha un valore, che sarà diverso per ciascun individuo. Inoltre ciascuna metodologia ha i suoi vantaggi e svantaggi. L'utilizzo delle scale valutative è intuitivo ed immediato ma non prevede che venga effettuata una scelta da parte dei soggetti intervistati: ciò comporta la costante attribuzione di pesi elevati per condizioni relativamente modeste. Gli altri metodi offrono valutazioni più ponderate ma sono più complessi e richiedono un certo sforzo cognitivo (Essink-Bot & Bonsel 2002).

Sempre in relazione a questo punto, ampiamente dibattuta è la questione se a valutare gli stati di salute e assegnare i pesi debbano essere i pazienti, i medici o altri esperti, oppure un campione rappresentativo della popolazione generale.

Per l'attribuzione dei pesi di disabilità nel GBD 1990 erano state definite 6 diverse classi di disabilità sulla base dei limiti imposti allo svolgimento di attività quotidiane (mangiare e igiene personale, preparazione dei pasti), alla procreazione, al lavoro, all'educazione e alle attività ricreative; i pesi erano attribuiti da esperti di Sanità Pubblica attraverso l'utilizzo del Rating scale approach (VAS). Per il GBD 1996 era stato applicato il metodo PTO da parte di un gruppo di esperti di sanità pubblica: vennero scelte 22 condizioni indice da valutare attraverso un esercizio di gruppo basato su 2 diverse varianti di PTO e raggruppate in 7 classi di severità. La prima versione del PTO chiedeva di soppesare aumento della durata di vita di individui sani VS quella di individui con la condizione patologica di volta in volta considerata; soppesare il portare a perfette condizioni di salute per un anno la qualità della vita di N soggetti con la condizione di salute oggetto di indagine e l'estendere di un anno la vita di 1000 soggetti sani. Attraverso l'utilizzo di tabelle che mostravano l'equivalenza tra le due varianti di PTO, i partecipanti erano istruiti a risolvere le discrepanze delle loro stesse valutazioni, fino a che non veniva trovato un punto di accordo (Vos 2002).

Vari gruppi di esperti considerano un errore il basarsi esclusivamente sull'opinione di un panel di esperti o la scelta del PTO per la valutazione degli stati di salute. L'OMS e gli altri partner del GBD hanno deciso di prendere in considerazione le osservazioni dei vari gruppi di esperti le per l'edizione del GBD 2010, la cui pubblicazione è prevista nel corso del 2012, il gruppo di lavoro sta procedendo in modo diverso: questa volta sarà sentito il parere anche della popolazione generale ed è stato scelto l'utilizzo di tecniche diverse, quali lo *standard gamble* o il *time trade-off* per sollecitare l'attribuzione dei pesi di disabilità.

2. Il fatto di non prendere in considerazione altri aspetti oltre all'età e al sesso. I determinanti sociali delle malattie vengono così ignorati e a una condizione viene attribuito lo stesso peso, sia che si presenti in un paese "industrializzato" che in un paese "in via di sviluppo". Tuttavia, ad esempio, molto probabilmente la qualità della vita di un soggetto colpito da paraplegia in Australia sarà più sopportabile che in Camerun, dove molti potrebbero non disporre di una sedia a rotelle e dove sono assenti le norme che affrontano il problema dell'accessibilità e della fruizione di servizi e spazi pubblici da parte di chi ha capacità motoria limitata (Allotey et al. 2003).

3. L'applicazione di un tasso di sconto. Così come in economia si applicano tassi di sconto su costi e benefici nel futuro, anche nel calcolo dei DALY, sia nel GBD che nel DCPP, è applicato un tasso di sconto, generalmente pari al 3%, lo stesso raccomandato anche dall'U.S. Panel on Cost-Effectiveness in Health and Medicine, anche se nell'effettuare analisi di sensibilità viene consigliato dagli autori di effettuare il confronto anche con i tassi dello 0 e del 6%. Per un operatore di Sanità Pubblica è difficile comprendere a fondo i ragionamenti che portano a scontare i benefici futuri che è possibile ottenere da interventi sanitari; Murray e Acharya (1997) spiegano che il principale motivo consiste nell'evitare di imporre eccessivi sacrifici alle generazioni attuali ed impedire che tutte le risorse destinate alla sanità siano investite allo scopo di migliorare la salute delle generazioni future.
4. L'applicazione della pesatura per età. Per il calcolo del DALY è prevista l'applicazione facoltativa (nel DCPP in effetti non è applicata) di pesi che riflettono le preferenze espresse dalla società: in generale, per la società, uno stesso evento ha peso minore nella primissima infanzia, raggiunge il suo massimo a 25 anni e torna poi a decrescere secondo la curva descritta in Fig. 1. La formula per il calcolo è $Cxe^{-\beta x}$, dove C è la costante di normalizzazione e β è il parametro che controlla la forma della funzione usata, in particolare esso determina il punto di massima ponderazione corrispondente a $x = 1/\beta$. A β è attribuito un valore di 0,04: in modo da dare alla curva una forma tale da rispecchiare fedelmente le preferenze espresse dalla società. Secondo tale curva il peso attribuito all'evento è maggiore dell'unità per età comprese tra 8,4 e 54,2 anni; a 25 anni è raggiunto un picco di 1,52. Sembrerebbe che venissero in tal modo valorizzate le età più produttive, ma questo non è del tutto vero, infatti in tal caso β dovrebbe avere un valore di 0,03 e non di 0,04: in questo caso il valore relativo sarebbe superiore all'unità nella fascia di età comprese tra 14,9 e 63 anni, corrispondente, nella maggior parte dei paesi, all'età lavorativa.

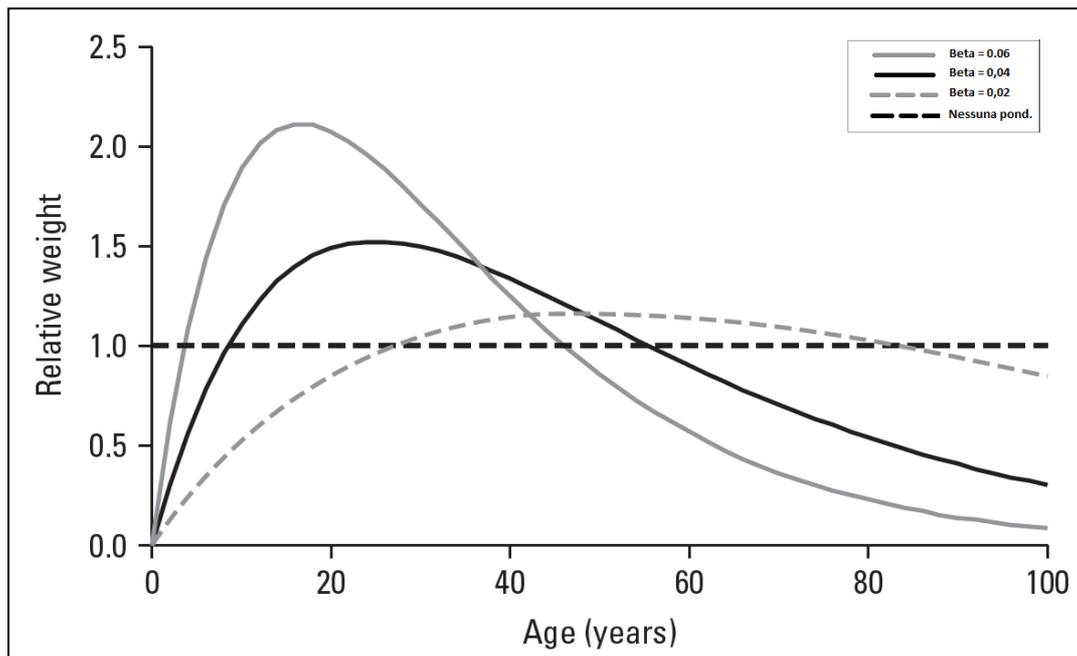


Figura 1: Curva di pesatura per età, tratto da Mathers et al. (2006, p. 401).

5. Prevalenza/ incidenza malattia. Perché il calcolo dei DALY non sia distorto le stime di prevalenza e incidenza delle malattie devono essere corrette: dovrebbero essere disponibili flussi di dati di morbosità generale. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha messo a punto uno specifico software, il DISMOD³ che consente di effettuare un controllo incrociato tra stime di quantità diverse, ma tra loro collegate, quali appunto la prevalenza, l'incidenza e la mortalità, allo scopo di sincerarsi che le varie stime siano tra loro compatibili.
6. Stadiazione. La metodologia adottata nel GBD assume che uno stato patologico sia costante nel tempo; durata della patologia e conseguente disabilità vengono considerate indipendenti, così che nell'attribuzione del peso di disabilità di una patologia vengono sommati i pesi associati a ciascuno stadio attraverso cui la condizione in esame può evolvere. Per ovviare ai limiti imposti da questa metodologia (la maggior parte delle condizioni patologiche evolvono nel tempo) Stouthard e collaboratori hanno sviluppato un approccio alternativo, l'Annual Profile Approach (APA), in cui è descritta l'evoluzione della condizione patologica nell'arco di un anno, così che chi attribuisce i pesi è messo nella condizione di valutare nel loro complesso anche quelle condizioni che subiscono modificazioni nel tempo.
7. Infine, un altro punto critico nel calcolo dei DALY attribuibili a specifici fattori di rischio è rappresentato dalla difficoltà di stimare con esattezza la proporzione di casi di malattia attribuibili all'esposizione al fattore di rischio di volta in volta considerato, in altre parole

³ Scaricabile all'indirizzo http://www.who.int/health-info/global_bur-den_disease/tools_software/en/index.html.

l'incertezza riguarda il rischio attribuibile (RA). Questo problema non sussiste invece nel caso degli infortuni sul lavoro, per cui il RA è gioco forza pari all'unità (l'evento per definizione si verifica in *occasione di lavoro*).

Considerazioni preliminari sul calcolo dei DALYs per infortunio sul lavoro

Molti dei problemi sollevati per il calcolo dei DALY non sussistono nel caso del calcolo dei DALY causati da infortuni sul lavoro, in quanto le statistiche INAIL offrono una banca dati eccellente cui poter attingere per ricavare le informazioni necessarie al calcolo dei DALY. In primo luogo non sussiste il problema della stima dei casi incidenti, perché l'ente assicurativo trasmette annualmente i record individuali dei casi di Infortuni e Malattie Professionali definiti negli anni precedenti e comunica sia i casi conclusi positivamente sia i casi respinti senza che venga riconosciuta la causa professionale. Per ogni caso sono disponibili dati relativi al tipo di infortunio o di malattia professionale, alla prognosi, all'eventuale grado di invalidità permanente e alle circostanze dell'evento se si tratta di infortunio, nonché a notizie relative all'azienda in cui lavora o lavorava l'individuo. Vengono anche trasmesse notizie relative alle aziende del territorio assicurate presso INAIL in modo da poter calcolare i tassi d'infortunio, sulla base degli addetti stimati per queste aziende.

Il concetto di pesatura per età influisce meno sul calcolo dei DALY perché l'età dei soggetti interessati è proprio quella in cui vengono applicati i pesi più alti. Non sussiste nemmeno il problema riguardante la successione degli stadi delle condizioni patologiche: nell'attribuzione dei gradi di disabilità è possibile basarsi sulla valutazione del grado di inabilità attribuito dai medici legali nella valutazione del cosiddetto "danno biologico", cioè delle lesioni all'integrità psicofisica della persona, che in seguito alla deliberazione del D.Lgs. 23/02/2000 n. 38, con cui è stato introdotto il concetto di "danno biologico", non si riferisce alla sola sfera produttiva e lavorativa, ma anche a quella spirituale, culturale, affettiva, sociale, sportiva, etc. Rispetto al sistema precedente, basato esclusivamente sulla valutazione della capacità lavorativa, il nuovo sistema è centrato sulla salute globale del lavoratore, pertanto rientrano nel concetto di danno biologico, tra gli altri, anche il danno alla vita di relazione, il danno estetico, il danno psichico, il danno relativo alla sfera sessuale, quello derivante dalla perdita di opportunità lavorative e, infine, il danno esistenziale. Le menomazioni conseguenti al danno sono valutate in base alla "tabella delle menomazioni" articolata in 387 voci (D.M. 12/07/2000), a ciascuna delle quali è attribuito un grado di inabilità, da 0 a 100%. Il metodo per l'attribuzione del grado di menomazione è duplice. Da una parte *a priori*, deduttivo: i pesi sono attribuiti da medici legali, mediante una metodologia del tutto paragonabile a quella adottata dall'OMS, con cui viene deciso un *range* di punteggio attribuibile per ciascuna condizione, che poi viene applicato in maniera precisa, *a posteriori*, al momento della valutazione da parte del medico legale sul singolo, con l'assegnazione di un unico *valore*.

Non esiste neanche l'incertezza sul rischio attribuibile. Nel caso degli infortuni sul lavoro il RA è gioco forza pari all'unità : per definizione gli eventi si verificano in *occasione di lavoro*.

Il carico di disabilità da infortuni sul lavoro in Toscana

Caratteristiche dei dati e periodo di riferimento

Sono stati presi in considerazione tutti gli infortuni accaduti in Toscana nel periodo 1991-2009. Un'analisi generale ha riguardato l'intero periodo. Informazioni più dettagliate sono state possibili a partire dall'anno 2001, anno in cui è stato introdotto il sistema ESAW (European Statistics on Accidents at Work), creato a livello Europeo con lo scopo di rendere omogenei i criteri e le metodologie utilizzati per registrare gli infortuni sul lavoro. Nella banca dati, inoltre, è possibile distinguere due periodi: quello dal 1991 al 1999 caratterizzato dall'assenza del codice fiscale (utile per estrapolare la nazionalità dell'infortunato) e della classificazione dell'attività economica secondo lo standard ATECO 2002. Per l'andamento del BOI rispetto al settore produttivo nell'intero periodo 1991-2009 sono state utilizzate, pertanto, le voci di tariffa del premio INAIL per le sole voci rimaste invariate nell'arco di tempo esaminato, mentre a partire dal 2000 è stata utilizzata la classificazione ATECO.

A partire dal database INAIL, è stato creato un database in MS Access, allo scopo di produrre il calcolo dei DALYs, con possibilità di applicare il tasso di sconto del 3%. La ponderazione per età non è stata presa in considerazione, in quanto questo tipo di infortuni riguarda tipicamente proprio quei soggetti cui vengono attribuiti i pesi più alti.

Criteri per il calcolo dei Disability Weights

La metodologia INAIL basata sui Gradi di inabilità (GI), descritta nelle Tabelle delle menomazioni, è stata dunque utilizzata per il calcolo degli YLD (Years lived with Disability). Non sono stati applicati i DW descritti nel Global Burden of Disease Study dell'OMS, perché come già specificato nell'articolo pubblicato in *Epidemiologia & Prevenzione* nel 2011 (vedi allegato), riteniamo che il sistema italiano basato sulla raccolta di tutti gli aspetti relativi a ogni singolo caso, sia in grado di utilizzare e sintetizzare una maggiore quantità di informazioni. Abbiamo però utilizzato una formula di conversione descritta in letteratura (Krabbe et al. 1997) per rendere i GI, soggetti a sovrastima delle condizioni più lievi, più confrontabili con i DW dell'OMS.

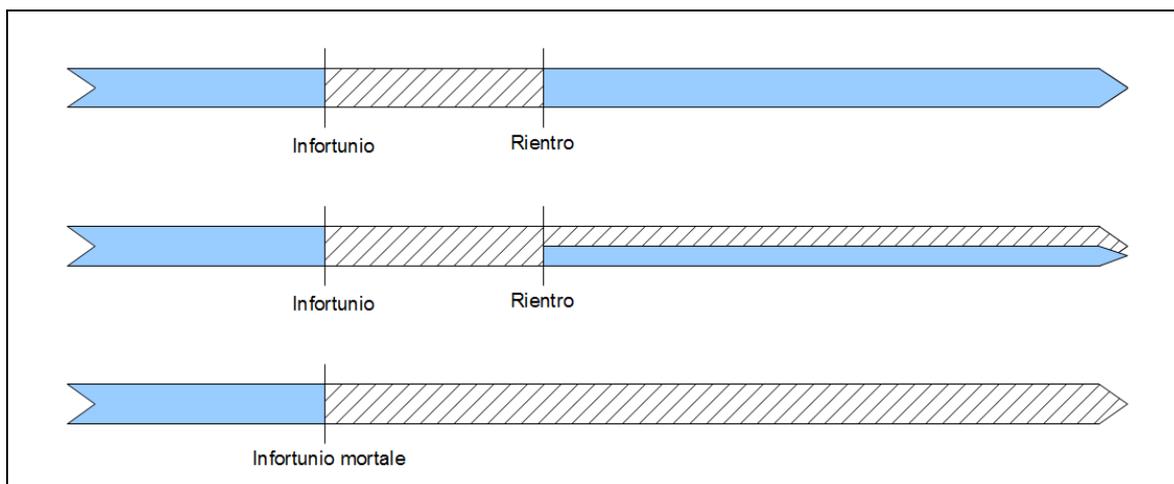


Figura 2: Rappresentazione schematica dei pesi di disabilità utilizzati in ambito assicurativo nel caso di un infortunio con conseguenze solo temporanee, temporanee e permanenti e di un infortunio mortale.

Poiché l'INAIL attribuisce un'inabilità totale (100%) ad ogni lavoratore assente dal lavoro a causa d'infortunio professionale, cfr. primo e secondo diagramma della Figura 2, l'ente non fornisce alcuna base per il calcolo dei DW relativi a infortuni che esitano in conseguenze esclusivamente temporanee o relativi al periodo pre-stabilizzazione per i casi con postumi permanenti. Per queste due categorie di infortuni, pertanto, i DW sono stati calcolati secondo i seguenti criteri:

- per le condizioni con conseguenze solo temporanee è stato fatto direttamente riferimento al DW dell'OMS, mentre alle condizioni in cui il DW dell'OMS risultava non definito è stato attribuito un peso corrispondente a 0,1 per tutta la durata, cfr. il primo diagramma della Figura 3;
- per i casi con postumi permanenti, considerando che nella fase “acuta” il soggetto vive condizioni di salute peggiori rispetto alla fase di stabilizzazione successiva, il peso di disabilità è stato calcolato applicando una riduzione del 10% all'utilità residua tipica della fase stabilizzata, cfr. secondo, terzo e quarto diagramma della Figura 3. Es.: se a una persona è attribuito un DW permanente pari a 0,4, l'utilità residua è 0,6. L'applicazione del parametro produce una ulteriore riduzione del 10% di tale utilità ($10\% \times 0,6 = 0,06$). Pertanto nel periodo pre-stabilizzazione viene applicato un DW pari a $0,4 + 0,06 = 0,46$.

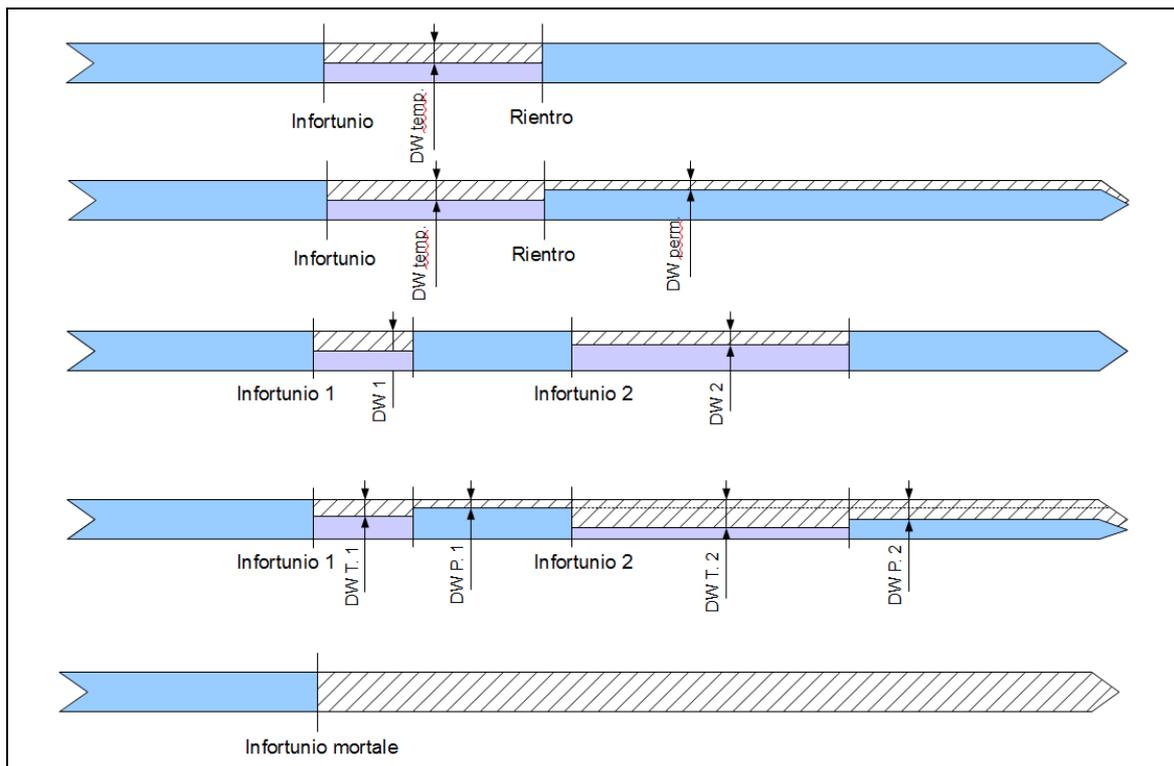


Figura 3: Rappresentazione schematica dei pesi di disabilità utilizzati per le SMPH in varie ipotesi di conseguenze temporanee e permanenti.

Equazioni per il calcolo dei DALY

Concretamente, il punto di partenza per il calcolo dei DALYs a livello di singolo individuo è la formula generale, contenuta in Murray (1994), valida per entrambe le componenti YLL e YLD:

$$\int_a^{a+L} D C x e^{-\beta x} e^{-r(x-a)} dx \quad (11)$$

Tale equazione include sia la ponderazione per età, sia lo sconto e i simboli che vi compaiono hanno il seguente significato:

- a : età alla morte o all'insorgenza della malattia;
- L : vita media residua all'età a o durata della disabilità determinata da una certa patologia;
- D : è il coefficiente di disabilità, variabile da 0 (perfetta salute) a 1 (condizioni equivalenti alla morte);
- C : costante di normalizzazione della funzione di ponderazione per età;
- β : parametro della funzione di ponderazione per età, uguale al reciproco dell'età a cui viene attribuito il peso massimo;
- r : tasso di sconto.

Tale formula fornisce gli anni di vita persi da un individuo a causa di una patologia o, nel nostro caso, di un infortunio.

Nel caso della mortalità prematura si pone $D = 1$ e $L = e_a$, cioè uguale all'aspettativa di vita residua all'età a secondo un'apposita tavola predisposta dal WHO. Per le tutte le altre condizioni non fatali occorrerà determinare il disability weight D e la durata L della disabilità temporanea o l'aspettativa di vita a età a per quelle di disabilità permanente.

Lo sviluppo dell'integrale nell'equazione (11) porta alla seguente equazione

$$-\left[\frac{DCe^{-\beta a}}{(\beta+r)^2} \left\{ e^{-(\beta+r)L} [1 + (\beta+r)(a+L)] - [1 + (\beta+r)a] \right\} \right] \quad (12)$$

L'equazione (12), infine, si caratterizza a seconda delle scelte effettuate per il calcolo dei DALYs

- senza ponderazione per età, si deve porre $C = 1$ e $\beta = 0$;
- con ponderazione per età, secondo le indicazioni in Murray (1994) si deve porre $C = 0,1658$ e $\beta = 0,04$;
- il tasso di sconto, in base alle indicazioni della WHO, può essere posto uguale a 0, 0,03 o 0,06;

Nel GBD è utilizzata un'apposita notazione, riportata in Tabella 1, per esprimere la presenza/assenza della ponderazione per età e/o il tasso di sconto applicato, mediante un suffisso che affianca gli acronimi DALY, YLL e YLD.

Tabella 1: Notazione per esplicitare le scelte relative alla ponderazione per età e allo sconto.

		Tasso di sconto		
		<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,06</i>
Ponderazione per età	<i>No</i>	(0, 0)	(0, 3)	(0, 6)
	<i>Si</i>	(1, 0)	(1, 3)	(1, 6)

Le possibili caratterizzazioni della formula (12) sono:

- $DALY(0,0) = DL$ (13a)

- $DALY(0,3) = -\frac{D}{0,03} e^{0,03L}$ (13b)

- $DALY(0,6) = -\frac{D}{0,06} e^{0,06L}$ (13c)

- $$DALY(1,0) = - \left[\frac{0,1658De^{-0,04a}}{0,04^2} \left\{ e^{-0,04L} [1 + 0,04(a + L)] - [1 + 0,04a] \right\} \right] \quad (13d)$$

- $$DALY(1,3) = - \left[\frac{0,1658De^{-0,04a}}{0,07^2} \left\{ e^{-0,07L} [1 + 0,07(a + L)] - [1 + 0,07a] \right\} \right] \quad (13e)$$

- $$DALY(1,6) = - \left[\frac{0,1658De^{-0,04a}}{0,1^2} \left\{ e^{-0,1L} [1 + 0,1(a + L)] - [1 + 0,1a] \right\} \right] \quad (13f)$$

Tabella 2: Aspettativa di vita utilizzata dalla WHO per il calcolo dei DALYs.

age	Males	Females									
0	80	82,5	26	54,48	57,19	51	30,06	33,07	76	9,62	11,6
1	79,36	81,84	27	53,49	56,21	52	29,12	32,14	77	9,08	10,93
2	78,36	80,87	28	52,5	55,23	53	28,19	31,22	78	8,53	10,25
3	77,37	79,9	29	51,5	54,25	54	27,26	30,29	79	7,99	9,58
4	76,38	78,92	30	50,51	53,27	55	26,32	29,37	80	7,45	8,9
5	75,38	77,95	31	49,52	52,29	56	25,42	28,46	81	7,01	8,36
6	74,39	76,96	32	48,53	51,31	57	24,52	27,55	82	6,56	7,83
7	73,39	75,97	33	47,54	50,34	58	23,61	26,65	83	6,12	7,29
8	72,39	74,97	34	46,55	49,36	59	22,71	25,74	84	5,68	6,76
9	71,4	73,98	35	45,57	48,38	60	21,81	24,83	85	5,24	6,22
10	70,4	72,99	36	44,58	47,41	61	20,95	23,95	86	4,9	5,83
11	69,4	72	37	43,6	46,44	62	20,09	23,07	87	4,56	5,43
12	68,41	71	38	42,61	45,47	63	19,22	22,2	88	4,22	5,04
13	67,41	70,01	39	41,63	44,5	64	18,36	21,32	89	3,88	4,64
14	66,41	69,01	40	40,64	43,53	65	17,5	20,44	90	3,54	4,25
15	65,41	68,02	41	39,67	42,57	66	16,71	19,59	91	3,3	3,98
16	64,42	67,03	42	38,69	41,61	67	15,93	18,74	92	3,05	3,71
17	63,42	66,04	43	37,72	40,64	68	15,15	17,9	93	2,8	3,43
18	62,43	65,06	44	36,74	39,68	69	14,36	17,05	94	2,56	3,16
19	61,43	64,07	45	35,77	38,72	70	13,58	16,2	95	2,31	2,89
20	60,44	63,08	46	34,81	37,77	71	12,89	15,42	96	2,14	2,71
21	59,44	62,1	47	33,86	36,83	72	12,21	14,63	97	1,97	2,53
22	58,45	61,12	48	32,9	35,88	73	11,53	13,85	98	1,8	2,36
23	57,46	60,13	49	31,95	34,94	74	10,85	13,06	99	1,63	2,18
24	56,46	59,15	50	30,99	33,99	75	10,17	12,28	100	1,46	2

Andamento temporale

Nel periodo 1991-2009, il burden of injury dei lavoratori toscani è risultato essere circa 6 volte quello delle lavoratrici. Le fasce di età più colpite sono state quelle centrali: la classe 25-44 anni, gravata anche dal carico più alto di YLL, con 116.995 DALY e la classe 45-64 anni, con 95.468 DALY, cfr. Tabella 3, Figura 10 e Figura 11. È importante sottolineare la differente entità

complessiva del fenomeno infortunistico nei due sessi e la conseguente diversità delle scale utilizzate nei grafici che descrivono l'andamento dei DALY rispetto al genere.

L'andamento temporale del BOI in Toscana è tendenzialmente decrescente, eccezion fatta per i periodi 1995-1998 e 2002-2005 per le lavoratrici, e per i periodi 1996-1998 e 2002-2006 per i lavoratori, cfr. Figura 12 e Figura 13.

Le serie dei numeri indice a base 1991, riportata in Figura 14, rendono confrontabile l'evoluzione del fenomeno infortunistico fra i due sessi. In termini relativi il BOI delle lavoratrici è diminuito meno di quello dei lavoratori, rispetto ai livelli del 1991, con un andamento più marcatamente altalenante. In particolare, il BOI delle lavoratrici, dopo aver subito una repentina fase decrescente che lo ha portato nel 1995 a livelli inferiori al 50% di quelli del 1991, ha subito un rimbalzo che nel 1998 lo ha portato a livelli di poco superiori al 60% rispetto al 1991, una nuova fase di consistente riduzione tra il 1999 e il 2002 e dal 2004 una fase di livellamento a livelli compresi fra il 35 e il 40% rispetto al 1991. Per i lavoratori, invece, la serie dei numeri indici con base 1991 è sostanzialmente non crescente fino al 2002 e negli anni successivi il BOI ha vissuto una fase di oscillazione attorno al 30% rispetto al 1991. In sintesi, il BOI dei lavoratori si è ridotto a circa il 30% rispetto al livello iniziale, mentre per le lavoratrici si è ridotto a poco meno del 40% del livello iniziale.

Il rapporto percentuale tra la componente YLL e i DALY derivanti dagli infortuni consente di esaminare il peso differenziale della mortalità precoce rispetto al genere. L'andamento di tale rapporto nel periodo considerato è stato tendenzialmente crescente: il coefficiente di regressione risulta infatti positivo per entrambi i sessi e pari a 0,78 per i maschi e a 0,23 per le femmine, cfr. Figura 15.

Fino al 1998 il rapporto era variabile tra il 15% e il 25% negli uomini e tra il 5 e il 15% nelle donne. Tra il 1998 e il 2001 c'è stato un forte incremento della componente di mortalità precoce: il rapporto ha raggiunto valori del 40% negli uomini e di oltre il 25% nelle donne. Dopo il 2001 il peso relativo della mortalità da infortunio è calato leggermente, attestandosi fra il 20%-30% nei maschi e il 5%-15% nelle femmine.

Il BOI nelle femmine è inferiore rispetto ai maschi, ma la componente YLL è relativamente elevata. Una possibile spiegazione può essere data dalla diversa età al momento della morte nei due sessi, nel caso degli infortuni mortali. In riferimento agli infortuni mortali avvenuti nel periodo 1991-2009, l'età media al momento della morte è stata di 38,9 anni per le donne e 45,6 anni per gli uomini. In una prima fase fino al 1997, la differenza tra i due sessi era molto elevata e ha raggiunto un picco di 18 anni nel 1994, con un valore medio di 10,9 anni, cfr. Figura 16. Nella seconda fase tale differenza ha subito una marcata riduzione ed è stata registrata una differenza media di 2,8 anni.

Per quanto riguarda le lesioni non fatali, l'età delle donne al momento dell'infortunio è stata sistematicamente superiore a quella dei maschi (mediamente 2,1 anni), soprattutto nella prima parte del periodo considerato (2,6 anni fra il 1991 contro 1,8 dal 1997 al 2009), cfr. Figura 17.

Analisi per settore produttivo

È stato possibile descrivere l'andamento dei DALY dovuti a infortuni sul lavoro per l'intero periodo 1991-2009 per settore occupazionale soltanto in relazione a quelle voci di tariffa del premio INAIL rimaste invariate.

Il BOI ha presentato un andamento differenziato a seconda del settore produttivo, anche se il divario tra i settori si è ridotto nel corso del tempo. L'industria in senso stretto e le costruzioni sono stati i settori in cui è stato registrato il maggior numero di DALY in termini assoluti: si possono distinguere due periodi, il primo fino al 2001 in cui l'industria ha prodotto il burden of injury più elevato. Successivamente al 2001 è stato il settore delle costruzioni a subire il maggior carico di disabilità, cfr. Figura 22. Il settore dei servizi ha avuto un carico sensibilmente inferiore rispetto ai due settori precedentemente citati con un andamento globalmente decrescente. Il settore agricolo, infine, ha presentato in termini assoluti un BOI apparentemente trascurabile rispetto agli altri settori.

Dal 2000 INAIL fornisce il numero di lavoratori per ogni azienda, è stato pertanto possibile calcolare il DALY medio per 1.000 lavoratori dovuto a infortuni sul lavoro avvenuti in Toscana negli anni 2000-2009 nei diversi settori lavorativi, cfr. Figura 19. Il settore agro-industria e pesca ha presentato il maggior carico di DALY in termini relativi rispetto al numero di lavoratori, seguito dal settore delle costruzioni, dall'industria in senso stretto e dal settore dei servizi. Colpisce in modo particolare il fatto che il settore agro-industria e pesca, che risultava trascurabile in termini assoluti, risulti quello maggiormente gravato dal fenomeno infortunistico in termini relativi: le conseguenze degli infortuni in questo settore sono potenzialmente molto più gravi e invalidanti rispetto agli altri settori.

Il confronto fra operai e impiegati è stato effettuato utilizzando il codice della voce di tariffa INAIL codificata a 4 cifre. Quando la prima cifra di questo codice è uguale a zero, l'infortunio fa riferimento a un impiegato, altrimenti fa riferimento a un operaio. Come era prevedibile, gli operai hanno subito il maggior carico di disabilità da infortuni, tuttavia esso è diminuito rapidamente – passando da 8.373,31 DALY nell'anno 2000 a 4.258,53 nel 2009 - mentre il carico relativo agli impiegati, notevolmente inferiore, è diminuito approssimativamente di un quarto, cfr. Figura 24.

Analisi territoriale

L'analisi territoriale ha evidenziato l'ASL di Firenze come territorio gravato dal BOI più elevato, seguita da Arezzo, Livorno e Lucca (cfr. Figura 25-Figura 27). Per il periodo antecedente al 2000, dati relativi alla ASL 4 di Prato sono stati ricostruiti utilizzando i codici dei comuni – tutti della provincia di Firenze – che sono andati a costituire la provincia di Prato.

La componente YLD, largamente prevalente, mostra un andamento decrescente e piuttosto liscio, con una tendenza alla stabilizzazione negli anni 2000, mentre la componente YLL mostra forti oscillazioni attorno a un livello tendenzialmente costante nell'intero periodo considerato, questo spiega gli andamenti piuttosto irregolari riscontrati per alcune ASL.

DALY per tipo di lesione

I dati completi sono disponibili a partire dall'anno 2000, quando è stata adottata la codifica ESAW/3. Il tipo di lesione più frequente è rappresentato dalle ferite alla mano (oltre 70 mila infortuni), ma il più alto carico totale di infortuni è dovuto alle fratture del cranio (10.079,0 DALY), soprattutto a causa dell'alta mortalità precoce che ne consegue (9.093,9 YLL). Seguono le fratture dell'arto superiore (7.245,3 DALY) e dell'arto inferiore (6.439,4 DALY), cfr. Tabella 4 e Tabella 5.

DALY nella popolazione immigrata

È stato stimato il BOI nei lavoratori immigrati relativamente agli anni 2000-2009. Il numero d'infortuni accaduti a lavoratori provenienti dai paesi a forte pressione migratoria è cresciuto in modo pressoché costante fino al 2008, segnando un decremento solo nel 2009, cfr. Figura 31. Anche in termini di BOI questi lavoratori ne hanno subito l'aumento, fino all'anno 2008. Nel 2009 il numero di DALY è stato inferiore, presumibilmente effetto diretto della crisi economica iniziata nell'autunno 2008, ma anche dell'incompletezza dei dati dell'ultimo anno disponibile, cfr. Figura 28. Le Figure Figura 28-Figura 31, realizzate in scala logaritmica, evidenziano anche il diverso ordine di grandezza del fenomeno infortunistico a seconda del paese d'origine: i lavoratori provenienti dai PFPM subiscono una perdita sull'ordine delle migliaia di anni, mentre quelli provenienti dai PSA sull'ordine delle centinaia di anni.

Nella Tabella 6 è riportata la distribuzione dei DALY secondo l'anno per le dieci nazionalità colpite dal maggior numero d'infortuni nel periodo 2000-2009. I lavoratori provenienti da Albania, Marocco e Romania subiscono un numero molto elevato d'infortuni. La Figura 32 mostra gli stessi dati in forma grafica. Fino al 2007, i lavoratori provenienti dall'Albania, per lo più impiegati nel settore edile (Tabella 7), hanno perso il maggior numero di DALY a causa di infortuni sul lavoro. Gli immigrati provenienti dalla Romania hanno sofferto il più alto carico nel 2008 e nel 2009, a

seguito dell'entrata del loro paese d'origine nell'Unione europea. Anche gli immigrati dal Marocco mostrano un BOI elevato e in costante aumento.

Burden of Disease e malattie correlate al lavoro: le malattie respiratorie di tipo ostruttivo

L'asma e la bronco-pneumopatia cronico-ostruttiva (BPCO) sono malattie croniche comuni nella popolazione generale, hanno carattere multifattoriale e l'esposizione professionale gioca un ruolo importante fra i diversi fattori a cui risultano associate, riguardo sia l'etiologia sia la loro storia naturale. A differenza di altre malattie respiratorie (per esempio le pneumoconiosi), nel caso dell'asma e della BPCO non è sempre facile individuare la correlazione con il lavoro. Benché queste rappresentino nei paesi sviluppati la categoria prevalente fra le malattie respiratorie di origine professionale, risultano comunque a tutt'oggi ampiamente sotto notificate. Questa difficoltà sembra dovuta principalmente a due ragioni: la prima è che, trattandosi di malattie multifattoriali, queste sono strettamente associate anche a fattori non professionali (quali il fumo, l'inquinamento, ecc.); la seconda è che per questo tipo di malattie è comunque complicato stabilire la relazione dose-risposta e la relazione temporale con l'esposizione professionale, anche quando questa risulti documentata.

Poiché sia l'asma sia la BPCO sono malattie molto diffuse, la misura di quanto può contribuire l'esposizione professionale alla loro prevalenza può avere importanti ricadute in termini di salute pubblica. Proprio per questa ragione dovrebbe essere compiuto ogni sforzo in questo senso; il primo passo dovrebbe essere quello di conoscere l'entità del problema e quantificare la quota del BoD di queste malattie dovuto all'esposizione professionale, in modo da indirizzare le strategie di prevenzione per ridurre la morbosità e la mortalità associate a queste condizioni.

È nostra intenzione poter offrire un contributo di conoscenza affrontando in prima istanza il caso dell'asma.

Il caso dell'asma

L'asma è una delle più comuni malattie croniche della popolazione in età lavorativa, con tassi di prevalenza in Italia compresi fra il 6 ed il 9% per l'età adulta; è capace di indurre oltre a disabilità e, sia pur raramente, morte, pesanti conseguenze di tipo socio-economico, fra cui, oltre l'aumento della spesa sanitaria, la ridotta capacità lavorativa e la conseguente perdita di guadagno.

Per avere un'idea delle implicazioni della malattia in termini di salute pubblica, recentemente è stato calcolato che ogni anno nel mondo vengono persi circa 15 milioni di DALY a causa dell'asma, ovvero l'1% dei DALY totali, equivalente all'impatto di diabete, cirrosi epatica e schizofrenia (Bousquet et al. 2005).

L'esposizione lavorativa rappresenta un importante agente causale dell'asma in quanto tale e dei suoi aggravamenti. Recenti Consensus Documents (Tarlo et al. 2008) hanno definito infatti l'asma associata al lavoro come Work Related Asthma (WRA) intendendo così l'insieme costituito dall'Occupational Asthma (OA), cioè l'asma professionale vera e propria, causata da un agente presente sul luogo di lavoro, e la Work-Exacerbated Asthma (WEA), cioè l'asma, anche preesistente all'inizio dell'attività lavorativa, aggravata dal lavoro. Nonostante, soprattutto nei paesi sviluppati, sia diffusa l'esposizione professionale ad agenti asmogeni, e benché siano stati condotti vari studi di popolazione per valutare la prevalenza della WRA e il suo impatto in termini di salute pubblica, ad oggi la prevalenza della WRA non è ancora stata ben definita, probabilmente a causa della variabilità delle definizioni di malattia, dei differenti criteri diagnostici utilizzati, dei differenti disegni di studio e inoltre anche a causa della limitatezza dei dati provenienti dalla sorveglianza sanitaria effettuata dai medici competenti in azienda. Nonostante questa ampia e diffusa sottonotifica, approssimativamente si può ritenere che circa il 25% dei casi di asma nell'adulto siano correlati al lavoro.

Nel 2005, sotto l'egida del WHO, è stato valutato il global burden of disease and injury per l'anno 2000 dovuto a specifici fattori di rischio occupazionali: un numero monografico della rivista American Journal of Industrial Medicine fu in quell'anno dedicato proprio al Progetto Comparative Risk Assessment (CRA) condotto ad opera dell'Organizzazione Mondiale della Sanità; l'asma da lavoro fu una delle condizioni valutate nello studio (Driscoll et al. 2005). Il progetto, mettendo in correlazione la proporzione di popolazione esposta con la relativa misura del rischio, permise di stimare la frazione di rischio attribuibile per ciascuno degli indicatori scelti, ovvero, tasso di mortalità e DALY.

A causa dell'impossibilità di ottenere i rischi relativi (RR) per tutte le sostanze asmogene coinvolte nell'asma da lavoro, gli autori considerarono l'**occupazione** come proxy dell'esposizione, basandosi sugli studi di Karjalainen e collaboratori, che, agli inizi degli anni 2000, fornirono i rischi relativi associati alle specifiche occupazioni relativamente a tutta la popolazione finlandese (A. Karjalainen et al. 2002; A. Karjalainen et al. 2001). Unicamente per le occupazioni agricole furono utilizzati i valori di RR pubblicati in un altro studio di prevalenza condotto su 15.000 persone in 9 paesi europei, USA, Australia e Nuova Zelanda (Kogevinas et al. 1999), per la convinzione che i dati sul settore agricolo finlandese non fossero rappresentativi del rischio occupazionale nel resto del mondo.

Il RR derivò dal rapporto tra incidenza occupazione-specifica e incidenza di asma da lavoro nella popolazione impiegata in lavori amministrativi, il cui RR è ritenuto comparabile a quello della popolazione generale (RR=1). Negli studi di Karjalainen, tutta la popolazione lavorativa finlandese

fu seguita per tredici anni, dal 1986 al 1998 e suddivisa in 3 coorti di soggetti di età compresa tra 25 e 59 anni al 31 dicembre 1985, 1990 e 1995 senza diagnosi di asma fatta in precedenza, seguiti per 5 o tre anni, dal 1986-1990, 1991-1995 o 1996-1998, rispettivamente. Il follow-up dei soggetti fu fatto attraverso 2 registri nazionali : il Reimbursement Register of the Social Insurance Institution (95% dei casi) e il Finnish Register of Occupational diseases (5%). Per aver diritto al rimborso, ai lavoratori doveva essere stata fatta diagnosi, da parte di uno pneumologo, di asma di tipo persistente insorto de novo o di asma esacerbato dal lavoro.

Il progetto CRA ha fornito pertanto i RR per categoria occupazionale per tutti i gruppi di età dai 15 agli 80 anni, e per genere. La proporzione della popolazione totale esposta fu stimata determinando la proporzione della popolazione impiegata in occupazioni il più possibile comparabili con quelle identificate negli studi di Karjalainen e di Kogevinas, supponendo che il numero di persone al momento impiegate nelle varie occupazioni corrispondesse grosso modo alla popolazione a rischio. I 191 stati membri furono stratificati in 6 zone geografiche (Africa, America, Europa, Medio Oriente, Sud-est asiatico, pacifico occidentale), e quindi in 5 gruppi a seconda della mortalità infantile, sotto i 5 anni di età, e della mortalità nella popolazione maschile di età compresa tra i 15 e i 59 anni (World Health Organization 2002). L'Italia, ad esempio, è compresa nella zona EUR-A. La frazione attribuibile risultò pari all'11% in AMR-A e EUR-A e al 20% nella zona AFR-E.

Dallo studio del CRA è emerso che nel 2000 furono 38.000 i morti nel mondo a causa dell'asma da lavoro (23.000 uomini; 15.000 donne), che ogni anno determina 1,6 milioni di DALY.

Un altro importante studio relativo al calcolo del Burden of Disease determinato dall'asma, è stato quello australiano relativo al 2003 (Australian Institute of Health and Welfare 2009). In questo studio non venne calcolato solamente il BOD dell'asma da lavoro, ma quello derivante da tutte le cause.

Gli autori australiani non accettarono il Disability Weight medio proposto dall'OMS, pari a 0.043; calcolarono invece un loro DW, supponendo, sulla base dello studio di Bauman del 1992 (Bauman et al. 1992), che i pazienti siano per il 12% del tempo sintomatici e per il restante 88% asintomatici. Stimarono 2 DW, uno da applicare all'asma sintomatico, pari a 0,229, l'altro da applicare all'asma asintomatico, pari a 0,03. Calcolarono quindi un DW medio secondo la formula:

$$DW_{Totale} = 12\% \cdot 0,229 + 88\% \cdot 0,03 = 0,054 .$$

In Australia l'asma è causa di 63.100 DALY (suddivisi in 59.054 YLD e 4.045 YLL) ed è responsabile del 2,4% dei DALY totali e del 17,4% in età pediatrica, nonché determina il 9% dell'"health gap" tra popolazione caucasica e popolazione aborigena.

In Italia, a differenza di altri paesi europei, solamente l'asma causata dal lavoro (OA) (che da sola rappresenta il 10-15% dell'asma nell'adulto), è riconosciuta come malattia professionale dall'INAIL ed indennizzata. Nonostante questo, essa è comunque ancora ampiamente sottostimata e sottonotificata, come si può vedere anche dal confronto della realtà del nostro Paese con quella di altri Paesi europei in cui sussistono efficaci sistemi di notifica (Figura 4), e come si può vedere anche dal numero di casi registrati nel programma MALPROF, con riconoscimento di nesso causale positivo, dal numero di casi indennizzati da INAIL nel decennio 2000-2010 in Regione Toscana, cfr. Figura 5.

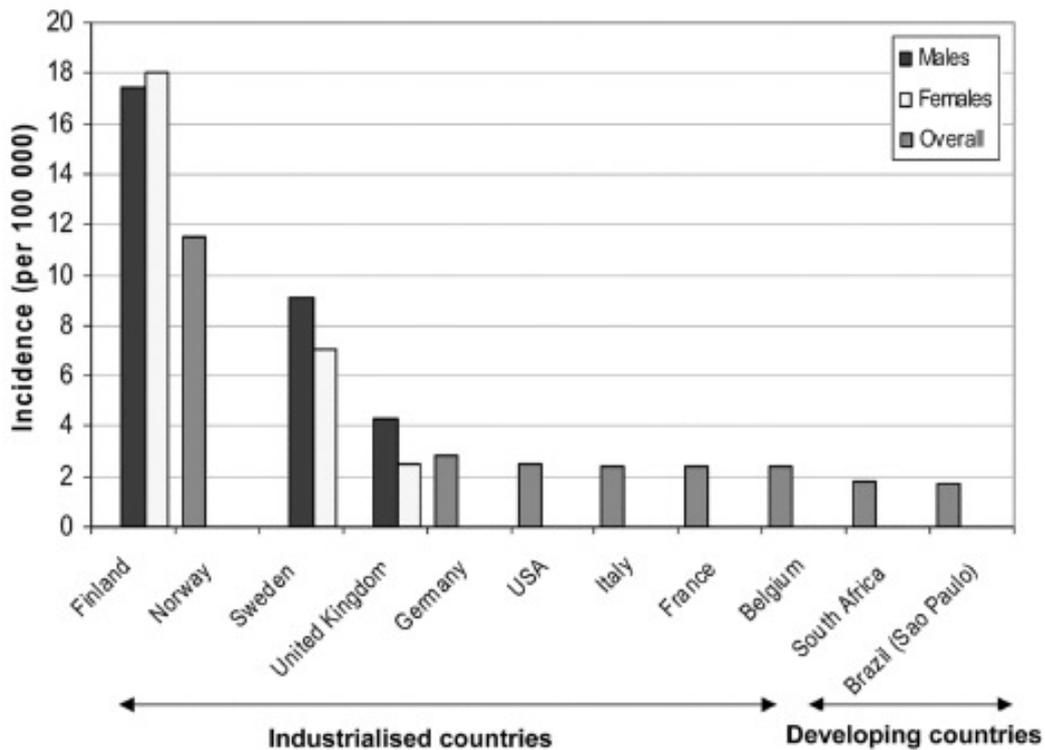


Figura 4: Tasso di incidenza dell'asma. Confronto fra i dati italiani e i dati a disposizione di altri paesi, sia industrializzati che in via di sviluppo (Jeebhay & Quirce 2007).

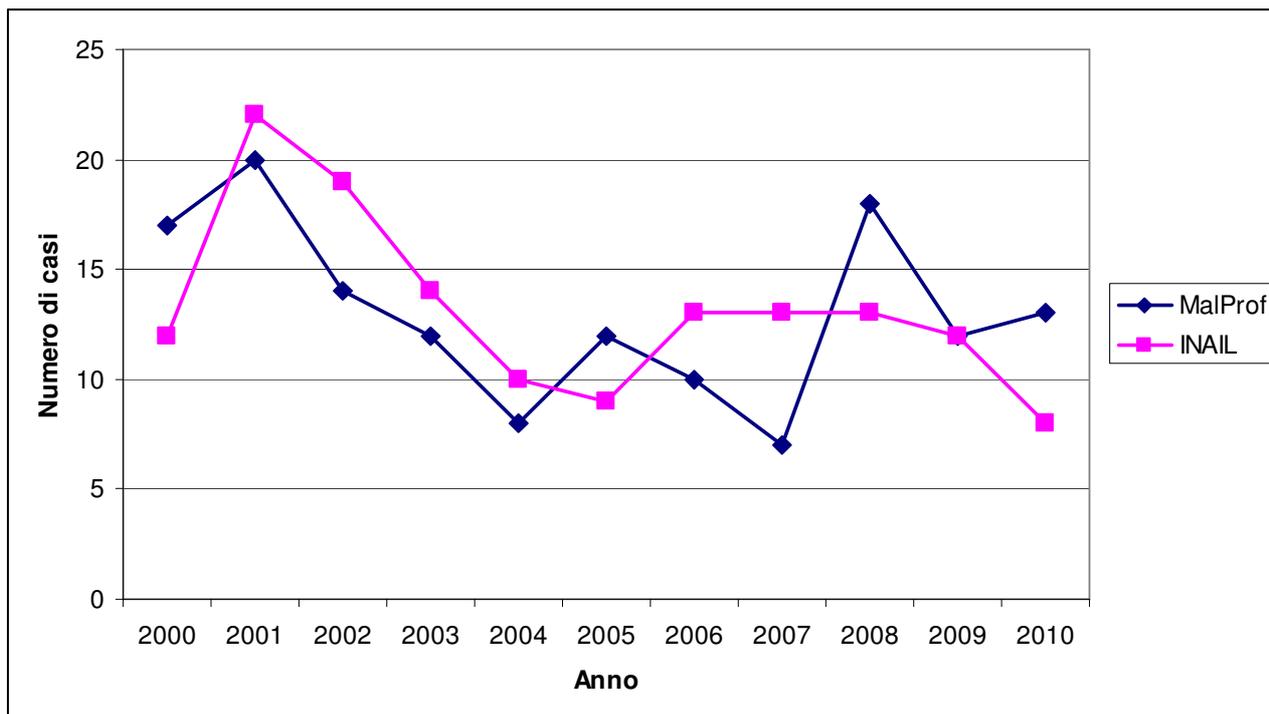


Figura 5: Confronto tra numero di casi di asma registrati nel programma MalProf per cui è stata stabilita l'origine occupazionale e casi indennizzati da INAIL nel periodo 2000-2010 in Toscana.

Quindi l'asma aggravata dal lavoro (WEA), a differenza dell'asma causata dal lavoro (OA), non ha allo stato attuale in Italia alcuna tutela assicurativa, nonostante le conseguenze socio-economiche della malattia, legate soprattutto alla disabilità. Anche per questo motivo quindi non è possibile allo stato attuale avere una stima precisa della prevalenza della WRA nel nostro paese, benché alto si possa ritenere il suo costo per la società, sia in termini di costi diretti (farmaci, spese sanitarie, ecc.) che indiretti (assenteismo, modifica ambiente di lavoro, etc.). A questo riguardo è interessante un recente studio condotto nel Regno Unito (Ayres et al. 2011), che riporta per quel paese una spesa annua di circa 100-150 milioni di euro per la WRA, una cifra da ritenersi comunque sottostimata considerando che anche in questo paese è presente un'ampia sottototifica della malattia.

Benché in diversi paesi anglosassoni negli ultimi anni siano stati condotti vari studi per definire mediante una metrica validata e condivisa (in termini per esempio di IRR, AF, PAR, DALY) l'impatto della WRA in termini di sanità pubblica, in Italia, allo stato attuale, non è possibile avere stime di questo tipo. Anche per quanto riguarda l'asma dell'adulto nella popolazione generale, a parte qualche circoscritta esperienza condotta sulla base dati dello studio europeo ECRHS (Accordini et al. 2008), non sono stati condotti fino ad oggi studi sistematici finalizzati alla determinazione del BoD per l'asma in Italia.

Lo studio toscano

Recentemente in Toscana si è conclusa un'indagine finanziata dalla Regione mirata a valutare l'impatto del lavoro sull'insorgenza, la recidiva ed il controllo dell'asma e a individuare la prevalenza di casi di WRA in un campione di popolazione generale di un vasto territorio della Toscana con diagnosi di asma. A questo scopo è stato esaminato un campione di 893 soggetti (15-46 anni) estratti dalle liste di esenti ticket per questa patologia. Tutti i soggetti sono stati classificati secondo differenti categorie di esposizione a rischio professionale per asma (nessun rischio: 58,9%, basso rischio: 27,9%, alto rischio: 13,2%) sulla base della classificazione ATECO ed ISFOL dei settori lavorativi e delle mansioni associata al giudizio di un panel di esperti in igiene industriale. I soggetti a più alto rischio avevano una funzione polmonare più bassa ($p=0,02$) ed una maggiore gravità dell'asma ($p<0,01$). La prevalenza della WRA (47%), che includeva l'asma professionale (OA: 7%) e l'Asma Aggravata dal Lavoro (WEA: 40%), era significativamente associata con un'esposizione lavorativa a più alto rischio professionale (OR: 6,8, $p=0,001$). I soggetti con WRA avevano una peggiore funzione polmonare ($p=0,01$) ed una maggiore gravità dell'asma ($p=0,01$) rispetto ai soggetti che non avevano WRA. Due terzi dei soggetti con asma professionale (OA) e metà dei soggetti con asma aggravata dal lavoro (WEA) avevano perso il lavoro.

L'indagine svolta sul campione preso in esame ha mostrato :

- un'elevata prevalenza di asma correlata al lavoro (WRA)
- un'associazione della WRA con la presenza di attività lavorativa in settori e mansioni a rischio di esposizione a broncoirritanti aerodispersi
- un alto livello di sotto-notifica di questo tipo di patologia in Toscana
- alcune possibili ricadute socioeconomiche della malattia (perdita del lavoro, ecc)
- la necessità di opportuni interventi di prevenzione in ambito lavorativo

Prospettive Future

Ragionando in termini di sanità pubblica e di ricadute socio-economiche, tenendo anche conto di quanto emerso dall'indagine di cui sopra, è inevitabile a questo punto porsi il problema di quale sia il Burden of Disease per l'asma (dell'adulto) in Toscana e di che entità sia la frazione attribuibile al lavoro. Per definire questi aspetti, come già enunciato, è necessaria la stima di prevalenza della malattia ed il Disability Weight (DW) di questa.

Per quanto riguarda la prevalenza, la variabilità delle stime riportate nei vari studi risente dei differenti criteri di definizione della malattia ed in parte anche della particolare storia naturale della malattia. Recentemente sono state pubblicate proposte di algoritmo per il calcolo della prevalenza dell'asma basate sui dati sanitari correnti (Tessari et al. 2008), che, con opportune modifiche e precisazioni, potrebbe trovare un'efficace applicazione. A questo scopo, come indicato anche da vari studi condotti in Europa negli ultimi anni (Pharm et al. 2008; Furu et al. 2007; Pont et al. 2002), sarà necessario avere accesso ad alcune fonti di informazione (selezionando ad esempio i soggetti presenti in almeno due degli archivi):

- Registri di Mortalità (ICD9-CM=493)
- Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) con diagnosi di asma in qualunque campo (ICD9-CM=493)
- Schede Specialistiche Ambulatoriali (SPA)
- Ricoveri al PS per asma acuta
- Prescrizioni Farmaceutiche per il trattamento dell'asma (secondo i codici ATC corrispondenti), almeno tre prescrizioni/anno
- Esenzioni Ticket per asma (cod. esenzione = 007.493)

È inoltre necessario essere a conoscenza della distribuzione per classe di severità dei soggetti affetti da asma, in modo da attribuire DW diversi ai diversi possibili stati di salute (Colin D Mathers et al. 2001). Le malattie infatti, contrariamente agli infortuni, generalmente vanno incontro ad una evoluzione, non è possibile pertanto attribuire un unico DW. Per riassumere i diversi stati di salute possibili e attribuire i relativi valori di prevalenza e DW, abbiamo elaborato uno schema relativo alla storia naturale dell'asma (Figura 6, Figura 7 e Figura 8), che ci consentirà di “distribuire” correttamente i soggetti in tutti i vari possibili sottogruppi.

L'esordio dell'asma può avvenire nel periodo infantile oppure in età adulta in risposta ad agenti sensibilizzanti o irritanti presenti nell'ambiente, incluso quello lavorativo.

L'insorgenza dell'asma (step 1) è determinata, in parte, da caratteristiche proprie del soggetto, quali la suscettibilità genetica, lo stato di atopia, l'abitudine al fumo, il sesso, la presenza di iperreattività bronchiale aspecifica.

Altri fattori, indipendenti dal soggetto, ma legati all'ambiente sono implicati nell'eziopatogenesi (step 2). Li distinguiamo qui per convenienza in occupazionali e non occupazionali. Tra questi ultimi riconosciamo ad esempio la presenza di inquinanti nell'aria, il fumo passivo, l'acquisizione di infezioni virali.

I fattori di rischio occupazionali determinerebbero una PAR (frazione di rischio attribuibile nella popolazione) pari al 15% (Balmes et al. 2003). Alcuni settori occupazionali sono particolarmente a rischio per la presenza di sostanze asmogene, ad esempio quelle dei carrozzieri, dei parrucchieri, degli addetti alle pulizie e degli operatori sanitari, per la presenza di sostanze quali isocianati, persolfati alcalini, aldeidi e latex⁴.

Entrambi i due tipi di asma da lavoro possono essere causati da agenti e condizioni collegati a particolari attività lavorative attraverso un meccanismo di induzione della sensibilizzazione ad un agente specifico (Sensitizer-induced), oppure per l'esposizione ad un agente irritante (Irritant-induced). Quindi è possibile diagnosticare 4 tipi di asma da lavoro: sensitizer-induced OA, sensitizer-induced WEA, irritant-induced OA e irritant-induced WEA (Tarlo et al. 2008).

Ai fini della valutazione diagnostica (step 3), per distinguere tra asma da lavoro e asma non correlato al lavoro e differenziare tra i vari tipi di asma da lavoro, è necessario considerare i sintomi indotti dalla condizione (valutandone la gravità e il momento di insorgenza, la relazione temporale tra sintomatologia e l'attività lavorativa, verificando eventuali miglioramenti quando il soggetto si allontana momentaneamente dal lavoro, ad esempio durante le ferie o il fine settimana), le caratteristiche dell'esposizione (i livelli della stessa, eventuali modifiche nelle mansioni lavorative nel periodo precedente l'insorgenza dei sintomi, eventuali incidenti sul luogo di lavoro con lo sviluppo di sostanze asmogene) e i parametri di funzionalità respiratoria. I parametri esaminati sono il volume espiratorio forzato in 1 secondo (FEV 1) e il Picco di Flusso Espiratorio (PEF), anch'essi vengono valutati in rapporto con l'attività lavorativa (Tarlo et al. 2008; P. K. Henneberger et al. 2011). Vengono inoltre eseguiti test specifici in cui il soggetto viene esposto alle presunte sostanze asmogene presenti nel luogo di lavoro (Rioux et al. 2008). Ove possibile è inoltre raccomandata anche l'esecuzione dei test immunologici.

Dopo la fase diagnostica viene quella prognostica (step 4), che dipende dalla gravità dell'asma e della riduzione della funzionalità respiratoria al momento della diagnosi, dalla durata della sintomatologia, e in particolare dalla durata dell'esposizione agli irritanti/allergeni che hanno determinato la malattia, dipendente a sua volta dalla sorveglianza sanitaria attuata nei luoghi di lavoro per l'asma di origine lavorativa (Brant et al. 2005).

L'ultima fase, quella terapeutica, e precisamente l'appropriatezza delle prescrizioni di farmaci, assieme al grado di compliance alla terapia da parte del paziente e al momento di inizio del trattamento, determinano la remissione o la persistenza dei sintomi e variazioni della funzionalità respiratoria (endpoint, indicato con la lettera E nella figura).

⁴ Cfr. http://www.occupationalasthma.com/occupational_asthma_causative_agents.aspx.

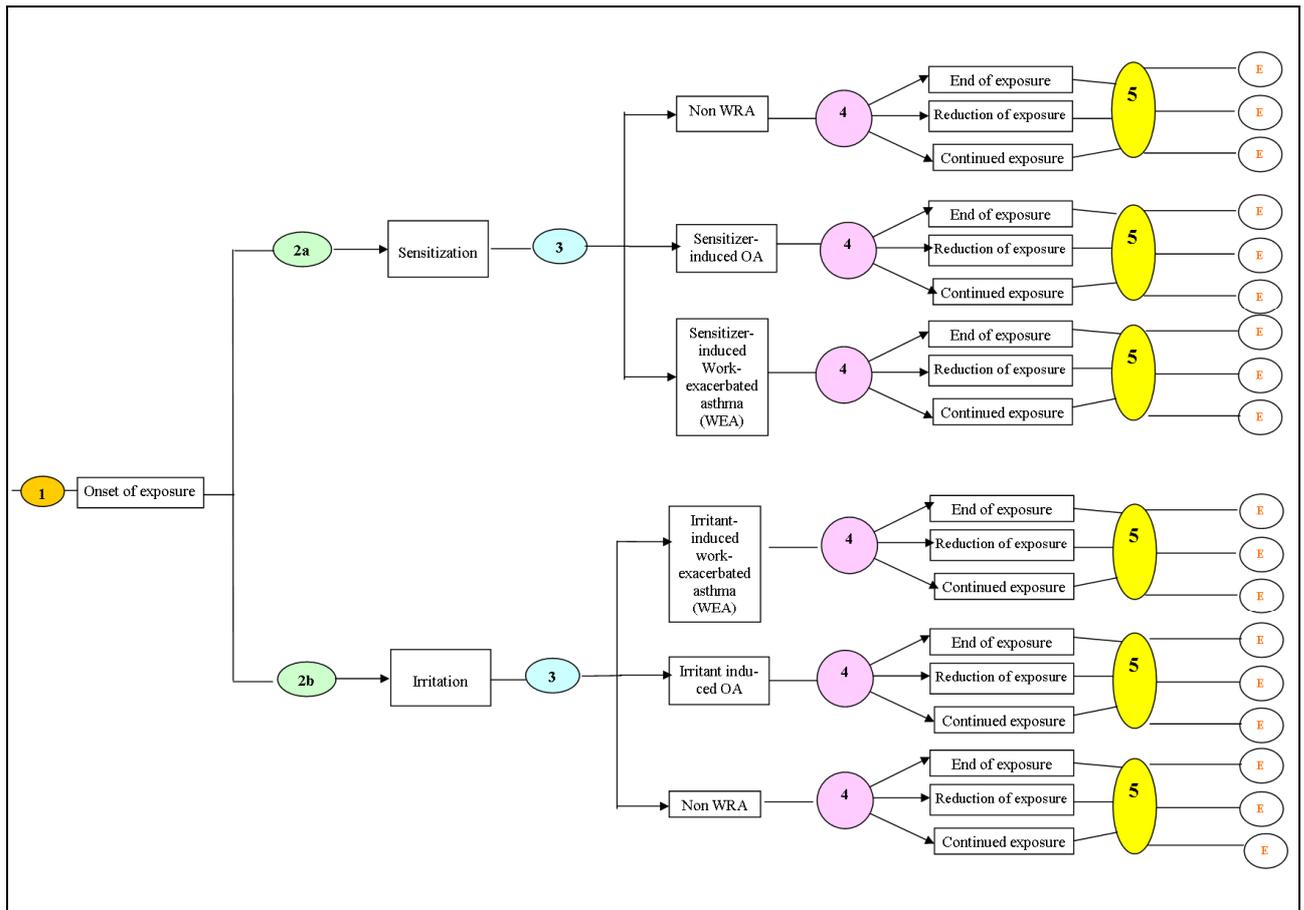


Figura 6: Schema della storia naturale dell'asma.

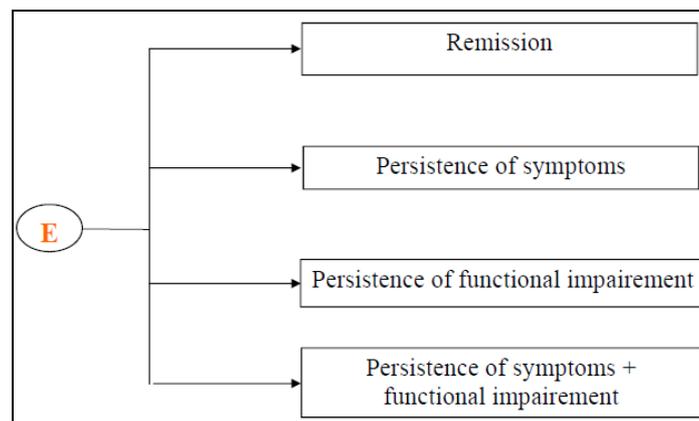


Figura 7: Possibili esiti cui può andare incontro un soggetto asmatico

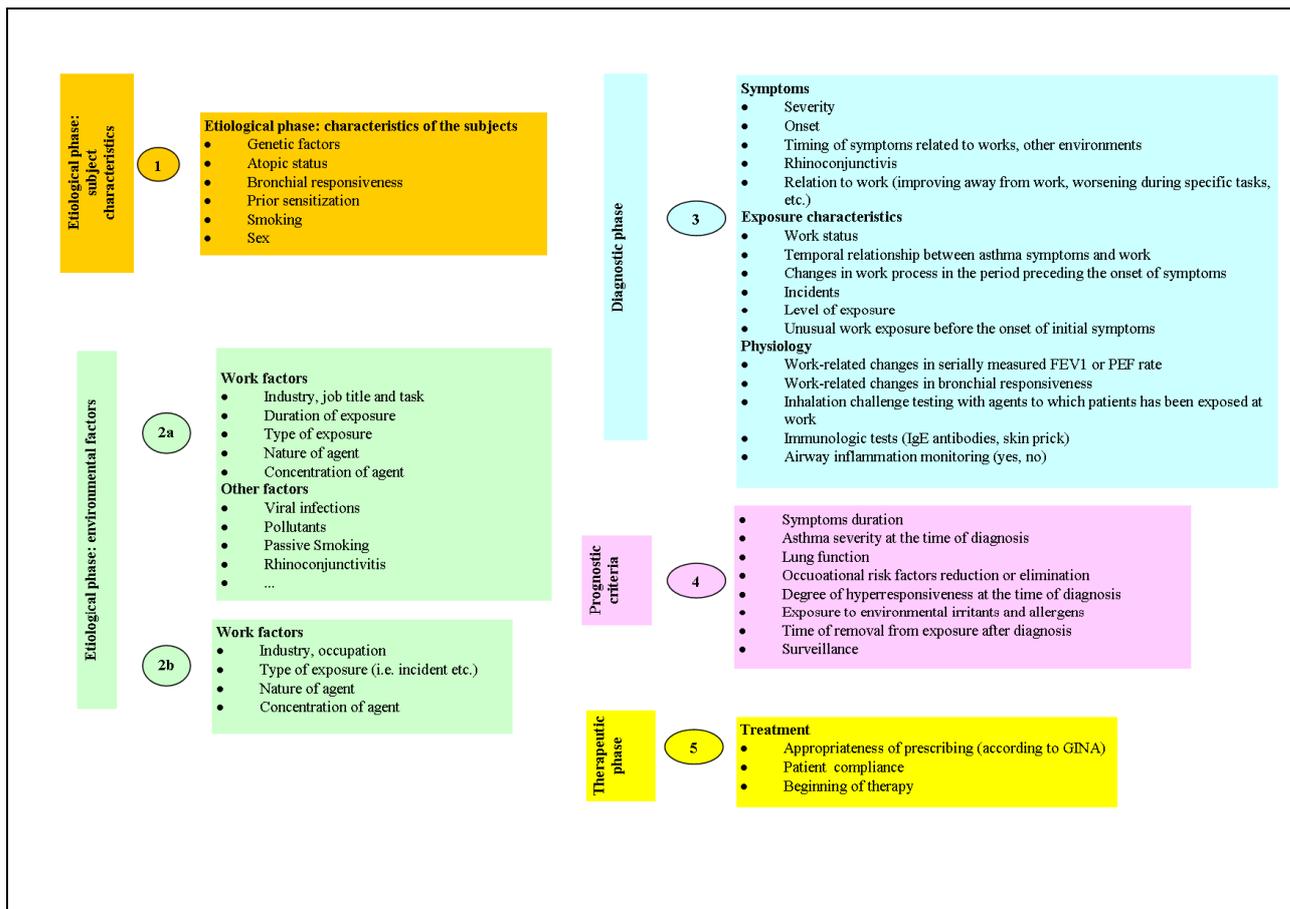


Figura 8: Le varie fasi della storia naturale dell'asma

Per quanto riguarda il Disability Weight, prendendo in considerazione i dati raccolti con l'indagine del Progetto Toscano, di cui sopra, questo potrà essere definito sulla base delle caratteristiche cliniche della malattia e sulla classificazione della gravità di questa, secondo la classificazione concordata a livello mondiale nell'ambito del GINA (The Global Iniziative for Asthma, Iniziativa Globale per l'Asma).

Dopo aver analizzato il problema dell'asma, ci riproponiamo di indagare altri temi di salute delle popolazioni toscane, in primo luogo le altre patologie respiratorie a carattere cronico (per es. BPCO), ma anche patologie muscolo-scheletriche di vario tipo, estremamente diffuse fra la popolazione generale, e attualmente in fortissimo incremento tra quelle riconosciute e indennizzate come professionali dall'ente assicuratore.

Conclusioni

L'uso delle misure sintetiche dello stato di salute delle popolazioni, in particolare dei DALY, consente di dimensionare correttamente l'entità dei problemi di salute legati ai rischi lavorativi in una scala di priorità che altrimenti trova altri modi per essere stilata (forza sociale dei gruppi di pressione, agenda politica generale, interessi di stakeholder privati, etc.). La confrontabilità nel tempo all'interno delle singole popolazioni appare meglio garantita da misure come queste, di natura sanitaria, rispetto ad altre di origine medico-legale assicurativa, soggette a variazioni nei criteri di definizione stabilite ope-legis e basate più sul mutuo consenso sociale (criteri di indennizzo mutevoli nel corso del tempo) che su dati oggettivi di danni alla salute. Inoltre queste misure sintetiche consentono di superare l'annoso problema di considerare due dimensioni separate nella descrizione e ponderazione del fenomeno infortunistico sul lavoro, la Frequenza e la Gravità degli infortuni, questione solo parzialmente risolta dal calcolo delle Giornate Equivalenti secondo la norma UNI 7249:2007, che risolve, almeno in teoria, il problema di mettere a disposizione l'intera informazione in un solo indicatore, ma non consente alcun confronto con altri problemi di salute⁵. Il calcolo del DALY basato direttamente sui gradi di inabilità INAIL può essere vantaggiosamente inserito tra gli indicatori attualmente in uso per la programmazione e la valutazione degli interventi di prevenzione degli infortuni sul lavoro, e, dopo aver applicato le opportune formule di conversione descritte in letteratura, può essere impiegato con l'obiettivo di paragonare il peso degli infortuni con quello determinato da altre condizioni patologiche, in modo da aiutare i decisori politici a compiere scelte informate e ad agire per ridurre i rischi.

A conclusione di questo lavoro crediamo di aver mostrato quanto sia opportuno per il sistema pubblico della prevenzione nei luoghi di lavoro, attualmente inserito nel Sistema Sanitario Nazionale (nelle sue branche Regionali), usufruire di questo genere di indicatori. Ulteriori sforzi dovranno essere spesi nella direzione di migliorare l'affidabilità di queste misure, per esempio chiarendo quanto più possibile il quesito sulla sovra-mortalità dei soggetti colpiti da infortuni con postumi permanenti di grado elevato, oggetto recentemente di alcuni importanti approfondimenti da parte di ricercatori di Taiwan (Lin et al. 2010; Lin et al. 2011; Ho et al. 2006). A tal proposito i dati a disposizione dell'INAIL consentirebbero di dare risposte importanti, dal momento che l'ente assicuratore possiede i dati relativi alla sopravvivenza di tutti i soggetti che fruiscono di rendite per

⁵ E' da tener presente che l'attribuzione di 7.500 giornate Equivalenti di assenza dal lavoro a infortuni mortali o a infortuni con il 100% di invalidità è valore arbitrario, calcolato a partire da un algoritmo che considera una vita lavorativa di 30 anni x 250 giorni/anno di lavoro effettivo.

infortuni e malattie professionali. È auspicabile che in futuro tali dati siano resi disponibili per uno studio che consenta di sciogliere questo nodo.

Questo lavoro si offre all'attenzione di tutti coloro che abbiano responsabilità di governo degli interventi di prevenzione nei luoghi di lavoro. In futuro sarà sempre più necessario utilizzare categorie come quelle rappresentate negli indicatori del BOD per prendere decisioni sulle priorità da affrontare, soprattutto in un periodo che si prospetta di crisi e di ridimensionamento dell'intervento pubblico nei campi del welfare. È bene ricordare come tutta la tecnologia del GBD sviluppata dall'OMS e qui ripresa a livello regionale, sia stata progettata proprio per riuscire a dare risposte razionali a bisogni di salute giganteschi fronteggiati da risorse limitate, come è stato nei decenni passati il caso dei cosiddetti "paesi in via di sviluppo". Adesso alcuni di quei paesi, i più popolosi, hanno superato lo stadio iniziale e sono affacciati sulla scena mondiale con altre caratteristiche (si pensi al gruppo dei paesi cosiddetti BRIC-Brasile, Russia, India e Cina), ma l'approccio del GBD e della valutazione economica della sostenibilità delle scelte di politica sanitaria è ormai irreversibile anche nei paesi di più antica industrializzazione.

Raccomandazioni

- 1) A partire dai dati INAIL, disponibili nell'ambito dei Flussi Informativi di cui ai Protocolli d'intesa tra le Regioni e l'INAIL, **adottare** l'indicatore DALY innanzitutto per gli infortuni sul lavoro, affiancandolo a quelli più tradizionali già disponibili.
- 2) Basandosi su questa metrica, **sviluppare** stime a livello Nazionale e regionale del peso relativo di infortuni sul lavoro e malattie professionali (quando saranno disponibili) nei confronti di altri tipi di danno alla salute e di altre fonti di rischio (infortuni stradali non da lavoro; infortuni domestici; decessi per eventi estremi atmosferici; carico di malattie respiratorie da lavoro, da fumo di sigaretta, da inquinamento atmosferico, ecc.; carico di danni alla salute dovuti a sedentarietà lavorativa, rispetto a sedentarietà nella vita extra-lavorativa; ecc.)
- 3) **Procedere** a inserire questo tipo di misure, a cominciare dagli infortuni, tra quelle che debbono informare la futura pianificazione di livello nazionale e regionale sui temi specifici.
- 4) **Usare** questa metrica per avviare un lavoro di analisi economica della rilevanza di diversi tipi d'intervento come criterio da inserire nelle scelte di programmazione da compiere (analisi Costi-Efficacia, Cost-Effectiveness Analysis CEA).

Bibliografia

- Accordini, S. et al., 2008. The socio-economic burden of asthma is substantial in Europe. *Allergy*, 63(1), pp.116-24. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18053021> [Accessed April 2, 2012].
- Allotey, P. et al., 2003. The DALY, context and the determinants of the severity of disease: an exploratory comparison of paraplegia in Australia and Cameroon. *Social science & medicine* (1982), 57(5), pp.949-58. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12850119>.
- Australian Institute of Health and Welfare, 2009. Burden of disease due to asthma in Australia 2003. *Health (San Francisco)*, (September).
- Ayres, J.G. et al., 2011. Costs of occupational asthma in the UK. *Thorax*, 66(2), pp.128-33. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21097873> [Accessed November 14, 2011].
- Baldasseroni, A. & Carnevale, F., 2007. La guerra quotidiana: gli infortuni sul lavoro. In F. Carnevale, L. Tomassini, & A. Baldasseroni, eds. *Il Lavoro, la salute e la Sicurezza dei lavoratori in Italia nelle fotografie delle collezioni Alinari. Catalogo della mostra*. Firenze, pp. 209-220.
- Balmes, J. et al., 2003. American Thoracic Society Statement: Occupational contribution to the burden of airway disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 167(5), pp.787-97. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12598220> [Accessed December 8, 2011].
- Bauman, A. et al., 1992. *Asthma morbidity in Australia: an epidemiological study.*,
- Bousquet, P.J., Godard, P. & Daurès, J.P., 2005. Public Health Reviews The public health implications of asthma. *Bulletin of the World Health Organization*, 012773(04).
- Brant, A. et al., 2005. Supermarket baker's asthma: how accurate is routine health surveillance? *Occupational and environmental medicine*, 62(6), pp.395-9. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1741028&tool=pmcentrez&render type=abstract> [Accessed March 18, 2012].
- Concha-Barrientos, M. et al., 2005. The global burden due to occupational injury. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6), pp.470-481. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16299709>.
- Declich, S. & Carter, A.O., 1994. Analyses Public health surveillance: historical origins, methods and evaluation. *Development*, 72(5479), pp.285-304.
- Driscoll, T. et al., 2005. The Global Burden of Non-Malignant Respiratory Disease Due to Occupational Airborne Exposures. *American Journal of Industrial Medicine*, 445, pp.432-445.
- Essink-Bot, M.-L. & Bonsel, G.J., 2002. How to derive disability weights. In C. J. Murray et al., eds. *Summary Measures of Population Health: Concepts, Ethics, Measurement and*

Applications. Geneva: World Health Organization, pp. 449-465. Available at: http://whqlibdoc.who.int/publications/2002/9241545518_Chap9.1.pdf.

Field, M.J. & Golde, M.R. eds., 1998. Summarizing population health. Available at: http://www.courseweb.uottawa.ca/pop8910/PDF/Files/IOM_Summary_Health_Measures_Doc.pdf.

Figlio, K., 1983. What is an accident? *Social Hist Med Bull*, 33, pp.27-29.

Fingerhut, M. et al., 2006. The contribution of occupational risks to the global burden of disease: summary and next steps. *La Medicina del lavoro*, 97(2), pp.313-21. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17017364> [Accessed December 2, 2011].

De Flora, S. et al., 2005. The epidemiological revolution of the 20th century. *FASEB journal*, 19(8), pp.892-7. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15923399> [Accessed April 13, 2012].

Furu, K. et al., 2007. Use of anti-asthmatic medications as a proxy for prevalence of asthma in children and adolescents in Norway: a nationwide prescription database analysis. *European journal of clinical pharmacology*, 63(7), pp.693-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17473919> [Accessed March 26, 2012].

Government of Australia, 2003. *What is HALE? Health Adjusted Life Expectancy (HALE) in South Australia*, Available at: <http://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/69b1a00048002413bd56fd7675638bd8/What+is+HALE-PIGR-SABoD-20110808.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=69b1a00048002413bd56fd7675638bd8>.

Henneberger, P.K. et al., 2011. An Official American Thoracic Society Statement: Work-Exacerbated Asthma. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 184(3), pp.368-378. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21804122> [Accessed August 3, 2011].

Ho, J.-J., Hwang, J.-S. & Wang, J.-D., 2006. Life-expectancy estimations and the determinants of survival after 15 years of follow-up for 81 249 workers with permanent occupational disabilities. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 32(2), pp.91-98. Available at: http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=984 [Accessed March 2, 2012].

Hyder, A.A., Rotllant, G. & Morrow, R.H., 1998. Measuring the burden of disease: healthy life-years. *American journal of public health*, 88(2), pp.196-202. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1508183&tool=pmcentrez&render type=abstract> [Accessed March 28, 2012].

Jeebhay, M.F. & Quirce, S., 2007. Occupational asthma in the developing and industrialised world: a review. *Africa*, 11(May 2006), pp.122-133.

Karjalainen, A. et al., 2002. Exploration of asthma risk by occupation - extended analysis of an incidence study of the Finnish population Exploration of asthma risk by occupation — extended analysis of an incidence study of the Finnish population. *Health (San Francisco)*, 28(1), pp.49-57.

- Karjalainen, A. et al., 2001. Work is related to a substantial portion of adult-onset asthma incidence in the Finnish population. *Am J Respir Crit Care Med*, 164, pp.565-568.
- Kogevinas, M. et al., 1999. Occupational asthma in Europe and other industrialised areas : a population-based study. *The Lancet*, 353(Imim), pp.1750-1754.
- Krabbe, P.F.M., Essink-Bot, M.-L. & Bonsel, G.J., 1997. The comparability and reliability of five health-state valuation methods. *Social Science & Medicine*, 45(11), pp.1641-1652. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0277953697000993> [Accessed March 2, 2012].
- Lin, S.-H. et al., 2011. Estimation of life expectancies and loss-of-life expectancies for workers with permanent occupational disabilities of the extremities - a 21-year follow-up study. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 38(1), pp.91-99. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21912828> [Accessed January 9, 2012].
- Lin, S.-H. et al., 2010. Increased mortality risk for workers with a compensated, permanent occupational disability of the upper or lower extremities: a 21-year follow-up study. *American journal of epidemiology*, 171(8), pp.917-23. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20237152> [Accessed March 2, 2012].
- Loimer, H. & Guarnieri, M., 1996. Accidents and act of God: a history of the terms. *Am J Pub Health*, 86(1), pp.101-107.
- Mathers, C D et al., 2006. Sensitivity and Uncertainty Analyses for Burden of Disease and Risk Factor Estimates. In A. D. Lopez, Colin D Mathers, & M. Ezzati, eds. *Global Burden of Disease and Risk Factors*. World Bank Publication, pp. 399-426. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11802/pdf/ch5.pdf>.
- Mathers, C D et al., 2003. Alternative summary measures of average population health. In C. J. L. Murray & D. B. Evans, eds. *Health Systems Performance Assessment: Debates, Methods and Empiricism*. Geneva: World Health Organization, pp. 319-334.
- Mathers, Colin D et al. eds., 2001. *National Burden of Disease Studies: A Practical Guide. Edition 2.0. Global Program on Evidence for Health Policy*, World Health Organization. Available at: <http://www.who.int/healthinfo/nationalburdenofdiseasemanual.pdf>.
- Molla, M.T. et al., 2003. *Summary measures of population health: Report of findings on methodological and data issues*, Hyattsville, Maryland. Available at: <http://www.cdc.gov/nchs/data/misc/pophealth.pdf>.
- Murray, C.J.L. & Acharya, A.K., 1997. Understanding DALYs. *Journal of Health Economics*, 16(6), pp.703-730. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167629697000040>.
- Murray, C.J.L., Salomon, J.A. & Mathers, C D, 2000. A critical examination of summary measures of population health. *World Health*, 78(8), pp.981-994.
- Pharm, W., Nilsson, J.L.G. & Haupt, D., 2008. Dispensed volumes of anti-asthmatic drugs related to the prevalence of asthma and COPD in Sweden y. *Methods*, (February), pp.461-467.

- Pont, L. et al., 2002. Identifying general practice patients diagnosed with asthma and their exacerbation episodes from prescribing data. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 57(11), pp.819-825. Available at: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s00228-001-0395-4> [Accessed April 2, 2012].
- Rioux, J.-P. et al., 2008. Workplace-specific challenges as a contribution to the diagnosis of occupational asthma. *The European respiratory journal*, 32(4), pp.997-1003. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18508825> [Accessed March 28, 2012].
- Sassi, F., 2006. Calculating QALYs, comparing QALY and DALY calculations. *Health policy and planning*, 21(5), pp.402-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16877455> [Accessed March 5, 2012].
- Stouthard, M.E.A. et al., 1997. *Disability weights for diseases in the Netherlands*, Rotterdam: Department of Public Health, Erasmus University Rotterdam. Available at: <http://dare.uva.nl/document/174853>.
- Sullivan, D., 1971. A Single Index of mortality and morbidity. *Hsmha Health Reports*, 86(4), pp.347-54.
- Tarlo, S.M. et al., 2008. Diagnosis and management of work-related asthma: American College Of Chest Physicians Consensus Statement. *Chest*, 134(3 Suppl), p.1S-41S. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18779187> [Accessed July 29, 2011].
- Tessari, R. et al., 2008. Asthma prevalence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. *Epidemiologia e prevenzione*, (3), pp.56-65.
- Torrance, G.W., Thomas, W.H. & Sackett, D.L., 1972. A utility maximization model for evaluation of health care programs. *Health services research*, 7(2), pp.118-33. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1067402&tool=pmcentrez&render type=abstract>.
- Vos, T., 2002. The case against annual profiles for the valuation of disability weights. In C. J. Murray et al., eds. *Summary measures of population health: concepts, ethics, measurement and applications*. Geneva: World Health Organization. Available at: http://whqlibdoc.who.int/publications/2002/9241545518_Chap9.2.pdf.
- World Health Organization, 2002. *The World Health Report: reducing risks, promoting healthy life*, Geneva.

Appendici



Rassegne e Articoli

Confronto fra due metodologie di calcolo dei pesi di disabilità: l'esempio degli infortuni sul lavoro

Comparison between two different Disability Weights calculations: the case of occupational injuries

Miriam Levi,¹ Filippo Ariani,² Alberto Baldasseroni¹

¹ Centro regionale infortuni malattie professionali e da lavoro CeRIMP, Regione Toscana, Firenze

² Unità funzionale treno alta velocità e grandi opere, Azienda Usi 10, Firenze

Corrispondenza: Miriam Levi miriam.levi@asf.toscana.it

Cosa si sapeva già

- INAIL valuta il danno infortunistico individualmente con un sistema di pesatura *ad hoc*.
- L'OMS utilizza un sistema di pesatura delle lesioni non letali per la stima del carico dei danni alla salute dovuti alle diverse cause, incluse quelle occupazionali.

Cosa si aggiunge di nuovo

- Si confrontano i due sistemi di classificazione

e pesatura dei danni per infortuni sul lavoro.

- Si mostrano le potenzialità del sistema INAIL di contribuire a stime d'impatto sulla salute per una corretta dislocazione delle risorse da dedicare alla prevenzione di questi fenomeni.
- Si forniscono indicazioni per correggere le distorsioni sistematiche nelle stime dovute ai diversi criteri di classificazione delle conseguenze degli infortuni.

Epidemiol Prev 2011; 35 (5-6): 307- 314

Riassunto

Obiettivo: introdurre il concetto dei DALY (*Disability Adjusted Life Years*), per dimensionare correttamente l'entità dei problemi di salute legati ai rischi lavorativi e confrontare la metodologia INAIL di valutazione dei *Disability Weights* (DW) applicata agli infortuni sul lavoro con le modalità adottate dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) nel *Global Burden of Disease Study*, per procedere in futuro all'applicazione su base regionale-nazionale di stime di *Burden of Disease* che possano basarsi sui dati dell'ente assicuratore.

Disegno: nella I parte del lavoro, utilizzando i dati sugli infortuni accaduti in Toscana dal 2001 al 2008, si confronta la metodologia basata sui DW teorici descritta dall'OMS con la metodologia INAIL applicata empiricamente e fondata sui gradi di inabilità (GI) presenti nelle tabelle delle menomazioni. Date le differenze tra i 2 criteri nella classificazione delle conseguenze degli infortuni, nella II parte sono applicate 2 equazioni che correggono le distorsioni sistematiche nelle stime.

Risultati: tutte le tipologie di infortunio registrate da INAIL presentano postumi permanenti. L'OMS invece restringe l'ipotesi di *lifelong disability* a poche categorie molto gravi. Nel caso delle fratture del femore e del cranio, la proporzione di casi *lifelong* per l'OMS è simile a quella dell'INAIL restringendo la soglia di attribuzione del danno permanente ai soli casi con GI \geq 33. Per le am-

putazioni e le lesioni del midollo spinale, per cui l'OMS assume a priori conseguenze *lifelong*, la maggiore somiglianza fra i due sistemi c'è estendendo la soglia di attribuzione di danno permanente a tutti i casi con postumi seppure minimi. Il confronto fra DW dell'OMS e GI INAIL, possibile solo per gli infortuni con danni permanenti, evidenzia che per lesioni di maggiore gravità i GI sono generalmente più bassi dei DW. INAIL attribuisce valori maggiori alle lesioni più lievi; la durata registrata da INAIL per le lesioni temporanee è sistematicamente maggiore di quella stimata dall'OMS.

Conclusioni: il sistema italiano è potenzialmente in grado di utilizzare e sintetizzare una maggiore quantità di informazioni. Restano tuttavia ampi limiti d'incertezza e la necessità di ulteriori rilevamenti empirici in ordine alla comparazione dei due sistemi sotto il profilo della precisa determinazione dei DW, delle durate e delle variazioni di mortalità connesse agli infortuni.

Parole chiave: Infortuni sul lavoro, DALY, Pesi di disabilità.

⁶ Si ringrazia la rivista Epidemiologia & Prevenzione per avere gentilmente autorizzato la riproduzione dell'articolo all'interno del presente rapporto di ricerca

Abstract

Comparison between two different Disability Weights calculations: the case of occupational injuries

Epidemiol Prev 2011; 35 (5-6): 307- 314

Aim: To introduce the concept of DALYs (Disability Adjusted Life Years), in order to calculate the burden of occupational injuries and to compare the disability weights methodology applied by the National Institute for Insurance against Accidents at Work (INAIL) to occupational injuries, with respect to the methodology adopted by the World Health Organization in the Global Burden of Disease Study (GBD), in order to facilitate, on a regional-national basis, the future application of estimates of Burden of Disease due to this phenomenon, based on data available from the NHS.

Design: In the first part of the present study, a comparison between the theoretical GBD methodology, based on Disability Weights, and the INAIL methodology based on Gradi di inabilità (Degree of Disability) (GI) described in the table of impairments is made, using data on occupational injuries occurred in Tuscany from 2001 to 2008. Given the different criteria adopted by WHO and INAIL for the classification

of injuries sequelae, in the second part, two equations described in the literature have been applied in order to correct systematic biases.

Results: In the INAIL dataset, all types of injuries, though often small in scale, have cases with permanent consequences, some of them serious. This contrasts with the assumptions of the WHO, that, apart from the cases of amputation, reduces the possibility of lifelong disabilities to a few very serious categories. In the case of femur and skull fractures, the proportion of lifelong cases is considered by WHO similar to the proportion that in the INAIL dataset is achieved after narrowing the threshold of permanent damage to cases with GI ≥ 33 . In the case of amputations and spinal cord injuries, for which the WHO assumes a priori that all cases have lifelong consequences, on the contrary, the greater similarity between the assumptions and the empirically observable reality is obtained after extending the threshold of permanent damage to all cases with even minimal sequelae. The comparison

between the WHO DW and INAIL GI, possible only in relation to injuries resulting in permanent damage, shows that in case of injuries of greater severity, INAIL GI are generally lower than the WHO DW. In the case of less serious injuries, INAIL gives instead higher values. The length of temporary disabilities recorded by INAIL is systematically higher than that estimated by WHO.

Conclusions: These initial comparisons between the WHO methodology and the cases evaluation performed by INAIL show that the Italian system, based on the gathering of all relevant aspects related to each case, has the potential to utilize and synthesize a greater amount of information. However, wide limits of uncertainty still remain and further empirical findings are needed in order to compare the two systems in terms of precise determination of the DW, the length of disabilities and variations of mortality related to injuries.

Key words: Occupational injuries, DALY, Disability weights.

Introduzione

Il ricorso a misure sintetiche dello stato di salute delle popolazioni (Summary Measures of Population Health, SMPH) è sempre più diffuso in Sanità pubblica.¹⁻³ Per SMPH si intendono indicatori che combinano informazioni circa la mortalità e lo stato di salute, sintetizzate in un singolo numero. Una delle più importanti SMPH è senz'altro il DALY, *Disability Adjusted Life Years*, in particolare utilizzato nel progetto GBD dell'OMS e, più in generale, negli studi di analisi economica dei programmi di sanità (Cost-Effectiveness Analysis, CEA) per comparare l'entità di problemi di salute eterogenei.⁴⁻⁸ (Allegato 1)

L'uso di misure come quelle descritte nel campo dei danni dovuti al lavoro ha avuto di recente ampia applicazione da parte della stessa OMS e dell'ILO⁹ consentendo una più accurata valutazione del peso relativo a questa causa nel determinismo del carico di malattie e di danni delle popolazioni interessate, con importanti risvolti sulle agende

delle priorità d'intervento nelle politiche sanitarie e sociali.

La formula per il calcolo dei DALY è:

$$DALY = YLL + YLD,$$

dove YLL rappresenta gli anni di vita persi per morte precoce rispetto alla durata attesa di vita, riferita alla curva di mortalità standard adottata dall'OMS [Standard Life Table, in <http://www.who.int/entity/healthinfo/bodreferencetandardlifetable.xls>] e YLD rappresenta il valore della perdita attribuita agli anni di vita trascorsi in condizioni menomate a causa di invalidità permanenti.¹⁰

L'elemento cruciale nel calcolo della componente del DALY riguardante le patologie e condizioni non letali è il peso di disabilità associato a ciascuna condizione patologica. Abbiamo infatti:

$$YLD = I * DW * D,$$

I = incidenza della malattia/disabilità

D = durata media della malattia/disabilità

DW = peso di disabilità associato alla condizione in esame

L'Allegato 1 è stato inserito nel testo, con modifiche, a pag. 3. Rimane comunque consultabile online all'URL http://www.epidemiol.it/articolo_scientifico/confronto-fra-due-metodologie-di-calcolo-dei-pesi-di-disabilit%C3%A0-1%E2%80%99esempio-degli

I dati necessari per il calcolo del DALY sono quindi rappresentati dal sesso, dall'età di insorgenza dell'evento che ha causato la disabilità o la morte precoce, dalla durata della disabilità o dal numero di anni di vita persi e dal peso della disabilità. Questi dati, relativamente al fenomeno degli infortuni sul lavoro, sono da alcuni anni disponibili per i servizi di prevenzione del sistema sanitario nazionale, grazie ai flussi informativi provenienti dall'INAIL, ente assicurativo unico per questo genere di eventi.¹¹

Al fine di procedere in futuro all'applicazione su base regionale-nazionale di stime di *Burden of Disease* conseguenti a questo genere di fenomeni, usufruendo dei dati dell'ente assicuratore, ci si propone con il presente lavoro di confrontare la metodologia di valutazione dei DW applicata agli eventi infortunistici sul lavoro secondo l'INAIL, rispetto alle modalità adottate dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) nel suo *Global Burden of Disease Study* (GBD)

Per raggiungere questo obiettivo:

- nella prima parte del lavoro si effettua un confronto tra la metodologia OMS e la metodologia basata sulle tabelle delle menomazioni dell'INAIL e sul sistema di valutazione medico-legale del singolo caso, utilizzando i dati relativi agli infortuni accaduti in Toscana dal 2001 al 2008.

- nella seconda parte vengono considerate due equazioni descritte in letteratura, che correggono, attenuandolo, il peso dei DW degli eventi con lievi conseguenze lievi, al fine di rendere le stime locali comparabili con quelle dell'OMS, verificandone il grado di adattamento ai dati INAIL.

Materiali e metodi.

Metodo di valutazione del danno individuale INAIL

Per l'attribuzione del grado di menomazione al singolo caso si procede in duplice maniera.

Da una parte viene deciso *a priori* in quale categoria di lesione, presente in apposite tabelle, viene inserito il caso. Il peso attribuito varia su una scala tra 0 e 100 ed è deciso in maniera indipendente, per ognuna delle condizioni considerate. Questo modo di procedere si avvicina a una metodologia di tipo *Rating Scale* (RS), come la scala analogico-visiva o VAS (Visual Analogue Scale), mentre differisce da metodi di *Time Trade-Off* (TTO), in cui la condizione patologica è valutata dopo essere stata messa a confronto con altre possibili condizioni e il cui utilizzo comporta generalmente l'attribuzione di pesi più elevati per condizioni relativamente lievi.¹²⁻¹⁹

A posteriori la valutazione viene poi applicata al singolo caso, dopo accertamento individuale volto a stabilire la durata della fase acuta (corrispondente al periodo in cui le condizioni sono giudicate tali da non consentire la ripresa del lavoro) e ad assegnare agli eventuali postumi permanenti un unico valore, che deve collocarsi nel range specifico previsto per quella condizione patologica.

I criteri *a priori* costituiscono quindi un riferimento di massima al quale il medico specialista aggiunge la valutazione circa le particolarità di ciascun singolo caso.

Metodo di valutazione del danno collettivo OMS

Nel caso dell'OMS la definizione del sistema di durate e pesi di disabilità per gli infortuni, compresi quelli dovuti al lavoro, è basata sulle preferenze espresse generalmente da un panel di esperti, attraverso l'utilizzo di metodologie di *Trade-Off*.²⁰ In base alle sole informazioni circa il numero di casi classificati per natura e sede anatomica della lesione, viene attribuito il DW, e sono stabilite la durata dell'invalidità temporanea e la proporzione dei casi in cui si considera che l'evento abbia conseguenze permanenti (*lifelong*), giungendo quindi per questa via a calcolare il carico (*burden*) complessivo di danni.²¹(Allegato 2)

Un confronto diretto e automatico della coppia natura-sede della lesione non è possibile, pur essendo questa informazione presente in ambedue i sistemi di classificazione, per alcune differenze nei criteri di classificazione, talune ambiguità terminologiche, errori nella scelta di alcuni tipi di codici, eccetera (Allegato 3). Sono stati quindi controllati singolarmente tutti i possibili abbinamenti fra le combinazioni natura-sede nei casi del data base INAIL con le 2934 voci infortunistiche della classificazione ICD-9 esplosa a livello delle 5 cifre (codici da 800 00 a 999 00).

Tale collegamento è stato poi riaccorpato al livello della classificazione ICD-9 a 3 cifre e successivamente confrontato col legame, già definito esplicitamente dall'OMS, fra i propri codici e le voci ICD-9.

Per ciascuno dei legami così ricostruiti è stata poi valutata la qualità dell'abbinamento complessivo secondo una scala qualitativa che prevedeva tre esiti: «esatto», «ambiguo» o «non abbinabile».

Applicando tale classificazione ai 447 452 infortuni indennizzati occorsi in Toscana nel periodo 2001-2008 si è potuto rilevare che:

- solo il 36,5% dei casi (seppure contenente la maggioranza degli eventi più gravi) consente un abbinamento sicuro con le voci OMS;
- un ulteriore 25,9% di casi è costituito dalle lussazioni/distorsioni che presentano un abbinamento ambiguo con le voci OMS 14-15-16;
- il 37,6% restante dei casi non presenta alcuna possibilità di abbinamento esplicito.

Il successivo lavoro ha quindi preso in considerazione il solo sottoinsieme degli eventi "sicuramente abbinabili" confrontando, per alcune dimensioni di analisi, il valore stimato dall'OMS con i valori ricavati dall'osservazione dei casi INAIL.

Confronto con pesi standard INAIL

e correzioni basate su equazioni di letteratura

Per procedere al confronto sono stati usati i valori tabellari di DW in base al tipo di lesione (natura-sede) attribuiti *a priori* dall'ente assicuratore. Nel caso in cui la tabella proponeva due valori diversi per arto dominante o non dominante e anche quando la tabella dava un'indicazione di un valore minimo e un valore massimo, si è provveduto a calcolare la media aritmetica. Per quanto riguarda i dati pro-

posti dall'OMS è stata utilizzata la media ponderata nelle lesioni per le quali è indicato un duplice valore, riferito ai casi trattati in maniera ottimale e non.

Date le differenti metodologie di attribuzione dei pesi di disabilità dei due sistemi, sono state considerate le formule di conversione che permettono di rendere meglio confrontabili le misure realizzate.^{15;22}

Dopo aver riparametrato linearmente fra zero e uno i pesi che nel sistema italiano variano fra zero e cento, successivamente sono state riportate sul piano cartesiano le coppie di valori ottenibili in relazione alle diverse combinazioni natura-sede. Alla nuvola di punti così ottenuta sono stati poi sovrapposti i seguenti tracciati:

- trasformazione lineare del grado INAIL in DW mediante divisione per cento. Questa linea può essere considerata come quella di equivalenza tra i due metodi.

- trasformazione logaritmica di Krabbe. In questa ipotesi si assume che il grado INAIL equivalga a una valutazione VAS e che il DW debba essere ottenuto riconducendolo al valore TTO mediante la funzione individuata in Krabbe et al., 1997²² ovvero:

$$DW = \text{TTO weight} = 1 - (1 - \text{VASweight})^{0,12}$$

- trasformazione logaritmica di Haagsma. Anche in questa ipotesi si è assunto che il grado INAIL sia assimilabile a una valutazione VAS e che il DW debba essere ottenuto mediante la riconduzione al valore TTO con la funzione utilizzata in Haagsma et al., 2008,¹⁵ ottenuta tramite contatto con l'autrice, ovvero:

$$DW = \text{TTO weight} = e^x$$

dove:

$$x = [2,9052 \times \text{Ln}(\text{VAS weight}) + 0,3023 \times (\text{Ln}(\text{VAS weight}))^2]$$

Risultati

Proporzione di casi con postumi permanenti secondo i dati INAIL vs. assunzioni dell'OMS

Nei dati INAIL tutte le tipologie di infortunio, seppure spesso in proporzioni esigue, presentano casi con postumi permanenti, di cui alcuni gravi, con Grado di inabilità (GI) ≥ 33 punti. Ciò contrasta con le assunzioni dell'OMS che, oltre ai casi evidenti delle amputazioni, restringe l'ipotesi di *lifelong disability* a poche categorie molto gravi (fratture del cranio, del femore, lesioni oculari, intracraniche e del midollo spinale).

L'entità dei postumi rilevata dall'INAIL presenta un'ampia distribuzione, ben diversa dai semplici valori puntuali considerati dall'OMS. Nel caso delle fratture del femore e del cranio, la proporzione di casi *lifelong* considerata dall'OMS è simile a quella che, nei dati INAIL, si rileva restringendo la soglia di attribuzione del danno permanente ai soli casi con $GI \geq 33$. Nel caso delle amputazioni e delle lesioni del midollo spinale, per le quali l'OMS assume a priori che tutti i casi presentino conseguenze *lifelong*, viceversa, la maggiore somiglianza fra le assunzioni e la realtà osservabile empiri-

camente avviene estendendo la soglia di attribuzione del danno permanente a tutti i casi con postumi seppure minimi (tabella 1).

Confronto fra DW dell'OMS e Gradi di Inabilità INAIL relativamente agli infortuni che esitano in danni permanenti

Nel sistema INAIL di valutazione del danno, i casi che non danno esiti permanenti non subiscono una pesatura differenziata: il confronto tra i sistemi di pesatura dell'OMS e dell'ente assicuratore INAIL è pertanto possibile unicamente se riferito ai casi *lifelong*. Nel caso delle lesioni di maggiore gravità, i GI attribuiti da INAIL sono generalmente più bassi dei DW OMS. Viceversa, nel caso delle lesioni più lievi l'INAIL tende ad attribuire valori relativamente maggiori, anche per quei casi in cui l'OMS non considera l'ipotesi di disabilità permanente (tabella 1).

Confronto fra le durate dei casi temporanei

Per quanto riguarda il confronto fra le durate delle disabilità temporanee, la durata registrata dall'ente assicuratore INAIL è maggiore rispetto a quella stimata dall'OMS per tutte le tipologie di danno rilevate. Considerando complessivamente le fratture, per esempio, (prime 13 righe di tabella 1), si rileva che la durata media ponderata complessiva è pari a 79 giorni (0,215 anni) nei dati INAIL e a 32 giorni (0,089 anni) se si applicano le assunzioni dell'OMS.

Confronto a priori tra tabelle delle menomazioni INAIL e DW OMS

I dati INAIL di valutazione a posteriori sono caratterizzati da grande dispersione: i valori di durata e grado variano infatti in modo rilevante non solo in funzione del tipo di lesione (cioè *fra* le diverse categorie definite in base alla coppia natura-sede) ma anche all'interno di ciascuna categoria, presentando CV (coefficienti di variazione) elevati. Anche considerando solamente le 240 categorie con almeno cento osservazioni, il CV è pari a 1,18 per la durata e ben 4,20 per il grado.

In tabella 2 sono descrittivamente riportate le tipologie di lesione dei sistemi INAIL e OMS che è stato possibile appaiare in base alla descrizione della natura e sede delle stesse, con i relativi DW. Per alcune categorie è indicata la media ponderata dei vari DW OMS, pesata in base alla proporzione di casi sottoposti a trattamento ottimale o meno.

Utilizzo delle formule di correzione per il confronto di differenti metodologie di attribuzione dei DW

Il risultato dell'utilizzo delle formule di conversione, trasformazione lineare, trasformazione logaritmica di Krabbe e trasformazione logaritmica di Haagsma, che permettono di confrontare le misure realizzate è riportato nel grafico di figura 1. L'R² delle tre interpolazioni è il seguente: trasformazione lineare R² = 0,3696; trasformazione logaritmica di Krabbe R² = 0,6747; trasformazione logaritmica di Haagsma R² = 0,3234.

Natura - Sede (OMS)		n° casi INAIL censiti	Casi temporanei			Casi permanenti					
			Durata media (proporzione di anno)		DW Temp. OMS	Proporzione sul totale			DW		
			INAIL	OMS		INAIL	OMS	gradi 100 riferito a casi con postumi >0	OMS	INAIL	OMS
Fratture	Cranio	357	0,436	0,107	0,431	94%	17,40%	15%	0,204	0,361 (a)	
	Ossa facciali	2052	0,128	0,118	0,223	53%	0,90%	0	0,066		
	Colonna vertebrale	2252	0,335	0,14	0,266	82%	2,30%	0	0,101		
	Lesioni del midollo spinale	559	0,358	(b)		83%	8,20%	100%	0,151	0,725	
	Coste o sterno	6661	0,123	0,115	0,199	36%	0,20%	0	0,045		
	Bacino	624	0,462	0,126	0,247	88%	6,10%	0	0,125		
	Clavicola, scapola o omero	2991	0,305	0,112	0,153	86%	1,40%	0	0,079		
	Radio o ulna	2726	0,256	0,112	0,18	77%	1,20%	0	0,07		
	Ossa della mano	20194	0,167	0,07	0,1	49%	0,20%	0	0,045		
	Femore	783	0,673	0,139	0,372	96%	8,00%	5%	0,164	0,272	
	Patella, tibia o fibula	3225	0,483	0,09	0,271	89%	1,50%	0	0,094		
	Caviglia	2805	0,319	0,096	0,196	79%	0,20%	0	0,064		
Ossa del piede	8397	0,172	0,073	0,077	42%	0,10%	0	0,044			
Lesioni intracraniche	94	0,27	0,067	0,359	48%	5,30%	5%	0,184	0,361 (a)		
Lesioni interne	1365	0,12	0,042	0,208	23%	1,40%	0	0,12			
Ferite aperte	105747	0,051	0,024	0,108	8%	0,00%	0	0,048			
Lesioni oculari (c)	5	0,388	(b)		80%	40,00%	100%	0,355	0,311 (a)		
Amputazione	Pollice	364	0,247	(b)		87%	1,40%	100%	0,09	0,165	
	Dito	1732	0,227	(b)		88%	0,50%	100%	0,055	0,102	
	Braccio	99	0,438	(b)		94%	27,30%	100%	0,246	0,260 (a)	
	Dito del piede	41	0,296	(b)		76%	2,40%	100%	0,067	0,102	
	Piede	25	0,891	(b)		100%	72,00%	100%	0,43	0,3	
	Gamba (c)	3	0,44	(b)		100%	66,70%	100%	0,303	0,3	

(a) Per queste categorie il DW riportato è la media ponderale dei vari DW OMS, pesata in base alla proporzione di casi sottoposti a trattamento ottimale o meno. Per le lesioni craniche si è considerata inoltre la composizione per classi di età rilevata nei dati toscani 2000-2008: 0-44=60%; 45-59=32%; 60+=8%
 (b) Per queste categorie l'OMS assume che tutti i casi abbiano conseguenze *lifelong* e non considera periodi temporanei con DW diversi
 (c) Categorie contenenti un esiguo numero di casi osservati, per cui i valori medi INAIL devono considerarsi puramente indicativi

Tabella 1. Confronto tra durate e tra pesi di disabilità attribuiti alle lesioni infortunistiche (confrontabili) da OMS e INAIL.

Table 1. Comparison between weights and durations of disabilities attributed to (comparable) occupational injuries by WHO and INAIL.

Discussione

Molti dei problemi che possono presentarsi nel calcolo dei DALY (allegato 4) non sussistono nel caso degli infortuni sul lavoro basati sui dati dell'ente assicuratore INAIL.

Il concetto di pesatura per età è poco influente nel calcolo poiché l'età dei soggetti interessati si concentra nelle fasce in cui vengono applicati i pesi più alti. Non acquisisce rilievo nemmeno il problema riguardante la successione degli stadi delle condizioni patologiche: nell'attribuzione dei gradi di disabilità è possibile basarsi sulla valutazione del grado di inabilità attribuito dai medici legali nella valutazione del cosiddetto danno biologico. Anche l'incertezza sul rischio attribuibile (RA) che affligge la stima del carico di malattie a eziologia multifattoriale è assente. Infatti nel caso degli infortuni sul la-

voro il RA è gioco forza pari all'unità: per definizione gli eventi si verificano in occasione di lavoro. Data la natura del fenomeno non sussiste neppure il problema della stima dei casi incidenti. In sintesi le statistiche INAIL offrono una banca dati eccellente da cui poter attingere per ricavare le informazioni necessarie al calcolo dei DALY.

A livello nazionale i casi valutati sono oltre 800 000 per anno e il flusso di dati utilizzabili sta accumulandosi dal 2001; è quindi evidente la rilevanza di una tale mole di dati per una validazione empirica dei DW OMS. Tale situazione è rara e forse unica a livello mondiale, poiché altri sistemi assicurativi risultano meno adatti a produrre informazioni di questo genere, essendo diversi e non trascurabili i fattori di ostacolo.^{23,24}

L'Allegato 4 è stato inserito nel testo, con modifiche, a pag. 8. Rimane comunque consultabile online all'URL http://www.epiprev.it/articolo_scientifico/confronto-fra-due-metodologie-di-calcolo-dei-pesi-di-disabilit%C3%A0-1%E2%80%99esempio-degli

Codice INAIL	Condizione patologica	INAIL (gradi/100)		DW OMS
		Lato dominante	Lato non dominante	
138	Tetraplegia alta	1		0,725
141	Paraplegia	0,85		0,725
159	Paralisi totale del nervo radiale a seconda del lato - alta	0,175		0,0668 (**)
160	Paralisi totale del nervo radiale a seconda del lato - bassa	0,125		0,0668 (**)
161	Paralisi nervo mediano, a seconda del lato e fase (irritativa, deficitaria, paralitica) - alta	0,2		0,0668 (**)
162	Paralisi nervo mediano, a seconda del lato e fase - bassa	0,175		0,0668 (**)
164	Paralisi totale del nervo ulnare, a seconda del lato e del livello	0,125		0,0668 (**)
166	Paralisi totale del nervo circonflesso	0,08		0,0668 (**)
167	Paralisi completa del nervo muscolo-cutaneo	0,075		0,0668 (**)
168	Paralisi totale del nervo femorale	0,15		0,0668 (**)
169	Paralisi totale del nervo sciatico, a seconda del livello	0,2		0,0668 (**)
170	Paralisi totale del nervo sciatico popliteo interno	0,09		0,0668 (**)
171	Paralisi totale del nervo sciatico popliteo esterno	0,11		0,0668 (**)
172	Paralisi periferica totale, monolaterale, del nervo facciale	0,09		0,0668 (**)
174	Deficit masticatorio da lesione del trigemino	0,025		0,0668 (**)
221	Perdita del braccio per disarticolazione scapolo-omerale, a seconda dell'applicazione di protesi efficace	0,6-0,65	0,50-0,55	0,2596 (**)
222	Perdita del braccio per amputazione al terzo superiore o terzo medio, a seconda dell'applicazione di protesi efficace	0,55-0,60	0,45-0,50	0,2596 (**)
233	Perdita totale dell'avambraccio, a seconda dell'applicazione di protesi efficace	0,50-0,55	0,40-0,45	0,2596 (**)
240	Perdita della mano	0,55	0,45	0,2596 (**)
242	Perdita del pollice e del I metacarpo	0,22	0,18	0,165
243	Perdita totale del pollice	0,20	0,16	0,165
244	Perdita totale dell'indice	0,11	0,09	0,102
245	Perdita totale del medio	0,07	0,06	0,102
246	Perdita totale dell'anulare	0,06	0,05	0,102
247	Perdita totale del mignolo	0,08	n0,07	0,102
269	Perdita totale di coscia per disarticolazione coxo-femorale, a seconda dell'applicazione di protesi efficace	0,45-0,60		0,3
270	Perdita di una coscia in qualsiasi altro punto, a seconda dell'applicazione di protesi efficace	0,35-0,50		0,3
271	Anchilosi completa coxo-femorale con arto in posizione favorevole	0,30		0,272
272	Esiti di frattura di femore, apprezzabili con indagini strumentali, in assenza o con sfumata ripercussione funzionale	Fino a 0,08		0,272
285	Perdita della gamba al terzo medio con ginocchio mobile, a seconda dell'applicazione di protesi efficace	0,30-0,40		0,3
286	Perdita del piede	0,30		0,3
288	Perdita anatomica dell'alluce	0,04		0,102
289	Perdita delle altre dita del piede, a seconda del numero	Fino a 0,04		0,102
310	Sordità completa unilaterale	0,12		0,120
311	Sordità completa bilaterale	0,50		0,333
369	Cecità assoluta bilaterale	0,85		0,6 (*)
370	Cecità assoluta monolaterale	0,28		0,3108 (**)
381	Enucleazione o atrofia del bulbo oculare con possibilità di protesi estetica	0,28		0,3108 (**)
382	Enucleazione o atrofia del bulbo oculare, senza possibilità di protesi estetica	0,35		0,3108 (**)
383	Enucleazione o atrofia di entrambi i bulbi oculari, senza possibilità di protesi estetica	Fino a 90,9		0,6 (*)

(*) L'OMS non individua una categoria di cecità assoluta bilaterale come conseguenza di infortunio, ma attribuisce il DW indicato ai casi in cui il glaucoma o la degenerazione maculare portano a tale conseguenza (15)

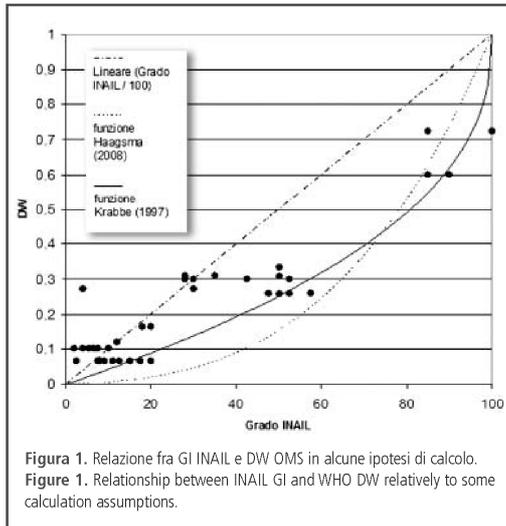
(**) Per queste categorie il DW riportato è la media ponderata dei vari DW OMS, pesata in base alla proporzione di casi sottoposti a trattamento ottimale o meno.

Tabella 2. Confronto fra gradi di menomazione INAIL e pesi di disabilità OMS relativamente ad alcune lesioni confrontabili attribuibili a eventi infortunistici.

Table 2. Comparison between INAIL GI and WHO DW attributed to certain comparable injuries.

Un punto importante della discussione è rappresentato dalla definizione di cosa si intende, nella pratica, per disabilità permanente. Potremmo infatti voler distinguere fra criteri di tipo assicurativo, in cui si individua esplicitamente una soglia minima di indennizzabilità, e criteri del tipo danno biologico in cui non vi sono ragioni a priori per

escludere una distribuzione continua dei pesi fra zero e il massimo della scala. La distribuzione OMS in teoria dovrebbe avvicinarsi a questo secondo modello, ma in pratica si rileva che gli attuali DW, utilizzati fino al GBD 2004, effettuano tagli drastici rispetto alla distribuzione rilevabile empiricamente.



Per la concordanza del sistema di attribuzione del grado d'invalidità INAIL a metodi tipo *Rating Scale* ci si poteva aspettare la sovrastima nel sistema di pesatura INAIL dei danni lievi. I dati confermano che ciò è vero per quanto riguarda le fratture, dato che la proporzione di casi *lifelong* secondo INAIL si approssima a quella dell'OMS solo se si considerano i casi gravi, quelli con GI ≥ 33 . I due sistemi sono invece più simili per quanto concerne le amputazioni e le lesioni del midollo spinale.

La semplice trasformazione lineare, che descrive l'equivalenza nel giudizio sui DW dei due sistemi a confronto, determina una evidente sovrastima dei valori da parte del sistema INAIL. Le due equazioni che tentano di correggere tale discrepanza implicano una attenuazione del peso dato alle lesioni lievi. Nei dati a nostra disposizione il risultato migliore è ottenuto applicando la trasformazione logaritmica secondo Krabbe.

Un limite presente nei dati INAIL è costituito dall'assenza di una pesatura differenziata relativa ai casi che non danno esiti permanenti. In questo caso, i DW delle tabelle OMS sono l'unico riferimento disponibile. Per i casi che non trovano corrispondenza nei codici OMS, un riferimento per i DW da considerare può essere costituito dalle riduzioni di utilità comprese fra 0,1 (generica restrizione di attività) e 0,3 (riferito a una generica giornata di ricovero ospedaliero) indicate in Keeler et al., 1999.²⁵ L'incertezza resta ancora elevata, ma per quanto riguarda i dati relativi agli infortuni accaduti in Toscana dal 2001 al 2008, il peso relativo della componente di *burden* dovuto ai periodi di invalidità temporanea resta trascurabile rispetto a quello delle lesioni irreversibili anche di piccola entità collocandosi tra il 6,5% e il 14,1% in base all'entità del tasso di sconto applicato (dati disponibili in dettaglio, non presentati). Ciò differisce da quanto rilevato da Haagsma e coll.,¹⁵ secondo i quali gli infortuni in temporanea

comportano un aumento del 36% nel calcolo degli YLD dovuto ai soli infortuni con danni permanenti. Al momento comunque, la necessità di individuare soluzioni più precise non costituisce di per sé un limite tale da impedire di utilizzare comunque le valutazioni in DALY.

Anche per quanto riguarda le durate delle disabilità temporanee, vi sono differenze fra i dati OMS e INAIL, riconducibili sia alla difficoltà di rappresentare sinteticamente una realtà molto distribuita, sia al problema più generale di definire in modo condiviso quando, nella pratica, si debba considerare che un certo caso ha raggiunto lo stato di "avvenuta guarigione".

Tra i problemi che persistono nel metodo di calcolo del *burden* dovuto agli infortuni secondo OMS deve essere sottolineato quello relativo alla mancata considerazione della mortalità precoce legata alla condizione di danno permanente grave. Recenti studi epidemiologici^{26;27} e la vasta letteratura settoriale di tipo statistico-attuariale,²⁸ sottolineano come oltre al danno permanente con riduzione delle funzionalità, le lesioni permanenti che superano determinate soglie di gravità inducono anche una mortalità precoce. È probabile che ciò avvenga sulla base sia del danno biologico che menoma la capacità adattativa del soggetto, sia di un danno sociale che sfavorisce, a lungo termine, le capacità di guadagno e quindi di self-help del soggetto.^{26;27} È auspicabile che attraverso studi realizzabili a partire da dati assicurativi come quelli qui descritti, siano quantificate in futuro tali grandezze, in modo da valutare più correttamente il *burden* dovuto agli infortuni sul lavoro.

Conclusioni

L'uso delle misure sintetiche dello stato di salute delle popolazioni, e tra queste soprattutto del DALY, consente di dimensionare correttamente l'entità dei problemi di salute legati ai rischi lavorativi, anche nei confronti di una scala di priorità che altrimenti trova altri modi per essere stilata (forza sociale dei gruppi di pressione, agenda politica generale, interessi di stakeholder privati, eccetera). Anche la confrontabilità nel tempo all'interno delle singole popolazioni appare meglio garantita da misure come queste, di natura sanitaria, rispetto ad altre di origine medico-legale assicurativa, soggette a variazioni nei criteri di definizione stabilite *ope-legis* e basate più sul mutuo consenso sociale (criteri di indennizzo mutevoli nel corso del tempo) che su dati oggettivi di danni alla salute. Inoltre queste misure sintetiche consentono di superare l'annoso problema di considerare due dimensioni separate nella descrizione e ponderazione del fenomeno infortunistico sul lavoro, la frequenza e la gravità degli infortuni, questione solo parzialmente risolta dal calcolo delle giornate equivalenti secondo la norma UNI 7249:2007.

Il calcolo del DALY basato direttamente sui gradi di inabilità INAIL può pertanto essere inserito vantaggiosamente tra gli indicatori attualmente in uso per la programmazione e la valutazione degli interventi di prevenzione degli infortuni sul lavoro, nonché al fine di paragonare il peso degli infor-

tuni con quello determinato da altre condizioni patologiche, in questo caso, dopo aver applicato le opportune formule di conversione descritte in letteratura.

Questi primi raffronti fra il metodo dell'OMS e la valutazione dei casi effettuata dall'INAIL evidenziano che il sistema italiano, basato sulla raccolta di tutti i dati salienti di ogni singolo caso, è potenzialmente in grado di utilizzare e sintetizzare una maggiore quantità di informazione. Restano tuttavia ancora incertezze che suggeriscono l'utilità di ulteriori rilevamenti empirici in ordine alla comparazione dei

due sistemi sotto il profilo della precisa determinazione dei DW, delle durate e delle variazioni di mortalità connesse agli eventi infortunistici.

A richiesta sono disponibili gli algoritmi di calcolo usati per i dati INAIL. La tabella in cui è esplicitato il confronto fra codici OMS, codici ICD-9 e natura e sede delle lesioni secondo INAIL è disponibile come file supplementare.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno

Bibliografia

- Murray CJ, Salomon JA, Mathers C. A critical examination of summary measures of population health. *Bull World Health Organ* 2000;78(8):981-994.
- Mathers CD, Salomon JA, Murray CJ, Lopez A. Alternative summary measures of average population health. In: Murray CJ, Evans DB (eds). *Health Systems Performance Assessment: Debates, Methods and Empiricism*. World Health Organization, 2003.
- McKee M., Pomerleau J. *The burden of disease and other summary measures of population health*. Open University Press, McGraw-Hill Education, New York, 2005.
- The World Bank. *World development report: investing in health*. Oxford University Press, New York, 1993.
- Jamison DT, Breman JG, Measham AR, Claeson M, Evans D.B, Jha P, Mills A, Musgrove P. *Disease Control Priorities in Developing Countries*. World Bank and Oxford University Press, 2006.
- Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL (eds). *Global Burden of Disease and Risk Factors*. Oxford University Press and The World Bank, Washington, 2006.
- Murray CJ. Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. *Bull World Health Organ* 1994;72(3):429-445.
- Mathers CD, Salomon JA, Ezati M, Begg S, Vander Hoorn S, Lopez AD. *Sensitivity and Uncertainty Analyses for Burden of Disease and Risk Factor Estimates*. *Global Burden of Disease and Risk Factors*. Oxford University Press, New York, 2006, 399-426.
- Special Issue: Contribution of Occupational Risks to the Global Burden of Disease. *Am J Ind Med* 2005;48(6):395-541. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/index.html
- Bena A, Pasqualini O, Agnesi R, Baldasseroni A. Come valutare in Italia i risultati degli interventi di prevenzione relativi agli infortuni in ambiente di lavoro? Considerazioni sugli indicatori INAIL-ISPEL-Regioni. *Epidemiol Prev* 2008;32(3):168-175.
- Robinson A, Dolan P, Williams A. Valuing health status using VAS and TTO: what lies behind the numbers? *Soc Sci Med* 1997;45(8):1289-1297.
- Bombardier C, Wolfson AD, Sinclair AJ, McGreer A. (1982) Comparison of three preference measurement methodologies in the evaluation of a functional status index. In: Deber R. and Thompson G (eds). *Choices in Health Care. Decision Making and Evaluation of Effectiveness*. University of Toronto, Toronto, 2010.
- Ryan M, Scott DA, Reeves C et al. Eliciting public preferences for healthcare: a systematic review of techniques. *Health Technol Assess* 2001;5(5):1-186.
- Haagsma J, Van Beeck E, Polinder S, Hoeymans N, Mulder S, Bonsel G. Novel empirical disability weights to assess the burden of non-fatal injury. *Inj Prev* 2008; 14(1):5-10.
- Essink-Bot ML, Bonsel GJ. *How to derive disability weights. Summary Measures of Population Health: Concepts, Ethics, Measurement and Applications*. World Health Organization, Ginevra, 2002.
- Richardson J, Hall J, Salkfeld G. *Cost utility analysis: the comparability of measurement techniques and the measurement of utility through time*. Public Sector Management Institute, Clayton, 1989.
- Badia X, Herdman M, Roset Dipstat M, Ohinmaa A. Feasibility and Validity of the VAS and TTO for Eliciting General Population Values for Temporary Health States: A Comparative Study. *Health Services and Outcomes Research Methodology* 2001; 2(1):51-65.
- Doctor JN, Bleichrodt H, Lin HJ. Health utility bias: a systematic review and meta-analytic evaluation. *Med Decis Making* 2010;30(1):58-67.
- Murray CJL. Rethinking DALY. In: Murray CJ, Lopez AD, (eds). *The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Harvard University Press, Cambridge (MA), 1996, pp. 1-98.
- Murray CJL, Lopez AD, (eds). *The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Harvard University Press, Cambridge (MA), 1996.
- Krabbe PF, Essink-Bot ML, Bonsel GJ. The comparability and reliability of five health-state valuation methods. *Soc Sci Med* 1997;45(11):1641-1652.
- Assessing disability. An International comparison of workers' compensation systems. Monaco (Germania): 2004.
- Rating systems. An international comparison of worker's compensation insurance. Monaco (Germania): 2002.
- Keeler EB, Robalino DA, Frank JC, Hirsch SH, Maly RC, Reuben DB. Cost-effectiveness of outpatient geriatric assessment with an intervention to increase adherence. *Med Care* 1999;37(12):1199-1206.
- Ho JJ, Hwang JS, Wang JD. Life-expectancy estimations and the determinants of survival after 15 years of follow-up for 81 749 workers with permanent occupational disabilities. *Scand J Work Environ Health* 2006;32(2):91-98.
- Lin SH, Lee HY, Chang YY, Jang Y, Chen PC, Wang JD. Increased mortality risk for workers with a compensated, permanent occupational disability of the upper or lower extremities: a 21-year follow-up study. *Am J Epidemiol* 2010;151:171(8): 917-923.
- <http://www.inail.it/repository/ContentManagement/node/N670420288/Bozza2DATIINAIL8.pdf>

Allegato on-line 2:

Approfondimento metodologico

Metodo di valutazione del danno individuale INAIL

Gli infortuni denunciati all'INAIL comprendono la grande maggioranza degli infortuni occupazionali avvenuti in Italia. Il sistema di valutazione è centrato sulla salute globale del lavoratore, avendo definito, a partire dal 2000, come danno biologico⁽¹⁾ non più quello riferito alla sola dimensione della capacità lavorativa, ma anche alle dimensioni relative al danno alla vita di relazione, al danno estetico, quello psichico, quello relativo alla sfera sessuale, quello derivante dalla perdita di opportunità lavorative e, infine, al danno esistenziale. Le menomazioni conseguenti al danno subito sono classificate in base a una specifica "tabella delle menomazioni" articolata in 387 voci (D.M. 12/07/2000).

Per l'attribuzione del grado di menomazione al singolo caso si procede in duplice maniera. Da una parte viene deciso *a priori* in quale categoria di lesione, presente nell'apposita tabella, viene inserito il caso. L'intervallo di DW per le varie classi di lesioni presenti nella tabella è deciso in base all'esperienza di gruppi di esperti. Il peso attribuito varia su una scala tra 0 e 100 ed è deciso in maniera indipendente, per ognuna delle condizioni considerate. Questo modo di procedere si avvicina a una metodologia di tipo Rating Scale (RS), come la scala analogico-visiva o VAS (Visual Analogue Scale), mentre differisce da metodi di Time Trade-Off (TTO), in cui la condizione patologica è valutata dopo essere stata messa a confronto con altre possibili condizioni. I metodi di TTO offrono generalmente valutazioni più ponderate ma sono più complessi, richiedono uno sforzo cognitivo maggiore e condizionano i pesi relativi a confronti fra diverse condizioni patologiche.⁽²⁻⁴⁾ L'utilizzo delle RS è intuitivo ed immediato, tuttavia differentemente dai metodi Trade-Off, non prevede che vengano effettuate scelte da parte dei soggetti intervistati. Generalmente ciò comporta l'attribuzione di pesi più elevati per condizioni relativamente lievi.⁽⁵⁻⁹⁾

La valutazione viene poi applicata al singolo caso, *a posteriori*, dopo accertamento individuale volto a stabilire la *durata* della fase acuta (corrispondente al periodo in cui le condizioni sono giudicate tali da non consentire la ripresa del lavoro) e ad assegnare agli eventuali postumi permanenti un unico *valore*, che deve collocarsi nel range specifico previsto per quella condizione patologica. I criteri *a priori* costituiscono quindi un riferimento di massima al quale il medico specialista aggiunge la valutazione circa le particolarità di ciascun singolo caso. Date le caratteristiche del sistema assicurativo INAIL, l'invalidità temporanea assoluta che impedisce l'attività lavorativa del soggetto viene considerata quindi come invalidante al 100%.

A seguito di un protocollo d'intesa Regioni-INAIL-ISPEL,⁽¹⁰⁾ dal 2000 tutti i dati relativi agli esiti delle valutazioni dei singoli casi sono disponibili a livello di ASL e Regioni. Per ogni caso è indicato il tipo di malattia ovvero la natura (ferita, frattura, contusione, ecc.) e sede anatomica della lesione se trattasi di infortunio, la durata del periodo di invalidità temporanea, l'eventuale grado di invalidità permanente attribuito, la dinamica e gli agenti materiali dell'evento (se trattasi di infortunio) e l'indicazione dell'azienda in cui lavorava l'individuo.^(11;12) La codifica INAIL di natura e sede della lesione, è riassunta in tabelle, composte rispettivamente da 9 e 67 voci.^(13;14)

Metodo di valutazione del danno collettivo OMS

Nel caso dell'OMS la definizione del sistema di durate e pesi di disabilità per gli infortuni, compresi quelli dovuti al lavoro, è basata sulle preferenze espresse generalmente da un panel di esperti, attraverso l'utilizzo di metodologie di Trade-Off.⁽¹⁵⁾ In base alle sole informazioni circa il numero di casi classificati per natura e sede anatomica della lesione, viene attribuito il DW, e sono stabilite la durata dell'invaldità temporanea e la proporzione dei casi in cui si considera che l'evento abbia conseguenze permanenti (lifelong), giungendo quindi per questa via a calcolare il "carico" (Burden) complessivo di danni.⁽¹⁶⁾ L'OMS considera anche nella procedura di pesatura per alcune lesioni diverse fasce d'età e la proporzione di soggetti trattati in maniera ottimale o meno da un punto di vista medico-chirurgico, differenziando questa proporzione in base al raggruppamento di paesi in cui sono suddivisi quelli che aderiscono all'OMS. L'Italia appartiene alla regione dei paesi cosiddetti EME (Established Market Economies).⁽¹⁷⁾

Bibliografia

- (1) <http://normativo.inail.it/bdninternet/docs/indicedm12072000.htm> (ultimo accesso 11.10.2010).
- (2) Robinson A, Dolan P, Williams A. Valuing health status using VAS and TTO: what lies behind the numbers? *Soc Sci Med* 1997 Oct;45(8):1289-97.
- (3) Bombardier, C., Wolfson, A. D., Sinclair, A. J. and McGreer, A. (1982) Comparison of three preference measurement methodologies in the evaluation of a functional status index. In *Choices in Health Care. Decision Making and Evaluation of Effectiveness*, eds R. Deber and G. Thompson. University of Toronto, Toronto. 2010.
- (4) Ryan M, Scott DA, Reeves C, Bate A, van Teijlingen ER, Russell EM, et al. Eliciting public preferences for healthcare: a systematic review of techniques. *Health Technol Assess* 2001;5(5):1-186.
- (5) Haagsma J, van Beeck E, Polinder S, Hoeymans N, Mulder S, Bonsel G. Novel empirical disability weights to assess the burden of non-fatal injury. *Inj Prev* 2008 Feb;14(1):5-10.
- (6) Essink-Bot ML, Bonsel GJ. How to derive disability weights. Summary Measures of Population Health: Concepts, Ethics, Measurement and Applications. Ginevra: World Health Organization; 2002.
- (7) Richardson J, Hall J, Salkfeld G. Cost utility analysis: the comparability of measurement techniques and the measurement of utility through time. Clayton: Public sector management institute; 1989.
- (8) Badia X, Herdman M, Roset Dipstat M, Ohinmaa A. Feasibility and Validity of the VAS and TTO for Eliciting General Population Values for Temporary

Health States: A Comparative Study. Health Services and Outcomes Research Methodology 2001;2(1):51-65.

- (9) Doctor JN, Bleichrodt H, Lin HJ. Health utility bias: a systematic review and meta-analytic evaluation. Med Decis Making 2010 Jan;30(1):58-67.
- (10) http://www.ispesl.it/inf_94_99/protocollo_intesa_2002.pdf (ultimo accesso 11.10.2010).
- (11) Bena A, Pasqualini O, Agnesi R, Baldasseroni A. Come valutare in Italia i risultati degli interventi di prevenzione relativi agli infortuni in ambiente di lavoro? Considerazioni sugli indicatori INAIL-ISPEL-Regioni. Epidemiol Prev 2008 May;32(3):168-75.
- (12) Valent F. Studiare gli infortuni mortali sul lavoro in Italia: si può? Epidemiol Prev 2008 May;32(3):166-7.
- (13) <http://www.ispesl.it/infmp/natura.asp>
- (14) <http://www.ispesl.it/infmp/sede.htm>
- (15) Murray CJL. Rethinking DALY. In: Murray CJ, Lopez A.D., editors. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Cambridge: Harvard University Press; 1996. p. 1-98.
- (16) The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Cambridge: Harvard University Press; 1996.
- (17) Documento Excel "bodreferencetreatmentfractions" disponibile all'URL http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/tools_national/en/index.html (ultimo accesso 11.10.2010).

Allegato on-line 3:

Ragioni per le quali non è possibile un confronto diretto fra le codifiche della coppia “Natura/Sede” pur presenti in entrambi i sistemi di classificazione INAIL e OMS

- a) *Differenze nei criteri di classificazione.* Es.: nel database INAIL non esiste una voce specifica per le ustioni paragonabile ai codici 28-29-30 OMS. Non esiste una voce per la sindrome da schiacciamento paragonabile al codice OMS 27 “crushing”. La natura lesione “3 – Lussazione, distorsione” non è disaggregabile fra le voci OMS 14-15 “dislocations” e 16 “sprains”.
- b) *Ambiguità terminologica.* Le categorie OMS derivano dal raggruppamento di una serie ben precisa di gruppi di codici ICD. Per le codifiche INAIL la corrispondenza con i codici ICD non è esplicita ed in alcuni casi risulta opinabile. Es.: il gruppo delle lesioni oculari, considerate dall’OMS sempre irreversibili, non è sovrapponibile se non in minima parte alle voci INAIL “ferita-occhio” (casi comunemente lievi evidentemente riconducibili a ferite dei soli annessi oculari) ma soltanto ai rari casi contraddistinti come “perdita anatomica – occhio”.
- c) Altri problemi, seppure quantitativamente poco rilevanti, derivano da probabili *errori di codifica* di alcuni casi. Es.: casi codificati come “ferita-encefalo” letteralmente corrisponderebbero al codice OMS 17 “intracranial injuries”, ma dei 17 casi individuati nei record Toscani 2001-2007, solo due mortali più altri 3-4 molto gravi sono riconducibili a tale situazione; mentre la decina restante, essendo costituita da casi molto lievi, è riconducibile piuttosto ad un’errata codifica di ferite superficiali del cuoio capelluto. Altri casi dubbi riguardano le fratture della spina dorsale: queste, nella codifica INAIL, sono nelle due serie di gruppo sede 23-26 (colonna) e 27-30 (midollo), rispettivamente per i casi senza e con interessamento midollare. Dai dati osservati si rileva tuttavia che mentre all’interno di ciascun gruppo la gravità delle conseguenze cresce quando la lesione avviene a livello dei metameri più alti, fra i due gruppi non esiste alcuna differenza nel grado medio attribuito.
- d) Sul versante OMS restano esclusi tutti i casi dei gruppi ICD-9 920-924 (contusioni), 930-938 (corpi estranei) e 803-804-809-818-819 (fratture mal definite e multiple). Per i primi due gruppi si tratta solitamente di casi lievi, ma numerosi e quindi potenzialmente importanti per una corretta rilevazione del “peso” complessivo degli infortuni.

Appendice 2: Algoritmo di calcolo

A partire dal tracciato record dei Flussi INAIL-ISPEL-Regioni e tenendo conto delle osservazioni circa il calcolo del carico di disabilità da infortunio sul lavoro è stato predisposto un algoritmo di calcolo in grado di calcolare il contributo alle componenti YLL e YLD (ovvero il contributo ai DALY per infortunio sul lavoro) di ogni singolo infortunio denunciato all'INAIL e definito positivamente.

L'algoritmo per il calcolo dei DALYs e delle sue componenti prevede le seguenti fasi:

1. Selezione dei casi rilevanti;
2. Calcolo della componente YLL relativa ai casi d'infortunio mortale;
3. Calcolo del (o dei) Disability Weight associato(i) a ciascun infortunio non mortale;
4. Calcolo della componente YLD;
5. Calcolo dei DALY;
6. Produzione di una tabella unica con YLL, YLD, DALY e informazioni utili alla stratificazione degli infortuni.

In Figura 9 è riportato il diagramma di flusso che dettaglia le questioni relative alla determinazione dei DW e la parte computazionale relativa alle componenti YLL e YLD. In tale diagramma i parallelogrammi rappresentano operazioni di lettura da una tabella del database creato ai fini del calcolo del BOI.

Il processo di selezione porta all'esclusione dei seguenti casi:

- Infortuni in itinere;
- Infortuni con definizione "regolari senza indennizzo";
- Infortuni accaduti a COLF;
- Infortuni accaduti a studenti;
- Infortuni accaduti a sportivi.

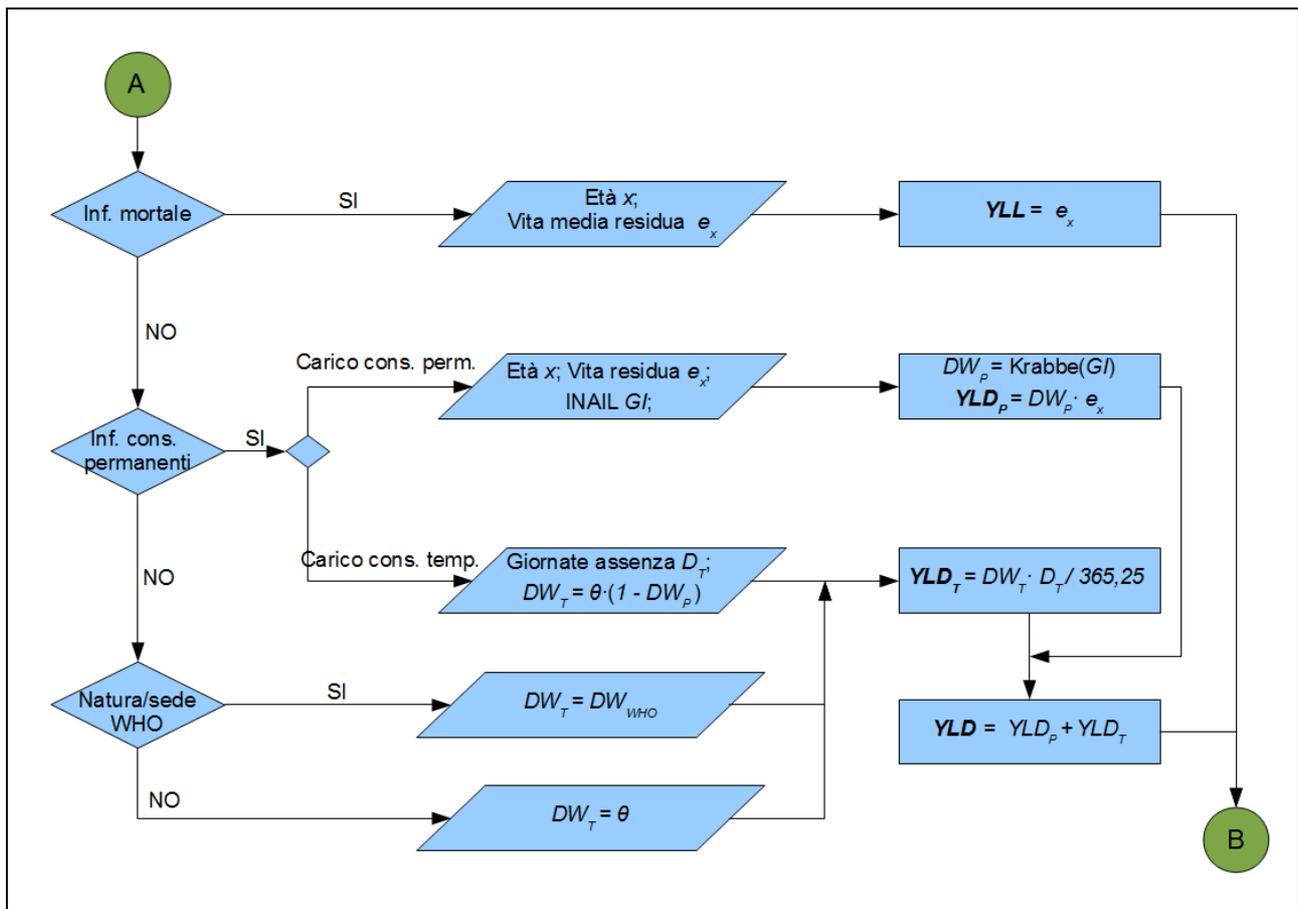


Figura 9: Diagramma di flusso semplificato per la determinazione dei Disability Weights e il calcolo dei DALYs.

Implementazione in MS Access

Il lavoro svolto ha consentito di predisporre database in Access in grado di aggiungere alcune colonne al data base INAIL, fornendo i DALY per singolo infortunio, secondo diverse opzioni, in modo da rendere possibile l'utilizzo di queste misure per chi opera sul campo

1 – dwt query

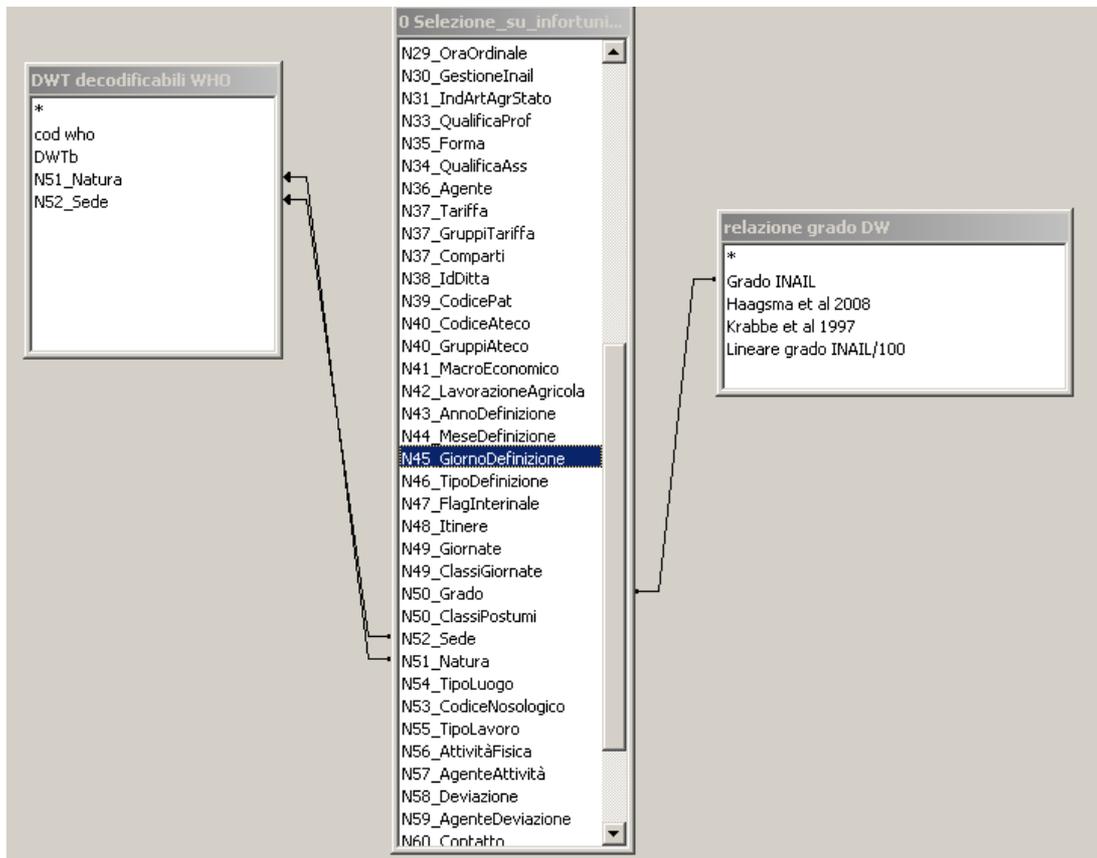
Calcolo del peso di disabilità temporanea (DWT) partendo dai gradi INAIL

1. infortunio con conseguenze permanenti: applicazione del GI INAIL dopo trasformazione di Krabbe e calcolo del peso di disabilità temporanea pari alla riduzione con una proporzione prefissata dell'utilità restante dopo l'applicazione del grado permanente;
2. infortunio con conseguenze solo temporanee con natura e sede specificate: in base alla natura e sede viene attribuito un peso standard calcolato dal WHO;
3. infortunio con conseguenze solo temporanee per cui non sono specificate le variabili natura e sede: $DW=0,1$.

```

SELECT
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N01_NumeroCaso,
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N06_Sesso,
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N20_Età,
0.1*(1-[Krabbe et al 1997]) AS DWTa,
[DWT decodificabili WHO].DWTb,
IIf([N50_Grado]>0,[dwta],[dwtb]) AS DWTc,
IIf([dwtc] Is Null,[dwta],[dwtc]) AS DWT,
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N50_Grado,
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N46_TipoDefinizione,
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N49_Giornate,
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N50_ClassiPostumi
INTO [1 dwt]
FROM ([0 Selezione_su_infortuni_20002009] INNER JOIN
[relazione grado DW] ON
[0 Selezione_su_infortuni_20002009].N50_Grado = [relazione grado DW].[Grado
INAIL])
LEFT JOIN [DWT decodificabili WHO] ON
([0 Selezione_su_infortuni_20002009].N51_Natura = [DWT decodificabili
WHO].N51_Natura) AND ([0 Selezione_su_infortuni_20002009].N52_Sede = [DWT
decodificabili WHO].N52_Sede);

```

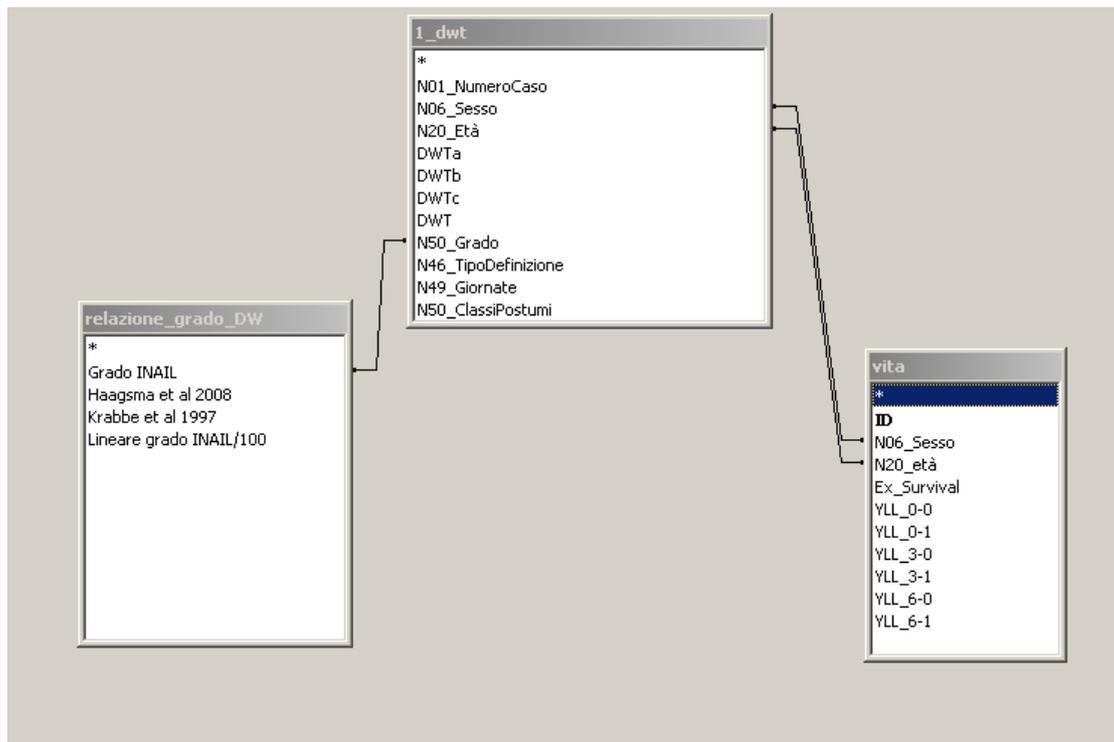


2- DW & Duration

Calcola i DW con il valore corretto con l'equazione di Krabbe e DW per gli infortuni permanenti e utilizza i DW della Query 1 per gli infortuni con conseguenze solo temporanee.

Per la durata del periodo temporaneo, se il caso è mortale si applica 0, anche se la morte non è immediata; per gli infortuni non mortali si applica il numero di giornate/365,25.

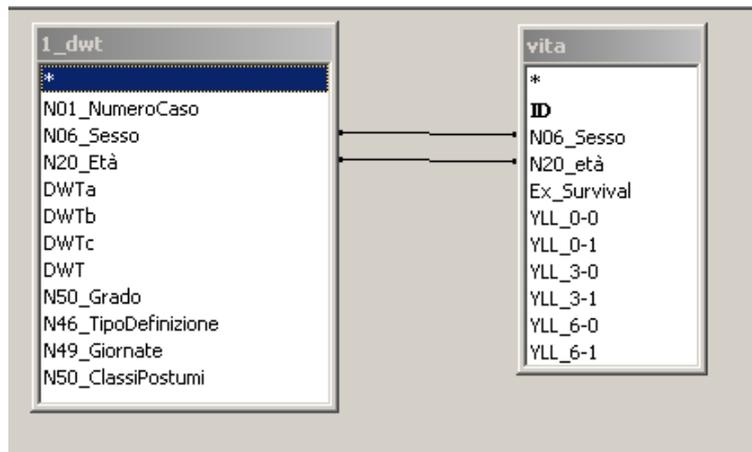
Per gli infortuni con conseguenze permanenti si fa riferimento alla durata attesa di sopravvivenza stimata in base alle tabelle WEST LEVEL 26.



```
SELECT [1_dwt].N01_NumeroCaso,
[1_dwt].DWT, 1*[Krabbe et al 1997] AS DWP,
IIf([mortale]=1,0,[N49_Giornate]/365.25) AS dur_T,
([Ex_Survival]) AS dur_P,
IIf([n46_tipodefinizione]="ms" Or [n46_tipodefinizione]="mc",1) AS mortale,
[dwt]+[dwp] AS [DW equivalente temporaneo]
INTO [2_DW_&Duration]
FROM (1_dwt INNER JOIN relazione_grado_DW
ON [1_dwt].N50_Grado = relazione_grado_DW.[Grado INAIL]) INNER JOIN vita ON
([1_dwt].N06_Sesso = vita.N06_Sesso) AND ([1_dwt].N20_Età = vita.N20_età);
```

3 YLL – query

Calcola gli YLL nelle varie ipotesi di combinazione del tasso di sconto (0%, 3%, 6%) e uso o meno della curva di correzione per età.



```

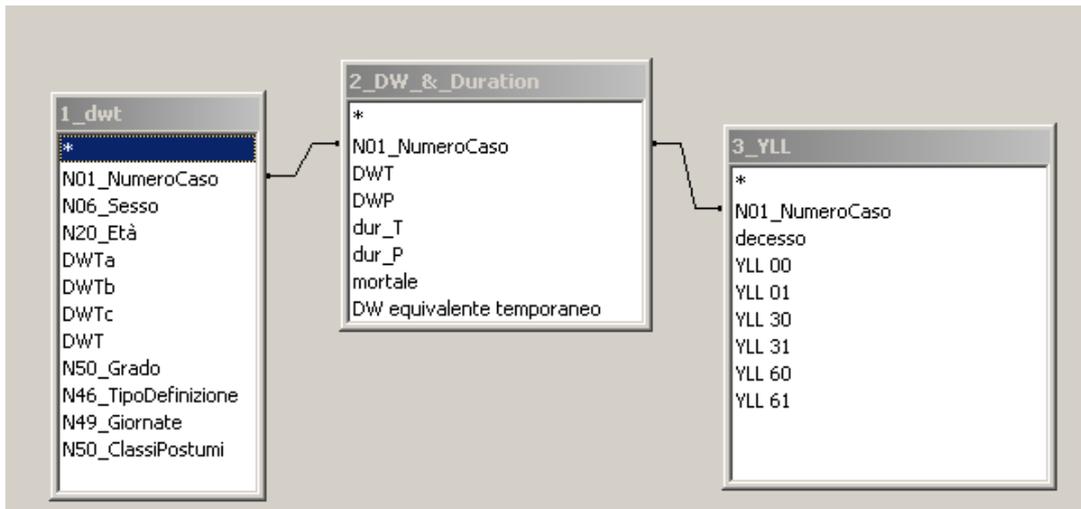
SELECT [1 dwt].N01_NumeroCaso,
IIf([N46_TipoDefinizione]="ms" Or [N46_TipoDefinizione]="mc",1,0)
AS decesso, ([decesso]*[YLL_0-0]) AS [YLL 00],
([decesso]*[YLL_0-1]) AS [YLL 01],
([decesso]*[YLL_3-0]) AS [YLL 30],
([decesso]*[YLL_3-1]) AS [YLL 31],
([decesso]*[YLL_6-0]) AS [YLL 60],
([decesso]*[YLL_6-1]) AS [YLL 61] INTO [3 YLL]
FROM vita INNER JOIN [1 dwt] ON
(vita.N06_Sesso = [1 dwt].N06_Sesso) AND (vita.N20_età = [1 dwt].N20_Età);

```

4 YLD, DALY query

Calcola gli YLD nelle varie ipotesi di combinazione del tasso di sconto (0%, 3%, 6%) e uso o meno della curva di correzione per età.

Calcola i DALY come somma di YLL + YLD nelle sei combinazioni di tasso e pesatura per età (0,0), (0,1), (3,0), (3,1), (6,0), (6,1).



```

SELECT [1_dwt].N01_NumeroCaso,
[1_dwt].N06_Sesso,
[1_dwt].N20_Età,
[1_dwt].N50_Grado,
([2_DW_& Duration].DWP*[DUR_P]) AS [YLDP 00],
[2_DW_& Duration].DWP*(0.1658*Exp(0)/(0.04)^2*(Exp(-
(0.04)*([Dur_P]+[N20_Età]))*(-0.04*([Dur_P]+[N20_Età])-1)-Exp(-
0.04*[N20_Età]))*(-0.04*[N20_Età]-1))) AS [YLDP 01],
[2_DW_& Duration].DWP*(0*0.1658*Exp(0.03*[N20_Età])/(0.07)^2*(Exp(-
(0.07)*([DUR_P]+[N20_Età]))*(-0.07)*([DUR_P]+[N20_Età])-1)-Exp(-
(0.07)*[N20_Età]))*(-0.07)*[N20_Età]-1)))+(1/0.03*(1-Exp(-0.03*[DUR_P]))) AS
[YLDP 30], [2_DW_& Duration].DWP*(0.1658*Exp(0.03*[N20_Età])/(0.07)^2*
(Exp(-0.07)*([Dur_P]+[N20_Età]))*(-0.07)*([Dur_P]+[N20_Età])-1)-Exp(-
0.07*[N20_Età]))*(-0.07*[N20_Età]-1))) AS [YLDP 31],
[2_DW_& Duration].DWP*(0*0.1658*Exp(0.06*[N20_Età])/(0.1)^2*(Exp(-
(0.1)*([DUR_P]+[N20_Età]))*(-0.1)*([DUR_P]+[N20_Età])-1)-Exp(-
(0.1)*[N20_Età]))*(-0.1)*[N20_Età]-1)))+(1/0.06*(1-Exp(-0.06*[DUR_P]))) AS
[YLDP 60], [2_DW_& Duration].DWP*(0.1658*Exp(0.06*[N20_Età])/(0.1)^2*
(Exp(-0.1)*([Dur_P]+[N20_Età]))*(-0.1)*([Dur_P]+[N20_Età])-1)-
Exp(-0.1*[N20_Età]))*(-0.1*[N20_Età]-1))) AS [YLDP 61],
[1_dwt].DWT,
[3_YLL].[YLL 00],
[3_YLL].[YLL 01],
[3_YLL].[YLL 30],
[3_YLL].[YLL 31],
[3_YLL].[YLL 60],
[3_YLL].[YLL 61],
[2_DW_& Duration].dur_T,
([2_DW_& Duration].DWT*[DUR_T]) AS [YLDT 00],
[2_DW_& Duration].DWT*(0.1658*Exp(0)/(0.04)^2*(Exp(-
(0.04)*([DUR_t]+[N20_Età]))*(-0.04*([DUR_t]+[N20_Età])-1)-Exp(-
0.04*[N20_Età]))*(-0.04*[N20_Età]-1))) AS [YLDT 01],
[2_DW_& Duration].DWT*(0*0.1658*Exp(0.03*[N20_Età])/(0.07)^2*(Exp(-
(0.07)*([DUR_t]+[N20_Età]))*(-0.07)*([DUR_t]+[N20_Età])-1)-Exp(-
(0.07)*[N20_Età]))*(-0.07)*[N20_Età]-1)))+(1/0.03*(1-Exp(-0.03*[DUR_T]))) AS
[YLDT 30], [2_DW_& Duration].DWT*(0.1658*Exp(0.03*[N20_Età])/(0.07)^2*(
Exp(-0.07)*([DUR_t]+[N20_Età]))*(-0.07)*([DUR_t]+[N20_Età])-1)-Exp(-
0.07*[N20_Età]))*(-0.07*[N20_Età]-1))) AS [YLDT 31],
[2_DW_& Duration].DWT*(0*0.1658*Exp(0.06*[N20_Età])/(0.1)^2*(Exp(-

```

```

(0.1)*([DUR_T]+[N20_Età]))*(-(0.1)*([DUR_T]+[N20_Età])-1)-Exp(-
(0.1)*[N20_Età])*(-(0.1)*[N20_Età]-1))+1/0.06*(1-Exp(-0.06*[DUR_T]))) AS
[YLDT 60], [2_DW_&_Duration].DWT*(0.1658*Exp(0.06*[N20_Età])/(0.1)^2*(
Exp(-(0.1)*([DUR_t]+[N20_Età]))*(-0.1*([DUR_t]+[N20_Età])-1)-Exp(-
0.1*[N20_Età])*(-(0.1)*[N20_Età]-1))) AS [YLDT 61],
([YLDP 00]+[YLDT 00]) AS [YLD 00],
([YLDP 01]+[YLDT 01]) AS [YLD 01],
([YLDP 30]+[YLDT 30]) AS [YLD 30],
([YLDP 31]+[YLDT 31]) AS [YLD 31],
([YLDP 60]+[YLDT 60]) AS [YLD 60],
([YLDP 61]+[YLDT 61]) AS [YLD 61],
([y11 31]+[yld 31]) AS [DALY 31],
([y11 00]+[yld 00]) AS [DALY 00],
([y11 01]+[yld 01]) AS [DALY 01],
([y11 30]+[yld 30]) AS [DALY 30],
([y11 60]+[yld 60]) AS [DALY 60],
([y11 61]+[yld 61]) AS [DALY 61] INTO 4_YLD
FROM 3_YLL INNER JOIN (1_dwt INNER JOIN [2_DW_&_Duration] ON
[1_dwt].N01_NumeroCaso = [2_DW_&_Duration].N01_NumeroCaso) ON
[3_YLL].N01_NumeroCaso = [2_DW_&_Duration].N01_NumeroCaso;

```

Appendice 3: Grafici e tabelle

Tabella 3: Distribuzione dei DALYs secondo il sesso e la fascia di età dei lavoratori toscani. Periodo 1991-2009.

	Età	YLD(0, 0)	YLL(0,0)	DALY(0, 0)	Inf. Mortali	Inf. Totali	YLL/DALY %	%Mortali/Totali
Femmine	14-24	3123,6	310,5	3434,1	5	20706	9,04%	0,02%
	25-44	14859,8	3065,0	17924,7	63	103277	17,10%	0,06%
	45-64	16439,3	705,1	17144,4	22	81342	4,11%	0,03%
	65+	849,3	32,7	882,0	2	3680	3,70%	0,05%
	Age	YLD(0, 0)	YLL(0,0)	DALY(0, 0)	Inf. Mortali	Inf. Totali	YLL/DALY %	%Mortali/Totali
Maschi	14-24	18183,9	7353,4	25537,3	124	118905	28,79%	0,10%
	25-44	91963,3	25031,7	116995,0	551	434128	21,40%	0,13%
	45-64	77003,7	18464,6	95468,4	670	259287	19,34%	0,26%
	65+	4009,5	1769,4	5778,8	133	17227	30,62%	0,77%
	Age	YLD(0, 0)	YLL(0,0)	DALY(0, 0)	Inf. Mortali	Inf. Totali		
Rapporto M/F	14-24	5,8	23,7	7,4	24,8	5,7		
	25-44	6,2	8,2	6,5	8,7	4,2		
	45-64	4,7	26,2	5,6	30,5	3,2		
	65+	4,7	54,2	6,6	66,5	4,7		

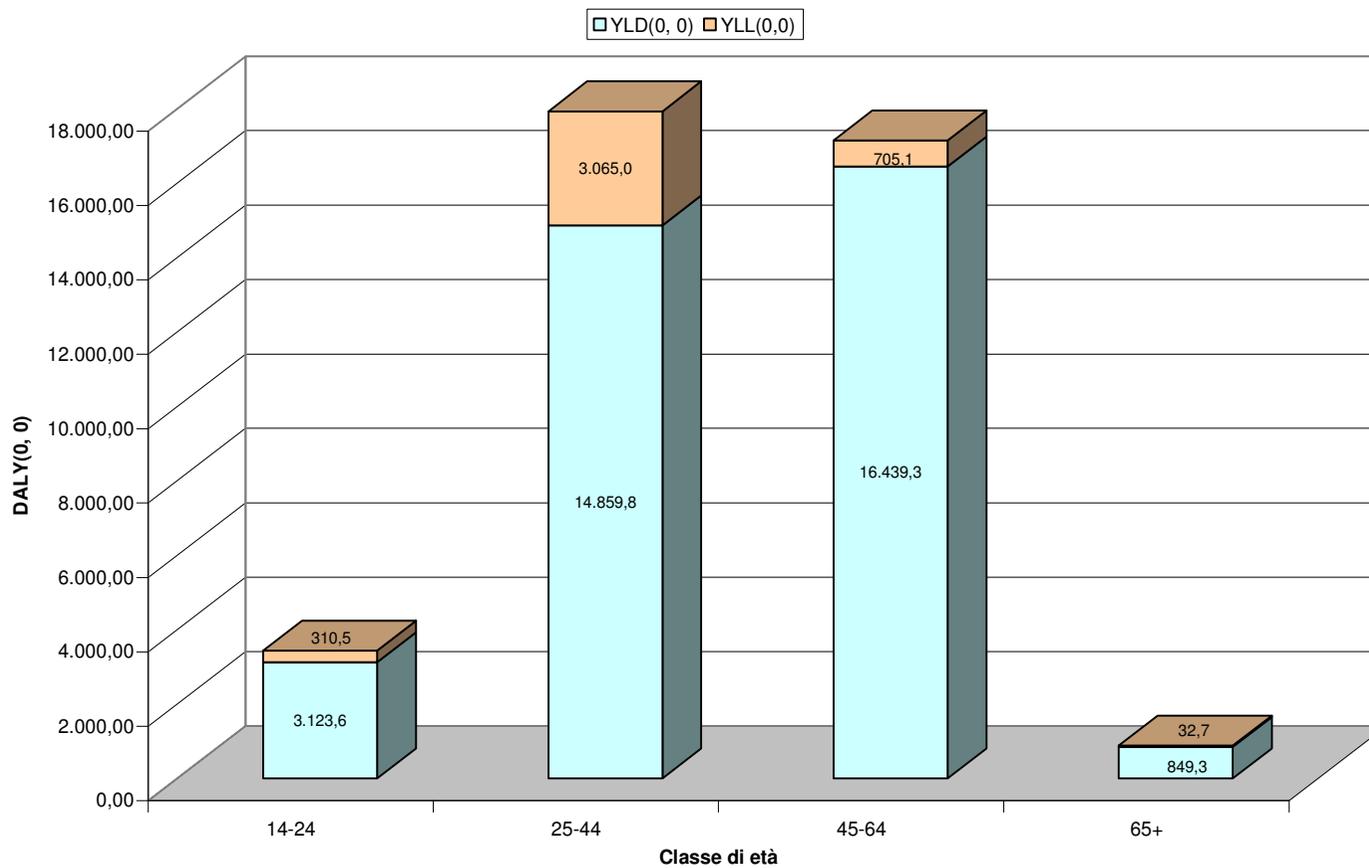


Figura 10: Distribuzione dei DALYs delle lavoratrici toscane secondo la fascia di età e le componenti YLD e YLL. Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.

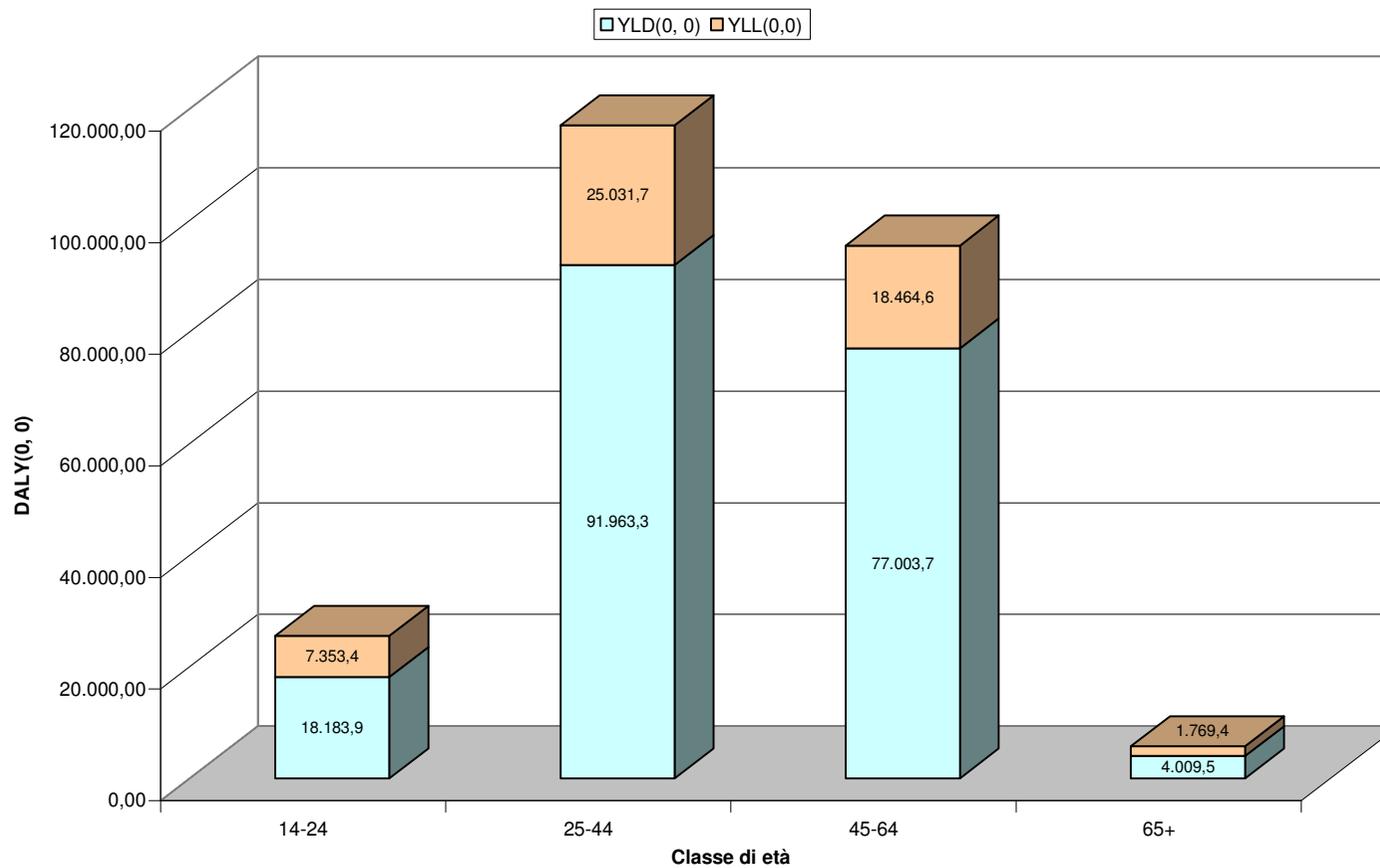
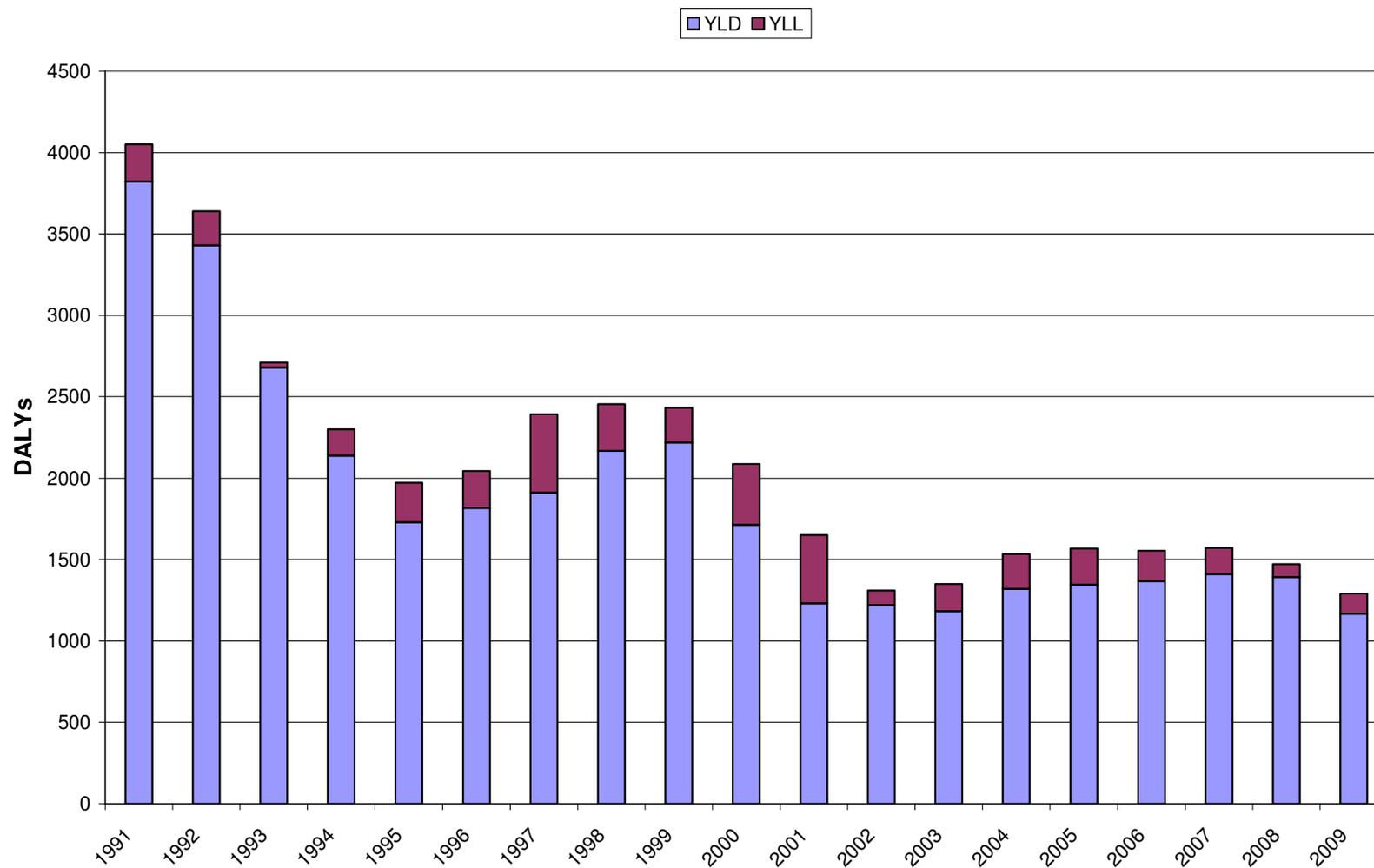


Figura 11: Distribuzione dei DALYs dei lavoratori toscani secondo la fascia di età e le componenti YLD e YLL. Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.



**Figura 12: Andamento temporale dei DALYs per le lavoratrici toscane.
Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.**

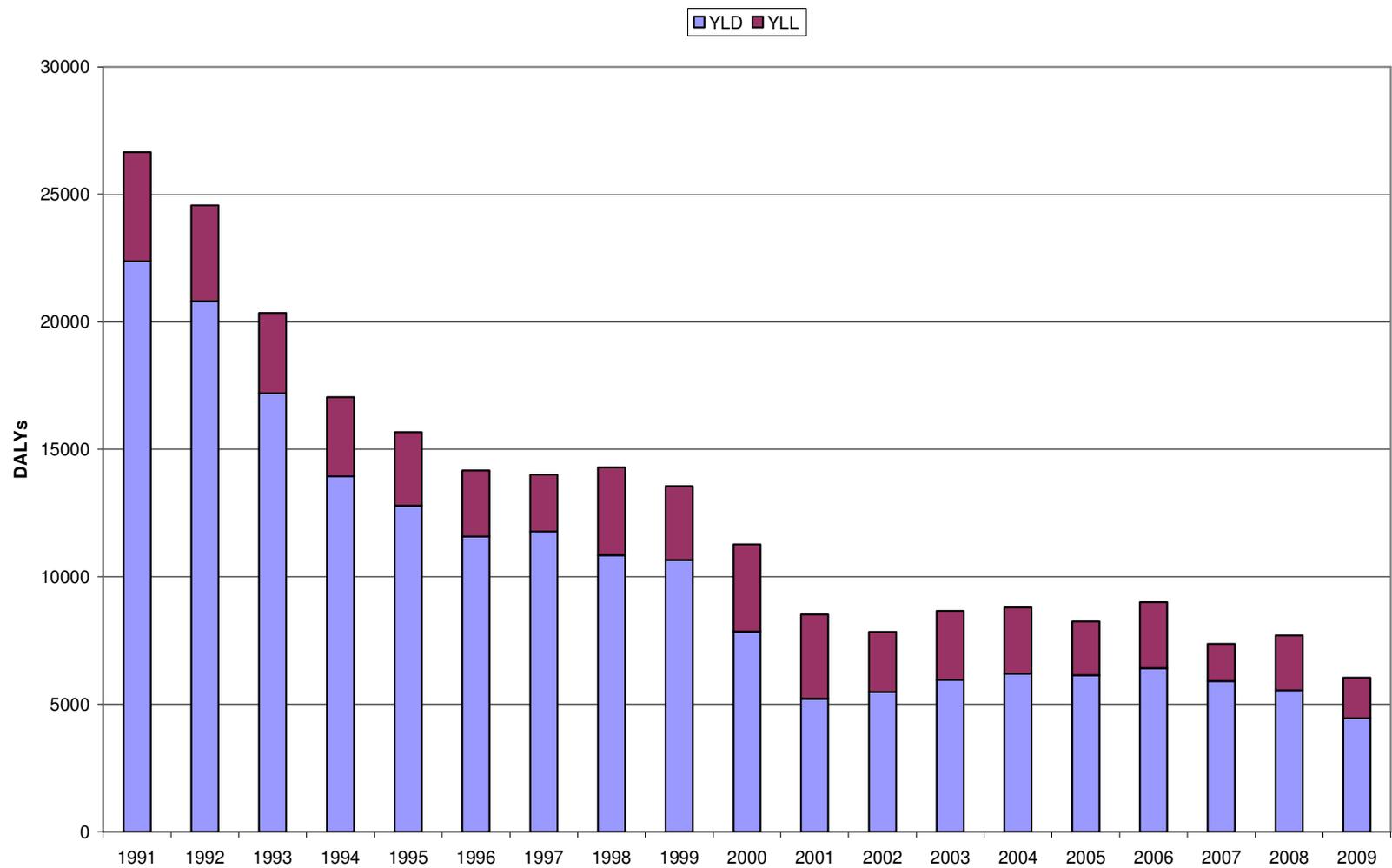


Figura 13: Andamento temporale dei DALYs per le lavoratrici toscane.
Periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.

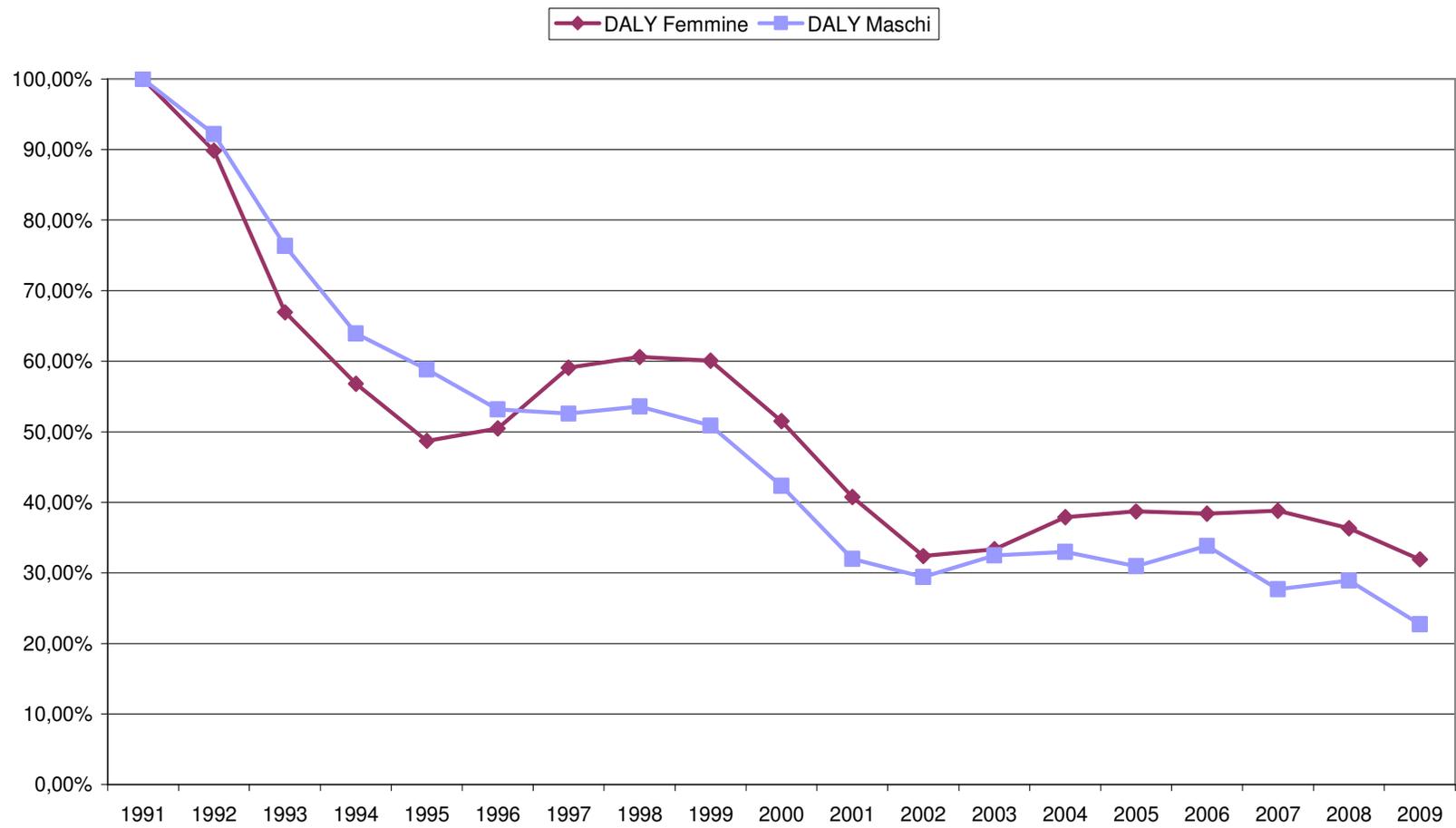
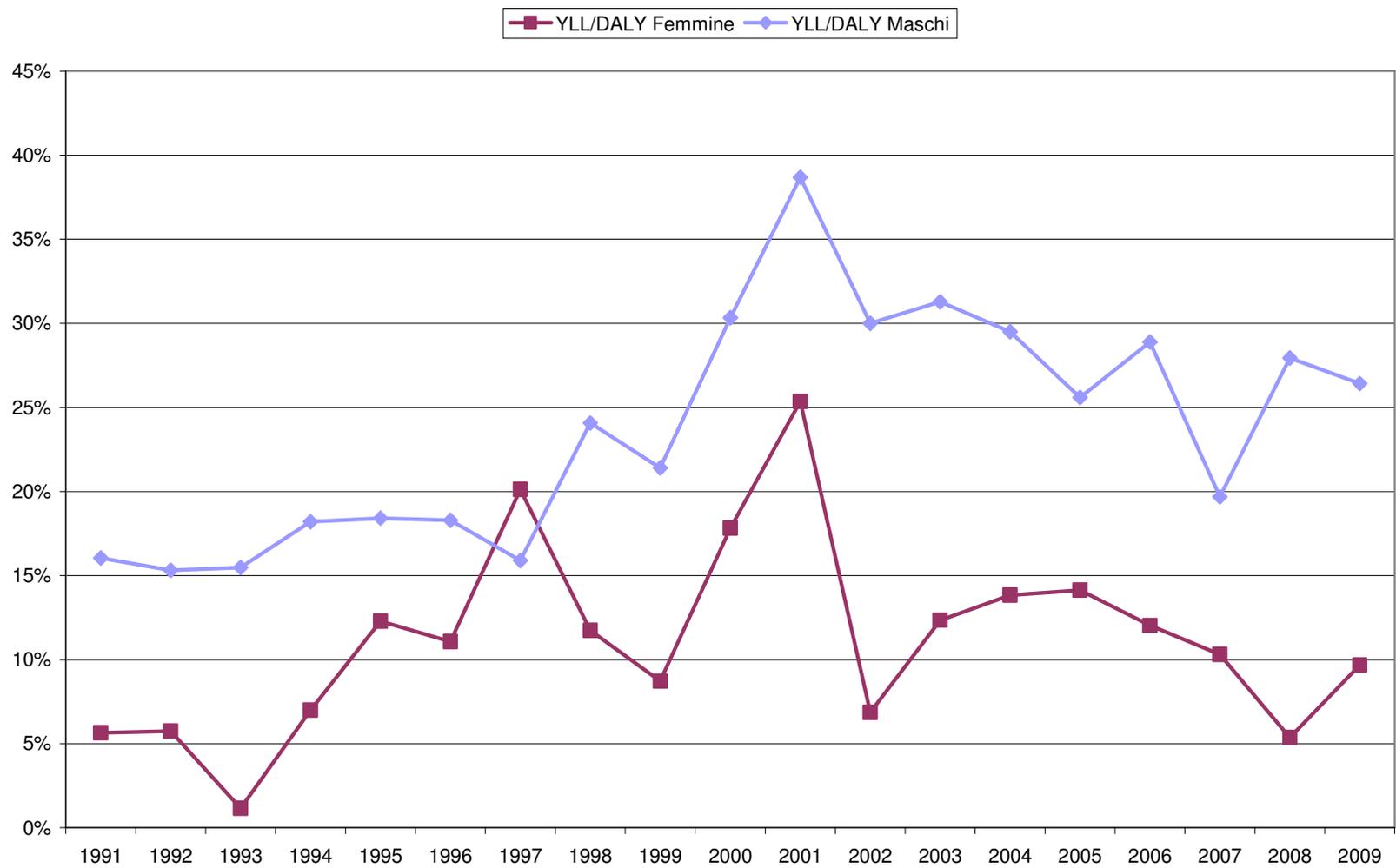
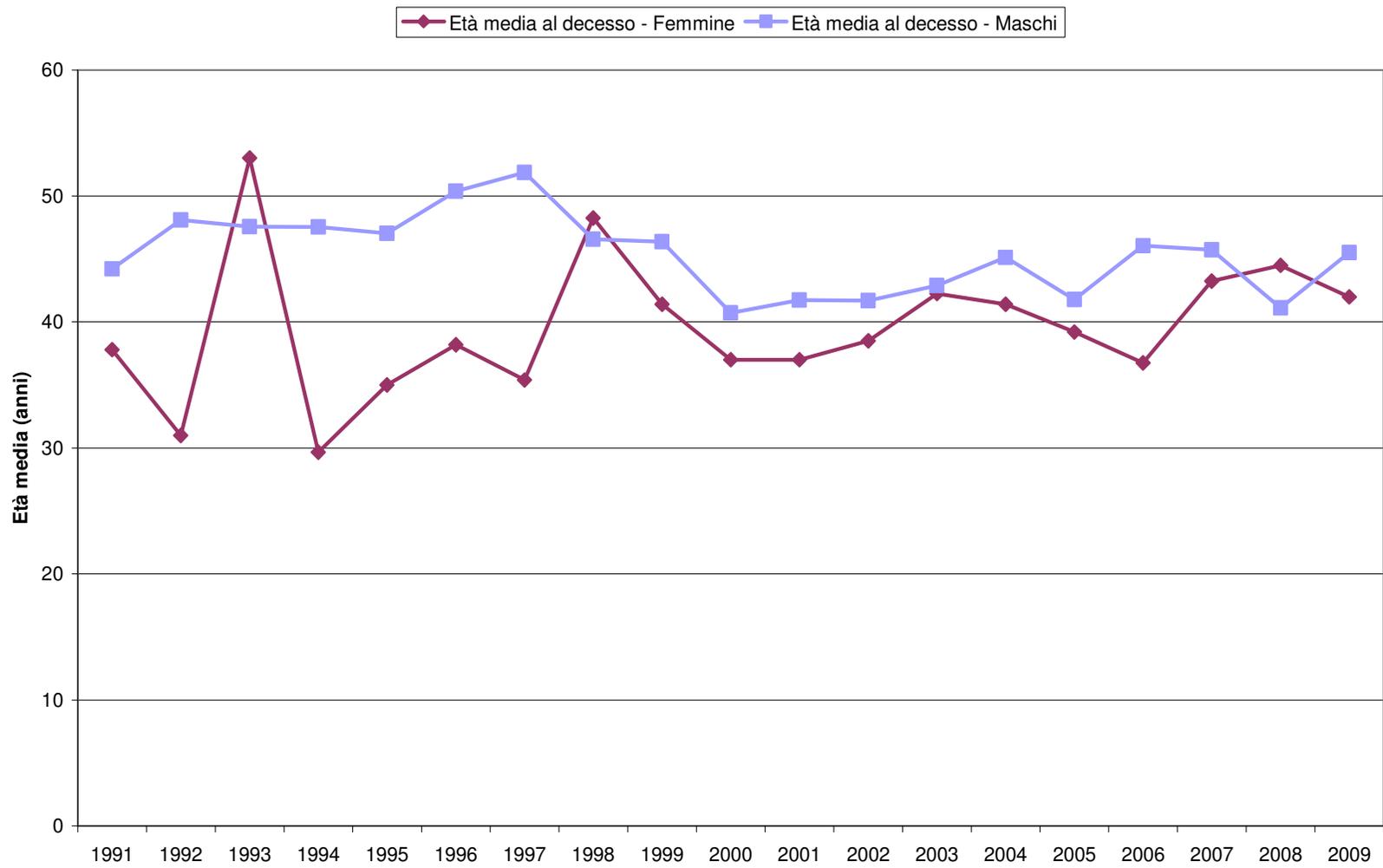


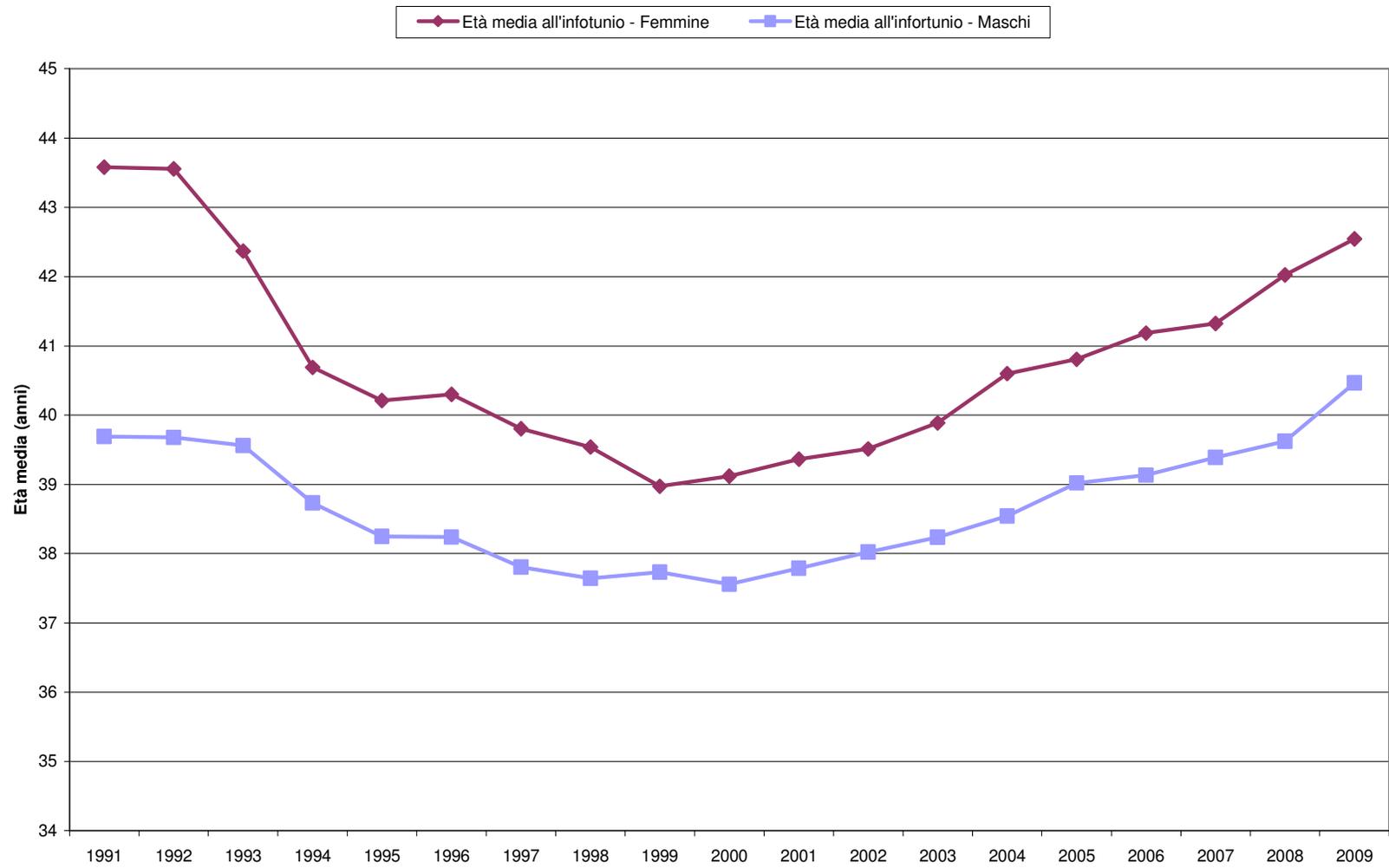
Figura 14: Serie dei numeri indice dei DALYs, base 1991.



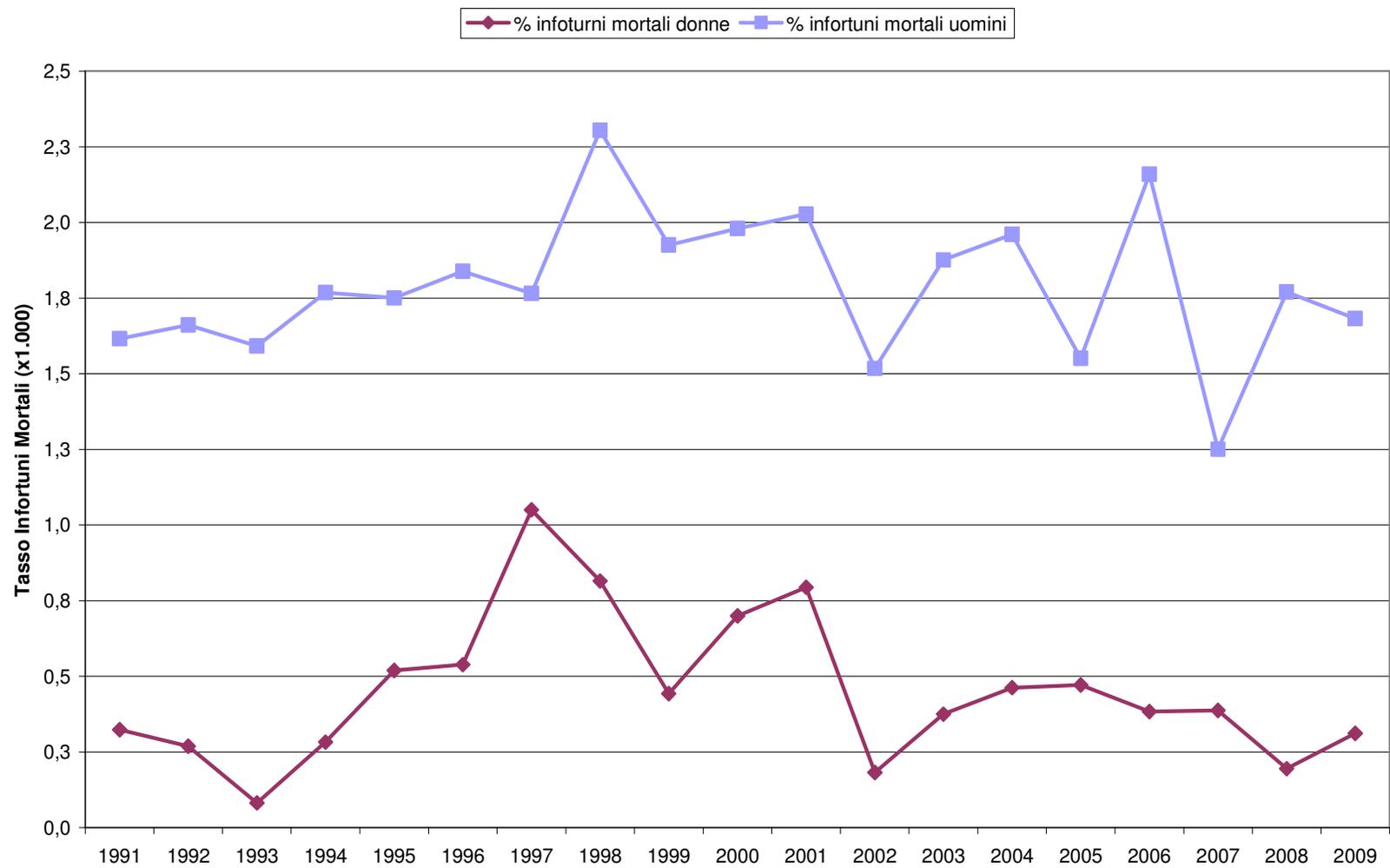
**Figura 15: Rapporto percentuale fra la componente YLLs e i DALYs per i lavoratori toscani.
Periodo 1991-2009.**



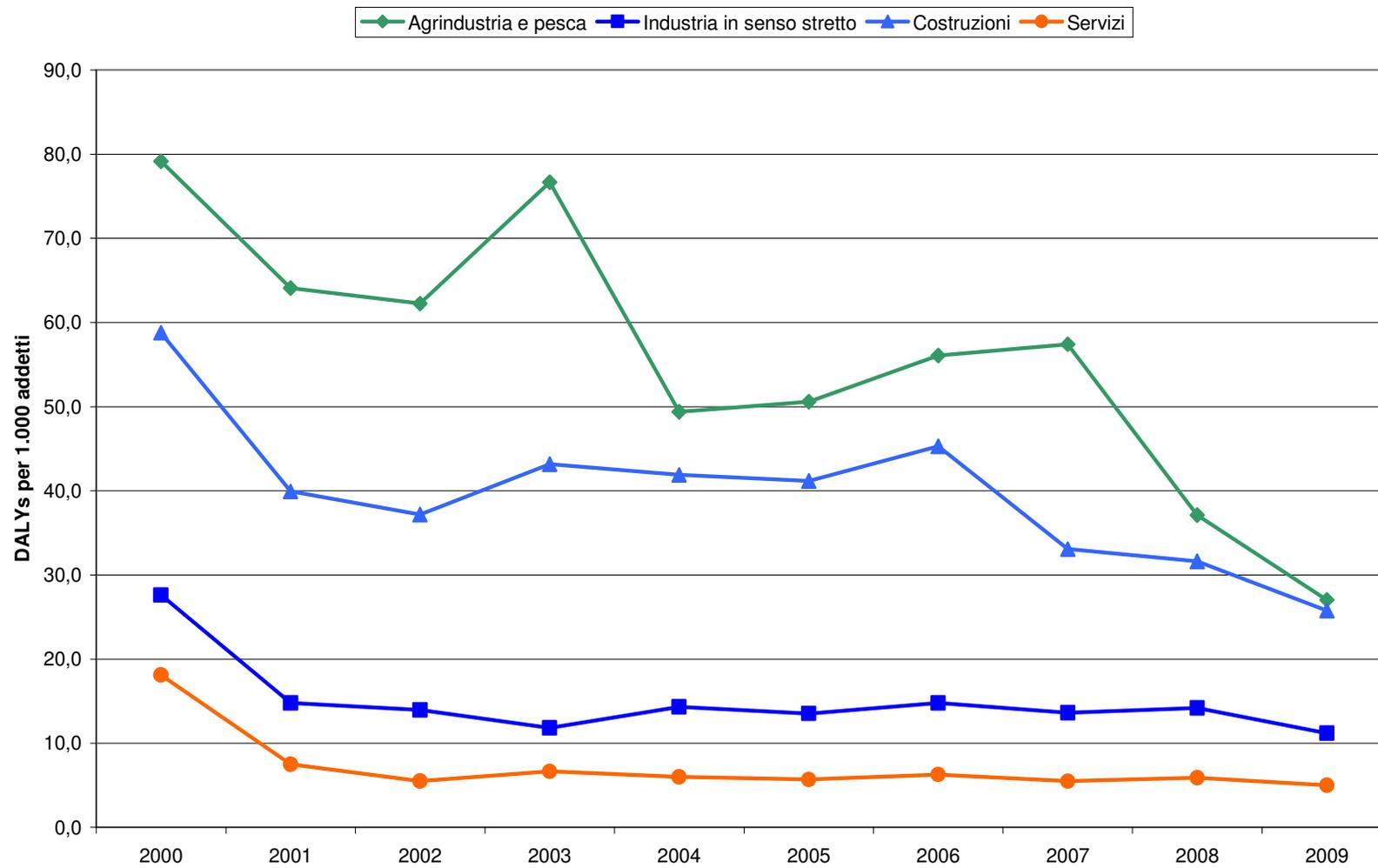
**Figura 16: Età media al decesso causato da infortunio per i lavoratori toscani.
Periodo 1991-2009.**



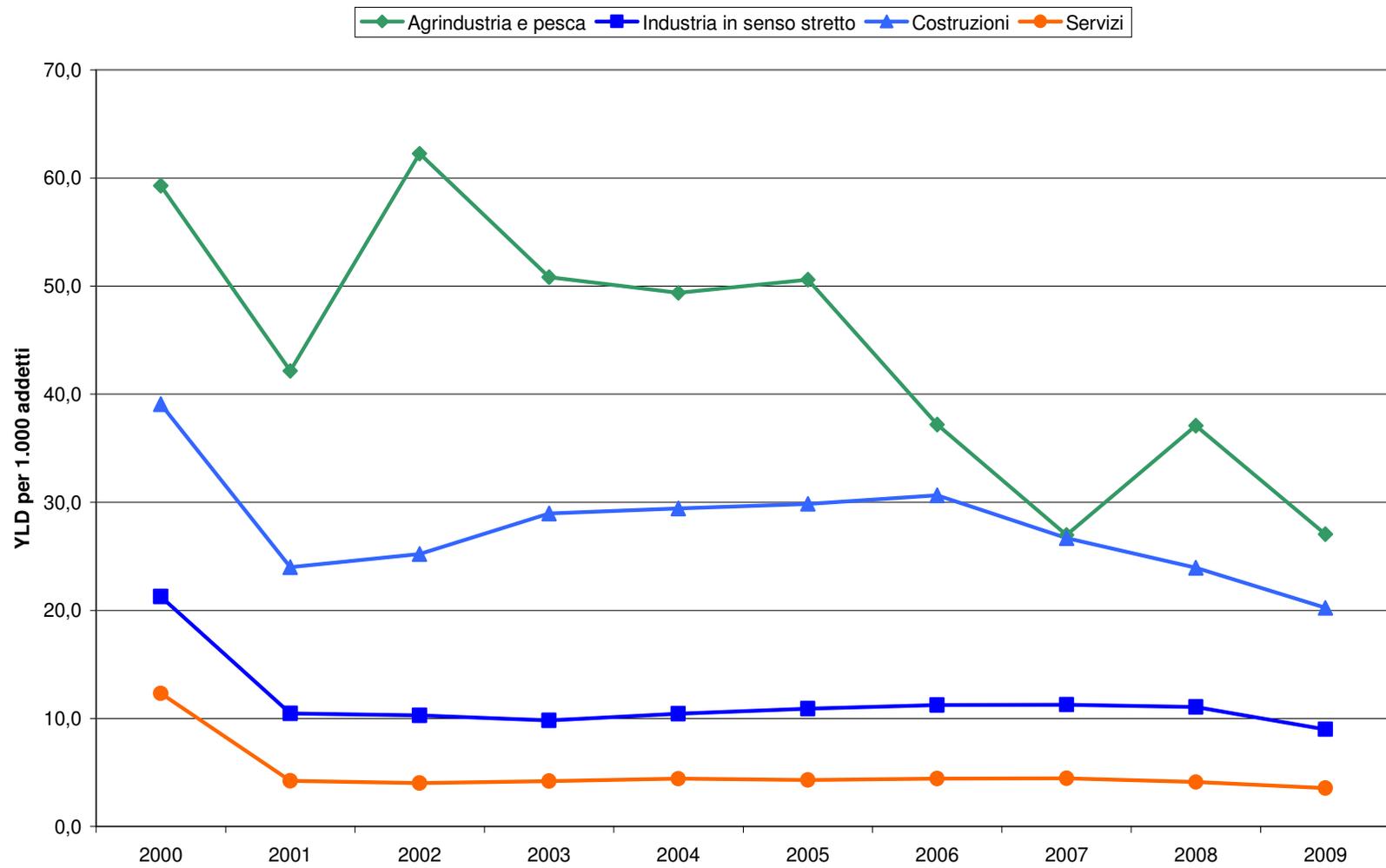
**Figura 17: Età media all'infotunio non mortale per i lavoratori toscani.
Periodo 1991-2009.**



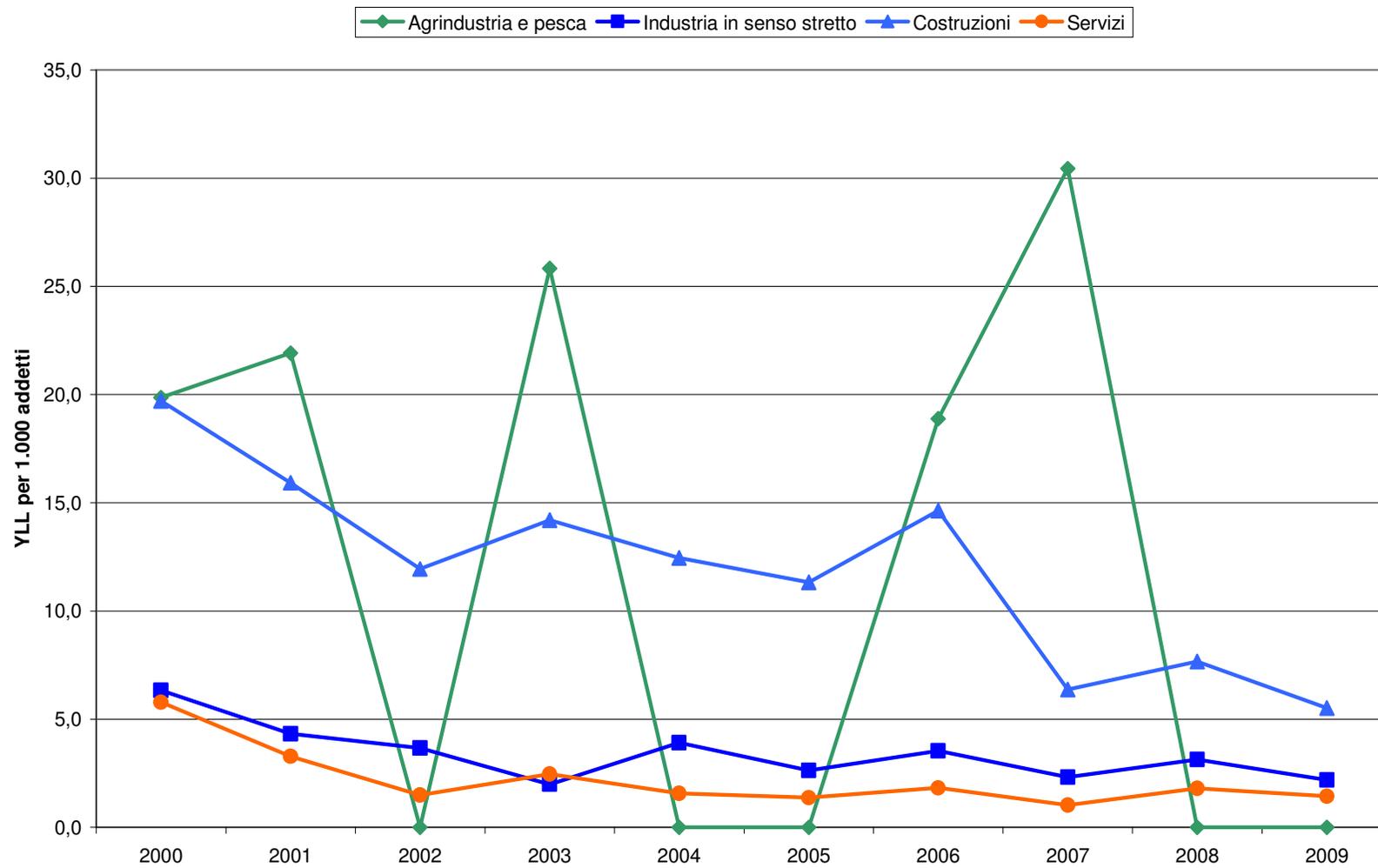
**Figura 18: Tasso di infortunio mortale x1.000 infoturni per i lavoratori toscani.
Periodo 1991-2009.**



**Figura 19: DALYs per 1.000 addetti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi.
Periodo 2000-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.**



**Figura 20: YLDs per 1.000 addetti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi.
Periodo 2000-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.**



**Figura 21: YLLs per 1.000 addetti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi.
Periodo 2000-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.**

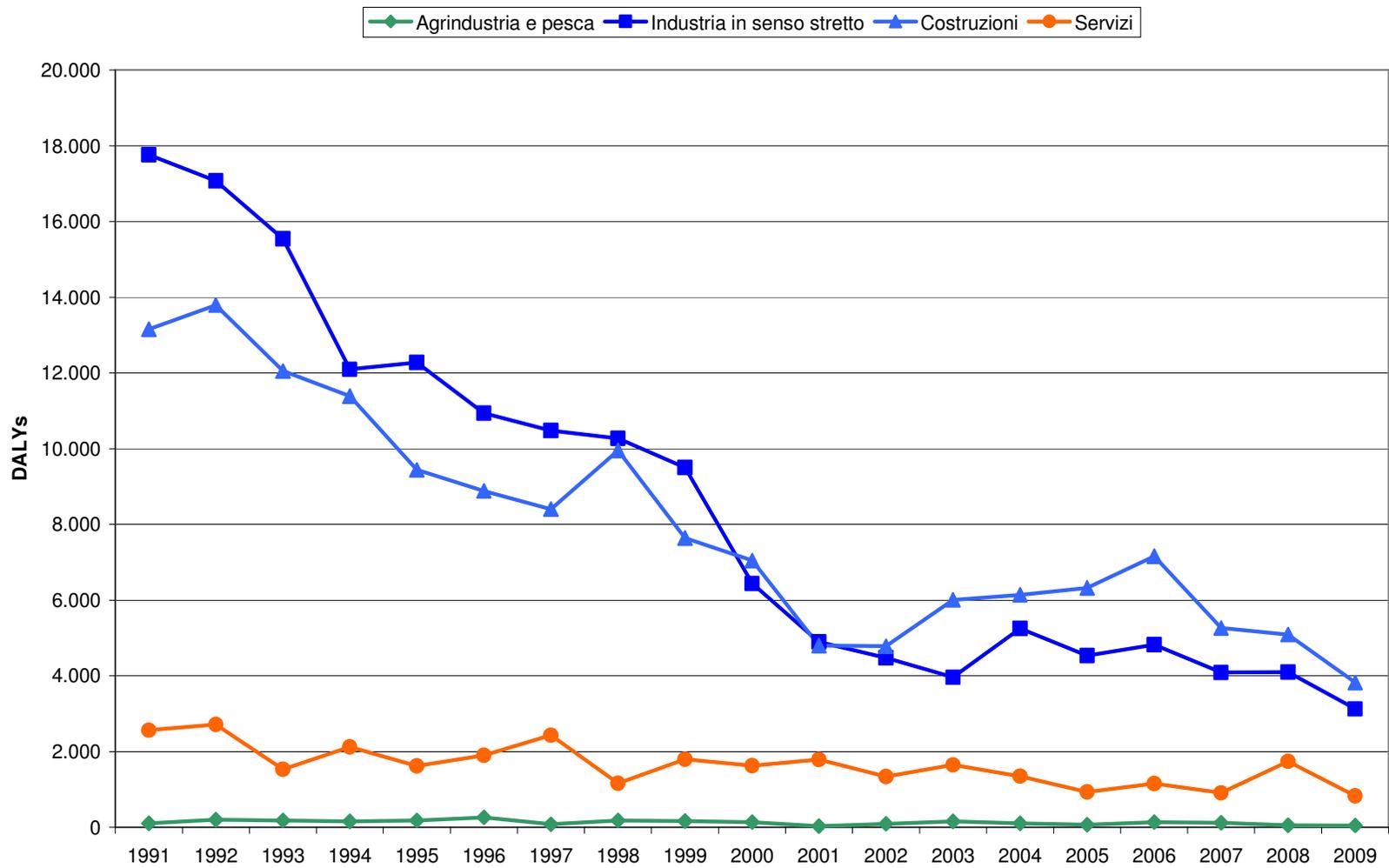


Figura 22: DALYs assoluti per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi aggregati per le sole voci di tariffa confrontabili nell'intero periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.

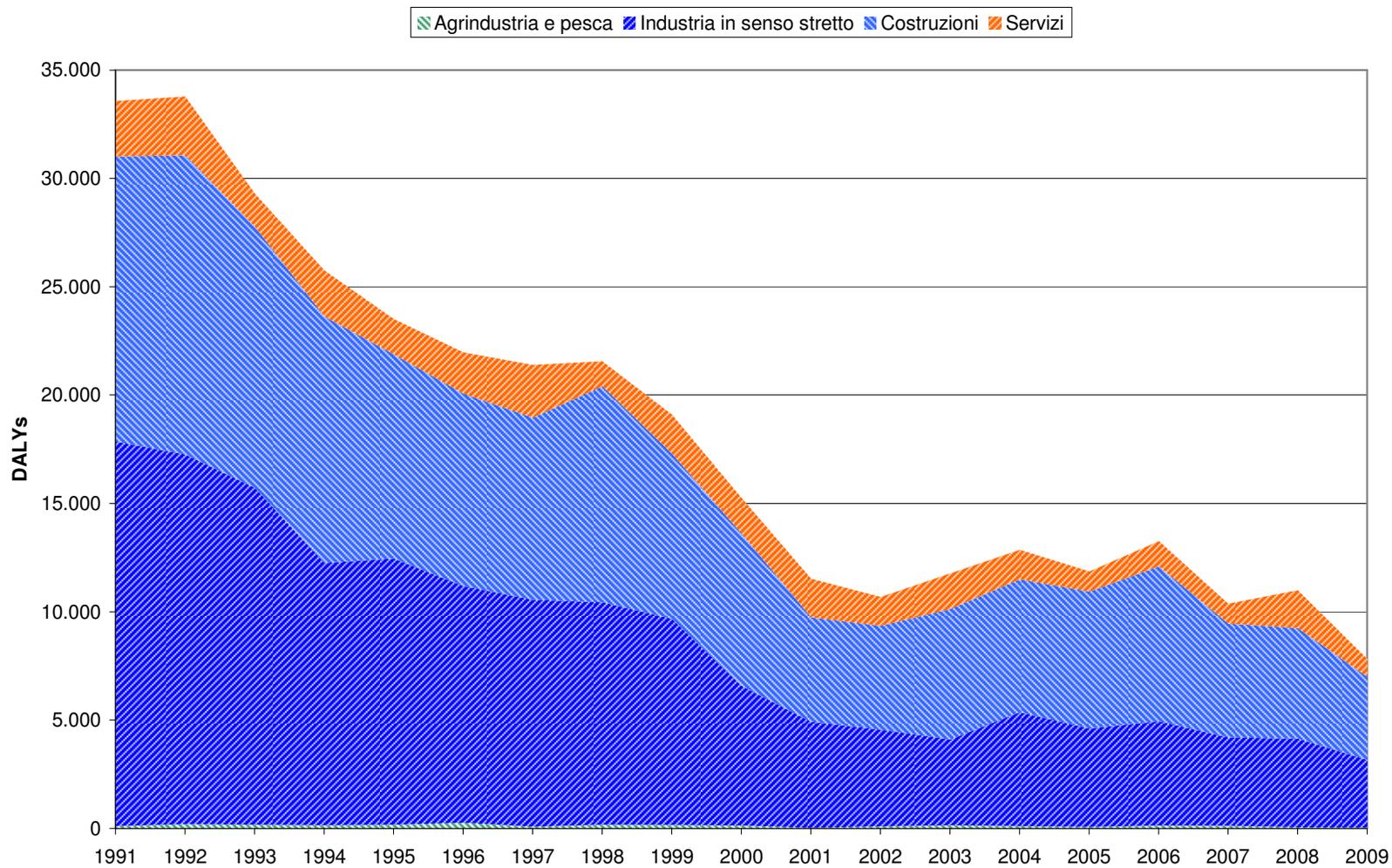


Figura 23: DALYs assoluti cumulati per i comparti Agrindustria e pesca, Industria in senso stretto, Costruzioni e Servizi aggregati per le sole voci di tariffa confrontabili nell'intero periodo 1991-2009. Valori calcolati senza sconto e senza ponderazione per età.

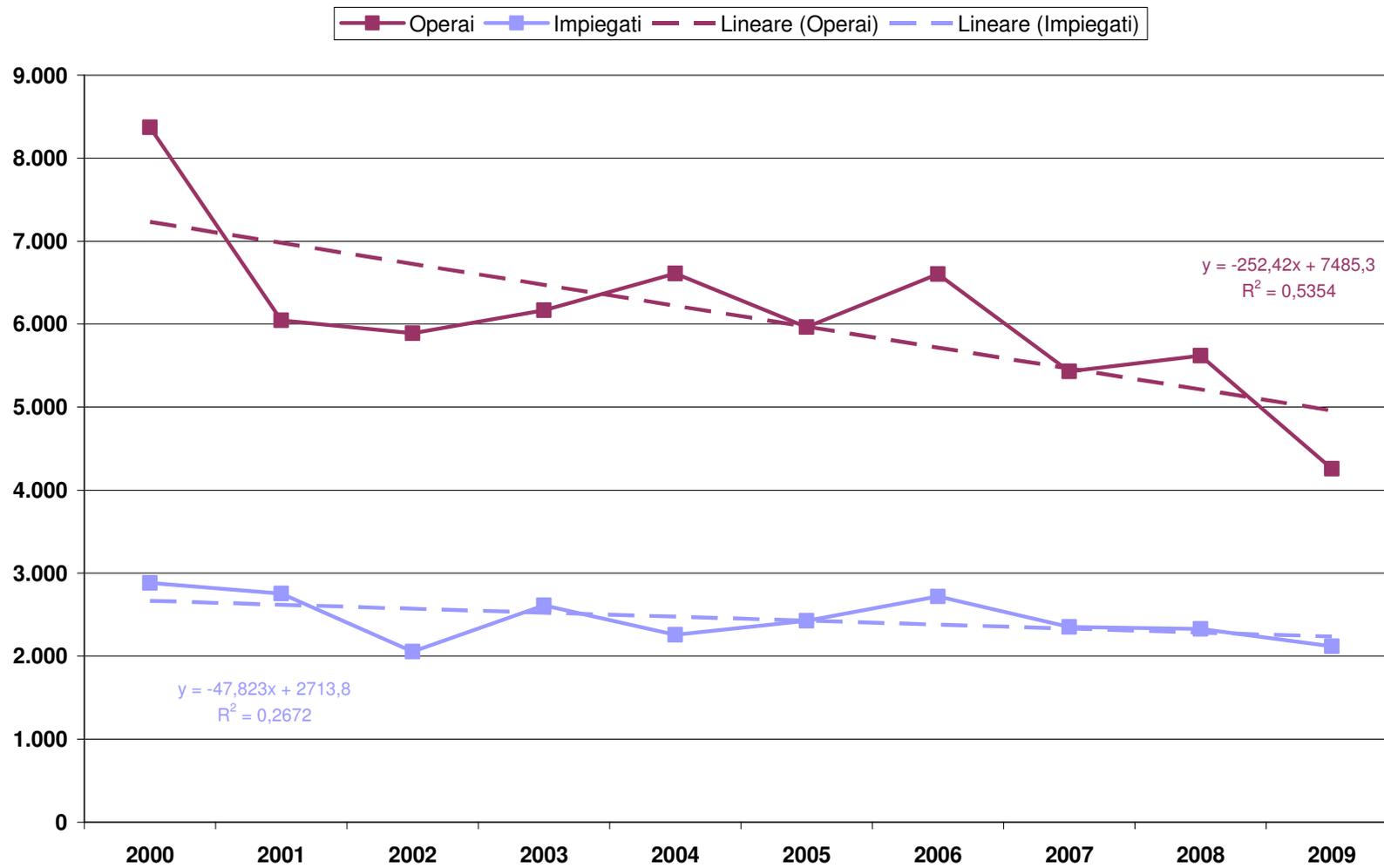


Figura 24: DALYs assoluti per gli operai e gli impiegati toscani. Periodo 2000-2009.

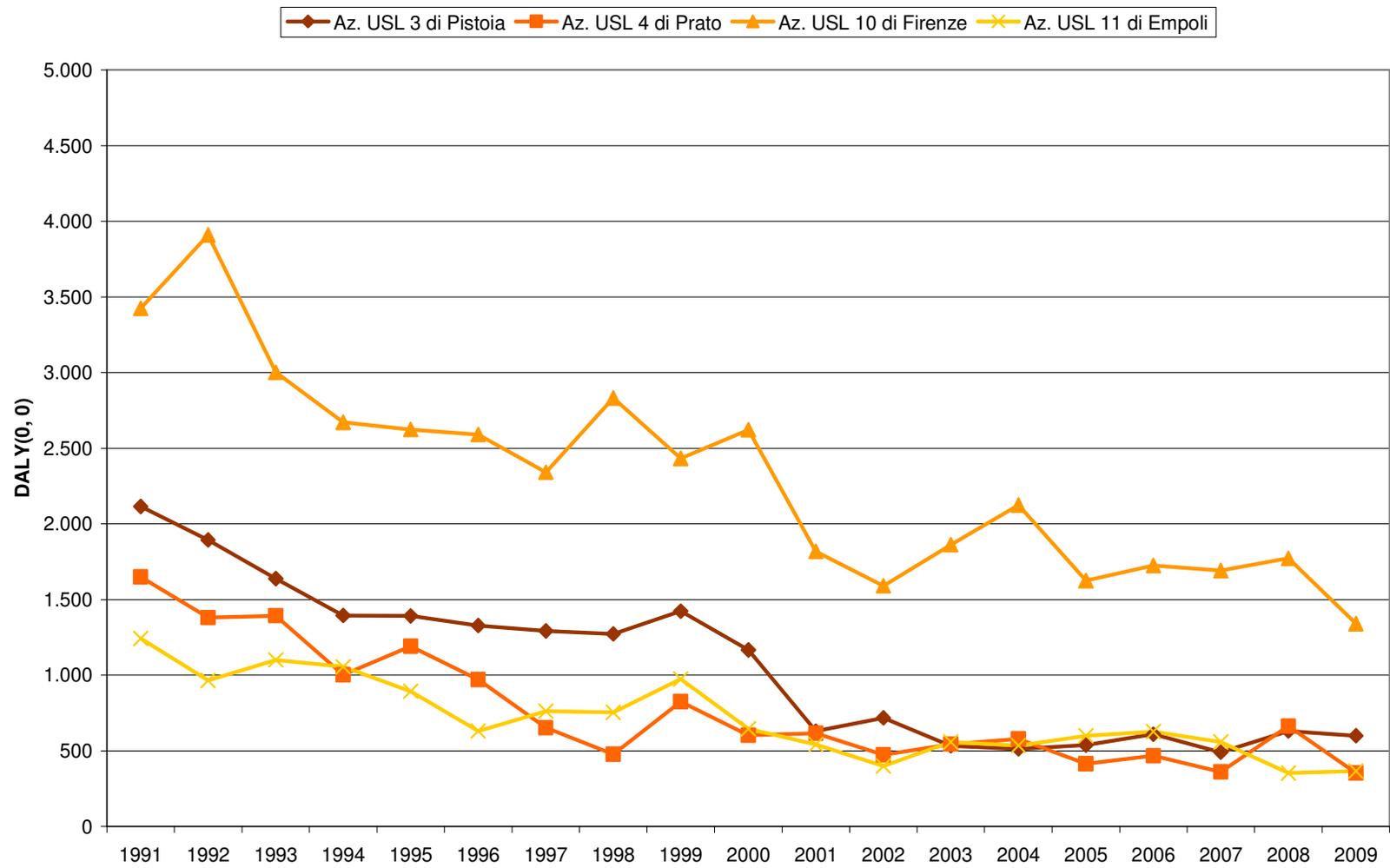


Figura 25: Andamento temporale dei DALYs per le aziende dell'Area Vasta Centro.

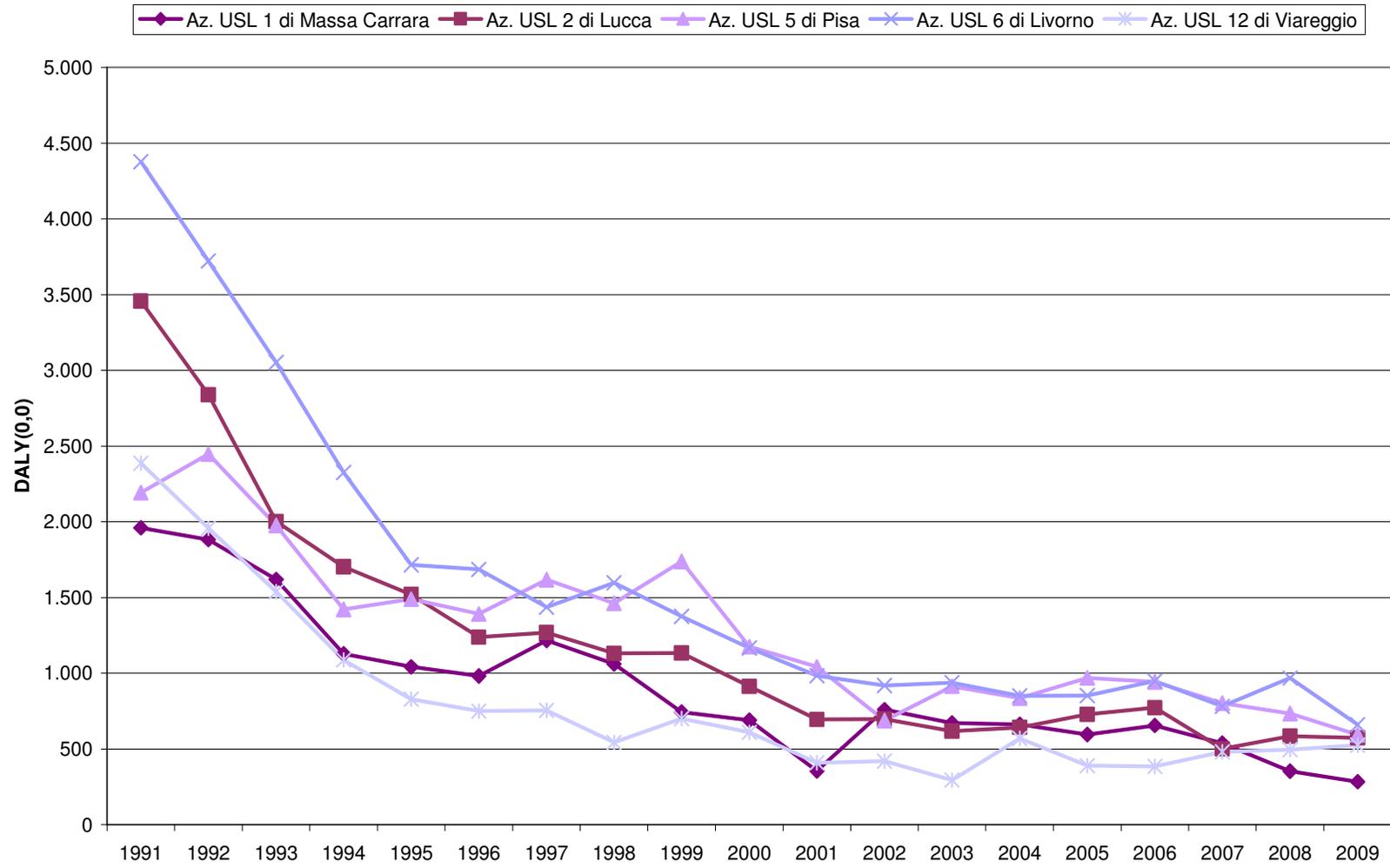


Figura 26: Andamento temporale dei DALYs per le aziende dell'Area Vasta Nord Ovest.

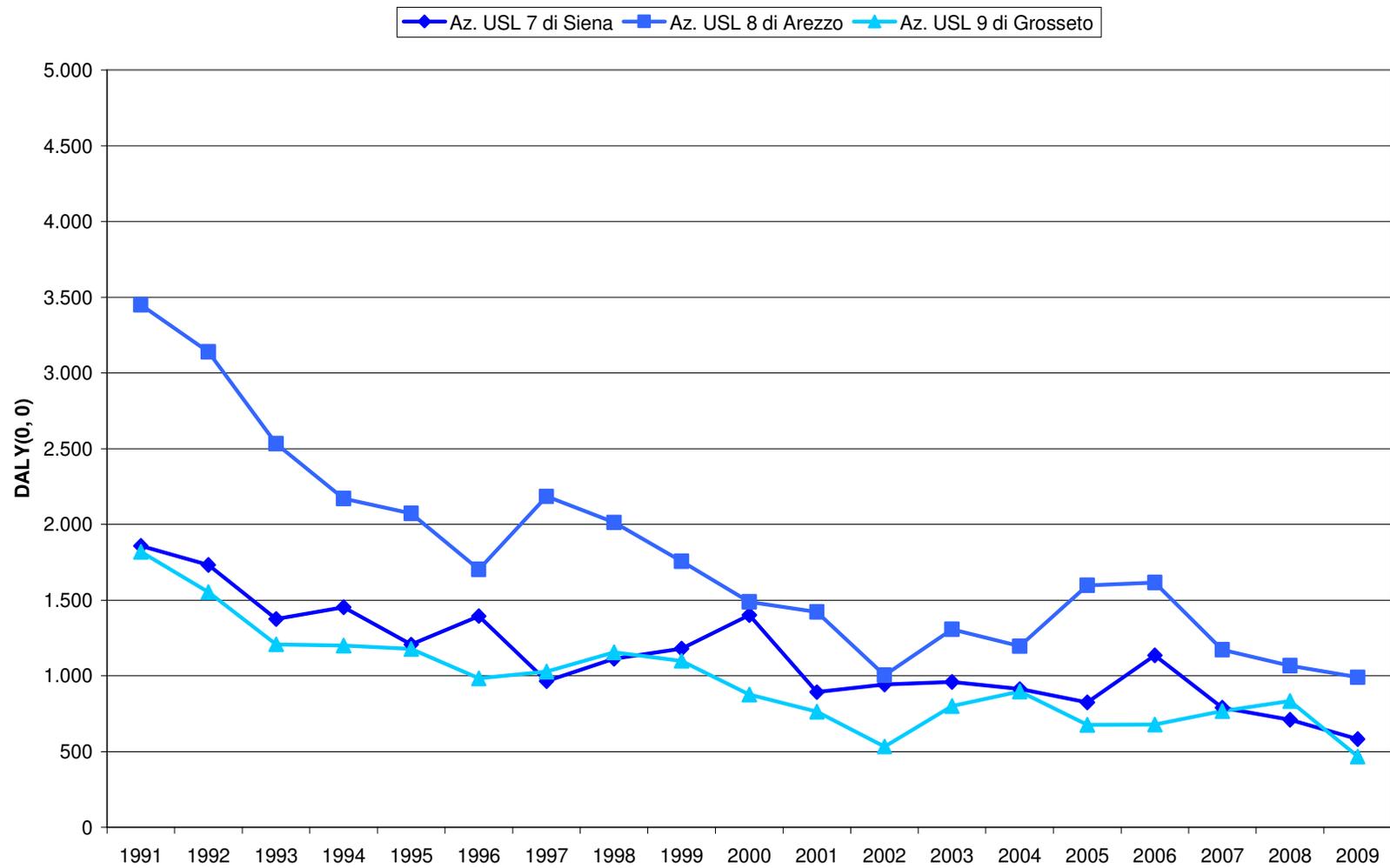


Figura 27: Andamento temporale dei DALYs per le aziende della Area Vasta Sud Est.

Tabella 4: Categorie d'infortunio più frequenti in Toscana nel periodo 2000-2009 e relativo BOI.

Nature	Body part	Number of injuries	YLD (0,0)	YLL (0,0)	DALY(0,0)	DALY (3,0)
Open wound	Hand, hand fingers	70260	4951,91	33,86	4985,77	2999,52
Contusion	Hand, hand fingers	32619	1548,91	0,00	1548,91	967,67
Dislocation, strain	Ankle, foot bones	29894	2186,77	0,00	2186,77	1361,58
Contusion	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	27829	2138,36	57,46	2195,81	1385,16
Dislocation, strain	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	23581	5329,18	0,00	5329,18	3199,88
Dislocation, strain	Vertebral column	22259	1478,64	70,80	1549,44	949,89
Contusion	Ankle, foot bones	17209	639,17	0,00	639,17	411,46
Fracture	Hand, hand fingers	16896	4431,58	0,00	4431,58	2625,07
Contusion	Arm, forearm, elbow, wristle	15171	992,08	0,00	992,08	632,38
Contusion	Skull	12008	2805,09	2090,75	4895,84	2904,29
Fracture	Ankle, foot bones	11531	4994,05	48,53	5042,58	3055,57
Dislocation, strain	Arm, forearm, elbow, wristle	10932	1093,32	21,81	1115,13	710,40
Contusion	Rib or sternum	10336	411,46	572,78	984,24	606,99
Contusion	Clavicle, scapula or homerus	10106	1600,85	28,19	1629,04	1073,18
Foreign bodies	Eye, ear	9947	473,57	0,00	473,57	285,93
Open wound	Arm, forearm, elbow, wristle	9525	956,07	0,00	956,07	559,24
Contusion	Vertebral column	9037	698,62	82,79	781,40	490,95
Dislocation, strain	Clavicle, scapula or homerus	8825	2144,22	0,00	2144,22	1357,83
Open wound	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	8450	505,62	115,19	620,81	374,39
Fracture	Arm, forearm, elbow, wristle	8196	7219,00	26,32	7245,32	4371,12
Open wound	Skull	8165	380,87	525,33	906,20	539,23
Strain injury	Vertebral column	7847	312,48	0,00	312,48	200,63
Dislocation, strain	Hand, hand fingers	7804	689,85	0,00	689,85	421,21
Open wound	Face	7601	594,97	0,00	594,97	345,98
Fracture	Rib or sternum	6580	1331,81	1433,55	2765,36	1701,13
Open wound	Eye, ear	5084	1227,90	0,00	1227,90	709,00
Dislocation, strain	Neck	3962	428,13	82,39	510,52	306,08
Contusion	Face	3811	311,35	0,00	311,35	185,63
Fracture	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	3691	5871,50	567,87	6439,37	3858,06
Contusion	Eye, ear	3184	632,72	0,00	632,72	381,04

Tabella 5: Categorie d'infortunio accaduti in Toscana nel periodo 2000-2009 ordinate secondo il BOI.

Nature	Body part	Number of injuries	YLD (0,0)	YLL (0,0)	DALY(0,0)	DALY (3,0)
Fracture	Skull	536	985,18	9093,86	10079,04	5699,13
Fracture	Arm, forearm, elbow, wristle	8196	7219,00	26,32	7245,32	4371,12
Fracture	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	3691	5871,50	567,87	6439,37	3858,06
Dislocation, strain	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	23581	5329,18	0,00	5329,18	3199,88
Fracture	Ankle, foot bones	11531	4994,05	48,53	5042,58	3055,57
Open wound	Hand, hand fingers	70260	4951,91	33,86	4985,77	2999,52
Contusion	Skull	12008	2805,09	2090,75	4895,84	2904,29
Fracture	Hand, hand fingers	16896	4431,58	0,00	4431,58	2625,07
Fracture	Vertebral column	2077	2862,86	412,40	3275,25	1949,47
Anatomical loss	Hand, hand fingers	2500	2697,76	105,01	2802,77	1609,23
Fracture	Rib or sternum	6580	1331,81	1433,55	2765,36	1701,13
Contusion	Organs	1295	352,49	1884,19	2236,68	1290,49
Contusion	Pelvis, Femur, Patella, tibia or fibula	27829	2138,36	57,46	2195,81	1385,16
Dislocation, strain	Ankle, foot bones	29894	2186,77	0,00	2186,77	1361,58
Dislocation, strain	Clavicle, scapula or homerus	8825	2144,22	0,00	2144,22	1357,83
Contusion	Clavicle, scapula or homerus	10106	1600,85	28,19	1629,04	1073,18
Dislocation, strain	Vertebral column	22259	1478,64	70,80	1549,44	949,89
Contusion	Hand, hand fingers	32619	1548,91	0,00	1548,91	967,67
Fracture	Clavicle, scapula or homerus	1530	1325,55	112,94	1438,49	881,44
Fracture	Vertebral column + spinal cord	539	1006,99	230,41	1237,40	739,58
Open wound	Eye, ear	5084	1227,90	0,00	1227,90	709,00
Dislocation, strain	Arm, forearm, elbow, wristle	10932	1093,32	21,81	1115,13	710,40
Fracture	Face bones	1897	1038,49	0,00	1038,49	604,85
Injury	Organs	492	125,20	869,34	994,54	588,03
Contusion	Arm, forearm, elbow, wristle	15171	992,08	0,00	992,08	632,38
Contusion	Rib or sternum	10336	411,46	572,78	984,24	606,99
Open wound	Arm, forearm, elbow, wristle	9525	956,07	0,00	956,07	559,24
Open wound	Skull	8165	380,87	525,33	906,20	539,23
Contusion	Vertebral column	9037	698,62	82,79	781,40	490,95
Fracture	Organs	52	50,01	722,01	772,02	470,64

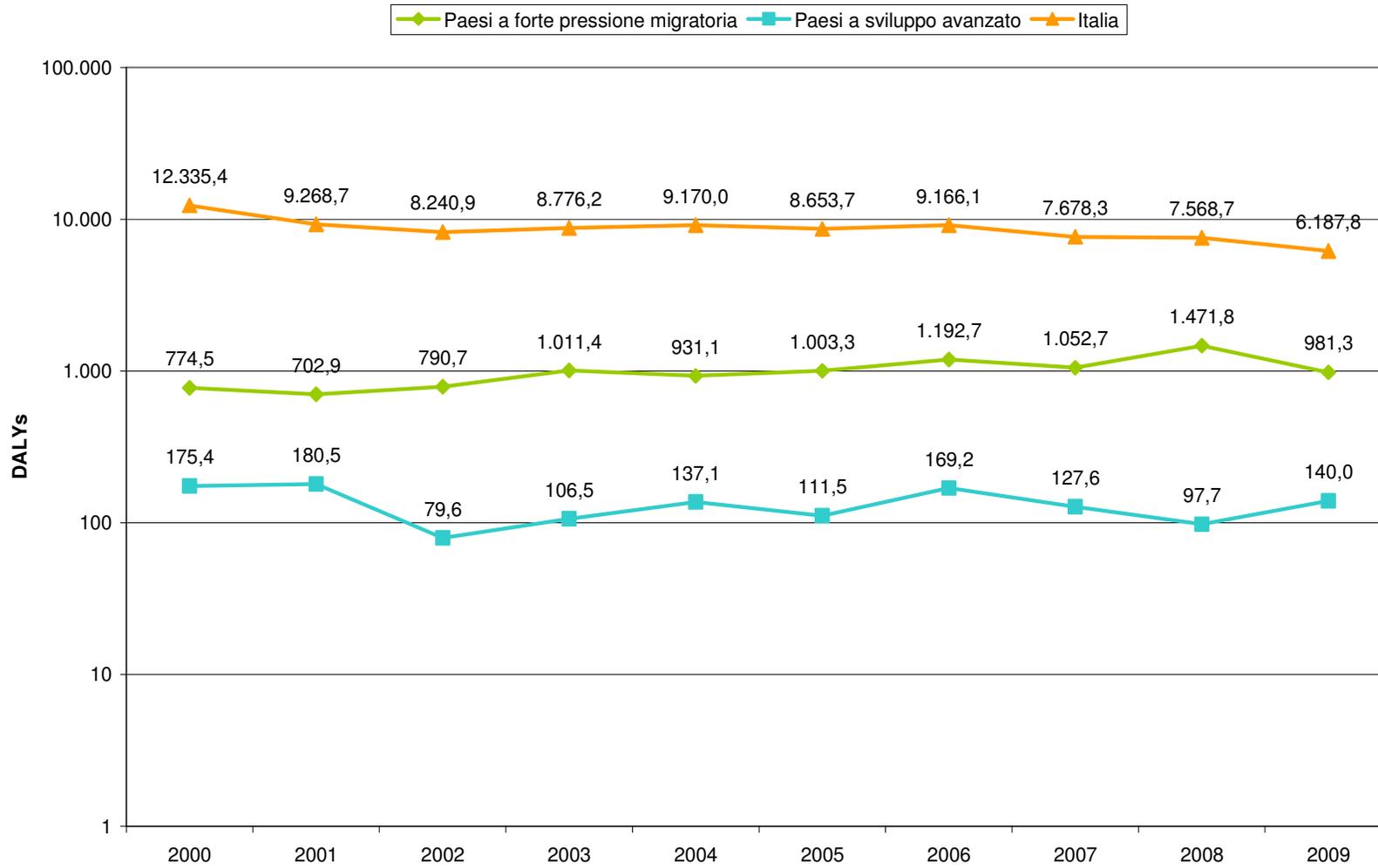


Figura 28: DALYs assoluti secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.

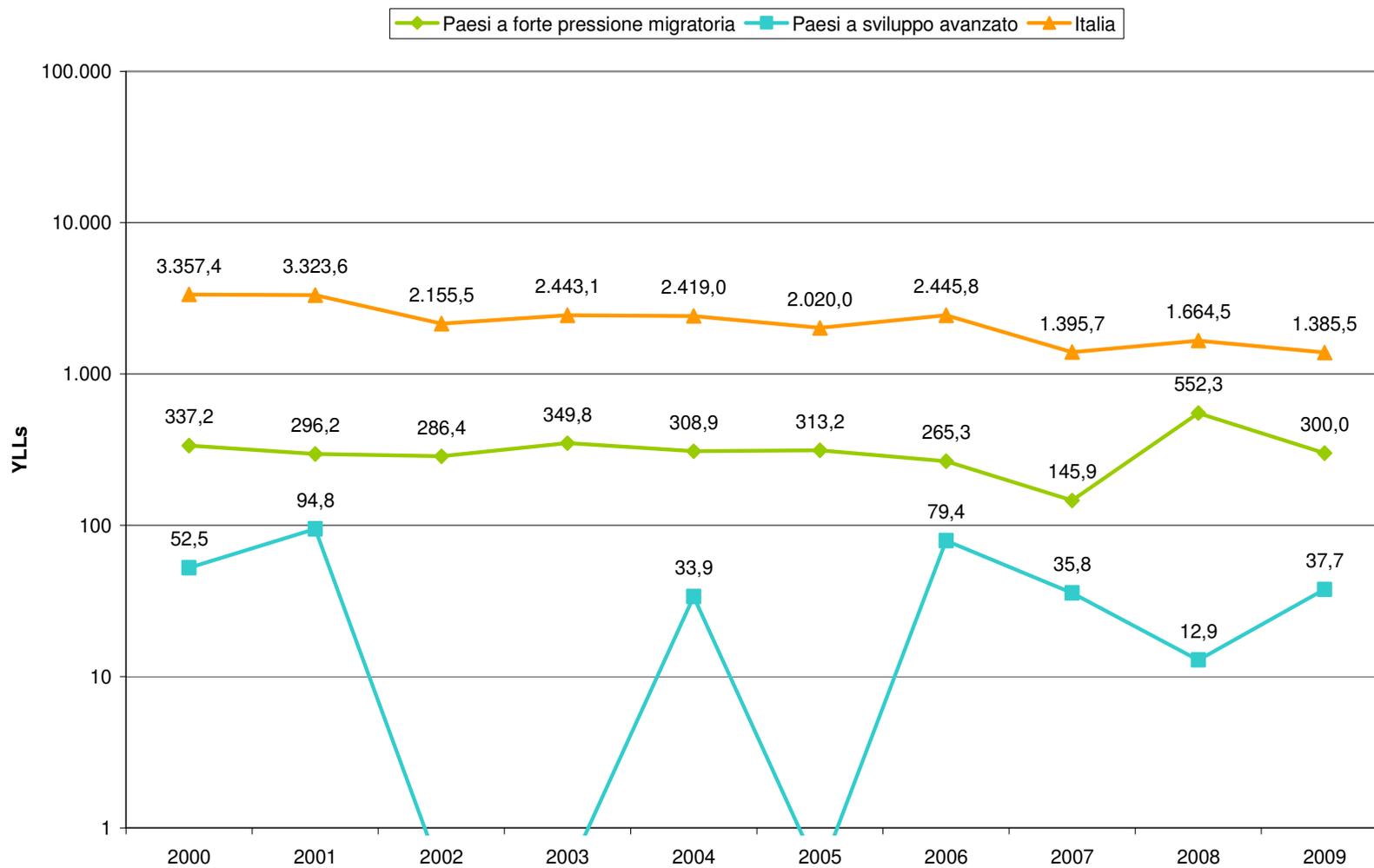


Figura 29: YLLs assoluti secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.

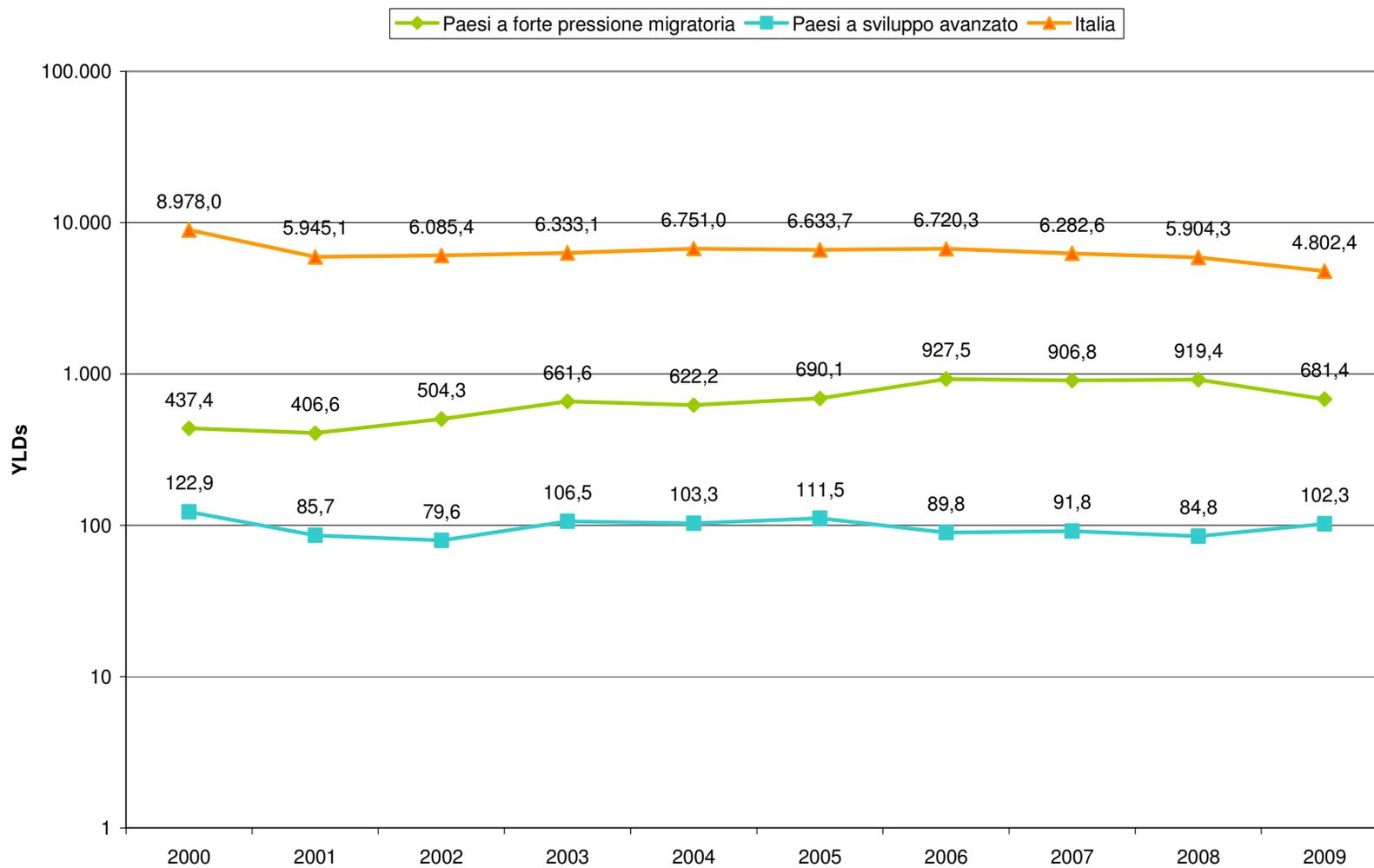


Figura 30: YLDs assoluti secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.

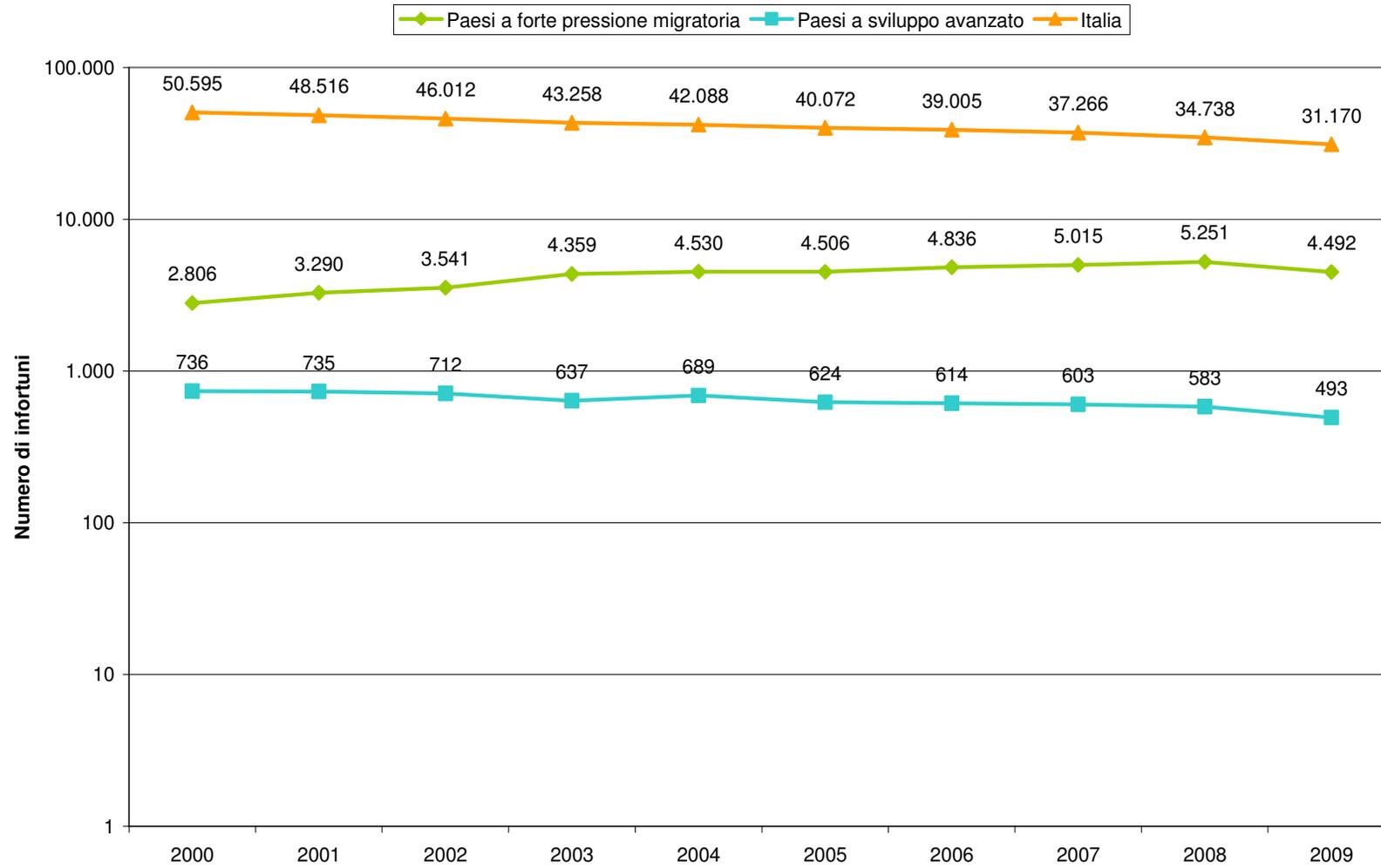


Figura 31: Numero di infortuni secondo l'origine dei lavoratori. Periodo 2000-2009.

Tabella 6: Distribuzione dei DALYs secondo la nazione, per le nazioni gravate dal maggior numero d'infortuni

	N. Infortuni	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Totale
Albania	11.326	285,2	246,2	278,8	460,7	214,3	270,2	383,8	208,6	381,9	209,4	2939,2
Romania	5.542	29,3	77,5	83,8	131,4	129,9	253,2	226,2	208,1	474,2	284,8	1898,4
Marocco	6.855	178,9	41,1	236,2	110,4	200,8	117,4	137,0	213,5	185,2	149,3	1569,9
Germania	1.538	31,2	117,0	11,5	32,2	58,2	33,3	51,5	23,2	17,9	25,4	401,5
Tunisia	1.868	18,6	59,6	22,4	73,6	72,5	23,0	43,8	31,9	23,6	18,1	387,0
Senegal	2.436	23,3	20,1	34,9	42,0	64,9	23,5	32,0	55,0	17,3	28,6	341,7
Svizzera	1.618	37,0	21,2	24,1	27,3	20,0	28,0	22,4	18,6	22,0	68,7	289,6
Macedonia	1.253	19,5	25,3	8,7	26,3	18,0	33,6	37,3	64,2	31,5	23,0	287,4
Francia	1.212	77,2	15,4	15,6	8,0	23,4	13,8	61,8	14,9	33,5	11,6	275,2
Polonia	1.099	15,1	4,5	8,0	12,7	15,6	19,2	72,8	32,8	16,3	13,5	210,5

**Tabella 7: BOI totale nel periodo 2000-2009 dei lavoratori immigrati
secondo il settore di attività e la nazione di origine.**

Employment Sector	Nationality	DALY (0,0)
Construction	Albania	1.281,3
Construction	Romania	544,5
Construction	Morocco	429,1
Transport	Romania	285,6
Construction	Tunisia	170,3
Construction	Ex Yugoslavia	168,4
Agricultural machinery manufacturing	Albania	136,8
Textile industry	Albania	135,0
Construction of urban pipelines	Albania	130,4
Services	Romania	127,1

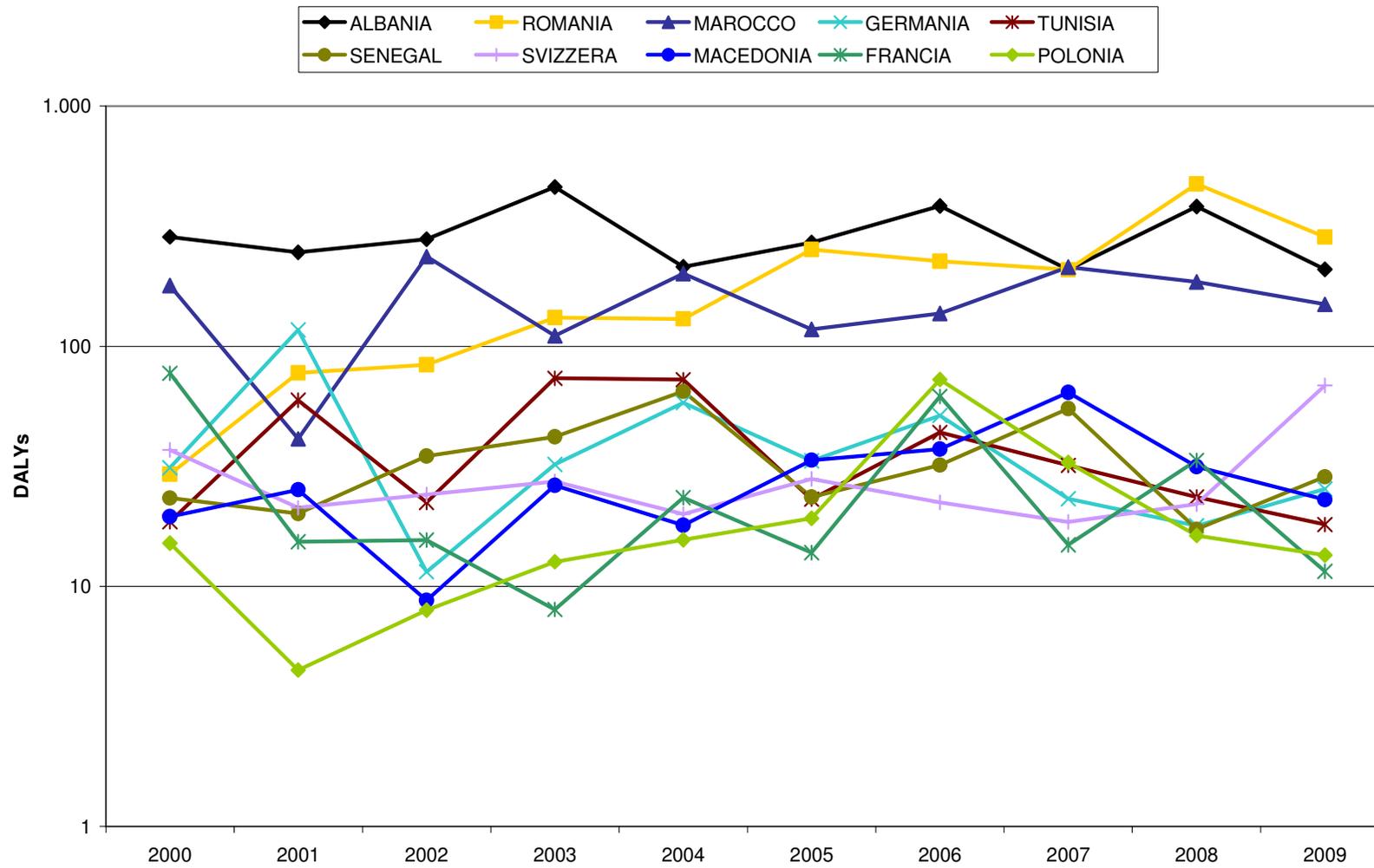


Figura 32: DALYs da infortuni sul lavoro secondo la nazionalità. Periodo 2000-2009.