

Sezione Speciale: RI.SELV.ITALIA

(Guest Editor: M. Bianchi)

Il metodo OWAS. Prime applicazioni nella valutazione del rischio di patologie muscolo-scheletriche nel settore forestale in Italia

Zanuttini R* ⁽¹⁾, Cielo P ⁽²⁾, Poncino D ⁽²⁾

(1) Dipartimento Agroselviter, Università degli Studi di Torino, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (Torino);

(2) ForTeA, studio associato, via Morghen 5, 10143 Torino. - *Corresponding author: roberto.zanuttini@unito.it

Abstract: *The OWAS Method. Preliminary Results For the Evaluation of the Risk of Work-related Musculo Skeletal Disorders (WMSD) in the Forestry Sector in Italy.* The article examines the OWAS method (Ovako Working-postures Analysis System) and its use for the evaluation of the risk of WMSD. In particular, a derived application has been validated in some case studies concerning forest harvesting both in mountain environment (silvicultural interventions in coniferous stands) and in flatland yards (final cut in poplar plantations). The variant of the method allows to attribute a specific class of risk to the postures assumed during the job and to calculate the relevant index of risk on the bases of the time frequency (by a multi-moment time study). The above index is expressed as a weighted value that ranges from 100 to 400 and the value obtained corresponds to a proportional level of risk and a consequent interventions to be implemented. Yards related to harvesting in coniferous stand have highlight an higher level of risk compared to those of poplar, with an average value of the OWAS index that respectively reached 191 and 140. In the first case the more critical operational phase was the on-site processing, while the slope and the morphology of the site have considerably influenced the assumption of inadequate postures by workers. In the yards of poplar the phases connected to the mayor risk were instead the falling operation followed by the logs measurement. The application of the OWAS method as it is proposed in this study, enables to acquire both ergonomic and yield information and to asses data in terms of working activity, job phase or single operator. It appears therefore a valid tool for the evaluation of the examined risk and could be usefully diffuse, like already happens in other countries, as an alternative or as a mean of comparison to other reference methods that register some problems of application in the forestry activities.

Keywords: Risk assessment, Owas method, Forestry yards, Poplar harvesting, Musculo - skeletal disorders.

Received: Mar 30, 2005 - Accepted: Apr 15, 2005

Citation: Zanuttini R, Cielo P, Poncino D, 2005. Il metodo OWAS. Prime applicazioni nella valutazione del rischio di patologie muscolo-scheletriche nel settore forestale in Italia. *Forest@ 2 (2): 242-255.* [online] URL: <http://www.sisef.it/>

Introduzione

Le patologie muscolo-scheletriche (individuate anche con l'acronimo WMSD dall'inglese *Work related Musculo Skeletal Disorders*) rivestono notevole importanza nell'ambito delle malattie professionali ed interessano molti settori produttivi. Esse derivano da danni muscolari o articolari conseguenti ad eventi traumatici, a prolungato sovraccarico dell'apparato ostemuscolometrico o a microtraumi ripetuti nel

tempo (Occhipinti & Colombini 1996).

Pur essendo presenti in vari ambiti produttivi compiti o mansioni ad elevato rischio di patologie muscoloscheletriche, tali danni sono in particolare rilevanti nei settori in cui la forza muscolare umana è tuttora impiegata per svolgere azioni di sostegno o movimentazione manuale di carichi o dove le particolari condizioni operative impongono il mantenimento di posture faticose, quali l'edilizia, l'agricoltu-

ra e la forestazione.

Il presente lavoro intende fornire un contributo per la valutazione del rischio in oggetto, la cui prevenzione riveste una particolare importanza, considerato che le patologie ad esso connesse, pur avendo per lo più un decorso subclinico che sfugge alle statistiche ufficiali, possono compromettere la salute degli operatori e limitarne la capacità lavorativa e la qualità della vita.

In letteratura sono noti numerosi metodi per la valutazione di questo tipo di rischio, fra i quali i più apprezzati sono quelli di analisi posturale (Li & Buckle 1999). In questo contesto, il metodo OWAS (*Ovako Working-posture Analysis System*), ampiamente adottato all'estero ma relativamente poco conosciuto nel nostro Paese, consente di individuare all'interno di un ciclo produttivo le operazioni e/o fasi potenzialmente pericolose per il sistema muscoloscheletrico, quantificandone il livello di rischio. Si tratta di un metodo di tipo osservazionale che si è diffuso per la sua semplicità in termini di rilevamento ed elaborazione dati, e che si mostra particolarmente idoneo per la valutazione dei rischi in attività in cui vengono svolte mansioni che richiedono uno sforzo fisico rilevante.

Nel caso specifico si è inteso valutare il metodo OWAS in due tipologie di cantieri di utilizzazione forestale, ciascuno analizzato in due ripetizioni, per un totale di quattro casi di studio. Il primo ambito di applicazione ha riguardato interventi di taglio selettivo svolti in Valle d'Aosta su popolamenti di conifere del piano montano, in condizioni ambientali di difficoltà medio-elevata. Il secondo è rappresentato da cantieri di utilizzazione in pioppeti della pianura torinese. Tale scelta è stata motivata dall'interesse a rappresentare due situazioni tipiche per il settore considerato ma fortemente differenziate fra loro in termini di contesto ambientale, tipo di lavoro e caratteristiche della manodopera.

Quadro conoscitivo generale

Le patologie muscolo-scheletriche acute e croniche possono essere originate dalle seguenti attività (Victorian Workover Authority 2000):

- l'esecuzione di uno sforzo muscolare per movimentare o sostenere un oggetto in modo ripetitivo o prolungato (ad esempio, segare manualmente un tronchetto o movimentare una carriola);
- l'assunzione ed il mantenimento di posture inadeguate in maniera reiterata e/o prolungata (ad esempio, stare seduti davanti ad un videoterminale piegando la schiena o il collo, mantenere la schiena

piegata durante la messa a dimora di piantine ecc.);

- l'esecuzione di uno sforzo muscolare elevato per sollevare, spingere, tirare un carico o per azionare un utensile pesante (ad esempio, tirare la fune di un verricello in salita, movimentare manualmente un tronco, ecc.);
- l'esposizione a vibrazioni trasmesse da macchine ed utensili (quali quelle determinate dalla motosega al segmento braccio-polso o dal sedile del trattore alla colonna vertebrale);
- la movimentazione manuale di carichi sbilanciati, durante la quale movimenti imprevisti possono provocare intense sollecitazioni al sistema muscolo-scheletrico.

Anche cadute e altre forme di perdite dell'equilibrio, quali scivolamenti o incespicamenti, particolarmente frequenti in ambito forestale, possono determinare patologie dorso-lombari a carico degli arti inferiori (Marchi et al. 1998, Ashby et al. 2001).

Numerose statistiche condotte nei Paesi di lingua tedesca hanno rilevato che mediamente tra il 30 e 40% degli addetti del settore forestale soffre di patologie della colonna vertebrale o dell'apparato locomotorio ricollegabili a prolungate e/o reiterate azioni di sollevamento di carichi o all'assunzione di posture inadeguate nell'ambito dell'attività lavorativa (Peters 1993). In Nuova Zelanda recenti studi, svolti sulla base di indagini quinquennali, riportano che in media il 20% degli incidenti nelle operazioni di utilizzazione forestale ed il 30% in quelle selvicolturali (attività di vivaio, rimboschimenti, sfolli ecc.) comportano intense sollecitazioni muscolo-scheletriche, che per un terzo interessano il rachide lombare (Ashby et al. 2001). Analoghi risultati sono stati ottenuti da indagini sui cantieri forestali del Nord e Centro Italia condotte da vari Autori (Cavalli 1995, AA.VV. 1996, AA.VV. 1998). In quest'ambito, l'uso della motosega e la movimentazione manuale del legname svolta in condizioni di equilibrio instabile, a causa della pendenza del terreno o del fondo scivoloso, facilitano l'insorgere di tali patologie (Cavalli & Menegus 1997). Anche mansioni tradizionalmente considerate leggere, e per questo delegate al personale femminile, quali la messa a dimora di piantine e il diserbo manuale, possono comportare l'assunzione di posture scomode e quindi a rischio per l'insorgenza di patologie dorso-lombari acute e croniche (Berger 2000).

A livello nazionale, recenti indagini hanno confermato che la lombalgia da sforzo costituisce una delle affezioni possibili nelle industrie di prima lavorazione del legno (AA.VV. 1995, Balsari et al. 2000).

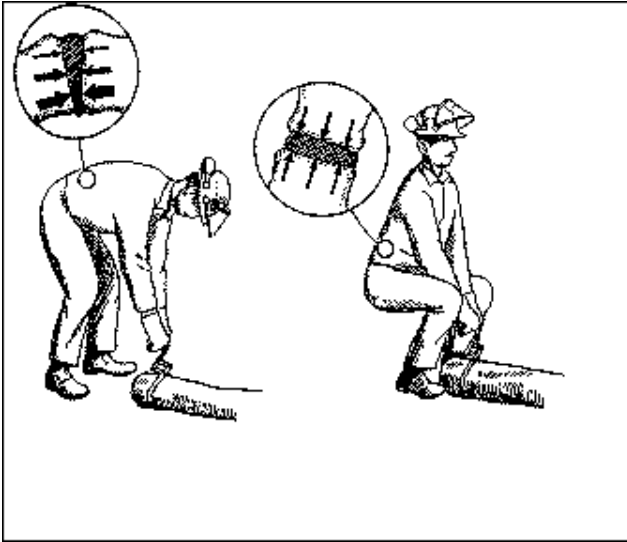


Fig. 1 - Compressione dei dischi intervertebrali in concomitanza della curvatura della colonna: a sinistra, postura da evitare; a destra, postura corretta (rielaborata da AA.VV. 1994a).

Riferimenti tecnico-legislativi

Negli ultimi anni sono state emanate varie Direttive europee e Leggi nazionali che regolamentano le attività produttive con il fine di ridurre gli incidenti e prevenire le patologie legate all'ambiente di lavoro. In particolare, il D.Lgs. 626/94 (AA. VV. 1994b), richiamando ed integrando precedenti provvedimenti legislativi, ha concepito un sistema di prevenzione che si articola in attività di valutazione dei rischi e di formazione ed informazione degli operatori volte ad assicurare la sicurezza e l'igiene dei luoghi di lavoro. Fra gli elementi innovativi del suddetto decreto vi è l'attenzione specifica per l'ergonomia, intesa sia come misura generale di tutela (art. 3 sub f "rispetto dei principi ergonomici della concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, anche per attenuare il lavoro monotono e ripetitivo"), sia come strumento specifico per ridurre i rischi di lesioni, acute e croniche, al sistema muscolo-scheletrico (artt. 47, 48, 49).

Tali principi sono codificati anche dalla normativa tecnica, in base alla quale "il lavoro deve essere concepito in maniera da evitare ogni sforzo inutile o comunque eccessivo dei muscoli, delle articolazioni e degli apparati respiratorio e circolatorio". Occorre infatti fare in modo che l'impegno muscolare richiesto sia adeguato alle capacità fisiche dei lavoratori, che il lavoro venga eseguito dai fasci muscolari più appropriati favorendone l'attività dinamica rispetto a quella statica ed evitando di mantenere la contrazione prolungata nel tempo di uno stesso muscolo. L'operato-

re deve inoltre poter lavorare assumendo possibilmente più di una postura e favorendo quelle in cui la colonna vertebrale non risulta curvata (UNI 8459, Caggiano 2001).

Le linee guida regionali per l'applicazione del titolo V del citato decreto legislativo consigliano di valutare in modo oggettivo il rischio di lesioni dorso-lombari con il metodo NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) in una versione modificata rispetto a quella americana (Waters et al. 1993, Occhipinti et al. 1995). Per ogni azione di sollevamento questo metodo prevede di determinare il "peso limite raccomandato" (peso sollevabile fino ad 8 ore al giorno da un lavoratore sano senza comportare un aumento del rischio di patologie a carico della colonna) utilizzando un'equazione che, a partire da un peso massimo sollevabile in condizioni ottimali, considera l'eventuale presenza di parametri sfavorevoli aggiungendo fattori di demoltiplicazione compresi fra zero ed uno. Il rapporto tra il peso effettivamente sollevato e il peso limite raccomandato definisce poi l'indice di sollevamento (indicatore sintetico del livello di rischio), il cui valore finale determina gli interventi preventivi da attuare (Dubini 1997). In quanto basato su valutazioni e mi-

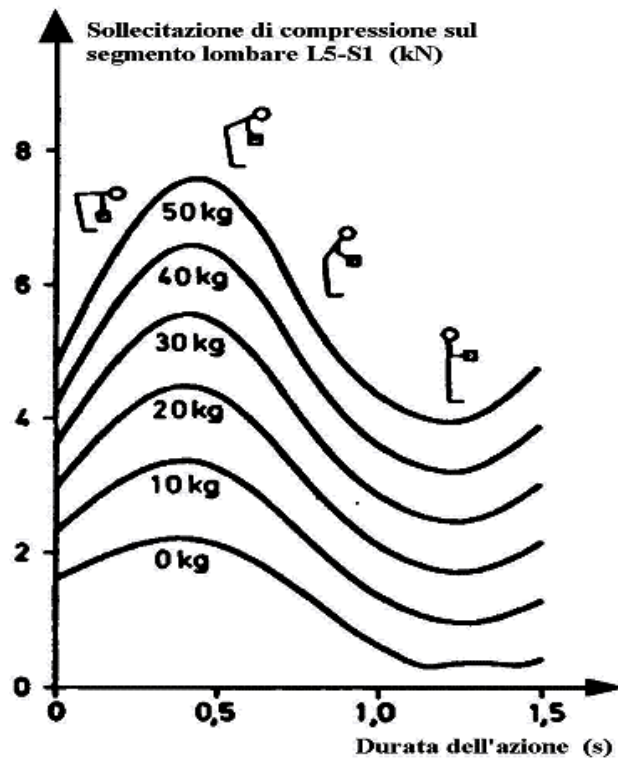


Fig. 2 - Andamento delle sollecitazioni di compressione sul segmento vertebrale L5-S1 in funzione del peso sollevato (rielaborato da Jäger 1987).















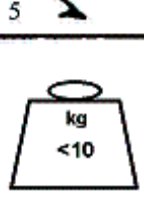
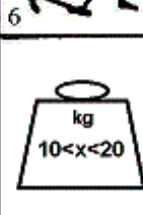
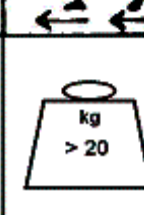
Posiz. della schiena					1 - Schiena dritta 2 - Schiena curva 3 - Schiena in torsione 4 - Schiena curva ed in torsione
					1 - Braccia sotto il livello delle spalle 2 - Un braccio sopra le spalle 3 - Entrambe le braccia sopra le spalle
					1 - Seduto 2 - In piedi, gambe distese 3 - In piedi, peso su una gamba sola 4 - In piedi, gambe piegate
					5 - In piedi, peso su una gamba sola, piegata 6 - In ginocchio, su una o due ginocchia 7 - In piedi, in movimento
Peso sostenuto					1 - Peso sostenuto inferiore a 10 kg 2 - Peso sostenuto tra 10 e 20 kg 3 - Peso sostenuto superiore a 20 kg

Fig. 3 - Schema base delle posizioni OWAS per schiena, braccia e gambe (rielaborato da Lundquist & Gustavsson 1987).

sure applicabili a movimenti del corpo predefiniti, il metodo NIOSH è particolarmente idoneo per valutare compiti di sollevamento ripetuti ed in un certo senso standardizzati. Risulta invece poco appropriato per valutare il rischio connesso alla movimentazione manuale di carichi quando il lavoro non è rigidamente determinato nell'ambito di catene di montaggio o linee di produzione ma, adattandosi a condizioni ambientali diversificate e variabili, si articola in un ampio numero di posture corporee non rigidamente predeterminate, che possono variare da un individuo all'altro in base alle caratteristiche di altezza, peso, età, capacità professionale, ecc. Alcune difficoltà di applicazione del metodo NIOSH nell'ambito dell'industria di trasformazione dei prodotti forestali sono già state illustrate dagli Autori

relativamente alla stuccatura di pannelli a base di legno (Cielo et al. 1996).

A livello internazionale, per valutare il rischio di patologie muscolo-scheletriche vengono impiegati numerosi altri metodi di natura biomeccanica (Li & Buckle 1999). Alcuni di questi, detti di analisi posturale, sono stati concepiti per valutare il rischio di danno al sistema muscolare ed alla colonna vertebrale sulla base delle posture assunte nell'arco della giornata lavorativa.

Fra i vari metodi disponibili, nel presente articolo viene preso in considerazione il metodo OWAS, sviluppato per le industrie dell'acciaio e successivamente validato e divulgato a cura del *Centre for Occupational Safety di Helsinki* (Karhu et al. 1977, Louhevaara & Suurnkki 1992). Tale metodo, sebbene non



Fig. 4 - Operaio forestale impegnato nell'abbattimento di un larice. La postura viene descritta con il codice 4151 in quanto la schiena è leggermente curva in avanti ed in torsione (4), le braccia sono sotto il livello delle spalle (1), le gambe piegate con il peso distribuito asimmetricamente (5), viene sostenuta una motosega di peso inferiore ai 10 kg (1). La classe di rischio di questa postura è 4. Si noti l'avambraccio destro correttamente appoggiato sul ginocchio per scaricare parte del peso della motosega, mentre la visiera è lasciata erroneamente in posizione alzata.

nuovo, è uno dei più utilizzati a livello internazionale (in Giappone, Taiwan, Australia, Brasile, Germania, Austria ecc.) in molti settori produttivi, dall'edilizia al settore navale a quello agricolo e forestale (Berger 2000, Castrén 1995, Karhu et al. 1981, Li & Lee 1999, Mattila et al. 1993, Peters 1993), anche in associazione o confronto con il NIOSH (van Wandel de Joode et al. 1995).

A prescindere da obblighi normativi, che per il momento interessano solo in parte il settore agroforestale¹, la diffusione di un metodo di analisi ergonomica di facile applicazione appare di grande interesse anche nell'ambito della ricerca e della formazione professionale a supporto di attività di prevenzione ed informazione sul rischio in esame.

¹ Il D.Lgs 626/94 non richiede la valutazione del rischio per le aziende individuali o a carattere familiare, mentre prevede un'autocertificazione sostitutiva per le aziende con meno di 10 dipendenti. Il D.Lgs 494/96 e s.m.i. estende l'obbligo della valutazione dei rischi ai cantieri mobili e temporanei da cui però sono escluse le attività agricole e quelle di utilizzazioni forestali.

Metodo Owas

Principi

Il metodo schematizza le possibili posture assunte da un lavoratore in varie configurazioni basate sulla posizione di schiena, braccia, gambe e sull'entità del peso sollevato. Ciascuna configurazione viene contraddistinta da un codice (come illustrato in seguito) e classificata, in riferimento a indagini statistiche e principi biomedici, in quattro classi di rischio di lesioni e/o patologie dell'apparato muscolo-scheletrico. In funzione della classe di rischio della postura assunta e della sua frequenza lungo la giornata lavorativa, una variante del metodo OWAS (Lundquist 1988) consente di calcolare un indice che esprime numericamente e sinteticamente il livello di criticità dell'attività svolta.

Da un punto di vista strettamente ergonomico, il metodo si basa sul principio secondo il quale, entro determinati limiti di peso sollevati, la principale causa di sollecitazioni ed eventuali danni per l'apparato muscolo-scheletrico è l'impegno muscolare statico,

Tab. 1 - Tabella, ad entrata multipla, per determinare la classe di rischio di patologie muscoloscheletriche in base alla postura (rielaborazione da Louhevaara e Suurnäkki 1992).

		Schiena			1			2			3			4		
		Braccia			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Gambe - Peso	1	1														
		2														
		3														
	2	1														
		2														
		3														
	3	1														
		2														
		3														
	4	1														
		2														
		3														
	5	1														
		2														
		3														
	6	1														
		2														
		3														
	7	1														
		2														
		3														

Classe 1

Classe 2

Classe 3

Classe 4

soprattutto se associato ad un'errata posizione della schiena. Quest'ultimo dipende dal numero e dalle dimensioni delle masse muscolari interessate, dalla frequenza e durata delle loro contrazioni e dall'entità dell'eventuale forza applicata, e può condizionare sfavorevolmente anche il funzionamento del sistema respiratorio e circolatorio (Louhevaara & Suurnäkki 1992).

Studi biomeccanici hanno dimostrato che, a parità di peso sollevato e di durata dell'azione, la posizione della schiena influenza in maniera significativa le sollecitazioni a livello intervertebrale (fig. 1). La soglia di rischio di danno, valutata in 3.5 kN, può essere facilmente raggiunta anche sollevando masse relativamente modeste, come è possibile osservare dalla fig. 2 (Jäger 1987 in Peters 1993).

Classificazione delle posture e attribuzione della classe di rischio






Nell'ambito del metodo Owas, le posture assunte dal lavoratore vengono scomposte in base alla posizione di schiena, braccia e gambe e viene loro assegnato un valore numerico secondo lo schema di fig. 3. Una quarta cifra viene attribuita in funzione del peso sollevato. Ciascuna postura è quindi contraddistinta da un codice a quattro cifre come esemplificato in fig. 4. In alcuni casi può essere inserito un quinto codice che descrive la posizione del collo e della te-

sta, eventualmente anche in sostituzione di quello relativo al peso sollevato (Frei 1996, Li & Lee 1999).

Le posture codificate dal metodo OWAS sono state classificate da un gruppo di esperti in quattro classi che rispecchiano il livello di rischio nei confronti di patologie a carico dell'apparato muscolo-scheletrico. Le posture di classe 1 non determinano problemi mentre, all'estremo, quelle di classe 4 comportano rischi elevati di sindromi muscolo-scheletriche. Nella classe 1 sono incluse le posture considerate normali e naturali e che quindi comportano sollecitazioni sull'apparato osteo-muscolare considerate accettabili. La classe 2 riguarda posture potenzialmente dannose, per le quali è consigliabile adottare misure migliorative. La classe 3 identifica posture che determinano sicuramente effetti dannosi sul sistema muscolo-scheletrico, ovvero situazioni in cui è necessario intervenire il prima possibile. Nella classe 4 rientrano, infine, le posture che comportano sollecitazioni molto dannose, per cui devono essere presi immediati provvedimenti al fine di modificare le modalità operative, le attrezzature utilizzate o la posizione di lavoro degli addetti interessati.

Qualora si riscontrino posizioni del corpo non incluse nello schema di fig. 3, come ad esempio quella di un uomo seduto con i piedi all'altezza del bacino o sdraiato, viene automaticamente attribuita la classe 4.

Tab. 2 - Esempio del calcolo dell'indice di rischio per l'operazione di depezzatura nell'utilizzazione a fine turno di un pioppeto.

Fase	Schema della posizione	Codice OWAS	Classe di rischio	Numero di osservazioni	Percentuale di osservazioni sul totale	Indice di rischio della fase
Depezzatura		1121	1	18	24%	Percentuale di osservazioni di classe 1 per 1, più percentuale di osservazioni di classe 2 per 2. 26x1+73x2=172 ovvero (24+1+1)x1+(68+5)x2=172
		1171	1	1	1%	
		2121	2	50	68%	
		2131	2	4	5%	
		3121	1	1	1%	

Immettendo il codice a 4 cifre identificativo della postura in una tabella a più entrate, si può determinare agevolmente la classe di rischio relativa a ciascuna posizione (tab. 1).

La valutazione con il metodo Owas va effettuata ad intervalli di tempo fissi e predefiniti la cui durata può variare in funzione degli obiettivi previsti. Ovviamente, ad un minor intervallo corrisponde una maggiore accuratezza dell'indagine; in genere è consigliabile adottare intervalli compresi tra pochi secondi e qualche minuto con una durata complessiva di rilievo pari ad almeno mezzora o comunque in grado di coprire l'intera sequenza di operazioni che caratterizzano l'attività svolta. A tale scopo può essere utile far ricorso a strumenti (macchina fotografica o videocamera) che consentono di registrare in campo le immagini delle diverse posture assunte durante il lavoro e di classificarle successivamente a tavolino. Nella sua forma tradizionale il metodo Owas permette quindi di acquisire le osservazioni delle varie posture, codificarle, attribuirgli la relativa classe di rischio e calcolare la percentuale con cui ogni classe ricorre nello svolgimento di una determinata atti-

vità o nelle diverse fasi in cui questa è stata eventualmente suddivisa.

Un esempio di applicativo informatico basato sul metodo Owas, che prevede l'elaborazione automatica delle suddette analisi, è disponibile in lingua inglese sul sito: <http://turva.me.tut.fi/owas/>.

Calcolo dell'indice di rischio

Dopo aver determinato, su un campione significativo di osservazioni, le posture assunte dai lavoratori nell'arco della giornata ed aver attribuito a ciascuna di esse la corrispondente classe di rischio, è possibile calcolare l'indice di rischio per ciascuna operazione o mansione svolta in base alla frazione temporale trascorsa dall'operatore nelle diverse posture. La formula per il calcolo dell'indice attribuisce un diverso "peso" alle osservazioni, in funzione della classe di rischio nella quale esse ricadono ed in funzione della loro durata, secondo il presupposto che le posizioni sfavorevoli sono tanto più pericolose quanto più a lungo vengono mantenute.

L'indice di rischio OWAS viene quindi calcolato con la seguente formula:

Tab. 3 - Sintesi delle informazioni relative ai cantieri esaminati.

Comune	Challand-Saint Anselme (AO)	Brusson (AO)	Volvera (TO)	Cervignasco (CN)
	Quota (m)	1600-1900	1600-1900	300
Pendenza (%)	60-80	40-60	0	0
Superficie (ha)	8	8.5	0.8	1.8
Accidentalità del terreno	Fortemente accidentato	Mediamente accidentato	Non accidentato	Non accidentato
Specie principali	Pino silvestre, larice	Larice, abete rosso, pino silvestre	Pioppo	Pioppo
Tipo di intervento	Taglio di sementazione	Diradamento selettivo	Taglio a raso	Taglio a raso
Dimensioni medie delle piante lavorate (m ³)	1.1	0.8	1.8	1.7
Entità del prelievo (% provvigione)	ca 50% (provv: 300 m ³ ha ⁻¹)	ca 30% (provv: 200 m ³ ha ⁻¹)	100% (provv: 260 m ³ ha ⁻¹)	100% (provv: 260 m ³ ha ⁻¹)
Metodo di lavoro ^[1]	Misto S.W.S/T.L.S.	Misto S.W.S/T.L.S.	S.W.S.	S.W.S.
Livello di meccanizzazione ^[2]	Iniziale con uso della sola motosega	Iniziale con uso della sola motosega	Iniziale con uso della sola motosega e possibilità di impiego del trattore sul cantiere	Iniziale con uso della sola motosega e possibilità di impiego del trattore sul cantiere

[1] S.W.S. = Short Wood System; T.L.S. = Tree Length System.

[2] Secondo la classificazione di Hippoliti (1997).

$$I = [(a \times 1) + (b \times 2) + (c \times 3) + (d \times 4)] \cdot 100$$

ove:

- *a* = frequenza percentuale di osservazioni nella classe 1 di rischio
- *b* = frequenza percentuale di osservazioni nella classe 2 di rischio
- *c* = frequenza percentuale di osservazioni nella classe 3 di rischio
- *d* = frequenza percentuale di osservazioni nella classe 4 di rischio
- 1, 2, 3 e 4 = valori di ponderazione per le rispettive classi di rischio.

In questo modo, se il 100% delle osservazioni effettuate è rappresentato da posture di classe 1, l'indice di rischio assume il valore 100 (ossia il minimo previsto), ad indicare che l'operatore in esame non rientra tra i soggetti a rischio di patologie muscolo-scheletriche; viceversa, se il 100% delle osservazioni

rappresenta posizioni di classe 4, l'indice è pari a 400 (il massimo possibile) ed indica una situazione di massimo rischio.

Quando un'operazione (o fase di lavoro) prevede l'assunzione di varie posture, il metodo OWAS permette di valutare l'incidenza di quelle considerate più sfavorevoli e fornisce il risultato della loro combinazione temporale, espresso come valore ponderato compreso fra 100 e 400. Allo stesso modo si procede per calcolare l'indice di rischio complessivo di un insieme di fasi o operazioni. In tab. 2 è riportato, a titolo esemplificativo, il calcolo dell'indice per le operazioni di allestimento dei vari assortimenti legnosi ritraibili dall'utilizzazione di un pioppeto al termine del suo ciclo culturale. Indipendentemente dal valore riscontrato, è comunque necessario verificare la presenza di posture appartenenti alle classi 3 e 4 e individuare le operazioni o il personale coinvolto adottando tempestivi provvedi-

Tab. 4 - Ripartizione delle osservazioni posturali per classe di rischio e relativo indice OWAS.

Cantiere	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4		Totale N°	Indice di rischio
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%		
Conifere Challand (AO)	64	34%	64	34%	60	31%	1	1%	189	199
Conifere Brusson (AO)	111	36%	143	46%	54	17%	2	1%	310	183
Pioppo Cervignasco (CN)	144	64%	72	32%	9	4%	0	0%	225	140
Pioppo Volvera (TO)	88	62%	50	35%	4	3%	0	0%	142	141

menti per eliminare o ridurre il rischio associato. Tale applicazione del metodo, richiedendo una valutazione della distribuzione temporale delle posture assunte, prevede normalmente il rilievo dei tempi di lavoro secondo la tecnica delle "osservazioni ad intervalli regolari" (*multi-moment time study*), i cui risultati possono essere utilizzati anche per il calcolo della produttività del processo considerato (Berti et al. 1989).

Prime applicazioni

Descrizione dei cantieri

I dati stazionali e selvicolturali dei cantieri oggetto di studio sono riportati in tab. 3.

I primi due cantieri esaminati hanno riguardato due popolamenti misti di larice ed abete rosso, siti rispettivamente nei Comuni di Challand-Saint Anselme e Brusson (AO), in cui erano in corso tagli di sementazione, diradamento e fitosanitari. L'intervento, svolto in ambiente montano, aveva un obiettivo culturale ed era eseguito in economia da personale forestale dipendente della Regione Valle d'Aosta. In entrambi i cantieri operava una squadra di cinque uomini. Le piante abbattute con l'ausilio di cunei, leva o paranco, venivano sramate, svettate e parzialmente scortecciate sul letto di caduta, per poi essere successivamente esboscate in parte per avvallamento ed in parte con trattore e verricello (sistema di lavoro *Tree Length System*). Per le operazioni di abbattimento ed allestimento, che comprendevano una scortecciatura parziale, la produttività registrata variava fra 3 e 4 metri cubi al giorno per unità lavorativa (m^3/d UL) (Bionaz 2000).

Sono poi stati analizzati due cantieri di utilizzazio-

ne del pioppo, nella pianura tra Torino e Cuneo, in situazioni stazionali ed operative di maggior facilità. In questo caso i cantieri erano rispettivamente ubicati nei Comuni di Volvera (TO) e Cervignasco (CN), in particelle pianeggianti, nelle adiacenze di una strada camionabile asfaltata. Qui operava una ditta privata che, acquistato il lotto in piedi, provvedeva ad abbattere ed esboscare il legname, vendendo gli assortimenti direttamente alle industrie di prima trasformazione. Il metodo di lavoro applicato prevedeva l'abbattimento, la sramatura e depezzatura eseguite con la motosega, l'assortimentazione del legname sul letto di caduta ed il carico dei topi direttamente sui mezzi di trasporto con l'ausilio di trattrici con caricatore a braccio idraulico o mezzo semovente gommato.

Tale ciclo rappresenta il metodo tradizionale per l'utilizzazione dei pioppeti; la possibilità di utilizzo di mezzi meccanici per la movimentazione degli assortimenti sul letto di caduta, consente di ridurre l'impegno fisico rispetto al caso esaminato in precedenza. Le produttività giornaliere si aggirano in questo tipo di cantieri intorno a 15-20 t ($24 m^3$ circa) per unità lavorativa (Cielo et al. 2002).

Rilievi

La valutazione dei rischi connessi alle varie operazioni esaminate è stata svolta a mezzo di riprese sequenziali eseguite con una fotocamera digitale. L'intervallo fra le successive osservazioni è stato fissato in circa 10 minuti primi per ragioni pratiche, legate sia alla capacità di memoria della macchina fotografica sia alle possibilità operative del rilevatore, che essendo impegnato contemporaneamente nella

Tab. 5 - Ripartizione delle osservazioni posturali per classe di rischio e indice OWAS per operazioni e fasi inerenti tagli di sementazione e di diradamento in soprassuoli di conifere nei Comuni di Challand-Saint Anselme e Brusson (AO).

Opera- zione	Fase	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4		Totale N°	Indice di rischio
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%		
Abbattimento	Scortecciatura	3	33	6	67	0	0	0	0	9	167
	Esecuzione del taglio	22	31	35	49	14	20	0	0	71	189
	Atterramento	5	36	8	57	1	7	0	0	14	171
	Regolarizzazione della ceppaia	1	17	2	33	3	50	0	0	6	233
	Tempi netti accessori	14	54	8	31	3	11	1	4	26	165
Totale abbattimento		45	36	59	47	21	16	1	1	126	182
Allestimento	Sramatura con motosega	24	41	21	35	14	24	0	0	59	183
	Allestimento rami	21	37	24	42	12	21	0	0	57	184
	Allestimento topi	15	33	14	31	16	36	0	0	45	202
	Depezzatura	15	29	28	55	7	14	1	2	51	188
	Misurazione	3	21	10	72	1	7	0	0	14	186
	Scortecciatura	6	11	31	56	18	33	0	0	55	222
	Rotazione pezzi	6	43	2	14	6	43	0	0	14	200
	Intestatura	4	22	9	50	5	28	0	0	18	206
Tempi netti accessori	9	45	10	50	1	5	0	0	20	160	
Totale allestimento		103	31	149	45	80	24	1	0	333	193
Altri tempi	Trasferimento	10	72	3	21	1	7	0	0	14	135
	Pre concentramento	3	19	3	19	9	56	1	6	16	249
	Ripulitura area	6	43	7	50	1	7	0	0	14	164
Totale altri tempi		19	43	13	30	11	25	1	2	44	186
Totale tempi netti		167	33	221	44	112	22	3	1	503	191
Tempi morti		10	55	7	39	1	6	0	0	18	151
Totale complessivo		177	34	228	44	113	21	3	1	521	189

registrazione dei tempi di lavoro e di altri dati, non era in grado di eseguire osservazioni con maggior frequenza.

Il rilevamento aveva lo scopo di campionare le posture collegate con le principali operazioni svolte e di determinarne la distribuzione temporale durante la giornata lavorativa. Quest'ultimo dato è stato verificato con quello ottenuto dall'analisi dei tempi di lavoro che prevedeva osservazioni ogni 20-30 secondi e quindi con frequenza assai superiore. Detta analisi è stata condotta con la tecnica delle "osservazioni ad intervalli regolari", già utilizzata dagli Autori in precedenti indagini sperimentali.

Nel complesso sono state rilevate circa 500 posture per i cantieri valdostani e circa 400 per quelli piemontesi. E' stato quindi predisposto un foglio elettronico di calcolo in cui sono state inserite le prin-

cipali informazioni connesse al lavoro svolto, il codice OWAS e la relativa classe di rischio. Per ogni fase e sottofase sono state individuate le posture tipiche ed è stata attribuita una classe di rischio. La durata di ciascuna fase è stata determinata utilizzando i dati provenienti dal rilevamento dei tempi di lavoro, che peraltro sono risultati in linea con quelli ricavati dall'analisi della successione delle immagini fotografate, salvo per le fasi più brevi dove tra i due sistemi è emerso uno scostamento significativo.

E' stato così possibile determinare le frequenze di osservazione relative alle quattro classi di rischio in funzione di vari parametri quali l'operaio osservato, l'operazione svolta, ecc..

Con i suddetti dati di frequenza è poi stata applicata la formula per la determinazione dell'indice Owass.

Tab. 6 - Ripartizione delle osservazioni posturali per classe di rischio e indice OWAS per operazioni e fasi nei cantieri di utilizzazione del pioppo nei Comuni di Volvera (TO) e Cervignasco (CN).

Operazione	Fase	Classe1		Classe2		Classe3		Classe4		Totale N°	Indice di rischio
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%		
Abbattimento		3	18	5	29	9	53	0	0	17	235
Totale abbattimento		3	18	5	29	9	53	0	0	17	235
Allestimento	Sramatura con motosega	13	72	5	28	0	0	0	0	18	128
	Misurazione	5	25	14	70	1	5	0	0	20	180
	Depezzatura	20	27	54	73	0	0	0	0	74	173
Totale allestimento		38	34	73	65	1	1	0	0	112	167
Movimentazione manuale del legname	Formazione cataste a terra	42	61	24	35	3	4	0	0	69	143
	Sistemazione sul pianale di carico	34	79	9	21	0	0	0	0	43	121
Totale movimentazione manuale del legname		76	68	33	29	3	3	0	0	112	135
Totale operazioni manuali		117	49	111	46	13	5	0	0	241	156
Conduzione di semovente e trattore durante le operazioni di concentramento, carico ed abbattimento		78	100	0	0	0	0	0	0	78	100
Totale conduzione trattore e semovente		78	100	0	0	0	0	0	0	78	100
Tempi morti		37	77	11	23	0	0	0	0	48	123
Totale complessivo		232	63	122	33	13	4	0	0	367	141

Risultati e discussione

La ripartizione delle osservazioni posturali per classe di rischio e l'indice OWAS per i quattro cantieri esaminati sono riportati in tab. 4. Si può immediatamente osservare che i cantieri in ambiente montano, seppur limitati alle sole operazioni di abbattimento ed allestimento, sono caratterizzati da un maggiore numero di posture a rischio. In particolare, nel cantiere di Challand un terzo delle osservazioni è in classe 3 e richiede quindi interventi migliorativi nel breve periodo.

In tab. 5 e tab. 6 sono riportati gli stessi valori calcolati per singola operazione e fase nei due tipi di cantieri.

Per quel che riguarda ancora i cantieri relativi ai boschi di conifere si nota che la fase più critica è l'allestimento, in quanto comporta operazioni ca-

ratterizzate da indici di rischio elevati, quali la scortecciatura e la rotazione e movimentazione dei topi. La pendenza e la morfologia irregolare del terreno obbligano inoltre l'operatore ad assumere posture faticose.

Come si evince dalla tab. 6, nei cantieri di utilizzazione del pioppo l'operazione più gravosa è invece l'abbattimento, seguita dalla fase di misurazione dei topi. Quest'ultima mansione, in particolare, pur presentando poche osservazioni nelle classi di rischio elevate (5% in classe 3), costringe l'operatore ad assumere a lungo posture caratterizzate dalla curvatura della colonna vertebrale (70% delle osservazioni in classe 2) e ciò può determinare l'insorgere di patologie muscoscheletriche. Essendo peraltro svolta con modalità simili a quelle dei cantieri di montagna, questa fase presenta un indice

Tab. 7 - Indice OWAS per operaio nel cantiere di Cervignasco (CN).

Operaio	Mansione prevalente	Ripartizione percentuale delle osservazioni				Indice di rischio
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
Operaio 1	Abbattimento	68%	8%	24%	0%	156
Operaio 2	Depezzatura	62%	38%	0%	0%	138
Operaio 3	Depezzatura	45%	55%	0%	0%	155
Operaio 4	Misurazione	52%	45%	3%	0%	151
Operaio 5	Carico	88%	12%	0%	0%	112
Operaio 6	Guida di mezzi	100%	0%	0%	0%	100
Operaio 7	Concentramento manuale	50%	43%	7%	0%	157

di rischio analogo (180 rispetto a 186).

Per quanto riguarda l'abbattimento si può osservare che il valore particolarmente elevato è legato anche alle specifiche modalità operative adottate nel caso del pioppo. Infatti, per questa specie si applica generalmente una tecnica che prevede la realizzazione di una tacca di direzione di altezza ridotta e piuttosto profonda, da 1/2 a 2/3 del diametro, seguita da un taglio di abbattimento eseguito velocemente e senza rilascio della cerniera. Tale tecnica consente di velocizzare l'abbattimento, indirizzando, nei casi favorevoli, le piante nella direzione voluta anche senza l'ausilio del braccio spingitronchi applicato al trattore. Essa si basa, però, su un equilibrio di forze piuttosto precario e la sua esecuzione, possibile solo con piante baricentriche o che pendono già nella direzione di caduta prevista, non è esente da rischi per l'incolumità fisica degli operatori, a causa del possibile verificarsi di scosciature del toppe basale.

Per quanto riguarda i tempi morti, le posture in classe 2 sono ricollegabili alle operazioni di manutenzione delle macchine e in particolare della motosega, durante le quali l'operatore assume spesso una posizione china a terra (per affilare la catena) con un indice sfavorevole (comportamento evitabile mediante l'utilizzo di apposite morse di affilatura da apporre sui ceppi o tronchi abbattuti).

Nel complesso, i risultati ottenuti sono in linea con i dati di altre ricerche, che individuano nelle fasi di esecuzione del taglio di abbattimento, sramatura, misurazione e depezzatura le fasi più onerose con valori dell'indice OWAS anche numericamente simili a quelli riscontrati nel presente lavoro e compresi tra 180 e 230 nell'abbattimento ed allestimento manuale con motosega e tra 130 e 170 nei cantieri parzial-

mente meccanizzati, con un trattore a supporto dell'operaio che effettua l'abbattimento (Frei 1996, Peters 1993).

Per quanto attiene invece alle differenze individuali di comportamento e *modus operandi*, anche in questo caso come in altri reperibili in letteratura, a parità di operazione sono state rilevate variazioni dell'indice OWAS contenute nel 10% circa. Ad esempio, nella depezzatura dei fusti di pioppo i due addetti hanno fatto registrare valori di 138 e 155. Ciò significa che la postura del primo operaio è più corretta da un punto di vista ergonomico di quella assunta dal secondo. Questa differenza dà spazio ad eventuali interventi di formazione del personale per far sì che tutti imparino ad adottare procedure e modalità operative più adeguate dal punto di vista della sicurezza e prevenzione sanitaria.

L'indice OWAS può essere infatti calcolato anche per singolo operatore, al fine di valutare l'esposizione individuale al rischio qualora vi sia una specializzazione di mansioni nell'ambito del cantiere, come ad esempio nella utilizzazione dei pioppeti (vedi tab. 7). Qui, a differenza delle squadre valdostane, dove ciascun operaio esegue lo stesso tipo di lavoro operando individualmente, le varie fasi vengono tendenzialmente svolte da operatori diversi e specializzati nella mansione. Così l'abbattimento è attuato sempre dallo stesso operatore, che è soggetto ad un rischio maggiore degli altri operai, pur alternando tale fase con altre nell'ambito del cantiere. Gli addetti alla conduzione dei mezzi, per contro, mantenendo una posizione seduta per la maggior parte del lavoro evidenziano un valore minimo dell'indice. Nel caso specifico occorre però ricordare che tale tipo di operatori sono

soggetti alle vibrazioni trasmesse dal sedile del trattore al segmento dorso lombare e quindi il rischio di contrarre patologie muscoloscheletriche deve essere valutato con altri metodi, non essendo idoneo un approccio unicamente posturale.

Conclusioni

Sulla base del lavoro svolto si può affermare che, anche nell'ambito delle utilizzazioni forestali, il metodo OWAS permette di caratterizzare e differenziare adeguatamente tipologie, operazioni e fasi di lavoro, fornendo indicazioni conformi a quanto noto, per esperienza diretta, agli operatori del settore. Esso inoltre risulta di applicazione estremamente pratica, in particolare per lavori come quelli in esame, che si svolgono all'aperto e senza schemi preordinati.

Considerato che il metodo prevede un indice di rischio compreso fra 100 e 400, i valori ottenuti nei cantieri oggetto di studio si attestano su livelli medi (massimo 250). Il valore numerico riscontrato deve essere comunque interpretato come un indicatore che "pesa" la pericolosità delle posture assunte e la loro relativa combinazione temporale nell'attività considerata. Nel contempo esso permette di individuare quelle posture più gravose che, sebbene mantenute per periodi relativamente brevi, richiedono l'adozione di interventi adeguati. Potrebbe rivelarsi opportuno valutare l'introduzione di alcune modifiche che conferiscano al metodo una maggiore sensibilità: al momento, infatti, un operatore con la schiena curva e le mani libere rientra nella stessa classe di rischio di un altro addetto che assume la stessa posizione pur sollevando una motosega di peso pari a 6-7 kg.

Poiché non è disponibile una bibliografia specifica di settore che possa confermare con opportune statistiche epidemiologiche i risultati ottenuti nel corso di osservazioni puntuali, dando così agli indici di rischio un maggiore valore dal punto di vista biomedico, questo genere di valutazioni richiede comunque ulteriori riscontri. Sarebbe inoltre interessante eseguire ulteriori ricerche con lo scopo di confrontare i risultati ottenuti con altri metodi di analisi posturale o, più in generale, biomeccanica.

Nel panorama attuale delle conoscenze scientifiche e tecniche, l'applicazione del metodo considerato potrebbe comunque portare significativi miglioramenti sia nelle attività di ricerca di nuovi sistemi e tecniche di lavoro sia nell'ambito della valutazione del rischio per la tutela della salute sul luogo di lavoro.

Appare infine particolarmente interessante la pos-

sibilità di associare il metodo OWAS al rilievo dei tempi di lavoro con la tecnica delle osservazioni a intervalli regolari (*multi-moment time study*), ottenendo contestualmente alle indicazioni ergonomiche e alla valutazione del rischio di patologie muscoloscheletriche anche utili informazioni sulla ripartizione temporale dell'attività svolta e la produttività del lavoro.

Ringraziamenti

Lavoro svolto dagli autori in parti uguali, nell'ambito del progetto Ri.Selv.Italia, sottoprogetto 2.2. "Arboricoltura da legno con specie a rapido accrescimento (pioppicoltura)".

Bibliografia

- AA.VV. (1994a). Introduction à l'ergonomie forestière dans les pays en développement. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Étude FAO forêts n°100, 185 pp.
- AA.VV. (1994b). D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626. Attuazione delle Direttive CEE n. 89/391, 89/654, 89/655, 89/656, 90/269, 90/270, 90/394 e 90/679/ riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- AA.VV. (1995). Rischi connessi con la produzione di semilavorati in legno e indicazioni di bonifica. Servizio Medicina Preventiva e Igiene del Lavoro. Azienda U.S.L. di Reggio Emilia, distretto di Guastalla.
- AA.VV. (1996). Tutela della salute nel settore boschivo – Elementi di primo soccorso, prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali nelle utilizzazioni boschive. Servizio Sanitario Nazionale, Regione autonoma Friuli-Venezia Giulia, Azienda per i servizi sanitari n° 3 "Alto Friuli", 48 pp.
- AA.VV. (1998). D.Lgs. 626/94 – Linee guida – Valutazione dei rischi e programma di miglioramento aziendale in silvicoltura. Edizioni Regione Toscana, Firenze, 74 pp.
- Ashby L, Bentley T, Parker R (2001). Musculoskeletal disorders in silviculture and logging 1995 – 1999. COHFE, Volume 2 No 3, 8 pp.
- Balsari P, Cielo P, Zanuttini R (2000). Risks for the health of workers in plywood manufacturing: a case study in Italy. *Journal of Forest Engineering* 12: 37-53.
- Berger C (2000). Überbelastung von Frauen im Forst. *AIW* 9: 4-5.
- Berti S, Piegai F, Verani S (1989). Manuale di istruzione per il rilievo dei tempi di lavoro e delle produttività nei lavori forestali. Quaderno dell'Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale dell'Università degli Studi di Firenze, n° IV, 65 pp.

- Bionaz A (2000). Tempi di utilizzazione in soprassuoli di conifere della Valle d'Aosta. Tesi di laurea in Scienze Forestali ed Ambientali, Facoltà di Agraria, Università degli studi di Torino, 92 pp.
- Caggiano G (2001). Ergonomia e sicurezza – Il rapporto uomo, oggetto, macchina per una corretta progettazione dell'ambiente di lavoro. Collana "Ergonomia e progetto". Il Sole 24 ore, Milano, 150 pp.
- Castrén M (1995). Measuring physical stress at forestry work experiences from some ambulatory apparatuses. Caring for the Forest: Research in a Changing World; Poster 202; IUFRO XX World Congress, 6 – 12 Agosto 1995; Tampere, Finland.
- Cavalli R (1995). Indagine sugli infortuni del lavoro nelle imprese forestali in alcune aree del Veneto e del Trentino. Monti e Boschi XLVI (4): 52-59. Edagricole, Bologna.
- Cavalli R, Menegus G (1997). I rischi nelle utilizzazioni forestali in ambiente alpino: valutazione e prevenzione. (Seconda parte). Sherwood (Compagnia delle Foreste, Arezzo) 27: 23-29.
- Cielo P, Franzo A, Zanuttini R (1996). Valutazione del rischio movimentazione manuale dei carichi: applicazione del metodo NIOSH in un industria di pannelli a base di legno. Atti del convegno U.N.I.F. "Rischi e protezione nella filiera legno", Druogno (VB) 3-5 ottobre 1996, 19 pp.
- Cielo P, Settembri P, Zanuttini R (2002). I cantieri di utilizzazione del Pioppo – Sistemi di lavoro, tempi e produttività. Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo, 31 pp.
- Dubini R (1997). Movimentazione manuale dei carichi. Insetto di: ISL Igiene & sicurezza del lavoro, N° 12, 31 pp.
- Frei D (1996). Analyse und Bewertung von Körperhaltungen bei der Forstarbeit mit Hilfe der OWAS-Methode. Diplomarbeit am Institut fuer Forsttechnik der Universitaet fuer Bodenkultur Wien, Studiengang Forstwirtschaft. Wien, 66 pp.
- Hippoliti G (1997). Appunti di meccanizzazione forestale. Studio Editoriale Fiorentino, Firenze, 318 pp.
- Jäger M (1987). Biomechanisches Model des Menschen zur Analyse und Beurteilung der Belastung der Wirbelsaeule bei der Handhabung von Lasten. VDI – Forschungsbericht Reihe 17: Bio-Technik N° 33. VDI – Verlag, Dusseldorf.
- Karhu O, Härkönen R, Sorvali P, Vepsäläinen P (1981). Observing working postures in industry: Examples of OWAS application. Applied Ergonomics 12 (4): 13-17.
- Karhu O, Kansu P, Kuorinka I (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Applied Ergonomics 8 (4): 199-201.
- Li G, Buckle P (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. Ergonomics 42 (5): 674-695.
- Li K, Lee C (1999). Postural analysis of four jobs on two building construction sites: an experience of using the OWAS method in Taiwan. Journal of occupational Health 41: 183-190.
- Louhevaara V, Suurnäkki T (1992). OWAS: a method for the evaluation of postural load during work. Institute of Occupational Health Centre for Occupational Safety, Helsinki, 23 pp.
- Lundqvist P, Gustafsson B (1987). Working postures in Dairy barns. IXth Joint International Ergonomics Symposium "Working postures in Agriculture and Forestry". Kuopio, Finland.
- Lundqvist P (1988). Working environment in farm buildings. Results of studies in livestock building and green houses. Dissertation Swedish University of Agricultural Sciences. Lund, Sweden.
- Marchi E, Pasquinelli P, Piegai F (1998). Rischi ed interventi di prevenzione nelle utilizzazioni forestali. Sherwood (Compagnia delle Foreste, Arezzo) 30:17-28.
- Mattila M, Karwowski W, Vilki M (1993). Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method. Applied Ergonomics 24 (6): 405-412.
- Occhipinti E, Colombini D, Molteni G (1995). La movimentazione manuale dei carichi. Linee guida per l'applicazione del titolo V° del Decreto Legislativo 626/94. Regione Lombardia.
- Occhipinti E, Colombini D (1996). Posture, movimenti lavorativi e sindromi muscoloscheletriche. In "Trattato di Medicina del lavoro" a cura di L. Ambrosi e V. Foà. Ed. UTET, 449-461.
- Peters H (1993). Ergonomische und sicherheitstechnische Bewertung von Holzernverfahren in der Forstwirtschaft. Bericht N° 16, Kuratorium fuer Waldarbeit und Forsttechnik e V., Gross-Umstadt (D), 193 pp.
- UNI 8459 (1983). Ergonomia dei sistemi di lavoro. Terminologia di base e principi generali.
- Van Wendel de Joode B, Verspuy C, Burdorf A (1995). Physical workload in ship maintenance. Using the observer to solve ergonomics problems. Noldus News, vol. 2 No 1, 3 pp.
- Victorian WorkCover Authority (2000). Code of practice for manual handling. Occupational Health and safety Act. Melbourne, 68 pp.
- Waters T, Putz-Anderson V, Garg A, Fine L (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of normal lifting tasks. Ergonomics 36 (7): 749-776.