

# Usabilidad, Confiabilidad y Validez de un Método para la Evaluación de Factores de Riesgo en el Manejo Manual de Cargas

## USABILITY, RELIABILITY AND VALIDITY OF A METHOD FOR THE ASSESSMENT OF RISK FACTORS IN THE MANUAL HANDLING OF LOADS

Luis A. Eyquem S<sup>1</sup>, Víctor M. Córdova P<sup>2</sup>, Omar A. Maldonado A<sup>3</sup>

1. Ing. en Minas Ms en Ergonomía. Departamento de Prevención de Riesgos Asociación Chilena de Seguridad.

2. Ing. Civil industrial Ms en Ergonomía. Jefe Departamento de Ergonomía Gerencia de Salud. Asociación Chilena de Seguridad.

3. Seremi Salud de Atacama.

### RESUMEN

Esta investigación corresponde a la tercera etapa del proyecto "Manejo Manual de Cargas" de la Asociación Chilena de Seguridad y consiste en evaluar la Usabilidad, la Confiabilidad y Validez de la metodología MAC, adaptada y propuesta por la ACHS en su guía evaluación de factores de riesgo en manipulación de cargas.

El trabajo muestra las características del método MAC, *Manual Handling Assessment Charts – MAC (Health & Safety Laboratory - Health & Safety Executive. UK. 2003)*, la metodología usada en el estudio, y las principales conclusiones del mismo, entre las que destacan las ventajas del MAC como método de screening, además de ser concordante y de más fácil uso que los métodos con los que se lo comparó en el estudio.

(Eyquem L, Córdova V, Maldonado O. 2007. Usabilidad, confiabilidad y Validez de un método para la evaluación de Factores de Riesgo en el manejo manual de Cargas. *Cienc Trab jul-sep;9 (25):135:142*).

Descriptor: TRABAJO, RECURSOS HUMANOS, EQUIPO PESADO, EXPOSICIÓN PROFESIONAL; FACTORES DE RIESGO, ENFERMEDADES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS, EVALUACIÓN; REPRODUCIBILIDAD DE RESULTADOS.

### ABSTRACT

This research corresponds to the third stage of the project "Manual Handling of Loads" of the Asociación Chilena de Seguridad and consists in evaluating the usability, Reliability and Validity of MAC methodology, adapted and proposed by the ACHS in its evaluation guide of risk factors in handling of loads.

The study shows the characteristics of the MAC method, *Manual Handling Assessment Charts – MAC (Health & Safety Laboratory - Health & Safety Executive. UK. 2003)*, the methodology used in the study and the main conclusions of it, among which we may highlight the advantages of MAC as a screening method, in addition to being in agreement with and being easier to use than the methods with which it was compared in the study.

Descriptors: WORK; HUMAN RESOURCES; HEAVY EQUIPMENT, OCCUPATIONAL EXPOSURE; RISK FACTORS; MUSCULOSKELETAL DISEASES; EVALUATION; REPRODUCIBILITY OF RESULTS.

### INTRODUCCIÓN

Es un hecho conocido que el Manejo Manual de Carga (MMC) inadecuado trae aparejado trastornos músculo-esqueléticos, los que de acuerdo a la OMS cobran cada vez mayor importancia en el mundo, y constituyen una de las principales causas de ausentismo laboral, siendo el Síndrome de Dolor Lumbar (SDL) el problema músculo-esquelético fundamental asociado al Manejo Manual de Cargas (MMC). Según estadísticas ACHS, durante el período 2001-agosto 2005, el SDL se ha mantenido en el tercer lugar de importancia institucional.

Por otra parte, en Chile a partir del año 2005 entran en vigencia la Ley N° 20.001 y su reglamento, D.S. 63, los que regulan en 50 Kg el peso máximo de manipulación manual de carga y obliga a las empresas a evaluar este tipo de tareas (Chile. Ministerio del Trabajo y Previsión Social 2005).

El escenario descrito sirvió de incentivo para que a principios del año 2005 la ACHS ideara un proyecto orientado a desarrollar herramientas que permitieran la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo músculo-esqueléticos asociados a estas tareas. Nace así el proyecto ACHS "Manejo Manual de Cargas" desarrollado por el Departamento de Ergonomía, llevado a cabo en tres etapas.

La primera fue una revisión exhaustiva de la literatura, donde se consultaron más de 250 publicaciones especializadas, para finalmente elegir la metodología que parecía más adecuada y adaptarla a la realidad chilena.

Fue en la segunda etapa del proyecto cuando se seleccionó la metodología: *Manual Handling Assessment Charts – MAC (Health & Safety Laboratory - Health & Safety Executive. UK. 2003)* que permite evaluar tareas de levantamiento, descenso (individual o en equipo) y transporte (*Health & Safety Executive 2003*).

Correspondencia / Correspondence

Luis A. Eyquem S.

Departamento de Prevención de Riesgos Asociación Chilena de Seguridad  
Vallejos 570. Copiapó, Chile

Tel: (56-052 )200501

e-mail: leyquem@achs.cl

Recibido: 06 de julio de 2007 / Aceptado: 01 de Septiembre de 2007

Entre los atributos que se consideraron para su elección se encuentran su sólido fundamento teórico, su fácil aplicación, su estructura lógica y se estimó además que podría ser utilizada por un amplio público objetivo.

Una vez definida la metodología a seguir, fue necesario traducirla del inglés y adaptarla a la realidad chilena. En ese momento se agregaron ciertas consideraciones, por ejemplo, las relacionadas con la carga asimétrica de la espalda (carga apoyada sobre un hombro). Finalmente se elaboró una Guía a partir de esta metodología, que sirviera de base para las evaluaciones que deberán desarrollar los profesionales de la salud y seguridad ocupacional y miembros de Comités Paritarios en sus empresas (Comités de Seguridad) (ACHS 2005).

Esta investigación corresponde a la tercera etapa, y consiste en probar la usabilidad, confiabilidad y validez de este método en Chile.

### Breve descripción del Método MAC

La metodología MAC utiliza una escala ordinal integral para medir el riesgo y un código de colores basado en la escala Likert para calificar un total de 12 variables, en tareas de levantar-bajar cargas en forma individual, y en equipos de hasta cuatro personas, además de transportar carga en forma individual (Tabla 1).

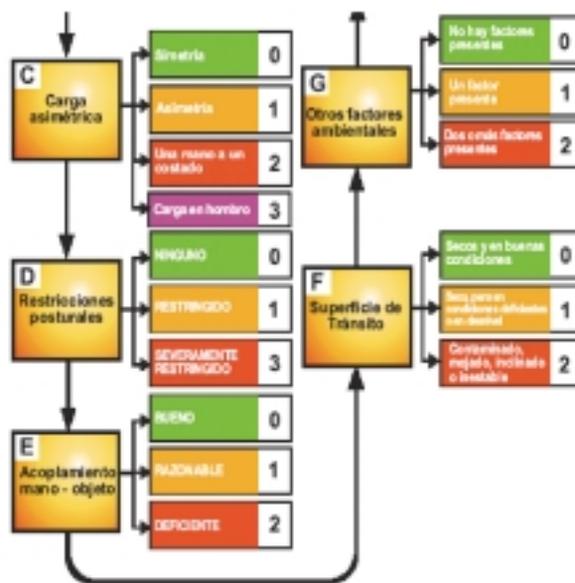
Para cada tipo de tarea a evaluar se entrega un diagrama de flujo en el que se incorporan todas las variables con sus respectivas categorías; además se incluyen fotografías y textos breves que el evaluador puede consultar al momento de evaluar cada factor. El método es aditivo y permite tener un puntaje de riesgo total y por variables de una tarea. A modo de ejemplo, en la Figura 1 se muestra parcialmente uno de los diagramas de flujo y una referencia con fotografías, incluidos en la guía de la ACHS.

Tabla 1. Muestra los factores de riesgo evaluados para las distintas tareas.

Factores de riesgo evaluados	Tarea a Evaluar		
	Levantar-Dejar	Transportar	Levantar-Dejar en equipo
1. Peso de la carga y frecuencia (en equipo, peso y número de personas)	x	x	x
2. Distancia entre las manos y la espalda	x	x	x
3. Región vertical de levantamiento	x	x	x
4. Torsión y lateralización de tronco	x	x	x
5. Restricciones posturales	x	x	x
6. Acoplamiento mano-objeto	x	x	x
7. Superficie de trabajo (piso)	x	x	x
8. Factores ambientales	x	x	x
9. Distancia de traslado		x	x
10. Obstáculos en la ruta		x	x
11. Carga asimétrica		x	x
12. Comunicación y coordinación			x

Los fundamentos teóricos que el MAC utiliza para definir los valores de las distintas variables son diversos, por ejemplo para definir el valor peso de la carga-frecuencia se utilizaron las tablas psicofísicas desarrolladas por Snook y Ciriello (1991), y en base a ellas elaboraron un procedimiento gráfico de evaluación que simplifica bastante su uso. La figura 2 muestra la gráfica usada para tareas de transporte (Snook y Ciriello 1991).

Figuras 1. Diagrama de flujo (parcial) y referencia para evaluar tarea de transporte.

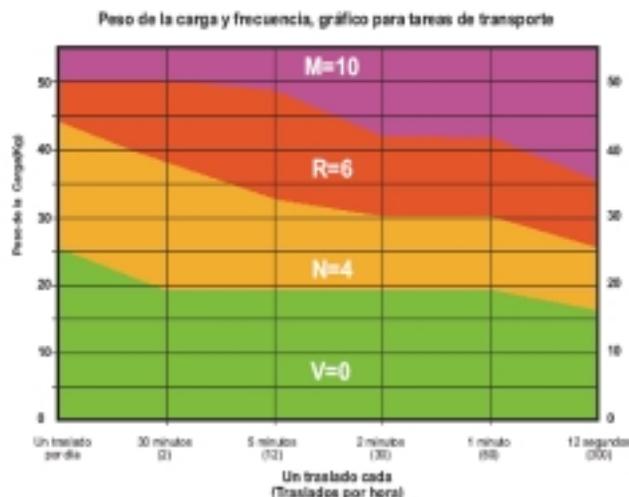


C. Carga asimétrica sobre la espalda

La postura del trabajador y la estabilidad de la carga constituyen factores de riesgo asociados con trastornos musculoesqueléticos de espalda. Utilice las imágenes siguientes como guía para calificar.



Figura 2. Gráfica para definir valor variable peso de la carga-frecuencia.



## Definiciones

Usabilidad: "la usabilidad es el rango en el cual un producto puede ser usado por unos usuarios específicos para alcanzar ciertas metas especificadas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado" (Baeza 2002).

De la usabilidad se abordó dos de sus aspectos: la facilidad de Aprendizaje o de Uso, y la Satisfacción Subjetiva, en cuanto a la utilidad que los usuarios asignan al método, que se planteó específicamente como la utilidad que los participantes de los talleres le atribuyen al método en sus empresas.

Confiabilidad: "La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados". (Hernández et al. 1992).

Validez: "En términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir" (Hernández et al. 1992). La validez es un concepto del cual puede tenerse diferentes tipos de evidencia, evidencia relacionada con el contenido, evidencia relacionada con el criterio y evidencia relacionada con el constructo".

## Objetivos

Si bien la Validez del método MAC está asumida en Inglaterra (Health & Safety Executive 2002), y las adaptaciones efectuadas no cambiaban lo esencial de ella, no se podía soslayar el hecho que fue creada como una herramienta de apoyo a los inspectores de Salud y Seguridad del Reino Unido, en tanto que en Chile la idea es que estuviera al alcance tanto de expertos en prevención como de los miembros de comités de seguridad, quienes tienen una formación muy elemental en el tema, y además presentan características biográficas muy diversas.

Surgieron entonces las preguntas: ¿se le considerará una metodología fácil de aprender y usar?; ¿será considerada aplicable en las empresas?; ¿al ser usada por diversas personas frente a una misma tarea, entregará los mismos resultados?; y, tal vez la pregunta más importante, ¿el resultado de las evaluaciones reflejará realmente el nivel de riesgo que la tarea implica? Para dar respuestas a estas preguntas se plantearon entonces los siguientes objetivos:

**Objetivo general:** medir y evaluar la Usabilidad, la Confiabilidad y Validez de la metodología MAC (Manual Handling Assessment Chart), propuesta por la ACHS en su guía para evaluar factores de riesgo de adquirir lumbago en tareas de manejo manual de cargas.

**Objetivos específicos:**

- Lograr que una muestra representativa de comités paritarios y expertos en prevención de riesgos de empresas afiliadas a la ACHS conozcan, apliquen y opinen acerca de la usabilidad de esta metodología en su empresa.
- Analizar los resultados de las evaluaciones efectuadas por la muestra representativa, mencionada en el punto anterior, para concluir el nivel de usabilidad y confiabilidad de la metodología MAC.
- Probar la validez de la metodología MAC a través de evaluaciones de tareas por parte de un panel de expertos, contrastando los resultados con otros métodos y con el nivel de riesgo objetivo de las tareas.

## METODOLOGÍA

Para cumplir los objetivos a y b, que nos permitirían dar cuenta de la usabilidad y confiabilidad, se decidió efectuar el estudio vía talleres con una muestra representativa de empresas afiliadas en

la Región de Atacama, lugar de residencia del tesista del Master de Ergonomía, segunda Versión UPC-ACHS.

## Talleres de aplicación Método MAC y usabilidad

Se organizaron 5 talleres de entrenamiento y uso de la metodología MAC, a los que se invitó al total de 170 Comités de Seguridad y al total de 65 expertos de empresas afiliadas a la ACHS en la Región de Atacama. En el total de los 5 talleres, finalmente asistieron 185 personas, provenientes de 68 empresas de distintos rubros, y de distintos niveles de formación académica. La muestra representa al 40% de los comités y al 52% de expertos en seguridad, lo que cumple holgadamente el mínimo requerido (45 y 32, respectivamente) para considerarla una muestra representativa, calculado para una hipótesis de frecuencia esperada de 80%, error máximo de 10% y un nivel de confianza del 95% (CDC 2004).

La metodología utilizada en los talleres implicó 5 horas de entrenamiento en las que se dio a conocer conceptos generales de Manejo Manual de Carga, la Ley 20001 y su DTO-63, para luego dar a conocer la guía de la ACHS en que se muestra la metodología MAC. Se exhibieron luego videos para aplicar en conjunto la guía con todos los participantes, y posteriormente se les solicitaba que evaluaran en forma individual 5 tareas reales mostradas en videos de corta duración (menor a dos minutos). La información que no se apreciaba en las imágenes se incorporó en los mismos videos como texto para asegurar que todos los grupos manejaran exactamente la misma información (ej. peso de la carga).

Los talleres concluían con una encuesta anónima especialmente diseñada para recoger datos biográficos de los participantes, como asimismo dos consultas relativas a la facilidad de uso y aplicabilidad del método en sus empresas. Del procesamiento de la información se pudo posteriormente sacar conclusiones acerca de la usabilidad del MAC.

Se efectuó un primer taller piloto en la ciudad de Vallenar, en que participaron 37 personas. La experiencia obtenida permitió mejorar aspectos metodológicos y se estructuró un taller tipo definitivo que se repitió 4 veces en la ciudad de Copiapó, a los que asistieron un total de 148 participantes. Los videos utilizados en estos talleres corresponden a los 5 primeros, de los mostrados por la Tabla 2.

## Confiabilidad

La confiabilidad, por su parte, se abordó de la siguiente manera: paralelamente a los talleres mencionados, se constituyó y trabajó con un panel de 5 expertos con experiencia en estudio de puestos de trabajo (3 de empresas afiliadas y 2 fiscalizadores del estado). Estos especialistas también evaluaron por el método MAC las mismas tareas mostradas en los 4 talleres realizados en Copiapó. Las medias de las evaluaciones de cada tarea obtenidas por los especialistas fueron utilizadas como valores de referencia para compararlas con las evaluaciones las 148 personas de la muestra, y utilizando estadísticos adecuados, estimar la confiabilidad del MAC.

## Validez

Para efectos de este estudio, interesan dos aspectos:

- i. El grado en que el método MAC considera en su evaluación los requisitos indicados en el artículo 13 del DTO-63 (validez de contenido respecto del cuerpo legal). Esto se abordará simplemente comparando las variables consideradas en el MAC, respecto de una lista de chequeo que contenga las variables exigidas por el DTO-63.

- ii. Que realmente mida el nivel de riesgo, que involucra una determinada tarea, de ocasionar un problema músculo-esquelético a la espalda. Este último aspecto se abordará como validez de criterio.

En esta investigación se abordará la validez de criterio contrastando el método MAC con dos tipos de criterios externos o estándares en forma independiente, a saber:

a. Nivel de riesgo objetivo de la tarea, en otras palabras la pregunta qué nos guiará es, ¿en qué grado el MAC es capaz de detectar cuando una tarea es de riesgo? O, dicho de otra forma, ¿el método MAC subvalora las tareas de riesgo alto calificándolas como sin riesgo o de riesgo bajo?

b. Métodos de evaluación ya validados y en uso. Aquí se compararán y analizarán las implicancias de los resultados de la evaluación de 4 tareas por distintos métodos.

En el primer caso se comparó los resultados de las evaluaciones, del mismo panel de expertos, de un total de 12 videos (Tabla 2), que presentaban 12 tareas distintas con niveles de riesgo objetivos por la casuística de lumbagos de dichas tareas.

**Tabla 2.**

Tareas evaluadas por el panel de expertos. Las 5 primeras corresponden a las evaluadas también por los participantes de los talleres.

N°	TAREA	Peso en Kg.
1	Recibir de otro operario bandeja con muestra de mineral húmedo y dejarla en horno de secado.	10
2	Recibe desde camión saco de harina, lo soporta en un hombro, lo traslada 9 metros y deja caer para apilar en pallet.	50
3	Entre dos personas levantan sacos de fertilizantes, desde pallet, y giran dando un pequeño impulso lo dejan caer en plataforma (coloso).	36
4	Palletizador levanta una caja de uva desde riel, y deja en pallet a distintas alturas (20 a 220 cm).	8,5
5	Traslada 3 m caja de uva desde riel al pallet.	8,5
6	Toma bolsa muestra mineral desde carro y deja en el piso.	10
7	Trabajador recibe saco de cemento de alimentador con frecuencia fija y deja en piso de plataforma del camión.	42
8	Levanta entre 4 a 8 cajas vacías apiladas, traslada 5 a 8 m, y deja en riel a 82 cm de altura.	4
9	Levanta de a dos cajas de uva desde riel, traslada 3 m y deja en pallet a distintas alturas (20 a 220 cm).	17
10	Levanta desde el suelo saco de fertilizante, sube al hombro, traslada 5 m y lo deja caer.	50
11	Levanta saco de fertilizantes y coloca sobre superficie para dosificar.	50
12	Toma cajas de pallet y deja en línea de alimentación (abocador).	10

Con el objeto de poder comparar los resultados de las evaluaciones con respecto a un estándar de riesgo, se definió una clasificación de lo que se entenderá por riesgo objetivo, y es la que muestra la Tabla Número 3. Esta clasificación es un tanto arbitraria, pero combina la clasificación de riesgo indicada en la guía de la ACHS, con los niveles de riesgo del MAC original y la casuística de lumbagos relacionados con los videos exhibidos en los talleres.

Se probaron hipótesis para cumplir los distintos objetivos de esta investigación, utilizando estadísticos pertinentes para una frecuencia esperada del 80%, con un error estándar del 10% y nivel de confianza de 95% (Índice de Kappa, sensibilidad, y valor predictivo positivo)(SPSS 1999; Murillo 2006).

La segunda vía de estudio de la Validez del método MAC consistió en que el panel de 5 expertos, además de usar el método MAC, evaluó 4 tareas (videos 1, 3, 4 y 12, Tabla 2) usando inicial-

mente el juicio profesional, y las metodologías NIOSH, REFA-SIEMENS, y Ecuación INSHT, a objeto de estimar por comparación la Validez y Usabilidad del método MAC (Álvarez 1994; Mondelo et al. 2001; 12, Gallego 2006).

Dado que los métodos entregan distintos tipos de resultados, para cumplir con este objetivo se debió llevar los puntajes obtenidos por las distintas metodologías a los cuatro niveles o categorías de acción que muestra la Tabla 3 (Pinder 2002).

**Tabla 3.**

Clasificación riesgo objetivo.

Nivel riesgo MAC	Consideración MAC	Situación epidemiológica o casuística	Puntaje asociado	Categoría de acción
Bajo	Se deberá considerar la vulnerabilidad de ciertas personas.	Ni la persona evaluada ni otros trabajadores de empresas afiliadas, que realizan tareas similares, han sufrido lumbago ni tampoco molestias dorso-lumbares a lo menos el año 2004-2005.	0 a 4	1
Modo-rado	Aunque no existe una situación de riesgo alto, es recomendable examinar la tarea cuidadosamente.	Ni la persona evaluada ni otros trabajadores de empresas afiliadas, que realizan tareas similares, han sufrido lumbago. Si se tiene antecedentes de que algunos trabajadores han presentado molestias dorso-lumbares a lo menos el año 2004-2005.	5 a 12	2
Alto	Se requiere introducir mejoras pronto. Esta situación podría exponer a riesgo de lesiones a la espalda a una proporción significativa de trabajadores.	La persona evaluada no ha sufrido lumbago, pero se tiene antecedentes de que algunos trabajadores de empresas afiliadas, que realizan tareas similares, si han sufrido lumbago a lo menos el año 2004-2005.	13 a 20	3
Muy alto	La tarea evaluada podría representar riesgo serio de lesiones a la espalda, por lo que debería analizarse detenidamente para introducir mejoras.	La persona evaluada ha sufrido lumbago y además se tiene antecedentes de que algunos trabajadores de empresas afiliadas, que realizan tareas similares, también han sufrido lumbago a lo menos el año 2004-2005.	21 a 32	4

## RESULTADOS

Se procesaron 185 encuestas provenientes de las 3 poblaciones diferentes que asistieron a las jornadas de adiestramiento en el uso del MAC. Las poblaciones son las siguientes:

- Integrantes de Comités Paritarios de Vallenar: 37 encuestas.
- Integrantes de Comités Paritarios de Copiapó: 114 encuestas.
- Expertos en Prevención de Riesgos: 34 encuestas.

Los expertos son profesionales con formación de al menos 400 horas en Prevención de Riesgos y que se dedican a asesorar empresas en Seguridad e Higiene, en tanto que los integrantes de comités tienen formación elemental en seguridad y provienen de niveles educacionales variados.

### Usabilidad

En relación a la facilidad de uso del método MAC, en general 82,2% calificó el MAC como Fácil o Muy Fácil, observándose diferencias significativas según el grupo de origen (P 0,05). En

**Tabla 4.**  
Porcentajes de aciertos con desviaciones menores o iguales a 30%. Grupo total y separados por expertos y no expertos.

TAREA	% acierto total por tarea	% acierto	Expertos Int. Confianza 95%		% acierto	No experto Int. Confianza 95%	
			LCI	LCS		LCI	LCS
1	77,0	91	76,3	98,1	73,2	64,0	81,1
2	90,4	97,1	84,7	99,9	88,4	81,0	93,7
3	82,9	79,4	62,1	91,3	83,9	75,8	90,2
4	79,0	87,0	66,4	97,2	77,0	66,8	85,4
5	41,3	65,2	42,7	83,6	34,9	24,9	45,9
Promedio Gral.	74,12	83,94			71,48		

LC: Limite de confianza; LCI: Limite de Confianza Inferior; LCS: Limite de Confianza Superior

tanto el 100% de los expertos calificó de Fácil o Muy Fácil (LCI: 89,7%); excluyendo a este grupo, el porcentaje alcanzado por el total de no expertos de Copiapó y Vallenar es de un 78,1% (LC: 70,7%-84,5%); específicamente en el grupo de Copiapó, este porcentaje alcanzó el 80,7% (LC: 72,3-87,5) y en Vallenar sólo llegó al 70,3% (LC: 53,0-84,1%).

Las diferencias existentes entre los resultados de los diferentes grupos de no expertos pueden estar ocasionadas por la oportunidad en que recibieron el adiestramiento, puesto que Vallenar fue el grupo que recibió el primer adiestramiento y, por lo tanto, aportaron en la validación de los métodos de exposición y validación del adiestramiento.

No se encontró diferencias significativas en las variables edad y sexo, sí en experiencia en manejo manual de cargas y nivel educacional. En esta última tan sólo un 53,3% de personas con enseñanza básica lo encuentra fácil de usar, más aun, de tres personas con enseñanza básica incompleta una respondió que lo encontraba difícil y dos omitieron la respuesta. En tanto, sobre un 75% con enseñanza media y sobre un 95% con enseñanza superior encuentran fácil o muy fácil uso.

Hay asociación significativa según la experiencia en labores de manejo manual de cargas. Quienes tienen experiencia operando encuentran fácil el método, en mayor proporción a quienes basan su experiencia supervisando.

En cuanto a la utilidad o aplicabilidad del método en su realidad, el resultado general es que un 73% lo califica como alta o medianamente útil, y un 3,8% como de baja utilidad, pudiendo apreciarse un 23,2% de abstención de respuestas a esta pregunta, lo que está dado principalmente por participantes del rubro servicios (25% de abstención) y de Vallenar (grupo piloto y de menor nivel educacional, 57%).

Si se considera sólo el grupo Copiapó y expertos, se tiene que un 82% considera el método de utilidad a su realidad, un 3% da baja utilidad y un 15% no responde. Ahora, si se centra la atención sólo en el grupo de expertos se tiene que de 34 expertos 33 estimaron que el MAC les sería mediana o altamente útil (97%), y sólo uno le atribuyó una baja utilidad (3%).

### Confiabilidad

En cuanto a las mediciones orientadas a la confiabilidad, para efectos de esta tesis se entendió por acierto o valor confiable cuando el puntaje asignado a una tarea por parte de una persona es exactamente igual o con una desviación igual o menor al 30% del valor asignado a dicha tarea por el panel de expertos.

Un resumen de los porcentajes de aciertos (desviación menor o igual al 30%) por tarea para el total de expertos y no expertos, en conjunto y separado por grupo experto y no experto, con sus

respectivos límites de confianza al 95%, se puede ver en la Tabla 4.

Como puede apreciarse, salvo en la tarea 5, los porcentajes de aciertos son altos, es decir, en 4 de 5 tareas (80% de las tareas) hay un buen nivel de acierto. Si bien las evaluaciones de la tarea 5 están muy dispersas, las desviaciones respecto del valor asumido como correcto lo hacen sobrevalorando el riesgo. De 109 evaluaciones, 45 aciertan (41,3%), 47 sobrevaloran (43%) y sólo 17 subvaloran (15,6%).

### Validez

#### Validez de Contenido respecto del artículo 13 del DTO- 63

Al efectuar la comparación entre las variables requeridas por el DTO-63 y las consideradas por el método MAC, se obtiene el siguiente cuadro resumen:

**Tabla 5.**  
Muestra nivel de cumplimiento del Método MAC respecto de las variables requeridas por el DTO-63.

Factores	DTO-63		MAC		Variables no incluidas
	N° Var.	%	N° Var.	%	
I. De la carga	4	20	2	10	• Si el volumen de la carga facilita su manipulación. • Si la forma y consistencia de la carga puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular golpes.
II. Del ambiente de trabajo	8	40	7	35	• Si existe exposición a vibraciones.
III. Del esfuerzo físico	525	4	20		• Si el esfuerzo físico implica movimientos bruscos de la carga.
IV. De las exigencias de la actividad	3	15	1	5	• Si el período de reposo fisiológico o de recuperación resulta insuficiente. • Si el ritmo impuesto por un proceso no puede ser controlado por el trabajador.
4 factores	20	100	14	70	6 variables de 20 no incluidas.

Dado que son 20 las variables requeridas por el DTO-63, a cada una se le asignó un valor de 5%, de tal forma que la suma fuera 100%. Los porcentajes indicados en la tabla son respecto del total.

#### Validez de criterio respecto del Nivel de riesgo objetivo de las tareas

Los puntajes promedios de los 5 especialistas, al evaluar por el método MAC las 12 tareas indicadas en Tabla 2, son los mostrados en la Tabla 6.

El riesgo objetivo de acción de cada tarea se obtuvo asignándole el criterio mostrado por la Tabla 2 a las tareas evaluadas, según a la casuística de lumbagos entre los años 2004-2005.

Con el objeto de cuantificar en forma más precisa su capacidad como instrumento de discriminación diagnóstica, los resultados se dicotomizaron asumiendo como riesgo NA 3 o más y se confeccionó una tabla de concordancia a partir de la cual se calcula proporción de acuerdos, índice de Kappa, sensibilidad, especificidad y su valor predictivo. La Tabla 7 muestra la Tabla de concordancia y la Tabla 8 un resumen de estos indicadores.

**Tabla 6.**  
Resultado valoraciones MAC y comparación con riesgo objetivo.

TAREA	Punte Prom.	Nivel de acción	Riesgo objetivo nivel de acción	MAC valoró	Conclusión
1	10	2	2	Riesgo moderado y es moderado.	MAC valoró correcto
2	18	3	1	Riesgo alto y es bajo.	MAC sobrevaloró
3	11	2	1	Riesgo moderado y es Riesgo bajo.	MAC sobrevaloró
4	8	2	3	Riesgo moderado y es Riesgo alto.	MAC subvaloró
5	4	1	1	Riesgo bajo y es Riesgo bajo	MAC valoró correcto
6	13	3	2	Riesgo alto y es Riesgo moderado	MAC sobrevaloró
7	20	3	3	Riesgo alto y es alto	MAC valoró correcto
8	8	2	1	Riesgo moderado y es Riesgo bajo	MAC sobrevaloró
9	12	3	3	Riesgo alto y es alto	MAC valoró correcto
10	18	3	4	Riesgo alto y es muy alto	MAC subvaloró
11	17	4	3	Riesgo muy alto y es alto	MAC sobrevaloró
12	15	3	3	Riesgo alto y es alto	MAC valoró correcto

**Tabla 7.**  
Tabla de concordancia de resultados.

TABLA DE CONCORDANCIA		Riesgo Expertos		TOTAL
		SÍ	No	
Riesgo Evaluación Real	Sí	5	1	6
	No	2	4	6
Total		7	5	12

**Tabla 8.**  
Resumen indicadores estadísticos de capacidad diagnóstica del método MAC.

INDICADOR	VALOR
Proporción de acuerdos	0,75
Acuerdos esperados por simple azar	0,50
Índice de Kappa	0,50
Sensibilidad	0,83
Especificidad	67
Valor predictivo positivo	0,71
Valor predictivo negativo	0,80

**Validez de criterio respecto de Métodos de evaluación ya validados**

La Tabla 9 muestra el resumen de las categorías de acción asignadas por cada método a las tareas evaluadas como, asimismo y aún cuando no estaba considerado originalmente, se incorporó una columna con el nivel de riesgo objetivo de cada una de ellas, por estimar que permitiría ampliar las conclusiones de esta comparación. Claramente el método MAC coincide con tres métodos en las primeras dos tareas, en tanto que en la cuarta aparece como más exigente que el NIOSH y SIEMENS y menor que el Juicio Profesional y el método del INSHT. El caso de la tarea 3 es particularmente interesante, pues se trabaja en momentos por sobre los dos metros de altura, obligando al trabajador a estirarse y el MAC, a diferencia del NIOSH, INSHT y SIEMENS, no estipula una altura máxima, salvo que castiga con un puntaje alto si se maneja la carga sobre la cabeza. En los otros métodos se consideran excesivas (intolerables) alturas superiores a 1,75 o 1,80 m y, por tanto, en la práctica en estas condiciones los métodos no son aplicables. Debido a lo anterior se asumió para ellos en forma arbitraria un nivel de acción 4 (riesgo intolerable), a objeto de mantener la comparación.

Con el objetivo de precisar en mejor forma la relación entre los métodos, se aplicó el coeficiente de Kendall, estadígrafo que permite comparar la relación (acuerdo, concordancia) entre J>2 conjunto de rangos cuando, por ejemplo, una muestra de n sujetos es clasificado según j características o cuando j jueces ordenan o clasifican a n sujetos según una característica. Vale 1 cuando la concordancia es perfecta y 0 cuando la concordancia es nula.

**Tabla 9.**  
Compara Riesgo y Nivel de acción por cada método a las cuatro tareas.

N°	TAREA	Peso Kg.	Juicio Profesional	MAC	SIEMENS	NIOSH	INSHT	Riesgo objetivo nivel de acción
1	Recibir y dejar bandeja con muestra mineral húmedo en horno de secado.	10	2	2	1	2	2	2
2	Entre dos personas levantan sacos aplados en pallet, y giran dando un pequeño impulso al saco para dejarlo en un coloso.	36	2	2	1	2	2	1
3	Palletizador levanta una caja de uva desde riel y deja en pallet a distintas alturas (entre 20 a 220 cms).	8,5	3	2	4	4	4	3
4	Toma cajas de pallet y deja en línea de alimentación.	10	4	3	1	2	4	3

**Tabla 10.**  
Muestra resultados concordancia entre métodos.

MÉTODOS	KENDALL	P	COMENTARIO
JP y MAC	0,99	0,145	Alta concordancia, no significativa
INSHT y MAC	0,786	0,194	Alta concordancia, no significativa
Todos	0,566	0,037	Mediana concordancia, significativa
SIEMENS y MAC	0,333	0,572	Baja concordancia, no significativa
NIOSH y MAC	0,333	0,572	Baja concordancia, no significativa

La comparación de las tareas se muestra en la Tabla 10, y de su lectura se puede concluir que al comparar todos los métodos se obtiene un coeficiente de concordancia de 0,56, que revela que significativamente el nivel de acuerdo es mediano: ni tan bajo como 0 (nula concordancia) ni tan alta como 1 (concordancia perfecta).

## CONCLUSIONES

### Usabilidad

En cuanto a la usabilidad (facilidad de uso y aplicabilidad en la empresa), se cumplió la hipótesis planteada inicialmente de que al menos el 80% de la muestra (definida con un nivel de confianza del 95% y desviación de 10%) encontraría la metodología fácil de usar y aplicable a la realidad de su empresa.

El método MAC aparece como utilizable sin mayor problema para personas que a lo menos tengan su enseñanza secundaria completa y en algunos casos incluso incompleta, es decir, la facilidad de uso disminuye con el nivel de formación académica, pero claramente puede ser manejada con un mínimo de entrenamiento, como es el caso de un taller similar al ideado por el tesista. En cuanto a la aplicabilidad en las empresas, se pudo comprobar que es aplicable en todas aquellas en las que existen las tareas que el MAC evalúa.

Las mismas consultas relacionadas con usabilidad fueron efectuadas al panel de expertos en una de las sesiones y las conclusiones fueron que en cuanto a la facilidad de uso el método MAC superaba a los otros métodos, seguido por el método del INSHT, siendo en tanto el método NIOSH calificado como el más complejo de utilizar. Orden similar de valoración tuvieron los métodos frente a la pregunta de la utilidad en la empresa. Lo anterior por estimar que el MAC permite evaluar una mayor variedad de tareas.

### Confiabilidad

Se pudo verificar la confiabilidad del método, pues se cumplió la hipótesis planteada de que al menos el 80% de la muestra (definida con un nivel de confianza del 95% y error del 10%) calificaría las tareas con un margen de error menor o igual al 30%, respecto de los puntajes asignados por el panel de expertos.

Sin perjuicio de que, en general, las desviaciones están bajo el 30%, se puede deducir que el margen de error varía de acuerdo al grupo y a la tarea, encontrándose diferencias significativas entre el grupo de no expertos y expertos, siendo este último grupo claramente más acertado; en otras palabras, como se esperaba, la confiabilidad se ve afectada por los niveles de formación y experiencia de las personas. Por otra parte, a juicio del tesista, independiente de la influencia de las variables biográficas se estima que en este estudio la confiabilidad se vio afectada por ajustes en la Estructura y contenido de los talleres, deficiencias en la guía ACHS que tienden a confundir, y a que claramente hay variables más difíciles de objetivar, como por ejemplo en la tarea de levantamiento, distancia entre las manos y la espalda, y la torsión y/o lateralización del tronco.

### Validez

#### *Validez de Contenido respecto del artículo 13 del DTO- 63*

No se cumplió la hipótesis de que el MAC incorporaba todas las variables exigidas por el reglamento de la ley 20.001.

Se estima que para hacer más coincidente la guía con la exigencia del DTO-63, y a su vez no perder confiabilidad y validez, debe incorporarse a la guía las variables faltantes con sus respectivos estándares; esto evidentemente implicará que se contará con un instrumento diferente al original, pero que claramente permitirá una evaluación más completa y acorde con la legislación chilena.

#### *Validez de criterio respecto del Nivel de riesgo objetivo de las tareas*

Se cumple la hipótesis de Validez del MAC como método de screening, como se deduce de sus niveles de sensibilidad (83%), especificidad (67%). En cuanto a su valor predictivo positivo (71%) y negativo (80%), se deduce que el MAC identifica positivamente las tareas con riesgo, tendiendo a sobrevalorar el riesgo.

La sobrevaloración del riesgo encontrada se debería a tres fuentes principales: El MAC es un método conservador, y siguiendo su filosofía en los talleres se instruyó a los evaluadores para que consideraran la peor condición (la que no siempre es la más permanente en el tiempo) y, por último, en un exceso de celo la tendencia de algunos evaluadores fue que frente a situaciones límites –por ejemplo valor peso manejado/frecuencia– escogían un valor superior, produciéndose una doble sobrevaloración (escogen la peor condición y además exageran el puntaje).

#### *Validez de criterio respecto de Métodos de evaluación ya validados*

En la tarea 1 y 2, salvo el SIEMENS, todos los métodos coinciden, incluido el juicio profesional; en la tarea 3 el MAC aparece como menos exigente que todas las otras evaluaciones, en tanto que en la tarea 4 aparece bajo el Juicio profesional e INSHT, pero acertando al nivel de riesgo y sobre el NIOSH y SIEMENS.

El MAC es una herramienta coincidente en general con el NIOSH e INSHT cuando se evalúan tareas dentro de los parámetros que pudiésemos llamar aceptables por los otros métodos, como por ejemplo la altura de manejo de carga (bajo 1,75 m).

En cuanto al resultado del nivel de concordancia del MAC respecto a los otros métodos de evaluación y del juicio profesional, al aplicar el estadígrafo Kendall se concluye que hay alta concordancia con el Juicio Profesional y el Método INSHT y baja concordancia con el NIOSH y SIEMENS. Esto permite concluir que se cumple la hipótesis de que existiría concordancia a lo menos con un método y podríamos considerar el MAC como Válido.

Debe considerarse, sin embargo, que esta validación por comparación siempre se concibió como complementaria a la validación respecto del riesgo objetivo, y se estima que conclusiones más sólidas podrían sacarse si se efectúa un estudio comparativo más riguroso y evaluando un mayor número de tareas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todos aquellos que de alguna manera me han ayudado a concluir esta investigación, en especial la comprensión de mi esposa Marisol, hijo Pablo e hijas Andrea y Valeria, por el tiempo no compartido.

## REFERENCIAS

- Álvarez JM. 1994. Movimiento manual de cargas: comparación entre métodos de evaluación. MAPFRE Seguridad. (56):15–23.
- Asociación Chilena de Seguridad. 2005. Ergonomía para el Manejo Manual de Carga. Guía para la evaluación de factores de Riesgo. Santiago: ACHS.
- Baeza R. 2002. Ubicuidad y usabilidad en la web. Disponible en internet: <http://www.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html>. [Accesado en Enero de 2005].
- Center Diseases Control and Prevention (CDC). 2004. Epi Info(TM). Database and statistics software for public health professionals. <http://www.cdc.gov/epiinfo/Epi6/EI6dnjp.htm>. [Accesado en abril de 2004].
- Chile. Ministerio del Trabajo y Previsión Social. 2005. Ley N° 20.001. 05/02/2005, y Reglamento para la aplicación de la Ley N° 20.001- N° 63. 27/072005.
- Gallego Y. 2006. Manipulación manual de cargas, Metodología de evaluación. Apuntes de Clases "Master de Ergonomía" UPC, 2004-2005.
- Health & Safety Executive. Development of an inspection tool for manual handling risk assesment. Disponible en internet: <http://www.hse.gov.uk/msd/mac/development.htm>. [Accesado en febrero 2007].
- Monnington S, Pinder A, Quarrie C. 2002. Development of an inspection tool for manual handling risk assessment [en línea]. Broad Lane: Health Safety Laboratory. Disponible en internet: [http://www.hse.gov.uk/research/hsl\\_pdf/2002/hsl02-30.pdf](http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2002/hsl02-30.pdf). [Accesado en: febrero 2007]
- Health & Safety Executive (HSE). 2003. Manual handling Assessment Charts. UK. 08/2003. Disponible en internet: [www.hse.gov.uk/msd](http://www.hse.gov.uk/msd). [Accesado en Febrero 2006].
- Hernández R, Fernández C, Baptista P. 1992. Metodología de la investigación. México: Mc Graw – Hill. p. 242.
- Mondelo P, Gregori E, Blasco J, Barrau P. 2001. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. 2da edición. México: Edición UPC.
- Murillo J. 2006. Epidemiología aplicada a la ergonomía. Apuntes de Clases "Master de Ergonomía" UPC, 2004-2005.
- Pinder A. 2002. Benchmarking of the manual handling Assesment Charts (MAC). Disponible en internet: [http://www.hse.gov.uk/research/hsl\\_pdf/2002/hsl02-31.pdf](http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2002/hsl02-31.pdf). [Accesado en septiembre 2005 a Febrero 2006].
- Snook SH, Ciriello VM. 1991. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. Ergonomics. 34(9): 1197-1213.
- SPSS. 1999. SPSS statistical software system for Windows release 10.0.5. Chicago: SPSS Incorporated.