



Ingeniería y Desarrollo

ISSN: 0122-3461

ISSN: 2145-9371

Fundación Universidad del Norte

SOLÍS-CARCAÑO, RÓMEL; ZAVALA - # A R R E R A, DANIEL; AUDEVES-PÉREZ, SELENE

Evaluación ergonómica en trabajos de construcción en el sureste de México

Ingeniería y Desarrollo, vol. 41, núm. 2, 2023, Julio-, pp. 195-212

Fundación Universidad del Norte

DOI: <https://doi.org/10.14482/inde.41.02.001.525>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85276097005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UDEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLE

<https://dx.doi.org/10.14482/inde.41.02.001.525>

Evaluación ergonómica en trabajos de construcción en el sureste de México

Ergonomic evaluation in construction works in the southeast México

RÓMEL SOLÍS-CARCAÑO *

DANIEL ZAVALA-BARRERA **

SELENE AUDEVES-PÉREZ ***

*Profesor Investigador. Coordinador del Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción. Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Maestría en Ingeniería-Construcción. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3408-026X>. tulich@correo.uady.mx

** Estudiante de posgrado en Ingeniería. Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Maestría en Ingeniería opción Construcción. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-2596-4979>. d.zavalabarrera@gmail.com

*** Profesor de Carrera. Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Maestría en Ingeniería opción Construcción. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4361-0485>. selene.audeves@correo.uady.mx

Correspondencia: Celular: +52 999 183 20 43, teléfono de oficina: +52 999 930 05 68 ext. 1025. Calle 31 # 244 x 32 y 34, Colonia Francisco de Montejo, C. P. 97203, Mérida, Yucatán, México. selene.audeves@correo.uady.mx



Resumen

Los problemas asociados a las condiciones ergonómicas inadecuadas en el trabajo están adquiriendo una importancia creciente en la actualidad, por lo que se considera de vital importancia estudiar si los procedimientos habituales utilizados en las actividades de la construcción cumplen con los principios básicos de la ergonomía [1]; especialmente, si se tiene en cuenta que, por lo general, se desarrollan bajo un entorno tecnológico poco tecnificado. Se ha identificado que, en las actividades de la construcción, los principales riesgos ergonómicos se relacionan con las posturas forzadas, el manejo manual de cargas y los movimientos repetitivos [1]. El objetivo del presente estudio fue analizar los movimientos realizados y las posturas empleadas por los trabajadores de la construcción [1] para determinar los niveles de riesgos ergonómicos con las que se llevan a cabo. Con este fin, se evaluaron siete actividades, para lo cual se emplearon tres diferentes métodos de evaluación ergonómica. Como resultado, se obtuvo que los trabajadores de la industria de la construcción están desempeñando sus tareas bajo niveles de riesgo ergonómico que no deberían ser aceptados. Los riesgos ergonómicos más críticos se presentaron en actividades relacionadas con el transporte manual de carga y las posturas forzadas [1].

Palabras clave: albañilería, construcción, ergonomía, evaluación de riesgos, trabajo.

Abstract

Problems associated with inadequate ergonomic working conditions are gaining importance today, so it is very important to study whether the usual procedures used in construction activities comply with the basic principles of ergonomics; especially if it is considered that, in general, they are carried out under a low-tech environment. It has been identified that in construction activities, the main ergonomic risks are related to forced postures, manual handling, and repetitive motions. The aim of this study was to analyze the movements performed and postures used by construction workers, to determine the levels of ergonomic risks with which they are performed. Seven activities were evaluated using three different ergonomic evaluation methods. As a result, it was concluded that workers in the construction industry are performing their tasks under levels of ergonomic risk that should not be accepted. The most critical ergonomic risks observed were in activities related to manual load carrying and awkward postures.

Keywords: construction, ergonomics, labour, masonry, risks evaluation.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el estudio de las condiciones ergonómicas inadecuadas del trabajo ha estado adquiriendo una importancia creciente, ya que son causa de gran número de trastornos de tipo musculoesquelético (TME) en los trabajadores [1], lo cual provoca lesiones del aparato locomotor, principalmente en espalda, cuello, hombros y extremidades superiores. Los TME se han convertido en un problema que incrementa los costos económicos y sociales de las empresas, altera la actividad laboral, disminuye la productividad, contribuye al ausentismo [2] y, lo más importante, afecta la calidad de vida de los trabajadores.

La ergonomía estudia las reacciones, capacidades y habilidades de los trabajadores, a fin de que su entorno y los elementos de trabajo puedan ser diseñados y ajustados a sus características [3], en la búsqueda de condiciones óptimas de confort y de eficiencia productiva. La ergonomía, como disciplina preventiva, adapta los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general, a la capacidad y las necesidades de las personas [4].

La industria de la construcción, por su propia naturaleza, es ergonómicamente riesgosa, toda vez que suele requerir numerosas posturas incómodas y levantar objetos pesados, los cuales pueden derivar en TME relacionados, principalmente, con la espalda y las extremidades [1]. Estudios adelantados con trabajadores de la construcción han demostrado mayor prevalencia de dolor lumbar en comparación con otros grupos de referencia [5].

A continuación, se explican los tres principales factores de riesgos ergonómicos de la construcción:

- Las posturas forzadas son posiciones de trabajo que suponen que una o varias partes del cuerpo dejan de estar en una posición natural para pasar a una posición inadecuada que genera hiperextensiones, hiperflexiones o hiperrotaciones de huesos o articulaciones, que pueden desencadenar los TME [6].
- El manejo manual de cargas es cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas conlleva riesgos de lesiones, especialmente dorso lumbar [6].
- Los movimientos repetitivos son cambios de posición continuos, mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de los músculos, los huesos, las articulaciones y los nervios de una parte del cuerpo, y que provocan en esta zona fatiga muscular, sobrecarga, dolor y, por último, lesión [7].

Aunque cada problema requiere soluciones específicas, algunas de estas son comunes: planificar las tareas que vayan a realizarse para disminuir la adopción de posturas, movimientos y manipulaciones innecesarias; mantener ordenado y limpio el puesto de trabajo; estar bien preparado físicamente [8]; hacer pausas y descansar de manera frecuente; solicitar y usar ayudas mecánicas y de otros compañeros para adelantar tareas que supongan un esfuerzo físico importante, etc. [8].

La evaluación de la carga física en un puesto de trabajo sirve para determinar si el nivel de exigencias impuestas por la tarea y el entorno donde aquella se desarrolla pueden llegar a sobrepasar las capacidades físicas de la persona, con el consecuente riesgo para su salud [1]. El análisis de la información recolectada en el puesto de trabajo permite detectar aquellos elementos o situaciones ergonómicamente inadecuados, para poder establecer medidas preventivas y correctoras pertinentes que contribuyan a la mejora de las condiciones de trabajo en el puesto [9].

Para evaluar un puesto de trabajo se puede requerir de la aplicación de varios métodos de evaluación, dado que en un mismo puesto pueden existir diversas tareas y cada tarea puede acarrear diversos factores de riesgo [9]. Por lo general las soluciones a los problemas ergonómicos requieren de análisis complicados, lo que incluye un rediseño de la estación de trabajo [10].

En síntesis, todos los centros de trabajo deben practicar actividades tendientes a la prevención de todo tipo de riesgos laborales, a efectos de llevar a cabo un control de pérdidas, con las consecuentes ventajas en eficiencia y productividad; así, se puede alcanzar un mayor bienestar social, que se debe reflejar en la economía de la empresa [11].

El objetivo del estudio fue analizar los movimientos realizados y las posturas empleadas por los trabajadores en una muestra de actividades de la construcción en el sureste de México, para determinar los niveles de riesgos ergonómicos que conllevan.

METODOLOGÍA

La investigación fue no experimental y consistió en la observación del trabajo de un grupo de obreros en diversos proyectos de construcción en Mérida, Yucatán, México. Se estudiaron las actividades constructivas más típicas de la región para proyectos de edificación y se abarcaron los principales procesos de albañilería. Las siete actividades observadas fueron la excavación de zanja en terreno semirrocoso, la colocación de *blocks* de concreto en muro, el izaje de vigueta prefabricada de concreto en techo, la colocación de bovedillas de concreto en techo, el transporte manual de concreto, la aplicación de acabado tipo estuco en plafón y la colocación de piso de cerámica.

La unidad de análisis fue el trabajador de la construcción que adelanta trabajos de albañilería. Para cada una de las actividades, la muestra estuvo conformada por trabajadores ubicados en uno o varios proyectos, según la colaboración obtenida por parte de los constructores y las fases en que se encontraban las construcciones en el momento de hacer el estudio.

Después de obtener los permisos para hacer las observaciones, el primer paso del estudio fue analizar la forma en que se desarrollaba cada actividad y la manera en que se desempeñaba el trabajador. A partir de esto, se definió el ciclo de trabajo, que consiste en la secuencia de acciones o tareas que se repiten siempre de la misma manera al desarrollar la actividad [12]. Una vez que se conocieron las tareas básicas del trabajador, se eligió estudiar aquella considerada como la más significativa en la ejecución de dicha actividad, es decir, la que representara mayor riesgo para desarrollar algún trastorno musculoesquelético. Posteriormente, se identificó el tipo de riesgo ergonómico presente y, a partir de esto, se determinó el método de evaluación a utilizar.

Para cada una de las tareas observadas, se calculó una puntuación general y se aplicó una metodología estandarizada, a partir de la cual se definió el nivel de riesgo en el que incurrieron los trabajadores observados en la práctica de cada tarea específica, de acuerdo con el método utilizado. A continuación, se explican en forma resumida los tres métodos utilizados para evaluar las diferentes tareas.

Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Este método evalúa el riesgo de posturas inadecuadas, por medio de un sistema de análisis postural, en el que el cuerpo es dividido en segmentos que se analizan individualmente. Provee de un sistema de puntuación para las actividades musculares que generan acciones estáticas o cambios rápidos de la postura [13].

En razón a esto, para evaluar una tarea, se divide el cuerpo en dos grupos de partes (A y B), el primero contiene el tronco (T), cuello (C) y piernas (P); y el segundo, los brazos (Br), antebrazos (Ab) y muñecas (M). Los puntos se asignan de acuerdo con los ángulos observados en cuello, tronco, brazos, antebrazos y muñecas; así como también respecto a las posiciones y formas de apoyar las piernas. El método contiene sendos modelos para asignar puntuaciones globales para cada grupo, en función de los puntos obtenidos para cada postura de los segmentos del cuerpo. Estas puntuaciones se incrementan según la carga aplicada (Ca), para el Grupo A; y la calidad del agarre (Ac), para el Grupo B.

Los puntos totales obtenidos en los grupos A y B se combinan, por medio de otro modelo, para obtener la puntuación C; por último, esta se modifica de acuerdo con el tipo de actividad muscular que desarrolló el trabajador. A partir de esta puntua-

ción final, se asignan un nivel de riesgo ergonómico y una propuesta de actuación para mejorar el puesto de trabajo. En la Tabla 1 se presentan la escala de riesgo y las acciones sugeridas.

TABLA 1. ESCALA DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL MÉTODO REBA [13]

Puntuación	Nivel de riesgo	Acción sugerida
1	Inapreciable	No necesaria
2-3	Bajo	Podría requerirse
4-7	Medio	Necesaria
8-10	Alto	Necesaria pronto
11-15	Muy alto	Necesaria ahora

Check List Occupational Repetitive Action (OCRA)

Por medio de este método se evalúa la exposición a movimientos y esfuerzos repetitivos de los miembros los superiores. Consiste en la valoración independiente de diversos factores que pudieran estar presentes a lo largo del tiempo en el que se desarrolla la tarea [14]. Los factores incluidos en el método son: recuperación (FR), frecuencia (FF), fuerza (FFZ), postura (FP), duración (FD) y factores complementarios (FC). La consideración del tiempo real durante el cual se desarrollan las tareas es fundamental para la aplicación del método, por lo que la duración de las pausas y los descansos son considerados en el análisis [1].

Con base en la medición de los factores mencionados, se define el Índice *Check List* (ICKL) por medio de la ecuación 1:

$$ICKL = FD \cdot (FR + FF + FF_z + FP + FC) \quad (E 1)$$

De acuerdo con el ICKL alcanzado, se asigna un nivel de riesgo ergonómico, cuya escala se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2. ESCALA DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL MÉTODO CHECK LIST OCRA [14]

ICKL	Nivel de riesgo	Acción sugerida
Hasta 7,5	Aceptable	Ninguna
7,6-11	Incierto	Nuevo análisis y mejora del puesto
11,1-14	Inaceptable leve	Mejora del puesto y supervisión médica
14,1-22,5	Inaceptable medio	
≥ 22,5	Inaceptable alto	

Ergo-Carga Construcción (EC2)

Por medio de este método se evalúa el riesgo de desarrollar lesiones dorsolumbares a causa de las tareas que impliquen manipulación manual de cargas [1]. Se basa en la obtención de varios factores multiplicativos que se aplican a la constante de carga (LC), cuyo valor es de 23 kg, que representa la máxima masa recomendada para ser manipulada manualmente por un trabajador [15]; en algunas normas, este valor aceptable es de 25 kg. Los factores incluidos en el método son: distancia horizontal (HM), distancia vertical (VM), desplazamiento vertical (DM), asimetría (AM), frecuencia (FM), agarre (CM), técnica de manipulación (FT), postura de manipulación (PM), esfuerzo percibido (FE) y dificultad de manipulación (FD). En razón a estos diez factores, se calcula el límite del peso recomendado (Lpr), por medio de la ecuación 2:

$$Lpr = LC \cdot (HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM \cdot FT \cdot PM \cdot FE \cdot FD) \quad (E2)$$

A la condición óptima de cada factor, corresponde el valor de 1, y, conforme se va alejando de esta condición, los valores se van haciendo menores, por lo que el Lpr va disminuyendo por cada una de las condiciones inadecuadas. Con base en el límite de peso recomendado (LPR) y la masa real del objeto transportado (MR), se calcula el índice de riesgo (R) ergonómico con la ecuación 3:

$$R = \frac{MR}{LPR} \quad (E3)$$

De acuerdo con R, se asigna un nivel de riesgo, cuya escala se muestra en la Tabla 3.

TABLA 3. ESCALA DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL MÉTODO EC2 [15].

R	Nivel de riesgo
≤ 1	Aceptable
$1 < R < 3$	Moderado
> 3	Alto

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación ergonómica a las siete actividades constructivas estudiadas.

Excavación de zanja en terreno semirrocoso

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: remover con pico el suelo, extraer con pala el material suelto hacia un costado de la zanja y verificar la profundidad de la zanja [1]. Se escogió evaluar la tarea de extracción del material y aplicar el método REBA para posturas forzadas (Tabla 4).

TABLA 4. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL EN EXCAVACIÓN DE ZANJA (REBA) [1]

Sujetos	Puntuación									Nivel de riesgo	
	Grupo A					Grupo B					Final
	T	C	P	Ca	Br	Ab	M	Ac			
1	4	2	2	6	1	2	1	2	7	Medio	
2	5	1	2	6	2	2	1	3	7	Medio	
3	5	2	2	7	2	1	1	2	8	Alto	

T: tronco, C: cuello, P: piernas, Ca: carga, Br: brazos, Ab: antebrazos, M: muñecas, Ac: agarre.

Colocación de block de concreto en muro

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: limpieza de la cara del *block* anterior, colocación del mortero en la cara lateral del *block*, sujeción y

colocación del *block*, recorte del mortero, verificación de la verticalidad de la pieza con plomada y verificación del nivel de la fila con regla nivel de burbuja. Se escogió evaluar la tarea de sujeción y colocación de *block* en primeras filas con el trabajador parado sobre el suelo y aplicar el método REBA para posturas forzadas (Tabla 5).

TABLA 5. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA DE COLOCACIÓN DE BLOCK DE CONCRETO EN PRIMERAS FILAS (REBA) [1].

Sujetos	Puntuación									Nivel de riesgo
	Grupo A					Grupo B			Final	
	T	C	P	Ca	Br	Ab	M	Ac		
1	4	2	1	7	2	2	1	4	9	Alto
2	5	1	1	8	2	2	1	4	10	Alto

También se evaluó esta tarea en el momento en el que los trabajadores colocaban las filas superiores de bloques, parados sobre un andamio; en este caso, se utilizó el método *Check List OCRA*, para movimientos repetitivos (Tabla 6).

TABLA 6. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA DE SUJECCIÓN Y COLOCACIÓN DE BLOCK DE CONCRETO EN FILAS SUPERIORES (CHECK LIST OCRA) [1]

Sujetos	Factores						ICKL	Nivel de riesgo
	fd	fr	ff	ffz	fp	fc		
1	0,85	3	4	2	7,5	2	15,73	Inaceptable Medio
2	0,85	3	0	6	13,5	2	20,83	Inaceptable Medio

FD: duración, FR: recuperación, FF: frecuencia, FFZ: fuerza, FP: postura, FC: complementarios.

Izaje de vigueta prefabricada de concreto en techo

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: transporte de vigueta al sitio de elevación, sujeción y elevación de la vigueta, colocación en el punto de asentamiento y ajuste de la pieza para evitar interferencias con los armados de acero [1]. Se escogió evaluar la tarea de elevación de la vigueta y aplicar el método EC2 para transporte de carga manual (Tabla 7).

TABLA 7. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA DE ELEVACIÓN DE VIGUETA (EC2) [1]

Sujetos	Factores										R	Nivel de riesgo
	hm	vm	dm	am	fm	cm	ft	pm	fe	fd		
1	1	0,85	0,83	1	0,85	0,90	0,60	1	0,90	1	5,25	Alto
2	1	0,88	0,87	1	0,85	0,90	0,46	1	0,90	1	5,52	Alto
3	1	0,87	0,86	1	0,81	0,90	0,46	1	0,90	1	6,68	Alto

HM: distancia horizontal, VM: distancia vertical, DM: desplazamiento vertical, AM: asimetría, FM: frecuencia, CM: agarre, FT: técnica de manipulación, PM: postura de manipulación, FE: esfuerzo percibido, FD: dificultad de manipulación, R: índice de riesgo.

Colocación de bovedillas de concreto en techo

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: colocación de las bovedillas guías en los extremos, recepción de bovedillas a nivel de techo, colocación de bovedillas que conforman una fila y ajuste de piezas en los extremos [1]. Se escogió evaluar la tarea de colocación de la fila de bovedillas y aplicar el método REBA para posturas forzadas (Tabla 8).

TABLA 8. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA COLOCACIÓN DE BOVEDILLA (REBA) [1]

Sujetos	Puntuación								Final	Nivel de riesgo
	Grupo A					Grupo B				
	T	C	P	Ca	Br	A	M	Ac		
1	4	1	1	7	3	2	1	4	9	Alto
2	4	1	1	7	4	2	1	6	10	Alto
3	4	1	1	8	4	2	1	6	11	Muy alto
4	4	1	1	8	4	2	1	6	11	Muy alto

Transporte manual de concreto

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: llenar la cubeta con concreto, levantar y transportar la cubeta al punto de colocación del concreto y regresar en vacío al sitio del mezclado [1]. Se escogió evaluar la tarea de levantar y transportar la cubeta y aplicar el método EC2 para transporte de carga manual (Tabla 9).

TABLA 9. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE DE CONCRETO (EC2) [1]

Sujetos	Factores										R	Nivel de riesgo
	HM	VM	DM	AM	FM	CM	FT	PM	FE	FD		
1	1	0,82	0,85	1	0,75	0,90	0,60	1	0,90	0,95	5,55	Alto
2	1	0,85	0,86	1	0,75	0,90	0,60	1	0,90	0,87	5,78	Alto
3	1	0,83	0,85	1	0,75	0,90	0,60	1	0,90	0,87	5,99	Alto

Aplicación de acabado tipo estuco en plafón

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: armado y colocación de andamio, verificación y en su caso corrección de la superficie inferior de la losa, aplicación del mortero y emparejado del acabado [1]. Se escogió evaluar la tarea de aplicación del mortero y utilizar el método *Check List OCRA* para movimientos repetitivos (Tabla 10).

TABLA 10. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA DE APLICACIÓN DE MORTERO EN PLAFÓN (CHECK LIST OCRA) [1]

Sujetos	Factores						ICKL	Nivel de riesgo
	FD	FR	FF	FFZ	FP	FC		
1	0,85	3	0	2	9,5	2	14,03	Inaceptable leve
2	0,85	3	0	2	9,5	2	14,03	Inaceptable leve
3	0,85	3	0	2	13,5	2	17,42	Inaceptable medio
4	0,85	3	2,5	6	25,5	2	30,60	Inaceptable alto

Colocación de piso de cerámica

El ciclo de los trabajos de la actividad constó de las siguientes tareas: selección de la pieza de cerámica, mezcla y extensión del mortero adhesivo, colocación de la pieza y nivelación de la pieza. Se escogió evaluar la tarea de colocación de pieza y aplicar el método REBA para posturas forzadas (Tabla 11).

TABLA 11. PUNTUACIONES Y NIVELES DE RIESGO PARA LA TAREA DE COLOCACIÓN DE PISO DE CERÁMICA (REBA) [1]

Sujetos	Puntuación									Nivel de riesgo
	Grupo A					Grupo B			Final	
	T	C	P	Ca	Br	Ab	M	Ac		
1	4	1	1	3	3	2	1	4	4	Medio
2	4	1	3	6	2	2	1	2	7	Medio
3	4	1	4	6	3	2	1	4	8	Alto

DISCUSIÓN

A continuación, se analizan los tres factores de riesgos ergonómicos estudiados y, a manera de ejemplo, se presentan algunas acciones recomendadas para mejorar los puestos de trabajo.

Posturas forzadas

Se evaluaron las actividades correspondientes a excavación de zanja, colocación de *block* en muro en primeras filas, de bovedillas en techo y de piso de cerámica. Como resultado de la aplicación del método REBA se pudo observar que en todos los casos se obtuvo una alta puntuación en las partes del cuerpo correspondientes al Grupo A, que incluye tronco, cuello y piernas (Tablas 1, 4, 5, 8 y 11). Las puntuaciones más altas se tuvieron, en forma consistente, para la postura del tronco (T), por medio de la medición del ángulo de flexión del torso respecto a la vertical. Se hace la observación de que se debe buscar que este ángulo tienda a cero para que el trabajador permanezca lo más erguido posible, en una posición natural fisiológica. En todos los casos observados los trabajadores presentaron ángulos mayores a 60° —valor correspondiente a la categoría más crítica—, lo cual hizo que los trabajadores tuvieran puntuaciones de T igual a 4 o 5. Las flexiones en el tronco de los trabajadores se pueden apreciar en las Figuras 1, 2, 3 y 4.



FIGURA 1.
EXTRACCIÓN DEL
MATERIAL CON
PALA (SUJETO 3).



FIGURA 2.
SUJECIÓN Y
COLOCACIÓN DE
BLOCK DE CONCRETO
EN MURO EN
PRIMERAS FILAS
(SUJETO 2).



FIGURA 3.
COLOCACIÓN DE
BOVEDILLA EN
TECHO (SUJETO 3).



FIGURA 4.
COLOCACIÓN DE
PISO DE CERÁMICA
(SUJETO 3).

Fuente: autores.

La consecuencia de esta hiperflexión es la lumbalgia, la cual genera dolor en la parte inferior de la espalda, que puede irradiar a las piernas. En una primera etapa el dolor se siente solo cuando se trabaja y desaparece al concluir la jornada; en una segunda, el dolor aparece tan pronto se empieza a trabajar y no desaparece del todo durante el descanso nocturno; en una tercera, el dolor se vuelve permanente, lo cual hace difícil poder trabajar [16].

Los niveles de riesgo observados en los sujetos estudiados fueron: medio (en excavación y colocación de piso), alto (en excavación, colocación de bloques en primeras filas, colocación de bovedillas en techo y colocación de piso) y muy alto (en colocación de bovedilla). De acuerdo con lo anterior, en todas las actividades se requieren acciones para disminuir el riesgo ergonómico, y es necesario actuar con prontitud en todos los casos.

Respecto a la tarea de extracción con pala del material excavado, para evitar la hiperflexión del tronco, se puede utilizar una pala de mango largo y, cuando sea posible, traspalear el material desde el interior de la zanja. Todo lo anterior busca disminuir el ángulo de flexión del torso y bajar la puntuación de T.

En cuanto a la tarea de colocación de bloques en las primeras filas del muro, se puede alternar la posición observada —con inclinación del tronco— con otra en la que el sujeto trabaje brevemente de rodillas

y utilice rodilleras para amortiguar el impacto en las articulaciones; de esta forma, se disminuiría el tiempo de exposición al riesgo de sobrecargar las articulaciones del tronco. Se hace la observación de que es importante limitar el tiempo de trabajo de rodillas para evitar la bursitis.

Acerca de la colocación de bovedillas en el techo, adicionalmente a la hiperflexión del tronco, se observó que las posturas de los brazos generaron ángulos mayores a 90° respecto del tronco —valor que corresponde a la categoría más crítica— (Figura 3). Lo anterior puede ocasionar estrés biomecánico significativo en diferentes articulaciones y tejidos blandos adyacentes al hombro [17]. Para la disminución del riesgo en esta tarea se podría diseñar y usar una herramienta extensora que permita la colocación de las bovedillas con una postura más erguida [1] y que no requiera de estirar excesivamente de los brazos.

Sobre la colocación del piso de cerámica, adicionalmente a la hiperflexión del tronco, se observó que las posturas de las piernas generaron ángulos en la rodilla mayores a 60° —valor que corresponde a la categoría más crítica—, con soporte bilateral asimétrico y postura relativamente inestable, como se puede apreciar en la Figura 4. Al igual que en el caso de la colocación de los bloques, la exposición al riesgo se podría disminuir si se trabaja de rodillas por lapsos breves.

Transporte manual de cargas

Se evaluaron las actividades correspondientes a izaje de vigueta prefabricada y transporte manual del concreto. Como resultado de la aplicación del método EC2, se pudo observar que en ambas actividades los trabajadores manipulaban una carga mayor a los 23 kg, la cual corresponde a la constante de carga (LC). También se precisa que la técnica de manipulación (FT) produjo puntuaciones críticas debido a que los sujetos transportaron la carga (vigueta o cubeta de concreto) sobre un hombro, sostenida con una mano o con las dos a diferentes alturas, lo cual provocaba asimetría en el torso (Figuras 5 y 6). Por esta causa, en todos los casos estimados, los trabajadores presentaron puntuaciones de FT iguales o menores a 0,60, respecto de un valor óptimo de 1,0, que corresponde la manipulación de la carga con ambas manos a nivel del tronco. En general, las consecuencias de la manipulación de sobrecargas pueden provocar lesiones dorsolumbares (lumbalgia, ciática, hernia discal, etc.) o desgarres musculares [18].

El nivel de riesgo observado en los sujetos estudiados en ambas actividades fue alto (Tablas 3, 7, 9), acorde con lo cual, en ambas actividades se requiere tomar acciones inmediatas para disminuir el riesgo ergonómico.



FIGURA 5. ELEVACIÓN DE
VIGUETA (SUJETO 1).



FIGURA 6. TRANSPORTE
MANUAL DE CONCRETO
(SUJETO 3).

Fuente: autores.

En relación con la elevación de las vigüetas de concreto se sugiere el uso de un poste atirantado provisto de una garrucha o polipasto [1], para elevar y colocar las vigüetas en su punto de ubicación final, a fin de evitar que el trabajador levante por sí mismo un peso que supera por mucho la máxima permitida para cualquier trabajador.

Respecto al transporte de concreto se sugiere el diseño y uso de un recipiente con una capacidad para transportar un volumen máximo de concreto con masa de 23 kg; de igual manera, debe estar provisto de ranuras o asas que permitan al trabajador sostener dicho recipiente y transportarlo de frente y por debajo de la altura de la cadera [1].

Movimientos repetitivos

Se evaluaron las actividades correspondientes a colocación de bloques en muro en filas superiores y aplicación de acabado en plafón (Figuras 7 y 8). Como resultado de la aplicación del método *Check List OCRA* se pudo observar que en ambas actividades los sujetos trabajaban casi sin tomar descansos, por lo que el factor de fuerza (FFZ) se hizo crítico [1], ya que este depende del nivel de esfuerzo aplicado. Por esta misma razón, el factor de postura (FP) también se vio afectado, toda vez que causó que los trabajadores repitieran una mayor cantidad de movimientos durante la jornada de trabajo, lo cual podría ocasionar mayor desgaste en las articulaciones afectadas (hombros, codos y muñecas) [19].



FIGURA 7. SUJECIÓN Y COLOCACIÓN DE BLOCK DE CONCRETO EN MURO EN FILAS SUPERIORES (SUJETO 2).

Fuente: autores.



FIGURA 8. APLICACIÓN DE MORTERO EN PLAFÓN (SUJETO 4).

El nivel de riesgo observado en los sujetos estudiados fue inaceptable medio para la colocación de los bloques, y en el rango de inaceptable leve e inaceptable alto para la aplicación de acabados en plafón (Tablas 2, 6 y 10). De acuerdo con lo anterior, en ambas actividades se requiere tomar acciones inmediatas para disminuir el riesgo ergonómico.

En ambas actividades, para disminuir el riesgo ergonómico, se sugiere que los trabajadores tomen descansos programados. De acuerdo con el método *Check List OCRA* [14], una condición ideal sería una proporción de 50 minutos de ejecución de la tarea repetitiva, por 10 minutos de recuperación (proporción de 5:1), lo que evitaría que el trabajador tuviera esfuerzos por un tiempo prolongado y, a su vez, disminuiría el número de movimientos repetitivos a lo largo de su jornada laboral [1].

CONCLUSIONES

En las actividades estudiadas se pudo observar que los factores de riesgo más críticos fueron el transporte manual de carga —presente en las tareas de elevación de vigueta prefabricada y transporte manual de concreto— y las posturas forzadas —presentes en la colocación de bovedilla de concreto— [1].

En relación con el transporte manual de cargas, se evidenció que el trabajador de la construcción, a diferencia de otros puestos de trabajo, excede en forma cotidiana el peso máximo tolerable que transporta, de acuerdo con las normas ergonómicas.

También se observó que otro factor que impacta su integridad física es la manipulación de cargas muy pesadas en forma asimétrica con una sola mano o sobre un hombro [1].

En cuanto al riesgo de posturas forzadas, se observó que hay una tendencia a trabajar con una inclinación en el torso con un ángulo mayor al que el organismo puede tolerar en forma prolongada sin sufrir trastornos musculoesqueléticos [1].

Sobre el factor de riesgo de movimientos repetitivos, se anota que el principal problema se presenta cuando el trabajador realiza por mucho tiempo y en forma ininterrumpida sus tareas, lo cual ocasiona exceso de movimientos y desgaste de sus articulaciones [1].

En general, se puede concluir que los trabajadores de la construcción analizados en este estudio están desarrollando sus tareas con un nivel de riesgo ergonómico que no debería ser aceptado [1].

REFERENCIAS

- [1] D. Zavala, *Estudios de ergonomía en trabajos de construcción* (tesis de maestría en Ingeniería opción Construcción), Universidad Autónoma de Yucatán, México, 2021.
- [2] M. Paredes y M. Vázquez, “Estudio descriptivo sobre las condiciones de trabajo y los trastornos musculoesqueléticos en el personal de enfermería de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid,” *Medicina y Seguridad del Trabajo* [online], vol. 64, n.º 251, abr./jun. 2018. <https://scielo.isciii.es/img/revistas/mesetra/v64n251//0465-546X-mesetra-64-251-00161-gapp12.jpg>.
- [3] *Ergonomía* [online], Hospital del trabajador, Achis 50 años, 2023, https://rb.gy/0o5f6_.
- [4] W. Laurig. y Vedder J., “Ergonomía: Herramientas y enfoques,” *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, vol. 110, Ginebra, 1998.
- [5] B. Buchholz, V. Paquet, L. Punnett, D. Lee y S. Moir, “PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work”, *National Library of Medicine, Applied Ergonomics*, vol. 27, n.º 3, pp. 177-187, jun. 1996, doi: 10.1016/0003-6870(95)00078-x
- [6] S. Martínez, *Ergonomía en construcción: su importancia con respecto a la seguridad* (trabajo final de máster universitario en Prevención de Riesgos Laborales) [online], Universidad Pública de Navarra, 2013. <https://hdl.handle.net/2454/7644>
- [7] *Prevención de lesiones por movimientos repetitivos* [online], Prevensystem Laboral Group, 2023, <https://rb.gy/jdout>

- [8] *Manual de ergonomía en la construcción*, Fundación Laboral de la Construcción, Rosel-Ajamil, Valencia, España, 2010.
- [9] *Métodos de evaluación ergonómica* (primera edición), Secretaría de Salud Laboral de ccoo de Madrid, 2016.
- [10] C. Asfahl y D.W. Rieske, *Seguridad industrial y administración de la salud* (sexta edición), México, Editorial Pearson Educación, 2010.
- [11] R. Feo, “Estrategias de enseñanza en el uso de normas de seguridad e higiene industrial del laboratorio de turbomáquinas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela”, *Revista de Investigación*, vol. 35, n.º 74, Caracas, dic. 2011.
- [12] A. C. Neira, *Técnicas de medición del trabajo* (segunda edición), FC Editorial, Madrid, España, 2006.
- [13] S. Hignett y L. McAtamney, “Rapid entire body assessment (REBA)”, *Elsevier, Applied Ergonomics*, vol. 31, n.º 2, pp. 201-205, abr. 2000, doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3
- [14] J. Diego-Mas, “Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el *Check List OCRA*” [online], Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>
- [15] E. Cerda, A. Hernández, P. Rodríguez, E. Álvarez y C. Rodríguez, “La ergonomía en el sector de la construcción: El método EC2”, *Ciencia & Trabajo*, n.º 34, pp. 188-192, mar. 2009.
- [16] *Prevención de riesgos musculoesqueléticos derivados de la adopción de posturas forzadas*, Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, Prevalia CCG, SLU, Madrid, España, 2022.
- [17] M. Vicente-Herrero, L. García, A. González y M. De la Torre, “El hombro y sus patologías en medicina del trabajo”, *Elsevier, Medicina de Familia. Semergen*, vol. 35, n.º 4, pp. 197-202, abr. 2009, doi: 10.1016/S1138-3593(09)70931-1
- [18] *Manipulación Manual de Cargas, Guía Técnica del INSHT*, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, L. Ruiz, España, 2022.
- [19] L. Remón, “Riesgos laborales que originan los movimientos repetitivos”, *CEN 7 Días* [online], Confederación de Empresarios de Navarra, n.º 328, sep. 2022, <http://www.cen7dias.es/contenido.php?bol=33&id=987&sec=4>