

# Análisis del impacto ergonómico asociado a la manipulación de cargas en trabajadores de equipos de perforación del sector petrolero

Analysis of the ergonomic impact associated with cargo handling in drilling equipment workers in the oil sector

Harold Cohen Padilla <sup>1</sup>, Martha Carrillo Landazabal <sup>2</sup>, Elías Bedoya Marrugo <sup>3</sup>

## Resumen

El mundo actual y las tendencias de universalización de procesos que se dan a través de la globalización, la apertura de mercados, la internacionalización, la competencia y todas las nuevas situaciones que el desarrollo empresarial trae día a día hacen que los procesos empresariales deban ser más eficientes y eficaces, con lo cual existen riesgos asociados con las actividades que implican un sobre esfuerzo físico y por ende una posible lesión osteomuscular. **Objetivo.** Analizar las relaciones existentes entre las tareas de impacto negativo y las variables ergonómicas asociadas a la manipulación de cargas, a través del uso de las herramientas de evaluación REBA y RULA de manera que se identifiquen los factores de riesgo por parte de los trabajadores de Drilling & Well Services, especialmente cuñeros y encuelladores de una empresa petrolera. **Materiales y métodos.** La investigación es de tipo descriptivo, pues representa un análisis experimental que tiene como objetivo establecer las condiciones iniciales y determinar la manera como se manifiesta una determinada circunstancia particular identificando los rasgos característicos de la operación. **Resultados.** Se evidenciaron actividades como el levantar y posicionar la cuña, trasladar la tubería de perforación, soltar o ajustar las llaves de potencia y ajustar los brazos de los elevadores para

---

1. Ingeniero industrial, Magister en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo, Especialista en Gerencia de la Salud Ocupacional, Docente Investigador de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6394-790X>  
Correo electrónico: hcohen@tecnocomfenalco.edu.co

2. Ingeniera Industrial, Maestría en Administración, Especialista en Administración Financiera. Docente Investigadora de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5446-9010>  
Correo electrónico: mcarrillo@tecnocomfenalco.edu.co

3. Administrador Servicios de Salud, Especialista en Salud ocupacional, Especialista en gestión de calidad y auditoría en Salud, Magister en Administración, Doctor en investigación y docencia. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Grupo CIPTEC.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-9600>  
Correo electrónico: ebedoya@tecnologicocomfenalco.edu.co

cerrarlos y con ello asegurar la tubería de perforación, como las acciones de riesgo más importantes en las operaciones de los cuñeros y operadores.

**Palabras claves:** Biomecánica, carga, operario, petróleo

## *Abstract*

The current world and the tendencies of universalization of processes that occur through globalization, the opening of markets, internationalization, competition and all the new situations that business development brings every day make processes must be more efficient and risks, with which there are risks associated with activities that involve physical exertion and therefore a possible musculoskeletal injury. **Objective.** Analyze the relationships identified between the negative impact tasks and the ergonomic variables associated with cargo handling, by using the REBA and RULA assessment tools so that risk factors are identified by Drilling & Well workers Services, especially wedges and pollsters of an oil company. **Materials and methods.** The research is descriptive, since it represents an experimental analysis that aims to establish the initial conditions and determine the way in which a particular circumstance is manifested by identifying the characteristic features of the operation. **Results.** There were activities such as lifting and positioning the wedge, moving the drill pipe, releasing or adjusting the power keys and adjusting the arms of the elevators to close and with it controlling the drill pipe, as the most important risk actions in the operations of the wedges and operators.

**Keywords:** Biomechanics, cargo, operator, oil.

## *Introducción*

Las industrias del petróleo y sus derivados son generadoras de fuerza de trabajo envejecida e intergeneracional, por la cantidad y forma del daño descrita en las diferentes generaciones y el impacto causado a las empresas, los trabajadores y la sociedad (1). Las operaciones en los equipos de perforación implican la manipulación por el grupo de trabajadores del taladro de equipos de

roscado que pesan alrededor de 80 lb, para manejar tubería cuyos valores oscilan entre los 6 y las 24 lb/ft ( Ø 2-3/8" to 6-5/8") en jornadas que oscilan entre 1 y 12 horas; y en las cuáles y dependiendo de la operación (perforación, acondicionamiento de pozo, sacada de tubería) o la profundidad, se pueden dar entre 100 a 200 repeticiones de tareas forzadas del tronco superior e inferior. La importancia de prestar atención a las lecciones aprendidas de los incidentes

catastróficos, así como la adopción de las mejores prácticas de la industria petrolera son válidas para la prevención de molestias a nivel biomecánico (2). Resultados de varios estudios han demostrado que factores de riesgo ergonómicos se relacionan con trastornos músculo-esqueléticos, haciendo necesaria la intervención ergonómica esencial para eliminar el riesgo de exposiciones entre trabajadores en las industrias (3).

Los trastornos músculo-esqueléticos de las extremidades superiores entendidos como problemas ergonómicos, tienen un impacto en la industria de alta tecnología que aún no se ha estudiado con detenimiento. Sin embargo, esta industria sigue siendo una fuerza importante en la economía mundial con factores de riesgo únicos, que pueden conducir a necesidades específicas de intervención (repetitividad, monotonía y ciclos de trabajo, entre otros) (4).

Las relaciones en el trabajo y en el hogar son un fuerte predictor tanto de la insatisfacción laboral como de la mala salud mental, tan nocivos para aquellos que laboran en labores extractivas de petróleo en alta mar, siendo este también un generador del aumento de las tasas de accidentes en esta industria (5).

Muchos trabajadores que tienen actividades manuales suelen estar conscientes sobre el modo de cuidar su estado de salud al desarrollar tareas de manejo manual, pero no la practican (6). Otros resultados sugieren que los síntomas son señales no solo de de-

ficiencias de ergonomía en la situación laboral, sino en particular, de las condiciones de organización del trabajo, especialmente cuando la parte mental juega un papel fundamental de la relación trabajo resultado operativo. Se debe prestar especial atención a las condiciones de trabajo de las mujeres y los inmigrantes en las intervenciones preventivas (7). De estos, son síntomas prevalentes de riesgo ergonómico al experimentar molestias en la parte superior del cuerpo, como el cuello, la parte posterior del cuerpo, el antebrazo y las muñecas, que implica un proceso iterativo de forma regular y trabajar en posturas incómodas (8).

Se han realizado muchos esfuerzos para aumentar la comodidad y la seguridad de las operaciones humanas. Debido a la existencia de eventuales riesgos ergonómicos en los movimientos propios del trabajo (recolección, manejo, carga, etc.), se requieren de manera importante soluciones alternativas (9). Adicionalmente, participantes con altos niveles de trastornos músculo-esqueléticos en empresas de la industria con síntomas específicamente en la espalda y el cuello, se aquejan de padecimientos significativamente más altos que aquellos donde se implementaron medidas de evaluaciones ergonómicas y programas de intervención (10).

Un clima de seguridad adecuado permite promover prácticas de seguridad, entendiéndose que un 31% de estos desarrollan prácticas de seguridad conscientes del clima organizacional, lo que permite que el lide-

razgo en seguridad se consolide y evite accidentes de trabajo [11].

La importancia de prestar atención a las lecciones aprendidas de los incidentes catastróficos, así como la adopción de las mejores prácticas de la industria petrolera y afines con la producción no convencional y la necesidad de marcos regulatorios en países emergentes, indican que los organismos reguladores deben ponerse al día y acelerar los esfuerzos de investigación para favorecer las condiciones de los trabajadores expuestos (12).

Una evaluación rápida de miembro superior (RULA) y evaluación rápida de cuerpo completo (REBA) han demostrado amplia validez para analizar factores de riesgo de postura (13). Los trastornos músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo se encuentran entre las principales causas de lesiones y discapacidades ocupacionales en los países industrializados y en desarrollo. El objetivo de este estudio es valorar la evaluación ergonómica del riesgo del estrés postural mecánico debido a condiciones de trabajo (14). Los análisis en estaciones de trabajo como de bajo riesgo para la mano y la muñeca logran demostrar que los métodos RULA y REBA en combinación tiene una correlación alta y son eficientes para determinar la existencia de factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (15). El método RULA ha demostrado estimaciones de confiabilidad casi perfectas, con una consistencia interna muy aceptable para la validez

de este método demostrando así ser un método confiable en la evaluación de eventos donde existe amplia exigencia y repetición de movimiento en músculos de extremidad superior (16-17). El uso de la Evaluación Rápida de todo el cuerpo (RULA) y herramientas de investigación de Evaluación rápida de todo el cuerpo (REBA), en diversas operaciones de mecanizado y posturas de operador que tienen una influencia directa en el rendimiento de todas las estaciones de mecanizado. Además, los datos del análisis realizado sobre la fabricación de moldes de inyección revelaron que ni las estaciones de trabajo eran ergonómicas ni los operadores cumplían con las reglas ergonómicas (18).

## **Método**

El diseño de la metodología de identificación de características y valores asociados se realizó a través de actividades dirigidas, de modo que se identificaron factores de riesgo y cualidades asociadas al trabajo de modo que al terminar el estudio se pueda reducir la sensibilidad de su impacto sobre los trabajadores. Estas actividades se desarrollaron con el uso de la estadística y el manejo de datos con relación a la adopción de posiciones repetidas y penosas durante la jornada laboral, que en últimas son las que generan no solo fatiga en el operario, sino que esos movimientos continuados conllevan a trastornos en músculos y huesos. Este estudio fue de carácter descriptivo y aplicado, desarrollado durante el año 2017 y sobre una población de 80 operarios y con una mues-

tra óptima de 67 individuos (que abarcan los turnos de la mañana, tarde y noche) debido a que no se manipularon variables, y a través de la observación y un enfoque en los detalles de las tareas, donde se caracterizaron fenómenos tal y como se dan en su estado natural, de modo que sean estas las bases del resultado objeto de estudio.

Se detallaron los movimientos, repeticiones, condiciones pertinentes de la tarea y roles asociados a todo lo que la actividad operativa trae consigo es la etapa de caracterización, por ello se organizó dicha información desde dos tópicos, a saber: el que arroja el trabajador (Fuente primaria) y el entorno directo de la empresa así como el referencial que podemos contrastar al consultar a otros investigadores en estudios similares (fuentes secundarias). La estrategia de recolección de la información a través de unos “check list” o listas de chequeo, observación directa y algunas entrevistas de modo que puedan identificarse las tareas con mayor carga postural y así identificar el daño. Para la identificación de estos riesgos se han desarrollado diversos métodos, herramientas y ecuaciones que guiarán la búsqueda de estas acciones peligrosas. Para un mejor estudio se aplicó el método RULA, con las abreviaturas de Rapid Upper Limb Assessment, permite evaluar posturas concretas. Este método evalúa como la exposición de los operarios a puestos de trabajo inadecuados los expone a trastornos en los miembros superiores. Usualmente, se debe a la postura del trabajador, continuidad en los movimientos, la carga aplicada a la tarea

y la actividad estática. Para la selección de la tarea a evaluar, se observaron operarios por varios ciclos de trabajo, luego se eligieron los que suponían una carga postural elevada o al que tenga mayor tiempo de duración. El método RULA divide al cuerpo en dos grupos A y B, el primero formado por los brazos, antebrazos y muñecas; el segundo lo componen las piernas, tronco y cuello. Para el desarrollo de este método, se debe tener en cuenta los ángulos que forman los miembros del cuerpo humano; esta es la clave para una correcta asignación de puntos. Es por ello, que se realizaron registros de la actividad de los operarios realizando su trabajo para luego medir los ángulos sobre estas.

El segundo método aplicado es REBA, a diferencia del método RULA es que el primero se dirige a un análisis de extremidades superiores mientras que el segundo desarrolla un análisis más general. Además, REBA, considera cargas posturales dinámicas y estáticas, así como la gravedad asistida. Este método analiza las consecuencias del manejo de cargas; es por ello que también analiza el tipo de agarre de la carga. En este punto, el método permite considerar el hecho que no siempre se cargará usando solamente las manos. Tiene como objetivos el segmentar la tarea para su codificación individual, considerando así los planos de movimiento. Asimismo, el método suministrará un orden de puntuación para toda actividad muscular por posturas (estática y dinámica), inestables o por cambios repentinos en el mismo.

El resultado de este método permitirá determinar el nivel de riesgo de padecer lesiones y brinda una valoración rápida del riesgo que el cuerpo entero puede padecer. Es un análisis que se puede hacer post o antes del cambio en el puesto para ver la evolución del riesgo de enfermedad.

Es necesario tener en cuenta que para la evaluación de los puestos de trabajo utilizando el método REBA se deberá seleccionar las posturas más representativas de la tarea, así como el tiempo del ciclo de trabajo. El método se aplica para el lado derecho del cuerpo humano como para el izquierdo por lo que se deberá determinar para cada postura el lado que ejerce mayor fuerza para el levantamiento de la carga.

Por medio de las observaciones que se realizan con los trabajadores de los equipos de perforación y del historial de lesiones osteo-musculares principalmente de espalda y manos, se establece el problema de investigación, partiendo del proceso de identificación o caracterización de los factores relevantes que pueden estar ocasionando alguna sintomatología, en otras palabras, a pesar que se trata de un proceso natural de trabajo ejecutado de forma sincrónica por los trabajadores en cuestión, se vuelve un poco subjetivo desde la óptica de tener que hacer una evaluación de la forma y mecánica de los movimientos ejecutados; los cuales, entre otras cosas, serán también evaluados técnicamente para que se validen cuantitativamente y así evitar el riesgo que suele dejar una opinión netamente subjetiva

cuantitativa. Con todo esto, hay que dejar claro que es cierto que las tareas (materia de estudio) pertenecen a un gran gremio que abarca muchas empresas que prestan los mismos servicios o se dedican a la misma actividad, y a estas ingresan personas de distintas etnias, condiciones físicas, académicas y experimentales; por lo que no haremos una generalización de las mismas, sino que los resultados obtenidos darán cuenta de los comportamientos ergonómicos de los trabajadores de una empresa del sector petrolero que podrían sí (bajo otras referencias estadísticas) dar pie para una inferencia un poco más amplia.

## **Resultados**

De la población estudiada conformada por 67 trabajadores (cuñeros y encuelladores) se puede decir que el 23% corresponde a trabajadores en edades comprendidas entre 18-27 años, el resto se encuentra en edades comprendida entre los 28-37 años, casados en su gran mayoría y otros en unión libre. Su escolaridad esta tazada un 64% en la etapa media vocacional y un 36% en la etapa elemental o de primeros estudios. Son personas educadas, aunque algunos de baja escolaridad. Sus salarios oscilan entre los 3 y 5 SMMLV Colombianos y tienen experiencia promedio de 1 a 5 años en el cargo, así como entre 5 y 10 en el sector de hidrocarburos.

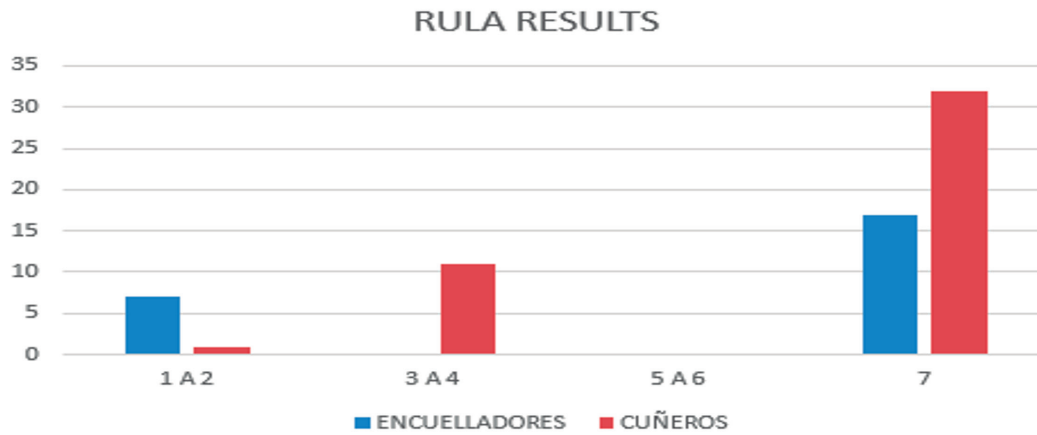
Conocen claramente los riesgos a los que están expuestos y comprenden la necesidad

que hay de manipular equipos y herramientas pesadas, debido a que la industria petrolera es de alta exigencia; pero que así mismo han sido entrenados, capacitados y formados en la manera práctica de laborar con el menor impacto negativo posible. Normalmente, y en la rutina de trabajo, permanecen un 60% de su turno en posición de pie o en actitud de labor repetitiva, en los que ejercen esfuerzos de carga al manipular herramientas pesadas en todo momento como lo son “cuñas” para los cuñeros y “elevadores” para los encuelladores, así como el arrastre en ambos cargos de la tubería de perforación tipo drill pipe o Heavy Weight; correspondientes al 83% del turno de trabajo. Aunque existen picos de trabajo en donde el 100% del turno se están en maniobras de carga.

Existen equipos que ayudan a dar soporte al levantamiento de cargas: guinches hidráulicos y neumáticos, bloque viajero y malacate, pero la ubicación y posicionamiento de las herramientas a izar se hace de modo manual. Esto hace que la sensación termina y anímica al terminar la jornada laboral (76% de las veces) sea de cansancio laboral normal. El procedimiento fue realizado atendiendo 4 momentos de los trabajadores: ‘full’ reposo o quietud cinética, reposo o en momentos de descanso y de manera aleatoria en su faena de trabajo rutinaria; así mismo se detallan puntuaciones dependiendo de la parte del cuerpo o el movimiento funcional del mismo, así:

- M1: Full trabajo
- M2: reposo
- M3 y M4: momentos aleatorios en la jornada

- A: Puntuación del brazo (1-6)
- B: Puntuación del antebrazo (1-3)
- C: Puntuación de la muñeca (1-4)
- D: Puntuación del giro de la muñeca
- E: Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A)
- F: Puntuación de carga / fuerza (Grupo A)
- G: Puntuación del cuello
- H: Puntuación del Tronco
- I: Puntuación de las piernas
- J: Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B)
- K: Puntuación de carga / fuerza (Grupo B)
- L: Puntuación Final RULA
- M: Nivel de riesgo

**Gráfica 1.** Resultados método RULA.

**Fuente:** Los autores.

**Tabla 1.** Puntuación RULA.

	ACTUACIÓN				TOTAL MEDICIONES
	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7	
Encuelladores	7	0	0	17	24
Cuñeros	1	11	0	32	44
TOTAL MEDICIONES	8	11	0	59	68

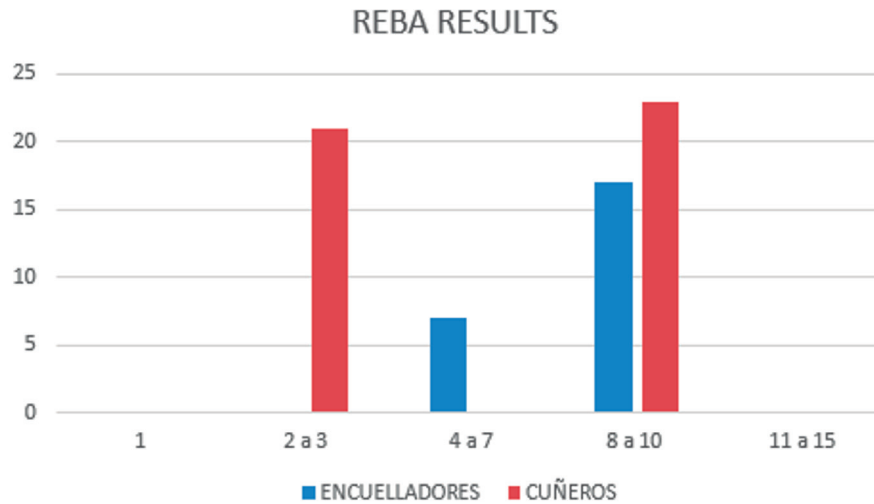
**Fuente:** Los autores.

En condiciones de reposo o de mínimo trabajo, el 10.29% de los trabajadores mantiene una postura corporal normal. El 16.17%

de las veces en que se revisó el comportamiento postural, de acuerdo con la metodología RULA.



Gráfica 2. Resultados método REBA.



Fuente: Los autores.

Tabla 1. Puntuación RULA.

	ACTUACIÓN					TOTAL MEDICIONES
	1	2-3	4-7	8-10	11-15	
Encuelladores	0	0	7	17	0	24
Cuñeros	0	21	0	23	0	44
TOTAL MEDICIONES	0	21	7	40	0	68

Fuente: Los autores.

Los controles a tomar, para reducir las afectaciones los trabajadores pueden ser administrativos y de ingeniería. Los primeros

se realizaron inmediatamente al ajustar los cronogramas de capacitaciones y entrenamiento al personal, lo mismo que la

solicitud hecha al departamento de salud y seguridad en el trabajo, al informar de la situación con el compromiso recibido (por parte de esta dirección) a ayudar y contribuir con el apoyo en campo y en las operaciones por parte de los supervisores HSE de cada taladro. En cuanto a los controles de ingeniería, se proponen la compra de algunas herramientas hidráulicas que se explicaran más adelante en las recomendaciones.

El número de repeticiones que deben hacer los trabajadores de estas tareas, en las que están presentes factores de riesgo de alto impacto, hace que las consecuencias y los niveles de riesgo se incrementen de un modo proporcional.

En la labor del cuñero y el encuellador es fácil que se presenten incidentes ergonómicos al estar trabajando con equipos pesados, mucho más allá de los límites de carga permitidos (25 kg para hombres) y que, aunque se cargan entre tres personas (en el caso de los cuñeros), hay momentos en los que un movimiento descoordinado o la ausencia de alguno, hace que otro compañero termine soportando pesos y cargas por encima de lo permitido por la norma.

Factores externos como la intemperie (lluvia, rocío de la madrugada, temperaturas bajas por el clima o la posición geográfica), lo mismo que la presencia de líquidos en las herramientas, hace que se den resbalones, malos agarres y otras situaciones de propician desde errores operativos, hasta lesiones corporales.

La compañía, conocedora de la importancia de los trabajadores y consciente en preservar la integridad de los trabajadores por encima de las operaciones, permitió la realización de este estudio con el propósito de validar su programa de gestión en prevención de riesgos y contribuir así con la mejora continua de los procesos. En este orden de ideas, y luego del reporte entregado, se ajustaron los cronogramas de capacitaciones y entrenamiento del personal en aras de dar las herramientas a los trabajadores para que, conociendo mucho más su puesto de trabajo, sus roles, los factores de peligros asociados a ellos, mantengan las actitudes de autocuidado ergonómico desde el tópic y la cultura institucional de la compañía: “24/7”.

Se evidenció en todos los taladros de perforación la empatía de los trabajadores en la mejora de las condiciones de trabajo, en la colaboración con el estudio y en el compromiso personal por hacer las tareas y los movimientos de la manera adecuada y con las ayudas mecánicas pertinentes, para reducir al mínimo la afectación corporal, ya que la potencialidad de todo factor de riesgo es muy alta.

La investigación permitió determinar cuáles son los factores de riesgo biomecánicos, de condiciones de seguridad, ergonómicos y otro que pudiere afectar al individuo y que, en este caso, caracterizan la actividad desarrollada por los cuñeros y encuelladores, así:

- a. Físicos: manipulación de tubulares (Drill pipe, casing, heavy weight, etc.),

uso de llave neumática, hidráulica y de potencia

- b. Biomecánicos: posturas, esfuerzos físicos, movimientos repetitivos, manipulación de cargas.
- c. Condiciones de seguridad: locativos (mesa de perforación), superficies lisas, irregulares o deslizantes, trabajos a distinto nivel o trabajos en alturas.
- d. Otros como psicosocial y natural.

Cabe resaltar y explicar, que esta es una labor en donde el tiempo juega un papel fundamental, pues este se ve reflejado en el dinero que se paga y/o se cobra; en ese orden de ideas existe un riesgo adicional en la dimensión psicosocial, ya que se trabaja sobre mucha presión por el buen desempeño operativo, lo que añade un condimento que incrementa la posibilidad de error al trabajar forzados, al límite del tiempo y la exigencia que el cuerpo puede soportar. Por cuenta de los riesgos naturales, está la situación en el que esta actividad operativa es de trabajo 24 horas al día, los 7 días de la semana (turnos rotativos), inclusive sin importar el clima (salvo en caso de tormenta eléctrica). Pero cuando llueve, así sea levemente, el agua genera una atención adicional pues es causante de resbalones, malas sujeciones, poca visibilidad y otros factores externos que también cobran relevancia y ofrecen su participación a la hora de realizar los movimientos corporales y de manejo de cargas.

## Discusión

El presente estudio realiza una investigación y amplía los resultados que se tienen sobre el comportamiento ergonómico de los trabajadores que realizan labores de cargue de tuberías en las plataformas de perforación, entrando a analizar de manera previa las relaciones existentes entre las labores operativas, el clima de seguridad y otras variables y componentes del comportamiento de seguridad de los trabajadores en mención, en particular, las prácticas de seguridad conscientes e inconscientes. Puntualmente, se hace énfasis en las acciones inconscientes debido a que como lo dicen Dahl and Kongsvik en los aportes encontrados en su obra “Safety climate and mindful safety practices in the oil and gas industry”, muy a pesar que los trabajadores son instruidos en el buen uso de los equipos de manipulación de carga, así como de las tareas que implican el uso de esfuerzos físicos como complemento de algunas tareas de vigor, los resultados demuestran que es importante dar alta prioridad a las características fundamentales del clima de seguridad y, en particular, al liderazgo de seguridad ya que factores como la alta repetitividad o monotonía de las tareas impiden que se ejecuten 100% de manera segura para la integridad física de los trabajadores. En ese orden de ideas y con el fin de mejorar el clima de seguridad en una dirección que sea favorable para las prácticas de seguridad conscientes es pertinente también ayudarse con el uso de mecanismos automatizados que restrinjan el uso directo de la fuerza humana. De ahí que estemos de

acuerdo en la postura de Dahl and Kongs-  
vik (11).

Particularmente, la investigación que se realizó en los taladros de perforación y Well Services de una empresa dedicada a la extracción petrolera, en la que se aplicaron los métodos RULA y REBA a los cuñeros y encuelladores permitió conocer que:

- Al realizar el análisis y la comparación de la relación entre las variables se determinó que las actividades como levantar y posicionar la cuña, trasladar la tubería de perforación, soltar o ajustar las llaves de potencia y ajustar los brazos de los elevadores para cerrarlos y con ello asegurar la tubería de perforación, constituyen los factores de riesgo más importantes en las operaciones de los cuñeros y encuelladores.
- Los lugares en los que se hacen las tareas en asocio con la posición corporal, hacen que se deban agachar a hacer fuerza, elevar los brazos y hacer fuerza, rotar las muñecas y hacer fuerzas, arrastrar/empujar tubería haciendo esfuerzos, lo cual hizo que los resultados de las metodologías REBA y RULA dieran los valores más altos que indican que se deben tomar medidas inmediatas para eliminar o al menos reducir las afectaciones que el cuerpo de los trabajadores están experimentando como consecuencia del grado de exposición de las tareas.

Como resultado de la aplicación de las metodologías de medición, se pudo establecer que en concordancia con estudios realizados y descritos en la publicación: “REBA method for the ergonomic risk assessment of auto mechanics postural stress caused by working conditions in kermanshah” (Iran), los resultados de este estudio también mostraron que la prevalencia de trastornos en la espalda y la cintura era alta y que muchas veces se aprovechan los movimiento de carga de equipos a través del uso de lo que se llama “gravedad asistida”, que no es otra cosa que el uso por parte de brazos y espalda de las posturas naturales para ayudar al izaje manual de cargas, en detrimento de la ergonomía y salud del trabajador y castigándolo al largo plazo a muy seguras lesiones o enfermedades laborales (14).

Lastimosamente, se comprobó que REBA y RULA no tienen en cuenta la duración de las tareas y la repetitividad de las mismas, los ciclos de trabajo o las actividades estáticas que ejercen los cuñeros y encuelladores en la operación de perforación y/o Well services que en la mayoría de casos incluye lugares incómodos en jornadas extensas o prolongadas, de pie, en condiciones ambientales de calor, temperatura o polución; que además del estrés en la entrega de los resultados ,coadyuvan a que el movimiento corporal sea lo último en tenerse en cuenta a la hora de la realización de las tareas (16).

Como alternativa ante esta situación y muy a pesar que autores como Khandan y cols, sugieren que mejorar las condiciones de tra-

bajo para prevenir trastornos músculo-esqueléticos se debe hacer controlando los factores de riesgo a partir del manejo ergonómico que hace el trabajador al ejecutar su labor, se hace necesario la implementación de equipos de agarre, roscado, izaje y almacenamiento de tubería de manera automatizada de modo que el contacto directo del objeto pesado no sea responsabilidad del operador sino de la máquina (13). De todos modos, se deja claro que esto implica una inversión onerosa en equipos de perforación modernos, completos y más seguros que en primera instancia pondría a pensar a cualquier inversionista, pero también resaltamos que los márgenes contributivos del sector OIL & GAS es de los que más revierten utilidades y cuyos activos tienen más alta durabilidad, fiabilidad y sostenibilidad en el tiempo.

## Conclusiones

Para finalizar el presente estudio de investigación y luego de analizar los resultados obtenidos como consecuencia de las mediciones REBA Y RULA, podemos indicar que los trabajadores de los equipos de perforación y Well Services, de la empresa tomada como referencia:

Se requiere una evaluación más detallada, y posiblemente, algunos cambios. Esto empieza a evidenciar que la mecánica del trabajo en el taladro, las herramientas usadas en la operación y la rapidez de la programación y tareas a ejecutar (múltiples repeticio-

nes en la jornada asociadas al procedimiento manual) visualizan y hacen que sea una situación muy propensa a la afectación negativa al trabajador. El resto de las veces en que se ejecutó el experimento, el 73.54%, se obtuvieron resultados que indican que se deben hacer cambios inmediatos en la forma en que se levantan, arrastran, sostiene cargas.

- Cuando la carga de trabajo está a tope, es decir en plena actividad y en plenas facultades operativas en pro de los resultados programados para la perforación, se tiene que en 73.54% de las observaciones se obtuvieron resultados que indican que se deben hacer cambios inmediatos en la forma en que se levantan, arrastran, sostiene cargas.
- En el caso de trabajos aleatorios o dispersos independientes de la operación rutinaria, el 10.29% de las veces en que se revisó el comportamiento postural de acuerdo a la metodología REBA, se evidenció que en los trabajadores puede haber una intervención.

Lo anterior implica la intervención inmediata y la adaptación del trabajo a condiciones operativas que alejen al trabajador de las cargas de trabajo de peso elevado, en posturas y repeticiones que superan lo ergonómicamente apto para la salud.

## Recomendaciones

Al realizar el informe final y reunirnos con los directivos del área de seguridad y salud en el trabajo HSE, se propusieron algunas recomendaciones que si bien ameritan un poco de inversión económica, se hace con el propósito de resguardar la integridad de los cuñeros y encuelladores, sobre todo al largo plazo pues la reiteración de labores en sobre esfuerzo físico son propensas para la aparición de enfermedades profesionales: túnel de Carpio, manguito rotador, lumbalgias, desviaciones de columnas, hernias discales y/o umbilicales entre otras. Estas recomendaciones fueron:

- Consecución de cuñas neumáticas para agilizar la operación y proteger al cuñero de tantas repeticiones al tener de meter y sacar la cuña para asegurar la tubería de perforación. Cabe resaltar que los pesos de las cuñas oscilan entre 50 y 90 kg.
- Consecución/adaptación de Top Drive a todos los equipos de perforación. Esta es una herramienta muy versátil y eficiente que ayuda además de la operación de carga al trabajador, le da mayor autonomía al proceso de perforación. Es un equipo muy costoso y además requiere otras adaptaciones al equipo, pero reduciría en una alta proporción el riesgo de los encuelladores pues el cierre y apertura del elevador se haría desde la consola del perforador y por acción de la fuerza del encuellador.

- La realización de ejercicio físico que garantice un mejor estado de salud de los trabajadores de modo que la parte osteomuscular se mantenga a pesar de la labor operativa. Rotación de las cuadrillas cuando las tareas operativas de alta repetitividad en la cuña y tubería, por ejemplo en los viajes de acondicionamiento<sup>3</sup> o recтификаción de Open Hole.

- Mantener y mejorar el estado funcional de las herramientas mecánicas que los auxiliares disponen, como es la función hidráulica de las cuñas, uso de elevadores de carga, entre otros.

- En la labor del cuñero y el encuellador es fácil que se presenten incidentes ergonómicos al estar trabajando con equipos pesados, mucho más allá de los límites de carga permitidos (25 kg para hombres) y que aunque se cargan entre tres personas (en el caso de los cuñeros) hay un momento en el que un movimiento descoordinado o la ausencia de alguno hace que otro compañero termine soportando pesos y cargas por encima de lo permitido por la norma; por lo que se recomiendan pausas activas, rotación de los puestos de trabajo y una supervisión dinámica que permita la identificación de factores de riesgo y aspectos asociados al cansancio, e incluso, incumplimiento de procedimiento, pero todo en aras de mejorar y mantener altas condiciones de seguridad.

3. Un proceso abreviado de recuperación y reemplazo de la sarta de perforación en el pozo que en general implica que la barrena y el arreglo de fondo de pozo pasen por todo el agujero descubierto o al menos todo el tramo de agujero descubierto que se considera potencialmente problemático. Schlumberger. Oilfield Glossary. Disponible en [http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/s/short\\_trip.aspx](http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/s/short_trip.aspx)

## Referencias

1. Dinis MAP, Sousa HFP, de Moura A, Viterbo LMF, Pinto RJ. Health behaviors as a mediator of the association between interpersonal relationships and physical health in a workplace context. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(13).
2. Daher E. An analysis of global safety trends in the oil and gas industry - impacts and challenges in the years ahead. Paper presented at the Society of Petroleum Engineers - SPE/IATMI Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, APOGCE 2015.
3. Abdol Rahman MN, Muhamad Jaffar MS, Hassan MF, Ngali MZ and Pauline O. Exposure level of ergonomic risk factors in hotel industries. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017; 226(1);10.1088/1757
4. Majumder J, Kotadiya SM, Sharma LK, Kumar S. Upper extremity muscular strength in wrist-twisting tasks: Model approach towards task design. *Hum Fact Ergon Manuf* 2020;30(1):50-58.
5. Cooper CL and Sutherland VJ. Job stress, mental health, and accidents among offshore workers in the oil and gas extraction industries. *Journal of Occupational Medicine*. 1987; 29(2), 119-125.
6. Deros BM, Ali MH, Mohamad D and Daruis DD. Ergonomic risk assessment on oil palm industry workers. *Iranian Journal of Public Health*. 2016; 45, 44-51.
7. Gallagher S, Schall MC, Jr., Sesek RF, Huangfu R. Assessment of Job Rotation Effects for Lifting Jobs Using Fatigue Failure Analysis. *Adv Intell Sys Comput* 2019;825:189-192.
8. Rahman MNA, Joo Hui U, Haq RHA, Hassan M F, Arifin AMT, Yunos MZ and Adzila S. Musculoskeletal discomfort among workers in mould making manufacturing industry. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2015; 10(15), 6269-6273.
9. Del Fabbro E and Santarossa D. Ergonomic analysis in manufacturing process. A real time approach. Paper presented at the *Procedia CIRP*. 2016; 41 957-962.
10. Levanon Y, Gefen A, Lerman Y, Portnoy S and Ratzon NZ. Key strike forces and their relation to high level of musculoskeletal symptoms. *Safety and Health at Work*. 2016; 7(4), 347-353.
11. Dahl Ø and Kongsvik, T. Safety climate and mindful safety practices in the oil and gas industry. *Journal of Safety Research*. 2018; 64, 29-36.
12. Chettouh S, Hamzi R, Benaroua K. Examination of fire and related accidents in Skikda Oil Refinery for the period 2002-2013. *J Loss Prev Process Ind* 2016;41:186-193.
13. Khandan M, Vosoughi S, Poursadeghiyan M, Azizi F, Ahounbar E and Koohepaei A. Ergonomic assessment of posture risk factors among iranian workers: An alternative to conventional methods. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2018; 16(1), 11-16.
14. Moradi M, Poursadeghiyan M., Khammar A, Hami M, Darsnj A and Yarmohammadi. REBA method for the ergonomic risk assessment of auto mechanics postural stress caused by working conditions in kermanshah (Iran). *Annals of Tropical Medicine and Public Health*. 2017; 10(3), 589-594.
15. Lowe BD, Dempsey PG, Jones EM. Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Appl Ergon* 2019;81.
16. Valentim DP, Sato TDO, Comper MLC, Silva AMD, Boas CV and Padula RS. Reliability, construct validity and interpretability of the brazilian version of the rapid upper limb assessment (RULA) and strain index (SI). *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2018; 22(3), 198-204.
17. Dimate García, A., Rodríguez Romero, D., González Rincón, E., Pardo López, D., & Garibello Cubillos, Y. (2019). Método OCRA en diferentes sectores productivos. Una revisión de la literatura, 2007-2018. *NOVA*, 17(31), 9-66. Recuperado a partir de <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/942>

18. Boulila A, Ayadi M and Mrabet K. Ergonomics study and analysis of workstations in tunisian mechanical manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. 2018; doi:10.1002/hfm.20732