



Universidad de Matanzas  
Facultad de Ciencias Empresariales  
Departamento de Industrial



Tesis en opción al título de  
Máster en Ergonomía, Seguridad y Salud en el Trabajo

*Título:* Evaluación ergonómica postural en trabajadores del  
Equipo de Perforación de Pozos Petróleo y Gas CUPET-3

*Autor:* Ing. Román Alemán Medina.

*Tutor(a):* M. Sc. Azucena González Verde.

Matanzas, 2021

## **Pensamiento**

"Tu cuerpo es templo de la naturaleza y del espíritu divino. Consérvalo sano, respétalo, estúdialo y concédele sus derechos".

Henri Frédéric Amiel.

## **Dedicatoria**

- ✓ A mi madre por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente en todos los aspectos de mi vida. Por ser mi guía, mi razón de ser y porque es lo más grande que tengo en este mundo.
- ✓ De manera especial a mi hermano Idoel, donde quiera que este con mucho amor.
- ✓ A mi padre por estar siempre, por sus consejos y su visión de la vida.
- ✓ A mi hermano Roilan, quien ha estado a mi lado para darme la fuerza y el apoyo necesario para continuar en este camino.
- ✓ A mi esposa Damarys y mis dos lindas niñas Carolina y Alexandra, quienes con su amor, comprensión y ternura son mi fuente de inspiración.
- ✓ A toda mi familia y amigos, pues constituyen el complemento necesario para llevar con éxito mi vida.

## **Agradecimientos**

- ✓ A toda mi familia por el apoyo que me han brindado.
- ✓ A Yoel por su apoyo, esfuerzo y dedicación en todo momento, sin dudar un segundo en ayudarme en la realización de este proyecto, por ser un gran ser humano y profesional.
- ✓ A mi tutora de siempre Azucena, por su dedicación, ayuda y amistad.
- ✓ A mis colegas y amigos de la División de Perforación, especialmente a René, El Balle, Robe, Maritza, Valladares, Alfredo, Osmany, Lorenzana y Félix por su apoyo, responsabilidad y disciplina.
- ✓ A mis colegas del Grupo de SST.
- ✓ A mis compañeros de clases y profesores de la maestría por contribuir en mi formación profesional.
- ✓ A todas aquellas personas que me han ayudado, apoyado o brindado su mano en el transcurso de mi vida.
- ✓ A todos muchas gracias.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del tribunal

---

Miembro del tribunal

---

Miembro del tribunal

Dado en Matanzas, el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

## **Declaración de autoridad**

Yo, Román Alemán Medina, declaro ser el único autor de esta tesis de Maestría. Autorizo a la Universidad de Matanzas y a la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas para que hagan uso del mismo con el propósito que estimen conveniente.

---

Firma

Ing. Román Alemán Medina

## **Resumen**

Los desórdenes músculo-esqueléticos (DME) son de gran preocupación en materia de seguridad y salud ocupacional, ya que no solo afectan la salud de los trabajadores, sino también el de su entorno. La presente investigación fue realizada en el Equipo de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas CUPET-3; perteneciente a la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas por sus siglas EMPERCAP. El objetivo general fue realizar el análisis ergonómico postural en la actividad del proceso de perforación de pozos de petróleo y gas, para darle cumplimiento al mismo se utilizaron diferentes herramientas como la filmación y edición de imágenes, la aplicación del cuestionario del método Cornell; así como el método de evaluación postural REBA. Se recopiló y procesó información a través de entrevistas, encuestas y la implementación del software Kinovea tanto para la edición de los videos de cada actividad, como para la toma de los ángulos en la valoración postural. Se utiliza además el paquete Office. Como resultados de la investigación se determinó la existencia de riesgos debido a las posturas adoptadas por los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras, en consecuencia fue propuesto un programa de mejoras para la reducción de los mismos con un grupo de medidas de manera general y específica para cada una de las actividades estudiadas.

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1. Marco teórico referencial.....	9
1.1    La ergonomía, evolución y conceptualización .....	9
1.2    Los desórdenes músculo-esqueléticos (DME).....	11
1.2.1    Importancia de la prevención de DME.....	14
1.2.2    Diversidad de causas de DME .....	14
1.2.3    Los DME en las industrias petroleras .....	17
1.2.4    Métodos para la evaluación de riesgos ergonómicos.....	18
1.3    Técnicas subjetivas: Cuestionario nórdico estandarizado .....	20
1.3.1    El Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ). Aplicaciones y ventajas... 21	
1.4    Método REBA (Rapid Entire Body Assessment).....	22
1.5    Programas ergonómicos e intervención ergonómica. Programas de intervención ergonómica. ....	23
1.5.1    Programas ergonómicos para la prevención de DME.....	27
1.6    Conclusiones parciales .....	28
Capítulo 2.Caracterización del objeto de estudio. Procedimiento para la identificación, evaluación y propuestas de mejoras para reducir los DME.....	29
2.1    Caracterización de la entidad.....	29
2.2    Breve descripción del proceso de perforación de los equipos de perforación de pozos de petróleo y gas.....	31
2.3    Procedimiento a seguir en la identificación, evaluación y propuestas de mejoras para reducir los DME.....	32
2.4    Conclusiones parciales .....	48
Capítulo 3: Resultados de la investigación.....	49
3.1    Aplicación del procedimiento para la identificación y evaluación de los DME.....	49
3.1.1    Creación del grupo de trabajo.....	49
3.1.2    Planificación .....	49
3.1.3    Formación.....	50
3.2    Diagnóstico previo.....	50
3.2.1    Caracterización del área objeto de estudio .....	50
3.2.2    Aplicación de la lista de evaluación ergonómica ajustada.....	52
3.3    Evaluación ergonómica .....	55
3.3.1    Registro fotográfico para la evaluación postural .....	55
3.3.2    Selección de las posturas más críticas.....	55
3.3    Aplicación del método de valoración ergonómica.....	57



3.4 Programa de mejoras.....	59
3.5 Conclusiones parciales .....	66
Conclusiones .....	67
Recomendaciones .....	68
Referencias bibliográficas .....	
Anexos.....	

## Introducción

El trabajo es un aspecto fundamental de la vida de las personas y constituye un pilar para la estabilidad de las familias y las sociedades. Toda persona aspira a tener un trabajo que le proporcione un nivel de vida aceptable tanto para ella como para su familia; un trabajo en el que sean considerados sus derechos y opiniones. También espera recibir protección cuando no pueda trabajar, en caso de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo.

Desde los inicios de la revolución industrial, en todo el mundo comenzaron a originarse grandes cambios y aparecen nuevos problemas para los empresarios. Estos problemas son, de organización, función, gestión, etc. Los ambientes estáticos son modificados y con ellos el desarrollo y la personalidad del trabajador. Estas modificaciones son orientadas a incrementar la productividad sacando el mejor provecho del esfuerzo humano sin provocar su fatiga.

En el siglo XIX con el descubrimiento de la máquina de vapor, la interacción hombre-máquina estaba supeditada absolutamente a la experiencia; hoy en día no se puede basar dicha interacción solamente en el sentido común, la intuición o la experiencia.

Con el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial; el desarrollo de la industria armamentista y el fuerte avance en los procesos tecnológicos, desencadena en los hombres diferentes enfermedades o patologías muy relacionadas con las partes del cuerpo fuertemente involucradas con su trabajo. Los empresarios y técnicos de los procesos, comienzan a prestar atención a la necesidad de diseñar puestos de trabajos sin riesgos para la salud. Es decir, comienza a percibirse al obrero como elemento fundamental del sistema empresarial. El 12 de julio de 1949 se lleva a cabo la reunión del Almirantazgo en Inglaterra por un grupo de científicos interesados en los problemas laborales humanos; este grupo se le denominó Sociedad de Investigaciones Ergonómicas y en su marco, el psicólogo británico K.F.H Murrell hace mención al término Ergonomía, y propone su uso para nombrar a la nueva ciencia que comenzaba a surgir (Apud, 2003).

El 16 de febrero de 1950 se adopta el término ergonomía, dando lugar a su bautizo definitivo. Todo lo anterior se dio como consecuencia del esfuerzo excesivo y del estrés de la batalla, de la complejidad técnica de los nuevos equipos de guerra, por lo que era necesario adaptar el trabajo al hombre, esto es, diseñar un equipo en función de la capacidad y limitaciones del individuo.

En Cuba, ha sido definida la Ergonomía por Viña (1987) como: “Ciencia aplicada que estudia el sistema integrado por el trabajador, los medios de producción y el ambiente laboral (T-MP-A), para que el trabajo sea más eficiente y adecuado a las capacidades psicofisiológicas del trabajador, promoviendo su salud, logrando su satisfacción y bienestar”.

Es tarea central de la Ergonomía investigar cuáles son las capacidades reales del hombre para asimilar éstas nuevas condiciones, prever los efectos que pueda causar, no de manera inmediata, sino a largo plazo, cuando día tras día estas exigencias laborales incidan repetidamente en el hombre, que es cuando más oculto es el riesgo. (García Dihigo, 2008).

Es importante garantizar en el ámbito laboral una cultura de seguridad y salud en todos los trabajadores, para ello, algunos requisitos indispensables son: el establecimiento de un entorno seguro y saludable, la implicación de la alta dirección, el acceso de los trabajadores a la formación e información preventiva, el establecimiento de sistemas de detección de riesgos y el mantenimiento de las condiciones higiénicas y saludables de la empresa (Salinas Garrido, 2008).

La introducción de nuevas tecnologías y los rápidos cambios en el mercado y en las estrategias de producción han influido en los contenidos de trabajo y la necesidad de entrenamiento del trabajador. Estas nuevas tendencias industriales han dado lugar a nuevos riesgos y enfermedades, destacándose los DME de origen laboral, los cuales son un problema de salud común y la mayor causa de discapacidad laboral (NIOSH, 1997).

Muchos factores de riesgo de enfermedades músculo-esqueléticas relacionadas con el trabajo están ligadas a distintos aspectos de la carga del trabajo muscular, como la aplicación de fuerzas, las posturas inadecuadas, el levantamiento de pesos y las sobrecargas repentinas (Martínez Moreno, 2015). Siendo así el origen de los DME es multicausal, y casi todas las enfermedades músculo-esqueléticas guardan relación con el trabajo; la actividad física puede agravarlas o provocar síntomas, incluso aunque las enfermedades no hayan sido causadas directamente por la actividad laboral.

Los DME incluyen alteraciones que se identifican y clasifican según los tejidos y estructuras afectados como los músculos, los tendones, los nervios, los huesos y las articulaciones. Se trata sobre todo de dolores musculares o mialgias, inflamación de los tendones, tendinitis y tenosinovitis, compresión de los nervios, inflamación articular o artritis y trastornos degenerativos de la columna. (Planilla; López & Cantero, 2003)

Estos trastornos por lo general son de carácter crónico por lo que se desarrollan durante largos períodos de malestar y dolor, de ahí la dificultad para su identificación y relación con los factores laborales causantes, así como para su registro como enfermedades profesionales. Sin embargo, en ocasiones se precipitan u originan por un accidente de trabajo como un sobreesfuerzo por lo que buena parte de estas afecciones son registradas como accidentes de trabajo. (Planilla; López &Cantero, 2003)

Los DME se entienden como lesiones o desórdenes del sistema músculo esquelético causadas o agravadas por múltiples factores de tipo individual, psicosocial, organizacional y ambiental del trabajo (Chiasson et al., 2012).

La no atención a los factores de riesgo consecuentes a cada puesto de trabajo, deviene en la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales. (Rodríguez Ruiz & Pérez Mergarejo, 2014). La enfermedad profesional se considera “toda aquella provocada por el trabajo”, es vital que la administración realice los mecanismos de intervención ergonómica para contribuir al bienestar laboral a la par de la productividad.

Son muchos los autores que han estudiado la ocurrencia de dicho fenómeno en el contexto europeo y norteamericano, en Latinoamérica los investigadores han priorizado en la historia de la salud pública y de las epidemias por sobre la historia de las enfermedades profesionales.

Datos reciente de la OMS relativos a la carga mundial de morbilidad, aproximadamente 1710 millones de personas en todo el mundo padecen de DME (Cieza et al., 2019). Los países de ingresos altos son los más afectados en cuanto al número de personas: 441 millones, seguidos de los países de la Región del Pacífico Occidental de la OMS, con 427 millones, y la Región de Asia Sudoriental, con 369 millones. Los DME son también los que más contribuyen a los años vividos con discapacidad en todo el mundo, ya que representan aproximadamente el 17% a nivel mundial.

Aunque la prevalencia de los DME aumenta con la edad, los jóvenes también pueden presentarlos, a menudo en edades en que sus ingresos laborales son más elevados. El dolor lumbar, por ejemplo, es la razón principal de una salida prematura de la fuerza laboral. El impacto social de la jubilación anticipada en cuanto a costos directos de atención de salud y costos indirectos (es decir, ausentismo laboral o pérdida de productividad) es enorme. Los DME también están altamente asociados con un deterioro significativo de la salud mental y de las capacidades funcionales. Las previsiones muestran que el número de personas con

dolor lumbar aumentará en el futuro, y aún más rápidamente en los países de ingresos bajos y medios (Hartvigsen et al., 2018).

En la actualidad la población cubana tiene un alto índice de envejecimiento; esto condiciona que disminuya progresivamente la proporción de la población laboral activa, sobre la cual recae el sustento y crecimiento económico del país. De ahí la importancia de la prevención y prolongación de sus capacidades, lo que se puede ver afectado por la exposición de los trabajadores a factores de riesgo relacionados con los DME de origen laboral (Rodríguez Ruiz, 2010).

Se ha demostrado que las exigencias físicas en el trabajo determinan la carga física objetiva o carga externa y la carga física interna que el trabajo representa para el individuo. Pueden ser entendidas como manipulación manual, esfuerzos físicos, posturas forzadas y traumatismos repetitivos. Su evaluación y conocimiento es comprensible desde aproximaciones biomecánicas (comportamiento del sistema músculo-esquelético) desde las cargas de esfuerzo o cantidad de trabajo (variables metabólicas y cardiovasculares) y desde un enfoque psicofísico.

Durante el desempeño diario del ejercicio ocupacional el trabajador está expuesto a diversos factores de riesgo, destacándose entre ellos los disergonómicos los cuales pueden generar, entre otras consecuencias DME, relacionadas con traumatismos acumulativos causantes de dolor e inflamación aguda o crónica de tendones músculos cápsulas o nervios, afectando particularmente, mano, muñeca, codo, hombro o tronco. Dichas lesiones están representadas por un amplio rango de trastornos que varían de síntomas leves hasta las graves condiciones crónicas incapacitantes.

La Industria petrolera constituye para muchos países, la columna vertebral de su economía, fuente de generación de riqueza y su mayor entrada de divisas frescas. El trabajar en estas empresas conlleva una serie de riesgos, por la alta exigencia física, que pueden ocasionar DME, debido a las características de trabajo muy particulares, donde los trabajadores laboran con equipos pesados que determinan un gran volumen, que dificulta la fácil manipulación, entre ellos destacan taladros, llaves de torsión y otras herramientas cuyo menor peso sobrepasa los 30 kg., lo cual genera condiciones de riesgo.

A pesar de la automatización y mecanización en la industria actual, la carga física es una de las causas más frecuentes que provocan DME y lesiones en muñecas, brazos, hombros, cuello y espalda entre los trabajadores industriales, que además provoca pérdida de tiempo y

dinero a las industrias, así como incremento en los costos de producción (Manero, Soto & Rodríguez, 2005).

En este sentido, los trabajadores de los equipos de perforación de pozos petroleros, están expuestos a una serie de riesgos, tales como: la exposición a radiaciones ultravioletas, posturas inadecuadas, levantamiento de cargas durante la actividad, suspensión prolongada en el taladro, estrés por la concentración en la tarea, monotonía y otros, a esto se añaden las dificultades cotidianas ligadas a la organización del trabajo como: sobrecarga, problemas de comunicación entre los trabajadores y superiores, así como los horarios, la rotación de turno y la jornada nocturna.

En nuestro país se encuentra regulado dentro del marco legal lo relativo el trabajo, la prevención de enfermedades, seguridad y el bienestar de los trabajadores, cumpliendo con el artículo 127 de la Ley No. 166/2014 "Código de Trabajo" en su capítulo XI, donde plantea: "El empleador está obligado a cumplir la legislación sobre seguridad y salud en el trabajo y adoptar las medidas que garanticen condiciones laborales seguras e higiénicas, así como la prevención de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, incendios, averías u otros daños que puedan afectar la salud de los trabajadores y el medio ambiente".

En el sistema Unión Cuba-Petróleo(CUPET) del Ministerio de Energía y Minas; con énfasis en la División de Equipos de Perforación perteneciente a la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas por sus siglas EMPERCAP; radicada en la Finca La Cachurra, poblado de Guásimas en el municipio Cárdenas de la provincia de Matanzas; no se han realizado estudios que demuestren afectaciones con respecto a los DME de los trabajadores relacionados directamente con la actividad de perforación y reparación de pozos de petróleo y gas; solo se lleva un registro de los certificados médicos presentado a capital humano, aspecto a considerar.

Lo antes expuesto permite establecer la siguiente **situación problemática**:

1. La cantidad de certificados médicos presentados por los trabajadores de la División de Equipos de Perforación al departamento de Recursos Humanos, durante los períodos 2018; 2019 y 2020 con un total de 437 certificados médicos de diferentes patologías, de los mismos el 41%; 31.6% y 33.8% respectivamente corresponden a DME.
2. Las quejas de los trabajadores como consecuencia de las dolencias y afectaciones músculo-esqueléticas derivadas del trabajo.

3. Las desfavorables condiciones de trabajo que imponen la tecnología y los sistemas de trabajo existentes; condicionan que los puestos de trabajo sean calificados como “altamente riesgosos”; lo cual implica la necesidad de un monitoreo constante a partir del estudio integral de los riesgos a los que se exponen los operarios.
4. El interés de la administración en estudiar las condiciones laborales que influyen en la salud de los trabajadores y en su óptimo desempeño atendiendo a la importancia de los puestos que ocupan.

Se define, después de todo lo expuesto, como **problema científico**:

La elevada prevalencia de DME en los trabajadores de los Equipos de Perforación de la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas.

**Preguntas científicas:**

1. ¿Cuáles son los preceptos teóricos que fundamentan el estudio ergonómico postural?
2. ¿Cómo evaluar las posturas adoptadas por los trabajadores de los Equipos de Perforación?
3. ¿Cuál es el nivel de riesgo de las posturas adoptadas y las posibles soluciones que se pueden implementar para reducir los desórdenes músculo-esqueléticos en los trabajadores de los Equipos de Perforación?

Se define como **objetivo general**:

Realizar el análisis ergonómico postural en las actividades del proceso de perforación de pozos de petróleo y gas del Equipo de Perforación CUPET-3.

Para dar cumplimiento a las preguntas científicas se trazaron las **tareas de investigación** siguientes:

1. Establecer el marco teórico referencial del estado del arte y la práctica con relación a las temáticas tratadas en la investigación.
2. Propuesta de un procedimiento para la evaluación ergonómica postural del trabajo ajustado a las características del proceso y de los puestos de trabajo que se estudian.
3. Aplicación del procedimiento propuesto para la evaluación ergonómica postural del trabajo a los operarios del Equipo de Perforación CUPET-3.

Para el desarrollo de la investigación se emplean de manera general los métodos siguientes:

Métodos teóricos:

- ✓ Inducción-Deducción.
- ✓ Análisis-Síntesis.
- ✓ Histórico-Lógico.

Métodos empíricos:

- ✓ Revisión de documentos.
- ✓ Aplicación de encuestas y entrevistas.
- ✓ Observación directa.
- ✓ Técnicas de Trabajo Grupal.
- ✓ Aplicación del Método Cornell.
- ✓ Fotografías y videos desde diferentes ángulos de las actividades realizadas en los puestos de trabajo.
- ✓ Evaluación postural con el método de valoración postural REBA.

Para el procesamiento de los datos se emplearon herramientas informáticas como el paquete de office 2013, Microsoft Vicio y el software Kinovea para editar los videos de las actividades realizadas por los trabajadores.

La tesis presentada cuenta con la estructura siguiente: **introducción**, donde se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema científico a resolver; el **capítulo I**, aborda el marco teórico referencial sobre los desórdenes músculo-esqueléticos y los diferentes métodos de evaluación ergonómica para prevenirlos; un **capítulo II**, donde se realiza una caracterización del objeto de estudio y se describe el procedimiento propuesto para la evaluación ergonómica postural del trabajo ajustado a las características del proceso y de los puestos de trabajo que se estudian; un **capítulo III**, en el cual se aplica el procedimiento propuesto, donde se exponen los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación; se presentan las principales **conclusiones** y **recomendaciones** derivadas de la investigación; además de la **bibliografía** referenciada y un grupo de **anexos**, como complemento de los resultados expuestos.

Los **resultados esperados** de la investigación están encaminados a contribuir a la prevención de los DME y al mejoramiento de la seguridad, salud y bienestar del trabajo realizado por los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras de los equipos de perforación de pozos de perforación de pozos de petróleo y gas.



El **valor teórico** de la investigación está dado por el desarrollo de una metodología donde se combinan los factores de riesgo esenciales según la literatura y los diversos métodos para la evaluación y valoración de trabajo y los programas de prevención de DME.

El **valor metodológico** del estudio radica en la propuesta de un procedimiento de evaluación ergonómica de puestos de trabajo en el Equipo de Perforación CUPET-3; el cual puede ser fácilmente utilizado en otros equipos de perforación de pozos de petróleo y gas o áreas de la empresa de características similares a la estudiada.

El **valor práctico de la investigación** consiste, en que permitirá realizar una valoración ergonómica del trabajo que se desarrolla en un equipo de perforación de pozos de petróleo y gas por los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras, así como el avance en la mejora de la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores.

## Capítulo 1. Marco teórico referencial.

El presente capítulo se enfoca al ofrecimiento de los elementos conceptuales y el análisis crítico en materia de evaluación y programas de prevención de DME. Se establecen los factores de riesgo esenciales y los diversos métodos para la evaluación y valoración de trabajo. A continuación, la figura 1.1 muestra el hilo conductor del marco teórico referencial.

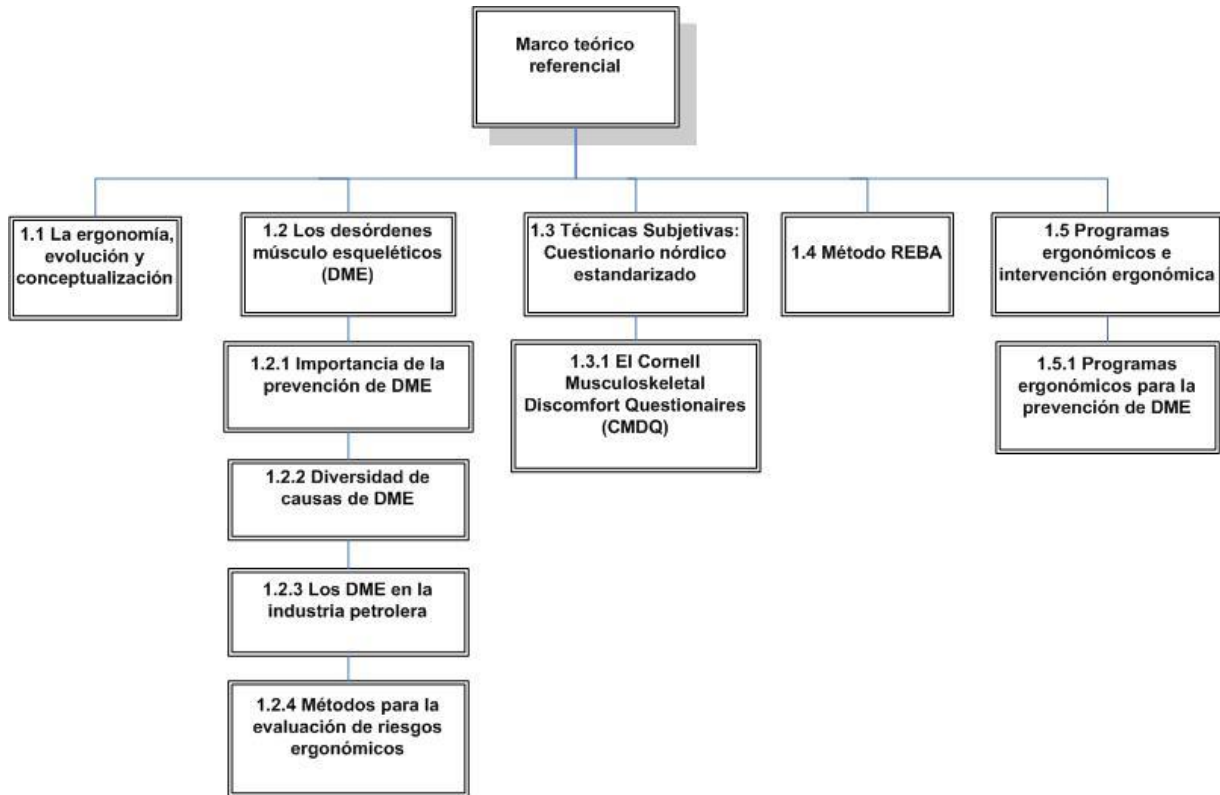


Figura 1.1.Hilo conductor del marco teórico referencial.

Fuente: elaboración propia.

### 1.1 La ergonomía, evolución y conceptualización

La ergonomía etimológicamente se remonta a la antigua Grecia y proviene de las palabras griegas “ergo”, que significa trabajo, y “nomos que significa leyes, al juntar estas dos se obtiene el significado de “leyes del trabajo” lo cual, con el paso del tiempo y la adaptación del trabajo al ser humano, extendió su uso a actividades no laborales (Martínez Moreno, 2015).

Según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con el fin

de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema (Sánchez Obregón, 2016).

La ergonomía ha evolucionado con el paso del tiempo hasta ser el día de hoy la ciencia o el estudio de las leyes y normas que rigen el trabajo, esta definición no solo se aplica al trabajo en general, sino a toda la actividad humana, lo cual abarca factores físicos, cognitivos, sociales y ambientales (Cañas Delgado, 2015).

La ergonomía incluye métodos destinados a la evaluación de posturas adoptadas por el recurso humano durante la ejecución de sus actividades laborales, existen diferentes maneras de realizar esta evaluación como por ejemplo la observación de dichas posturas ya sea en un trabajo estático o dinámico, enfocándose en la distintas partes del cuerpo con mayor incidencia de movimiento (extremidades superiores, extremidades inferiores, cuello y tronco), ya que esta causa desgaste a corto y largo plazo, lo que resulta una situación perjudicial para el desempeño laboral así como para el bienestar del trabajador común (Vargas Ramos, 2018).

Dada la gran dispersión de criterios en cuanto a los factores ergonómicos que intervienen en el trabajo, las directrices trazadas por la IEA en el 2017, que constituyen las áreas de dominio de la ergonomía (García Dihigo, 2017) son las siguientes:

- **Ergonomía física:** aborda lo referido a la anatomía humana, la antropometría, las características fisiológicas y biomecánicas relacionadas con la actividad física. Sus aspectos más relevantes incluyen las posturas de trabajo, el manejo de materiales, los movimientos repetitivos, los desórdenes músculo esquelético relacionado con las características del trabajo, la seguridad y la salud.
- **Ergonomía cognitiva:** Aborda lo referido a los procesos mentales, tales como la percepción, el razonamiento, la respuesta motora y como afectan las interrelaciones entre el hombre y los demás elementos del sistema. Sus aspectos más relevantes incluyen el trabajo mental, la toma de decisiones, la interrelación del hombre con la computadora, la rehabilitación, el estrés ante el trabajo, el entrenamiento y su relación con el diseño del trabajo.
  - **Ergonomía organizacional:** se preocupa por la optimización de sistemas socio técnico, incluyendo sus estructuras organizativas, las políticas, y los procesos. (Los temas pertinentes incluyen la comunicación, la dirección de los recursos humanos, el diseño de trabajo, los regímenes laborales, el trabajo en equipo, el diseño participativo, la ergonomía del colectivo, el trabajo cooperativo, los nuevos paradigmas de laborales, las organizaciones virtuales, el teletrabajo, y la dirección de la calidad.)

Como se puede apreciar, el alcance actual de esta disciplina va más allá de la antigua concepción de “ocuparse de riesgos”, lo cual realza su carácter multidisciplinario y la complejidad de los procesos de análisis derivados de problemáticas con tratamiento ergonómico.

## 1.2 Los desórdenes músculo-esqueléticos (DME)

Los DME fueron reconocidos por tener factores etiológicos ocupacionales a inicios del siglo XVIII. Sin embargo, no fue sino hasta 1970 que los factores ocupacionales fueron estudiados usando métodos epidemiológicos, y las condiciones relacionadas con el trabajo comenzaron a aparecer regularmente en la literatura científica. (NIOSH, 1997).

Según datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los DME están entre los problemas más importantes de salud en el trabajo, tanto en los países desarrollados industrialmente como en los de vías de desarrollo. (OIT, 2001).

Existe una gran variedad de lesiones y enfermedades ocupacionales asociadas a factores de riesgo producidos por las condiciones y circunstancias en las cuales se desarrolla el trabajo (Márquez Robledo, 2009).

Los DME constituyen hoy un problema relevante de salud en el ámbito laboral, sin su difícil abordaje y definición como entidad patológica han hecho compleja su vigilancia epidemiológica y más aún su investigación. Comprenden un grupo heterogéneo de dolencias que incluyen alteraciones de músculos, tendones, atrapamientos nerviosos, alteraciones articulares y neurovasculares (Muñoz Poblete, 2010).

En la actualidad, no se tiene un término oficial para hacer referencia a ellos. Algunos nombres descriptivos han sido usados tales como: desorden por el uso y desgaste, lesiones por sobre-uso, lesiones por movimientos repetitivos, lesión por trauma acumulativo, o trastornos o desórdenes músculo-esqueléticos, en la tabla 1.1 se presentan algunos conceptos que han aportado algunos autores.

Tabla 1.1 Conceptos de desórdenes músculo-esqueléticos.

Autor (año)	Definición
Luttmann (2004)	Por DME se entienden los problemas de salud del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles y discapacitantes.
Sociedad Colombiana	Las lesiones al sistema músculo-esquelético que ocurren

de Medicina del Trabajo (2007)	durante el trabajo son muy comunes y constituyen la causa más frecuente de consulta médica y disminución de la capacidad laboral temporal o permanente.
WHO (2009)	La OMS (World Health Organization) define el trastorno de origen laboral como aquel que se produce por una serie de factores, entre los cuales el entorno laboral y la realización del trabajo contribuyen significativamente, aunque no siempre en la misma medida, a desencadenar la enfermedad.
NIOSH (2012)	Grupo de condiciones que involucra nervios, tendones, músculos y estructuras de soporte como los discos intervertebrales.
OIT (2012)	Los DME son un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, ligamentos y nervios. Representan una amplia gama de desórdenes que pueden diferir en grado de severidad desde síntomas periódicos leves hasta condiciones debilitantes crónicas severas.
Calvache Ordoñez (2016)	Los DME (alteraciones físicas y funcionales), están relacionados a la movilidad de cuerpo, son comunes en: músculos, tendones, ligamentos y nervios, básicamente, la composición del aparato locomotor, dentro de estas lesiones, también se ven afectadas partes como las articulaciones de las extremidades superiores e inferiores, así como la espalda en todas sus secciones.
Silva Giraldo, Duarte Mendoza & Rueda Mahecha (2020)	Son alteraciones que se presentan en las estructuras corporales y en el sistema circulatorio, que se deben a causas relacionadas con el trabajo. La mayoría nacen del ejercicio repetido de una fuerza, la cual puede ser moderada, que se extiende durante un periodo largo de tiempo.

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar coincidencia de los autores en cuanto a la definición de DME, en torno a lo cual, en esta investigación se asumen los criterios de la OIT y OMS, entendido por DME,

los trastornos de origen laboral que pueden causar un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, ligamentos y nervios.

Algunos de los trastornos clasificados como DME de origen laboral presentan signos y síntomas bien definidos, como la tendinitis de muñeca, el síndrome del túnel carpiano y la hernia discal aguda. Otros están menos definidos como, por ejemplo, las mialgias, que producen dolor, malestar, entumecimiento y sensaciones de hormigueo en el cuello o en los hombros, las extremidades superiores y la región dorsolumbar. De forma general, se pueden agrupar en:

- ✓ inflamaciones de los tendones (tendinitis y tenosinovitis), en particular en el antebrazo o la muñeca, en los codos y en los hombros, que se manifiestan en profesiones con períodos prolongados de trabajo repetitivo y estático;
- ✓ mialgias, esto es, dolor y deterioro funcional de los músculos, que se producen predominantemente en la región del cuello y los hombros y suelen darse en profesiones en las que se realiza trabajo estático;
- ✓ compresión de los nervios – síndromes de inmovilización – que se produce especialmente en la muñeca y el antebrazo;
- ✓ trastornos degenerativos de la columna, que afectan habitualmente al cuello o a la región dorsolumbar y se manifiestan sobre todo en personas que realizan trabajos manuales o trabajos físicos pesados. También pueden producirse en las caderas o en las articulaciones de la rodilla. Estos trastornos son crónicos y los síntomas no suelen manifestarse hasta que la persona no se expone a factores de riesgo de origen laboral durante un cierto período de tiempo. La tabla 1.2 puntualiza algunas patologías que se manifiestan producto de los DME.

Tabla 1.2. Patologías más frecuentes producidas por DME según tipo y localización.

Zona	Condiciones inflamatorias	Condiciones degenerativas
Miembros superiores	Tenosinovitis Epicondilitis, bursitis Síndromes compresivos nerviosos Mialgias	Tendinosis Osteoartrosis
Espalda alta y baja	Sinovitis, mialgias Lumbagos, ciáticas Discopatías, osteoartrosis	

Fuente: National Research Council (EEUU), 1999.

### **1.2.1 Importancia de la prevención de DME**

Los DME han causado a nivel mundial problemas de salud de creciente magnitud, afectando a trabajadores de todos los países ya sea industrializados o en vías de desarrollo, siendo la principal causa de ausentismo laboral y pérdida de productividad (Ordoñez Hernández, Gómez, & Calvo, 2016).

Los DME se convirtieron en la causa más común de dolores severos y de discapacidad física; estos representan un inmenso costo económico para la sociedad, aproximadamente 215 mil millones de dólares por año, solo en los Estados Unidos, las personas afectadas son más de 131 millones de pacientes en el año, con enfermedades como el síndrome del túnel metal carpiano, el lumbago y todo tipo de enfermedades osteomusculares (Ordoñez Hernández, Gómez, & Calvo, 2016).

Según Ordoñez Hernández, Gómez, & Calvo, (2016) “en la actualidad los DME provocados por el trabajo son cada vez más frecuentes, impactan la funcionalidad de los trabajadores al ser altamente incapacitantes, afectan la economía de las empresas y de los sistemas de salud.”

El alto grado de cronicidad genera restricciones temporales y en diversas ocasiones permanentes en trabajadores activos, en otras palabras, estas restricciones pueden considerarse un tipo de incapacidad invisible, que por su contexto no es visible en los estudios de la realidad generados estadísticamente (Castro Arias et al, 2011).

Los DME resultan ser un problema de gran magnitud no solo por el hecho de que influye en la decadencia de la productividad mundial, sino también en la funcionalidad de los trabajadores al ser altamente incapacitante, afectando así la economía mundial, debido a que la mayoría de los desórdenes músculo esqueléticos son del tipo crónico; incapacitan de manera temporal y permanente a miles de trabajadores en el mundo, convirtiéndose así en un tipo de discapacidad invisible a las estadísticas. Estos son causados por actividades fatigantes, con una repetitividad de posturas forzadas durante largos periodos de tiempo y el manejo indiscriminado de carga, lo cual no está regulado en muchos trabajos (Ordoñez Hernández, Gómez, & Calvo, 2016).

### **1.2.2 Diversidad de causas de DME**

Los DME son causados por trabajos fatigantes que implican posturas prolongadas, mantenidas y forzadas, con pocas posibilidades de cambio, por fuera de los ángulos confortables o en equilibrio, con bases de sustentación inestable o vibratorias, por levantamiento y manipulación de cargas y movimientos repetitivos (Ordoñez Hernández, Gómez, & Calvo, 2016).

En la tabla 1.3 se resumen algunos de los factores de riesgo más representativos.

Tabla 1.3 Factores de riesgo de DME

Factor de riesgo	Observaciones
<p>Las <b>posturas forzadas</b> son posiciones de trabajo que suponen que una o varias regiones anatómicas dejen de estar en una posición neutral para pasar a una posición forzada que genera extensiones, flexiones y/o rotaciones excesivas con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga. (Lucena García, 2008).</p>	<p>Son consideradas como uno de los riesgos ergonómicos que más incidencia tiene sobre la salud del hombre, pues generan fatiga y provocan daños en el sistema musculoesquelético, que se presentan muchas veces en el hombre con síntomas de dolores cervicales, lumbares u otros (García &amp; Real, 2012).</p>
<p>Se entiende por <b>movimientos repetitivos</b> al grupo de movimientos continuos mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de los músculos, los huesos, las articulaciones y/o los nervios de una parte del cuerpo y provoca en esta misma zona fatiga muscular, sobrecarga, dolor y, por último lesión (Lucena García, 2008).</p>	<p>Entre los factores a considerar en los movimientos repetitivos se encuentran: el mantenimiento de posturas forzadas de muñeca o de hombros, la aplicación de una fuerza manual excesiva, ciclos de trabajo muy repetidos que dan lugar a movimientos rápidos de pequeños grupos musculares y tiempos de descanso insuficientes (Colombini et. al., 2005).</p>
<p>Se entiende por <b>manipulación manual de cargas</b> a cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de una o varias personas, como el levantamiento, la colocación, el empuje o el desplazamiento. Por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entraña riesgos, en particular dorsolumbares.</p>	<p>La manipulación manual de cargas ocasiona frecuentes y variadas enfermedades y accidentes de origen laboral. Aproximadamente el 21% de los accidentes son provocados por sobreesfuerzos; y entre el 60-90% de las personas adultas han sufrido algún dolor de espalda a lo largo de su vida. (Colombini, et al., 2005).</p>
<p>Un elevado <b>ritmo de trabajo</b> implica la exigencia de una velocidad o rapidez excesiva para realizar las tareas y supone la imposibilidad de modificar al mismo tiempo su velocidad de trabajo sin</p>	<p>En ese sentido, es importante el estudio de las normas adecuadas de trabajo.</p>



perjudicar la producción. (Lucena García, 2008)	
En muchos casos las <b>demandas energéticas</b> que exige un trabajo exceden las capacidades físicas del hombre, conduciendo a la aparición de fatiga física, o dolor, como consecuencias inmediatas de las exigencias del trabajo (Ledesma & Rojas, 2001).	Para su determinación pueden emplearse diferentes métodos basados en indicadores fisiológicos del consumo de oxígeno y calorimétricos (Velázquez, 2015). Los métodos más conocidos para su determinación son la calorimetría directa, indirecta y el método tabulado con base legal (ISO 8996,2004; NTP 295, NTP 323)
Las <b>vibraciones</b> se presentan cuando la energía mecánica de una fuente oscilante es transmitida a otra estructura. Cada estructura tiene su propia vibración, incluso el cuerpo humano. Cuando se aplican vibraciones de la misma frecuencia por largos períodos de tiempo, se produce la resonancia (amplificación) de esa vibración ocasionando a menudo efectos adversos. (Triana Ramírez,2014)	Su acción en el hombre se mide a partir de los parámetros: frecuencia, amplitud, dirección, lugar de acción y tiempo de acción. (Rodriguez Gonzalez et. al., 2009)
En la <b>organización del trabajo</b> deben considerarse el tiempo de trabajo, los periodos de descanso, los recorridos, los turnos, el trabajo nocturno, los días de franco y el aprovisionamiento de los materiales e instrumentos de trabajo (Viña, 1987; Reyes, 2010).	
Las <b>condiciones de trabajo</b> influyen en los locales e instalaciones de la empresa, los espacios, las maquinarias, los medios de trabajo y en el sistema de organización del proceso de producción de bienes o prestación de servicios (Almirall, 2000).	Incluyen los aspectos ambientales y los tecnológicos, las cuestiones de organización y ordenamiento del puesto de trabajo.

<p>Los <b>factores psicosociales</b> según (Lucena García, 2008) son aquellos aspectos del puesto de trabajo y del entorno laboral (el clima laboral, las funciones y tareas que desempeña el trabajador, las relaciones con sus compañeros, estilos de mando, contenido de las tareas) que pueden conducir a una situación de estrés o a la aparición de otros problemas de salud.</p>	<p>Se encuentran en el medio ambiente de trabajo, son numerosos y de diferentes naturalezas y Escalante (2006) plantea que son una evaluación de las condiciones psicosociales del trabajo susceptibles de producir riesgos a la salud.</p>
---	---

Fuente: elaboración propia.

### 1.2.3 Los DME en las industrias petroleras

El petróleo se le considera como el energético más importante en la historia de la humanidad, un recurso natural no renovable que llega aportar hasta el 60% del total de la energía que se consume en el mundo. Desde hace muchas épocas se conoce de su existencia y utilización, como elemento vital y estratégico para el desarrollo. (Zamora & Ramos, 2010) Dentro de los trabajos petroleros encontramos la perforación de pozo que es una de las principales actividades industriales, la cual involucra un sinnúmero de tareas de alto riesgo para los trabajadores, el ambiente y el proceso en sí.

Dentro de la productividad de todo tipo de industrias puede verse afectada directamente por los niveles ergonómicos que esta mantenga. La ergonomía en empresas dedicadas a la explotación petrolera, un sector en donde las operaciones de explotación y mantenimiento que se realizan son muy exigentes en lo que respecta al esfuerzo físico que implican (Campanucci & Sedán, 2014). Entre estos tenemos a las posturas forzadas que son uno de los factores de riesgo más importantes en la aparición de desórdenes músculo-esqueléticos, sus efectos van desde las molestias ligeras hasta la existencia de una verdadera incapacidad. (Montalvo, Cortés & Rojas, 2015)

Los DME 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) (Majumder et al., 2020).

Existen numerosas actividades en las que se asume posiciones forzadas desde el punto de vista biomecánico, que afectan a las articulaciones y a las partes blandas de la zona del

cuerpo que está involucrada, aunque no se conoce con exactitud, el mecanismo de acción entre estas posturas en el tiempo puede adoptarse sin riesgo, esto conlleva a la presencia de molestias musculares y esqueléticas (Forcael et al., 2018).

Las posturas forzadas en numerosas ocasiones originan DME, estas molestias son de aparición lenta y carácter inofensivo en apariencia por lo que suele ignorarse el síntoma hasta que se hace crónico y aparece el daño permanentemente, se localizan fundamentalmente en el tejido conectivo (Poblete, Vanegas & Marchetti, 2012), sobre todo, en tendones además puede dañar o irritar nervios, impedir el flujo sanguíneo a través de venas y arterias.

#### **1.2.4 Métodos para la evaluación de riesgos ergonómicos**

Según los autores Rodríguez Ruiz et al., (2010), actualmente existen varios métodos o herramientas disponibles para evaluar la exposición de factores de riesgo relacionados con los DME, o identificar trabajos potencialmente riesgosos o factores de riesgo en el trabajo. Estos se pueden agrupar en observacionales simples o avanzados, de medición directa o instrumental y de autoreporte.

A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas según esta clasificación, de acuerdo a Li & Buckle, (1999); David, (2005); Neumann, (2006); ISO 11228-3 (2007) y Bao et al., (2007).

Los métodos observacionales simples son de uso práctico en una amplia gama de puestos de trabajo, permiten estudiar muestras grandes a costos relativamente bajos y en su empleo no es necesario irrumpir en el trabajo. Como principales desventajas se pueden mencionar que el sistema de puntuación es principalmente hipotético, se requiere de conocimientos y experiencia por parte del observador y el sesgo de este cuando realiza la evaluación. Los métodos y/o herramientas Ovako Working Posture Analyzing System (OWAS), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Occupational Repetitive Actions (OCRA), Rapid Entire Body Assessment (REBA), Quick Exposure Check (QEC), Ecuación de NIOSH, Strain Index(SI), entre otros, se agrupan según esta clasificación.

Los observacionales avanzados permiten analizar varios segmentos corporales y articulaciones al mismo tiempo, son adecuados para el análisis de tareas simuladas y pueden ser medidas una serie de variables como distancia del movimiento, cambios angulares, aceleraciones y velocidades. Por otro lado, requieren de elevados costos, de un amplio soporte técnico y un grupo de trabajo de alta calificación.

Los de auto-reporte son fáciles de usar, aplicables a un amplio espectro de situaciones de trabajo y permiten estudiar muestras grandes a costos relativamente bajos. Como principales

desventajas se pueden mencionar la necesidad de grandes tamaños de muestras para lograr representatividad y que la información obtenida a partir de la percepción del trabajador es generalmente imprecisa y no confiable. El Cuestionario Nórdico, adaptaciones de este y otros cuestionarios similares como el Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ), clasifican en este grupo. En el epígrafe 1.3 se profundizará en algunos de estos métodos.

Los de medición directa o instrumentales ofrecen gran precisión en las mediciones, son adecuados para el estudio de simulación de tareas y permiten registrar coordenadas de todo el cuerpo en tiempo real. Como principales desventajas se pueden mencionar que los sensores colocados sobre el sujeto pueden causar molestias y provocar cambios en su comportamiento, se requiere de tiempo para el análisis e interpretación de los datos, de grupos de trabajo con elevada calificación y experiencia, además de los elevados costos de mantenimiento de los equipos.

Son muchos y variados los métodos que se han desarrollado para evaluar el riesgo de DME, aunque la mayoría requieren para su utilización de conocimientos, entrenamiento y experiencia por parte del personal (Li & Buckle, 1999; David, 2005 y Takala et al., 2010).

En la literatura consultada se encontró el estudio y comparación de varios de los métodos existentes en disímiles contextos.

Yazdanirad et al. (2018), realizó una comparación de la efectividad de tres métodos para la evaluación de DME con énfasis en miembros superiores: RULA, LUBA y NERPA. Los resultados mostraron a RULA como el mejor método para la evaluación de DMS entre los tres métodos analizados.

La investigadora canadiense Chiasson (2012) comparó ocho métodos diferentes para determinar los factores de riesgo de desórdenes musculo-esqueléticos relacionados con el trabajo. El Quick Exposure Check (QEC), el Ergonomic Workplace Analysis desarrollado por el Instituto Finlandés de Salud Ocupacional (FIOH), el método de valores límite de nivel de actividad manual (HAL), el índice de tensión laboral (JSI), el índice OCRA, la norma EN 1005-3, los métodos de evaluación rápida de miembros superiores (RULA) y evaluación rápida de cuerpo entero (REBA) se utilizaron para evaluar 224 estaciones de trabajo que involucraban 567 tareas en diversos sectores industriales. Los resultados se compararon utilizando tres categorías de riesgo (bajo, moderado, alto). Los resultados revelaron que los diversos métodos difieren en sus análisis de la misma estación de trabajo. La norma EN 1005-3 que evalúa el riesgo para el hombro fue la más conservadora, identificando más del 86% de las estaciones de trabajo como de alto riesgo. La correlación fue más alta entre

RULA y REBA, y entre JSI y HAL. Los métodos FIOH, RULA y REBA no identificaron ninguna estación de trabajo como de bajo riesgo. El método QEC demostró ser el menos estricto en la evaluación del riesgo general. (Chiasson, 2012)

### **1.3 Técnicas subjetivas: Cuestionario nórdico estandarizado**

El Cuestionario Nórdico Estandarizado, publicado en 1987, ha sido una de las herramientas más utilizadas a nivel internacional para la detección de riesgos músculo-esqueléticos en trabajadores de distintos sectores económicos. Su aplicación permite obtener datos de sintomatología previa a la aparición de una enfermedad declarada, por lo que es útil para tomar acciones preventivas.

El cuestionario puede ser utilizado como encuesta auto aplicada o como entrevista. Esta herramienta fue inicialmente diseñada para la evaluación de síntomas dolorosos de todos los desórdenes músculo-esqueléticos, principalmente para el dolor lumbar. La versión publicada incluye un apartado general y apartados específicos para la espalda baja, cuello y miembros superiores e inferiores, en los que se profundiza respecto a los síntomas.

En la publicación del cuestionario realizada por Kuorinka et al. (1987) se presentan datos de confiabilidad y validez para variados estudios en que se comparan los resultados de su aplicación con historias clínicas de trabajadores obteniendo concordancias de entre 80% y 100% entre ambas evaluaciones. Fue evaluada la confiabilidad test-retest, encontrando concordancias de un 77%.

Un estudio desarrollado por Ohlsson et al. (1994), sobre una muestra de 165 mujeres, en que se aplicó el Cuestionario Nórdico, específicamente para los segmentos cuello y miembros superiores, también contrastado con un examen físico clínico, encontró una sensibilidad de entre 42% y 80%, y una especificidad de entre 77% y 97% (para los diferentes segmentos del cuerpo que fueron estudiados).

Otro estudio desarrollado por Descatha et al. (2007), determinó la validez de dos cuestionarios “estilo Nórdico”, comparados con un examen clínico como método de referencia, en poblaciones de más de 1500 trabajadores. Los valores de concordancia - utilizando Kappa-, fueron de entre 0,19 y 0,23 para uno de los cuestionarios, y de entre 0,74 y 0,80 para el segundo cuestionario. La sensibilidad para ambos cuestionarios varió entre 82,3% y 100%, y la especificidad fluctuó entre 51,1% y 82,4%.

Pinheiro FA. et al. (2016), desarrolla la validación del Cuestionario Nórdico en Brasil, se realizó en una muestra de 90 trabajadores del área bancaria y se correlacionaron los hallazgos del cuestionario con la historia clínica de cada trabajador. El análisis de los datos muestra correlaciones entre 0,32 y 0,71 para los síntomas de los últimos 12 meses y la

historia clínica; la correlación de síntomas de los últimos 7 días y la historia clínica tiene valores entre 0,33 y 0,79. Para algunos de los segmentos del cuerpo se encontraron valores que no fueron estadísticamente significativos. Una de las sugerencias de este estudio fue agregar una medida de severidad de los síntomas, a fin de tener la posibilidad de tratar la variable en forma continua.

En resumen, se puede plantear que el Cuestionario Nórdico Estandarizado es una buena herramienta, ya que en general muestra una buena concordancia con la evaluación clínica funcional (tanto en la existencia de dolor como en la intensidad de este). Sin embargo, de acuerdo a los resultados de Martínez & Alvarado (2017), por el posible sesgo de memoria, se recomienda considerar principalmente la información referida a los últimos 7 días. Además, en relación a los resultados por segmento corporal, se cree necesario validar en estudios posteriores los apartados específicos para columna baja y miembros superiores, ya que estos podrían presentar valores de concordancia mayores con evaluaciones “gold estándar”. Por otra parte, es posible decir que, agregando una escala de dolor, dados los valores de este estudio, el cuestionario se enriquece y es posible valorar acciones preventivas o intervenciones reactivas de forma más precisa.

### **1.3.1 El Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ). Aplicaciones y ventajas.**

Basado en el cuestionario de Kuorinka se creó el Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ) (Hedge et al., (1999). El CMDQ realiza una evaluación longitudinal de 7 días, sobre la frecuencia, gravedad y trabajo, así como de los efectos de interferencia en la capacidad de malestar a través de 20 partes del cuerpo humano (Hedge, 2004).

Las preguntas evalúan el dolor musculoesquelético en 11 regiones corporales diferentes (cuello, hombros, brazos, codos, antebrazos, espalda alta, espalda baja, caderas / muslos / glúteos, rodillas, pies y tobillos) así como dolor de cabeza. Las preguntas sobre dolor de manos, molestias o entumecimiento evalúan las molestias en la muñeca y en seis regiones de las manos, pulgar y dedos para la mano derecha e izquierda.(White, 2013).

Los investigadores Jansen et al. (2012) y Abdol Rahman et. al. (2015) ofrecen experiencias de la aplicación del método en trabajadores de industrias de manufactura y ensamblaje.

Por otra parte, Gangopadhyay et. al. (2010) lo emplea en trabajos de elevadas exigencias físicas, para vincular la sensación de malestar por posturas adoptadas y las dolencias ocupacionales detectadas por examen médico, al aplicarlo a trabajadores de canteras dedicados al corte y movimiento de grandes piezas de piedra.

En trabajos con prevalencia de posturas sedentes, específicamente en puestos de operación de computadoras, también se destaca su uso como lo evidencian las investigaciones de Fagarasanu & Kumar (2006) y Sethi, Sandhu & Imbanathan (2011).

Su empleo en países de lengua hispana ha sido más limitado por las necesidades de adaptación cultural y validación. La investigación realizada por Carrasquero (2015) produjo una versión española aplicable del instrumento CMDQ con buenas propiedades psicométricas intrínsecas y con atributos de robustez estadísticas significativas.

A decir de Carrasquero (2015) “el E-CMDQ, ya ha sido aplicado en poblaciones de trabajadores del sector construcción, periodismo, hotelero, administrativo de sectores públicos y privados en países como Venezuela y Ecuador, obteniendo excelentes diagnósticos cuando apoyan a las valoraciones con otros instrumentos como RULA, REBA u OWAS”.

Las valoraciones realizadas corroboran que ambos métodos ofrecen resultados similares en cuanto a las afectaciones por partes del cuerpo.

A juicio del investigador, y sobre la base de la consulta anterior de los estudios con el empleo del CMDQ, algunas **ventajas** de su aplicación son:

- Permite una evaluación detallada al contemplar los efectos de interferencia en la capacidad de malestar a través de 20 partes del cuerpo humano.
- Es posible combinar sus resultados con la evaluación por otros métodos para fortalecer las valoraciones de diagnóstico.
- Evalúa la posible influencia del malestar en la productividad del trabajador.
- Existe una amplia base teórica-práctica que justifica su empleo para el diagnóstico en trabajos de diversas características.
- Posee una planilla sencilla, con ilustraciones de guía, que permite su aplicación en forma de cuestionario o de entrevista.
- Permite estudiar muestras grandes a costos relativamente bajos.

#### **1.4 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)**

Este método, denominado “Rapid Entire Body Assessment” (en lo adelante REBA) desarrollado por Hignestt & McAtamney (2000) para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo.

Este guarda una gran similitud con el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) McAtamney & Corlett (1993) aunque más general, cuenta con un nuevo sistema de análisis que incluye factores de carga postural estáticos y dinámicos, la interacción persona–carga y un nuevo concepto, —la gravedad asistidall para el mantenimiento de la postura de las

extremidades superiores, es decir la ayuda de la gravedad para mantener la postura del brazo.

Aunque fue desarrollado para analizar posturas no neutras en los sectores de servicio como la salud, se puede aplicar a cualquier otro sector o actividad laboral.

Este método tiene las siguientes características: se ha desarrollado para dar respuesta a la necesidad de disponer de una herramienta que sea capaz de medir los aspectos referentes a la carga física de los trabajadores; el análisis puede realizarse antes o después de una intervención para demostrar que se ha rebajado el riesgo de padecer una lesión; da una valoración rápida y sistemática del riesgo postural del cuerpo entero que puede tener el trabajador debido a su trabajo.

### **1.5 Programas ergonómicos e intervención ergonómica. Programas de intervención ergonómica.**

El conocimiento científico obtenido en los diferentes estudios de investigación, debe utilizarse para desarrollar estrategias de prevención que sean aceptables para la empresa y resulten prácticas, es decir que permitan a los especialistas hacer evaluaciones eficaces del riesgo.

Seleccionar una metodología para la investigación en ergonomía es uno de los retos más exigentes para los investigadores en este campo (Salvendy, 2012). Estas metodologías están asociadas a los campos de aplicación de la ergonomía, y se manifiestan en la forma de intervenciones o programas ergonómicos; las que han sido ampliamente desarrolladas principalmente en el marco de la ergonomía física, aunque existen experiencias en la ergonomía cognitiva y participativa (Casares Li, 2016).

Rodríguez Mondelo, & Gregori Torada (2010) plantea que los programas de intervención ergonómica comienzan con una evaluación de los puestos de trabajo y tienen por objeto detectar el nivel de factores de riesgo a los que pueden estar sometidos los trabajadores.

Por otra parte, Félix López (2015) realiza un análisis de los programas de intervención ergonómica y concluye que para realizar una intervención ergonómica es importante conocer a fondo la empresa que se va a intervenir dadas las características y riesgos presentes, lo cual determinará el método a seguir.

Según Zalk (2001) las intervenciones ergonómicas tienen cuatro etapas: diagnóstico (detección y evaluación de los problemas), diseño de soluciones (incluyen los análisis costos – beneficios), aplicaciones (una vez aprobada por la dirección) y validación (revisión de la efectividad de la solución).



Según los estudios de Casares Li (2016); Karwowski (2006) más que hablar de etapas de intervenciones ergonómicas cita a Neumann y Koningsvel para referirse a siete aspectos claves: (1) obtener el apoyo de la dirección, (2) la formación de un equipo ergonómico, (3) iniciar las actividades de mejora con pequeños cambios visibles, (4) involucrar directamente a los trabajadores, (5) aproximación paso a paso, (6) enfocarse en otros aspectos además de la seguridad y salud en el trabajo, (7) estimar los efectos secundarios en etapas tempranas, y (8) describir los costos – beneficios en términos de ratios financieros y otros.

En un programa ergonómico se establecen (1) propósito específico, (2) definiciones de términos a utilizar, (3) responsabilidades, (4) los elementos del programa (análisis de puestos de trabajo, estrategias de prevención e intervención, gestión de salud, y entrenamiento y educación), y (5) los registros a mantener y sus análisis (Casares Li, 2016).

Varios autores (Zalk, 2001; Karwowski, 2006) identifican entre los requerimientos claves para el éxito de un programa ergonómico son: (1) planificación y compromiso de la alta dirección, (2) contar con experiencias ergonómicas, (3) participación de supervisores y empleados, (4) flexibilidad para realizar las diferentes iteraciones, (5) deben probarse los mayores cambios en experiencias pilotos antes de la implementación, (6) los planes ergonómicos deben estar alineados con los planes y objetivos organizacionales, (7) los impactos económicos y productivos deben ser documentados, (8) cualquier intervención planificada debe estar basada en una valoración previa del riesgo, (9) los cambios organizacionales deben ser tenidos en cuenta para el mantenimiento de la iniciativa ergonómica (Casares Li, 2016).

Los requerimientos anteriores están en concordancia con lo establecido por la ISO 45001 (ISO, 2018) que propone la concepción de sistemas de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo sobre el concepto de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). El concepto PHVA es un proceso iterativo utilizado por las organizaciones para lograr la mejora continua. Puede aplicarse a un sistema de gestión y a cada uno de sus elementos individuales, como:

a) Planificar: determinar y evaluar los riesgos para la SST, las oportunidades para la SST y otros riesgos y otras oportunidades, establecer los objetivos de la SST y los procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política de la SST de la organización;

b) Hacer: implementar los procesos según lo planificado;

c) Verificar: hacer el seguimiento y la medición de las actividades y los procesos respecto a la política y los objetivos de la SST, e informar sobre los resultados;

d) Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de la SST para alcanzar los resultados previstos.

En la tabla 1.4 se presentan algunas definiciones relacionadas con los programas de intervención ergonómica, de autores con una trayectoria investigativa en la temática.

Tabla 1.4 Algunas definiciones relacionadas con programas de intervención ergonómica

Autor (año)	Definición
Hackelt & Robbins, (1989).	Un programa de intervención ergonómica, es aquel que identifica, previene y controla los riesgos ergonómicos. Dicho programa incluye una evaluación de los factores de riesgo, la evaluación del área de trabajo, el mejoramiento, el entrenamiento y el control. Las estrategias que utilizan son controles de Ingeniería y administrativos.
Rodríguez Mondelo, & Gregori Torada (2010)	Los programas de intervención ergonómica, comienzan con una evaluación de los puestos de trabajo y tienen por objetivo detectar el nivel de factores de riesgo a los que pueden estar sometidos los trabajadores.
Sánchez (2011)	Lo define como un método sistemático para prevenir, evaluar y manejar las alteraciones relacionadas con el sistema musculo-esquelético del trabajador y se debe considerar el análisis del puesto de trabajo, la prevención y el control de lesiones, el manejo médico, el entrenamiento y la educación del personal.
Real Pérez (2011)	Plantea que un programa ergonómico es un documento que contiene una serie de normativas y acciones que conducen a la prevención o disminución, tanto de los DME como el resto de los riesgos ergonómicos vinculados a la realización del trabajo.
Félix López (2015)	La intervención ergonómica es una herramienta importante que ayuda a identificar los riesgos laborales para tomar las acciones correctivas que sean necesarias y mejorar los puestos de trabajo. No se limita a identificar los factores de riesgo y las molestias, sino que propone soluciones positivas, dentro de la viabilidad económica de la empresa (Rodríguez Mondelo, & Gregori Torada (2010),(Santiago, 2009), (Takala, 2010a) y (Castillo, 2010),
Casares Li (2016)	Las intervenciones o programas ergonómicos constituyen la aplicación de métodos de investigación ergonómica que están principalmente desarrollados en el campo de la ergonomía física, aunque también existen en la cognitiva y organizacional.
Mejías Herrera	Se entiende como programa de intervención el procedimiento que

(2018)	contempla los métodos y prácticas a llevar a cabo por parte de los que dirigen el programa y cuya meta será influenciar en el objeto de estudio y obtener cambios respecto a la situación inicial. En otras palabras, es el vehículo que conduce desde la situación actual a una situación futura deseada.
--------	--

Fuente: elaboración propia.

Los programas de intervención ergonómica estudiados son heterogéneos en los elementos que consideran necesarios evaluar.

Son generales, no llegan a un consenso de cuáles son los elementos del programa de mejoras que servirán en puestos de trabajo de orígenes diversos.

Solo Karwowski & Marras (2003), referencian la necesidad de evaluar, después de la aplicación de las mejoras, que permita una posible comparación y comprobar la efectividad de las medidas, es decir, debe visualizarse más el principio de la mejora continua y el enfoque proactivo, que permita la prevención de riesgos de DME.

Con posterioridad del anterior análisis, un estudio significativo de la temática es realizado por Mejías Herrera (2018), quien propone un Modelo Ergonómico, que transcurre dentro de un proceso de mejora continua, de participación, negociación y ajustes. El equipo de intervención trabaja en un espacio de participación y aporte de competencias de especialistas y obreros conocedores del proceso. El mismo se basa en un procedimiento que consta de los momentos esenciales:

1. Diagnóstico de la situación actual y proyección futura,
2. Intervención, (Formulación de las estrategias de acción ergonómica, implantación y evaluación de las estrategias de acción ergonómica)
3. Regulación y control

Es planteado por Mejías Herrera (2018) que la elección de cada una de las técnicas ergonómicas depende de las percepciones que va captando el consultor y el equipo ergonómico mientras avanza en el estudio. Aplicar arbitrariamente las técnicas de estudio sin una adecuada justificación conlleva a incurrir en todo tipo de gastos que extiende el tiempo en obtener los resultados y comunicarlos formalmente a la empresa.

Un elemento que refuerza la autora, en plena coincidencia con la ISO 45001: 2018 es la comunicación de los resultados. Los resultados obtenidos deben quedar recogidos en un informe, y comunicados a los empleados y miembros de la dirección desde ópticas diferentes en encuentros previamente planificados para cumplir este objetivo.

### **1.5.1 Programas ergonómicos para la prevención de DME**

Los DME se producen tanto en hombres como en mujeres y existe un conocimiento científico suficiente de determinados agentes ergonómicos responsables de tensiones de origen laboral para prevenir una gran parte de los mismos entre la población activa. El mejor método para eliminar las lesiones músculo-esqueléticas en el lugar de trabajo es implantar sistemas de control como, por ejemplo, cambios en el puesto de trabajo, los equipos, el diseño del trabajo y el diseño del producto dentro de un amplio programa ergonómico con participación de todos los niveles de la empresa (Messing, 1999).

Un posible aspecto distintivo de las intervenciones que han producido resultados satisfactorios, comparadas con las que han fracasado, es el grado de participación de la empresa en dicha intervención, incluida la dirección de la empresa. También es importante aplicar medidas en las que el trabajador tenga una participación activa.

En la consulta de la literatura se encontraron varios estudios vinculados con la implementación de programas ergonómicos de intervención para la prevención de DME.

Rodríguez Ruiz & Pérez Mergarejo (2014) proponen un procedimiento ergonómico para la prevención de enfermedades en el contexto ocupacional como base para lograr el éxito en una intervención ergonómica.

Por su parte, Pinto Retamal (2015) propone como estrategia para el control de los DME un Programa de Ergonomía Participativa (PEP). La aplicación de este programa se divide en 5 etapas: Análisis de empresa, evaluación de riesgos ergonómicos, construcción del plan de acción, ejecución del plan de acción y verificación de medidas de control. La base que sustenta al PEP es la conformación de un Grupo de Ergonomía en la empresa (Grupo Ergo); a cargo de la identificación, evaluación e implementación de medidas de control con la asesoría de un profesional de Ergonomía.

(Osorio Rivera et. al., 2017) diseñaron e implementaron un programa de prevención de acuerdo a los principios de la ergonomía participativa, el cual incluyó la observación y evaluación de los puestos de trabajo y la aplicación de acciones correctivas, en conjunto con la participación de los trabajadores. Específicamente propone acciones de prevención primaria, secundaria y terciaria a la población trabajadora para la prevención de desórdenes musculoesqueléticos por el uso de videoterminal, incluyendo aspectos individuales, colectivos y empresariales, además de evaluar las medidas de intervención aplicadas.

Hoe et al. (2018) y Mulimani et al. (2018) Hicieron búsquedas en el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane Central Register of Controlled Trials) (CENTRAL), MEDLINE, CINAHL, Web of Science (Science Citation Index), SPORTDiscus,

Embase, los US Centers for Disease Control and Prevention, la National Institute for Occupational Safety and Health database y en la World Health Organization's International Clinical Trials Registry Platform; para investigar puntos comunes en estudios para la prevención de DME.

Hoe et al. (2018) detectó 15 investigaciones referidas al tema y centró el análisis en evaluar los efectos de las intervenciones ergonómicas físicas, cognitivas e institucionales, o combinaciones de estas intervenciones, para la prevención de los DME de miembros superiores y cuello relacionados con el trabajo en oficinistas.

Por otra parte, Mulimani et al. (2018) persiguió evaluar el efecto de las intervenciones ergonómicas para la prevención de los DME relacionados con el trabajo entre los odontólogos en dos investigaciones fechadas hasta agosto de 2018.

## **1.6 Conclusiones parciales**

1. Los autores consultados concuerdan que los DME son trastornos de origen laboral que pueden causar un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, ligamentos y nervios.
2. El método REBA, constituye una herramienta útil para la valoración de riesgos de DME en diversos contextos porque es un método sencillo que permite el análisis del cuerpo humano en general, por lo que se proyecta su aplicación en la actividad de perforación y reparación capital de pozos de petróleo y gas.
3. La aplicación de métodos objetivos y subjetivos de forma combinada complementa el análisis postural del puesto de trabajo, el CMDQ constituye el más empleado de los subjetivos por lo cual se recomienda su uso.
4. La aplicación de un programa de prevención ergonómico, permite la actuación efectiva en los riesgos de DME sobre la base de la mejora continua, el cuidado proactivo de los factores de riesgo laboral y la ergonomía participativa; en concordancia con lo establecido por la ISO 45001.

## Capítulo 2. Caracterización del objeto de estudio. Procedimiento para la identificación, evaluación y propuestas de mejoras para reducir los DME.

En este capítulo se presenta la caracterización de la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP), la cual labora en todo el territorio nacional, además se explica el procedimiento a seguir en la identificación, evaluación y propuestas de mejoras para reducir los DME.

### 2.1 Caracterización de la entidad

La Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas, en lo adelante EMPERCAP, fue creada el primero de marzo del año del 2003, teniendo carácter nacional, su Dirección General radica en la Finca " La Cachurra", poblado de Guásimas, municipio de Cárdenas, en la provincia de Matanzas. Posee varias Direcciones funcionales(7): Dirección General, Dirección de Recursos Humanos, Dirección Técnica, Dirección de Operaciones, Dirección de Inversiones, Dirección de Contable Financiera y Dirección Jurídica y de Negocios; así como varias Divisiones(8): Equipos de Perforación, Tool Master y Cubalog, Logística, Transporte y Aseguramiento, Mantenimiento, Occidente, Servicios Técnicos a la Perforación e Intervención de Pozos y Equipos de Intervención formadas por diferentes brigadas ubicadas en Occidente, Centro y una Brigada de Equipos de Intervención ubicada en Majagua, Ciego de Ávila, las que poseen y controlan la disponibilidad del Equipamiento Tecnológico. Estas brigadas operan en las locaciones de los clientes.

En la figura 2.1 se puede observar su estructura organizativa.

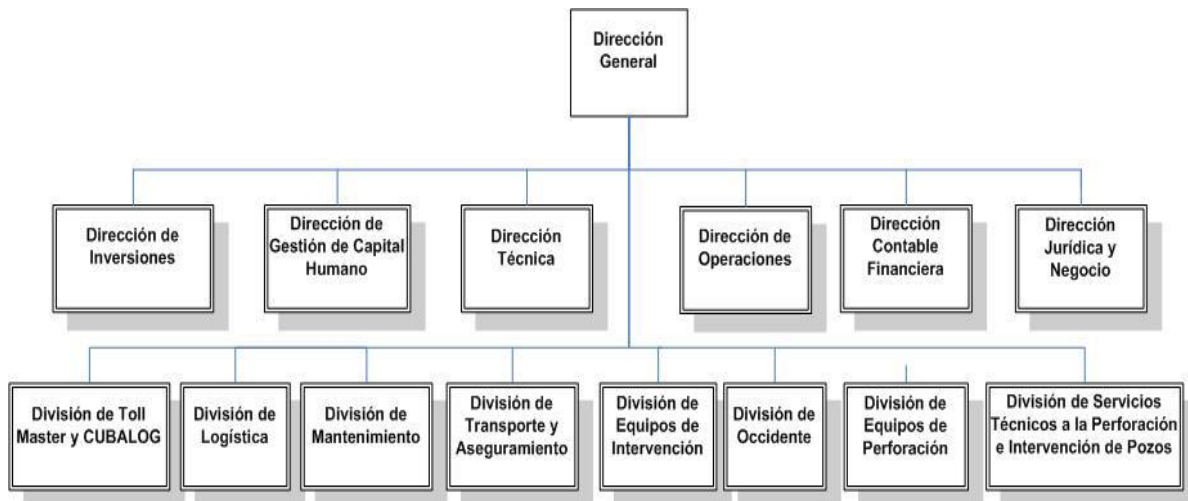


Figura 2.1 Organigrama de la empresa.

Fuente: elaboración propia.

**Misión:**

Satisfacer el mercado de los servicios especializados a pozos de petróleo y gas, caracterizándonos por la profesionalidad en nuestra gestión, contribuyendo a la autonomía del país.

**Visión:**

Somos líderes en los servicios especializados a pozos de petróleo y gas, con reconocimiento internacional e insertado en la modalidad costa afuera, distinguiéndonos por nuestro sistema integrado de gestión, la profesionalidad y compromiso de nuestros trabajadores.

**Valores:**

Revolucionario, profesionalidad, trabajo en equipo.

A continuación en la figura 2.2 se puede observar la estructura organizativa de la División de Equipos de Perforación

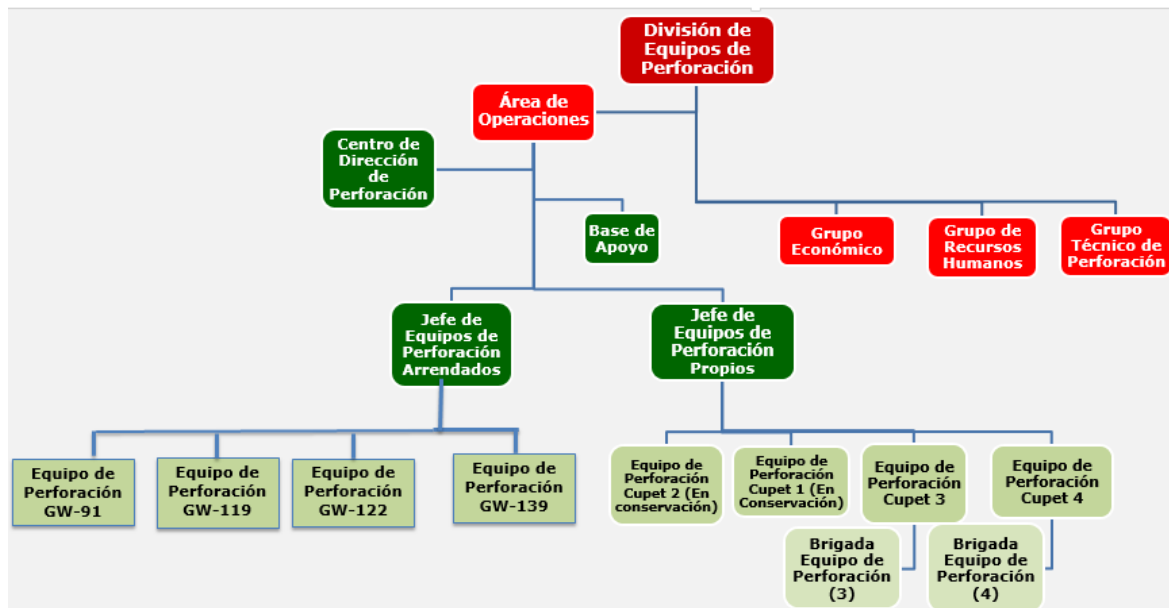


Figura 2.2 Organigrama División de Perforación.

Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia la División de Equipos de Perforación está compuesta por cuatro equipos de perforación de pozos de petróleo y gas; propios de CUPET con sus respectivas brigadas de mantenimiento a la perforación y cuatro equipos de perforación arrendados por CUPET a la Compañía Gran Muralla China (Great Wall China).

## **2.2 Breve descripción del proceso de perforación de los equipos de perforación de pozos de petróleo y gas**

Según el PR-GOP/P 2004 un equipo de perforación opera las 24 horas del día, los 365 días del año. La perforación de un pozo consiste en la perforación de varios intervalos correspondientes a cada diámetro de sarta de revestimiento que van a ser instaladas.

Cada intervalo es perforado con una barrena que tiene diámetro suficiente para que la sarta de tubos de revestimiento pase por un hueco con una holgura mínima. Cuando la profundidad apropiada es alcanzada, se saca la sarta de perforación con la barrena del pozo y se instala el revestimiento. A continuación se bombea una lechada de cemento desde la superficie que de inmediato se desplaza en el espacio entre el pozo y la camisa hasta la altura programada.

Cuando el cemento está en su lugar, se deja endurecer durante un tiempo determinado que es conocido en la industria como tiempo de espera de fragüe o WOC por sus siglas en inglés.

Después del tiempo de fragüe, se corta el tubo de revestimiento superior, se instala la cabeza de pozo encima de la cual se montan los sistemas antisurgentes BOP (de acuerdo a las siglas en inglés). Una vez montados éstos se hacen pruebas hidráulicas a la piedra del cemento, al revestimiento y a los SA.

Si todo resulta de acuerdo a lo establecido por las normas técnicas, entonces se monta una barrena de diámetro inferior a la utilizada anteriormente y que corresponda a la sección que va a perforarse a continuación. Se perforan el cemento y los aditamentos que están dentro del revestimiento y finalmente se alcanzan de nuevo la formación y se comienza a perforar para colocar la próxima sarta de revestimiento. El diámetro de la barrena es menor para poder atravesar libremente por el interior de la sarta de revestimientos ya bajada y cementada.

Las siguientes secciones de tubos de revestimiento continúan en esta secuencia general: perforar el hueco con la barrena, bajar el revestimiento, cementarlo, esperar el fragüe y continuar perforando hasta alcanzar la profundidad final deseada.

Por supuesto, en la práctica el procedimiento no es tan simple como parece. Durante cualquiera de estos procesos pueden suceder roturas, accidentes y complicaciones por causas naturales o por mala operación.



Incluso si todo saliera de acuerdo al programa previsto sin ningún tipo de complicación, existen muchas más operaciones específicas que no están incluidas en el proceso general que se describió anteriormente, tales como: rimado del caño, ensanche del caño, rectificación de desvío involuntario del caño, operaciones de pesca, registros geofísicos, circulaciones especiales del lodo con fines tecnológicos, combinación de sartas de perforación de varios diámetros y otras más.

### 2.3 Procedimiento a seguir en la identificación, evaluación y propuestas de mejoras para reducir los DME

Se realizó la consulta de investigaciones precedentes que analizan la problemática de los DME desde la evaluación postural, los cuales aparecen en la tabla 2.1, a través de un análisis crítico de los mismos con el objetivo de seleccionar el más conveniente para la investigación.

Tabla 2.1 Procedimientos consultados

<b>Procedimientos</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Cáceres Gómez (2011).	- Presencia de un orden lógico para llevar a cabo el estudio. - Incluye valoración de expertos para la determinación de las posturas críticas.	- No contempla aspectos de organización del trabajo que influyen en la aparición de DME.
Real Pérez (2011)	- Presencia de un orden lógico para llevar a cabo el estudio. - Permite realizar una valoración integral de los elementos que afectan a las camareras de piso del sector hotelero. - La determinación de los sub-índices permiten establecer un programa de mejora que responda a los problemas detectados en el diagnóstico.	- La valoración de los sub-índices individuales permite establecer diferencias de los elementos, siendo muy bien o mal valorados, pueden falsear el resultado integral obtenido. - Instrumento diseñado para la evaluación ergonómica de camareras de piso del sector hotelero o entidades con características similares.
Olivia Rodríguez, (2017)	- Presencia de un orden lógico para llevar a cabo el estudio. - Incluye valoración de expertos para la determinación de las posturas críticas.	- No contempla aspectos de organización del trabajo que influyen en la aparición de DMEs. - El análisis postural se realiza empleando un solo método de evaluación.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de los procedimientos consultados, sirvió como base para la propuesta de un procedimiento ajustado a las características del proceso y de los puestos de trabajo que se estudian.

El siguiente procedimiento fue realizado con el objetivo de lograr una mejor organización y obtener una sincronización de pasos correcta. El mismo se encuentra dividido en 4 etapas a seguir, las mismas se resumen en el esquema que se presenta en la figura 2.3.

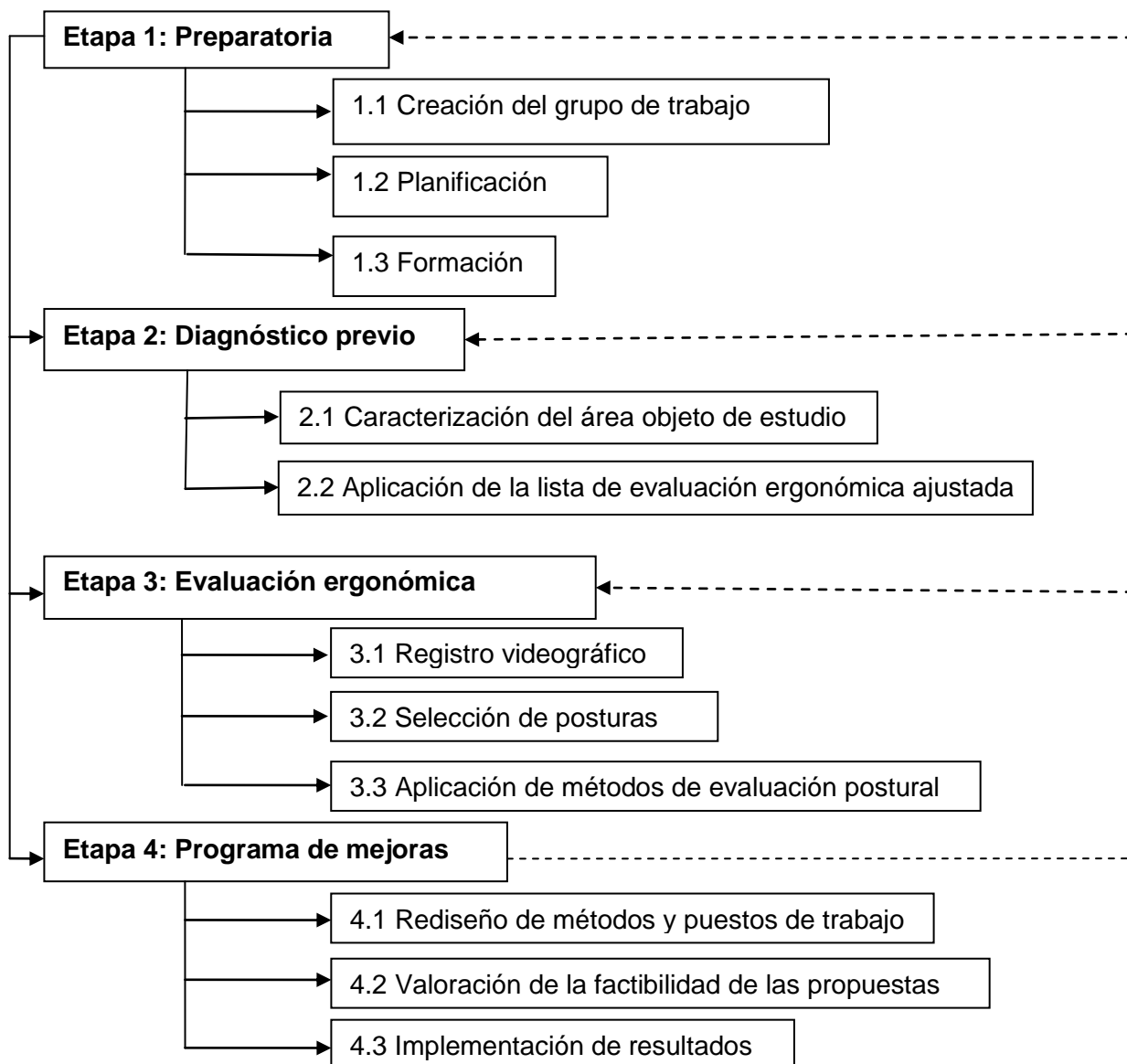


Figura 2.3 Procedimiento para la identificación, evaluación y prevención de los DME.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se realiza una descripción detallada de los métodos y herramientas a aplicar en cada una de las etapas y pasos.

### **Etapas 1. Preparatoria**

En ella se presentan dos elementos a desarrollar los cuales marcaran el camino a seguir en el trabajo. Los pasos dentro de esta primera fase son:

#### **Paso 1.1 Creación del grupo de trabajo:**

El grupo de trabajo, debe estar formado por personas dentro de la organización que tengan conocimiento e implicación tanto en el área a desarrollar la investigación como de las herramientas a aplicar, entre ellos; los responsables de la seguridad de los trabajadores, directivos del área objeto de estudio y personas implicadas directamente en la realización del trabajo, con vistas a lograr la multidisciplinariedad necesaria.

Dicho grupo de trabajo es una comisión de iniciativas ergonómicas, es una forma efectiva para conducir toda la implementación del programa ergonómico. Este puede ser convocado para este trabajo y luego puede separarse una vez completado el mismo (Karwowski & Marras, 2003).

En este se debe incluir algún profesional capacitado con las herramientas y experiencia de investigación en la temática a desarrollar.

En resumen, las condiciones mínimas indispensables que deben presentar las personas que integren el comité ergonómico son:

- ✓ Que tengan experiencia y visión integral del área donde se realiza la actividad y del puesto de trabajo.
- ✓ Que al menos uno del grupo debe tener conocimiento de las técnicas de registro y de análisis aplicable para la valoración de los desórdenes músculo-esqueléticos.

#### **Paso 1.2 Planificación**

Posteriormente deben presentarse por parte del equipo de trabajo, el cronograma a seguir para llevar a cabo en la entidad el estudio y ser aprobado por los directivos de la entidad.

Es imprescindible la capacitación a los integrantes del grupo en las técnicas que se van a aplicar, de forma tal que dominen su contenido.

#### **Paso 1.3 Formación**

La información de los objetivos del estudio y capacitación de los participantes es determinante en los resultados de la investigación. En tal sentido este paso propone explicación al órgano de dirección junto a todos los trabajadores del área de trabajo donde se va a desarrollar el estudio; que se desea hacer; sus fines, así como la importancia que tiene para la salud y satisfacción de su cliente interno. Deben tener participación las organizaciones políticas y de masas (PCC, UJC, CTC).

La información acerca de los métodos de trabajo y objetivos de la investigación deben ser explicados a todos los trabajadores con el fin de familiarizarlos con la actividad científica y así lograr cierto nivel de compromiso por parte de los mismos. Este paso es de gran importancia ya que se pretende que los individuos de la entidad se consideren como parte de los avances y actividades de desarrollo que se realizan en ella, además de hacerles ver la necesidad de su cooperación activa debido al papel que juegan en el desarrollo del estudio. De esta forma es más fácil la obtención de la información para el investigador, así como la calidad y veracidad de los resultados.

## **Etapa 2. Diagnóstico previo**

En esta etapa se tienen en cuenta tres pasos fundamentales cada uno con sus características y objetivos, los mismos se exponen a continuación:

### **Paso 2.1 Caracterización del área objeto de estudio**

Una vez definida el área donde se va a realizar el estudio de la valoración del trabajo realizado y la prevención de los riesgos que pueden desencadenar desórdenes músculo-esqueléticos en el hombre, se procede a la descripción y familiarización de las actividades que se realizan en esta área. Para la caracterización del área objeto de estudio se tomarán en cuenta los tres elementos que componen el puesto de trabajo según Marsán, (2011); los medios de trabajo, el objeto de trabajo y la fuerza de trabajo.

#### **Fuerza de trabajo**

Es de vital importancia cuando se analiza la fuerza de trabajo con que cuenta el área objeto de estudio, tener identificado los trabajadores que presentan enfermedades congénitas y/o crónicas relacionadas con DME con el objetivo que los resultados del estudio sean certeros. Otro elemento es que a los trabajadores que se les aplique el método de valoración postural deben ser derecho debido a que la mayor cantidad de la población cubana posee esta característica, es indispensable tener en cuenta este elemento para obtener un resultado homogéneo en la evaluación.

## **Objetos de trabajo**

La descripción detallada de las actividades que desarrollan los trabajadores, es de suma importancia para una comprensión de la cantidad de esfuerzos, posturas, incomodidades, retrasos y condiciones en las que desarrollan su tarea. Además, permite al investigador tener un conjunto de información que analiza y tiene en cuenta para la toma de decisiones y análisis de los resultados.

## **Medios de trabajo**

El análisis de los medios de trabajo presentes en el área, permitirá obtener una idea global de las condiciones en que se desarrolla la actividad, permitiendo posteriores análisis relacionados con el vínculo de estos y la presencia de DME en el hombre. Es decir, los medios de trabajo influyen directamente en la salud de los trabajadores, debido a que las dimensiones, la estructura, cualidades y características de los mismos tienen que ser los adecuados para no provocar malas posturas, fuerzas excesivas, que estas a su vez provocan daños a la salud, los cuales es nuestro objetivo eliminar.

## **Paso 2.2 Aplicación de la lista de evaluación ergonómica ajustada**

La lista de evaluación de riesgos ergonómicos es una herramienta que tiene como objetivo principal contribuir a una aplicación sistemática de los principios ergonómicos. Fue desarrollada con el propósito de ofrecer soluciones prácticas y de bajo coste a los problemas ergonómicos, particularmente para la pequeña y mediana empresa. Pretende mejorar las condiciones de trabajo de una manera sencilla, a través de la mejora de la seguridad, la salud y la eficiencia. (Diego-Mas, 2015).

## **Análisis de riesgos mediante la lista de comprobación ergonómica**

A continuación se presenta una modificación a esta lista donde se proponen solo aquellos aspectos que poseen relación con el tema de investigación. La reducción se realizó a partir de técnicas de trabajo grupal y mediante la entrevista a especialistas en el tema.

## **Herramientas manuales**

- ✓ En tareas repetitivas, emplear herramientas específicas al uso.
- ✓ Suministrar herramientas mecánicas seguras y asegurar que se utilicen los resguardos.

## **Seguridad de la maquinaria de producción**

- ✓ Hacer los controles de emergencias claramente visibles y fácilmente accesibles desde la posición normal del operador.

- ✓ Asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.
- ✓ Hacer que las señales e indicadores sean fácilmente distinguibles unas de otras y fáciles de leer.
- ✓ Utilizar sistemas de sujeción o fijación con el fin de que la operación de mecanizado sea estable, segura y eficiente.
- ✓ Inspeccionar, limpiar y mantener periódicamente las máquinas, incluidos los cables eléctricos.
- ✓ Formar a los trabajadores para que operen de forma segura y eficiente.

### **Iluminación**

- ✓ Iluminar los pasillos, escaleras, rampas y demás áreas donde pueda haber gente.
- ✓ Proporcionar suficiente iluminación a los trabajadores, de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable.
- ✓ Limpiar las ventanas y realizar el mantenimiento de las fuentes de luz.

### **Locales**

- ✓ Proteger al trabajador del calor excesivo.

### **Riesgos ambientales**

- ✓ Aislar o cubrir las máquinas ruidosas o ciertas partes de las mismas.
- ✓ Mantener periódicamente las herramientas y máquinas para reducir el ruido.
- ✓ Asegurarse de que el ruido no interfiere con la comunicación, la seguridad o la eficiencia del trabajo.
- ✓ Asegurarse de que las conexiones de los cables de las lámparas y equipos sean seguros.

### **Servicios higiénicos y locales de descanso**

- ✓ Con el fin de asegurar una buena higiene y aseo personales, suministrar y mantener en buen estado vestuarios, locales de aseo y servicios higiénicos.
- ✓ Proporcionar áreas para comer, locales de descanso y dispensadores de bebidas, con el fin de asegurar el bienestar y una buena realización del trabajo.

### **Equipos de protección individual**

- ✓ Señalizar claramente las áreas en las que sea obligatorio el uso de equipos de protección individual.
- ✓ Proporcionar equipos de protección individual que protejan adecuadamente.
- ✓ Proteger a los trabajadores de los riesgos químicos para que puedan realizar su trabajo de forma segura y eficiente.

- ✓ Proporcionar recursos para la limpieza y mantenimiento regular de los equipos de protección individual.

### **Organización del trabajo**

- ✓ Involucrar a los trabajadores en la planificación de su trabajo diario.
- ✓ Consultar a los trabajadores cuando se hagan cambios en la producción y cuando sean necesarias mejoras para que el trabajo sea más seguro, fácil y eficiente.
- ✓ Informar frecuentemente a los trabajadores sobre los resultados de su trabajo.
- ✓ Formar a los trabajadores para que asuman responsabilidades y dotarles de medios para que hagan mejoras en sus tareas.
- ✓ Establecer planes de emergencia para asegurar unas operaciones de emergencia correctas, unos accesos fáciles a las instalaciones y una rápida evacuación.

Después de analizar los aspectos de la Lista de Comprobación Ergonómica; de sus propios resultados se obtendrá una visión global de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo del puesto de trabajo y su incidencia en la aparición de DME.

### **Etapas 3. Evaluación ergonómica**

Esta etapa tiene como objetivo fundamental poder realizar una valoración ergonómica del trabajo realizado en el área objeto de estudio, se propone el empleo de métodos subjetivos y objetivos, de forma tal que se complementen los resultados de ambos y permitan obtener una evaluación “más completa” de la actividad.

Para la valoración objetiva deben tenerse en cuenta un conjunto de elementos que serán expuestos a continuación:

#### **Paso 3.1 Registro fotográfico para la evaluación postural**

Cada método de evaluación postural requiere de una serie de datos que son la información mínima y básica para determinar si existen daños o afectaciones en el trabajador. Es por ello que para la valoración de las posturas en cada una de las actividades se necesita un registro de imágenes que muestren cómo se realiza la tarea y qué posiciones se adoptan. Se hace imprescindible la utilización de fotografías, ya que solo visualmente se puede dar una puntuación de cada parte del cuerpo del individuo. En este paso se utiliza una cámara fotográfica para grabar videos del trabajador durante el desarrollo de su tarea.

Para el procesamiento de las imágenes y determinación de los valores exactos de los ángulos se pueden aplicar diversas herramientas informáticas. Se propone emplear el software Kinovea que posee una interfaz gráfica con diferentes comandos que permiten la modificación de los videos. En este caso específicamente los videos editados en el Kinovea

se separan en fotogramas, de esta forma es más sencillo recopilar imágenes de las posiciones de los trabajadores en los diferentes puestos de trabajo, lo que a su vez facilita la evaluación de las posturas. A continuación se muestra una explicación del software para una mejor comprensión de su gran utilidad en el estudio.

### **Análisis de las fotografías mediante medición de los ángulos. Software Kinovea**

Kinovea es un software de análisis dedicado al deporte. Se centra principalmente en los entrenadores, los atletas y profesionales de la medicina. También puede ser útil en la ergonomía y estudio de animación. Es un software de fuente gratis y abierto. La utilización de este software posibilita la reducción de la subjetividad a la hora de tomar los ángulos, quiere decir que se pueden precisar las mediciones de las diferentes partes del cuerpo del trabajador con una mayor seguridad y exactitud, valores necesarios a la hora de puntuar en el método de evaluación ergonómico que se utilice. (Alonso Díaz, 2014)

Para establecer la forma en que se toman los ángulos en el software es necesario tener en cuenta varias premisas como las siguientes:

- ✓ Establecer los ángulos de las propias partes del cuerpo.
- ✓ Lograr los ángulos tomando tres puntos.
- ✓ Tomar los puntos desde el centro de cada miembro del cuerpo humano.

### **Paso 3.2 Selección de las posturas más críticas**

Antes de aplicar el método de evaluación ergonómico es importante obviar aquellas imágenes en las que a simple vista la postura adoptada por el obrero no genera desórdenes músculo-esqueléticas. Para esto se escogen para cada puesto de trabajo y por actividad las fotografías donde se evidencie que el trabajador posee una posición inadecuada. Este paso se realiza visualmente por el investigador, donde se comparan todas las imágenes que fueron recopiladas para luego realizar la selección de las más afectadas.

### **Paso 3.3 Aplicación del método de valoración ergonómica**

Para la valoración subjetiva, en correspondencia con el análisis realizado en el capítulo anterior, se propone el empleo del método CMDQ.

#### **✓ Aplicación del método Cornell**

El instrumento Cornell MS Discomfort Questionnaire (CMDQ) es un cuestionario que facilita la toma de datos, el cual fue desarrollado por el profesor Alan Hedge y estudiantes del postgrado de ergonomía de la Universidad de Cornell. Se basa en la realización de un estudio longitudinal con el fin que este nos permita evaluar en el trabajador, la frecuencia, gravedad y la interferencia de las posibles molestias en la realización de su trabajo.



Asimismo, mediante una serie de opciones busca identificar en que parte del cuerpo se presenta dicha molestia. El CMDQ ha sido utilizado para evaluar diferentes poblaciones, con algunas variaciones dependiendo del género y del tipo de trabajo realizado.

Método Cornell MS Discomfort Questionnaires (CMDQ).

La planilla CMDQ se observa en la figura 2.4. Donde a partir de las utilidades del método se obtendrá un diagnóstico minucioso de las dolencias y posibles apariciones de DME.

**METODO DE EVALUACION DE MALESTARES MUSCULOESQUELETICOS CUESTIONARIO CORNELL**

Para completar esta hoja de cálculo marcar una "x" en cada celda que indica su respuesta a cada pregunta. Si usted no ha experimentado un síntoma no es necesario marcar nada. Los datos se resumen de forma automática. Los datos también se ponderan por la frecuencia de los síntomas a juzgar la valoración total.

Disconformidad Corporal	FRECUENCIA: Durante la última semana de trabajo ¿con qué frecuencia experimenta dolor, el dolor, el malestar:				SEVERIDAD: Si usted experimentó dolor, el dolor, el malestar, la incomodidad era ¿?:			PRODUCTIVIDAD: Si usted experimentó dolor, dolor, malestar, cuánto este malestar pudo interferir con su capacidad para trabajar ¿?:	
	1-2 veces la pasada semana	3-4 veces la pasada semana	Once every day	Varias veces al día	Un poco incomodo	Moderadamente incomodo	May Incomodo	Interfirió Ligeramente	Interfirió Contundentemente
Fatiga visual ojo (derecho)									
Fatiga visual ojo (izquierdo)									
Dolor de cabeza									
Cuello									
Hombro (derecho)									
Hombro (izquierdo)									
Espalda Alta									
Espalda baja									
Brazo (derecho)									
Brazo (izquierdo)									
Antebrazo (derecho)									
Antebrazo (izquierdo)									
Muñeca (derecha)									
Muñeca (izquierda)									
Cadera/Glúteos									
Muño (derecho)									
Muño (izquierdo)									
Rodilla (derecha)									
Rodilla (izquierda)									
Canilla (derecha)									
Canilla (izquierda)									
Pantorrilla (derecha)									
Pantorrilla (izquierda)									
Pie (derecho)									
Pie (izquierdo)									
<b>SUB-TOTAL FRECUENCIA</b>									
Total 1-2 veces a la semana									
Total 3-4 veces a la semana									
Total every day									
Total varias veces al día									
<b>PUNTAJE TOTAL DE FRECUENCIA PONDERADO</b>									
<b>SUB-TOTAL SEVERIDAD</b>									
Un poco incomodo									
Moderadamente incomodo									
Muy Incomodo									
<b>TOTAL DE SEVERIDAD PONDERADO</b>									
<b>SUB-TOTAL PRODUCTIVIDAD</b>									
Interfirió Ligeramente									
Interfirió Contundentemente									
<b>TOTAL DE PRODUCTIVIDAD PONDERADO</b>									
<b>INDICE DE IMPACTO DE MME</b> 0									

© Cornell University, 1994

Figura 2.4: Planilla para la aplicación del CMDQ.

Fuente: tomado de Carrasquero (2015).

A las posturas seleccionadas en el paso anterior se les aplica el método de valoración ergonómica para determinar, según el resultado de las puntuaciones, si suponen riesgos o no para el trabajador.

En la actualidad existe una gran diversidad de los métodos para realizar la selección de la evaluación postural, cada uno presenta sus principales características, ventajas y desventajas. Se propone emplear el método REBA, porque es un método sencillo que permite el análisis del cuerpo humano en general, tanto la parte superior como inferior del

mismo, además de los resultados que ofrece a partir de las características específicas del trabajo que se realiza en la empresa y las principales zonas del cuerpo que son afectadas. Por otra parte esta selección se justifica debido a los resultados de su aplicación en investigaciones precedentes tales como Real (2011), Sánchez (2016), García (2017) y Padrón (2018).

✓ **Método Rapid Entire Body Assessment (REBA)**

El desarrollo del método REBA pretende:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos músculo-esqueléticos en una variedad de tareas.
- Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.
- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

Para la evaluación de las posturas por el método REBA de manera esquemática se puede representar como sigue en la figura 2.5

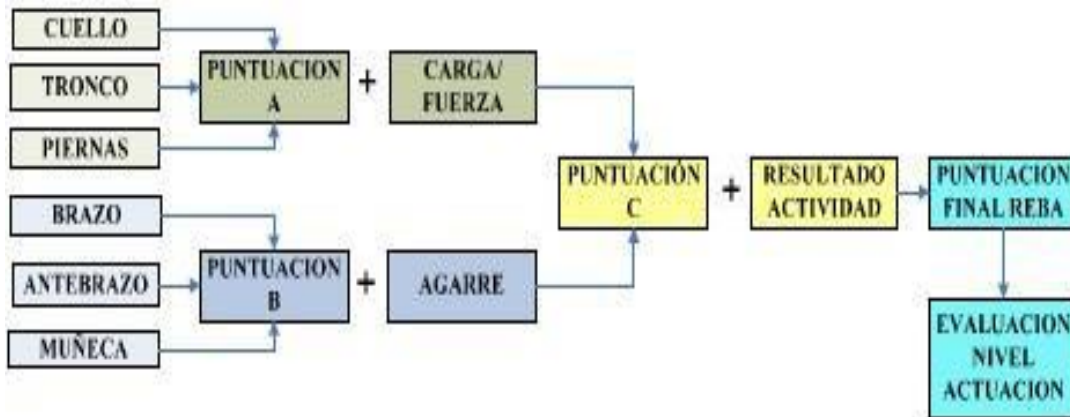


Figura 2.5. Esquema de evaluación de la Postura por el método REBA.

Fuente: García Dihigo, 2009.

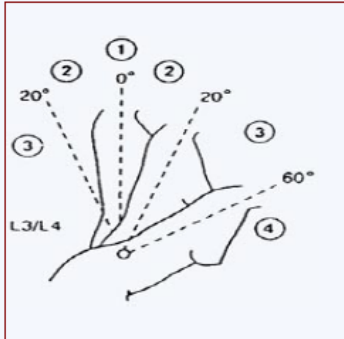
## Procedimiento de aplicación del método REBA (García Dihigo, 2009)

### Paso # 1

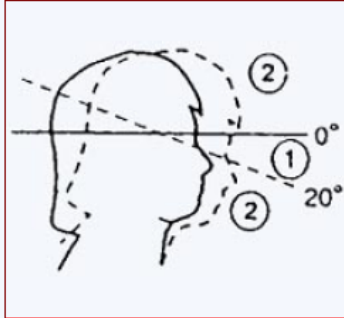
Registrar posturas para los grupos A y B utilizando los diagramas de posturas mostrados en las Tablas 2.2 y 2.3 respectivamente. El grupo A presenta un total de 60 combinaciones posturales para tronco, cuello y piernas mientras que el grupo B cuenta con 36 combinaciones para brazo, antebrazo y muñecas.

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

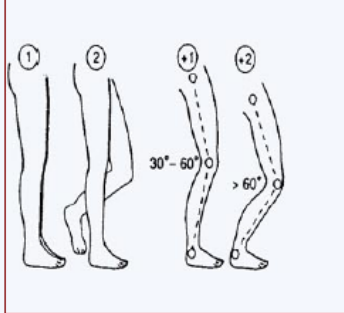
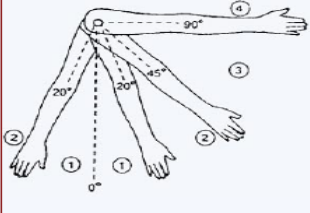
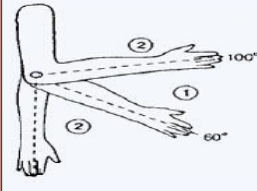


Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

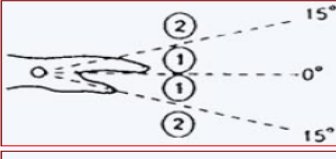
BRAZOS		GRUPO B	
Posición	Puntuación	Corrección	
0-20° flexión/extensión	1	Añadir	
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación	
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro	
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir
> 15° flexión/extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral



Paso # 2

Obtener las puntuaciones para los grupos A y B de las tablas 2.4 y 2.5. Las puntuaciones obtenidas en ambas tablas están comprendidas entre 1 y 9.

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza.

GRUPO A													
Cuello													
1													
2													
3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre.

GRUPO B							
	Antebrazo						
	1			2			
Muñeca	1	2	3	1	2	3	
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Paso # 3

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

Paso # 4

Obtener la puntuación C de la Tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

PUNTUACION C													
	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	
	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

## Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

### Etapa IV: Programa de mejoras

Una vez determinada la valoración y evaluación del trabajo realizado, se debe proceder a elaborar el programa de mejoras y prevención de las principales afectaciones o corrección de los elementos encontrados, pudiendo determinar las medidas para la solución de algunos problemas que fueron detectados durante la investigación y que no se les dio una respuesta precedentemente.

Al tener en cuenta estas medidas debe velarse si las mismas son prácticas en su aplicación. En la elaboración de dicho programa de prevención se deben dejar claro además de las medidas, las personas responsables así como su fecha de cumplimiento.

Los programas de prevención deben incluir al menos los aspectos siguientes:

- ✓ Medidas para la mejora continua de las condiciones de trabajo.
- ✓ Programa de capacitación para la mejora de la valoración del trabajo realizado.
- ✓ Equipos de protección personal.

### Rediseño de métodos y puestos de trabajo

El rediseño de métodos y puesto de trabajo requiere elementos organizativos relacionados con la eficiencia, ambientales (habilidades, disponibilidad de los empleados y entorno social) y conductuales (autonomía y responsabilidad, variedad, identificación y significado de la tarea y retroalimentación), considerados por el diseñador para crear ocupaciones que sean productivas y satisfactorias. Cuando hay serias deficiencias en el diseño, se presentan fenómenos como rotación del personal, ausentismo, quejas, protestas, etc. Debe destacarse que las funciones del rediseño de puestos repercuten en toda la organización.

Las técnicas más comunes para el rediseño de puestos son los siguientes:

- ✓ Tomar como marco de referencia las estrategias y planes de la empresa.
- ✓ Considerar cuidadosamente los requerimientos de las operaciones productivas.
- ✓ Definir cuáles son los puestos de trabajo que pudieran ser objeto de rediseño.
- ✓ Considerar las condiciones legales que deben ser tomadas en cuenta de manera obligatoria.
- ✓ Decidir el rediseño de los puestos de trabajo luego de analizar la factibilidad técnica y la conveniencia económica de hacerlo.
- ✓ Ejecutar las acciones con “tacto”, con la participación de los interesados y con estricto apego a las disposiciones legales.
- ✓ Otras técnicas utilizadas son las siguientes.

**Rotación de puestos:** Permite al empleado cambiar de un puesto a otro. Esta rotación rompe la monotonía de diversas labores especializadas y posibilita el uso de diversas áreas del conocimiento y la experiencia del operario, o incluso de distintas habilidades físicas. La organización se beneficia de esta rotación porque los trabajadores se hacen competentes en distintos puestos y no sólo en uno. Ser capaz de realizar una serie de labores mejora la auto imagen del trabajador, coadyuva el crecimiento personal y en general consigue que el trabajador sea más valioso para la organización.

**Inclusión de nuevas tareas:** Permite expandir el número de funciones que se llevan a cabo en un puesto al añadir labores similares a las que ya se realizaban para proporcionar mayor variedad. La inclusión de nuevas tareas reduce la monotonía porque extiende el ciclo de trabajo y demanda una gama más amplia de habilidades del trabajador.

**Enriquecimiento del puesto:** Este instrumento es el medio principal de obtener satisfacción intrínseca del cargo, porque, en ocasiones, el puesto es pequeño para el espíritu de muchas personas. El nivel de satisfacción del trabajador se incrementa cuando se añaden nuevas fuentes de satisfacción laboral. Esta técnica aumenta los niveles de responsabilidad, autonomía y control. El enriquecimiento de puestos consiste en incrementar los niveles de planeación y control.

**Equipos de trabajo:** En el diseño moderno de los puestos, existe una fuerte tendencia a crear equipos de trabajo autónomos o auto dirigidos, conformados por personas cuyas tareas se rediseñan para crear alto grado de interdependencia. A estos equipos se les confiere autoridad para tomar decisiones relacionadas con el trabajo que deben realizar.

**Calidad de vida en el trabajo:** Investigaciones recientes demuestran que para alcanzar calidad y productividad, las empresas deben contar con personas motivadas para desempeñar los trabajos que les asignan, y recompensarlas de manera adecuada por su contribución. En consecuencia, la competitividad organizacional se halla relacionada por obligación con la calidad de vida en el trabajo.

El rediseño de los puestos de trabajo incluye las siguientes ventajas:

- ✓ Reducción de funciones o dedicación (con la consiguiente reducción de la remuneración).
- ✓ Distribución de funciones de un puesto en varios puestos nuevos.
- ✓ Agrupación de funciones de varios puestos en puesto nuevo.
- ✓ Enriquecimiento de puestos mediante la asignación de mayores responsabilidades.

### **Valoración de la factibilidad de las propuestas**

El estudio de factibilidad de las propuestas es el análisis de una empresa para determinar si lo que se propone será bueno o malo, y en cuales condiciones se debe desarrollar para que sea exitoso.

El resultado de los estudios de factibilidad de los trabajos de investigación es la base de las decisiones que se tomen para su introducción, por lo que deben ser lo suficientemente precisas para evitar errores que tienen un alto costo social directo, en cuanto a los medios materiales y humanos que involucren; así como por la pérdida de tiempo en la utilización de las variantes de desarrollo más eficientes para la sociedad. Esto sólo se puede asegurar mediante el empleo de procedimientos y de análisis debidamente fundamentados.

La determinación y fundamentación de las bases metodológicas que deben regir los estudios de factibilidad de las investigaciones deben efectuarse con un enfoque sistémico, pues los resultados de las investigaciones al introducirse, modifican una parte de los procesos y sistemas de relaciones existentes. Este primer principio introduce la necesidad de considerar la utilización de todos aquellos métodos de simulación que permitan reproducir con la mayor exactitud posible los sistemas de relaciones, su interacción y los cambios que puede ocasionar el proceso científico-técnico en dichas relaciones. Al analizar la eficiencia económica, tanto de las investigaciones como de las inversiones necesarias para introducir los resultados.



## **Implementación de los resultados**

Su objetivo es inspeccionar que las propuestas han sido implementadas tal cual se concibieron y comprobar su efectividad. Durante la implementación es recomendado para lograr una mayor aceptación que participen los trabajadores y que mientras dure la adaptación a la nueva propuesta estos sean monitoreados y capacitados.

Es importante mantener a todos (trabajadores y alta dirección) convencidos con las nuevas propuestas para que no retornen a las antiguas condiciones. Es posible que no se haya logrado todo el efecto deseado en un primer intento, por lo que el procedimiento diseñado se puede emplear de forma cíclica, posibilitando la mejora continua.

### **2.4 Conclusiones parciales**

1. Se elaboró un procedimiento para la identificación, evaluación y prevención de los desórdenes músculo-esqueléticos (DME) ajustado a las características del proceso de perforación y reparación capital de pozos de petróleo y gas y de los puestos de trabajo que se estudian.
2. A partir de técnicas de trabajo grupal y entrevistas a especialistas que poseen relación con el tema de investigación se presenta la lista de evaluación de riesgos ergonómicos ajustados solo aspectos que poseen relación con el tema de investigación.
3. El método Cornell (CMDQ) es un instrumento fiable y válido para la exploración de malestares músculo-esqueléticos en el contexto de evaluación de puesto de trabajo, así como el método de evaluación postural REBA permite evidenciar las posturas forzadas, movimientos repetitivos y esfuerzos musculares.

### Capítulo 3: Resultados de la investigación.

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento propuesto en el capítulo anterior. Se aplican los métodos de análisis ergonómico postural en los puestos seleccionados y se proponen mejoras sobre la base de sus resultados.

#### 3.1 Aplicación del procedimiento para la identificación y evaluación de los DME

Se aplican las etapas del procedimiento para la identificación y evaluación de los desórdenes músculo-esqueléticos (DME).

##### 3.1.1 Creación del grupo de trabajo

El equipo de trabajo en la presente investigación, se compone por el Jefe de Equipos de Perforación Propios, un Perforador "A" de Petróleo (Jefe de Equipo), un Auxiliar "A" de Labores Petroleras; un Auxiliar "B" de Labores Petroleras; un Auxiliar "C" de Labores Petroleras, la Especialista Principal de Recursos Humanos de la División, todos trabajadores de experiencia en la actividad. Como se muestra en la **tabla 3.1**; el objetivo fundamental de este grupo de trabajo es la aplicación de las herramientas y/o técnicas desarrolladas en la investigación.

Tabla 3.1: Equipo de trabajo

Miembros	Ocupación
Ramón de Jesús Valladares Ríos	Jefe de Equipo de Perforación Propios
Luis Manuel Dueñas Maden	Perforador "A" de Petróleo(Jefe de Equipo)
Osmany Hoyos Pérez	Auxiliar "A" de Labores Petroleras
Yoandry Hernández Lorenzana	Auxiliar "B" de Labores Petroleras
Felix Roberto Fuentes Luis	Auxiliar "C" de Labores Petroleras
Maritza Otaño Sánchez	Especialista Principal de Recursos Humanos
Román Alemán Medina	Especialista "B" en Seguridad y Salud en el Trabajo

Fuente: elaboración propia.

##### 3.1.2 Planificación

Para darle cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos se diseñó un cronograma de trabajo; el cual fue presentado y aprobado en la reunión inicial con el grupo de trabajo, con la autorización del Consejo de Dirección, el mismo se observa en la figura 3.1:

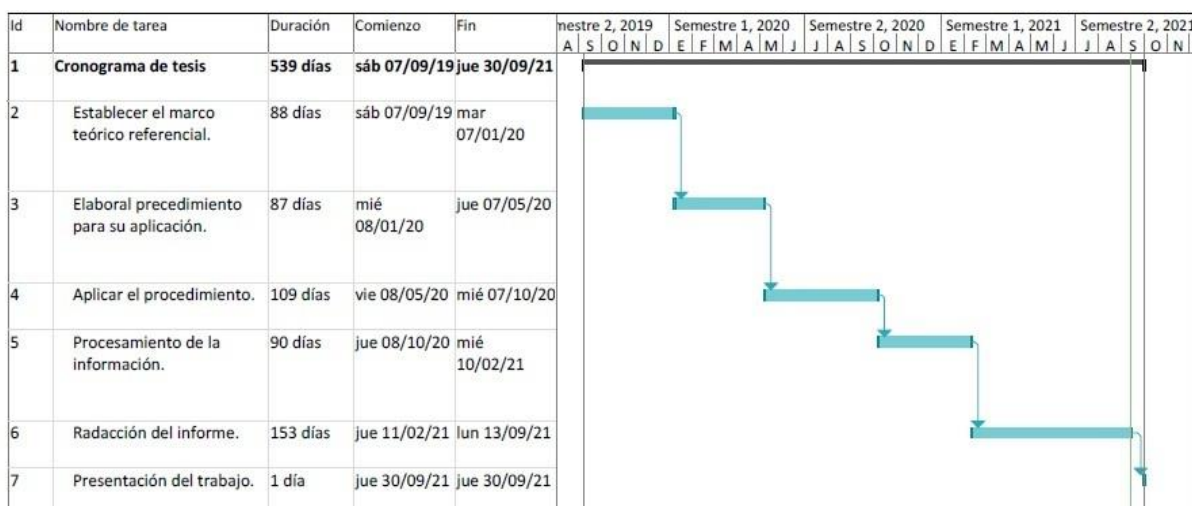


Figura 3.1 Cronograma de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3 Formación

Se realizó una reunión con miembros del Consejo de Dirección y trabajadores implicados en la investigación; como Jefes de Equipos, Auxiliares "A"; "B" y "C" de Labores Petroleras del Equipos de Perforación CUPET-3, la Especialista Principal del Departamento de Recursos Humanos de conjunto con la Especialista de Capacitación y representantes de las organizaciones de políticas y de masas (PCC, UJC, CTC). Se les explicó sobre la importancia del estudio para la mejora de la seguridad, salud y bienestar en el desarrollo de su trabajo, así como los objetivos fundamentales de la investigación y los resultados esperados, además de la importancia de su cooperación para lograr el éxito de la misma.

## 3.2 Diagnóstico previo

En esta etapa se tienen en cuenta dos sub-etapas fundamentales cada una con sus características y objetivos, las mismas se describen a continuación:

### 3.2.1 Caracterización del área objeto de estudio

De las diferentes áreas de la División de Perforación se selecciona el Equipos de Perforación CUPET-3 debido a que es único de los equipos de perforación propio de CUPET que se encuentran trabajando en la actualidad y el resto son equipos de perforación arrendados a la Compañía Gran Muralla China (Great Wall China); además del interés de la empresa en realizar una investigación ergonómica postural en los puestos de trabajos claves para la organización; como son los Auxiliares "A"; "B" y "C" de Labores Petroleras e intervienen de

manera directa en el proceso trabajo, donde se relacionan los tres elementos fundamentales: medios de trabajo, objetos de trabajo y fuerza de trabajo.

✓ **Fuerza de trabajo**

Se analizó la totalidad de trabajadores que están involucrados en el proceso, pues en ninguno de los casos presentaban enfermedades congénitas y/o crónicas relacionadas con DME, que pueda falsear los resultados del estudio.

Tabla 3.2.Composición de la fuerza de trabajo perteneciente al Equipo de Perforación CUPET- 3 de la División de Perforación.

<b>Puestos de trabajo</b>	
<b>Equipo de Perforación</b>	<b>Cantidad</b>
Jefe de Equipo "A" de Perforación	1
Perforador "A" de Petróleo (Jefe de Turno)	5
Especialista "A" en Perforación de Pozos de Petróleo Gas	2
Técnico en Ahorro y Uso Racional de la Energía	2
Técnico en Perforación de Pozos de Petróleo y Gas (Perforador)	4
Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torreros)	4
Auxiliar "B" de Labores Petroleras (Operario mesa rotaria)	18
Auxiliar "C" de Labores Petroleras (Ayudante de patio)	9
Operador de Montacargas	2
Especialista "B" en Mantenimiento Industrial (Jefe de Turno)	2
Especialista "B" en Mantenimiento Industrial (TDS)	2
Mecánico "A" de Equipos de Petróleo	4
Mecánico "B" de Equipos de Petróleo	4
Mecánico "C" de Equipos de Petróleo	2
Electricista Montador "A"	4
Soldador "A"	4
<b>Total</b>	<b>69</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla se muestran la composición de la fuerza de trabajo; con un total de 69 trabajadores en su plantilla todos hombres por los riesgos y complejidad del trabajo.

**Equipos de trabajo:**

- ✓ Integradas por 69 personas distribuidas en 4 turnos y cada turno con 18 trabajadores.
- ✓ El turno laboral es rotatorio (cada 12 horas). Con jornadas de trabajo de 12 horas. Se trabaja 14 días; de estos 7 laboran de días x 7 de noches, (7am- 7pm y 7 pm- 7 am); y 14 días de descanso.

- ✓ Los turnos de trabajo están conformados por: Jefe de Equipo (uno), Especialista "A" en Perforación de Pozos de Petróleo Gas a tiempo completo; o sea las 24 horas disponible (uno), perforador (uno), torrero (uno), mesa rotaria (tres) y ayudante de patio (dos) y montacarguista (uno), jefe de mantenimiento (uno), TDS (uno), mecánico "A" (uno), mecánico "B" (uno), mecánico "C" (uno), electricista (uno) y soldador (uno).

El ritmo de trabajo es alto, 30 minutos para almorzar y comer, prácticamente no hay pausas de descanso, se requiere atención, responsabilidad, están expuestos a otros riesgos como ruido, calor, manipulación de cargas, posiciones inadecuadas, vibraciones, movimientos repetitivos, polvos, luz solar, olores y vapores procedentes del lodo de perforación, etc.

#### ✓ **Objetos de trabajo**

En el proceso de perforación de pozos de petróleo y gas, solamente se pueden considerar como objetos de trabajo los productos químicos que se utilizan para preparar el lodo de perforación. El resto de las herramientas, llaves, tuberías de perforación y otros agregados, no se transforman sino que forman parte del proceso en general.

#### ✓ **Medios de trabajo**

Los medios de trabajo son los diferentes equipos, instrumentos y herramientas utilizados por los trabajadores del equipo de perforación de pozos de petróleo y gas para desarrollar dicha actividad; además emplean los equipos de protección individual y colectivos con el objetivo de preservar y cuidar su seguridad y bienestar en el trabajo.

Entre las principales herramientas utilizadas de manera general para los tres puestos de trabajo se encuentran: mandarrías de 8 lbs, 15 lbs, 20 lbs y 25 lbs, cepillos de alambre, martillos, eslingas, palas, cuchillos, barretas y tuberías de perforación. Los torreros utilizan el winche y el elevador de tuberías. Los ayudantes en la mesa rotaria utilizan la llave mecánica (llave de palo), llave hidráulica (power tong), cuñas de perforación, collarín, winche y elevador de tuberías.

### **3.2.2 Aplicación de la lista de evaluación ergonómica ajustada**

Como se explicaba anteriormente se propone una modificación de la lista de evaluación ergonómica la cual se puede apreciar en el **Anexo # 1**.

A continuación se ofrecen los resultados de la aplicación de la lista de evaluación ergonómica ajustada.

Herramientas manuales

- ✓ *En tareas repetitivas, emplear herramientas específicas al uso.*

En la actividad de perforación de pozos de petróleo y gas se utilizan herramientas específicas al uso para realizar el trabajo correctamente y con la mayor calidad posible. Las cuñas de mano, los elevadores de tuberías de perforación, llaves mecánicas de tuberías, llaves hidráulicas, cepillos de alambres, cuchillos y mandarías de 8, 15, 20 y 25 libras; entre otras son del tamaño, peso y potencia apropiadas. Vale destacar que muchas de las tareas que se acometen en perforación exigen esfuerzos intensos, debido a esto se emplean en algunos casos herramientas mecánicas. Estas son más eficientes y pueden realizar tareas imposibles de hacer a mano. Además, la fatiga de los trabajadores es mucho menor. Por tal motivo se aprecia que los elevadores de tuberías durante la perforación; llegan acumular dentro de sus aditamentos gran cantidad de lodo, esto dificulta la maniobrabilidad del torrero ya tiene que hacer un gran esfuerzo para abrir y cerrar el mismo; trayendo consigo dolores musculoesqueléticos.

Las herramientas que no se utilizan frecuentemente disponen de un lugar propio. Todas son objetos de inspección del I, II, III y IV nivel según las horas de trabajo; certificado a su vez por compañías extranjeras totalmente acreditadas.

Seguridad de la maquinaria de producción

- ✓ *Hacer que las señales e indicadores sean fácilmente distinguibles unas de otras y fáciles de leer.*

Las señales e indicadores son de gran importancia para la seguridad del trabajador y las operaciones que se realizan. En ocasiones existen áreas del equipo de perforación que no cuentan con una adecuada señalización tanto por tamaños, formas y colores; otras no se distinguen debido a que se encuentran ubicadas a la intemperie por lo que tienden a deteriorarse.

Iluminación

- ✓ *Iluminar los pasillos, escaleras, rampas y demás áreas donde pueda haber gente.*

En algunas áreas de trabajo del equipo de perforación se puede apreciar a simple vista que los niveles de iluminación durante la noche son muy bajos y en otros deficientes, como es el caso de accesos a escaleras, contenedores almacenes, áreas de almacenamientos de productos químicos, áreas de las bombas de lodo y pasos de personas, entre otras. Por otra parte se observan luminarias fundidas en lugares como el grupo de generación y la torre de perforación. Esto pudiera ocasionar desórdenes musculoesqueléticos y en el peor de los casos accidentes a los trabajadores.

- ✓ *Proporcionar suficiente iluminación a los trabajadores, de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable.*

Lo más satisfactorio y rentable es combinar el uso de la luz natural con la luz artificial. Aunque también es importante proporcionar la iluminación suficiente considerando la naturaleza de las tareas realizadas en los diversos puestos de trabajo. Para esto, teniendo en cuenta el nivel operacional del sistema se observa que durante las maniobras de tuberías de perforación las lámparas que se encuentran en la estructura de la torre del equipo se embarran de lodo y esto a su vez hace disminuir nivel de iluminación, por otra parte en la actividad de baje de camisas de perforación; al ubicarlas tuberías de perforación en el palillero estas también afectan el nivel de iluminación a la mesa rotaria.

Cuando se presenta algún imprevisto en el correcto funcionamiento de las bombas de lodo las lámparas ubicadas no aportan la suficiente iluminación durante la noche.

- ✓ *Limpiar las ventanas y realizar el mantenimiento de las fuentes de luz.*

La limpieza de los tráiler y el campamento dormitorio se realiza por el personal de EMSERPET, entidad de servicio encargada para la tarea. Por otra parte, la limpieza y mantenimiento del equipo se encarga la dotación del mismo. Considerando esto se puede decir que el reemplazamiento de las lámparas y tubos fluorescentes agotados; así como la limpieza de las mismas en la torre de perforación; se ejecuta por el electricista montador "A" y el auxiliar "A" de labores petroleras respectivamente, lo cual no se ejecuta con la inmediatez necesaria.

#### Locales

- ✓ *Proteger al trabajador del calor excesivo.*

En los equipos de perforación de petróleo la mayoría de los trabajadores están expuestos a altas temperaturas durante el trabajo (radiación solar), laboran al aire libre y realizan trabajo físico pesado; ello nos da señales de agotamiento en ciertos momentos. Por otra parte se les asegura la existencia de agua fría mientras trabajan y les proporcionan buenos medios para el lavado personal y acceso al lavado de la ropa de trabajo, aunque existen ciertos aspectos a destacar como que el tejido de la ropa de trabajo no es el adecuado (algodón), las áreas del Dog house en la mesa rotaria, cuna del torrero, taller mecánico y eléctrico, área de soldadura, entre otras; no cuentan con ventiladores y menos aire acondicionado. Conociendo que el calor excesivo causa problemas a la calidad del trabajo y a la salud de los trabajadores.

#### Riesgos ambientales

- ✓ *Mantener periódicamente las herramientas y máquinas para reducir el ruido.*

Los mantenimientos de las herramientas y maquinarias se realizan periódicamente con el objetivo de mantenerlas en buenas condiciones. Por otro lado, los componentes de las máquinas y carcasas metálicas están sujetos de forma apropiada.

Las cubiertas de los 5 generadores son metálicas y no están hechas con material absorbente, por ejemplo, plástico, goma u otros materiales de características similares para reducir la cantidad de ruido emitido.

- ✓ *Asegurarse de que el ruido no interfiere con la comunicación, la seguridad o la eficiencia del trabajo.*

Como se ha podido apreciar el ruido en el equipo interfiere con la comunicación entre los trabajadores, lo que pudiera provocar afectación a la seguridad y eficiencia del trabajo. Siendo así, no se cuentan con señales luminosas en caso que sea necesario, pero sí se emplean medios de comunicación alternativa como señales sonoras ante situaciones de emergencia durante la perforación.

### **3.3 Evaluación ergonómica**

En esta etapa se muestran tres sub-etapas fundamentales para realizar una valoración ergonómica del trabajo realizado en el área objeto de estudio.

#### **3.3.1 Registro fotográfico para la evaluación postural**

Como se explicaba anteriormente para esto fueron seleccionadas las imágenes por actividad donde se evidencie una posición inadecuada de los puestos de trabajo del Auxiliar "A", "B" y "C" de Labores Petroleras del equipo de perforación de petróleo y gas.

#### **3.3.2 Selección de las posturas más críticas**

En este paso se comparó todas las imágenes que fueron recopiladas y se realizó la selección de las más afectadas; las cuales se muestran a continuación:

Figura 3.2 Registro fotográfico del Auxiliar "A" de Labores Petroleras durante la perforación.



Fuente: elaboración propia.



Figura 3.3 Registro fotográfico del Auxiliar "B" de Labores Petroleras durante las maniobras de tuberías.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.4 Registro fotográfico del Auxiliar "C" de Labores Petroleras durante el movimiento de productos químicos y herramientas de perforación.



Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Aplicación del método de valoración ergonómica

#### ✓ Aplicación del método Cornell

La aplicación del método Cornell brinda una percepción más clara de las dolencias de los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras durante el desarrollo de la actividad de perforación y reparación de pozos de petróleo y gas.

La tabla 3.3 muestra el resultado porcentual de la disconformidad corporal por dolencias en los miembros derechos e izquierdos y la dolencia de las manos y los pies.

Tabla 3.3 Resultados del método Cornell.

Las áreas en los diagramas abajo muestran la posición de las partes del cuerpo referidas en el cuestionario. Responda marcando la casilla correspondiente.		FRECUENCIA: Durante la última semana de trabajo, con qué frecuencia experimentó dolor, molestia, incomodidad en cada uno de los lugares señalados:					SEVERIDAD: Si usted experimentó dolor, molestia, incomodidad, ¿cuán incómodo era ?			DESEMPEÑO: Cuando experimentó sufrimiento, dolor, molestia, ¿eso interfirió con su capacidad			
Disconformidad Corporal		Nunca	1-2 veces la semana pasada	3-4 veces la semana pasada	Una vez cada día	Varias veces cada día	Ligerament e Incómodo	Moderadament e incómodo	Muy incómodo	Ningún modo	Interfirió ligeramente	Interfirió sustancialmente	
	Cabeza	85,72	10,72	0,00	3,56	0,00	7,14	7,14	0,00	3,56	7,14	3,56	
	Fatiga visual ojo	Derecho	96,42	3,56	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	0,00	0,00	3,56	0,00
		Izquierdo	96,42	3,56	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	0,00	0,00	3,56	0,00
	Cuello		53,57	7,14	10,72	10,72	17,85	25,00	14,29	7,14	17,86	28,57	0,00
	Hombro	Derecho	42,86	3,56	7,14	17,87	28,57	7,14	14,29	35,71	21,43	28,57	7,14
		Izquierdo	42,86	7,14	10,71	14,29	25,00	10,71	17,86	28,57	16,29	35,71	7,14
	Espalda	Alta	25,00	7,14	7,14	10,72	50,00	14,29	17,86	42,86	32,14	42,86	0,00
		Baja	17,86	3,57	7,14	14,29	57,14	17,86	17,86	46,42	25,00	57,14	0,00
	Brazo	Derecho	50,00	14,29	10,71	10,71	14,29	25,00	17,86	7,14	35,71	14,29	0,00
		Izquierdo	57,14	10,72	10,72	14,28	7,14	21,43	14,29	7,14	35,72	7,14	0,00
	Antebrazo	Derecho	39,28	17,86	17,86	10,72	14,29	28,51	21,43	10,72	35,72	17,86	7,14
		Izquierdo	46,43	21,43	14,29	7,14	10,71	32,14	14,29	7,14	39,28	14,29	0,00
	Muñeca	Derecho	71,43	14,29	7,14	7,14	0,00	14,29	7,14	7,14	17,86	10,71	0,00
		Izquierdo	75,00	10,72	7,14	7,14	0,00	10,72	7,14	7,14	17,86	7,14	0,00
	Cadera/Glúteos		14,29	3,57	3,57	14,29	64,28	10,71	21,43	53,57	28,57	35,71	21,43
	Muslo	Derecho	75,00	10,72	7,14	7,14	0,00	14,28	10,72	0,00	25,00	0,00	0,00
		Izquierdo	71,42	10,72	7,14	10,72	0,00	17,86	10,72	0,00	28,58	0,00	0,00
	Rodilla	Derecho	32,14	17,86	10,72	14,28	25,00	25,00	28,57	14,28	53,57	10,72	3,57
		Izquierdo	39,29	14,28	14,28	14,28	17,86	28,57	21,43	10,71	53,57	7,14	0,00
	Pierna	Derecho	78,57	21,43	0,00	0,00	0,00	21,43	0,00	0,00	21,43	0,00	0,00
	Izquierdo	78,57	21,43	0,00	0,00	0,00	21,43	0,00	0,00	21,43	0,00	0,00	
Pie		67,86	17,86	3,57	3,57	7,14	21,43	10,71	0,00	32,14	0,00	0,00	
Manos		75,00	21,43	3,57	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	
	AREA A	Derecho	75,00	17,85	7,14	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	17,85	7,14	0,00
		Izquierdo	75,00	17,85	7,14	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	17,85	7,14	0,00
	AREA B	Derecho	75,00	14,28	10,72	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	17,85	7,14	0,00
		Izquierdo	75,00	17,85	7,14	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	17,85	7,14	0,00
	AREA C	Derecho	75,00	14,28	7,14	3,57	0,00	21,43	3,57	0,00	17,85	7,14	0,00
		Izquierdo	75,00	17,86	3,57	3,57	0,00	21,43	3,57	0,00	17,85	7,14	0,00
	AREA D	Derecho	75,00	14,28	0,00	10,72	0,00	17,85	7,14	0,00	25,00	0,00	0,00
		Izquierdo	75,00	14,28	0,00	10,72	0,00	17,85	7,14	0,00	25,00	0,00	0,00
	AREA E	Derecho	75,00	17,85	7,14	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	21,43	3,57	0,00
		Izquierdo	75,00	17,85	7,14	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	21,43	3,57	0,00
	AREA F	Derecho	75,00	21,43	3,57	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	21,43	3,57	0,00
		Izquierdo	75,00	21,43	3,57	0,00	0,00	17,85	7,14	0,00	21,43	3,57	0,00
	AREA A	Derecho	67,86	17,86	7,14	7,14	0,00	25,00	7,14	0,00	25,00	7,14	0,00
		Izquierdo	67,86	17,86	7,14	7,14	0,00	25,00	7,14	0,00	25,00	7,14	0,00
	AREA B	Derecho	67,86	28,57	3,57	0,00	0,00	28,57	3,57	0,00	28,57	3,57	0,00
		Izquierdo	67,86	28,57	3,57	0,00	0,00	28,57	3,57	0,00	28,57	3,57	0,00
	AREA C	Derecho	67,86	32,14	0,00	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00
		Izquierdo	67,86	32,14	0,00	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00
	AREA D	Derecho	67,86	32,14	0,00	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00
		Izquierdo	67,86	32,14	0,00	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00	32,14	0,00	0,00

Como se puede apreciar el 64.28 % de los trabajadores a presentado dolor o incomodidad en la zona de la cadera varias veces al día durante el trabajo, que el 50 % y el 57.14% a sentido molestia varias veces al día en la parte alta y baja de la espalda respectivamente. En

los hombros y rodillas oscilan entre 25 % y 28.57 durante el día y menor medida pero sí a tener en cuenta el cuello y los antebrazos indican más del 10 % de molestia durante un día de trabajo. Siendo esto muy incómodo en las partes antes mencionadas y a su vez ha interferido de manera sustancial su capacidad de trabajo.

✓ **Aplicación del método REBA**

Existen varios métodos que permiten realizar la valoración postural. En la investigación se decidió escoger el método REBA porque es un método sencillo que permite el análisis del cuerpo humano en general. Este método es el más factible a emplear debido a que las condiciones de trabajo en el equipo de perforación provocan afectaciones en varias zonas del cuerpo del trabajador y este en específico permite evaluar tanto la parte superior como inferior del mismo.

Tabla 3.4 Resultados de la aplicación del método REBA.

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Actividad evaluada</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Intervención</b>
Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero)	Manejo de tubería.	Alto	Necesario pronto
	Movimiento de tubería. Parte derecha.	Medio	Necesario
	Movimiento de tubería. Parte izquierda.	Alto	Necesario pronto
	Operando el elevador de tubería.	Alto	Necesario pronto
Auxiliar "B" de Labores Petroleras (Ayudante mesa rotaria)	Colocación y retiro de cuñas de perforación.	Alto	Necesario pronto
	Movimiento de tubería hacia el palillero. Parte derecha.	Alto	Necesario pronto
	Movimiento de tubería hacia el palillero. Parte izquierda.	Alto	Necesario pronto
Auxiliar "C" de Labores Petroleras (Ayudante de patio)	Movimiento de sacos de productos químicos. Parte derecha.	Medio	Necesario
	Movimiento de sacos de productos químicos. Parte izquierda.	Medio	Necesario
	Moviendo tanque de química.	Alto	Necesario pronto
	Movimiento de herramientas de perforación.	Alto	Necesario pronto

Fuente: elaboración propia.

Para conocer los detalles de la toma de ángulos y el procedimiento para la evaluación postural apoyarse en los **anexos 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 y 12.**

Los resultados de la aplicación del método REBA permiten evidenciar que los puestos de trabajo del torrero, ayudante de la mesa rotaria y ayudante de patio en el equipo de perforación de petróleo y gas presentan un riesgo alto de sufrir DME en la mayoría de las actividades evaluadas, con un nivel de intervención de necesario pronto. En el caso de los movimientos de sacos de productos químicos por parte de ayudante de patio el nivel de riesgo es medio con un nivel de intervención necesario, aspecto también a considerar. Igualmente ocurre en la operación de movimientos de tuberías del torrero en la parte derecha del cuerpo el nivel de riesgo es medio y necesaria su intervención.

Esto es debido a las posturas de bipedestación prolongada, movimientos repetitivos, flexiones e inclinaciones durante las 12 horas de jornada laboral, con manipulación de cargas y equipos en condiciones de extrema exigencia física, así como también la realización de movimientos rápidos al manipular algunas piezas necesarias en la ejecución de sus tareas.

### **3.4 Programa de mejoras**

Con el objetivo de corregir el nivel de riesgo de las posturas analizadas se realiza el programa de mejoras. A partir de la evaluación ergonómica postural a través del método REBA de los trabajadores en las diferentes actividades, se determinó que en todos los casos es necesaria una intervención para evitar el incremento de los riesgos ya existentes. En algunos casos es necesaria la intervención mientras que en otros la necesidad se hace más inmediata debido a que el riesgo es alto.

El equipo de trabajo realizó una propuesta de las medidas de manera general para la solución de algunos problemas que fueron detectados durante la investigación:

- ✓ Analizar y corregir los métodos posturales adoptados durante el trabajo.
- ✓ Impartir periódicamente charlas sobre posturas adecuadas, origen de enfermedades, riesgos a lo que están expuestos, manipulación adecuada de cargas y medios de trabajo.
- ✓ Realizar los meetings de seguridad diariamente; antes de comenzar las operaciones.
- ✓ Exigir el adecuado uso de los equipos de protección personal, colectivos y de protección contra incendios y velar por su cumplimiento.
- ✓ Realizar los chequeos médicos con una frecuencia semestral, por un especialista en ortopedia, para diagnóstico precoz y tratamiento adecuado de patologías que limiten la actividad.

- ✓ Cumplir con el Plan de Capacitación.
- ✓ Utilizar los trabajadores de mayor experiencia como tutores para apoyar a los de menor experiencia.

### **Realizar ejercicios compensatorios para contrarrestar las posturas:**

Antes de comenzar cualquier tipo de actividad física, es importante realizar ejercicios de calentamiento para hacer que fluya sangre adicional a través de los músculos y crear suficiente abastecimiento de oxígeno. Los ejercicios de calentamiento ayudan a lograr que la actividad sea más productiva y reducen la posibilidad de lesiones, dolores y molestias musculares debido a demasiado estrés en el cuerpo. Los ejercicios de calentamiento pueden incluir trotar en un mismo lugar, una caminata enérgica, saltar o estirar el cuerpo durante 10 minutos, entre otros.

Realizar ligeros movimientos con los brazos y hacer rotaciones y flexiones del tronco son útiles para aliviar las dolencias musculares del cuello, la espalda y los brazos. Si además estos ejercicios de corta duración, se complementan con ejercicios respiratorios, que requieren de poco tiempo, se puede conseguir aliviar la tensión y una mayor relajación muscular.

Se comienza el proceso de mejora por las siguientes posturas:

**Manejo de tubería.** Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero): Las posturas adoptadas por el torrero requiere una intervención necesaria pronto, por lo que se propone las siguientes medidas:

1. El perforador debe llevar la tubería de perforación conectada al top drive (TDS por sus siglas en inglés) lo más cercana posible a la altura de la cuna del torrero.
2. Al realizar la maniobra de manejo de tubería, utilizar la cadena y pasarla por detrás de la tubería y esta a su vez conectada al winche de aire, para evitar así el sobreesfuerzo cuando se labore con tubería pesada y extra pesada.
3. Utilizar el arnés de seguridad de torreros de equipos de perforación e intervención de pozos de petróleo y gas con puntos de anclaje 4: dorsal, frontal, pélvico y lumbar. Accesorios: doble anilla de regulación para el ajuste de la talla, cinta de unión de los 2 muslos, cinturón de posicionamiento, los 4 enganches con mosquetón, protectores acolchonados en espalda, hombros, cinturón y perneras. Cinturón completo acolchado para protección abdominal.

## Evaluación postural a partir del programa de mejoras:

### Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero)

**Actividad:** Manejo de tubería.



Tabla 3.5: Evaluación postural del Torrero. Método REBA.

Puntuación A	Puntuación B	Puntuación C	Puntuación final	Nivel de Riesgo	Intervención
2	4	3	3	Bajo	Puede ser necesario

Fuente: elaboración propia.

Dirigirse al **anexo 13** donde se encuentran cada uno de los pasos para realizar la evaluación postural.

Al evaluar la postura del torrero a través de las medidas implementadas, como parte de la mejora, se ha determinado que la intervención puede ser necesaria pero el riesgo se ha reducido por lo que es factible esta propuesta.

**Operando el elevador de tubería.** Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero): La postura adoptada por el torrero cuando se encuentra manipulando el elevador de tuberías; requiere una intervención necesaria pronto, por lo que se propone las siguientes medidas:

1. El perforador debe llevar los links del top drive (TDS por sus siglas en inglés) conectado al elevador de tubería a la altura de la cuna del torrero.

Como se explicaba anteriormente en el epígrafe 2.2 aplicación de la lista de evaluación ergonómica ajustada (herramientas manuales) el lodo se acumula en la parte trasera de la bisagra del elevador ya que arrastra toda la suciedad que viene con la tubería de perforación; la cual no puede ser eliminada a través de la limpieza con agua ya que puede afectar la calidad del lodo y el "Split pipe wiper" (por su nombre en inglés; dispositivo para eliminar derrames de fluidos de lodos durante la perforación) convencional utilizado para la limpieza de la tubería durante la perforación no es de gran calidad. Esto trae consigo realizar



mayor fuerza por parte del torrero para abrir y cerrar el elevador de tuberías. Por tal motivo se recomienda la limpieza y mantenimiento del elevador de tuberías periódicamente:

2. Raspar las partes de las bisagras donde se acumula el lodo de perforación.
3. Echar aceite a los pasadores de extensiones y cierres.
4. Engrasar los linkes donde rueda el elevador de tuberías y los puntos de engrase.
5. Gestionar a través de CUPET el uso de “Double Split pipe wiper” (por su nombre en inglés) de dos capas de más calidad y duradero.

**Evaluación postural a partir del programa de mejoras:**

**Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero)**

**Actividad:** Operando elevador de tubería.



Tabla 3.6: Evaluación postural del Torrero. Método REBA.

Puntuación A	Puntuación B	Puntuación C	Puntuación final	Nivel de Riesgo	Intervención
2	4	3	3	Bajo	Puede ser necesario

Fuente: elaboración propia.

Consultar el **anexo 14** donde se desarrolló el procedimiento para la evaluación postural. Después de evaluar la postura del torrero operando el elevador de tuberías, a través de las medidas implementadas, como parte de la mejora, se ha determinado que la intervención puede ser necesaria pero el riesgo se ha reducido por lo que es factible esta propuesta.

**Movimiento de tubería.** Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero): La postura adoptada durante el movimiento de tubería de perforación; para la parte derecha demanda una intervención necesaria y para la parte izquierda requieren una intervención necesaria pronto. Vale señalar que en la cuna del torrero se pueden ubicar las tuberías de perforación ambos

lados; donde se puede dar esta situación de manera contraria a la cual se muestra en dicho estudio. Siendo así se proponen las siguientes medidas:

1. Soldar un angular de 2 cm en los diferentes laterales del patín por donde se mueven las tuberías de perforación; para disminuir la fricción y el esfuerzo físico durante las maniobras de tuberías.
2. Durante el turno de trabajo usar correctamente los equipos de protección personal (cascos, muñequeras, fajas de fuerza, guantes de trabajo, entre otros).

En este caso no es posible realizar la modificación en la cuna del torrero, o sea el patín por donde se mueven las tuberías de perforación ya que para ello es necesario bajar la torre y en este momento el equipo se encuentra perforando. Se recomienda ejecutar estas acciones en un futuro y realizar nuevamente una evaluación ergonómica postural del trabajador en la actividad para determinar si el nivel de riesgo se ha reducido.

**Colocación y retiro de cuñas de perforación.** Auxiliar "B" de Labores Petroleras (Ayudante mesa rotaria): La postura adoptada para la colocación y retiro de cuñas de perforación requiere una intervención necesaria pronto, por lo que se propone las siguientes medidas:

1. Se deberá considerar la rotación de los ayudantes en la mesa rotaria tanto para sacar o poner las cuñas de perforación durante la jornada de trabajo, con el objeto de que todos los empleados involucrados en la actividad no acumulen una exagerada fatiga muscular en sus extremidades.
2. Se evitará halar o empujar cargas pesadas, para así evitar movimientos bruscos del cuerpo y espalda al tratar de controlar la carga.
3. Es importante que los trabajadores conozcan el peso de la carga que va a ser manipulada, además, el procedimiento y técnica para el manejo seguro de cargas, los mismos que son aspectos fundamentales en la prevención de riesgos ligados a la inadecuada manipulación.
4. Al momento de manipular o levantar cargas, se podrá realizar giros del cuerpo con la ayuda de los pies y no con la espalda.
5. Es muy importante reducir las posturas forzadas especialmente al nivel de brazos, antebrazos, espalda y cuello mediante el entrenamiento; utilizando la mecánica corporal y estar todos debidamente sincronizados.
6. Los auxiliares deberán cuidar la espalda realizando ejercicio físico y estiramientos previo y posterior a la jornada de trabajo.



7. Realizar descansos estableciendo pausas activas durante la jornada de trabajo, donde realice actividad o ejercicios de estiramiento y relajación de los músculos involucrados en la actividad, para tener una recuperación real de los segmentos de su cuerpo.
8. El ejercicio físico puede realizarse en el propio puesto de trabajo mediante ejercicios de calentamiento y estiramiento, incluso antes y después de su jornada laboral.
9. Los ejercicios de estiramiento se pueden llevar a cabo antes de empezar la actividad y de manera periódica (por ejemplo, al cambiar de tarea). Su misión es evitar la sobrecarga y la fatiga de ciertas zonas del cuerpo (brazos, antebrazos y piernas).
10. Se deberá capacitar a los trabajadores en el procedimiento seguro de manejo manual de cargas para no incrementar la carga postural por la inadecuada posición al momento de manejar y levantar la cuña.
11. Durante el turno de trabajo usar correctamente los equipos de protección personal (cascos, muñequeras, fajas de fuerza, guantes de trabajo, entre otros).

**Actividad: Movimiento de tubería hacia el palillero.** Auxiliar "B" de Labores Petroleras (Ayudante mesa rotaria): Las posturas adoptadas tanto para la parte derecha como izquierda durante el movimiento de tubería hacia el palillero requieren una intervención necesaria pronto, por lo que se proponen las siguientes medidas:

1. Se deberá considerar la rotación de los ayudantes en la mesa rotaria tanto para llevar como sacar la tubería de perforación del palillero y manipular la llave hidráulica (power tong) durante la jornada de trabajo, de los tres ayudantes; uno maneja la llave hidráulica y los otros dos mueven la tubería con el objetivo de no presentar fatigas musculares.
2. El perforador debe ubicar el elevador en dirección correcta al palillero donde se está ubicando la tubería de perforación; para disminuir la fuerza o empuje por parte de los auxiliares en el momento de llevar.
3. Utilizar una soga como retenida cogida de los tubos de seguridad de la mesa rotaria para sacar la tubería de perforación del palillero. De esta manera se reduce el esfuerzo y posturas innecesarias que pudieran ocasionar DME.
4. Durante el turno de trabajo usar correctamente los equipos de protección personal (cascos, muñequeras, fajas de fuerza, guantes de trabajo, entre otros).

**Movimiento tanque de química.** Auxiliar "C" de Labores Petroleras (Ayudante de patio): La postura adoptada durante el movimiento de los tanques de productos químicos requieren una intervención necesaria pronto, por lo que se proponen las siguientes medidas:

1. Ubicar con los equipos tecnológicos del área ya sea la grúa o cargador frontal los tanques de productos químicos lo más cerca posibles del tanque activo a verter el producto. Como se muestra en el **anexo 15**.
2. La maniobra del tanque de productos químicos debe ser con la ayuda del compañero cumpliendo el tiempo establecido para cada producto y a su vez disminuir posturas y esfuerzos que pudieran ocasionar DME.
3. Durante el turno de trabajo usar correctamente los equipos de protección personal (cascos, muñequeras, fajas de fuerza, guantes de trabajo, entre otros).

**Movimiento de herramientas de perforación.** Auxiliar "C" de Labores Petroleras (Ayudante de patio): La postura adoptada durante el movimiento de herramientas de perforación requieren una intervención necesaria pronto, por lo que se proponen las siguientes medidas:

1. Para realizar movimientos de tuberías de perforación, herramientas, piezas y agregados se debe utilizar según sea el caso los equipos tecnológicos (grúas, cargador frontal y montacargas) debido a que en su mayoría; el material de perforación pesa más de 25 kg lo cual pudiera afectar grandemente la vitalidad de los trabajadores si realizaran este esfuerzo manualmente.
2. Durante el turno de trabajo usar correctamente los equipos de protección personal (cascos, muñequeras, fajas de fuerza, guantes de trabajo, entre otros).

Después de evaluar las posturas en los puestos de trabajo del Auxiliar "A", "B", y "C" de Labores Petroleras, se propone en la tabla 3.7 como parte de la mejora; ejecutarlas medidas implementadas para cada una de las actividades evaluadas.

Tabla 3.7 Programa de mejoras

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Actividad evaluada</b>	<b>Fecha de cumplimiento</b>	<b>Responsable</b>
Auxiliar "A" de Labores Petroleras (Torrero)	Manejo de tubería.	Diariamente	Jefe de turno, perforador y torreros.
	Operando el elevador de tubería.	Diariamente	Jefe de turno, perforador y torreros.
Auxiliar "B" de Labores Petroleras (Ayudante mesa rotaria)	Colocación y retiro de cuñas de perforación.	Diariamente	Jefe de turno, perforador y ayudantes mesa rotaria.
	Movimiento de tubería hacia el palillero. Parte	En cada operación.	Jefe de turno, perforador y

	derecha.		ayudantes mesa rotaria.
	Movimiento de tubería hacia el palillero. Parte izquierda.	Diariamente	Jefe de turno, perforador y ayudantes mesa rotaria.
Auxiliar "C" de Labores Petroleras (Ayudante de patio)	Moviendo tanque de química.	En cada operación.	Jefe de turno y ayudante de patio.
	Movimiento de herramientas de perforación.	En cada operación.	Jefe de turno y ayudante de patio.

Fuente: elaboración propia.

### 3.5 Conclusiones parciales

1. En el proceso de perforación de pozos de petróleo y gas se presentan tres puestos de trabajo fundamentales: Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras los cuales fueron seleccionados para realizar la investigación por interés de la empresa.
2. La aplicación del método Cornell reflejó que las principales dolencias por parte de los trabajadores son: dolores en la cadera y la espalda, seguidos por los padecimientos en los hombros y rodillas y en menor medida pero sí a tener en cuenta el cuello y los antebrazos. Esto se debe a la continua implicación de estas zonas del cuerpo en las posturas asumidas durante la jornada de trabajo.
3. Los resultados de la aplicación del método REBA permiten evidenciarlas actividades más representativas que presentan un riesgo alto de sufrir DME en la mayoría de las actividades evaluadas, con un nivel de intervención de necesario pronto. En el caso de los movimientos de sacos de productos químicos por parte de ayudante de patio el nivel de riesgo es medio con un nivel de intervención necesario. Igualmente ocurre en la operación de movimientos de tuberías del torrero en la parte derecha del cuerpo el nivel de riesgo es medio y necesaria su intervención.
4. Como resultado del programa de mejoras se propuso al consejo dirección de la empresa un grupo de medidas de manera general y específica para cada una de las actividades estudiadas. Las cuales ya fueron aprobadas.

## Conclusiones

Al finalizar la investigación se pudo llegar a las conclusiones siguientes:

1. El objetivo general de la investigación se cumplió, ya que se realiza el análisis ergonómico postural a los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras en el sector petrolero, Equipo de Perforación CUPET-3.
2. Se realizó una búsqueda bibliográfica donde se analizan los diferentes criterios sobre los DME que se deben considerar en la evaluación ergonómica del trabajo realizado.
3. A partir de los procedimientos consultados se propone uno para identificar, evaluar y prevenir los DME presentes en los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras del Equipo de Perforación CUPET-3.
4. Con la aplicación del método Cornell, se perciben síntomas o molestias asociadas a DME, debido a que la mayoría de los trabajadores reportaron malestar en diferentes sitios anatómicos, cuyas localizaciones más comunes y por orden de frecuencia son: dolores en la cadera y la espalda, seguidos por los padecimientos en los hombros y rodillas y en menor medida pero sí a tener en cuenta el cuello y los antebrazos, los cuales se presentan en intensidad variable, siendo en algunos momentos muy incómodos y ocasionan poca interferencia con las actividades laborales durante la jornada de trabajo.
5. La aplicación del método REBA hizo que los resultados dieran valores altos que indican que se deben tomar medidas pronto para eliminar o al menos reducir las afectaciones que el cuerpo de los trabajadores están experimentando como consecuencia del grado de exposición durante las tareas.
6. Como resultado del programa de mejoras se propuso al consejo dirección de la empresa un grupo de medidas de manera general y específica para cada una de las actividades estudiadas. Las cuales ya fueron aprobadas.

## **Recomendaciones**

1. Extender el estudio al resto de los puestos de trabajo del Equipo de Perforación CUPET-3.
2. Aplicar las medidas propuestas en el programa de mejoras a los Auxiliares "A", "B" y "C" de Labores Petroleras del Equipo de Perforación CUPET-3.
3. Aplicar otros métodos de evaluación ergonómica para tener una visión de otros riesgos ergonómicos existentes en dicha actividad (intensidad del trabajo, fuerza, duración de los esfuerzos).
4. Aplicar otras herramientas que permitan valorar de manera integral el resto de los otros riesgos presentes en los trabajadores de la actividad de perforación y reparación de pozos de petróleo y gas (iluminación, calor y riesgos ambientales).

## Referencias bibliográficas

- Abdol Rahman, M.N., Jou Hui, U., Abdul Hag, R.H., Fahrul Hassan, M., Tajul Arifin, A.M., Zaini Yunos, M. & Adzila, S. (2006). Musculoskeletal discomfort among workers in mould making manufacturing industry. *Age (years)*, 28(4.22), 23-38.
- Almirall, P. (2000). Ergonomía cognitiva. *Apuntes para su aplicación en trabajo y salud*. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba.
- Alonso Díaz, M. (2014). *Procedimiento para reducir la subjetividad en la aplicación de los métodos de evaluación postural mediante el software Kinovea*. Matanzas: s.n.
- Apud, E & Meyer, F. (2003). La importancia de la ergonomía para los profesionales de la salud. *Rev. Ciencia y enfermería*, 9(1), 15-20.
- Yazdanirad, S., Khosshakhlah, A. H., Haii, E., Zare, A., Zeinodini, M., & Dehghani, F. (2018). Comparing the Effectiveness of Three Ergonomic Risk Assessment Methods-RULA, LUBA, and NERPA-to Predict the Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 22(1), 17-21.
- Bao, S., Howard, N., Spielholz, P. & Silversein, B. (2007). Two posture analysis approaches and their application in a modified Rapid Upper Limb Assessment evaluation. *Ergonomics*, 50(12), 2118 - 2136.
- Calvache Ordoñez, S M., Cardenas Caesas, C. L., Erazo Oviedo, S.P., Porilla de los Ríos, M., & Ruano Meneses, D. L. (2017). *Descripción de factores de riesgos Ergonómicos, Físicos y Socio Demográficos para desordenes músculos esqueléticos en los trabajadores de producción Lácteos Andinos en la ciudad de Pasto en el año 2016* (Doctoral dissertation, CES)
- Cañas Degado, J.J. (2015). Ergonomía. *Santiago de Chile*.
- Carrasquero (2015). Adaptación y Validación Española del Instrumento Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ), Laboratorio de Ciencias Administrativas, Turismo y Comercio-Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador.
- Casares Li, R. (2016). Tecnología para el tratamiento ergonómico del error humano en la industria biofarmacéutica cubana. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería Industrial. CUJAE. La Habana, Cuba.
- Castro Arias, E., Múnera, J. E., Sanmartín Velásquez, M., Valencia Zuluaga, N.A., Valencia Gil, N.D., & González Palacio, E.V. (2011). Efectos de un programa de pausas activas sobre la percepción de desórdenes músculos esqueléticos en los trabajadores de la Universidad de Antioquia.

- Chiasson, M. E., (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478-488.
- Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S. W., Chatterji, S., & Vos, T., (2020). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019, *The Lancet*, 396(10267), 2006-2017.
- Colombini, D., Occhipinti, E., & Grieco, A. (2005). *Evaluación y gestión del riesgo por movimientos repetitivos de las extremidades superiores: análisis organizativo, índices de exposición OCRA, Pautas de intervención, principios de rediseño*. Asociación Chilena de Seguridad.
- David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.
- Descatha, A. Descatha, A., Roquelaure Y., Chastang J.F., Evanoff B., Melchior M. & Mariot C. (2007). Validity of Nordic-style questionnaires in the surveillance of upper-limb workrelated musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Heal*. 33(1), 58–65.
- Diego-Mas, J. A. (2015). Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. [Consultado en octubre de 2021]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lce/lce-ayuda.php>
- García Dihigo, J. & Real Pérez, G. (2008). *El hombre y su ambiente laboral, Segunda edición*. Matanzas: s.n.
- Forcael, E., Riso, L., Álvarez, P., Gómez N., & Orozco, F. (2018). Evaluation of the occupational hazard perception of building construction workers from a psychometric paradigm and considering sociodemographic variables. *Journal of Construction*. 17(3), 436-456.
- Escalante, J. (2006). Los errores en las evaluaciones de riesgos psicosociales en la empresa: prevenir la confusión. *MAPFRE Seguridad*, 26(103), 28-43.
- Fagarasanu, M. & Kumar, S. (2006). Musculoskeletal symptoms in support staff in a large telecommunication company. *Work*, 27(2), 137-142.
- Félix López, M. E., (2015). Metodología para la implantación y evaluación socioeconómica de los programas de intervención ergonómica. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba.
- Gangopadhyay S, Das, B., Das, T., Ghoshal, G., & Ghosh, T. (2010). An ergonomics study on posture-related discomfort and occupational-related disorders among stone cutters of

- West Bengal, India. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(1), 69-79.
- García Dihigo, J. & Real Pérez, G. (2012). Selección de métodos de evaluación ergonómica. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. ISBN 978-959-16-2378-2.
- García Dihigo, J. (2017). «Nuevo Modelo de Evaluación e Intervención Ergonómica», [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias], Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas, Ingeniería Industrial.
- Hackelt, W. & Robbins, G., (1989). Manual técnico de seguridad. *Representaciones y servicios de Ingeniería*. México: 15-35.
- Hartvigsen J., Hancock M.J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M.L., Genevay, S., & Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 39189(10137), 2356–67.
- Hedge, A., Morimoto, S., & McCrobie, D. (1999). Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergonomics*, 42(10), 1333–1349.
- Hedge, A. (2004). Physical Methods. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. N. Stanton, A. Hedge., K. Brookhuis, E. Salas and H. Hendrick(Eds.), 2-1, 2-4.
- Hignett, S. & McAtamney L., (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Appl Ergon.*; 31(2), 201.
- Hoe V.C.W., Urquhart D., Kelsall H.L., Zamri E.N. & Sim M.R. (2018). Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers. *Cochrane Database of Systematic*, Issue 10. Art. No.: CD008570. DOI: 10.1002/14651858.CD008570.pub3.
- ISO 11228-3, (2007). Ergonomics -Manual handling-, in Part 3: Handling of low loads at high frequency.
- ISO 8996, (2004). Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic heat production. CD prepared by Prof. J. Malchaire. Unité Hygiène et Physiologie du travail Université Catholique de Louvain. Brussels. Belgium.
- ISO 45001, (2018). Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso, Primera edición.
- Jansen, K., Luik, M., Reinvee, M., Viljasoo, V., Ereline, J., Gapeyeva, H., & Paasuke, M. (2012) Musculoskeletal discomfort in production assembly workers. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. 18, 102–110.
- Karwowski, W., & Marras, W.S. (Eds.) (2003). *Occupational ergonomics: principles of work design*. CRC Press.



- Karwowski, W.,(2006). International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (2nd ed. Vol. 1). CRC Press.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering---Sørensen, F., Andersson, G. & Jørgensen. K.(1987) Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237.
- Campanucci L.& Sedán D. (2014). Ergonomía aplicada en una refinería: una experiencia única [Internet] Instituto Argentino de Seguridad (IAS). Petrotecnia junio 2014 [Consultado, octubre 2021]. Disponible en: <http://biblioteca.iapg.org.ar/ArchivosAdjuntos/Petrotecnia/2004-3/Ergonomia.pdf>
- Ledesma, J. & Rojas, A. (2011). Método de evaluación de la exposición a la carga física debida a movimientos repetitivos: estudio de campo. Consultado: 26 de octubre de 2021. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1012070>.
- Li, G.& Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics*, 42(5), 674 - 695.
- Lucena García, S. (2008). Incidencia de los riesgos ergonómicos y psicosociales en las camareras de piso. UGT Illes Balears. Ed: Fundación para la prevención de riesgos laborales. 27-30.
- Luttmann, A., Jager, M.,Griefahn, B., Caffier, G., & Liebers, F.(2004). Prevención de trastornos musculo-esqueléticos en el lugar de trabajo. *Ginebra: Organización Mundial de la Salud*.
- Majumder, J., Kotadiya, S.M., Sharma, L.K., & Kumar, S. (2020).Upper extremity muscular strength in wrist-twisting tasks: Model approach towards task design. *Human Factory Ergonomics Manufacture*, 30(1), 50-58.
- Manero, R., Soto, L.& Rodríguez, T. (2005).Un modelo simple para la evaluación integral del riesgo a lesiones músculo-esqueléticas (MODSI). MAPFRE MEDICINA, 16(2),12-20.
- Martínez Moreno, P., Aguirre Alemán, M.G., &González José, W.D.(2015). Estudio Ergonómico como parte de la responsabilidad social en los trabajadores del centro regional de informática de la Universidad Veracruzana. *Inquietud Empresarial*, 15(2), 87-114.
- Martínez, M.,& Alvarado Muñoz, (2017). Validación del cuestionario nórdico estandarizado de síntomas musculoesqueléticos para la población trabajadora chilena, adicionando una escala de dolor. *Salud pública*, 21(2), Disponible en: <https://revistas.psi.unc.edu.ar/index.php/RSD/article/view/16889/17989>

- Márquez Robledo, M. (2009). *Guía práctica ergonomía: fundamentos de ergonomía industrial*. San Cristóbal: Fondo editorial UNET, Feunet.
- Mejías Herrera, S. (2018). Las herramientas de intervención ergonómica: consideraciones conceptuales y experiencias prácticas en Cuba y Brasil. *Ingeniería Industria*, 34(1), 3-14. ISSN 1815-5936
- Messing, K. (1999). "Integrating Gender in Ergonomic Analysis. Strategies for Transforming Women's Work." *European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety*. TUTB, Bruselas, Bélgica.
- Rodríguez Mondelo, P., & Gregori Torada, E. (2010). *Ergonomía 1. Fundamentos*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona: España.
- Montalvo Prieto, A.A., Cortés Múnera, Y.C., & Rojas López, M.C. (2015). Riesgo Ergonómico asociado a sintomatología músculoesquelética en personal de enfermería. *Hacia la Promoción de Salud*, 20(2), 132-146
- Mulimani, P., Hoe V.C., Hayes, M.J., Idiculla, J.J., Abas, A.B., & Karanth, L. (2018). Ergonomic interventions for preventing musculoskeletal disorders in dental care practitioners. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (10).
- Muñoz Poblete, C. (2010). Vigilancia Epidemiológica de los Desórdenes Músculo-Esqueléticos (DME) Relacionados con el Trabajo: ¿Una Oportunidad para la Investigación Epidemiológica?. *Ciencia & Trabajo*, 12(36), 324-31.
- Muñoz Poblete, C., Vanegas López, J., & Marchetti Pareto, N. (2012). Factores de riesgo ergonómico y su relación con dolor músculoesquelético de columna vertebral: basado en la primera encuesta nacional de condiciones de empleo, equidad, trabajo, salud y calidad de vida de los trabajadores y trabajadoras en Chile (ENETS) 2009-2010. *Medicina y seguridad del trabajo*, 58(228), 194-204.
- National Research Council, (1999). *Steering Committee for the Workshop on Work-Related Musculoskeletal injuries: the Research Base* National Research Council (EEUU). Committee on Human Factors. Washington D.C.; EEUU.
- Neumann, P. (2006). *Inventory of Tools for Ergonomic Evaluation*. Research programme: Strategies and methods for Management of the Work Environment.
- NIOSH, (1997). *Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*.

- NIOSH, (2012). Datos breves de NIOSH: cómo prevenir los trastornos musculoesqueléticos febrero 2012. [Consultado en julio de 2021]. Disponible en: [http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-120\\_sp/](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-120_sp/)
- NTP 295: Valoración física mediante monitorización de Frecuencia cardíaca. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT). España.
- NTP 323: Determinación del metabolismo energético. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT). España.
- Ohlsson, K., Attewell, R., Johnsson, B., Ahlm, A. & Skerfving, S. (1994). Assessment of Neck and Upper Extremity Disorders By Suestionaire and Clinical Examination. *Ergonomics*, 37(5), 891–7.
- OIT, O. (2001). Enciclopedia de la OIT de Salud y Seguridad en el Trabajo. *AH Suter, Ruido*, 47-1
- Ordoñez Hernández, C., Gómez, E., & Calvo, A.P. (2016). Desordenes músculos esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 6(1), 27-32. ISSN 2322-634X.
- Osorio Rivera, M. N., Ospina Rodríguez, C.X., Satizabal Medina, M.M., Calvo Soto, A.P.(2017). Programa de prevención de desórdenes músculo-esqueléticos en trabajadores que usan videoterminales en una caja de compensación familiar. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 7(1), 38-45.
- Pinheiro, F.A., Tróccoli, B.T. & Carvalho, C.V.(2016). Validación del Cuestionario Nórdico de Síntomas Osteomusculares como medida de morbilidad. *Rev Saude Pública*, 36(3), 307–12.
- Pinto Retamal, R. (2015). Programa de ergonomía participativa para la prevención de trastornos músculo-esqueléticos. Aplicación en una empresa del Sector Industrial. *Revista Ciencia y Trabajo*, 17(53), 128-136. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492015000200006>
- Rodríguez González, I., Torrens, O., Leyva, L., Pérez, A., Jáuregui, D., & Marsán, J. (2009). Seguridad y Salud en el Trabajo. La Habana. *Editorial Félix Varela*.
- Rodríguez Ruiz, Y., Viña Brito, S. & Montero Martínez, G. (2010) ERIN: una nueva herramienta ergonómica de evaluación de riesgos de desórdenes músculo-esqueléticos de origen laboral. *III Congreso Internacional Salud y Trabajo. La Habana, Cuba*.
- Rodríguez Ruiz, Y. (2011). ERIN: método práctico para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería Industrial. CUJAE, La Habana, Cuba.

- Rodríguez Ruiz, Y., & Pérez Mergarejo, E. (2014). Procedimiento ergonómico para la prevención de enfermedades en el contexto ocupacional. *Revista Cubana Salud Pública*, 40 (2). Ciudad de La Habana. ISSN 0864-3466.
- Salvendy, G. (2012). *Handbook of human factors and ergonomics* (4th ed.). New Jersey and Canada: John Wiley & Sons.
- Salinas Garrido, R. (2008). *Los sistemas de gestión en seguridad y salud laboral en el ámbito de la responsabilidad social corporativa. Seguridad y Medio Ambiente*, Primer Trimestre (109), 6-10. ISBN: 1888-5438.
- Sánchez, A. (2011). Diseño de un programa ergonómico para la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos en las áreas de revisión, rotulado, etiquetado y envase del Bloque III del Instituto Finlay. Trabajo de Diploma. ISPJAE. La Habana: Cuba.
- Sánchez Obregón, M. (2016). Fundamentos de Ergonomía S.I. *Grupo editorial patria*. ISBN 978-607-744-482-4.
- Santiago, J. (2009). Métodos de evaluación ergonómica. Manual para la formación de técnicos de prevención de riesgos. *Ed: Lex Nova*. Disponible en: <http://books.google.es/books?id=kFE081SS-SYC>.
- Sethi, J., Sandhu, J.S., & Imbanathan, V. (2011). Effect of Body Mass Index on work related musculoskeletal discomfort and occupational stress of computer workers in a developed ergonomic setup. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3(1), 1-7.
- Silva Giraldo, C.A., DuarteMendoza, J.S., & Rueda Mahecha, Y.M. (2020). Proceso dereingeniería para disminuir el riesgo biomecánico en las Empresas del Sector Avícola en Santander, que conducen a catalogarse Diálogos y practicas interdisciplinarias Tomo II – ISBN 978-958-52636-4-2 Resultado de Investigación DOI: <https://doi.org/10.34893/8dcs-ve84>. 359.
- Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo, (2007). Prevención y diagnóstico de las enfermedades profesionales. 1º ed. Bogotá, Colombia: *ALVI Impresores Ltda*.
- Takala, E.P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.A., Mathiassen, S.E., Neumann, W.P., ... & Winkel, J. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scand J Work Environ Health*, 36(1), 3-24.
- Takala, J., (2010a). La inversión en seguridad y salud laboral, clave para superar la crisis. *Seguridad y Medio Ambiente*. Tercer Trimestre. (119), 6-11. ISSN: 1888-5438.

- Triana Ramírez, C. (2014). Prevalencia de desórdenes músculo-esqueléticos y factores asociados en trabajadores de una industria de alimentos. *Tesis de especialización en salud laboral*. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Vargas Ramos M. (2018). *Los riesgos ergonómicos en los trabajadores del hospital básico Baños*. *Clencia Digital*,2(1),122-140.
- Velázquez Valencia, J. C.(2015) Límites para la carga física dinámica de miembros superiores y miembros inferiores. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería Industrial. CUJAE, La Habana, Cuba.
- Viña Brito, S. (1987). Ergonomía. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- White, S. (2013). Prevalence and Risk Factors Associated with Musculoskeletal Discomfort in Spay and Neuter Veterinarians. *Animals*, 3 (1), 85-108.
- WHO. (2009). Occupational Health and Safety Management Toolbox. A common framework for the development of the WHO Risk Assessment and Management Toolkits.
- Zalk, D. M. (2001). Grassroots Ergonomics: Initiating an Ergonomics Program Utilizing Participatory Techniques. *Ann. Occup. Hyg.* 45(4), 283-289.
- Zamora, A. C.&Ramos, J. (2010).Las actividades de la industria petrolera y el marco ambiental legal en Venezuela. Una visión crítica de su efectividad. *Revista Geográfica Venezolana*, 51(1), 115-144. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730384008.pdf>

## Anexos

### **Anexo 1. Aplicación de la lista de evaluación ergonómica ajustada**

#### **Herramientas manuales**

- ✓ En tareas repetitivas, emplear herramientas específicas al uso.

En la actividad de perforación de pozos de petróleo y gas se utilizan herramientas específicas al uso para realizar el trabajo correctamente y con la mayor calidad posible. Las cuñas de mano, los elevadores de tuberías de perforación, llaves mecánicas de tuberías, llaves hidráulicas, cepillos de alambres, cuchillos y mandarías de 8, 15, 20 y 25 libras; entre otras son del tamaño, peso y potencia apropiadas. Vale destacar que muchas de las tareas que se acometen en perforación exigen esfuerzos intensos, debido a esto se emplean en algunos casos herramientas mecánicas. Estas son más eficientes y pueden realizar tareas imposibles de hacer a mano. Además, la fatiga de los trabajadores es mucho menor. Por tal motivo se aprecia que los elevadores de tuberías durante la perforación; llegan acumular dentro de sus aditamentos gran cantidad de lodo, esto dificulta la maniobrabilidad del torrero ya tiene que hacer un gran esfuerzo para abrir y cerrar el mismo; trayendo consigo dolores musculoesqueléticos.

Las herramientas que no se utilizan frecuentemente disponen de un lugar propio con un mantenimiento periódico y son objeto de inspección del I, II, III y IV nivel según las horas de trabajo; certificado a su vez por compañías extranjeras totalmente acreditadas.

- ✓ *Suministrar herramientas mecánicas seguras y asegurar que se utilicen los resguardos.*

Las herramientas mecánicas adquiridas se examinan debidamente teniendo en cuenta las especificaciones dadas por el fabricante; donde se destacan importantes aspectos como la protección contra la transmisión de energía, prevención de accionamientos no intencionados y el manejo adecuado con agarres seguros.

Se aprecia que las herramientas usadas durante trabajo poseen los resguardos correspondientes; los cuáles son suficientes para proteger a los trabajadores y no interfieren con el trabajo.

#### **Seguridad de la maquinaria de producción**

- ✓ *Hacer los controles de emergencias claramente visibles y fácilmente accesibles desde la posición normal del operador.*

Los controles de emergencia son fáciles de alcanzar y están ubicados en una posición natural para el alcance del trabajador. Siendo estos del tamaño suficiente y fáciles de activar;

son de color rojo y cumplen los requisitos de las normas técnicas existentes para reducir el riesgo de activación inadvertida.

- ✓ *Asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.*

Los controles están situados de forma que las operaciones de control se realicen sin inclinaciones o giros del cuerpo; de manera que el trabajador acceda fácilmente desde la posición normal de trabajo.

- ✓ *Hacer que las señales e indicadores sean fácilmente distinguibles unas de otras y fáciles de leer.*

Las señales e indicadores son de gran importancia para la seguridad del trabajador y las operaciones que se realizan. En ocasiones existen áreas del equipo de perforación que no cuentan con una adecuada señalización tanto por tamaños, formas y colores; otras no se distinguen debido a que se encuentran ubicadas a la intemperie por lo que tienden a deteriorarse.

- ✓ *Utilizar sistemas de sujeción o fijación con el fin de que la operación de mecanizado sea estable, segura y eficiente.*

El sistema de sujeción que guía las herramientas de trabajo en la máquina de perforación garantiza que las operaciones se realicen de manera segura y eficiente. Es capaz de mantener firmemente las herramientas de trabajo; evitando su desplazamiento en cualquier dirección. Estos sistemas pueden colocarse y retirarse con facilidad.

- ✓ *Inspeccionar, limpiar y mantener periódicamente las máquinas, incluidos los cables eléctricos.*

Como se observa en la figura 2.2 Organigrama División de Perforación; los equipos de perforación cuentan con una brigada encargada del mantenimiento preventivo durante la perforación. La misma se rige por un plan de trabajo planificado según el tiempo de operaciones de los diferentes componentes del equipo, este se desarrolla a través de las inspecciones realizadas por los mecánicos, eléctricos y motoristas al equipo; de conjunto con el jefe de turno de mantenimiento. Donde quedan plasmados en la orden de trabajo que se ejecuta diariamente, además del libro de registros de mantenimientos.

- ✓ *Formar a los trabajadores para que operen de forma segura y eficiente.*

Los programas de formación a todos los trabajadores insertados en el proceso de perforación de pozos de petróleo y gas se desarrolla a través del plan de habilitación durante el período a prueba, teniendo en cuenta el tiempo definido en el registro (PR-CH/P2028), se le asigna como tutor un trabajador con gran experiencia en la actividad, en el uso de las máquinas que intervengan, en particular, como operar de forma segura y eficiente.

## **Iluminación**

- ✓ *Iluminar los pasillos, escaleras, rampas y demás áreas donde pueda haber gente.*

En algunas áreas de trabajo de los equipos de perforación se puede apreciar a simple vista que los niveles de iluminación durante la noche son muy bajos y en otros deficientes, como es el caso de accesos de escaleras, contenedores almacenes, áreas de almacenamientos de productos químicos, áreas de las bombas de lodo y pasos de personas, entre otras. Por otra parte se observan luminarias fundidas en lugares como el grupo de generación y la torre de perforación. Esto pudiera ocasionar DME y en el peor de los casos accidentes a los trabajadores.

- ✓ *Proporcionar suficiente iluminación a los trabajadores, de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable.*

Lo más satisfactorio y rentable es combinar el uso de la luz natural con la luz artificial. Aunque también es importante proporcionar la iluminación suficiente considerando la naturaleza de las tareas realizadas en los diversos puestos de trabajo. Para esto, teniendo en cuenta el nivel operacional del sistema se observa que durante las maniobras de tuberías de perforación las lámparas que se encuentran en la estructura de la torre del equipo se embarran de lodo y esto a su vez hace disminuir el nivel de iluminación, por otra parte en la actividad de baje de camisas de perforación; al ubicarlas en el palillero estas también afectan el nivel de iluminación a la mesa rotaria.

Cuando se presenta algún imprevisto en el correcto funcionamiento de las bombas de lodo las lámparas ubicadas no aportan la suficiente iluminación durante la noche.

- ✓ *Limpiar las ventanas y realizar el mantenimiento de las fuentes de luz.*

La limpieza de los tráiler y el campamento dormitorio se realiza por el personal de EMSERPET, entidad de servicio encargada para la tarea. Por otra parte, la limpieza y mantenimiento del equipo se encarga la dotación del mismo. Considerando esto se puede decir que el reemplazamiento de las lámparas y tubos fluorescentes agotados; así como la limpieza de las mismas en la torre de perforación; se ejecuta por el electricista montador "A" y el auxiliar "A" de labores petroleras respectivamente, pero no con la inmediatez necesaria.

## **Locales**

- ✓ *Proteger al trabajador del calor excesivo.*

En los equipos de perforación de petróleo la mayoría de los trabajadores están expuestos a altas temperaturas durante el trabajo (radiación solar), laboran al aire libre y realizan trabajo físico pesado; ello nos da señales de agotamiento en ciertos momentos. Por otra parte se les asegura la existencia de agua fría mientras trabajan y les proporcionan buenos medios para



el lavado personal y acceso al lavado de la ropa de trabajo, aunque existen ciertos aspectos a destacar como que el tejido de la ropa de trabajo no es el adecuado (algodón), las áreas del Dog house en la mesa rotaria, cuna del torrero, taller mecánico y eléctrico, área de soldadura, entre otras; no cuentan con ventiladores y menos aire acondicionado. Conociendo que el calor excesivo causa problemas a la calidad del trabajo y a la salud de los trabajadores.

### **Riesgos ambientales**

- ✓ *Aislar o cubrir las máquinas ruidosas o ciertas partes de las mismas.*

Las máquinas que producen niveles de ruido excesivos son los generadores de corriente; los cuales se encuentran protegidos completamente. Los mismos están situados en el lugar de trabajo y distribuidos según el esquema de montaje del equipo a una distancia prudencial del lugar donde se encuentren trabajando la mayor parte de los operarios. Aunque al pasar cerca del área de generación resulta desagradable el ruido para los trabajadores y mecánicos que laboran en dicho lugar. Requisito indispensable el uso de protectores auditivos para entrar al lugar.

- ✓ *Mantener periódicamente las herramientas y máquinas para reducir el ruido.*

Los mantenimientos de las herramientas y maquinarias se realizan periódicamente con el objetivo de mantenerlas en buenas condiciones. Por otro lado, los componentes de las máquinas y carcasas metálicas están sujetos de forma apropiada.

Las cubiertas de los 5 generadores son metálicas y no están hechas con material absorbente, por ejemplo, plástico, goma u otros materiales de características similares para reducir la cantidad de ruido emitido.

- ✓ *Asegurarse de que el ruido no interfiere con la comunicación, la seguridad o la eficiencia del trabajo.*

Como se ha podido apreciar el ruido en los equipos interfiere en la comunicación entre los trabajadores, lo que pudiera provocar afectación a la seguridad y eficiencia del trabajo. Siendo así, no se cuentan con señales luminosas en caso que sea necesario, pero sí se emplean medios de comunicación alternativa como señales sonoras ante situaciones de emergencia durante la perforación.

- ✓ *Asegurarse de que las conexiones de los cables de las lámparas y equipos sean seguros.*

Los terminales eléctricos están aislados y protegidos. Los cables son los apropiados. Existen suficientes tomas de corriente para conectar los cables, de forma que se eviten los contactos eléctricos de los trabajadores. Las conexiones se realizan según está establecida.

Para las máquinas y equipos se conectan debidamente a la tierra, y se aseguran que las herramientas eléctricas y las lámparas estén también puestas a tierra. Siendo así el equipo de perforación se certifica antes de comenzar las operaciones con la Agencia de Protección Contra Incendios (APCI) y a los 6 meses se revisan todos los parámetros nuevamente.

Los cables, especialmente los situados temporalmente en el suelo, se les colocan una cubierta protectora estable para evitar que los trabajadores tropiecen y los equipos de transporte se enrollen en ellos.

Por lo que es de conocimiento para los trabajadores que el cableado y las conexiones eléctricas seguros dan como resultado una menor probabilidad de incendios y pérdidas de tiempo por fallos de la maquinaria, o de lesiones a los trabajadores.

### **Servicios higiénicos y locales de descanso**

- ✓ *Con el fin de asegurar una buena higiene y aseo personales, suministrar y mantener en buen estado vestuarios, locales de aseo y servicios higiénicos.*

Los equipos de perforación cuentan con un campamento ubicado en el equipo para el personal que labora diariamente y está disponible ante la perforación, y el campamento dormitorio donde descansa el resto de la dotación y el personal de apoyo. Ambas instalaciones son nuevas diseñadas con cuartos y baños independientes, servicio de comedor, lavandería, sala de juego y televisión. El servicio es recibido por la Empresa de Servicios Integrales (EMSERPET); quien es la encargada de asegurar un servicio con calidad.

- ✓ *Proporcionar áreas para comer, locales de descanso y dispensadores de bebidas, con el fin de asegurar el bienestar y una buena realización del trabajo.*

En el área de trabajo y descanso de los trabajadores se colocan recipientes de agua potable, existen grifos para beber en lugares con fácil acceso (pero no cerca de máquinas peligrosas, ni en lugares donde pueda contaminarse).

Existen en el equipo una sala donde comer, en la que los trabajadores pueden hacerlo en una atmósfera confortable y relajante (lejos de los puestos de trabajo). Con varias mesas y sillas y condiciones higiénicas adecuadas.

### **Equipos de protección individual**

- ✓ *Señalar claramente las áreas en las que sea obligatorio el uso de equipos de protección individual.*

En las distintas áreas de perforación se encuentran identificados los equipos de protección individual que deben utilizar los trabajadores para protegerse de los diferentes riesgos ante

el trabajo. Los mismos se suministran periódicamente según la norma de consumo establecida; de acuerdo a las indicaciones de proveedores.

El adecuado uso de los equipos de protección individual en cada área es supervisado por el Jefe de Equipo, de conjunto con el Grupo de Seguridad y Salud en el Trabajo. Para ello se realizan inspecciones del I, II y III nivel a dichas áreas.

- ✓ *Proporcionar equipos de protección individual que protejan adecuadamente.*

Para seleccionar los equipos de protección individual adecuadamente, se realizó el inventario de riesgos en todas las áreas de la empresa, identificando los peligros presentes, después se creó el grupo de expertos en la empresa y este a su vez en estrecha relación con especialista de CUPET y ABAPET con conocimientos de la actividad para consultar a los fabricantes de equipos de protección individual y asegurar la compra de los equipos correctos.

- ✓ *Proteger a los trabajadores de los riesgos químicos para que puedan realizar su trabajo de forma segura y eficiente.*

Es de gran interés por parte de la entidad la protección de los trabajadores ante la presencia de riesgos químicos durante el trabajo. Para esto según el cronograma de perforación se identifican los productos químicos a utilizar; se cuenta con una licencia ambiental, además se verifican los recipientes de todos los compuestos químicos peligrosos y etiquetas. Todo este proceso se lleva a cabo a través de una compañía extranjera encargada de ofertar los productos químicos y preparar a su vez el lodo para la perforación.

Se exige de nuestra parte las instrucciones de seguridad y las hojas de datos de seguridad química de los productos; que deben estar escritas en un lenguaje fácilmente comprensible por los trabajadores, y ser de fácil acceso en el lugar de trabajo. Pero una de las cosas más importantes es que se forman a los trabajadores que usen estas sustancias. En caso que sea necesario, se suministran a los trabajadores equipos de protección personal adecuados, como ropa de protección, gafas, guantes, botas y equipos de protección respiratoria.

- ✓ *Proporcionar recursos para la limpieza y mantenimiento regular de los equipos de protección individual.*

Los equipos de protección individual se manipulan según las normas establecidas para su uso, almacenándose en lugares frescos, lejos del polvo y la humedad; pero al alcance de los trabajadores. Durante su tiempo de explotación se planifica la revisión y reparaciones por parte de entidades debidamente certificadas para ello.

### **Organización del trabajo**

- ✓ *Involucrar a los trabajadores en la planificación de su trabajo diario.*

En la planificación de los trabajos que se realizan diariamente en el equipo se encuentran involucrados un pequeño grupo de trabajadores; los cuales juegan un rol importante en las actividades a ejecutar. Estos emiten sus ideas, criterios y manifiestan acuerdos o desacuerdos ante situaciones que se puedan manifestar como es el caso de los ritmos de trabajo, nivel de explotación del equipo, maniobras de herramientas de trabajo, entre otros. Dicho grupo es responsable de transmitir al resto de la dotación todo lo acordado y garantizar que las operaciones se ejecuten con la calidad y disciplina esperada; requisito esencial para el éxito de la actividad.

- ✓ *Consultar a los trabajadores cuando se hagan cambios en la producción y cuando sean necesarias mejoras para que el trabajo sea más seguro, fácil y eficiente.*

Frecuentemente se consultan algunos trabajadores cuando se desean hacer cambios técnicos y operacionales en el equipo, qué partes de los trabajos que realizan son más difíciles, peligrosas y desagradables, y cómo piensan que podrían solucionarse esos problemas. En un ambiente abierto en el que ofrezcan ideas para mejorar el proceso de trabajo y encontrar el modo de cometer acciones de la manera más segura, fácil y eficiente en la nueva situación.

- ✓ *Informar frecuentemente a los trabajadores sobre los resultados de su trabajo.*

Todos los meses, en la catorcena de trabajo del personal por dotaciones; el jefe de equipo realiza la reunión planificada abordando temas generales como disciplina laboral, cumplimientos de los trabajos pactados con el cliente, sistemas de pagos, alimentación, entre otros. A su vez reconoce el desempeño de los trabajadores cuando lo hacen bien. De igual forma, les dice que hacen mal para intentar corregirlo y les reconoce los esfuerzos. Esto ayuda a conseguir que el trabajo esté bien hecho.

- ✓ *Formar a los trabajadores para que asuman responsabilidades y dotarles de medios para que hagan mejoras en sus tareas.*

Es de vital importancia para la organización que sus trabajadores asuman y hagan mejor las tareas asignadas. Para ello la capacitación y desarrollo juegan un papel fundamental en el proceso de formación, basándose en la preparación, la experiencia y el conocimiento de cada uno de sus trabajadores y los intereses específicos de la empresa para lograr un mejor desempeño de su capital humano, concebido en acciones de capacitación encaminadas a planes de preparación para ocupar los puestos claves, preparar al personal para enfrentar los trabajos de modernización, desarrollo e introducción de nuevas tecnologías y el cumplimiento de las estrategias previstas para la preparación de cuadros así como la

certificación de los trabajadores que lo requieran para el desempeño de sus funciones con calidad y seguridad.

- ✓ *Establecer planes de emergencia para asegurar unas operaciones de emergencia correctas, unos accesos fáciles a las instalaciones y una rápida evacuación.*

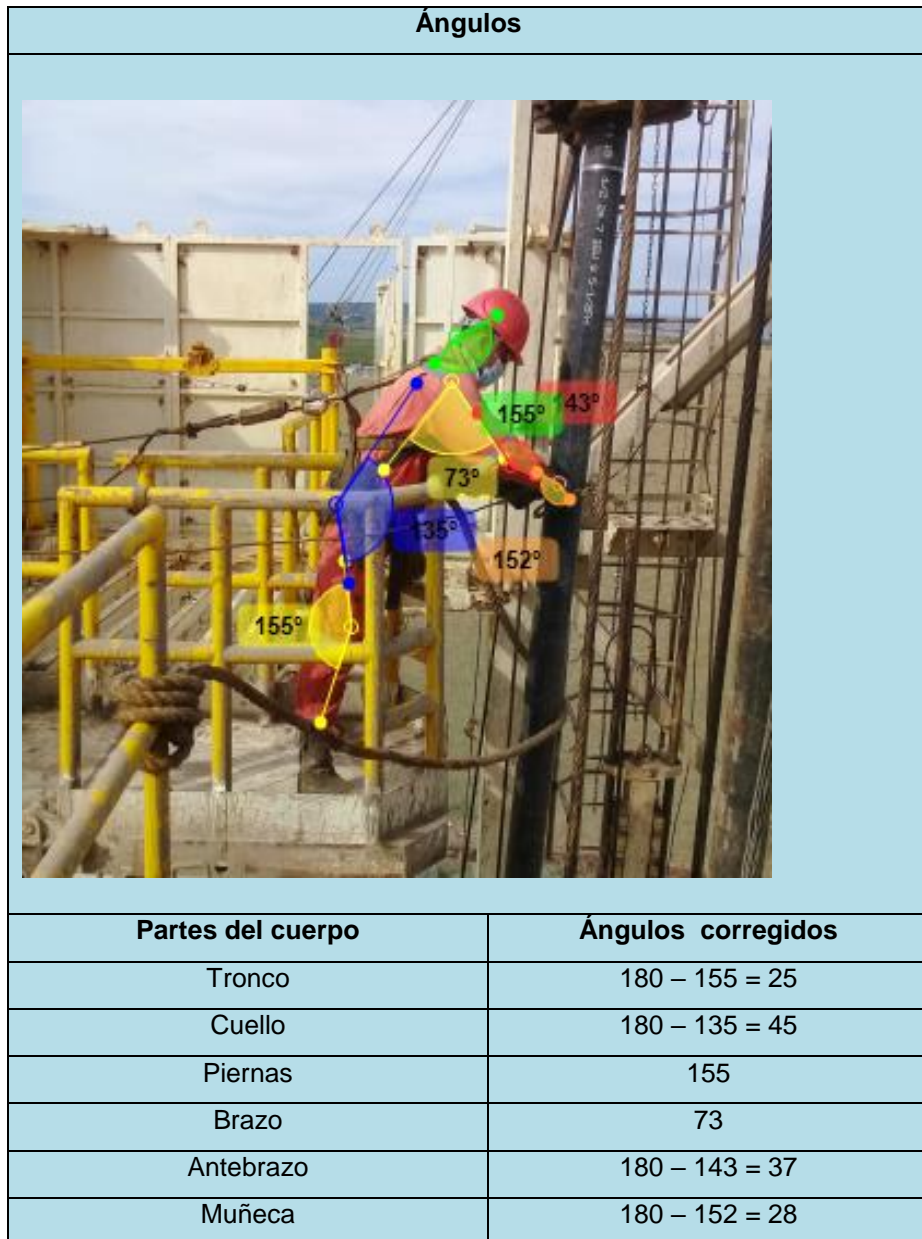
Antes de iniciar las operaciones de perforación se discute el PRD (Plan de Reducción de Desastres) en el cuál se definen la naturaleza de los potenciales accidentes durante el proceso y los tipos de acciones que se deben ejecutar en cada tipo de emergencia. Temas importantes como conocer la probabilidad y prever las consecuencias de los incendios, surgencias de perforación, explosiones, fugas importantes de sustancias peligrosas como H<sub>2</sub>S, lesiones debidas a las máquinas y vehículos, y otras causas potenciales de lesiones graves, como caídas o golpes por objetos.

Se establecen qué acciones prioritarias deben realizarse en cada tipo de emergencia. Pueden incluir operaciones de emergencia, procedimientos de parada, petición de ayuda al exterior, métodos de evacuación y primeros auxilios, rescate y salvamento o abandono de los puestos de trabajo. Esto se organiza a través de ejercicios de simulacro durante las catorcenas de trabajo.

También existe una lista claramente situada y actualizada, con los números de teléfono necesarios en situaciones de emergencia. Así como los dispositivos para los primeros auxilios "in situ" (equipamiento para el tratamiento de emergencia, botiquines de primeros auxilios, medios de transporte, equipos de protección, equipos de respiración autónomo, etc.) y los extintores claramente señalizados y localizados en lugares rápidamente accesibles.

Todas las personas del lugar de trabajo tienen conocimiento de exactamente qué hacer en una situación de emergencia. Porque un buen plan de emergencia puede prevenir accidentes graves.

**Anexo 2.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad de manejo de tubería a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 2a:** Evaluación postural de la actividad de manejo de tubería realizada por el Auxiliar "A" de Labores Petroleras.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 4 + 2 = 6



Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 5**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 4 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 6**

**Puntuación Grupo B = 5 + 0 (agarre y fuerza de agarre bueno)= 5**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJON C													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

<b>Actividad</b>	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min.)
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 8**

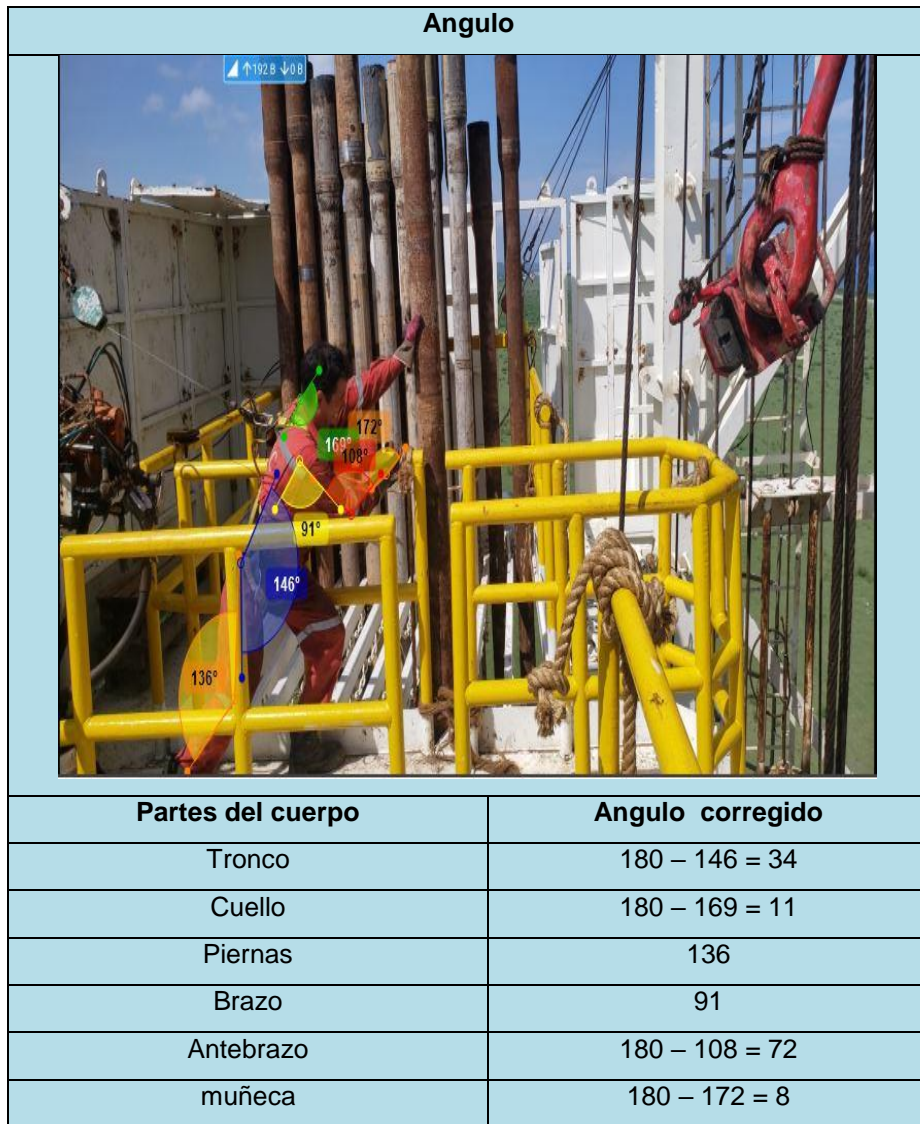
### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 3:** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad de movimiento de tubería; parte derecha a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 3a:** Evaluación postural de la actividad movimiento de tubería realizada por el Auxiliar "A" de Labores Petroleras.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión		
> 100° flexión	2	

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1													
2													
3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 4 + 0 = 4

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 = 4**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 4 + 0(inferior a5 kg)= 4**

**Puntuación Grupo B = 4 + 0(agarre y fuerza de agarre bueno)= 4**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJACION C													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 4**

Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata



**Anexo 4:** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad de movimiento de tubería; parte izquierda a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.



**Anexo 4a:** Evaluación postural de la actividad movimiento de tubería realizada por el Auxiliar "A" de Labores Petroleras.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión o extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° <b>+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)</b>

Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión	2	
> 100° flexión		

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

GRUPO A													
Cuello													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Paso # 2

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A

Cuello													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 6 + 2 = 8

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	<b>8</b>	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 8 + 1 = 9**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 6 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 8**

**Puntuación Grupo B = 8 + 1(agarre bueno aceptable)= 9**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJACION C													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	<b>10</b>	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 10**

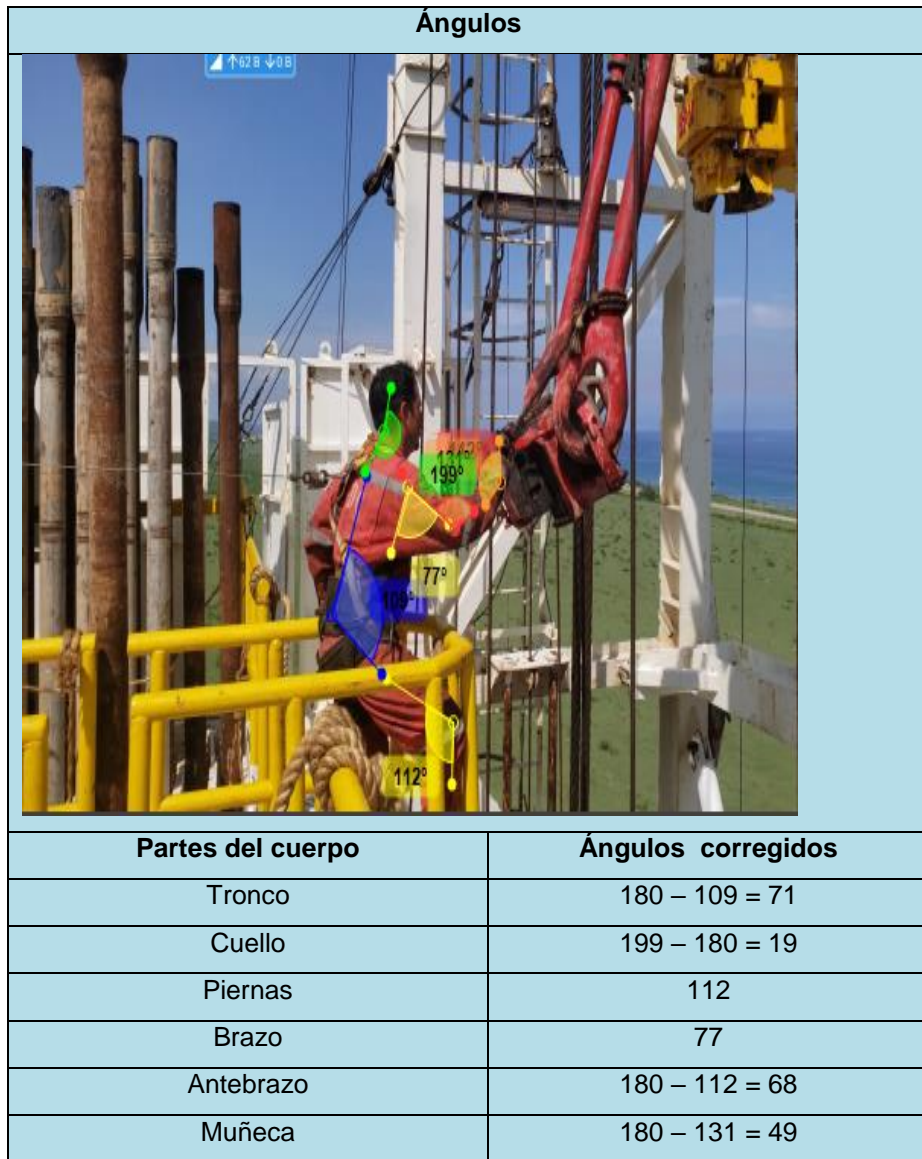
### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Niveles de Riesgo y Acción

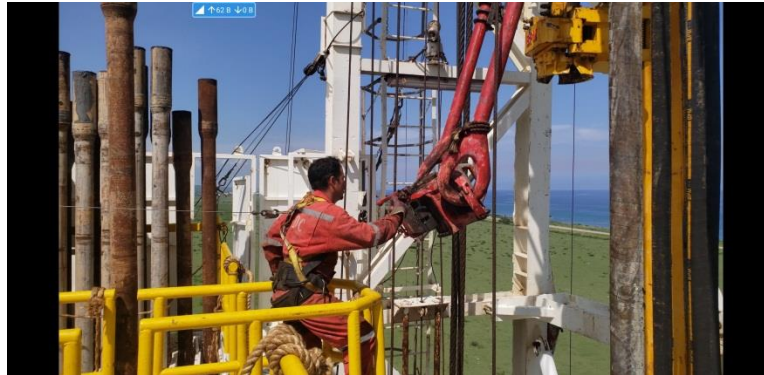
Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 5.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "A" de Labores Petroleras operando el elevador de tubería a partir del software Kinovea y la evaluación postural



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 5a:** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras operando el elevador de tubería.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° <b>+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)</b>

Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión	2	
> 100° flexión		

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1													
2													
3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 7 + 1 = 8



Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 4**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 7 + 1(carga y fuerza 5-10 kg)= 8**

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 (agarre y fuerza de agarre bueno)= 4**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJON C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 9**



Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

<b>Nivel de acción</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Intervención y posterior análisis</b>
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 6.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "B" de Labores Petroleras en la actividad colocación y retiro de cuñas de perforación a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 6a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad colocación y retiro de cuñas de perforación.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión o extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión	2	
> 100° flexión		

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 7 + 2 = 9

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 6 + 0 = 6**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 7 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 9**

**Puntuación Grupo B = 6 + 0(agarre y fuerza de agarre bueno)= 6**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJACION C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 10**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 7.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "B" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tubería hacia el palillero; parte derecha a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.



**Anexo 7a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tubería hacia el palillero; parte derecha.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir  +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión > 20° extensión	3	
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir  +1 si hay torsión o inclinación lateral
20° flexión extensión	2	

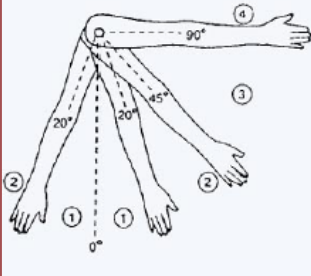
  

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir  + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°  + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	

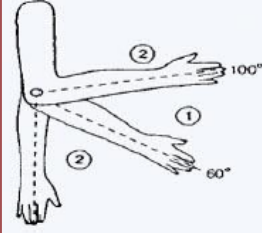


Tabla 2.3 Diagrama de Posturas para el grupo B.

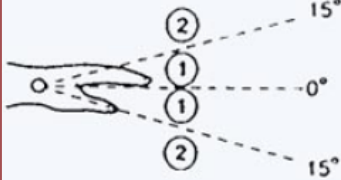
BRAZOS		GRUPO B	
Posición	Puntuación	Corrección	
0-20° flexión/extensión	1	Añadir	
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación	
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro	
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	2

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral



Paso # 2

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 7 + 2 = 9

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	<b>5</b>	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 5 + 1 = 6**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 7 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 9**

**Puntuación Grupo B = 5 + 1(agarre bueno aceptable)= 6**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTUACION C													
	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	<b>10</b>	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 10**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 8.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "B" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tubería hacia el palillero; parte izquierda a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

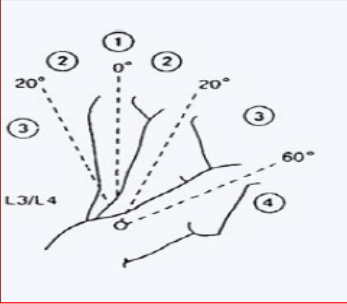
**Anexo 8a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tubería hacia el palillero; parte izquierda.



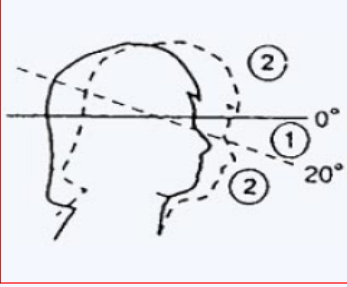
**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

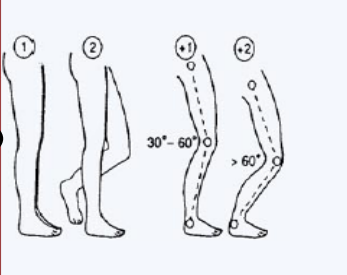


Tabla 2.3 Diagrama de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	2

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 5 + 2 = 7

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	<b>3</b>	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 3 + 1 = 4**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 5 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 7**

**Puntuación Grupo B = 3 + 1(agarre bueno aceptable)= 4**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTUACION C													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	<b>8</b>	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 8**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata



**Anexo 9.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "C" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de sacos de productos químicos; parte derecha a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

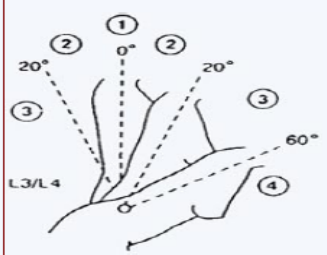
Anexo 9a. Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tubería hacia el palillero; parte derecha.



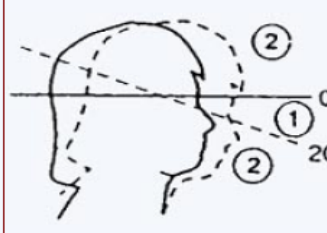
**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir  +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión > 20° extensión	3	
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir  +1 si hay torsión o inclinación lateral
20° flexión extensión	2	

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir  + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°  + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	

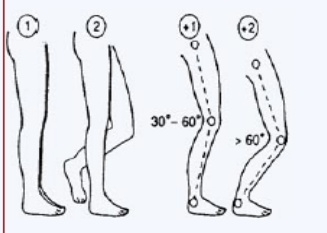


Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión	2	
> 100° flexión		

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1													
2													
3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

**Puntuación Grupo A = 3 + 2 = 5**

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 5 + 0 = 5**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 3 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 5**

**Puntuación Grupo B = 5 + 0(agarre y fuerza de agarre bueno)= 5**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTUACION C													
	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 6**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 10.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "C" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de sacos de productos químicos; parte izquierda a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.



**Anexo 10a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tubería hacia el palillero; parte izquierda.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagrama de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	2

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 2 + 2 = 4



Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 = 5**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 2 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 4**

**Puntuación Grupo B = 4 + 0(agarre y fuerza de agarre bueno)= 4**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTUACION C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 4**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 11.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "C" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de tanques de productos químicos a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 11a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad de movimiento de tanques de productos químicos.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión > 20° extensión	3	
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
20° flexión o extensión	2	

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	

Tabla 2.3 Diagrama de Posturas para el Grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión	2	
> 100° flexión		

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

GRUPO A													
Cuello													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

**GRUPO A**

Cuello													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

**Puntuación Grupo A = 6 + 2 = 8**

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 6 + 0 = 6**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 6 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 8**

**Puntuación Grupo B = 6 + 0(agarre y fuerza de agarre bueno)= 6**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJACION C													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 10**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata



**Anexo 12.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "C" de Labores Petroleras en la actividad movimiento de herramientas de perforación a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.



Anexo 12a. Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad de movimiento de herramientas de perforación.



Paso # 1

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagrama de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 6 + 2 = 8

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	<b>5</b>	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 5 + 0 = 5**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 6 + 2(carga y fuerza 10 kg)= 8**

**Puntuación Grupo B = 5 + 0(agarre y fuerza de agarre bueno)= 5**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJON C													
	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	<b>10</b>	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 10**

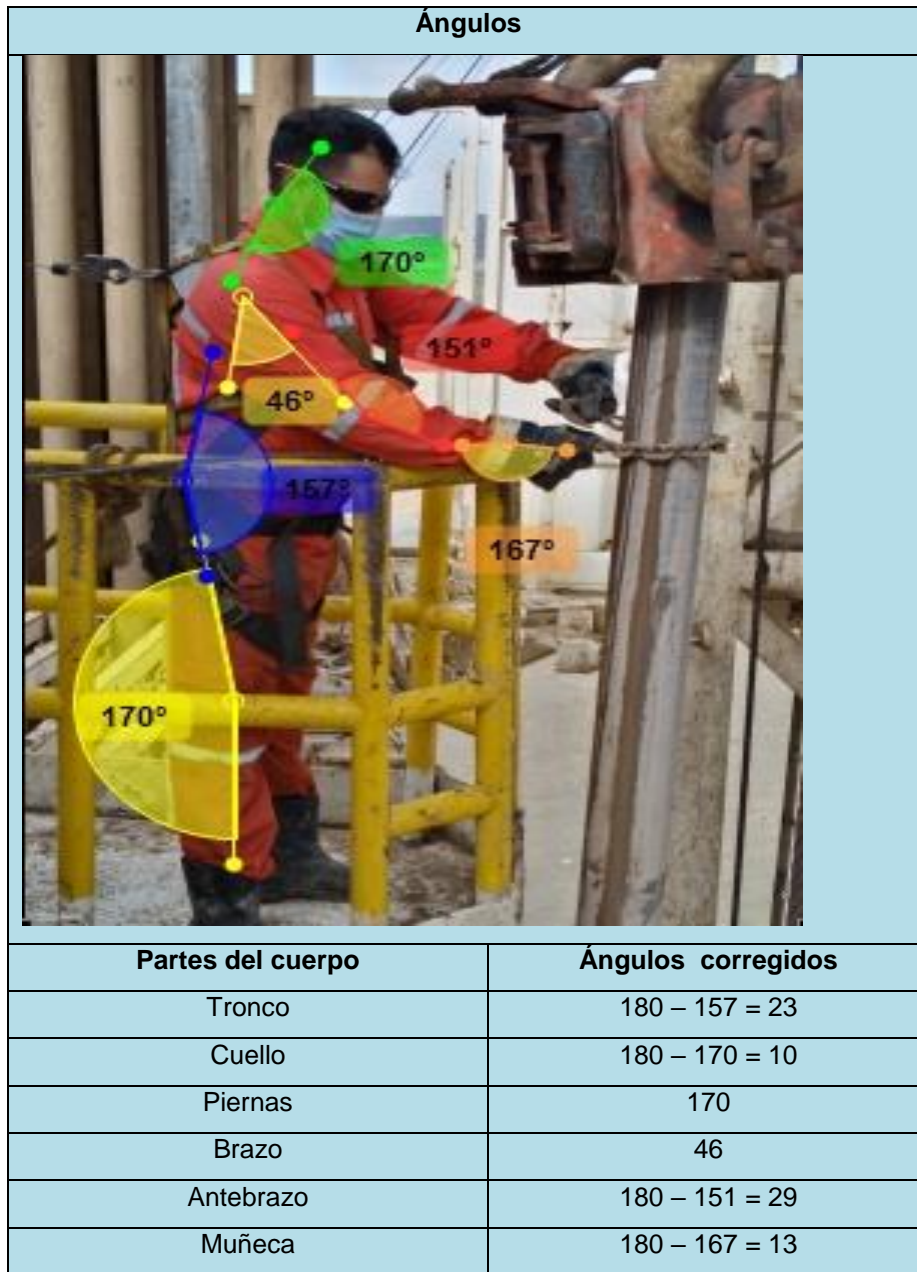
### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 13.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad manejo de tuberías de perforación a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 13a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras en la actividad de manejo de tuberías de perforación.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagramas de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión	2	
> 100° flexión		

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
	1				2				3				
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 2 + 0 = 2



Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 = 4**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 2 + 0 (agarre y fuerza de agarre bueno)= 2**

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 (agarre y fuerza de agarre bueno)= 4**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJON C													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

<b>Actividad</b>	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 3**



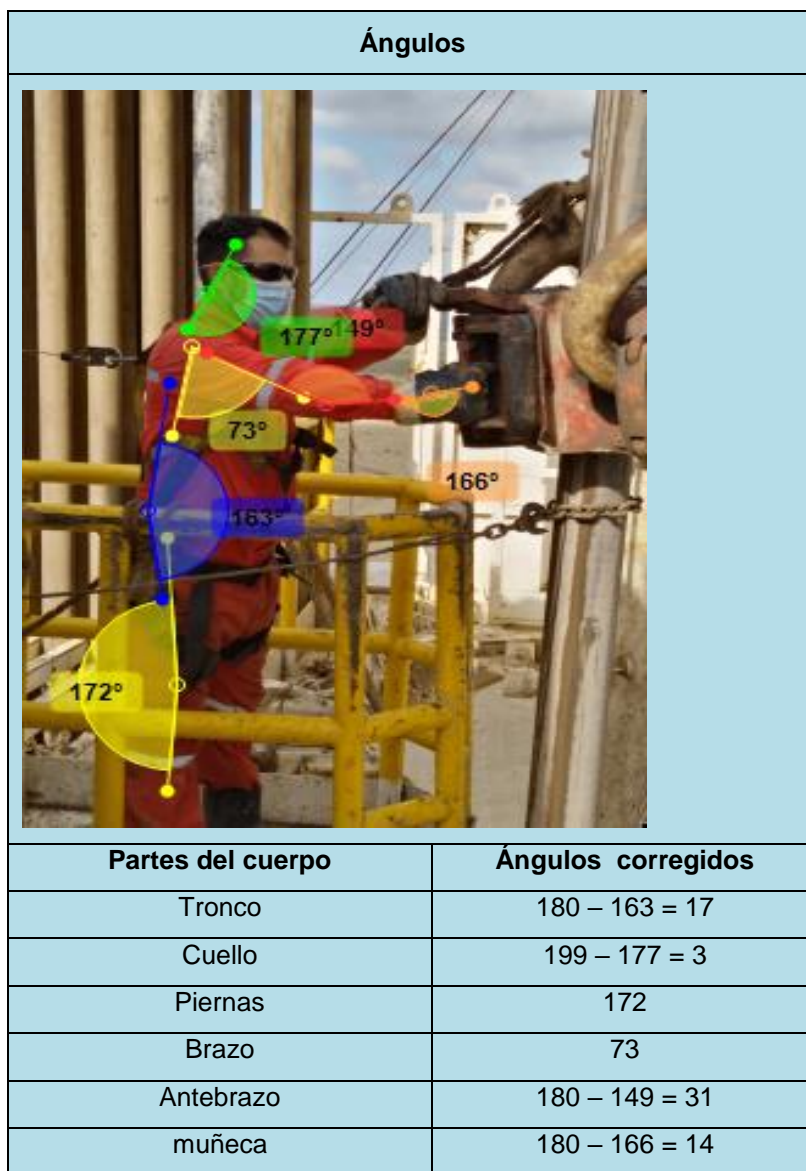
### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Anexo 14.** Cálculo de los ángulos del cuerpo del Auxiliar "A" de Labores Petroleras operando el elevador de tuberías de perforación a partir del software Kinovea y la evaluación postural.



Fuente: elaboración propia.

**Anexo 14a.** Evaluación postural del Auxiliar "A" de Labores Petroleras operando el elevador de tuberías de perforación.



**Paso # 1**

Tabla 2.2 Diagramas de Posturas para el grupo A.

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir
20°-60° flexión > 20° extensión	3	+1 si hay torsión o inclinación lateral
> 60° flexión	4	

CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir
20° flexión o extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

Tabla 2.3 Diagrama de Posturas para el grupo B.

BRAZOS			GRUPO B		
Posición	Puntuación	Corrección			
0-20° flexión/extensión	1	Añadir			
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación			
20-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Paso # 2**

Tabla 2.4 Puntuaciones para el Grupo A, y Carga/Fuerza

GRUPO A													
Cuello													
1                      2                      3													
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 Kg	instauración rápida o brusca

Puntuación Grupo A = 2 + 0 = 2

Tabla 2.5 Puntuaciones para el Grupo B y la variable Agarre

GRUPO B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Agarre y fuerza de agarre bueno.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 = 4**

**Paso # 3**

Agregar a las puntuaciones obtenidas para los grupos A y B las puntuaciones correspondientes a Carga / Fuerza y agarre (tablas 2.4 y 2.5). Las puntuaciones resultantes serán A y B.

**Puntuación Grupo A = 2 + 0 (agarre y fuerza de agarre bueno)= 2**

**Puntuación Grupo B = 4 + 0 (agarre y fuerza de agarre bueno)= 4**

**Paso # 4**

Obtener la puntuación C de la tabla 2.6 la que combina las puntuaciones A y B.

Tabla 2.6 Puntuación Final (C), Puntuación por Actividad.

PUNTAJON C													
	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo (sostenidas más de 1 min).
	+1: Movimientos repetitivos ( superior a 4 veces / minuto.)
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

**Puntuación C = 3**

### Paso # 5

Agregar a la puntuación C la puntuación correspondiente a actividad. El resultado indicará el nivel de riesgo y acción según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Niveles de Riesgo y Acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata



**Anexo 15.** Vista en planta de la ubicación de los tanques de productos químicos cuando se utilicen para preparar lodo de perforación.



Fuente: elaboración propia.