



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN SEGURIDAD  
INDUSTRIAL MENCION: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL

**TEMA:**

**“ESTUDIO DE RIESGOS ERGONÓMICOS POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS  
EN EL PUESTO DE TRABAJO DE CUÑERO EN UN EQUIPO DE PERFORACIÓN  
DE POZOS DE PETROLEO.”**

**AUTOR:**

Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas

**TUTOR**

Ing. Edmundo Cabezas PhD.

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN**

Que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Magíster en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional cuyo título es: **“ESTUDIO DE RIESGOS ERGONÓMICOS POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS EN EL PUESTO DE TRABAJO DE CUÑERO EN UN EQUIPO DE PERFORACIÓN DE POZOS DE PETROLEO.”**, ha sido elaborado, revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona, por lo cual se encuentra apto para su presentación y defensa.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Riobamba, diciembre 05 de 2016

PhD. Edmundo Cabezas H.

**TUTOR DE TESIS**

## **DERECHO DE AUTORÍA**

Yo, Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuesta realizada en la presente investigación y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.

---

Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.

## **AGRADECIMIENTO**

Para el presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO por darme la oportunidad de estudiar y alcanzar este título de cuarto nivel.

A mi tutor de tesis, PhD. Edmundo Cabezas por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizarme y que esto les motive a ser mejores cada día.

Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDOS</b>	<b>Pág.</b>
CERTIFICACION	II
DERECHO DE AUTORÍA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE IMAGENES	XV
ABSTRACT	XVI
RESUMEN	XVII
INTRODUCCIÓN	18
<b>CAPÍTULO I</b>	20
1. MARCO TEÓRICO	20
1.1. ANTECEDENTES	20
1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	22
1.2.1. Ubicación del sector donde se va a realizar la investigación	22
1.2.2. Situación problemática	22
1.3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	26
1.3.1. Fundamentación Filosófica de la investigación	26
1.3.2. Fundamentación Epistemológica	28
1.3.3. Fundamentación Axiológica	28
1.3.4. Fundamentación Científica	28
1.3.5. Fundamentación Pedagógica	29
1.3.6. Fundamentación Legal	29
1.3.6.1. Constitución de la República del Ecuador	29
1.3.6.2. Decisión 584. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	30
1.3.6.3. Resolución 957. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	30
1.3.6.4. Código de Trabajo	31

1.3.6.5.	D.E. 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento de Medio Ambiente de Trabajo	31
1.4.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	31
1.4.1.	Concepto de ergonomía	31
1.4.2.	Carga de trabajo aceptable en la manipulación manual de materiales	32
1.4.3.	Postura en el trabajo	33
1.4.4.	Manipulación manual de materiales	35
1.4.5.	Las lesiones músculo esqueléticas	36
1.4.6.	Etapas de los trastornos músculo-esqueléticas	37
1.4.7.	Las lesiones músculo esqueléticas más comunes	37
1.4.8.	Traumatismos acumulativos específicos en brazo y codo	38
1.4.9.	Traumatismos acumulativos específicos en hombros y cuello	38
1.4.10.	Traumatismos acumulativos específicos en la columna vertebral	39
1.4.11.	Traumatismos Acumulativos Específicos en los miembros inferiores	39
1.5.	Metodología REBA	39
1.5.1.	Introducción	40
1.5.2.	El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado	41
1.5.3.	Evaluación del Grupo A	42
1.5.3.1.	Puntuación del tronco	42
1.5.3.2.	Puntuación del cuello	43
1.5.3.3.	Puntuación de las piernas	44
1.6.	Evaluación del Grupo B	46
1.6.1.	Puntuación del antebrazo	48
1.6.2.	Puntuación de la muñeca	48
1.6.3.	Puntuación de los Grupos A y B	50
1.6.4.	Puntuaciones parciales	50
1.6.5.	Puntuación final	52
1.7.	Nivel de Actuación	53
1.8.	Perforación de pozos	54
1.8.1.	Introducción	54
1.8.2	Cómo perforar un pozo de petróleo	54
1.8.2.1.	Perforación del agujero principal	56

1.8.2.2.	Equipo de Perforación	57
1.9.	Adaptador hidráulico para cuña manual	58
1.9.1.	Facilidad de uso	59
1.9.2.	Características y beneficios	59
1.10.	Equipos de un taladro de perforación petrolero	60
1.10.1.	Sistema de izaje	61
1.10.2.	Sistema rotatorio	64
1.10.3.	Sistema de circulación del lodo	66
1.10.4.	Sistema de energía	68
1.10.5.	Sistemas para control de pozo	70
	<b>CAPÍTULO II</b>	76
2.	MARCO METOLÓGICO	76
2.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	76
2.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	77
2.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	77
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	77
2.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	78
2.6.	TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
2.7.	HIPOTESIS	79
2.7.1.	Hipótesis General	79
2.7.2.	Hipótesis Específicas	79
2.8.	Operatividad de las hipótesis	80
2.8.1.	Hipótesis Específica 1	80
2.8.2.	Hipótesis Específica 2	81
	<b>CAPÍTULO III</b>	82
3.	LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS	82
3.1.	TEMA	82
3.2.	Introducción	82
3.3.	Perforación de pozo (petróleo y/o gas)	82
3.4.	Procesos peligrosos y/o factores de riesgos durante la actividad de perforación de pozos	83

3.5.	OBJETIVOS	83
3.5.1.	Objetivo general	83
3.5.2.	Objetivos específicos	83
3.6.	FUNDAMENTACIÓN TEÒRICA	84
3.6.1.	Introducción	84
3.7.	CONTENIDO DE LA PROPUESTA	85
3.8.	OPERATIVIDAD	86
	<b>CAPÍTULO IV</b>	88
4.	EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
4.1.	Matriz de riesgos	88
4.2.	Medidas de Ruido	88
4.3.	Medidas de Iluminación	89
4.4.	Medidas de temperatura	89
4.5.	DATOS DE LOS TRABAJADORES	89
4.6.	ENCUESTA ANTES DE LA APLICACIÓN	94
4.6.1.	Evaluación REBA	101
4.7.	ENCUESTA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	106
4.7.1.	Evaluación REBA	113
4.8.	PRUEBA DE HIPÒTESIS	117
4.8.1.	Procedimiento para la prueba de hipótesis	117
	<b>CAPÍTULO V</b>	122
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
5.1.	CONCLUSIONES	122
5.2.	RECOMENDACIONES	123
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
	ANEXOS.	
	ANEXO 1	126
	ANTEPROYECTO	126

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla No. 1.1.	Puntuación del tronco 42
Tabla No. 1.2.	Modificación de la puntuación del tronco 43
Tabla No. 1.3.	Puntuación del cuello 44
Tabla No. 1.4.	Modificación de la puntuación del cuello 44
Tabla No. 1.5.	Puntuación de las piernas 45
Tabla No. 1.6.	Incremento de la puntuación de las piernas 46
Tabla No. 1.7.	Puntuación del brazo 47
Tabla No. 1.8.	Modificación de la puntuación del brazo 47
Tabla No. 1.9	Puntuación del antebrazo 48
Tabla No.1.10	Puntuación de la muñeca 49
Tabla No. 1.11	Modificación de la puntuación de la muñeca 49
Tabla No. 1.12	Puntuación del grupo A 50
Tabla No. 1.13	Puntuación del grupo B 50
Tabla No 1.14	Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas. 51
Tabla No1.15	Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas. 51
Tabla No 1.16	Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre. 52
Tabla No 1.17	Ejemplos de agarre y su calidad 52
Tabla No.1.18	Puntuación C 53
Tabla No.1.19	Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular. 53
Tabla No.1.20	Niveles de actuación según la puntuación final obtenida. 54
Tabla No.2.1	Población de estudio 78
Tabla No 2.2.	Operatividad hipótesis 1 80
Tabla No 2.3.	Operatividad hipótesis 2 81
Tabla No .3.1	Operatividad 86

Tabla No 4.1	Matriz de factores de riesgo ergonómico	88
Tabla No 4.2.	Medición de Ruido	88
Tabla No 4.3	Medición de Iluminación	89
Tabla No 4.4	Medición de temperatura	89
Tabla No. 4.5.	Edad de los trabajadores	90
Tabla No. 4.6.	Turno de los trabajadores del taladro PTX 20	91
Tabla No. 4.7.	Tiempo de servicio de los trabajadores del taladro PTX 20	92
Tabla No. 4.8.	Horas diarias de trabajo en el taladro PTX 20	93
Tabla No. 4.9	Incapacidad médica por molestias osteomusculares	94
Tabla No. 4.10.	Sintomatología dolorosa en el cuerpo	95
Tabla No. 4.11	Partes donde presenta sintomatología	96
Tabla No. 4.12.	Puntaje asignado a los síntomas	97
Tabla No. 4.13.	Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral	98
Tabla No. 4.14.	Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas	99
Tabla No. 4.15.	Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas	100
Tabla No. 4.16.	Aplicación del método por tipo de procedimiento	101
Tabla No. 4.17.	Grupo A (Manejo y colocación de la cuña)	101
Tabla No. 4.18.	Grupo B (Manejo y colocación de la cuña)	102
Tabla No. 4.19.	Modificaciones por fuerza y agarre (Manejo y colocación de la cuña)	103
Tabla No. 4.20.	Puntuación C (Manejo y colocación de la cuña)	104
Tabla No. 4.21.	Resultados (Manejo y colocación de la cuña)	104
Tabla No. 4.22.	Nivel de Riesgos (Manejo y colocación de la cuña)	105
Tabla No. 4.23.	Incapacidad médica por molestias osteomusculares	106
Tabla No. 4.24.	Sintomatología dolorosa en el cuerpo	107
Tabla No. 4.25	Partes donde presenta sintomatología	108
Tabla No. 4.26.	Puntaje asignado a los síntomas	109
Tabla No. 4.27.	Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral	110
Tabla No. 4.28.	Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas	111
Tabla No. 4.29.	Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas	112
Tabla No. 4.30.	Aplicación del método por tipo de procedimiento	113

Tabla No. 4.31.	Grupo A (Manejo y colocación de la cuña)	113
Tabla No. 4.32.	Grupo B (Manejo y colocación de la cuña)	114
Tabla No. 4.33.	Modificaciones por fuerza y agarre (Manejo y colocación de la cuña)	115
Tabla No. 4.34.	Puntuación C (Manejo y colocación de la cuña)	115
Tabla No. 4.35.	Resultados (Manejo y colocación de la cuña)	116
Tabla No. 4.36.	Nivel de Riesgos (Manejo y colocación de la cuña)	116

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

		<b>Pág.</b>
Grafico No. 1.1.	Estadísticas IADC 2009, accidentes con baja y la parte lesionada (basado en 38 incidentes)	24
Grafico No. 1.2	Estadísticas IADC 2009, tipos de accidentes con baja (basado en 38 accidentes)	24
Gráfico No. 1.3	Estadísticas IADC 2009, accidentes con baja y el puesto de trabajo (basado en 38 accidentes)	25
Grafico No. 1.4	Estadísticas IADC 2009 relacionadas con el equipo causante (basado en 38 incidentes)	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>	
Figura No. 1.1.	Medición de ángulos en REBA	41
Figura No. 1.2	Puntuación del tronco	42
Figura No 1.3.	Medición del ángulo del tronco	43
Figura No 1.4.	Medición del ángulo del cuello	43
Figura No 1.5.	Modificación de la puntuación del cuello	44
Figura No. 1.6	Puntuación de las piernas	45
Figura No. 1.7.	Incremento de la puntuación de las piernas	45
Figura No. 1.8	Medición del ángulo del brazo	47
Figura No 1.9	Modificación de la Puntuación del brazo	47
Figura No. 1.10.	Medición del ángulo del antebrazo	48
Figura No. 1.11.	Medición del ángulo de la muñeca	49
Figura No. 1.12	Modificación de la puntuación de la muñeca	49
Figura No. 4.1.	Edad de los trabajadores	90
Figura No. 4.2.	Turno de los trabajadores del taladro PTX 20	91
Figura No. 4.3.	Tiempo de servicio de los trabajadores del taladro PTX 20	92
Figura No. 4.4.	Horas diarias de trabajo en el taladro PTX 20	93
Figura No. 4.5.	Incapacidad médica por molestias osteomusculares	94
Figura No. 4.6.	Sintomatología dolorosa en el cuerpo	95
Figura No. 4.7.	Partes donde presenta sintomatología	96
Figura No. 4.8.	Puntaje asignado a los síntomas	97
Figura No. 4.9.	Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral	98
Figura No. 4.10.	Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas	99
Figura No. 4.11.	Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas	100
Figura No. 4.12.	Incapacidad médica por molestias osteomusculares	106
Figura No. 4.13.	Sintomatología dolorosa en el cuerpo	107
Figura No. 4.14.	Partes donde presenta sintomatología	108

Figura No. 4.15.	Puntaje asignado a los síntomas	109
Figura No. 4.16.	Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral	110
Figura No. 4.17.	Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas	111
Figura No. 4.18.	Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas	112

## ÍNDICE DE IMAGENES

		Pág.
Imagen No. 1.1.	Adaptador Hidráulico para cuña	58
Imagen No. 1.2	Equipo de perforación	60
Imagen No. 1.3.	Subestructura del taladro de perforación	61
Imagen No. 1.4.	Foto de la torre de perforación. PTX 20. Vista superior.	62
Imagen No. 1.5.	Malacate	63
Imagen No. 1.6.	Mesa rotatoria	65
Imagen No. 1.7.	Top Drive	66
Imagen No. 1.8.	Bombas de lodo	66
Imagen No. 1.9.	Tanques de lodo	68
Imagen No. 1.10.	Generadores	69
Imagen No. 1.11.	Tanques de combustible	70
Imagen No. 1.12.	Preventor de reventones	71
Imagen No. 1.13.	Acumulador	73
Imagen No. 1.14.	Desgasificador	74

## **ABSTRACT**

The present research work "Study of Ergonomic Risks by Repetitive Motion in one specific position like roughneck in an Oil Well Drilling Team" was performed through an analysis before and after of the investigation to establish an effective diagnosis of cause effect and the corresponding improvements to the problem.

It establishes a baseline research by applying the risk matrix specifically for the ergonomic part and establishing the substandard risk actions and conditions present in this place, subsequently performing measurements of noise, temperature, lighting to establish if it is found within the parameters established in the law of not being thus to establish preventive measures in the surroundings.

A survey was conducted to determine the conditions before and after the equipment's implementation and use.

Photographs and evaluations of the conditions and improvements proposed in the present research were analyzed by comparing angles that mark the positions of the activity and evaluation using the REBA (rapid entire body assessment) method to establish the risk factor level on roughnecks.

It is concluded that the present work has impact due to has established a hydraulic extraction system for the lifting of wedges establishing an attack on the source affecting production, decrease absenteeism and musculoskeletal discomfort in the worker.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación “Estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de Pozos de Petróleo”, se realizó mediante un análisis del antes y después de la investigación para establecer un diagnóstico efectivo de causa efecto y las mejoras correspondientes a la problemática.

Se establece una línea base de investigación mediante la aplicación de la matriz de riesgos específicamente para la parte ergonómica y establecer las acciones y condiciones sub estándar de riesgo presente en este lugar, posteriormente se realiza mediciones de ruido, temperatura, iluminación para establecer si se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la ley de no ser así establecer medidas preventivas en el entorno.

Se aplicó una encuesta para determinar las condiciones antes y después de la implementación del equipo y utilización del mismo.

Se analizó fotos y evaluaciones de las condiciones y mejoras propuestas en el presente trabajo investigativo mediante la comparación de ángulos que marcan las posiciones de la actividad y evaluación mediante el método REBA para establecer el nivel del factor de riesgo presente en los cuñeros.

Se concluye que el presente trabajo tiene impacto ya que se ha establecido un sistema de extracción hidráulico para el levantamiento de cuñas estableciendo un ataque a la fuente incidiendo en la producción, disminución del ausentismo y molestias músculo esqueléticas en el trabajador.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo intervenir en “Estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de Pozos de Petróleo”.

Los factores de riesgo ergonómicos al levantar cargas superiores a los 23 Kg contraponen lo estipulado en la normativa Decreto 2393 generando lesiones músculo esqueléticas en los trabajadores generando ausentismo, indemnizaciones al trabajador, pérdidas en la producción, entre otros aspectos que se consideró, como costos indirectos que mucha de las veces no es visible para la gerencia, por lo que es necesario presentar las ventajas de realizar gestión preventiva a la gerencia de la empresa.

Las empresas petroleras en trabajo de perforación de pozos y el levantamiento de cuñas lo realizan de manera manual por lo que es necesario disminuir las enfermedades profesionales provocadas por el levantamiento de cargas superior a los 23 Kg mediante la implementación de un sistema hidráulico de levantamiento de cuñas que resulta un ataque a la fuente disminuyendo totalmente la incidencia que antes se lo tenía.

Al establecer los procedimientos, planos y videos de funcionamiento del equipo de extracción hidráulico de cuñas hemos logrado mejorar las condiciones, procesos para el trabajo de perforación de pozos.

Una actividad laboral en condiciones no adecuadas de trabajo, afectan en la eficiencia y eficacia de los procesos encargados al trabajador por varios factores referentes al trabajo que a corto plazo disminuyen la capacidad de respuesta en su actividad y especialmente a la salud que provoca ausentismo y otros aspectos como la producción.

Entonces se trata de implementar un sistema hidráulico de extracción de cuñas par la solución del problema planteado.

El presente trabajo se ha organizado mediante capítulos que nos permite disponer de una secuencia metodológica y ordenada del estudio, partiendo del marco teórico que contiene la información introductoria y la fundamentación del trabajo.

En el segundo capítulo contiene la fundamentación metodológica que se aplicó en el estudio. El tercer capítulo contiene los lineamientos alternativos para la gestión de los riesgos, y las etapas de implementación de la propuesta en el capítulo 4 se presentan los resultados de la investigación. El quinto capítulo describe las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron, producto de la investigación como aporte de la investigación.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES

El presente trabajo revisado titulado: **“Inspección Tubular: Complemento de una buena perforación de pozos en la Industria Petrolera”**, realizado por Nayeli Galván, se realizó con el objetivo de reducir las fallas de la tubería de perforación durante su trabajo a través de la reducción de errores en la Inspección y como consecuencia de ello, tener una cantidad nula de anomalías para poder evitar al momento de perforar alguna falla.

Con el propósito de proveer a los operadores, contratistas y compañías de alquiler de instrumentos de inspección. Se establecieron Reglas específicas para controlar el proceso de inspección. El conjunto de estas reglas forma el "Programa de Inspección".

El programa define lo siguiente:

- A. Qué método de inspección será aplicado a cada componente de la sarta de perforación.
- B. Un procedimiento, paso a paso, de cómo se llevará a cabo cada uno de los métodos de inspección.
- C. Qué criterios de aceptación se aplicarán durante la inspección. Esto quiere decir, la decisión que tomara el usuario para clasificarla (Aceptar o Rechazar).

El presente trabajo revisado titulado: **“Diseño Del Programa De Perforación De Pozos Petroleros”**, realizado por Mario Pérez manifiesta que, durante mucho tiempo, la Industria Petrolera consideró a la Perforación de Pozos como un “arte” o labor artesanal y no como un área de la ingeniería. En los inicios de la perforación esto era justificable; sin embargo, a partir de los años 40's se desarrolla la Tecnología de la Perforación de Pozos en forma acelerada (desarrollo, investigación, modernización, etc.).

Para tener el estado actual de desarrollo en la industria petrolera se han incorporado varias ramas de la ingeniería, generando con esto la tecnología propia de perforación, haciendo más que nunca, verdadera ingeniería. Lo anterior no significa que el arte involucrado haya dejado de existir, sino que se ha conjuntado dentro de las diferentes disciplinas de ingeniería.

En PEMEX además de la premisa anterior, existe otro aspecto polémico, la mala organización de sus estructuras, las cuales, se vienen modificando continuamente de una manera no planificada, ocasionando con esto que no se dé seguimiento a las técnicas utilizadas y en su caso a mejorarlas.

Con el correr de los años, esta situación genera que las áreas involucradas en esta labor no tengan la coordinación necesaria para llevar a cabo con eficiencia el trabajo, y con esto presentan problemas en la realización del mismo.

Es por eso que resulta necesario plantear un programa de perforación de pozos en la región sur, que sirva de coordinación con las áreas de perforación y producción respectivamente y sirva para definir criterios y requerimientos mínimos que deben de contener dichos programas, además de definir cuáles son los aspectos relevantes para llevarlo a cabo de la mejor manera.

El presente trabajo revisado titulado: “**Medidas de Ingeniería de Perforación para optimizar el proceso de construcción de pozos direccionales en el Campo Sacha**”, realizado por Santiago Mayalica manifiesta que: **Objetivo General:** Implementar nuevas medidas de Ingeniería de perforación para optimizar el proceso de construcción de pozos direccionales en el campo Sacha con el objetivo de disminuir los tiempos de perforación y costos. **Problema:** Cuáles son las Medidas de Ingeniería de Perforación para Optimizar el Proceso de Construcción de pozos Direccionales en el Campo Sacha. **Hipótesis:** ¿Aplicando nuevas medidas de ingeniería para la perforación de pozos direccionales se reducen los tiempos de perforación y los costos de la perforación? **Marco Referencial:** El Campo Sacha se encuentra ubicado en la provincia de Orellana al nororiente de la Región Amazónica del Ecuador. **Marco Teórico:** descripción general del Campo Sacha, reseña histórica, ubicación geográfica, consideraciones geológicas, caracterización de las zonas productoras, análisis del estado actual del campo. Descripción del sistema inicial de perforación, definiciones del proceso de perforación, programas de perforación. Manejo ambiental y seguridad industrial. **Marco Metodológico:** análisis de los programas de perforación inicial y programas actuales de perforación en el Campo Sacha, haciendo hincapié en las mejoras que se han ido implementando y la reducción en los tiempos de perforación que esto conlleva. Adicionalmente una comparación técnica económica de la perforación de pozos. **Conclusión:** para optimizar los tiempos de perforación en el Campo Sacha se realizó: eliminación de la

perforación de la sección de 26”, empleo del cabezal multibowl, corrida de tubería de revestimiento con el sistema OverDrive, empleo de una broca para la perforación de la sección de 12 ¼” en pozos direccionales tipo “S” y optimización de los viajes de calibración en las diferentes secciones del pozo (16”, 12 ¼”, 8 ½”). **Recomendación:** Aplicar las herramientas con las que en la actualidad se cuenta para la perforación de pozos para optimizar su construcción.

Revisados los trabajos de grado en la biblioteca del Instituto de Posgrado de la UNACH no se ha encontrado temas referentes a la investigación.

## **1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

### **1.2.1. Ubicación del sector donde se va a realizar la Investigación**

Petrex S.A. es una empresa del grupo SAIPEM la cual opera en el Ecuador desde el año 2005; en la actualidad oferta su servicio en el país con un equipo de perforación PTX 20 ubicado en el bloque 10 contratado por Agip Oil Ecuador el mismo que trabaja en el campo Villano y es objeto del presente estudio.

### **1.2.2. Situación Problemática**

Dentro de la Categorización del Riesgo por Sectores y Actividades Productivas de la Unidad Técnica de Seguridad y Salud del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, el sector de la extracción de petróleo, así como las actividades de perforación de pozos y servicios relacionados con esta actividad han obtenido un puntaje que lo califica como de Alto Riesgo (Ministerio de Relaciones Laborales, 2014).

Esta clasificación está ligada no solo a la cantidad de accidentes que se han presentado en la perforación de pozos petroleros sino a las enfermedades musculo esqueléticas por riesgos ergonómicos que son sinónimo de ausentismo laboral y enfermedades ocupacionales que si no se tratan a tiempo se degeneran convirtiéndose en incapacitantes.

En esta actividad están presentes factores de riesgo tales como, mecánicos, físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales; siendo los factores de riesgo ergonómicos por

movimientos repetitivos los que frecuentemente predominan debido a la gran cantidad de equipos mecánicos y herramientas que son necesarios para realizar este trabajo cuya materialización del riesgo desemboca en accidentes. Según el último boletín estadístico publicado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), solamente en el año 2012 se han reportado en el Seguro General de Riesgos del Trabajo 469 casos de accidentes para el sector relacionado con la extracción de petróleo lo que representa el 6% de la totalidad de casos reportados (IESS, 2012).

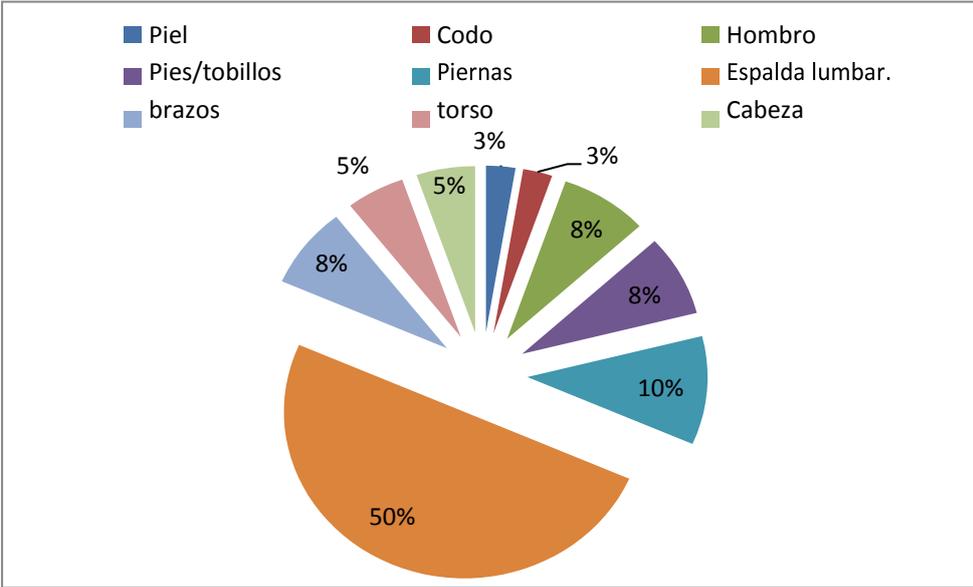
La perforación de pozos de petróleo se realiza utilizando equipos convencionales de gran capacidad y potencia donde los trabajadores deben utilizar herramientas y maquinaria muy pesadas en las cuales se requiere presiones de trabajo muy altas, para realizar conexiones de tubería, y/o conexiones con herramientas de fondo y/o ensamblaje con brocas para la perforación de pozos con profundidades que oscilan entre 6000 y 7000 pies.

Esta gran cantidad de herramientas de perforación representan un reto para las personas que las operan como son los cuñeros quienes deben cumplir con varias actividades e el equipo de perforación entre ellas levantar diferentes tipos de cuña con diferentes pesos según el diámetro de tubería debiendo cumplir con miles de movimientos repetitivos para la consecución y finalización de la perforación de un solo pozo.

La Asociación mundial de contratistas de la industria de la perforación y mantenimiento de pozos petroleros tiene como fin el unificar a las empresas a nivel mundial en el área técnica de la perforación; tienen publicaciones mensuales y dedican una gran parte de su trabajo a la recolección de estadísticas de accidentes suscitados en torres de perforación y reacondicionamiento a nivel mundial, haciendo una clasificación entre el tipo de lesiones, y las causas que las generan.

Con el objetivo de identificar el problema a investigar se establece la siguiente línea base de investigación.

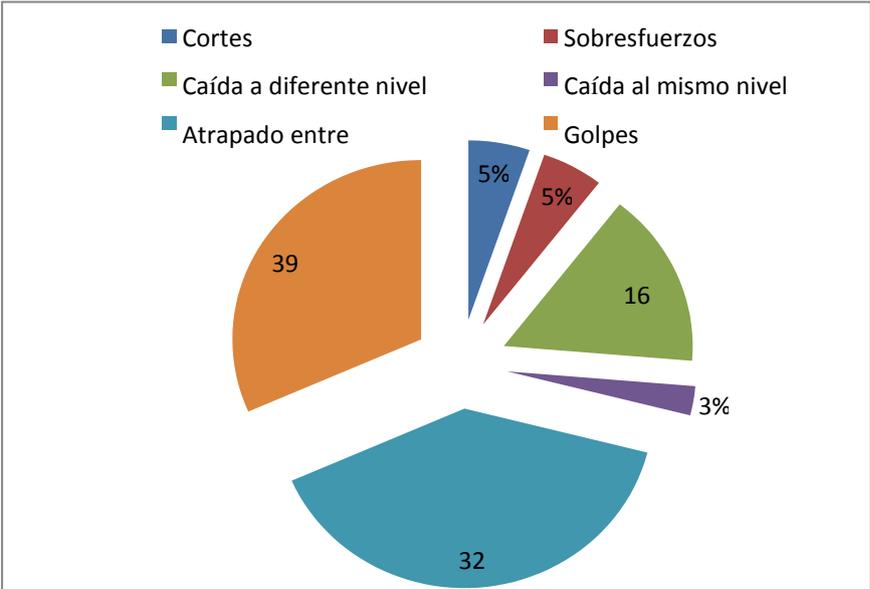
**Grafico No. 1.1.** Estadísticas IADC 2009, accidentes con baja y la parte lesionada (basado en 38 incidentes)



Fuente: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South América Land Totals).

Como se observa en el gráfico No. 1.1, en el año 2009 el 50% de lesiones que se han reportado a este organismo han tenido como consecuencia inmediata una lesión en la espalda lumbar, lo cual es una cifra considerable que induce a una gestión preventiva inmediata.

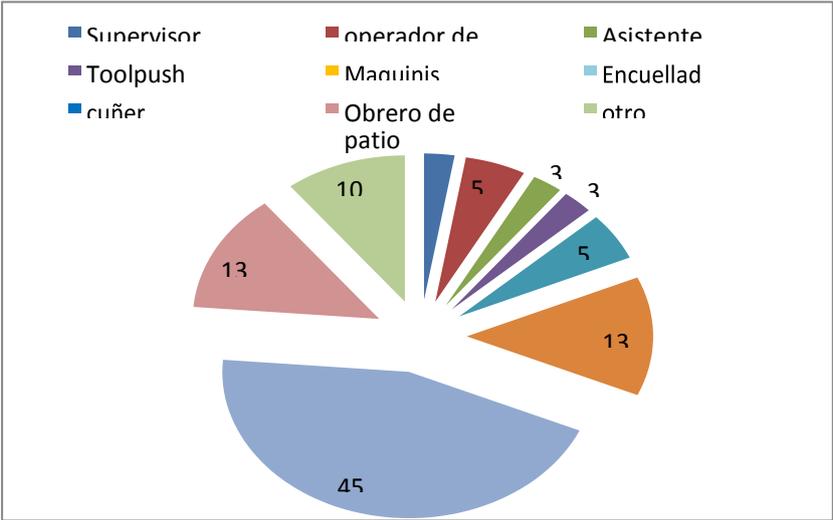
**Grafico No. 1. 2** Estadísticas IADC 2009, tipos de accidentes con baja (basado en 38 accidentes)



Fuentes: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals)

El gráfico No. 1.2 evidencia las causas de los accidentes con baja reportados y se puede observar claramente que el 39% de estos tienen su causa en sobreesfuerzos debido a las diversas operaciones en los taladros de perforación.

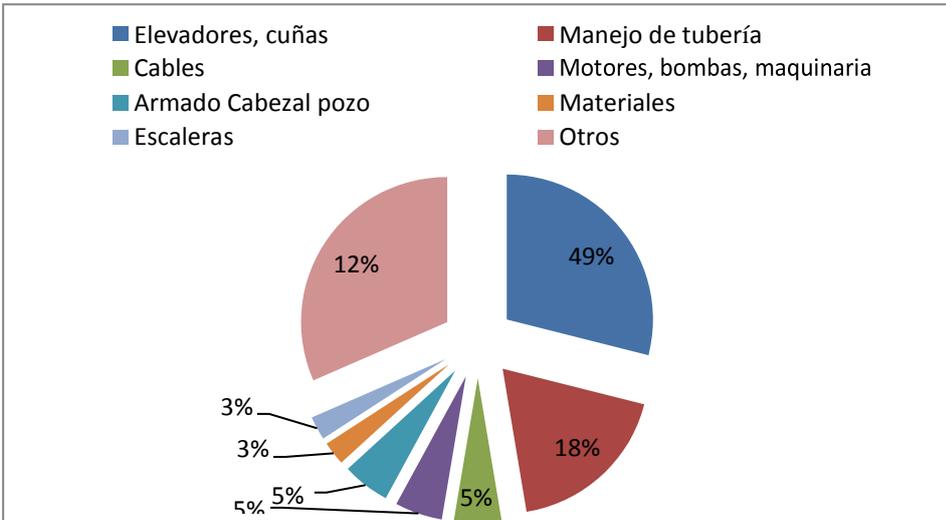
**Gráfico No. 1. 3** Estadísticas IADC 2009, accidentes con baja y el puesto de trabajo (basado en 38 accidentes)



Fuente: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals)

El grafico No. 1.3 muestra que el puesto más afectado en accidentabilidad es el correspondiente a los cañero abarcando un 45% del total de los puestos expuestos al riesgo.

**Grafico No. 1. 4** Estadísticas IADC 2009 relacionadas con el equipo causante (basado en 38 incidentes)



Fuentes: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals)

Se tienen también estadísticas de accidentes en los equipos de perforación; teniendo así para el año 2009 que los elementos como cuñas y elevadores de todo tipo han sido causantes directas de aproximadamente el 49 % de los incidentes.

### **1.3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

#### **1.3.1. Fundamentación Filosófica de la Investigación. -**

La investigación científica es un proceso de ejercicio del pensamiento humano que implica la descripción de aquella porción de la realidad que es objeto de estudio, la explicación de las causas que determinan las particularidades de su desarrollo, la aproximación predictiva del desenvolvimiento de los fenómenos estudiados, la valoración de las implicaciones ontológicas de los mismos, así como la justificación o no de su análisis.

Es, por tanto, un acto creativo y constructor de una nueva realidad que anteriormente no tenía existencia propiamente dicha, al menos en la forma en que emerge de las manos de su creador, es decir, el investigador.

En el trabajo de investigación referente a Influencia de los riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el ausentismo del puesto de cuñero de un equipo de perforación de pozos de petróleo por manipulación de herramientas y equipos, permite construir una realidad de las condiciones a las que realiza el esfuerzo físico que realiza el momento de levantamiento de cuñas de manera manual generando malas posiciones que provocan dolor y ausentismo laboral.

Existen varios estudios acerca de riesgos en la actividad petrolera. Dichos estudios mencionan algunos de los riesgos existentes, sin embargo, pocos estudian los riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos de las actividades.

Uno de los estudios más claros que se presenta y que resume en parte los resultados de otros corresponde al realizado por los autores Bonilla & Salas (2010) bajo soporte de la Universidad Autónoma Metropolitana del Estado de México, donde se realiza un estudio ergonómico de trabajadores de perforación de pozos en el Sureste de México, con varios

resultados claros de la actividad y donde se obtiene algunos de los siguientes resultados de manera resumida:

Posturas de los trabajadores. Se concluye que las posturas en esta industria son multivariadas pues son las que va solicitando el mismo trabajo, generalmente son repetitivas y requieren altos niveles de esfuerzo y posiciones forzadas.

Los principales problemas que genera son:

- Problemas musculares en espalda y hombros, Brazos, muñecas, manos, caderas y rodillas.
- Fatiga visual y psicofísica
- Tendinitis de cuello
- Lumbalgias de tipo mecánico
- Síndrome de túnel carpiano

Los efectos causados se generan por:

- Vibración
- Giros de cintura
- Hiperextensión de brazos
- Agacharse más de 45 grados.
- Carga alejada del centro de gravedad del cuerpo.
- Efectos de palanca.
- Se inclina el tronco más de 35 grados y con torsiones de más de 15 grados.
- Trabajo repetitivo de manos y brazos (Bonilla & Salas, 2010).

De esta manera el estudio muestra claramente los resultados de diferentes tipos de labores ejercidas y sus problemas, así como algunas soluciones.

Con relación a la actividad de perforación de pozos petroleros, no existen muchos tratados, el más claro estudio localizado corresponde al autor Medina, Jorge (2008), sin embargo, el mismo se enfoca mayormente a riesgos ergonómicos generales de las labores. Por tanto, el

estudio realizado en la presente tesis corresponde a la primera investigación a nivel de Ecuador en perforación de pozos y una de las pocas identificables a nivel hispano.

### **1.3.2. Fundamentación Epistemológica**

Es el estudio filosófico de carácter crítico del conocimiento científico bajo la teoría del conocimiento se debe respaldar, los estudios y garantizar los resultados. Influencia de los riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el ausentismo del puesto de cuñero de un equipo de perforación de pozos de petróleo por manipulación de herramientas y equipos, no deben ser tomadas a la ligera, debe respaldarse con estudios concretos que cuantifiquen la realidad a través de conocimientos epistemológicos, científicos y metodológicos, para realizar la presente investigación.

La investigación asume un enfoque epistemológico ya que se sustenta en la teoría y práctica a través del método inductivo - deductivo; por cuanto el problema tratado presenta varios factores, diversas causas, múltiples consecuencias las cuales se busca solucionar con el equipo hidráulico de extracción de cuñas propuesto para una solución en la fuente, se fundamenta en la escuela Positivista Lógica – Ludwing.

La investigación asume un enfoque epistemológico ya que se sustenta en la teoría y práctica a través del método; por cuanto el problema tratado presenta varios factores, diversas causas, múltiples consecuencias las cuales se busca solucionar el problema detectado.

### **1.3.3. Fundamentación Axiológica**

En la parte Axiológica, esta investigación busca resaltar los valores éticos, morales y de salud de los trabajadores de la empresa Petrex S.A., ya que se busca disminuir los factores de riesgo por efecto de manipulación de cargas y malas posturas por efecto del trabajo en perforación de pozos petroleros.

### **1.3.4. Fundamentación Científica**

La fundamentación teórica de la investigación toma como base las acciones orientadas al mejoramiento de las condiciones de salud por efecto de la manipulación y sobre peso el

momento de la extracción de cuñas de manera manual, al ser reemplazado por un sistema hidráulico.

Esta relación, que se encuentra apoyada en una muy amplia literatura y evidencia empírica, sugiere que se realice este proyecto.

“Según estimaciones de OIT, el número de muertes a nivel mundial relacionadas con accidentes y enfermedades laborales se obtienen un poco más de dos millones anualmente”, (DCOMM, 2003).

Como se puede evidenciar la falta de prevención en seguridad y salud todavía no es un tema de responsabilidad de las empresas. Los costos generados por accidentes de trabajo también tienen cifras impresionantes, sin tomar en cuenta el impacto social que tiene en los trabajadores y en sus familias. En el Ecuador las empresas anhelan contar con un sistema integrado de gestión que les permita ser competitivas en el mercado de la perforación, logrando al mismo tiempo disminución en los índices de accidentabilidad y ausentismo, sin embargo, la toma de decisiones a futuro debe estar sustentadas en un análisis de la situación actual y su verdadera incidencia de los riesgos laborales o de trabajo.

Al contar con información actualizada y con una investigación seria enfocada en los problemas musculoesqueléticos de los cuñeros en el taladro de perforación PTX. 20; permitirá reducir el ausentismo buscando solucionar este problema que tiene serias connotaciones laborales.

### **1.3.5. Fundamentación Pedagógica.**

Hace referencia a la reflexión de teorías y experiencias que orientan el quehacer pedagógico. El presente proyecto de tesis es parte de una perspectiva pedagógica constructivista ya que el proceso gestionado deberá ser de tipo constructivo teniendo relación con la consecución del aprendizaje y las características de los trabajadores en referencia a su realidad laboral-social.

### **1.3.6. Fundamentación Legal**

#### ***1.3.6.1. Constitución de la República del Ecuador.***

El presente trabajo está realizado en base a los requisitos técnicos legales de la Constitución del Ecuador, Acuerdos Internacionales, del Seguro General de Riesgos de Trabajo, Ministerio de Relaciones Laborales y otras normativas referidas al tema y que son de cumplimiento obligatorio en el País a continuación:

La Constitución del Ecuador en el artículo 389 literal 3 expresa que se deberá asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

#### ***1.3.6.2. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.***

“Artículo 11 literal b y c, menciona sobre la necesidad de identificar y evaluar el riesgo el mismo que es parte del presente trabajo, además de combatir y controlar los riesgos en la fuente, en el medio y el trabajador, que forma parte de la gestión preventiva”, (EXTERIOR, 2000).

Parte fundamental de la prevención en las labores diarias que realizan los trabajadores es precisamente combatir los riesgos desde el origen, en el medio de transmisión y en el trabajador; de la misma manera es indispensable señalar las obligaciones de los colaboradores como se demuestra en el artículo 24 literal a) cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad y salud en el trabajo, así como con las instrucciones que les impartan sus superiores jerárquicos directos, es responsabilidad del trabajador cumplir con todas las estipulaciones en materia de prevención de riesgos del trabajo.

#### ***1.3.6.3. Resolución 957. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.***

“Art. 1.- Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos: a) Gestión Administrativa. b) Gestión técnica. c) Gestión de talento humano. d) Procesos Operativos”. (Andina, 2005)”.

Se implantarán sistemas de gestión para realizar una prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, donde se tendrá una información en base a los cuatro componentes del sistema de gestión que son, gestión administrativa donde se llevará toda la información referente a procedimientos, políticas estándares de seguridad, gestión técnica donde se realizará todo lo concerniente a evaluación de riesgos, matrices, etc., en gestión de talento humano capacitación, adiestramiento, inducción. Procesos operativos básicos en lo que se refiere a vigilancia de la salud, etc.

#### ***1.3.6.4. Código de Trabajo.***

“Art. 347.- Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad”. (Ediciones Legales, 2006). Cuando un trabajador realiza actividades de riesgo puede ocasionar daños en la salud con repercusiones en su vida social y laboral. Ahí la importancia que el trabajador conozca cómo actuar para prevenir incidentes o accidentes, con el fin de alcanzar la reducción de los índices de accidentabilidad de la institución.

#### ***1.3.6.5. D.E. 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento de Medio Ambiente de Trabajo.***

“Art. 10, literal 9 y 10: instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa, y dar formación en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos”. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986)”.

Por lo que al personal de la institución al momento de ingresar a laborar se realiza la inducción donde se le da a conocer todos los riesgos a los que está expuesto, y en la formación continua se adiestra en prevención de riesgos laborales.

## **1.4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.4.1. Concepto de ergonomía.**

Es la ciencia que estudia cómo adecuar la relación del ser humano con su entorno, según la definición oficial que el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) adoptó en agosto del 2000. Una de sus ramas, la ergonomía física, estudia las posturas más apropiadas para realizar las tareas del hogar y del puesto de trabajo, para el manejo de cargas y materiales y para los movimientos repetitivos, entre otros aspectos. Por eso, el derecho de los trabajadores a una vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo ha sido garantizado por la ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.<sup>1</sup>

Salud ocupacional es una ciencia que busca proteger y mejorar la salud física, mental, social y espiritual de los trabajadores en sus puestos de trabajo, repercutiendo positivamente en la empresa.<sup>2</sup>

Los campos de acción del profesional de Enfermería para el cuidado de la salud de la persona trabajadora, su familia y el colectivo al que pertenece, han sido propuestos por varios autores en nuestro país, pero he considerado la presentada por (USECHE, 1996), por coincidir con ella en gran parte. Se refiere a los diferentes escenarios en los cuales se desempeña la enfermera, siendo en su planteamiento consecuente con las áreas de desempeño en los que por siempre se ha destacado la enfermera/o, como administradora, proveedor/a de cuidado, educador/a, investigador/a y consultor/a, acciones que pueden ser ejercidas en forma institucional o en forma liberal requiriéndose para su cabal ejercicio de idoneidad profesional y cualidades gerenciales. Es de considerar siempre la valía de pertenecer a un equipo multidisciplinario, interdisciplinario o mejor aún transdisciplinario.<sup>3</sup> Nos proponemos analizar la Ergonomía y la relación con los factores de riesgo de salud ocupacional, así como explicar los riesgos relacionados con la postura, precauciones para el sistema visual, cardiovascular y correcciones de las manifestaciones presentadas por los trabajadores, para evitar la aparición de enfermedades profesionales (Guillén Fonseca, 2006).

#### **1.4.2. Carga de trabajo aceptable en la manipulación manual de materiales**

La manipulación manual de materiales contempla tareas como levantar, transportar, empujar o tirar de diversas cargas externas.

La mayoría de las investigaciones realizadas en este campo se han centrado en los problemas de la zona lumbar, derivados de las tareas de levantamiento de pesos, especialmente desde el punto de vista biomecánico.

Se recomienda un nivel de carga de trabajo relativa del 21-35 % para las labores de levantamiento de pesos, que es cuando la tarea puede compararse con el consumo máximo de oxígeno obtenido en una de las recomendaciones basadas en la frecuencia cardíaca pueden ser absolutas o relativas, en función de la frecuencia cardíaca en reposo. Los valores absolutos para hombres y mujeres son 90-112 latidos por minuto durante la manipulación continua de materiales. Estos valores son aproximadamente los mismos que los recomendados para el aumento de la frecuencia cardíaca por encima de los niveles de reposo, es decir de 30 a 35 latidos por minuto. Estas recomendaciones también son aplicables al trabajo muscular dinámico pesado en hombres y mujeres jóvenes y sanos. Sin embargo, como ya se ha dicho antes, los datos relativos a la frecuencia cardíaca deberían tratarse con cuidado, ya que también están condicionados por otros factores distintos del trabajo muscular.

Las recomendaciones para determinar una carga de trabajo aceptable durante la manipulación manual de materiales, basadas en los análisis biomecánicos, abarcan diversos factores como el peso de la carga, la frecuencia de la manipulación, la altura a la que hay que levantar la carga, la distancia de la carga al cuerpo y las características físicas de la persona.

En un estudio de campo a gran escala (Louhevaara, Hakola y Ollila 1990), se averiguó que los varones sanos podían manejar paquetes postales con pesos comprendidos entre cuatro y cinco kilos, durante una jornada entera, sin mostrar signos de fatiga, ni objetiva ni subjetiva. La mayoría de los movimientos se realizaban por debajo del nivel del hombro, la frecuencia media era inferior a ocho paquetes por minuto y el número total de paquetes no alcanzaba los 1.500 por turno de trabajo. La frecuencia cardíaca media de los trabajadores fue de 101 latidos por minuto y su consumo medio de oxígeno de 1,0 l/min, lo que correspondía al 31 % de la carga de trabajo relativa en relación con el máximo alcanzado en la bicicleta.

La observación de las posturas en el trabajo y el empleo de la fuerza, según el método de OWAS, por ejemplo (Karhu, Kansu y Kuorinka 1977), la valoración del esfuerzo percibido y el registro de la presión sanguínea mediante equipos portátiles son también formas adecuadas de valorar el esfuerzo y la tensión en la manipulación manual de materiales. (Arianzén, 2010).

### 1.4.3. Postura en el Trabajo

La postura que adopta una persona en el trabajo: (la organización del tronco, cabeza y extremidades), puede analizarse y estudiarse desde distintos puntos de vista. La postura pretende facilitar el trabajo, y por ello tiene una finalidad que influye en su naturaleza: su relación temporal y su coste (fisiológico o de otro tipo) para la persona en cuestión. Existe una interacción muy estrecha entre las capacidades fisiológicas del cuerpo y las características y los requisitos del trabajo. (Arianzén, 2010)

La carga musculo esquelética es un elemento necesario para las funciones del organismo e indispensable para el bienestar. Desde el punto de vista del diseño del trabajo, la cuestión es encontrar el equilibrio necesario entre la carga necesaria y la carga excesiva.

Las posturas han interesado a médicos e investigadores, por las siguientes razones:

1. La postura es la fuente de la carga musculo esquelética. Excepto cuando estamos relajados, ya sea de pie, sentados o tumbados, los músculos tienen que ejercer fuerzas para equilibrar nuestra postura o controlar los movimientos.

En las tareas pesadas típicas, por ejemplo, en la construcción o en el manejo manual de materiales pesados, las fuerzas externas, tanto dinámicas como estáticas, se suman a las fuerzas internas del cuerpo, creando a veces grandes cargas que pueden superar la capacidad de los tejidos, incluso en una postura relajada, cuando el trabajo muscular tiende a cero, los tendones y las articulaciones pueden estar cargados y mostrar signos de fatiga. Un trabajo con una carga aparentemente baja (por ejemplo, el trabajo con un microscopio) puede convertirse en algo tedioso y extenuante cuando se realiza durante un largo período de tiempo.

2. La postura está en estrecha relación con el equilibrio y la estabilidad.

De hecho, la postura está controlada por una serie de reflejos nerviosos, en los que la llegada de sensaciones táctiles y visuales procedentes del entorno desempeña un importante papel.

Algunas posturas, como las que se adoptan para alcanzar un objeto distante, son por naturaleza inestables. La pérdida del equilibrio es una causa inmediata común de los accidentes de trabajo. Algunas tareas se ejecutan en unidad.

3. La postura es la base de los movimientos precisos y de la observación visual. Muchas tareas requieren una serie de movimientos finos y hábiles de la mano, y una minuciosa observación del objeto de trabajo.

En estos casos, la postura se convierte en la plataforma para estas acciones. La atención se dirige a la tarea, y los elementos posturales están destinados a apoyarla: la postura se vuelve más inmóvil, la carga muscular aumenta y se convierte en más estática. Un grupo de investigadores franceses demostró, en un estudio hoy clásico, que la inmovilidad y la carga muscular esquelética aumentan en función de la tasa de trabajo (Teiger, Laville y Duraffourg 1974).

4. La postura es una fuente de información sobre los acontecimientos que tienen lugar en el trabajo. La observación de la postura puede ser intencionada o inconsciente. Se sabe que los supervisores experimentados, así como los trabajadores emplean las observaciones posturales como indicadores del proceso laboral. En ocasiones, la observación de la postura no es un proceso consciente. (Arianzén, 2010)

#### **1.4.4. Manipulación manual de materiales**

El término *manipulación manual* incluye las acciones de levantar, bajar, empujar, tirar, transportar, mover, sostener en vilo y refrenar, y está relacionado con gran parte de las actividades realizadas en la vida laboral.

La biomecánica tiene una importancia directa evidente en la manipulación manual, ya que los músculos deben moverse para realizar las tareas. La cuestión es qué cantidad de trabajo físico puede esperarse, razonablemente, que realice una persona. La respuesta depende de las circunstancias y, en realidad, hay que responder a tres preguntas. La respuesta a cada una de ellas se basa en criterios científicos:

1. ¿Qué cantidades se pueden manipular sin producir daños al organismo (en forma, por ejemplo, de tensión muscular, deterioro de los discos o problemas articulares)? Esto se conoce como el *criterio biomecánico*.
2. ¿Qué cantidades se pueden manejar sin que represente un esfuerzo excesivo para los pulmones (una respiración dificultosa, hasta el extremo del jadeo)? Esto se denomina *criterio fisiológico*.
3. ¿Qué cantidad considera una persona que puede manipular cómodamente? Esto se llama *criterio psicofísico*.

Estos tres criterios son necesarios porque consideran tres reacciones totalmente diferentes que pueden producirse con el levantamiento de pesos. Si el trabajo se desarrolla a lo largo de todo un día, la preocupación se centrará en cómo *se siente* la persona en relación con ese trabajo, es decir, en el criterio psicofísico.

Si la fuerza aplicada es grande, la preocupación fundamental será que los músculos y las articulaciones *no se sobrecarguen* hasta el punto de resultar lesionados (el criterio biomecánico). Por último, si la *tasa de trabajo* es demasiado grande, tal vez exceda el criterio fisiológico o la capacidad aeróbica de la persona.

Hay un gran número de factores que determinan la cantidad de carga ejercida sobre el cuerpo en una tarea de manipulación manual. Sobre todos ellos se pueden aplicar medidas de control. (Arianzén, 2010)

#### **1.4.5. Las Lesiones Músculo Esqueléticas**

Las lesiones músculo-esqueléticas relacionadas con el trabajo son cada vez más frecuentes. Son lesiones que afectan a los músculos, tendones, huesos, ligamentos o discos intervertebrales.

La mayoría de las lesiones músculo-esqueléticas no se producen por accidentes o agresiones únicas o aisladas, sino como resultado de traumatismos pequeños y repetidos. La especialización de muchos trabajos ha originado:

- Incrementos en el ritmo de trabajo,
- Concentración de fuerzas en las manos, muñecas y hombros,
- Posturas forzadas y mantenidas causantes de esfuerzos estáticos en diversos músculos.

Estos factores son los causantes de numerosos problemas en brazos, cuello y hombros. El manejo de cargas pesadas y en condiciones inadecuadas es, por otro lado, uno de los principales causantes de lesiones en la espalda.

Las posturas, fuerzas o cargas inadecuadas pueden deberse tanto a las condiciones del puesto de trabajo y a las características de la tarea (ritmo, organización, etc.), como a las condiciones de salud personales, los hábitos de trabajo u otros factores personales.

#### **1.4.6. Etapas de los Trastornos Músculo-Esqueléticos**

Las lesiones músculo-esqueléticas asociadas a problemas ergonómicos tienen una gravedad añadida con respecto a otros problemas del puesto de trabajo: las molestias y problemas no se presentan inmediatamente, sino que tardan un tiempo. Esto hace que no se les dé tanta importancia, hasta que llega un momento en el que aparecen molestias duraderas o una lesión.

Estas lesiones son generalmente de aparición lenta y de carácter inofensivo en apariencia, por lo que se suele ignorar el síntoma hasta que se hace crónico y aparece el daño permanente.

En una primera etapa se manifiesta dolor y cansancio durante las horas de trabajo, desapareciendo fuera de éste; no se reduce el rendimiento en el trabajo, puede durar semanas e incluso meses, y es una etapa reversible. En fases posteriores, los síntomas aparecen al empezar el trabajo y continúan por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo repetitivo; llega a aparecer dolor incluso con movimientos no repetitivos y se hace difícil realizar tareas, incluso las más triviales. Si los problemas se detectan en la primera etapa, pueden solucionarse generalmente mediante medidas ergonómicas; en etapas más avanzadas, se hace necesaria la atención médica.

#### **1.4.7. Las lesiones músculo-esqueléticas más comunes**

- Traumatismos acumulativos específicos en mano y muñeca.
- Tendinitis: es una inflamación de un tendón debida, entre otras causas posibles, a que está repetidamente en tensión, doblado, en contacto con una superficie dura o sometida a vibraciones.
- Tenosinovitis: en este caso se produce excesivo líquido sinovial por parte de la vaina tendinosa, que se acumula produciendo tumefacción y dolor. Las causas son la aplicación repetida de fuerza con la muñeca en posturas de forzadas.
- Ganglión: hinchazón de una vaina de un tendón, que se llena de líquido sinovial; el área afectada se hincha produciendo un bulto bajo la piel, generalmente en la parte dorsal o radial de la muñeca.
- Síndrome del túnel carpiano: se origina por la compresión del nervio mediano en el túnel carpiano de la muñeca. Los síntomas son dolor, entumecimiento y hormigueo de parte de la mano. Las causas se relacionan con los esfuerzos repetidos de la muñeca en posturas forzadas.

#### **1.4.8. Traumatismos Acumulativos Específicos en brazo y codo**

- Epicondilitis: con el desgaste o uso excesivo, los tendones del codo se irritan produciendo dolor a lo largo del brazo. Las actividades que pueden desencadenar este síndrome son movimientos de impacto o sacudidas, supinación o pronación repetida del brazo, y movimientos de extensión forzados de la muñeca. El codo de tenista es un ejemplo de epicondilitis; los síntomas aparecen en el epicóndilo.
- Síndrome del túnel radial: aparece al atraparse periféricamente el nervio radial y se origina por movimientos rotatorios repetidos del brazo, flexión repetida de la muñeca con pronación o extensión de la muñeca con supinación.

#### **1.4.9. Traumatismos acumulativos específicos en hombros y cuello**

- Tendinitis del manguito de rotadores: el manguito de rotadores lo forman cuatro tendones que se unen en la articulación del hombro. Los trastornos aparecen en trabajos donde los codos deben estar en posición elevada.
- Síndrome cervical por tensión: se origina por tensiones repetidas del músculo elevador de la escápula y del grupo de fibras musculares del trapecio en la zona del cuello. Aparece al realizar trabajos por encima del nivel de la cabeza repetida o sostenidamente, cuando el cuello se mantiene doblado hacia delante, o al transportar objetos pesados.

#### **1.4.10 Traumatismos acumulativos específicos en la columna vertebral**

- Hernia discal: desplazamiento del disco intervertebral, total o en parte, fuera del límite natural o espacio entre ambos cuerpos vertebrales.
- Fractura vertebral: arrancamientos por fatiga de las apófisis espinosas.
- Dorsalgia: puede localizarse a nivel de cualquier segmento dorsal. Se manifiesta por dolor que a veces se irradia en sentido anterior, con manifestaciones que simulan patologías torácicas orgánicas.
- Lumbalgia aguda: se caracterizan por dolor más o menos intenso en las regiones lumbares o lumbosacras, que a veces irradia hacia la nalga y la cara posterior del muslo por uno o por ambos lados. Se presentan de forma aguda generalmente debido a un sobreesfuerzo.
- Lumbalgia crónica: hay casos en los que el dolor en la zona lumbar aparece gradualmente, no alcanza el grado e intensidad de la forma aguda, pero persiste prácticamente de forma continua.
- Lumbago agudo: dolor originado por la distensión del ligamento común posterior a nivel lumbar. Existe dolor en toda la zona lumbar con impotencia funcional dolorosa y contractura antiálgica.
- Lumbo-ciatalgias: la hernia de disco se produce entre la cuarta y la quinta vértebra lumbar o bien entre la quinta y el sacro. El dolor está causado por una presión en el nervio ciático. Se inicia en la región lumbosacra y se irradia a lo largo de la cara posterior o externa del muslo y de la pantorrilla hasta el pie y los dedos.
- Cifosis: curvatura anormal con prominencia dorsal de la columna vertebral.

### 1.4.11 Traumatismos Acumulativos Específicos en los miembros inferiores

- Rodilla de fregona: lesión de uno o ambos discos del cartílago del menisco de las rodillas.
- Tendinitis del tendón de Aquiles: la carga excesiva del tendón puede producir inflamaciones y procesos degenerativos del tendón y de los tejidos circundantes.

## 1.5. Metodología REBA

El método REBA fue desarrollado por Hignett y McAtammey y publicado por la revista Applied Ergonomics en el año 2000, con el fin de poder estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo.

Este sistema analiza las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, del tronco y las piernas. También define la carga o fuerza manejada y el tipo de agarre. Este método divide el cuerpo en segmentos para poder analizarlos individualmente con referencia a los planos de movimiento.

Entrega un sistema de puntuación para la actividad muscular en la realización de posturas estáticas, dinámicas, inestables o por cambios inesperados o bruscos de la postura. Por último entrega un nivel de acción o intervención a través de una puntuación final. (Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Chile, 2008).

### 1.5.1. Introducción

El método REBA evalúa **posturas individuales** y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

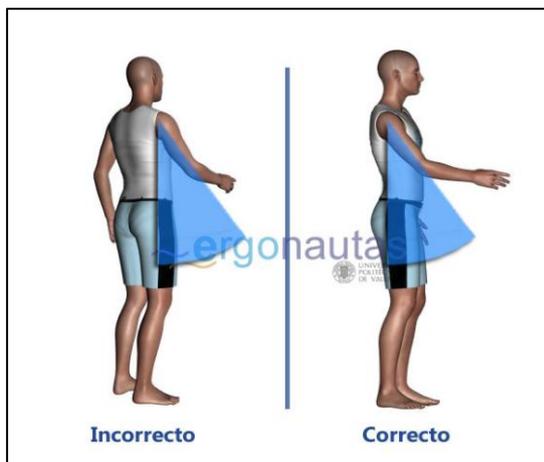
Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electro goniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. También es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil, vistas de detalle...). Es muy importante en este caso asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes, es decir, que el plano en el que se encuentra el ángulo a medir es paralelo al plano de la cámara (Figura No 1.1).

### 1.5.2. El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado.

El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.

**Figura No. 1.1.** Medición de ángulos en REBA



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

REBA divide el cuerpo en dos grupos, el **Grupo A** que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el **Grupo B**, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona

corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

El valor final proporcionado por el método REBA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculo esqueléticas. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 0, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

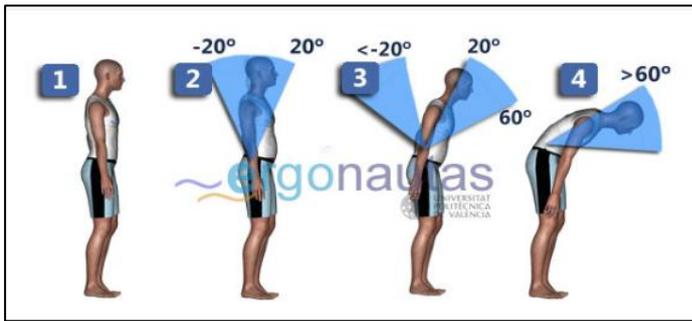
### **1.5.3. Evaluación del Grupo A**

La puntuación del **Grupo A** se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

#### ***1.5.3.1. Puntuación del tronco***

La puntuación del tronco dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. La **Figura No. 1.2** muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del tronco se obtiene mediante la **Tabla No. 1.1**.

**Figura No. 1.2** Puntuación del tronco



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

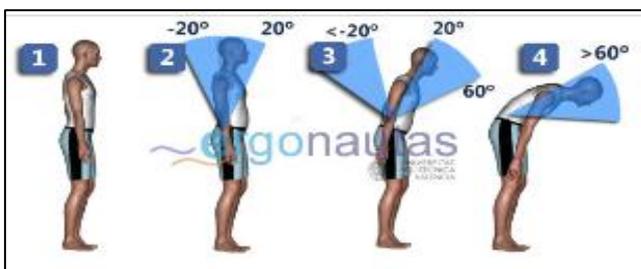
**Tabla No. 1.1.** Puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del tronco puede consultarse la **Tabla No.1.2** y la **Figura No 1.3**.

**Figura No 1.3.** Medición del ángulo del tronco



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Tabla No. 1.2.** Modificación de la puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

Fuente: www.ergonautas.com

### 1.5.3.2. Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Se consideran tres posibilidades: flexión de cuello menor de 20°, flexión mayor de 20° y extensión. La **Figura No 1.4** muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del cuello se obtiene mediante la **Tabla No. 1.3**.

**Figura No 1.4.** Medición del ángulo del cuello



Fuente: www.ergonautas.com

**Tabla No. 1.3.** Puntuación del cuello

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Fuente: www.ergonautas.com

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del cuello puede consultarse la **Tabla No 1.4** y la **Figura No 1.5**.

**Figura No 1.5.** Modificación de la puntuación del cuello



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Tabla No. 1.4.** Modificación de la puntuación del cuello

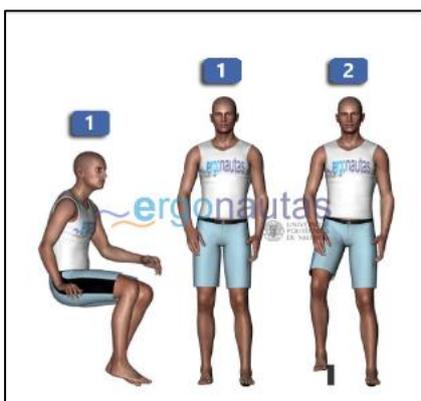
Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### 1.5.3.3. Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre las ellas y los apoyos existentes. La puntuación de las piernas se obtiene mediante la **Tabla No 1.5** o la **Figura No 1.6**.

**Figura No. 1.6** Puntuación de las piernas



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

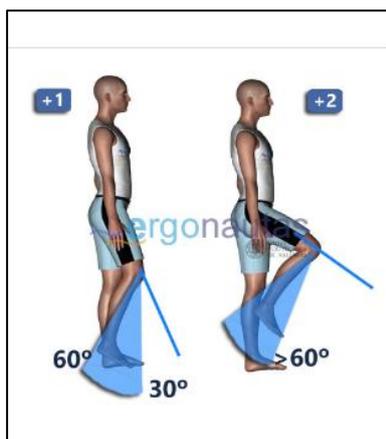
**Tabla No. 1.5.** Puntuación de las piernas

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

La puntuación de las piernas se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas (**Tabla No 1.6** y **Figura No 1.7.**). El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado no existe flexión y por tanto no se incrementará la puntuación de las piernas.

**Figura No. 1.7.** Incremento de la puntuación de las piernas



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Tabla No. 1.6.** Incremento de la puntuación de las piernas

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

## 1.6. Evaluación del Grupo B

La puntuación del **Grupo B** se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la

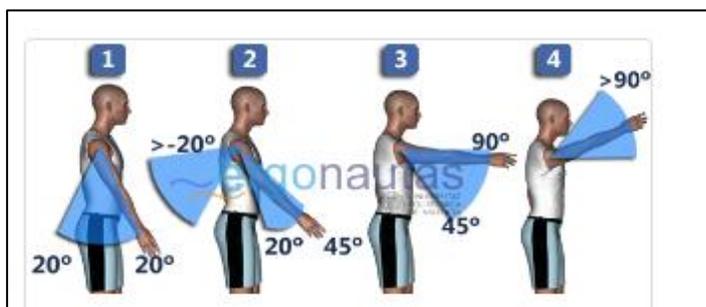
obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro. Dado que el método evalúa sólo una parte del cuerpo (izquierda o derecha), los datos del Grupo B deben recogerse sólo de uno de los dos lados.

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La **Figura No.1.8** muestra los diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtiene mediante la **Tabla No. 1.6**.

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del brazo. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea la puntuación del brazo disminuye en un punto. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica.

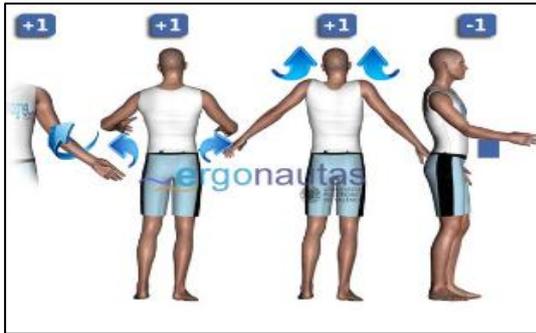
Por otra parte, se considera una circunstancia que disminuye el riesgo, disminuyendo en tal caso la puntuación inicial del brazo, la existencia de puntos de apoyo para el brazo o que éste adopte una posición a favor de la gravedad. Un ejemplo de esto último es el caso en el que, con el tronco flexionado hacia delante, el brazo cuelga verticalmente. Para obtener la puntuación definitiva del brazo puede consultarse la **Tabla No 1.7.**, y la **Figura No 1.9**.

**Figura No. 1.8** Medición del ángulo del brazo



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Figura No 1.9** Modificación de la Puntuación del brazo



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Tabla No. 1.7. Puntuación del brazo**

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Tabla No. 1.8. Modificación de la puntuación del brazo**

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### 1.6.1. Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir del ángulo formado por el eje de éste y el eje del brazo. La Figura No.1.10 muestra los intervalos de flexión considerados por el método. La puntuación del antebrazo se obtiene mediante la Tabla No1.9.

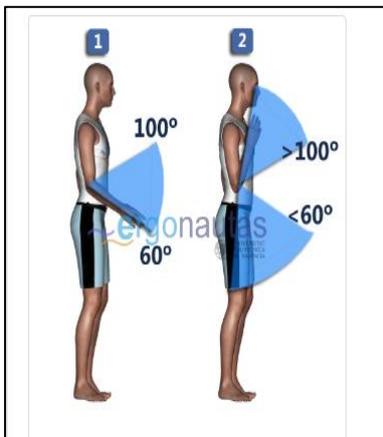
La puntuación del antebrazo no será modificada por otras circunstancias adicionales siendo la obtenida por flexión la puntuación definitiva.

**Tabla No. 1.9** Puntuación del antebrazo

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Figura No. 1.10.** Medición del ángulo del antebrazo



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### 1.6.2. Puntuación de la muñeca

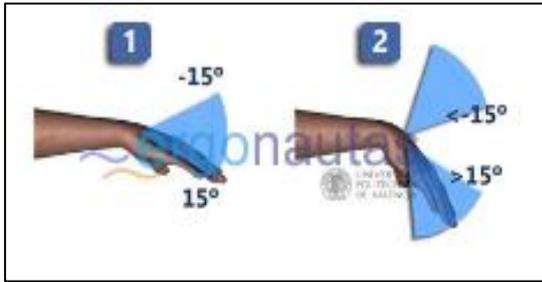
La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. La **Figura No.1.11** muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación de la muñeca se obtiene mediante la **Tabla No. 1.10**.

**Tabla No.1.10** Puntuación de la muñeca

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Figura No. 1.11.** Medición del ángulo de la muñeca



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Tabla No. 1.11** Modificación de la puntuación de la muñeca

Posición	Puntuación
Torsión o Desviación radial o cubital	+1

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

**Figura No. 1.12** Modificación de la puntuación de la muñeca



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### 1.6.3. Puntuación de los Grupos A y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la **Tabla No 1.12**, mientras que para la del Grupo B se utilizará la **Tabla No 1.13**.

**Tabla No. 1.12** Puntuación del grupo A

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Fuente: www.ergonautas.com

**Tabla No. 1.13** Puntuación del grupo B

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
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

Fuente: www.ergonautas.com

#### 1.6.4. Puntuaciones parciales

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación, se valorarán las **fuerzas ejercidas** durante su adopción para modificar la puntuación del **Grupo A**, y el **tipo de agarre** de objetos para modificar la puntuación del **Grupo B**.

La carga manejada o la fuerza aplicada modificarán la puntuación asignada al Grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 kilogramos de peso, caso en el que no se incrementará la puntuación. La **Tabla No 1.14** muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad más a la puntuación anterior (**Tabla No. 1.15**). En adelante la puntuación del Grupo A, incrementada por la carga o fuerza, se denominará

### **Puntuación A.**

La calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existan agarres. La **Tabla No1.16** muestra los incrementos a aplicar según la calidad del agarre y la **Tabla No1.17** muestra ejemplos para clasificar la calidad del agarre. La puntuación del Grupo B modificada por la calidad del agarre se denominará **Puntuación B**.

### **Tabla No1.14 Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.**

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### **Tabla No1.15 Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.**

Posición	Puntuación
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1

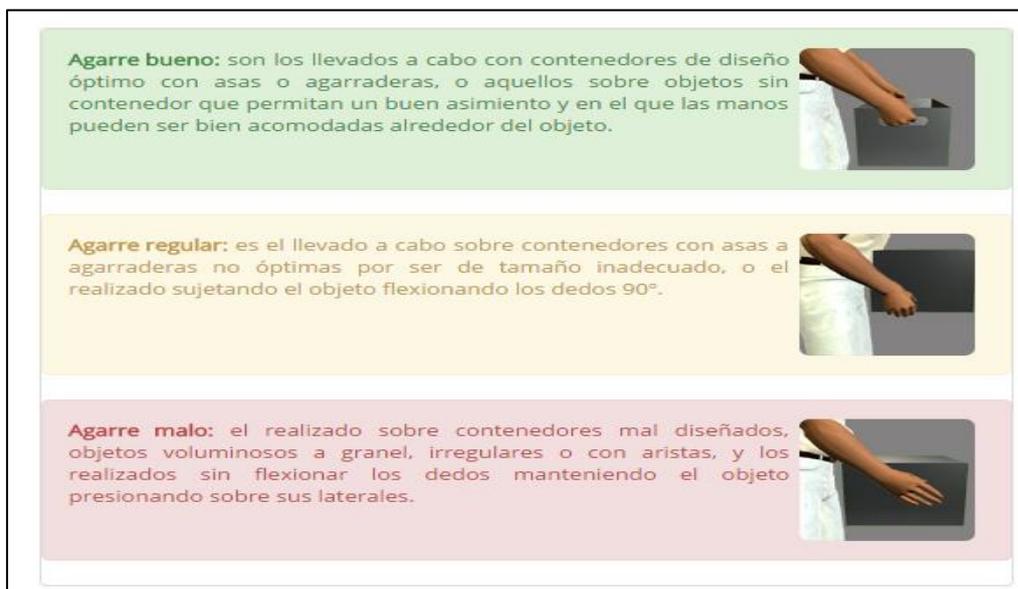
Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### **Tabla No1.16 Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.**

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### Tabla No1.17 Ejemplos de agarre y su calidad



Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### 1.6.5. Puntuación final

Las puntuaciones de los Grupos A y B han sido modificadas dando lugar a la **Puntuación A** y a la **Puntuación B** respectivamente. A partir de estas dos puntuaciones, y empleando la **Tabla No1.18**, se obtendrá la **Puntuación C**

**Tabla No. 1.18 Puntuación 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

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

Finalmente, para obtener la **Puntuación Final**, la **Puntuación C** recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la **Puntuación Final** podría ser superior a la **Puntuación C** hasta en 3 unidades (**Tabla No 1. 19.**).

**Tabla No. 1.19** Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

### 1.7. Nivel de Actuación

Obtenida la puntuación final, se proponen diferentes **Niveles de Actuación** sobre el puesto. El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos

de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. La **Tabla No. 1.20** muestra los Niveles de Actuación según la puntuación final.

**Tabla No. 1.20** Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

## 1.8. Perforación de pozos

### 1.8.1. Introducción

El proceso de perforación rotatoria consiste en perforar un agujero mediante la aplicación de movimiento rotatorio y una fuerza de empuje a un elemento de corte denominado barrena que ataca a la roca convirtiéndola en detritos (recortes).

El movimiento rotatorio se genera en la superficie y se transmite a la barrena por medio de la sarta de perforación o en forma hidráulica accionando un motor de fondo conectado a la barrena. La fuerza de empuje se genera con el peso mismo de la sarta de perforación (aparejo de fondo). Los recortes son sacados del pozo mediante la circulación de un fluido el cual se inyecta por el interior de los tubos y se regresa por el espacio anular. En la superficie son separados del fluido.

### 1.8.2. Cómo perforar un pozo de petróleo. -

Perforar un pozo de petróleo es un proyecto masivo que involucra equipos de trabajadores y especialistas. En este artículo verás una guía básica de los pasos necesarios para perforar un pozo de petróleo.

**Paso 1: Contrata geólogos para que analicen las características del área y que vean si es probable que haya petróleo.**

- Los geólogos analizarán las características de la superficie del área, el terreno, las piedras y los tipos de suelo, así como los campos magnéticos y gravitacionales de la Tierra.
- Son varios los métodos que se utilizan para realizar un estudio sísmico, en los cuales las ondas de choque son enviadas a través de las capas de tierra en el subsuelo para ser analizadas posteriormente.
- Los hidrocarburos pueden ser detectados utilizando "narices" o rastreadores.

**Paso 2: Marca el área para la perforación.**

Si el área está en el agua, coloca boyas alrededor. Utiliza coordenadas GPS para marcar los puntos designados y utilizarlos a la hora de la perforación.

**Paso 3: Realiza los pasos legales necesarios.**

Obtén los permisos, acuerdos legales, títulos, etc. necesarios para poder perforar el área. Mide el impacto que la perforación tendrá en el medio ambiente.

**Paso 4: Limpia y nivela el área designada**

**Paso 5: Asegúrate de que haya fuentes de agua cercanas, ya que será necesaria para la perforación.**

Si no hay fuentes de agua naturales, necesitarás perforar un pozo de agua.

**Paso 6: Cava un agujero de reserva y alinéalo con plástico.**

Este servirá para colocar las rocas y el lodo resultantes de la perforación.

- Las rocas y el lodo se deberán retirar fuera del área en caso de que la perforación se produzca en un área ecológica sensible.

**Paso 7: Cava un agujero rectangular, cercano al punto de perforación, para que sea el espacio de trabajo para el equipo de perforación.**

Cava los agujeros que sean necesarios para almacenar el equipo.

#### *1.8.2.1. Perforación del agujero principal*

##### **Método 1.-**

- 1. Utiliza un camión de perforación de pozos para hacer un agujero de arranque que sea menos profundo y más ancho que el futuro agujero principal.** Cubre el agujero con un tubo conductor.
- 2. Taladra el agujero principal con una plataforma petrolera, pero detente antes de alcanzar la ubicación de la trampa de petróleo.** Establece la boca, el cuello y la tubería de perforación en el agujero, y fija el tubo de perforación Kelly y la plataforma giratoria (el sistema que bombea el lodo). Empieza la perforación y saca las rocas del agujero.
  - Puedes perforar cientos o miles de metros de profundidad antes de llegar a la trampa de petróleo. A medida que vayas perforando a más profundidad, necesitarás más tuberías y revestimientos.
- 3. Introduce la cubierta del tubo en el agujero.**
- 4. Coloca cemento en el agujero para prevenir los colapsos.**

Bombea cemento y drena el lodo a través de la tubería con una lechada de cemento y un tapón inferior. El cemento se moverá a través del tubo de revestimiento y llenará el área entre el exterior de este y el agujero. Deja que el cemento se endurezca.

- 5. Detén la perforación cuando los detritos de las rocas tengan señales de arena de alquitrán en la roca del yacimiento.**

**6. Toma muestras de roca, mide la presión y baja los sensores de gas en el agujero para determinar si ya se alcanzó el yacimiento.**

Continúa perforando si aún no lo has hecho.

**Método 2.-**

**1.1. Medidas a tomar una vez alcanzado el yacimiento**

- 1. Baja una pistola de perforación petrolera para realizar agujeros en el tubo de revestimiento.**
- 2. Coloca la tubería dentro del agujero para que el petróleo y el gas suban a través de ella.**
- 3. Sella el exterior de la tubería con un "envasador".**
- 4. Controla el flujo del petróleo.**

Conecta una estructura con múltiples válvulas (llamada "Árbol de navidad") en la parte superior de la tubería.

- 5. Retira la plataforma cuando el petróleo empiece a fluir.**
- 6. Instala una bomba en la boca del pozo.**

**1.8.2.2. Equipo de Perforación. -**

***Objetivo. -***

Presentación del equipo que se empleará para perforar el pozo Información requerida:

Si se tiene oportunidad de seleccionar el equipo de perforación más adecuado para realizar el pozo, se debe de tomar en consideración los requerimientos necesarios de:

- Capacidad de la torre (mástil)
- Tipo, capacidad y potencia de bombas
- Capacidad de torsión (rotaria, top drive, etc.)

- Capacidad de presas de lodo y tanques de almacenamiento de líquidos
- Conjunto de preventores y conexiones superficiales
- Capacidad y tipo de máquinas
- Tipo y características de los generadores eléctricos
- Unidades de cementación.
- Se requiere incluir estos datos en programa de perforación del pozo.

### 1.9. Adaptador hidráulico para cuña manual

La NOV ps16 es una cuña de poder operada con aire, la cual es controlada con una válvula de pie. Las cuñas son fijadas por medio de la gravedad y son liberadas con la presión de aire proveniente de la válvula de pie. Este modelo también elimina todo contacto manual en la operación.

**Imagen No. 1.1.** Adaptador Hidráulico para cuña }



Fuente: Catalogo NOV

Este adaptador hidráulico de cuñas mejora las operaciones de perforación y workover con un diseño simple, liviano y compacto de uso mecánico.

Con este adaptador las cuñas pueden ser operadas desde cualquier parte de la mesa de trabajo de la torre con un control remoto de funcionamiento electrónico- hidráulico. Adicionalmente este adaptador tiene la opción de ser operado con un pedal de pie o una válvula operada a mano.

Con este adaptador se incrementa la seguridad ya que los operadores pueden estar alejados del riesgo durante las actividades.

### **1.9.1. Facilidad de uso:**

El peso ligero y el diseño compacto del Power Slip Frame lo convierten en la adición perfecta a su piso de plataforma y está especialmente diseñado para una instalación fácil y un rendimiento óptimo. Las características innovadoras y el diseño funcional se combinan para ofrecer eficientes operaciones de deslizamiento.

- **Funcionamiento:** Los deslizaderos se pueden accionar desde cualquier punto del suelo de la perforadora mediante un mando a distancia electrohidráulico situado en el panel de control NOV Iron Roughneck o accionado manualmente por pedal o válvula de control manual. Además, los deslizamientos pueden ser operados con Top Drive Drilling Systems.
- **Aumento de la seguridad:** El traslado del personal fuera del centro del pozo durante las operaciones de perforación aumenta la seguridad del personal y reduce los peligros potenciales. La fatiga de la tripulación se reduce al reducir el tiempo y la energía requeridos para las operaciones de deslizamiento manual.

### **1.9.2. Características y beneficios.**

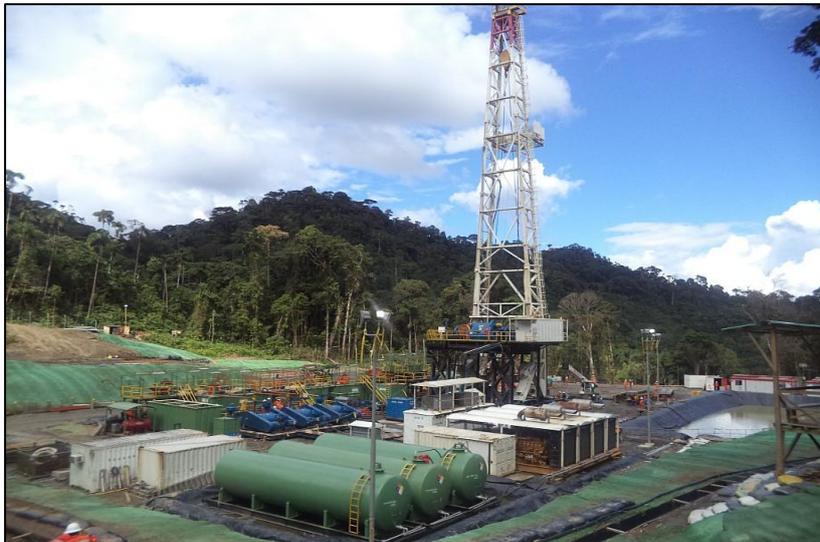
- Peso ligero
- Diseño bajo y compacto
- No se extiende más allá de la mesa giratoria
- Utiliza los manuales existentes
- Se desconecta fácilmente de la energía hidráulica
- • Reduce la fatiga de la tripulación y promueve operaciones más seguras
- • Mando a distancia desde el suelo del taladro o la cabina del perforador
- • Facilidad de instalación
- Puede permanecer en la mesa giratoria durante la perforación cuando se utiliza una unidad superior.

### **1.10. Equipos de un taladro de perforación petrolero**

Un taladro de perforación conocido también como torre de perforación, es un conjunto de equipos que las compañías usan para realizar la perforación en el suelo que va hasta aproximadamente 6800 ft de profundidad donde se encuentra la zona de interés es decir el petróleo.

La perforación de un pozo en tierra consiste en penetrar las diversas capas de la tierra hasta llegar al yacimiento donde se encuentra petróleo. Esta operación ha venido evolucionando a través del tiempo, inicialmente se usaba el golpeteo en la roca es decir percusión (Sinopec, 2007, p. 125).

#### **Imagen No. 1.2 Equipo de perforación**



Fuente: Campamento PETREX

La operación involucra actividades de perforación donde intervienen varios equipos y personal con funciones específicas durante la perforación de pozos

Un taladro de perforación está formado por cinco sistemas básicos que son:

- Sistema de izaje

- Sistema rotatorio
- Sistema de circulación de lodo
- Sistema de energía
- Sistema para el control del pozo (Well Control, 2009, p. 86).

### 1.10.1. Sistema de izaje. -

El sistema de izaje es un componente del taladro que sube y baja las herramientas al pozo, proporciona el torque para enroscar y desenroscar la tubería o conexiones, este sistema tiene varios componentes que son parte de su estructura.

La torre o mástil, es la parte fundamental del sistema de izaje diseñada para soportar el ensamble de las herramientas y el equipo en el proceso de perforación rotatorio.

#### Imagen No. 1.3. Subestructura del taladro de perforación



Fuente: Campamento PETREX

Está formado por la subestructura cuya función es soportar el piso, donde se hallan los trabajadores y herramientas, debe poseer además el espacio necesario para el montaje y desmontaje de válvulas grandes llamadas preventores o BOP, que se instalan bajo la mesa a nivel del cellar (Hilong, 2010, p. 255).

Esta subestructura debe soportar además grandes pesos como el de la mesa rotaria, la torre, la sarta de perforación (incluyendo, drill pipe, drill collar, heavy weight, etc), sostiene el malacate, la casa de perro, la cabina del perforador, las llaves hidráulicas, las llaves de potencia.

Así también, la torre de perforación propiamente dicha, está definida por la cantidad de carga vertical que soporta, pudiendo ser cientos de metros de tubería de perforación, que puede pesar varias toneladas, además estas torres deben estar diseñadas para soportar viento horizontal de hasta 130 mph, con la mesa llena de tubería.

La torre o mástil debe soportar los equipos o partes como son la corona, el encuelladero, rampa de la tubería, contrapozo, entre otros equipos como se muestra en la Imagen No 1.4.

**Imagen No. 1.4.** Foto de la torre de perforación. PTX 20. Vista superior.



Fuente: Campamento PETREX

El malacate como se muestra en la figura es una parte fundamental del taladro, está formado por un tambor que gira sobre un eje alrededor del cual se enrolla el cable de perforación. Posee un eje que atraviesa el malacate y dos tambores que giran en cada extremo de este eje. Varios ejes, embragues y transmisiones de cadena, facilitan los cambios de dirección y velocidad.

El elemento que proporciona y transmite la fuerza tensional es un cable de acero de 1 1/8 de diámetro en adelante, según los requerimientos de las operaciones (PDVSA, 2012, p. 86).

Por seguridad se mantiene un registro detallado del uso en forma de toneladas - milla (1 tonelada trasladada una milla de distancia) y cuando ya se ve el desgaste, se realiza el corte del cable de perforación.

Por lo general se conocen dos sistemas de frenos, uno de tipo mecánico que puede parar la carga inmediatamente y el otro freno, generalmente electromagnético que controla la velocidad de descenso de una carga y ayuda a no gastar las pastillas del freno mecánico en el bloque del aparejo, pero este segundo freno no detiene el descenso completamente (Hilong, 2008, p. 125).

El sistema de transmisión del malacate le provee al perforador una gran variedad de velocidades que pueden utilizar para levantar la tubería, por lo tanto, el carrete del malacate puede tener un mínimo de cuatro y un máximo de ocho velocidades.

**Imagen No. 1.5. Malacate**



Fuente: Campamento PETREX

Los elementos como el block de la corona, los elevadores, la polea viajera, el gancho y el cable de perforación, constituyen un conjunto que soporta la carga que está en la torre, mientras se introduce o extrae del agujero.

Los bloques y el cable de perforación deben ser suficientemente fuertes para poder soportar pesos tan grandes, se debe eliminar la fricción entre los bloques hasta donde sea posible y mantener la fuerza deseada, es indispensable unos buenos cojinetes y una lubricación adecuada (PDVSA, 2012, p. 93).

El cable de perforación es un cable de acero de 1 1/8" a 1 1/2" de diámetro, este cable requiere lubricación debido al movimiento constante de los alambres dentro del cable de acero, ya que unos van rozando contra otros mientras el cable viaja a través de las poleas en el bloque de la corona y de la polea viajera. El cable debe estar diseñado acorde al peso que va soportar.

En el bloque viajero va enhebrado el cable por una de las poleas de éste y se sube nuevamente hacia el bloque de la corona, esta operación se lleva a cabo varias veces hasta que se logra el número correcto de enhebradas o líneas de cable. El extremo del cable que corre del bloque de la corona al tambor alimentador se asegura, llamándose a esta parte del cable línea muerta, porque no se mueve una vez que se ha asegurado (Hilong, 2010, p. 272).

En la subestructura de la torre cerca al rig floor se encuentra el ancla de cable muerto, la cual sostiene al cable fijo, por lo que el bloque del aparejo puede ser elevado del piso de la instalación hacia arriba enrollando el cable con el tambor del malacate y para bajar el bloque el cable solamente se suelta.

### **1.10.2. Sistema rotatorio. -**

Proporciona la energía que permite que la sarta gire y perforé, su componente principal es la mesa rotaria encargada de transmitir el torque a la sarta, así el sistema de poder le transmite movimiento a esta, que a su vez transmite movimiento por la tubería hasta la broca.

En este taladro la mesa rotaria ha sido reemplazada por un sistema denominado: Top Drive, que permite disminuir el tiempo de maniobra, pues permite levantar, rotar, roscar y desenroscar tubería y componentes de la sarta, sin necesidad de toda una cuadrilla, en unos pocos segundos, con la posibilidad de continuar la circulación de fluidos.

La mesa rotaria, en la figura 1.3 se considera como el principal componente de rotación para girar y rotar la sarta de perforación está formado por elementos de rotación que permiten utilizar velocidades variables y soportar grandes pesos de los BHA dentro del pozo.

Esta se encuentra en el rig floor y va justo en el centro del pozo donde se va perforar está formada por el bushing y master bushing, donde se colocan las cuñas. La mayoría de las mesas rotarias son impulsados por cadenas similares a de bicicleta muy grandes, estas requieren lubricación constante para evitar la quema y el desgaste. Prácticamente todas las mesas giratorias están equipadas con una cerradura giratoria, es el lugar donde soporta la sarta de perforación durante las conexiones de tuberías y viajes (Hilong, 2010, p. 280).

### **Imagen No. 1.6. Mesa rotatoria**



Fuente: Campamento PETREX

El top drive mostrado en la figura es aquel que rota la sarta de perforación y la broca sin usar la mesa rotaria, es operada desde la cabina del perforador ubicada en la mesa. Este sistema es una mejora significativa en la tecnología de rotación ya que no se requiere del vástago ni buje tradicional. El sondeo rota directamente por acción de un motor eléctrico de corriente continua o alterna o motor hidráulico, aquí se utiliza un elevador de tubería convencional para subir o bajar la sarta durante las maniobras de rutina o bajo presión del pozo. Con este Top Drive se logra respuestas inmediatas en caso de una arremetida durante la perforación (Hilong, 2008, p. 145).

El perforador puede colocar las cuñas, enroscar en la columna, rotar y ajustar la conexión sin demoras. El cierre del pozo no depende de la dotación de boca de pozo, el riesgo se reduce por eliminación de dos tercios de las conexiones.

### **Imagen No. 1.7. Top Drive**



Fuente: Campamento PETREX

### 1.10.3. Sistema de circulación del lodo. -

Este sistema está integrado por componentes individuales como: las bombas de lodo, tubería elevada, manguera de lodo de perforación, línea de retorno de lodo, zaranda de lodo, eliminador de lodo, desarenador, desgasificador, depósitos de lodo (Well Control, 2009, p.160).

Dentro de este sistema uno de los más importantes por su operación son las bombas de lodo que se muestran en la figura 1.5 que sirven para movilizar el fluido a través del sistema de circulación, poseen camisas que se cambian al presentar desgaste.

Algunas bombas tienen válvulas de seguridad para purgar presión y otras poseen válvulas de seguridad a resorte que se accionan a palanca, poseen un contador de emboladas, que son esenciales para el desplazamiento exacto del volumen de lodo (Well Control, 2009, p. 277).

### Imagen No. 1.8. Bombas de lodo



Fuente: Campamento PETREX

Los sistemas múltiples (manifold) proveen las diferentes rutas de fluido, junto con el aislamiento de las bombas que no se están usando. El múltiple del tubo vertical o stand pipe transporta el fluido de las bombas al área superior de la torre de perforación, para que se conecte con el sistema del Top Drive.

El indicador de retorno de lodo contribuye a la detección de urgencias, este es una paleta ubicada en la línea de salida de flujo, emitiendo una señal que se transmite a la consola del perforador donde se registra como porcentaje de flujo o galones por minuto.

El cambio respecto de un parámetro establecido es indicador de un potencial peligro para las operaciones, por lo que es vital la detección de cualquier cambio en el caudal de flujo (PDVSA, 2012, p. 108).

En la figura se observa los tanques de lodo cuya función es mantener, tratar o mezclar los fluidos para circulación, almacenamiento, bombeo. Se debe determinar el volumen de cada tanque para cada trabajo y se debe contar con suficientes tanques de reserva. El primer tanque de la línea de flujo es una trampa de arena o tanque decantador que evita el pasaje de arena u otras partículas sólidas indeseables a los tanques principales de mezcla, circulación y succión.

Los tanques de succión y descarga del desgasificador no deben permitir el paso del fluido a través de la canaleta al siguiente tanque. En las instalaciones de mezclado se usa una bomba y línea de circulación para cuando se va a mezclar químicos, se va a densificar los fluidos o si se va a mantener un fluido en movimiento.

Se usan bombas centrifugas, sistemas de chorro (jet) y tolvas para mezclar el fluido. El dispositivo para medir el volumen del fluido es una combinación del sensor de línea de salida de flujo y un contador de estroques de bomba que mide el lodo necesario para llenar el pozo en una sola carrera.

El perforador se encarga de realizar la maniobra de llenado desde la cabina ya que es muy importante mantener la presión de fondo para evitar una arremetida al sacar las paradas. El tanque de viaje o maniobra es un tanque pequeño que permite la medición correcta del fluido dentro del pozo.

Este sistema de circulación también hace alusión a las bandejas de cortes o depósitos de lodo, donde se le limpia y elimina el agua, proceso llamado dewatering, para verterla o usarla según los requerimientos de la operadora.

Es decir, el lodo circula por muchas piezas del equipo iniciando en la bomba de lodos, la línea de descarga, la columna de alimentación (stand pipe), la manguera de lodos, el Top Drive, la tubería de perforación, el BHA de perforación, la broca de perforación, el lodo sale de la broca de perforación y retorna hacia arriba por el espacio anular (espacio que está entre la tubería de perforación DP y la pared del pozo). Finalmente, el lodo sale por la línea de retorno y llega a la zaranda vibratoria, los tanques del lodo, y la línea de succión (Hilong, 2010, p. 307).

Si durante la perforación normal se encuentre presencia de gas en la formación entra en operación del desgasificador para remover el gas del lodo antes de volverlo a circular. Si este gas no es eliminado antes de volver a circular el lodo este tiende a disminuir la densidad del lodo, lo cual podría resultar en un reventón.

#### **Imagen No. 1.9.** Tanques de lodo



Fuente: Campamento PETREX

#### **1.10.4. Sistema de energía. -**

Este sistema genera la energía para el taladro, especialmente para las operaciones de levantamiento y circulación. Su medida de referencia es el caballo de fuerza o fuerza aplicada a un objeto durante un tiempo determinado, muchos taladros modernos se encuentran en el

rango de 1 000 a 3 000 Hp y debe satisfacer además los requerimientos extra para alumbramiento auxiliar, suministro de agua, aire comprimido y demás exigencias (Well Control School, 2009, p.120).

En taladros más recientes la transmisión de energía se realiza mediante convertidores de torque o acoplamientos hidráulicos, con transmisión por fluido en lugar de cadenas (hasta el malacate y mesa rotaria) y correas (hacia las bombas) como en los primeros taladros, incluso algunos derivan su energía de motores generadores eléctricos de velocidad variable (Hilong, 2010, p. 310).

Las plantas generadoras de la figura 1.7 generan la energía para el taladro producida por motores que trabajan con diésel, así como con un sistema mecánico de transmisión y generadores.

La mayoría de taladros actuales usan generadores eléctricos que dan potencia a motores eléctricos en otras partes del equipo. Los motores de diésel no tienen bujías como los de gasolina. La combustión se provoca por el calor generado por la compresión, que hace que se encienda la mezcla de gas y aire dentro del motor.

Todo el tiempo el gas es comprimido, por lo que su temperatura se mantiene en un alto nivel, facilitando esta acción. En este caso se usan cuatro generadores a diésel que proveen energía suficiente para todo el equipo del taladro, y un generador para el minicamp del taladro (Hilong, 2008, p. 315).

#### **Imagen No. 1.10. Generadores**



Fuente: Campamento PETREX

Los tanques de combustibles son de acero y de forma rectangular, su capacidad es de 10 000 galones de diésel cada uno, como se muestra en la figura.

### **Imagen No. 1.11. Tanques de combustible**



Fuente: Campamento PETREX

Los tanques de agua abastecen del volumen necesario de agua fresca a todo el taladro misma que funciona con una bomba instalada junto a un acuífero de donde se bombea el agua, cuyo destino es preparar las píldoras en las zonas de tanques de lodo, abastecer al sistema contra incendio, proveer de agua fresca a los sistemas de enfriamiento, etc.

#### **1.10.5. Sistemas para control de pozo**

Sistema encargado del control de presión, procura un período de tiempo para controlar las presiones, que guardan las formaciones atravesadas, transmitidas por los fluidos que contienen y los amagos de reventón que se generen, obteniendo su potencia de la unidad acumuladora, con la posibilidad de eliminar el gas indeseado por el separador de gas (Hilong, 2010, p. 318).

El preventor anular de reventones está formado por el BOP (Blow Out Preventer) que consiste en un juego único de válvulas hidráulicas muy grandes, con diámetros considerables, niveles de presión altos y que reaccionan con rapidez.

Son los dispositivos para el control de pozo más versátiles, se usa para cerrar sobre cualquier equipamiento que se encuentre dentro del pozo y como cabezal lubricador para mover o extraer la tubería bajo presión (Well Control, 2009, p.166).

El preventor consiste en un empaquetador circular de caucho (packer), un pistón un cuerpo y una tapa. Al bombear fluido hidráulico hacia la cámara de cierre, fuerza el pistón hacia arriba o hacia adelante, lo que provoca que el packer se contraiga hacia adentro. La mayoría funciona con una presión de cierre de 1 500 psi y algunos tienen una cámara de presión máxima de trabajo de 3 000 psi, como es el caso del BOP mostrado en la figura.

### **Imagen No. 1.12. Preventor de reventones**



Fuente: Campamento PETREX

El preventor de ariete (pipe rams BOP's) es un bloque de acero que se recorta para adecuarse al tamaño de la tubería alrededor de la cual va a cerrarse. En el recorte que cierra la esclusa alrededor de la tubería se encuentra una empaquetadura de caucho auto alineable (IADC. 2004, p. 133).

Existe otro empaquetador de caucho similar en la parte de arriba de la esclusa que sella la parte superior del alojamiento de la esclusa en el cuerpo del preventor y así aísla la presión del espacio anular.

Las esclusas (ariete, ram) se cierran a través de pistones hidráulicos, el vástago del pistón está aislado de la presión de pozo mediante sellos. En caso de fallas en este sistema se pueden cerrar si está equipado con un sistema hidráulico de traba de esclusa. Una vez cerrados las esclusas pueden ser trabadas (aseguradas) por sistemas de cierre hidráulico o manuales (volantes). Existen varios tipos de esclusas como son:

La esclusa de tubería, que está diseñada para cerrar sobre la tubería, poseen un recorte medio círculo en el medio de la esclusa cuya finalidad es poder cerrar y hacer un buen sellado alrededor de una tubería de tamaño o diámetro particular.

La esclusa ciega que es una clase especial de tubería que no presenta el recorte de tubería en el cuerpo y cuentan con elementos empaquetadores de buen tamaño diseñados para cerrar sobre el pozo abierto.

La esclusa ariete o ram de corte, tiene hojas filosas especiales para cortar tubulares como tubing, tuberías de perforación.

La esclusa ariete o ram ciego, que combina las ventajas de las esclusas ciegas o de cierre de pozo abierto con las cortadoras, tiene la ventaja de cortar la tubería para luego proceder a sellar la abertura del pozo.

La esclusa ariete o ram de diámetro variable, que sella sobre distintos diámetros de tuberías o vástagos hexagonales, puede servir como esclusa primaria para un diámetro de tubería y de reserva o alternativo para otro diámetro distinto.

La unidad acumuladora hidráulica o neumática de la figura, es el aparato de almacenamiento para fluido hidráulico a presión que es usado en la operación de las válvulas preventoras, en general son sistemas de cierre del pozo, su función es proveer una forma rápida, práctica y confiable de cerrar los BOP en caso de surgencias.

Estos utilizan un fluido de control que puede consistir en un aceite hidráulico o en una mezcla especial de productos químicos y agua que se almacena en botellones o cilindros de acumulador a 3 000 psi.

Una cantidad suficiente de fluido se almacena bajo presión para que todos los componentes del conjunto BOP funcionen con precisión y mantengan siempre una reserva de seguridad (DATALOG, 2008, p. 40).

A medida que disminuye la presión en los botellones del acumulador, las bombas de aire, instalada para recargar la unidad arrancan automáticamente. Un elemento indispensable del acumulador es la precarga de nitrógeno de 1 000 psi en los botellones.

En caso de que los botellones pierdan el nitrógeno por completo no se puede almacenar ningún otro tipo de fluido en estos bajo presión. La carga de cada uno de ellos debe verificarse y registrarse en cada pozo.

### **Imagen No. 1.13. Acumulador**



Fuente: Campamento PETREX

Las válvulas del estrangulador o el manifold de ahogo sirven para facilitar la circulación desde el conjunto del BOP bajo una presión controlada. Los distintos estranguladores o reparar las válvulas. Existen varios estranguladores que los identificamos a continuación:

El estrangulador (choke) es un elemento que controla el caudal de circulación de los fluidos, al restringir el paso del fluido con un orificio, se genera una contra presión en el sistema, lo que provee un método de control del caudal del flujo y de la presión de pozo.

El estrangulador fijo normalmente tiene un alojamiento porta orificio en su interior para permitir la instalación o cambio de orificio calibrado. El estrangulador ajustable puede ser de accionamiento manual o remoto para variar el tamaño del orificio de pasaje.

El estrangulador manual ajustable posee un vástago y asiento cónicos. A medida que el vástago se acerca al asiento, disminuye el espacio anular y se restringe el paso del fluido. Este estrangulador es con frecuencia una parte del equipo de control de pozo que no se toma en cuenta, sirve como estrangulador de soporte y a menudo como principal en muchas operaciones.

El estrangulador ajustable a control remoto, son preferidos en operaciones de perforación y en trabajos con presión, tienen la ventaja de permitir monitorear presiones, emboladas y controlar la posición relativa de apertura del estrangulador desde la consola. Estos son aptos para operaciones de ahogo del pozo, una limitación es que el estrangulador no es de utilización frecuente.

Los separadores de gas son por lo general la primera línea de defensa contra el gas en el lugar del equipo. Este es un recipiente simple con aberturas conectado al final del manifold o línea de estrangulación justo antes de la entrada del fluido a la piletta.

El gas que acompaña a una surgencia se separa del fluido después del estrangulador, este es el gas del que se ocupa el separador. El separador permite que el gas que se separa del fluido salga del sistema y gravite hacia la línea de quemado.

#### **Imagen No. 1.14. Desgasificador**



Fuente: Campamento PETREX

El desgasificador de la figura tiene una capacidad muy limitada para manejar volúmenes de gas, sin embargo, al ser bajo el volumen de gas atrapado en el fluido, normalmente el desgasificador es adecuado.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO METOLÓGICO**

#### **2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

La investigación fue de tipo básica, explicativa, descriptiva y correlacional, ya que se apoyó en el contexto teórico para determinar la evaluación ergonómica y la manipulación de cargas de los cuñeros en pozos de perforación petrolera y proponer la solución de un equipo hidráulico de extracción de cuñas que disminuyó los factores de riesgo ergonómico y dolores músculo esquelético.

El nivel de investigación fue descriptivo, que permitió especificar las propiedades importantes de las personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido al análisis. La descripción fue profunda, pero en cualquier caso se basó en la medición de uno o más de los atributos del fenómeno descrito (Dankhe, 1989).

Además de describió este estudio, relacionó y comparó las principales modalidades de formación o de cambio de un fenómeno para avanzar en la solución de los problemas que se presentan (Van Dalen y Mayer, 1971, Briones, 1986); y procuro determinar las características del fenómeno en una determinada circunstancia témporo-espacial.

**MÉTODOS DE EVALUACIÓN.** -Se utilizó la encuesta para establecer el antes y el después de la implementación, de la misma manera mediante la utilización de Reba de manera fotográfica y con software.

#### **Es cuasi experimental**

La Investigación tiene un diseño experimental, ya que la propuesta es implementar un sistema hidráulico automático de extracción de cuñas en los pozos de perforación de petróleo.

## **2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Por el **objetivo** fue **aplicada**, ya que se sustentó en la investigación básica previamente realizada y con la propuesta se pretendió dar solución al problema.

Por el **lugar** fue de **campo**, la investigación se realizó en los pozos de perforación de petróleo de PETREX CIA. LTDA., donde se detectó el problema y se solucionó.

Por el **nivel** fue **descriptiva y experimental**, ya que mediante el estudio del problema se buscó la solución la cual enfatiza aspectos cuantitativos para el problema detectado.

Por el **método** fue **cualitativa**, ya que parte de un tema general para definir la solución del problema a medida que avanza en el desarrollo de la investigación.

## **2.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método principal a seguir fue la investigación de campo con sus técnicas como; la observación, medición, la entrevista, la encuesta, apoyados en los diferentes métodos.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.**

En la investigación a más de los métodos utilizados, se recurrió a determinados medios que operativicen dichos instrumentos, para eso se utilizó las siguientes técnicas:

### **Observación:**

- Determinar las condiciones de trabajo.
- Detectar el posible factor de riesgo ergonómico
- Detectar condiciones inseguras.
- Detectar acciones inseguras.

### **Documental:**

Conocer los procedimientos de los cuñeros en los pozos de perforación petrolera de PETREX CIA. LTDA.

Saber las medidas de seguridad propuestas

### **Entrevistas:**

A los responsables del área de perforación de PETREX CIA. LTDA.

## **2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Detalle de población en del área de perforación de PETREX CIA. LTDA., cuñeros en donde se investigó el problema de estudio.

La empresa del área de perforación de PETREX CIA. LTDA, cuenta con 9 trabajadores.

**Tabla No. 2.1** Población de estudio

<b>TRABAJADORES</b>	<b>Número</b>
<b>CUÑEROS</b>	9
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

Fuente: Petrex

No se calcula muestra se trabajó con todo el personal.

## **2.6. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Planteamos planificadamente el siguiente procedimiento:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Repetición de la recolección en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.

- Tabulación o cuadro según variables de cada hipótesis: cuadros de una sola variable, cuadros con cruce de variables, etc.
- Manejo de información (reajuste de cuadros con casillas varias o con datos tan reducidos cuantitativamente, que no influyen significativamente en los análisis).
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.
- Representaciones gráficas.
- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- Interpretación de resultados, con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- Comprobación de hipótesis, para la verificación estadística conviene seguir la asesoría de un especialista.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## **2.7. HIPOTESIS**

### **2.7.1. Hipótesis General.**

El estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual.

### **2.7.2. Hipótesis Específicas.**

- Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación del equipo y evaluaciones en sitio.
- Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.

## 2.8. Operatividad de las hipótesis. -

### 2.8.1. Hipótesis Específica 1.-

- Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación del equipo y evaluaciones en sitio.

Tabla No 2.2. Operatividad hipótesis 1

Variable	Definición conceptual	Categoría	Indicadores.	Técnicas e instrumentos
<b>Independiente:</b> <b>Planos y evaluación en sitio</b>	Diagramas del equipo hidráulico de levantamiento de cuñas para perforación de pozos y evaluaciones de riesgo en el levantamiento para medir posturas	Diseño y Ergonomía	Factores de riesgo: alto, medio, Bajo Condiciones de funcionamiento	Planos Fotos Software
<b>Dependiente:</b> <b>Manipulación de cargas</b>	Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.	Ergonomía	Mayor de 23 Kg	Encuesta Observación

Fuente: Petrex

## 2.8.2. Hipótesis Específica 2.-

- Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.

Tabla No 2.3. Operatividad hipótesis 2

Variable	Definición conceptual	Categoría	Indicadores.	Técnicas e instrumentos
<b>Independiente:</b> <b>Procedimientos Seguros</b>	Actividades relacionadas con el trabajo que garantice la seguridad y salud del trabajador	Seguridad Industrial	Número de actividades	Diagramas de procedimientos
<b>Dependiente:</b> <b>Manipulación de cargas</b>	Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.	Ergonomía	Mayor de 23 Kg	Encuesta Observación

Fuente: Petrex

## **CAPÍTULO III**

### **3. LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS**

#### **3.1. TEMA**

Implementación de un adaptador hidráulico para cuña manual en equipos de perforación en PETREX Cía. Ltda.

#### **3.2. Introducción. –**

La actividad de perforación de pozos de Petróleo y/o Gas es una de las principales actividades de la industria Petróleo y Gas, actividad que involucra un numero de tareas de alto riesgo para las personas, el ambiente y el proceso.

Durante la actividad de perforación de pozos existen un sin número de compañías que participan en este proceso o actividades, desde las compañías operadoras como el caso de Venezuela PDVSA y su Convenios Operativos u operadoras como: PEMEX, ECOPETROL, PETROBRAS, entre otras. Compañías de servicio para las diferentes áreas o actividades como en el área de perforación, cementación, transporte, manejo de ludos, químicos, etc.

#### **3.3. Perforación de pozo (petróleo y/o gas).**

La Actividad de Perforación de Pozos es la única manera de saber realmente si hay petróleo en el sitio donde la investigación geológica propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos.

La etapa de perforación se inicia acondicionando el terreno mediante la construcción de “Locación” y los caminos de acceso, puesto que el equipo de perforación moviliza herramientas y vehículos grandes y pesados. Los primeros pozos son de carácter exploratorio, éstos se realizan con el fin de localizar las zonas donde se encuentra hidrocarburo, posteriormente vendrán los pozos de desarrollo.

### **3.4. Procesos peligrosos y/o factores de riesgos durante la actividad de perforación de pozos.**

Durante la actividad de perforación pudieran estar expuestos directamente a la actividad o al proceso un aproximado de 100 empleados directos, mientras que indirectamente pudieran estar involucrados unos 200 empleados más.

La perforación de pozos es una actividad continua (24 Hrs al día / 365 días). Con rotación de trabajadores y/o empleados diferentes; en diferentes turnos dependiendo de la posición, Ejemplo: Personal de piso (Cuadrilla) Rotativa de 8 Hrs/días los tres turnos. el personal Supervisorio (Supervisores de 12 Hrs, Superv. Mecánico, Superv. Eléctrico, Ing. Pozo, Geólogo, HES Especialista) Rotativa 12 Hrs/día 14 días de trabajo X 14 días Libres.

### **3.5. OBJETIVOS. -**

#### **3.5.1. Objetivo general. -**

Implementación de un adaptador hidráulico para cuña manual en equipos de perforación en PETREX Cía. Ltda.

#### **3.5.2. Objetivos específicos. -**

- Realizar un manual de procedimientos seguros para el uso de un adaptador hidráulico para cuña manual en equipos de perforación en PETREX Cía. Ltda.
- Realizar evaluaciones ergonómicas antes y después de la implementación de un adaptador hidráulico para cuña manual en equipos de perforación en PETREX Cía. Ltda.
- Realizar planos y videos del adaptador hidráulico para cuña manual en equipos de perforación en PETREX Cía. Ltda.

### **3.6. FUNDAMENTACIÓN TEÒRICA. -**

#### **3.6.1. Introducci3n**

Perforar un pozo implica un conjunto de actividades que pudiéramos numerar como cr3ticas y que requieren continua supervisi3n, revisi3n y control por parte de todos los involucrados y líderes naturales del proceso. Entre estas actividades o proceso peligroso tenemos:

##### **1. Mudanza o Movimiento de equipo de perforaci3n y foráneos.**

Esta es una de las actividades de alto riesgo dentro del proceso debido al sin número de operaciones simultaneas de levantamiento, traslados y movimiento de personal durante la actividad. Algunas de las medidas preventivas y de control que se llevan a cabo durante esta actividad son las siguientes: Reuni3n Pre trabajo (días antes de iniciar la actividad), Pre Job Análisis, Inspecci3n de unidades de cargas e izamiento, certificaci3n de equipo, maquinarias, eslingas y operadores, inspecci3n de herramientas de manos, Uso de EPP, etc.

##### **2. Realizar conexi3n, bajar tubería o parar tubería.**

Estas actividades son tareas de alto riesgo que se realizan con participaci3n activa de los trabajadores, donde se encuentran presentes elementos peligrosos como: Tensi3n, caída de objeto, golpeado y atrapados por tubería o equipos. Teniendo un alto grado de exposici3n de las manos debido al manejo manual de equipo como llaves de fuerza, elevadores, torito, cunas, etc. Esta actividad puede considerarse rutinaria dentro de las tareas de perforaci3n, pero debido a la alta exposici3n y los históricos de accidente manejados por el International American Drilling Contractor (IADC) y Occupational Safe and Health Administrator (OSHA). Se presta suma atenci3n a estas tareas.

##### **3. Preparaci3n de fluido de perforaci3n.**

El fluido de perforaci3n es uno de los importantes elementos del proceso de perforaci3n útil para la lubricaci3n, enfriamiento, remover el ripio o corte de perforaci3n, adicional permite tener un control en la presi3n de la formaci3n. El fluido de perforaci3n tiene como potencial riesgo el contacto químico utilizados y trazas de crudo proveniente del pozo.

En tal sentido para el manejo de lodo y químicos para la preparación debe haber un número de medidas preventivas y de control para de esta forma evitar lesiones entre esas medidas tenemos: Leer y conocer las Hojas de Seguridad de los Materiales (MSDS) de los químicos, uso de Equipo de Protección Personal adecuado (respirador, monolentes, delantal, botas neopreno, guantes de PVC o Neopreno), usar dispositivo para manejo de sacos y tambores, etc.

**4. Un sin números de actividades foráneas como trabajos en calientes, entradas a espacio confinados, trabajo en altura y factores de riesgos ambientales como presencia de sulfuro de hidrogeno H<sub>2</sub>S.**

Cada uno de los elementos anteriormente mencionados suma elementos peligrosos al proceso de trabajo, que requieren ser identificados, controlados y mitigados para trabajar en un ambiente laboral seguro.

### **3.7. CONTENIDO DE LA PROPUESTA**

Se lo realiza en diferentes etapas y estas son:

#### **Etapas 1.-**

- Establecer un manual de procedimientos seguros para los trabajadores de PETREX que garantice condiciones seguras y saludables.

#### **Etapas 2.-**

- Elaborar los planos del adaptador hidráulico para cuñeros de pozos de perforación petrolera para eliminar el levantamiento de cargas.

#### **Etapas 3.-**

- Realizar evaluaciones utilizando el método REBA para establecer el nivel de riesgo e intervenir con la solución adecuada para disminuir el riesgo.

#### Etapa 4.-

- Implementar el adaptador hidráulico para cuñeros de pozos de perforación petrolera.

### 3.8. OPERATIVIDAD

Tabla N.3.1 Operatividad

Programa	Actividades	Etapas	Responsable	Evaluación
<b>Adaptador hidráulico para cuñeros de pozos de perforación petrolera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un manual de procedimientos seguros para los trabajadores de PETREX que garantice condiciones seguras y saludables.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar los diagramas de procedimientos</li> <li>2. Establecer el manual de procedimientos</li> <li>3. Aplicar los procedimientos</li> </ol>	Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.	Manual de procedimientos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar los planos del adaptador hidráulico para cuñeros de pozos de perforación petrolera para eliminar el levantamiento de cargas.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar los planos</li> <li>2. Selección y construcción</li> </ol>	Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.	Planos del adaptador hidráulico
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar evaluaciones utilizando el método REBA para establecer el nivel de</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fotos antes y después de la aplicación</li> <li>2. Nivel de riesgo</li> <li>3. Aplicación de software</li> </ol>	Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.	Fotos Software Reba

	riesgo e intervenir con la solución adecuada para disminuir el riesgo.			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar el adaptador hidráulico para cuñeros de pozos de perforación petrolera.</li> </ul>	1.- Implementación del sistema	Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.	Adaptador hidráulico

**Fuente:** Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.

## CAPÍTULO IV

### 4. EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. -

Se realiza un estudio de diagnóstico de cómo se encuentra los factores de riesgo ergonómicos en Petrex, el mismo que se presenta a continuación:

#### 4.1. Matriz de riesgos.

La matriz de factores de riesgo ergonómico se presenta a continuación mediante una captura de pantalla se lo puede visualizar de manera más amplia en la propuesta.

**Tabla No 4.1** Matriz de factores de riesgo ergonómico

Petrex Cía. Ltda			Proceso:		Levantamiento manual de cuñas										
ACTIVIDADES	TAREAS	ROUTINARIO (Sí/No)	PELIGRO			EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO BAJO GT					
			Descripción	Factor de Peligro	Clasificación		Fuente	Medio	Individuo	Nivel de Deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de Probabilidad (NP = ND x NE)	Interpretación del Nivel de Probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de RIESGO
Levantamiento manual de cuñas	Traporte y levantamiento de cuñas	Sí	Existe el peligro de esguínes, trastornos musculoesqueléticos con tendinitis y lumbalgias por esfuerzos, malas posiciones y levantamiento de cuñas	Levantamiento de cuñas y posiciones forzadas	CONDICIONES DE SEGURIDAD: LOCATIVO	Esguínes, fracturas	Ninguno	Ninguno	Ninguno	10	3	30	Muy Alto	25	

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

#### 4.2. Medidas de Ruido.

**Tabla 4.2.** Medición de Ruido

Localización	Medida Tomada	Dosis	Observación
Pozo de perforación de petróleo PETREX	95 dB	Mayor a 1	Existe Riesgo higiénico

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### 4.3. Medidas de Iluminación

Tabla No 4.3 Medición de Iluminación

Localización	Medida Tomada	Dosis	Observación
Pozo de perforación de petróleo PETREX	350 Lux	Menor a 1 (día) Noche no existe riesgo higiénico	Luz natural, noches reflectores con generación eléctrica

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### 4.4. Medidas de temperatura

Tabla No 4.4 Medición de temperatura

Localización	Medida Tomada	Observación
Pozo de perforación de petróleo PETREX	Elevada por temporada	Ventilación Natural, Se debe hidratar el personal

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### 4.5. DATOS DE LOS TRABAJADORES. –

Los resultados de los datos han sido recopilados en el campo y se han presentado sus resultados en el siguiente apartado en base a las observaciones y respuestas del personal operativo del taladro PTX. 20.

## Pregunta 1.-

### Edad de los trabajadores del taladro PTX 20

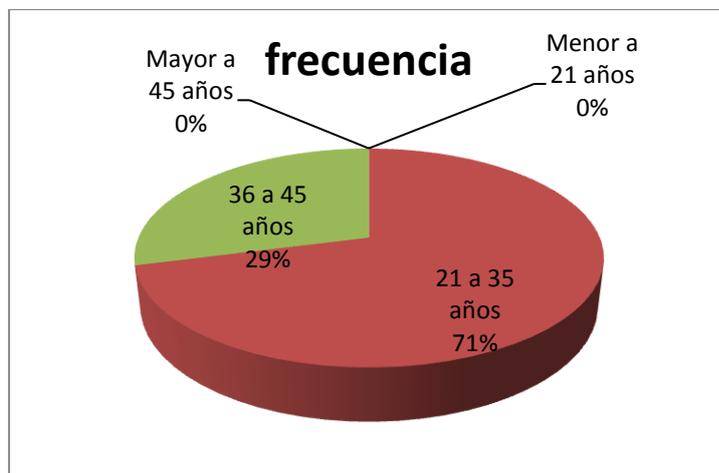
Tabla No. 4.5. Edad de los trabajadores

Descripción	frecuencia
Menor a 21 años	0
21 a 35 años	22
36 a 45 años	9
Mayor a 45 años	0
TOTAL	31

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.1. Edad de los trabajadores



Fuente: Tabla No. 4.5

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis e interpretación:

Al realizar la muestra se ha podido observar que los trabajadores en su mayoría son jóvenes, con edades entre 21 y 35 años y solo un porcentaje menor (29%) con edades entre 36 y 45 años. No existen menores de 21 años o mayores de 45 años como trabajadores operativos.

## Pregunta 2.-

### Turno de los trabajadores del taladro PTX 20

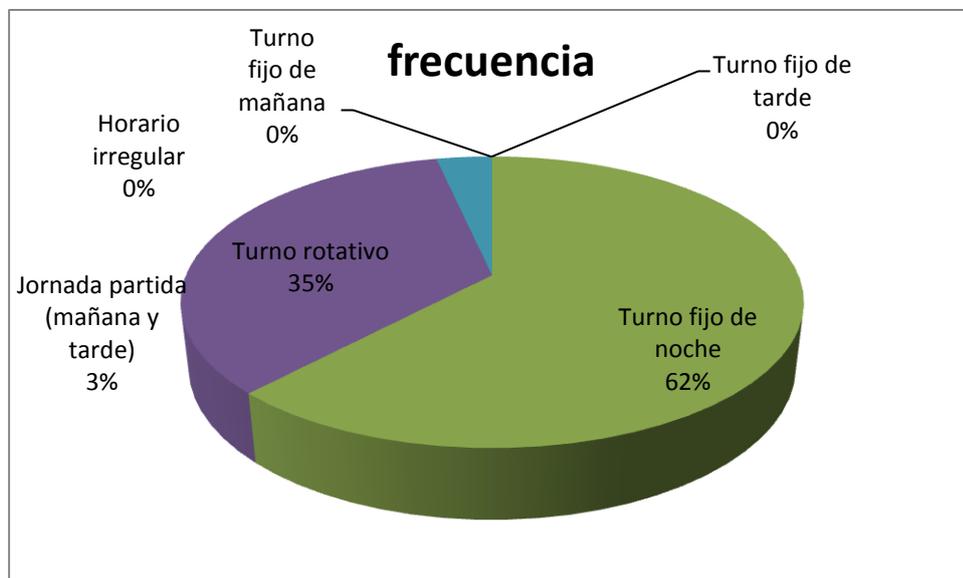
Tabla No. 4.6. Turno de los trabajadores del taladro PTX 20

Descripción	frecuencia
Turno fijo de mañana	0
Turno fijo de tarde	0
Turno fijo de noche	18
Turno rotativo	10
Jornada partida (mañana y tarde)	1
Horario irregular	0
TOTAL	29

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.2. Turno de los trabajadores del taladro PTX 20



Fuente: Tabla No. 4.6

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis e interpretación:

Como se observa la mayor parte tienen turnos fijos en la noche o turnos rotativos, lo cual se esclarecerá al estudiar las horas diarias de trabajo.

**Pregunta 3.-**

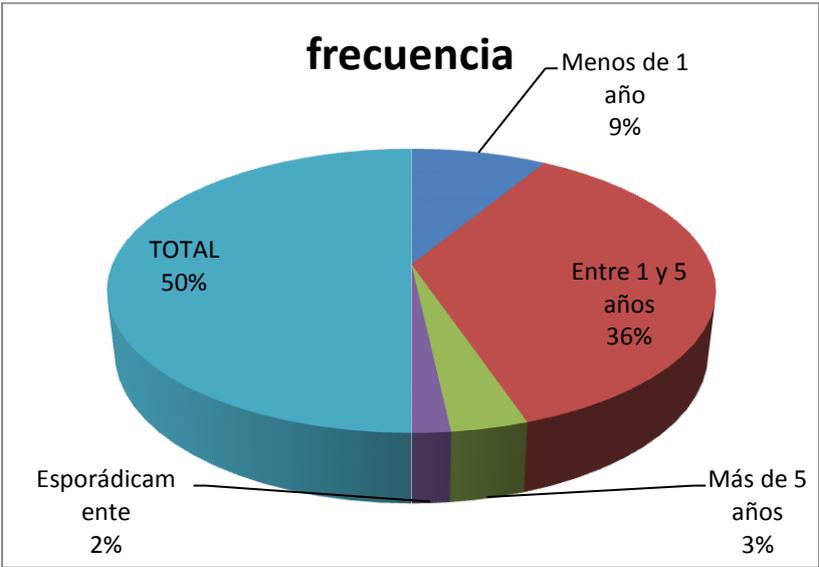
**Tiempo de servicio de los trabajadores del taladro PTX 20**

**Tabla No. 4.7.** Tiempo de servicio de los trabajadores del taladro PTX 20

Descripción	frecuencia
Menos de 1 año	5
Entre 1 y 5 años	21
Más de 5 años	2
Esporádicamente	1
TOTAL	29

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Figura No. 4.3.** Tiempo de servicio de los trabajadores del taladro PTX 20



Fuente: Tabla No. 4.6  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Análisis e interpretación:**

De los trabajadores operativos de la empresa Petrex, en su mayoría son trabajadores de más de 1 año en el trabajo, solamente un 17% tienen su trabajo por menos de 1 año y un 11% más de 5 años.

Estos datos demuestran que los trabajadores en su mayoría tienen experiencia en la empresa y sus enfermedades laborales pueden ir en aumento en caso de ser permanentes.

**Pregunta 4.-**

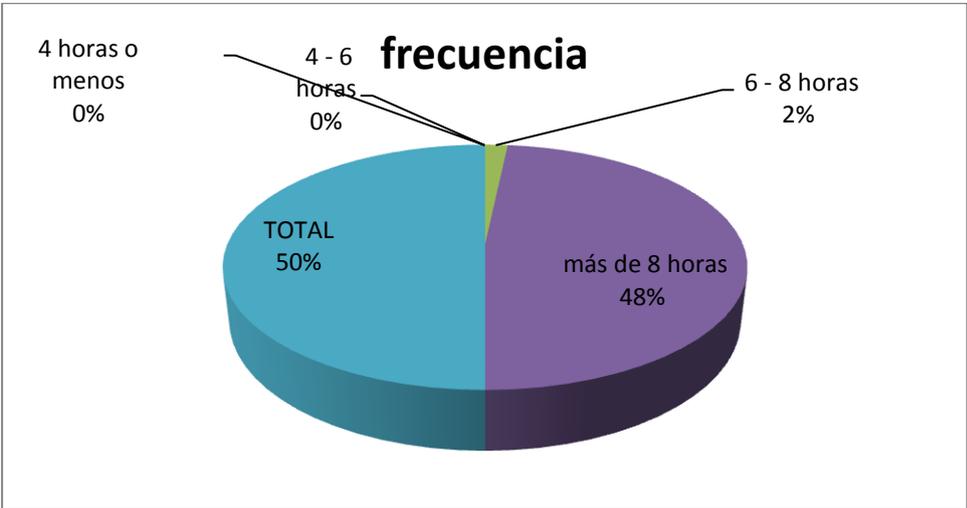
**Horas diarias que trabaja en el taladro PTX 20**

**Tabla No. 4.8.** Horas diarias de trabajo en el taladro PTX 20

Descripción	frecuencia
4 horas o menos	0
4 - 6 horas	0
6 - 8 horas	1
más de 8 horas	29
TOTAL	30

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
 Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Figura No. 4.4.** Horas diarias de trabajo en el taladro PTX 20



Fuente: Tabla No. 4.7  
 Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Análisis e interpretación:**

Es muy importante observar que la mayor parte de trabajadores trabajan turnos de 12 horas, convirtiéndose en un trabajo demasiado pesado y puede tener efectos en la salud, como posteriormente se analizará.

#### 4.6. ENCUESTA ANTES DE LA APLICACIÓN. –

##### Pregunta 1.-

##### Ha presentado incapacidad médica por algunas molestias osteomusculares

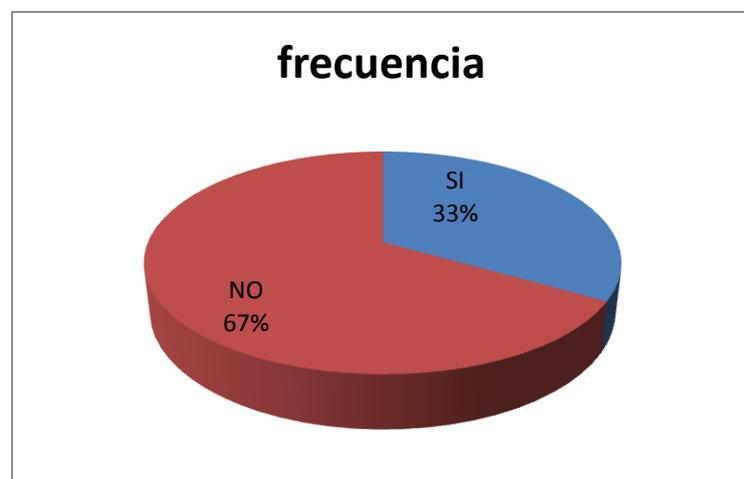
Tabla No. 4.9. Incapacidad médica por molestias osteomusculares

Descripción	frecuencia
SI	3
NO	6
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.5. Incapacidad médica por molestias osteomusculares



Fuente: Tabla No. 4.8

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

##### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si ha presentado incapacidad médica por algunas molestias osteomusculares tenemos: el 33% presenta molestias y el 67% no.

##### Interpretación:

Para mejorar las condiciones de salud sobre todo las molestias osteomusculares en los trabajadores del taladro PTX 20 se debe diseñar e implementar el equipo de extracción hidráulico de cuñas para realizar un ataque a la fuente.

**Pregunta 2.-**

**Ha presentado sintomatología dolorosa en alguna región de su cuerpo**

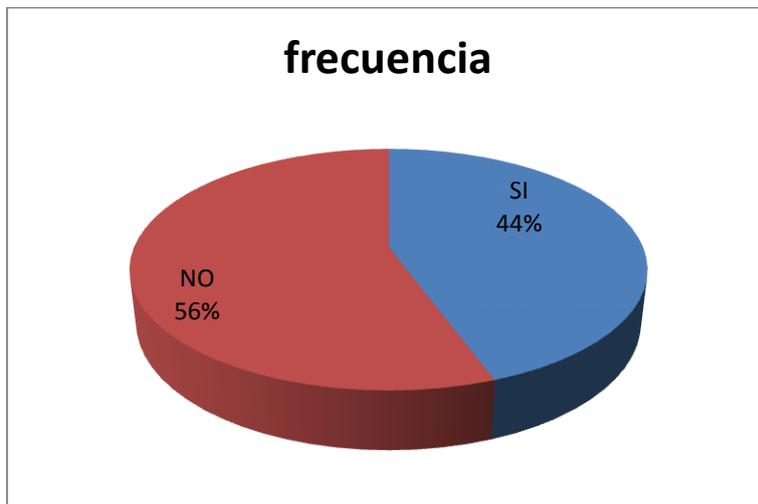
**Tabla No. 4.10.** Sintomatología dolorosa en el cuerpo

Descripción	frecuencia
SI	4
NO	5
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Figura No. 4.6.** Sintomatología dolorosa en el cuerpo



Fuente: Tabla No. 4.9

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Análisis:**

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si ha presentado sintomatología dolorosa en el cuerpo tenemos: el 34 % que si presenta y el 56 % que no.

**Interpretación:**

Para solucionar estas molestias dolorosas en el cuerpo de los trabajadores del taladro PTX 20 es necesario implementar evaluaciones ergonómicas, valoraciones médicas y capacitaciones que permita mejorar las condiciones laborales del trabajador.

**Pregunta 3.-**

**En qué parte del cuerpo presenta la sintomatología**

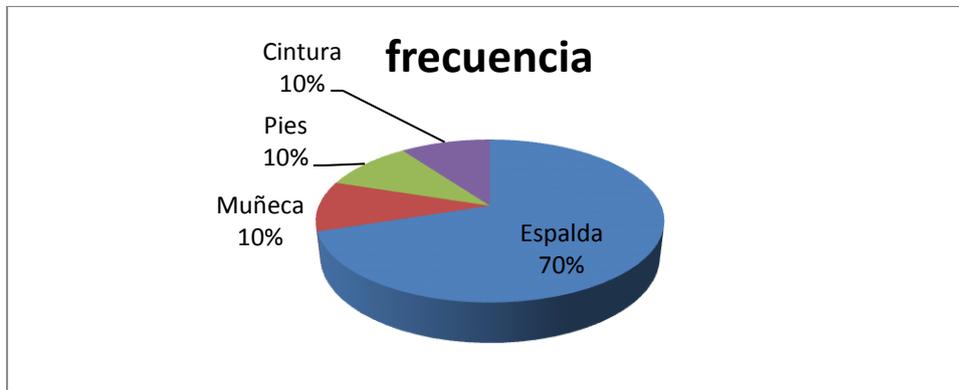
**Tabla No. 4.11.** Partes donde presenta sintomatología

Descripción	frecuencia
Espalda	7
Muñeca	1
Pies	1
Cintura	1
TOTAL	10

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Figura No. 4.7.** Partes donde presenta sintomatología



Fuente: Tabla No. 4.10

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Análisis:**

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre en qué partes del cuerpo presenta sintomatologías tenemos: 70% en espalda, 10 % cintura, 10% pies y 10% muñecas.

**Interpretación:**

Para mejorar las condiciones de dolor en diferentes partes del cuerpo es necesario implementar medidas de control especialmente en la fuente como es la planteada en la propuesta de investigación.

#### Pregunta 4.-

#### Puntaje que daría a sus síntomas actuales

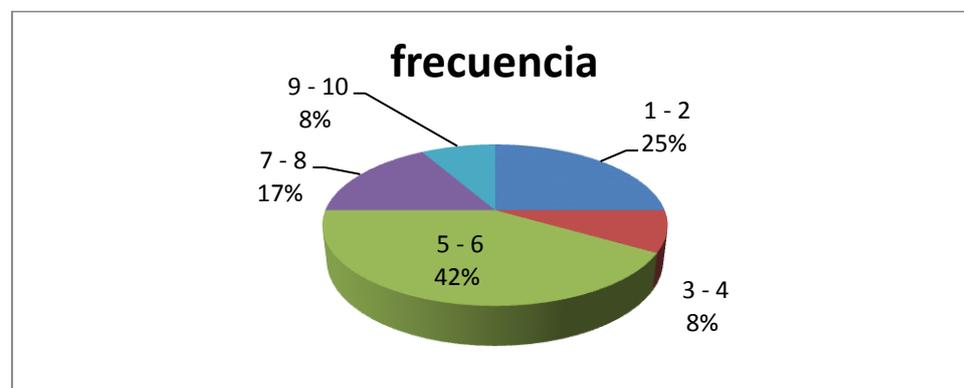
Tabla No. 4.12 Puntaje asignado a los síntomas

Descripción	frecuencia
1 - 2	3
3 - 4	1
5 - 6	5
7 - 8	2
9 - 10	1
TOTAL	12

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.8. Puntaje asignado a los síntomas



Fuente: Tabla No. 4.11

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

#### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre el puntaje asignado a los síntomas de dolor en el cuerpo el 25% presenta un puntaje bajo, el 50% medio y el 25% alto.

#### Interpretación:

Es necesario disminuir los porcentajes del 75 que están entre medio alto con medidas de control preventivas sobre todo en el manejo de cargas y de posiciones inadecuadas durante el trabajo.

**Pregunta 5.-**

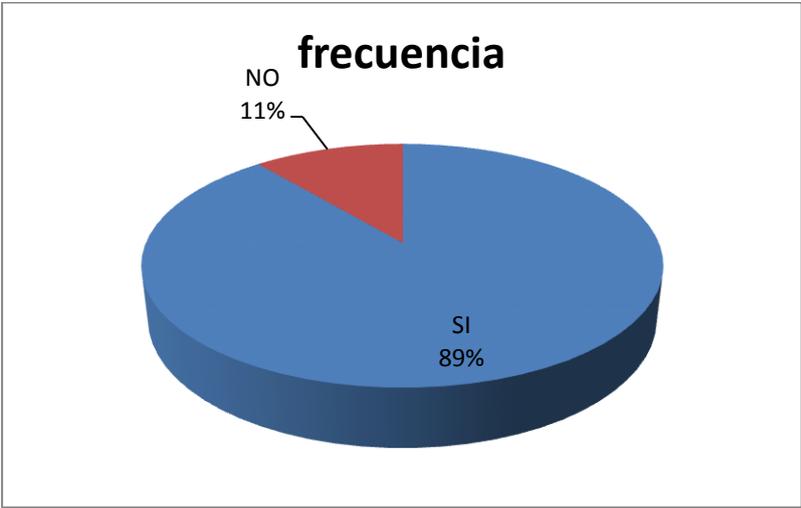
**Realiza fuerzas o levanta cargas superiores a 5 kilos durante su jornada laboral**

**Tabla No. 4.13.** Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral

Descripción	frecuencia
SI	8
NO	1
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Figura No. 4.9.** Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral



Fuente: Tabla No. 4.12  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Análisis:**

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si levantan cargas superiores a 5 Kg tenemos: 89 % que sí y el 11 % que no.

### Interpretación:

Es necesario realizar capacitaciones sobre levantamientos de carga, manejo de cargas, posiciones forzadas y la utilización de la herramienta automática para levantamiento de cuñas.

### Pregunta 6.-

#### Existe un equipo hidráulico para levantamiento de cuñas

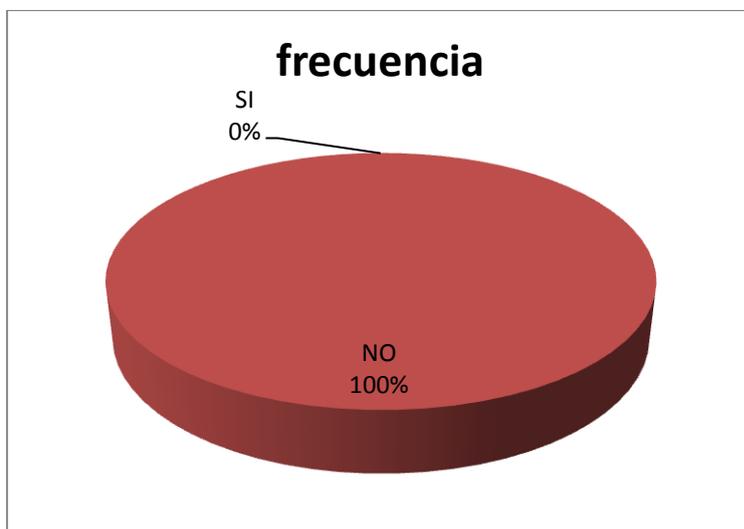
Tabla No. 4.14. Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas

Descripción	frecuencia
SI	0
NO	9
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.10. Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas



Fuente: Tabla No. 4.13

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si existe un equipo hidráulico para levantamiento de cuñas tenemos el 100 % responde que no.

## Interpretación:

Para disminuir las molestias osteomusculares o eliminarlas es necesario implementar el sistema hidráulico para eliminar en la fuente y mejorar las condiciones del entorno.

## Pregunta 7.-

### Existen planos, videos, procedimientos para el levantamiento de cuñas sin utilizar al trabajador

Tabla No. 4.15. Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas

Descripción	frecuencia
SI	0
NO	9
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.11. Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas



Fuente: Tabla No. 4.14

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si existen de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas el 100% de los trabajadores responden que no.

### Interpretación:

Se debe implementar todo lo que sea necesario para un buen manejo de la propuesta de investigación planteada.

#### 4.6.1. Evaluación Reba

Como se detalló previamente en la metodología, se ha aplicado el método REBA por el cargo y el trabajo que realiza con el siguiente detalle.

Tabla No. 4.16. Aplicación del método por tipo de procedimiento

CARGO	TRABAJO PRINCIPAL
CUÑERO	Manejo y colocación de la cuña

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

A continuación, se presentan los resultados por cargo y trabajo de acuerdo a las puntuaciones que indica el método REBA.

### GRUPO A

Tabla No. 4.17. Grupo A (Manejo y colocación de la cuña)

TRONCO	PUNTUACIÓN
El tronco está erguido	1
El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión	2
El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión	3
El tronco está flexionado más de 60 grados	4
Modificación de puntuación	
Existe torsión o inclinación lateral del tronco	+1
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>

<b>CUELLO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión	1
El cuello está flexionado más de 20 grados o extendido	2
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.	+1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

<b>PIERNAS</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Soporte bilateral, andando o sentado.	1
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## **GRUPO B**

**Tabla No. 4.18.** Grupo B (Manejo y colocación de la cuña)

<b>BRAZO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión	1
El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión	2
El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.	3
El brazo está flexionado más de 90 grados.	4
<b>Modificación de puntuación</b>	

El brazo está abducido o rotado	+1
El hombro está elevado	+1
Existe apoyo o postura a favor de la gravedad	-1
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>

<b>ANTEBRAZO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	1
El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados	2
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>

<b>MUÑECA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión	1
La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	2
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe torsión o desviación lateral de la muñeca	+1
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## MODIFICACIONES POR FUERZA Y AGARRE

**Tabla No. 4.19.** Modificaciones por fuerza y agarre (Manejo y colocación de la cuña)

<b>FUERZA O CARGA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
La carga o fuerza es menor de 5 kg.	+0
La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg.	+1
La carga o fuerza es mayor de 10 kg.	+2
<b>Modificación de puntuación</b>	
La fuerza se aplica bruscamente	+1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

<b>TIPO DE AGARRE</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Agarre bueno El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
Agarre regular  El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Agarre malo El agarre es posible pero no aceptable	+2

Agarre inaceptable El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.	+3
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## PUNTUACIÓN C

**Tabla No. 4.20.** Puntuación C (Manejo y colocación de la cuña)

Actividades	PUNTUACIÓN
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## RESULTADOS

**Tabla No. 4.21.** Resultados (Manejo y colocación de la cuña)

Cuello	3
piernas	4
tronco	5

tabla A	9
Modificación carga o fuerza	3
Total A	12

Antebrazo	2
Muñeca	2
Brazo	4

Tabla B	6
Modificación tipo de agarre	0
Total B	6

Tabla C	12
Modificación C	1
Total C	13

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Tabla No. 4.22.** Nivel de Riesgos (Manejo y colocación de la cuña)

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 - 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 - 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 - 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 - 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Se puede observar en el caso de los cuñeros la necesidad de actuación inmediata ya que las posiciones del cuerpo para levantar la cuña son incómodas y lesionan la columna lumbar como se ha observado en las fotos y en la observación de campo.

## 4.7. ENCUESTA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN. -

### Pregunta 1.-

#### Ha presentado incapacidad médica por algunas molestias osteomusculares

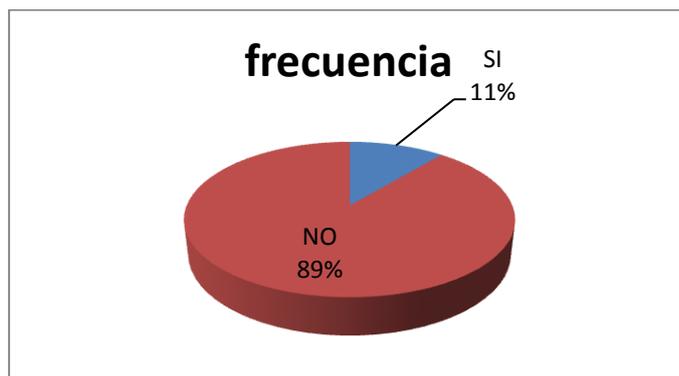
Tabla No. 4.23. Incapacidad médica por molestias osteomusculares

Descripción	frecuencia
SI	1
NO	8
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.12. Incapacidad médica por molestias osteomusculares



Fuente: Tabla No. 4.22

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si ha presentado incapacidad médica por algunas molestias osteomusculares tenemos: el 11% presenta molestias y el 89% no.

### Interpretación:

Para mejorar las condiciones de salud sobre todo las molestias osteomusculares en los trabajadores del taladro PTX 20 se debe continuar con la implementación del equipo de extracción hidráulico de cuñas para realizar un ataque a la fuente.

## Pregunta 2.-

### Ha presentado sintomatología dolorosa en alguna región de su cuerpo

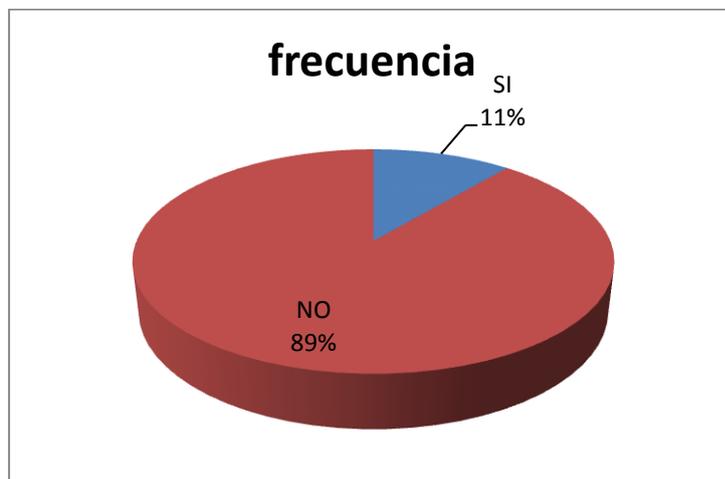
Tabla No. 4.24. Sintomatología dolorosa en el cuerpo

Descripción	frecuencia
SI	1
NO	8
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.13. Sintomatología dolorosa en el cuerpo



Fuente: Tabla No. 4.23

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si ha presentado sintomatología dolorosa en el cuerpo tenemos: el 11 % que si presenta y el 89 % que no.

### Interpretación:

Para solucionar estas molestias dolorosas en el cuerpo de los trabajadores del taladro PTX 20 es necesario continuar con las evaluaciones ergonómicas, valoraciones médicas y capacitaciones que permita mejorar las condiciones laborales del trabajador pesar de que son mínimas.

### Pregunta 3.-

#### En qué parte del cuerpo presenta la sintomatología

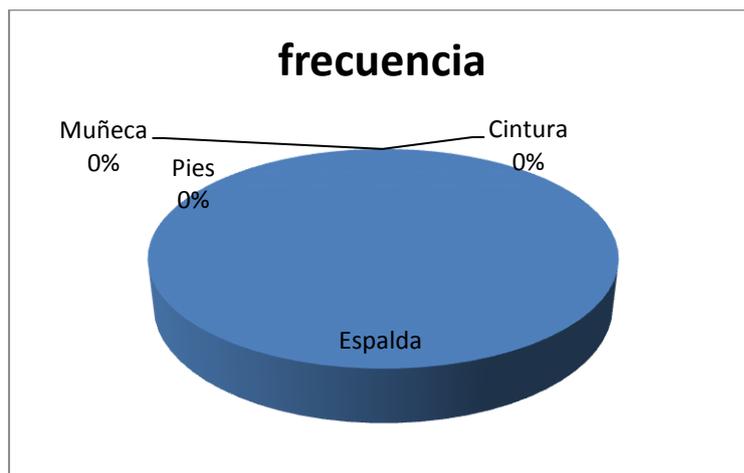
Tabla No. 4.25. Partes donde presenta sintomatología

Descripción	frecuencia
Espalda	1
Muñeca	0
Pies	0
Cintura	0
TOTAL	1

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.14. Partes donde presenta sintomatología



Fuente: Tabla No. 4.24

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

#### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre en qué partes del cuerpo presenta sintomatologías tenemos un trabajador con dolor de espalda.

#### Interpretación:

Para disminuir las condiciones de dolor en espalda es necesario implementar pausas activas en el trabajo.

#### Pregunta 4.-

#### Puntaje que daría a sus síntomas actuales

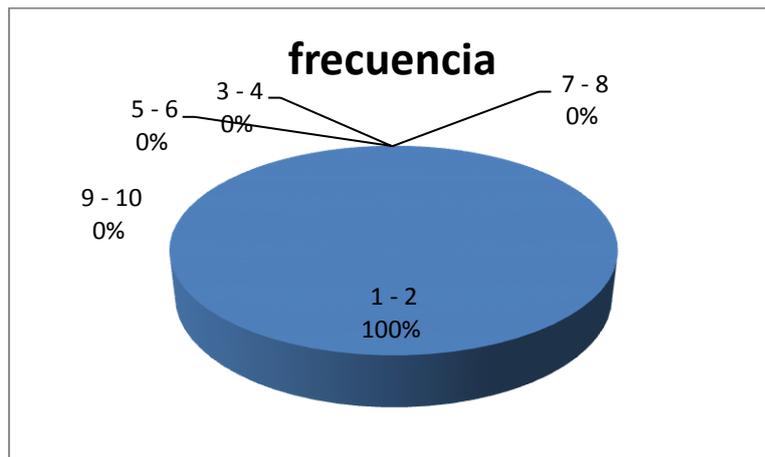
Tabla No. 4.26 Puntaje asignado a los síntomas

Descripción	frecuencia
1 - 2	9
3 - 4	0
5 - 6	0
7 - 8	0
9 - 10	0
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.15. Puntaje asignado a los síntomas



Fuente: Tabla No. 4.25

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

#### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre el puntaje asignado a los síntomas de dolor en el cuerpo el 100 % presenta un puntaje bajo.

#### Interpretación:

Es necesario mantener exámenes periódicos a los trabajadores del taladro PTX 20 para monitorear la disminución de sus dolencias.

## Pregunta 5.-

### Realiza fuerzas o levanta cargas superiores a 5 kilos durante su jornada laboral

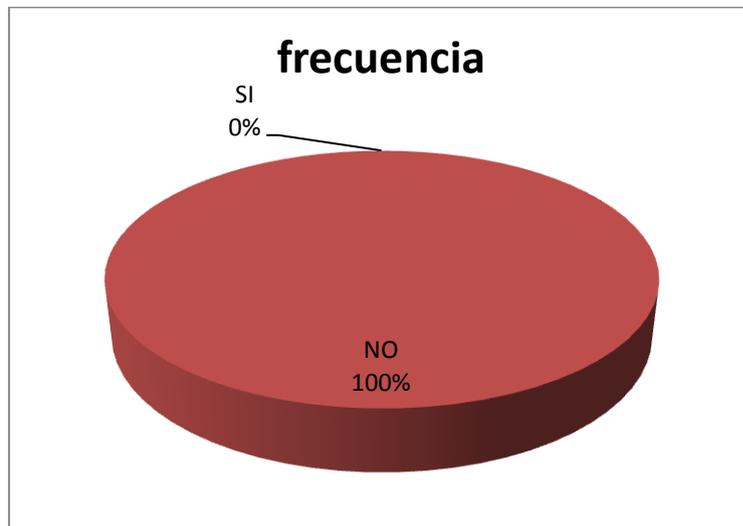
Tabla No. 4.27. Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral

Descripción	frecuencia
SI	0
NO	9
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.16. Levanta fuerzas superiores a 5 Kg en su jornada laboral



Fuente: Tabla No. 4.26

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si levantan cargas superiores a 5 Kg tenemos: 0 % que sí y el 100 % que no.

### Interpretación:

Es necesario continuar con las capacitaciones sobre levantamientos de carga, manejo de cargas, posiciones forzadas y la utilización de la herramienta automática para levantamiento de cuñas.

### Pregunta 6.-

### Existe un equipo hidráulico para levantamiento de cuñas

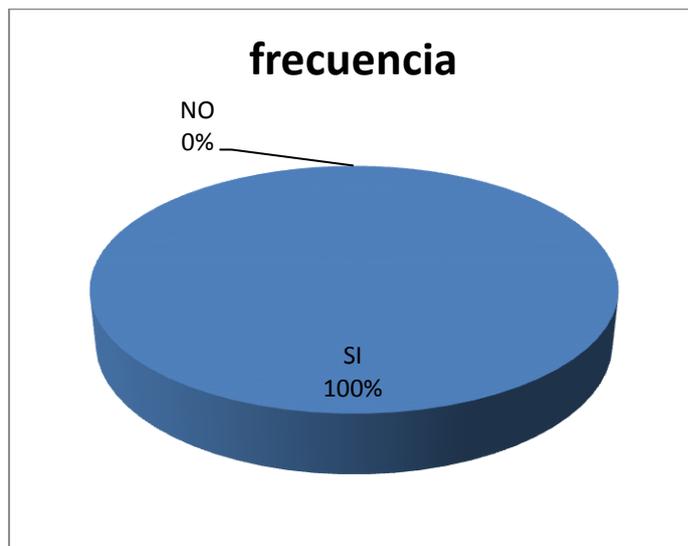
Tabla No. 4.28. Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas

Descripción	frecuencia
SI	9
NO	0
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Figura No. 4.17. Equipo hidráulico para levantamiento de cuñas



Fuente: Tabla No. 4.27

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

### Análisis:

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si existe un equipo hidráulico para levantamiento de cuñas tenemos el 100 % responde que sí.

### Interpretación:

Se debe implementar el sistema hidráulico para eliminar en la fuente y mejorar las condiciones del entorno en otros campos de perforación.

**Pregunta 7.-**

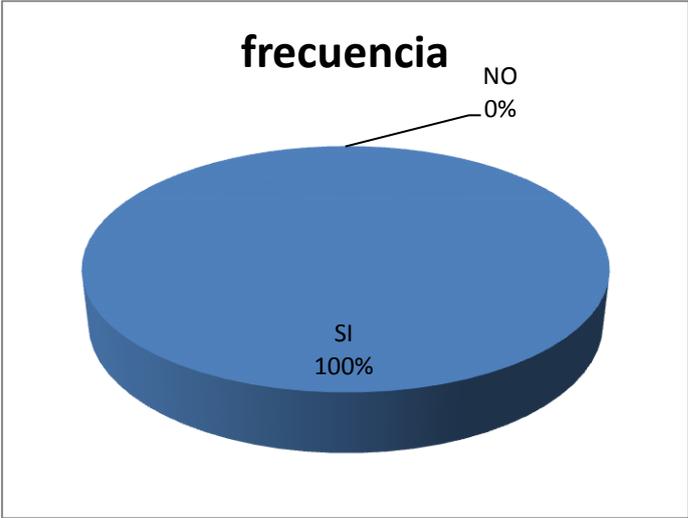
**Existen planos, videos, procedimientos para el levantamiento de cuñas sin utilizar al trabajador**

**Tabla No. 4.29.** Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas

Descripción	frecuencia
SI	9
NO	0
TOTAL	9

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Figura No. 4.18.** Existencia de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas



Fuente: Tabla No. 4.28  
Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Análisis:**

Al preguntar a los trabajadores del taladro PTX 20 sobre si existen de planos, videos, procedimientos para levantar cuñas el 100% de los trabajadores responden que sí.

**Interpretación:**

Se debe continuar con la implementación de todo lo que sea necesario para un buen manejo de la propuesta de investigación planteada.

#### 4.7.1. Evaluación Reba

Como se detalló previamente en la metodología, se ha aplicado el método REBA por el cargo y el trabajo que realiza con el siguiente detalle.

**Tabla No. 4.30.** Aplicación del método por tipo de procedimiento

<b>CARGO</b>	<b>TRABAJO PRINCIPAL</b>
<b>CUÑERO</b>	Manejo y colocación de la cuña

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

A continuación, se presentan los resultados por cargo y trabajo de acuerdo a las puntuaciones que indica el método REBA.

#### GRUPO A

**Tabla No. 4.31.** Grupo A (Manejo y colocación de la cuña)

<b>TRONCO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El tronco está erguido	1
El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión	2
El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión	3
El tronco está flexionado más de 60 grados	4
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe torsión o inclinación lateral del tronco	+1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

<b>CUELLO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión	1
El cuello está flexionado más de 20 grados o extendido	2
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.	+1

<b>TOTAL</b>	<b>1</b>
--------------	----------

<b>PIERNAS</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Soporte bilateral, andando o sentado.	1
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## GRUPO B

**Tabla No. 4.32.** Grupo B (Manejo y colocación de la cuña)

<b>BRAZO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión	1
El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión	2
El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.	3
El brazo está flexionado más de 90 grados.	4
<b>Modificación de puntuación</b>	
El brazo está abducido o rotado	+1
El hombro está elevado	+1
Existe apoyo o postura a favor de la gravedad	-1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>

<b>ANTEBRAZO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	1
El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados	2
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>

<b>MUÑECA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión	1
La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	2
<b>Modificación de puntuación</b>	
Existe torsión o desviación lateral de la muñeca	+1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## MODIFICACIONES POR FUERZA Y AGARRE

**Tabla No. 4.33. Modificaciones por fuerza y agarre (Manejo y colocación de la cuña)**

La carga o fuerza es menor de 5 kg.	+0
La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg.	+1
La carga o fuerza es mayor de 10 kg.	+2
<b>Modificación de puntuación</b>	
La fuerza se aplica bruscamente	+1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>
<b>TIPO DE AGARRE</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Agarre bueno El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
Agarre regular El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Agarre malo El agarre es posible pero no aceptable	+2
Agarre inaceptable El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.	+3
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>

## PUNTUACIÓN C

**Tabla No. 4.34. Puntuación C (Manejo y colocación de la cuña)**

<b>Actividades</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

<b>TOTAL</b>	<b>1</b>
--------------	----------

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
 Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

## RESULTADOS

**Tabla No. 4.35.** Resultados (Manejo y colocación de la cuña)

Cuello	1
Piernas	1
Tronco	1

tabla A	3
Modificación carga o fuerza	0
<b>Total A</b>	<b>3</b>

Antebrazo	0
Muñeca	0
Brazo	0

Tabla B	6
Modificación tipo de agarre	0
<b>Total B</b>	<b>6</b>

Tabla C	0
Modificación C	0
<b>Total C</b>	<b>0</b>

Fuente: Petrex Cía. Ltda.  
 Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

**Tabla No. 4.36.** Nivel de Riesgos (Manejo y colocación de la cuña)

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
<b>2 - 3</b>	<b>1</b>	<b>Bajo</b>	<b>Puede ser necesaria la actuación</b>
4 - 7	2	Medio	<b>Es necesaria la actuación</b>
8 - 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

11 - 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.
---------	---	----------	---

Fuente: Petrex Cía. Ltda.

Elaborado por: Ing. Ángel Bladimiro Cabezas

Se puede observar en el caso de los cuñeros puede ser necesaria la actuación, el nivel de riesgo es bajo.

#### 4.8. PRUEBA DE HIPÒTESIS. -

##### 4.8.1. Procedimiento para la prueba de hipótesis. -

###### a) PLANTEAMIENTO DE LA HIPÒTESIS ESPECÍFICA 1.-

1.- Se establece la hipótesis Ho y Hi

**Ho:** Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros no permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.

**Hi:** Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.

2. – Se escoge un nivel de significación. Se selecciona el nivel 0.05 que es el mismo para el error tipo I.

Por tanto 0.05 es la probabilidad de que se rechace la hipótesis nula.

3.- Se selecciona el estadístico de prueba, que para nuestra investigación es el chi cuadrado.

$$\chi_{c^2} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dónde:

$f_o$  = frecuencia observada en una frecuencia específica

$f_e$  = Frecuencia esperada en una frecuencia específica

$\chi^2 = 3.841$  (tabla)

4.- Se plantea la regla de decisión. Este número se determina por el número de columnas (-1) multiplicado por el número de filas (-1) y se elabora la tabla de contingencia, frecuencias observadas esperadas.

Las frecuencias observadas corresponden a los resultados del antes y después de la aplicación.

### Frecuencia observada

Interpretación de la Hipótesis 1	Frecuencia observada antes ( $f_o$ )	Frecuencia observada después ( $f_o$ )	Total ( $T_i$ )
Si	9	0	9
No	0	9	9
Total identificado y evaluado ( $T_j$ )	9	9	18 ( $T_t$ )

### Frecuencia esperada

Interpretación de la hipótesis 1	Frecuencia esperada antes ( $f_e$ )	Frecuencia esperada después ( $f_e$ )	Total ( $T_i$ )
Si	4.5	4.5	9
No	4.5	4.5	9
Total identificado y evaluado ( $T_j$ )	9	9	18

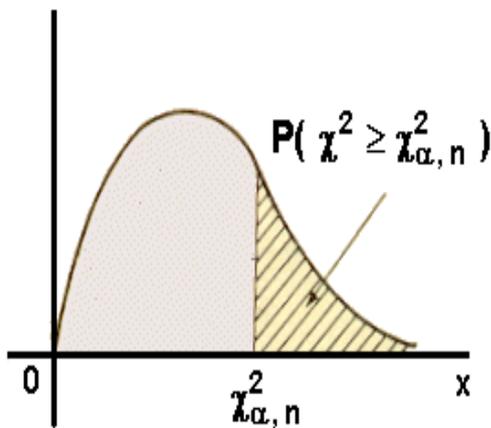
5.- Calculamos de acuerdo a la fórmula de chi cuadrado y tenemos:

	Alternativas	$f_o$	$f_e$	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
Antes	SI	9	4.5	4.5	20.25	4.5
	NO	0	4.5	- 4.5	20.25	4.5
Después	SI	0	4.5	-4.5	20.25	4.5

	NO	9	4.5	4.5	20.25	4.5
						$x_{c^2} = 18$

5.- Decisión. -

Como chi cuadrado calculado  $x_{c^2} = 18 > x_{t^2} = 3.841$  (tabla), se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ .



Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.

#### a) PLANTEAMIENTO DE LA HIPÒTESIS ESPECÍFICA 2.-

1.- Se establece la hipótesis  $H_0$  y  $H_1$

**$H_0$ :** Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros no permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.

**$H_1$ :** Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.

2. – Se escoge un nivel de significación. Se selecciona el nivel 0.05 que es el mismo para el error tipo I.

Por tanto 0.05 es la probabilidad de que se rechace la hipótesis nula.

3.- Se selecciona el estadístico de prueba, que para nuestra investigación es el chi cuadrado.

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dónde:

$f_o$  = frecuencia observada en una frecuencia específica

$f_e$  = Frecuencia esperada en una frecuencia específica

$\chi^2 = 3.841$  (tabla)

4.- Se plantea la regla de decisión. Este número se determina por el número de columnas (-1) multiplicado por el número de filas (-1) y se elabora la tabla de contingencia, frecuencias observadas esperadas.

Las frecuencias observadas corresponden a los resultados del antes y después de la aplicación.

### Frecuencia observada

Interpretación de la Hipótesis 2	Frecuencia observada antes (fo)	Frecuencia observada después (fo)	Total (Ti)
Si	9	0	9
No	0	9	9
Total identificado y evaluado (Tj)	9	9	18 (Tt)

### Frecuencia esperada

Interpretación de la hipótesis 2	Frecuencia esperada antes (fe)	Frecuencia esperada después (fe)	Total (Ti)
Si	4.5	4.5	9

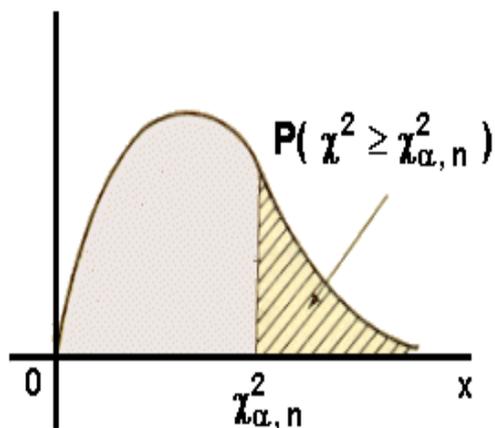
No	4.5	4.5	9
Total identificado y evaluado (Tj)	9	9	18

5.- Calculamos de acuerdo a la fórmula de chi cuadrado y tenemos:

	Alternativas	fo	fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Antes	SI	9	4.5	4.5	20.25	4.5
	NO	0	4.5	- 4.5	20.25	4.5
Después	SI	0	4.5	-4.5	20.25	4.5
	NO	9	4.5	4.5	20.25	4.5
						$\chi^2 = 18$

6.- Decisión. -

Como chi cuadrado calculado  $\chi^2 = 18 > \chi^2_{t^2} = 3.841$  (tabla), se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ .



**Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.**

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- La evaluación ergonómica en los trabajadores de perforación de pozos PTX 20, permitió determinar las posiciones forzadas en el momento del levantamiento de las cuñas que generan dolencias osteomusculares; mediante la aplicación de Reba para establecer los factores de riesgo y reducir mediante un ataque a la fuente con la implementación del sistema automático de levantamiento de cuñas.
- Las condiciones de iluminación, ruido, temperatura permite aplicar las medidas preventivas en los pozos de perforación de petróleo comparando con la norma establecida y aplicar medidas preventivas en caso de ser necesario.
- El peso de las cuñas excede los 23 Kg establecidos por la normativa causa dolencias en el personal de perforación de pozos petroleros causa molestias lumbares en el personal provocando giros de tronco, cuello, muñecas y extremidades superiores e inferiores las mismas que se han minimizado o eliminado con el sistema de extracción hidráulico implementada en la investigación.
- Con el manual de procedimientos para levantamiento de cuñas, planos y videos de cómo se realiza la tarea el trabajador se encuentra capacitado en reducir el factor de riesgo, manejar los equipos de manera adecuada que permite mejorar los índices de producción diaria en el campo, reducir accidentes y enfermedades profesionales como objetivo principal de la seguridad industrial.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda capacitar a los trabajadores sobre los procedimientos de uso del equipo de extracción de cuñas para minimizar el riesgo, así como sobre otros temas importantes dentro de las funciones que desempeña el trabajador en el campo.
- Se recomienda continuar con la aplicación del manual de procedimientos para el levantamiento de cargas en los trabajadores de perforación de pozos y del uso del equipo implantado.
- Se recomienda implementar pausas activas de 5 minutos cada 2 horas para mitigar los efectos del cansancio con gimnasia motivacional complementada con rotación de puestos y alternabilidad para no paralizar la producción.
- Al contar con los planos del equipo y al tener varios campos de explotación de petróleo es necesario que la empresa invierta en el sistema de extracción hidráulico de cuñas para minimizar o eliminar el riesgo demostrada en la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURGOYNE Jr., A.T., CHENEVERT, M. E., MILHEIM, K. K, y Young Jr., F. S.:  
“Applied Drilling Engineering”, SPE Textbook series.

T H HILL ASSOCIATES, Inc. Standard DS-1 “Drill Stem Design and Inspection, Third Edition”, 1996

MITCHELL ENGINEERING: Advanced Oil Well Drilling Engineering Handbook & Computer. Program 10th Edition, 1st Revision, July 1995.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE: “Recommended Practices for Drill Stem Design and Operating Limits”. API Recommended Practice 7G sixteenth edition, December 1, 1998.

"APUNTES PARA EL LABORATORIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS". UPIICSA-IPN, ACADEMIA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD, MÉXICO D.F., 2002.

THE CROSBY GROUP, INC “CATALOGO GENERAL ENERO” 2000

DIVISIÓN DE SMITH INTERNATIONAL INC “LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA” 1990

PETROLEUM EQUIPMENT GROUP “DRILL STRING Y CASING HANDLING EQUIPMENT”

SMITH DRILLING Y COMPLETIONS, “MANUAL DE PERFORACION”1997

THE HILL ASSOCIATES, INC, “DISEÑO E INSPECCION DE LA SARTA DE PERFORACION “, PRIMERA EDICION NOVIEMBRE, 1994.

SMITH DRILCO, “MANUAL DRILCO DE CONJUNTOS DE PERFORACION “EDICION DE 1978.

ALFONSO R GARCIA CUETO, PROCEDIMIENTO Y PARTICULAS DE ENTRENAMIENTO DEL CURSO DE PARTICULAS MAGNETICAS NIVELES I Y II

TF DE MEXICO, S. A., "JUNTAS PARA TUBERIA DE PERFORACION ", CATALOGO 1983.

Millheim, K.K.: DIRECTIONAL DRILLING; Oil and Gas Journal (eight-part series) beginning Nov.6, 1978 and ending Feb. 12, 1979.

La información referente a la Inspección de Tuberías de Perforación, ha sido tomada del boletín A.P.I. RP 7G, Décima edición, enero de 1981, Sección 10.

Hernán Ramos Jiménez, OPERACIÓN NIVEL III, Curso de Capacitación y Desarrollo de habilidades en Actividades de Perforación y Mantenimiento de pozos.

**ANEXOS**

**ANEXO I**

**ANTEPROYECTO.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
VICERRECTORADO DE POST GRADO E INVESTIGACIÓN  
INSTITUTO DE POST GRADO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN  
PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL  
DECLARACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**“ESTUDIO DE RIESGOS ERGONÓMICOS POR MOVIMIENTOS  
REPETITIVOS EN EL PUESTO DE TRABAJO DE CUÑERO EN UN  
EQUIPO DE PERFORACIÓN DE POZOS DE PETROLEO.”**

**PROPONENTE:**

**Ing. Ángel Bladimiro Cabezas Rojas.**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2016**

## **1. TEMA.**

Evaluación de los riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el ausentismo del puesto de cuñero de un equipo de perforación de pozos de petróleo por manipulación de herramientas y equipos.

## **2. PROBLEMATIZACION.**

### **2.1 Ubicación del sector donde se va a realizar la investigación.**

Petrex S.A. es una empresa del grupo SAIPEM la cual opera en el Ecuador desde el año 2005; en la actualidad oferta su servicio en el país con un equipo de perforación PTX 20 ubicado en el bloque 10 contratado por Agip Oil Ecuador el mismo que trabaja en el campo Villano y es objeto del presente estudio.

### **2.2 Situación problemática.**

Dentro de la Categorización del Riesgo por Sectores y Actividades Productivas de la Unidad Técnica de Seguridad y Salud del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, el sector de la extracción de petróleo, así como las actividades de perforación de pozos y servicios relacionados con esta actividad han obtenido un puntaje que lo califica como de Alto Riesgo (Ministerio de Relaciones Laborales, 2014).

Esta clasificación está ligada no solo a la cantidad de accidentes que se han presentado en la perforación de pozos petroleros sino a las enfermedades musculo esqueléticas por riesgos ergonómicos que son sinónimo de ausentismo laboral y enfermedades ocupacionales que si no se tratan a tiempo se degeneran convirtiéndose en incapacitantes.

En esta actividad están presentes factores de riesgo tales como, mecánicos, físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales; siendo los factores de riesgo ergonómicos por movimientos repetitivos los que frecuentemente predominan debido a la gran cantidad de equipos mecánicos y herramientas que son necesarios para realizar este trabajo cuya materialización del riesgo desemboca en accidentes. Según el último boletín

estadístico publicado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), solamente en el año 2012 se han reportado en el Seguro General de Riesgos del Trabajo 469 casos de accidentes para el sector relacionado con la extracción de petróleo lo que representa el 6% de la totalidad de casos reportados (IESS, 2012).

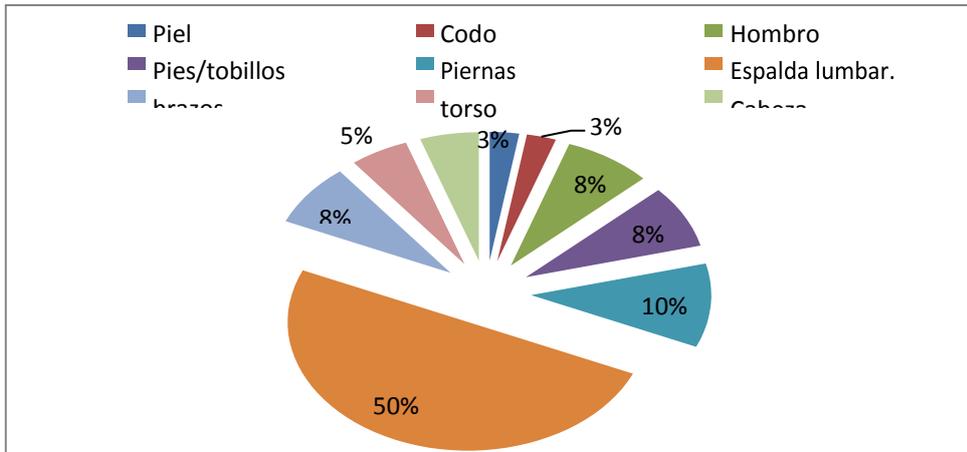
La perforación de pozos de petróleo se realiza utilizando equipos convencionales de gran capacidad y potencia donde los trabajadores deben utilizar herramientas y maquinaria muy pesadas en las cuales se requiere presiones de trabajo muy altas, para realizar conexiones de tubería, y/o conexiones con herramientas de fondo y/o ensamblaje con brocas para la perforación de pozos con profundidades que oscilan entre 6000 y 7000 pies.

Esta gran cantidad de herramientas de perforación representan un reto para las personas que las operan como son los cuñeros quienes deben cumplir con varias actividades e el equipo de perforación entre ellas levantar diferentes tipos de cuña con diferentes pesos según el diámetro de tubería debiendo cumplir con miles de movimientos repetitivos para la consecución y finalización de la perforación de un solo pozo.

### **2.2.1. Estadística Mundial de la IADC (International Association Of Drilling contractors).**

La Asociación mundial de contratistas de la industria de la perforación y mantenimiento de pozos petroleros tiene como fin el unificar a las empresas a nivel mundial en el área técnica de la perforación; tienen publicaciones mensuales y dedican una gran parte de su trabajo a la recolección de estadísticas de accidentes suscitados en torres de perforación y reacondicionamiento a nivel mundial, haciendo una clasificación entre el tipo de lesiones, y las causas que las generan.

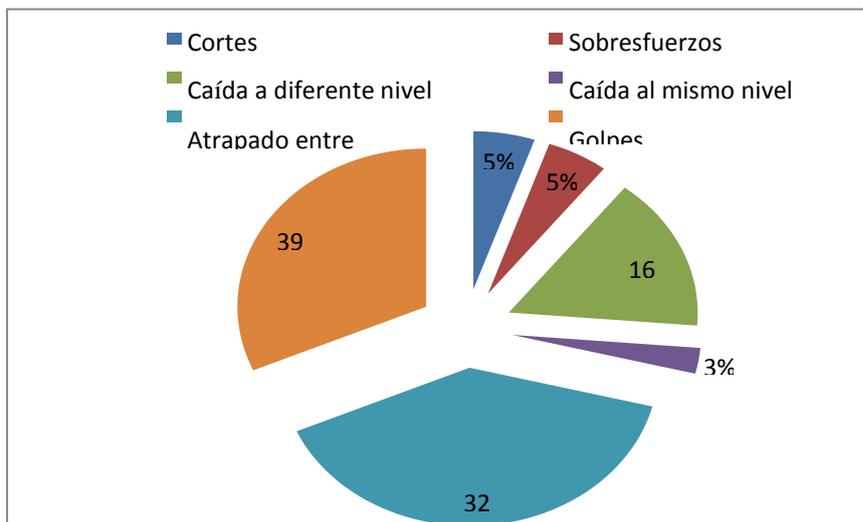
Grafico No. 1. Estadísticas IADC 2009, accidentes con baja y la parte lesionada (basado en 38 incidentes)



Fuente: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals).

Como se observa en el gráfico No. 1, en el año 2009 el 50% de lesiones que se han reportado a este organismo han tenido como consecuencia inmediata una lesión en la espalda lumbar, lo cual es una cifra considerable que induce a una gestión preventiva inmediata.

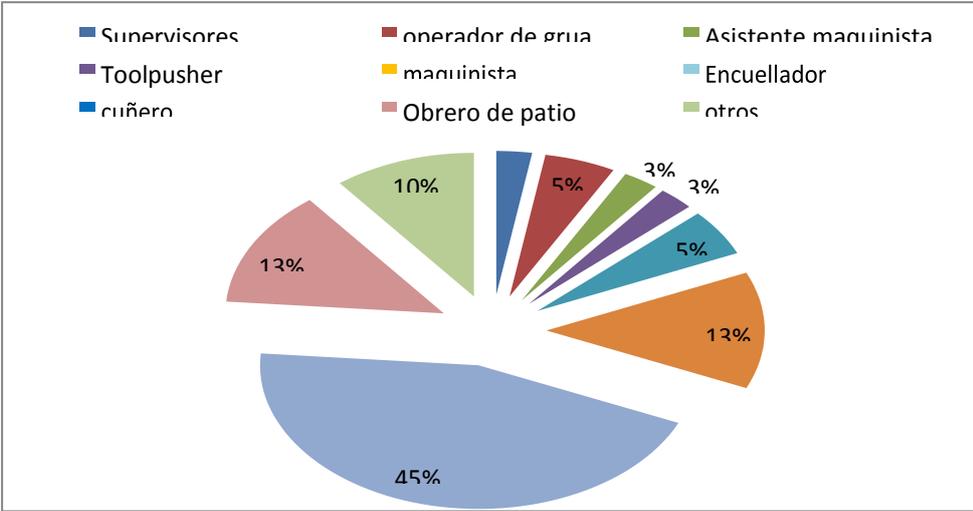
Grafico No. 2 Estadísticas IADC 2009, tipos de accidentes con baja (basado en 38 accidentes)



Fuentes: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals)

El gráfico No. 2 evidencia las causas de los accidentes con baja reportados y se puede observar claramente que el 39% de estos tienen su causa en sobreesfuerzos debido a las diversas operaciones en los taladros de perforación.

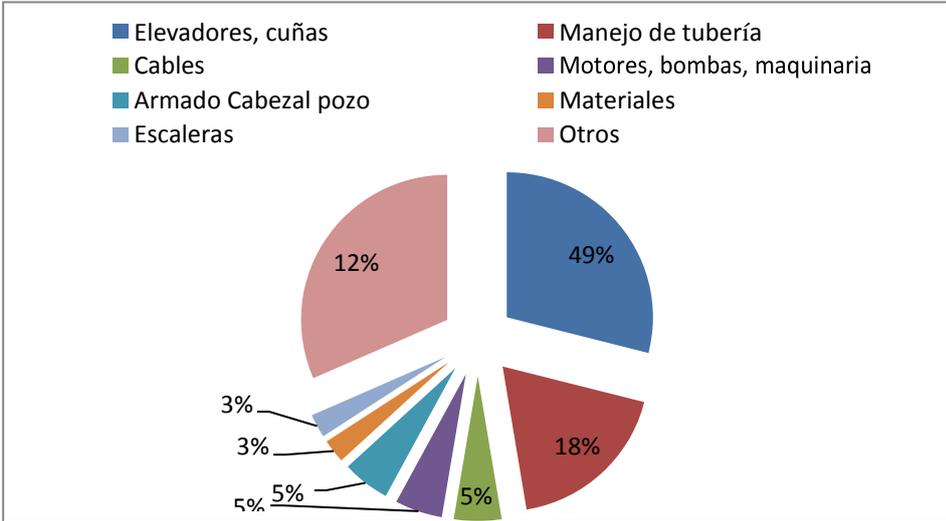
Grafico No. 3 Estadísticas IADC 2009, accidentes con baja y el puesto de trabajo (basado en 38 accidentes)



Fuente: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals)

El grafico No.3 muestra que el puesto más afectado en accidentabilidad es el correspondiente a los cañero abarcando un 45% del total de los puestos expuestos al riesgo.

Grafico No. 4 Estadísticas IADC 2009 relacionadas con el equipo causante (basado en 38 incidentes)



Fuentes: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South America Land Totals)

Se tienen también estadísticas de accidentes en los equipos de perforación; teniendo así para el año 2009 que los elementos como cuñas y elevadores de todo tipo han sido causantes directas de aproximadamente el 49 % de los incidentes.

### **2.3 Formulación del problema.**

¿Cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual?

### **2.4 Problemas derivados.**

- ¿Cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación del equipo y evaluaciones en sitio?
- ¿Cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros?

### **2.5. Justificación.**

El daño lumbar que sufren los cuñeros es una de las principales causas de preocupación en la empresa Petrex S.A., siendo una de las primeras causas de ausencia laboral, como pérdida de la fuerza muscular y la disminución del rendimiento y de la capacidad para trabajar, es decir afecta a la calidad de vida de los trabajadores.

Toda persona que está expuesta a posiciones forzadas por periodos largos corre el riesgo de daño lumbar y de las cadenas cinéticas musculares.

Es por ello que esta investigación va dirigida a mitigar y reducir las patologías lumbares por movimientos repetitivos que se presentan en trabajadores del equipo de perforación PTX 20.

La presente investigación será un documento guía para otras empresas de perforación, así como para las instituciones encargadas de velar por la salud y seguridad de los trabajadores, a través del diseño de estrategias de índole preventiva que contribuirá a contar con

trabajadores sanos, evitando de esta manera pérdidas de tiempo y mejorando los procesos y la productividad de la empresa.

Esta es la primera investigación a nivel de empresas petroleras presentes en la industria de la perforación de petróleo con relación al estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos.

Para el cumplimiento de los anteriores propósitos el Decreto Ejecutivo 3393 (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo), la Resolución CD 333 (Sistemas de Auditorías de Riesgos del Trabajo del IESS) y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruidos RO No 560, a través de sus artículos, crean las diferentes instancias para la prevención del riesgo mecánico y físico.

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1. Objetivo general.**

Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual.

#### **3.2. Objetivos específicos.**

- Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.
- Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.

## **4. Fundamentación Teórica.**

### **4.1. Antecedentes de investigaciones anteriores.**

Existen varios estudios acerca de riesgos en la actividad petrolera. Dichos estudios mencionan algunos de los riesgos existentes, sin embargo, pocos estudian los riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos de las actividades.

Uno de los estudios más claros que se presenta y que resume en parte los resultados de otros corresponde al realizado por los autores Bonilla & Salas (2010) bajo soporte de la Universidad Autónoma Metropolitana del Estado de México, donde se realiza un estudio ergonómico de trabajadores de perforación de pozos en el Sureste de México, con varios resultados claros de la actividad y donde se obtiene algunos de los siguientes resultados de manera resumida:

Posturas de los trabajadores. Se concluye que las posturas en esta industria son multivariadas pues son las que va solicitando el mismo trabajo, generalmente son repetitivas y requieren altos niveles de esfuerzo y posiciones forzadas.

Los principales problemas que genera son:

- Problemas musculares en espalda y hombros, Brazos, muñecas, manos, caderas y rodillas.
- Fatiga visual y psicofísica
- Tendinitis de cuello
- Lumbalgias de tipo mecánico
- Síndrome de túnel carpiano

Los efectos causados se generan por:

- Vibración
- Giros de cintura
- Hiperextensión de brazos

- Agacharse más de 45 grados.
- Carga alejada del centro de gravedad del cuerpo.
- Efectos de palanca.
- Se inclina el tronco más de 35 grados y con torsiones de más de 15 grados.
- Trabajo repetitivo de manos y brazos (Bonilla & Salas, 2010).

De esta manera el estudio muestra claramente los resultados de diferentes tipos de labores ejercidas y sus problemas, así como algunas soluciones.

Con relación a la actividad de perforación de pozos petroleros, no existen muchos tratados, el más claro estudio localizado corresponde al autor Medina, Jorge (2008), sin embargo, el mismo se enfoca mayormente a riesgos ergonómicos generales de las labores, Por tanto el estudio realizado en la presente tesis corresponde a la primera investigación a nivel de Ecuador en perforación de pozos y una de las pocas identificables a nivel hispano.

#### **4.2. Fundamentación Científica.**

La fundamentación teórica de la investigación toma como base las acciones orientadas al mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, tienen un impacto incuestionable sobre el bienestar de los trabajadores y sobre la productividad de las empresas.

“Según estimaciones de OIT, el número de muertes a nivel mundial relacionadas con accidentes y enfermedades laborales se obtienen un poco más de dos millones anualmente”, (DCOMM, 2003).

Como se puede evidenciar la falta de prevención en seguridad y salud todavía no es un tema de responsabilidad de las empresas. Los costos generados por accidentes de trabajo también tienen cifras impresionantes, sin tomar en cuenta el impacto social que tiene en los trabajadores y en sus familias.

En el Ecuador las empresas anhelan contar con un sistema integrado de gestión que les permita ser competitivas en el mercado de la perforación, logrando al mismo tiempo

disminución en los índices de accidentabilidad y ausentismo, sin embargo, la toma de decisiones a futuro debe estar sustentadas en un análisis de la situación actual y su verdadera incidencia de los riesgos laborales o de trabajo.

Al contar con información actualizada y con una investigación seria enfocada en los problemas musculo esqueléticos de los cuñeros en el taladro de perforación PTX. 20; permitirá reducir el ausentismo buscando solucionar este problema que tiene serias connotaciones laborales.

#### **4.2.1. Fundamentación Filosófica**

La investigación científica es un proceso de ejercicio del pensamiento humano que implica la descripción de aquella porción de la realidad que es objeto de estudio, la explicación de las causas que determinan las particularidades de su desarrollo, la aproximación predictiva del desenvolvimiento de los fenómenos estudiados, la valoración de las implicaciones ontológicas de los mismos, así como la justificación o no de su análisis.

Es, por tanto, un acto creativo y constructor de una nueva realidad que anteriormente no tenía existencia propiamente dicha, al menos en la forma en que emerge de las manos de su creador, es decir, el investigador.

Bajo esta concepción es propositivo la investigación planteada, debido a que no solo se detiene en la contemplación positiva de los fenómenos, sino que plantea soluciones a un serio índice de ausentismo.

#### **4.2.2. Fundamentación Epistemológica**

Es el estudio filosófico de carácter crítico del conocimiento científico bajo la teoría del conocimiento se debe respaldar, fundamental los estudios y garantizar los resultados del acerca de un dispositivo de rescate en altura para linieros en redes de distribución eléctrica de la Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocio Bolívar, no deben ser tomadas superficialmente para el cumplimiento legal, debe respaldarse con estudios concretos que cuantifiquen la realidad a través de conocimientos epistemológicos,

científicos y metodológicos, para llegar a los trabajadores y establecer las medidas preventivas para capacitar, implementar, gestionar y sobre todo el comportamiento actitudinal del trabajador para alcanzar los resultados esperados por la alta gerencia con la ayuda de estas herramientas.

#### **4.2.3. Fundamentación Pedagógica.**

Hace referencia a la reflexión de teorías y experiencias que orientan el quehacer pedagógico. El presente proyecto de tesis es parte de una perspectiva pedagógica constructivista ya que el proceso gestionado deberá ser de tipo constructivo teniendo relación con la consecución del aprendizaje y las características de los trabajadores en referencia a su realidad laboral-social.

#### **4.2.4. Fundamentación Legal**

##### **4.2.4.1. Constitución de la República del Ecuador.**

El presente trabajo está realizado en base a los requisitos técnicos legales de la Constitución del Ecuador, Acuerdos Internacionales, del Seguro General de Riesgos de Trabajo, Ministerio de Relaciones Laborales y otras normativas referidas al tema y que son de cumplimiento obligatorio en el País a continuación:

La Constitución del Ecuador en el artículo 389 literal 3 expresa que se deberá asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

##### **4.2.4.2. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

“Artículo 11 literal b y c, menciona sobre la necesidad de identificar y evaluar el riesgo el mismo que es parte del presente trabajo, además de combatir y controlar los riesgos en la fuente, en el medio y el trabajador, que forma parte de la gestión preventiva”, (EXTERIOR, 2000).

Parte fundamental de la prevención en las labores diarias que realizan los trabajadores es precisamente combatir los riesgos desde el origen, en el medio de transmisión y en el trabajador; de la misma manera es indispensable señalar las obligaciones de los colaboradores como se demuestra en el artículo 24 literal a) cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad y salud en el trabajo, así como con las instrucciones que les impartan sus superiores jerárquicos directos, es responsabilidad del trabajador cumplir con todas las estipulaciones en materia de prevención de riesgos del trabajo.

#### **4.2.4.3. Resolución 957. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

“Art. 1.- Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos: a) Gestión Administrativa. b) Gestión técnica. c) Gestión de talento humano. d) Procesos Operativos”. (Andina, 2005)”.

Se implantarán sistemas de gestión para realizar una prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, donde se tendrá una información en base a los cuatro componentes del sistema de gestión que son, gestión administrativa donde se llevará toda la información referente a procedimientos, políticas estándares de seguridad, gestión técnica donde se realizará todo lo concerniente a evaluación de riesgos, matrices, etc., en gestión de talento humano capacitación, adiestramiento, inducción. Procesos operativos básicos en lo que se refiere a vigilancia de la salud, etc.

#### **4.2.4.4. Código de Trabajo.**

“Art. 347.- Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad”. (Ediciones Legales, 2006). Cuando un trabajador realiza actividades de riesgo puede ocasionar daños en la salud con repercusiones en su vida social y laboral. Ahí la importancia que el trabajador conozca cómo actuar para prevenir incidentes o accidentes, con el fin de alcanzar la reducción de los índices de accidentabilidad de la institución.

## **D.E. 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento de Medio Ambiente de Trabajo.**

“Art. 10, literal 9 y 10: instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa, y dar formación en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos”. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986)”.

Por lo que al personal de la institución al momento de ingresar a laborar se realiza la inducción donde se le da a conocer todos los riesgos a los que está expuesto, y en la formación continua se adiestra en prevención de riesgos laborales.

### **5. Fundamentación teórica.**

La ergonomía es la ciencia que estudia cómo adecuar la relación del ser humano con su entorno, según la definición oficial que el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) adoptó en agosto del 2000. Una de sus ramas, la ergonomía física, estudia las posturas más apropiadas. De acuerdo a diversos estudios realizados en Europa y Estados Unidos, se estima que entre 50 y 90% de los usuarios habituales de computadoras sufren fatiga ocular, ojos rojos y secos, tensión de párpados, lagrimeo, sensación de quemazón, visión borrosa y dificultad para enfocar objetos lejanos, a la vez que las posturas corporales inadecuadas que adoptan les generan tensión muscular que se traduce en dolor de cabeza, cuello y espalda. Adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo. La gran mayoría de los factores de riesgo son introducidos en las actividades laborales sin estudios previos de su efecto en la salud. En general, las normas de prevención se desarrollan una vez producido el daño y muchas de éstas aparecen mucho tiempo después de ser conocidos estos efectos. Nos proponemos analizar el accionar del profesional de enfermería en lo concerniente a la Ergonomía y la relación con los factores de riesgo de salud ocupacional, así como explicar los riesgos relacionados con la postura, precauciones visuales, cardiovasculares y ejercicios físicos regulares, para evitar la aparición de enfermedades profesionales. Se realiza una revisión bibliográfica documental. En esta

revisión se destaca la importancia de las precauciones a tener en cuenta en la postura, en el sistema visual, en el cardiovascular, así como las correcciones de estas manifestaciones para prevenir enfermedades profesionales. La ergonomía y los factores de riesgo de salud ocupacional deben ser contemplados de forma sistematizada en cada puesto laboral, mediante las revisiones periódicas de los profesionales de enfermería a los trabajadores que utilizan el uso sistemático de computadoras.

*Palabras clave:* Ergonomía, salud ocupacional.

La Ergonomía se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características que son relevantes para el diseño de los puestos de trabajo. El diseño ergonómico es la aplicación de estos conocimientos para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y ambientes seguros, confortables y de uso humano efectivo.

El término ergonomía se deriva de dos palabras griegas ergo trabajo; nomos leyes naturales, conocimiento o estudio. Literalmente estudio del trabajo.

La Ergonomía tiene dos grandes ramas: una se refiere a la ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones de movimientos.

Una segunda rama se refiere a los factores humanos orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones.

### **5.1 Concepto de ergonomía.**

Es la ciencia que estudia cómo adecuar la relación del ser humano con su entorno, según la definición oficial que el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) adoptó en agosto del 2000. Una de sus ramas, la ergonomía física, estudia las posturas más apropiadas para realizar las tareas del hogar y del puesto de trabajo, para el manejo de cargas y materiales y para los movimientos repetitivos, entre otros aspectos.

Por eso, el derecho de los trabajadores a una vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo ha sido garantizado por la ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.<sup>1</sup>

Salud ocupacional es una ciencia que busca proteger y mejorar la salud física, mental, social y espiritual de los trabajadores en sus puestos de trabajo, repercutiendo positivamente en la empresa.<sup>2</sup>

Los campos de acción del profesional de Enfermería para el cuidado de la salud de la persona trabajadora, su familia y el colectivo al que pertenece, han sido propuestos por varios autores en nuestro país, pero he considerado la presentada por (USECHE, 1996), por coincidir con ella en gran parte. Se refiere a los diferentes escenarios en los cuales se desempeña la enfermera, siendo en su planteamiento consecuente con las áreas de desempeño en los que por siempre se ha destacado la enfermera/o, como administradora, proveedor/a de cuidado, educador/a, investigador/a y consultor/a, acciones que pueden ser ejercidas en forma institucional o en forma liberal requiriéndose para su cabal ejercicio de idoneidad profesional y cualidades gerenciales. Es de considerar siempre la valía de pertenecer a un equipo multidisciplinario, interdisciplinario o mejor aún transdisciplinario.<sup>3</sup> Nos proponemos analizar la Ergonomía y la relación con los factores de riesgo de salud ocupacional, así como explicar los riesgos relacionados con la postura, precauciones para el sistema visual, cardiovascular y correcciones de las manifestaciones presentadas por los trabajadores, para evitar la aparición de enfermedades profesionales (Guillén Fonseca, 2006).

## **Ausentismo**

Está demostrada la importancia de las causas médicas y la multifactorialidad en la génesis del ausentismo laboral. Se seleccionaron variables como la edad, sexo, escalafón, contrato, turno, días de ausencia, día de inicio, mes, período estacional y la patología y como indicadores el promedio de prevalencia anual, la duración media y los índices de frecuencia y gravedad, tomando de referencia las definiciones y clasificaciones de la Organización Mundial de la Salud y de la Organización Internacional del Trabajo.

Se observaron 1.604 certificaciones, 10.085 días de ausencia, el predominio en verano y como enfermedades las respiratorias y osteomusculares. Se relevó la preponderancia del sexo femenino, entre los 35 y 44 años de edad, en administrativos, presupuestados y del turno de la mañana.

La duración media de las ausencias fue de 6.28 días, el promedio de prevalencia anual de 0.08, los índices de frecuencia y gravedad de 1.08 y 6.84, respectivamente.

Se concluye en la necesidad de profundizar en la génesis ocupacional del ausentismo, así como en estudios cuanti-cualitativos acerca de las condiciones y medio ambiente de trabajo. También es necesaria la continuidad de estos trabajos para evaluar la importancia de los indicadores.

Es importante la coordinación, unificación de criterios y de un centro de información en la temática, así como de implementar los servicios de salud en el trabajo.

**Palabras clave:**

- Absentismo laboral.
- Salud ocupacional.
- Salud en el trabajo.
- Medicina del trabajo.

**Introducción al ausentismo**

Behrend señala que «el absentismo o ausentismo no constituye un síntoma de inquietud social, tan espectacular como las huelgas, pero el volumen del tiempo perdido como consecuencia de este fenómeno es muy superior, al del tiempo perdido por causa de los conflictos de trabajo». Este autor define el absentismo como «sinónimo de ausencia voluntaria del trabajo, es decir, la práctica de aquellos trabajadores que dejan de presentarse al trabajo, dando excusas o pretextos baladíes o sin alegar razón alguna.

Gillies entiende el ausentismo como «cualquier período de tiempo durante el cual deliberadamente se deja de acudir al trabajo.

La Organización Internacional del Trabajo lo define como «la no asistencia al trabajo por parte de un empleado del que se pensaba que iba a asistir, quedando excluidos los períodos vacacionales y las huelgas.

Existen múltiples trabajos que señalan la incidencia de las causas médicas en las cifras totales de ausentismo laboral.

El absentismo de causa médica es definido por la Organización Internacional del Trabajo como «el período de baja laboral que se acepta como atribuible a una incapacidad del individuo, excepción hecha para la derivada del embarazo normal o prisión». Se entiende por baja laboral al período ininterrumpido de ausencia al trabajo contabilizado desde su comienzo y al margen de su duración.

Todos los autores coinciden en señalar que todos los estudios de ausencias por enfermedad desde la revolución industrial, apuntan hacia la existencia de una etiología multifactorial. En este fenómeno interaccionan factores individuales (que residen en el factor humano, tomando al trabajador como unidad básica de la organización del trabajo con inquietudes, expectativas, necesidades, valores, habilidades, conocimientos, etcétera), laborales (relacionados con las condiciones y medio ambiente de trabajo) y ambientales o extra laborales (determinado por el medio social en el que operan dichas organizaciones).

El principal tipo de absentismo es el atribuido a incapacidad sea por enfermedad, sea por accidente, ocupando las tres cuartas partes del ausentismo en la industria. Las tasas de absentismo se han incrementado en forma considerable en todos los países industrializados por encima de 30% en los últimos 25 años y ello a pesar de todas las mejoras en la oferta y la calidad de la asistencia sanitaria y de las condiciones socioeconómicas.

En el Reino Unido, el número de jornadas perdidas por enfermedad atestiguada con certificado médico fue superior en cerca de 10% en el período 1970-1974 al período 1960-1964. Los costos por ausentismo son difíciles de determinar, pero se estima que son similares al costo total del Servicio Nacional de Salud. Para los patrones de la industria

representa más de 10% de todos los pagos, salarios y pagos extraordinarios y se han comprobado tendencias similares en otros países.

En Estados Unidos, el índice de ausentismo anual en las empresas era de 5.1 días por empleado (COLABARADORES, 1975). La tasa anual de ausentismo entre los trabajadores sanitarios fue de 7 días al año (Affairs, 1983).

Aunque es más difícil juzgar las tendencias, cuando se trata de ausencias de poca duración (que a menudo no están incluidas en los datos oficiales), el ausentismo parece ser un problema persistente y, tal vez, en vías de agravación en muchas partes del mundo.

Distintas variables se han manejado para evidenciar el problema del ausentismo como la edad, el sexo, la distancia entre el domicilio y el lugar de trabajo, la calificación laboral, el pluriempleo.

Importante relieve alcanza el ausentismo por accidentes laborales, como demostró el estudio del Veterans Ass-ociation Health System en personal de enfermería comparado con otras categorías de trabajadores sanitarios: las lesiones de columna y de miembros inferiores relacionadas con los esfuerzos al mover los pacientes, y las heridas incisas por manejo de materiales fueron las más prevalentes (HILL, 1986).

Las causas más frecuentes del ausentismo por enfermedad, según distintas investigaciones, son las afecciones respiratorias, los trastornos digestivos, los problemas circulatorios, los trastornos ginecológicos y las neurosis patológicas. (Plammer, 1952).

Citamos las neurosis patológicas, en su mayor parte los cuadros depresivos y de ansiedad, pero otros factores psicológicos inherentes a las características del trabajo contribuyeron al ausentismo. La insatisfacción laboral, los empleados de categoría inferior en mala relación con sus supervisores, las tareas rutinarias, llevan al estrés que trata de eludirse alejándose lo más posible del lugar de trabajo (Fergusson, 1997,1972). .

Uruguay dispone de estudios de ausentismo realizados en algunos organismos estatales (Banco de Previsión Social <sup>(8)</sup> Universidad de la República en oficinas centrales <sup>(9)</sup>, etcétera) que muestran realidades parciales, no permitiendo así su proyección al plano nacional; estos

estudios revelan la mayor frecuencia de la patología respiratoria, osteomuscular y digestiva como causa de las certificaciones médicas. También empresas privadas llevan adelante este tipo de estudios, cuyos resultados no han sido posibles de obtener. Es importante señalar la dificultad de conseguir referencias bibliográficas más actualizadas.

El absentismo no es sólo indicador de enfermedad en muchos casos, sino de insatisfacción en el trabajo; por lo tanto, esta problemática debe ser abordada por los servicios de salud en el trabajo, las áreas de administración de personal, los trabajadores y los empleadores, adoptando una metodología de trabajo interdisciplinaria, orientada hacia la investigación y el diseño de mejores condiciones y puestos de trabajo. Teniendo en cuenta la importancia de esta temática en lo que tiene que ver con la salud en el trabajo, el mejoramiento de las condiciones y medio ambientes laborales, la salud del trabajador, el propósito de este estudio fue el aportar datos que demuestran la magnitud del ausentismo de causa médica en una institución pública, además de promover futuros estudios acerca de las condiciones y medio ambientes de trabajo (Danatro, 1997).

### **Indicadores de ausentismo laboral.**

El absentismo laboral es percibido en la actualidad como un problema relevante. El interés por el tema es compartido por los diferentes agentes implicados (gobierno, empresarios, mutuas y sindicatos) quienes debaten sobre la necesidad de regularlo, controlarlo y reducirlo debido a los elevados costes económicos, sanitarios y sociales que genera.

La mayoría de los investigadores que analizan el absentismo laboral señalan que es un fenómeno complejo y difícil de abordar. La complejidad viene determinada por la diversidad de conductas de ausencia que se engloban en el término absentismo. La dificultad para su análisis radica, por una parte, en la inexistencia de una definición delimitada y concreta del fenómeno (*"la definición de absentismo suele ser poco más que lo que se puede medir en cada base de datos"*); por otra, porque no existen fuentes estadísticas oficiales que tengan alcance nacional y cuyos datos sean homogéneos<sup>2</sup>. Por último, porque la utilización de diferentes índices para su cuantificación dificulta la realización de estudios comparativos, ya que no siempre se computan el mismo tipo de ausencias<sup>2</sup> y los índices de absentismo

utilizados habitualmente representan magnitudes diferentes al haber sido elaborados con sistemas de cálculo diferentes<sup>3</sup>.

De lo anteriormente expuesto se deduce la necesidad de unificar criterios tanto para su contextualización como para su cuantificación. Fernández y Herrero señalan que, "se hace preciso la aprobación de un sistema comunitario homologado de definición de parámetros básicos y de indicadores de absentismo"<sup>4</sup>. Igualmente, en el Seminario sobre la Gestión del absentismo laboral y la incapacidad temporal en Europa (Madrid, junio de 2011), organizado por (CISAL, 1982), se puso de manifiesto que para hablar de absentismo es necesario homogeneizar criterios y consolidar datos, ya que se trata de un fenómeno complejo que requiere una visión integral.

A la hora de analizar el absentismo laboral, los investigadores señalan la existencia de una serie de variables o factores íntimamente relacionados con el mismo que inciden en la frecuencia y duración de las bajas y que tienen un efecto directo, indirecto o moderador sobre los niveles de absentismo<sup>6</sup>. Entre estas variables se encuentran el sexo, la edad, la ocupación, el tipo de contrato y las condiciones de trabajo<sup>7</sup>. Igualmente, los riesgos laborales en general, el *mobbing*, la tensión en el trabajo y la cultura corporativa son antecedentes del absentismo incidiendo de forma significativa en el mismo.

Dentro de las diferentes conductas de ausencia que engloba el absentismo laboral (previsto y justificado, injustificado, etc.), las ausencias por motivos de salud, la IT, son la causa más importante de la no asistencia al trabajo. Así, la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo, en su informe *La prevención del absentismo en el lugar de trabajo*, señala que la principal causa que mantiene a los trabajadores alejados de sus puestos de trabajo es la enfermedad. En la misma línea, Peiró *et al* afirman que los problemas de salud causan la mayoría de las horas perdidas en el trabajo, y Sánchez Gallo apunta que las contingencias comunes y profesionales son la principal causa de absentismo de larga duración, mientras que los factores psicosociales están más relacionados con el de corta duración.

En la mayoría de los estudios sobre el absentismo laboral, sea cual sea el enfoque desde el que se analice, se evidencia la necesidad de profundizar en su conocimiento no sólo como estrategia de choque y control para la reducción de su coste, sino "como un indicador de

salud organizacional, que ha de ser tratado desde un punto de vista integrador de la organización en el que además de desarrollar políticas preventivas de riesgos laborales y mejora de las condiciones de trabajo, se potencie el bienestar del trabajador como vía para la consecución de la excelencia organizacional.

Desde el enfoque de la salud laboral este trabajo se plantea como una primera aproximación al conocimiento del absentismo laboral en la Universidad de Extremadura (UEX), mediante la descripción del perfil de las ausencias laborales por motivos de salud (IT) en el periodo 2009-2013. Concretamente, se pretende conocer la influencia tanto de determinadas variables, demográficas y laborales, como el efecto en los comportamientos de ausencia de la nueva reglamentación de la IT del año 2012.

Este estudio preliminar puede ser la base para, posteriormente, realizar un análisis más profundo de sus causas que permita establecer programas de intervención como medida preventiva y de control del absentismo laboral (GARLITO, 2015).

## **6. HIPOTESIS**

### **6.1.- HIPOTESIS GENERAL**

El estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual.

### **6.2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.
- Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros

permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.

## 7.- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

**Tabla No 1.3. Operacionalización de las Variables**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores.</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
<b>Independiente:</b>  Riesgos ergonómicos por Movimientos repetitivos	Grupo de movimientos continuos, mantenidos durante un trabajo que implica al mismo conjunto osteo muscular provocando en la misma fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último lesión	Ergonomía	Generación de trastornos musculo esqueléticos: Alto, Medio, Bajo	Método de evaluación con: REBA
<b>Dependiente:</b>  Manipulación de cargas	Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.	Ergonomía	Mayor de 23 Kg	Encuesta Observación
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores.</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>

<b>Independiente:</b> Planos y evaluación en sitio	Diagramas del equipo hidráulico de levantamiento de cuñas para perforación de pozos y evaluaciones de riesgo en el levantamiento para medir posturas	Diseño y Ergonomía	Factores de riesgo: alto, medio, Bajo Condiciones de funcionamiento	Planos Fotos Software
<b>Dependiente:</b> Manipulación de cargas	Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.	Ergonomía	Mayor de 23 Kg	Encuesta Observación
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores.</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
<b>Independiente:</b> Procedimientos Seguros	Actividades relacionadas con el trabajo que garantice la seguridad y salud del trabajador	Seguridad Industrial	Número de actividades	Diagramas de procedimientos
<b>Dependiente:</b> Manipulación de cargas	Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el	Ergonomía	Mayor de 23 Kg	Encuesta Observación

	desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.			
--	--	--	--	--

## 8. Metodología.

### 8.1.-Tipo de la investigación.

La presente investigación es de Campo donde la información fue recopilada del trabajo diario de los cuñeros, esta información se ha recogido del ámbito laboral de un taladro de perforación y de los cuñeros que laboran en el mismo.

### 8.2.- Diseño de la investigación.

La presente investigación se elaboró con la colaboración de los cuñeros de la empresa PETREX CIA. LTDA, la misma que es correlacional y explicativa.

### 8.3.- Población.

Tabla No. 1.4 Población de estudio

<b>TRABAJADORES</b>	<b>Número</b>
CUÑEROS	9
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

Fuente: Petrex

### 8.4.- Muestra.

#### 8.4.1 Se trabajará con toda la población de estudio

## 9.- Métodos de la investigación.

Dentro de los métodos de investigación empíricos que se aplicaron en el presente trabajo se encuentran: la observación, que a través de una guía evaluó las condiciones y ambiente laboral de los cuñeros del taladro de perforación de pozos petroleros PTX. 20, entre otras variables se observó: las condiciones de la empresa, las instalaciones, facilidades, trato a los trabajadores, servicios con que cuenta el equipo de perforación.

Se aplicó una encuesta a cada uno de los casos seleccionados como muestra, con la finalidad de determinar: aspectos como nivel de educación, edad, lugar o ciudad de procedencia, estado civil entre otros; condiciones de trabajo tales como horarios de trabajo, turnos de trabajo, tiempo de exposición a riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos, nivel de capacitación en prevención de riesgos, nivel de capacitación específica en el área de trabajo, conocimiento de las políticas de la compañía, uso del equipo de protección personal; nivel de exposición, número de accidentes o incidentes sufridos o conocidos, percepción personal del riesgo, medidas adoptadas para prevención.

Posteriormente se complementó con evaluaciones de los factores de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos a través de la utilización del Método REBA para la evaluación de riesgos tomando como base la probabilidad, la exposición y las consecuencias de la materialización de los riesgos que pueden causar accidentes.

### 9.1.-Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

<b>Matriz de Técnicas e Instrumentos</b>				
<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>	<b>de</b>	<b>Instrumento de registro</b>	
Observación	–	Guía de observación	–	Formato
	–	Matriz de análisis	–	Cámara fotográfica
Entrevista	–	Guía de entrevista	–	Notas escritas

Encuesta	– –	Cuestionario Escala	– –	Formato de cuestionario
Método REBA	–	Tabla de aplicación	– –	Formato Cámara fotográfica.

Para la presente investigación se utilizaron datos de las fuentes primarias llegando directamente a los trabajadores en el campo mediante entrevistas, encuestas y la observación en el sitio mismo de trabajo.

Por otra parte, como fuentes secundarias se utilizó las estadísticas de morbilidad y accidentabilidad de la empresa.

## 9.2.- Técnicas y procedimientos para el análisis de resultados.

Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron debidamente analizados tanto con carácter cuantitativo como cualitativo, se mostrarán por medio de tablas y gráficas.

El análisis de esta información utilizara las técnicas lógicas de la inducción, deducción, análisis y síntesis. Los datos obtenidos fueron ingresados en el Programa EXCEL, en la base de datos creada para este fin y luego el análisis fue llevado a cabo en el Programa SPSS versión 20.0.

## 10.- Recursos Humanos y Financieros.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario.	TOTAL (\$)
Identificación del riesgos	Semanas	4	150	600

Análisis de Riesgos	Semanas	4	100	300
Causas Probables de Ocurrencia	Semanas	2	200	300
Evaluación de Riesgos	Semanas	5	100	500
Priorización de los riesgos	Semanas	4	100	100
Implementación del dispositivo	Semanas	2	400	900
Análisis de resultados e informe final	Semanas	7	300	900
<b>Total</b>	<b>Semanas</b>	28	1350	3600

## 11. CRONOGRAMA.

FECHA	Agosto	Septiembre-	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
ACTIVIDADES	2016	16	206	2017	2017	2017	may-17
Capítulo I. Antecedentes.	■	■	■				
Capítulo II. Marco teórico.		■	■	■			
Capítulo III. Desarrollo e identificación de riesgos ergonómicos.			■	■	■		
Comprobación de Hipótesis				■	■	■	
Chequeo total de la investigación; incluidas tablas, encuestas y test.					■	■	■
Revisión borrador						■	■
Capítulo IV. Análisis de resultados							■
Presentación de la investigación							■

## 12. MARCO LOGICO.

<b>FORMULACION DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>
<p>¿Cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual.</p>	<p>Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual.</p>	<p>El estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante un adaptador hidráulico para cuña manual.</p>
<b>PROBLEMAS DERIVADOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de planos y evaluaciones en sitio.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.</li> </ul>	<p>Determinar cómo el estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de pozos petroleros permitirá disminuir la manipulación de cargas mediante la aplicación de procedimientos seguros.</p>



PETREX S.A.  
Ecuador Branch  
Av. 6 de Diciembre N33 - 42 e Ignacio Bossano  
Edificio Titanium Piso 9  
Quito - Ecuador

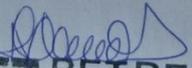
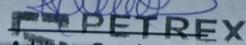
Quito, 11 de Agosto de 2016

## CERTIFICADO

Por medio de la presente la empresa Petrex S.A. certifica que el Sr. **CABEZAS ROJAS ANGEL BLADIMIRO** con cédula de identidad No. 060192062-2, realizó un estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de Cuñero en el equipo de perforación PTX 20.

El portador del presente certificado puede hacer uso del mismo como lo estime conveniente.

Atentamente

  
  
**Adriana Garcia**  
Jefe de Recursos Humanos  
PETREX S.A.

[www.petrex.com.pe](http://www.petrex.com.pe)



## BIBLIOGRAFIA

(s.f.).

Affairs, B. o. (1983). *AUSENTISMO*.

AmericaLandTotals), F. I. (s.f.).

AmericaLandTotals), F. I. (s.f.). *Fuente: IADC Summary of Occupational Incidents (Central/South AmericaLandTotals)*.

AmericaLandTotals, F. I. (s.f.).

AmericaLandTotals, F. I. (s.f.).

C.D, I. (2011). *REGLAMENTO DEL SISTEMA DE GESTION DE RIESGOS DE TRABAJO*. QUITO.

CISAL. (1982). *CENTRO DE INVESTIGACION EN SALUD LABORAL*.

COLABARADORES, Y. (1975). *AUSENTISMO*.

Danatro, D. (1997). *Ausentismo Laboral de causa médica en una institución pública Montevideo*. UR: Publicaciones del Sindicato Médico de Uruguay.

DCOMM. (2003). *ORGANIZACION INTENACIONAL DEL TRABAJO*. ESPAÑA: OBEJA NEGRA.

EXTERIOR. (2000). *INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. QUITO.

Fergusson, D. (1997,1972). *CARACTERISTICAS DE AUSENTISMO*.

GARLITO, R. (2015).

Guillén Fonseca, M. (2006). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Revista cubana de enfermería*, 22(4).

HILL, H. Y. (1986). *VETERANS ASSOCIATION HEALTH SYSTEM*. OHIO.

Plammer, H. y. (1952). *CUSAS DE AUSENTISMO*.

Rubio-Garlito, M. A.-B.-G. (2015). Análisis del absentismo por incapacidad temporal en personal universitario. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 436-447.

USECHE. (1996). *DISEÑO I*. PEREIRA.

