

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK



FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS MECÁNICOS EN TRABAJOS DE
ALTURA Y PROPUESTA DE CONTROL PARA TRABAJADORES EN
TALADROS DE PERFORACIÓN EN EL SECTOR PETROLERO”.**

Realizado por:

FREDDY FABIAN CAICEDO ALMACHE

Director del proyecto:

Pablo Dávila

Como requisito para la obtención del título de:

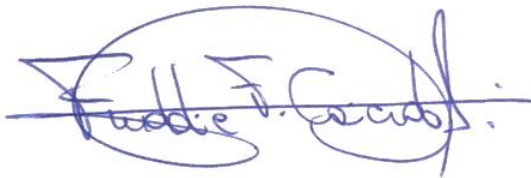
MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 20 de agosto del 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, FREDDY FABIAN CAICEDO ALMACHE, con cédula de identidad # 171223442-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Freddy Fabian Caicedo Almache

C.C.: 1712234424

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS MECÁNICOS EN TRABAJOS DE ALTURA Y
PROPUESTA DE CONTROL PARA TRABAJADORES EN TALADROS DE
PERFORACIÓN EN EL SECTOR PETROLERO”.**

Realizado por:

FREDDY FABIAN CAICEDO ALMACHE

como requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha sido dirigido por el profesor

Pablo Dávila

quien considera que constituye un trabajo original de su autor.



Pablo Davila Rodriguez

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes

RUBEN VASCONEZ

MARCELO RUSSO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han identificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador.



Rubén Vásconez



Marcelo Russo

Quito, agosto 2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por cuidar de mí y de mi familia a lo largo de mi vida y por guiar mis pasos durante toda mi carrera de post-grado dentro de la universidad SEK.

Con mucho amor y cariño dedico este trabajo a mi amada esposa Pamela, a mi hijo Elián, a mi madre María Luisa y a mi hermano José Eduardo, por ser mi razón de superación, les amo.

AGRADECIMIENTO

Un infinito agradecimiento a mi amada esposa por toda la comprensión, paciencia, tolerancia y apoyo incondicional en el trayecto de mis estudios de post-grado, a mis padres por darme la vida (María Luisa y Eduardo +), y sobre todo a Dios por darme la salud y la vitalidad, conocimiento y sabiduría para alcanzar una meta más en mi vida profesional.

A su vez agradecer a mis maestros por los conocimientos impartidos en las aulas, por impulsarnos a ser buenos profesionales en el área de la seguridad y salud en el trabajo.

De igual manera agradezco a la empresa (Halliburton) donde laboro y mis distintos jefes, que me han permitido poder cumplir con los requerimientos y obligaciones que la Universidad lo requería para lograr mi título.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 El Problema de Investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.1.2 Objetivo General	5
1.1.3 Objetivos Específicos.....	6
1.1.4 Justificación.....	6
1.2 Marco Teórico.....	8
1.2.1 Definiciones	8
1.2.2 Conceptos generales sobre riesgos laborales	9
1.2.3 Aspectos que influyen en la seguridad durante los trabajos en altura.....	11
1.2.4 Puntos a considerar para trabajos en altura.	12
1.2.5 Elementos y equipos de protección personal para trabajos en altura.	12
1.2.6 Caída de Objetos	20
1.2.6.1 Causas.....	21
1.2.6.2 Consecuencias	25
1.2.7 Tipos de Caída.....	26
1.2.8 Control de Riesgos de Caída	26
1.2.9 Fases de la Caída	27
1.2.10 Evaluación de riesgos.....	31
1.2.10.1 Objetivos de la Evaluación de Riesgos.....	31
1.2.10.2 Tipos de evaluaciones.....	32
1.2.10.3 Estimación del riesgo.....	32
1.2.10.4 Prevención de riesgos laborales.....	33
1.2.10.5 Técnicas de prevención de riesgos laborales.....	34
1.2.10.6 Estrategia para prevenir el riesgo de caída en altura	36
1.2.11 Aprobaciones y Normas	38
1.2.12 Actividades Económicas	39
1.2.13 Legislación vigente en el Ecuador	41
1.3 Hipótesis.	42

1.4	Identificación y Caracterización de las Variables	42
CAPÍTULO II.....		43
MÉTODO.....		43
2.1	Nivel de estudio	43
2.2	Modalidad de investigación	44
2.3	Método	44
2.4	Selección instrumentos investigación	45
CAPÍTULO III.....		47
RESULTADOS.....		47
3.1	Análisis de resultados	47
3.1.1	Estructura Organizacional	47
3.1.2	Condiciones y Ambiente Laboral.....	48
3.1.3	Análisis de Riesgo Mecánico	49
3.1.4	Descripción de herramientas, máquinas y equipos	52
3.1.5	Inspección de seguridad	57
3.1.6	Definición de Riesgo	62
3.2	Aplicación Práctica.....	69
3.2.1	Criterio Técnico.....	70
3.2.2	Criterios Administrativos	80
3.2.2.1	Manual de trabajo seguro	80
CAPÍTULO IV.....		100
DISCUSIÓN.....		100
4.1	Plan de Implementación.....	102
4.2	Análisis de costos de accidentes.....	103
4.3	Beneficios.....	107
CONCLUSIONES		108
RECOMENDACIONES		109
BIBLIOGRAFÍA		111
ANEXO 1. ENCUESTA.....		114
ANEXO 2. TABLA DE INDEMNIZACIONES		118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Trabajos en altura.....	14
Ilustración 2: Sistema de seguridad.....	15
Ilustración 3: Equipo de Protección Personal	16
Ilustración 4: EPP defectuoso	16
Ilustración 5: Anillos “D”	17
Ilustración 6: Hebillas	17
Ilustración 7: Correas	18
Ilustración 8: Correas con unión	18
Ilustración 9: Etiquetas.....	19
Ilustración 10: Línea de vida.....	19
Ilustración 11: Ganchos.....	20
Ilustración 12: Herramientas utilizadas en Trabajos en altura	21
Ilustración 13: Gancho sin mantenimiento.....	22
Ilustración 14: Equipo oxidado	22
Ilustración 15: Herramientas en mal estado	23
Ilustración 16: Almacenaje.....	24
Ilustración 17: Material abandonado.....	24
Ilustración 18: Cables enrollados	25
Ilustración 19: Fractura de extremidad inferior.....	26
Ilustración 20: Anclaje de seguridad.....	28
Ilustración 21: Rebote durante una caída	29
Ilustración 22: Protección contra caída de altura	38
Ilustración 23: Taladro de perforación HP-117.....	48
Ilustración 24: Herramientas utilizadas en trabajos para taladros de perforación.....	53
Ilustración 25: Máquinas utilizadas en trabajos para taladros de perforación	55
Ilustración 26: Equipos utilizados en trabajos para taladros de perforación.....	56
Ilustración 27: Probabilidad vs. Consecuencias	62
Ilustración 28: Puntos críticos de trabajos en altura en un Taladro de perforación	69
Ilustración 29: Software MSA-Latchways	71
Ilustración 30: Perfil empresarial	72
Ilustración 31: Datos de referencia.....	73
Ilustración 32: Datos para Línea Horizontal	74
Ilustración 33: Resultados	77
Ilustración 34: Comparación con otras medidas	78
Ilustración 35: Resumen de resultados.....	79
Ilustración 36: Observaciones para línea vertical	80
Ilustración 37: SPDC Simple	81
Ilustración 38: SPDC con línea de vida horizontal	82
Ilustración 39: SPDC con línea de vida vertical	82
Ilustración 40: SPDC con cuerda vertical	83
Ilustración 41: ACC Clase A.....	84
Ilustración 42: ACC Clase AD.....	85

Ilustración 43: ACC Clase AE	86
Ilustración 44: ACC Clase AP	87
Ilustración 45: Complementos para ACC	87
Ilustración 46: Estrobos y amortiguadores	88
Ilustración 47: Correas y cables	89
Ilustración 48: Líneas de vida	90
Ilustración 49: Mosquetones	90
Ilustración 50: Deslizadores	91
Ilustración 51: Conectores de anclaje.....	92
Ilustración 52: Instalaciones anticaídas.....	93
Ilustración 53: Espacio de caída libre	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Acciones de una persona durante una caída.....	27
Tabla 2: Niveles de Riesgo.....	33
Tabla 3: Técnicas de Seguridad	35
Tabla 4: Profesión por actividad que involucra trabajo en altura	39
Tabla 5: Normas Técnicas Ecuatorianas	41
Tabla 6: Categorización del Riesgo por puesto de trabajo.....	50
Tabla 7: Equipos y herramientas utilizadas en las operaciones y actividades en un Taladro de perforación	58
Tabla 8: Categorización del peligro	63
Tabla 9: Evaluación de Probabilidad	63
Tabla 10: Código de Prioridad de Riesgo (CPR)	64
Tabla 11: CPR para trabajos de altura en un taladro de perforación.....	65
Tabla 12: ATS	98
Tabla 13: Implementación del plan de seguridad.....	102

RESUMEN

Dentro del campo de operaciones en el sector petrolero, se ha podido observar algunas deficiencias en el trabajo seguro de su personal, dejando de lado los diferentes riesgos que se puede encontrar en las tareas de cada uno de ellos.

Por tal motivo es realizado el presente trabajo para poder establecer uno de los principales riesgos dentro de la operación de taladros de perforación, y es enfocado a los trabajos en altura, el mismo que va ligado al riesgo mecánico. Para alcanzar lo indicado, tenemos que levantar la información desde los puestos de trabajo, los riesgos asociados a cada una de las tareas que tenemos con el personal cuando ejecutan su tarea en alturas, de igual manera ver qué tipo de sistemas de anclaje y suspensión, el equipo de protección personal requerido, con todo esto también tener claro los controles administrativos a ser seguidos, como los permisos de trabajo, análisis de riesgo, evaluación médica, y con esta información se va a levantar un manual de ejecución de trabajos en altura, que será la herramienta idónea para que se pueda prevenir incidentes y/o accidentes laborales, los mismos que pueden causar diferentes costos a la empresa, ya sean directos e indirectos. Este manual ayudaría a que se siga paso a paso los procedimientos correctos antes, durante y después de los trabajos en altura.

Palabras Claves: Trabajos en altura, Riesgos Mecánicos, Manual de trabajos en altura, Costos directos e indirectos

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 El Problema de Investigación

A través de la historia de la industria petrolera, las distintas formas de trabajo han venido desarrollando riesgos propios de esta actividad, a raíz de estos sucesos, se ha aprendido a trabajar con riesgos y se ha logrado clasificarlos de acuerdo con las condiciones de trabajo.

Se conoce como incidente a todo evento inesperado o indeseable, instantáneo o no, que resulta o potencialmente puede resultar en una consecuencia no deseada. A los incidentes que causan daño se denominan accidentes y a los que no, se les denomina cuasi accidentes. A su vez los accidentes se han dividido en dos grandes ramas: personales e industriales (González, Bonilla, Quintero, Reyes, & Chavarro, 2016).

Se conoce como accidentes personales a los que lesionan a los trabajadores por causas directas con sus actividades; mientras que los accidentes industriales, se refieren a la pérdida de equipos, producción y daños al medio ambiente. Los cuasi accidentes son eventos estudiados estadísticamente para conocer su tendencia y determinar la posibilidad de la ocurrencia de un accidente o proponer recomendaciones para evitar su repetición.

Existen diferentes tipos de riesgos: Riesgo mecánico, Riesgo físico, Riesgo químico, Riesgo biológico, Riesgo ergonómico, Factores psicosociales. El riesgo mecánico se conoce como la probabilidad de ocurrencia de efectos fisiopatológicos tales como cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por desprendimiento o proyección de objetos, atrapamientos,

aplastamientos y quemaduras etc. como resultado de toda operación que implique la manipulación de herramientas manuales, maquinaria, manipulación de vehículos o utilización de equipos de elevación (González, Bonilla, Quintero, Reyes, & Chavarro, 2016).

Dentro del riesgo mecánico, se tiene: atrapamiento en instalaciones, atrapamiento por o entre objetos, atrapamiento por vuelco de máquinas o carga, atropello o golpe con vehículo, caída de personas al mismo nivel, caída sobre o contra objetos, trabajo en alturas, caídas manipulación de objetos, espacios confinados, choque contra objetos inmóviles, choque contra objetos móviles, choques de objetos desprendidos, contactos eléctricos directos, contactos eléctricos indirectos, desplome derrumbamiento, superficies irregulares, manejo de explosivos, manejo de productos inflamables, proyección de partículas, punzamiento extremidades inferiores, inmersión en líquidos o material particulado, manejo de herramientas corto punzantes (Sanz, 2013).

Se entiende por trabajos en altura aquellos trabajos que son realizados a una altura superior a 1.80 metros. Dentro de éstos podemos citar entre otros: trabajos en andamios, escaleras, cubiertas, postes, plataformas, vehículos, etc., así como trabajos en profundidad, excavaciones, pozos, etc. Son numerosas las actuaciones que requieren la realización de trabajos en altura tales como tareas de mantenimiento, reparación, construcción, restauración de edificios u obras de arte, montaje de estructuras, limpiezas especiales, etc. (Halliburton, 2014).

La realización de estos trabajos con las condiciones de seguridad apropiadas incluye tanto la utilización de equipos de trabajo seguros, como una información y formación teórico-práctica específica de los trabajadores.

Se debe considerar dos aspectos importantes previos al trabajo en altura: identificar el riesgo de caída y el control del riesgo. Siempre que sea posible se debe eliminar el riesgo de caída evitando el trabajo en altura, por ejemplo, mediante el diseño de los edificios o máquinas que permita realizar los trabajos de mantenimiento desde el nivel del suelo o plataformas permanentes de trabajo (Halliburton, 2014).

Cuando no pueda eliminarse el riesgo, las medidas a tomar deben ir encaminadas a reducir el riesgo de caída, adoptando medidas de protección colectiva, mediante el uso de andamios, plataformas elevadoras, instalación de barandillas, etc.

Por lo tanto, a través de una metodología de investigación documental, este trabajo se centra en evaluar las causas de los incidentes en actividades que implican riesgo mecánico en trabajos de altura en el sector petrolero, entendido el mismo como toda aquella acción que se ejecuta a 1,80 metros con relación a un nivel inferior, dando una medida de control para evitar los mismos.

Partiendo de la identificación y comprensión, desde lo técnico y lo legal de los sistemas de seguridad y de los procedimientos utilizados para la realización de actividades que implican trabajos en altura, este trabajo presenta las variables a reconocer, analizar y comprender para el abordaje del entendimiento de las causas que generan accidentes de trabajo. En general la manera que se propone para abordar la comprensión de las causas que generan dichos accidentes, se presenta con el pleno conocimiento que no es el único punto de vista posible para tratar el tema.

1.1.1 Planteamiento del Problema

Como marco de referencia para el presente trabajo, se considera el trabajo en altura como toda labor o desplazamiento que se realice a 1,80 metros o más sobre un nivel inferior. Si bien este parámetro técnico rige en Ecuador, para las empresas del sector petrolero, este parámetro cambia de acuerdo con las necesidades de cada empresa, por lo que, para la realización de este trabajo, se considerará una altura de 1,20 metros como referencia de trabajos en altura.

En el Ecuador existen algunos datos estadísticos de los accidentes de trabajo que ocurren en los diferentes sectores económicos; en el caso de la construcción, algunas entidades tales como el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social a través de la Dirección Nacional del Seguro General de Riesgos del Trabajo y el Ministerio de Relaciones Laborales. Otras instituciones como los servicios de emergencia de hospitales, la Cruz Roja y la Brigada de Homicidios de la Policía Judicial realizan registros de accidentalidad con limitaciones estadísticas, lo cual determina que el subregistro de accidentes de trabajo sea importante. De acuerdo con esto, el mayor porcentaje de accidentes mortales y graves en el Ecuador se producen en el sector de la construcción, seguido del sector industrial, servicios y agrario, respectivamente.

Por otro lado, a pesar de no contar con datos lo suficientemente sólidos y confiables en cuanto al número de accidentes de trabajo y el origen de los mismos, un alto porcentaje de los accidentes de trabajo en el Ecuador tienen su origen en eventos relacionados con los trabajos en altura. De acuerdo con el Ministerio de Trabajo, la categorización del riesgo por sectores y actividades productivas otorga una puntuación de 8 al sector de la Extracción de Petróleo, Crudo y Gas Natural, el cual está relacionado con la extracción de petróleo y gas natural,

actividades y servicios, excepto prospección. Por lo que de acuerdo con la puntuación (9, 8, 7), cae en la categoría de riesgo alto.

Adicionalmente, en el contexto internacional tomando como referencia la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el oficio que genera la mayor cantidad de muertes laborales son los trabajos en alturas, ya que el 70 % de los accidentados por caídas a diferente nivel mueren en el sitio debido a la gravedad de las lesiones que generan estos eventos. En este mismo sentido, se encontró cifras dadas por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España según las cuales el mayor número de accidentes mortales en el año 2006 fueron ocasionados por los trabajos en altura.

Por consiguiente, el número significativo de accidentes de trabajo en actividades de trabajo en altura, asociado con el costo social, humano y económico, obliga a conocer el origen de dichos eventos adversos, de ahí que este trabajo, se centra en responder las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las causas asociadas a los accidentes en trabajos de altura para trabajadores del sector petrolero y que medidas de control se aplicaran para evitar los mismos?

1.1.2 Objetivo General

Identificar el peligro, evaluar el riesgo de los accidentes de trabajo en altura y proponer las medidas de control necesarias, a través de la utilización del Método de Fine para minimizar los accidentes en trabajadores en taladros de perforación en el sector petrolero.

1.1.3 Objetivos Específicos

- Identificar los trabajos en altura que se realizan en las tareas de un taladro de perforación, mediante la revisión de los procesos que se ejecutan, para tener el listado de actividades que involucran trabajos en altura.
- Identificar el peligro en actividades consideradas como trabajos en altura.
- Determinar la relación entre la exposición a riesgos mecánicos en trabajos en altura y la ocurrencia de accidentes laborales, mediante la aplicación de una encuesta a los trabajadores de los taladros de perforación.
- Identificar los riesgos relacionados a los trabajos en altura.
- Determinar las variables objeto de análisis para determinar la causalidad de los accidentes de trabajo en altura.
- Proponer medidas de control para trabajos en altura, priorizando el bienestar de los trabajadores.
- Realizar la aplicación de medidas de control por medio del software, MSA Latchways, para la estructura y la fijación de los sistemas de seguridad.

1.1.4 Justificación

De acuerdo con lo expresado anteriormente uno de los principales problemas en el control o prevención de los accidentes de trabajo con origen en actividades que implican trabajo en altura, se centra en la falta de información estadística relacionada con el número absoluto, frecuencias, tasas de incidencia, causas o cualquier otro indicador que expliquen el origen de dichos eventos adversos.

Por otro lado, las tres principales causas de accidentes fatales fuera del trabajo son las caídas de altura, los atropellos por vehículos y golpes de objetos que caen. En el sector

petrolero, la caída de objetos esta entre las 10 principales causas de fatalidades y lesiones graves, esto se debe a los malos hábitos de seguridad industrial, los comportamientos inadecuados, una mala actitud, el descuido, ignorar los peligros, la incorrecta evaluación de los peligros y riesgos, el desconocimiento del equipo, un pobre mantenimiento, accesorios dañados, procedimientos inapropiados, almacenamiento inapropiado, falta de orden y aseo, error de cálculo en la planeación y operación, entre otras (Construcciones y Prestaciones Petroleras, 2015).

Por lo tanto y en conformidad con la Resolución No. C.I.118, de la Normativa para el proceso de investigación de accidentes - incidentes del seguro de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Comisión Interventora del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, la cual tiene como finalidad la investigación de accidentes de trabajo, persigue descubrir todos los factores que intervienen en el origen de los mal llamados "accidentes", buscando causas y no culpables. El objetivo de la investigación debe ser neutralizar el riesgo desde su fuente u origen, evitando asumir sus consecuencias como inevitables. Para esto se debe conocer los hechos sucedidos, deducir las causas que los han producido, eliminar las causas para evitar casos similares, aprovechar la experiencia para la prevención de accidentes.

De esta manera se evaluarán las causas de los accidentes de trabajos en altura, las cuales servirán para la investigación de los incidentes y accidentes de trabajo determinando las medidas de control necesarias para minimizar los accidentes en trabajadores del sector petrolero.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Definiciones

Trabajo en altura: Todo aquel trabajo con riesgo de caída a distinto nivel donde una o más personas realizan cualquier tipo de actividad a una distancia igual o mayor a 1,80 metros con respecto del plano horizontal inferior más próximo (Halliburton, 2014).

Punto de anclaje: Es un punto firme para sujetar amarras, cabos de suspensión, cabos salvavidas o dispositivos de retardo (amortiguadores de choques). Debe ser independiente de los medios de apoyo o de suspensión del trabajador y estar evaluado e identificado por una persona idónea, debe poder sostener 2.268 Kg / 5.000 libras por cada trabajador que lo utiliza (Construcciones y Prestaciones Petroleras, 2015).

Cabo o línea de suspensión: Es una cuerda vertical amarrada a un punto de anclaje fijo.

Línea de vida: Es una cuerda horizontal o vertical amarrada a dos puntos de anclaje.

Dispositivos conectores: Son cuerdas que conectan un arnés de torso o un cinturón de seguridad con un punto de anclaje, un cabo de suspensión, un cabo salvavidas o un sistema de escalamiento. Pueden estar acoplados permanentemente a un arnés o cinturón, o unidos a una argolla en D mediante una conexión metálica aprobada. Ej.: eslingas, líneas de posicionamiento, etc.

Arnés de torso o cuerpo completo: Elemento provisto de correas de piernas y de hombros que se sujetan rodeando el cuerpo del usuario de modo que distribuyan las fuerzas de

choque de una caída sobre los glúteos, los muslos, los hombros y el pecho, a condición de que se haya conectado a una amarra por la espalda, entre el nivel del pecho y los hombros. La fuerza de frenado sobre un trabajador que cae equipado con un arnés de torso no debe exceder de 1.800 libras (8 KN).

Andamio: Es una construcción provisional, fija o móvil, que sirve como auxiliar para la ejecución de trabajos en altura, haciendo accesible una parte del edificio/infraestructura que no lo es y facilitando la conducción de materiales al punto mismo de trabajo.

Elevador de plataforma: Es un sistema que permite acceder a sitios elevados, con un ascenso y descenso controlado ya sea desde la base o desde el mismo módulo plataforma.

Redes de protección: Las redes de protección son una medida con efecto indirecto para la protección contra la caída de altura. Se pueden emplear para la retención de personas en caída, si por razones técnicas-laborales no se pueden utilizar protecciones anti caída. Las redes de protección se emplean para la retención de personas en caída durante trabajos, entre otros, debajo de cubiertas de naves y en la construcción de puentes (Universidad de Sevilla, 2013)

1.2.2 Conceptos generales sobre riesgos laborales

Peligro: Aquella fuente o situación con capacidad de producir daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o a una combinación de ellos (Mariño, 2017).

Riesgo: La combinación de la frecuencia y la probabilidad y de sus consecuencias que podrían derivarse de la materialización de un peligro.

Técnicas de Prevención: Están encaminadas a actuar directamente sobre los riesgos antes de que se puedan llegar a materializar y, por tanto, de que se puedan llegar a producir las posibles consecuencias negativas para la seguridad y salud de los trabajadores.

Principios de Acción Preventiva: El primero y principal principio de la acción preventiva que debe aplicarse en la empresa a la hora de realizar las actuaciones preventivas no debe ir encaminado a la realización de una evaluación inicial de los riesgos, sino que irá encaminado a evitar los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

El segundo de los principios de la acción preventiva será el de proceder a evaluar los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, que no hayan podido ser evitados. Esto debe permitir al empresario poder priorizar y temporizar todas aquellas actividades preventivas que tenga que realizar.

El siguiente principio de la acción preventiva es el de combatir los riesgos en su origen que vuelve de una forma muy clara a incidir en el concepto de prevención o de tomar las medidas adecuadas para que se puedan actuar sobre los propios riesgos o sobre los distintos elementos que intervienen a la hora de calificar los riesgos o lo que es lo mismo sobre la probabilidad, las consecuencias o sobre ambas simultáneamente (Mariño, 2017).

Actuaciones preventivas: Como actuaciones preventivas es importante destacar algunas que van a presentar por su importancia un gran interés como son:

La evaluación de los riesgos, que va a permitir obtener toda aquella información que se considere necesaria para que una empresa u organización esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad o no de tomar medidas preventivas y en su caso del tipo de medidas preventivas que es necesario adoptar.

Las inspecciones o rondas de prevención de riesgos que básicamente consisten en la realización de un análisis que se realiza observando directamente de forma ordenada, las instalaciones procesos, máquinas, equipos, etc. Para evaluar los riesgos que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores (Universidad de Sevilla, 2013).

1.2.3 Aspectos que influyen en la seguridad durante los trabajos en altura.

Aspectos humanos:

- Identificar los riesgos, prevención (puntos claves).
- Tomar acciones efectivas para controlar los riesgos.
- Estar conscientes de la importancia de no descuidar los controles necesarios para los trabajos en altura.
- Condición física.
- Condición psicológica.

Aspectos técnicos:

- Elementos y equipos certificados.
- Adiestramiento y entrenamiento.
- Mantenimiento y control de los equipos.

1.2.4 Puntos a considerar para trabajos en altura.

Factor de caída: El factor de caída es un valor que determina la dureza o gravedad de una caída. Cuanto mayor sea el valor, más dura será ésta. En condiciones normales de escalada, su valor está comprendido entre 0 y 2. El factor de caída se obtiene dividiendo la longitud de la trayectoria durante la caída entre la longitud de la cuerda utilizada para detener la misma (Soto, 2013).

Fuerza de choque: La fuerza de choque de una cuerda es el impacto que va a recibir la persona que cae en el momento de detener su caída. En realidad, este impacto no sólo lo recibe la persona que cae, sino que también se transmite, por medio de la cuerda, a toda la cadena de aseguramiento, formada por el arnés, puntos de seguridad (anclajes + eslinga) y mosquetones. Así pues, cuanto más baja sea la fuerza de choque de la cuerda, menor será el impacto que recibirá la persona que cae y menos sufrirá toda la cadena de seguridad. Una fuerza de choque baja permite reducir los riesgos de rotura del anclaje, el traumatismo para la persona, así como la dificultad para detener la caída por parte del sistema de protección (Soto, 2013).

Distancia de caída segura: distancia que puede recorrer un trabajador sin llegar a sufrir daño por chocar con objetos o parte de la estructura que lo rodea.

1.2.5 Elementos y equipos de protección personal para trabajos en altura.

Equipos de prevención de caídas.

- Protecciones colectivas contra caída, por ejemplo: barandas, barricadas, muros, pasamanos, rodapiés, etc.

- Sistemas de retención o limitadores para evitar que se alcancen áreas con peligro de caída de altura.

Equipos de detención/amortiguación de caídas.

Detención de caída, un sistema de protección personal de detención / amortiguamiento, el cual es usado para detener al trabajador en caso de una caída libre desde una superficie de trabajo, ejemplo: sistema retráctil, líneas de vida con absorbedor de impacto, líneas de desaceleración o frenado para trabajo vertical, redes de protección, etc. (MSA, 2012)

Plataformas de trabajo y equipos de posicionamiento.

Sistema de sujeción o posicionamiento, con el cual se pueden realizar los trabajos evitando una caída de altura, mantiene al trabajador con las manos libres para ejecutar una actividad a una determinada altura, ejemplo: líneas de posicionamiento, silletas para trabajo vertical, etc.

Plataformas de trabajo y equipos de posicionamiento.

Andamios es una construcción provisional, fija o móvil, que sirve como auxiliar para la ejecución de trabajos en altura, haciendo accesible una parte del edificio/infraestructura que no lo es y facilitando la conducción de materiales al punto mismo de trabajo.

Plataformas de trabajo y equipos de posicionamiento.

- Elevador de plataforma es un sistema que permite acceder a sitios elevados, con un ascenso y descenso controlado ya sea desde la base o desde el mismo módulo plataforma.

- Una escalera es una construcción diseñada para unir varios espacios situados en diversos niveles en vertical, dividiéndolo en alturas reducidas con un lugar para poner el pie, llamadas escalones (MSA, 2012)

Elementos de entrada a espacios confinados y extracción (rescate).

Sistema de entrada/extracción personal, utilizado para propósitos de entradas verticales a espacios confinados, este equipo debe permitir ascender/descender en forma controlada. No está diseñado para detener caída libre (MSA, 2014).

Existen riesgos que están presentes al realizar un trabajo en altura:

- Riesgo de caídas a distinto nivel que pueden generar golpes, fracturas o fatalidades.
- Caída de Objetos desde plataformas de trabajo.

Ilustración 1: Trabajos en altura



Fuente: Halliburton, 2014

Antes de realizar cualquier trabajo en altura, se debe tener en cuenta dos factores:

- Realizar el Análisis de Riesgo (JSA) y el Permiso de Trabajo.
- Realizar al trabajador el Chequeo Médico General (Pulso, Frecuencia Respiratoria, Presión Arterial, Temperatura, Antecedentes Patológicos Personales y Examen Físico Focalizado, Glicemia, Sobrepeso y Obesidad).

Se debe efectuar inspecciones previas al sitio de trabajo antes de realizar un trabajo en altura:

- Inspeccionar los accesos al trabajo en altura
- Inspeccionar las escaleras – Fijas y en buenas condiciones
- Inspeccionar los Sistemas de Protección Contra Caídas - Instalación y/o uso de los equipos (barandillas, cuerda guías, anillos D, líneas de seguridad y arneses) para proteger a una persona de las caídas.

Ilustración 2: Sistema de seguridad



Fuente: Halliburton, 2014

Inspeccionar los Sistemas de Protección Contra Caídas - Instalación y/o uso de los equipos (barandillas, cuerda guías, anillos D, líneas de seguridad y arneses) para proteger a una persona de las caídas (ACHS, 2015).

Ilustración 3: Equipo de Protección Personal



Fuente: Halliburton, 2014

Los sistemas personales de detención de caídas deben ser inspeccionados antes de cada uso, desgaste, daños y otro tipo de deterioro, y los componentes defectuosos deberán ser retirados del servicio.

Ilustración 4: EPP defectuoso



Fuente: Halliburton, 2014

Las Hebillas y Anillos “D”, se deben eliminar cuando estén dañados, rotos, deformados o presentes signos de corrosión.

Ilustración 5: Anillos “D”



Fuente: MSA, 2012

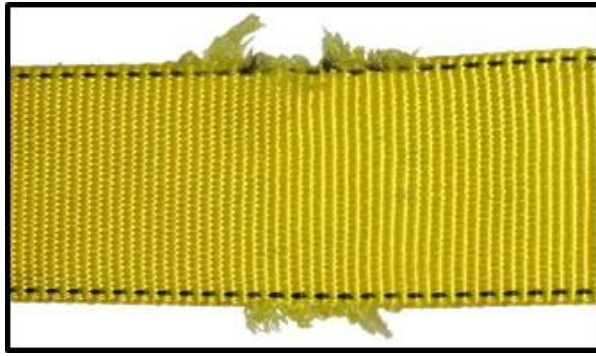
Ilustración 6: Hebillas



Fuente: MSA, 2012

Las correas y costuras no deben presentar signos de cortes, no deben estar deshilachados, tener fibras rotas, desgarros, perforaciones, moldes, quemaduras, decoloración o abrasión.

Ilustración 7: Correas



Fuente: MSA, 2012

Las correas y costuras no deben presentar signos de cortes, no deben estar deshilachados, tener fibras rotas, desgarros, perforaciones, abrasión, moldes, quemaduras y decoloración.

Ilustración 8: Correas con unión



Fuente: MSA, 2012

Las etiquetas deben estar en el Arnés y Línea de Vida y contener la siguiente información:

- Fecha de Fabricación
- No. Seria / Modelo
- Normas
- Dimensiones

- Registro de Inspección

Ilustración 9: Etiquetas



Fuente: MSA, 2012

Las líneas de vida no deben tener nudos, cortes, quemaduras, áreas desgarradas o cortadas.

Ilustración 10: Línea de vida



Fuente: MSA, 2012

Los ganchos y mosquetones deben tener doble seguro y se debe hacer una prueba de funcionamiento. No deben presentar signos de corrosión, golpes o deformaciones. Se debe inspeccionar los ganchos, el cable y el indicador de impacto. Los ganchos no deben presentar corrosión, golpes o deformaciones. El cable no debe presentar deformaciones o cables rotos. Si el indicador de impacto esta desactivado se debe dar de baja el equipo (ACHS, 2015).

Ilustración 11: Ganchos



Fuente: MSA, 2012

1.2.6 Caída de Objetos

Un objeto que cae es todo elemento que se desplaza de su anterior posición original bajo su propio peso. Los objetos que caen están entre las 10 principales causas de fatalidades y lesiones graves en la industria petrolera (Soto, 2013).

Los Objetos caídos son consistentemente una causa primaria de los incidentes en la industria del petróleo y son de alto nivel con riesgo total para las instalaciones y lugares de trabajo, tanto en alta mar y como en tierra. Un objeto caído puede ser cualquier objeto que cae

desde la posición estática anterior bajo su propio peso o un objeto que cae debido a la colisión con un otro objeto en movimiento (dinámica).

Ilustración 12: Herramientas utilizadas en Trabajos en altura



Fuente: CPP, 2015

1.2.6.1 Causas

Las principales causas de los objetos caídos son una cultura de seguridad y comportamientos inadecuados, orden y aseo inapropiados, mantenimiento inadecuado, procedimientos inadecuados, almacenamiento inadecuado y planeación inadecuada (Construcciones y Prestaciones Petroleras, 2015).

Mantenimiento inadecuado / Equipos redundantes / abandonados

- Equipos de elevación
- Deterioro estructural
- Ganchos de grúas / pasadores de seguridad
- Accesorios de elevación – cables, amarres, bloques, etc.

Ilustración 13: Gancho sin mantenimiento

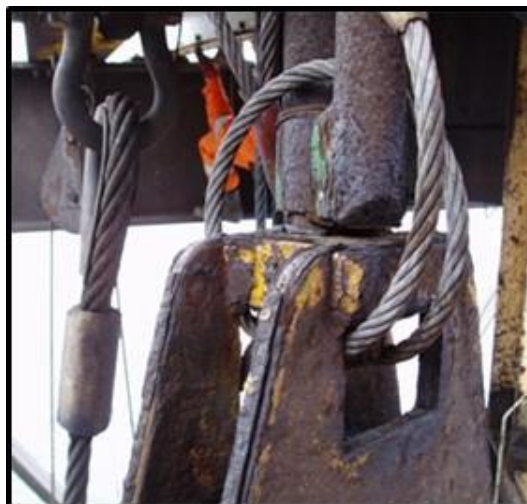


Fuente: CPP, 2015

Accesorios que fallan

- Falla por corrosión
- Accesorios inadecuados (retención primaria y secundaria)
- Vibración
- Sobrecarga y abuso

Ilustración 14: Equipo oxidado



Procedimientos inadecuados

- Control inadecuado sobre equipos o herramientas utilizadas en alturas
- Las herramientas utilizadas en alturas no están aseguradas
- Las áreas debajo de los trabajos en alturas no se encuentran acordonadas
- Cargas no se encuentran debidamente sujetadas
- No hay procedimientos de inspecciones periódicas
- No observar los cambios en el entorno

Ilustración 15: Herramientas en mal estado



Fuente: CPP, 2015

Almacenamiento inadecuado/ equipo incorrectamente asegurado

Almacenar en alturas, sobrecarga, inestabilidad, almacenar sin asegurar, métodos inadecuados.

Ilustración 16: Almacenaje



Fuente: CPP, 2015

Falta de orden y aseo

- Basura y escombros en altura
- Artículos abandonados y peligrosos en altura
- Falta de limpieza / inspección

Ilustración 17: Material abandonado



Fuente: CPP, 2015

Omisiones y errores de cálculo en la planeación y operación

Falta de planeación, falta de evaluación del riesgo, errores en el espacio, entre otros.

Ilustración 18: Cables enrollados



Fuente: CPP, 2015

1.2.6.2 Consecuencias

Las consecuencias de objetos caídos pueden incluir lesiones personales / muerte, daño estructural, daños al equipo, daños al medio ambiente o la liberación de hidrocarburos / fuego (ACHS, 2015).

- Entre más pesado sea el objeto, más serias serán las consecuencias.
- Entre mayor sea la distancia de caída, más serias serán las consecuencias.

Ilustración 19: Fractura de extremidad inferior



Fuente: Ministerio de Trabajo y Empleo

1.2.7 Tipos de Caída

Caídas al mismo nivel de desplazamiento:

- Resbalones
- Tropiezos

Caídas sobre diferente superficie de desplazamiento:

- Caídas de escalera
- Caídas desde un nivel superior (altura)

1.2.8 Control de Riesgos de Caída

Eliminar el Peligro:

- Rediseño de Ingeniería
- Modificación de procedimientos de trabajo

Sistemas de Protección Colectivos

- Barandas, redes, mallas, etc....

Equipos de Protección Personal

- Para evitar una caída
- Para detener una caída

1.2.9 Fases de la Caída

Inicio de la Caída

- Acción de caer, antes que el equipo de protección personal empiece a detener la misma.
- El cuerpo se acelera debido a la fuerza de gravedad.
- Durante esta etapa el cuerpo cae 1.32 m en solo 0,3s.
- La línea retráctil opera a 1,4 m/s.
- El límite humano seguro es de 6000 N de fuerza.

Tabla 1: Acciones de una persona durante una caída

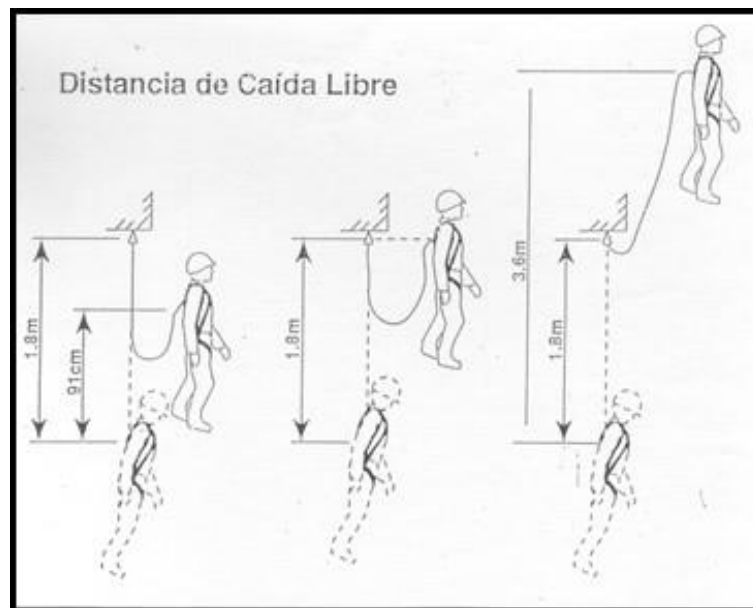
Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (kph)	Energía (J)	Fuerza (N)	Respuesta humana
0,1	0,05	1	3,5	48	1.893	Ninguna
0,1428	0,1	1,4	5	98	2.517	Ninguna
0,2	0,2	2	7,1	192	3.296	Conciencia
0,3	0,44	2,9	10,6	433	4.558	Conciencia
0,4	0,78	3,9	14,1	769	5.738	Reflejo
0,5	1,23	4,9	17,7	1.202	6.860	Inicio mov.
0,606	1,8	5,9	21,4	1.766	8.000	Inicio mov.
0,7	2,4	6,9	24,7	2.356	8.978	Leve mov.
0,8	3,14	7,8	28,2	3.077	9.991	Leve mov.
0,9	3,97	8,8	31,8	3.894	10.978	Movimiento
1	4,9	9,8	35,3	4.808	11.943	Movimiento
2	19,61	19,6	70,6	19.232	20.794	Movimiento

Fuente: ACHC, 2012

Caída Libre

- La distancia de la caída depende de la ubicación del anclaje con respecto del anillo en D dorsal.
- La energía que se genera depende del tiempo de caída.

Ilustración 20: Anclaje de seguridad



Fuente: ACHC, 2012

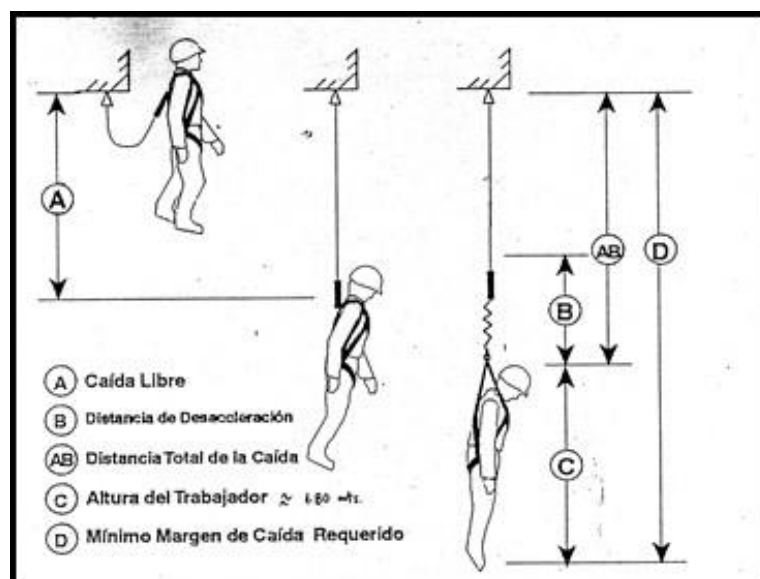
Desaceleración

- La energía cinética generada debe disiparse.
- La línea de seguridad se estira totalmente.
- Los puntos de apoyo del cuerpo resisten las primeras fuerzas de detención (~50 milisegundos) hasta llegar a la fuerza requerida para activar el absorbedor.
- El cuerpo sufrirá fuerzas localizadas (de magnitud menor a la tolerancia de los tejidos).
- Se habrá disipado suficiente energía y el absorbedor termina su función.

Rebote

- Algunas o todas las partes del sistema pueden verse deformadas en el proceso de detención.
- Si la deformación es permanente, la llamamos deformación plástica. Y la energía se disipa en el proceso de deformación (como en el absorbedor de impacto).
- Si la deformación es temporal, la llamamos elástica. La energía se almacena hasta que las fuerzas dejen de actuar en el cuerpo, y luego se disiparán regresando a su forma original.

Ilustración 21: Rebote durante una caída



Fuente: ACHC, 2012

Suspensión

Una vez que la caída terminó y las fuerzas cinéticas fueron disipadas, el cuerpo queda suspendido en el aire hasta ser rescatado. Es posible que el inicio de la caída haya dejado al cuerpo sin poder hacer nada (inconsciente, paralizado o inmovilizado).

La sangre tenderá a estancarse en las extremidades inferiores al tener presión en los muslos. Varios síntomas como vértigo, náuseas, desvanecimiento, hormigueo en extremidades, entre otros, advertirán de una posible congestión venosa. Los arneses de cuerpo entero ralentizan este proceso, pero no se puede evitar (ACHS, 2015).

Tiempo Máximo de Suspensión

- Con un Cinturón: 1.5 Minutos
- Con un Arnés: 14 Minutos (en excelente estado físico)

Efectos de la Suspensión

- Circulación restringida de la sangre
- Adormecimiento de miembros inferiores
- Shock

Efectos en la Salud

- El cuerpo humano está compuesto en 60% por agua.
- Los líquidos no se pueden comprimir, por lo que transmiten energía a otros tejidos.
- Si el fluido está confinado en un solo espacio (Cerebro, vejiga, estómago, intestinos...), la energía recibida por un área es retransmitida al resto. Si no está confinado se desplazará.
- Esto es importante porque toda fuerza recibida será finalmente recibida por algún órgano interno, que si son llevados más allá de sus límites de tensión generarán lesiones, desgarros o compresión.

- Por ello es de suma importancia que los sistemas de detención de caídas transmitan la energía a áreas que sí puedan tolerarla. Y evitar así efectos hidráulicos

1.2.10 Evaluación de riesgos

1.2.10.1 Objetivos de la Evaluación de Riesgos.

- Entender a la evaluación de riesgos como una técnica activa.
- Recordar que existen tipos de evaluaciones de riesgos.
- Revisar la metodología de una evaluación general de riesgos.
- Generar medidas a tomar tras la evaluación de riesgos.

La evaluación de riesgos es un proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para estar en condiciones de tomar decisiones sobre la necesidad o no, de adoptar acciones preventivas, y en caso afirmativo el tipo de acciones que deben de adoptarse (Halliburton, 2014).

La Evaluación de Riesgos verifica la existencia de dos partes diferenciadas:

- El análisis de riesgos
- La valoración de riesgos

El análisis de riesgos

- Identificar el Peligro, entendiendo como tal toda fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, o bien una combinación de ambos.

- Estimar el Riesgo, entendiendo como Riesgo la combinación de la frecuencia o probabilidad y de las consecuencias que pueden derivarse de la materialización de un peligro. La estimación del Riesgo supone el tener que valorar la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el riesgo.

Valoración de riesgo

Tras efectuar el Análisis de Riesgos, y con el orden de magnitud que se ha obtenido para el Riesgo, hay que valorarlo, es decir emitir un juicio sobre la tolerabilidad o no del mismo, hablándose en el caso afirmativo de Riesgo Controlado, y finalizando con ello la Evaluación del Riesgo (González, Bonilla, Quintero, Reyes, & Chavarro, 2016).

1.2.10.2 Tipos de evaluaciones

- Riesgos para los que existe una Legislación específica.
- Riesgos para los que, no existiendo una Legislación específica, si existen Normas Internacionales, europeas, nacionales o de Organismos Oficiales u otras Entidades de reconocido prestigio.
- Riesgos que precisan métodos de evaluación especiales.
- Riesgos de carácter general.

1.2.10.3 Estimación del riesgo

La tabla 2 nos permite determinar los niveles de riesgo, formando la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como determinar en el tiempo las actuaciones (Halliburton, 2014).

Tabla 2: Niveles de Riesgo

		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	RIESGO TRIVIAL	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO
	MEDIA	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
	ALTA	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE

Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: MSA, 2014

1.2.10.4 Prevención de riesgos laborales.

Los fundamentos de una gestión activa de la prevención son la identificación de los peligros, la evaluación y control de los riesgos, así como la adopción de las medidas necesarias para asegurar que existen normas y procedimientos, formación, participación, y lo más importante, un verdadero compromiso para eliminar o reducir los riesgos (Mariño, 2017).

Los elementos clave para lograr el éxito en la gestión de la prevención de riesgos laborales son:

Política: Las organizaciones que alcanzan altos niveles de salud y seguridad, tienen definida una política preventiva que contribuye a la ejecución de su negocio a la vez que atiende sus responsabilidades con los trabajadores y el medio ambiente, cumpliendo con la legislación vigente en dichos ámbitos.

Organización: Están estructuradas y funcionan de modo que pueden poner en práctica, de forma efectiva, su política preventiva. Se ayudan mediante la creación de una

cultura positiva que asegura la participación y el compromiso a todos los niveles, apoyándose en sistemas de comunicación eficaces y en la promoción de las aptitudes que permitan a todos los trabajadores hacer una contribución responsable e informada al esfuerzo preventivo.

Planificación: Para la implantación de su política, esas organizaciones adoptan un modo de actuación planeado y sistemático.

Medición de las actuaciones: Las organizaciones que gestionan con éxito la prevención de riesgos laborales, comprueban la eficacia de sus actuaciones en este ámbito mediante su comparación con normas previamente definidas. De este modo se detecta cuándo y dónde se necesita mejorar las actuaciones.

Auditoría y revisión de las actuaciones: Un elemento importante en una gestión eficaz de la prevención es aprender de todas las experiencias pertinentes y aplicar las lecciones aprendidas. Es preciso realizarlo de forma sistemática mediante revisiones regulares de las actuaciones basadas en datos, tanto de actividades de comprobación como de auditorías del conjunto del sistema de gestión de la prevención.

1.2.10.5 Técnicas de prevención de riesgos laborales.

En el trabajo, se puede ver afectada la salud de muchas formas y todas ellas son importantes. Se pueden generar daños como consecuencia de la carga de trabajo, ya sea física o mental, y en general, de los factores psicosociales y organizativos capaces de generar fatiga, estrés, insatisfacción laboral, etc.

Un daño como consecuencia de la materialización de los riesgos es el accidente de trabajo. Es el indicador más inmediato y evidente de unas malas condiciones de trabajo y dada su frecuencia y su gravedad, la lucha contra los accidentes es el primer paso de toda actividad preventiva (Mariño, 2017).

Tabla 3: Técnicas de Seguridad

TÉCNICAS DE SEGURIDAD	
ACTIVAS	REACTIVAS
Evaluación de riesgos	Investigación de accidentes
Inspecciones de seguridad	Control estadístico de la accidentalidad

Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: Sanz, 2013

Técnicas activas

Son aquellas que planifican la prevención antes de que se produzca el accidente. Para ello se identifican, en principio, los peligros existentes en los puestos de trabajo y posteriormente se evalúan los riesgos e intentan controlarse mediante ajustes técnicos y organizativos.

Técnicas reactivas

Son aquellas técnicas que actúan una vez que se ha producido el accidente e intentarán determinar las causas de éste para posteriormente proponiendo e implantando unas medidas de control, evitar que se pueda volver a producir. Entre ellas destacan la investigación de accidentes y el control estadístico de la accidentalidad.

La gestión de la prevención de riesgos laborales debe estar basada en modelos activos de gestión, es decir, basado en programas de prevención, no deben ser reactivos trabajando sobre las causas de las pérdidas y la siniestralidad.

1.2.10.6 Estrategia para prevenir el riesgo de caída en altura

Teniendo en cuenta la normativa, la estrategia preventiva establece el siguiente orden de actuación: eliminar los riesgos en el origen, si no es posible, limitar la altura de caída mediante protecciones colectivas y, en último lugar, dotar a los trabajadores de equipos de protección individual frente a la caída (Sanz, 2013).

- Eliminación del riesgo en el origen planificando la ejecución de la obra, ejecutando esta con medidas de protección integradas en la propia estructura o instalando protecciones colectivas que impidan la caída, como barandillas de seguridad, protecciones de borde, entablados, redes de seguridad tipo U, etc. Se evita, además de la lesión y el accidente, el riesgo. Se conoce como seguridad integrada y estaría encuadrada dentro de la prevención.
- Limitar la altura de caída mediante sistemas que no evitan la caída de personas u objetos, pero reducen sus consecuencias. Están formados por dispositivos artificiales intercalados entre la superficie de trabajo y el vacío, como redes de seguridad tipos S, T, y V que transmiten la energía del impacto a la estructura en construcción, a través de elementos más rígidos, generalmente metálicos.

Gran parte de estos sistemas están normalizados en Europa. Algunas tipologías como la red sobre pescante, se viene empleando habitualmente en España desde hace decenios, siendo prácticamente desconocida en el resto de los países de nuestro entorno. Sin embargo, aspectos esenciales acerca de su comportamiento, como la máxima aceleración experimentada por el cuerpo después del impacto sobre la red, no se ha conocido hasta la realización de trabajos recientes.

- Equipos de Protección Individual. Cuando por la naturaleza del trabajo temporal en altura no fuera posible utilizar dispositivos de protección colectiva, deberá disponerse

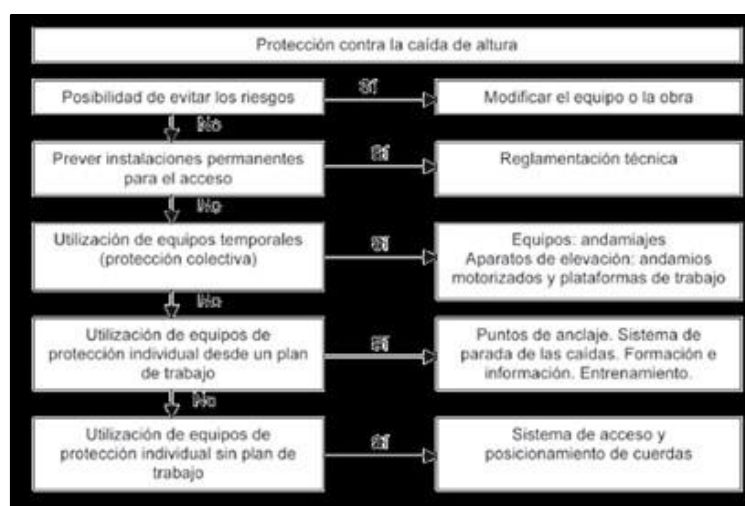
de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente. Se debe reducir a operaciones de corta duración o en operaciones de colocación o desmontaje de las protecciones colectivas. Si se utiliza arnés de seguridad, previamente se planifica la instalación de dispositivos de anclaje a la estructura. Para ello es necesario conocer la resistencia al arrancamiento del anclaje experimental o analíticamente.

Estos dos últimos puntos se consideran protección -no evitan que se desencadene el hecho, sino que evitan el daño-. Se utilizan porque el riesgo no se puede evitar, las medidas preventivas son muy costosas o, incluso, son técnicamente muy difíciles de poner en práctica.

No solo es necesario retener al trabajador una vez que ha caído; además no debe sufrir lesiones una vez que ha sido retenido. Según el comité técnico CEN/TC 160, -Protection against falls from height including working belts- si como consecuencia del impacto un trabajador recibe una fuerza de 6 KN existe el riesgo de que sufra lesiones, si la fuerza es de 12 KN aquellas pasan a ser irreversibles.

Otras regulaciones limitan la fuerza que puede recibir un trabajador durante su recogida a 8 KN (OSHA). Sin embargo, los valores anteriores no tienen en cuenta ni la dirección en la que se aplica la fuerza ni su punto de aplicación sobre el cuerpo humano (Halliburton, 2014).

Ilustración 22: Protección contra caída de altura



Fuente: CPP, 2015

1.2.11 Aprobaciones y Normas

OSHA (Occupational Safety and Health Administration / Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de EE. UU.). Las normas y reglamentos que establece OSHA tienen carácter obligatorio conforme a la ley. El incumplimiento de dichas normas puede comportar severas sanciones y suspensiones.

ANSI (American National Standards Institute / Instituto Nacional Estadounidense de Estándares). Es un sistema de estandarización voluntaria; sus normas no son legalmente obligatorias. El ANSI facilita el desarrollo de estándares nacionales estableciéndolos mediante consenso entre los fabricantes y los consumidores. Muchos de los reglamentos OSHA se han adoptado a partir de los estándares ANSI.

CSA (Canadian Standards Association / Asociación Canadiense de Estándares). Todas las provincias y territorios de Canadá exigen que los equipos de protección contra caídas estén certificados por una organización externa reconocida conforme a los estándares canadienses

(o que tengan niveles de protección equivalentes aprobados por las autoridades competentes). El comité técnico Z259 de la CSA se ocupa de establecer las normas para los equipos y procedimientos de protección contra caídas. La división de certificación y pruebas de CSA se encarga de probar y certificar los productos conforme a los estándares de producto CSA Z259.

1.2.12 Actividades Económicas

Antes de profundizar en las variables específicas es importante mencionar a modo de ejemplo algunos de las muchas actividades económicas que por su dinámica cotidianamente requieren presentar o hacer uso de actividades con trabajo en altura (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2018)

Tabla 4: Profesión por actividad que involucra trabajo en altura

Actividad económica	Profesión por actividad que involucra trabajo en altura
Construcción	Ingenieros residentes
	Maestros de obra
	Oficiales
	Auxiliares
	Obreros
	Contratistas en general
	Operarios de mantenimiento de edificaciones
Obras civiles	Operarios de máquinas de izaje
	Ingenieros
	Montadores
	Maestros
	Oficiales
	Auxiliares
	Obreros
	Contratistas en general
Almacenamiento	Operarios de silos elevados
	Coterros en altura
	Operarios de mantenimiento de tanques

Tabla 4 (cont.)

Sector eléctrico	Linieros
	Operarios de montaje y mantenimiento de redes
	Cuadrilla de instaladores
	Cuadrillas de mantenimiento eléctrico
	Operarios de mantenimiento de torres y postes
	Operarios de termoeléctricas
	Operarios de Hidroeléctricas
Sector de telecomunicaciones	Levantamiento de torres
	Mantenimiento de torres y postes
	Tendedores de redes
	Operarios de redes de distribución
	Operarios de montaje de antenas
Montajes industriales	Ingenieros de montaje
	Operarios
	Soldadores
	Mecánicos
	Montadores
Sector de hidrocarburos	Levantamiento de torres de perforación
	Encuelladores
	Cuñeros
	Operarios de perforación
	Operadores de tanques de almacenamiento
Almacenamiento	Operarios de silos elevados
	Coterros en altura
	Operarios de mantenimiento de tanques
Industria de alumbrado	Instaladores
	Operarios de mantenimiento
	Astilleros
Otros del sector productivo	Operarios de fabricación de tanques
	Operarios de fabricación de calderas
	Operarios de fabricación de grandes productos

Tabla 4 (cont.)

Otros del sector servicios	Cambiadores de vidrios
	Operarios de mantenimiento de fachadas
	Operarios de mantenimiento de chimeneas
	Pintores
	Instaladores de vallas
	Instaladores de antenas
	Instaladores de pararrayos
	Operarios de semaforización
	Cortadores de arboles
	Albañiles
	Plomeros
	Soldadores

Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: Ministerio de Industrias y Productividad, 2016

1.2.13 Legislación vigente en el Ecuador

A continuación, se presenta la legislación vigente específica relacionada con trabajos en altura, así como las normas técnicas correspondientes:

Tabla 5: Normas Técnicas Ecuatorianas

NORMA	DESCRIPCIÓN
RESOLUCIÓN No. 16 321	Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 217 (1r) equipos de protección individual contra caídas de altura.
REGISTRO OFICIAL No. 00174	Reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas.
Convenio 121 OIT (R:1978)	Prestaciones para accidentes y enfermedades laborales.
Convenio 155 OIT (1981)	Seguridad y salud de los trabajadores.
Convenio 161 OIT (1985)	Servicios de salud en el trabajo.
Convenio 174 OIT (1993)	Prevención de accidentes industriales mayores.
Resolución 741 (1991)	Reglamento del seguro de riesgos del trabajo (IESS).
NTE INEN 3012	Equipos de protección individual contra caídas. Arnéses anti caídas. Requisitos y métodos de ensayo.
NTE INEN 2700:2013	Anclaje de asientos, requisitos y métodos de ensayo.
NTE INEN 1652:88	Andamios tubulares. Requisitos.
NTE INEN 1651:88	Andamios. Definiciones y clasificación.
CPE INEN 010:2013	Código de práctica. Seguridad en el uso de grúas.
NTE INEN ISO 19011:2012	Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión.

Tabla 5 (cont.)

ITE INEN-ISO/TR 10013	Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad.
NTE INEN 0877:2013	Elementos de protección personal. Botas de caucho. Requisitos.
GPE INEN-ISO/IEC 73:2006	Gestión de riesgo. Vocabulario. Instrucciones para uso en las normas.

Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas, 2013

1.3 Hipótesis.

¿Se pueden conocer las causas de los accidentes de trabajos en altura y determinar las medidas de control necesarias para minimizar los accidentes en trabajadores del sector petrolero?

1.4 Identificación y Caracterización de las Variables

Variables dependientes

- Accidentes laborales.

Variables independientes

- Exposición a riesgos mecánicos por el uso de herramientas, máquinas y equipos.

Variables de confusión

- Accidentes no relacionados al manejo de herramientas, máquinas o equipos de trabajo.
- Problemas de salud pre existentes.

Variables modificadoras de efecto

- Capacitación en prevención de riesgos mecánicos.
- Tiempo de experiencia.
- Aplicación de Normativa o políticas de la empresa.
- Uso de Equipo de Protección Personal.

CAPÍTULO II.

MÉTODO

Para el estudio de nuestra investigación utilizaremos Normativas y Métodos de Evaluación que nos ayuden a determinar la aplicación más adecuada para realizar la propuesta de control para trabajos en altura en taladros de perforación en el sector petrolero.

2.1 Nivel de estudio

Exploratorio: Se revisarán los sistemas actuales de gestión de riesgos aplicados a trabajos en alturas, lo que nos ayudará a tener una visión más clara de las investigaciones y análisis de los trabajos en altura en taladros de perforación, para determinar la propuesta de su control y corrección, tomando como referencia estadísticas, análisis, datos, para tener una idea más acertada del tema.

Descriptivo: Nos permitirá recoger las inquietudes y sugerencia propias de cada uno de los participantes de estas áreas de trabajo, por lo tanto, se obtendrá el proceso idóneo que se ajuste a esta área de trabajo y al riesgo que implica el trabajo en altura.

A través de la investigación observacional se registrara el comportamiento de los trabajadores en el entorno habitual de trabajo, con la finalidad de observar el comportamiento de los trabajadores tal como ocurre de forma natural. Además se realizara una encuesta con la finalidad de conocer los pensamientos, opiniones y sentimientos de los trabajadores.

2.2 Modalidad de investigación

De campo: Para la elaboración de la propuesta de control para trabajos en altura en taladros de perforación en el sector petrolero, se recogerán los datos in situ, es decir en el sitio en que se realizará el estudio, de esta manera se identificará y evaluará el riesgo en trabajos en altura que es una parte vulnerables en este tipo de actividad.

Proyecto de Desarrollo: La investigación desarrollará una propuesta de control práctica en trabajos en alturas que se ajustará a las necesidades propias del área, lo que ayudará a mejorar la viabilidad de ser ejecutada, brindando de esta manera un aporte a las empresas.

2.3 Método

En el ámbito de los métodos teóricos se aplicó el hipotético deductivo donde se partió de la hipótesis y se establecieron conclusiones específicas mediante la observación de fenómenos generales que debieron ser sometidos a comprobación. Además, fue necesario el análisis y la síntesis de los datos obtenidos con la finalidad de establecer los resultados finales 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 el ambiente laboral de los obreros de taladros de perforación de pozos petroleros, entre otras variables se observó: las condiciones de la empresa, las instalaciones, facilidades, trato a los trabajadores, servicios con que cuenta el centro de trabajo.

Se estableció como universo de estudio a todos los obreros de los cinco taladros de perforación de las compañías Halliburton, Sinopec, Helmerich & Payne, Tuscany y Geopetsa.

Se aplicó una encuesta al personal en cada uno de los turnos y puestos de trabajo los mismos que se realizarán en diversas jornadas diarias, con la finalidad de determinar: aspectos sociodemográficos como nivel de educación, edad, estado civil, entre otros; condiciones de trabajo tales como horarios de trabajo, turnos de trabajo, tiempo de exposición a riesgos mecánicos, nivel de capacitación en prevención de riesgos, nivel de capacitación específica en el área de trabajo, 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 mecánicos a través de la utilización del Método de Fine 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.

2.4 Selección instrumentos investigación

Observación: Se realizará la observación directa en las áreas de estudio y en cada uno de los puestos de trabajo con el fin de establecer el nivel de riesgo y las condiciones adecuadas para realizar trabajos en alturas. Este instrumento estará sustentado con fotografías que nos permitan presentar la propuesta de control para evitar las lesiones parciales, totales e incluso la muerte en este tipo de trabajo.

Encuestas: Se llevará a cabo una encuesta con un conjunto de preguntas propias para

conocer la actividad laboral, exposición, accidentabilidad, capacitación y experiencia, así como información de la salud de los trabajadores, con lo cual se elaborara una propuesta de control para trabajos en altura en taladros de perforación y acorde a las necesidades en el sector petrolero.

Entrevistas: Se realizarán a las personas a cargo de la seguridad y de los responsables de área supervisores y principales trabajadores.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS

3.1 Análisis de resultados

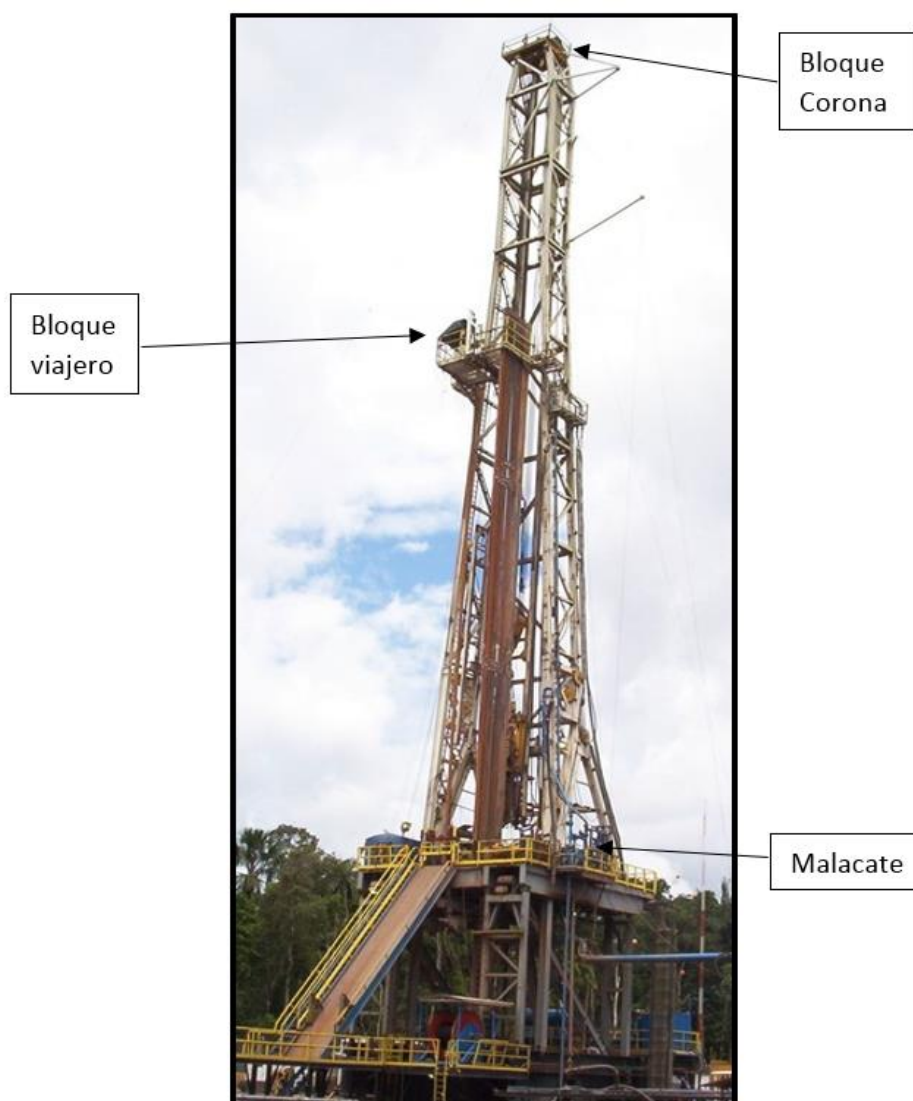
3.1.1 Estructura Organizacional

Las empresas en las cuales se aplicó la presente investigación tienen como actividad principal la prestación de servicios de perforación de pozos petroleros. Trabajan en el Ecuador desde hace 35 años, y cuentan con una flota total de 20 equipos de perforación. Los taladros de perforación se encuentran localizados en las provincias amazónicas de Orellana y Sucumbíos.

Dentro de las políticas principales de organización consta el tomar en cuenta a la seguridad y salud de sus trabajadores a nivel mundial con la misma relevancia y prioridad que el principio fundamental del negocio, además, cuentan con un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud. Este Sistema implementado obedece al cumplimiento legal respecto a las normas establecidas en nuestro país, sin embargo, mantienen otros programas en el ámbito del cuidado de la seguridad y salud de los trabajadores y el cuidado ambiental.

En la foto a continuación podemos apreciar un equipo de perforación de los que opera en el país el cual se encuentra localizado en la ciudad de Tarapoa, cantón Cuyabeno, en la provincia de Sucumbíos.

Ilustración 23: Taladro de perforacion HP-117



Fuente: Halliburton, 2014

3.1.2 Condiciones y Ambiente Laboral

Las empresas en las cuales se realizó la presente investigación cuentan con un total de 420 colaboradores Operativos, los cuales laboran en los equipos de perforación en condición de desarraigo, esto significa, que permanecen durante todo su turno dentro de las instalaciones de la compañía sin retornar a sus hogares.

Se realizan dos tipos de turnos donde se diferencia el personal dedicado a la

supervisión que labora en turnos de día por día o conocidos en el medio como 14-14 lo cual significa que trabajan 14 días continuos y descansan la misma cantidad de días. Por otro lado, se encuentra el personal de cuadrilla que trabaja en la modalidad de 2 a 1 o 14-7 que implica 14 días de trabajo continuo y 7 días de descanso.

Además, tanto el personal de supervisión como el de cuadrillas trabajan tanto en turnos diurnos como nocturnos con un esquema rotativo. Con esto se establece que un taladro de perforación de pozos petroleros, junto con su personal, labora durante las 24 horas del día, los 365 días del año.

3.1.3 Análisis de Riesgo Mecánico

Es aquel que en caso de no ser controlado adecuadamente puede producir lesiones corporales tales como cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atrapamientos, aplastamientos, quemaduras, etc. Puede producirse en toda operación que implique manipulación de herramientas manuales, maquinaria, manipulación de vehículos, utilización de dispositivos de elevación.

Las actividades y los riesgos a los que los trabajadores de taladros de perforación están inmersos y sobre los cuales se aplicó el estudio, tienen las características del riesgo mecánico, para lo cual se ha aplicado el Método de William T. Fine para la evaluación de los mismos. Este método se fundamenta en el cálculo del Grado de Peligrosidad tomando en cuenta tres factores para ello: las consecuencias, la exposición y la probabilidad.

Para establecer los parámetros necesarios para la aplicación de este método se realizaron visitas a los puestos y áreas de trabajo, entrevistas informales con los trabajadores

en sus puestos de trabajo, reconocimiento de la tarea, operación y sección sobre la cual se hizo la observación y al final una valoración de los riesgos de acuerdo con lo establecido por el método mismo.

Sus resultados por tipo de riesgo se pueden observar en la tabla 6, en la cual se describen los puestos de trabajo que han sido analizados, las actividades principales de cada puesto y los riesgos más relevantes a manera de resumen tomando en cuenta como el nivel de riesgo mecánico al valor más alto obtenido de entre el análisis de todos los factores.

Tabla 6: Categorización del Riesgo por puesto de trabajo

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES PRINCIPALES	NIVEL DE RIESGO MECANICO	FACTOR DE RIESGO MECANICO PREPONDERANTE
TOURPUSHER	Supervisión del personal Supervisión de la operación Supervisión del mantenimiento de los equipos	Medio	Atrapamiento por o entre objetos
SUPERVISOR	Supervisión del personal a su cargo Manejo de herramientas especializadas para la operación Direccionar el uso del equipo en las diferentes operaciones Controlar la operación y el mantenimiento del equipo usado para la perforación Conocer y aplicar el procedimiento de control de pozos	Medio	Atrapamiento por o entre objetos Trabajos en altura
PERFORADOR	Supervisar el personal a su cargo Operar el equipo de perforación. Operar herramientas manuales y de potencia Conocer la operación y mantenimiento del equipo de perforación Conocer y aplicar el procedimiento de control de pozos	Medio	Golpes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos

Tabla 6 (cont.)

ENCUELLADOR	Operar el sistema de alta presión en las bombas Manejar tubulares desde el trabajadero Controlar las válvulas asociadas al sistema de lodo y los tanques Controlar los sólidos Controlar los fluidos de perforación y químicos Monitorear el lodo, sus propiedades y realizar los cálculos correspondientes	Muy alto	Caídas a distinto nivel Choques contra objetos móviles Golpes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Trabajos en altura
-------------	---	----------	---

CUÑERO	Trabajar en la mesa del taladro Realizar el mantenimiento preventivo en la mesa de taladro Monitorear el pozo y los parámetros de perforación Dominar el manejo de tubulares Supervisar al personal de patio en el taladro Conocer sobre la prevención de reventones	Alto	Choques contra objetos móviles Golpes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Puntos de pellizco Trabajos en altura
--------	--	------	--

CAPATAZ	Supervisar las labores del personal de patio Coordinar el trabajo en el patio de operaciones Colaborar en operaciones de mantenimiento Coordinar el orden y limpieza de los sitios de trabajo	Alto	Choques contra objetos móviles Golpes por objetos o herramientas
OBRERO DE PATIO	Realizar trabajos de soporte en el patio de operaciones Colaborar en operaciones de mantenimiento Realizar el orden y limpieza de los sitios de trabajo Mezclar químicos bajo la dirección del Ingeniero a cargo y del Encuellador	Alto	Choques contra objetos móviles Golpes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Trabajos en altura

MECANICO	Supervisar el personal a su cargo Coordinar las reparaciones y los mantenimientos a los equipos del taladro con su asistente Realizar las requisiciones necesarias Dar apoyo al equipo de las Terceras Compañías Identificar los planos y equipos en el taladro Asesorar al personal sobre el uso adecuado de los equipos	Alto	Golpes por objetos o herramientas Cortes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Puntos de pellizco Trabajos en altura
----------	---	------	---

Tabla 6 (cont.)

ASISTENTE MECANICO	Reparar y dar mantenimiento a los motores Asistir al Mecánico durante las reparaciones o mantenimientos del equipo Realizar mantenimientos preventivos al equipo Observar el correcto funcionamiento del equipo	Alto	Golpes por objetos o herramientas Cortes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Puntos de pellizco
--------------------	--	------	--

ELECTRICO	Supervisar el personal a su cargo Coordinar las reparaciones y los mantenimientos a los equipos del taladro con su asistente Realizar las requisiciones necesarias Identificar a los equipos ubicados en áreas peligrosas o clasificadas Asesorar al personal sobre el uso adecuado de los equipos	Alto	Cortes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Puntos de pellizco Trabajos en altura
ASISTENTE ELECTRICO	Asistir al Eléctrico durante el mantenimiento, revisión e inspección eléctrica del equipo Realizar inspección y limpieza de SCR o UFD Apoyar las actividades de arme y desarme del equipo	Alto	Golpes por objetos o herramientas Cortes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Puntos de pellizco

OPERADOR	Operar la cargadora frontal (montacargas) para el manejo de cargas en la locación. Coordinar el movimiento de cargas dentro del equipo Apoyar el levantamiento de personal Manlift	Medio	Golpes por objetos o herramientas
SOLDADOR	Realizar las reparaciones y trabajos varios de soldadura. Realizar los permisos de trabajo necesarios Manejar adecuadamente la chatarra generada	Alto	Proyección de fragmentos o partículas Contactos térmicos Cortes por objetos o herramientas Atrapamiento por o entre objetos Trabajos en altura

Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: INSHT, 2017

3.1.4 Descripción de herramientas, máquinas y equipos

Como parte de sus labores dentro de un taladro de perforación de pozos petroleros, los trabajadores con quienes se realizó el estudio utilizan herramientas, máquinas y equipos los cuales tienen injerencia directa sobre el nivel de riesgo mecánico al que se ven expuestos.

Dentro del trabajo de campo se caracterizaron la mayoría de estas herramientas, máquinas y equipos sin llegar a la totalidad por ser un número considerable, no obstante, se abarcó la mayoría de los mismos.

El primer grupo por analizar son las herramientas, grupo dentro del cual ingresan llaves manuales, destornilladores, martillos, combos y demás artefactos de uso simple. Estos se encuentran en muy buenas condiciones de operación y existen políticas específicas sobre su uso, una de las más relevantes, es que deben ser usados con el fin para el cual fueron contruidos y se prohíbe hacer modificaciones no originales. A continuación, observamos algunas de estas herramientas:

Ilustración 24: Herramientas utilizadas en trabajos para taladros de perforación



Fuente: MSA, 2012

Este tipo de herramientas pueden generar accidentes como golpes por caída de objetos, machucones, puntos de pellizco o golpes con las mismas herramientas sin que llegasen a

representar un riesgo de accidentes que comprometan la vida de las personas.

El siguiente grupo por analizar son las maquinas, dentro de este grupo se han considerado aquellos artefactos cuyo funcionamiento se basa en algún tipo de mecanismo y una fuente de energía externa sea esta de tipo eléctrica, hidráulica, neumática o incluso mecánica externa.

Como parte de la investigación se observó que en un taladro de perforación los obreros y el personal en general necesitan de diversas máquinas para realizar sus funciones o labores cotidianas. Estas máquinas son de carácter industrial, para trabajo pesado y también la compañía donde se realizó el estudio cuenta con políticas específicas respecto a la seguridad al momento del uso de estas y cuenta con un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo generando un estado operativamente seguro para el usuario.

Se observaron diversos tipos de máquinas como llaves de potencia, llaves hidráulicas, compresores de aire, taladros de mano y de banco, gúinches, cortadores, esmeriles, moladoras, soldadoras entre otras.

Ilustración 25: Máquinas utilizadas en trabajos para taladros de perforación



Fuente: MSA, 2012

Tales máquinas en caso de algún accidente pueden causar serios daños al operador o a personas que se encuentren cerca de las mismas pudiendo llegar incluso a la muerte debido a la potencia con la cual operan.

Las máquinas eléctricas operan en su mayoría con 220 voltios y en algunos casos con 480 voltios como por ejemplo los compresores de aire. La llave hidráulica opera en un rango de 400 a 600 psi. Por otra parte, es muy necesario destacar que para el funcionamiento de las llaves de potencia estas son tensionadas con hasta 3000 libras fuerza. Estos valores de energía con la que operan estas máquinas las hacen trabajar también con grandes potencias incrementando el riesgo para los operarios y el personal que trabaja cerca de ellas.

El último grupo de artefactos que se observó durante la investigación son los denominados equipos y se distinguen por ser maquinas complejas, de gran volumen y que necesitan de un operario calificado y autorizado para su operación. Otra de sus características

es que son equipos vitales para la operación del taladro de perforación y su salida de servicio provocaría la parada de la producción.

Dentro de este grupo de los denominados equipos se encuentran los generadores, las bombas de lodo, el malacate principal, el top drive, el montacargas entre los más relevantes.

Ilustración 26: Equipos utilizados en trabajos para taladros de perforación



Fuente: MSA, 2012

En el caso de los generadores estos son impulsados por motores Caterpillar 3512C con una capacidad individual de 1000 amperios. Para las bombas de lodo son capaces de generar hasta 4000 psi, tienen un peso aproximado de 5 toneladas cada una y generalmente se usan tres de estas en un taladro; el malacate principal es el encargado de levantar todo el peso de la sarta de perforación y tiene una capacidad nominal de un millón de libras de peso para ser levantadas; el top drive que tiene un peso de 32 000 libras y es el equipo encargado de hacer rotar la sarta de perforación; el montacargas es el equipo encargado de movilizar las máquinas, equipo y demás cargas por el patio de operaciones y generalmente se usan con una

capacidad de 12 toneladas de levantamiento.

Estos equipos mencionados son los que caracterizan al taladro de perforación y debido a su gran capacidad, potencia, volumen y peso pueden influir directamente en la seguridad de las personas y una falla en estos equipos o en su operación puede traer consecuencias fatales para muchas personas simultáneamente.

3.1.5 Inspección de seguridad

Para ejecutar una inspección de seguridad industrial en un taladro de perforación, es necesario tener conocimiento sobre equipos, operaciones, personal involucrado, materiales utilizados y otros aspectos adicionales de cada una de las áreas de inspección, lo cual se estableció en los siguientes literales:

a) Área de inspección de la locación de perforación (plataforma)

La locación o plataforma de perforación es el área asignada para la disposición de la torre de perforación y sus componentes anexos. Debe estar de acuerdo con el reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador, decreto 1215. Las condiciones de la locación se fundamentan en los siguientes aspectos: dimensión de la plataforma (menor o igual a 1,5 hectáreas), condiciones de drenaje, canales perimetrales, iluminación, trampas API, cerramientos(mallas), puntos de encuentro, puertas de emergencia, otros y en general, determinación de condiciones y acciones subestándar.

b) Área de inspección en operaciones de perforación

En la tabla 7, se identificó el personal involucrado, herramientas, materiales y equipos de las áreas operativas de perforación.

Tabla 7: Equipos y herramientas utilizadas en las operaciones y actividades en un Taladro de perforación

ÁREA	SUBÁREA	PERSONAL INVOLUCRADO		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MATERIALES UTILIZADOS
		NOMBRE	OPERACIONES Y ACTIVIDADES		
EQUIPOS	Mesa de perforación	Supervisor	Controla las operaciones ejecutadas por la cuadrilla a su cargo.	El supervisor no manipula materiales y equipos, pero rota por todas las instalaciones del taladro para supervisar las operaciones.	
			Registra toda la herramienta y tubería ingresada al pozo.		
			Revisa el cable de perforación, el anclaje del cable muerto, la garrapata, todo el sistema viajero, freno del malacate, freno de disco, unidad hidráulica, sistema hidráulico, llave de seguridad, llave de trabajo y las zapatillas de freno, que estecen en buen estado, sin derrame de aceite ni desgaste excéntrico de las pastillas.		
			Reporta toda situación de trabajo al Tool Pusher.		

Tabla 7 (cont.)

ÁREA	SUBÁREA	PERSONAL INVOLUCRADO		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MATERIALES UTILIZADOS
		NOMBRE	OPERACIONES Y ACTIVIDADES		
TALADROS DE PERFORACIÓN	Mesa de perforación	Perforador	Es un operador de la cabina de control del taladro, desde la cual se accionan los equipos de perforación como: Top drive, malacate, bombas de lodo. Entre otros, verifica y controla los siguientes parámetros de perforación: controla las operaciones del taladro, manejo del equipo, peso sobre la broca, tiempo, velocidad de la mesa rotaria, presión, compresión y volumen del lodo de perforación. Lleva a cabo los procedimientos considerables para el control de reventones Revisa el estado y funcionamiento del cable de izaje, equipos de perforación, dispositivos de seguridad, etc. Está a cargo de la seguridad de su cuadrilla hasta el final de la operación; participando en simulacros de emergencia, investigación de accidentes o percances en el área.	Malacate Buje maestro y de transmisión Tubería de perforación Drill Collar Porta barrena Barrena Elevadores Llaves de potencia Llave hidráulica Gato hidráulico Cuñas de rotación Cadena de acero Winches Manifold Garrapata Lagarto Collarín Manómetro del stand pipe Sistema ODS Borracho Llave de casing Top Drive	Grasa Agua Aceite hidráulico

Tabla 7 (cont.)

ÁREA	SUBÁREA	PERSONAL INVOLUCRADO		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MATERIALES UTILIZADOS
		NOMBRE	OPERACIONES Y ACTIVIDADES			
TALADROS DE PERFORACIÓN	Mesa de perforación	Cuñeros	Manipula las cuñas al subir y bajar la sarta y mantener su verticalidad sobre el piso de perforación Interviene en enrosque y desenrosque de las conexiones de la sarta de perforación operando: llaves de potencia, llaves y herramientas manuales, entre otras. Revisa que las herramientas de la mesa estén completas y en buen estado. Efectúa labores de orden y limpieza de la mesa Realiza los trabajos pesados en la mesa de perforación.	Top Drive Malacate Buje maestro y de transmisión. Tubería de perforación Drill Collar Porta barrena Barrena Elevadores Llaves de potencia Llave hidráulica Gato hidráulico Cuñas de rotación	Cadena de acero Winches Manifold Garrapata Lagarto Collarín Manómetro del stand pipe Sistema ODS Borracho Ayatola Soporte de herramientas (burros) Llave de casing	Grasa Limpión Aceite hidráulico Agua
		Ing. de HSE (ocasional)	Inspecciona que as operaciones y labores se efectúen apegados a las normativas de HSE.	Equipos e instrumentos de medición.		

Tabla 7 (cont.)

ÁREA	SUBÁREA	PERSONAL INVOLUCRADO		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MATERIALES UTILIZADOS
		NOMBRE	OPERACIONES Y ACTIVIDADES		
TALADROS DE PERFORACIÓN	Encuelladero	Encuellador	Desde el encuelladero ayuda a realizar las paradas de la tubería de perforación que sale o entra al pozo utilizando la manila y el elevador. Opera y mantiene al equipo en el piso de perforación, mientras realizan operaciones de cambios de broca, bajada de revestidores, etc. Almacena la tubería al sacar la sarta del hoyo o desenroscarla	Bloque viajero Top Drive Manguera rotaria Tubería de perforación Cable de perforación Gancho Porta mecha Elevador Manila Winche del encuellador Cepillos Combo	Cámara Cables Radio
		Ing. de HSE (ocasional)	Inspecciona que as operaciones y labores se efectúen apegados a las normativas de HSE.	Equipos e instrumentos de medición.	

Elaborado: Freddy Caicedo

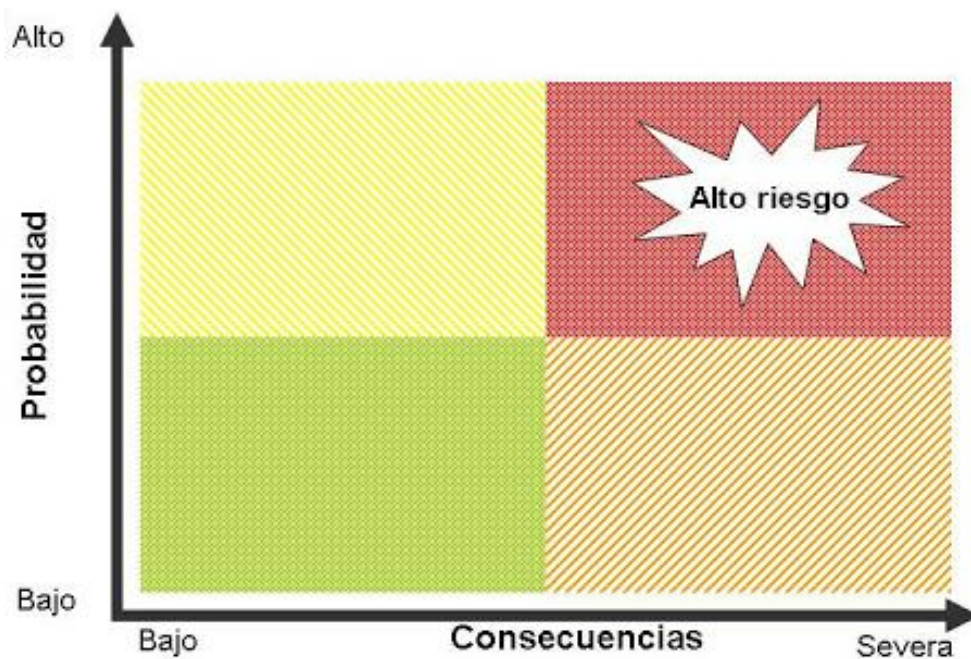
Fuente: Halliburton, 2014

3.1.6 Definición de Riesgo

Matemáticamente está representada por:

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad (P)} * \text{Impacto (I)}$$

Ilustración 27: Probabilidad vs. Consecuencias



Fuente: Halliburton, 2014

Severidad del peligro (consecuencia)

Es una evaluación de la peor desgracia creíble que ese peligro podría producir en las condiciones actuales.

Tabla 8: Categorización del peligro

Categoría severidad del peligro	Palabra descriptiva	Personal Enfermedad o Lesiones	Pérdida(s) de equipo	Ambiental
I	Catastrófico	Fatalidad o Incapacidad Permanente	> \$1,000,000	Cualquier incidente al Medio Ambiente por largo tiempo (5 años) o requiere \$1,000,000 o mas para corregirlos o por multas
II	Crítico	Lesion o Enfermedad Severa	\$200,000 a \$1,000,000	Cualquier incidente que presente daño limitado al ambiente en nuestra instalación y que requiere conocimiento experto y recursos especializados para su corrección.
III	Marginal	Lesion o Enfermedad Menor	\$10,000 a \$200,000	Cualquier incidente que presente daño limitado al ambiente y que requiere conocimiento y recursos generales para su corrección.
IV	Despreciable	Ninguna Lesion	< \$ 10,000	Cualquier incidente que represente daño limitado al ambiente, pero requiere acciones correctivas menores (CPI).

Fuente: Halliburton, 2014

Escala de probabilidad

El índice de probabilidad es la posibilidad que un peligro tiene de producir una desgracia o consecuencia en particular. Se debe evaluar el índice de probabilidad de aparición, considerando los controles actuales.

Tabla 9: Evaluación de Probabilidad

LA EVALUACIÓN DE PROBABILIDAD		
A	Frecuente	Que puede ocurrir repetidamente durante una actividad u operación.
B	Posible y Razonable	Que puede ocurrir varias veces.
C	Ocasional	Que puede ocurrir algunas veces.
D	Remoto	Probablemente no ocurra, pero es posible.
E	Extremadamente Improbable	La probabilidad que ocurra no puede ser distinguida de cero.

Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: Halliburton, 2014

Para determinar el código de prioridad de riesgo (CPR), se debe interrelacionar las filas de severidad, con las columnas de probabilidad.

Ejemplo: Severidad II x Probabilidad B = CPR 1

Tabla 10: Código de Prioridad de Riesgo (CPR)

Consecuencias o efectos potenciales					Clasificación de probabilidad					
Categoría severidad del peligro	Palabra descriptiva	Personal Enfermedad o Lesiones	Pérdida(s) de equipo	Ambiental	A Frecuente	B Probable	C Ocasional	D Remota	E Improbable	F Imposible
I	Catastrófico	Fatalidad o Incapacidad Permanente	> \$1,000,000	Cualquier incidente al Medio Ambiente por largo tiempo (5 años) o requiere \$1000,000 o mas para corregirlos o por multas	1	1	1	2	3	3
II	Crítico	Lesion o Enfermedad Severa	\$200,000 a \$1,000,000	Cualquier incidente que presente daño limitado al ambiente en nuestra instalación y que requiere conocimiento experto y recursos especializados para su corrección.	1	1	2	3	3	3
III	Marginal	Lesion o Enfermedad Menor	\$10,000 a \$200,000	Cualquier incidente que presente daño limitado al ambiente y que requiere conocimiento y recursos generales para su corrección.	2	2	3	3	3	3
IV	Despreciable	Ninguna Lesion	< \$ 10,000	Cualquier incidente que represente daño limitado al ambiente, pero requiere acciones correctivas menores (CPI).	3	3	3	3	3	3

Fuente: Halliburton, 2014

El código de prioridad de riesgo (CPR), nos ayuda a determinar la cantidad de riesgo de la actividad u operación.

CPR 1.- INACEPTABLE en todas circunstancias. Es inminente disminuir el riesgo a un nivel aceptable.

CPR 2.- INACEPTABLE si las circunstancias afectan al personal.

CPR 3.- ACEPTABLE en todas las circunstancias.

Tabla 11: CPR para trabajos de altura en un taladro de perforación.

Entidad	Área, ubicación de equipo	Ítem	Breve descripción	Altura aprox. (ft.)	Peso aprox. (lb.)	Gravedad	Probabilidad	Código de prioridad de riesgo	Controles	Gravedad	Probabilidad	Código de prioridad de riesgo
PM	Corona	Engrasada de las poleas de la corona pistola engrasadora	Subida del encuellados a la corona para realizar la lubricación de las poleas de la corona	130	1	I	B	1	Asegúrese la apertura del PT(A), JSA creado y revisado. EPP, y Sist. Antiácidas, herramientas de altura inspeccionado. Despejar el área de la mesa rotaria (distancia de seguridad)	I	E	3
PM	Top Drive	Engrasada de Top Drive con pistola engrasadora	Ubicación de Top Drive a distancia de los brazos a ras del piso de la mesa rotaria	18	1	III	B	2	Apertura del PT(A), JSA creado y revisado. EPP, herramientas de altura, man rider inspeccionado. Despejar el área de la mesa rotaria (distancia de seguridad) Asegúrese el enganche de mosquetón a jop seat	III	E	3
PM	Top Drive	Mantenimiento del Top Drive	Ubicación de Top Drive a distancia de los brazos a ras del piso de la mesa rotaria	18	2	III	B	2	Apertura del PT(A), JSA creado y revisado. EPP, herramientas de altura, man rider inspeccionadas. Despejar el área de la mesa rotaria (distancia de seguridad) Asegúrese el enganche de mosquetón a jop seat	III	E	3

Tabla 11 (cont.)

PM	Encuelladero	Calibración de Tubería	Calibrador	95	0,5	I	B	1	Apertura del PT(A), JSA creado y revisado. EPP, man rider inspeccionado Asegúrese el enganche de mosquetón a jop seat. Aseguramiento en la colocación del calibrador en la caja del CSG, Atención del personal en la mesa.	I	E	3
PM	Mástil	Lava de Mástil	Lavada de las diferentes secciones del Mástil con hidrolavadora	120	2	I	B	1	Apertura del PT(A), JSA creado y revisado. EPP, man rider inspeccionado Asegúrese el enganche de mosquetón a jop seat, aseguramiento de la pistola de la hidrolavadora con línea de vida	I	E	3
PM	Mástil	Colgar Poleas de Cable EQP BES	Elevar poleas hasta sección A del mástil	60	65	I	B	1	Apertura del PT, JSA, certificación de equipos. Asegurar enganche al cable del winche, utilización de eslinga y pesa, mantener distancia de seguridad en la mesa sobre la vertical de izaje	I	E	3
PM	Sub estructura	Levantamiento de BOP	Elevar con el BOP-HANDLER	30	9000	I	B	1	Apertura del PT, JSA, Certificación de cable del BOP-HANDLER distancia de seguridad mientras se posiciona el BOP	I	E	3

Tabla 11 (cont.)

PM	Ranfla	Levantamiento de rieles de Top Drive	Elevar rieles del Top Drive, empujando con el block hasta posición de enganche con arpón	60	10000	I	B	1	Apertura del PT, JSA, Certificación de cable de perforación área despejada mientras se eleva con el Block, uso de EPP de altura para guías de posicionamiento man rider inspeccionado Asegúrese el enganche de mosquetón a jop seat	I	E	3
PM	Ranfla	Izaje de TOP-DRIVE	Elevar TOP-DRIVE con cable de perforación	60	30000	I	B	1	Apertura del PT, JSA, Certificación de cable de perforación distancia de seguridad mientras se eleva el Top Drive	I	E	3
PM	Mesa	Montaje de Cabeza de Cementación	Izaje de cabeza de cementación a la mesa del Rig y conexión a la caja del tubular	60	90	II	B	1	Apertura del PT, JSA, Eslingas certificadas, operador del winche competente, huso de EPP de altura	I	E	3
PM	Pad	Montaje de Flow Line	Subida de personal a flow-line para el armado	90	30	I	B	1	Certificación de grúa, área despejada, utilización de EPP para altura, Sist. Antiácida, herramienta de altura	I	E	3
PM	Mástil	Mantenimiento de lámparas	Subida de personal al Mástil	120	1	I	B	1	Apertura del PT(A), JSA creado y revisado. EPP, herramientas de altura, man rider inspeccionado, contabilización de herramientas	I	E	3

Tabla 11 (cont.)

PM	Pad	Montaje de Equipos	Armada de equipo de la torre	20	4	I	B	1	Apertura del PT, JSA, Certificación de grúa, uso de herramientas para altura, mantener distancia de seguridad solo una persona da señales al operador plan de izaje	I	E	3

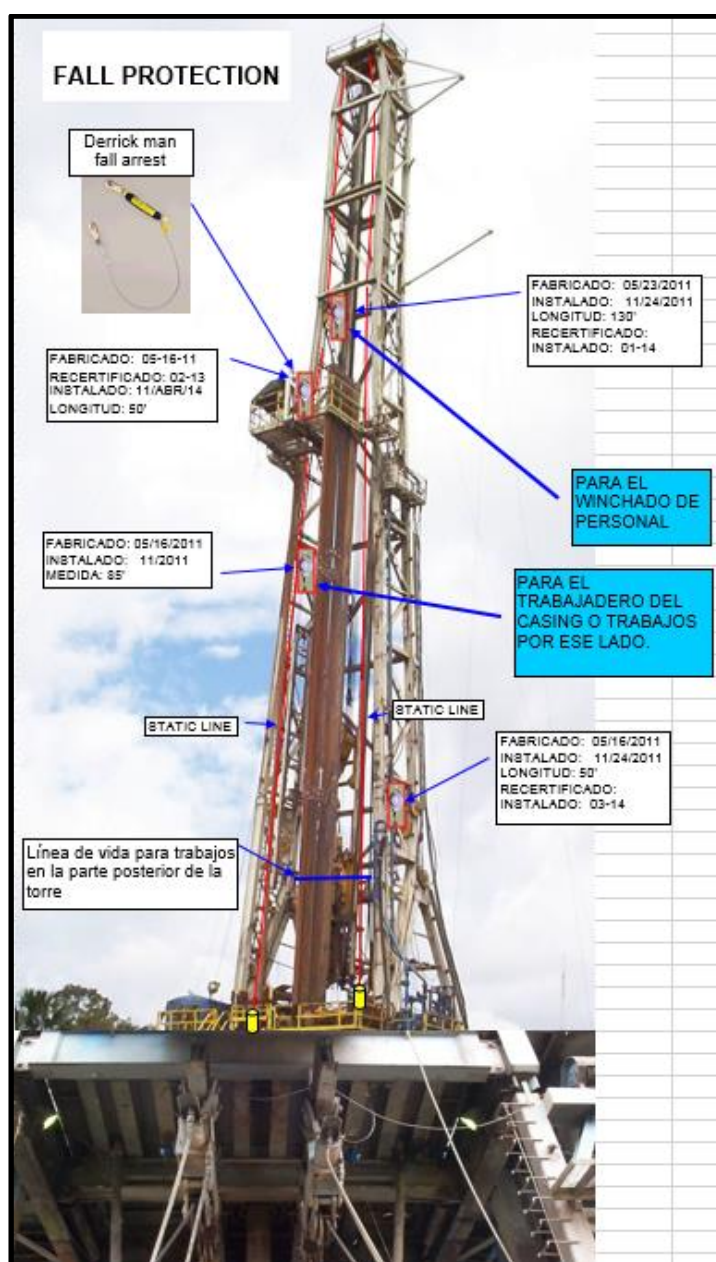
Elaborado: Freddy Caicedo

Fuente: Halliburton, 2018

3.2 Aplicación Práctica

Para el levantamiento de datos, que nos proporcionaron la visión de la situación actual de los trabajos en altura que se realizan en un taladro de perforación, se han escogido tres puntos críticos de trabajo. La ilustración 28 indica los puntos a analizarse.

Ilustración 28: Puntos críticos de trabajos en altura en un Taladro de perforación



Fuente: Halliburton, 2014

Malacate. Se encuentra en el piso de la subestructura de la torre de perforación; su función es enrollar y liberar el cable de perforación haciendo que la sarta, herramientas y el taladro suban o bajen dependiendo su uso. La potencia del malacate está entre 1000 y 1400 Lb. de torsión y una presión de aire regulada a 120 PSI.

Bloque Corona. Ubicado en el tope de la torre de perforación; es un conjunto de poleas montado sobre vigas por donde el cable es corrido hasta el bloque viajero y puede cargar pesos desde 420 hasta 1400 toneladas.

Bloque Viajero. Se encuentra en la parte superior de la torre de perforación bajo el bloque corona. Tiene un arreglo de poleas a través del cual el cable de perforación es manejado y conecta directamente con el bloque corona. Estas grandes estructuras de acero llegan a pesar de 2 a 12 toneladas y pueden cargar desde 100 hasta 1250 toneladas.

3.2.1 Criterio Técnico

Los cálculos para la estructura y la fijación de los sistemas de seguridad se realizarán por medio del software, MSA Latchways, quien ofrece soluciones de seguridad, fáciles de utilizar, satisfacen las demandas del sector del petróleo y gas, y otras muchas más.

El Software cubre los siguientes requerimientos:

- Evaluación del riesgo
- Selección del sistema adecuado
- Aplicaciones del sistema
- Competencia de los usuarios
- Compatibilidad de productos

- Especificaciones
- Detalles de fijación estándar
- Directrices del trazado del diseño

El sistema de MSA-Latchways es un software que se instala únicamente en una computadora y para un solo usuario. El usuario tiene que haber aprobado el curso que lo capacita para manejar el mismo.

Ilustración 29: Software MSA-Latchways



Fuente: Halliburton, 2018

Creación del perfil empresarial a quien pertenece el proyecto, con datos los cuales quedaran registrados en los cálculos a realizar.

Ilustración 30: Perfil empresarial

The screenshot shows the 'Latchways for Windows' application window. The menu bar includes 'File', 'Options', 'Tools', and 'Help'. On the left, a 'Customer / Project' tree lists folders: AGRIPAC, FAMILIA, PEPSICO, and YANBAL. The main form area is divided into two sections. The top section is for 'Company Name: HALLIBURTON' and includes fields for 'Email: freddy.caicedo@halliburton.com', 'Contact: Freddy Caicedo', 'Address: Quito', 'Town:', 'County:', 'Postcode:', and 'Country:'. A 'Notes:' text area is on the right. The bottom section is for 'Project', 'Reference:', 'Type of System:', and 'Notes:'. On the right side of the bottom section are buttons: 'Edit System', 'Delete System', 'Save System', and 'New System'. A 'Cancel' button is also present. At the bottom of the window is a banner with a worker on a yellow background, the '@height' logo, the 'LATCHWAYS FALL PROTECTION' logo, and a magnifying glass icon.

Fuente: Halliburton, 2018

Creado el usuario, se da click en “New System” para seleccionar el tipo de sistema a instalar, puede ser un sistema overhead sin curvas, un sistema overhead con curvas, single span, o sistemas verticales. Adicional se coloca un número de referencia el cual no se podrá repetir para ningún otro proyecto y el título del proyecto que puede ser la especificación del lugar en la que se instalará la línea de vida.

Ilustración 31: Datos de referencia

The screenshot displays the 'Latchways for Windows' application window. The main interface includes a menu bar (File, Options, Tools, Help), a 'Customer / Project' tree on the left with folders for AGRIPAC, FAMILIA, HALLIBURTON, PEPSICO, and YANBAL, and a central form area. The form contains fields for 'Company Name' (HALLIBURTON), 'Email' (freddy.caicedo@halliburton.com), 'Contact' (Freddy, Caicedo), and 'Notes'. A 'New System' button is highlighted in blue. A modal dialog box titled 'New Fall Arrest System' is open in the center. It features two sections: 'Select the type of the new system' with radio buttons for 'Mansafe Horizontal (no bends)', 'Mansafe Horizontal (with bends)', 'Single Span', and 'Vertical System'; and 'Fall Type' with radio buttons for 'Arrest' (selected) and 'Restraint'. Below these are input fields for 'Ref Number' (0010) and 'Project Title' (Linea Horizontal), followed by 'OK' and 'Cancel' buttons. The bottom of the application window features a banner with a worker on a construction site, the '@height' logo, the 'LATCHWAYS FALL PROTECTION' logo, and a magnifying glass icon.

Fuente: Halliburton, 2018

El primer dato que se coloca es si el sistema a instalar se requiere que sea de restricción o de detención, lo más óptimo es configurar un sistema de detención, ya que dentro de este sistema se incluye el de restricción.

Ilustración 32: Datos para Línea Horizontal

Calculation for [Línea Horizontal]

File Options Help

Client Details
 Client: HALLIBURTON
 Ref No: 0010
 Title: Línea Horizontal

System Type
 Arrest
 Maximum number of men falling on system simultaneously: 2
 Maximum Free Fall Distance: 1,5 m
 Mass of User: 100 kg

Lanyard
 Peak Tear Out Force: 6 kN
 Mean Tear Out Force: 5,1 kN
 Lanyard Length: 2 m

Cable Type
 7x7 s/steel
 Total Wire Length: 50 m
 Longest Span: 50 m
 Pretension: 0,795 kN

Data Validation
 The recommended maximum span distance is 10m. Intermediate span distances greater than 10m are permissible provided there is sufficient clearance below the feet of the user(s) and the system has a Factor of Safety of at least 2.
 Aceptar

System Performance
 Tension: kN
 Wire deflection: m
 Factor of safety:
 Dynamic load: kN

System Values
 Energy absorbed by cable: J
 Pre-tensioned wire sag: mm
 Absorber energy: J
 Dynamic arrest distance: m

% Absorber stroke used:
 Tear-out distance: m

Ensure there is adequate ground clearance below the user(s) feet. Check there are no obstacles that could reduce the available ground clearance. The dynamic arrest distance includes a 1.0m clearance below the feet of the user(s).

Warning:
 Notes:

Fuente: Halliburton, 2018

Luego se agrega el número de usuarios que van a ocupar el sistema, es recomendable al ser para trabajos en alturas, que mínimo se coloque 2 personas.

Se indica la distancia de caída mínima que será la de la línea de vida que se ancla al arnés, es decir, 1,5 metros; o si se va a conectar a un retráctil, una distancia referencial de caída de 0,6 metros.

El peso mínimo que se coloca de cada usuario es de 100 kg, peso el cual se utiliza en las normativas para las pruebas de los distintos elementos. Siempre en trabajos en alturas, hay que calcular el peor de los casos.

En “lanyard length” según se haya colocado la línea de vida a utilizar, se colocará 1,8 o 2 metros según la norma a cumplir, ya sea americana o europea; y si se eligió conectarse a un retráctil, se colocará igual un estimado de 0,6 metros. Son las distancias de claridad mínimas de caída.

Se tiene 4 tipos de absorbedores a utilizar, de 6 KN, 8 KN, 12 KN y 18 KN.

Según el tipo de absorbedor y sistema a instalar (con curvas o no) se elige el cable adecuado; la marca ofrece cable de acero inoxidable de 8 mm en composición 1x19 o 7x7.

En “total wire length” se indica la distancia total del sistema.

En “longest span” si se requiere instalar un sistema con tramos, se coloca la distancia de cada tramo; por ejemplo, colocamos una línea de 50 metros de distancia total y deseamos poner un punto intermedio, el valor a colocar sería 25 metros. Al colocar más de 10mts de distancia, nos va a dar un mensaje como se muestra en la imagen, el cual nos dice que se puede colocar el tramo a esa distancia siempre y cuando el factor de seguridad en el cálculo del sistema sea mayor a 2.

Una vez ingresado todos los datos, damos click en refrescar y nos proyecta los cálculos, el primer dato que refleja es la tensión del cable; Latchways al trabajar con un factor de seguridad de 2, la carga máxima a la ruptura del cable será de máximo la mitad de KN que soporta el cable. En el caso del cable de configuración 7x7, la máxima carga es de 38 KN es decir, si sobrepasa los 19 KN, nos dará un mensaje de alerta y que no se puede colocar; y el cable 1x19 soporta 45,5 KN.

Luego, se indica la distancia de la flecha que se genera en el cable, en este caso es 3,69 metros.

El factor de seguridad que exige como mínimo el sistema de Latchways es de 2, si el valor es menor a 2, nos dará un mensaje de alerta el cual nos dice que no podremos instalar dicho sistema.

Luego se muestra la carga dinámica que generará la caída simultanea de los usuarios.

Aparte del factor de seguridad, otro punto bastante importante a analizar, es la distancia que se tiene libre de caída, que no haya ningún tipo de máquina o herramienta en la distancia que indica el sistema; la distancia mostrada por el software ya incluye 1 metro de seguridad.

Ilustración 33: Resultados

Calculation for [Linea Horizontal]

File Options Help

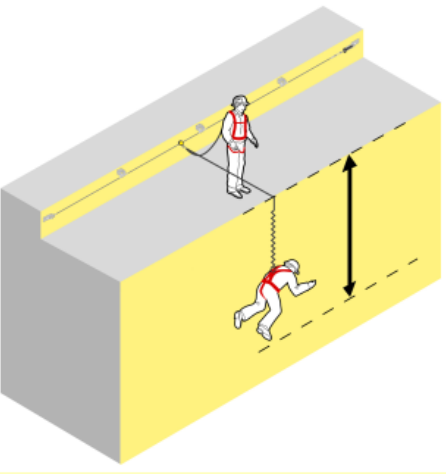
Client Details
 Client: HALLIBURTON
 Ref No: 0010
 Title: Linea Horizontal

System Type
 Arrest
 Maximum number of men falling on system simultaneously: 2
 Maximum Free Fall Distance: 1,5 m
 Mass of User: 100 kg

Lanyard
 Peak Tear Out Force: 6 kN
 Mean Tear Out Force: 5,1 kN
 Lanyard Length: 2 m

Absorber Type
 Super12 Xtenda
 1 Number of Absorbers

Cable Type
 1x19 s/steel
 Total Wire Length: 20 m
 Longest Span: 10 m
 Pretension: 0,795 kN



System Performance
 Tension: 17,15 kN
 Wire deflection: 1,31 m
 Factor of safety: 2,65
 Dynamic load: 8,69 kN

System Values
 Energy absorbed by cable: 1037,05 J
 Pre-tensioned wire sag: 48,74 mm
 Absorber energy: 3144,00 J
 Dynamic arrest distance: 4,08 m

% Absorber stroke used: 100,0
 Tear-out distance: 0,022 m

Ensure there is adequate ground clearance below the user(s) feet. Check there are no obstacles that could reduce the available ground clearance. The dynamic arrest distance includes a 1.0m clearance below the feet of the user(s).

Warning:

Notes:

Fuente: Halliburton, 2018

A diferencia del ejemplo anterior, el cálculo mostrado, no nos indica ningún mensaje de alerta, lo que nos quiere decir, que el sistema con esas características se puede instalar sin ningún problema siempre y cuando la distancia de caída sea la suficiente “in situ”.

Tanto en el ejemplo anterior, como en este, podemos notar que se ha variado la distancia de los tramos, mientras más corto sea el tramo, menor será la distancia de caída.

Ilustración 34: Comparacion con otras medidas

Calculation for [Linea Horizontal]

File Options Help

Client Details
 Client: HALLIBURTON
 Ref No: 0010
 Title: Linea Horizontal

System Type
 Arrest
 Maximum number of men falling on system simultaneously: 2
 Maximum Free Fall Distance: 1,5 m
 Mass of User: 100 kg

Absorber Type
 Super12 Xtenda
 1 Number of Absorbers

Cable Type
 1x19 s/steel
 Total Wire Length: 20 m
 Longest Span: 5 m
 Pretension: 0,795 kN

Lanyard
 Peak Tear Out Force: 6 kN
 Mean Tear Out Force: 5,1 kN
 Lanyard Length: 2 m

System Performance
 Tension: 12,16 kN
 Wire deflection: 0,90 m
 Factor of safety: 3,74
 Dynamic load: 8,17 kN

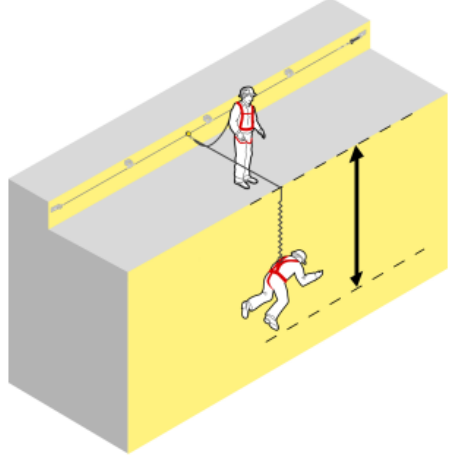
System Values
 Energy absorbed by cable: 500,44 J
 Pre-tensioned wire sag: 12,19 mm
 Absorber energy: 3144,00 J
 Dynamic arrest distance: 3,64 m

% Absorber stroke used: 100,0
 Tear-out distance: 0,004 m

Ensure there is adequate ground clearance below the user(s) feet. Check there are no obstacles that could reduce the available ground clearance. The dynamic arrest distance includes a 1.0m clearance below the feet of the user(s).

Warning:

Notes:



Fuente: Halliburton, 2018

Una vez analizado y aprobado el sistema se genera el documento en formato PDF como respaldo de la instalación.

Ilustración 35: Resumen de resultados




Linea Horizontal

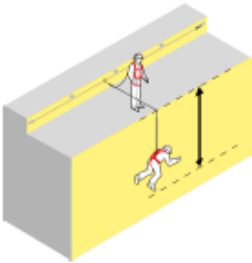
Prepared by:
Frank Import
Tel: 0992915020
Fax:

Company Name: **HALLIBURTON**
System Name: **Linea Horizontal**
Ref ID: **0010**

República y Atahualpa - Quito - Ecuador

msaalturas@frankimport.com

System Type: **Horizontal System**
Notes:



Fall Type:	Arrest	Absorber Type:	Super12 Xtenda
Number of Men:	2	Number of Absorbers:	1
Maximum Freefall (m):	1,50		
User Mass (kg):	100,00	Cable Type:	1x19 s/steel
Lanyard Peak Tear Out Force (kN):	6,00	Wirelength (m):	20,00
Lanyard Mean Tear Out Force (kN):	5,10	Longest Span (m):	5,00
Lanyard Length (m):	2,00	PreTension (kN):	0,795

System Performance

Cable Tension (kN):	12,16
Wire Deflection (m):	0,90
Factor of Safety:	3,74
Dynamic Load (kN):	8,17

System Values

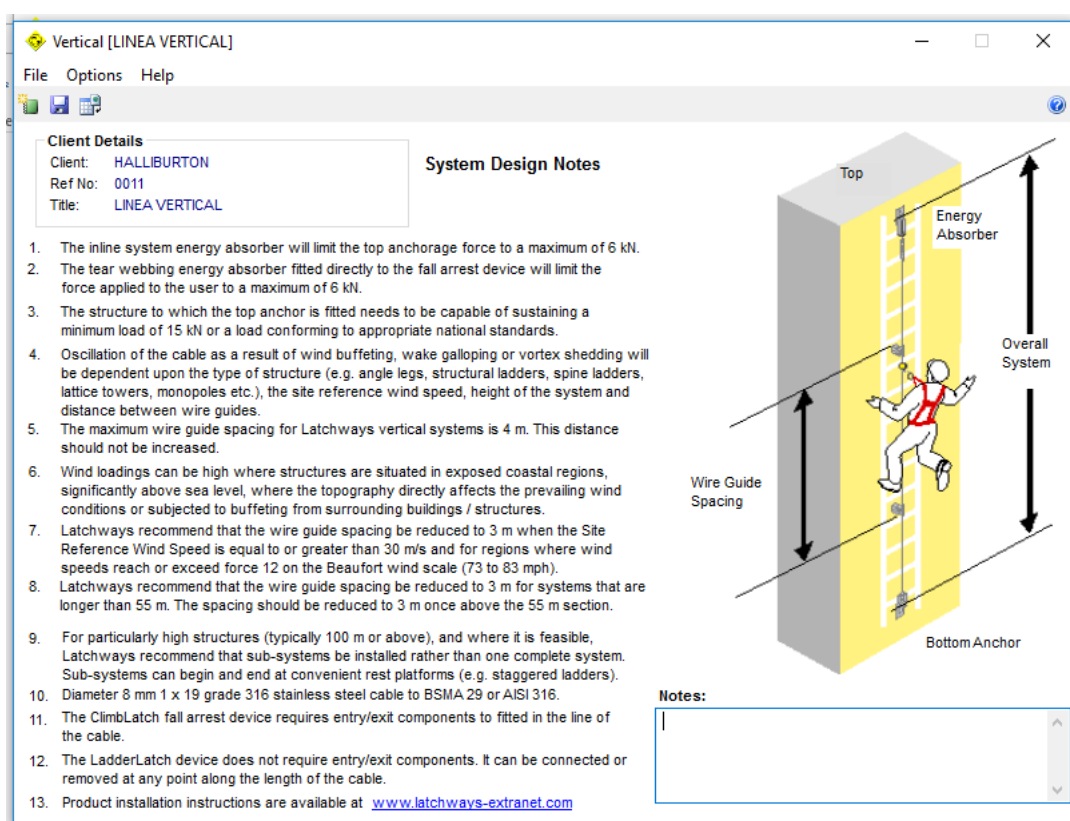
Energy Absorbed by Cable (J):	500,44
Pre-tensioned Wire Sag (mm):	12,19
Energy Absorbed by Absorber(s) (J):	3144,00
Absorber Stroke Used (%):	100,00
Lanyard Tearout Distance (m):	0,004
Dynamic Arrest Distance (m):	3,64

System Notes:

Fuente: Halliburton, 2018

En el caso de una línea de vida vertical, el software de Latchways, solamente refleja ciertas notas que se deben tomar en cuenta para colocar una línea de anclaje. Se recomienda directamente utilizar un absorbedor de 6 KN, en el cual podrán anclarse hasta 6 personas al mismo tiempo con un deslizador (transfastener) el cual servirá para ascenso y descenso en la línea instalada. El sistema se puede instalar en escaleras de tipo marineras, torres de telecomunicaciones, pozos petroleros, y en realidad en cualquier tipo de estructura vertical.

Ilustración 36: Observaciones para linea vertical



Fuente: Halliburton, 2018

3.2.2 Criterios Administrativos

3.2.2.1 Manual de trabajo seguro

A Medidas de Seguridad para Trabajos en Altura

A.1 Salud Compatible con el Trabajo en Altura

Los trabajadores que efectuarán labores en altura deben reunir condiciones físicas y de salud necesarias para desempeñar su cargo. Dichas condiciones tienen que acreditarse mediante un certificado médico de aptitud.

A.2 Formación de Trabajadores

Antes de iniciar cualquier labor en altura, todos los trabajadores deberán recibir una completa formación, tanto teórica como práctica, sobre la forma de desarrollar su labor con

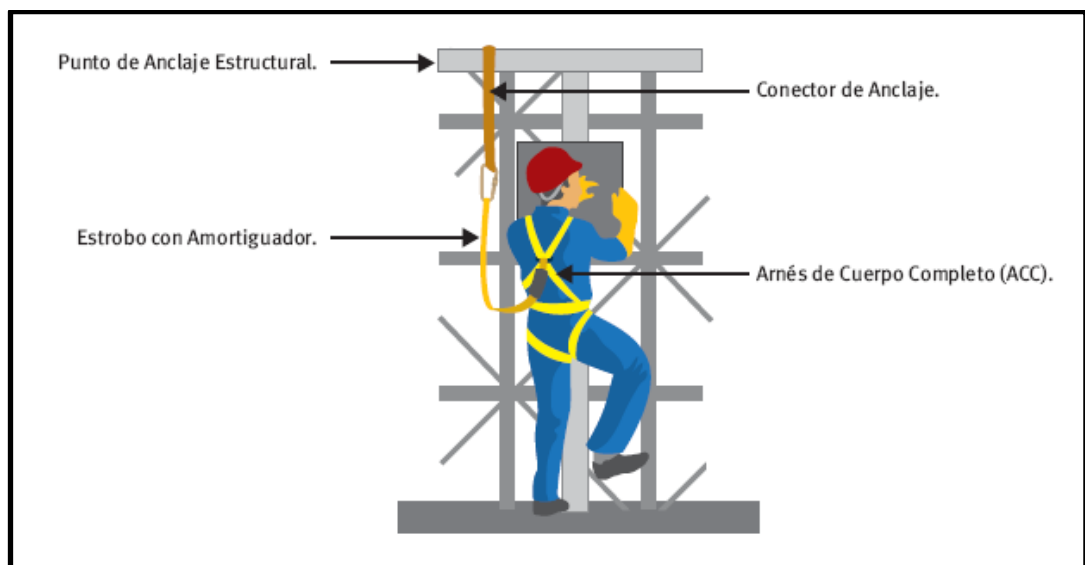
alta seguridad. Los temas obligatorios de capacitación deberán ser:

- a) Riesgos del trabajo en altura.
- b) EPP adecuados para cada trabajo.
- c) Sistemas de protección personales necesarios para desarrollar el trabajo.
- d) Componentes del sistema de protección.
- e) Prescripciones y limitaciones de uso.
- f) Armado del o los sistemas de protección.
- g) Uso del o los sistemas y de los equipos de protección personal.
- h) Técnicas de conexión y anclaje.
- i) Inspección, mantenimiento y almacenamiento de equipos y sistemas de protección.
- j) Instalaciones, herramientas y equipos anexos que pudieran requerirse.
- k) Procedimientos de trabajo seguro.

A.3 Sistemas Personales para Detención de Caídas (SPDC)

Simple

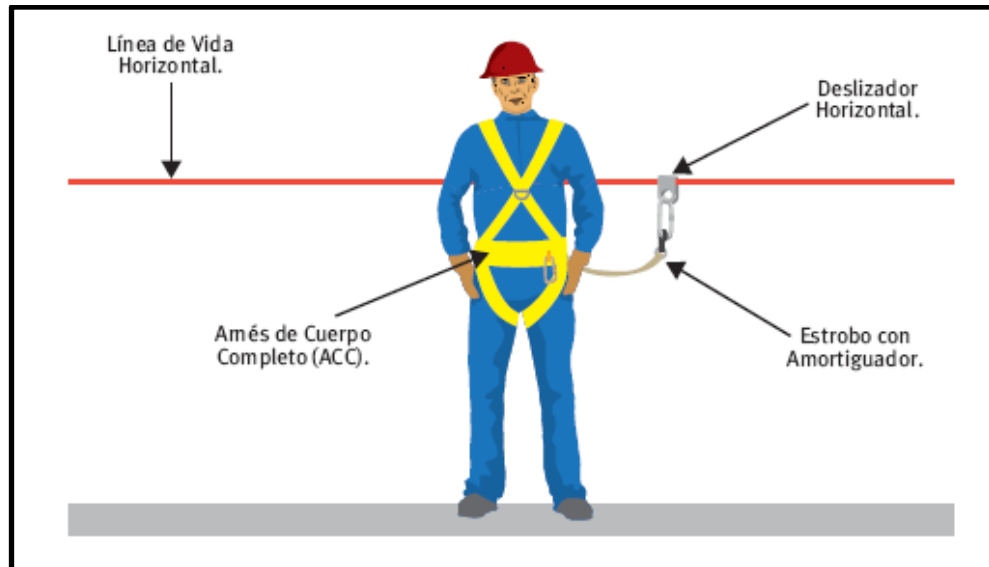
Ilustración 37: SPDC Simple



Fuente: ACHS, 2015

Con Línea de Vida Horizontal

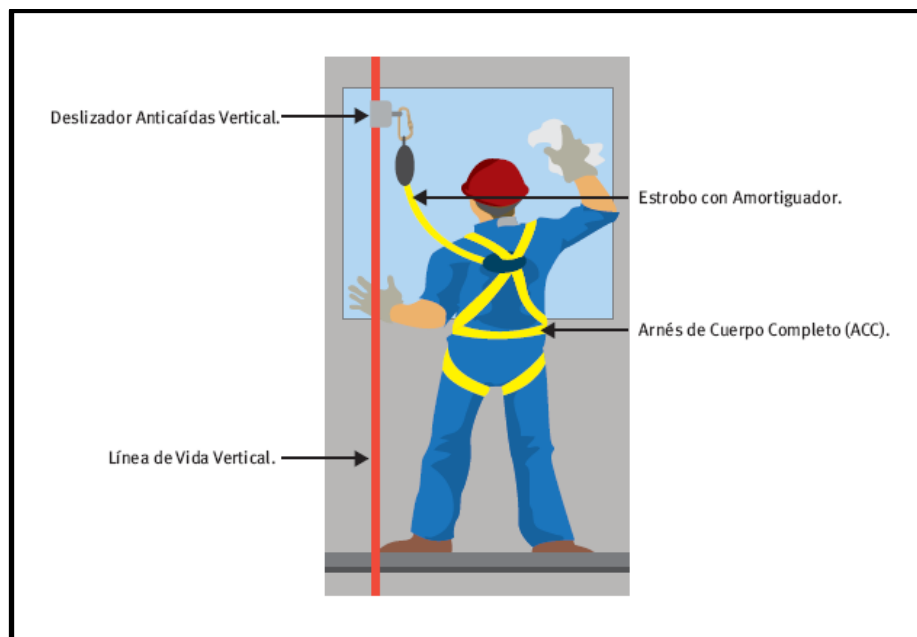
Ilustración 38: SPDC con línea de vida horizontal



Fuente: ACHS, 2015

Con Línea de Vida Vertical

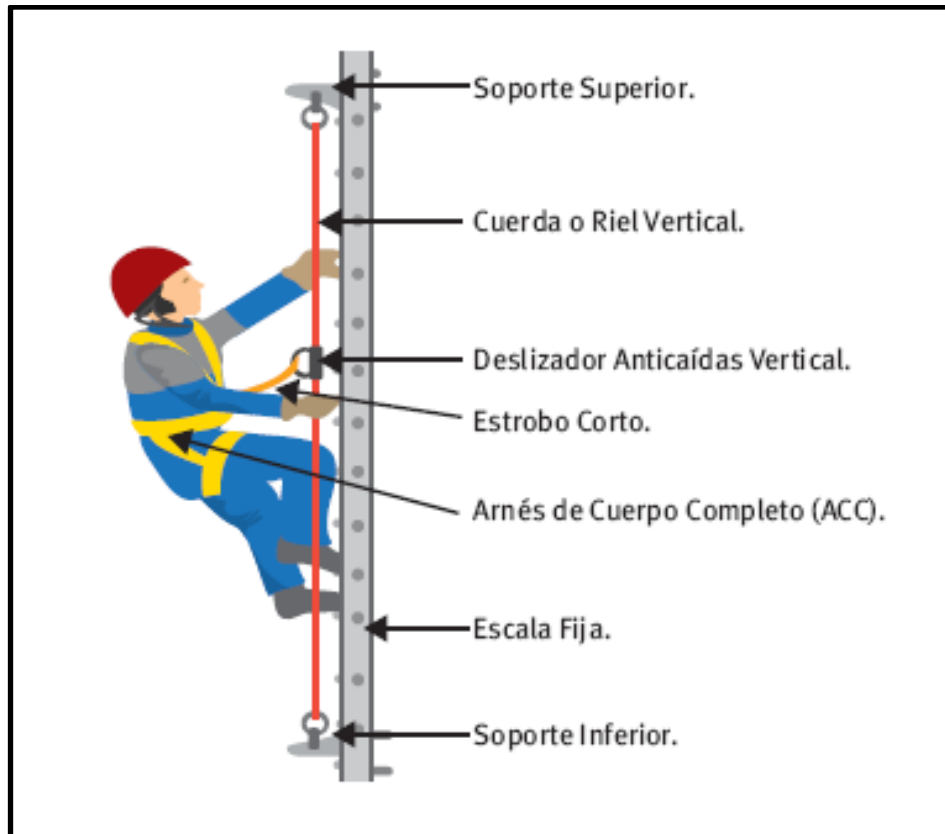
Ilustración 39: SPDC con línea de vida vertical



Fuente: ACHS, 2015

Con Cuerda o Riel Vertical de Ascenso y Descenso

Ilustración 40: SPDC con cuerda vertical



Fuente: ACHS, 2015

A.4 Arneses para el Cuerpo Completo (ACC)

Clase A

Diseñados para soportar el cuerpo durante y después de la detención de una caída. Deben tener incorporado un elemento de fijación para detención de caídas, de modo que éste se sitúe en la espalda del usuario y entre los omóplatos.

Ilustración 41: ACC Clase A

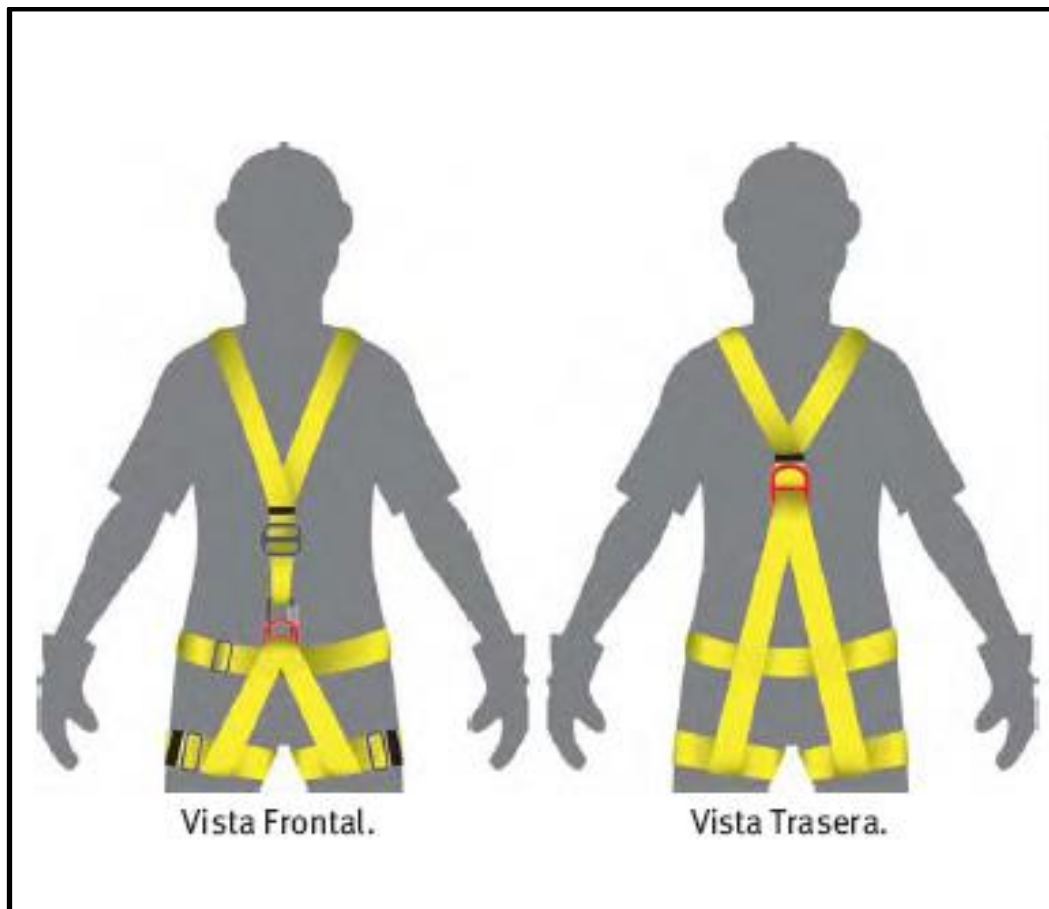


Fuente: ACHS, 2015

Clase AD:

Cumplen requisitos de los ACC clase A, además incorporan elementos de fijación adicionales que permiten al usuario conectarse a un sistema de ascenso o descenso controlado. Permiten al usuario adoptar una posición sentada cuando éste se encuentra en suspensión.

Ilustración 42: ACC Clase AD

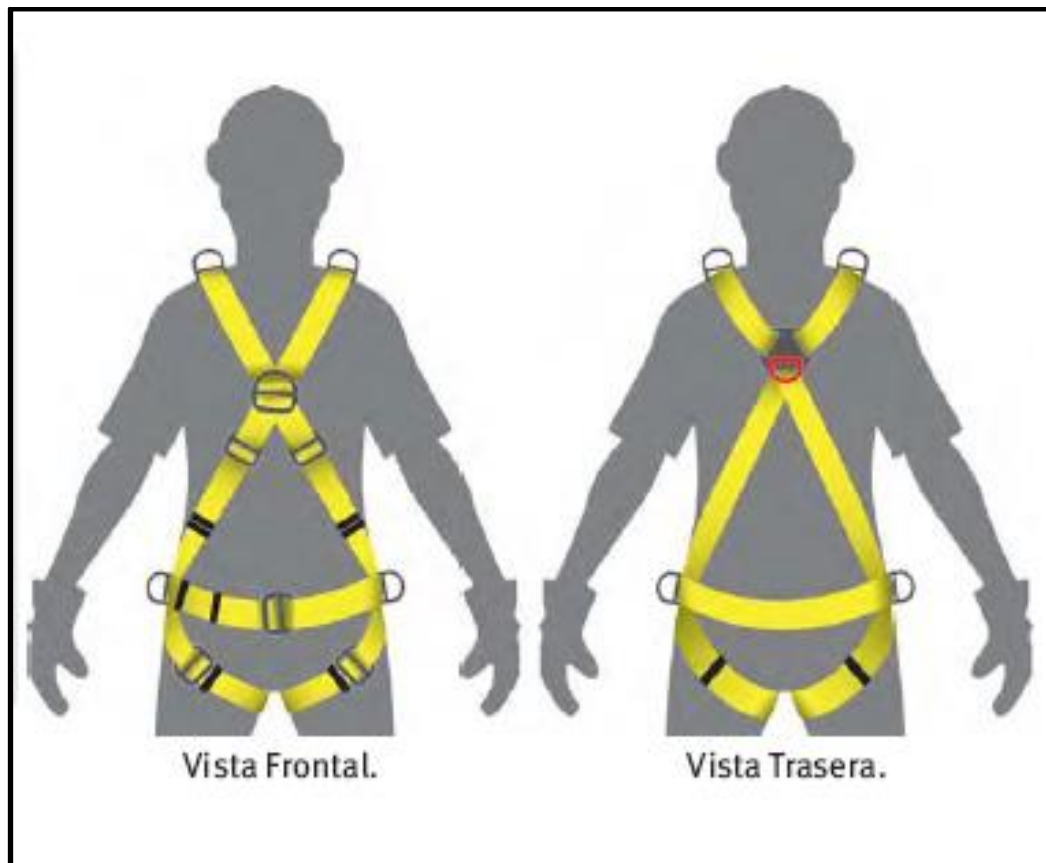


Fuente: ACHS, 2015

Clase AE:

Cumplen requisitos de los ACC clase A, además incorporan elementos de fijación adicionales que permiten conectarse a un sistema de acceso a espacios confinados. Las fijaciones adicionales están ubicadas en los hombros, a fin de permitir al usuario adoptar una posición casi vertical cuando éste se encuentra en suspensión.

Ilustración 43: ACC Clase AE

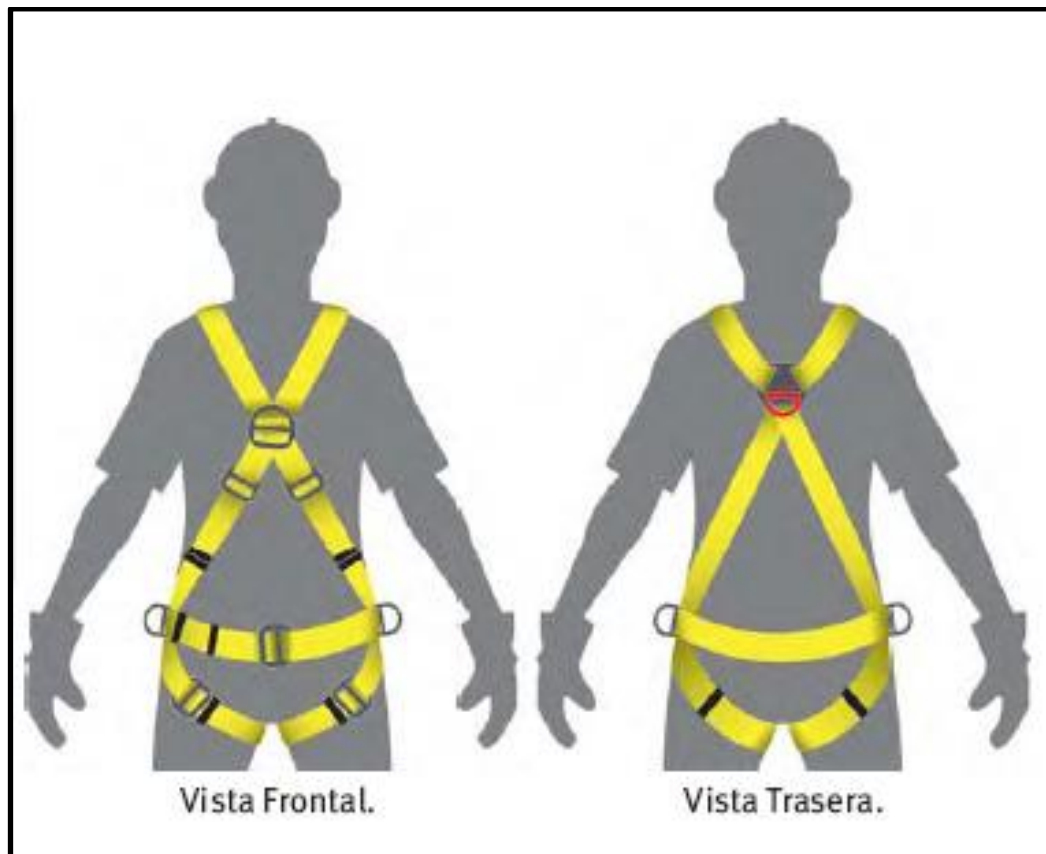


Fuente: ACHS, 2015

Clase AP:

Cumplen los requisitos de los ACC clase A, además incorporan elementos de fijación adicionales que permiten conectarse a un sistema de posicionamiento de trabajo. Las fijaciones adicionales están ubicadas a nivel de la cintura.

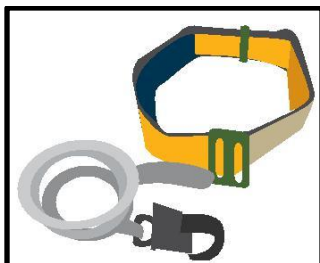
Ilustración 44: ACC Clase AP



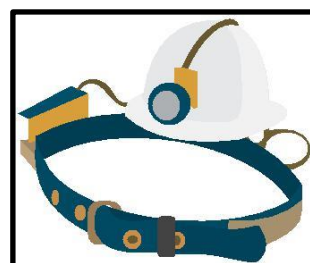
Fuente: ACHS, 2015

A.5 Equipos Complementarios a los ACC

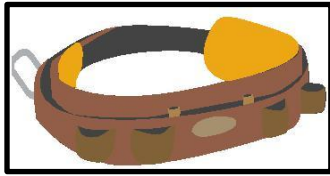
Ilustración 45: Complementos para ACC



Cinturón Industrial.



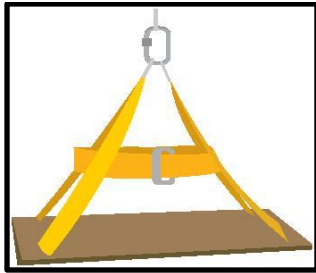
Cinturón Minero.



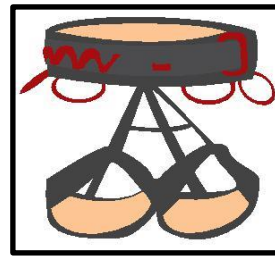
Cinturón Liniero.



Cinturón Tipo Asiento.



Silleta de Madera (Guindola).



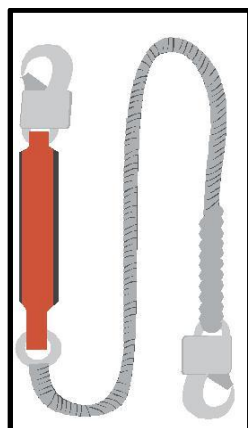
Cinturón de Suspensión.

Fuente: ACHS, 2015

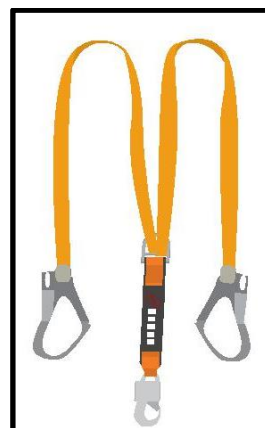
A.6 Elementos de Conexión

Estrobos y Amortiguadores para Detención de Caídas

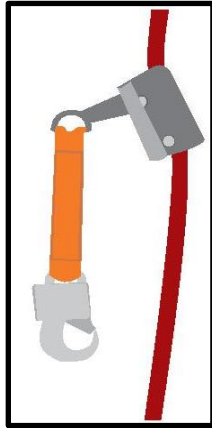
Ilustración 46: Estrobos y amortiguadores



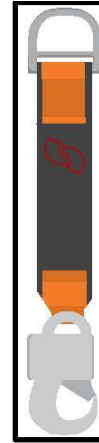
Estrobo con Amortiguador.



Estrobo con Doble Cabo de Vida.



Estrobo Corto (Riel o Cuerda Vertical).

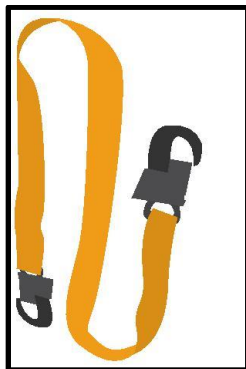


Amortiguador Independiente.

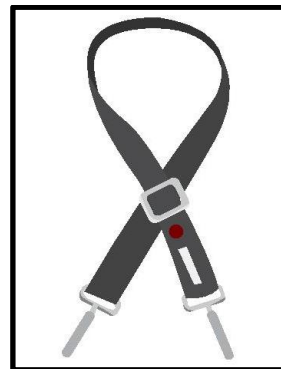
Fuente: ACHS, 2015

Estrobos para Posicionamiento (sin amortiguación)

Ilustración 47: Correas y cables



Correa de Fibra Sintética Simple.



Correa Sintética de Largo Ajustable.



Cuerda de Nylon Trenzado.

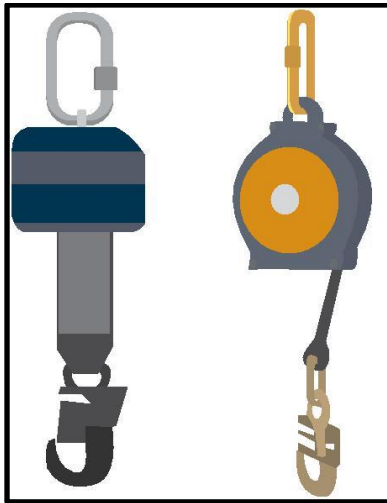


Cable de Acero Galvanizado.

Fuente: ACHS, 2015

Líneas de Vida Autor retráctiles

Ilustración 48: Líneas de vida



Retráctiles de Cinta.

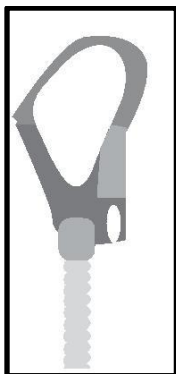


Retráctiles de Cable de Acero.

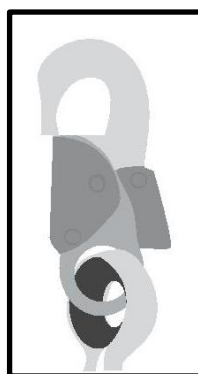
Fuente: ACHS, 2015

Mosquetones

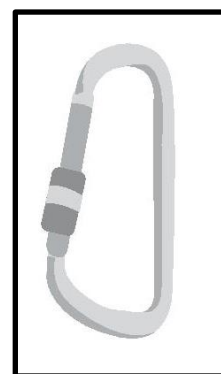
Ilustración 49: Mosquetones



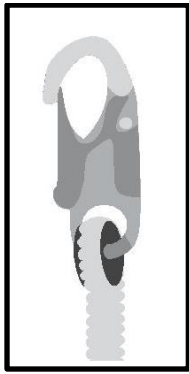
Estructurero.



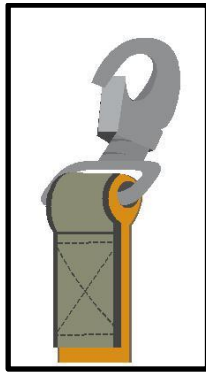
Estándar.



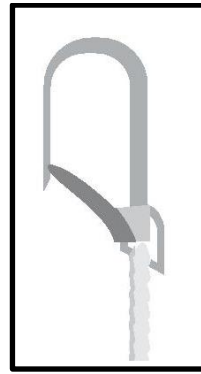
Carabinero



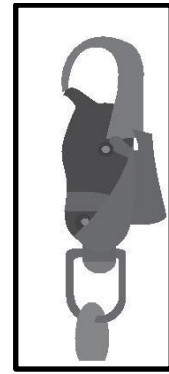
Americano.



Electricista.



Big - Rebar.

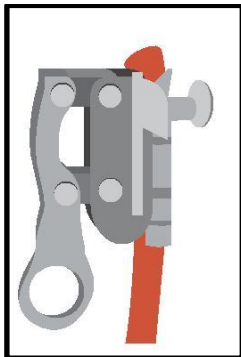


Giratorio.

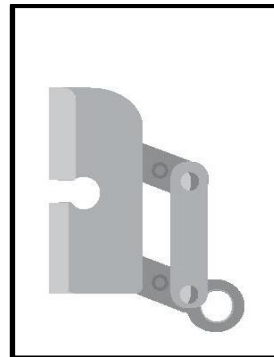
Fuente: ACHS, 2015

Dispositivos Anti caídas Deslizables

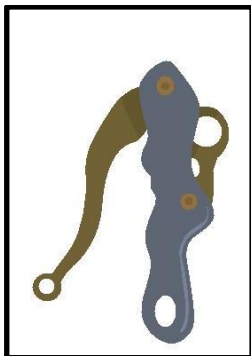
Ilustración 50: Deslizadores



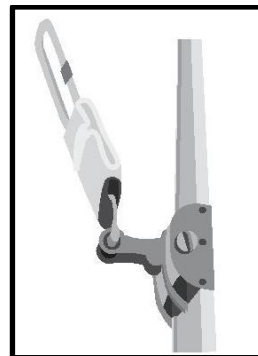
Deslizador Vertical (Cuerda).



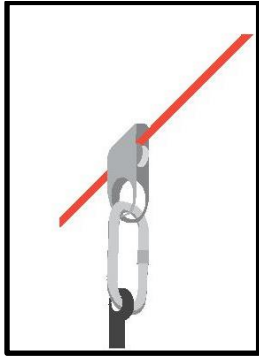
Deslizador Vertical (Cable).



Descendedor Autofrenante.



Deslizador Riel Vertical.

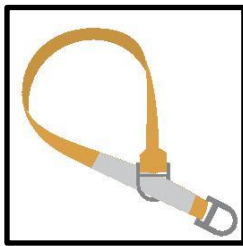


Deslizador Horizontal.

Fuente: ACHS, 2015

Conectores de Anclaje

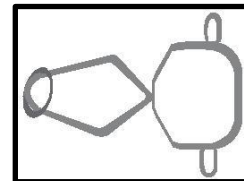
Ilustración 51: Conectores de anclaje



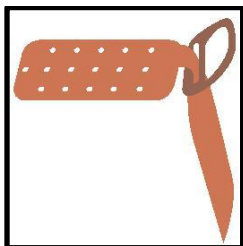
De Cinta.



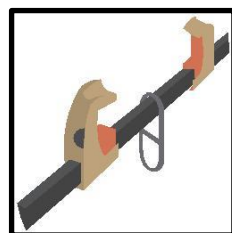
De Cable de Acero.



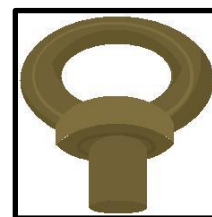
Para Tuberías.



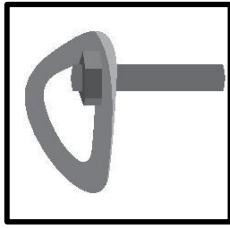
Para Techos.



Para Vigas.



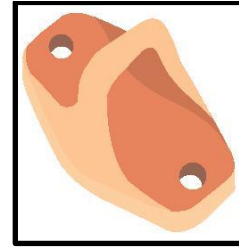
Cáncamos.



Pernos de Anclaje.



Argolla D Flexible.



Argolla D Rígida.

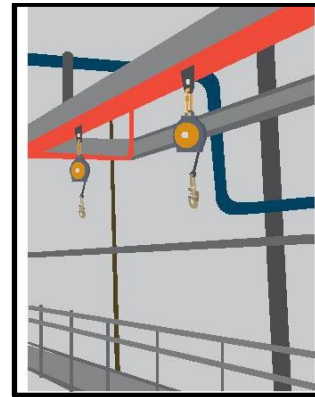
Fuente: ACHS, 2015

Instalaciones Anti caídas: Rieles y Líneas de Vida

Ilustración 52: Instalaciones anticaídas



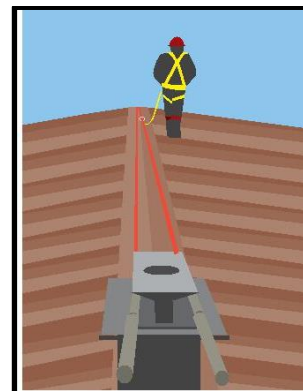
Riel Vertical.



Riel Horizontal.



Línea de Vida Vertical.



Línea de Vida Horizontal.

Fuente: ACHS, 2015

Recomendaciones Generales para Líneas de Vida

- a) Las líneas de vida pueden ser cuerdas sintéticas o cables de acero.
- b) La instalación de líneas de vida la debe realizar personal especializado.
- c) Deben estar constituidas por una cuerda o un cable continuo y único.
- d) Cuerdas o cables deben ser resistentes y encontrarse en perfecto estado de funcionamiento (sin óxido, sin soldadura, sin picaduras, etc.).
- e) Los anclajes de la instalación deben ser resistentes, como mínimo deben resistir 22 KN por persona asegurada.
- f) Las líneas de vida horizontales deben tensarse correctamente.
- g) El largo y la tensión de una línea de vida horizontal debe ser calculado y aprobado por personal calificado.
- h) Líneas de vida verticales se deben ocupar por una sola persona a la vez.
- i) Cables o cuerdas deben poseer un factor de seguridad no inferior a dos (Factor de Seguridad = Resistencia a la Ruptura / Carga de Trabajo).

A.7 Puntos de Anclaje

El anclaje es un punto seguro para la sujeción del Sistema Personal para Detención de Caídas (SPDC) a la estructura disponible. Este punto es un factor de alta criticidad para garantizar la seguridad del trabajador, por lo tanto, deberá cumplir requisitos y exigencias como las descritas a continuación:

- a) Resistente: carga mayor o igual a 2.226 Kg. (22 KN) por cada trabajador conectado.
- b) Independiente de cualquier anclaje que vaya a ser usado para otros propósitos.
- c) Adaptable al tipo de trabajo a desarrollar, a la instalación y a la estructura disponible.

- d) Alineado para evitar las caídas tipo péndulo.
- e) Elevado para reducir la distancia de caída libre.
- f) Calculado y aprobado por personal calificado.

A.8 Cálculo del Espacio Libre de Caída

$$ELC = LE + EA + MS + ET$$

Dónde:

ELC = Espacio Libre de Caída.

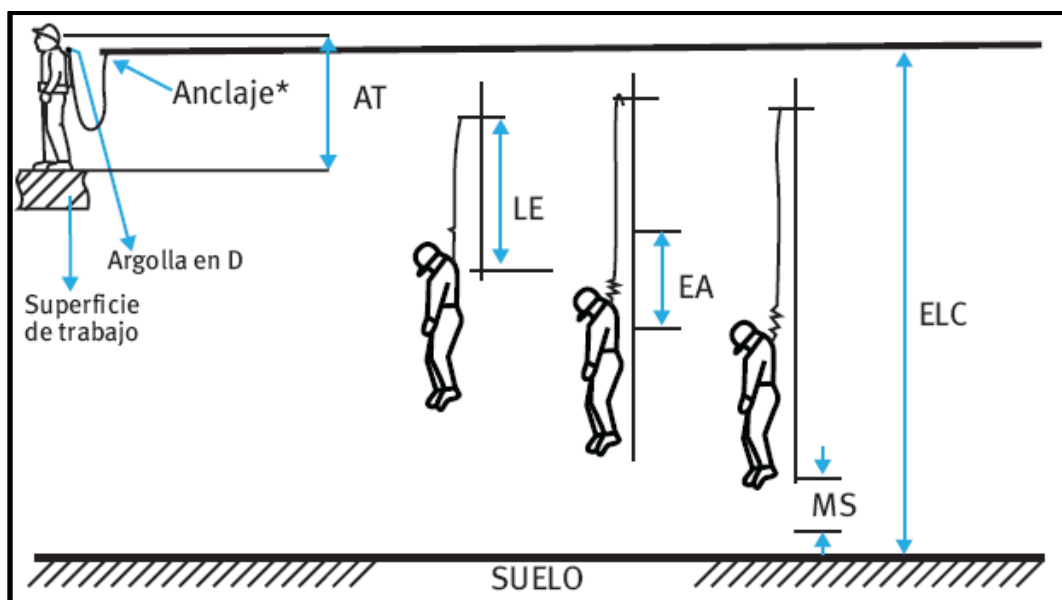
LE = Largo Total del Estrobo.

EA = Elongación del Amortiguador.

MS = Margen de Seguridad.

ET = Estatura del Trabajador.

Ilustración 53: Espacio de caída libre



Fuente: ACHS, 2015

A.9 Uso Adecuado de los Sistemas Personal para Detención de Caídas

Para los trabajadores es una obligación estricta usar correctamente los SPDC cada vez que trabajen en altura y se encuentren expuestos a sufrir una caída libre.

Recomendaciones de Uso

- a) Revise instalaciones y equipos antes de usarlos. Si presentan daños o se encuentran deteriorados, informar de inmediato a la supervisión.
- b) Antes de colocarse el arnés, vacíe sus bolsillos para eliminar objetos que lo puedan dañar (llaveros, lápices, destornilladores, etc.).
- c) Colóquese el arnés ajustando bien todas las correas y hebillas.
- d) Utilice elementos de conexión (estrobos) lo más corto posible, así reduce al máximo la distancia de caída libre.
- e) En lo posible ánclese en un punto inmediatamente por encima de su cabeza (reduce el efecto péndulo y disminuye la distancia de caída libre).
- f) Para anclarse utilice siempre conectores de anclaje, no ocupe el mismo estrobo amarrándolo hacia atrás.
- g) Si el punto de anclaje seleccionado es una viga o baranda que presenta aristas filosas, proteja adecuadamente los conectores de anclaje.
- h) No utilice elementos de conexión de acero cuando exista riesgo eléctrico.
- i) Para trabajos de soldadura, usar preferentemente estrobos de acero.
- j) No utilice sus estrobos para subir materiales, use cuerdas adecuadas.
- k) Siempre utilice estrobos con doble cabo de vida para trasladarse en lugares elevados o cuando deba usar escaleras permanentes sin protección (la idea es estar 100% del tiempo anclado a la estructura).
- l) Cuide sus equipos, guárdelos protegiéndolos del deterioro ambiental.

- m) Saque de circulación los equipos que hayan detenido una caída libre.

A.10 Acciones para una Supervisión Efectiva

Competencias de la Supervisión

Los trabajos en altura deben ser supervisados por personal calificado que posea un grado reconocido, certificado o un nivel profesional, o quien por extensivo conocimiento, entrenamiento o experiencia ha demostrado exitosamente su habilidad de resolver problemas relacionados con el trabajo.

Funciones Principales de la Supervisión

- a) Seleccionar los sistemas más adecuados al trabajo que deba realizarse.
- b) Capacitar a los trabajadores en el correcto uso de los equipos y sistemas.
- c) Controlar que los trabajadores utilicen los equipos adecuadamente.
- d) Inspeccionar periódica y exhaustivamente todos los equipos en uso.
- e) Rechazar y eliminar los equipos que se encuentren defectuosos.
- f) Autorizar todos los puntos de anclaje que cumplan con los requisitos.
- g) Evaluar diferentes condiciones de riesgos que puedan presentarse.
- h) Desarrollar e implementar un plan para casos de emergencia.

Plan de Rescate

Cuando un trabajador sufre una caída y se activa el sistema personal de detención de caídas (SPDC), la víctima queda suspendida inmóvil sujeta a su arnés, en esta condición puede desarrollar el síndrome de compresión ortostático, el cual puede resultar fatal si no es tratado con rapidez.

El primer objetivo del plan es rescatar rápidamente a la víctima, es recomendable que el rescate se haga dentro de los primeros 15 minutos de ocurrido el accidente. Durante todo el proceso de rescate es esencial controlar signos vitales y seguir técnicas de soporte vital básico y avanzado.

Una vez rescatada la víctima, se debe trasladar al centro asistencial más cercano para una evaluación médica especializada.

Para llevar a cabo estas acciones es primordial que la empresa cuente con equipos necesarios, personal entrenado y procedimientos adecuados.

A.10 Análisis Seguro del Trabajo (AST)

Tabla 12: ATS

ANTECEDENTES			
Empresa:			
Trabajo:			
Responsable:			
Dotación de Trabajadores:			
Fecha de Ejecución:			
ANÁLISIS DE RIESGO			
Puntos Críticos	SI	NO	Observaciones
Existe permiso para realizar TRABAJOS EN ALTURA: (autorización para realizar el trabajo)			
Existen condiciones climáticas apropiadas: (Sin lluvia, viento fuerte, nieve, escarcha, etc.)			
Las instalaciones se encuentran en buen estado: (Escalas fijas o de mano, andamios, líneas de vida, etc.)			
Existen puntos de anclaje aprobados: (Resistentes, apropiados, bien calculados, etc.)			
Se cuenta con los equipos de protección adecuados: (Arneses, estrobos, conectores, cascos, etc.)			

Tabla 12 (cont.)

Los equipos e instalaciones fueron inspeccionadas: (Inspección exhaustiva de equipos e instalaciones)			
Existen sistemas de comunicación: (Radios o teléfonos para comunicación interna y externa)			
Se cuenta con personal calificado: (Supervisión con alto conocimiento en el trabajo)			
Los trabajadores se encuentran capacitados: (instrucción y entrenamiento en el trabajo en altura)			
Se cuenta con un procedimiento de trabajo escrito: (procedimiento específico, estandarizado y aprobado)			
Los trabajadores fueron re-instruidos en el procedimiento: (charla de cinco minutos antes de realizar el trabajo)			
Se cuenta con un plan de rescate escrito:			
Los trabajadores conocen el plan de rescate:			
Se cuenta con los equipos de rescate:			
Se cuenta con algún número telefónico de emergencia.			

Fuente: ACHS, 2015

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN

El uso de herramientas, máquinas y equipos está íntimamente relacionado con el nivel de riesgo por exposición a riesgos mecánicos. Esto nos brinda la apreciación de que los accidentes y casi accidentes, se producen debido a la exposición a riesgos mecánicos.

Por otra parte, al no establecerse una relación entre los accidentes y la exposición a riesgo mecánico en los trabajadores, se puede tener la pauta de que otro factor es el causante de estos eventos y sería necesario realizar un estudio más a profundidad para determinar una posible causa de estos.

Se detectó como parte del estudio que el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad, a diferencia de la exposición a riesgos mecánicos, si se encuentra totalmente relacionado con la ocurrencia de accidentes.

Se considera trabajo en altura a todo aquel que se realice por encima de 1,8 metros sobre el suelo o plataforma fija, sobre pozos, cortes o voladizos. Para trabajos realizados en altura, el trabajador deberá utilizar arnés de seguridad o un equipo apropiado, que evite su caída.

Los actos más comunes que generan riesgos y accidentes laborales son:

- Falta de verificación de condiciones de seguridad (intensidad del viento, lluvia, existencia de líneas eléctricas, estado las escalas, equipos y accesorios).
- No usar (o mal uso) los EPP.

- No pensar ni mirar las condiciones de la tarea y el ambiente de trabajo.
- Realizar labor sin autorización.
- No asegurar equilibrio, posición y fijación segura.
- Trabajador sin las habilidades para trabajo en altura (problemas de equilibrio, o factores de salud alterados).

Las principales fuentes o situaciones son:

- Procedimiento de trabajo incorrecto o inexistente.
- Superficies de trabajo irregular y/o sin cumplimiento a los estándares de seguridad.
- Falta de líneas de vida o puntos de anclaje.
- Equipos de protección en mal estado.
- Puntos de apoyo irregular o insuficiente.

Las actividades de gestión a realizarse son:

- Definición de la secuencia lógica: Trabajos en Altura, debe incluir respuesta ante emergencias.
- Revisión y aprobación de la secuencia lógica: Trabajo en Altura.
- Revisión de equipamiento y accesorios (incluye revisión de certificación).
- Capacitación Interna: Secuencia lógica, peligros y recomendaciones para Trabajos en Altura.

Para evitar los riesgos y accidentes se recomienda:

- Antes de iniciar la operación informar de la labor, evaluar la existencia de factores como líneas eléctricas, movimiento de vehículos, humedad, intensidad del viento y existencia de otras labores.
- Previo al inicio de las labores en altura, revisar los implementos de seguridad necesarios.
- Revisar y planificar el trabajo antes de iniciar el ascenso, en especial si se requiere el uso de herramientas o equipos.
- Solicitar ayuda para poder realizar ascensos de equipos y/o accesorios.
- Inspeccionar el estado del arnés de seguridad antes de cada uso, si es posible. Desechar y reemplazar frente a daños en cintas y uniones que afecten la seguridad (puntos de fijación).
- Siempre utilizar las cuerdas de seguridad (cola), así como también verificar los puntos de anclaje.
- Conocer de los procedimientos de emergencia y rescate en altura.

4.1 Plan de Implementación

Tabla 13: Implementación del plan de seguridad

IMPLEMENTACIÓN	Q4	Q1	RESPONSABLE
Línea de posicionamiento	6k		Departamento de Ingeniería
Puntos de anclaje	3k		Departamento de Ingeniería
Capacitación del personal (Entrenamiento)	1k		Departamento de HR y HSE
EPP	2k		Departamento de HSE
Manual		2k	Departamento de HSE

Elaborado: Freddy Caicedo
Fuente: Fuente: Halliburton, 2018

4.2 Análisis de costos de accidentes

Las pérdidas por un accidente no simplemente significan pérdida de dinero; detrás de las cifras se encuentran también el dolor, la frustración, mutilación, abandono, vidas interrumpidas prematuramente, proyectos de vida truncados, pérdidas de autoestima, dignidad, capacidad física e intelectual, autonomía y libertad, sueños, aspiraciones, etc.

Sin embargo, los factores mencionados anteriormente no son cuantificables, por lo tanto, se analizan los costos de accidentes de acuerdo con lo siguiente:

4.2.1 Pérdida de tiempo

a) Tiempo del trabajador lesionado.

Pierde capacidad de producción (Esta pérdida es tiempo productivo, no se recupera a través del reembolso de beneficios de compensación del trabajador).

b) Tiempo del compañero de trabajo.

- Los compañeros de trabajo pierden tiempo, durante el traslado del herido,
- Por la interrupción del trabajo,
- Pierde tiempo por curiosidad, más tarde por comentar causas, opiniones, etc.,
- Pérdida de tiempo producto de la limpieza,
- Sobre tiempos de trabajadores que tienen que cubrir por el accidentado,
- Tiempo ocupado del personal de Seguridad Industrial.

c) Tiempo del supervisor

- Auxiliar al trabajador lesionado,
- Investigar la causa del accidente,

- Planificar la continuación del trabajo, obtener material, reproceso, etc.,
 - Seleccionar e instruir a nuevos trabajadores,
 - Recuperación de los informes de investigación.
- d) Tiempo de participación en las audiencias sobre accidentes.
- e) Tiempo de las reuniones del comité de seguridad industrial.

4.2.2 Pérdidas generales

- a) Tiempo de producción,
- b) Bajo rendimiento de reemplazos,
- c) Tiempo muerto de la maquinaria,
- d) Daños a vehículos, instalaciones, etc.
- e) Disminución de la eficiencia del trabajador,
- f) Pérdida de las operaciones de negocio,
- g) Pérdida de prestigio (Imagen de la empresa),
- h) Pérdida de nuevos contratos.

4.2.3 Pérdidas de propiedad

- a) Gasto por suministro de equipos y recursos de emergencia,
- b) Costo del equipo y materiales por sobre su uso normal como consecuencia de las recuperaciones o restauraciones,
- c) Costos de materiales de reparación y repuestos,
- d) Costos del tiempo de reparación y reemplazo,
- e) Costos de pérdida de productividad y retraso en la línea de producción con otros equipos,
- f) Costo de acciones correctivas que no sean los de mantenimiento,

- g) Pérdida de repuestos por stock,
- h) Pérdidas de producción durante el periodo de recuperación del trabajador, la investigación, limpieza, etc.,
- i) Pérdida por segunda y tercera calidad, "Pérdida de Calidad".

4.2.4 Costos legales

Pérdida de tiempo de trámites legales (pago a abogado).

4.2.5 Costo de seguros

Costo de aumento por primas de seguro

4.2.6 Otras pérdidas

- a) Indemnizaciones, multas, citaciones por embargo,
- b) En el momento de una aguda competencia y bajos márgenes de utilidad, el control de pérdidas (lesiones, enfermedades, daños de robo, derrames, etc.) puede ser más beneficioso que los mejores vendedores de la organización.

4.2.7 Costos directos e indirectos

4.2.7.1 Costos Directos

Dentro de los costos directos se puede citar:

- Costos por traslado de los heridos.
- Costos de rehabilitación.
- Costos de remedios y a veces indemnización.
- Subsidio, médico, pensiones.
- Costo de lesiones y enfermedades.

- Ambulancia.
- Costos de compensación.
- Costo por tiempo de investigación.
- Salarios pagados por pérdida de tiempo del personal que auxilian.
- Salarios pagados por el tiempo de trabajo perdido por los empleados lesionados.
- Costos de contratar o preparar personal de reemplazo.
- Por sobretiempo.
- Por pérdida de eficiencia debido a la descomposición de la cuadrilla de trabajo.
- Costo de capacitación de una nueva cuadrilla de trabajo.
- Por tiempo extra de supervisión.
- Por tiempo de trámites administrativos.
- Costos por menor producción del trabajador lesionado.
- Costo de incumplimiento de contratos.
- Pérdida de prestigio (imagen) y de posibilidades de hacer negocios.
- Pérdida económica de la familia del empleado lesionado.
- El costo del personal que acompañará al lesionado.
- Otros costos (Existen al menos otros 50 tipos de costos que ocurren una o más veces con cada accidente).

4.2.7.2 Costos indirectos (ocultos)

Entre estos se consideran:

- Daño a los edificios o instalaciones.
- Daños al equipo y herramientas.
- Daño al producto y material.

- Interrupción y retrasos de producción.
- Gastos legales.
- Gasto de equipos y provisiones de emergencia.
- Alquiler de equipos de reemplazo.
- En la reparación de los daños efectuados a los equipos y herramientas.
- Costo de paro de producción.
- Costo de tiempo muerto de la maquinaria por el tiempo que dure el accidente.

Para el cálculo de las indemnizaciones se utilizara la tabla de compensaciones de acuerdo al BOE de España en donde se establecen las cuantías que le corresponden a un trabajador de acuerdo al tipo de lesión que haya sufrido. ANEXO 2.

4.3 Beneficios

Al realizar el plan de implementación y relacionarlo con los costos que se generan en un accidente, se puede ver de forma clara que un manual de seguridad para trabajos en altura es beneficioso tanto para la empresa como para los trabajadores, ya que garantiza que los accidentes se minimicen en los lugares de trabajo, logrando un mayor desempeño por parte de los trabajadores, lo que provocara un ambiente laboral adecuado.

Por parte de la empresa, se asegura en reducir costos por hospitalizaciones, liquidaciones y demandas (entre otras), que los trabajadores reclamarían por causas de un accidente.

La relación entre la implementación de un plan de seguridad y los costos que un accidente puede provocar están en la relación de 1:5 aproximadamente, lo que lleva a concluir que es mejor invertir en un plan de acción para bien de las partes.

CONCLUSIONES

Al analizar las condiciones de trabajo y el ambiente laboral podemos concluir que el trabajo de los obreros de taladros de perforación de pozos petroleros incluye condiciones muy duras en cuanto a turnos rotativos, cantidad de horas de trabajo al día, turnos nocturnos y el desarraigo entre las principales. Dichas condiciones coadyuvan a la ocurrencia de accidentes y casi – accidentes laborales. Las herramientas, máquinas y equipos con los que trabajan los obreros de taladros de perforación de pozos petroleros cuentan con un estado de funcionamiento y mantenimiento muy bueno, sin embargo, debido a su tamaño, potencia, complejidad, volumen y peso, su uso efectivamente determina el nivel del riesgo mecánico para dichos trabajadores.

El control y prevención de riesgos se logró en base a la identificación de los factores de riesgo, su análisis y realización de procedimientos; así también con la elaboración de procedimientos de actuación en caso de emergencias. Aquí se incluye también el personal involucrado con sus respectivas responsabilidades y funciones, sin embargo, hay que indicar que la puesta en marcha de un Plan de Acción debe incluir documentos complementarios como Manuales, Planes, programas, etc.

El Manual de Seguridad para trabajos en altura, es una herramienta muy útil que ayuda como guía de todos los procedimientos a seguir, en las distintas operaciones al tomar en

cuenta principalmente el factor humano, material y ambiente; basado en las exigencias dadas por la legislación ecuatoriana que regula aspectos de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Ambiente en las industrias. Es una herramienta cuyo objetivo primordial es la reducción de pérdidas humanas, materiales y daños al ambiente.

Del análisis de costos de accidentes se ve claramente que los gastos que debe asumir la empresa se pueden elevar grandemente al depender de muchos factores, principalmente la gravedad del accidente y el daño de un equipo o maquinaria, por lo que el control de riesgos y la prevención de accidentes es vital en la economía de una empresa ya que es mejor invertir en seguridad industrial que pagar grandes montos por indemnizaciones, multas, pérdida de clientes, y por ende pérdida de producción.

A pesar de que las empresas han sido certificadas con el sistema de gestión OHSAS 18001 y han sido sujetas a auditorias de mantenimiento y recertificación en los últimos años; esto no ha garantizado una buena gestión de riesgos, que se evidencia con la poca o ninguna gestión que ha habido para disminuir los riesgos latentes de trabajos en altura. Esto debido a que el sistema de gestión OHSAS 18001 se basa más en la gestión administrativa.

RECOMENDACIONES

Como parte de las variables que pudieran modificar el efecto entre la causa y consecuencia de los riesgos, se encuentra el cumplimiento de las normas y reglamentos de seguridad por parte de los trabajadores y al relacionar esta variable con la ocurrencia de accidentes laborales, son dependientes por lo que se recomienda el estudio a profundidad de los factores que conllevan a este fenómeno.

Además, se recomienda profundizar en el análisis de la organización del trabajo, clima y ambiente laboral para los trabajadores de los taladros de perforación de pozos petroleros en busca de determinantes para la ocurrencia de accidentes desde el punto de vista psicosocial.

Dentro de las operaciones en pozos petroleros se encuentran una serie de factores que diferencian a las operaciones de perforación de pozos en donde se tienen mejor definidos los lineamientos respecto a la gestión en seguridad industrial por lo que se recomienda, emplear este proyecto como una herramienta de inicio para posteriores investigaciones y mejoramiento del sistema de gestión en seguridad industrial, salud y ambiente.

El presente proyecto se recomienda sea empleado como una guía para todo el personal operativo y administrativo que trabaja en taladros, para que de manera conjunta se obtenga mejores resultados en el control de riesgos y disminución de pérdidas.

Se recomienda complementar el presente proyecto con evaluaciones de otros factores de riesgo y otros factores que afectan el desempeño de las actividades en un taladro; y que deben ser objeto de estudio para determinar medidas, exposición y rangos permisibles.

Se recomienda complementar el presente proyecto con herramientas adicionales como Manuales de operaciones para pozos petroleros, Manual General de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, Manual de procedimientos de actuación de emergencias, Documentos de seguimiento y control, etc., los mismos que deben ser desarrollados, analizados y mejorados continuamente por el personal responsable.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHS. (2015). *Seguridad para Trabajos en Altura*. Obtenido de <http://www.achs.cl/portal/Empresas/fichas/Paginas/Trabajos-en-altura.aspx>
- Construcciones y Prestaciones Petroleras. (2015). *Guia de trabajos en altura*.
- González, A., Bonilla, J., Quintero, M., Reyes, C., & Chavarro, A. (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Ingeniería de Construcción*.
- Halliburton. (Septiembre de 2014). Drop Objects.
- Halliburton. (2014). *Proteccion contra caidas*. Quito.
- Holcim, G. S. (19 de Septiembre de 2008). *Recomendaciones para Implementar el Elemento de Prevención de Fatalidad Trabajo en Alturas*.
- INEN. (2015). NTE INEN 3012. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS. ARNESES ANTICAÍDAS. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.
- INSHT. (2017). *Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. 2015 6ª EWCS – España*. Madrid.
- Mariño, H. (2017). *Fundamentos de Seguridad y Salud Ocupacional*. Quito.
- MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD. (2016). RESOLUCIÓN No. 16 321 “EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS DE ALTURA”.
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (12 de Junio de 2018). CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO POR SECTORES Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. Obtenido de <http://www.enquitoecuador.com/userfiles/categorizacion-del-riesgo.pdf>
- MSA. (2012). *Inspeccion de los equipos de proteccion de caidas*.
- MSA. (2012). *Principios de la inspeccion formal de los equipos*.
- MSA. (Octubre de 2014). ANSI/ASSE Z359.12 - 2009. *Componentes Conectores para los Sistemas Personales de Detención de Caídas*. Mexico.
- MSA. (Octubre de 2014). ANSI/ASSE Z359.13 - 2009. *Amortiguadores de impacto personales y elementos de amarre con amortiguadores de impacto*. Mexico.
- MSA. (Octubre de 2014). ANSI/ASSE Z359.14-2012. “Requisitos de seguridad para los dispositivos autoretráctiles de los sistemas de rescate y los sistemas personales de detención contra caídas”. Mexico.

- MSA. (2014). *Proteccion contra caidas*.
- Rodriguez, C. (2009). *LOS CONVENIOS DE LA OIT SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: UNA OPORTUNIDAD PARA MEJORAR LAS CONDICIONES Y EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO*. Buenos Aires.
- Sanz, F. (2013). *Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción. Revisión bibliográfica*. Madrid.
- Soto, F. (22 de Agosto de 2013). Caída de objetos. Ecuador.
- Universidad de Sevilla. (2013). *Curso: Seguridad en Trabajos en altura. Sistemas contra caídas de Altura: Utilización en andamios / escaleras / líneas de vida / punto fijos*.
Obtenido de
<http://r2h2.us.es/prevencion/uploads/documentacion%20Cursos%20Intranet/Seguridad%20en%20Trabajos%20en%20altura/Curso%20Seguridad%20en%20trabajos%20de%20altura.pdf>

Normativa Ecuatoriana

- Norma ISO 10333-1, Personal fall-arrest systems — Part 1: Full-body harnesses.
- Norma ISO 10333-2, Personal fall-arrest systems — Part 2: Lanyards and energy absorbers.
- Norma ISO 10333-3, Personal fall-arrest systems — Part 3: Self-retracting lifelines.
- Norma ISO 10333-5, Personal fall-arrest systems — Part 5: Connectors with self-closing and self-locking gates
- Norma ISO 14567, Personal protective equipment for protection against falls from a height — Single-point anchor devices.
- Norma ISO 16024, Personal protective equipment for protection against falls from a height — Flexible horizontal lifeline systems
- Norma EN 354, Equipos de protección individual contra caídas de altura. Elementos de amarre.

- Norma EN 358, Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componentes de amarre de sujeción.
- Norma EN 361, Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arnese anti caídas.
- Norma EN 362, Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores.
- Norma EN 363, Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas.
- Norma EN 795, Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.
- Norma ANSI/ASSE A10.32, Equipos y sistemas de protección personal contra caídas en la construcción y demoliciones.
- Norma ANSI/ASSE Z359.1, Requisitos de seguridad para sistemas personales, subsistemas y componentes para detención de caídas.
- Norma NTE INEN-ISO 2859-1, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.
- Norma NTE INEN-ISO/IEC 17067, Evaluación de la conformidad. Fundamentos de certificación de productos y directrices aplicables a los esquemas de certificación de producto.
- Norma NTE INEN-ISO/IEC 17050-1, Evaluación de la Conformidad – Declaración de la conformidad del proveedor. Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma NTE INEN-ISO/IEC 17025, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

ANEXO 1. ENCUESTA

EXPOSICION A RIESGOS MECANICOS Y ACCIDENTES LABORALES RELACIONADOS CON TRABAJOS EN ALTURA EN TRABAJADORES DE TALADROS DE PERFORACIÓN EN EL SECTOR PETROLERO. (ACHS, 2015)

OBJETIVO: Determinar la relación entre la exposición a riesgos mecánicos en trabajos en altura y la ocurrencia de accidentes laborales en trabajadores de taladros de perforación en el sector petrolero

La presente encuesta tiene el carácter de confidencial y todos los datos recopilados serán usados exclusivamente con fines investigativos y académicos. Por favor conteste todas las preguntas.

1 DATOS GENERALES

1.1 Cargo:

1.2 Edad:

1.3 Sexo:

Masculino

Femenino

1.4 Instrucción:

Primaria

Secundaria

Técnica

Superior

1.5 Estado Civil:

Soltero

Casado

Divorciado

Viudo

Unión Libre

2 ACTIVIDAD LABORAL

2.1 ¿Cuántas horas en promedio trabaja al día?

2.2 ¿Cuántos días al mes trabaja en el turno de día?

2.3 ¿Cuántos días al mes trabaja en el turno de la noche?

2.4 ¿Cuántos días al mes descansa?

2.5 ¿Cuántas horas a la semana trabaja fuera de su horario normal?

3 EXPOSICIÓN

3.1 Al realizar trabajos en altura, ¿Usted manipula o utiliza maquinas como llaves de potencia, compresores, taladros, esmeriles, winches, cortadores, soldadoras entre otros?

Siempre

A veces

Nunca

3.2 Al realizar trabajos en altura, ¿Usted manipula o utiliza herramientas como llaves, martillos, destornilladores, u otras herramientas manuales?

Siempre

A veces

Nunca

3.3 Al realizar trabajos en altura, ¿Usted manipula o utiliza EPP?

Siempre

A veces

Nunca

3.4 Al realizar trabajos en altura, ¿Usted manipula o utiliza líneas de vida?

Siempre

A veces

Nunca

3.5 Las herramientas, máquinas y equipos con los que Usted realiza trabajos en altura, ¿cuentan con los dispositivos de seguridad como guardas, protectores, doble switch, puntos de agarre, señalización, entre otros?

Sí

No

3.6 Las herramientas, máquinas y equipos que Usted usa son:

Nuevos

Con desgaste normal

Viejos

3.7 ¿Cómo considera Usted el mantenimiento que reciben las herramientas, máquinas y equipos?

Muy bueno

Bueno

Regular

Malo

4. ACCIDENTABILIDAD

4.1 ¿Ha sufrido Usted algún accidente relacionado con trabajos en altura en los últimos 2 años?

Sí

No

4.2 ¿Cuántos días ha estado Usted fuera del trabajo a causa de los accidentes relacionados con trabajos en altura que ha sufrido?

.....

4.3 ¿Cuántos accidentes relacionados con trabajos en altura ha conocido Usted en su empresa en el último año?

.....

4.4 ¿Ha participado como afectado de algún casi-accidente relacionado con trabajos en altura en los últimos 2 años?

Sí

No

4.5. ¿Cuántos casi-accidentes relacionados con trabajos en altura ha conocido Usted en su empresa en el último año?

.....

5 CAPACITACIÓN Y EXPERIENCIA

5.1 ¿Cuánto tiempo ha trabajado Usted en la Industria Petrolera?

.....

5.2 ¿Cuánto tiempo ha trabajado Usted en su actual empresa?

.....

5.3 ¿Cuánto tiempo ha trabajado Usted en trabajos en altura?

.....

5.4 ¿Ha recibido Usted capacitación en Seguridad Industrial o prevención de riesgos laborales?

Sí

No

5.5 ¿Hace cuánto tiempo fue la última vez que recibió este tipo de capacitación?

.....

5.6 ¿Cada cuánto tiempo recibe estas capacitaciones?

Mensual

Trimestral

Semestral

Anual

Una sola vez

5.7 ¿Ha recibido Usted capacitación específica en trabajos en altura?

Sí

No

5.8 ¿Hace cuánto tiempo fue la última vez que recibió este tipo de capacitación?

.....

5.9 ¿Cada cuánto tiempo recibe estas capacitaciones?

Mensual

Trimestral

Semestral

Anual

Una sola vez

5.10 En sus labores cotidianas Usted cumple con las normas de seguridad:

Siempre

Casi siempre

Ocasionalmente

Nunca

6 INFORMACIÓN DE SALUD

6.1 ¿Ha sufrido Usted algún accidente no relacionado con trabajos en altura?

Sí

No

¿Cuál?:

6.2 ¿Tiene Usted algún tipo de enfermedad diagnosticada que pueda afectar sus labores?

Sí

No

¿Cuál?:

ANEXO 2. TABLA DE INDEMNIZACIONES

Cuantías de las indemnizaciones por baremo de las lesiones, mutilaciones y deformidades de carácter definitivo y no invalidantes causadas por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social

	Cuantía - Euros
I. Cabeza y cara	
1. Pérdida de sustancia ósea en la pared craneal, claramente apreciable por exploración clínica	990 a 2.240
2. Disminución de la agudeza visual de un ojo en menos del 50 por 100, siempre que con corrección no alcance las siete décimas.	1.140
3. Disminución de la agudeza visual de un ojo en más del 50 por 100.	1.920
4. Disminución de la agudeza visual en ambos ojos en menos del 50 por 100, siempre que con corrección no alcance en ambos ojos las siete décimas.	2.420
5. Alteraciones de la voz y trastornos del lenguaje, conservándose voz social	720 a 2.420
Nota. La agudeza visual se especificará siempre con arreglo a la escala de Wecker, con y sin corrección óptica.	
1.º Órganos de la audición:	
6. Pérdida de una oreja	1.810
7. Pérdida de las dos orejas	3.830
8. Hipoacusia que no afecta la zona conversacional en un oído, siendo normal la del otro	1.210
9. Hipoacusia en ambos oídos que no afecta la zona conversacional en ninguno de ellos	1.800
10. Hipoacusia que afecta la zona conversacional en un oído, siendo normal la del otro	2.420
11. Hipoacusia que afecta la zona conversacional en ambos oídos	3.580
2.º Órganos del olfato:	
12. Pérdida de la nariz.	7.940
13. Deformación o perforación del tabique nasal	1.210
14. Pérdida del sentido del olfato.	1.210
3.º Deformaciones del rostro y en la cabeza, no incluidas en los epígrafes anteriores:	
15. Deformaciones en el rostro y en la cabeza que determinen una alteración importante de su aspecto. . .	1.280 a 2.560
16. Deformaciones en el rostro que afecten gravemente a la estética facial o impidan alguna de las funciones de los órganos externos de la cara	1.920 a 7.940
II. Aparato genital	
17. Pérdida anatómica o funcional de testículos:	
Uno	2.840
Dos	6.380
18. Pérdida parcial del pene, teniendo en cuenta la medida en que afecte a la capacidad «coeundi» y a la micción . .	2.420 a 4.820
19. Pérdida total del pene	6.810
20. Pérdida anatómica o funcional de los ovarios:	
Uno	2.840
Dos	6.380
21. Deformaciones de los órganos genitales externos de la mujer	1.570 a 6.380

cve: BOE-A-2013-892

	Cuántía - Euros
III. Glándulas y vísceras	
22. Pérdida de mama de la mujer:	
Una	2.560
Dos	5.460
23. Pérdida de otras glándulas:	
a) Salivares	2.420
b) Tiroides	2.560
c) Paratiroides	2.560
d) Pancreática:	4.540
24. Pérdida del bazo	2.420
25. Pérdida de un riñón	4.260

	Cuántía - Euros	
	Derecho	Izquierdo
IV. Miembros superiores		
1.º Pérdida de los dedos de la mano:		
A) Pulgar:		
26. Pérdida de la segunda falange (distal)	2.240	1.810
B) Índice:		
27. Pérdida de la tercera falange (distal)	1.140	920
28. Pérdida de la segunda y tercera falanges (media y distal)	1.810	1.320
29. Pérdida completa	2.420	1.810
30. Pérdida del metacarpiano	960	920
C) Medio:		
32. Pérdida de la tercera falange (distal)	1.210	920
33. Pérdida de la segunda y tercera falanges (media y distal)	1.920	1.350
34. Pérdida completa	2.420	1.810
35. Pérdida del metacarpiano	960	920
36. Pérdida completa, incluido metacarpiano	2.870	2.240
D) Anular:		
37. Pérdida de la tercera falange (distal)	960	680
38. Pérdida de la segunda y tercera falanges (media y distal)	1.460	1.140
39. Pérdida completa	1.920	1.350
40. Pérdida del metacarpiano	790	750
41. Pérdida completa, incluido metacarpiano	2.420	1.810
E) Meñique:		
42. Pérdida de la tercera falange (distal)	680	540
43. Pérdida de la segunda y tercera falanges (media y distal)	1.140	920
44. Pérdida completa	1.350	1.140
45. Pérdida del metacarpiano	1.100	1.100
46. Pérdida completa, incluido metacarpiano	1.810	1.710
Nota. La pérdida de una falange de cualquier dedo de la mano en más del 50 por 100 de su longitud se equiparará a la pérdida total de la falange de que se trate.		

cve: BOE-A-2013-892

	Cuantía – Euros	
	Derecho	Izquierdo
2.º Anquilosis:		
A) Codo y muñeca:		
47. Anquilosis del codo en posición favorable (ángulo de 80 a 90 grados)	2.940	2.240
48. Anquilosis de la muñeca	2.770	1.990
B) Pulgar:		
49. De la articulación interfalángica	1.920	920
50. De la articulación metacarpo falángica	2.420	1.810
51. De la articulación interfalángica y metacarpo falángica asociadas	2.870	2.240
52. De la articulación carpometacarpiana	3.200	2.590
C) Índice:		
53. De la articulación segunda interfalángica (distal)	960	680
54. De la articulación primera interfalángica	1.460	1.140
55. De la articulación metacarpo falángica	1.460	1.140
56. De las dos articulaciones interfalángicas asociadas	1.460	1.140
57. De las articulaciones metacarpo falángicas y una interfalángica asociadas	1.920	1.350
58. De las tres articulaciones	2.560	1.920
D) Medio:		
59. De la articulación segunda interfalángica (distal)	750	570
60. De la articulación primera interfalángica	960	680
61. De la articulación metacarpo falángica	960	680
62. De las articulaciones interfalángicas asociadas	1.210	920
63. De las articulaciones metacarpo falángicas y una interfalángica asociadas	1.460	1.140
64. De las tres articulaciones	2.060	1.460
E) Anular y meñique:		
65. De la segunda articulación interfalángica (distal)	750	570
66. De la articulación primera interfalángica	860	610
67. De la articulación metacarpo falángica	860	610
68. De las articulaciones interfalángicas asociadas	1.170	920
69. De las articulaciones metacarpo falángicas y una interfalángica asociadas	1.390	1.100
70. De las tres articulaciones	1.920	1.390
Nota. Tendrán también la consideración de anquilosis las alteraciones de sensibilidad, así como los estados que, por sección irrecuperable de tendones o por lesiones de partes blandas, dejen activamente inmóviles las falanges.		
3.º Rigideces articulares:		
A) Hombro:		
71. Limitación de la movilidad conjunta de la articulación en menos de un 50 por 100	990	830
72. Limitación de la movilidad conjunta de la articulación en más del 50 por 100	2.870	2.420
B) Codo:		
73. Limitación de la movilidad en menos de un 50 por 100	1.920	1.350
74. Limitación de la movilidad en más del 50 por 100	2.560	1.920
C) Antebrazo:		
75. Limitación de la prosupinación en menos de un 50 por 100	1.070	610
76. Limitación de la prosupinación en más de un 50 por 100	2.560	1.810
(Ambas limitaciones se medirán a partir de la posición intermedia.)		

cve: BOE-A-2013-892

	Cuantía - Euros	
	Derecho	Izquierdo
D) Muñeca:		
77. Limitación de la movilidad en menos de un 50 por 100	1.070	610
78. Limitación de la movilidad en más del 50 por 100 (También se determinarán estas limitaciones a partir de la posición intermedia.)	2.420	1.810
E) Pulgar:		
79. Limitación de la movilidad global en menos de un 50 por 100	1.460	920
F) Índice:		
80. Limitación de la movilidad global del dedo en más de un 50 por 100	860	610
G) Medio, anular y meñique:		
81. Limitación de la movilidad global en más de un 50 por 100	750	500
Nota. Cuando el miembro rector para el trabajo sea el izquierdo, la indemnización será la fijada en el baremo para el mismo tipo de lesión en el miembro derecho. Igual norma se aplicará en el caso de trabajadores zurdos.		

V. Miembros inferiores

1.º Pérdida de los dedos del pie:

A) Primer dedo:

82. Pérdida total	2.240
83. Pérdida de segunda falange	990

B) Segundo, tercero y cuarto dedos:

84. Pérdida total (cada uno)	680
85. Pérdida parcial de cada dedo	500

C) Quinto dedo:

86. Pérdida total	680
87. Pérdida parcial	500

2.º Anquilosis:

A) Rodilla:

88. En posición favorable (extensión o flexión hasta 170 grados, incluido acortamiento hasta 4 centímetros).	2.870
--	-------

B) Articulación tibioperonea astragalina:

89. En posición favorable (en ángulo recto o flexión plantar de hasta 100 grados)	2.420
---	-------

C) Tarso:

90. De la articulación subastragalina o de las otras medio tarsianas, en buena posición funcional	1.920
91. Triple artrodesis	2.660

D) Dedos:

92. Anquilosis del primer dedo:

a) Articulación interfalángica	500
b) Articulación metatarso falángica	830
c) Anquilosis de las dos articulaciones	1.280

93. Anquilosis de cualquiera de los demás dedos	500
---	-----

ve: BOE-A-2013-892

94. Anquilosis de dos dedos	610
95. De tres dedos de un pie	830
96. De cuatro dedos de un pie (en el caso de anquilosis de los cinco dedos, el pulgar se valorará aparte) ...	990

Nota. Serán aplicables a las anquilosis de las extremidades inferiores las normas señaladas para las de los miembros superiores.

3.º Rigideces articulares:

A) Rodilla:

97. Flexión residual entre 180 y 135 grados	1.990
98. Flexión residual entre 135 y 90 grados	1.210
99. Flexión residual superior a 90 grados	610
100. Extensión residual entre 135 y 180 grados	860

B) Articulación tibioperonea astragalina:

101. Disminución de la movilidad global en más del 50 por 100	2.130
102. Disminución de la movilidad global en menos del 50 por 100	990

C) Dedos:

103. Rigidez articular del primer dedo	430
104. Del primero y segundo dedos	680
105. De tres dedos de un pie	720
106. De cuatro dedos de un pie	920
107. De los cinco dedos de un pie	1.280

4.º Acortamientos:

108. De 2 a 4 centímetros	1.140
109. De 4 a 10 centímetros	2.420

VI. Cicatrices no incluidas en los epígrafes anteriores

110. Según las características de las mismas y, en su caso, las perturbaciones funcionales que produzcan ...	540 a 2.130
--	-------------