PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

Trabajo de Titulación

Tema:

Análisis de riesgos ergonómicos por puesto de trabajo en el proceso constructivo del paso a desnivel del proyecto Solución geométrica Huachi Chico

Autores:

LÓPEZ SANTOS ANDRÉ ALEXANDER

SALAZAR COSTALES JOSE LUIS

QUITO DM, ABRIL 2022

DEDICATORIA

Culminar la carrera constituye para mí un logro muy importante en mi vida, donde se plasma un sueño que con esfuerzo propio y de mi familia lo pude hacer posible, por esa razón dedico con mucho orgullo el presente trabajo donde obtengo mi título profesional a mi familia, de manera especial a mi querida madre Sra. Betty Costales y hermana Lic. Mishell Salazar Costales quienes con sus consejos, perseverancia y apoyo incondicional estuvieron en cada paso que he dado en toda mi vida

Jose Luis Salazar Costales

El presente trabajo está dedicado a mis padres Carlos y Elsa por ayudarme a completar una etapa más de mi vida, a toda mi familia y mis pequeños compañeritos peludos. También se la dedico a Dios por brindarnos salud, vida y estabilidad a todos a lo largo de los años.

André López

AGRADECIMIENTO

La gratitud es uno de los valores más grandes que el ser humano puede tener, especialmente agradezco a Dios por la vida, por ser la guía que siempre me acompaño en todo momento con su gran poder y sabiduría, por haberme dado una familia maravillosa quienes me apoyaron incondicionalmente en todo momento con su amor, paciencia y esfuerzo, que me incentivaron a seguir adelante para cumplir cada uno de mis sueños que me he propuesto.

Agradezco a los docentes que me guiaron y enseñaron con sus conocimientos a lo largo de la carrera, a mi director de tesis Ing. Jorge Buchelli que con su ayuda pude culminar este trabajo, mis compañeros de aula y una mención especial a Mercedes Cárdenas quien fue incondicional para mí en todo momento.

A la Constructora López y el consorcio SGHC quienes nos brindaron la posibilidad de realizar nuestro trabajo junto a ellos.

Un agradecimiento general a todas las personas que nunca dejaron de creer en mí y no me dejaron desmayar al largo de este trayecto.

Jose Luis Salazar Costales

En este espacio me gustaría agradecer sobre todo a mis padres quienes han sabido darme su apoyo, ejemplo y amor incondicional durante toda la carrera.

A todas las buenas personas que llegue a conocer durante la carrera y se han convertido en grandes amigos los cuales me han apoyado y ayudado a lo largo de la carrera.

A nuestro tutor de tesis por su orientación y consejos.

A los grandes maestros que me educaron como persona, profesional y con un pensamiento diferente.

A la Constructora López y el consorcio SGHC quienes nos brindaron la posibilidad de realizar nuestro trabajo junto a ellos.

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por su excelencia en educación y formación de profesionales, especialmente a la Facultad de Ingeniería.

Muchísimas Gracias.

André López

ÍNDICE

CAPÍTULO I 1
1.1. TEMA 1
1.2. JUSTIFICACIÓN 1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS 5
1.4.1. Objetivo General 5
1.4.2. Objetivos Específicos 5
1.5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL: ANTECEDENTES, MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL 6
1.5.1. ANTECEDENTES 6
1.5.2. MARCO TEÓRICO 7
1.5.2.1. MÉTODO REBA 7
1.5.2.2. MÉTODO OCRA 8
1.5.2.3. MÉTODO GINSHT 9
1.5.3. MARCO CONCEPTUAL 10
1.5.3.1. APLICACIÓN MÉTODO REBA (Evaluación de posturas forzadas) 10
1.5.3.2. APLICACIÓN MÉTODO OCRA (Evaluación de la repetitividad de movimientos) 12
1.5.3.3. APLICACIÓN MÉTODO GINSHT (Evaluación de levantamiento manual de cargas) 13
1.6. ALCANCE 15
1.7. HIPÓTESIS. 16
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: VARIABLES E INDICADORES 16
1.8.1. Variables 16
1.8.1.1. Variable Cualitativas 16
1.8.1.2. Variable Cuantitativa 16
1.8.2. Indicadores 16
1.9. PROCEDIMIENTO: MARCO-METODOLÓGICO 16
1.9.1. Metodológica. 16
1.9.2. Práctica. 17
CAPÍTULO II 26
MARCO TEÓRICO 26
2.1. Conceptualización ergonómica 26
2.2. Evaluación ergonómica 26
2.2.1. Marco Legal 27
2.3. Métodos de evaluación ergonómica 28
2.3.1. Metodología REBA (Posturas Forzadas) 28
2.3.2. Metodología CHECK- LIST OCRA (Movimientos Repetitivos) 36
2.3.2.1. Tiempo neto de trabajo repetitivo 36

2.3.2.2. Tiempo neto del ciclo del trabajo 36
2.3.2.3. Factor de recuperación (fr) 36
2.3.2.4. Factor de frecuencia (ff) 37
2.3.2.5. Factor de fuerza (ffz) 39
2.3.2.6. Factor de posturas y movimientos (FP) 41
2.3.2.7. Factor de riesgos adicionales (fc) 43
2.3.2.8. Multiplicador de duración 44
2.3.3. Metodología GINSHT (Levantamiento Manual de cargas) 45
2.3.3.1. Factor de población protegida (FP) 45
2.3.3.2. Factor de distancia vertical (FD) 46
2.3.3.3. Factor de giro (FG) 46
2.3.3.4. Factor de agarre (FA) 47
2.3.3.5. Factor de frecuencia (FF) 47
2.4. Factores de riesgo ergonómico 48
2.5. Ntp 330 (Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente) 49
CAPÍTULO III 52
APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONOMICOS 52
3.1. Descripción del proyecto “Solución Geométrica Huachi Chico” 52
3.1.2. Actividades y tareas a ser evaluadas dentro de la ejecución del proyecto 54
3.1.3. Paso a Desnivel 54
3.1.3.1 Pasos a desnivel superiores 54
3.1.3.2. Pasos a desnivel inferiores 54
3.1.3.3. Pasos a desnivel mixtos 55
3.1.4. Muros laterales de hormigón 55
3.1.4.1. Identificación del proceso constructivo de muros Laterales de hormigón 55
3.1.5. Movimiento de tierras 63
3.1.5.1. Trabajos en tierra 63
3.1.5.1.1. Excavaciones 63
3.1.5.1.2. Maquinaria para movimiento de tierras. 65
3.1.5.1.2.1. Máquinas excavadoras 65
3.1.5.1.2.2. Máquinas Trasporte de tierras 65
3.5.2. Prevención de Riesgos Laborales. Operador de Vehículos y Maquinaria de Movimiento de Tierra 66
3.1.5.2. Identificación del proceso operativo de movimiento de tierras utilizando maquinaria 67
3.1.6. Reubicación de redes de infraestructura sanitaria. 70
3.1.6.1. Identificación del proceso constructivo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria 71
3.2. Identificación de riesgos ergonómicos por puesto de trabajo para cada actividad 75
3.2.1. Matrices Ntp 330 para estimación de riesgos ergonómicos (Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente) 76

3.2.1.1. Estimación del riesgo 76
3.3. Evaluación ergonómica 79
3.3.1. Evaluación ergonómica realizada para el proceso constructivo de muros laterales de hormigón. 79
3.3.1.1. Traslado de varillas de acero para el armado del muro 79
3.3.1.2. Colocación del acero de refuerzo del muro 82
3.3.1.3. Amarre con alambre galvanizado en las juntas. 84
3.3.1.4. Apuntalamiento y encofrado. 87
3.3.1.5. Vaciado del hormigón 90
3.3.1.6. Vibrado del Hormigón 92
3.3.1.7. Desencofrado 94
3.3.2. Evaluación ergonómica realizada para el proceso operativo de movimiento de tierras utilizando maquinaria. 96
3.3.2.1. Arranque y operación de la máquina 96
3.3.3. Identificación del proceso constructivo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria 98
3.3.3.1. Corte de la tubería 98
3.3.3.2. Traslado de tubería 102
3.3.3.3. Colocación en la zanja 105
3.3.3.4. Unión de tubería 107
CAPÍTULO IV 111
4.1. Análisis de resultado aplicando metodología REBA (Posturas forzadas) 111
4.1.1. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico por posturas forzadas 112
4.2. Análisis de resultado aplicando metodología OCRA (Movimientos Repetitivos) 113
4.2.1. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico por movimientos repetitivos 114
4.3. Análisis de resultado aplicando metodología GINSHT (Levantamiento Manual de Cargas) 115
4.3.1. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico por levantamiento de cargas 116
4.3.2. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico general del proyecto 116
4.4. Propuesta de medidas de seguridad ante los riesgos identificados 117
4.4.1. Medidas de control para Posturas forzadas 117
4.4.1.1. Medidas de control específicas para posturas forzadas 118
4.4.2. Medidas de control para movimientos repetitivos 119
4.4.2.1. Medidas de control específicas para movimientos repetitivos 119
4.4.3. Medidas de control para levantamiento manual de cargas 120
4.4.3.1 Medidas de control específicas para levantamiento manual de cargas 122
CAPÍTULO V 123
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 123
5.1. Conclusiones 123
5.2. Recomendaciones 125
BIBLIOGRAFIA 127

Índice de tablas

Tabla1
Categorización de Riesgos por sectores y Actividades Productivas....6

Tabla2
Métodos de evaluación agrupados por factores de riesgo 27

Tabla3
Grupo A análisis de Tronco, Movimiento, Puntuación y Corrección.....30

Tabla4
Grupo A análisis de Cuello, Movimiento, Puntuación y Corrección.....30

Tabla5
Grupo A análisis de Piernas, Posición, Puntuación y Corrección. 31

Tabla6
Tabla A....31

Tabla7
Carga/fuerza. 32

Tabla8
Grupo B, Brazos, Posición, Puntuación y Corrección de REBA.....32

Tabla9
Grupo B, Antebrazos, Movimiento, Puntuación de REBA. 33

Tabla10
Grupo B, Muñecas, Movimiento, Posición, Puntuación y Corrección de REBA.....33

Tabla11
Tabla B....34

Tabla12
Agarre.....34

Tabla13
Tabla C....34

Tabla14
Puntuación actividad muscular.....35

Tabla15
Niveles de riesgo y acción.....35

Tabla16
Puntuación del factor de Recuperación 37

Tabla17
Puntuación del factor de Frecuencias para acciones Dinámicas.....38

Tabla18
Puntuación de Frecuencias para acciones Estáticas.....38

Tabla19
Escala CR-10 de Borg....39

Tabla20
Fuerza moderada (3-4 puntos en la escala de Borg)....40

Tabla21
Fuerza intensa (5-7 puntos en la escala de Borg) 40

Tabla22
Fuerza casi máxima (8 puntos en la escala de Borg).....40

Tabla23
Factor de postura para el hombro 41
Tabla24
Factor de postura para el codo. 41
Tabla25
Factor de postura para la muñeca. 42
Tabla26
Factor de postura agarre. 42
Tabla27
Movimientos estereotipados. 42
Tabla28
Factores físico-mecánicos. 43
Tabla29
Factores socio-organizativos. 43
Tabla30
Multiplicador del movimiento repetitivo. 44
Tabla31
Clasificación del índice Check List 45
Tabla32
Factor de población protegida 46
Tabla33
Factor de distancia vertical 46
Tabla34
Factor de giro 46
Tabla35
Factor de agarre 47
Tabla36
Factor de Frecuencia 48
Tabla37
Riesgo en función del peso real y del peso aceptable. 48
Tabla38
Determinación del nivel de riesgo y de intervención 51
Tabla39
Significado del nivel de intervención. 51
Tabla40
Proceso constructivo de muros laterales de hormigón 55
Tabla41
Proceso operativo de movimiento de tierras utilizando maquinaria 67
Tabla42
Proceso constructivo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria 71
Tabla43
(Matriz de estimación de riesgo ergonómico trabajadores en la construcción según Ntp300) 77
Tabla44
(Matriz de estimación de riesgo ergonómico operador de maquinaria según Ntp300) 78
Tabla45
(Nivel de Riesgo método REBA) 111

Tabla46
Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto por posturas forzadas 112
Tabla47
(Nivel de Riesgo método OCRA) 113
Tabla48
Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto por movimientos repetitivos 114
Tabla49
(Nivel de Riesgo método GINSHT) 115
Tabla50
Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto por levantamiento de cargas 116
Tabla51
Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico general del proyecto 116
Tabla52
Actividades con mayor incidencia riesgo ergonómico del proyecto solución geométrica via Huachi Chico 117
Tabla53
(Medidas de control por actividad de posturas forzadas) 118
Tabla54
(Medidas de control por actividad movimientos repetitivos) 119
Tabla55
(Medidas de control levantamiento manual de cargas) 122

Índice de figuras

Figura 1. Top 10 Número avisos por CIIU, accidentes de trabajo. 3
Figura 2. Top 10 CIIU con más atenciones, enfermedades profesionales 4
Figura 3. Top 20 partes afectadas por accidentes. 4
Figura 4. Medición de ángulos en REBA. 11
Figura 5. Fórmula (ICKL) 13
Figura 6. Diagrama de decisiones de la Guía Técnica INSHT 14
Figura 7. Esquema de Aplicación del Método REBA. 29
Figura 8. Resumen método REBA 35
Figura 9. Peso teórico recomendado 45
Figura 10. Medición del giro del tronco 47
Figura 11. (Traslado de varillas de acero) 57
Figura 12. (Características del acero de refuerzo para muros laterales del proyecto Solución Geométrica Huachi chico) 57
Figura 13. (Colocación de acero vertical para el armado del muro) 58
Figura 14. (Colocación de acero vertical para el armado del muro) 58
Figura 15. (Características del acero de refuerzo para muros laterales del proyecto Solución Geométrica Huachi chico) 59
Figura 16. (Tableros metálicos para encofrado de muros) 60
Figura 17. (Colocación y ajuste de gata de puntales en tableros metálicos) 60
Figura 18. (Vaciado de hormigón) 61
Figura 19. (Vibrado del Hormigón) 62
Figura 20. (Desencofrado de tableros metálicos) 62
Figura 21. (Medidas entandares de profundidad y ancho mínimo para zanjas) 64
Figura 22. (Ingreso cabina retroexcavadora) 69
Figura 23. (Operación de maquinaria) 69
Figura 24. (Operación de maquinaria, movimiento repetitivo muñeca) 70
Figura 25. (Corte de tuberías) 72
Figura 26. (Levantamiento manual de tubería) 73
Figura 27. (Traslado de la tubería) 73
Figura 28. (Colocación de tubería en suelo) 74
Figura 29. (unión de tubería) 74
Figura 30. (Utilización del tecle por el obrero) 75
Figura 31. (Estimación de riesgo según Ntp300) 76
Figura 32. (Evaluación de posición del cuerpo para el levantamiento de varillas) 79
Figura 33. (evaluación de la posición del cuerpo para el traslado de varillas) 80
Figura 34. (evaluación de la posición del cuerpo del colocador de varillas) 82
Figura 35. (evaluación de la posición del cuerpo para el amarre de juntas) 84
Figura 36. (evaluación de la posición del cuerpo amarre de juntas) 85

Figura 37. (Evaluación de la posición del cuerpo apuntalador)....87
Figura 38. (evaluación de la posición del cuerpo levantamiento de tableros metálicos)....88
Figura 39. (evaluación de la posición del cuerpo traslado de tableros)....88
Figura 40. (evaluación de la posición del cuerpo traslado de tableros)....90
Figura 41. (evaluación de la posición del cuerpo traslado de tableros)....92
Figura 42. (evaluación de la posición del cuerpo traslado de tableros)....94
Figura 43. (evaluación de la posición del cuerpo para la operación de maquinaria)....96
Figura 44. (evaluación de la postura del cuerpo para la operación de maquinaria)....97
Figura 45. (Posición del cuerpo para corte de varilla con serrucho)....99
Figura 46. Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)....100
Figura 47. (Posición del cuerpo para el levantamiento de tubería)....102
Figura 48. (Posición del cuerpo para el traslado de tubería)....103
Figura 49. (Posición trasera del cuerpo para uso del tecle)....105
Figura 50. (Posición del cuerpo frontal recostado para uso del tecle)....107
Figura 51. (posición del cuerpo frontal recto para el uso del tecle)....109
Figura 52. Nivel de riesgo por posturas forzadas....112
Figura 53. Nivel de riesgo por movimientos repetitivos....114
Figura 54. Nivel de riesgo por levantamiento manual de cargas....116
Figura 55. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto....116

CAPÍTULO I

1.1. TEMA

"Análisis de riesgos ergonómicos por puesto de trabajo en el proceso constructivo de paso a desnivel del proyecto "*Solución geométrica Huachi Chico*"

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las actividades relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo, han adquirido mayor importancia en toda actividad laboral, tomando en cuenta *"Que es deber del Estado, a través de los órganos y entidades competentes, precautelar las condiciones de vida y de trabajo de la población"* (REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS, 2006[1]). En la actualidad los problemas debido a factores ergonómicos han crecido exponencialmente, convirtiéndose en una de las tareas más relevantes a considerar para optar por medidas de seguridad y control ante riesgos ocupacionales y poder mitigar la incidencia de enfermedades laborales en los trabajadores.

El sector de la construcción existen un sin número de tipos de obras civiles, convirtiéndose en uno de los campos de trabajo con más riesgo ergonómico en sus trabajadores, debido que para su construcción o desarrollo se necesita de personal encargado para la mano de obra, los cuales están expuestos a sufrir lesiones por el esfuerzo realizado que produce esta actividad, en los trabajadores se puede encontrar con mayor frecuencia desórdenes músculo esqueléticos por sobrecarga, repetitividad, posturas inadecuadas dadas por el manejo y la carga de los materiales de la construcción, es la razón que al momento de realizar proyectos, se busca brindar un servicio de seguridad para los empleados ante los posibles riesgos existentes, desarrollando actividades y promoviendo mecanismos o herramientas de seguridad que permitan disminuir la tasa de lesiones y enfermedades laborales. Que según La Ley de seguridad Social en su artículo 155, señala que "El *seguro de Riesgos del trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la*

rehabilitación física y mental y la reinserción laboral" (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2006).

De esta manera se tomará en cuenta el análisis de riesgos ergonómicos en el proceso constructivo del paso a desnivel proyecto "*Solución geométrica Huachi Chico*" ubicado en la ciudad de Ambato, Av. Atahualpa, José Peralta y Julio Jaramillo Laurido, con el fin de comprender los riesgos ergonómicos que sufren los obreros.

La ejecución de este proyecto cuenta con gran cantidad de actividades a desarrollarse, de los se escogerán los más relevantes del proyecto, que mediante la ergonomía y la metodología planteada en la investigación nos permitirán identificar los riesgos existentes, especialmente para analizar levantamiento manual de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas, que son los riesgos ergonómicos más comunes en el área de la construcción.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un estudio financiado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha demostrado que la manipulación manual de mercancías es una de las principales causas de accidentes laborales, ya que representa entre el 20 % y el 25 % de todos los accidentes. El Consejo Nacional de Seguridad dice que los accidentes laborales son la causa más común de lesiones por sobrecarga (31%), siendo la espalda la parte del cuerpo más afectada. (LÓPEZ, 2016). En Colombia, según la Federación Colombiana de Aseguradores Fasecold, el número de accidentes reportados en el sector de la construcción va en aumento año a año: en 2009 hubo 38.652 accidentes, en 2010 - 46.430 y en 2011 - 71.086

En los últimos años, Ecuador ha logrado que la Seguridad y Salud Ocupacional sea una prioridad para los funcionarios de salud. Si hablamos de los riesgos asociados a la construcción, no solo caídas, tropiezos, sino la falta de medidas de seguridad, los riesgos que pueden derivarse de las actividades durante la construcción de edificios se denominan riesgos ergonómicos.

En la construcción, es importante saber que los operadores corren el riesgo de sufrir lesiones musculoesqueléticas que ocurren inmediatamente o que resultan de una acumulación a corto o largo plazo de lesiones menores y la aparición de fatiga física que

conduce a un desempeño laboral deficiente. en la región del hombro y dorso-lumbar debido al levantamiento manual, actividad muy común en todo tipo de trabajo, pero que provoca hematomas, cortes, lesiones, fracturas y daños en el sistema musculoesquelético. Las lesiones, los movimientos repetitivos y las situaciones forzadas son comunes entre los trabajadores que trabajan con paredes laterales de concreto, maquinaria y redes de infraestructura sanitaria.

El sector de la construcción se encuentra en el top 10 de siniestralidad laboral y los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales se registran según las condiciones de trabajo. Las estadísticas de accidentes de trabajo son un conjunto de archivos para el período 2013-2021, puestos a disposición por el Seguro General de Riesgos de Trabajo (IESS). El sector de la construcción registró 8.024 solicitudes ante el CIIU (Instituto Nacional de Estadística y Censos), lo que lo ubica en el séptimo lugar de mayor riesgo. para el empleado.

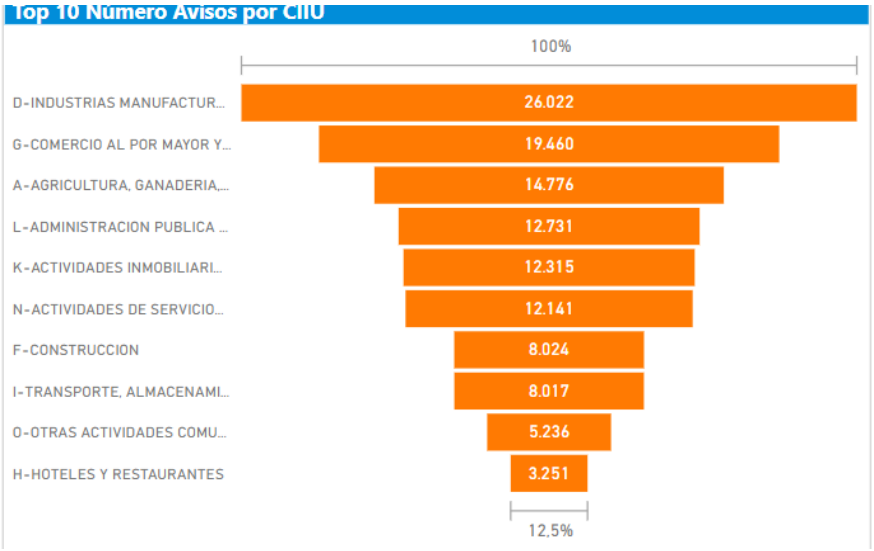


Figura 1. Top 10 Número avisos por CIIU, accidentes de trabajo.

Fuente: Sistemas de Avisos de Registro del Seguro de Riesgos de Trabajo (SRSRT)

Las estadísticas que nos presenta el Seguro General de Riesgos de Trabajo (IESS) de las enfermedades profesionales atendidas, son una acumulación de expedientes desde el año 2012 hasta el 2017.

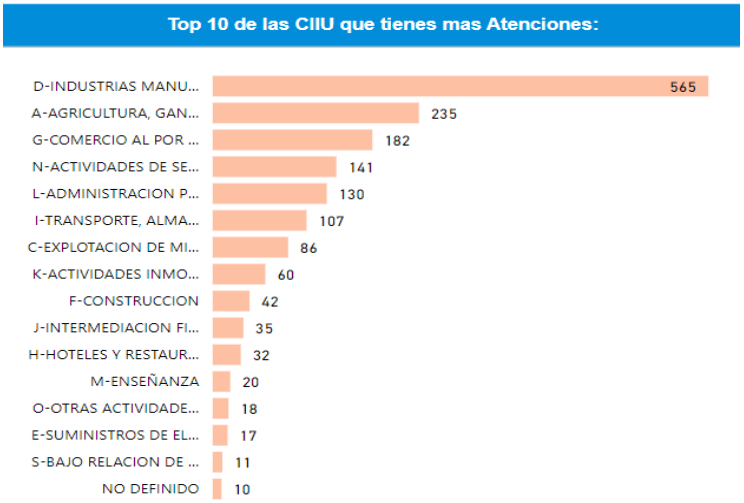


Figura 2. Top 10 CIIU con más atenciones, enfermedades profesionales

Fuente: Sistemas de Avisos de Registro del Seguro de Riesgos de Trabajo (SRSRT)

Las lesiones más frecuentes producidas por los riesgos ergonómicos afectan principalmente al cuello, espalda, hombros, codos, muñecas, manos, dedos y piernas. A continuación, presentamos una tabla con las partes más afectadas de un trabajador al momento de un accidente o lesión producida por la repetitividad, incorrectos levantamientos de cargas o malas posturas.

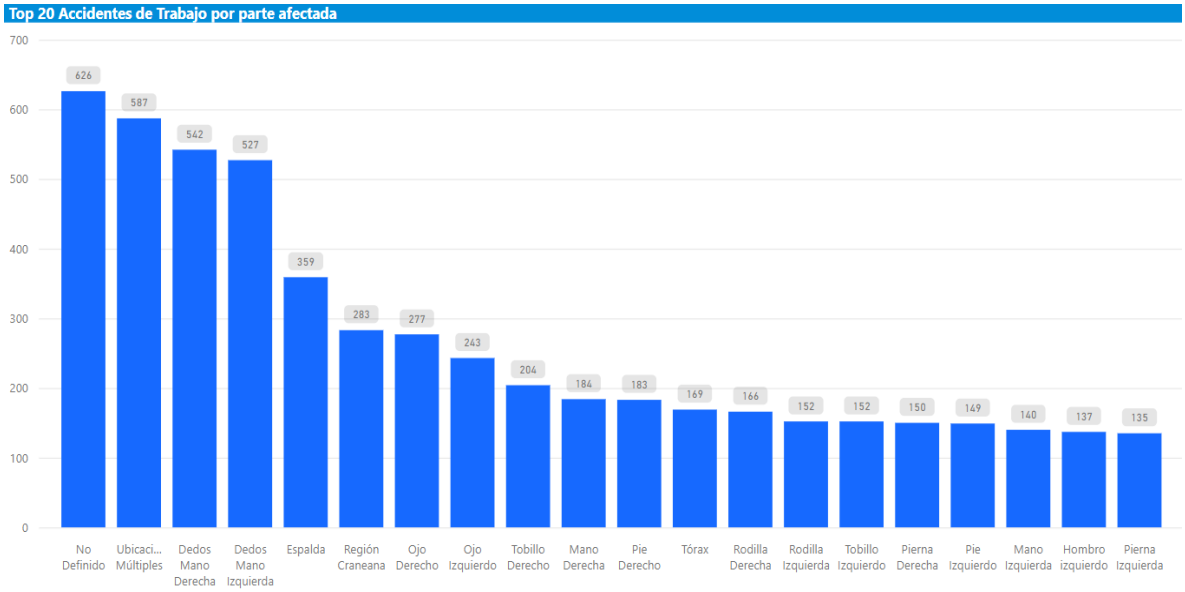


Figura 3. Top 20 partes afectadas por accidentes.

Fuente: Sistemas de Avisos de Registro del Seguro de Riesgos de Trabajo (SRSRT).

La identificación de estos riesgos nos permitirá crear una cultura de prevención de riesgos para cumplir con los lineamientos de seguridad de esta manera evitar accidentes y enfermedades ocupacionales. Capacitando a los directivos y luego al personal para trabajar en un ambiente seguro para prevenir accidentes. El ecuador cuenta con la normativa legal en donde las empresas y gestores de la prevención de riesgos deben adoptar para establecer el cumplimiento de las mismas y poner en práctica los lineamientos en materia de seguridad y salud ocupacional.

1.4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.4.1. Objetivo General

Identificar y evaluar los riesgos ergonómicos producidos en los empleados que operan maquinaria para el movimiento de tierras, reubicación de redes de infraestructura sanitaria, construcción de muros de hormigón en la construcción de un paso a desnivel.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los riesgos ergonómicos de las posturas forzadas y movimientos repetitivos producidos durante la construcción, utilizando distintos métodos de evaluación ergonómica.
- Evaluar los riesgos de posturas forzadas en el puesto de trabajo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria, construcción de muros, por medio del método REBA (Rapid Entire Body Assessment).
- Evaluar los riesgos producidos por movimientos repetitivos de un obrero en la construcción de muros y de un operador de maquinaria, utilizando el método OCRA (Occupational Repetitive Action).
- Evaluar los riesgos producidos por levantamiento manual de cargas de un obrero en la reubicación de tuberías sanitarias, construcción de muros laterales, utilizando el método GINSHT.
- Comparar entre los riesgos ergonómicos identificados cuál tiene mayor incidencia al momento de realizar esta clase de proyectos.
- Proponer medidas de control sobre los riesgos ergonómicos identificados.

1.5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL: ANTECEDENTES, MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

1.5.1. ANTECEDENTES

El Instituto Ecuatoriano de Normalización ha traspuesto numerosas Normas técnicas de Ergonomía Internacional ISO (Internacional Organization for Standardization) como Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN ISO 14738, y la NTE INEN ISO 11228 en su serie 1, 2 y 3, entre otras. (*Riesgos Ergonómicos Puestos De Trabajo: Ecuador*, 2018)

Estas normas técnicas, que fueron aprobadas por 163 países, al ser traspuestas como normas técnicas ecuatorianas, se transforman en el instrumento jurídico técnico, ya que la Resolución No. C.D. 513 en su artículo 14 así lo menciona. (*Riesgos Ergonómicos Puestos De Trabajo: Ecuador*, 2018).

El Ministerio de Trabajo del Ecuador ha realizado una categorización del riesgo por sectores basado en variables como son: consecuencia, probabilidad y vulnerabilidad; posicionando al sector de la construcción como un sector de riesgo alto, esto quiere decir que los obreros son altamente propensos a sufrir lesiones durante su trabajo, por esto, se debe analizar, evaluar y proponer métodos preventivos a estas lesiones.

Tabla1

Categorización de Riesgos por sectores y Actividades Productivas

Ecuador

CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO POR SECTORES Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

UNIDAD TÉCNICA DE SEGURIDAD Y SALUD

CODIGO	SECTOR	ACTIVIDAD	PUNTUACION	RIESGO
B	PESCA	Pesca de altura Actividades de servicios relacionados con la pesca	9	ALTO
C	EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	Extracción de carbón, lignito, turba Minerales de uranio y torio Minerales metalíferos Explotación de minas y canteras	9	ALTO
F	CONSTRUCCIÓN	Movimiento de tierras, excavación, cimentación, estructuras, instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas, mampostería, revestimiento y enlucidos, empotramiento de mobiliario, pintura y acabados.	9	ALTO
O	SERVICIOS COMUNITARIOS SOCIALES Y PERSONALES	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento, recolección de basura y actividades similares.	9	ALTO
A	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	Cultivos agrícolas Cría de animales, combinación de los dos, servicios agrícolas y pecuarios, excepto veterinarios. Caza y captura de animales vivos, repoblación de animales de caza y servicios conexos. Silvicultura, extracción de madera y servicios conexos.	8	ALTO
C	EXTRACCIÓN DE PETROLEO, CRUDO Y GAS NATURAL	Extracción de petróleo crudo y gas natural, actividades y servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas, excepto prospección.	8	ALTO
D	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	Curtido y adobo de cueros Fabricación de sustancias y productos químicos Fabricación de productos de caucho y plástico Fundición de metales comunes Fabricación de productos de metal, excepto maquinaria y equipo Fabricación de muebles;	8	ALTO

Fuente: Ministerio de trabajo y empleo

1.5.2. MARCO TEÓRICO

Para comprender el estudio de análisis de riesgos ergonómicos, nos sumergimos en diferentes conceptos ergonómicos.

La ergonomía es una disciplina científica que estudia el desempeño de mujeres y hombres en el trabajo; es una tecnología que agrupa y organiza la información de manera que puede ser útil en el diseño y diseño de herramientas de trabajo; es un arte donde se aplica este conocimiento para cambiar la realidad presente o futura. La función en el campo de la protección de la salud física, psíquica y psíquica de los trabajadores, en el desarrollo de las competencias profesionales en el proceso de la vida laboral y se arraiga en las tareas productivas. (Laville, 1976) (González, 2002).

La ergonomía, también conocida como factor humano, es una disciplina científica que se ocupa de la interacción entre el hombre y la tecnología. Se considera la adaptación al trabajo que es el uso del conocimiento científico relacionado con el ser humano necesario para crear herramientas, máquinas y dispositivos que puedan usarse con la máxima comodidad, seguridad y eficiencia (Sociedad de Ergonomía de Lengua francesa, 1999)

Si bien cada concepto es diferente, todos comparten el mismo objetivo: aprovechar los avances tecnológicos para mantener la salud, la seguridad y una mayor productividad de los trabajadores en el lugar de trabajo, en nuestro escenario de construcción. Los ergonomistas realizan investigaciones en diversas áreas de trabajo, que se dividen en 3 especialidades: física, cognitiva y organizacional. Nuestro material de análisis de diseño se basa en la ergonomía física.

La ergonomía física: tiene como objetivo definir las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas de hombres y mujeres con respecto al trabajo manual. (González, 2002).

1.5.2.1. MÉTODO REBA

REBA es uno de los métodos de observación más comunes para la evaluación de la postura. En general, el método REBA se basa en el conocido método RULA, que difiere significativamente en su inclusión en la evaluación de los miembros inferiores (REBA significa Whole Body Rapid Assessment) (Mas & Antonio, 2015).

Si las posiciones inapropiadas se usan repetida o repetidamente en el trabajo, se desarrolla fatiga, lo que puede provocar problemas de salud. El exceso de estrés postural es uno de los factores de riesgo más comunes para los trastornos musculoesqueléticos. Por lo tanto, evaluar las cargas posturales o estáticas y reducirlas si es necesario es una de las medidas clave necesarias para mejorar el rendimiento. REBA es una técnica de análisis postural particularmente sensible a tareas que requieren cambios posturales inesperados, generalmente después de un trabajo con una carga inestable o impredecible. Su uso informa al evaluador sobre el riesgo de lesiones posturales, en particular lesiones del sistema musculoesquelético, y en cualquier caso indica la necesidad de tomar medidas correctivas. (Mas y Antonio, 2015)

El método permite un análisis conjunto de la posición de la parte superior del cuerpo (brazos, antebrazos, muñecas), torso, cuello y piernas. Para desarrollar el método, los autores, con el apoyo de un grupo de ergonomistas, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, analizaron aproximadamente 600 puestos de trabajo. Se analizaron tareas simples con variaciones de carga y movimiento para identificar partes del cuerpo. (Mas y Antonio, 2015).

1.5.2.2. MÉTODO OCRA

Los movimientos repetitivos son un factor de riesgo en el trabajo, por lo que es importante tenerlos en cuenta y actuar para detectarlos. Los métodos OCRA (índice OCRA y lista de verificación OCRA) tienen como objetivo analizar y evaluar el impacto en las tareas relacionadas con el trabajo que requieren la repetición de ejercicios de miembros superiores. Para conseguirlo, tienen en cuenta diversos factores de riesgo como la fuerza, la repetición, la postura y los movimientos forzados, etc. (Hernández & Álvarez, 2006).

El check list OCRA le permite evaluar el riesgo del trabajo repetitivo. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de que ocurra un trastorno musculoesquelético durante un período de tiempo y se centra en la evaluación del riesgo en las extremidades superiores del cuerpo. (Mas y Antonio, 2015)

La mayoría de los trastornos musculoesqueléticos son causados por movimientos repetitivos (como la tendinitis o el síndrome del túnel carpiano) gradualmente después de

una exposición prolongada a condiciones de trabajo demasiado exigentes. (Mas y Antonio, 2015)

El Check List OCRA es una herramienta basada en el método OCRA desarrollado por los propios autores. El método OCRA (Occupational Repetitive Action) tiene en cuenta los factores de riesgo recomendados por la EMI (International Ergonomics Association): recaídas, posturas inapropiadas o estáticas, fuerza, movimientos forzados y falta de períodos de descanso o recuperación, que se valoran durante el período. . . disponibilidad de empleados. Tenga en cuenta otros factores que influyen, como la vibración, el frío o el ritmo de trabajo. Es por esto que existe acuerdo internacional sobre el uso del método OCRA para evaluar el riesgo de esfuerzo repetitivo en los miembros superiores y su uso está recomendado en las normas ISO 11228-3 y EN 1005-5. (Mas y Antonio, 2015).

1.5.2.3. MÉTODO GINSHT

Fue creado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, España), para promover el cumplimiento de la legislación española vigente en materia de prevención de riesgos laborales relacionados con la manipulación de mercancías (Real Decreto 487/1997 - España).

A los efectos del Real Decreto 487/1997, se entiende por transbordo (artículo 2): cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por uno o varios trabajadores, tales como la elevación, posicionamiento, empuje, remolque o desplazamiento, por parte de sus empleados, especialmente los región lumbar.

El método GINSHT solo tiene en cuenta cargas superiores a 3 kg, que en condiciones ergonómicas desfavorables pueden suponer una amenaza para la carrocería, en particular el eje, con cargas superiores a 25 kg, sin condiciones desfavorables no. empleado. a su cargo.

El manejo de cargas es una amenaza natural para la salud de un empleado. Alrededor del 20% de todas las lesiones relacionadas con el trabajo están relacionadas con el abuso o el maltrato, y los trastornos musculoesqueléticos de la columna vertebral son muy comunes. El papel de la GINShT es evaluar el nivel de exposición de los trabajadores a riesgos específicos durante la construcción y el transporte de mercancías con el fin de determinar si el nivel de riesgo identificado cumple con los requisitos mínimos de salud y seguridad,

definidos en la legislación como los requisitos básicos. que constituyen el paisaje. no. los mejores y mejores expertos en la industria. (Mas y Antonio, 2015)

GINSHT comienza definiendo el valor de peso máximo, recomendado para trabajar en condiciones idóneas para la posición de la carga en relación al trabajador (peso teórico). Después de tener en cuenta las condiciones específicas del procedimiento de evaluación (peso real de la carga, nivel de protección requerido, condiciones ergonómicas y características individuales de los empleados), se obtiene un nuevo valor recomendado del peso máximo (peso autorizado). La comparación del peso real de la carga con el peso autorizado mostrará al evaluador si el objeto es seguro o, por el contrario, si el trabajador está expuesto a riesgos desproporcionados. Además, el método recomienda acciones correctivas si es necesario para mejorar las condiciones de cocción. (Mas y Antonio, 2015).

1.5.3. MARCO CONCEPTUAL

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) también ha publicado nuevos datos que muestran que al menos 60.000 víctimas mueren cada año en el sector de la construcción, lo que equivale a una muerte en diez minutos. En este sector, la cifra se acerca al 17%. accidente fatal. (OMS, 2005).

En línea con los Convenios, Recomendaciones y Directrices de la OIT, el informe destaca la necesidad de una mejor planificación y coordinación para abordar los problemas de seguridad y salud en las obras de construcción, así como un mayor enfoque en la reducción de enfermedades. y enfermedades profesionales. (OMS, 2005).

Cabe recalcar que este informe se realizó hace 16 años, por lo cual los indicadores deben ser superiores en la actualidad sobre todo al estar en América Latina, una de las regiones que más rápido se ha desarrollado junto con el crecimiento de la construcción, debido a estos informes con mayor premura se deben realizar evaluaciones de los riesgos ergonómicos y plantear metodologías preventivas.

1.5.3.1. APLICACIÓN MÉTODO REBA (Evaluación de posturas forzadas)

El método REBA evalúa posturas individuales, es por esto que, se debe realizar un análisis visual de cada proceso y determinar qué posturas serán analizadas, sobre todo las posturas más comunes o que conlleven un mayor tiempo empleadas, las que causen una mayor

desviación de la postura natural, de igual modo se tomará el tiempo de estas y se recopila datos de su frecuencia.

Las medidas que deben tomarse en la posición de trabajo suelen ser angulares (ángulos que conectan diferentes partes del cuerpo con puntos de referencia específicos). Estas mediciones se pueden realizar directamente al trabajador mediante goniómetros, electrómetros o cualquier dispositivo capaz de obtener datos angulares. (Mas y Antonio, 2015).

En nuestro caso al no contar con estos dispositivos utilizamos fotografías tomadas al trabajador durante el proceso analizado, estas fotografías las realizamos de distintos puntos para lograr obtener una mayor precisión al momento de medir los ángulos y sobre todo fotografías paralelas al plano del ángulo.

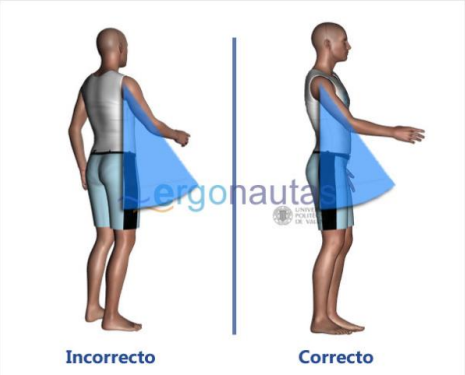


Figura 4. Medición de ángulos en REBA.

Es recomendado analizar los 2 lados del trabajador tanto el derecho como el izquierdo, pero si estamos seguros de cuál es el lado que involucra o soporta una mayor carga postural nos podemos enfocar solamente en este, si no se puede determinar qué lado tiene una mayor carga postural se analizarán ambos lados.

El método REBA divide el cuerpo en 2 grupos los cuales son analizados por separado, al final del análisis REBA asigna un valor global a cada grupo. Este valor se obtiene de tablas proporcionadas por el método, en cada tabla asignamos un valor a cada zona del cuerpo.

Grupo A: piernas, tronco y cuello.
Grupo B: brazos, antebrazos y muñecas.

1.5.3.2. APLICACIÓN MÉTODO OCRA (Evaluación de la repetitividad de movimientos)

El check list OCRA proporciona un análisis detallado de muchos factores de riesgo existentes para sus actividades comerciales. Para determinar el nivel de riesgo se analizan diferentes factores de forma independiente y se ponderan sus resultados en función del tiempo de presencia de cada uno de ellos a lo largo de la duración de la actividad. Así, los factores de riesgo se valoran en una escala que puede ser diferente para cada uno de ellos. El rango más común es de 1 a 10, pero otros pueden tener un valor más alto.

El índice de lista de verificación OCRA (ICKL) se deriva de la puntuación de cada factor, un valor numérico que clasifica el riesgo como óptimo, aceptable, muy bajo o incierto, inaceptable, inaceptable, moderado o inaceptable. Alto. En base a esta clasificación de riesgo, se recomiendan acciones correctivas, como la mejora de la situación, la necesidad de control médico o capacitación especial de los empleados para el desempeño de sus funciones. (Mas y Antonio, 2015)

El método está diseñado para evaluar a un trabajo en una jornada diaria de 8 horas realizando la misma actividad, sin embargo, se ha adaptado para poder analizar un trabajador en un puesto o en un conjunto de puestos siendo este que rota entre varios durante la jornada laboral.

Es fundamental el tiempo en este método, ya que, realiza los análisis en función del tiempo.

- La valoración del riesgo debida a cada factor es proporcional al tiempo durante el cual dicho factor está presente en la actividad.
- El método considera la duración del movimiento real o neto como un factor más de aumento o disminución del riesgo final.
- Para la evaluación del riesgo asociado a un trabajador el método considera el tiempo de ocupación real del puesto por el trabajador.

Por lo tanto, el método de lista de verificación de OCRA nos da un valor llamado Índice de lista de verificación de OCRA (ICKL). Este valor está determinado por la siguiente fórmula que agrega varios factores al análisis.

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \cdot MD$$

Figura 5. Fórmula (ICKL)

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Dónde:

- FR: Factor de recuperación
- FF: Factor de frecuencia
- FFz: Factor de fuerza
- FP: Factor de posturas y movimientos
- FC: Factor de riesgos adicionales
- MD: Multiplicador de duración

Previamente a la obtención de estos factores se procede a calcular el tiempo neto de trabajo repetitivo (TNTR) y el tiempo neto de ciclo de trabajo (TNC).

1.5.3.3. APLICACIÓN MÉTODO GINSHT (Evaluación de levantamiento manual de cargas)

Antes de empezar a realizar un análisis mediante el método GINSHT el Instituto Nacional de Higiene en el trabajo propone un diagrama el cual podemos seguir para determinar si se trata de una posible situación de Manipulación Manual de Carga (MMC).

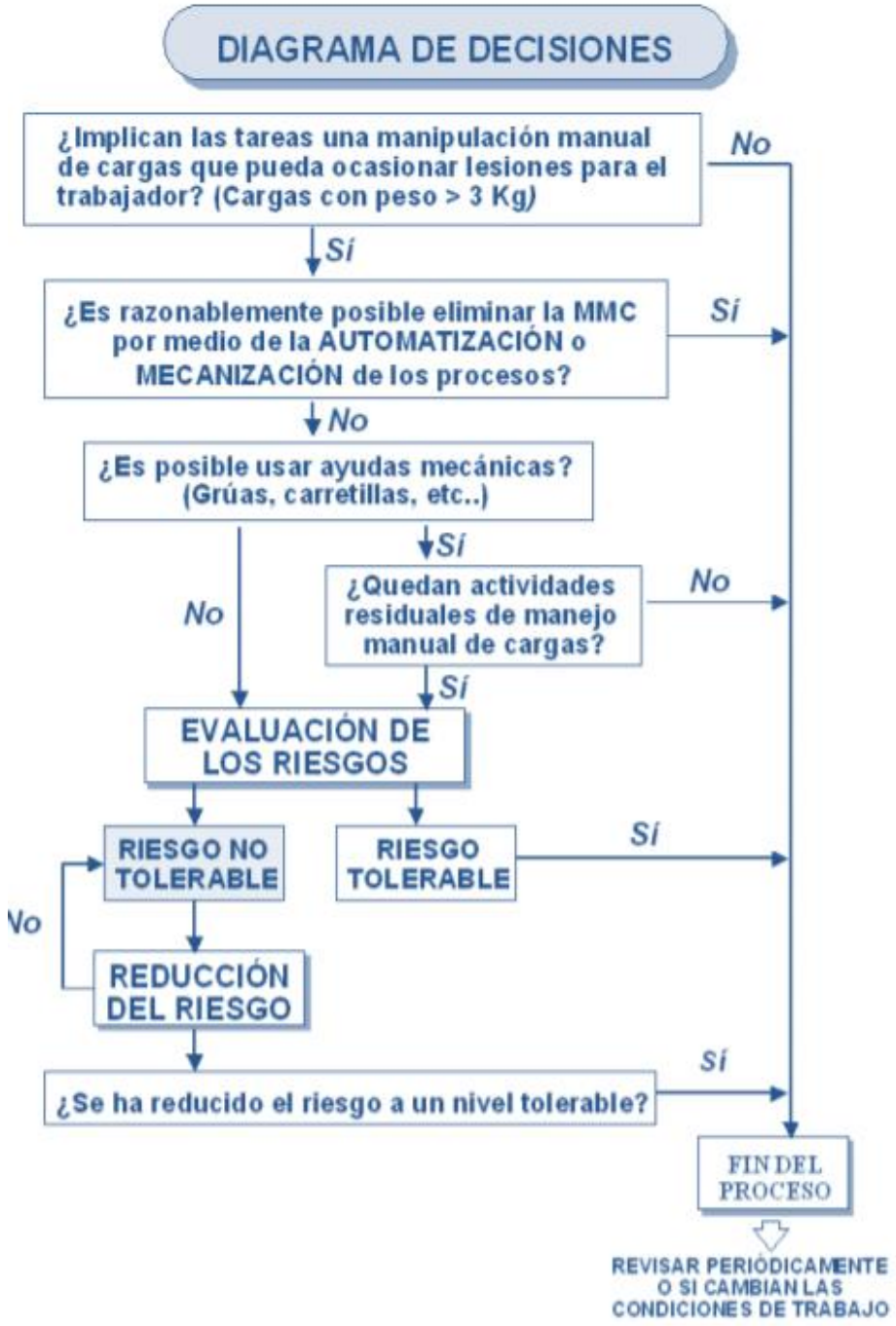


Figura 6. Diagrama de decisiones de la Guía Técnica INSHT

Fuente: Real Decreto (1997).

Una vez que se determina que ha ocurrido un evento MMC, se realizan los pasos especificados en el método.

- Observar la aplicabilidad del método en la situación considerada, es decir, el trabajador está moviendo una carga mayor a 3 kg aplicable al método.

- Considerar alternativas como máquinas, automatización y mecanización.
- Recopilar los datos necesarios para el análisis, por ejemplo: peso de la carga, tiempo de carga y tiempo de descanso, altura y longitud de la carga en relación al cuerpo, rotación del torso, tipo de asa, frecuencia, longitud; todos estos datos son necesarios para el análisis y el seguimiento. aplicación de factores de corrección.
- Averiguar si las condiciones ergonómicas de trabajo son favorables o desfavorables.
- Identificar las condiciones individuales de cada trabajador que puedan interferir con el manejo de cargas.
- Calcular el peso autorizado. El límite de peso se define como el límite de referencia teórico. Si el peso real de la carga excede el peso permitido, el levantamiento no es seguro y, por lo tanto, debe evitarse o ajustarse. El cálculo del peso admisible parte del peso teórico recomendado, que depende de la zona de carga y descarga del empleado, y se calcula en condiciones ideales de carga y descarga. Para determinar esto, primero obtenemos una ponderación teórica y factores de corrección. (Mas y Antonio, 2015)

1.6. ALCANCE

La siguiente disertación consiste en el análisis de riesgos ergonómicos que los trabajadores del sector de la construcción se exponen al momento de la ejecución de obras civiles, especialmente tiene un enfoque en el proceso constructivo de un paso a desnivel. El análisis de riegos se realizará cuando el trabajador está sometido a actividades de levantamiento manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos que son los más comunes y no los menos perjudiciales para la construcción de obras. La obra en la cual se analizará los riesgos ergonómicos será el paso a desnivel del proyecto "*Solución geométrica Huachi Chico*", el cual dentro de su elaboración analizaremos al obrero, operador de maquinaria con metodologías "OCRA, REBA, GINSHT" respectivamente necesarias para las siguientes actividades:

- Movimiento de tierras con maquinaria (Retroexcavadora, volqueta)
- Reubicación de redes de infraestructura sanitaria
- Construcción de muros laterales de hormigón

1.7. HIPÓTESIS.

La metodología a estudiar nos permitirá identificar y categorizar cuál de los riesgos ergonómicos escogidos (movimientos repetitivos, levantamiento manual de cargas, posturas forzadas) cuentan con mayor frecuencia e incidencia en los trabajadores y operadores de maquinaria al momento de la ejecución del proyecto "*Solución geométrica Huachi Chico"*

1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: VARIABLES E INDICADORES

1.8.1. Variables

1.8.1.1. Variable Cualitativas

- Estimación de riesgo ergonómico

1.8.1.2. Variable Cuantitativa

- Duración de la actividad

1.8.2. Indicadores

- Ntp 330 (Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente)

1.9. PROCEDIMIENTO: MARCO-METODOLÓGICO

La metodología para el desarrollo de esta investigación, se enfocará en 2 etapas, las cuales nos ayudarán a identificar y conocer los riesgos existentes en el proyecto.

1.9.1. Metodológica.

1. Identificar los riesgos ergonómicos que se producen en el puesto de trabajo seleccionado debido a los esfuerzos producidos al momento de realizar la actividad.

2. Conocer previamente los métodos de evaluación existentes para el estudio de riesgos ergonómicos y poder aplicar los más apropiados para el estudio de cada actividad.

1.9.2. Práctica.

Los puestos de trabajo a evaluar son: Operador de volqueta y retroexcavadora para el movimiento de tierras, obrero encargado para reubicación de infraestructura sanitaria, obrero encargado en la construcción de muros de hormigón.

3. Una vez identificado el puesto a analizar, nos dirigiremos a la obra para evidenciar el trabajo del obrero en la rutina normal para la actividad.
4. También con la ayuda de fotografías reales de campo y evidencias filmadas por un periodo de tiempo considerado con Go-pro, podemos observar y analizar cómo el obrero realiza su trabajo, siendo este un patrón evaluación.
5. Observar a los obreros y operadores como realiza el trabajo de levantamiento manual de cargas, posturas forzadas, movimientos repetitivos, para posteriormente llenar las hojas en las cuales obtendremos el nivel del riesgo ergonómico a la que el trabajador está sometido.
6. Obtener el nivel de riesgo de cada actividad, posteriormente categorizar de menor a mayor el nivel de incidencia de cada riesgo y en función a ello proponer soluciones para poder mitigarlo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptualización ergonómica

Según la Asociación Internacional de Ergonomía, la ergonomía es un conjunto de conocimientos científicos aplicados para adaptar el trabajo, los sistemas, los productos y el entorno a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de una persona.

La ergonomía permite adaptar cada trabajo realizado a las capacidades y posibilidades humanas. La calidad de vida en el trabajo requiere, por tanto, la implementación de objetivos ergonómicos que puedan incrementarse y mejorarse sin poner en peligro la salud y el desarrollo personal del empleado.

Los principales objetivos son:

- Identificar, analizar y limitar los riesgos profesionales.
- Adaptar el trabajo y las condiciones laborales a las competencias del empleado.
- Contribuir a la elaboración de expedientes de trabajo, velar por la seguridad y salud.
- Establecer pautas ergonómicas.
- Aumenta tu motivación.

Estos objetivos además de ser parte de la ergonomía, también son parte de la psicología.

2.2. Evaluación ergonómica

Los métodos de evaluación ergonómicos se dividen por factores de riesgo. Es importante primero encontrar el riesgo que necesita ser evaluado y medido, y posteriormente elegir el método más conveniente o el que se recomiende de acuerdo al país aplicado.

Tabla 2

Métodos de evaluación agrupados por factores de riesgo

RIESGO	MÉTODO
FUERZAS Y BIOMECÁNICA	FUERZAS APLICADAS - EN1005-3
	ANÁLISIS BIOMECÁNICO BIO - MEC
REPETITIVIDAD	OCRA CHECKLIST
	MÉTODO JSI
CARGA POSTURAL	MÉTODO RULA
	MÉTODO REBA
	MÉTODO OWAS
	MÉTODO EPR
MANEJO DE CARGAS	ECUACIÓN DE NIOSH
	MÉTODO GINSHT
	TABLAS DE SNOOK Y CIRIELLO
PUESTOS DE OFICINA	MÉTODO ROSA
EVALUACIÓN GLOBAL	LCE Check List
	MÉTODO LEST
AMBIENTE TÉRMICO	MÉTODO FANGER
UTILIDADES	Valoración de la carga física FRI
	Estimación del metabolismo MET
	Aislamiento térmico de la ropa AIS
	Longitud de los segmentos corporales LSC
	Peso de los segmentos corporales PSC
	Angulos entre segmentos corporales RULER

Fuente: Diego-Mas, J. (2021). *Métodos para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo* Ergonautas.upv.es.

En el proyecto analizado hemos identificado 3 tipos de riesgos que son los que más influyen es una obra de este tipo, repetitividad, carga postural y manejo de cargas, de estos 3 hemos elegido un método de cada uno, el cual consideramos el más óptimo para la evaluación y medición.

2.2.1. Marco Legal

Legalmente, el Estado de Ecuador cuenta con varias leyes que protegen la salud y seguridad de los trabajadores en el lugar de trabajo y durante la jornada laboral. Estas

normas se encuentran contenidas en la Ley Orgánica del Trabajo (LOT) y Reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas.

> Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios: Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. (Ecuador, 2008) (Constitución de la República del Ecuador).

> Capítulo V. Art. 410.- Obligaciones respecto de la prevención de riesgos. - Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. (trabajo, 2005) (Código del trabajo).

La normativa ecuatoriana de seguridad y salud para la construcción y obras públicas establece que cuando se levante manualmente, el peso no debe exceder los 23 kg, en cuyo caso debe ser levantado por dos o más personas dependiendo del peso. Las cargas a levantar deben evaluarse en términos de ergonomía según el método, en nuestro caso el método GINSHT.

En el caso de instalación de maquinaria pesada, las normas de seguridad prevén, por motivos de seguridad, una cabina ergonómica que proteja al operador de vibraciones, polvo, ruido y humos, así como una correcta postura.

2.3. Métodos de evaluación ergonómica

2.3.1. Metodología REBA (Posturas Forzadas)

El método REBA divide el cuerpo en 2 grupos los cuales son analizados por separado, al final del análisis REBA asigna un valor global a cada grupo. Este valor se obtiene de tablas proporcionadas por el método, en cada tabla asignamos un valor a cada zona del cuerpo.

- Grupo A: piernas, tronco y cuello.
- Grupo B: brazos, antebrazos y muñecas.

Los resultados globales de los grupos A y B se modifican luego según el tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad de agarre de los materiales y la fuerza aplicada durante la actividad. En última instancia, la puntuación final se obtiene a partir de estos valores globales modificados. (Mas y Antonio, 2015).

El valor resultante es proporcional al riesgo de la actividad, por lo que valores altos indican un mayor riesgo de TME. El método organiza los resultados finales en niveles de desempeño, lo que ayuda al evaluador a tomar decisiones después del análisis. Los niveles de actividad recomendados van desde el Nivel 0, que considera aceptable el elemento, hasta el Nivel 4, que indica la necesidad de un cambio de actividad. (Mas y Antonio, 2015)

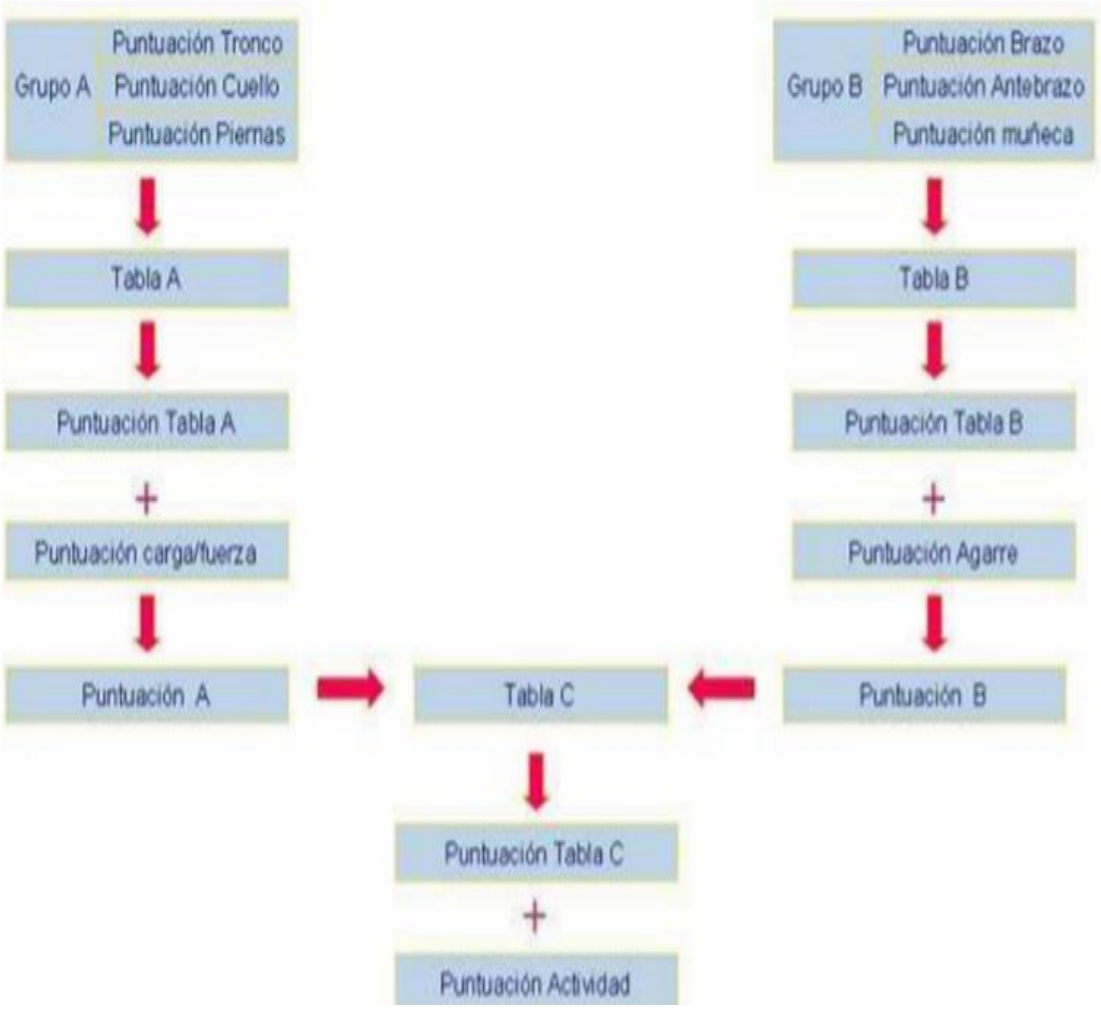


Figura 7. Esquema de Aplicación del Método REBA.

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

GRUPO A: piernas, tronco y cuello

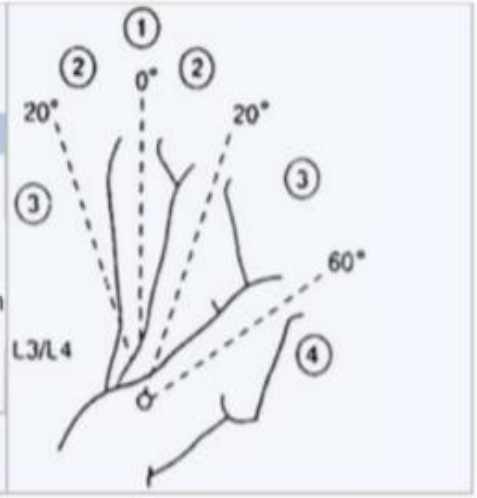
TRONCO

Tabla3

Grupo A análisis de Tronco, Movimiento, Puntuación y Corrección.

TRONCO

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



Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

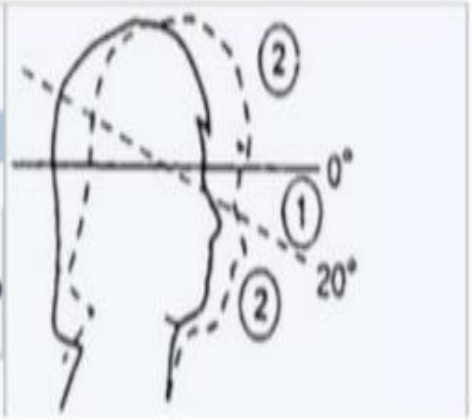
CUELLO

Tabla4

Grupo A análisis de Cuello, Movimiento, Puntuación y Corrección.

CUELLO

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



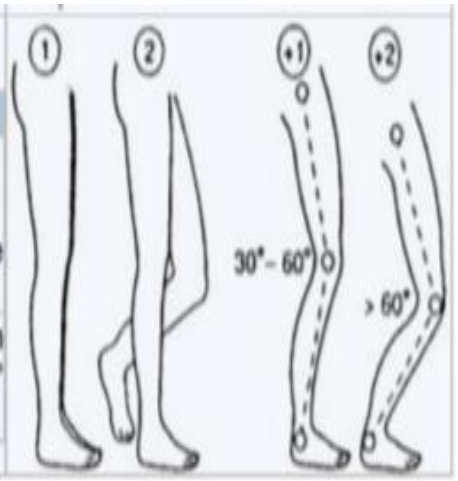
Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

PIERNAS

Tabla5

Grupo A análisis de Piernas, Posición, Puntuación y Corrección.

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



Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo

Del grupo A obtenemos un total de 60 posibles combinaciones posturales, con las 3 puntuaciones obtenemos el valor de la tabla A que está comprendida entre 1 y 9 (Tabla A), para obtener el valor global del grupo A le debemos aumentar una puntuación en función de la carga valor entre 0 y 3 dependiendo de la carga/fuerza. (Tabla carga/fuerza).

Tabla 6

Tabla A

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

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 7

Carga/fuerza.

TABLA CARGA/FUERZA

0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

GRUPO B: brazos, antebrazos y muñecas

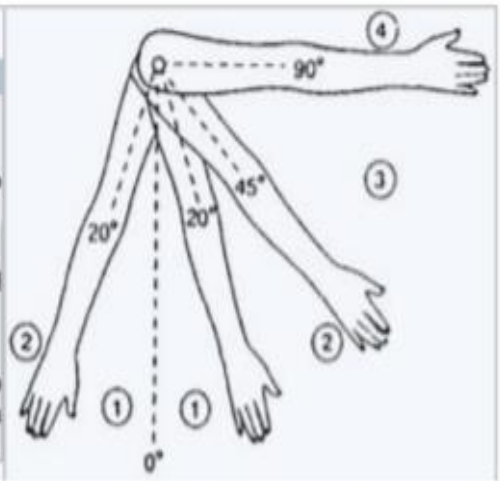
BRAZOS

Tabla 8

Grupo B, Brazos, Posición, Puntuación y Corrección de REBA.

BRAZOS

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



Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

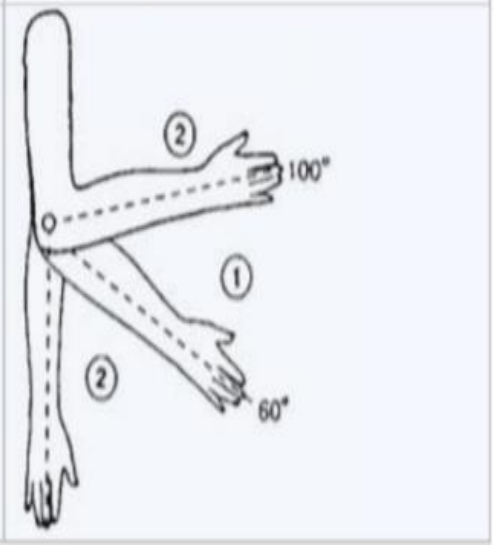
ANTEBRAZOS

Tabla 9

Grupo B, Antebrazos, Movimiento, Puntuación de REBA.

ANTEBRAZOS

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



Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

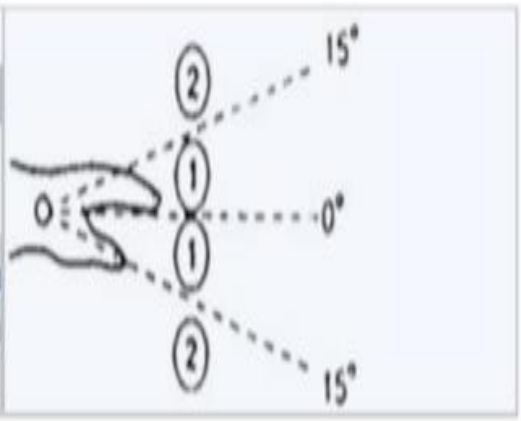
MUÑECAS

Tabla 10

Grupo B, Muñecas, Movimiento, Posición, Puntuación y Corrección de REBA.

MUÑECAS

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



Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Del grupo B obtenemos un total de 36 posibles combinaciones posturales, con las 3 puntuaciones individuales obtenemos el valor de la tabla B que está comprendida entre 1 y 9 (Tabla B), para obtener el valor global del grupo B le debemos aumentar una puntuación en función del agarre valor entre 0 y 3 dependiendo del tipo de agarre. (Tabla de agarre).

Tabla 11

Tabla B

TABLA B

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

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 12

Agarre.

AGARRE

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

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Finalmente se combinan ambos resultados en la tabla C, con lo cual obtenemos un posible de 114 combinaciones posturales (Tabla C), a estas se les añadirá por último la actividad muscular.

Tabla 13

Tabla C

TABLA C

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

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 14

Puntuación actividad muscular.

Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

El método REBA está diseñado para clasificar la puntuación final en un posible de 5 rangos desde el 0 al 4, siendo 4 el de mayor riesgo, al conocer en qué rango se encuentra la actividad podemos determinar el nivel de riesgo y proponer una solución, si la actividad puede continuar o se debe detener definitivamente.

Tabla 15

Niveles de riesgo y acción.

Niveles de Riesgo y Acción			
Nivel de acción	**Puntuación**	**Nivel de riesgo**	**Intervención y posterior análisis.**
0	1	Inapreciable	No necesaria
1	2-3	Bajo	Pueden ser necesaria
2	4-7	Medio	Necesaria
3	8-10	Alto	Necesaria pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Método Reba Hignett y McActamney (Nottngham, 2000)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Resumen del proceso de obtención del Nivel de Actuación en el método REBA.

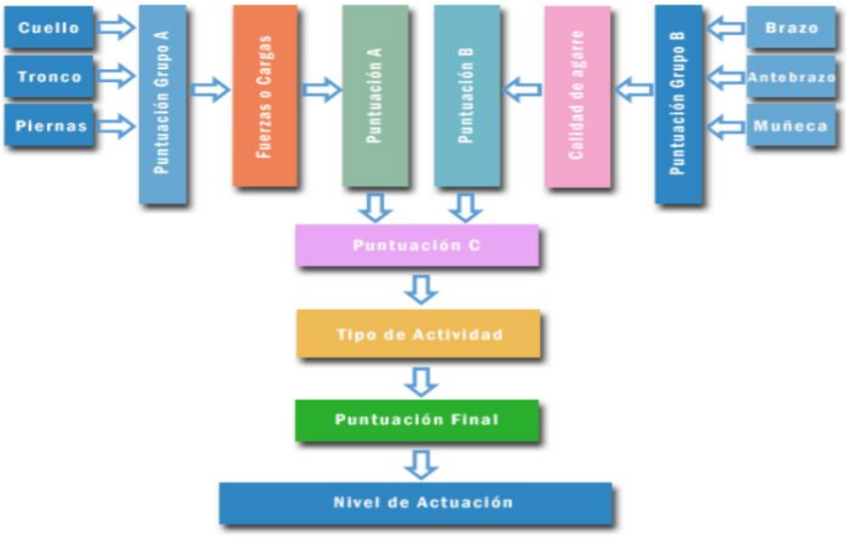


Figura 8. Resumen método REBA

2.3.2. Metodología CHECK- LIST OCRA (Movimientos Repetitivos)

Por lo tanto, el método de lista de verificación de OCRA nos da un valor llamado Índice de lista de verificación de OCRA (ICKL).

2.3.2.1. Tiempo neto de trabajo repetitivo

$$TNTR = DT - [TNR + P + A]$$

En esta ecuación, DT es la duración del turno en minutos o el tiempo empleado por el trabajador en días. TNR - tiempo de trabajo repetible en minutos. Esta vez, el empleado se dedica a tareas inusuales, como limpiar, reponer, etc. P es la duración de los descansos, expresados en minutos, que el trabajador toma en el lugar de trabajo. Y la duración de la pausa para el almuerzo es de unos pocos minutos. (Mas y Antonio, 2015)

2.3.2.2. Tiempo neto del ciclo del trabajo

$$TNC = 60 * \frac{TNTR}{NC}$$

El TNC se puede definir como tiempo de ciclo si solo se tienen en cuenta las tareas que se repiten en secuencia. El TNC se expresará en segundos y en esta ecuación el NC es el número de ciclos de trabajo que realizará el trabajador en este puesto. (Mas y Antonio, 2015)

2.3.2.3. Factor de recuperación (fr)

Después de terminar una actividad o de un largo tiempo realizando dicha actividad es necesario un tiempo de descanso para que el cuerpo se recupere, en especial los músculos y tejidos óseos, este factor analiza si el tiempo de recuperación es óptimo o es insuficiente causando una disminución en la eficiencia debido a la fatiga.

Se considera como situación óptima aquella en la cual "existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora. Es decir que por cada 50 minutos de trabajo se necesita un mínimo de 10 minutos de descanso.

Tabla 16

Puntuación del factor de Recuperación

Situación de los periodos de recuperación	Puntuación
• Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo). • El periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo (al menos 10 segundos consecutivos de cada 60, en todos los ciclos de todo el turno)	0
• Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas. • Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	2
• Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas. • Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	3
• Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas. • Existen 3 pausas (sin descanso para el almuerzo), de al menos 8 minutos, en un turno de 7-8 horas. • Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas.	4
• Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar. • En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
• No existen pausas reales, excepto de unos poco minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.	10

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.3.2.4. Factor de frecuencia (ff)

Realizar una actividad con mucha frecuencia o repetirla varias veces en muy poco tiempo, supone un riesgo para la salud del trabajador. Este factor evalúa las acciones técnicas (estáticas y dinámicas), se deben analizar por separado al ser distintas, las estáticas son de mayor duración y la dinámicas breves y repetitivas. El factor frecuencia se obtendrá del valor máximo entre estas 2 acciones técnicas.

Tabla 17

Puntuación del factor de Frecuencias para acciones Dinámicas.

Acciones técnicas dinámicas	ATD
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.	10

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 18

Puntuación de Frecuencias para acciones Estáticas.

Acciones técnicas estáticas	ATE
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.3.2.5. Factor de fuerza (ffz)

El factor de fuerza solo debe calcularse si la fuerza se aplica a los hombros y/o brazos al menos cada pocos ciclos y la fuerza se aplica a lo largo del movimiento repetitivo. Las tareas técnicas más comunes que requieren el uso repetido de la fuerza son: presionar palancas, presionar botones, cerrar o abrir, manipular o agarrar objetos, usar herramientas, levantar o sujetar objetos.

La escala Borg CR-10 mide la intensidad del ejercicio al observar las expresiones faciales de una persona durante el ejercicio. El factor de fuerza OCRA depende de la intensidad del esfuerzo, como se muestra en la siguiente tabla: (Mas & Antonio, 2015)

Tabla 19

Escala CR-10 de Borg

Esfuerzo	Puntuación	OCRA FFz
Nulo	0	No se considera
Muy débil	1	
Débil	2	
Moderado	3	Fuerza moderada
	4	
Fuerte	5	Fuerza intensa
	6	
Muy fuerte	7	
Cercano al máximo	8	Fuerza casi máxima
	9	
	10	

Fuente: (Mas & Antonio, 2015)

Una vez determinado el nivel de esfuerzo requerido en el trabajo, el método se clasifica en 3 rangos dependiendo el esfuerzo.

Tabla 20

Fuerza moderada (3-4 puntos en la escala de Borg)

Fuerza moderada	
Duración	Puntos
1/3 del tiempo	2
50% del tiempo	4
> 50% del tiempo	6
Casi todo el tiempo	8

Fuente: (Borg, 2013).

Tabla 21

Fuerza intensa (5-7 puntos en la escala de Borg)

Fuerza Intensa	
Duración	Puntos
2 seg. cada 10 min.	4
1% del tiempo	8
5% del tiempo	16
> 10% del tiempo	24

Fuente: (Borg, 2013).

Tabla 22

Fuerza casi máxima (8 puntos en la escala de Borg).

Fuerza casi Máxima	
Duración	Puntos
2 seg. cada 10 min.	6
1% del tiempo	12
5% del tiempo	24
> 10% del tiempo	32

Fuente: (Borg, 2013).

2.3.2.6. Factor de posturas y movimientos (FP)

Este factor sólo considera las posturas y movimientos repetitivos en las extremidades superiores como el hombre, codo, muñeca y mano o agarre, además de movimientos estereotipados que son los que se repiten de manera frecuente e idéntica durante el ciclo de trabajo.

Como en el factor de frecuencia el valor de FP se obtendrá del mayor entre las puntuaciones individuales de cada extremidad, solo que, se le sumará el factor de movimientos estereotipados (PEs).

Tabla 23

Factor de postura para el hombro

Posturas y movimientos del hombro	PHo
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo	1
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo	2
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo	6
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo	12
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24
(*) Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.	

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 24

Factor de postura para el codo.

Posturas y movimientos del codo	PCo
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo	8

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 25

Factor de postura para la muñeca.

Posturas y movimientos de la muñeca	PMu
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo	8

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 26

Factor de postura agarre.

Duración del Agarre	PMa
Alrededor de 1/3 del tiempo	2
Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo.	8
(*) El agarre se considerará solo cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar..	

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 27

Movimientos estereotipados.

MOVIMIENTOS ESTEREOTIPADOS	Puntos
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre si).	1,5
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre si).	3

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.3.2.7. Factor de riesgos adicionales (fc)

Este factor analiza otro tipo de riesgos que dependen de su duración y frecuencia, como son el ritmo de trabajo, utilizar herramientas que dañen la piel o utilizar guantes. Los factores adicionales se engloban en dos tipos, los de tipo físico-mecánico y los derivados de aspectos socio-organizativos del trabajo. Una vez obtenidos ambos valores individualmente, sumamos ambos y obtenemos el factor de riesgos adicionales.

Tabla 28

Factores físico-mecánicos.

Factores físico-mecánicos	Ffm
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más	2
Existe exposición al frío (menos de 0º) más de la mitad del tiempo	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.)	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.)	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo	3
(*) Si concurren varios factores se escogerá alguna de las dos últimas opciones..	

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Tabla 29

Factores socio-organizativos.

Factores socio-organizativos	Fso
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina	2

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.3.2.8. Multiplicador de duración

En el cálculo de todos los factores anteriores se tuvo en cuenta un tiempo de exposición de 8 horas. Esto significa que el riesgo se evaluó para un turno de 8 horas en un entorno de evaluación donde todo el ciclo de trabajo se centra en el trabajo repetitivo.

Sin embargo, los turnos pueden ser de menos de 8 horas, y no todo el tiempo se dedica a trabajos monótonos cuando hay descansos, descansos y trabajos de una sola vez. Para obtener un cierto nivel de riesgo de tiempo de exposición, se debe calcular el multiplicador de duración (DM). A diferencia de los otros factores contribuyentes, MD se multiplica por la suma de los otros factores, MD depende del tiempo de trabajo repetitivo neto (TNTR) calculado previamente. (Mas y Antonio, 2015)

Tabla 30

Multiplicador del movimiento repetitivo.

Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos	MD
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0.75
241-300	0.85
301-360	0.925
361-420	0.95
421-480	1
481-539	1.2
540-599	1.5
600-659	2
660-719	2.8
>720	4

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

Una vez obtenidos todos los factores y el multiplicador de duración procedemos a calcular el valor ICKL, sumando todos los factores y multiplicando la respuesta por el multiplicador de duración. Con el valor global obtenemos el nivel de riesgo y la acción recomendada a seguir para el trabajador, de este modo evitamos futuras lesiones.

Tabla 31

Clasificación del índice Check List

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada
≤ 5	Óptimo	No se requiere
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Fuente: Evaluación de las condiciones de trabajo. Check List OCRA (Ocra, 1977)-Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.3.3. Metodología GINSHT (Levantamiento Manual de cargas)

El método es especialmente adecuado para la evaluación de tareas que pueden provocar lesiones dorso-lumbares y se centra en la evaluación de las manipulaciones realizadas en una posición de pie. (Mas y Antonio, 2015)

Peso teórico: Este valor depende de 2 variables, la altura a la que se manipula la carga desde el suelo y de la distancia horizontal entre el cuerpo y la carga. A continuación, se muestra un gráfico que representa al 85% de la población.

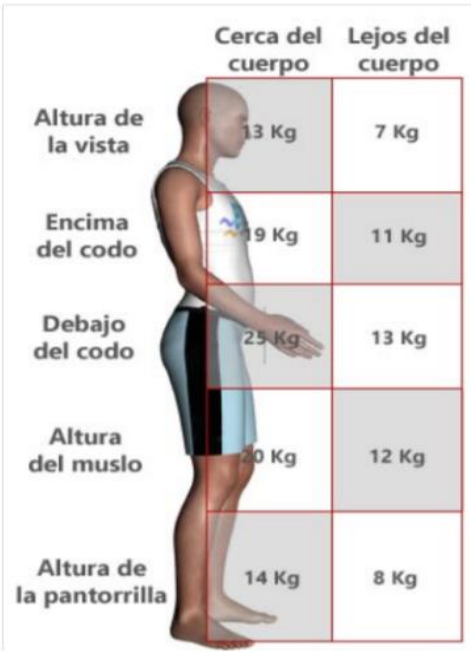


Figura 9. Peso teórico recomendado

2.3.3.1. Factor de población protegida (FP)

Con este factor protegemos a un mayor porcentaje de la población.

Tabla 32

Factor de población protegida

Nivel de protección	% de población protegida	Factor de corrección
General	85%	1
Mayor protección	95%	0,6
Trabajadores entrenados	Solo trabajadores con capacidades especiales	1,6

2.3.3.2. Factor de distancia vertical (FD)

Distancia desde donde se toma la carga hasta que finaliza el levantamiento.

Tabla 33

Factor de distancia vertical

Desplazamiento vertical de la carga	Factor de corrección
Hasta 25 cm.	1
Hasta 50 cm.	0,91
Hasta 100 cm.	0,87
Hasta 175 cm.	0,84
Más de 175 cm.	0

2.3.3.3. Factor de giro (FG)

Se mide en grados sexagesimales en el plano horizontal, se toma como referencia el ángulo que forma la línea de los hombres con la línea de los tobillos.

Tabla34

Factor de giro.

Giro del tronco	Factor de corrección
Sin giro	1
Hasta 30 grados	0,9
Hasta 60 grados	0,8
90 grados	0,7



Figura 10. Medición del giro del tronco

2.3.3.4. Factor de agarre (FA)

Depende de la forma, el tamaño y la existencia de asas o agarraderas permite un buen asimiento. Agarre bueno: Contenedores que tienen agarraderas.

- **Agarre regular:** Contenedores con agarraderas no óptimas o si se realiza el agarra por debajo de la carga con los dedos a 90º.
- **Agarre malo:** Objetos sin agarres e irregulares que impliquen sujetarlo lateralmente y sin flexionar los dedos.

Tabla 35

Factor de agarre

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,90

2.3.3.5. Factor de frecuencia (FF)

Se considera la frecuencia de las tareas y la duración de estas.

Tabla 36

Factor de Frecuencia

Frecuencia de manipulación	Menos de 1 hora al día	Entre 1 y 2 horas al día	Entre 2 y 8 horas al días
1 vez cada 5 min.	1	0,95	0,85
1 vez por min.	0,94	0,88	0,75
4 veces por min.	0,84	0,72	0,45
9 veces por min.	0,52	0,30	0,00
12 veces por min.	0,37	0,00	0,00
Más de 15 veces por min.	0,00	0,00	0,00

Comparar el peso real con el peso aceptable y determinar si la carga es tolerable o no tolerable.

PESO ACEPTABLE = PESO TEÓRICO * FP * FD * FG * FA * FF

Tabla 37

Riesgo en función del peso real y del peso aceptable.

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real ≤ Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real > Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

2.4. Factores de riesgo ergonómico

Las condiciones de trabajo que someten el trabajo a estrés físico y mental y aumentan la probabilidad de lesión del trabajador. El riesgo distintivo y los principales factores se pueden dividir en carga estática y carga dinámica.

Carga estática:

Según LA GATISO DME la carga estática es la contracción muscular continua y mantenida, dentro de esta se evalúan las posturas tales como:

- Postura mantenida: Cuando se adopta la misma postura correcta por 2 o más horas sin cambios, si la postura es incorrecta se la considera después de mantenerla 20 minutos.
- Postura forzada: Cuando la postura se encuentra fuera de los ángulos de confort.
- Postura prolongada: Cuando se mantiene la misma postura por el 75% de una jornada laboral entera, más de 6 horas.
- Posturas anti gravitacionales: El cuerpo o parte de él se encuentra en contra de la gravedad.

Carga dinámica:

Con respecto a la Carga dinámica, para Espinoza y Mendoza se relaciona directamente con un gasto energético, como resultado a las sucesiones de tensiones y relajamiento de los músculos durante períodos cortos y se subdividen en:

- Manipulación de cargas: Cualquier carga superior a 3kg se debe tomar en cuenta como un posible riesgo, para hombres el peso máximo debe ser de 25 kg y para mujeres de 15 kg.
- Movimientos musculares o flexiones: Movimientos del cuerpo a través de los huesos y otras partes que se aproximen entre sí.
- Movimientos repetitivos: La cantidad de movimientos realizados por el mismo conjunto osteomuscular, provocando en el trabajador dolor, fatiga muscular, sobrecarga y en los casos más graves una lesión.
- Vibraciones: Oscilación o reposicionamiento de un objeto alrededor de su posición de equilibrio; En este caso se evalúan dos vibraciones: la vibración del brazo y la vibración de todo el cuerpo.

En los estudios realizados por Piñeda (2013), Lope (2013), Pérez y Montoya (2011), destacan que los daños provocados por las cargas dinámicas sobrepasan el ambiente laboral, ya que, también afectan al individuo extra laboralmente, impidiéndole o dificultándole la realización de tareas cotidianas.

2.5. Ntp 330 (Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente)

El método Ntp 330 es un método simplificado de evaluación el cual define 2 conceptos. La probabilidad de que exista un accidente laboral dependiendo de diversos riesgos

dentro del área de trabajo y que se materialicen en daños. La consecuencia (magnitud), pueden ser diversas debido a la materialización de un riesgo. Para todo tipo de trabajo se deben considerar las consecuencias más previsibles y además las menos esperadas, aunque exista una baja probabilidad de que sucedan.

La metodología que hemos presentado nos permite cuantificar el alcance de las amenazas existentes y así dar una prioridad razonable a su corrección. Para ello, el punto de partida es identificar las deficiencias del entorno de trabajo existente, luego evaluar la probabilidad de que ocurra una lesión y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, estimar los riesgos que se aplican a cada uno de estos. brechas (INST, 1997).

Dado el objetivo de sencillez que perseguimos, en esta metodología no utilizaremos los verdaderos valores absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencia, sino sus "niveles" en una escala de cuatro opciones. Hablaremos por tanto de "nivel de riesgo", "nivel de probabilidad" y "nivel de consecuencia". ((INST, 1997).

- **Nivel de deficiencia (ND):** el grado de relación esperada entre todos los factores de riesgo considerados y su relación directa con un potencial accidente. La mejor manera de calcular esto es usar cuestionarios de detección que analicen varios factores y escenarios de riesgo.
- **Nivel de exposición (NE):** Esta es una medida de la frecuencia de exposición y se puede medir por la duración de la exposición en un área de trabajo, ya sea manual o mecánica.
- **Nivel de probabilidad:** Este valor se obtiene multiplicando los dos valores anteriores.

$$NP = ND \times NE$$

- **Nivel de consecuencias**: Se establecen 4 niveles de acuerdo a la gravedad y a la vez se los separa de acuerdo a si son daños personales o daños materiales. Los daños físicos tienen más relevancia que los materiales.
- **Nivel de riesgo y nivel de intervención:** El riesgo dependerá de los valores de probabilidad y consecuencias. Y la intervención depende del riesgo, en una situación crítica una corrección urgente y en una situación de bajo nivel no se deberá intervenir a menos que un análisis más preciso lo indique.

Tabla 38

Determinación del nivel de riesgo y de intervención

NR = NP x NC					
		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 / III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 / III 100	III 80-60	III 40 / IV 20

Tabla 39

Significado del nivel de intervención.

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONOMICOS

3.1. Descripción del proyecto “Solución Geométrica Huachi Chico”

Frente al constante incremento del parque automotriz de la ciudad y al permanente crecimiento de actividades comerciales, el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Ambato se ve en la necesidad de dar solución a las problemáticas de movilidad que son inherentes a una ciudad que se encuentra en desarrollo, por lo que actualmente se construyen soluciones integrales a nudos de conflicto vehicular como es el caso del redondel HUACHI CHICO, punto de paso indispensable para interconectar las zonas norte y sur de la ciudad así como también un punto de paso Inter cantonal importante para el comercio de la zona.

Si bien, en su momento el redondel HUACHI CHICO fue una alternativa para disminuir la congestión vehicular y el riesgo de accidentes en este nudo, las condiciones actuales demandan una solución integral al tránsito vehicular y peatonal. Considerando que existen avenidas principales que confluyen en el redondel como son la Av. Atahualpa, Av. Julio Jaramillo, Av. José Peralta y otras calles secundarias como la Gonzalo Zaldumbide, Jesús Calle, Segundo Granja Almeida y Celiano Monge, se ha planteado la reconfiguración en la zona para mejorar la circulación vehicular evitando el congestionamiento y disminuyendo el riesgo de accidentes.

Datos estadísticos indican que alrededor de 35,000 vehículos circulan por el redondel al día siendo los que ingresan por la Av. Atahualpa y salen por la misma alrededor del 50% de esta carga, motivo el cual a lo largo de esta avenida se construye un paso inferior o deprimido de hormigón armado de 375 metros lineales con un carril en cada sentido de circulación que alcanza 8.30 metros de ancho, el mismo que contempla iluminación tipo túnel en el tramo del ducto cajón y su propio sistema de drenaje de aguas lluvias.

Mientras que por la parte superior se contempla la reconfiguración de la intersección generando un mayor espacio de circulación vehicular dentro de la zona de intervención, para lo cual se ha modificado la geometría tanto del redondel central como de las isletas

de canalización vehicular con la finalidad de proveer un mayor espacio de circulación y un mejor orden para el flujo de los vehículos, en el caso del redondel se redujo su radio a 20 metros para dar un mayor espacio a las vías de circunvalación, en la isleta norte se redujo sus dimensiones debido a que en parte de esta se implantó el paso deprimido y debido a que se generó un paso exclusivo para los vehículos que circulan desde el redondel hacia la calle Jesús Calle, mientras que en la isleta sur se redujo las dimensiones y se modificó su geometría con la finalidad de producir una circulación más ordenada y restringir los giros que representan un peligro para los usuarios, con esto se incrementó a 3 el número de carriles de circunvalación para mayor comodidad y seguridad de maniobras para los usuarios, se generó un paso directo con 2 carriles desde el redondel hacia la calle Jesús Calle con la finalidad de descongestionar la calle Gonzalo Zaldumbide, se regularizó el área de parqueo para buses entre la Av. José Peralta y la Av. Atahualpa (Sur-Norte) incrementando un carril exclusivo para dicha actividad, de tal manera que no afecté la circulación de los demás usuarios dentro de la intersección y finalmente en el caso de la Av. José Peralta (Norte-Sur) se ha incremento un carril adicional que permitirá a los usuarios incorporarse al redondel de manera exclusiva, todo esto complementado con la implementación de sistemas semaforizados y señalización horizontal y vertical.

Previo a la intervención en las vías superiores se han realizado trabajos de repotenciación del sistema de Alcantarillado y Agua Potable, ya que se ejecutan trabajos de cambio de tuberías que se encontraban obsoletas por modernos sistemas de PVC, en el caso del agua potable se reemplazan las acometidas de manguera de polietileno conforme a la nueva normativa por tuberías de cobre y accesorios de bronce de mayor diámetro. Además, con el objetivo de limpiar el espacio aéreo el proyecto se ha complementado el proyecto con la construcción de la obra civil del soterramiento de la redes eléctricas y de telecomunicaciones, las mismas que estarán habilitadas para que las empresas prestadoras de los servicios realicen los trabajos de migración del cableado aéreo a subterráneo, como es el caso de la Empresa Eléctrica Ambato, quien además de aquello también será la encargada de la iluminación pública del sector de acuerdo a convenio con el Gobierno Autónomo Descentralizado de Ambato.

3.1.2. Actividades y tareas a ser evaluadas dentro de la ejecución del proyecto

La construcción de un paso a desnivel conlleva un sin número de actividades y tareas a desarrollarse, pero nos enfocaremos en las que mayor relevancia, las cuales son:

- Construcción de muros laterales de hormigón
- Movimiento de tierras
- Reubicación de infraestructura sanitaria

Cada una de estas actividades fueron seleccionadas con la razón de que son las de mayor frecuencia en la construcción del proyecto y las de incidencia en los trabajadores, debido a las largas duraciones de trabajo y los movimientos realizados por los mismos.

3.1.3. Paso a Desnivel

Un paso a desnivel es el conjunto donde se presenta el cruce de dos o más vías terrestres en diferentes niveles, en las que se puede transitar simultáneamente sin que se mezclen las corrientes de tránsito. Están en función a los volúmenes de tránsito, para el desarrollo de todos los movimientos posibles, con el mínimo de puntos de conflicto posible. Los pasos a desnivel se construyen para aumentar la capacidad de intersecciones importantes avenidas, mejorando condiciones de seguridad en muchas de ellas y para mantener o mejorar sus características funcionales. Un paso a desnivel requiere de grandes inversiones, por lo tanto, su diseño y construcción deben justificarse por razones como: funcionalidad, capacidad, seguridad y factibilidad. En los países en desarrollo hay un elemento adicional importante para considerar; es la necesidad de desarrollar cultura sobre el uso apropiado y el seguimiento de las normas de operación de los deprimidos. (ANDRÉS, 2015)

3.1.3.1 Pasos a desnivel superiores

Es el paso a desnivel en el que la vialidad pasa por arriba de otra vía de comunicación terrestre. (ANDRÉS, 2015)

3.1.3.2. Pasos a desnivel inferiores

Es el paso a desnivel en el que la vialidad pasa por debajo de otra vía de comunicación terrestre. (ANDRÉS, 2015)

3.1.3.3. Pasos a desnivel mixtos

Este tipo de paso a desnivel es aquel en que se combinan ambos tipos, superior en inferior, dando la oportunidad de que se transite en tres o más vías, de acuerdo al número de niveles. (ANDRÉS, 2015)

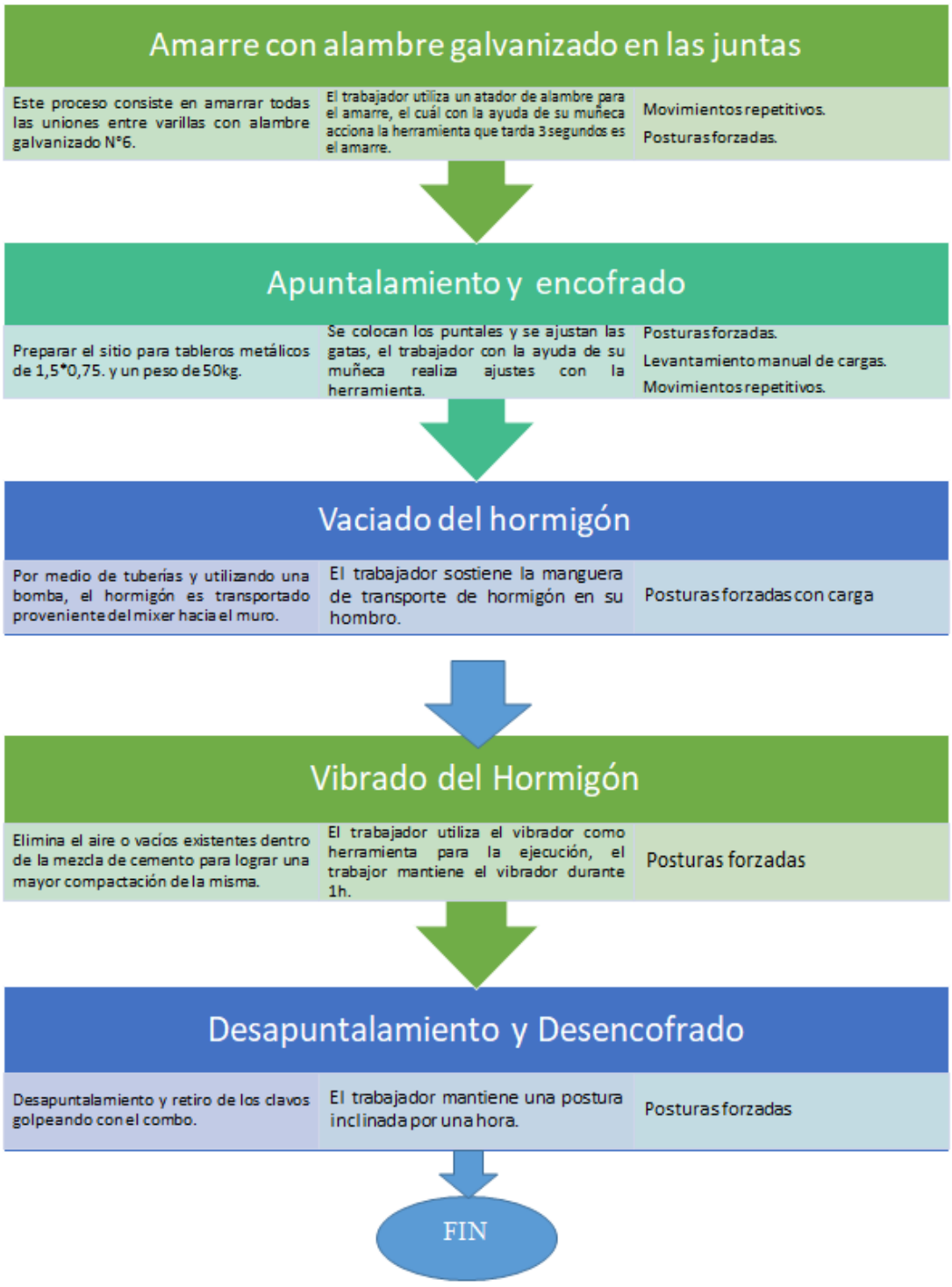
3.1.4. Muros laterales de hormigón

3.1.4.1. Identificación del proceso constructivo de muros Laterales de hormigón

Tabla 40

Proceso constructivo de muros laterales de hormigón





1.- Preparación del sitio de obra

Consiste en realizar un replanteo sobre la superficie del terreno, guiándonos de los planos estructurales y arquitectónicos para la construcción del muro, posteriormente se realiza una limpieza del terreno y organización de materiales.

2.- Traslado de varillas de acero para el armado del muro

En el proyecto Solución Geométrica Huachi Chico se utilizaron varillas de Acero de diámetro 20mm, longitud 43 cm, peso de 31,71kg. Este proceso consiste en el traslado de las varillas de acero de la zona de descarga hasta el lugar seleccionado de ubicación según los planos estructurales, alrededor de 30-50m de distancia, el trabajador se inclina para levantar 2 varillas del suelo para el traslado de los mismo de manera manual, cargadas al hombro del trabajador de estatura promedio de 1,65m.

Esta actividad se lo realizan 10 viajes en 5h.



Figura 11. (Traslado de varillas de acero)



Figura 12. (Características del acero de refuerzo para muros laterales del proyecto Solución Geométrica Huachi chico)

Riesgos ergonómicos a analizar.

- Levantamiento de varillas de acero (Levantamiento manual de cargas)

- Traslado de varillas de acero

3.- Colocación del acero de refuerzo del muro

Una vez armada la cimentación, que es este caso es una losa, se coloca el acero de refuerzo de manera vertical después del traslado de las varillas, el trabajador de manera manual levanta la varilla y espera hasta el amarre de las juntas.

El trabajador coloca 20 varillas n un tiempo de 5h.



Figura 13. (Colocación de acero vertical para el armado del muro)



Figura 14. (Colocación de acero vertical para el armado del muro)

Riesgos ergonómicos a analizar en este proceso son:

- Posturas forzadas

3.- Amarre con alambre galvanizado en las juntas.

Este proceso consiste en amarrar todas las uniones entre varillas con alambre galvanizado N°6. El trabajador utiliza un atador de alambre para el amarre, el cuál con la ayuda de su muñeca acciona la herramienta que tarda 3 segundos es el amarre, el trabajador realiza alrededor de 300 amarres en una jornada de 5h.

Riesgos ergonómicos a analizar en este proceso son:

- Movimientos repetitivos
- Posturas forzadas



Figura 15. (Características del acero de refuerzo para muros laterales del proyecto Solución Geométrica Huachi chico)

4.- Apuntalamiento y encofrado.

Este proceso consiste en preparar el sitio en el cual se van a colocar los tableros metálicos de 1.5m * 0,75m y un peso de 50kg para el encofrado del muro, posteriormente se colocan los puntales metálicos para soportar los muros. Este proceso consiste en levantar los tableros metálicos del suelo hacia la zona del encofrado. Posteriormente se colocan los puntales y se ajustan las gatas, en el cual el trabajador con la ayuda de su muñeca realiza ajustes con la herramienta, en un promedio de 4-6 ajustes en 5s en cada puntal, y se colocan 12 puntales en una jornada de 5 horas.

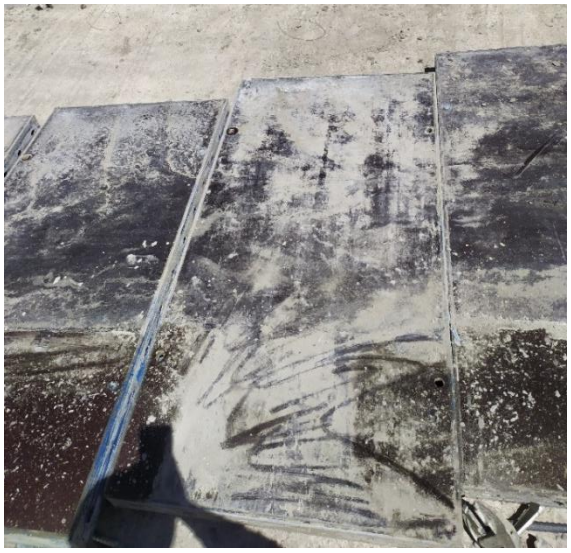


Figura 16. (Tableros metálicos para encofrado de muros)

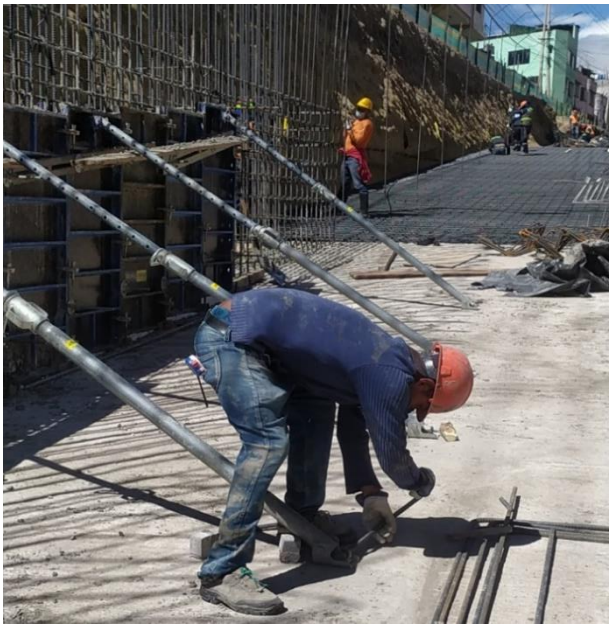


Figura 17. (Colocación y ajuste de gata de puntales en tableros metálicos)

Riesgos ergonómicos a analizar en este proceso son:

- Posturas forzadas
- Levantamiento manual de cargas

5.- Vaciado del hormigón

Una vez colocado la armadura del muro y el encofrado se procede a vaciar el hormigo en el muro, el cual ya fue preparado previamente en la hormigonera seleccionada. Por

medio de tuberías y utilizando una bomba, el hormigón es transportado proveniente del mixer hacia el muro. En este proceso el trabajador sostiene la manguera de transporte de hormigón en su hombro, esta manguera tiene un peso alrededor de 3,6 kg/cm3 junto con el hormigón. En una jornada de 1h y un descanso de 20 min.

Riesgos ergonómicos a analizar en este proceso son:

- Posturas forzadas con carga



Figura 18. (Vaciado de hormigón)

6.- Vibrado del Hormigón

La vibración es el proceso de construcción de hormigón para eliminar el aire o los huecos en una mezcla de hormigón existente para lograr una mejor compactación. Este proceso de vibrado del concreto es necesario para asegurar que la estructura tenga la compactación requerida, sea estable, durable y libre de defectos. Esto se logra juntando las partículas de concreto durante la vibración y levantando el exceso de agua a la superficie hasta que comienza a flotar. De esta forma, se compacta el conjunto, se reducen al mínimo los espacios entre las partículas, gracias a lo cual el hormigón adquiere mayor densidad y uniformidad, lo que garantiza su eficacia. (Pezón, 2021).

El trabajador utiliza el vibrador como herramienta para la ejecución, el trabajador mantiene el vibrador durante 1h, en la cual el vibrador se utiliza con una frecuencia del 25% de la jordana.

Riesgos ergonómicos a analizar en este proceso son:

- Posturas forzadas



Figura 19. (Vibrado del Hormigón)

7.- Retiro de puntales y Desencofrado

Una vez realizada la fundición del muro y cumplido el tiempo de curado del hormigón en el cual llega a su resistencia esperada, se debe desapuntalar la misma cantidad que se utilizaron al colocarlos y retirar los clavos golpeando con el combo que tiene un peso de 1.8 kg sostenido en su muñeca. El trabajador debe mantener su postura inclinada alrededor de 1 hora con descanso de 10 min. (peso del martillo)

Riesgos ergonómicos a analizar en este proceso son:

- Posturas Forzadas



Figura 20. (Desencofrado de tableros metálicos)

3.1.5. Movimiento de tierras

Los movimientos de tierra son una serie de actividades que se deben realizar y preparar el terreno para futuros trabajos. (Idec, 2016).

Las excavaciones pueden ser desmonte, vaciado o terraplenado. En una operación de limpieza, que implica mover grandes cantidades de tierra por encima del nivel del edificio, el trabajo se puede realizar en el suelo o en la roca. Durante una operación de evacuación, el objetivo es despejar el suelo debajo del piso delantero de la estructura. Y en el caso de un terraplén, se coloca el suelo o material que se considere adecuado para que el suelo alcance el nivel requerido. (Idec, 2016)

3.1.5.1. Trabajos en tierra

El trabajo generalmente se realiza en el campo, por lo que hay varios factores a considerar para el desarrollo exitoso del negocio.

Características del suelo tales como: coherencia, densidad, densidad; Factores que afectan el rendimiento de la máquina.

- Factores de forma del suelo interno tales como: sedimentos, nivel freático, cintas plásticas, que pueden aumentar la dosificación.
- Factores externos, como factores climáticos, líneas aéreas o subterráneas, edificios cercanos, tráfico, que pueden interferir con los trabajos de excavación.
- Métodos de movimiento de tierras, con profundidad, sección, altura, etc. agregado; Esto nos ayudará a elegir el tipo de equipo más adecuado a utilizar.

3.1.5.1.1. Excavaciones

Consiste en una serie de obras relativas a la extracción, manipulación, carga, traslado hasta un límite de libre exportación y almacenamiento de los materiales resultantes de la planificación y alquiler de partes especificadas en los planos y partes del proyecto. , con modificaciones aprobadas por el gerente (Francisco, 2015)

- **Excavación para la explanada**

Una serie de trabajos de movimiento de tierras y nivelaciones incluidos en el poste sobre el que se pondrá la vía, incluyendo terraplenes y cunetas; así como el nivel del

suelo en las trincheras, la formación y compactación de las trincheras; adicionalmente, trinchera para ensanchar o ajustar la alineación horizontal o vertical. (Francisco, 2015)

- **Excavación complementaria**

Son los movimientos de tierra necesarios para el drenaje de obras viales, que pueden ser zanjas, sumideros y canales, y para reforzar estructuras análogas y cauces naturales. (Francisco, 2015)

Durante la ejecución de las obras de urbanización, es necesario planificar la ubicación de las rampas de salida y entrada de los camiones; Necesitamos delimitar nuestra área de actividad e identificar puntos de referencia externos que nos ayuden a extraer datos topográficos. Los movimientos de tierra se suelen realizar mecánicamente utilizando técnicas adecuadas caso por caso. (Construmatica, 2018)

- **Excavaciones en zanjas y pozos**

Es un movimiento de tierra que se realiza de forma mecánica o manual para acercarse a una empresa con el fin de dar soporte a cimentaciones o estructuras subterráneas. De acuerdo con la normativa vigente de la NTE, se considera zanja una zanja subterránea con un ancho o diámetro máximo de 2 m y una profundidad máxima de 7 m, sin ningún inconveniente o riesgo.

Profundidad	Ancho Mínimo
hasta 1,5 m	0,65 m.
hasta 2 m.	0,75 m.
hasta 3 m.	0,80 m.
hasta 4 m.	0,90 m.
mas de 4 m.	1,00 m.

Figura 21. (Medidas mínimas de profundidad y ancho para zanjas)

Una vez finalizado la excavación se procede al refino manual de los paramentos y a la limpieza en el fondo.

3.1.5.1.2. Maquinaria para movimiento de tierras.

3.1.5.1.2.1. Máquinas excavadoras

La función principal de los equipos de construcción es extraer materiales del suelo natural, cargarlos, transportarlos y descargarlos en el sitio de recolección designado. (Structuralia , 2020).

Existen 2 tipos de máquinas excavadoras, que son en ruedas y en orugas. Para terrenos a desniveles importantes ofreciendo una mayor estabilidad en terrenos con desniveles importantes por su mayor superficie de contacto con el suelo, mientras que la maquinaria a ruedas es utilizada para terrenos de superficie plana, generalmente para el transporte de tierras post excavación.

En las excavaciones el suelo es un factor importante a considerar, la maquinaria especializada a utilizar dependerá del material, de la naturaleza del terreno, su composición y resistencia que se encuentre en el terreno. Las máquinas especializadas son:

- **Cazo:** se utiliza para retirar material directamente del suelo o para cargar y transportar a otro lugar. Se utiliza en suelos granulares o débiles. Es la herramienta de extracción más popular.
- **Martillo:** se utiliza para romper terrenos rocosos o de material muy duro en pequeños pedazos que luego pueden ser trabajados por otras máquinas.
- **Ripper:** Comúnmente utilizado para romper capas de superficies duras que de otro modo no se pueden romper (Structuralia , 2020)

3.1.5.1.2.2. Máquinas Trasporte de tierras

Máquinas diseñadas para realizar diversas funciones; Estos incluyen aflojar y limpiar el suelo, levantar y cargar el suelo en los vehículos que deben transportarlo, dividir el suelo en capas de espesor controlado y compactar el suelo. Algunas máquinas pueden realizar más de una de estas operaciones.

La principal acción de esta clase de maquinaria es cargar y trasladar, tierra, escombros o material de construcción post excavaciones a zonas de descargas. Existen varias maquinarias que se pueden emplear al momento de realizar el traslado de material, pero la selección del equipo dependerá de dos factores: tipo de material y distancia de descarga.

Rocas y materiales muy duros:

- Distancias cortas: bulldozers
- Distancias medias y largas: palas cargadoras y camiones

Materiales sueltos sin rocas o rocas pequeñas:

- Hasta 100 m: bulldozer
- Entre 100-3000 m: traíllas
- A partir de 3000 m: camiones y palas cargadoras

En la ejecución del proyecto "*Solución geométrica Huachi Chico*", durante el movimiento de tierras se utilizaron maquinarias de traslado y excavación, con un alto uso de maquinaria específicamente volquetas y retroexcavadora.

3.5.2. Prevención de Riesgos Laborales. Operador de Vehículos y Maquinaria de Movimiento de Tierra

El trabajo de movimiento de tierras está asociado a los riesgos asociados a la máquina utilizada para tal fin, a su personal, a los demás trabajadores que intervienen en la obra y al propio mundo.

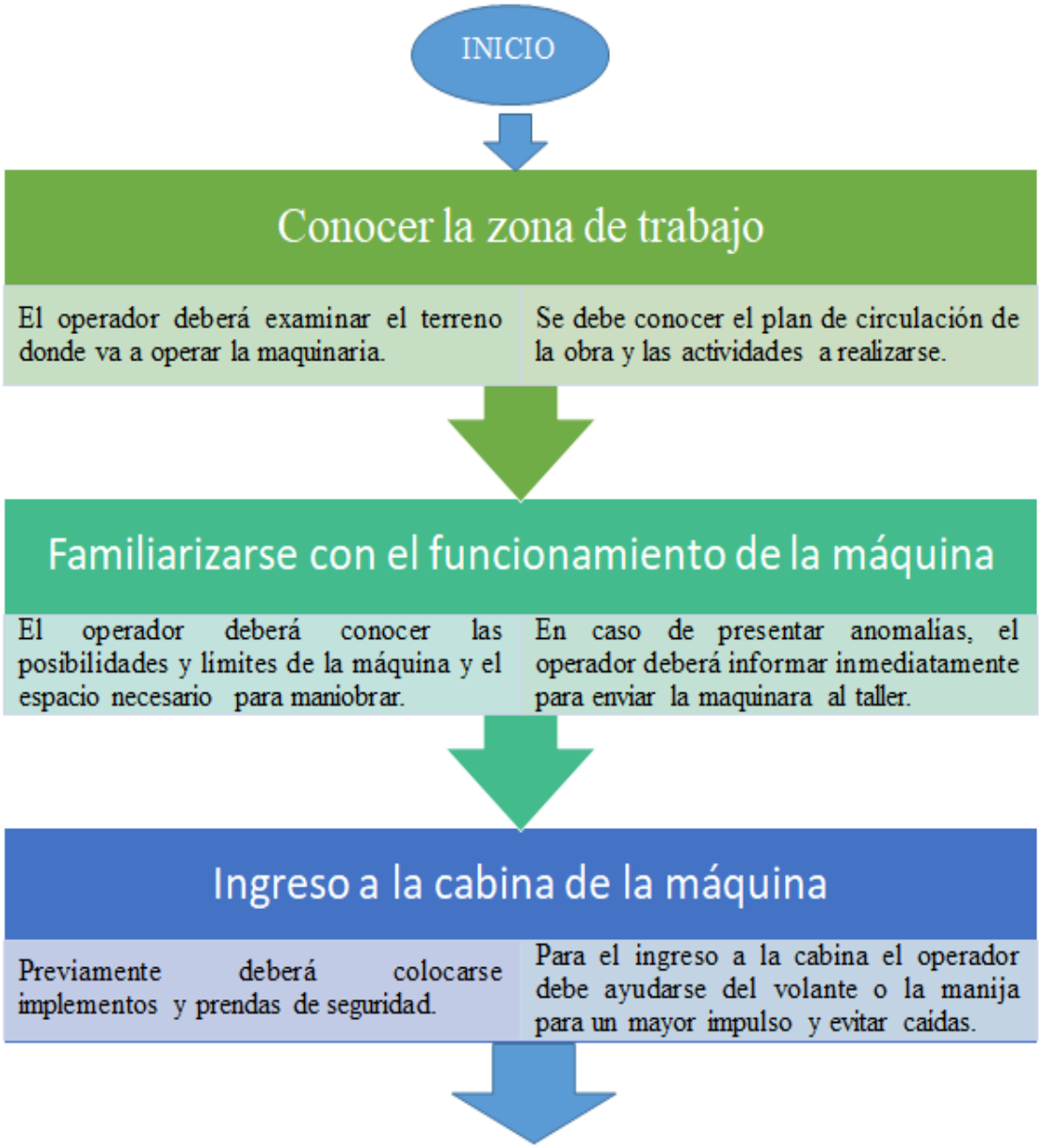
El operador de maquinaria y equipo de movimiento de tierra es un especialista responsable del correcto uso de este tipo de equipo de trabajo durante la excavación, relleno, nivelación, excavación, transporte de tierra, el operador de este equipo también es un trabajador calificado. responsable de su uso, incluidas todas las actividades relacionadas con el vehículo o máquina de movimiento de tierras, tales como: conducción de un vehículo, reparaciones, reformas, mantenimiento básico y limpieza, de acuerdo con sus cualificaciones profesionales. (Fundacion Laboral de la Cosntruccion Operadores de vehiculos de y maquinaria de movimiento de tierras , 2014).

Desde un punto de vista preventivo, cabe preguntarse si existen una serie de factores que aumentan los riesgos asociados al uso de maquinaria en diversos tipos de trabajos de excavación.

3.1.5.2. Identificación del proceso operativo de movimiento de tierras utilizando maquinaria

Tabla 41

Proceso operativo de movimiento de tierras utilizando maquinaria





1.-Conocer la zona de trabajo: El operador deberá examinar el terreno donde va a operar la maquinaria, adicionalmente debe conocer el plan de circulación de la obra y las actividades a realizarse en la jornada laboral.

2.- Familiarizarse con el funcionamiento de la máquina: Este proceso se realiza previamente a realizar una actividad de construcción, en la cual el operador deberá conocer las posibilidades y límites de la máquina y el espacio necesario para maniobrar. (Bellmunt)

En caso de presentar anomalías, el operador deberá informar inmediatamente para enviar la maquinaria al taller.

3.-Ingreso a la cabina de la maquina: el operador previamente a ingresar a la cabina, deberá colocarse implementos y prendas de seguridad, chaleco, botas de seguridad, casco, protección de oídos.

Para el ingreso a la cabina el operador debe ayudarse del volante o la manija para un mayor impulso y evitar caídas.



Figura 22. (Ingreso cabina retroexcavadora)

4.- Arranque y operación de la máquina. El operador antes de arrancar la maquina debe comprobar que no exista gente cerca de la máquina, posteriormente el operador deberá modular su asiento buscando su comodidad y verificar que todos los mandos estén en funcionamiento, verificar que todos los mandos estén en punto neutro y encender la máquina. (Bellmunt)

La ejecución de la maquina dependerá de la actividad a realizarse en la obra, pueden durar entre 2-3 horas de operatividad.



Figura 23. (Operación de maquinaria)

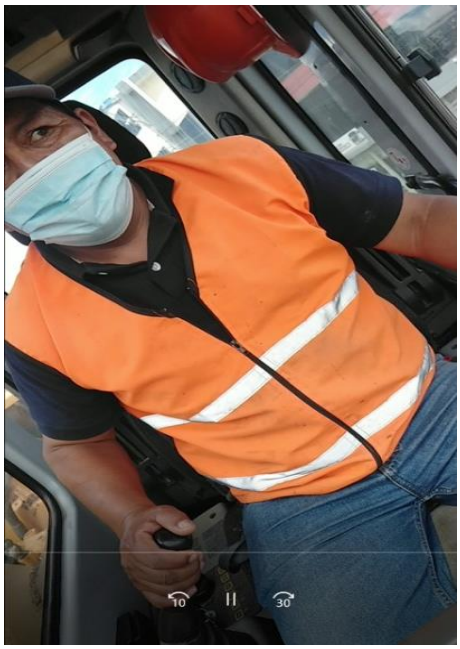


Figura 24. (Operación de maquinaria, movimiento repetitivo muñeca)

Riesgos ergonómicos a analizar

- Posturas forzadas
- Movimientos repetitivos

5.- Finalización de jornada: El operador deberá encontrar una superficie plana con suelo firme para aparcar la máquina, colocar todos los mandos en punto neutros y colocar el freno de parada, posteriormente quitar la llave del contacto. Al momento de bajar de la cabina se debe utilizar los escalones diseñados o apoyarse en las llantas evitando saltar de la cabina al suelo

Riesgos ergonómicos a analizar

- Posturas forzadas

3.1.6. Reubicación de redes de infraestructura sanitaria.

Infraestructura Sanitaria

Es una organización en red de unidades de poviat capaz de brindar servicios básicos de salud a partir de los recursos locales disponibles para atender las necesidades más urgentes de la población. La instalación de estructura sanitaria en el proyecto Solución

Geométrica Huachi Chico no solo permitirá el transporte de agua potable al sector, sino también para la recolección de aguas pluviales y residuales.

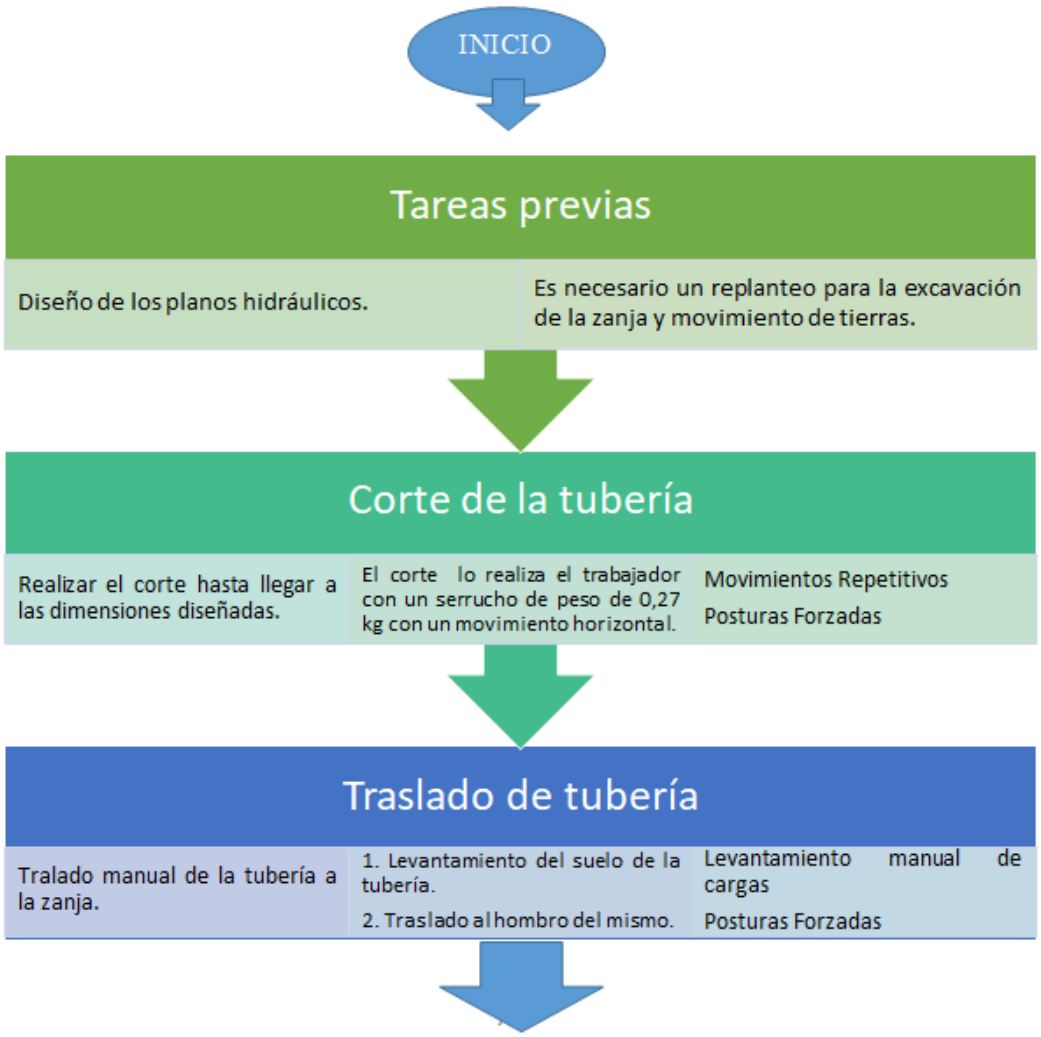
Toda el agua será transportada por tuberías PVC, las cuales cumplen con normas INEN 499, 1329, 1333 y 1374; tomando en cuenta las condiciones químicas y biológicas propias de las aguas servidas que por ella se transporta.

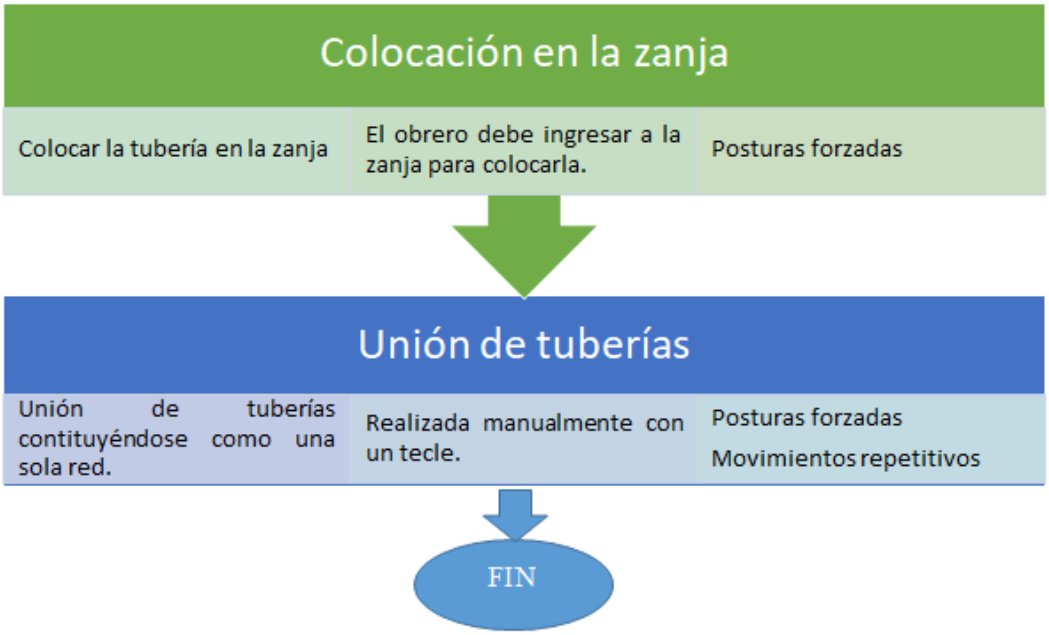
3.1.6.1. Identificación del proceso constructivo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria

La instalación de esta red implica en la reubicación de las tuberías sanitarias en el lugar establecido según los planos de diseño.

Tabla 42

Proceso constructivo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria





La reubicación empieza con:

1. **Tareas previas:** diseño de los planos hidráulicos del proyecto, donde se presentará que tuberías serán instaladas. Previo a la colocación de las tuberías es necesario que ya se haya realizado un replanteo para la excavación de la zanja y el movimiento de tierras respectivo.
2. **Corte de la tubería:** La tubería viene en dimensiones estándares, es necesario realizar el corte del mismo hasta llegar a las dimensiones diseñadas. El corte lo realiza el trabajador con un serrucho de peso de 0,27 kg con un movimiento horizontal alrededor 5 movimientos en 10s. El trabajador realiza 20 cortes en una jordana de 3 horas.



Figura 25. (Corte de tuberías)

Riesgos ergonómicos a analizar:

- Movimiento Repetitivo
- Posturas Forzadas

3. **Traslado de tubería:** Este proceso consiste en el traslado manual de la tubería a la zanja, el cual está implicado en dos fases. La primera que es el levantamiento del suelo de la tubería con características de, peso promedio de 14,85 kg/m, longitud de tubería 3m, diámetro tubería 400 mm. El segundo paso es el traslado al hombro del mismo. Altura promedio de los trabajadores son de 1.66m, altura del suelo al hombro es de 1.47m



Figura 26. (Levantamiento manual de tubería)



Figura 27. (Traslado de la tubería)

Riesgos ergonómicos a analizar:

- Levantamiento manual de cargas
- Posturas Forzadas

4. **Colocación en la zanja:** Una vez trasladado la tubería, se procede a colocarla en la zanja, en la cual el obrero debe ingresar a la zanja para colocarla en el suelo.



Figura 28. (Colocación de tubería en suelo)

Riesgos ergonómicos a analizar:

- Posturas Forzadas

5. **Unión de tuberías:** Este proceso consiste en la unión de tuberías simulando a un traslape, constituyéndose como una sola red. La unión se lo realiza manualmente con un tecle, el que permitirá en empuje de la tubería dentro de la otra.



Figura 29. (Unión de tubería)



Figura 30. (Utilización del tecle por el obrero)

Riesgos ergonómicos a analizar:

- Posturas Forzadas
- Movimientos repetitivos.

3.2. Identificación de riesgos ergonómicos por puesto de trabajo para cada actividad

Los riesgos ergonómicos a ser analizados fueron identificados previamente tomando en cuenta en como los trabajadores realizan su jornada en cada puesto de trabajo para seleccionadas tareas dentro de las actividades del proyecto.

Junto la Ntp 300 estimaremos previamente y de manera simplificada los riesgos ergonómicos en los trabajadores del proyecto, posteriormente con la ayuda de un software ergonautas realizaremos evaluaciones ergonómicas con la metodología internacional propuesta para cada riesgo ergonómico.

3.2.1. Matrices Ntp 330 para estimación de riesgos ergonómicos (Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente)

3.2.1.1. Estimación del riesgo

ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Figura 31. (Estimación de riesgo según Ntp300)

Dónde:

T: "*Riesgo trivial, no se requiere acción específica"* (Ipiales, 2021)

To: "*Riesgo tolerable, No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia*." (Ipiales, 2021)

MO: "*Riesgo moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control".* (Ipiales, 2021)

I: "*Riesgo importante, no debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados*". (Ipiales, 2021)

IN: "*Riesgo intolerable, No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo*". (Ipiales, 2021)

Matrices

Matriz de estimación de riesgo trabajador en la construcción (peón, albañil)

Tabla 43

(Matriz de estimación de riesgo ergonómico trabajadores en la construcción según Ntp300)

Solución Geométrica Huachi	REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS	EVALUACION: INICIAL

Puesto de trabajo: TRABAJADOR CONSTRUCCION

Tiempo de exposición (h/mes):

Nº de trabajadores:

Fecha Evaluación:

#		Peligro Identificativo	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo				
			B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1	ERGONOMICOS	Sobreesfuerzo físico			1			1					1
2		Levantamiento manual de objetos			1			1					1
3		Movimiento corporal repetitivo		1			1				1		
4		Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada)			1		1					1	
5		Uso inadecuado de pantallas de visualización PVDs											

Matriz de estimación de riesgo operador de maquinaria

Tabla 44

(Matriz de estimación de riesgo ergonómico operador de maquinaria según Ntp300)

Solución Geométrica Huachi	REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS	EVALUACION: INICIAL

Puesto de trabajo: TRABAJADOR CONSTRUCCION

Tiempo de exposición (h/mes):

Nº de trabajadores:

Fecha Evaluación:

#		Peligro Identificativo	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo				
			B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1	ERGONOMICOS	Sobreesfuerzo físico		1		1				1			
2		Levantamiento manual de objetos											
3		Movimiento corporal repetitivo			1		1					1	
4		Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada)			1		1					1	
5		Uso inadecuado de pantallas de visualización PVDs											

3.3. Evaluación ergonómica

3.3.1. Evaluación ergonómica realizada para el proceso constructivo de muros laterales de hormigón.

3.3.1.1. Traslado de varillas de acero para el armado del muro

Nombre/Identificador: PEON 1 *Edad:* 39 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 7 horas

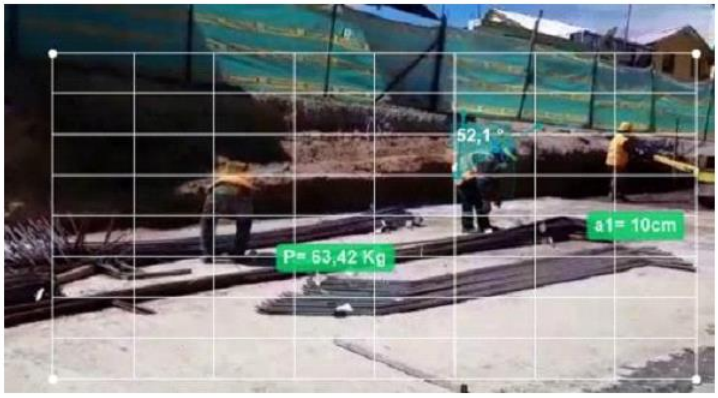
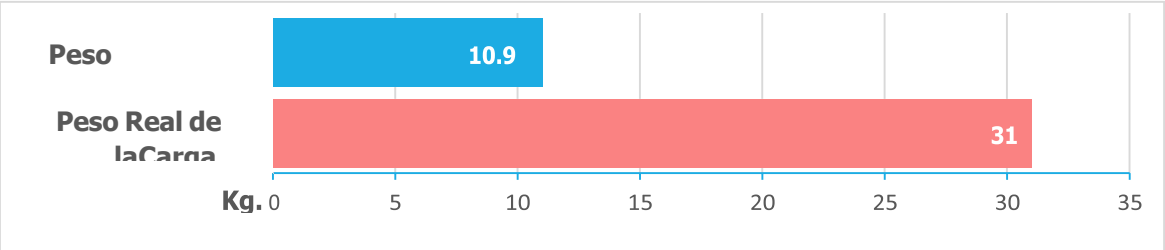


Figura 32. (Evaluación de posición del cuerpo para el levantamiento de varillas)

Resultados de la Evaluación Ergonómica

Peso de la Carga

Peso Real de la Carga	**Peso Teórico Recomendado**	**Peso Aceptable**
31,000 Kg.	**14 Kg.**	**10,99 Kg.**
Peso real manipulado en el puesto.	Peso máximo recomendado para la carga en función de la zona de manipulación, altura y separación respecto del cuerpo, en condiciones	Peso máximo recomendado considerando las características del puesto analizado y la población a proteger.



Resumen de evaluación

% de población protegida (*): **85% de la población**

Peso transportado

Peso total transportado durante el tiempo de manipulación de carga: **1829 Kg.**

Distancia del transporte de carga: **Hasta 10 metros.**

Valoración del Riesgo: La valoración indica si, dadas las condiciones del viento, el peso real, manejado se encuentra dentro de los límites considerados como aceptables.

RIESGO NO TOLERABLE

Valoración: Son necesarias medidas correctoras. El Peso de la carga excede los límites aceptables de levantamiento. El levantamiento se realiza en una posición inadecuada para el manejo de cargas.

Posturas forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 1 *Edad:* 39 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 2 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 33. (Evaluación de la posición del cuerpo para el traslado de varillas)

Evaluación ergonómica

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	La postura no es estática ni inestable y no se producen movimientos repetitivos ni cambios de postura importantes.
Puntuación C:	9
Puntuación de Actividad Muscular:	0
Puntuación Final:	9



Nivel de actuación: 3

Riesgo	Actuación
Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	La postura no es estática ni inestable y no se producen movimientos repetitivos ni cambios de postura importantes.
Puntuación C:	9
Puntuación de Actividad Muscular:	0
Puntuación Final:	9



Nivel de actuación: 3

Riesgo	Actuación
Nivel de Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

3.3.1.2. Colocación del acero de refuerzo del muro

Nombre/Identificador: PEON 2 *Edad:* 37 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 3 Horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 34. (Evaluación de la posición del cuerpo del colocador de varillas)

Resultado evaluación ergonómica

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular: Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto

Puntuación C: 3

Puntuación de Actividad Muscular: 1

Puntuación Final: 4



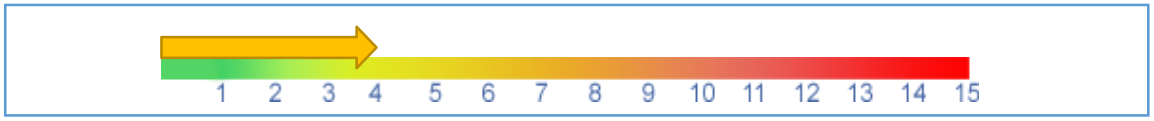
Nivel de actuación: 2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	3
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	4



Nivel de actuación: 2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

3.3.1.3. Amarre con alambre galvanizado en las juntas.

- Movimientos repetitivos (OCRA)

Nombre/Identificador: PEON 3 *Edad:* 32 años

Antigüedad en el puesto: 3 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 5 horas

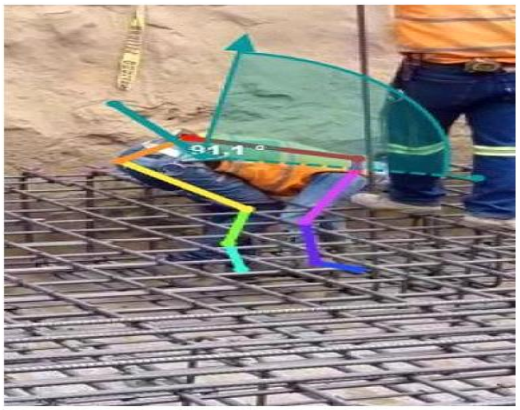


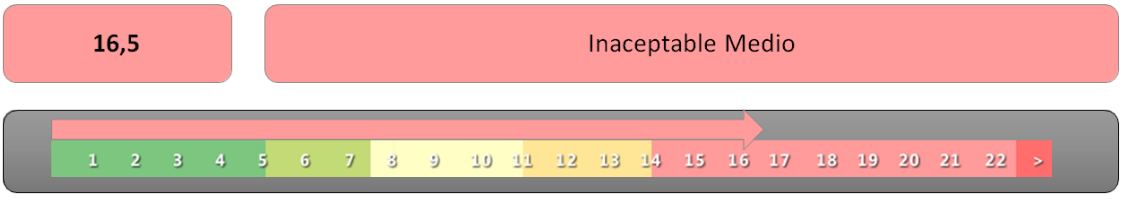
Figura 35. (Evaluación de la posición del cuerpo para el amarre de juntas)

Interpretación del Nivel de Riesgo

Índice OCRA Check List	*Nivel de Riesgo*	*Acción recomendada*
= 5	*Óptimo*	*No se requiere*
5.1 - 7.5	*Aceptable*	*No se requiere*
7.6 - 11	*Incierto*	*Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto*
11.1 - 14	*Inaceptable Leve*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
14.1 - 22.5	*Inaceptable Medio*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
> 22.5	*Inaceptable Alto*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*

Índice Check List OCRA

Índice OCRA: *Nivel de riesgo:*



Acción recomendada: Mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Índice OCRA Equivalente:* Entre 4,6 y 9

Índice OCRA del puesto:	*Nivel de riesgo:*
28,1	**Inaceptable Alto**

Acción recomendada: Mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

: Posturas forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 3 *Edad:* 32 años

Antigüedad en el puesto: 3 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

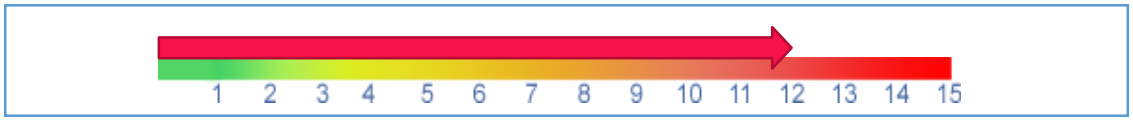
Duración de la jornada laboral: 5 horas



Figura 36. (Evaluación de la posición del cuerpo amarre de juntas)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	11
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	12



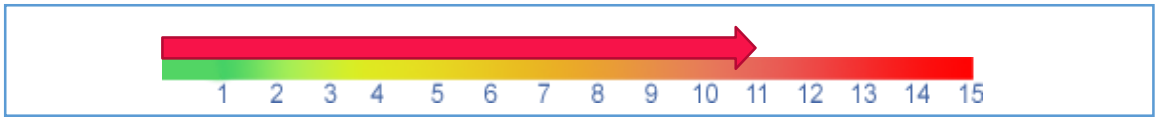
Nivel de actuación: 4

Riesgo	Actuación
Riesgo Muy Alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	10
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	11



Nivel de actuación: 4

Riesgo	Actuación
Riesgo Muy Alto	Es necesaria la actuación de inmediato

3.3.1.4. Apuntalamiento y encofrado.

- Posturas forzadas (REBA)

Información del trabajador

Nombre/Identificador: PEON 4 *Edad:* 49 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 4 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 37. (Posición del cuerpo apuntalador)

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	La postura no es estática ni inestable y no se producen movimientos repetitivos ni cambios de postura importantes.
Puntuación C:	9
Puntuación de Actividad Muscular:	0
Puntuación Final:	9



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

- Levantamiento manual de cargas encofrador (GINSHT)

Nombre/Identificador: PEON 4 *Edad:* 49 años

Antigüedad en el puesto: 1 año *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 3 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 38. (Evaluación de la posición del cuerpo levantamiento de tableros metálicos)

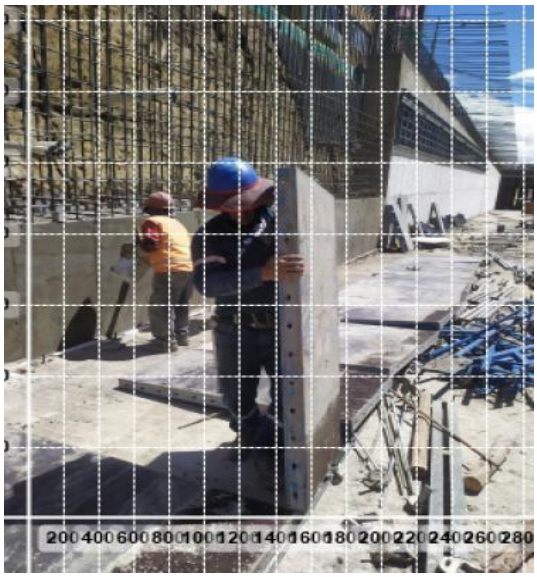
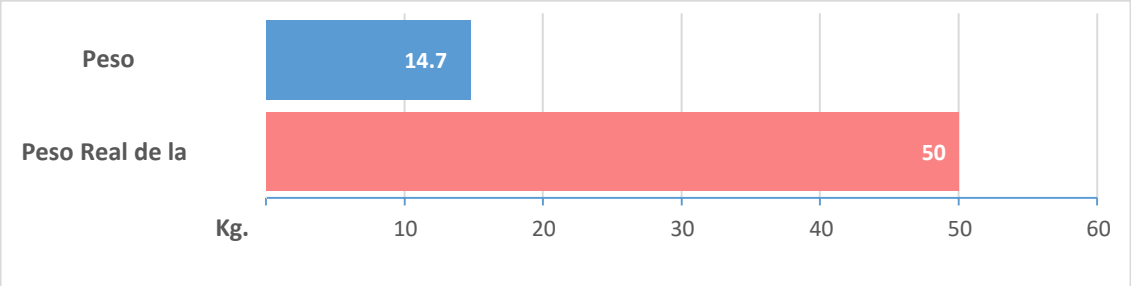


Figura 39. (Evaluación de la posición del cuerpo traslado de tableros)

Resultados de la Evaluación Ergonómica

Peso Real de la Carga	Peso Teórico Recomendado	Peso Aceptable
50,000 Kg.	19 Kg.	14,78 Kg.
Peso real manipulado en el puesto.	Peso máximo recomendado para la carga en función de la zona de manipulación, altura y separación respecto del cuerpo, en condiciones ideales de manipulación de cargas.	Peso máximo recomendado considerando las características del puesto analizado y la población aproteger.



% de población protegida (*): **85% de la población**

Peso transportado

Peso total transportado durante el tiempo de manipulación de carga: **1100 Kg.**

Distancia del transporte de carga: **Hasta 10 metros.**

Valoración del Riesgo

La valoración indica si, dadas las condiciones de levantamiento, el peso real manejado se encuentra dentro de los límites considerados como aceptables.

Riesgo:

RIESGO NO TOLERABLE

Valoración: Son necesarias medidas correctoras. El Peso de la carga excede los límites aceptables de levantamiento. El levantamiento se realiza en una posición inadecuada para el manejo de cargas.

3.3.1.5. Vaciado del hormigón

- Posturas forzadas con carga (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 5 *Edad:* 28 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 2 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 40. (Evaluación de la posición del cuerpo vaciado de hormigón)

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
Puntuación C:	6
Puntuación de Actividad Muscular:	2
Puntuación Final:	8



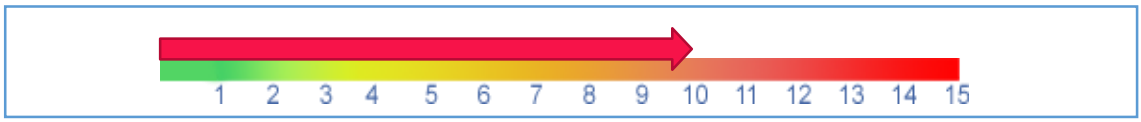
Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
Puntuación C:	8
Puntuación de Actividad Muscular:	2
Puntuación Final:	10



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Nivel de Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

3.3.1.6. Vibrado del Hormigón

- Posturas forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 3 *Edad:* 46 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 5 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



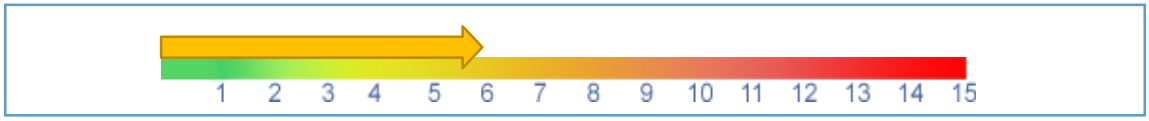
Figura 41. (Evaluación de la posición del cuerpo para vibrado de hormigón)

Resultado evaluación ergonómica

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
Puntuación C:	4
Puntuación de Actividad Muscular:	2
Puntuación Final:	6



Nivel de actuación:	2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
Puntuación C:	5
Puntuación de Actividad Muscular:	2
Puntuación Final:	7



Nivel de actuación:	2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

3.3.1.7. Desencofrado

- Posturas Forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 4 *Edad:* 39 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 4 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

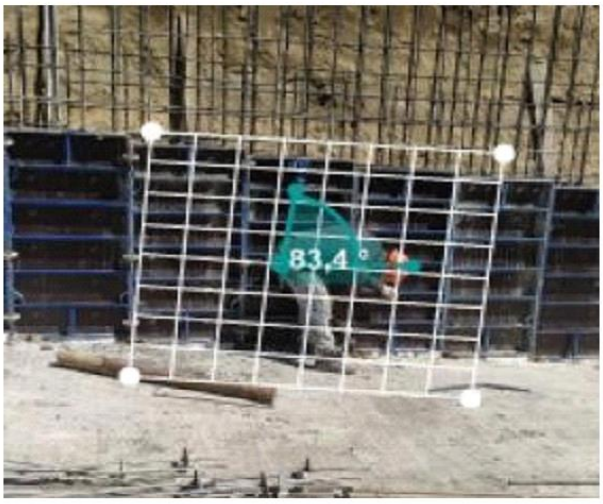


Figura 42. (Evaluación de la posición del cuerpo para el desencofrado de tableros metálicos)

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	8
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	9



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	8
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	9



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Nivel de Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

3.3.2. Evaluación ergonómica realizada para el proceso operativo de movimiento de tierras utilizando maquinaria.

3.3.2.1. Arranque y operación de la máquina

- **Posturas forzadas (REBA)**

Nombre/Identificador: CONDUCTOR 1	*Edad:* 52 años
Antigüedad en el puesto: 2 años	*Sexo:* Masculino
Duración de la jornada laboral: 8 horas	

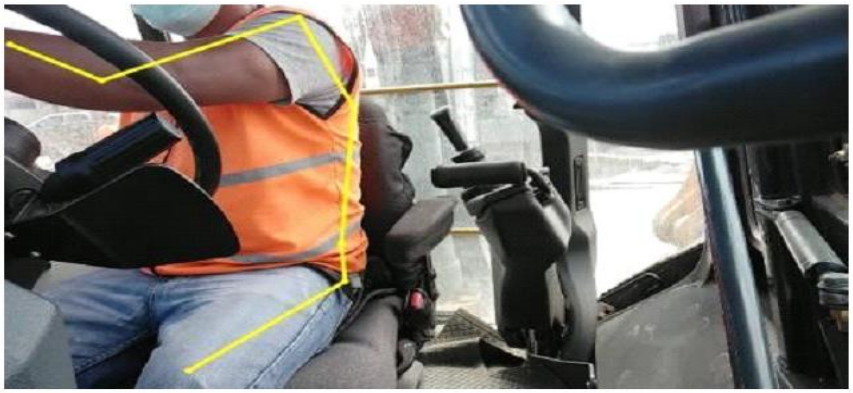


Figura 43. (Evaluación de la posición del cuerpo para la operación de maquinaria)

Evaluación ergonómica

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces por minuto).
Puntuación C:	1
Puntuación de Actividad Muscular:	2
Puntuación Final:	3



Nivel de actuación: 1

Riesgo	Actuación
Riesgo Bajo	Puede ser necesaria la actuación

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces por minuto).
Puntuación C:	2
Puntuación de Actividad Muscular:	2
Puntuación Final:	4



Nivel de actuación: 2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación



Movimientos repetitivos (OCRA)

Figura 44. (Evaluación de la postura del cuerpo para la operación de maquinaria)

Resultados de la Evaluación Ergonómica

Interpretación del Nivel de Riesgo

Índice OCRA Check List	*Nivel de Riesgo*	*Acción recomendada*
= 5	*Óptimo*	*No se requiere*
5.1 - 7.5	*Aceptable*	*No se requiere*
7.6 - 11	*Incierto*	*Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto*
11.1 - 14	*Inaceptable Leve*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
14.1 - 22.5	*Inaceptable Medio*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
> 22.5	*Inaceptable Alto*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*

Índice Check List OCRA

Índice OCRA: *Nivel de riesgo:*

5,5	Aceptable

Acción recomendada: No se requiere acción

Índice OCRA Equivalente:* Entre 1,6 y 2,2

Índice OCRA del puesto: *Nivel de riesgo:*

27,5	**Inaceptable Alto**

Acción recomendada: Mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

3.3.3. Identificación del proceso constructivo para reubicación de redes de infraestructura sanitaria

3.3.3.1. Corte de la tubería

- Movimiento Repetitivo (OCRA)

Nombre/Identificador: PEON 6 *Edad:* 26 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 5 horas



Figura 45. (Posición del cuerpo para corte de varilla con serrucho)

Resultados de la Evaluación Ergonómica

Interpretación del Nivel de Riesgo

Índice OCRA Check List	*Nivel de Riesgo*	*Acción recomendada*
= 5	*Óptimo*	*No se requiere*
5.1 - 7.5	*Aceptable*	*No se requiere*
7.6 - 11	*Incierto*	*Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto*
11.1 - 14	*Inaceptable Leve*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
14.1 - 22.5	*Inaceptable Medio*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
> 22.5	*Inaceptable Alto*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*

Índice Check List OCRA

Índice OCRA: *Nivel de riesgo:*

2	Óptimo

Acción recomendada:	No se requiere acción
Índice OCRA Equivalente:	Menor o igual a 1,5
Índice OCRA Equivalente:	*Existe una correlación demostrada entre el índice de riesgo obtenido mediante el Checklist OCRA y el Índice OCRA (obtenido con el método OCRA). El valor mostrado es el que se obtendría aplicando el método OCRA.*
Índice Check List OCRA del puesto	El Índice Check List OCRA valora el riesgo existente para el trabajador que ocupa el puesto. El Índice Check List OCRA del puesto valora el riesgo inherente al puesto, es decir, el riesgo que existiría para el trabajador si ocupara el puesto la jornada completa.

Índice OCRA del puesto:	*Nivel de riesgo:*
7,5	**Aceptable**
Acción recomendada:	No se requiere acción

- Posturas Forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 2 *Edad:* 26 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 5 horas

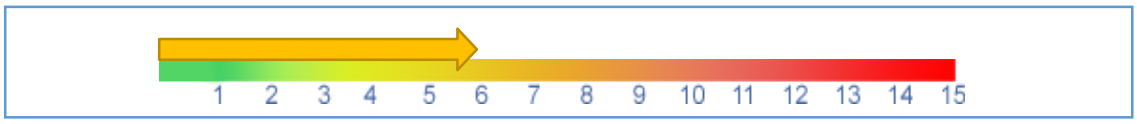
Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 46. Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces porminuto).
Puntuación C:	5
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	6



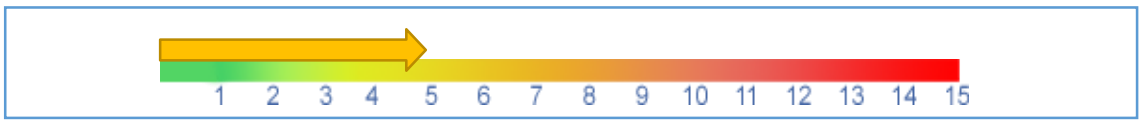
Nivel de actuación:	2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces porminuto).
Puntuación C:	4
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	5



Nivel de actuación:	2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

3.3.3.2. Traslado de tubería

- Levantamiento manual de cargas (GINSHT)

Nombre/Identificador: PEON 1 *Edad:* 24 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 3 horas

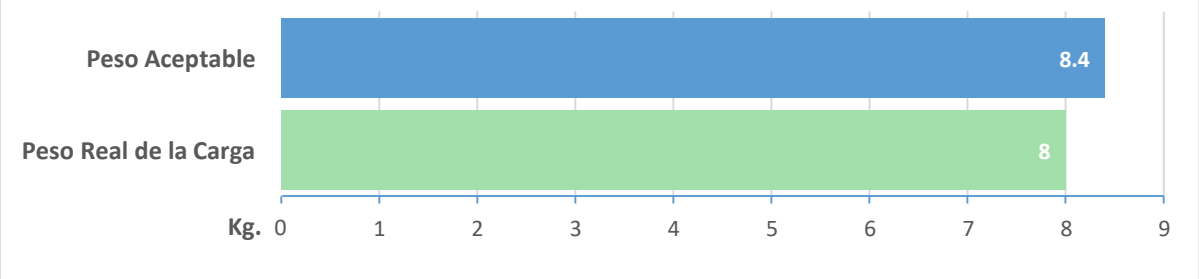
Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 47. (Posición del cuerpo para el levantamiento de tubería)

Peso de la Carga

Peso Real de la Carga	Peso Teórico Recomendado	Peso Aceptable
8,000 Kg.	13 Kg.	8,4 Kg.
Peso real manipulado en el puesto.	Peso máximo recomendado para la carga en función de la zona de manipulación, altura y separación respecto del cuerpo, en condiciones ideales de manipulación de cargas.	Peso máximo recomendado considerando las características del puesto analizado y la población aproteger.



% de población protegida (*): **85% de la población**

Peso transportado

Peso total transportado durante el tiempo de manipulación de carga: **180,8 Kg.**

Distancia del transporte de carga: **Más de 10 metros.**

Valoración del Riesgo La valoración indica si, dadas las condiciones de levantamiento, el peso real manejado se encuentra dentro de los límites considerados como aceptables.

Riesgo

RIESGO TOLERABLE	
Valoración:	Se recomiendan medidas correctoras. El peso de la carga se encuentra dentro de los límites aceptables de levantamiento. El levantamiento se realiza en una posición inadecuada para el manejo de cargas. La carga acumulada transportada diariamente no supera los 6.000 Kg. por día (turno de 8 horas) para distancias de más de 10 m.

- Posturas Forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 6 *Edad:* 24 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 2 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 48. (Posición del cuerpo para el traslado de tubería)

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces por minuto). Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
Puntuación C:	4
Puntuación de Actividad Muscular:	3
Puntuación Final:	7



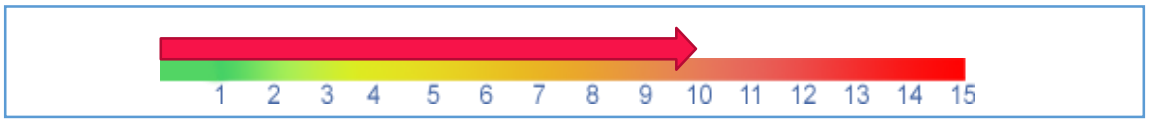
Nivel de actuación:	2

Riesgo	Actuación
Riesgo Medio	Es necesaria la actuación

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto. Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces por minuto). Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
Puntuación C:	7
Puntuación de Actividad Muscular:	3
Puntuación Final:	10



Nivel de actuación: 3

Riesgo	Actuación
Nivel de Riesgo Alto	**Es necesaria la actuación cuanto antes**

3.3.3.3. Colocación en la zanja

- Posturas Forzadas

Nombre/Identificador: PEON 6

Empresa: SOLUCIÓN GEOMÉTRICA HUACHI CHICO

Sección: OPERATIVA

Descripción: COLOCACIÓN TUBERIA

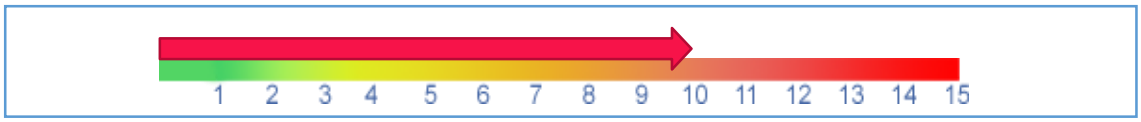


Figura 49. (Posición trasera del cuerpo para uso del tecle)

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo,soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	9
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	10



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo,soportadas durante más de 1 minuto.
Puntuación C:	8
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	9



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Nivel de Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

3.3.3.4. Unión de tubería

- Posturas Forzadas (REBA)

Nombre/Identificador: PEON 6 *Edad:* 36 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 5 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

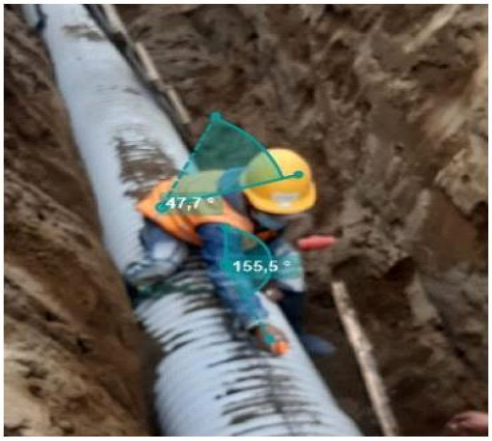
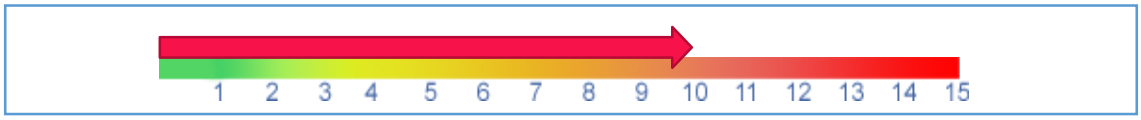


Figura 50. (Posición del cuerpo frontal recostado para uso del tecle)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces porminuto).
Puntuación C:	9
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	10



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Riesgo Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes

Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular:	Se producen movimientos repetitivos (repetidos más de 4 veces porminuto).
Puntuación C:	7
Puntuación de Actividad Muscular:	1
Puntuación Final:	8



Nivel de actuación:	3

Riesgo	Actuación
Nivel de Riesgo Alto	**Es necesaria la actuación cuanto antes**

- Movimientos repetitivos. (OCRA)

Nombre/Identificador: PEON 6 *Edad:* 36 años

Antigüedad en el puesto: 6 meses *Sexo:* Masculino

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 5 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas



Figura 51. (Posición del cuerpo frontal recto para el uso del tecle)

Índice OCRA Check List	*Nivel de Riesgo*	*Acción recomendada*
= 5	*Óptimo*	*No se requiere*
5.1 - 7.5	*Aceptable*	*No se requiere*
7.6 - 11	*Incierto*	*Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto*
11.1 - 14	*Inaceptable Leve*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
14.1 - 22.5	*Inaceptable Medio*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*
> 22.5	*Inaceptable Alto*	*Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*

Índice Check List OCRA

.

Índice OCRA: *Nivel de riesgo:*

3,6	Óptimo

Acción recomendada: No se requiere acción

Índice OCRA Equivalente:* Menor o igual a 1,5

(*) Índice OCRA Equivalente: Existe una correlación demostrada entre el índice de riesgo obtenido mediante el Checklist OCRA y el Índice OCRA (obtenido con el método OCRA). El valor mostrado es el que se obtendría aplicando el método OCRA.

Índice Check List OCRA del puesto

El Índice Check List OCRA valora el riesgo existente para el trabajador que ocupa el puesto. El Índice Check List OCRA del puesto valora el riesgo inherente al puesto, es decir, el riesgo que existiría para eltrabajador si ocupara el puesto la jornada completa.

Índice OCRA del puesto:	*Nivel de riesgo:*
17,1	**Inaceptable Medio**
Acción recomendada:	Mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

CAPÍTULO IV

4.1. Análisis de resultado aplicando metodología REBA (Posturas forzadas)

Tabla 45

(Nivel de Riesgo método REBA)

Analisis de resultados evaluaciones ergonomicas REBA (POSTURAS FORZADAS)	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
	1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
	2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
	4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
	8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
	11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Proceso Construcctivo		Actividad	Puntuación FINAL Derecho	Puntuación FINAL Izquierdo	Nivel de Riesgo		Categoria del Riesgo
Muros Laterales de hormigon	1	Traslado de varillas de acero	9	9	3	Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación cuanto antes
	2	Colocacion de varillas en muro	4	4	2	Medio	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo medio con actuación necesaria
	3	Amarre de juntas con alambre galvanizado	11	11	4	Muy Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación de inmediato
	4	Ajuste de Puntales	9	9	3	Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación cuanto antes
	5	Vaciado de hormigón	8	10	3	Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación cuanto antes
	6	Vibrado del Hormigón	6	7	2	Medio	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo medio con actuación necesaria
	7	Desencofrar	9	9	3	Alto	actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación cuanto antes
Total de actividades por proceso				7	Frecuencia Relativa porpostura		58%
Maquinaria	1	Operación de maquinaria	3	4	2	Medio	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo medio con actuación necesaria
Total de actividades por proceso				1	Frecuencia Relativa porpostura		8%
Reubicación de estructura sanitaria	1	Corte de Tuberia	6	5	2	Medio	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo medio con actuación necesaria
	2	Traslado de tuberia	7	10	3	Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación cuanto antes
	3	Colocacion de tuberia en zanja	10	9	3	Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto con actuación cuanto antes
	4	Union de Tuberia	10	8	3	Alto	En base a la tabla de niveles de riesgo y actuación, la calificación es de un riesgo alto
Total de actividades por proceso				4	Frecuencia Relativa porpostura		33%
Total de evaluaciones	12						1,00

4.1.1. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico por posturas forzadas

Tabla 46

Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto por posturas forzadas

PORCENTAJE DE INCIDENCIA RIESGO ERGONOMICO DEL PROYECTO SOLUCION GEOMETRICA VIAL HUACHI CHICO		
TOTAL DE ANALISIS	12	%
NIVEL DE RIESGO		
INAPRECIABLE	0	0%
BAJO	0	0%
MEDIO	4	33%
ALTO	7	58%
MUY ALTO	1	8%

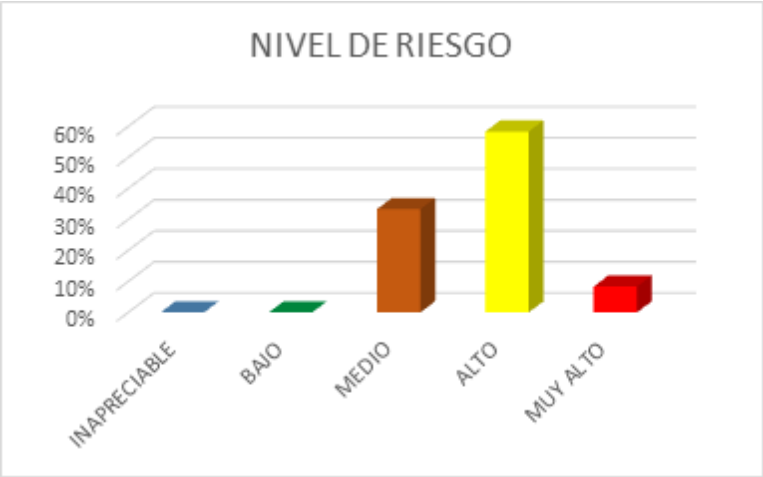


Figura 52. Nivel de riesgo por posturas forzadas

4.2. Análisis de resultado aplicando metodología OCRA (Movimientos Repetitivos)

Tabla 47

(Nivel de Riesgo método OCRA)

Analisis de resultados evaluaciones ergonomicas OCRA (MOVIMIENTOS REPETITIVOS)																				
																	Hasta	0,1-7,5	1	Aceptable / No requiere
																	Entre	7,6-11	2	Incierto / Muy leve
																	Entre	11,1-14	3	Inaceptable/leve
																	Entre	14,1-22,5	4	Inaceptable/Medio
																	Mayor	>22,5	5	Inaceptable/ Alto
Proceso Construcctivo		**Actividad**	**Aplicación de Fuerza**					**Factores OCRA**						**Indice de Riesgo**		**Nivel de Riesgo**	**Descripción**			
			Hombro	Codo	Muñeca	Mano	Estereotipo	FR	FF	FP	FFz	Fa	FD	DCH	IZD					
Muros laterales de hormigón	**1**	Amarre de juntas con alambre galvanizado	24	4	4	8	3	0	0	27	6	0	0,5	28,1	28,1	5	El indice de riesgo para las articulaciones tanto derecha como izquierda, muestra un nivel 5, que indica que el nivel de riesgo inaceptable/Alto			
	2	Vibrado del Hormigón	2	0	2	8	3	4	4,5	11	14	5	0,2	36,6	36,6	5	El indice de riesgo para las articulaciones tanto derecha como izquierda, muestra un nivel 5, que indica que el nivel de riesgo inaceptable/Alto			
Total de actividades por proceso					2			**Frecuencia Relativa**						40%						
Maquinaria	**1**	Operación de maquinaria	0	0	0	8	0	3	2,5	8	12	2	0,2	27,5	27,5	5	El indice de riesgo para las articulaciones tanto derecha como izquierda, muestra un nivel 5, que indica que el nivel de riesgo inaceptable/Alto			
Total de actividades por proceso					1			**Frecuencia Relativa**						20%						
Reubicación de estructura sanitaria	**1**	Corte de tuberia	1	4	0	4	0	2	0	4	2	2	0,2	7,5	7,5	1	El indice de riesgo para las articulaciones tanto derecha como izquierda, muestra un nivel 1, que indica que el nivel de riesgo aceptable, no requeire intervencion			
	2	Union de Tuberia (tecle)	6	2	0	4	0	2	0	6	8	2	0,2	17,1	17,1	4	El indice de riesgo para las articulaciones tanto derecha como izquierda, muestra un nivel 4, que indica que el nivel de riesgo inaceptable/Medio			
Total de actividades por proceso					2			**Frecuencia Relativa**						40%						
Total de actividades	5													100%						

4.2.1. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico por movimientos repetitivos

Tabla 48

Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto por movimientos repetitivos

PORCENTAJE DE INCIDENCIA RIESGO ERGONOMICO DEL PROYECTO SOLUCION GEOMETRICA VIAL HUACHI CHICO		
TOTAL DE ANALISIS	5	%
NIVEL DE RIESGO		
ACEPTABLE	1	20%
MUY LEVE	0	0%
MEDIO	0	0%
ALTO	1	20%
MUY ALTO	3	60%

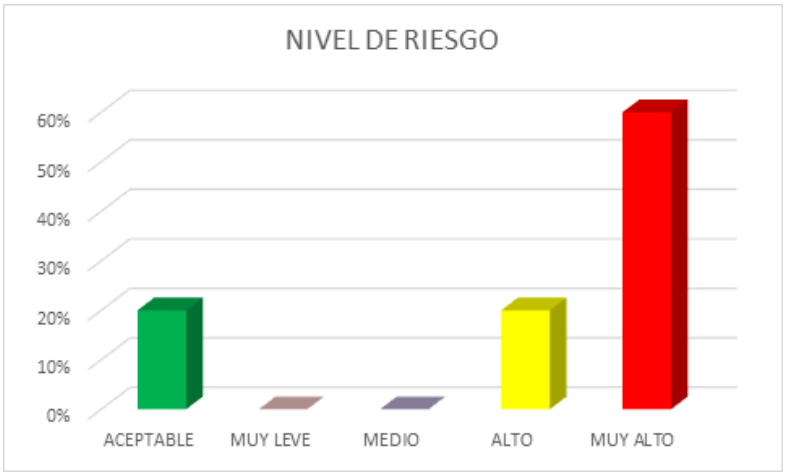


Figura 53. Nivel de riesgo por movimientos repetitivos

4.3. Análisis de resultado aplicando metodología GINSHT (Levantamiento Manual de Cargas)

Tabla 49

(Nivel de Riesgo método GINSHT)

Analisis de resultados evaluaciones ergonomicas GINSHT (Levantamiento Manual de cargas)													Riesgo Tolerable Riesgo No Tolerable	
			Factores de Corección					Peso de la Carga						
Proceso Construcctivo		Actividad	P. Protegida	Distancia Vertical	Giro	Agarre	Frecuencia	P.Aceptable (kg)	P. Teórico recomendado (kg)	P. Real	P.Transportado	Distancia Transportado (m)	Valoración de riesgo	Descripción y medidas de control
Muros Laterales de hormigon	1	Levantamiento / Traslado de varillas de acero	1	0,87	1	0,95	0,95	10,99	14	31	1829kg	10	Riesgo No Tolerable	Son necesarias medidas correctoras y un rediseño de la actividad. El peso de la carga excede los limites aceptables de levantamiento debido a que se realiza en una posicion inadecuada para el manejo de carga. El trabajador carece de entrenamiento para la manipulación con seguridad
	1	Encofrar/ Desencofrar	1	0,91	1	0,9	0,95	14,78	19	50(kg)	1100kg	10	Riesgo No Tolerable	Son necesarias medidas correctoras y un rediseño de la actividad. El peso de la carga excede los limites aceptables de levantamiento debido a que se realiza en una posicion inadecuada para el manejo de carga. El trabajador carece de entrenamiento para la manipulación con seguridad
Total de actividades por proceso							2		Frecuencia de ejecucion			67%		
Maquinaria	0													
Total de actividades por proceso							0		Frecuencia de ejecucion					
Reubicación de estructura sanitaria	1	Levantamiento /Traslado de tuberia	1	0,84	0,9	0,9	0,95	8	8,4		180,8 kg	12	Riesgo Tolerable	Se recomiendan medidas correctoras. El peso de la carga se encuentra dentro de los límites aceptables de levantamiento. El levantamiento se realiza en una posición inadecuada para el manejo de cargas.
Total de actividades por proceso							1		Frecuencia de ejecucion			33%		

4.3.1. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico por levantamiento de cargas

Tabla 50

Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto por levantamiento de cargas

PORCENTAJE DE INCIDENCIA RIESGO ERGONOMICO DEL PROYECTO SOLUCION GEOMETRICA VIAL HUACHI CHICO		
TOTAL DE ANALISIS	3	%
NIVEL DE RIESGO		
TOLERABLE	1	33%
NO TOLERABLE	2	67%



Figura 54. Nivel de riesgo por levantamiento manual de cargas

4.3.2. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico general del proyecto

Tabla 51

Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico general del proyecto

PORCENTAJE DE INCIDENCIA RIESGO ERGONOMICO DEL PROYECTO SOLUCION GEOMETRICA VIAL HUACHI CHICO		
TOTAL DE ANALISIS	20	%
POSTURAS FORZADAS	12	60%
MOVIMIENTOS REPETITIVOS	5	25%
LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS	3	15%

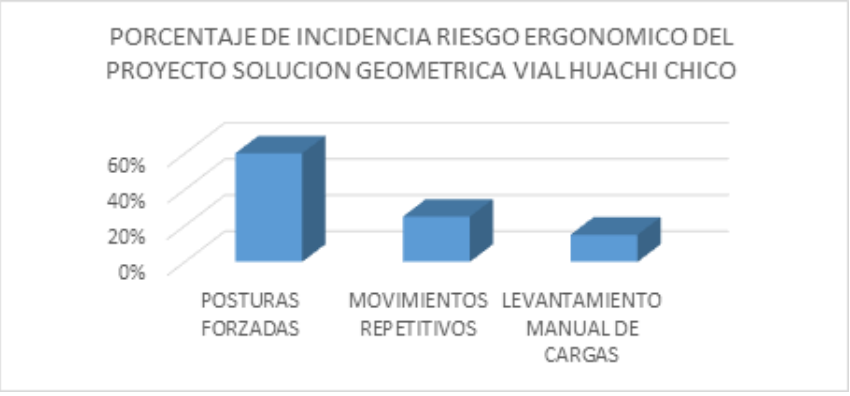


Figura 55. Porcentaje de incidencia riesgo ergonómico del proyecto

Tabla 52

Actividades con mayor incidencia riesgo ergonómico del proyecto solución geométrica vial Huachi Chico

ACTIVIDADES CON MAYOR INCIDENCIA RIESGO ERGONOMICO DEL PROYECTO SOLUCION GEOMETRICA VIAL HUACHI CHICO				
PROCESO CONSTRUCTIVO	**ACTIVIDADES**	**RIESGO ERGONOMICO**	**METODOLOGÍA APLICADA**	**NIVEL DE RIESGO**
Muros Laterales de hormigon	Levantamiento / Traslado de varillas de acero	Levantamiento manual de cargas	GINSHT	No Tolareble
	Amarre de juntas con alambre galvanizado	Posturas Forzadas-Movimientos Repetitivos	REBA-OCRA	Muy Alto
	Encofrar/ Desencofrar	Posturas Forzadas	REBA	Muy Alto
	Vibrado de hormigón	Movimientos Repetitivos	OCRA	Muy Alto
Operación de maquinaria	Operación de maquinaria	Movimientos Repetitivos	OCRA	Muy Alto
			PORCENTAJE	29%

4.4. Propuesta de medidas de seguridad ante los riesgos identificados

4.4.1. Medidas de control para Posturas forzadas

En labores donde se requiera trabajar por periodos prolongados sin descanso y sin un apoyo para el cuerpo, se debe procurar realizar la actividad con el tronco erguido para evitar malas posturas y posteriormente dolores musculares, así mismo si es posible realizar la actividad con pequeños descansos que alivien la fatiga muscular. Al ser una actividad física el cuerpo, sus músculos y sus articulaciones deben tener una previa preparación que puede ser realizada en un calentamiento y estiramiento sencillo, con ejercicios punta – talón y rotación de los tobillos.

Evitar posturas demasiado forzadas y extremas, como estar de rodillas o en cuclillas y si no se puede evitarlas, realizarlas en pequeños periodos con descansos continuos que permitan la relajación de los grupos musculares que intervienen. Mantener al alcance de las manos todas las herramientas y materiales que se vayan a utilizar en la actividad, de esta manera se evitan malas posturas como agacharse, levantarse, estirarse o doblarse, evitando la fatiga.

4.4.1.1. Medidas de control específicas para posturas forzadas

Tabla 53

(Medidas de control por actividad de posturas forzadas)

Medidas de control para posturas forzadas			
Proceso Construcctivo	**Actividad**	**Postura predominante**	**Medidas de Control**
Muros Laterales de hormigon	Traslado de varillas de acero	Inclinación del tronco/ postura mantenida con traslado	Realizar el levantamiento entre 2 o mas obreros, descargar previamente las varillas a una altura max 20 cm de los codos. Incluir guantes de seguridad, implementar herramientas manuales o mecánicas.
	Colocacion de varillas en el armado muro	Posiciones mantenidas con peso	Realizar pausas periodicas para reducir la tension en el cuello o incluir una escalera pequeña para evitar la inclinación del cuello y cambiar la postura. Incluir guantes de seguridad
	Amarre de juntas con alambre galvanizado	Inclinación y desvío del tronco/	Es necesario un rediseño de la actividad. Considerar que el trabajo ras del suelo sea de manera sentada, realizar pausas cada 3 amarres para estirar y cambiar la postura. Incluir guantes de seguridad en la equipacion
	Ajuste de Puntales	Inclinación del tronco, postura mantenida	Realizar pausas periodicas y estiramientos para cambiar la postura, considerar que el trabajo ras del suelo sea de manera sentada, adicional incluir el uso de guantes de seguridad.
	Vaciado de hormigón	Posición forzada, inestable y mantenida con peso	Uso obligatorio de arnés, adopción de elementos externos que soporten la manguera como puntales o andamios evitando la asistencia del obrero. Inplementación de protectores de hombro.
	Vibrado del Hormigón	Postura con acciones de inclinación y desvío lateral del tronco	Uso obligatorio de arnés, realizar pausas para estirar y cambiar posición cada 2 min. Implementar el uso de protector de oídos, guantes y gafas de seguridad.
	Desencofrar	Inclinación del tronco por periodos cortos pero repetidos a lo largo de la jordana	Ralizar pausas cada 3 min para estiramientos, el trabajo se debe hacer de manera conjunta para disminuir la cantidad de clavos a sacar, considerar que el trabajo ras del suelo sea de manera sentada
Maquinaria	Operación de maquinaria	Posición permanente	Realizar pausas activas, cumpliendo los tiempos estimados maximo de trabajo, regular el asiento a la comodidad del operador verificacndo que los mandos estén a su alcance, incluir guantes a su equipación.
Reubicación de estructura sanitaria	Corte de Tuberia	Posición forzada mantenida con inclinación y acciones dinámicas	Realizar la actividad entre 2 trabajadores, utilizar herramientas manuales como cortadora de tubos en linea o guillotina
	Traslado de tuberia	Postura	Realizar pausas cada 5min para estirar y cambiar la postura, adicional incluir el uso de rodilleras en la vestimenta, rotación entre obreros.
	Colocacion de tuberia en zanja	Cuclillas/ arrodillado/ tronco flexionado	Realizar pausas cada 5min para estirar y cambiar la postura, adicional incluir el uso de rodilleras o superficies acolchonadas en la vestimenta, reduciendo la presión en las rodillas.
	Union de Tuberia	Inclinación del tronco / postura mantenida	Realizar pausas cada para estirar y cambiar la postura, realizar examenes medicos periodicos del sistema musculo esquelitco

4.4.2. Medidas de control para movimientos repetitivos

Cuando trabaje con herramientas manuales, evite:

- Pinchazos repetidos en muñecas y dedos.
- Uso constante de fuerza y golpes con la mano y presión prolongada en la muñeca o el puño.
- Movimientos forzados de flexión y extensión que se prolongan en el tiempo.
- Uso regular y continuo de herramientas manuales vibratorias. Procure utilizar herramientas y dispositivos con buen diseño y buen servicio.

Cuando las actividades deban realizarse con herramientas pesadas, trate de mantener el equilibrio y tome los descansos necesarios para recuperarse. Transfiera los períodos de descanso practicando algunos ejercicios y/o rotaciones. Use herramientas manuales como se indica (FREMAP, s.f.)

4.4.2.1. Medidas de control específicas para movimientos repetitivos

Tabla 54
(Medidas de control por actividad movimientos repetitivos)

Medidas de control para movimientos repetitivos			
Proceso Constructivo	**Actividad**	**Movimiento predominante**	**Medidas de Control**
Muros laterales de hormigón	Amarre de juntas con alambre galvanizado	Inclinación del tronco mantenida, movimiento de la muñeca para amarre	Es necesario un rediseño de la actividad, realizar pausas cada 3 amarres para estirar y cambiar la postura. Incluir guantes de seguridad en la equipacion, planificar rotación de tareas a puestos de distinto tipo, implementar herramientas electricas o mecánicas de atado de varillas, reduciendo la repetividad y produciendo un atado mas rápido
	Vibrado del Hormigón	Vibraciones ejercidas sobre la muñeca y hombro	Es necesario un rediseño de la actividad, realizar pausas periodicas para reducir la tension en el cuello o incluir una escalera pequeña para evitar la inclinación del cuello y cambiar la postura. Incluir guantes de seguridad
Operación de Maquinaria	Operación de maquinaria	Giro constante de la muñera, vibración y rebotes continuos.	Es necesario una restructuración de la actividad y controlar la manera de ejecución, realizar pausas activas, cumpliendo los tiempos estimados maximo de trabajo, regular el asiento a la comodidad del operador verificando que los mandos estén a su alcance, manejo del volante con ambas manos.
Reubicación de estructura sanitaria	Corte de tuberia	Posición forzada mantenida con inclinación y acciones dinámicas sobra la muñeca	Utilizar herramientas manuales como cortadora de tubos en linea o guillotina, reduciendo la repetitividad del movimiento en la muñeca, planificar rotación de tareas a puestos de distinto tipo
	Union de Tuberia (tecle)	Postura permanente/ Movimiento continuo en la muñeca	Realizar pausas periodicas 2 min para relajar la presión ejercida sobre la muñecay cambiar la postura, utilizar herramientas electricas de unión.

4.4.3. Medidas de control para levantamiento manual de cargas

El contratista o el encargado de seguridad en obra debe proporcionar y brindar información sobre la manipulación de cargas y que los trabajadores reciban una formación adecuada para evitar accidentes o lesiones. El peso ideal máximo es de 25 kg y no deberá sobrepasar este cuando la carga es continua por largas jornadas, sin embargo, si son trabajos esporádicos y no repetitivos se puede permitir hasta 50 kg si el trabajador está en forma y es entrenado para estas ocasiones.

El levantamiento de cargas incluye una fase de planificación, es decir que se debe realizar una examinación visual para localizar puntos riesgosos de agarre y planificar el camino a seguir hasta su destino, para tener la carga el menor tiempo posible. Cuando levante una carga, siga las cinco reglas básicas: separe las piernas hasta que tenga una posición estable; rodillas ardientes; llevar el material lo más cerca posible del cuerpo; levantar el peso de manera gradual y fácil; y no torcer el torso al levantar la carga

(mejor equilibrarlo sobre los pies).(Insituto de Seguridad e Higiene en el trabajo, España, 2016)

Manejar una carga entre dos personas siempre que el objeto tenga, con independencia de su peso, al menos dos dimensiones superiores a 76 cm; cuando una persona tenga que levantar un peso superior al permitido legalmente y su trabajo habitual no sea el de manipulación de cargas; y cuando el objeto sea muy largo y una sola persona no pueda trasladarlo de forma estable. (Insituto de Seguridad e Higiene en el trabajo, España, 2016)

Si se cuenta con los medios necesarios y la carga lo amerita, ayudarse de medios mecánicos para cargas muy pesadas para un trabajador, se evita lesiones y se aumenta la productividad.

4.4.3.1 Medidas de control específicas para levantamiento manual de cargas

Tabla 55

(Medidas de control levantamiento manual de cargas)

Medidas de control para levantamiento manual de cargas			
Proceso Constructivo	**Actividad**	**Movimiento predominante**	**Medidas de Control**
Muros laterales de hormigón	Levantamiento de varillas	Levantamiento manual indebido	Es necesario un rediseño de la actividad para disminuir el riesgo, realizar pausas cada 3 amarres para estirar y cambiar la postura. Incluir guantes de seguridad en la equipacion, dotar al trabajador de herramientas electricas o mecánicas de atado de varillas, reduciendo la repetividad y produciendo un atado mas rápido. Capacitar al trabajador sobre las cargas permisibles
	Encofrar y desencofrar	Levantamiento manual indebido	Es necesario un rediseño de la actividad para disminuir el riesgo, realizar pausas periodicas para reducir la tension en el cuello o incluir una escalera pequeña para evitar la inclinación del cuello y cambiar la postura. Incluir guantes de seguridad
Reubicación de estructura sanitaria	Levantamiento de tuberia	Levantamiento manual indebido	Utilizar herramientas manuales como cortadora de tubos en linea o guillotina, reduciendo la repetitividad del movimiento en la muñeca

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A través de la recolección de información visual en campo y posterior análisis por medio de las respectivas metodologías propuestas (REBA,OCRA,GINSHT), los resultados de 20 evaluaciones de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo para posturas forzadas, movimientos repetitivos y levantamiento manual de cargas, en el proceso constructivo de muros laterales de hormigón armado, reubicación de infraestructura sanitaria y operación de maquinaria del paso a desnivel *"Solución geométrica vial Huachi Chico"*, se pudo concluir en el siguiente estudio que:

- Mediante el uso de la matriz Ntp330 (Sistema simplificados de evaluación de riesgos) se pudo estimar e identificar la presencia de riesgos ergonómicos de consideración importante para el trabajador y el operador de maquinaria como se evidencia en la tablas 43-44 al momento de la ejecución de las tareas definidas dentro de cada fase constructiva del proyecto, tablas 40-41-42 , el desarrollo de actividades de manera rutinaria por periodos prolongados de tiempo sobre superficies irregulares e inestables produce que el trabajador adopte posturas inadecuadas en la realización de sus labores diarias. Esta estimación permitió establecer la metodología de evaluación apropiada para cada riesgo ergonómico identificado: Posturas forzadas (REBA), movimientos repetitivos (OCRA), levantamiento manual de cargas (GINSHT).
- Considerando el número total de evaluaciones (20) y el método de evaluación ergonómica utilizada REBA, se determinó que *posturas forzadas* es el riesgo ergonómico con mayor porcentaje de incidencia (60%), como se indica en la tabla 51, este riesgo cuenta con 12 evaluaciones en las cuales el *amarre de varillas de alambre galvanizado* en la construcción de muros laterales de hormigón es catalogado con un nivel de riesgo muy alto, a diferencia del *corte de tubería* en la reubicación de tubería sanitaria *y* la *operación de maquinaria* que son catalogados como riesgo medio de nivel 3.
- Los *movimientos repetitivos* son considerados tareas o trabajos específicos que son realizados en función a acciones dinámicas generadas por herramientas manuales, herramientas mecánicas y ciclos de trabajo que el obrero realiza con

las extremidades superiores, en la tabla 48 se demuestra mediante metodología de evaluación OCRA que estas tareas tienen un nivel de riesgo ergonómico muy alto de categoría 5 con un 60 % de incidencia, que son el *amarre de juntas con alambre galvanizado* y el *vibrado del hormigón* que se encuentran dentro del proceso constructivo para el armado de muros de hormigón y la operación de maquinaria, a diferencia del corte de tubería categorizado como riesgo aceptable de nivel 1.

- El resultado del análisis de *levantamiento manual de cargas,* como se muestra en la tabla 50, es el riesgo con mayor porcentaje de incidencia (67%)por puesto de trabajo, con un nivel de riesgo no tolerable para el trabajador según la metodología de evaluación GISNHT, en las que se consideraron para el análisis tareas en la que el trabajador levante pesos que superen los 15 kg, siendo tareas *levantamiento y traslado de varillas de acero, tableros metálicos para encofrado, levantamiento de tuberías sanitaria* donde el trabajador levanta y traslada de manera manual pesos superior al recomendado (23) kg del reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas art.64.
- El 29% de las tareas dentro de los procesos constructivos del proyecto necesitan una intervención de inmediato con un rediseño y medidas correctoras por parte de la empresa , debido a que se encontraron niveles de riesgo ergonómico de nivel 5 bajo la categorización REBA y OCRA categorizados s como muy alto y no tolerable bajo la categorización GINSHT para el trabajador, la tabla 52 se demostró que estas tareas son: levantamiento-traslado de varillas de acero, amarre de juntas con alambre galvanizado, encofrado de muros, vibrado de hormigón y operación de maquinaria.
- Comparando entre los procesos constructivos de cada actividad y los riesgos ergonómicos evaluados, en la tabla 40 se evidencia que la *construcción de muros laterales de hormigón* es la actividad con mayor número de tareas desarrolladas (8), donde se obtuvieron niveles de riesgo ergonómico por *posturas forzadas* de categoría 4 (Alto) en su mayoría, *movimientos repetitivos* de categoría 5 (muy alto) en el 100% de sus tareas y *levantamiento manual de cargas* categoría no tolerables en el 100% de sus tareas, siendo la actividad de mayor afectación e incidencia por puesto de trabajo en la ejecución del proyecto.

5.2. Recomendaciones

- Para levantamiento manual de cargas en nuestro trabajo se realizó bajo metodología española en la cual contempla que el trabajador debe levantar peso máximo de 25kg de manera individual, sin embargo también se debe tomar en cuenta el reglamento ecuatoriano de salud y seguridad la cual considera pesos máximos de 23kg (Reglamento de seguridad y salud para la construccion y obras públicas, 2008) para levantamiento manual de cargas, caso contrario el levantamiento debe ser realizado entre 2 o más personas evitando TME posteriores.
- A falta de normativas o reglamentos ecuatorianos específicos respecto a riesgos ergonómicos para movimientos repetitivos y posturas forzadas, se debe contemplar que todo ambiente de trabajo debe contar con las condiciones mínimas requeridas (Ley Organica del Trabajo , 2003) en su art. 185, analizar y evaluar respectivamente bajo normativas y métodos internacionalmente reconocidos y propuestos en el proyecto para cada riesgo ergonómico identificado. (REBA y OCRA).
- Según el reglamento de seguridad y obras públicas, en el art.41. para actividades de excavaciones y trabajos en zanja en la reubicación de infraestructura sanitaria, se debe verificar que la profundidad máxima en la que el trabajador realice sus actividades no supere los 5m y una distancia de 4m entre cada trabajador evitando incomodidades.
- Al momento de usar herramientas mecánicas en las cuales involucran movimientos repetitivos como el amarre de varillas con alambre galvanizado, vibrado de hormigón, es necesario tener un control de la repetitividad de las tareas y tiempos que el trabajador utilice la herramienta cuando se evalué con la metodología OCRA, adicionalmente uso obligatorio de guantes anti-vibración para mitigar la afección en las extremidades superiores especialmente en muñeca, mano-brazo.
- Establecer y formular un programa ergonómico, donde debe constar de capacitaciones por parte del área de seguridad sobre lesiones, guía técnica de levantamientos, control de tiempos para pausas activas, control de posturas, control de las prohibiciones emitidas por el reglamento de seguridad y salud ocupacional capitulo IV art 15 y EPP´s para cada tipo de tarea e indicaciones

sobre el uso de herramientas manuales y mecánicas, con el fin de velar por el bienestar y seguridad de los trabajadores en el puesto de trabajo.

- La empresa debe realizar una intervención ergonómica de manera inmediata para un rediseño de las actividades contemplando las medidas de prevención mencionadas en las tablas 53-54-55 para cada riesgo ergonómico identificado, siguiendo los lineamientos de seguridad con el fin de controlar, disminuir la afección en el trabajador evitando bajas laborales y trastornos musculo-esqueléticos, alterando el cronograma y el costo de obra.

BIBLIOGRAFIA

ANDRÉS, A. R. (2015). ESTUDIO Y DISEÑO DEL PASO A DESNIVEL ENTRE LA INTERSECCIÓN DE LA. Tesis de Tecnología. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogotá, Colombia .

Bellmunt, J. (s.f.). Máquinas para movimiento de tierras. España.

Construmatica. (2018). Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Movimiento_de_Tierras

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 18-05-2021]. Disponible online:http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 18-05-2021]. Disponible online: http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT. Ergonautas, Universidad Politécnica de Val

Ecured . (2014). Obtenido de https://www.ecured.cu/Infraestructura_Sanitaria

Francisco, R. G. (2015). ANÁLISIS Y EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA OBRA EMPLEANDO EL DIAGRAMA DE CURVA MASA. Universidad de Piura , Lima , Perú.

FREMAP. (s.f.). Comunidad de Madrir. Obtenido de https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/posturas_forzadas.pdf

Fundacion Laboral de la Cosntruccion Operadores de vehiculos de y maquinaria de movimiento de tierras . (2014). Madrid : Tornapunta Ediciones, S.L.U.

HIGNETT, S and McATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment: REBA Applied Ergonomics, 31, 201-5, 2000

Idec. (2016). IDECONSA. Obtenido de https://ideconsa.net/2018/05/16/movimiento-tierras-etapa-fundamental-las-obras/

INNST. (1997). INNST. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b

Insituto de Seguridad e Higiene en el trabajo, España. (13 de 10 de 2016). Prevencionar.com. Obtenido de

http://prevencionar.com.mx/2016/10/13/medidas-preventivas-manipulacion-manual-carga/#:~:text=Seguir%20cinco%20reglas%20b%C3%A1sicas%20en,es%20preferible%20balancearse%20sobre%20los

Ipiales, D. (2021). Matriz de Riesgos NTP-300 SGH. Ambato.

Structuralia . (2020). Obtenido de Maquinaria empleada en oeraciones de movimiento de tierras: https://blog.structuralia.com/maquinaria-empleada-en-operaciones-de-movimiento-de-tierras

Sumatec. (2021). Obtenido de https://sumatec.co/en-que-consiste-el-proceso-de-vibrado-para-concreto/